

**BAZI ESANSİYEL YAĞLARIN TÜTSÜLENMİŞ VE VAKUM
PAKETLENMİŞ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(*ONCORHYNCHUS MYKISS*) FİLETOLARININ RAF
ÖMRÜNE ETKİSİ**

Yük. Müh. Özlem EMİR ÇOBAN

**Doktora Tezi
Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı
Prof. Dr. Bahri PATİR
TEMmuz-2010**

ÖNSÖZ

Bu bilimsel çalışmanın, yürütülmesi ve ortaya konmasında her türlü ilgi ve desteğini esirgemeyen danışman hocalarım Sayın Prof. Dr. Bahri PATİR ve Sayın Doç. Dr. Ökkeş YILMAZ'a şükranlarımı sunarım. Ayrıca Tez İzleme Komitesi'nde yer alan Sayın Prof. Dr. Mehmet ÇALICIOĞLU ile Yrd. Doç. Dr. Ayşe GÜREL İNANLI'ya ve Bölüm Başkanım Sayın Prof. Dr. Erdal DUMAN'a teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Çalışmamın başından itibaren materyal temini ve laboratuvar analizleri için gerekli imkanları sağlayan Su Ürünleri Fakültesi, Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı ve Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'ndeki bütün hocalarıma, çalışmamın tüm aşamalarında değerli görüşlerini benden esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. O. İrfan İLHAK'a, tez çalışmamı 1672 No'lu proje ile destekleyen Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (FÜBAP) Koordinatörlüğüne teşekkürlerimi sunarım.

Bunun yanında çalışmamın bütün aşamalarında manevi desteğini her zaman yanımda hissettiğim değerli eşim Dr. M. Zülfü ÇOBAN'a ve tüm aile fertlerime sonsuz şükranlarımı sunarım.

Özlem EMİR ÇOBAN

ELAZIĞ – 2010

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VIII
TABLolar LİSTESİ.....	X
SEMBOLLER LİSTESİ.....	XII
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	3
1.2. Balıkların Tütsülenmesi (Dumanlama, İşleme)	3
1.2.1. Tütsülemde Dumanın Etkisi.....	5
1.2.2 Tütsülemde Tuzun Etkisi	6
1.2.3. Tütsülenmiş Ürünlerde Meydana Gelen Kalite Değişimleri	7
1.2.4. Tütsülenmiş Ürünlerin Raf Ömrü	8
1.3. Esansiyel Yağlar ve Genel Özellikleri	8
1.3.1 Esansiyel Yağların Elde Ediliş Yöntemleri	9
1.3.1.1. Destilasyon Yöntemi	10
1.3.1.1.1. Su Destilasyonu	10
1.3.1.1.2. Buhar Destilasyonu	10
1.3.1.1.3. Vakum Destilasyonu.....	10
1.3.1.2. Ekstraksiyon Yöntemi	11
1.3.1.2.1. Çözücü Ekstraksiyonu (Solvent Extraction).....	11
1.3.1.2.2. Süperkritik Sıvı Ekstraksiyonu	11
1.3.1.2.3. Mikroalgayla Ekstraksiyonu	11
1.3.1.2.4. Sıkıştırılmış Çözücü Ekstraksiyonu	12
1.3.1.2.5. Katı-Faz Mikroekstraksiyon	12
1.3.1.3. Çok Yönlü ekstraksiyon Yöntemleri.....	12
1.3.1.4. Mekanik Yöntem.....	12
1.4. Gıdalarda Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Aromatik Bitkiler ve Bunlardan Elde Edilen Esansiyel Yağlar	13
1.4.1. Biberiye (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.).....	13

	<u>Sayfa No</u>
1.4.2. Kekik (<i>Thymus vulgaris</i> L.)	15
1.4.3. Adaçayı (<i>Salvia officinalis</i>)	17
1.4.4. Karanfil (<i>Eugenia caryophyllata</i>)	19
1.5. Vakum Paketleme	20
2. MATERYAL ve METOT	22
2.1. Materyal.....	22
2.1.1. Gökkuşığı Alabalıkları.....	22
2.1.2. Esansiyel Yağlar.....	22
2.2. Metot	23
2.2.1. Örneklerin Hazırlanması.....	23
2.2.1.1. Filetonun çıkarılması	23
2.2.1.2. Filetoların Tuzlanması ve Esansiyel Yağ Uygulanması.....	24
2.2.1.3. Sızdırma ve Ön Dinlendirme	24
2.2.1.4. Tütsüleme.....	24
2.2.1.5. Ambalajlama	25
2.2.2. Mikrobiyolojik Analizler	27
2.2.2.1. Örneklerin Analizlere Hazırlanması.....	27
2.2.2.2. Toplam Mezofilik Anaerob Bakteri Sayımı	27
2.2.2.3. Toplam Psikrofilik Bakteri Sayımı.....	27
2.2.2.4. <i>Laktobacillus</i> spp. Sayımı.....	27
2.2.2.5. <i>Laktik streptococcus</i> spp. Sayımı	28
2.2.2.6. Lipolitik Mikroorganizma Sayımı.....	28
2.2.2.7. Maya-Küf Sayımı.....	28
2.2.3. Kimyasal Analizler.....	28
2.2.3.1. pH Tayini	28
2.2.3.2. Nem Tayini ve Kuru Madde Miktarının Hesaplanması	28
2.2.3.3. Yağ Tayini	29
2.2.3.4. Tuz Tayini.....	29
2.2.3.5. Tiyoarbitürik Asit Sayısı Tayini.....	30
2.2.3.6. Peroksit Sayısı Tayini.....	30

	<u>Sayfa No</u>
2.2.3.7. Serbest Yağ Asidi Miktarı (SYA)	30
2.2.4. Duyusal Analizler.....	31
2.2.5. İstatistiksel Analizler	31
3. BULGULAR.....	33
3.1. Örneklerin Yapımı ve Muhafazası Sırasında Mikrobiyolojik, Kimyasal ve Duyusal Niteliklerinde Meydana Gelen Değişimler	34
3.1.1. Mikrobiyolojik Niteliklerinde Meydana Gelen Değişimler	34
3.1.1.1. Toplam Mezofilik Anaerob Bakteri Sayısı.....	34
3.1.1.2 Toplam Psikrofil Bakteri Sayısı.....	36
3.1.1.3. <i>Lactobacillus</i> spp. Sayısı	39
3.1.1.4. Laktik <i>Streptococcus</i> spp. Sayısı.....	42
3.1.1.5. Lipolitik Bakteri Sayısı.....	45
3.1.1.6. Maya-Küf.....	48
3.1.2. Kimyasal Niteliklerinde Meydana Gelen Değişimler	51
3.1.2.1. pH Değeri	51
3.1.2.2. Nem Miktarı.....	54
3.1.2.3. Kuru Madde Miktarı.....	57
3.1.2.4. Yağ Miktarı.....	60
3.1.2.5. Tuz Tayini	62
3.1.2.6. Tiyoarbitürik Asit Sayısı (TBA)	64
3.1.2.7. Peroksit Sayısı (PV)	67
3.1.2.8. Serbest Yağ Asidi (SYA) (% oleik asit cinsinden)	70
3.1.3. Duyusal Değişimler.....	73
3.1.3.1. Görünüm	73
3.1.3.2. Gevreklik	76
3.1.3.3. Koku	78
3.1.3.4. Lezzet.....	81
3.1.3.5. Renk.....	83
3.1.3.6. Tuzluluk	86
3.1.3.7. Genel Beğeni Düzeyi.....	88

	<u>Sayfa No</u>
4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA.....	92
4.1. Mikrobiyolojik Niteliklerde Meydana Gelen Değişiklikler	92
4.2. Kimyasal Niteliklerde Meydana Gelen Değişiklikler	96
4.3. Duyusal Niteliklerde Meydana Gelen Değişiklikler	103
KAYNAKLAR.....	108
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Bu çalışmada; biberiye, kekik, adaçayı ve karanfil yağları uygulanarak tütülen ve vakum paketlenen alabalık filetolarının üretimi ve muhafazası sırasında mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal niteliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir.

Deneyşel örnekler kontrol grubu ile birlikte, 600 ppm oranında biberiye, kekik, adaçayı ve karanfil yağı uygulanarak 5 farklı grup olarak hazırlanmış ve 4 ± 1 °C’de muhafazaya alınmıştır. Örnekler üretim aşaması (fileto, salamura sonu, tütüleme sonu) ile muhafazanın 7., 14., 28., 42., 56., 70., 84., 98. ve 112. günlerinde mikrobiyolojik (toplam mezofilik anaerob, psikrofilik, laktik *Streptococcus* spp., *Lactobacillus* spp., lipolitik ve maya-küf mikroorganizma sayımı), kimyasal (pH, nem, kuru madde, yağ, tuz, TBA, PV ve SYA tayini) ve duyuşal nitelikleri bakımından incelenmiştir. Araştırma üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Yapılan analizler neticesinde, toplam mezofilik anaerob mikroorganizma, psikrofilik, laktik *Streptococcus* spp., *Lactobacillus* spp., lipolitik mikroorganizma ve maya-küf sayısında tüm gruplarda muhafaza süresince önemli bir değişim tespit edilememiştir ($p>0,05$).

Örneklerdeki pH değeri, nem, kuru madde ve yağ miktarı bakımından kontrol grubu ile esansiyel yağ uygulanan gruplar arasında istatistiki olarak önemli bir fark görülmemiştir ($p>0,05$). Ancak, tiyobarbitürik asit (TBA), peroksit değeri (PV), serbest yağ asitleri miktarı (SYA) açısından hem gruplar arasında, hem de muhafaza süresince önemli farklılıklar ($p<0,05$) saptanmıştır.

Yapılan duyuşal analizlerde, muhafaza süresince gruplar arasında görünüm, koku, lezzet ve renk kriterleri bakımından önemli farklılıklar gözlemlenmiştir ($p<0,05$).

Sonuç olarak, uygulanan esansiyel yağların ürünün raf ömrü üzerine olumlu etki gösterdiği, özellikle karanfil yağının bu konuda kayda değer olduğu, adı geçen yağların kullanımının ürünün kimyasal ve duyuşal kalitesi üzerine olumlu etki yaptığı ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tütüleme, *Oncorhynchus mykiss*, Biberiye, Kekik, Adaçayı, Karanfil

SUMMARY

The Effect of Some Essential Oils on The Shelf Life of Smoked and Vacuumed Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets

In this study, it was aimed to investigate the chemical, microbiological and sensory attributes of smoked trout with application of rosemary, thyme, sage and clove oils.

Five different experimental groups together with control group, containing rosemary, thyme, sage and clove oils at 600 ppm concentration were prepared and were stored at $+4\pm1$ °C. Samples were analyzed as microbiological (total mesophilic anaerobe, psychrophile, lactic *Streptococcus* spp., *Lactobacillus* spp., lipolytic, yeast and mold), chemical properties (pH, moisture, dry matter, fat, salt, TBA, PV and FFA) and sensory attributes on days 0, 7, 14, 28, 42, 56, 70, 84, 98 and 112 during the storage period. Three replicates for each group were made.

The results indicated that there was no significant differences among the groups in terms of total mesophilic anaerobe, psychrophile, lactic *Streptococcus* spp., *Lactobacillus* spp., lipolytic microorganism during the storage period ($p>0.05$).

Significant differences between pH values, moisture, dry matter, fat levels of control and other groups have not been observed ($p>0.05$). However, significant differences were found both among groups and during the storage period of groups in term of TBA and PV, FFA values ($p<0.05$).

As the results of sensory attributes analyses, changes were observed in appearance, flavor, and color among groups during storage period ($p<0.05$).

In conclusion, essential oils treatment to smoking were showed positive effect on shelf life, especially clove oil showed more positive effect when compared with others. In the present study, usage of these essential oils in smoked fish were showed that, they have got a positive effect on the product's chemical and sensory attributes.

Key words: Smoking, *Oncorhynchus mykiss*, Rosemary, Thyme, Sage and Clove

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Biberiye bitkisinden izole edilen etken maddeler	14
Şekil 1.2. Kekik bitkisinden izole edilen etken maddeler	16
Şekil 1.3. Adaçayı bitkisinden izole edilen etken maddeler	18
Şekil 1.4. Karanfil bitkisinden izole edilen etken maddeler	19
Şekil 2.1. Deneysel olarak hazırlanan alabalık filetolarının işlem basamakları.....	26
Şekil 3.1. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında toplam mezofilik anaerob bakteri sayısında meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)	36
Şekil 3.2. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında toplam psikrofil bakteri sayısında meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)	39
Şekil 3.3. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında <i>Lactobacillus</i> spp. sayısında meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)	42
Şekil 3.4. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında laktik <i>Streptococcus</i> spp sayısında meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)	45
Şekil 3.5. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında lipolitik bakteri sayısında meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)	48
Şekil 3.6. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında maya-küf sayısında meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)	51
Şekil 3.7. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen pH değerlerinde meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)	54
Şekil 3.8. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen nem (%) değerlerinde meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)	57

Şekil 3.9. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen kuru madde (%) değerlerinde meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)	60
Şekil 3.10. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen yağ miktarı (%) değerlerinde meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)	62
Şekil 3.11. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen tuz değerlerinde meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)	64
Şekil 3.12. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen TBA (mg/kg) değerlerinde meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)	67
Şekil 3.13. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen peroksit (milimol O ₂ /kg) değerlerinde meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu).....	70
Şekil 3.14. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen SYA (% oleik asit cinsinden) değerlerinde meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)	73
Şekil 3.15. Deneysel fileto örneklerine ait görünüm puanlarında meydana gelen değişim (Tütsüleme Sonu)	76
Şekil 3.16. Deneysel fileto örneklerine ait gevreklik puanlarında meydana gelen değişim (Tütsüleme Sonu).....	78
Şekil 3.17. Deneysel fileto örneklerine ait koku puanlarında meydana gelen değişim (T.S. Tütsüleme Sonu).....	81
Şekil 3.18. Deneysel fileto örneklerine ait lezzet puanlarında meydana gelen değişiklikler (T.S. Tütsüleme Sonu)	83
Şekil 3.19. Deneysel fileto örneklerine ait renk puanlarında meydana gelen değişiklikler (T.S. Tütsüleme Sonu).....	86
Şekil 3.20. Deneysel fileto örneklerine ait tuzluluk puanlarında meydana gelen değişimler (Tütsüleme Sonu).....	88
Şekil 3.21. Deneysel fileto örneklerine ait genel beğeni puanlarında meydana gelen değişimler (T.S. Tütsüleme Sonu)	91

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1.1. <i>R. officinalis</i> 'den elde edilen biberiye yağının spesifik özellikleri	14
Tablo 1.2. <i>T. vulgaris</i> 'ten elde edilen kekik yağının spesifik özellikleri	16
Tablo 1.3. <i>S. officinalis</i> 'ten elde edilen adaçayı yağının spesifik özellikleri	18
Tablo 1.4. <i>E. caryophyllata</i> 'dan elde edilen karanfil yağının spesifik özellikleri.....	19
Tablo 2.1. Kullanılan esansiyel yağların spesifik özellikleri.....	23
Tablo.2.2. Gruplara göre esansiyel yağların uygulanmasına ait bilgiler	24
Tablo 2.3. Duyusal analiz puanlama formu.....	31
Tablo 3.1. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında içerdikleri toplam mezofilik anaerob bakteri sayısı ($\log_{10}$ kob/g)	35
Tablo 3.2. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında içerdikleri toplam psikrofil bakteri sayısı ($\log_{10}$ kob/g).....	38
Tablo 3.3. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında içerdikleri <i>Lactobacillus</i> spp. sayısı ($\log_{10}$ kob/g)	41
Tablo 3.4. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında içerdikleri Laktik <i>Streptococcus</i> spp. sayısı ($\log_{10}$ kob/g).....	44
Tablo 3.5. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında içerdikleri lipolitik bakteri sayısı ($\log_{10}$ kob/g).....	47
Tablo 3.6. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında içerdikleri maya-küf sayısı ($\log_{10}$ kob/g).....	50
Tablo 3.7. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen pH değerleri	53
Tablo 3.8. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen nem (%) değerleri.....	56
Tablo 3.9. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen kuru madde (%) değerleri	59
Tablo 3.10. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen yağ (%) değerleri.....	61

Tablo 3.11. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen tuz (%) miktarları	63
Tablo 3.12. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen TBA (mg/1000g) değerleri	66
Tablo 3.13. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen peroksit (milimol O ₂ / kg) değerleri	69
Tablo 3.14. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen SYA (% oleik asit cinsinden) değerleri	72
Tablo 3.15. Deneysel fileto örneklerine ait görünüm puanları	75
Tablo 3.16. Deneysel fileto örneklerine ait gevreklik puanları	77
Tablo 3.17. Deneysel fileto örneklerine ait koku puanları	80
Tablo 3.18. Deneysel fileto örneklerine ait lezzet puanları	83
Tablo 3.19. Deneysel fileto örneklerine ait renk puanları	86
Tablo 3.20. Deneysel fileto örneklerine ait tuzluluk puanları	88
Tablo 3.21. Deneysel fileto örneklerine ait genel beğeni puanları	91

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

PAH	: Polisiklik Aromatik Hidrokarbon
BaP	: Benzo (a) Pyren
GRAS	: Generally Recognized as Safe
BHT	: Bütillenmiş Hidroksi Toluen
BHA	: Bütillenmiş Hidroksi Anizol
SPME	: Solid Phase Microextraction
MS	: Kütle Spektrometresi
GC	:Gaz Kromatografi
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisinde
MDA	: Malondialdehit
TBA	: Tiyoarbitürik Asit Sayısı
PV	: Peroksit Değeri
SYA	: Serbest Yağ Asidi

1. GİRİŞ

Sağlıklı bir yaşamın temel şartı dengeli ve düzenli beslenmektir. Doğanın bize sunmuş olduğu çeşitli besin maddeleri bu işlevin yerine getirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Çeşitli besin maddelerini değişik miktar ve oranlarda almak suretiyle vücut için gerekli besleyici elementler alınmakta, böylece vücut mekanizmasının düzenli bir şekilde işleyişi sağlanabilmektedir.

Su ürünleri, içerdiği besin bileşenleri yönünden değerli besin maddelerindendir. Balık etindeki protein miktarı türlere göre az çok değişir. Bu ürünün temel amino asitleri (Treonin, valin, arjinin, fenilalanin histidin, lizin, triptofan, lösin, isolösin ve metiyonin) en uygun oranda içerdiği belirtilmektedir. Balık etinde, proteinden başka protein olmayan azotlu maddeler de bulunmaktadır. Bu maddeler hem lezzet hem de balık etinin bozulmasından sorumludur. Balık yağı özellikle yağda eriyen vitaminler (A, D, E, K) yönünden oldukça zengindir. Balık eti aynı zamanda vitamin B₁ (Tiyamin), vitamin B₂ (Riboflavin), vitamin B₆ (Pridoksin) gibi vitaminleri de içermektedir. Vitamin C (L-askorbik asit)'nin ise önemsiz miktarlarda bulunduğu bilinmektedir. Balık etinde iyot, fosfor ve çinko, diğer minerallere göre daha fazla bulunmaktadır. Bu nedenlerden dolayı balık eti biyolojik değeri oldukça yüksek bir besin maddesidir (Burt, 1988).

Balık eti, avlandığı andan itibaren gerekli önlemler alınmadığı takdirde fiziksel ve çevresel faktörlerden süratle etkilenir ve hızlı bir şekilde bozulmaya başlar. Bu nedenle taze balık tüketilinceye kadar büyük bir dikkatle muhafaza edilmeli, bu süre içinde mikroorganizmaların üremeleri önlenmelidir. Balığın uygun şekilde işlenmemesi de bozulmayı hızlandıran etmendir. Balığın avlandığı andan tüketimine kadar tazeliğini korumak, bozulmasını geciktirmek ve üretim fazlasını değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş farklı işleme teknikleri sayesinde soframızdaki balık ürünleri de çeşitlilik kazanmıştır (Gram, 1991).

Su ürünlerinin işlenerek tüketilmesi; ürünün korunması ve saklanması, ürünlerden daha fazla yararlanılması, iş olanaklarının artırılması, artıkların ekonomiye kazandırılması (yem, gübre vb.) tüketiciye kolaylık sağlaması, ürüne farklı bir damak tadı verilmesi ve su ürünlerinden daha ekonomik şekilde yararlanılması açısından gereklidir. Su ürünlerinin işlenerek değerlendirilmesinde kullanılan metotlardan birisi de dumanlama olarak da bilinen tütsülemedir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Gıda maddelerinin dumanlanarak muhafazası bilinen en eski gıda muhafaza yöntemlerinden birisidir. Her türlü et ve et ürününe, peynire ve kabuklular dahil tüm su ürünlerine uygulanmaktadır (Stolyhwo ve Sikorski, 2005). Eskiden tamamen ürünü korumak amacıyla yapılan dumanlama, günümüzde ürünün lezzetini değiştirerek, ürünü farklı şekilde tüketime sunmayı da amaçlamaktadır (Varlet vd., 2007). Tütsü çeşitli kimyasal elementlerden oluşan kompleks bir karışımdır. Bu elementler dumanlanmış ürünlerin eşsiz organoleptik özelliklere sahip olmasına sebep olur (Kjallstrand ve Petersson, 2001). Dumanlama ile muhafazada ilke, balığın içerdiği suyun bir kısmının uzaklaştırılması ve dumandaki bakterisit maddelerin balığa geçişini sağlayarak mikroorganizmaların gelişmesini önlemektir (Cornu vd., 2006)

Tütsüleme için en iyi balıklar, yüksek yağ içeriğine sahip olan balıklardır. Ancak, kalite kaybına neden olan lipid oksidasyonu da özellikle yağlı balık türlerinde önemli bir faktördür. Balıkta lipid oksidasyonunun önlenmesi ya da geciktirilmesinde, muhafaza sıcaklığının düşürülmesi (Garthwaite, 1992), oksijenin ortamdaki uzaklaştırılması amacıyla glazeleme, vakum paketlenme veya antioksidanlarla muamele en çok başvurulan yöntemlerdir. Bu metotların tek tek veya birlikte kullanılması ile balıklarda oluşabilecek lipid oksidasyonunun önemli düzeyde kontrol altına alındığı ve geciktirildiği bildirilmektedir (Santos ve Regenstein, 1990). Besinlerin muhafaza süresini uzatmak amacıyla kullanılan sentetik antioksidanların son yıllarda kanserojenik ve teratojenik etkiler göstermesinden dolayı, doğal antioksidanlar tüketicinin tercihi olmuştur. Söz konusu maddeler oksidasyon işlemi başlamadan önce gıdalara ilave edildiğinde oksidasyonun şekillenmesini geciktirir veya engeller (Sherwin, 1990)

Ülkemizde en fazla yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) beğenilerek tüketilen eti lezzetli bir balıktır. Bu nedenle de oldukça tercih edilen bir türdür. Bu tür, taze tüketiminin yanı sıra, daha çok dondurma veya dumanlama işlemine tabi tutulmaktadır. İçerdiği çoklu doymamış yağ asitlerinin çeşitliliği ve miktarının fazla oluşu ile diğer gıdalardan daha fazla oksidatif bozulmalara maruz kalmaktadır. Bunu önlemek amacıyla son yıllarda tüketicilerinde tercih ettiği doğal antioksidanlar ilave edilerek üretimi ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır. Doğal antioksidanlardan olan esansiyel yağların doğal kaynaklı olmaları, kendine özgü lezzet ve aromaya sahip olmaları nedeniyle gıda sektöründe kullanılabilecek önemli alternatif maddelerdir (Sherwin, 1990).

1.1. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)

Oncorhynchus mykiss Salmonidae familyasına dahil olup, bazı genel özellikleri D IV, 9-10; A III/ 10-11, L.Lateral 120-150 şeklindedir. Pasifik kıyılarındaki tatlı sularda yaşar. Denizlere giren alt türleri vardır. Doğal olarak ülkemizde bulunmaz. Ancak ülkemizde su ürünleri yetiştirme tesislerinde üretimi yapılmaktadır. Vücut diğer türlere göre daha tıknaz ve çok sayıda siyah nokta ile kaplı olup, ortası gökkuşığı rengine bantlıdır. Kuyruk ve yağ yüzgeçleri beneklidir. Yumurtlama mevsiminde erkekler parlak grimsi siyah, dişiler ise daha soluk renklidir. 20-26 cm olanlar 120-250 g gelmektedir Soğuk, temiz ve bol oksijenli nehirlerde ve göllerde yaşayan balıklardır (URL-1, 2010).

Oncorhynchus mykiss hızlı büyümeleri ve besin değerinin yüksek olması nedeniyle birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de yetiştiriciliği yapılan bir balık türüdür. 2008 istatistiklerine göre ülkemizdeki alabalık üretimi 65.928 ton dur (URL-2, 2008).

Alabalıklar genelde kırmızı etli bir balık olmasına karşın kültür alabalığının et rengi yem rasyonuna bağlı olarak değişmektedir. Et verimi ortalama %60,73 olup, besin bileşenleri yönünden ise %70-77 su, %14-20 protein, %2-10 yağ ve %1,23-2,61 inorganik madde içermektedir (Kim vd., 1987; Huss, 1988; Köprücü ve Özdemir, 2000; Dönmez ve Tatar, 2001; Duman ve Şen, 2003). Gökkuşığı alabalığı taze tüketiminin yanında dondurulmuş ve dumanlanmış olarak da tüketime sunulmaktadır. Dumanlanmış gökkuşığı alabalığının son yıllarda üretimi çok hızlı bir şekilde artış göstermekte hem yurt içinde hem de yurt dışına ihraç edilerek tüketime sunulmaktadır.

1.2. Balıkların Tütsülenmesi (Dumanlama, İşleme)

Tütsüleme teknolojisinin tarihi çok eskilere dayanmakla birlikte, M.Ö. 1000 yıllarında etlere uygulandığı bilinmektedir (Aminullah ve Ackman, 1986; Sunen, 1998; Monfort, 1999). Tütsülemenin modern anlamda ilk kez orta çağda ringa balıklarına uygulandığı belirtilmektedir.

Türk Standardları Enstitüsü'ne göre; “dumanlanmış gökkuşığı alabalığı, “Salmonidae familyasının *Oncorhynchus mykiss* türüne giren alabalığın, taze ve dondurulmuş durumda dumanlama için gerekli işlemlere tabi tutulmasını veya istendiğinde tütsü aroma maddeleri ile muamele edilmesini müteakip kurutulması ile elde edilen, sıcak dumanlanmış olanları olduğu gibi, soğuk dumanlanmış olanları ise pişirildikten sonra

tüketilen mamuldür” şeklinde tanımlanmaktadır. Aynı standartta, sıcak tütsülenmiş gökkuşağı alabalığında “yağ miktarı %13-22 arasında, nem miktarı en çok %55 ve pH 5-6 arasında olmalıdır” denilmektedir (TSE, 1994).

Tütsüleme işlemiyle son ürün taze ürüne göre daha uzun raf ömrüne sahip olmakta, duman bileşenlerinin ürüne verdiği aroma ile de değişik bir lezzet kazanmaktadır. Temel prensip balığın içerdiği suyun bir kısmını uzaklaştırmak ve duman bileşenleri ile mikroorganizmanın gelişimini önlemektir (Doe, 1998; Varlık vd., 2004; Guillen ve Errecalde, 2002).

Dumanın verimi ve bileşiminin niteliği; odun tipine, odunun termal etkiye maruz kaldığı ortamdaki sıcaklığa ve oksijen konsantrasyonuna, tütsüleme için kullanılan materyalin miktarına bağlı olarak değişmektedir. Balık tütsülemede genellikle sert ağaçların odunları veya talaşları kullanılır. Tütsülemede odun yerine odun talaşının kullanılmasının en büyük avantajı daha kolay yanması, daha kuvvetli ateş ve daha homojen bir yanma sağlamasıdır. Ağaç seçimi son üründe istenen koku ve aromaya bağlıdır. Tütsülemede en fazla kullanılan ağaç türleri kayın, ak gürgen, meşe, ıhlamur, elma, portakal gibi ağaçlardır. Çam ve diğer iğne yapraklı ağaçlar yüksek oranda katran içerdiklerinden ve üründe acımsı bir tat oluşturdıklarından dolayı kullanılmamaktadır (Hall,1999; Varlık vd., 2004; Çaklı, 2007, Patır ve Duman, 2006).

İlk zamanlarda et ve balık gibi gıdaları korumak amacıyla yapılan tütsüleme, günümüzde ürünün aromasını ve tadını değiştirerek tüketiciye farklı şekillerde sunmayı da amaçlamaktadır. Bu arada tütsüleme teknolojisi gereği uygulanan tuzlama ve kurutma ile ürünün su aktivitesi düşerken tütsünün yapısında yer alan maddeler de mikroorganizmaların faaliyetini engelleyici ve mikroorganizmaları öldürücü etki yaparak ürüne bir koruma özelliği de kazandırmaktadır (Kundakçı, 1979; FAO 1982; Sikorski,1990, Kolsarıcı ve Özkaya,1998; Hall,1999).

Tütsüleme için en iyi balıklar, yüksek yağ içeriğine sahip olan balıklar olup Mersin balığı, alabalık, salmon, istavrit, yılan balığı, uskumru, lüfer, sardalya gibi balıklardır (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992). Tütsüleme yağların oksidasyonuna engel olur ve yağlarda bozulmayı önler (Cardinal vd., 2001).

Tütsüleme soğuk ve sıcak olmak üzere iki farklı sıcaklık derecesine göre yapılmaktadır. Soğuk tütsülemenin tarihi sıcak dumanlamaya göre daha eskidir. Genellikle 12-30 °C arasında yapılan soğuk tütsülemede balıkların pişmesi söz konusu değildir. Bu sıcaklık koşullarında proteinlerde de değişim olmadığından, yağlı balık ham materyal

olarak kullanılabilir. Soğuk tütüleme süresi ürünlere göre değişmekle beraber, birkaç günden birkaç haftaya kadar sürebilir. Düşük sıcaklık derecesi kullanıldığından dolayı başlangıçta mikroorganizma sayısında bir artış olur. Ancak tütülemenin devamıyla birlikte bir yandan su oranının azalması ve öte yandan tütü bileşenlerinin etkisiyle mikroflora yıkımlanır (Motohiro, 1988; Hall, 1999; Hilderbrand, 2001; Varlık vd., 2004).

Sıcak tütüleme ise en fazla kullanılan tütüleme yöntemidir. Bu yöntemde sıcaklık 50-150°C arasında uygulanmaktadır. Tütüleme süresi 2-8 saat arasında değişmektedir. Bu yöntemde amaç, tütüleme işleminin yanı sıra ham materyali termik pişirme ile tüketilebilir duruma getirmektir (Hilderbarand, 2001; Gökoğlu, 2002; Varlık vd., 2004; Çaklı, 2007).

1.2.1. Tütülemede Dumanın Etkisi

Dumanın aroma, renk ve koruyucu etkisi bulunmaktadır. Ayrıca renk oluşumu üzerinde de etkisi mevcuttur. Dumanın ürün rengine olan etkisi, renkli duman öğelerinin besine alınması, yoğunlaşması ve yükseltgenmesi, duman içeriği maddelerin proteinlerle tepkimeye girmesi, asitlerle rengin sabitlenmesi, fenollerle diğer duman bileşimindeki maddelerin tepkimeleri şeklinde gerçekleşmektedir. Bu etkiler duman bileşiminde mevcut olan yaklaşık 250 kadar bileşik tarafından gerçekleştirilmektedir (Ertaş, 2000; Gökalp vd., 2002) . Parlak, koyu kahverengi, altın sarısı renk göze hoş görünmekte ve tüketiciye daha cazip gelmektedir. Tütülenmiş ürünün rengi, kullanılan ağaç türüne bağlıdır. Reçineli odunlar ürüne sert odunlardan daha koyu renk verir (Gökoğlu, 2002; Çaklı 2007).

Dumanın antioksidatif ve antimikrobiyel bir etkiye sahip olduğu, bu etkilerin her ikisinin de fenolik bileşiklerden köken aldığı belirlenmiştir. Yağların acılaşması (peroksidasyon) olarak bilinen yağ oksidasyonu, su oranının azalmasıyla yükselmektedir. Bu olay fenolik bir yapı sergileyen antioksidanlarla önlenabilmektedir. Dumanda mevcut olan bazı fenollerin (pirokateşol, hidrokinon, eugenol, isoeugenol, vanilin, salisilaldehit, 2-hidrobenzoik asit ve 4-hidrobenzoik asit) antioksidatif etkileri belirlenmiştir. Duman bileşenleri saf bakteriyel kültürler üzerinde de engelleyici etki yapmakla birlikte, işlenen ürünlerdeki su aktivitesini ve pH değerini düşürmesi gibi olayların da mikroorganizma gelişimini durdurduğu bilinmektedir. Dumanın antimikrobiyel etkisi temelde ürünün yüzeyinde ortaya çıkmaktadır. Bazı araştırmacılar formaldehitin önemli bir antibakteriyel olduğunu savunmalarına karşı bazıları da bunun aksini belirtmişlerdir (Horner, 1997; Ertaş, 2000).

Dumanın arzu edilen etkilerinin yanında arzu edilmeyen etkileri de bulunmaktadır. Tütsü dumanında bulunan 100 çeşit polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) bileşiğinin büyük bir kısmı kanserojendir. Bunlardan 2µg/kg ağırlığında bulunan benzo-pren kanserojenik olarak bilinen ve tütsülenmiş balıklarda bulunan bir türdür. Dumanın içeriği ve dumanlama şartları, duyuşal kaliteyi ve raf ömrünü etkiler. Nitro-PAH, oksijenli-PAH gibi temelde PAH olan ve PAH indirgenmeleri sonucu oluşan N-nitrosa bileşikleri ve heterosilik aromatik aminler kanserojen etkilere neden olan türlerdir. Sıcak dumanlanmış balıktaki N-nitrosa bileşiklerinin içeriği µg/kg'ı geçmez. PAH'ların oluşumunu etkileyen en önemli faktör, dumanın oluşum sıcaklığıdır. Bazı araştırmacılara göre, 2 bölümlü duman jeneratöründe odun sıcaklığı 425 °C'nin altında ve değişken ürünlerin erimeleri sonucu oksidasyon sıcaklığı 375 °C'nin altındaysa BaP oluşmaz. İçin için yanan talaşın kümelerinin sıcaklığının 300–400°C'ye düşürölmesi ve filtre kullanılmasıyla dumandaki PAH'ların içeriği 10 kat azalabilir.

Tütsülenmiş balıktaki PAH'ların çoğu odun dumanından ileri gelir. Balığın özellikleri, tütsüleme metodu, dumanın kompozisyonu ve dumana maruz kalan yenebilir bölümlere bağılı olarak, soğuk ve sıcak tütsülenmiş balıklar; 0,05'den 60 µg BaP/kg'a kadar PAH içerir. Tütsülenmiş balıklar ve deniz ürünleri PAH içerselerde insanlar için zararlı olabilecek düzeyde değillerdir (Çaklı, 2007).

1.2.2 Tütsülemede Tuzun Etkisi

Balık tütsüleme teknolojisinde tuzlama, kuru tuzlama ve salamura tuzlama olarak iki yöntemle uygulanır (Varlık vd., 2004; URL-3 2009). Kuru tuzlamada granüler tuz balığa direkt olarak uygulanır. Basit ve kolay bir yöntemdir. Salamura tuzlamada ise balık tuz solüsyonuna daldırılır (Mendelsohn, 1974; Essuman, 1992; URL-4, 1996). Salamurada tuzlama daha kolay olduğundan ve daha iyi kontrol edildiğinden daha çok uygulanmaktadır. Tuzlamada amaç balık etindeki suyun büyük bir kısmının tuz absorpsiyonu ile dışarı atılmasıdır. Balıklarda su kaybı ile tuz emilimi, balığın yağlılık durumuna, balığın boyutu ve kalınlığına, balık derisi ve pulların ayrılıp ayrılmadığına, balığın tazeliğine, kürde uygulanan tuzun saflık derecesine ve daha birçok faktöre bağılı olarak değişir (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; Kolsarıcı ve Candoğan, 1997; Gürel İnanlı ve Patır, 2004).

Tütsüleme işleminde uygulanan tuz son ürünün kalitesinde önemli rol oynayan ön işlemlerden birisidir. Tuzlamanın birkaç yönde etkisi vardır. İlk önce balıktan suyun uzaklaşmasıyla ve proteinlerin denatürasyonu ile balığa sertlik verir, belli durumlarda bakteri faaliyetinin durdurulmasına yardım eder ve aynı zamanda ürüne lezzet verir. Ayrıca güçlü bir yapı, sağlamlık ve cazip bir görünüş kazandırır (Kundakçı, 1979; İnal, 1988; Metin vd., 2001; URL-3, 2009).

Yapılan çalışmalarda tütsülenmiş balığın kalitesinin ve lezzetinin uygulanan tuz konsantrasyonu ve tuzlama süresine bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir (Cuppert vd., 1989; Espe vd., 2002; Jittinandana, vd., 2002).

1.2.3. Tütsülenmiş Ürünlerde Meydana Gelen Kalite Değişimleri

Balıklara uygulanan gerek dumanlama gerekse diğer işlemler sonucunda duyu, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinde bazı değişimler meydana gelir. Bu değişimler dumanlanan balığın türüne, yağ oranına, dumanlama yöntemine, duman içeriğine, dumanlama süresi ve sıcaklığına, dumanlama öncesi yapılan işlemlere bağlıdır (Bilgin vd., 2007).

Yapılan çalışmalarda (Steiner vd., 1991a; Steiner vd., 1991b), pişirilmiş ve dumanlanmış *Sardinella*, *Tilapia* ve *Dentex* türlerinin yağ asidi bileşimlerinin değiştiği saptanmıştır. Dumanlanmış yılan balıklarının yağlarındaki değişimlerin araştırıldığı bir çalışmada yağların asit değerlerinin bir ölçüde arttığı belirlenmiştir.

Tütsüleme ile oluşan kurumayla birlikte, proteinlerde bazı değişiklikler meydana gelir. Protein denatürasyonu 40 °C’de başlar. Tütsünün karbonilleri özellikle aldehytleri, protein kalitesini düşürmek üzere amino grupları ve sülfidril gruplarından fenollerle reaksiyona girebilir (Çaklı vd., 2007).

Meydana gelen kuruma, diğer besleyicilerin, özellikle tuz ve diğer minerallerin konsantrasyonunu artırır. Sıcak dumanlanmış ve vakum paketlenmiş ürünler, soğukta saklandıkları sırada laktobasillerin etkisi sonucu ekşimsi bir lezzet verir. Sıcak tütsülenmiş balıklar çabuk bozulduklarından kısa süre için muhafaza edilirler (Varlık vd., 2004).

Pseudomonas’lar ve *Aeromonas*’lar tütsülenmiş balıkların kaslarında önemli değişimlere neden olurlar. En önemli değişim balık etinin yapışkanlaşması ve kokularının ağırlaşarak yakıcı bir hal almasıdır. Bu olaya “ıslak kokuşma” denir. Tütsülenmiş balık

ürünlerinin uzun süre sıcaklık derecesi yüksek yerde kalması ile de “kuru kokuşma” meydana gelir. Balıkların rengi soluklaşır ve kasları çabuk dağılır (Varlık vd., 2004).

Tütsülenmiş balık ürünlerinin özellikle yaz aylarında tüketiminden sonra görülen zehirlenmeler çoğunlukla mikrobiyolojik karakterdedir. Mikroorganizmaların aşırı üremesiyle ve proteolitik faaliyetleri sonucu oluşan biyojen aminler zehirlenmelere neden olabilir (İnal, 1988).

Tütsülenmiş balık ürünlerinde vitamin kaybı çok belirgin değildir. Meydana gelen bu kayıp da tütsüden değil uygulanan sıcaklıktan kaynaklanmaktadır.

1.2.4. Tütsülenmiş Ürünlerin Raf Ömrü

Gıda maddelerinin üretim tarihinden itibaren uygun koşullarda spesifik özelliklerini muhafaza edebildiği süre raf ömrü olarak tanımlanır (URL-5, 2010).

Tütsülenmiş balığın raf ömrü hammadde olarak kullanılan balığın bakteri yüküne, su aktivitesinin azalma miktarına, mikroflora inaktivasyonu etkinliğine, ürüne nüfuz eden duman bileşiklerinin miktarına, ısıya, havanın nemliliğine ve muhafaza sırasında oksijen girişine bağlı olarak değişmektedir (Çaklı, 2007). Ayrıca yapılan çalışmalarla tütsülenmiş ürünlerde ürünün raf ömrünün balık türü, muhafaza sıcaklığı, tütsüleme sıcaklığı ve tuz konsantrasyonu ile yakından ilişkili olduğu da belirlenmiştir.

Tütsülenmiş ürünlerin raf ömrü sınırlıdır. Özellikle sıcak dumanlanmış ürünlerin dayanma süresi +4 °C’de 1-2 hafta, -10 °C’de 3 hafta, -20-30°C’de 4-5 ay ile sınırlıdır (Varlık vd., 2004; URL-6, 2008).

Tütsülenmiş balıkların raf ömrü ile ilgili çalışmalarda, Rorvik vd. (1991), hazır yemek olarak satılan dilimlenmiş vakum ambalajlı fume alabalığın +4°C’de 3-4 hafta olduğunu belirlerken Yanar vd. (2006), sıcak dumanlanmış tilapianın +4°C’de 35 gün muhafaza etmişlerdir. Dillon vd. (1994), tütsülenmiş morina filetolarının vakum paketlenmiş örneklerini -20 °C’de muhafaza süresini 3 ay olarak tespit etmişlerdir.

1.3. Esansiyel Yağlar ve Genel Özellikleri

Esansiyel yağlar, güçlü kokularıyla karakterize olup aromatik bitkilerin yaprak meyve, kabuk ve kök kısımlarından elde edilen doğal, uçucu ürünlerdir. Genellikle oda

sıcaklığında sıvı halde olan, kolaylıkla kristalleşebilen genellikle renksiz veya açık sarı renklidirler. Güzel kokulu olmalarından dolayı esans ya da eterik yağ da denilmektedir. Su ile karışmadıkları için yağ olarak tanımlansalar da sabit yağlardan farklıdır (Ceylan, 1983; Davidson vd., 1983; Bakkali vd., 2008). Antiseptik, antioksidan, sindirim uyarıcı, antimikrobiyel ve enzimatik etkilerinin yanında gıdaların muhafazasında kullanılan doğal ürünlerdir. Esansiyel yağların çok büyük bir kısmı GRAS listesinde yer almaktadır (Kabara 1991).

Endüstriyel işlemlerde besinlerin muhafaza süresini uzatmak için esas olarak sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Ancak pekçok araştırmacı uzun süredir besinlerin işlenmesinde kullanılan Bütillenmiş hidroksi tolüen (BHT) ve Bütillenmiş hidroksi anizol (BHA) gibi bazı sentetik antioksidanların canlı organizmalarda karsinogenik etki gösterdiğine dikkat çekmektedirler. Tüketiciler de genellikle doğal antioksidanları sentetik olanlara tercih etmektedir (Pizzale vd., 2002). Bu nedenle uzun bir süreden beri, besinlerin koku ve tat gibi özelliklerini artırmak için katkı olarak kullanılan baharat ve doğal aromatik bitkiler ve bunların yağları giderek önem kazanmaktadır.

Aromatik bitkilerin ve yağlarının antioksidan aktivitesi yapılarındaki fenolik bileşiklerle ilişkilidir (Kulisic vd., 2004). Bu bileşikler içerisinde en fazla bulunanları flavonoidler, fenolik asitler ve fenolik terpenlerdir. Fenolik bileşiklerin antioksidan etkisi, serbest radikalleri temizleme, metal iyonlarla bileşik oluşturma (metal çelatlama) ve tekli oksijen oluşumunu engelleme veya azaltma gibi özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Rice-Avans, 1995). Bu bileşikler, lipidlerin ve diğer biyomoleküllerin (protein, karbonhidrat, nükleik asitler) serbest radikallerce okside olmalarını engellemek için aromatik halkarındaki hidroksil gruplarda bulunan hidrojeni verebilmektedir (Perez- Mateos vd., 2006). Flavonoidler ve diğer fenolik bileşikler çoğunlukla bitkinin yaprak, çiçek ve odunsu kısımlarında bulunmaktadır. Bu nedenle, genellikle aromatik bitkiler yaprak ve çiçek kısımları kurutularak ilaç halinde ya da ekstraksiyon, destilasyon gibi yöntemlerle elde edilen uçucu yağ ekstraktları şeklinde kullanılmaktadır (Botsoglou vd., 2003a).

1.3.1 Esansiyel Yağların Elde Ediliş Yöntemleri

Uçucu yağ eldesi için 1300'li yılların başında İspanya ve Fransa'da destilasyon metodu geliştirilmiş, 1550'li yıllara gelindiğinde farmakoloji gibi farklı dalların ihtiyacına cevap verebilmek amacıyla yeni teknikler uygulanmaya başlanmıştır. Bugün uçucu

yağların eldesinde destilasyon, ekstraksiyon ve mekanik yöntemler kullanılmaktadır (Kılıç, 2008).

1.3.1.1. Destilasyon Yöntemi

Destilasyon, sıvıların kaynama noktalarındaki farklardan yararlanılarak gerçekleştirilen bir ayırma işlemidir (Kılıç, 2008).

1.3.1.1.1. Su Destilasyonu

Yöntemin esası; soğutucu ile irtibatlandırılan bir cam balon içerisinde su ve bitki materyalinin 2-8 saat süre ile kaynatılarak, su buharı ile birlikte hareket eden yağ moleküllerinin soğutucuda yoğunlaştırılıp sudan ayrıştırılmasına dayanmaktadır. (Linskens ve Jackson, 1991).

Elde edilen yağ miktarı çok olmakla birlikte suyun kaynatılması esnasında uygulanan yüksek sıcaklık, termal bazı reaksiyonlara neden olmaktadır (Fakhari vd., 2005).

1.3.1.1.2. Buhar Destilasyonu

Buhar destilasyonu yönteminde cam kap içerisine yerleştirilen taze bitki materyaline basınç yardımıyla uygulanan buhar, yağ damlacıklarını da beraberinde sürükleyerek toplama kabına getirmekte ve yağ burada yoğunlaştırılarak sudan ayrıştırılmaktadır (Linskens ve Jackson, 1991).

1.3.1.1.3. Vakum Destilasyonu

Bazı bileşiklerin kaynama noktaları oldukça yüksektir. Bu bileşikleri elde etmek amacıyla sıcaklığı artırmak yerine basıncı düşürmek daha etkilidir. Basınç bir kez bileşiğin buhar basıncının altına indirilirse, kaynama ve destilasyon işlemi başlamaktadır (Kılıç, 2008).

1.3.1.2. Ekstraksiyon Yöntemi

Bir başka ayrıştırma yöntemi de ekstraksiyondur. Ekstraksiyon işlemini geleneksel ve yeni metotlar olmak üzere iki gruba ayırılır. Soxhlet ekstraksiyonu ve maserasyon işlemi geleneksel yöntemle arasında olup işlem süresi uzundur ve büyük miktarlarda çevreyi kirletici çözücüler kullanılmaktadır. (Moyler,1993).

1.3.1.2.1. Çözücü Ekstraksiyonu

Geleneksel ekstraksiyon yöntemi olup bitki materyali, direkt olarak oda sıcaklığında çözücünün içerisine daldırılabilceği gibi bir soxhlet içerisinde organik çözücü ile kaynatılmaktadır. Ekstraksiyon sonunda, organik çözücü destilasyon ile ortamdan uzaklaştırılarak geri kazanılmaktadır (Linskens ve Jackson, 1991).

1.3.1.2.2. Süperkritik Sıvı Ekstraksiyonu

Süperkritik sıvı ekstraksiyonu, aslında bir çözücü ekstraksiyonudur. Organik çözücüler yerine, süperkritik sıvı özelliği gösteren maddeler çözücü olarak kullanılmaktadır Sıvı çözücülerin sahip olduğu çözme gücü ile birçok maddeyi çözebilirken aynı zamanda gazlara yakın difüzyon katsayısı özelliğiyle de çözünen maddeyi hızlı bir şekilde yaymaktadır (Linskens ve Jackson, 1991).

1.3.1.2.3. Mikrodalgayla Ekstraksiyon

Mikrodalga yardımıyla ekstraksiyon iki farklı sistemle gerçekleştirilmektedir. En yaygın sistem sıcaklık ve basınç kontrol edilebilen kapalı bir kap içerisinde yapılan kapalı sistem ekstraksiyonudur. Diğer yöntem ise atmosferik basınç altında açık kap içerisinde gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemin avantajı, ekstraksiyon süresinin oldukça kısa ve kullanılan çözücü miktarının da oldukça düşük olmasıdır (Kaufmann ve Christen 2002; Kaufmann vd., 2007; Beejmohun vd., 2007).

1.3.1.2.4. Sıkıştırılmış Çözücü Ekstraksiyonu

Bu yöntem de, çelik bir kap içerisine yerleştirilen katı ya da yarı-katı örneğin çözücü ile bir fırın içerisinde 50–200 °C arasında değişen sıcaklıklarda ısıtılması ile başlar ve ısıtma sırasında fırına 500–3000 psi değerleri arasında basınç uygulanır (Kaufmann ve Christen, 2002).

1.3.1.2.5. Katı-Faz Mikroekstraksiyon

SPME, GC veya GC-MS ile birlikte özellikle çevre, biyoloji ve gıda örneklerindeki uçucu ve yarı uçucu organik bileşiklerin ekstraksiyonunda kullanılmaktadır. Ayrıca, yüksek performanslı sıvı kromatografisinde de (HPLC) uygulanmaktadır (Vas ve Vekey, 2004).

1.3.1.3. Çok Yönlü ekstraksiyon Yöntemleri

1964 yılında Likens ve Nickerson tarafından ortaya konulan bu yöntemde hem zaman hem de harcanan kimyasal miktarı bakımından ciddi azalmalar söz konusudur. Yöntemin çalışma prensibine göre örnek, SDE aparatının sol tarafına su dolu cam balonun içerisine konularak kaynatılmaktadır. Uçucular, buharla destile olarak sol kolondan yukarıya doğru hareket ederken aynı zamanda SDE aparatının sağ tarafındaki çözücüde buharlaştırılmaktadır. Ekstraksiyon işlemi aparatın üst kısmında yer alan soğutucunun cidarlarında su ve çözücü buharının yoğunlaşmasıyla gerçekleşmektedir. Yoğunlaşan su ve çözücü tekrar bulundukları cam balonlara dönmekte, su ve çözücü kısmı ayrı ayrı yoğunlaştırılarak uçucu bileşikler elde edilmektedir (Chaintreau, 2001).

1.3.1.4. Mekanik Yöntem

Limon ve portakal gibi bazı turuncgillerin kabuklarındaki uçucu bileşikler destilasyon yöntemi uygulandığında bozunmaktadır. Bu gibi meyvelerin kabukları bez bir torbaya koyularak soğuk hidrolik preslerde sıkılarak uçucu yağlar elde edilebilmektedir (Ceylan, 1983).

1.4. Gıdalarda Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Aromatik Bitkiler ve Bunlardan Elde Edilen Esansiyel Yağlar

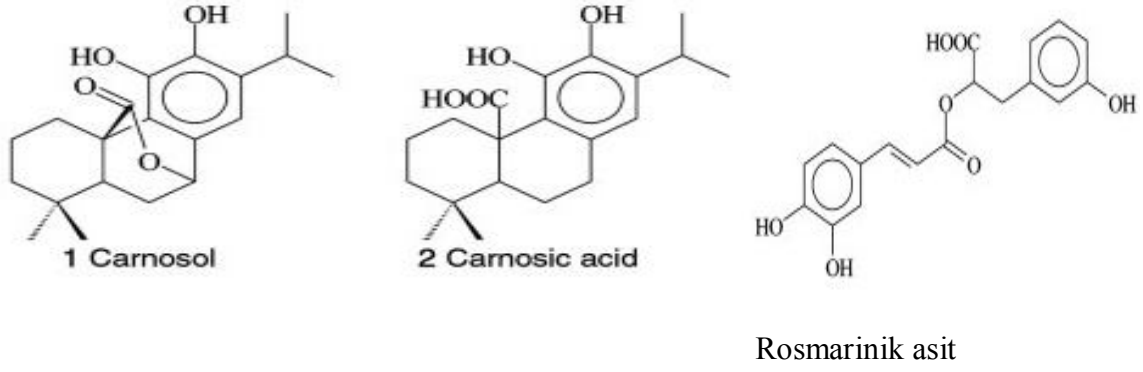
Yapılarında antioksidan ve antimikrobiyel etkiye sahip birçok aromatik maddeye sahip bitki ve bunların ekstraktları gıdalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bitki ve baharatların kimyasal bileşenleri ve etken maddeleri farklı olduğu için göstermiş oldukları etkiler de birbirinden farklıdır. Örneğin turunçgiller, tarçın ve diğer baharat aromaları birkaç terpen ile karakterize edilir. Limonene ve citral (her ikisi de limonda bulunur), kamphor, pinene (çam ağaçları), eugenol (karanfil), thymol (kekik), geraniol (gül), karnosol ve karnosik asit (her ikisi de biberiyede bulunur), karnosol (adaçayı) en yaygın bilinen terpenlerdir (URL -7, 2009).

1.4.1. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.)

Küçük iğne uçlu, yapraklı bu bitki *Labiatae* ailesindendir. 1–2 m. boyundaki aromatik bitki kışın yapraklarını dökmez. Kafur ya da ökaliptus kokusunu andıran güçlü bir aromaya sahiptir. İlkbahar ve yaz aylarında açan çiçekleri beyaz, açık mavi ve mavi renklidir. Yapraklarının tadı acımsı baharlıdır. Yapraklarından ve uçucu yağından yararlanılır.

Yapısındaki uçucu yağdan kaynaklanan hoş giden aromasından dolayı, özellikle Avrupa ve Kuzey Amerika ülkelerinde yaygın olarak kullanılan baharatlardan biridir.

Biberiye gıdalarda antioksidan ya da doğal koruyucu olarak kullanılmasının yanı sıra sabun, oda kokusu, deodorant, parfüm ve losyon yapımında da kullanılır. Biberiyenin esansiyel yağı ya da ekstraktları et ürünlerinde, yağ içeren gıdalarda, yağlarda oksidasyona ve ransiditeye karşı kullanılabilir. Antioksidan özelliği, yapısında bulunan karnosol, karnosik asit ve rosmarinik asitten kaynaklanmaktadır. Karnosik asitin antioksidan özelliği karnosoldan üç kat, BHT ve BHA'dan ise yedi kat fazla olduğu bildirilmiştir (Frankel vd.,1996; Richheimer, vd.,1996; Singhal vd., 2001; URL-8, 2009)



Şekil 1.1. Biberiye bitkisinden izole edilen etken maddeler

Biberiye bitkisinden elde edilen esansiyel yağın spesifik özellikleri Tablo 1.1’de verilmektedir.

Tablo 1.1. *R. officinalis*’den elde edilen biberiye yağının spesifik özellikleri

Görünüş	Yeşil-kahve rengi
Özgül ağırlık (20°C)	1,05–1,15
Kırılma indisi (20°C)	1,424
Çözünürlülük	%99’luk yağda
Ağır metal içeriği	<10 ppm

Biberiye’nin antioksidan ve antimikrobiyel özellikleri üzerine birçok çalışma yapılmıştır.

Rızınar vd.(2006), tavuk sosislerinde biberiye ekstraktı ilave ederek 3 farklı sıcaklık derecelerinde (4,12, 25°C) antioksidan aktivitesini incelemiş bütün sıcaklık derecelerinde muhafaza süresince yüksek antioksidatif etki tespit etmişlerdir.

Yine, 15 farklı baharat türünün sucuklarda denendiği bir çalışmada (Yanishlieva vd., 2006) en önemli antioksidan etkiyi adaçayı ve biberiye’nin gösterdiği tespit edilmiştir

Sardalye kıymasının oksidatif stabilitesi üzerine soğan suyu ve biberiye ekstraktının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (Serdaroğlu ve Felekoğlu, 2005), biberiye ekstraktının muhafaza süresince (5 ay) antioksidatif etki gösterdiği soğan suyunun ise oksidasyonu 3 ay geciktirdiği bildirilmiştir.

Biberiye’nin antioksidan aktivitesinin ekstraktın elde edilme yöntemiyle ilişkili olduğu bildirilmiştir (Önenç ve Açıkgöz, 2005).

Biberiye’nin antioksidan etkisinin öncelikli olarak türe, varietesine, hasat zamanına, işlemin tipine ve en önemli faktörlerden olan gelişme ortamının çevresel ve ekolojik karakteristiklerine bağlı olduğu bildirilmektedir (Kırıcı ve İnan, 2002)

Yapılan bir diğer çalışmada (Yanishlieva, ve Marinova, 2001), 32 farklı bitki ve baharat türünün domuz yağı üzerindeki antioksidan etkisi araştırılmış ve en önemli antioksidan etkiyi biberiye ve adaçayının gösterdiği belirlenmiştir.

%0,03 oranındaki biberiye'nin 40 °C'de sardalye yağındaki oksidasyonu BHT den 2,5 kat daha fazla geciktirdiği bildirilmektedir (Yanishlieva ve Marinova, 2001).

Lopez-Bote vd. (1998), -20 °C' de 6 gün muhafaza edilen tavuk etlerinde (göğüs ve but), lipid oksidasyonunun önlenmesinde, biberiye ekstraktı ve α - tokoferolün aynı düzeyde etkili olduğunu belirlemişlerdir.

İstavrit ve berlam balığının kıyması ve filetoları üzerine biberiye ekstaktının etkisi araştırılmış ve her iki balık türünün hem kıymasında hem de filetolarında malondialdehit (MDA) düzeylerinin kontrol grubuna göre önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir (Vareltzis vd., 1997).

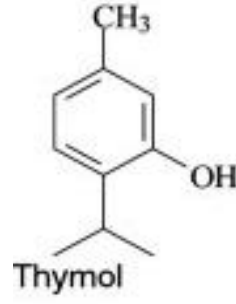
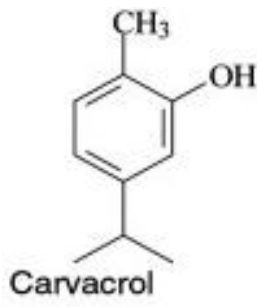
Türkiyede yetiştirilen 31 çeşit aromatik bitkinin antioksidan etkisinin ayçiçeği yağında incelendiği bir çalışmada (Akgül ve Ayar, 1993) en güçlü antioksidan etkinin biberiye bitkisinde olduğu, bunu sırasıyla adaçayı, sumak ve kekik gibi bitkilerin izlediği görülmüştür.

Zaika (1988), baharatların antimikrobiyel aktivitesini gruplara ayırmış; karabiber, kırmızı biber ve zencefilin zayıf, mercanköşk, biberiye, adaçayı, kekik, yenibaharın orta ve hardal ve karanfilin ise en güçlü etkiye sahip olduğunu bildirmiştir.

1.4.2. Kekik (*Thymus vulgaris* L.)

Ballıbabagiller (*Lamiaceae*) familyasından *Thymus* cinsini oluşturan kekik bitkisi, çimenlik tarla, orman kıyılarında ve çayırlardaki karınca yuvalarının üstünde bulunur. Güneş ve sıcak bölgelerde bölgelerde çoğalır.

Ülkemizde yaygın olarak kullanılan ve ticareti yapılan kekik türlerinin ortak özelliği uçucu yağ içermeleri ve bu uçucu yağların ana bileşenlerinin thymol ve karvakrol olmasıdır. Bu maddeler, kekiğe kendine özgü kokusunu veren ve antioksidan özellik kazandıran fenolik bileşiklerdir. Bu bileşikler uçucu yağların %78-82'sini oluşturmaktadır (Singhal vd., 2001; Botsoglou vd., 2003b; URL-9, 2009; URL-10, 2010)



Şekil 1.2. Kekik bitkisinden izole edilen etken maddeler

Kekik bitkisinden elde edilen esansiyel yağın spesifik özellikleri Tablo 1.2’de verilmektedir.

Tablo 1.2. *T. vulgaris*’ten elde edilen kekik yağının spesifik özellikleri

Görünüş	Keskin kokulu, yeşil yada kırmızı renkli, sıvı
Özgül ağırlık (25°C)	0,915–0,935
Kırılma indisi (20°C)	1,495–1,505
Çözünürlülük	%80 lik etanolde, 1:2 oranında
Fenol içeriği	% 40 dan daha az
Ağır metal içeriği	≤ %0,02

Yapılan bir çok çalışmada kekiğin antioksidan ve antimikrobiyel özellik gösterdiği belirlenmiştir.

Alfa tokoferol asetat ve kekik esansiyel yağı ilave edilmiş yemlerle beslenen piliçlerin göğüs ve but etlerindeki MDA düzeyleri kontrol grubuna göre azalmış ve bu azalma kekik esansiyel yağının artırılmasıyla belirgin hale gelmiştir. Ancak, kekik uçucu yağının antioksidan etkisinin vitamin E kadar güçlü olmadığı gözlenmiştir. Hatta kekik uçucu yağı ve vitamin E’nin yarı yarıya karıştırılarak kullanıldığında, antioksidan etkinin daha da arttığı ve bu nedenle kekik uçucu yağı ile vitamin E arasında sinerjik bir etki bulunduğu bildirilmektedir (Botsoglou vd., 2003a).

Yapılan bir diğer çalışmada (Botsoglou vd., 2003b), kekiğin antioksidan etkisi genellikle vitamin E ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Farklı düzeylerde kekik uçucu yağı ilavesi, hindi etlerinde lipid oksidasyonunu önemli düzeyde azaltmıştır. Bir diğer çalışmada (Yanishlieva ve Marinova, 2001) ise, 40 °C’de muhafaza edilen uskumru balığına uygulanmış %0,5 oranındaki kurutulmuş kekiğin antioksidan etkinliğinin %0,5 kurutulmuş biberiye ve 200 ppm BHT’e eş değer olduğu ortaya konmuştur.

Kekik, nane, defne yaprağı ve bunların alkol ekstraktlarının gıda zehirlenmesine yol açan bakterilerden *Salmonella Typhimurium*, *Staphylococcus aureus* ve *Vibrio parahaemolyticus*'un gelişimi üzerine engelleyici etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (Aktuğ ve Karapınar, 1988) *Salmonella Typhimurium*'un üç baharat karışımında da en az duyarlılık gösterdiği belirlenmiştir. *S.aureus*'un gelişimini %0,05 konsantrasyonda inhibe eden kekik, en etkili baharat olarak kaydedilmiştir.

Tsimidou vd.(1995), Uskumru yağının kontrollü oksidasyonunda %1 kekiğin, 200 ppm miktarındaki BHA ile eş değer etki gösterdiğini belirlemişlerdir.

Farag vd. (1989), adaçayı, biberiye, çörekotu, kimyon karanfil ve kekik baharatının ve bunların temel bileşenlerinin inhibitör etkilerini analiz etmişlerdir. Çalışmada çeşitli uçucu yağların 0.25-12 mg/ml oranlarında dahi mikrobiyel gelişimi önlediği, uçucu yağların ve temel bileşenlerinin Gram (-) bakteriler üzerine Gram (+) bakterilere oranla daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmada en etkili yağların kekik ve kimyon yağları olduğu bulunmuştur.

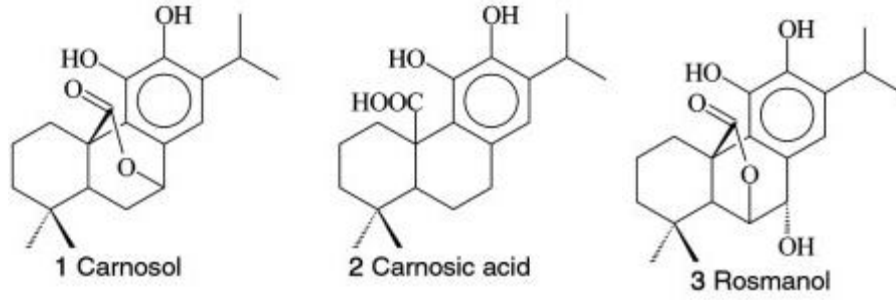
Deans ve Ritchie (1987) ise, 50 bitkinin uçucu yağlarının 25 bakteri türüne karşı antibakteriyel özellikleri incelenmiştir. Sonuçta; en etkili yağın kekik, defne, tarçın ve karanfil olduğu bulunmuştur.

Kekik ve mercanköşkün antimikrobiyel özelliğinin esansiyel yağların terpenleri olan karvakrol ve thymol'dan kaynaklandığı tespit edilmiştir (Beuchat, 1976).

1.4.3. Adaçayı (*Salvia officinalis*)

Diş otu veya Meryemiye olarak da bilinir. Ballıbabagiller (*Lamiaceae*) familyasından *Salvia* cinsini oluşturan kokulu bitkilere verilen addır. Bütün Avrupa ülkelerinde olduğu gibi, ülkemizde de çokça yetişir. Tüylü ve beyazımsı bir renkte olan yapraklarının kurusu çay gibi demlenerek içildiği gibi, et yemeklerine koku ve lezzet vermek için de kullanılır (URL-11, 2010)

Antioksidan etkiye sahip olan adaçayının yapısındaki en önemli fenolik bileşenler biberiyede olduğu gibi karnosol, karnosik asit ve rosmanoldur (Lu ve Foo, 2001).



Şekil 1.3. Adaçayı bitkisinden izole edilen etken maddeler

Adaçayı bitkisinden elde edilen esansiyel yağın spesifik özellikleri Tablo 1.3’de verilmektedir.

Tablo 1.3. *S. officinalis*’ten elde edilen adaçayı yağının spesifik özellikleri

Görünüş	Keskin kokulu, yeşil yada kırmızı renkli, sıvı
Özgül ağırlık (25°C)	0,903–0,925
Kırılma indisi (20°C)	1,457–1,470
Çözünürlülük	%80 lik etanolde, 1:1 oranında
Fenol içeriği	% 40 dan daha az
Ağır metal içeriği	≤ %0,02

Fasseas vd. (2007), Adaçayı ve kekik ekstraktı uygulanmış etlerde her iki ekstraktın lipid oksidasyonunu azalttığını, ancak bu etkinin muhafaza sıcaklığına ve süresine bağlı olarak değişebileceğini bildirmişlerdir.

Kahramanmaraş’ tan elde edilen kurutulmuş misk adaçayının (*Salvia sclarea* L.) kloroform ekstresinin, aseton ekstresinden daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve her iki ekstrenin de toplam antioksidan aktivitelerinin α - tokoferolden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Gülçin vd., 2004)

Pizzale vd. (2002), yaptıkları bir çalışmada, ortalama olarak adaçayı türlerinin (*Salvia officinalis* ve *Salvia fruticosa*) antioksidan aktivitesinin kekik türlerinden (*Origanum onites* ve *Origanum indercedens*) daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Adaçayı, reyhan ve karabiberin endüstriyel olarak mikrodalgaya tabi tutulması ile ilgili bir çalışmada (Lopez-Bote vd.,1998) bu bitkilerin antioksidan özelliklerinde bir değişimin görülmeyeceği tespit edilmiştir.

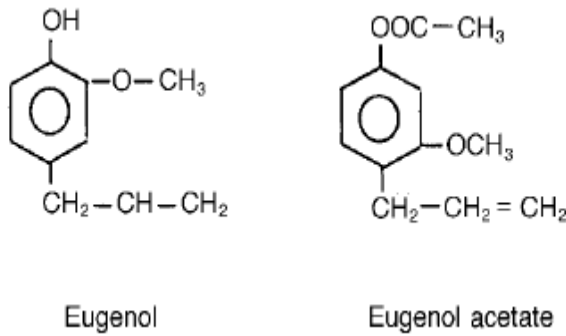
Adaçayı yağında bulunan bileşenlerin *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. typhimurium*, *Rhizobium leguminosarum* ve *B. subtilis*’e karşı antimikrobiyel özellik gösterdiği tespit edilmiştir (Sivropoulou, vd.,1997).

L. monocytogenes scott A'nın üremesi üzerine karanfil, yabani mercanköşk ve adaçayının 4°C ve 24°C'de etkisi araştırılmış, her iki sıcaklıkta da %0,5 veya %1 konsantrasyonda karanfil bakterisit, yabani mercanköşk bakteriostatik etki göstermiştir. Adaçayının her iki konsantrasyonu da 4 °C'de bakteriostatik etki yapmıştır (Ting ve Deibel, 1992).

1.4.4. Karanfil (*Eugenia caryophyllata*)

Bu bitki, 10-20 m yüksekliğinde, yaprak dökmeyen ağaçlardan elde edilir. Vatanı tropik Asya (Moluk Adaları, Zengibar)'dır. Karanfil bitkisi, bildiğimiz süs karanfil çiçeğinden farklıdır. Yaz kış yeşil kalan yaprakları, meşin gibi serttir. Çiçekleri pembe ve kiraz çiçekleri gibi demet halinde bulunurlar. Bu çiçeklerin kurutulmuş tomurcukları “karanfil” adını alır.

Karanfile koku ve lezzetini veren “eugenol” adındaki uçucu yağdır (Singhal vd., 2001)



Şekil 1.4. Karanfil bitkisinden izole edilen etken maddeler

Karanfil bitkisinden elde edilen esansiyel yağın spesifik özellikleri Tablo 1.4'de verilmektedir.

Tablo 1.4. *E. caryophyllata*'dan elde edilen karanfil yağının spesifik özellikleri

Görünüş	Açık yeşil,renksiz
Özgül ağırlık (20 °C)	1,038-1,060
Kırılma indisi (20 °C)	1,527-1,535
Çözünübilirlik	%70 lik etanolde, 1:2 oranında
Fenol içeriği	% 85
Ağır metal içeriği	≤ %0,02

Eugenol, karanfil ekstraktının büyük bir kısmını oluşturur ve söz konusu bitkinin antioksidatif ögesidir. Konuyla ilgili olarak yapılan bir çalışmada karanfilin BHT ve BHA kadar güçlü antioksidatif etki gösterdiği ortaya konulmuştur (Lean, 1999; Lee ve Shibamoto, 2001)

Lee ve Shibamoto (2001), karanfilin tomurcuklarından izole edilen ekstraktların antioksidan özelliklerini incelemişlerdir. Yapılan araştırmada ekstraktın antioksidan özelliğini 2 farklı metotla değerlendirmiş ve her iki metotda karanfilin ana bileşenini eugenol ve eogenil asetat olduğunu tespit etmişlerdir.

Karanfil ve kekik esansiyel yağlarının oda sıcaklığında muhafaza edilen pamukyağı üzerinde antioksidatif etki gösterdiği ve bu etkinin karanfilde kekiğe kıyasla daha fazla olduğu görülmüştür (Yanishlieva ve Marinova, 2001).

Shahidi vd. (1995), karanfil, adaçayı, kekik ve zencefilin et yağındaki antioksidan aktivitelerinin konsantrasyona bağlı olduğunu tespit etmişlerdir. Bu maddeler içerisinde en etkilisinin karanfil en az etki gösteren baharatların ise zencefil ve kekik olduğunu belirlemişlerdir.

Biberiye, adaçayı, kekik, yabani mercanköşk, soğan, sarımsak, karabiber, tarçın, karanfil ve yenibaharın gıda kökenli mantarlardan *Trichoderma harziannum*, *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum*, *F. culmorum*, *Mucor circinelloides*, *F. griseocyanus*, *Rhizophus stolonifer*, *Clodosporium clodosporioides*, *Aspergillus versicolor* ve *Penicillium citrinum* üzerine antimikrobiyel etkileri araştırılmıştır. Yenibahar ve karanfil test edilen tüm mantarlarda inhibisyon göstermiştir (Schmitz vd., 1993).

Yapılan bir diğer çalışmada (El-Khateib vd.,1989), sarımsak, soğan, karanfil ve tarçın ekstraktlarının Mısır'ın yöresel yemeklerinden köfte ve kebabın doğal mikroflorasının gelişimine etkisi araştırılmıştır. Adı geçen çalışmada, sarımsak ve karanfil ekstraktlarının gıda zehirlenmesine neden olan ve bozulma yapan bakterilere karşı maksimum antimikrobiyel etkiyi gösterdiğini tespit etmişlerdir.

1.5. Vakum Paketleme

Besinlerin saklanması, korunmasını, taşınmasını kolaylaştırmak ve iyi görünmesini sağlamak için onların dış ortamla ilgisini kesmeye paketleme denir. Paketlenmiş ürün deyimi, birçok koruyucu özelliği olan maddelerle bir teknolojik işlem sonunda besinlerin çevresi ile ilişkisini kesmek olarak bilinir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Bir ambalaj

içerisinde paketlenen ürüne kalite yönünden herhangi bir katkıda bulunmaz. Ancak ürünün orijinal kalitesini mümkün olan en iyi şekilde muhafaza etmeye yardım eder (Gökalp vd., 2002).

Su ürünlerinin paketlenmesinde genellikle adi paketleme, modifiye atmosfer paketleme ve vakum paketleme kullanılmaktadır. Vakum paketleme bir tür modifiye atmosfer yöntemidir (Church, 1998).

Bu işlemin esası; gaz geçirgenliği çok düşük esnek plastik torbalar içerisine yerleştirilmiş olan ürünün etrafında, havanın, emme rekorlu veya vakum hücreli cihazlar ile boşaltılıp, torba ağzının metal klipsler veya sıcaklık ile yapıştırılarak sıkıca kapatılmasıdır. Vakumda paketleme yöntemi daha çok dumanlanmış ve kurutulmuş ürünler için uygundur (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Gökalp vd., 2002; Oğuzhan ve Angiş, 2008; URL-12, 2009). Vakum paketlemede vakum içerisinde çok az da olsa bir miktar O₂ kalır. Ancak paket kalan düşük orandaki O₂ kısa sürede aerobik ve mikroaerofilik mikroorganizmalarca kullanılır ve CO₂ üretilir (Göktan, 1990).

İyi vakum paketleme koşulları altında O₂ %1'den daha aşağı azaltılırken, doku ve mikrobiyel solunumdan üretilen CO₂ değeri paket içerisinde %10-20'ye yükselir. Bu koşulları gösteren bazı çalışmalarda düşük O₂ miktarı ve CO₂'in yükselmesi etlerde bozulma yapan aerobik mikroorganizmaların özellikle *Pseudomonas* ve *Alteromonas* türlerinin gelişimini önleyerek taze etin raf ömrünü artırır. Vakum paketlenmiş et ve et ürünlerinde pH ve su aktivitesi gibi diğer faktörlere de bağlı olarak *Lactobacillus* türleri, anaerobik ve fakültatif türler gelişebilir. İşlenmiş ve taze ürünlerin raf ömrünü artırmak için et endüstrisinde oldukça yaygın kullanılmasına rağmen pizza, pasta veya fırın mamülleri için kullanılamaz (Smith vd., 1990; Yamaguchi, 1990).

Balıkların işlenmesi esnasındaki ısı işlemler özellikle protein ve yağlar başta olmak üzere bileşenler üzerinde etkilidir. Proteinlerin ısıtma ile denatürasyona uğradığı bilinen bir gerçektir. Denatürasyon sıcaklığının balık türüne, protein çeşidine ve balığın yaşadığı ortamın sıcaklığına bağlı olarak değiştiği bildirilmektedir.

Bu çalışmada; biberiye, kekik, adaçayı ve karanfil yağlarını tütsülemekten önce salamura içerisine ilave ederek üretilen tütsülenmiş alabalık filetolarının, gerek tüketiciye ulaşıncaya kadar, gerekse tüketici tarafından kullanılıncaya kadar kalitesinin korunması, raf ömrünün artırılması, ürüne farklı bir aroma kazandırılması ile uygulanacak yağların ürünün mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal nitelikleri üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Gökkuşığı Alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)

Çalışmada kullanılan balıklar, Elazığ İli'nde bulunan bir alabalık yetiştiriciliği tesisinden (Keban) 20 Ağustos 2009 ile 11 Eylül 2009 tarihleri arasında temin edilmiştir. Ağırlıkları yaklaşık 300 ± 10 g olacak şekilde seçilen balıklar, soğuk ortamda Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi laboratuvarına getirilmiş ve aynı gün içerisinde işleme alınmıştır. Araştırma 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Her tekerrür için yaklaşık 25 kilogram balık kullanılmıştır.

2.1.2. Esansiyel Yağlar

Araştırmada deneysel örneklerin hazırlanmasında kullanılan Biberiye (Herbalox® Seasoning), Kekik (Aquaresin® Thyme Code: 35-06-39) Adaçayı (Aquaresin® Sage Code:07-06-39), Karanfil (Aquaresin® Clove Code:05-03-39) esansiyel yağları Kalsec®, (Kalsec®, Inc, Kalamazoo)'den temin edilmiştir. Kullanılan bu esansiyel yağlar hem yağda hem de suda çözünebilen özelliktedir.

Araştırmada kullanılan esansiyel yağlarla ilgili özellikler Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Kullanılan esansiyel yağların spesifik özellikleri

Özellikler	Biberiye (<i>Rosemarinus officinalis</i>)	Kekik (<i>Thymus vulgaris</i>)	Adaçayı (<i>Salvia officinalis</i>)	Karanfil (<i>Eugenia caryophyllata</i>)
Görünüş	Yeşilimsi sarı renginde, oda sıcaklığında akışkan sıvı halde	Yeşilimsi kahve renginde,oda sıcaklığında akışkan sıvı halde	Yeşilimsi kahve renginde oda sıcaklığında akışkan sıvı halde	Kahverengi-yeşil renginde, oda sıcaklığında akışkan sıvı halinde
Aroma ve Lezzet	Aromatik, yoğun baharat tadında	Tatlı, aromatik ve yoğun baharat tadında	Güzel kokulu, hafif acımsı ve keskin lezzette	Keskin kokulu bir baharat ,tadı hafif acımsı
Çözünürlük	Suda ve yağda çözünebilir	Suda ve yağda çözünebilir	Suda ve yağda çözünebilir	Suda ve yağda çözünebilir
Raf Ömrü	Kuru ortamda,ağzı kapalı bir şekilde 75 °C yi aşmayan sıcaklıkta 3 yıl	Kuru ortamda,ağzı kapalı bir şekilde 75°C yi aşmayan sıcaklıkta 2 yıl	Kuru ortamda,ağzı kapalı bir şekilde 75 °C yi aşmayan sıcaklıkta 2 yıl	Kuru ortamda,ağzı kapalı bir şekilde 75 °C yi aşmayan sıcaklıkta 2 yıl
Kullanımı	Et ve et ürünlerinde, balık yemeklerinde, salatalarda lezzet vermek amacıyla kullanılmaktadır	Gıdalarda kullanımı yaygın olmakla birlikte sucuklarda, et ürünlerinde, balık ürünlerinde tercih edilmektedir	Balık ürünlerinde, salatalarda, sucuklarda, bir çok et ürününde lezzet vermek amacıyla kullanılmaktadır	Et ürünlerine, soslara, tatlılara, balıklara lezzet kazandırmak amacıyla kullanılmaktadır

2.2. Metot

2.2.1. Örneklerin Hazırlanması

2.2.1.1. Filetonun çıkarılması

Laboratuvara getirilen yeterli miktardaki taze balıkların filetosunu çıkarmak amacıyla, uygun alet ve bıçaklar kullanılarak önce derileri soyulmuştur. Daha sonra baş kesilip, iç organlar çıkarıldıktan sonra kılçık ve kemikler ayıklanmıştır. Elde edilen filetolar bol temiz suyla yıkanıp işleme hazır hale getirilmiş ve A, B, C, D, E olmak üzere 5 kısma ayrılmıştır. A tipi kontrol grubunu, B, C, D ve E grupları ise sırasıyla biberiye (*Rosemarinus officinalis*), kekik (*Thymus vulgaris*), adaçayı (*Salvia officinalis*) ve karanfil (*Eugenia caryophyllata*) esansiyel yağlar uygulanmış örnekleri teşkil etmiştir (Tablo 2.2).

Esansiyel yağlar filetolara 600 ppm konsantrasyonunda uygulanmıştır. Bu oran, yapılan ön çalışma sonuçları ile esansiyel yağların temin edildiği firmanın konuyla ilgili yapmış olduğu öneriler doğrultusunda belirlenmiştir.

Deneyisel olarak hazırlanan esansiyel yağ ilaveli tütsülenmiş ve vakum paketlenmiş alabalık filetolarının işlem basamakları Şekil 2.1’de verilmiştir.

Tablo.2.2. Gruplara göre esansiyel yağların uygulanmasına ait bilgiler

Grup	Esansiyel yağlar	Uygulanan Esansiyel yağın konsantrasyonu (ppm)
A	-	-
B	Biberiye yağı	600
C	Kekik yağı	600
D	Adaçayı yağı	600
E	Karanfil yağı	600

2.2.1.2. Filetoların Tuzlanması ve Esansiyel Yağ Uygulanması

Filetoların tuzlanması ve esansiyel yağ uygulaması işlemleri birlikte yapılmıştır. Bunun için her bir yağın konsantrasyonu 600 ppm olacak şekilde steril distile su ile hazırlanmış ve %5 oranında (w/v) NaCl içeren salamura içerisine ilave edilerek karıştırılmıştır. Filetolar sıcaklığı 10 °C olan salamura içerisine daldırılarak 4 saat bekletilmiştir. Bir birim filetoya karşılık üç birim hacminde salamura kullanılmıştır.

2.2.1.3. Sızdırma ve Ön Dinlendirme

Salamura ve esansiyel yağ uygulamasından sonra, sularının giderilmesi için filetolar, ızgara tepsiler üzerinde, 10 °C’de yaklaşık 1 saat bekletilmiştir.

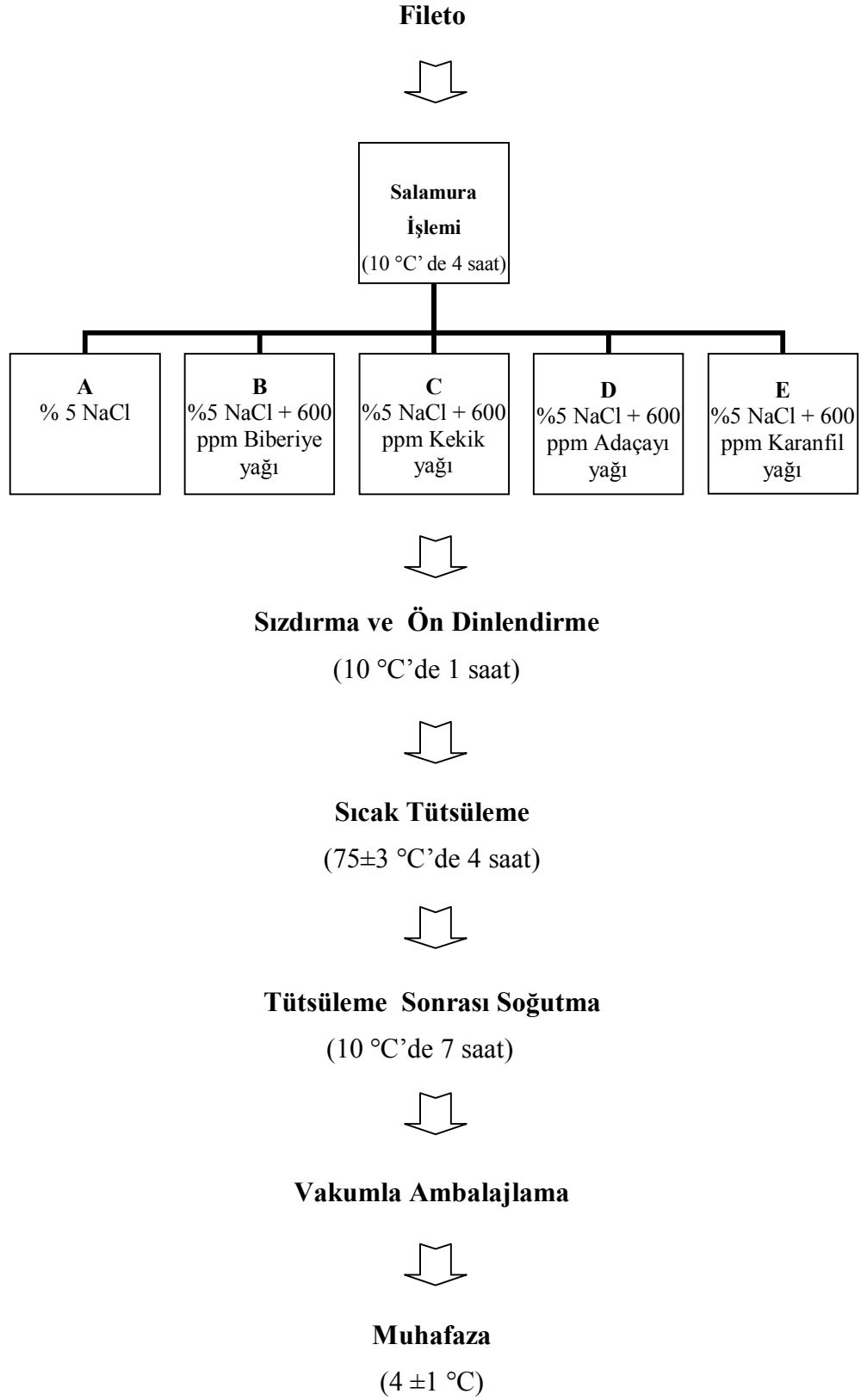
2.2.1.4. Tütsüleme

Tütsüleme işlemi tek arabalı 800x900x1900cm ebatlarında, ısı, bağıl nem, ürün merkezi sıcaklığı ve işlem süreleri dijital olarak ayarlanabilen tütsüleme fırınında (İnoxmak) yapılmıştır. Filetolar 75±3 °C sıcaklıkta, %70 bağıl nemde, ürün merkezi sıcaklığı 65 °C olacak şekilde meşe ağacı bloğu (8x10x60cm) kullanılarak 4 saat süreyle tütsülenmiştir. Tütsüleme işlemi sonunda filetolar 10 °C’de 7 saat bekletilerek soğutma işlemi yapılmıştır.

2.2.1.5. Ambalajlama

Soğutulan filetolar vakumla ambalajlandıktan (Henkelman, Boxer 42) sonra 4 ± 1 °C’de buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

Farklı esansiyel yağların (biberiye, kekik, adaçayı ve karanfil) 600 ppm oranında ilavesiyle hazırlanan tütsülenmiş alabalık örnekleri 0., 7., 14., 28., 42., 56., 70., 84., 98. ve 112. günlerde mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal özellikleri bakımından incelenmiştir.



Şekil 2.1. Deneysel olarak hazırlanan alabalık filetolarının işlem basamakları

2.2.2. Mikrobiyolojik Analizler

2.2.2.1. Örneklerin Analizlere Hazırlanması

Mikrobiyolojik analizler için, fileto örnekleri bir parçalayıcının (Stomacher 400) özel torbasında 10 g tartılmış ve üzerine steril %0,1'lik peptonlu sudan 90 ml ilave edilerek parçalayıcıda homojen hale getirilmiştir. Böylece örneğin 10^{-1} (1/10) lik dilüsyonu hazırlanmıştır. Bu dilüsyondan aynı seyrelticiyi kullanmak suretiyle örneğin 10^{-6} 'ya kadar diğer seyreltileri elde edilmiştir. Örneklerin her seyreltisinden 1'er ml kullanılarak çift seri halinde plak dökme metoduyla ekimleri yapılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda 30–300 koloni içeren plaklar değerlendirilmiştir (Varlık vd., 1993; Harrigan,1998).

2.2.2.2. Toplam Mezofilik Anaerob Bakteri Sayımı

Toplam anaerob sayımı için Brewer Anaerob Agar besiyeri (Merck 1.05410) kullanılmıştır. Ekimi yapılan plaklar anaerob kavanozlara yerleştirilerek 30 ± 1 °C'de 3 gün inkübe edildikten sonra değerlendirilmiştir (Harrigan, 1998).

2.2.2.3. Psikrofilik Bakteri Sayımı

Psikrofilik bakteri sayımı için Plate Count Agar besiyeri (PCA) (Merck 1.05463) kullanılmıştır. Ekimi yapılan plaklar 7 ± 1 °C'de 10 gün inkübe edildikten sonra oluşan koloniler değerlendirilmiştir (Halkman, 2005).

2.2.2.4. *Laktobacillus* spp. Sayımı

Laktobacillus spp. sayımı için MRS Agar besiyeri (Merck 1.10660) kullanılmıştır. Ekimi yapılan plaklar 37 ± 1 °C'de 2 gün inkübe edildikten sonra değerlendirilmiştir (Harrigan, 1998).

2.2.2.5. Laktik *Streptococcus* spp. Sayımı

Laktik *streptococcus* spp. sayımı için M17 Agar besiyeri (Merck 1.15108) kullanılmıştır. Ekimi yapılan plaklar 37 ± 1 °C’de 2 gün inkübe edildikten sonra değerlendirilmiştir (Harrigan, 1998).

2.2.2.6. Lipolitik Mikroorganizma Sayımı

Lipolitik mikroorganizmaların sayımını için Tributyrin Agar besiyeri (Merck 1.01957) kullanılmıştır. Plaklar 30 ± 1 °C’de 3 gün inkübe edildikten sonra, etrafı berrak zonlu koloniler değerlendirilmiştir (Halkman, 2005).

2.2.2.7. Maya-Küf Sayımı

Örneklerdeki maya ve küf sayımı için %10’luk tartarik asit ilave edilerek pH’sı 3,5’e düşürülmüş Potato Dextrose Agar besiyeri (PDA) (Merck 1.10130) kullanılmıştır. Plaklar 21 ± 1 °C’de 5 gün inkübe edildikten sonra değerlendirilmiştir (Oxoid, 1982).

2.2.3. Kimyasal Analizler

2.2.3.1. pH Tayini

Örneklerin pH değerleri, pH metre (EDT.GP 353) ile saptanmıştır. Örnekten 10 g alınıp 100 ml distile suyla 1 dakika süreyle homojenizatörde parçalandıktan sonra ölçümü yapılmıştır (AOAC, 1990).

2.2.3.2. Nem Tayini ve Kuru Madde Miktarının Hesaplanması

Nem tayini ve kuru madde miktarının saptanmasında kurutma dolabı usulü kullanılmıştır. Darası alınmış kroze (G) 2-5 g homojen hale getirilmiş numune tartıldıktan sonra (G1) kurutma dolabında 105 ± 2 °C’de sabit ağırlık elde edilinceye kadar

kurutulmuştur (G₂). % nem oranı formüle edilerek saptanmıştır. Belirlenen nem miktarı 100'den çıkartılarak % kuru madde miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 2002a).

$$\% \text{ Kuru Madde} = (G_2 - G/G_1 - G) \times 100$$

G: Krozenin darası

G₁: Kroze darası + Örnek

G₂: Kroze darası + Örnek (Kurutulduktan sonra)

2.2.3.3. Yağ Tayini

Yağ miktarının belirlenmesinde Soxhlet metodu kullanılmıştır. Nemi alınmış örneklerden 2-5 g kadar tartılıp kartuşa konulmuştur. Darası alınan özel balon içerisine yerleştirilen kartuş Soxhlet cihazında eterle 6–8 saat süreyle ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Ekstraksiyon işleminden sonra 105 °C'de 1–2 saat tutularak eteri uçurulan balonlar desikatörde soğutularak tartılmış ve % yağ miktarı belirlenmiştir (AOAC, 2002b).

$$\% \text{ Yağ} = (G_2 - G_1/G) \times 100$$

G: Alınan örnek miktarı

G₁: Soxhlet balonunun darası (g)

G₂: Ekstraksiyondan sonraki balonun ağırlığı (g)

2.2.3.4. Tuz Tayini

Örneklerdeki tuz miktarları Mohr metoduna göre yapılmıştır. Homojenize edilmiş örnekten 5 g alınıp 500 ml'lik balon joje içerisine konulmuş ve üzerine bir miktar distile su eklenerek 15–20 dakika kaynatılmıştır. Sonra balon joje soğutularak distile su ile 500 ml'ye tamamlanmıştır. Bu karışımdan 50 ml süzöntü alınarak K₂CrO₄ indikatörü eşliğinde 0,1 N AgNO₃ ile kiremit kırmızısı renk oluşuncaya kadar titrasyona tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuç formüle edilerek tuz miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

$$\text{Tuz (\%)} = (Ç \times 0,00585 / N) \times 100$$

Ç = Titrasyonda kullanılan gümüş nitrat çözeltisinin ml olarak miktarı

N = Numune miktarı

Not : 1 ml 0,1 N gümüş nitrat = 0,00585 g sodyum klorürdür.

2.2.3.5. Tiyoobarbitürük Asit Sayısı Tayini

Tarladgis vd. (1960)'nin bildirdiği yöntemle yapılmıştır. Yağ oksidasyonu ile oluşan malondialdehitlerin glasiyal asetik asitli ortamdan 2-Tiyoobarbitürük asit ile verdikleri kırmızı rengin 538 nm'deki absorbensı spektrofotometrede okunmuştur. Okunan absorbens değeri 7,8 faktörü ile çarpılarak örneklerdeki malondialdehit değeri hesaplanmıştır (Varlık vd., 1993).

2.2.3.6. Peroksit Sayısı Tayini

Modifiye edilmiş Wheeler yöntemine göre yapılmıştır (Varlık vd., 1993). Balık filetosundaki %yağ miktarı hesaplandıktan sonra peroksit sayısının saptanması için elde edilen eterli yağ çözeltisinden 20 ml çekilerek 300 ml'lik cam kapaklı erlenmayere konulmuştur. Üzerine glasiyal asetik asit ve kloroform (3+2) karışımından 30 ml ilave edilmiş ve üzerine taze hazırlanmış potasyum iyodür çözeltisinden 1 ml konulmuştur. Erlenmayerin kapağı kapatılarak 1 dakika süreyle dairevi hareketler yaptırılarak çalkalanmış ve 100 ml destile su ile seyreltilmiştir. Seyreltiye 1 ml nişasta çözeltisi ilave edilerek meydana gelen mor renk kaybolana kadar ve kuvvetle çalkalamak suretiyle 0,01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilmiştir. Aynı şartlarda birde kör deney yapılmıştır. Peroksit sayısı 1000 g yağda milimol oksijen olarak ifade edilmiş ve 20 ml çözeltideki yağ miktarı önceden bilindiği için değerlendirme aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Varlık vd., 1993).

$$\text{Peroksit sayısı (milimol O}_2\text{/kg)} = (a-b) \cdot F \cdot 5 / E$$

a: Esas denemede harcanan 0,01 N Sodyum tiyosülfatın ml'si

b: Kör denemede harcanan 0,01 N Sodyum tiyosülfatın ml'si

F: 0.01 N Sodyum tiyosülfat çözeltisinin faktörü

E: 20ml Çözeltideki yağ miktarı (g)

2.2.3.7. Serbest Yağ Asidi Miktarı (FFA)

Analiz edilecek filetodan 5 g tartılarak bir erlenmayere alınmış daha sonra üzerine 50 ml etanol (%95'lik) ilave edilerek karıştırıldıktan sonra fenolftalein eşliğinde 0,1 N NaOH

ile açık pembe renk oluşuncaya ve renk stabil kalıncaya kadar titre edilmiştir. Harcanan miktar belirlenerek aşağıdaki formüle göre % oleik asit cinsinden hesaplanmıştır (Yetim, 2002).

$$FFA = \text{Harcanan NaOH (ml)} \times N \times F \times 28.2 / \text{Örnek ağırlığı (g)}$$

N: NaOH 'ın Normalitesi

F: NaOH 'ın Faktörü

2.2.4. Duyusal Analizler

Örneklerin duyusal analizleri 5 kişilik panelist grup tarafından yapılmıştır. Değerlendirmede renk, koku, gevreklik, lezzet, görünüş ve tuzluluk kriterleri esas alınmıştır. Fileto örnekleri, muhafazanın 0., 7., 14., 28., 42., 56., 70., 84., 98., 112. günlerinde duyusal açıdan analiz edilmiştir. Örneklerin kalite niteliklerinin belirlenmesinde 1 ile 5 arası puanlama yapılmıştır. Puanlamada;

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

olarak değerlendirilmiştir. Duyusal analiz için kullanılan form Tablo 2.3.'de verilmiştir (Kurtcan ve Gönül, 1987).

Tablo 2.3. Duyusal analiz puanlama formu (Kurtcan ve Gönül, 1987)

Panelist Adı Soyadı:				Tarih:	
Özellikler	A	B	C	D	E
Renk					
Koku					
Gevreklik					
Lezzet					
Görünüş					
Tuzluluk					
Genel Beğeni Düzeyi					

2.2.5. İstatistiksel Analizler

Bu araştırmada, verilerin değerlendirilmesinde varyans analizi (ANOVA) testinden yararlanılmıştır. Ortalamaların ayrıştırılması, Fisher'in Least Significance Difference

(LSD) metodu kullanılarak yapılmıştır. İstatistiki analizlerde 0,05'lik önem düzeyi ($p<0,05$) olarak dikkate alınmıştır. Bütün analizler Statistical Analysis System (SAS) programından yararlanılarak gerçekleştirilmiştir (SAS, 1999).

3. BULGULAR

3.1. Örneklerin Üretimi ve Muhafazası Sırasında Mikrobiyolojik, Kimyasal ve Duyusal Niteliklerinde Meydana Gelen Değişimler

Örneklerin mikrobiyolojik ve kimyasal analizleri, öncelikle duyusal değerlendirme sonucuna göre yapılmıştır. Duyusal olarak bozulmanın görüldüğü muhafaza günlerinde o gruba ait örneklerin mikrobiyolojik ve kimyasal analizleri gerçekleştirilmiş, ancak bir sonraki muhafaza gününde analizleri yapılmamıştır. Buna göre; kontrol grubunda 56., biberiye yağı ve kekik yağı ilave edilen gruplarda 84., adaçayı yağı ilave edilen grupta 98., ve karanfil yağı ilave edilen grupta ise 112. günde duyusal yönden bozulma tespit edilmiştir. Belirtilen bu günlerden sonra analiz yapılmamıştır.

3.1.1. Mikrobiyolojik Niteliklerinde Meydana Gelen Değişimler

3.1.1.1. Toplam Mezofilik Anaerob Bakteri Sayısı

Fileto aşamasından başlamak üzere muhafaza süresince deneysel olarak hazırlanan ürünlerin içerdikleri toplam mezofilik anaerob bakteri sayısındaki değişim Tablo 3.1 ve Şekil 3.1’de verilmiştir.

Filetoda $6,83 \pm 1,21 \log_{10}$ kob/g olan bakteri sayısı salamura işlemi sonunda $5,54 \pm 0,73 - 5,68 \pm 0,89 \log_{10}$ kob/g arasında tespit edilmiştir. Fileto ile tutsüleme sonrası değerler arasında istatistiksel olarak farklılık önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Kontrol grubu örneklerde muhafazanın 0. gününde toplam mezofilik anaerob bakteri sayısı $1,47 \pm 1,37 \log_{10}$ kob/g olarak tespit edilmiş ve muhafazanın diğer günleri ile arasında farklılık önemsiz ($p > 0,05$) olarak saptanmıştır. Bakteri sayısı 7. günden muhafazanın son günü olan 56. güne kadar artış göstermiştir.

Biberiye yağı uygulanmış B grubu örneklerinde 0. günde $1,88 \pm 1,23 \log_{10}$ kob/g toplam mezofilik anaerob bakteri sayısı, diğer muhafaza günlerinde değişken bir seyir izlemiştir. Fakat bu değişkenlik istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Kekik yağı uygulanmış C grubu örneklerinde 0. günde $2,15 \pm 1,46 \log_{10}$ kob/g olan bakteri sayısı bulunmuştur. Ancak, 0. gün ile diğer günler arasında önemli farklılıklar bulunamamıştır ($p < 0,05$).

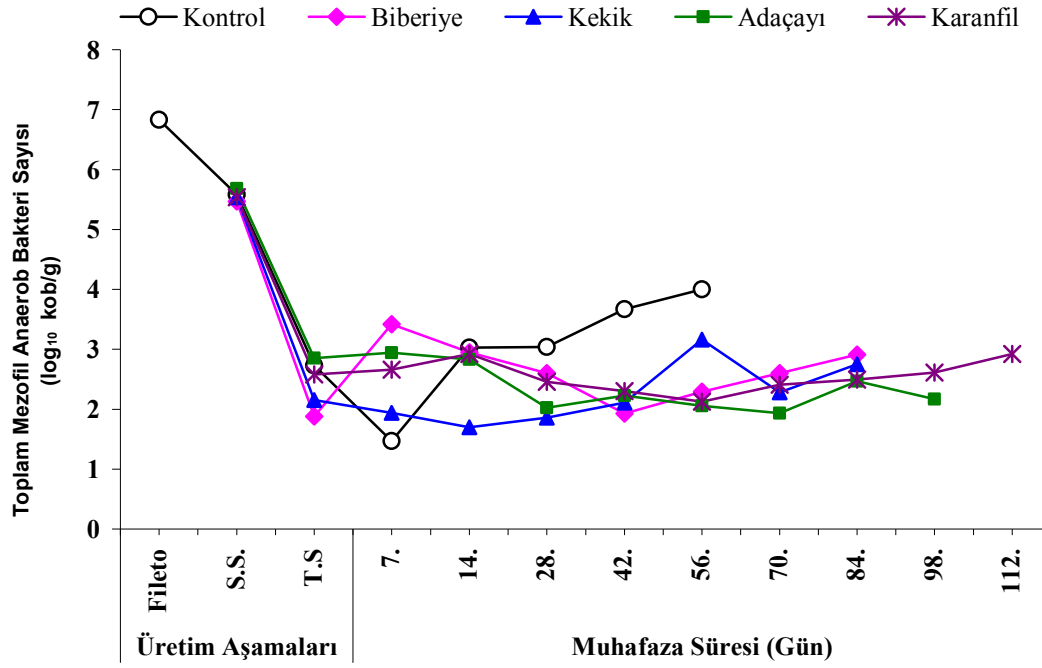
Adaçayı yağı uygulanmış D grubu örneklerinde 0. günde $2,85 \pm 1,32 \log_{10}$ kob/g olan bakteri sayısı 98. günde $2,17 \pm 0,88 \log_{10}$ kob/g değerinde tespit edilmiştir. 0. gün ile muhafazanın diğer günleri arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Karanfil yağı uygulanmış E grubu örneklerinde bakteri sayısı 0. günde $2,58 \pm 1,06 \log_{10}$ kob/g olup 112. günde $2,58 \pm 1,13 \log_{10}$ kob/g olarak saptanmıştır. Bu gruptaki en yüksek değer 14. günde ($2,92 \pm 1,40 \log_{10}$ kob/g) tespit edilmiştir. 0. gün ile muhafazanın diğer günleri arasında istatistiksel farklılık önemsiz ($p > 0,05$) olarak tespit edilmiştir. Toplam anaerob bakteri sayısı bakımından gruplar arasında farklılık tespit edilememiştir ($p > 0,05$).

Tablo 3.1. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında içerdikleri toplam mezofilik anaerob bakteri sayısı ($\log_{10}$ kob/g) N=3

Üretim Aşamaları ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
Fileto	6,83±1,21 ^a	6,83±1,21 ^a	6,83±1,21 ^a	6,83±1,21 ^a	6,83±1,21 ^a
Salamura Sonu	5,58±1,21 ^{ab}	5,47±0,81 ^a	5,54±1,06 ^{ab}	5,68±0,89 ^{ab}	5,54±0,73 ^{ab}
Tütsüleme Sonu	2,73±0,67 ^b	1,88±1,23 ^b	2,15±1,46 ^b	2,85±1,32 ^b	2,58±1,06 ^b
7. gün	1,47±1,37 ^b	3,42±0,74 ^b	1,94±0,95 ^b	2,94±1,37 ^b	2,66±1,49 ^b
14. gün	3,03±0,71 ^b	2,95±0,74 ^b	1,70±1,22 ^b	2,83±1,29 ^b	2,92±1,40 ^b
28. gün	3,04±1,08 ^b	2,60±0,72 ^b	1,86±0,83 ^b	2,20±1,08 ^b	2,26±0,54 ^b
42. gün	3,67±1,61 ^b	1,93±0,67 ^b	2,11±0,99 ^b	2,62±1,27 ^b	2,52±1,20 ^b
56. gün	4,00±1,59 ^b (DB)	2,29±1,16 ^b	3,16±1,25 ^b	2,49±1,39 ^b	2,75±1,04 ^b
70. gün	AY	2,60±0,16 ^b	2,28±1,56 ^b	2,25±0,95 ^b	2,76±0,80 ^b
84. gün	AY	2,91±0,20 ^b (DB)	2,75±2,41 ^b (DB)	2,72±0,79 ^b	2,69±0,34 ^b
98. gün	AY	AY	AY	2,17±0,88 ^b (DB)	2,92±1,05 ^b
112. gün	AY	AY	AY	AY	2,58±1,13 ^b (DB)

DB: Duyusal Bozulma**AY:** Analiz Yapılmadı**a, b:** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir ($p < 0,05$)



Şekil 3.1. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında toplam mezofilik anaerob bakteri sayısında meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.1.2 Psikrofilik Bakteri Sayısı

Deneysel fileto örneklerinin içerdikleri psikrofilik bakteri sayılarındaki değişim Tablo 3.2 ve Şekil 3.2’de verilmiştir.

Fileto’daki psikrofil bakteri sayısı $8,47 \pm 1,18 \log_{10}$ kob/g, salamura işleminden sonra ise $6,31 \pm 0,89 - 6,86 \pm 0,64 \log_{10}$ kob/g arasında tespit edilmiştir.

Tütsüleme sonunda (0. gün) A grubunda psikrofilik bakteri sayısı $1,70 \pm 1,30 \log_{10}$ kob/g olarak bulunmuştur. Bu grupta muhafazanın ilerlemesiyle beraber meydana gelen bakteri sayısındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Psikrofilik bakteri sayısı, B grubu örneklerde 0. günde $1,30 \pm 0,61 \log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiştir. Biberiye yağı uygulanmış bu grupta 0. gün ile 84. gün arasındaki farklılığın önemli olduğu ($p < 0,05$) saptanmıştır.

Kekik yağı uygulanmış örneklerde 0. günde bakteri sayısı $1,83 \pm 1,53 \log_{10}$ kob/g iken, 84. günde bu değer $5,96 \pm 1,99 \log_{10}$ kob/g’a ulaşmıştır. Bu grupta 14. gün hariç muhafaza süresince psikrofilik bakteri sayısında artış meydana gelmiştir. Kekik yağı uygulanmış grubun muhafaza günleri arasındaki farklılık önemsiz olarak ($p > 0,05$) tespit edilmiştir.

D grubu örneklerin psikrofilik bakteri sayısı tütsüleme sonrasında $2,45 \pm 1,04 \log_{10}$ kob/g olarak bulunmuştur. 0. gün ile diğer günler arasındaki farklılığın önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p > 0,05$).

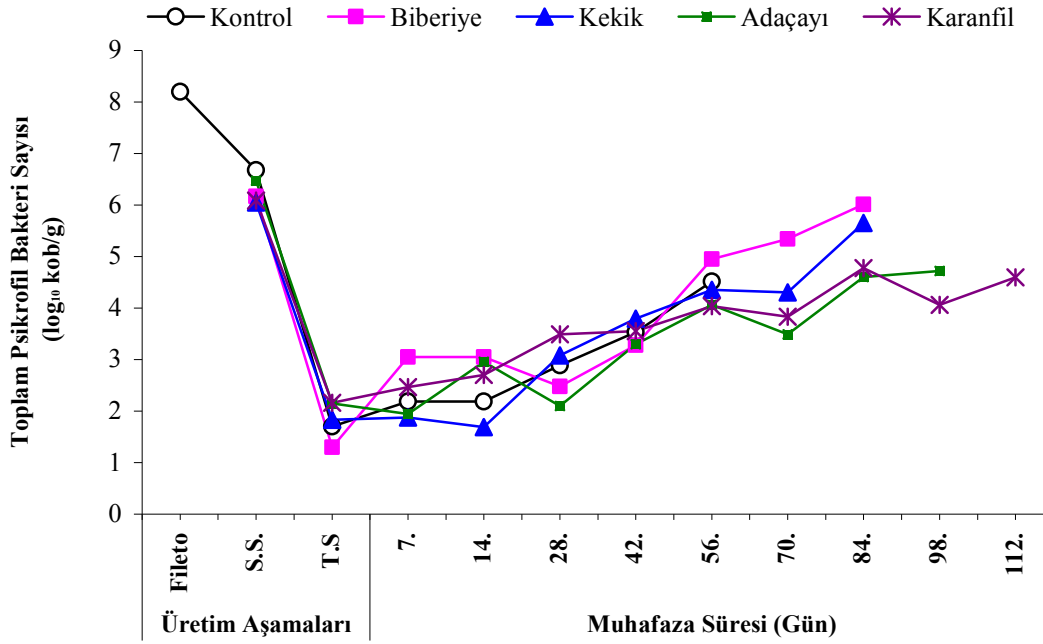
Karanfil yağı uygulanmış E grubunda muhafaza süresince bakteri sayısında düzenli artış gözlemlenmiştir. En yüksek bakteri sayısı 112. günde ($5,00 \pm 1,27 \log_{10}$ kob/g) tespit edilmiştir. 0. gün ile diğer günler arasındaki farklılığın önemsiz olduğu saptanmıştır ($p > 0,05$).

Psikrofilik bakteri sayısı gruplar arası değerlendirildiğinde istatistiksel farklılık önemli bulunmazken ($p > 0,05$) muhafaza süresinin etkisi biberiye grubunda önemli olarak tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Tablo 3.2. Deneyisel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında içerdikleri psikrofilik bakteri sayısı (log₁₀ kob/g)

Üretim Aşamaları ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x
Fileto	8,47±1,18 ^a	8,47±1,18 ^a	8,47±1,18 ^a	8,47±1,18 ^a	8,47±1,18 ^a
Salamura Sonu	6,86±0,64 ^a	6,47±0,89 ^a	6,31±0,79 ^{ab}	6,38±0,86 ^{ab}	6,31±0,89 ^{ab}
Tütsüleme Sonu	1,70±1,30 ^b	1,30±0,61 ^b	1,83±1,53 ^b	2,45±1,04 ^b	2,48±1,06 ^b
7. gün	2,12±1,20 ^b	3,37±0,96 ^{bc}	2,03±0,91 ^b	2,44±1,73 ^b	3,05±1,79 ^b
14. gün	2,30±0,99 ^b	3,67±1,89 ^{bc}	1,81±0,73 ^b	3,38±1,79 ^b	3,27±1,77 ^b
28. gün	3,24±1,84 ^b	2,77±1,34 ^{bc}	3,74±2,00 ^b	2,19±1,56 ^b	4,23±2,30 ^b
42. gün	4,31±2,39 ^b	3,83±2,03 ^{bc}	4,52±2,47 ^b	3,97±2,11 ^b	4,31±2,35 ^b
56. gün	5,19±2,45 ^b (DB)	5,50±1,86 ^{bc}	5,21±2,95 ^b	4,83±2,69 ^b	4,86±2,69 ^b
70. gün	AY	5,62±0,91 ^{bc}	5,08±2,92 ^b	4,22±2,27 ^b	4,21±1,36 ^b
84. gün	AY	6,23±1,47 ^c (DB)	5,96±1,99 ^b (DB)	4,87±0,85 ^b	4,91±1,21 ^b
98. gün	AY	AY	AY	5,05±1,04 ^b (DB)	4,62±1,80 ^b
112. gün	AY	AY	AY	AY	5,00±1,27 ^b (DB)

DB: Duyusal Bozulma**AY:** Analiz Yapılmadı**a, b, c:** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 3.2. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında psikrofilik bakteri sayısında meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.1.3. *Lactobacillus* spp. Sayısı

Farklı esansiyel yağlar uygulanarak tütsülenen alabalıkların filetodan başlamak üzere, muhafazanın başlangıcında ve muhafaza süresince tespit edilen *Lactobacillus* spp. sayısındaki değişimleri, Tablo 3.3 ve Şekil 3.3’de verilmiştir.

Tablo 3.3 incelendiğinde mikroorganizma sayısının filetoda $6,18 \pm 0,77 \log_{10}$ kob/g, salamura işlemi sonunda $4,65 \pm 0,42$ – $5,36 \pm 0,33 \log_{10}$ kob/g arasında olduğu belirlenmiştir. Muhafazanın 0. gününde örneklerdeki *Lactobacillus* spp. sayısı $1,56 \pm 1,00$ – $2,74 \pm 0,58 \log_{10}$ kob/g arasında saptanmıştır.

Lactobacillus spp. sayısı, kontrol grubunda muhafazanın ilerlemesiyle birlikte artış göstermiştir. Fakat bu artış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$). Bu grupta 0. günde $2,62 \pm 0,66 \log_{10}$ kob/g olan mikroorganizma sayısı, 56. günde en yüksek değere ($4,15 \pm 2,23 \log_{10}$ kob/g) ulaşmıştır.

Biberiye yağı uygulanmış B grubu örneklerde, *Lactobacillus* spp. sayısı 0. günde $1,56 \pm 1,00 \log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiştir. Bu grupta, muhafaza edilen örneklerde en yüksek değer 84. günde ($4,75 \pm 1,73 \log_{10}$ kob/g) tespit edilmiştir. Muhafaza süresince *Lactobacillus* spp. sayısında önemsiz ($p > 0,05$) düzeyde artışlar gözlemlenmiştir.

Kekik yağı uygulanmış örneklerde, tütsüleme sonrası (0. gün) *Lactobacillus* spp. sayısı $1,90 \pm 1,59 \log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiştir. Bu grup örneklerde, muhafaza süresince örneklerde mikroorganizma sayısında artış saptanmış ancak artış önemsiz ($p > 0,05$) bulunmuştur.

D grubu örneklerde muhafazanın 0.gününde bakteri sayısı $2,74 \pm 0,58 \log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiştir. Adaçayı yağı uygulanmış bu grupta en düşük bakteri sayısı 28. günde ($1,21 \pm 0,42 \log_{10}$ kob/g) en yüksek bakteri sayısı ise 98 günde ($3,91 \pm 1,27 \log_{10}$ kob/g) tespit edilmiştir.

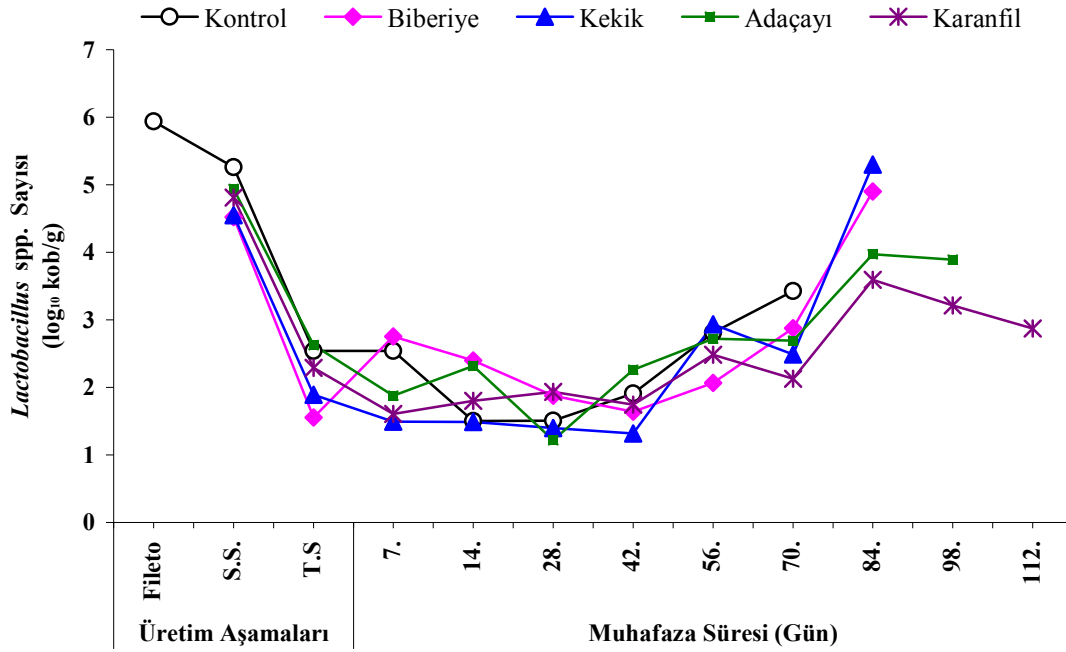
E grubu örneklerde muhafaza günleri arasında istatistiksel olarak fark önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$). Bu grupta en yüksek *Lactobacillus* spp. sayısı 98. günde $3,37 \pm 0,72 \log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiştir.

DeneySEL örneklerde *Lactobacillus* spp. sayısı bakımından tüm muhafaza süresince gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz ($p > 0,05$) bulunmuştur.

Tablo 3.3. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında içerdikleri *Lactobacillus* spp. sayısı (log₁₀ kob/g)

Üretim Aşamaları ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A	B	C	D	E
	(Kontrol)	(Biberiye Yağı İlaveli)	(Kekik Yağı İlaveli)	(Adaçayı Yağı İlaveli)	(Karanfil Yağı İlaveli)
	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x
Fileto	6,18±0,77 ^{ab}	6,18±0,77 ^a	6,18±0,77 ^a	6,18±0,77 ^a	6,18±0,77 ^a
Salamura Sonu	5,36±0,33 ^{ab}	4,65±0,42 ^{ab}	4,73±0,67 ^{ab}	5,07±0,73 ^{ab}	5,02±0,66 ^a
Tütsüleme Sonu	2,62±0,66 ^{ab}	1,56±1,00 ^b	1,90±1,59 ^b	2,74±0,58 ^{ab}	2,64±1,16 ^{ab}
7. gün	1,50±0,96 ^b	2,98±0,75 ^b	1,49±0,94 ^b	2,13±0,81 ^b	1,93±1,13 ^b
14. gün	1,51±0,92 ^b	2,57±1,12 ^b	1,49±0,93 ^b	2,49±1,55 ^b	2,00±0,74 ^b
28. gün	1,94±0,91 ^b	1,68±0,78 ^b	1,40±0,78 ^b	1,21±0,42 ^b	1,67±0,86 ^b
42. gün	3,49±1,67 ^b	1,69±0,86 ^b	1,31±0,59 ^b	2,47±0,86 ^b	1,87±0,82 ^b
56. gün	4,15±2,23 ^b (DB)	2,53±1,67 ^b	3,44±1,72 ^b	3,13±1,54 ^b	2,94±1,41 ^b
70. gün	AY	3,28±1,68 ^b	2,61±2,05 ^b	2,90±1,48 ^b	2,44±1,00 ^b
84. gün	AY	4,75±1,73 ^b (DB)	5,12±2,37 ^b (DB)	3,86±1,07 ^b	3,30±1,31 ^b
98. gün	AY	AY	AY	3,91±1,27 ^b (DB)	3,37±0,72 ^b
112. gün	AY	AY	AY	AY	3,12±1,04 ^b (DB)

DB: Duyusal Bozulma**AY:** Analiz Yapılmadı**a, b:** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 3.3. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında *Lactobacillus* spp. sayısında meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.1.4. Laktik *Streptococcus* spp. Sayısı

Filetodan başlamak üzere muhafaza süresince deneysel olarak hazırlanan ürünlerin içerdikleri Laktik *Streptococcus* spp. sayısındaki değişim Tablo 3.4 ve Şekil 3.4’da verilmiştir.

Filetoda laktik *Streptococcus* spp. sayısı $6,91 \pm 1,38 \log_{10}$ kob/g olarak tespit edilmiştir. Salamura işleminden sonra ise bakteri sayıları $5,55 \pm 1,12 - 5,96 \pm 0,75 \log_{10}$ kob/g arasında bulunmuştur.

Kontrol grubu örneklerde muhafaza süresince laktik *Streptococcus* spp. sayılarında istatistiki olarak önemli bir farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$). Bu grupta 0. günde $3,72 \pm 1,55 \log_{10}$ kob/g olarak belirlenen laktik *Streptococcus* spp. sayısı en yüksek değere 56. günde ($5,91 \pm 1,50 \log_{10}$ kob/g) ulaşmıştır.

Biberiye yağı uygulanmış örneklerin laktik *Streptococcus* spp. sayılarında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0,05$). Bu gruptaki bakteri sayısı düzenli bir artış göstermeyip en yüksek değere 56. günde ($5,73 \pm 1,26 \log_{10}$ kob/g) ulaşmıştır.

Laktik *Streptococcus* spp. sayısı C grubu örneklerde, muhafazanın 0. gününde $3,87 \pm 2,10 \log_{10}$ kob/g olarak saptanırken, bu grupta 0. günden 14. güne kadar bir azalma görülmüş 14. günden sonra ise 84. güne kadar artış tespit edilmiştir. En yüksek değer $5,87 \pm 2,10 \log_{10}$ kob/g ile 84. günde bulunmuştur. 0. gün ile muhafazanın diğer günleri arasındaki farklılığın önemli olmadığı gözlemlenmiştir ($p > 0,05$).

Adaçayı yağı uygulanmış örneklerde, 0. günde laktik *Streptococcus* spp. sayısı $3,93 \pm 2,09 \log_{10}$ kob/g olarak tespit edilmiştir. Bu grupta muhafazanın 0. günü ile diğer günler arasındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$). D grubundaki örneklerde en yüksek değer ($5,51 \pm 2,30 \log_{10}$ kob/g) 84. günde saptanmıştır.

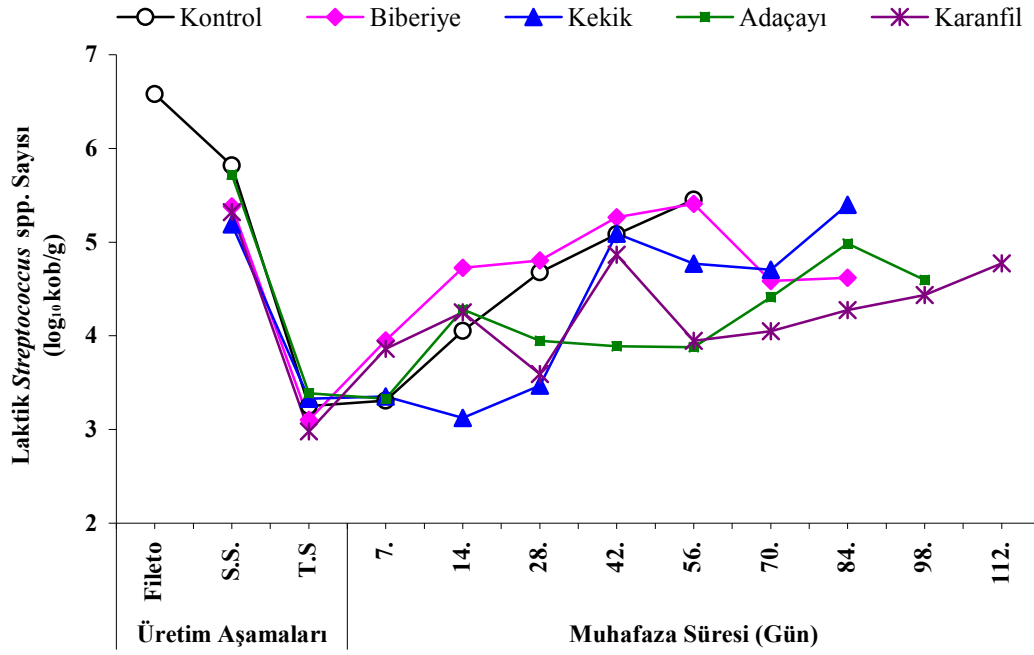
Karanfil yağı uygulanmış örneklerin muhafazası süresince laktik *Streptococcus* spp. sayılarında istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$). Bu grupta bakteri sayısı 0. günde $3,55 \pm 1,79 \log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiş olup, en yüksek değer 42. günde ($5,25 \pm 1,15 \log_{10}$ kob/g) saptanmıştır.

Örneklerdeki laktik *Streptococcus* spp. sayıları bakımından gruplar arası farklılıklar önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$). Tütsüleme sonrası laktik *Streptococcus* spp. sayılarında bütün gruplarda azalma görülmüştür.

Tablo 3.4. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında içerdikleri Laktik *Streptococcus* spp. sayısı (log₁₀ kob/g)

Üretim Aşamaları ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x
Fileto	6,91±1,38	6,91±1,38	6,91±1,38	6,91±1,38	6,91±1,38
Salamura Sonu	5,98±0,82	5,73±1,08	5,55±1,12	5,96±0,75	5,67±1,12
Tütsüleme Sonu	3,72±1,55	3,48±1,30	3,87±2,10	3,93±2,09	3,55±1,79
7. gün	3,31±0,73	4,06±0,63	3,43±0,42	3,85±1,64	4,15±1,20
14. gün	3,98±0,45	4,92±0,64	3,19±0,98	4,48±0,63	4,71±1,40
28. gün	4,68±1,70	4,68±0,73	3,44±0,21	3,88±0,44	3,34±0,78
42. gün	5,32±0,73	5,13±1,29	5,59±1,41	4,42±1,73	5,25±1,15
56. gün	5,91±1,50 (DB)	5,73±1,26	5,27±1,57	4,44±1,68	4,64±2,10
70. gün	AY	4,96±1,07	5,52±2,96	4,67±0,77	4,52±1,57
84. gün	AY	5,17±1,57 (DB)	5,87±2,10 (DB)	5,51±2,30	4,62±1,12
98. gün	AY	AY	AY	5,04±1,25 (DB)	4,91±1,43
112. gün	AY	AY	AY	AY	5,08±0,92 (DB)

DB: Duyusal Bozulma**AY:** Analiz Yapılmadı



Şekil 3.4. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında içerdikleri laktik *Streptococcus* spp sayısında meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.1.5. Lipolitik Bakteri Sayısı

Filetodan başlamak üzere, üretim aşamasında ve muhafaza süresince tespit edilen lipolitik bakteri sayılarına ait değişimler, Tablo 3.5 ve Şekil 3.5’de verilmiştir.

Filetoda lipolitik bakteri sayısı $6,60 \pm 0,69 \log_{10}$ kob/g, salamura işlemi sonunda ise $4,57 \pm 0,52 - 5,58 \pm 0,84 \log_{10}$ kob/g arasında tespit edilmiştir. Tüm gruplarda fileto ile muhafazaya alınan örnekler arasında istatistiksel olarak fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Kontrol grubu örneklerde lipolitik bakteri sayısı muhafazanın 0. günü $3,02 \pm 0,83 \log_{10}$ kob/g, 56. günü $4,08 \pm 0,75 \log_{10}$ kob/g olarak tespit edilmiştir. Muhafaza günleri arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

B grubu örneklerde, 0. günde $2,94 \pm 0,46 \log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiştir. Bu grupta, muhafaza edilen örneklerde en yüksek değer 84. günde ($3,74 \pm 0,26 \log_{10}$ kob/g) tespit edilmiştir. Muhafaza günleri arasındaki farklılığın önemsiz olduğu saptanmıştır ($p > 0,05$).

Kekik yağı uygulanmış C grubu örneklerde, muhafazanın 0. günü lipolitik bakteri sayısı $2,91 \pm 1,12 \log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiştir. Muhafaza günleri arasındaki fark önemsiz olarak ($p > 0,05$) bulunmuştur.

Adaçayı yağı uygulanmış D grubu örneklerde bakteri sayısı muhafazanın 0. gününde $3,52 \pm 1,05 \log_{10}$ kob/g olarak saptanırken muhafazanın son günü bu değer $3,39 \pm 0,86 \log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiştir. D grubunda lipolitik bakteri sayısı bakımından günler arasında farklılık tespit edilememiştir ($p > 0,05$).

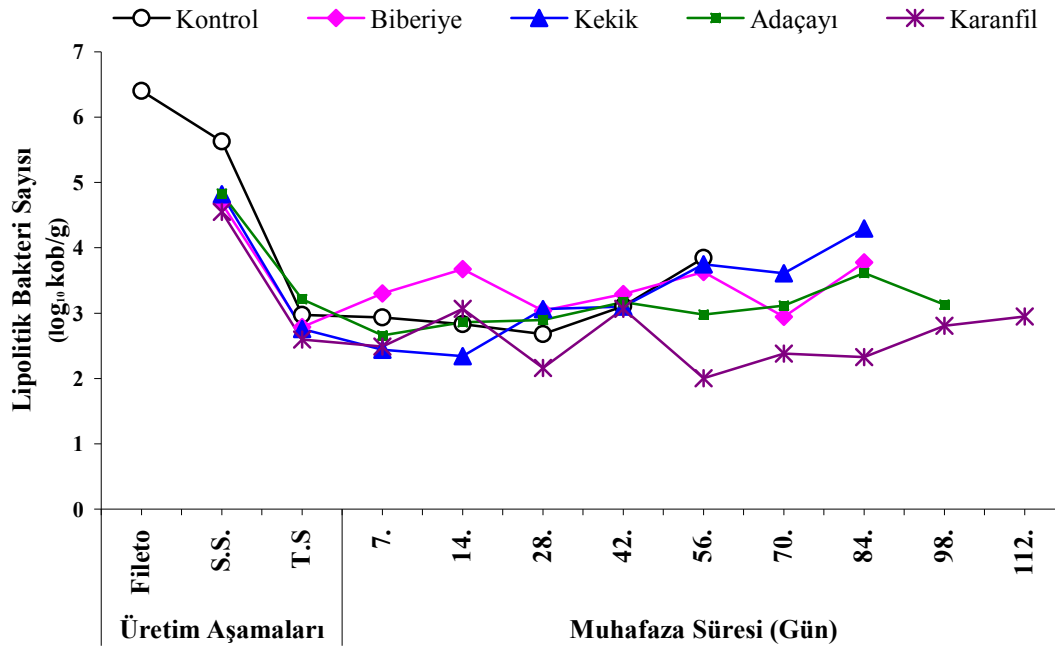
Lipolitik bakteri sayısı E grubu için muhafazanın 0. gününde $2,65 \pm 0,48 \log_{10}$ kob/g olarak bulunmuştur. 112. günde bu değer $3,07 \pm 0,60 \log_{10}$ kob/g a ulaşmıştır. Bu grupda 0. gün ile diğer günler arasında istatistiki bakımdan farklılık tespit edilememiştir ($p > 0,05$).

Farklı esansiyel yağlar uygulanarak tütsülen alabalık filetolarında gruplar arasındaki farklılığın önemsiz olduğu ($p > 0,05$) saptanmıştır.

Tablo 3.5. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında içerdikleri lipolitik bakteri sayısı (log₁₀ kob/g)

Üretim Aşamaları ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x
Fileto	6,60±0,69 ^a	6,60±0,69 ^a	6,60±0,69 ^a	6,60±0,69 ^a	6,60±0,69 ^a
Salamura Sonu	5,58±0,84 ^a	4,74±0,62 ^{ab}	4,93±0,70 ^{ab}	5,05±0,67 ^{ab}	4,57±0,52 ^{ab}
Tütsüleme Sonu	3,02±0,83 ^b	2,94±0,46 ^b	2,91±1,12 ^b	3,52±1,05 ^b	2,65±0,48 ^b
7. gün	2,94±1,08 ^b	3,35±0,30 ^b	2,57±0,62 ^b	3,08±1,28 ^b	2,59±0,74 ^b
14. gün	2,89±0,79 ^b	3,87±0,63 ^b	2,51±1,62 ^b	3,26±1,70 ^b	3,34±0,86 ^b
28. gün	2,84±0,49 ^b	3,29±0,86 ^b	3,16±0,41 ^b	3,16±0,72 ^b	2,02±0,56 ^b
42. gün	3,33±0,71 ^b	3,31±0,30 ^b	3,39±0,92 ^b	3,40±0,80 ^b	3,14±0,25 ^b
56. gün	4,08±0,75 ^b (DB)	3,73±0,82 ^b	4,08±1,08 ^b	3,20±0,78 ^b	2,02±0,80 ^b
70. gün	AY	3,18±0,71 ^b	4,13±2,03 ^b	3,42±1,26 ^b	2,44±0,38 ^b
84. gün	AY	3,74±0,26 ^b (DB)	4,42±0,53 ^b (DB)	3,61±0,25 ^b	2,52±0,65 ^b
98. gün	AY	AY	AY	3,39±0,86 ^b (DB)	3,07±0,80 ^b
112. gün	AY	AY	AY	AY	3,07±0,60 ^b (DB)

DB: Duyusal Bozulma**AY:** Analiz Yapılmadı**a, b:** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 3.5. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında lipolitik bakteri sayısında meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.1.6. Maya-Küf

Deneysel olarak hazırlanan örneklerin filetodan başlamak üzere, muhafazanın başlangıcında ve muhafaza süresince tespit edilen maya-küf sayılarına ait değişimler, Tablo 3.6 ve Şekil 3.6’de verilmiştir.

Örneklerde maya-küf sayıları, filetoda $3,96 \pm 0,29 \log_{10}$ kob/g, salamura işlemi sonunda $3,37 \pm 0,66 - 3,59 \pm 0,11 \log_{10}$ kob/g, tütsüleme sonunda (0. günde) $0,97 \pm 0,03 - 1,34 \pm 0,67 \log_{10}$ kob/g arasında tespit edilmiştir.

A grubu örneklerde, muhafazanın başlangıcında $1,34 \pm 0,67 \log_{10}$ kob/g olarak tespit edilen maya- küf sayısı ile diğer günler arasında önemli fark bulunamamıştır ($p > 0,05$). Bu grup örneklerde, maya-küf sayısındaki en yüksek değer 56. günde $2,40 \pm 1,00 \log_{10}$ kob/g olarak saptanmıştır.

B grubunda, muhafazanın başlangıcında maya-küf sayısı, $0,97 \pm 0,03 \log_{10}$ kob/g olarak saptanmıştır. Bu grup örneklerde 84. gün ile muhafazanın diğer günleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

C grubu örneklerde maya-küf sayısı, 0. günde $1,10 \pm 0,26 \log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiştir. Maya-Küf sayısı artışı 84. günde önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Bu grupta en yüksek değer $3,99 \pm 1,91 \log_{10}$ kob/g ile yine 84. günde tespit edilmiştir.

Maya- küf sayısı, D grubu örneklerde muhafazanın başlangıcında, $1,20 \pm 0,43 \log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiştir. Bu grupta muhafaza süresince maya- küf sayısında önemli olmayan ($p > 0,05$) artışlar tespit edilmiştir. Bu grupta en yüksek değer 84. günde ($2,47 \pm 1,73 \log_{10}$ kob/g) belirlenmiştir.

E grubu örneklerde de D grubunda olduğu gibi muhafaza günleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilememiştir ($p > 0,05$). Muhafazanın 0. gününde $1,07 \pm 0,20 \log_{10}$ kob/g olan maya-küf sayısı 112. günde $2,19 \pm 0,22 \log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiştir.

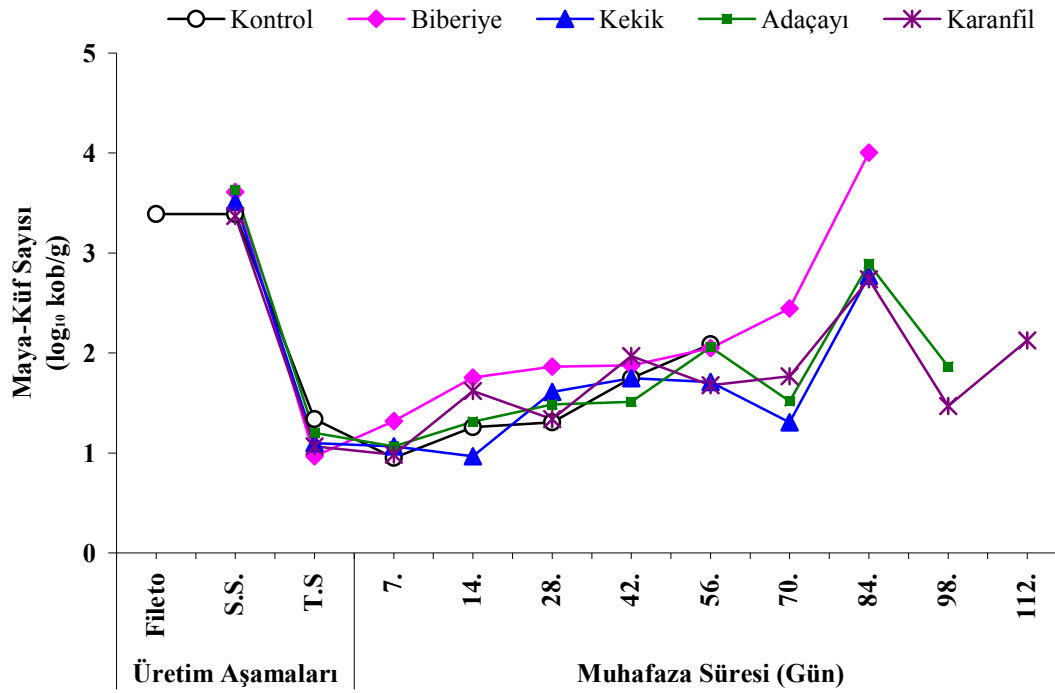
Farklı esansiyel yağlar uygulanarak tütsülenen alabalık filetolarında, muhafaza süresince gruplar arasında önemli farklılıklar bulunamamıştır ($p > 0,05$).

Yapılan istatistiki analizler neticesinde, deneysel örneklerinin maya-küf bakteri sayısı üzerine muhafaza süresinin etkisinin önemli olduğu ($p < 0,05$) saptanmıştır.

Tablo 3.6. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında içerdikleri maya-küf sayısı ($\log_{10}$ kob/g)

Üretim Aşamaları ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
Fileto	3,96±0,29 ^a	3,96±0,29 ^a	3,96±0,29 ^a	3,96±0,29 ^a	3,96±0,29 ^a
Salamura Sonu	3,37±0,66 ^{ab}	3,54±0,68 ^a	3,39±0,38 ^a	3,59±0,11 ^a	3,55±0,29 ^a
Tütsüleme Sonu	1,34±0,67 ^b	0,97±0,03 ^b	1,10±0,26 ^b	1,20±0,43 ^b	1,07±0,20 ^b
7. gün	0,95±0,00 ^b	1,40±0,28 ^{bc}	1,00±0,20 ^b	1,12±0,20 ^b	0,99±0,03 ^b
14. gün	1,18±0,24 ^b	1,97±0,70 ^{bc}	0,97±0,03 ^b	1,31±0,63 ^b	1,87±0,75 ^b
28. gün	1,31±0,62 ^b	2,12±0,81 ^{bc}	1,69±0,73 ^{bc}	1,48±0,93 ^b	1,34±0,67 ^b
42. gün	1,93±0,70 ^b	2,04±0,89 ^{bc}	1,87±0,83 ^{bc}	1,51±0,97 ^b	2,19±0,89 ^b
56. gün	2,40±1,00 ^b (DB)	2,31±0,91 ^{bc}	1,86±0,69 ^{bc}	2,15±0,41 ^b	1,85±0,63 ^b
70. gün	AY	2,31±1,06 ^{bc}	1,31±0,62 ^{bc}	1,45±0,70 ^b	1,55±0,68 ^b
84. gün	AY	4,00±0,01 ^c (DB)	3,99±1,91 ^c (DB)	2,47±1,73 ^b	2,15±1,74 ^b
98. gün	AY	AY	AY	1,96±0,54 ^b (DB)	1,47±0,90 ^b
112. gün	AY	AY	AY	AY	2,19±0,22 ^b (DB)

DB: Duyusal Bozulma**AY:** Analiz Yapılmadı**a, b,c:** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir ($p < 0,05$)



Şekil 3.6. Deneyisel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında maya-küf sayısında meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.2. Kimyasal Niteliklerinde Meydana Gelen Değişimler

3.1.2.1. pH Değeri

Deneyisel olarak hazırlanan alabalık filetolarının üretimi ve muhafazası süresince belirlenen pH değerleri Tablo 3.7 ve Şekil 3.7’de verilmiştir.

Filetoda pH değerinin $6,48 \pm 0,23$, salamura işleminden sonra ise $5,97 \pm 0,08$ - $6,15 \pm 0,12$ arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bu değerler tütsüleme sonunda $5,75 \pm 0,08$ - $5,94 \pm 0,15$ ’e düşmüştür. Filetonun pH’sı ile tütsüleme sonu pH değerleri arasındaki farklılık önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Kontrol grubu örneklerin muhafazası sırasında pH değerlerinde dalgalanma gözlemlenmiştir. Ancak bu durum muhafaza günleri arasında bir farklılık ortaya çıkarmamıştır ($p > 0,05$).

Biberiye yağı uygulanmış örneklerin 0. günde pH değeri $5,81 \pm 0,13$ olarak saptanmıştır. Bu grupta muhafaza sonundaki (84.gün) pH değeri $6,21 \pm 0,15$ olarak

belirlenmiştir. 0. gün ile diğer günler arasında pH değeri bakımından istatistiksel farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$).

Kekik ve adaçayı yağı uygulanmış gruplarda muhafaza günleri arasındaki farklılık önemsiz ($p<0,05$) olarak tespit edilmiştir.

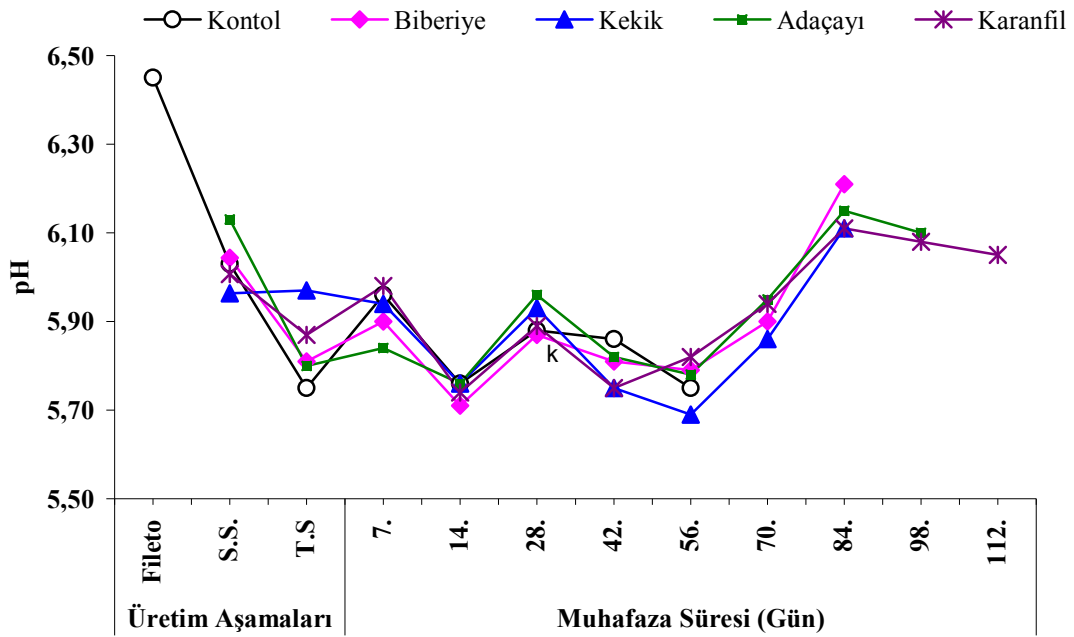
pH değeri karanfil yağı uygulanmış E grubunda 0. günde $5,91\pm0,18$ olarak belirlenirken, 112. günde bu değer $6,01\pm0,12$ 'e ulaşmıştır. Bu grupta en yüksek pH değeri 84. günde ($6,18\pm0,29$) saptanmıştır. 0. gün ile diğer muhafaza günleri arasında pH değeri bakımından önemli farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında pH değerlerindeki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 3.7. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen pH değerleri

Üretim Aşamaları ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x
Fileto	6,48±0,23 ^a	6,48±0,23 ^a	6,48±0,23 ^a	6,48±0,23 ^a	6,48±0,23 ^a
Salamura Sonu	6,06±0,09 ^{ab}	5,97±0,08 ^{ab}	6,06±0,07 ^{ab}	6,15±0,12 ^{ab}	6,01±0,08 ^{ab}
Tütsüleme Sonu	5,75±0,08 ^b	5,81±0,13 ^b	5,94±0,15 ^{ab}	5,79±0,05 ^b	5,91±0,18 ^b
7. gün	5,93±0,31 ^b	5,86±0,17 ^b	5,91±0,15 ^b	5,80±0,12 ^b	5,95±0,12 ^b
14. gün	5,76±0,07 ^b	5,67±0,12 ^b	5,74±0,15 ^b	5,75±0,07 ^b	5,70±0,13 ^b
28. gün	6,14±0,43 ^b	5,84±0,10 ^b	5,89±0,12 ^b	5,92±0,14 ^b	5,87±0,07 ^b
42. gün	5,86±0,06 ^b	5,68±0,39 ^b	5,73±0,17 ^b	5,74±0,30 ^b	5,74±0,03 ^b
56. gün	5,81±0,18 ^b (DB)	5,79±0,07 ^b	5,68±0,04 ^b	5,78±0,05 ^b	5,85±0,10 ^b
70. gün	AY	6,02±0,37 ^b	5,92±0,29 ^b	6,04±0,31 ^b	6,01±0,23 ^b
84. gün	AY	6,21±0,15 ^b (DB)	6,17±0,27 ^b (DB)	6,10±0,08 ^b	6,18±0,29 ^b
98. gün	AY	AY	AY	6,08±0,05 ^b (DB)	6,07±0,06 ^b
112. gün	AY	AY	AY	AY	6,01±0,12 ^b (DB)

DB: Duyusal Bozulma**AY:** Analiz Yapılmadı**a, b:** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 3.7. Deneyisel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen pH değerlerinde meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.2.2. Nem Miktarı

Farklı esansiyel yağlar uygulanarak tütsülenmiş vakumlu alabalık fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında içermiş oldukları nem miktarları Tablo 3.8 ve Şekil 3.8’de verilmiştir.

Filetoda nem miktarı, $65,94 \pm 7,21$ olarak saptanmıştır. Salamura işleminden sonra A, B, C, D ve E gruplarının nem miktarı sırasıyla $67,49 \pm 3,24$, $66,78 \pm 3,06$, $64,87 \pm 4,26$, $66,41 \pm 1,39$, $66,52 \pm 2,52$ olarak belirlenmiştir. Fileto ve salamura sonundaki değerler ile muhafazanın diğer günleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p < 0,05$) saptanmıştır.

Kontrol grubunda nem miktarı muhafaza günlerinde $36,51 \pm 1,09$ - $41,61 \pm 3,66$ arasında değişim göstermiştir. Muhafaza günleri arasındaki farklılık önemsiz olarak ($p > 0,05$) bulunmuştur.

B grubunda 0. gün $41,27 \pm 4,90$ olan nem miktarı 84. günde $46,42 \pm 2,85$ olarak belirlenmiştir. 0. gün ve diğer günler arasında nem miktarı bakımından önemli farklılıklar saptanmamıştır ($p > 0,05$).

Nem miktarı kekik yağı uygulanmış C grubu örneklerde 0. günde $46,07 \pm 8,19$ olarak bulunmuştur. Bu grupta en yüksek değer 84. günde ($46,28 \pm 3,07$), en düşük değer ise 7. günde ($38,02 \pm 1,27$) saptanmıştır. 0. gün ile muhafazanın diğer günleri arasındaki farklılık önemsiz olarak tespit edilmiştir ($p > 0,05$).

Adaçayı yağı uygulanmış D grubu örneklerin 0. gününde nem miktarı $41,27 \pm 2,60$ iken 98. günde bu değer $44,99 \pm 1,86$ olarak tespit edilmiştir. Muhafaza günleri arasında nem miktarı bakımından istatistiki açıdan farklılık saptanamamıştır ($p > 0,05$).

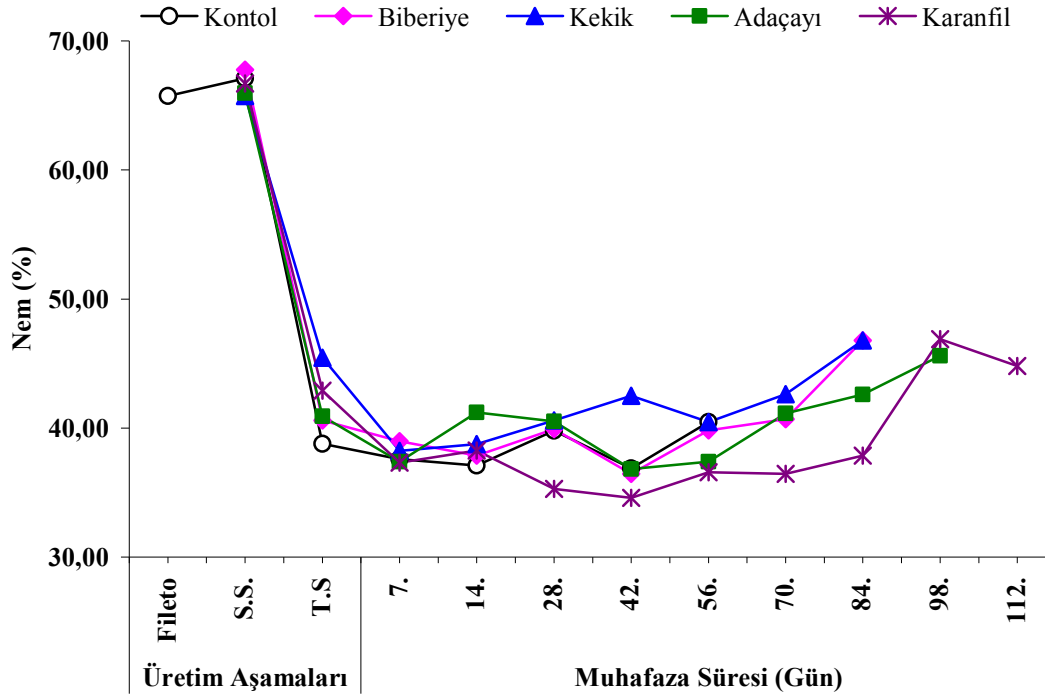
E grubunda nem miktarı muhafaza süresince $34,22 \pm 3,22$ - $45,70 \pm 4,33$ arasında tespit edilmiştir. 0. günden 84. güne kadar düşüş gösteren nem miktarı 84 günden sonra artış göstermiştir. Ancak bu artışta önemli bir farklılık tespit edilememiştir ($p > 0,05$).

Nem miktarı gruplar arası değerlendirildiğinde istatistiki açıdan önemli bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$).

Tablo 3.8. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen nem (%) değerleri

Üretim Aşamaları ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x
Fileto	65,94±7,21 ^a	65,94±7,21 ^a	65,94±7,21 ^a	65,94±7,21 ^a	65,94±7,21 ^a
Salamura Sonu	67,49±3,24 ^a	66,78±3,06 ^a	64,87±4,26 ^a	66,41±1,39 ^a	66,52±2,52 ^a
Tütsüleme Sonu	38,82±8,22 ^b	41,27±4,90 ^b	46,07±8,19 ^b	41,27±2,60 ^b	42,78±1,85 ^b
7. gün	37,74±1,19 ^b	39,79±3,25 ^b	38,02±1,27 ^b	37,34±1,20 ^b	36,72±1,91 ^b
14. gün	37,93±2,60 ^b	37,74±0,94 ^b	39,03±1,49 ^b	40,57±3,04 ^b	37,29±3,13 ^b
28. gün	40,04±1,17 ^b	41,22±3,90 ^b	42,69±6,31 ^b	41,38±2,62 ^b	34,22±3,22 ^b
42. gün	36,51±1,09 ^b	36,97±2,28 ^b	42,90±4,48 ^b	37,42±2,41 ^b	35,03±4,76 ^b
56. gün	41,61±3,66 ^b (DB)	39,50±1,08 ^b	40,63±2,12 ^b	37,68±2,16 ^b	36,81±0,97 ^b
70. gün	AY	40,76±0,64 ^b	42,75±2,15 ^b	40,91±1,50 ^b	36,90±3,02 ^b
84. gün	AY	46,42±2,85 ^b (DB)	46,28±3,07 ^b (DB)	42,75±5,92 ^b	37,55±2,04 ^b
98. gün	AY	AY	AY	44,99±1,86 ^b (DB)	45,67±3,72 ^b
112. gün	AY	AY	AY	AY	45,70±4,33 ^b (DB)

DB: Duyusal Bozulma**AY:** Analiz Yapılmadı**a, b:** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 3.8. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen nem (%) değerlerinde meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.2.3. Kuru Madde Miktarı

Deneysel olarak hazırlanan tütsülenmiş alabalık filetolarının üretimi ve muhafazası süresince tespit edilen kuru madde miktarlarına ait değerler Tablo 3.9 ve Şekil 3.9’da verilmiştir.

Kuru madde miktarı filetoda $34,06 \pm 5,88$ olarak saptanmıştır. Salamura işleminden sonra yapılan analizlerde kuru madde miktarı $32,51 \pm 2,64$ -% $35,13 \pm 3,48$ arasında belirlenmiştir. Fileto ve salamura sonu kuru madde ile muhafaza günleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Kontrol grubu örneklerde kuru madde miktarı 0. günde $61,17 \pm 6,71$ olup bu grupta en düşük değere 56. günde ($58,39 \pm 2,98$) rastlanmıştır.

Muhafazanın 0. gününde B grubunda kuru madde miktarı $53,92 \pm 4,00$ olarak belirlenmiştir. Bu grupta en yüksek değer 7. günde ($61,98 \pm 2,65$) saptanmıştır. 0. gün ile muhafazanın diğer günleri arasındaki farklılık istatistiki bakımdan önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

C ve D gruplarında 0. günler ile diğer günler arasındaki farklılık önemsiz olarak bulunmuştur ($p > 0,05$).

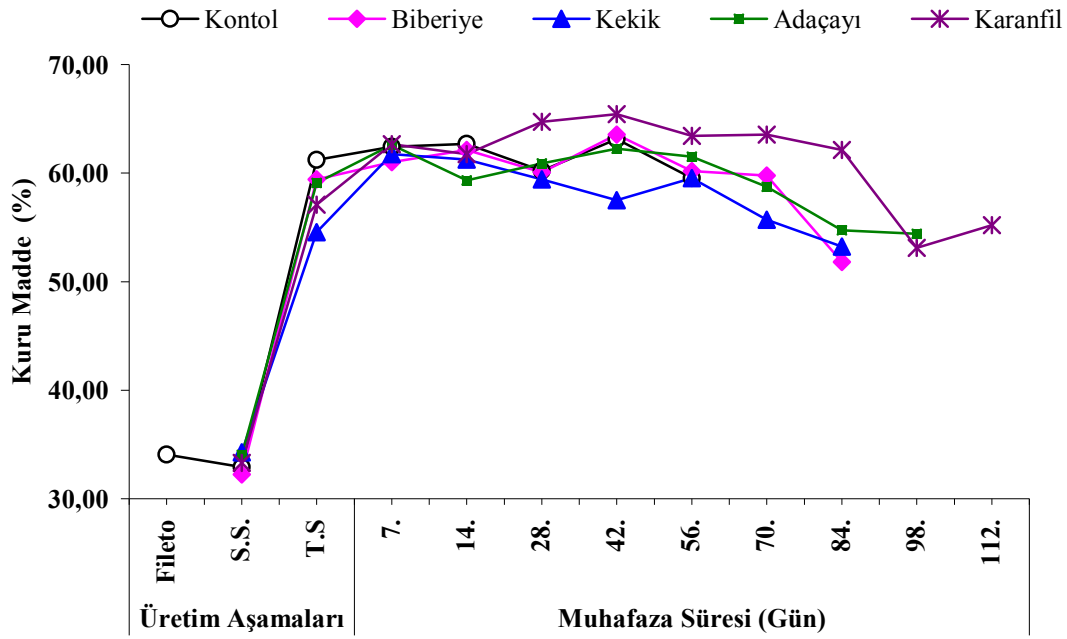
E grubu örneklerde 0. günde kuru madde miktarı $57,21 \pm 1,51$ olarak tespit edilmiştir. Bu grupda 98. güne kadar kuru madde miktarında artış tespit edilmiş olup 98. günden sonra değerlerde düşüş meydana gelmiştir. Ancak bu değişiklikler istatistiki bakımdan farklılık göstermemiştir ($p > 0,05$).

Gruplar arası farklılığın kuru madde miktarı bakımından önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$).

Tablo 3.9. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen kuru madde (%) değerleri

Üretim Aşamaları ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x
Fileto	34,06±5,88 ^a	34,06±5,88 ^a	34,06±5,88 ^a	34,06±5,88 ^a	34,06±5,88 ^a
Salamura Sonu	32,51±2,64 ^a	33,22±2,50 ^a	35,13±3,48 ^a	33,59±1,13 ^a	33,48±2,06 ^a
Tütsüleme Sonu	61,17±6,71 ^b	53,92±4,00 ^b	57,88±6,69 ^b	58,72±2,12 ^b	57,21±1,51 ^b
7. gün	62,25±0,97 ^b	61,98±2,65 ^b	60,21±1,04 ^b	62,66±0,98 ^b	63,27±1,56 ^b
14. gün	62,05±2,21 ^b	60,97±0,77 ^b	62,26±1,22 ^b	59,43±2,47 ^b	62,71±2,56 ^b
28. gün	59,96±0,96 ^b	57,31±3,18 ^b	58,77±5,15 ^b	58,62±3,91 ^b	65,77±2,63 ^b
42. gün	63,48±0,89 ^b	57,10±1,86 ^b	63,03±3,66 ^b	62,58±1,98 ^b	64,97±3,89 ^b
56. gün	58,39±2,98 ^b (DB)	59,37±0,88 ^b	60,50±1,73 ^b	62,35±1,13 ^b	63,19±0,79 ^b
70. gün	AY	56,86±0,89 ^b	59,24±1,66 ^b	59,09±1,05 ^b	63,10±2,47 ^b
84. gün	AY	53,72±0,89 ^b (DB)	53,57±2,50 ^b (DB)	57,25±1,13 ^b	62,45±1,67 ^b
98. gün	AY	AY	AY	55,01±1,52 ^b (DB)	54,33±3,04 ^b
112. gün	AY	AY	AY	AY	54,30±3,53 ^b (DB)

DB: Duyusal Bozulma**AY:** Analiz Yapılmadı**a, b:** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 3.9. Deneyisel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen kuru madde (%) değerlerinde meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.2.4. Yağ Miktarı

İncelenen örneklerin % yağ içerikleri Tablo 3.11 ve Şekil 3.11’de verilmiştir.

Yağ miktarı filetoda $6,89 \pm 0,77$ olarak saptanmıştır. Salamura işleminden sonra yağ miktarı $10,66 \pm 0,52$ - $12,89 \pm 0,73$ olarak belirlenmiştir. Fileto ile muhafaza günleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

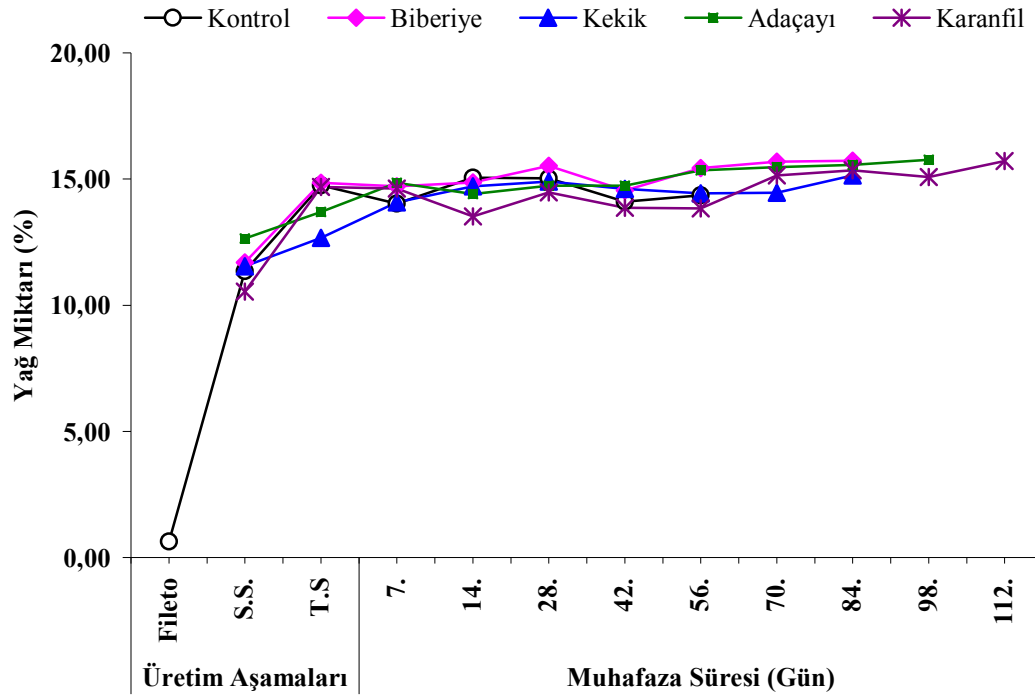
A, B ve E gruplarının salamura sonu yağ miktarı ile muhafaza günleri arasındaki fark önemli ($p < 0,05$) olup, bütün grupların muhafaza süresinin yağ miktarına etki etmediği tespit edilmiştir.

Gruplar arası farklılığın yağ miktarı bakımından önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$).

Tablo 3.10. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen yağ (%) değerleri

Üretim Aşamaları ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x
Fileto	6,89±0,77 ^a	6,89±0,77 ^a	6,89±0,77 ^a	6,89±0,77 ^a	6,89±0,77 ^a
Salamura Sonu	11,52±0,83 ^b	11,57±1,30 ^b	11,68±0,97 ^b	12,89±0,73 ^b	10,66±0,52 ^b
Tütsüleme Sonu	14,37±1,33 ^c	14,75±0,42 ^c	11,97±2,14 ^{bc}	13,49±0,65 ^{bc}	14,84±0,66 ^c
7. gün	13,86±0,71 ^c	14,88±0,61 ^c	14,88±0,51 ^{bc}	14,42±1,28 ^{bc}	14,41±0,69 ^c
14. gün	14,90±0,47 ^c	14,89±0,31 ^c	14,51±0,63 ^c	14,50±0,37 ^{bc}	13,37±0,50 ^c
28. gün	14,56±1,40 ^c	15,39±0,48 ^c	14,62±1,07 ^c	14,59±0,45 ^{bc}	14,90±1,52 ^c
42. gün	13,91±0,60 ^c	14,52±0,30 ^c	14,44±0,51 ^c	14,92±0,56 ^{bc}	13,68±0,61 ^c
56. gün	14,33±0,35 ^c (DB)	15,44±0,99 ^c	14,31±0,39 ^c	15,61±0,80 ^c	13,85±0,39 ^c
70. gün	AY	15,62±0,52 ^c	14,32±0,43 ^c	15,69±0,70 ^c	14,92±1,42 ^c
84. gün	AY	15,61±0,70 ^c (DB)	15,36±0,68 ^c (DB)	15,67±0,33 ^c	15,46±0,55 ^c
98. gün	AY	AY	AY	15,82±0,22 ^c (DB)	15,13±0,17 ^c
112. gün	AY	AY	AY	AY	15,72±0,04 ^c (DB)

DB: Duyusal Bozulma**AY:** Analiz Yapılmadı**a, b, c :** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 3.10. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen yağ miktarı (%) değerlerinde meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.2.5. Tuz Tayini

Tüm örneklerin üretimi ve muhafazası süresince içerdikleri tuz miktarları Tablo 3.11 ve Şekil 3.11’de verilmiştir.

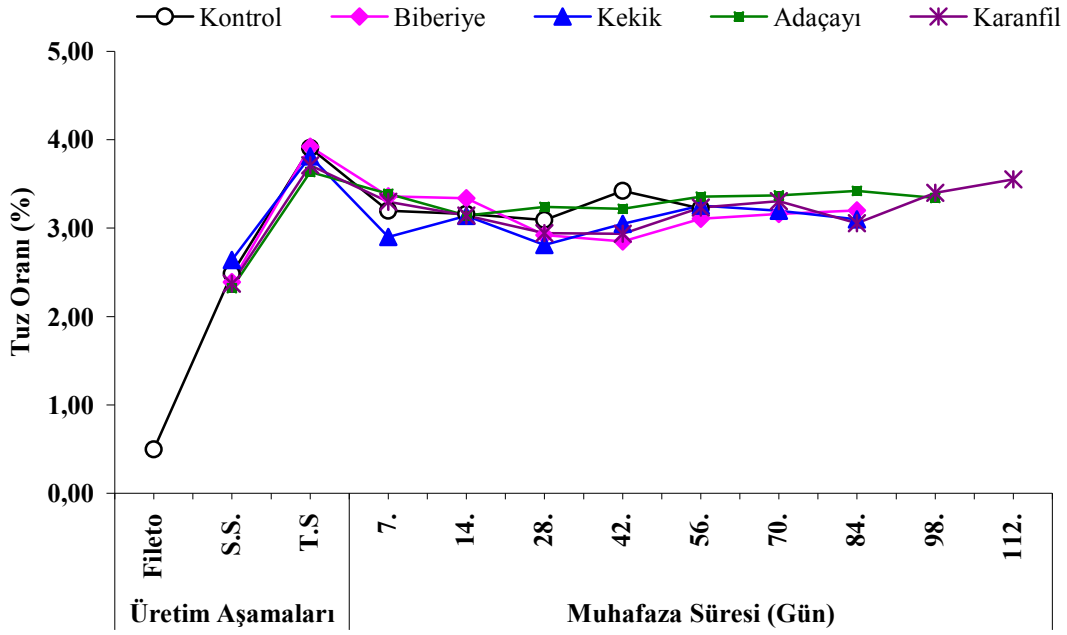
Filetoda tuz miktarı $0,54 \pm 0,14$ iken salamura işleminden sonra Kontrol, B, C, D ve E gruplarının tuz miktarları sırasıyla $2,39 \pm 0,27$, $2,33 \pm 0,23$, $2,62 \pm 0,14$, $2,35 \pm 0,17$, $2,31 \pm 0,18$ olarak tespit edilmiştir. Fileto ile muhafaza günleri arasındaki farklılık önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Kontrol grubu ve deneysel grupların tuz miktarları arasındaki farklılığın önemsiz ($p > 0,05$) olduğu saptanmıştır.

Tablo 3.11. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen tuz (%) miktarları

Üretim Aşamaları ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x
Fileto	0,54±0,14 ^a	0,54±0,14 ^a	0,54±0,14 ^a	0,54±0,14 ^a	0,54±0,14 ^a
Salamura Sonu	2,39±0,27 ^b	2,33±0,23 ^b	2,62±0,14 ^b	2,35±0,17 ^b	2,31±0,18 ^b
Tütsüleme Sonu	3,91±0,20 ^c	3,76±0,21 ^c	3,93±0,14 ^c	3,66±0,08 ^c	3,66±0,21 ^c
7. gün	3,19±0,12 ^c	2,70±0,22 ^c	3,38±0,64 ^c	3,41±0,17 ^c	3,31±0,30 ^c
14. gün	3,25±0,27 ^c	3,13±0,32 ^c	3,38±0,03 ^c	3,15±0,12 ^c	3,19±0,15 ^c
28. gün	3,00±0,37 ^c	2,84±0,45 ^c	2,77±0,11 ^c	3,13±0,42 ^c	2,81±0,41 ^c
42. gün	3,50±0,24 ^c	2,93±0,52 ^c	2,85±0,52 ^c	3,11±0,65 ^c	2,85±0,26 ^c
56. gün	3,23±0,02 ^c (DB)	3,25±0,09 ^c	3,08±0,16 ^c	3,26±0,28 ^c	3,13±0,35 ^c
70. gün	AY	3,17±0,14 ^c	3,13±0,09 ^c	3,37±0,19 ^c	3,38±0,22 ^c
84. gün	AY	3,02±0,07 ^c (DB)	3,19±0,34 ^c (DB)	3,18±0,09 ^c	2,99±0,20 ^c
98. gün	AY	AY	AY	3,32±0,07 ^c (DB)	3,07±0,05 ^c
112. gün	AY	AY	AY	AY	3,05±0,08 ^c (DB)

DB: Duyusal Bozulma**AY:** Analiz Yapılmadı**a, b, c, d :** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 3.11. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen tuz değerlerinde meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.2.6. Tiyoarbitürik Asit Sayısı (TBA)

Farklı esansiyel yağlar uygulanarak tütsülenmiş alabalık fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası esnasında belirlenen TBA miktarlarındaki değişimler Tablo 3.12 ve Şekil 3.12’de verilmiştir.

Filetoda TBA sayısı $0,64 \pm 0,10$ mg MDA/kg olarak belirlenmiştir. Salamura sonunda bu değer $0,58 \pm 0,10$ – $0,64 \pm 0,09$ mg MDA/kg arasında değişim göstermiştir. Fileto ile salamura sonu TBA sayıları ile muhafaza günleri arasındaki farklılık önemli olarak saptanmıştır ($p < 0,05$).

Kontrol grubunda 0. günde TBA sayısı $0,83 \pm 0,06$ mg MDA/kg olup, TBA sayısı muhafaza süresince düzenli bir artış göstermiş ve 56. günde $4,68 \pm 0,18$ mg MDA/kg değerine ulaşmıştır. Kontrol grubunda muhafaza günleri arasındaki farkın önemli ($p < 0,05$) olduğu tespit edilmiştir.

TBA sayısı B grubu örneklerde muhafazanın 0. gününde $0,72 \pm 0,03$ mg MDA/kg olarak bulunmuştur. Bu grupta 28. gün hariç diğer günlerde TBA sayısı artış göstermiştir. Biberiye yağı ilave edilmiş B grubunda 0. gün ile muhafazanın 28., 42., 56., 70. ve 84.

günleri arasındaki fark önemli ($p<0,05$) olarak tespit edilmiştir. TBA sayısı en yüksek 84. günde ($4,22\pm0,57$ mg MDA/kg) saptanmıştır.

C grubu örneklerin 0. gün TBA sayısı $0,76\pm0,05$ mg MDA/kg olup bu değer 7. günde $0,50\pm0,08$ mg MDA/kg'a düşmüştür. 7. günden sonra düzenli bir artış göstererek 84. günde $5,48\pm0,25$ mg MDA/kg'a ulaşmıştır. 0. gün ile 28. günden sonraki muhafaza günleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Adaçayı yağı uygulanmış D grubu örneklerinde 0. gün $0,82\pm0,11$ mg MDA/kg olan TBA sayısı muhafaza süresince düzenli artışlar göstererek 98. günde $5,62\pm0,12$ mg MDA/kg'a ulaşmıştır. 0. gün ile 28. günden sonraki muhafaza günleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$).

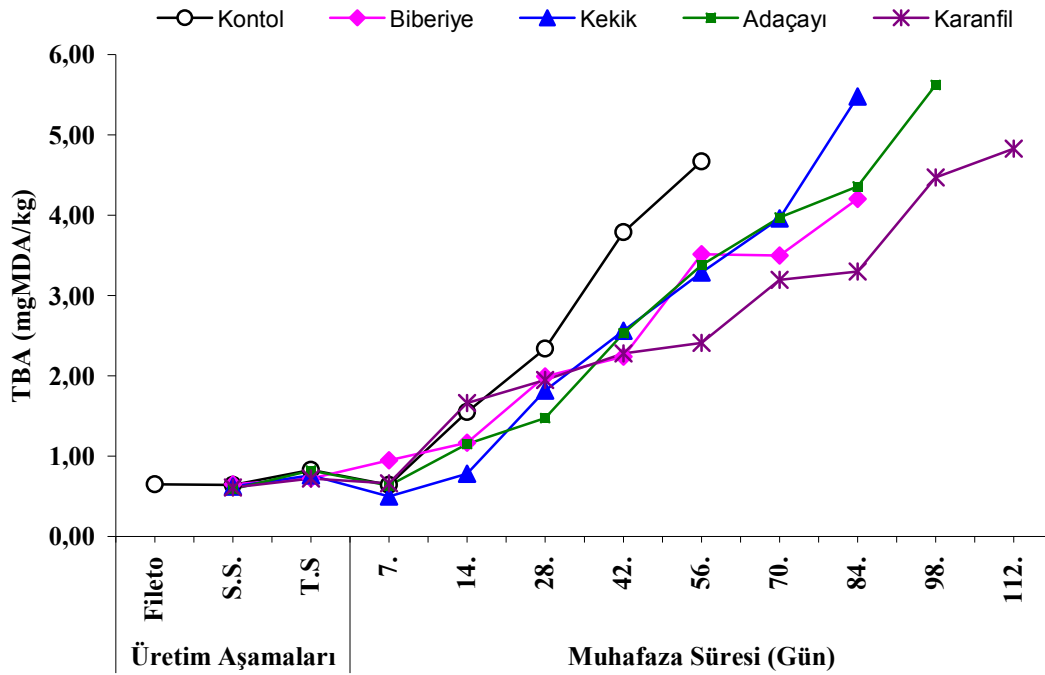
E grubu örneklerde muhafaza günleri içinde en düşük değer $0,67\pm0,09$ mg MDA/kg ile 7. gün, en yüksek değer $4,83\pm0,12$ mg MDA/kg ile 112. gün tespit edilmiştir. TBA miktarı bakımından 0. ile 7. gün arasındaki fark önemsiz ($p>0,05$) olup 7. gün ile diğer günler arasındaki farkın önemli ($p<0,05$) olduğu saptanmıştır.

Farklı esansiyel yağlar uygulanarak tütsülen alabalık örneklerinde gruplar arası istatistiksel farklılık 0. ve 7. günde önemsiz ($p>0,05$) olarak tespit edilmiştir. 14. günde kontrol grubunun kekik, adaçayı ve karanfil yağı uygulanmış gruplardan önemli farklılık gösterdiği belirlenmiştir. 28. günden sonra kontrol grubunun diğer gruplarla arasındaki farklılığının istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) olduğu saptanmıştır.

Tablo 3.12. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen TBA (mg MDA/kg) değerleri

Üretim Aşamaları ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x
Fileto	0,64±0,10 ^{ax}	0,64±0,10 ^{ax}	0,64±0,10 ^{ax}	0,64±0,10 ^{ax}	0,64±0,10 ^{ax}
Salamura Sonu	0,64±0,09 ^{ax}	0,63±0,07 ^{ax}	0,61±0,08 ^{ax}	0,58±0,10 ^{ax}	0,61±0,08 ^{ax}
Tütsüleme Sonu	0,83±0,06 ^{ax}	0,72±0,03 ^{ax}	0,76±0,05 ^{ax}	0,82±0,11 ^{ax}	0,72±0,09 ^{ax}
7. gün	0,65±0,04 ^{ax}	0,93±0,08 ^{abx}	0,50±0,08 ^{ax}	0,63±0,12 ^{ax}	0,67±0,05 ^{ax}
14. gün	1,56±0,09 ^{bx}	1,17±0,15 ^{bxyz}	0,80±0,17 ^{ay}	1,17±0,06 ^{abyz}	1,66±0,08 ^{bz}
28. gün	2,29±0,17 ^{cx}	1,99±0,18 ^{by}	1,83±0,07 ^{bz}	1,46±0,08 ^{bz}	1,95±0,07 ^{bz}
42. gün	3,74±0,20 ^{dx}	2,25±0,05 ^{cy}	2,54±0,08 ^{cy}	2,52±0,05 ^{cy}	2,28±0,07 ^{cy}
56. gün	4,68±0,18 ^{ex} (DB)	3,54±0,09 ^{dy}	3,30±0,13 ^{dy}	3,39±0,11 ^{dy}	2,41±0,05 ^{cz}
70. gün	AY	3,51±0,11 ^{dx}	3,95±0,04 ^{ex}	3,99±0,06 ^{ex}	3,21±0,05 ^{dx}
84. gün	AY	4,22±0,57 ^{ex} (DB)	5,48±0,25 ^{ly} (DB)	4,35±0,11 ^{ez}	3,30±0,61 ^{dq}
98. gün	AY	AY	AY	5,62±0,12 ^{lx} (DB)	4,47±0,14 ^{cy}
112. gün	AY	AY	AY	AY	4,83±0,12 ^{ex} (DB)

DB: Duyusal Bozulma**AY:** Analiz Yapılmadı**a, b, c, d, e, f :** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)**x, y, z, q:** Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 3.12. Deneyisel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen TBA (mg/kg) değerlerinde meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.2.7. Peroksit Değeri (PV)

Tütsülenmiş alabalık filetolarının üretimi ve muhafazası süresince belirlenen peroksit sayısı değeri Tablo 3.13 ve Şekil 3.13’de verilmiştir.

Filetoda peroksit sayısı $1,17 \pm 0,19$ milimol O_2 / kg olarak belirlenmiştir. Salamura işlemi sonunda bu değer $1,28 \pm 0,13 - 1,72 \pm 0,39$ milimol O_2 / kg arasında tespit edilmiştir.

Kontrol grubu örneklerde 0. günde peroksit sayısı $1,24 \pm 0,21$ milimol O_2 / kg olarak saptanmıştır. Muhafazanın ilerlemesiyle birlikte düzenli olarak artış gösteren peroksit sayısı, 56. günde $9,14 \pm 0,72$ milimol O_2 / kg’a ulaşmıştır. 0. gün ile 28, 42 ve 56. günler arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Peroksit sayısı, biberiye yağı uygulanmış B grubu örneklerde 0. günde $1,27 \pm 0,11$ milimol O_2 / kg iken 84. günde $7,75 \pm 1,19$ milimol O_2 / kg değerine ulaşmıştır. 0. gün ile 42, 56, 70 ve 84. günler arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Kekik yağı uygulanmış örneklerine 28. gününe kadar önemli farklılıklar kaydedilmemiştir ($p > 0,05$). Bu grupta en yüksek peroksit değeri 84. günde ($7,74 \pm 2,59$ milimol O_2 / kg) saptanmıştır.

D grubu örneklerinde 56. gün hariç muhafazanın ilerlemesiyle birlikte peroksit sayısında artışlar meydana gelmiştir. Muhafazanın 28. gününden sonra önemli farklılıklar ($p<0,05$) saptanmıştır.

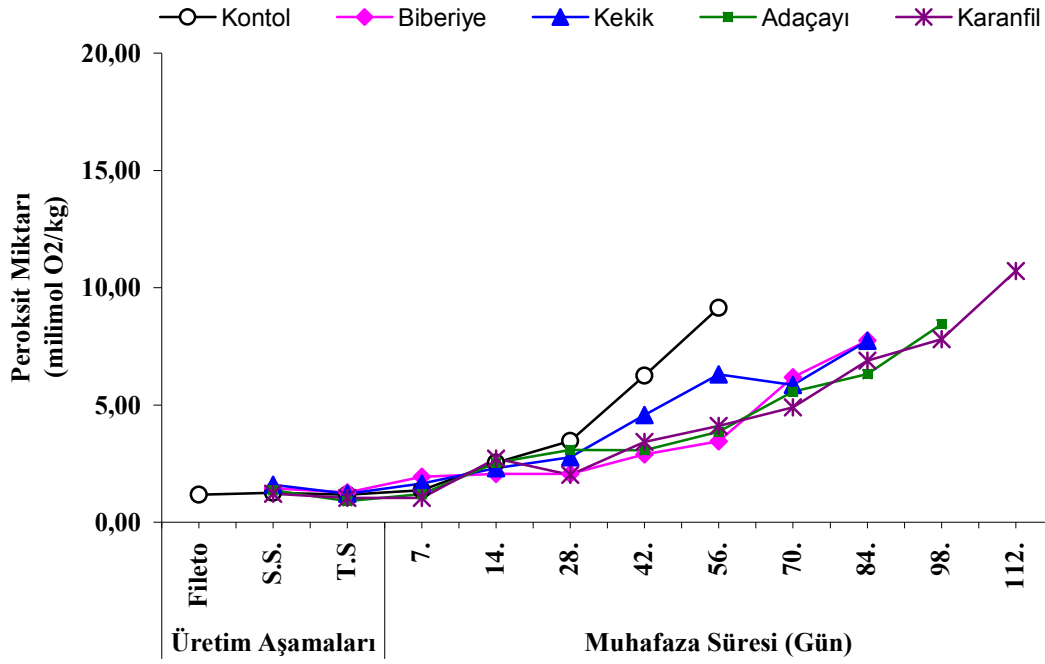
E grubunda 0. gündeki peroksit sayısı $0,99\pm0,22$ milimol O_2 / kg olarak saptanmıştır. Karanfil yağı uygulanmış bu grupta 0. gün ile 42. günden sonraki günler arasındaki farklılığın önemli olduğu ($p<0,05$) saptanmıştır. Muhafaza günlerinin ilerlemesiyle birlikte peroksit sayısının da arttığı gözlemlenmiştir.

Çalışmada muhafaza süresince Peroksit sayısının gruplar arasındaki farklılıkları değerlendirildiğinde 28. günden sonra kontrol grubu ile esansiyel yağ uygulanmış gruplar arasında önemli farklılık ($p<0,05$) tespit edilmiştir.

Tablo 3.13. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen peroksit (milimol O₂/ kg) değerleri

Üretim Aşamaları ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x
Fileto	1,17±0,19 ^{ax}	1,17±0,19 ^{ax}	1,17±0,19 ^{ax}	1,17±0,19 ^{ax}	1,17±0,19 ^{ax}
Salamura Sonu	1,30±0,27 ^{ax}	1,51±0,22 ^{ax}	1,72±0,39 ^{ax}	1,40±0,16 ^{ax}	1,28±0,13 ^{ax}
Tütsüleme Sonu	1,24±0,21 ^{ax}	1,27±0,11 ^{ax}	1,07±0,13 ^{ax}	0,88±0,10 ^{ax}	0,99±0,22 ^{ax}
7. gün	1,37±0,03 ^{ax}	1,86±0,25 ^{abx}	0,98±0,06 ^{ax}	1,28±0,21 ^{ax}	0,80±0,78 ^{ax}
14. gün	2,61±0,25 ^{abx}	1,95±0,35 ^{abx}	1,30±0,42 ^{abx}	2,63±0,31 ^{abx}	2,71±0,15 ^{abx}
28. gün	3,41±0,34 ^{bx}	2,02±0,65 ^{aby}	2,95±0,58 ^{by}	3,08±0,49 ^{by}	2,07±0,19 ^{aby}
42. gün	6,23±0,68 ^{cx}	2,96±0,87 ^{by}	3,07±0,46 ^{by}	4,23±0,58 ^{by}	3,48±0,36 ^{by}
56. gün	9,14±0,72 ^{dx} (DB)	3,40±0,64 ^{bcy}	3,77±0,54 ^{by}	3,75±0,40 ^{by}	4,15±0,30 ^{by}
70. gün	AY	6,18±0,90 ^{cx}	5,85±0,68 ^{cx}	5,82±0,87 ^{cx}	4,90±0,60 ^{bx}
84. gün	AY	7,75±1,19 ^{dx} (DB)	7,74±2,59 ^{dx} (DB)	6,61±0,97 ^{cx}	6,72±0,84 ^{cx}
98. gün	AY	AY	AY	8,45±0,23 ^{dx} (DB)	7,75±0,32 ^{cx}
112. gün	AY	AY	AY	AY	10,71±0,16 ^{dx} (DB)

DB: Duyusal Bozulma**AY:** Analiz Yapılmadı**a, b, c, d:** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)**x, y :** Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 3.13. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen peroksit (milimol O₂/kg) değerlerinde meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.2.8. Serbest Yağ Asidi (SYA) (% oleik asit cinsinden)

Farklı esansiyel yağlar uygulanarak tütsülenmiş alabalık fileto örneklerindeki serbest yağ asitleri değerleri Tablo 3.14 ve Şekil 3.14’de verilmiştir.

Filetoda serbest yağ asidi miktarı (%) $0,63 \pm 0,07$ olarak belirlenmiştir. Salamura işlemi sonunda bu değerler $0,64 \pm 0,04$ - $0,72 \pm 0,04$ arasında tespit edilmiştir.

Kontrol grubu örneklerde tütsüleme sonunda (0. gün) serbest yağ asidi miktarı $0,75 \pm 0,03$ olarak saptanmıştır. Muhafazanın ilerlemesiyle birlikte düzenli olarak artış gösteren SYA sayısı 56. günde $4,17 \pm 0,14$ ’a ulaşmıştır. 0. gün ile 14, 28, 42 ve 56. günler arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Serbest yağ asidi miktarı B grubu örneklerde 0. günde $0,66 \pm 0,10$ iken 84. günde $3,89 \pm 0,03$ değerine ulaşmıştır. 0. gün ile 7. gün arasındaki farklılık önemsiz ($p > 0,05$) iken, 0. gün ile muhafazanın diğer günleri arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Kekik yağı uygulanmış C grubunun 0. günü ile 7., 14., ve 28. günleri arasındaki farklılığın önemsiz ($p>0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Bu grupta en yüksek SYA miktarı 84. günde $3,56\pm0,07$ olarak saptanmıştır.

Adaçayı yağı uygulanmış D grubu örneklerde muhafaza süresine bağlı olarak yine SYA miktarı giderek artış göstermiştir. Muhafaza günleri değerlendirildiğinde 0. gün ile 7. gün arasındaki farklılık önemsiz ($p>0,05$) bulunurken, 0. gün ile diğer günler arasındaki farklılığın önemli ($p<0,05$) olduğu belirlenmiştir

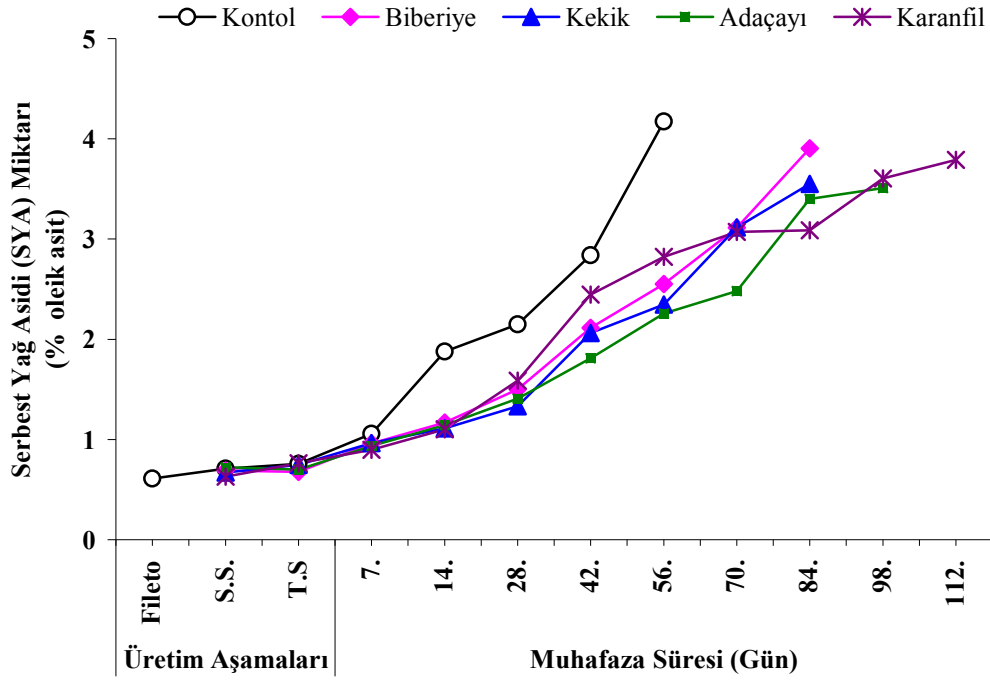
Karanfil yağı uygulanmış E grubunda tütsüleme sonundaki SYA miktarı $0,76\pm0,07$ olarak saptanmıştır. Bu grupta 0. gün ile 7. gün hariç diğer muhafaza günleri arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

Muhafaza süresince SYA miktarı bakımından gruplar arası değerlendirildiğinde muhafazanın 7. günü hariç, diğer muhafaza günlerinde kontrol grubu ile diğer gruplar (B, C, D, E) arasındaki farklılığın önemli ($p<0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Muhafazanın 70. gününde adaçayı yağı uygulanmış D grubu ile B, C ve E grupları arasındaki farklılık önemli ($p<0,05$), 98. günde D ve E grubu arasındaki farklılık önemsiz olarak saptanmıştır.

Tablo 3.14. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen SYA (% oleik asit cinsinden) değerleri

Üretim Aşamaları ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x
Fileto	0,63±0,07 ^{ax}	0,63±0,07 ^{ax}	0,63±0,07 ^{ax}	0,63±0,07 ^{ax}	0,63±0,07 ^{ax}
Salamura Sonu	0,72±0,04 ^{ax}	0,72±0,08 ^{ax}	0,70±0,10 ^{abx}	0,72±0,08 ^{ax}	0,64±0,04 ^{ax}
Tütsüleme Sonu	0,75±0,03 ^{ax}	0,66±0,10 ^{ax}	0,75±0,03 ^{abx}	0,68±0,05 ^{ax}	0,76±0,07 ^{abx}
7. gün	1,01±0,19 ^{ax}	0,94±0,08 ^{abx}	0,96±0,02 ^{abx}	0,91±0,06 ^{abx}	0,90±0,06 ^{abx}
14. gün	1,85±0,12 ^{bx}	1,16±0,03 ^{by}	1,09±0,08 ^{by}	1,14±0,06 ^{by}	1,08±0,11 ^{by}
28. gün	2,14±0,06 ^{bx}	1,54±0,13 ^{by}	1,31±0,09 ^{by}	1,41±0,04 ^{bcy}	1,53±0,18 ^{cy}
42. gün	2,81±0,07 ^{cx}	2,10±0,02 ^{cy}	2,04±0,07 ^{cy}	1,79±0,06 ^{cy}	2,48±0,24 ^{dy}
56. gün	4,17±0,14 ^{dx} (DB)	2,51±0,12 ^{cy}	2,28±0,46 ^{cy}	2,21±0,14 ^{cdy}	2,81±0,05 ^{dy}
70. gün	AY	3,14±0,8 ^{dxz}	3,15±0,11 ^{dxz}	2,47±0,04 ^{dy}	3,08±0,06 ^{ez}
84. gün	AY	3,89±0,03 ^{dx} (DB)	3,56±0,07 ^{dxy} (DB)	3,40±0,47 ^{dy}	3,11±0,08 ^{ey}
98. gün	AY	AY	AY	3,51±0,25 ^{dx} (DB)	3,64±0,12 ^{dx}
112. gün	AY	AY	AY	AY	3,80±0,06 ^{ex} (DB)

DB: Duyusal Bozulma**AY:** Analiz Yapılmadı**a, b, c, d, e:** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)**x, y, z:** Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 3.14. Deneysel fileto örneklerinin üretimi ve muhafazası sırasında tespit edilen FFA (% oleik asit cinsinden) değerlerinde meydana gelen değişimler (S.S. Salamura Sonu, T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.3. Duyusal Değişimler

Farklı esansiyel yağlar uygulanarak vakum paketlenmiş alabalık filetolarının muhafazası sırasında duyuşal açıdan meydana gelen değişimler, 5 panelist tarafından analiz edilmiştir. Duyusal değişimlere ait bulgular Tablo 3.15-3.21 ve Şekil 3.15-3.21’de belirtildiği gibi verilmiştir.

Duyusal analize alınan alabalık filetoları, panelistler tarafından renk, koku, gevreklik, lezzet, görünüş ve tuzluluk kriterlerine göre değerlendirmiştir.

3.1.3.1. Görünüm

Deneysel alabalık filetolarının muhafazası sırasında görünüm puanları Tablo 3.15 ve Şekil 3.15’de verilmiştir.

Tütsüleme sonrası görünüm puanları $4,43 \pm 0,07$ – $4,83 \pm 0,12$ değerleri arasında saptanmıştır.

A grubu örneklerin görünüm puanı 0. günde $4,83 \pm 0,12$ olarak tespit edilmiştir. 56. güne ait görünüm puanları ile 0., 7., 14. ve 28. günler arasındaki farklılık önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Kontrol grubunda en düşük görünüm puanı 56. günde ($3,13 \pm 0,32$) tespit edilmiştir.

Biberiye yağı uygulanmış B grubu örneklerde, tütsüleme sonrası görünüm puanı $4,43 \pm 0,07$ olarak saptanmıştır. Bu grupta 56. güne kadar önemli ($p>0,05$) bir farklılık tespit edilememiştir. Bu grupta, en düşük görünüm puanı 84. günde $2,23 \pm 0,12$ olarak tespit edilmiştir.

Kekik yağı uygulanmış C grubu örneklerde muhafazanın 84. gününde ki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

D grubu örneklerde görünüm puanı 0. günde $4,70 \pm 0,14$ olarak tespit edilmiştir. Muhafaza süresince görünüm puanları giderek azalmıştır. Görünüm puanları bakımından 0. gün ile 70, 84 ve 98. gün arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar görülmüştür ($p<0,05$).

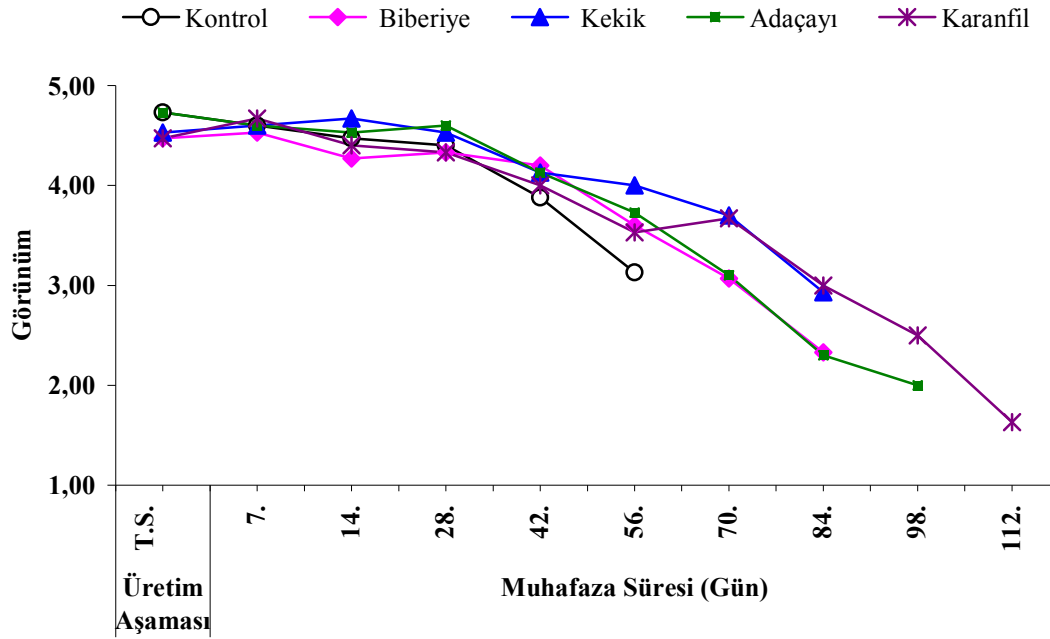
Karanfil yağı uygulanmış E grubu örneklerde tütsüleme sonrası görünüm puanı $4,80 \pm 0,04$ olarak saptanmıştır. Bu grup örneklerde 0. gün ile 56. günden sonraki günler arasında farklılık önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

Gruplar karşılaştırıldığında görünüm puanları bakımından 56. günde kontrol grubu ile C, D ve E grubu arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Yine 70. günde biberiye yağı uygulanmış B grubu ile C, D ve E grubu arasındaki farklılığın önemli ($p<0,05$) olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.15. Deneysel fileto örneklerine ait görünüm puanları

Üretim Aşaması ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
Tütsüleme Sonu	4,83±0,12 ^{ax}	4,43±0,07 ^{ax}	4,57±0,10 ^{ax}	4,70±0,14 ^{ax}	4,80±0,04 ^{ax}
7. gün	4,60±0,02 ^{ax}	4,53±0,23 ^{ax}	4,67±0,07 ^{ax}	4,57±0,00 ^{ax}	4,67±0,05 ^{ax}
14. gün	4,50±0,12 ^{ax}	4,26±0,11 ^{ax}	4,70±0,40 ^{ax}	4,60±0,19 ^{ax}	4,50±0,45 ^{abx}
28. gün	4,33±0,05 ^{ax}	4,43±0,17 ^{ax}	4,57±0,19 ^{ax}	4,53±0,22 ^{ax}	4,37±0,28 ^{abx}
42. gün	3,88±0,26 ^{abx}	4,13±0,34 ^{ax}	4,10±0,05 ^{ax}	4,07±0,11 ^{abx}	4,10±0,27 ^{abx}
56. gün	3,13±0,32 ^{bx} (DB)	3,50±0,20 ^{abxy}	4,00±0,07 ^{ay}	3,77±0,20 ^{aby}	3,57±0,40 ^{by}
70. gün	AY	2,60±0,20 ^{bx}	3,70±0,10 ^{aby}	3,10±0,14 ^{by}	3,47±0,13 ^{bcy}
84. gün	AY	2,23±0,12 ^{bx} (DB)	2,93±0,11 ^{bx} (DB)	2,30±0,04 ^{bcx}	3,00±0,25 ^{bcx}
98. gün	AY	AY	AY	2,07±0,07 ^{cx} (DB)	2,50±0,60 ^{cx}
112. gün	AY	AY	AY	AY	1,63±0,10 ^{cx} (DB)

DB: Duyusal Bozulma**AY:** Analiz Yapılmadı**a, b, c:** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)**x, y :** Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 3.15. Deneysel fileto örneklerine ait görünüm puanlarında meydana gelen değişimler (T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.3.2. Gevreklik

Muhafaza süresince gevrekliğe ait puanlar Tablo 3.16 ve Şekil 3.16’da verilmiştir. Tablo 3.16 incelendiğinde, gevreklik puanlarının $1,23 \pm 0,64 - 4,70 \pm 0,51$ arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

A grubu örneklerin gevreklik muhafaza süresince azalmıştır ($p > 0,05$). B grubu örneklerde, muhafaza süresince gevreklik puanlarında önemli bir farklılık tespit edilememiştir ($p > 0,05$).

C ve D grubu örneklerde de, B grubu örneklerde olduğu gibi muhafaza süresince tespit edilen farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

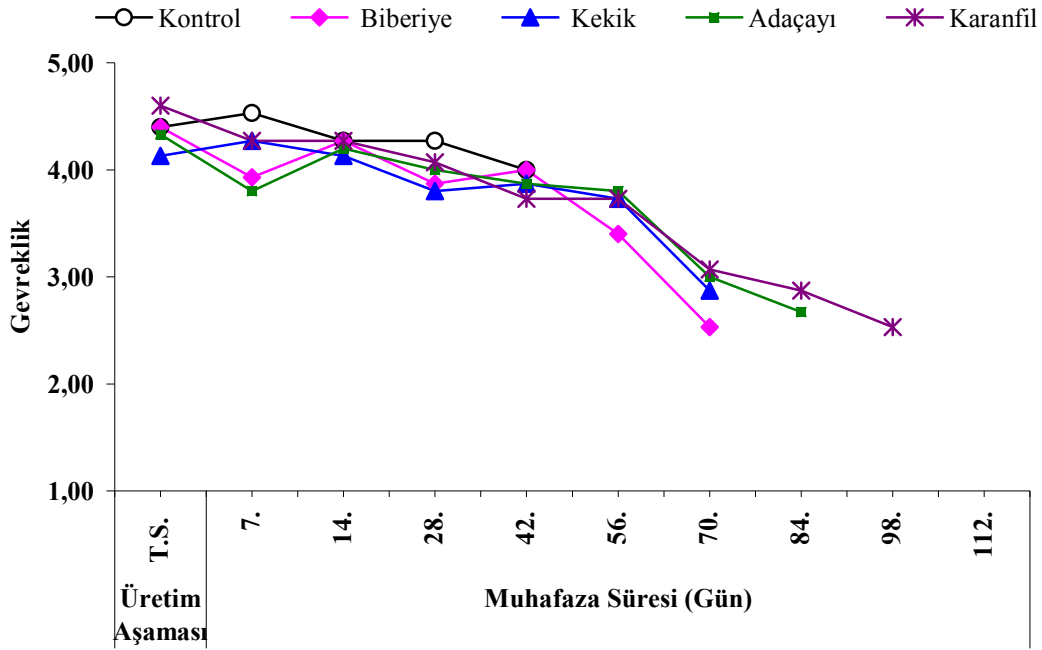
Karanfil yağı uygulanmış E grubu örneklerde, 98. gündeki değer ($1,23 \pm 0,64$) diğer günlerde elde edilen puanlardan önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($p < 0,05$).

Gevreklik puanlarında muhafaza süresince gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilememiştir ($p > 0,05$).

Tablo 3.16. Deneysel fileto örneklerine ait gevreklik puanları

Üretim Aşaması ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x
Tütsüleme Sonu	4,37±0,51	4,47±0,63	4,10±0,64	4,37±0,72	4,70±0,51 ^a
7. gün	4,57±0,52	3,87±0,70	4,20±0,70	3,73±0,56	4,37±0,70 ^a
14. gün	4,37±0,80	4,33±0,59	4,17±0,99	4,27±0,77	4,47±0,80 ^a
28. gün	4,30±0,59	3,73±0,74	3,83±0,86	4,00±0,65	4,20±0,59 ^a
42. gün	4,02±0,85	3,93±0,53	3,80±0,74	3,80±0,64	3,77±0,59 ^a
56. gün	AY	3,27±0,63	3,73±0,70	3,67±0,77	3,83±0,59 ^a
70. gün	AY	2,57±0,52	2,90±0,64	3,03±0,76	3,06±0,59 ^a
84. gün	AY	AY	AY	2,87±0,72	2,93±0,64 ^a
98. gün	AY	AY	AY	AY	1,23±0,64 ^b
112. gün	AY	AY	AY	AY	AY

AY: Analiz Yapılmadı**a, b:** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 3.16. Deneyisel fileto örneklerine ait gevreklik puanlarında meydana gelen değişimler (T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.3.3. Koku

Deneyisel örneklerle ait koku puanları Tablo 3.17 ve Şekil 3.17’de verilmiştir.

Farklı esansiyel yağlar uygulanarak tütsülenmiş alabalık filetolarının koku puanları, tüm gruplar dikkate alındığında 0. günde $3,90 \pm 0,67$ – $4,80 \pm 0,41$ değerleri arasında tespit edilmiştir.

Kontrol grubu örneklerin 14. gün hariç muhafaza süresince koku puanları azalma eğilimi göstermiştir. Muhafazanın 56. günü ile diğer günler arasındaki farklılıklar önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

B grubu örneklerin 0. gününde $4,80 \pm 0,41$ olan koku puanı, 84. günde $1,90 \pm 0,52$ olarak saptanmıştır. Biberiye yağı uygulanmış bu grupta 0. gün ile 56., 70. ve 84. günler arasındaki farklılık önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Kekik yağı uygulanmış C grubu örneklerin koku puanları tütsüleme sonrasında $3,90 \pm 0,67$ olarak tespit edilmiştir. Koku puanları, 0. gün ile 84. günler arasında önemli ($p < 0,05$) farklılık göstermiştir. Bu grupta en düşük değer 84. günde ($2,30 \pm 0,70$) saptanmıştır.

Adaçayı yağı uygulanmış D grubu örneklerin 0. günde koku puanları $4,07 \pm 0,59$ iken, bu değer muhafaza süresince değişkenlik göstermiştir. Bu grupta 0. gün ile 84. ve 98. günler arasındaki farklılık önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

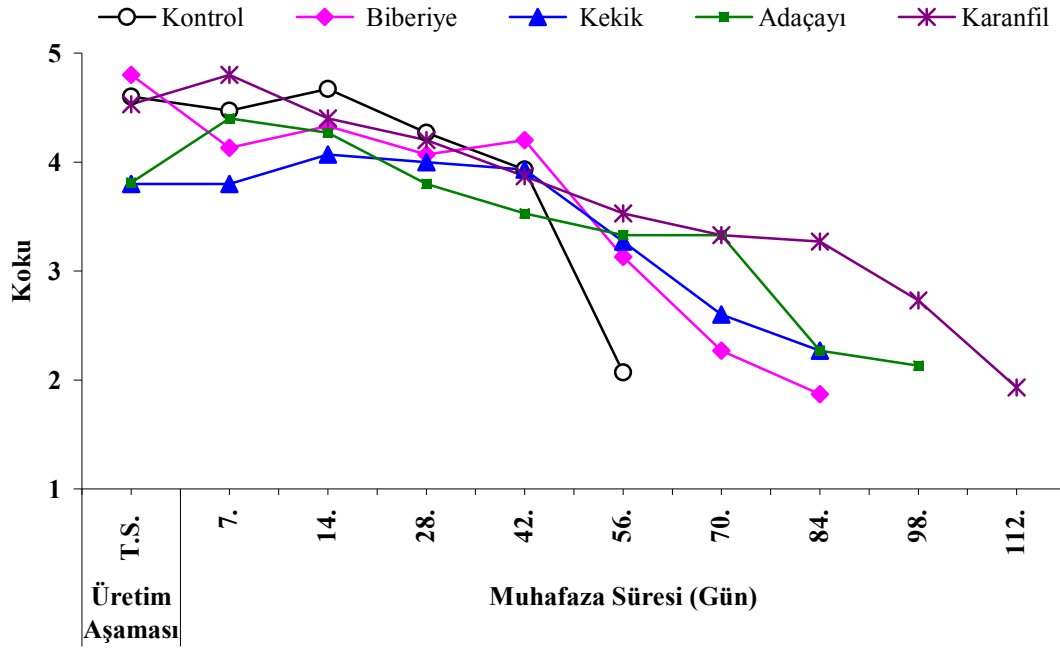
Karanfil yağı uygulanmış E grubu örneklerde en düşük değer $2,03 \pm 0,59$ ile 112. günde tespit edilmiştir. Bu grupta 0. gün ile 98. ve 112. günler arasındaki farklılıkların önemli ($p < 0,05$) olduğu tespit edilmiştir.

Koku puanları bakımından gruplar değerlendirildiğinde; 56. günde kontrol grubu ile karanfil yağı ilave edilmiş grup arasında, 84. günde B ve D grupları ile E grubu arasındaki farklılıkların önemli olduğu ($p < 0,05$) saptanmıştır.

Tablo 3.17. Deneysel fileto örneklerine ait koku puanları

Üretim Aşaması ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x
Tütsüleme Sonu	4,57±0,51 ^{ax}	4,80±0,41 ^{ax}	3,90±0,67 ^{ax}	4,07±0,59 ^{ax}	4,53±0,52 ^{ax}
7. gün	4,47±0,52 ^{ax}	4,03±0,74 ^{abx}	3,70±0,68 ^{ax}	4,36±0,63 ^{ax}	4,80±0,41 ^{ax}
14. gün	4,77±0,62 ^{ax}	4,47±0,62 ^{ax}	4,03±0,80 ^{ax}	4,33±0,80 ^{ax}	4,47±0,74 ^{ax}
28. gün	4,40±0,70 ^{ax}	4,03±0,70 ^{abx}	3,83±0,75 ^{ax}	3,87±0,56 ^{ax}	4,20±0,68 ^{ax}
42. gün	3,83±0,88 ^{ax}	4,13±0,56 ^{abx}	3,97±0,59 ^{ax}	3,53±0,64 ^{ax}	4,00±0,64 ^{ax}
56. gün	2,27±0,96 ^{bx} (DB)	3,10±0,64 ^{bxy}	3,33±0,70 ^{abxy}	3,23±0,72 ^{abxy}	3,70±0,64 ^{aby}
70. gün	AY	2,30±0,80 ^{bcx}	2,80±0,83 ^{abx}	3,37±0,81 ^{ax}	3,43±0,62 ^{abx}
84. gün	AY	1,90±0,52 ^{cx} (DB)	2,30±0,70 ^{bxy} (DB)	2,16±0,80 ^{bx}	3,43±0,70 ^{aby}
98. gün	AY	AY	AY	1,97±0,64 ^{bx} (DB)	2,77±0,46 ^{bx}
112. gün	AY	AY	AY	AY	2,03±0,59 ^{bx} (DB)

DB: Duyusal Bozulma**AY:** Analiz Yapılmadı**a, b, c:** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)**x, y :** Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 3.17. Deneysel fileto örneklerine ait koku puanlarında meydana gelen değişimler (T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.3.4. Lezzet

Deneysel örneklere ait tespit edilen lezzet puanları Tablo 3.18 ve Şekil 3.18’de verilmiştir.

Tütsüleme sonrası lezzet puanları bütün gruplarda $3,70 \pm 0,88$ – $4,57 \pm 0,72$ arasında değişim göstermiştir.

Kontrol grubunda 0. gün ile 42. gün arasındaki farklılık önemli ($p < 0,05$) olarak tespit edilmiştir. Biberiye yağı ilaveli B grubu örneklerde muhafaza süresince lezzet puanlamasında azalma eğilimi görülmüştür.

Kekik yağı ve adaçayı yağı uygulanmış grupların lezzet puanlarının muhafaza süresince azaldığı gözlemlenmiş ve kekik yağı ilave edilmiş grupta 70. gün ile muhafazanın diğer günleri arasındaki farklılığın önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$).

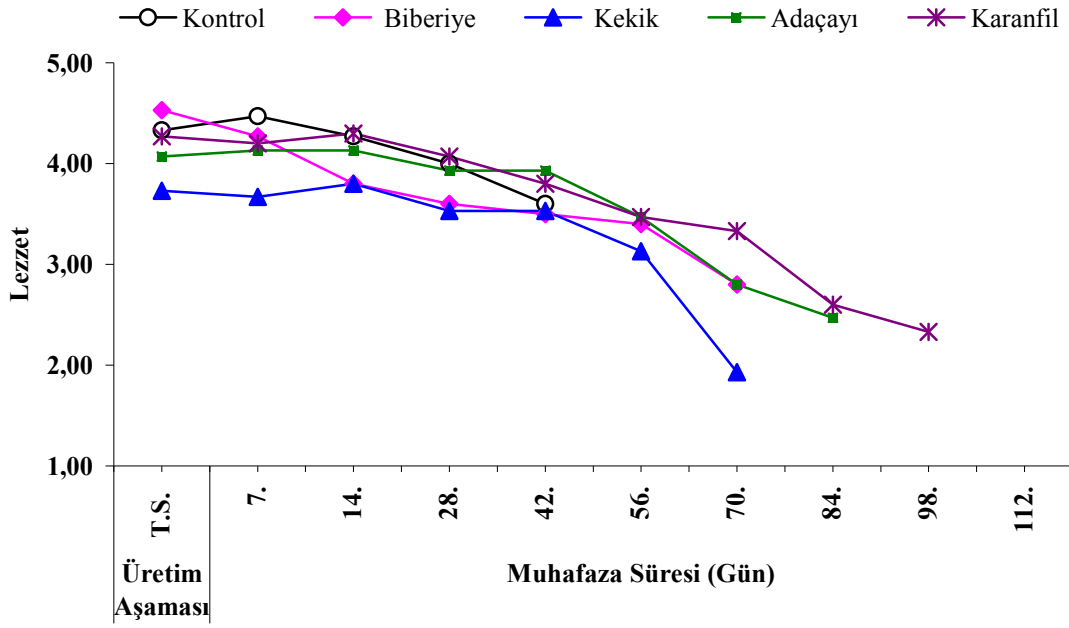
E grubunda muhafazanın başlangıcında $4,33 \pm 0,42$ olarak belirlenen lezzet puanlaması 98. günde $2,27 \pm 0,31$ değerine düşmüştür. Karanfil yağı ilave edilmiş grupta lezzet puanlarının 0. gün ile 7., 14., 28., 42. ve 56. gün arasındaki farklılıklarının önemsiz ($p > 0,05$) olduğu saptanmıştır

Tablo 3.18. Deneysel fileto örneklerine ait lezzet puanları

Üretim Aşaması ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x
Tütsüleme Sonu	4,57±0,72 ^a	4,50±0,12 ^a	3,70±0,88 ^a	4,00±0,70 ^a	4,33±0,42 ^a
7. gün	4,47±0,52 ^a	4,30±0,31 ^{ab}	3,60±0,90 ^a	4,17±0,74 ^a	4,17±0,20 ^{ab}
14. gün	4,30±0,88 ^a	3,80±0,35 ^{ab}	3,90±0,86 ^a	4,17±0,92 ^a	4,10±0,30 ^{ab}
28. gün	4,07±0,85 ^{ab}	3,60±0,35 ^{ab}	3,97±0,83 ^a	4,10±0,88 ^a	3,47±0,31 ^{ab}
42. gün	3,48±0,91 ^b	3,50±0,35 ^{ab}	3,57±0,64 ^a	3,83±0,70 ^{ab}	3,90±0,35 ^{ab}
56. gün	AY	3,37±0,20 ^b	3,13±0,52 ^a	3,33±0,74 ^{ab}	3,53±0,31 ^{ab}
70. gün	AY	2,60±0,20 ^b	1,93±0,70 ^b	2,90±0,68 ^b	3,26±0,20 ^b
84. gün	AY	AY	AY	2,50±0,83 ^b	2,57±0,23 ^{bc}
98. gün	AY	AY	AY	AY	2,27±0,31 ^c
112. gün	AY	AY	AY	AY	AY

AY: Analiz Yapılmadı

a, b, c: Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 3.18. Deneysel fileto örneklerine ait lezzet puanlarında meydana gelen değişimler (T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.3.5. Renk

Deneysel olarak hazırlanan örneklerle ait renk puanları Tablo 3.19 ve Şekil 3.19’da verilmiştir.

Muhafaza süresince örneklerin renk puanları üzerine grupların ve muhafaza süresinin etkisinin istatistikî olarak önemli olduğu ($p<0,001$) tespit edilmiştir.

Tablo 3.19 incelendiğinde, tütsüleme sonunda renk puanlarının $4,63 \pm 0,49 - 5,00 \pm 0,41$ arasında değişim gösterdiği saptanmıştır.

Kontrol grubu örneklerin renk puanları muhafaza süresince 28. gün hariç tutulursa giderek azalma eğilimi göstermiştir. Bu grupta, örneklerde 56. gündeki renk puanı ($3,47 \pm 0,72$) ile 0, 7, 14 ve 28. günler arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

B grubu örneklerde, renk puanlarında 0. gün ile 56. günden sonraki muhafaza günleri arasındaki farklılık istatistikî olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Kekik yağı uygulanmış grup ve adaçayı uygulanmış gruplarda muhafazanın 70. gününden sonraki farklılık önemli ($p<0,05$) olarak tespit edilmiştir.

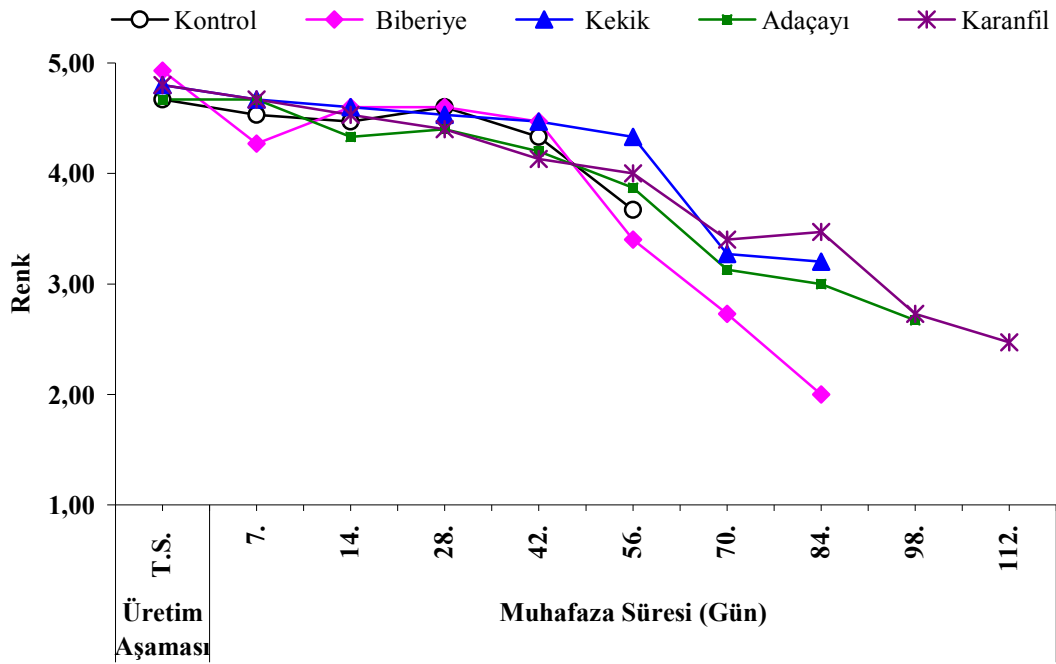
Karanfil yağı uygulanmış E grubu örnekler ise 0. gün ile 70. günden sonraki günler arasındaki farklılık önemli ($p<0,05$) olarak saptanmıştır.

Renk puanlarında gruplar arasındaki farklılık muhafazanın 84. gününde saptanmıştır. 84. günde biberiye yağı uygulanan grup ile diğer gruplar arasındaki farklılık önemli ($p<0,05$) olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3.19. Deneysel fileto örneklerine ait renk puanları

Üretim Aşaması ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
Tütsüleme Sonu	4,63±0,49 ^{ax}	4,93±0,26 ^{ax}	4,87±0,41 ^{ax}	4,73±0,49 ^{ax}	5,00±0,41 ^{ax}
7. gün	4,53±0,52 ^{ax}	4,16±0,70 ^{abx}	4,73±0,49 ^{ax}	4,70±0,49 ^{ax}	4,63±0,49 ^{ax}
14. gün	4,53±0,64 ^{ax}	4,63±0,63 ^{ax}	4,67±0,51 ^{ax}	4,37±0,72 ^{ax}	4,57±0,52 ^{ax}
28. gün	4,63±0,51 ^{ax}	4,53±0,51 ^{ax}	4,67±0,64 ^{ax}	4,40±0,51 ^{ax}	4,60±0,74 ^{ax}
42. gün	4,29±0,72 ^{abx}	4,40±0,64 ^{abx}	4,47±0,52 ^{ax}	4,17±0,68 ^{ax}	4,23±0,64 ^{abx}
56. gün	3,47±0,72 ^{bx} (DB)	3,43±0,51 ^{bx}	4,27±0,62 ^{ax}	3,87±0,64 ^{ax}	4,20±0,65 ^{abx}
70. gün	AY	2,73±0,80 ^{b^{cx}}	3,27±0,70 ^{bx}	2,47±0,83 ^{bx}	3,57±0,63 ^{bx}
84. gün	AY	2,03±0,85 ^{c^x} (DB)	3,20±0,41 ^{b^y} (DB)	3,00±0,85 ^{b^y}	3,63±0,52 ^{b^{c^y}}
98. gün	AY	AY	AY	2,50±0,49 ^{b^x} (DB)	2,80±0,59 ^{b^{cx}}
112. gün	AY	AY	AY	AY	2,50±0,64 ^{c^x} (DB)

DB: Duyusal Bozulma**AY:** Analiz Yapılmadı**a, b, c:** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)**x, y :** Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 3.19. Deneysel fileto örneklerine ait renk puanlarında meydana gelen değişimler (T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.3.6. Tuzluluk

Tuzluluk puan ortalamaları Tablo 3.20 ve Şekil 3.20’de verilmiştir.

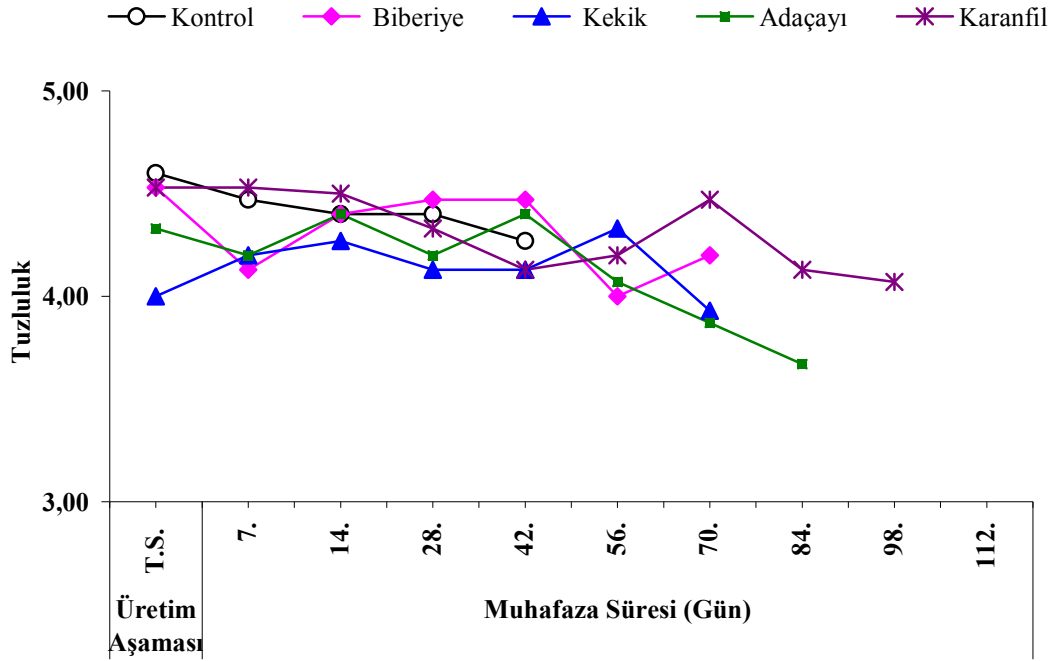
Tüm gruplarda muhafaza süresince elde edilen değerler birbirine yakın bulunmuştur. Muhafaza süresince tuzluluk puanları kontrol grubunda $4,27 \pm 0,53$ - $4,60 \pm 0,23$, biberiye yağı uygulanmış grupta $3,93 \pm 0,40$ – $4,57 \pm 0,12$, kekik yağı uygulanmış grupta $3,90 \pm 0,12$ – $4,30 \pm 0,12$, adaçayı yağı ilave edilmiş grupta $3,63 \pm 0,12$ - $4,47 \pm 0,40$ ve karanfil yağı ilave edilmiş grupta $4,03 \pm 0,50$ - $4,70 \pm 0,35$ değerleri arasında değişmiştir.

Tuzluluk puanlamaları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde A, C, D ve E gruplarında günler arası ve gruplar arasında elde edilen farklılıkların önemli olmadığı ($p > 0,05$) tespit edilmiştir.

Tablo 3.20. Deneysel fileto örneklerine ait tuzluluk puanları

Üretim Aşaması ve Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x
Tütsüleme Sonu	4,60±0,23	4,57±0,12 ^a	4,07±0,20	4,37±0,12	4,47±0,12
7. gün	4,43±0,31	4,10±0,12 ^{ab}	4,23±0,20	4,27±0,20	4,57±0,31
14. gün	4,30±0,35	4,37±0,20 ^a	4,27±0,12	4,40±0,00	4,70±0,35
28. gün	4,27±0,53	4,40±0,31 ^a	4,13±0,12	4,20±0,00	4,30±0,12
42. gün	4,37±0,26	4,03±0,53 ^{ab}	4,10±0,12	4,47±0,40	4,20±0,23
56. gün	AY	3,93±0,40 ^{ab}	4,30±0,12	4,00±0,23	4,33±0,40
70. gün	AY	4,27±0,40 ^a	3,90±0,12	3,83±0,31	4,50±0,12
84. gün	AY	AY	AY	3,63±0,12	4,03±0,50
98. gün	AY	AY	AY	AY	4,06±0,12
— 112. gün	AY	AY	AY	AY	AY

AY: Analiz Yapılmadı**a, b:** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 3.20. Deneyisel fileto örneklerine ait tuzluluk puanlarında meydana gelen değişimler (T.S. Tütsüleme Sonu)

3.1.3.7. Genel Beğeni Düzeyi

Farklı esansiyel yağlar uygulanarak tütsülen Gökkuşığı alabalığı filetolarının genel beğeni düzeyi puanları Tablo 3.21 ve Şekil 3.21’de verilmiştir.

Muhafaza süresince örneklerin genel beğeni düzeyi üzerine, grupların ve sürenin etkisinin önemli ($p < 0,001$) olduğu bulunmuştur.

Tütsüleme sonunda genel beğeni düzeyi puanlarının $4,20 \pm 0,10$ – $4,64 \pm 0,04$ arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Biberiye yağı uygulanmış grupta 0. günde $4,62 \pm 0,07$ olan genel beğeni düzeyi puanı 84. günde $2,1 \pm 0,12$ ’ye düşmüştür. Bu grupta 42. güne kadar genel beğeni düzeyi puanlarında önemli ($p > 0,05$) farklılıklar saptanmamıştır.

C grubu örneklerde 0. günde $4,20 \pm 0,10$ olan genel beğeni düzeyi, muhafaza süresince azalma eğilimi göstermiş ve muhafazanın 84. gününde $2,72 \pm 0,11$ olarak tespit edilmiştir. Muhafaza başlangıcındaki genel beğeni düzeyi puanı ile muhafazanın 70. ve 84. günleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

D grubu örneklerde 0. günde genel beğeni düzeyi $4,37 \pm 0,14$ iken 98. günde $2,50 \pm 0,07$ olarak belirlenmiştir. Muhafaza başlangıcı ile 56. günden sonraki günler arasındaki farklılıklar önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

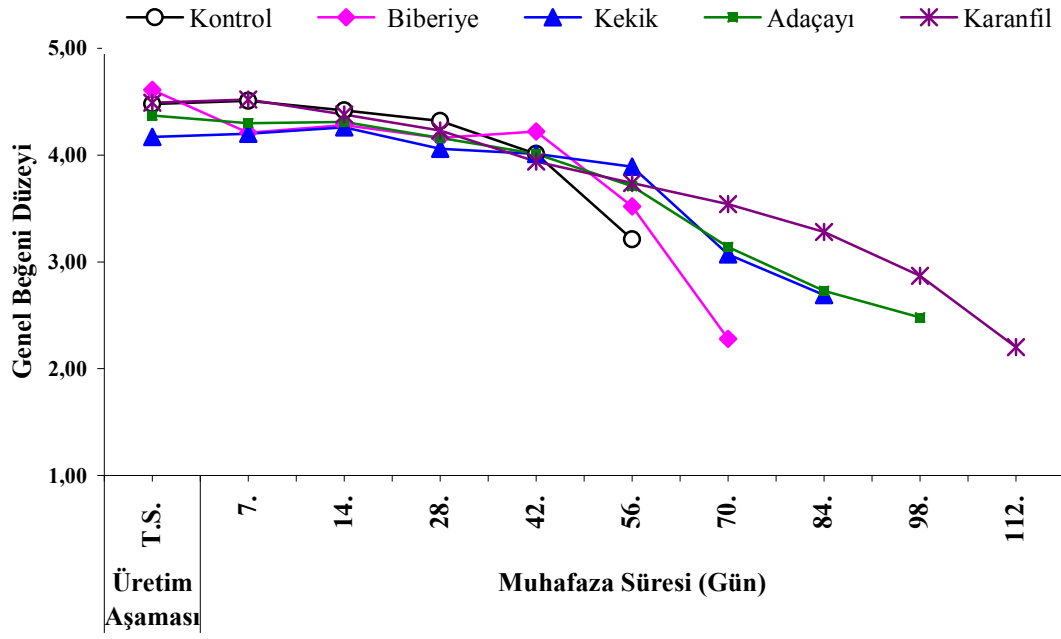
Karanfil yağı uygulanmış E grubunda, 0. günde $4,62 \pm 0,07$ olan genel beğeni düzeyi puanı, muhafazanın ilerlemesiyle birlikte azalarak ve 84. günde $2,10 \pm 0,12$ 'ye düşmüştür. Genel beğeni düzeyi puanı bakımından 0. gün ile 56. günden sonraki muhafaza günleri arasında önemli ($p<0,05$) farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

Gruplar arası değerlendirmede genel beğeni düzeyi puanlarının 56. günde kontrol grubu ile C, D, ve E grupları arasındaki farklılığı önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Yine 84. günde biberiye yağı uygulanmış grupla adaçayı yağı uygulanmış grup arasındaki farklılık ($p<0,05$) önemli olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.21. Deneysel fileto örneklerine ait genel beğeni puanları

Muhafaza Günleri	Gruplar				
	A (Kontrol)	B (Biberiye Yağı İlaveli)	C (Kekik Yağı İlaveli)	D (Adaçayı Yağı İlaveli)	E (Karanfil Yağı İlaveli)
	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x	X±S _x
Tütsüleme Sonu	4,59±0,12 ^{ax}	4,62±0,07 ^{ax}	4,20±0,10 ^{ax}	4,37±0,14 ^{ax}	4,64±0,04 ^{ax}
7. gün	4,51±0,02 ^{ax}	4,17±0,23 ^{ax}	4,19±0,07 ^{ax}	4,30±0,00 ^{ax}	4,53±0,05 ^{ax}
14. gün	4,59±0,12 ^{ax}	4,31±0,11 ^{ax}	4,29±0,40 ^{ax}	3,98±0,19 ^{ax}	4,03±0,45 ^{abx}
28. gün	4,33±0,05 ^{ax}	4,12±0,17 ^{ax}	4,11±0,19 ^{ax}	4,16±0,22 ^{abx}	4,29±0,28 ^{abx}
42. gün	3,98±0,26 ^{ax}	4,09±0,34 ^{ax}	4,00±0,05 ^{ax}	3,98±0,11 ^{abx}	4,03±0,27 ^{abx}
56. gün	2,87±0,32 ^{bx}	3,43±0,20 ^{bxy}	3,90±0,07 ^{ay}	3,64±0,20 ^{by}	3,86±0,40 ^{by}
70. gün	AY	2,84±0,20 ^{bx}	3,08±0,10 ^{bx}	3,12±0,14 ^{bcx}	3,58±0,13 ^{bcx}
84. gün	AY	2,10±0,12 ^{cx}	2,72±0,11 ^{bxy}	2,75±0,04 ^{cy}	3,32±0,25 ^{bey}
98. gün	AY	AY	AY	2,50±0,07 ^{cx}	3,01±0,60 ^{cdx}
112. gün	AY	AY	AY	AY	2,21±0,10 ^{dx}

AY: Analiz Yapılmadı**a, b, c,d:** Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)**x, y:** Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 3.21. Deneysel fileto örneklerine ait genel beğeni puanlarında meydana gelen değişimler (T.S. Tütsüleme Sonu)

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Bu araştırmada, kontrol grubu ile biberiye, kekik, adaçayı ve karanfil yağları ilave edilerek tütsülenen ve vakum paketlenen alabalık filetolarının üretim ve muhafazası süresince mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşsal niteliklerinde meydana gelen değişimleri incelenmiştir.

4.1. Mikrobiyolojik Niteliklerde Meydana Gelen Değişiklikler

Filetoda $6,83 \pm 1,21 \log_{10}$ kob/g olan toplam mezofilik anaerob bakteri sayısı, salamura işleminde sonunda tüm gruplarda (A, B, C, D) $5,47 \pm 0,81 - 5,68 \pm 0,89 \log_{10}$ kob/g arasında olduğu görülmektedir.

Dondero vd. (2004), soğuk tütsülenmiş ve vakum paketlenmiş salmonlarda toplam anaerob bakteri sayısındaki artışın, muhafaza süresi ve sıcaklığı ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar başlangıçta 194×10^3 kob/g olan bakteri sayısını 26 gün sonra $+4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen örneklerde 3.80×10^6 kob/g, $+8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen örneklerde 5.90×10^6 olarak tespit etmişlerdir. Bu sonuç elde ettiğimiz bulgulardan oldukça yüksektir. Farklılığın tütsüleme sıcaklığından kaynaklandığı düşünölebilir.

C grubu örneklerde 0. günde $2,15 \pm 1,46 \log_{10}$ kob/g olan bakteri sayısında, 0. gün ile diğör günler arasında önemli farklılıklar bulunamamıştır ($p < 0,05$).

Toplam anaerob bakteri sayısı bakımından gruplar arasında farklılık tespit edilememiştir ($p > 0,05$).

Psikrofilik bakteri sayısı filetoda $8,47 \pm 1,18 \log_{10}$ kob/g değerinde saptanmıştır. Salamura işleminde sonra ise bakteri sayısı $6,31 \pm 0,89 - 6,86 \pm 0,64 \log_{10}$ kob/g arasında tespit edilmiştir. Bu değerler, tütsüleme sonrasında önemli derecede azalarak $1,30 \pm 0,61 - 2,48 \pm 1,06 \log_{10}$ kob/g değerleri arasına düşmüştür ($p < 0,05$). Patır ve Duman (2006), filetoda $5,48 \log$ kob/g olarak saptadıkları psikrofilik bakteri sayısını tütsüledikten sonra 1,00 ile 1,45 log kob/g arasında tespit etmişlerdir.

Muhafaza süresince bütün gruplarda psikrofilik bakteri sayısında artışlar gözlemlenmiştir (Tablo 3.2). Esansiyel yağ uygulanan gruplardaki artışlar, kontrol grubuna benzer olmuştur. Kontrol grubu ile biberiye, kekik, adaçayı ve karanfil ilave edilen gruplar arasında farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır ($p > 0,05$).

Deng vd. (1974), soğuk ve sıcak tütüledikleri İspanyol uskumrusunda uzun süre muhafazanın mikroorganizma sayısını artırdığını ve uzun süre soğuk tütülemeninde düşük oranda psikrofilik bakteri sayısını artırdığını bildirmişlerdir. Aynı şekilde Schulze (1985)'de tüm ve fileto olarak tütülenmiş +4°C ve +10°C'da muhafaza edilmiş alabalıklarda psikrofilik bakteri sayısının muhafaza süresine bağlı olarak arttığını belirlemiştir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), soğuk tütülenip vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalığının +4°C'de muhafazası sırasında, 16. günde psikrofilik bakteri sayısının 5,63 log kob/g ulaştığını belirtmiştir. Sıcak tütülenmiş grupta ise aynı sürede 6,03 log kob/g düzeyinde psikrofilik bakteri sayısı tespit etmişlerdir. Aynı araştırmada balıkta ekşimenin hissedilmeye başladığı 44. günde bu değerin 6,10 log kob/g olduğunu daha sonraki periyotta ise 6,25 log kob/g'a ulaştığını belirtmişlerdir. Bulgularımız ile araştırmacıların bulguları paralellik göstermektedir.

Özyılmaz (2007) ise, kekik esansiyel yağının alabalık filetolarında bulunan psikrofilik bakterilerin faaliyetlerini yavaşlattığını bildirmiştir. Özyılmaz (2007)'ın bulguları ile Karaman vd., 2001; Harpaz vd., 2003; Dadalıoğlu ve Evrendilek, 2004; Mahmoud vd., 2004; Nerantzaki vd., 2005; Mahmoud vd., 2006'nın bulguları benzerlik arz etmektedir.

Çalışmamızda kullandığımız biberiye, kekik, adaçayı ve karanfil yağlarının bu yönde bir etkisinin olmaması, kullanılan materyalin formu, esansiyel yağların uygulanış biçimi ve oranlarının farklılığından kaynaklanabilir.

Lactobacillus spp. sayısı filetoda $6,18 \pm 0,77 \log_{10}$ kob/g, salamura işlemi sonunda ise $4,65 \pm 0,42 - 5,36 \pm 0,33 \log_{10}$ kob/g arasında olduğu belirlenmiştir.

Tütüleme sonunda (0. gün) örneklerdeki *Lactobacillus* spp. sayısı en düşük B grubu örneklerde ($1,56 \pm 1,00 \log_{10}$ kob/g) en yüksek ise D grubu örneklerde ($2,74 \pm 0,58 \log_{10}$ kob/g) tespit edilmiştir. $2,74 \pm 0,58 \log_{10}$ kob/g arasında saptanmıştır. Yapılan istatistiki analizlerde fileto ve salamura uygulanmış örneklerle, tütülenmiş örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Bu durum tütüleme işleminin etkisine bağlanabilir.

Farklı esansiyel yağlar uygulanarak tütülenen alabalık filetolarının laktik *Streptococcus* spp. sayısında tütüleme sonu en düşük değer B grubunda ($3,48 \pm 1,30 \log_{10}$ kob/g), en yüksek değer ise D grubunda ($3,93 \pm 2,09 \log_{10}$ kob/g) saptanmıştır. İstatistiksel

değerlendirmeye göre tütüleme sonrası laktik *Streptococcus* spp. sayısı fileto ve salamura sonu değerlere göre önemli farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Gruplar arası farklılıklar incelendiğinde, esansiyel yağ ilaveli grupların *Lactobacillus* spp. ve laktik *Streptococcus* spp. sayıları üzerine önemli düzeyde bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir ($p>0,05$).

Kostaki vd. (2009), deniz levreklerine kekik yağı uygulayıp mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal olarak değişimlerini incelemiş ve araştırma sonucunda kekik yağının laktik asit bakterilerinin gelişimini engellemediğini bildirmişlerdir.

Benzer şekilde Ordonez vd. (2000), berlam balığında; Masniyom vd. (2002), deniz levreğinde; Pournis vd. (2005), tekir balığında ve Stamatis ve Arkoudelos (2007), tatlı su kefalinde esansiyel yağ uygulamasının laktik asit bakterilerinin gelişimini engellemediğini tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar ile çalışma bulgularımız benzerlik göstermektedir.

Zaika vd. (2006), biberiye, mercanköşk, adaçayı ve kekiğın laktik *streptococcus* spp. sayısı üzerine inhibitör etki yaptığını tespit etmişlerdir.

Dondero, (2004) tütülenmiş ve vakum paketlenmiş alabalığın (*Salmo salar*) muhafaza süresince laktik asit bakterilerinin sayısının arttığını belirtmiştir.

Viuda-Martos vd. (2008), farklı esansiyel yağların antimikrobiyel etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, Laktik asit bakterileri üzerine en etkili olanının biberiye olduğunu, onuda sırası ile adaçayı, kekik ve karanfilin izlediğini belirtmişlerdir.

Örneklerin üretiminde kullanılan filetoda lipolitik bakteri sayısı $6,60\pm0,69 \log_{10}$ kob/g, salamura işleminde sonunda ise $4,57\pm0,52 - 5,58\pm0,84 \log_{10}$ kob/g arasında tespit edilmiştir. Tüm gruplarda fileto ile muhafazaya alınan örnekler arasında istatistiksel olarak fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 3.5’de görüldüğü gibi biberiye, kekik adaçayı ve karanfil yağları uygulanarak tütülenen alabalık filetolarında gruplar arasındaki farklılığın önemsiz olduğu saptanmıştır ($p>0,05$).

Ahmed ve Rahman (2002), kıymanın içersine %0,5 ve % 1 oranında adaçayı yağı ilave edip 4°C’de muhafaza etmişlerdir. Araştırmacılar, muhafazanın 3. gününde %0,5’lik adaçayı ilaveli grupta lipolitik bakteri sayısının $5,61 \log_{10}$ kob/g, kontrol grubunda ise $6,68 \log_{10}$ kob/g olduğunu belirtmişlerdir. Aynı araştırmada, %1 adaçayı ilaveli grubun lipolitik bakteri sayısı $3,49 \log_{10}$ kob/g, kontrol grubunda ise $3,79 \log_{10}$ kob/g olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda da lipolitik bakteri sayısı üzerine muhafaza süresinin ve

konsantrasyonun etkisinin önemli olmadığı ($p>0,05$) kanısına varılmıştır. Bu çalışmada elde edilen bulgular söz konusu araştırmacıların bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Bitki yağlarıyla ilgili olarak yapılan başka bir çalışmada (Zhi ve Nakano, 1996), kontrol grubuna göre, baharat yağı uygulanan gruplarda lipolitik bakteri sayısının daha az olduğu görülmüştür.

Örneklerde maya-küf sayıları, filetoda $3,96\pm0,29 \log_{10}$ kob/g, salamura işlemi sonunda $3,37\pm0,66 - 3,59\pm0,11 \log_{10}$ kob/g, tütsüleme sonunda (0. günde) $0,97\pm0,03 - 1,34\pm 0,67 \log_{10}$ kob/g arasında saptanmıştır. Tütsülemeyle beraber maya-küf sayısında önemli bir azalma görülmüştür ($p<0,05$). Benzer şekilde Patır ve Duman (2006), çiğ filetoda $3,74 \log$ kob/g olarak saptadıkları maya- küf sayısını tütsüledikten sonra $1,53$ ile $1,72 \log$ kob/g değerleri arasında saptamışlardır.

Diler (2002), sıcak tütsülenmiş eğrez balığında dumanlamaya bağlı olarak maya-küf sayısında önemli azalmaların meydana geldiği bildirilmiştir.

Dondero vd. (2004), soğuk tütsülenmiş salmonlarda maya ve küf sayısını düşük seviyede tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar, bulgularımızla benzerlik göstermektedir. Salamuralama ve tütsüleme işlemleri sonu, maya-küf sayılarında görülen azalmanın, tuzun ve dumanın mikroorganizmalar üzerine bakterisit etkisinden ileri geldiği söylenebilir

Özyılmaz (2007), kekik ilaveli örneklerde maya-küf sayısının birinci günde bile fark edilir boyutta azaldığını bildirmiştir. Benzer şekilde Rasooli ve Owlia (2005) ve Karaman vd. (2001)'de kekiğin maya ve küf sayısında bir azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Bu araştırmada adaçayı ve karanfil ilave edilen gruplarda muhafaza süresince artış kaydedilmişse de bu artışların istatistiksel olarak önemsiz olduğu ($p>0,05$) saptanmıştır. Her iki grubun maya-küf sayılarındaki artış diğer gruplara göre daha az olmuştur. Adaçayı ve karanfil yağlarının maya ve küflerde inhibe etkisinin olduğu düşünülebilir.

Çalışmamızın bulguları kontrol grubu ile diğer gruplar arasında maya-küf sayısı bakımından bir farklılığın olmadığını ($p>0,05$) ortaya koymuştur. Araştırma bulgularımız diğer çalışmaların (Özyılmaz (2007); Rasooli ve Owlia (2005); Karaman vd. (2001)) bulgularına göre farklılık arz etmektedir. Bunun nedeni uygulanan esansiyel yağların konsantrasyonundan ve farklı işleme tekniğinden kaynaklanabilir.

4.2. Kimyasal Niteliklerde Meydana Gelen Değişiklikler

Farklı esansiyel yağlar uygulanarak tütsülenen alabalık fileto örneklerinin yapım ve muhafazası sırasında sahip olduğu pH değerlerine ait veriler Tablo 3.7’de verilmiştir.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), 6,12; Gürel İnanlı ve Patır (2004) 6,80 olarak belirlemişlerdir. Bu değerler, fileto da belirlediğimiz değerlerle paralellik göstermektedir

Dumanlanmış balıklar ile ilgili çeşitli araştırmalarda da muhafaza başlangıcı ve muhafaza sonunda benzer pH değişimleri bildirilmiştir. Şöyleki Goulas ve Kontominas (2005), 6-6,10; Gonzalez-Rodriguez vd. (2002), 5,65-6,09; Leroi vd. (1998), 5,9-6,1; Kolsarıcı ve Özkaya (1998), 6,25-6,59; Kaya vd. (2006), 5,71-5,79 olarak saptamışlardır. Çalışma bulgularımız sözü geçen araştırmacıların bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Bütün gruplarda (A, B, C, D, E) muhafazanın ilk günlerinde pH değerlerinde nispeten azalmalar görülürken, muhafazanın ileri günlerinde ise önemli artışlar meydana gelmiştir. Başlangıçtaki düşük pH değerlerinin odun dumanında bulunan çeşitli asitli bileşiklerin ete geçmesinden ileri geldiği, daha sonra meydana gelen artışların ise mikroorganizma üremesi ile ilgili olduğu söylenebilir. Mikroorganizmaların faaliyeti sonucu ortamda amonyak, trimetilamin ve diğer azotlu bileşikler meydana gelir. Bu tür uçucu ve uçucu olmayan aminler bazik yapıda olup pH’nın yükselmesine neden olmaktadır (Boskou ve Debevere, 2000; Kyrana vd., 2001; Ruiz-Capillas ve Moral, 2001; Masniyom vd., 2002).

Deneysel örneklerin üretiminde kullanılan alabalık filetolarında nem oranı %65,94±7,21 olarak saptanmıştır. Bu değer salamura sonunda 64,87±4,26 – 67,49±3,24 arasında belirlenmiş, tütsüleme sonunda 38,82±8,22 – 46,07±8,19’e düşmüştür. Bu düşüşün nedeni, tütsüleme sıcaklığına bağlı olarak ürünün su kaybetmesi ve nispeten kuruması ile açıklanabilir. Bütün gruplarda muhafaza süresince düzenli olmayan bir değişim gözlemlenmiştir. Ancak bu değişimin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$). Ayrıca araştırmada kullanılan esansiyel yağların, nem oranları üzerinde etkili olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Yapılan çalışmalarda alabalık filetosunda nem miktarını Gürel İnanlı ve Patır (2004), %77,25; Özyılmaz (2007), 74,19, Kolsarıcı ve Özkaya (1998), 70,95, Duman (1995), %76,76 olarak belirlemişlerdir. Sıcak dumanlanmış farklı balık türlerinde nem miktarları, aynalı sazanda (*Cyprinus carpio*) %47,76 (Patır ve Duman, 2006), karabalıkda (*Clarias gariepinus*) %66,38, sudakta (*Sander lucioperca*) %56,28, yılan balığında

(*Anguilla anguilla*) %65,25 (Bilgin vd., 2001; Ünlüsayın vd., 2001), gökkuşağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) %56,35 (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998) olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmanın bulgularıyla söz konusu araştırmacıların bulguları arasında az da olsa farklılıklar tespit edilmiştir. Farklı değerlerin farklı balık türlerinden, balığın cinsiyetinden, balık türünün avlanma mevsiminden, uygulanan tuzlama tekniği ve tuz konsantrasyonundan, farklı tütsüleme tekniği ile tütsüleme süresinden kaynaklandığı söylenebilir.

Bu araştırmada biberiye, kekik, adaçayı ve karanfil esansiyel yağlarının nem oranlarına önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0,05$) tespit edilmiştir. Özyılmaz (2007), kekik esansiyel yağı uygulayıp muhafazaya aldığı alabalık filetolarında nem miktarı üzerine uygulanan kekik yağının etkisinin önemli olmadığını bildirmiştir ($p>0,05$).

Tironi vd. (2010), biberiye ve adaçayı esansiyel yağının salmonların muhafazasında etkilerini incelemiş ve nem miktarı üzerinde bu yağların etkisinin önemsiz olduğunu bildirmişlerdir ($p>0,05$).

Selmi ve Samok (2008), vakum paketlenmiş 0 °C’ muhafaza edilen dilimlenmiş ton balığının kalitesine kekik yağının etkisini araştırmış ve muhafaza süresince nem miktarının değişmediğini saptamışlardır ($p>0,05$).

Deneysel olarak hazırlanan örneklerin kuru madde miktarı filetoda $34,06 \pm 5,88$ olarak saptanmıştır. Salamura işleminden sonra yapılan analizlerde kuru madde miktarı $32,51 \pm 2,64$ – $35,13 \pm 3,48$ olarak belirlenmiştir. Fileto ve salamura sonu kuru madde miktarı ile muhafaza günleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 3.17).

Gürel İnanlı ve Patır (2004), çiğ alabalık filetolarında kuru madde miktarını %22,75, Turan ve Erkoyuncu (1997), %24,35, Oğuzhan vd. (2006), %27,69 olarak tespit etmişlerdir. Bulgularımız araştırmacıların bulgularından farklılık göstermektedir. Kuru madde miktarındaki bu farklılığın nedeni balığın su miktarına, cinsiyetine, büyüklüğüne bağlanabilir.

Tütsüleme sonunda kuru madde miktarı kontrol grubunda $58,39 \pm 2,98$ – $62,25 \pm 0,97$ biberiye yağı uygulanan grupta $53,72 \pm 0,89$ – $61,98 \pm 2,65$, kekik yağı uygulanan grupta $53,57 \pm 2,50$ – $63,03 \pm 3,66$, adaçayı yağı uygulanan grupta $55,01 \pm 1,52$ – $62,66 \pm 0,98$ ve karanfil yağı uygulanan grupta $54,30 \pm 3,53$ – $65,77 \pm 2,63$ aralığında tespit edilmiştir. Muhafaza süresince, tüm grupların (A, B, C, D, E) kuru madde miktarlarında önemli bir farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 3.17'deki bulgular incelendiği zaman, filetoda $6,89 \pm 0,77$ olan yağ miktarı tütsüleme sonunda $11,97 \pm 2,14 - 14,84 \pm 0,66$ ulaşmıştır. Tütsüleme işlemi sonucunda yağ miktarında önemli oranda arttığı gözlemlenmiştir ($p < 0,05$).

Yapılan çalışmalarda alabalıkların ham yağ içeriği $8,45 \pm 0,65$ (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998), $4,61 \pm 0,20$; Oğuzhan vd. (2006); Özyılmaz (2007), $6,08 \pm 0,57$ olarak tespit edilmiştir. Filetoda tespit ettiğimiz yağ miktarı araştırmacıların bulgularına paraleldir. Balıklarda yağ miktarı, türe, cinsiyete, yaşa, avlanma mevsimine bağlı olarak değişmektedir.

Tütsülenmiş balıkların yağ içeriğinde, tuzlama ve dumanlama işlemleri nedeniyle ürünün su kaybetmesi sonucunda önemli artışlar belirlenmiştir (Ünal, 1995; Kolsarıcı ve Özkaya, 1998; Ünlüsayın vd., 2001; Diler vd., 2002; Jittinandana vd., 2002; Birkeland vd., 2004; Cardinal vd., 2004; İzci ve Ertan, 2004; Vasiliadou vd., 2005). Tütsüleme sonu elde ettiğimiz bulgular söz konusu araştırmacıların bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

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

Atlantik salmonlarında farklı dumanlama metotlarının lipit oksidasyonu üzerine etkilerinin belirlendiği bir çalışmada (Espe vd., 2002), dumanlanmış filetoların kimyasal bileşiminin taze filetoların değerlerini genelde yansıttığı, fakat yağ içeriğinin uygulanan işlemler sırasında azaldığı, yüksek sıcaklıklarda dumanlanan filetoların genelde daha fazla yağ içermesine rağmen belirlenen farkların önemsiz olduğu ve yüksek sıcaklıkta dumanlanmış örneklerin toplam yağ içeriğinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Örneklerdeki yağ miktarı değerlendirildiği zaman muhafaza günleri ve gruplar arası farklılığın istatistiksel olarak önemsiz olduğu ($p > 0,05$) belirlenmiştir. Aynı şekilde Özyılmaz (2007), kekik esansiyel yağının tütsülenmiş gökkuşağı alabalığında yağ miktarı üzerine bir farklılığa neden olmadığını kaydetmiştir.

Bu araştırmada, gökkuşağı alabalığı filetosunda tuz miktarı $0,54 \pm 0,14$ olarak saptanmıştır. Tuz miktarını gökkuşağı alabalığında Gürel İnanlı ve Patır (2004), $0,95$; Turan ve Erkoyuncu (1997), $0,88$; Özpolat ve Patır (2008), $0,7 \pm 0,07$ olarak tespit etmişlerdir. Bulgularımız söz konusu araştırmacıların bulgularıyla farklılık göstermektedir.

Salamura işleminden sonra A, B, C, D ve E gruplarının tuz miktarları sırasıyla $2,39 \pm 0,27$, $2,33 \pm 0,23$, $2,62 \pm 0,14$, $2,35 \pm 0,17$, $2,31 \pm 0,18$ olarak saptanmıştır. (Tablo 3.18). Benzer şekilde Patır ve Duman (2006), %5 oranında salamura yaparak tütüledikleri aynalı sazan filetolarında tuz oranını salamura sonunda %2,56 olarak tespit etmişlerdir. Bulgularımız bu çalışmanın bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Tütülenmiş örneklerdeki tuz miktarı ise 0. gün $3,66 \pm 0,08$ – $3,93 \pm 0,14$ aralığında bulunmuştur. Tuz miktarının muhafaza süresince biberiye, kekik, adaçayı ve karanfil yağları uygulanan gruplarda ve kontrol grubunda önemli farklılık göstermediği tespit edilmiştir ($p > 0,05$).

Rodriguez vd. (2002), soğuk tütülenmiş salmon balıkların (*Salmo salar*)’da tuz miktarını %4,30-4,75, alabalıklarda %4,11-4,70 olarak bulmuşlardır. Bu sonuçlar ile çalışmamızdaki bulgular uyum içerisindedir.

Kolodziejska vd. (2002), tütüleme sonu filetolarında tuz miktarını %14-22 arasında tespit etmişlerdir. Yanar vd. (2006), %5, %10 ve %15 oranında salamura kullandıktan sonra tütüledikleri tilapia (*Oreochromis niloticus*) balıklarında tütülemeden sonraki tuz miktarını sırasıyla %2,09, %4,17, %6,26 olarak tespit etmişlerdir.

Konuyla ilgili başka bir çalışmada, deniz levreğinin tuz içeriğinde, tuzlama ve dumanlama işlemi sonucunda önemli ($p < 0,05$) oranda artış bulunmuştur (Günlü, 2007). Benzer sonuçların bulunduğu sıcak dumanlanmış uskumruda bu artışın uygulanan tuzlama ve ısıtma işleminden ileri geldiği bildirilmektedir (Goulas ve Kontominas, 2005). Söz konusu araştırmacıların bulgularıyla farklılığın nedeni deneysel örneklerin üretiminde kullanılan farklı orandaki tuz, balık türü ve işleme tekniğinden kaynaklanabilir.

Tuzlama sırasında osmoz – difüzyon olayı ile dokuya tuz geçişi olurken aynı anda dokudan su ayrılması gerçekleşmektedir. Dokuya geçen tuz oranı uygulanan konsantrasyonla doğru orantılı olarak değişmektedir.

Balık etinde bozulmanın en önemli ölçütlerinden biri olan TBA değeri yağ oksidasyonunun bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.

Filetoda $0,64 \pm 0,10$ mg MDA/kg olarak tespit edilen TBA miktarı salamura sonrası önemli değişme göstermemiştir. Ancak tütüleme sonrasında kontrol grubunda $0,83 \pm 0,06$ mg MDA/kg, biberiye yağı uygulanmış grupta $0,72 \pm 0,03$ mg MDA/kg, C grubunda $0,76 \pm 0,05$ mg MDA/kg, adaçayı yağı uygulanmış grupta $0,82 \pm 0,11$ mg MDA/kg ve E grubunda $0,72 \pm 0,09$ mg MDA/kg’a yükselmiştir.

Çalışmamızda tütsüleme sonrası artan TBA değerine benzer şekilde sıcak dumanlama sonrası TBA değerinin uskumruda ikiye, sardalyada üçe katlandığı bildirilmiştir (Vasiliadou vd., 2005).

Goulas ve Kontominas (2005), sıcak dumanlanmış uskumruda, dumanlama sırasındaki yüksek sıcaklığa bağlı olarak balık etinin su kaybetmesi ve atmosferik oksijenin etkisiyle yağların bozulmasının arttığını bildirilmiştir, bu durum bulgularımızla da uyuşmaktadır.

Vasiliadou vd. (2005), Balık yağlarındaki oksidasyonun sadece paketteki oksijen miktarına bağlı olmadığı, var olan mikrobiyal floranın tipiyle de ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Yanar vd., (2006) sıcak dumanlanmış tilapialarda TBA içeriğinin tuz derişimindeki artışla doğru orantılı olarak arttığını bildirmişlerdir.

Yapılan analiz sonuçlarına göre, muhafaza süresine bağlı olarak TBA değerinde istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) artışlar belirlenmiştir. Sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalığı, palamut, som, tirsi, eğrez, dağ alabalığı, uskumru, tilapia, çipura, sardalye ve zargana balıklarında da muhafaza süresine bağlı olarak TBA içeriğindeki değişimler bulgularımızla uyşur niteliktedir (Kaya, 1994; Diler vd., 2002; Kyrana ve Lougovois, 2002; Bilgin, 2003; Taliadourou vd., 2003; Papadopoulos vd., 2003; Ünlüsayın vd., 2003; Grigorakis vd., 2004; Goulas ve Kontominas, 2005; Vasiliadou vd., 2005; Çaklı vd., 2007; Koral vd., 2009).

Fernandez-Lopez vd. (2005), biberiye, limon ve portakal yağlarının köftelerdeki antimikrobiyel ve antioksidan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, kontrol grubunun TBA miktarındaki artışın diğer gruplara göre fazla olduğunu ayrıca bu esansiyel yağların muhafaza süresine önemli etkilerinin ($p<0,05$) bulunduğunu saptamışlardır.

Et ürünlerinin muhafazasında ($+4^{\circ}\text{C}$) mercanköşk ve adaçayı yağlarının TBA değeri bakımından kontrol grubuna göre etkili olduğu belirlenmiştir (Fasseas vd., 2007).

Shahidi vd. (1995), biberiye, karanfil, adaçayı ve kekiğin TBA değeri üzerinde inhibitör etki gösterdiğini vurgulamışlardır.

Serdaroğlu ve Felekoğlu (2005), sardalye balıklarında biberiye yağı ve soğan suyunun lipid oksidasyonu geciktirdiğini, TBA değerlerini biberiye yağı, soğan suyu ve kontrol gruplarında sırasıyla 0,95, 1,02, 1,26 mg MDA/kg olarak belirlediklerini bildirmişlerdir. Yapılan diğer çalışmalarla bu çalışmanın bulguları benzerlik arz etmektedir. TBA miktarının esansiyel yağ ilave edilen grupların kontrol grubuna göre düşük olmasının nedeni, duman bileşeninde bulunan fenolik maddelere esansiyel yağlarda

bulunan fenolik maddelerinde eklenmesi ve bu fenolik maddelerin antioksidatif etki göstermesiyle açıklanabilir.

TBA içeriğinin tüketilebilirlik sınır değeri, 7-8 mg MDA/kg arasındadır (Sinnuber ve Yu, 1958; Varlık vd., 1993). TBA değeri çalışma sonuçlarımıza göre, tüm gruplarda muhafaza süresince tüketilebilirlik sınırlarının altında olduğu tespit edilmiştir. Muhafazanın vakumla paketlenildikten sonra düşük sıcaklıkta yapılması, salamura tuzlama yönteminin kullanılması (Vasiliadou vd., 2005), esansiyel yağların kullanılması ve dumandaki antioksidan bileşiklerin bu sonuçların elde edilmesine yol açtığı pek çok çalışmada bildirilmiştir.

Lipit oksidasyonunun derecesini belirlemede, peroksit değeri ve tiyobarbitürik asit analizinden yararlanılmaktadır. Ancak oksidatif bozulmanın başlangıç aşamasında oluşan hidroperoksitlerin miktarını veren peroksit değeri daha yaygın kullanılmaktadır.

Bu araştırmada PV değeri fileto da $1,17 \pm 0,19$ (milimol O_2 /kg) olarak saptanmıştır. Salamura sonunda grupların PV değeri değişmeyip $1,28 \pm 0,13$ – $1,72 \pm 0,39$ milimol O_2 /kg arasında bulunmuştur. Muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte peroksit değerinde bütün gruplarda artışlar belirlenmiştir ($p < 0,05$). Bu artışın kontrol grubunda diğer gruplara oranla daha fazla olduğu saptanmıştır. Kontrol, kekik ve adaçayı ilave edilen gruplarda 28. günden sonraki farklılık önemli ($p < 0,05$) olarak bulunurken, biberiye ve karanfil ilave edilen gruplarda 42. günden sonraki farklılığın önemli olduğu ($p < 0,05$) gözlemlenmiştir.

Quitral vd. (2009), dilimlenmiş uskumruları biberiye ve mercanköşk yağı ile hazırlanan buz ile muhafaza edip kimyasal değişimlerini incelemişlerdir. Bu araştırma sonucunda biberiye yağı ile hazırlanan buz ile muhafaza edilen balıkların PV değerinin diğer gruplara göre oldukça düşük seviyede kaldığını belirlemişlerdir.

Serdaroğlu ve Felekoğlu (2005), biberiye ilave edilen sardalya kıymasının PV değerini 10,94 milimol O_2 /kg olarak belirlerken, kontrol grubunda aynı günde bu değer 14,24 milimol O_2 /kg olduğunu saptamışlardır.

Shahidi vd. (1995), Kontrol grubunun PV değerinin bütün muhafaza günlerinde karanfil, kekik ve adaçayı ilave edilmiş gruplara göre daha fazla olduğunu bildirmiş ancak bunlar içerisinde de en etkilisinin karanfil olduğunu belirtmişlerdir.

Konuyla ilgili yapılan bir çok çalışma ile (Khalil ve Mansour, 1998; Harpaz vd., 2003; Sarkardei ve Howell, 2008; Vareltzis vd., 1997; Perez-Mateos, vd., 2006) çalışma bulgularımız örtüşmektedir.

Muhafaza süresince Peroksit sayısı gruplar arası değerlendirildiğinde önemli bir farklılık tespit edilememiştir ($p>0,05$).

Wong vd. (1995), biberiye ve adaçayı yağlarının peroksit değeri üzerine etkisinin vitamin E kadar etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Örneklerin serbest yağ asitleri (SYA Oleik asit cinsinden) peroksit ve TBA'da olduğu gibi muhafaza süresince artış göstermiştir (Şekil 3.23). Fileto da $0,63\pm0,07$ olarak belirlenen SYA tütsüleme sonunda $0,66\pm0,10$ - $0,76\pm0,07$ arasında bulunmuştur.

SYA değerini Soyer ve Şahin (1998), Kolyozda 1,64; Özden (1995), sardalya balığında 0,53; Kundakçı (1986) kefal ve lüferde 1,05-2,15 arasında tespit etmiştir. Filetoda bizim bulduğumuz değer ile söz konusu araştırmacıların bulgularının farklı olmasının nedeni tür farklılığından kaynaklanabilir.

Bütün gruplarda muhafaza süresi boyunca SYA miktarında artışlar gözlemlenmiş ve bu artışların istatistiksel olarak önemli olduğu ($p<0,05$) belirlenmiştir. 14. günden sonra kontrol grubu ile deneysel gruplar arasındaki farklılığın önemli ($p<0,05$) olduğu tespit edilmiştir.

SYA artışının kontrol grubunda esansiyel yağ ilaveli gruplara göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Serdaroğlu ve Felekoğlu (2005), sardalya kıymasında biberiye yağı ve soğan suyunun oksidatif etkilerini araştırdıkları çalışmalarında biberiye ilave edilen grubun diğer iki gruba göre daha etkili olduğunu ($p<0,05$) saptamışlardır.

Olley vd. (1969), muhafaza süresi boyunca biberiye yağı ilave edilen grubun SYA artışının daha az olduğunu tespit etmiştir.

Benzer şekilde Frega vd., (1999)'nin yaptıkları araştırma sonuçları da çalışmamızın bulgularını destekler niteliktedir. Uzun süreli muhafaza sırasında enzimatik aktivite nedeniyle yağlarda serbest yağ asitleri (SYA) düzeyi artar. Bu da kalite kaybına neden olur (Koning ve Mol,1992).

Konuyla ilgili olarak Abdel-aal (2001), *Clarias lazera*'dan hazırlanan kıymaya ilave edilen esansiyel yağların (kekik, adaçayı, karanfil) $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de etkisinin olmadığını belirtmiştir.

Hwang ve Regenstein (1996), uskumru kıymasına ilave edilen adaçayı ve biberiyenin -40°C 'de vakum paketlenmiş ürünlerde SYA değeri üzerine etkisinin önemsiz ($p>0,05$) olduğunu saptamışlardır. Bu durum, -18°C 'nin birçok mikroorganizmanın gelişimini durdurucu ve kimyasal reaksiyonları yavaşlatıcı etkisiyle açıklanabilir.

Serbest yağ asitleri (SYA) trigliserit ve fosfolipitlerin lipolizi ile şekillenir. Gıdanın bileşiminde serbest yağ asidi miktarının artması oksidasyonu hızlandıran etmenlerde birisidir. Lipit oksidasyonu da muhafaza ömrünü sınırlandıran en önemli faktörlerden birisidir (Pearson vd., 1983). Yapmış olduğumuz çalışma sonuçlarına göre deneysel grupların kontrol grubuna göre muhafaza süresi üzerinde önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir.

4.3. Duyusal Niteliklerde Meydana Gelen Değişiklikler

Duyusal analiz, herhangi bir gıda ürünü satın alırken kullanılan ilk yöntemdir. Hızlı sonuç verdiğinden gıdaların kalitesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılır. Raf ömrünün belirlenmesinde kimyasal, mikrobiyolojik ve fiziksel analizler duyusal analizlerle ilişkilendirilir. Farklı esansiyel yağlar uygulanarak tütsülenmiş ve vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalığı filetoların raf ömrünün araştırıldığı bu çalışmada, tütsülenmiş kontrol grubu ile B, C, D ve E grubu gökkuşağı alabalığı filetolarında görünüm, gevreklik koku, lezzet, renk, tuzluluk ve genel beğeni düzeyi incelenmiştir.

Su ürünlerinin tazelik seviyesinin belirlemede kullanılan fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler balığın raf ömrünü objektif bir biçimde değerlendirebilse de subjektif olan duyusal analizlerin tüketimde çok daha önemli bir yeri vardır. Çünkü insanlar bir gıdayı tüketmeye karar verirken laboratuvar şartlarında düzenlenen deneylerden ziyade duyusal ön incelemelerden yararlanırlar.

Bu araştırmada tütsülenmiş alabalık filetolarının görünüş bakımından tercih edilen bir ürün olduğu belirlenmiştir. Çalışmada tüm gruptaki alabalık filetoları başlangıçta sıkı ve düzgün bir görünüme sahip iken, zamanla bozulmaya paralel olarak gevşeme ve yumuşama görülmüştür. Araştırmada tüm grupta var olan bu yapısal değişiklik bozulmaya bağlı olarak değişmiştir. Değerlendirmede 5 üzerinden en yüksek puanı 0. günde A (Kontrol) grubu ($4,83 \pm 0,12$) en düşük puanı ise 112. günde karanfil yağı uygulanan E grubu ($1,63 \pm 0,10$)'nun aldığı belirlenmiştir. Ancak E grubu dokusunu en uzun süre muhafaza eden grup olarak saptanmıştır Görünüş puanları dikkate alındığında gruplar arası farklılığın ve muhafaza süresinin önemli olduğu ($p<0,05$) saptanmıştır. Günlü (2007) ve Özyılmaz (2007), tütsülenmiş balığın görünümünün muhafaza süresi ile değiştiğini bildirmişlerdir.

Tütsünün en belirgin etkisi balığın yüzeysel kısmı üzerinde olur. İyi kuruma ise tütsülenmiş filetoya dayanıklılık kazandırır. Buna göre %5'lik salamura tabii tutulmuş ve farklı esansiyel yağlar uygulanarak tütsülenmiş örneklerinin 0. gündeki değerlendirmesinde gevreklik puanlarının $4,10 \pm 0,64$ – $4,70 \pm 0,51$ arasında değiştiği saptanmıştır. Ayrıca muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte bütün gruplarda gevreklik puanlarının düştüğü, ancak gevreklik bakımından gruplar arası farklılığın önemli olmadığı ($p > 0,05$) belirlenmiştir. Yanar vd., (2006), Cardinal vd., (2006) ile Kolsarıcı ve Özkaya (1998) da yaptıkları çalışmalarda gevreklik puanlarının muhafaza süresinin ilerlemesiyle azaldığını bildirmişlerdir.

Tütsülemenin etkisiyle balık dokusunda oluşan bir seri kimyasal reaksiyon sonucunda ürün kendine has bir koku kazanır. Tütsülemeden hemen sonra koku puanları $3,90 \pm 0,67$ – $4,80 \pm 0,41$ arasında belirlenmiştir. Muhafaza süresi boyunca en düşük puan 84. günde B grubunda ($1,90 \pm 0,52$) saptanmıştır. Muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte tüm gruplarda koku puanları azalmıştır. Koku puanlamalarında grupların ve muhafaza süresinin etkisinin önemli olduğu ($p < 0,05$) tespit edilmiştir. Bu çalışmanın bulguları Cardinal vd (2006) ile Özyılmaz (2007)'in bulgularıyla uyum içerisindedir. Bakteri enzim faaliyetleri amonyak, monoetilamin, dimetilamin ve trimetilamin gibi bileşiklerin oluşumu ile sonuçlanarak (Debevere ve Boskou, 1996) balıkta kötü kokuları oluşturur. Bu kokunun oluşumu ürünün bozulma belirtisidir.

Tütsülenmiş ürünlerdeki duman aroması, tüketim alışkanlıklarına göre farklılık göstermektedir. Duman yoğunluğu, dumanlama sıcaklığı, balığın cinsi, kullanılan ağaç türü ve kullanılan tuz miktarına bağlı olarak filetoların lezzeti de değişmektedir. Lezzet testinin ilk gününde C grubu hariç diğer gruplar 5 üzerinden 4 puanın üzerinde puan almıştır. A grubu 56. günde duyusal olarak bozulduğundan değerlendirmeye tabii tutulmamıştır. Panelistler B, D ve E gruplarına uygulanan esansiyel yağların damak tadına hitap ettiğini ve alabalık filetosu için iyi bir kür olduğunu, C grubuna uygulanan esansiyel yağın balıkta değişiklik oluşturarak baharat tadının öne çıktığını ve bunda rahatsız edici olduğunu belirtmişlerdir. Lezzet puanları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde grupların ve muhafaza süresinin etkili olduğu ($p < 0,05$) gözlemlenmiştir. Bu bulgular ile Kolsarıcı ve Özkaya (1998)'nın bulguları örtüşmektedir.

Farklı esansiyel yağlar uygulanarak tütsülenen alabalık örneklerinde yapılan duyusal değerlendirmelerde tuzluluk puanlarının $3,50 \pm 0,12$ – $4,57 \pm 0,12$ arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Bu da genelde lezzet bakımından iyi bir ürün elde edildiğini

göstermektedir. İstatistikî değerlendirmeler sonucunda B grubu hariç diğer gruplarda muhafaza günleri arasındaki farklılığın önemli olmadığı ($p>0,05$) tespit edilmiştir. Bütün gruplardaduyusal bozulmanın görüldüğü günlerde tuzluluk puanları değerlendirilmemiştir. Tuzluluk puanları bakımından Patır ve Duman (2006), ile çalışma sonuçlarının paralellik gösterdiği saptanmıştır. Hassan (1998), %15 ve %24 lük salamura uygulayarak tütsülediği sazanlarda %15 tuz kullanarak yapılan örneklerin daha çok beğenildiğini bildirmektedir. Yanar vd. (2006), %5, %10 ve %15'lik salamura konsantrasyonu uygulayarak tütsülediği tilapia balığında duyusal olarak en fazla % 5 oranındaki grubun beğenildiğini, ancak %15 oranındaki grubunda muhafaza süresini arttırdığını belirtmişlerdir. Bu sonuçlar artan tuz konsantrasyonunun ürünün beğenirliliğini olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Tütsünün etkisi sonucu parlak, koyu kahverengimsi, altın sarısı et rengi, göze hoş görünmekte ve tüketiciye daha cazip gelmektedir. Araştırmada tütsülenen alabalıkların rengi altın sarımsı bir görünüm almış olup puanlamada 0. günde $4,63\pm0,49$ – $5,00\pm0,41$ arasında değerlendirilmiştir. Tablo 3.26 incelendiğinde deneysel grupların kontrol grubuna göre daha yüksek puanlarda olduğu gözlemlenmiştir. Gruplar arası farklılığın renk puanı açısından önemli olduğu ($p<0,05$) saptanmıştır. Ayrıca muhafaza süresinin de yine renk puanları açısından önemli farklılık oluşturduğu da belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu sonuç Kolsarıcı ve Özkaya (2006)'nın bulgularıyla paraleldir. Kontrol (A) grubu ile B, C, D ve E grubunun renk bakımından puan farklılığının esansiyel yağların kullanımıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Dumandaki zerrecikler kullanılan esansiyel yağlarla birleşerek ve yüzeyde birikerek parlak bir görünüm ortaya çıkarmış olabilir.

Genel beğeni bakımından esansiyel yağlar uygulanarak tütsülenen alabalık örneklerinin iyi kalitede olduğu saptanmıştır. Çalışmada en yüksek beğeni puanını E grubu almıştır. Muhafaza süresi arttıkça genel beğeni puanlarında azalma görülmüştür. Şöyle ki en düşük değer A grubunda 56. günde ($3,47\pm0,72$), B grubunda 84. günde ($2,03\pm0,85$), C grubunda 84. günde ($3,20\pm0,41$), D grubunda 98. günde ($2,50\pm0,49$) ve E grubunda 112. günde ($2,50\pm0,64$) tespit edilmiştir.

Muhafazanın 56. gününde, yapılan istatistikî analizde, muhafaza günleri arasında A ve B gruplarında önemli farklılıkların bulunduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Yine muhafazanın 70. gününde ise C, D ve E gruplarında günler arası farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Genel beğeni düzeyine ait puanların genellikle E grubunda yüksek olması, ısıtıl işleminden ziyade, karanfil yağının kullanımından kaynaklanabileceği düşündürmektedir.

5. ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada elde edilen bulgular neticesinde;

- 1.600 ppm oranında uygulanan biberiye, kekik, adaçay ve karanfil yağlarının ürünün mikrobiyolojik nitelikleri üzerine etkisinin olmadığı,
2. 4 °C’de muhafaza edilen tütsülenmiş ve vakum paketlenmiş deneysel örneklerde, lipit oksidasyonunun göstergesi olarak kabul edilen tiyobarbitürik asit sayısı (TBA), peroksit sayısı (PV) ve serbest yağ asidi (SYA) değerleri üzerine uygulanan esansiyel yağların etkisinin önemli olduğu,
3. Uygulanan esansiyel yağların ürünün raf ömrü üzerine olumlu etki gösterdiği, özellikle karanfil yağının bu konuda kayda değer olduğu,
4. Denenen bu esansiyel yağlara ilaveten farklı esansiyel yağların, daha farklı konsantrasyonlarda balık ürünlerine uygulanarak araştırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

6. KAYNAKLAR

- Abdel-aal, A.H.**, 2001. Using antioxidants for extending the shelf life of frozen Nile karmout (*Clarias lazera*) fish mince, *Journal of Aquatic Food Product Technology.*, **10**, (4), 87-99.
- Ahmed, A. M. and Abd El-Rahman, H. A.**, 2002. Effect of ground sage on some microbial characteristics of refrigerated minced beef, *Journal of King Saud University Agricultural Sciences*, **15**, (1), 47-52.
- Akgül, A. ve Ayar, A.**, 1993. Yerli baharatların antioksidan etkileri, *Doğa-TR. Journal of Agriculture and Forestry*, **17**, 1061–1068.
- Aktuğ, S.E. and Karapınar, M.**, 1988. Sensitivity of some common food poisoning bacteria to thyme, mint and bay leaves, *International Journal of Food Microbiology.*, **3**, (6), 349-354.
- Aminullah Bhuiyan, A.K.M., Ratnayake, W.M.N., and Ackman, R.G.**, 1986. Effect of smoking on the proximate composition of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*), *Journal of Food Science*, **51**, (2), 327–329.
- AOAC**, 1990. Official methods of analysis of the association of officinal analytical chemists (15th ed.) Association Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- AOAC**, 2002a. Moisture content. 950.46. Official Methods of Analysis (17th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, Maryland.
- AOAC**, 2002b. Fat content in meat. 960.39. Official Methods of Analysis (17th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. and Idaomar, M.**, 2008. Biological effects of essential oils—a review, *Food and Chemical Toxicology*, **46**, 446–475.
- Beejmohun, V., Fliniaux, O., Grand, E., Lamblin, F., Bensaddek, L., Christen, P., Kovensky, J., Fliniaux, M. and Mesnard, F.** 2007. Microwave-assisted extraction of the main phenolic compounds in flaxseed, *Phytochemical Analysis*, **18**, 275–282.
- Beuchat, L.R.**, 1976. Sensitivity of *Vibrio parahaemolyticus* to spices and organic acids, *Journal Food Science*, **41**, 899-902.
- Bilgin, Ş.**, 2003, Farklı işleme yöntemlerine göre dağ alabalığı (*Salmo trutta magrostigma*)’nın kimyasal yapısındaki değişimler, S.D.Ü. Fen Bilim. Enst., Doktora Tezi, 130s, Isparta.
- Bilgin, Ş., Ertan Ö.O. ve İzci, L.**, 2007. Farklı sıcaklıklarda depolanan sıcak dumanlanmış *Salmo trutta macrostigma*, Dumeril 1858’in kimyasal

kompozisyonundaki değişimlerin incelenmesi, *Journal of Fisheries Sciences*, **1**, (2), 68-80.

- Bilgin, Ş., Ünlüsayın, M., Gülyavuz, H.**, 2001. *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)'un farklı işleme yöntemlerine göre değerlendirilmesi ve kimyasal bileşenlerinin tespiti. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, **25**,(3), 309-312.
- Birkeland, S., Rora, A.M.B., Skara, T., Bjerkend, B.**, 2004. Effect of cold smoking procedures and raw material characteristics on product yield and quality parameters of cold smoked atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) fillets. *Food Research International*, **37**,(3), 273-286.
- Boskou, G., and Debevere, J.**, 2000. Shelf-life extension of cod fillets with an acetate buffer spray prior to packaging under modified atmosphere. *Food additives and Contaminants*, **17**, (1), 17-25.
- Botsoglou, N.A., Fletouris, D.J., Florou-Paneri, P., Christaki, E. and Spais, A.B.**, 2003a. Inhibition of lipid oxidation in long-term frozen stored chicken meat by dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate supplementantion, *Food Research International*, **36**, 207–213.
- Botsoglou, N.A., Grigoropoulou, S.H., Bostoglou, E., Govaris, A. and Papegeorgiou, G.**, 2003b. The effects of dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage, *Meat Science*, **65**, 1193–1200.
- Burt, J.R.**, 1988. The Effects of Drying and Smoking on the Vitamin Content of Fish Smoking and Drying. In: *Fish Smoking and Drying : The Effect of Smoking and Drying on The Nutritional Properties of Fish*, pp53-60, (Burt, J. R., Eds.), Elsevier Applied Fish Science Publishers Ltd., London and New York.
- Cardinal, M., Cornet, J., Serot, T. and Baron, R.**, 2006. Effects of the smoking process on odour characteristics of smoked herring (*Clupea harengus*) and relationships with phenolic compound content, *Food Chemistry*, **96**, 137–146.
- Cardinal, M., Gunnlaugsdottir, H., Bjoernevik, M., Ouisse, A., Vallet, J. L. and Leroi F.**, 2004. Sensory Characteristics of Cold Smoked Atlantic Salmon (*Salmo salar*) from European Market and Relationships with Chemical, Physical and Microbiological Measurements. *Food Research International*, **37**,(2), 181-193.
- Cardinal, M., Knockaert, C., Torrissen, O., Sigurgisladottir, S., Morkore, T., Thmassen, M. and Vallet, J.L.**, 2001. Relation of smoking parameters to the yield, colour and sensory quality of smoked atlantic salmon (*Salmo salar*), *Food Research International*, **34**, (6), 537-550.
- Ceylan, A.** 1983. Tıbbi Bitkiler-II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No: 481, Bornova-İzmir.

- Chaintreau, A.**, 2001. Simultaneous distillation-extraction: birth to maturity-review, *Flavour and Fragrance J*, **16**, 136–148.
- Church, N.**, 1998. MAP fish and crustaceans-sensory enhancement, *Food Science and Technology*, **12**, (2), 73-83.
- Cornu, M., Beaufort, A., Rudelle, S., Laloux, L., Bergis, H. and Miconnet, N.**, 2006. Effect of temperature, water-phase salty and phenolic contents on *Listeria monocytogenes* growth rates on cold-smoked salmon and evaluation of secondary models, *International Journal of Food Microbiology*, **106**; (2), 159–168.
- Cuppet, S.L., Gray, J.I., Booren, A.M., Price, J.F., and Stachiw, M.A.**, 1989. Effect of processing variables on lipid stability in smoked great lakes whitefish, *Journal of Food Science*, **54**, (1), 52–54.
- Çaklı, Ş.**, 2007. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Ege Üniversitesi Yayınları, Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:76, İzmir
- Dadaloğlu, I. and Evrendilek, G.A.**, 2004. Chemical compositions and antibacterial effects of essential oils of Turkish oregano (*Origanum minutiflorum*), Bay laurel (*Laurus nobilis*), Spanish Lavender (*Lavandula stoechas L.*) and Fennel (*Foeniculum vulgare*) on common foodborne pathogens, *Jornal of Agriculture Food Chemistry*, **52**, 8255-8260.
- Davidson, P.M., Post, L.S., Branen, A.L. and Mccurdy, A.R.**, 1983. Naturally occurring and miscellaneous food antimicrobials, *In Antimicrobials in Food*, pp.371-419, (A.L. Branen and P.M. Davison, eds.), Marcel Dekker, New York.
- Deans, S.G. and G. Ritchie**, 1987. Antibacterial properties of plant essential oils. *International Journal of Food Microbiology*, **5**: 165–180.
- Debevere, J. and Boskou, G.**, 1996. Effect of modified atmosphere packaging technology, A review, *Journal of food Protection*, **54**, (1), 58-60.
- Deng, J., Toledo, R.T. and Lillard, D.**, 1974. Effect of smoking temperatures on acceptability and storage stability of smoked Spanish mackerel, *Journal of Food Science*, **39**, 596-601.
- Diler, A., Işıklı, B.I., Güner, A. ve Doğruer, Y.**, 2002. Sıcak dumanlamanın eğrez balığının (*Vimba vimba tenella*) kalitesine etkisi. *Selçuk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, **18**, (3), 71-77.
- Dillon, R., Patel, T.R. and Martin, A.M.**, 1994. Microbiological control for fish smoking operations, In: *The Stability and Shelf-life of Food*, pp 145-169, A.M. Martin (eds), Woodhead Publishing Limited, London.
- Doe, P.E.**, 1998. Fish Drying and Smoking: Production and Quality, Technomic Publishing Co. Inc., Lancaster, Pennsylvania.

- 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.
- Dönmez, M. Ve Tatar, O., 2001.** Fileto ve bütün olarak dondurulmuş gökkuşığı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.) muhafazası süresince yağ asitleri bileşimindeki değişimlerin araştırılması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **18**, (1-2), 125-134.
- Duman, M. ve Şen, D., 2003.** Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W.)'nın Kimyasal Bileşimi ve Et Verimindeki Değişimlerin Mevsimsel Olarak İncelenmesi, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **15**, (4), 635- 644.
- Duman, M., 1995.** Cip balık üretim ve yetiştirme tesisinde yetiştirilen gökkuşığı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.) kimyasal kalitesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 42s.
- El-Khateib,T., Ahmed,S.H. and Makboul,M.A., 1989.** Trials for increasing keeping
- Ertaş, A.H., 2000.** Tütsülemenin Et Ürünlerindeki Etkileri, *Gıda*, **25**,(2), 107–111.
- Espe, M., Nortvedt, R., Lie, Q and Hafsteinsson, H., 2001.** Atlantik Salmon (*Salmo salar*, L) as Raw Material for The Smoking Industry. I: Effect of Different Salting Methods on The Oxidation of Lipids. *Food Chemistry*, **75**,(4), 411- 416.
- Espe, M., Nortvedt, R., Lie, Q. and Hafsteinsson, H., 2002.** Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) as raw material for the smoking industry. II: effect of different smoking methods on losses of nutrients and on the oxidation of lipids, *Food Chemistry*, **77**, 41–46.
- Essuman, K.M., 1992.** Fermented Fish in Africa. *Food and Agriculture Organization Fisheries Technical Paper*, 329, Rome.
- Fakhari, A.R., Salehi, P., Heydari, R., Ebrahimi, S.N. and Haddad, P.R., 2005.** Hydrodistillation-headspace solvent microextraction, a new method for analysis of the essential oil components of *Lavandula angustifolia* Mill., *Journal of Chromatography A.*, **1098**, 14-18.
- FAO, 1982.** Smoked white fish recommended practice for producers, Torry Advisory Note, No:9,
- Farag, R.S., Daw, Z.Y., Hewedi, F.M. and EL-Baroty, G.S.A., 1989.** Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils, *Journal of Food Protection.*, **52**, (9), 665-667.
- Fasseas, M.K., Mountzouris, K.C., Tarantilis, P.A., Polissiou, M. and Zervas, G., 2007.** Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils, *Food Chemistry*, **106**, (3), 1188-1194.

- Frankel, E.N., Huang S., Aeschbach, R. and Prior, E.,**1996. Antioxidant activity of a rosemary extract and its constituents, carnosic acid, carnosol, and rosmarinic acid, in bulk oil and oil-in-water emulsion, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **44**, 131–135.
- Frega, N., Mozzon, M. and Lercker, G.,** 1999. Effects of free fatty acids on oxidative stability of vegetable oil, *Journal of the American Oil Chemists Society*, **76**, (3), 325–329.
- Frenandez-Lopez, J., Zhi, N., Aleson-Carbonell, L., Perez-Alvarez, J.A. and Kuri, V.,** 2005. Antioksidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs, *Meat Science*, **69**, 371-380.
- Garthwaite, G.A.,** 1992. Chilling and freezing of fish. In: *Fish Processing Technology*, pp. 89-112, Hall, G.M. (Ed.), Balckie Academic and Professional, An Imprint of Chapman and Hall, London.
- Göğüş , A.K. ve Kolsarıcı, N.,** 1992. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fak. Yayınları No:1243, Ankara.
- Gökalp H.Y, Kaya M ve Zorba Ö.,** 2002. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 320, Erzurum.
- Gökoğlu, N.,** 2002. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Göktaş, D.,** 1990. Vakum paketlenmiş et, *Gıdaların Mikrobiyal Ekolojisi*, 32-35, Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 21, Bornova-İzmir.
- Gonzalez-Rodriguez, M.N., Sanz, J.J., Santos, J.A., Otero, A. and Garcia-Lopez., M.L.,** 2002. Numbers and types microorganisms in vacuum-packed cold-smoked freshwater fish at the retail level, *International Journal of Food Microbiology*, **77**, 161-168.
- Goulas, A.E. and Kontominas., M.G.,** 2005. Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber Japonicus*): biochemical and sensory attributes, *Food Chemistry*, **93**, 511–520.
- Gram, L.,** 1991. Inhibition of mesophilic spoilage *Aeromonas* spp. on fish by salt, potassium sorbate, liquid smoked and chilling, *Journal of Food Protection*, **54**, 436-442.
- Grigorakis, K., Alexis, M., Gialamas, I., Nikolopoulou, D.,** 2004. Sensory, microbiological, and chemical spoilage of cultured common sea bass, (*Dicentrarchus labrax*) stored in Ice: a seasonal differentiation, *European Food Research and Technology*, **219**, (6), 584-587.
- Guillen, M.D. and Errecalde, M.D.,** 2002. Volatile components of black and smoked bream (*Brama raii*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) studied by means

of solid phase microextraction and gas chromatography / mass spectrometry, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **82**, 945–952.

- Gülçin, İ., Oğuz, M.T., Oktay, M., Beydemir, Ş. and Küfrevioğlu, Ö.İ.**, 2004. Evaluation of the antioxidant activities of clary sage (*Salvia sclarea* L.). *Doğate TR. Journal of Agriculture and Forestry*, **28**, 25–33.
- Gülyavuz, H. ve Ünlüsayın, M.**, 1999. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Şahin Matbaası, Ankara.
- Günlü, A.**, 2007. Yetiştiriciliği yapılan deniz levreğinin (*Dicentrarchus labrax* L. 1758) dumanlama sonrası bazı besin bileşenlerindeki değişimler ve raf ömrünün belirlenmesi, *Doktora Tezi* S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Gürel İnanlı, A. ve Patır, B.**, 2004. Tuzlanmış ve potasyum sorbat uygulanmış alabalık (*Oncorhynchus mykiss* W.) filetolarının raf ömrü ile sorbat kalıntılarının incelenmesi, *Selçuk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, **17**, (2), 23-30.
- Halkman, A.K.**, 2005. Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, Başak Matbaacılık, Ankara.
- Hall, M.G.**, 1999. Fish Processing Technology, Published in Nort America by VCH Publishers, Inc., New York.
- Harpaz, S., Glatman, L., Drabkin, V. and Gelman, A.**, 2003. Effects of herbal essential oils used to extend the shelf life of freshwater-reared Asian sea bass fish (*Lates calcarifer*), *Journal of Food Protection*, **66**, 410–417.
- Harrigan, W.F.**, 1998. Laboratory Methods in Food Microbiology, 3rd Ed. Academic Pres., London.
- Hassan, İ.M.**, 1988. Processing of smoked common carp fish and its relation to some chemical physical and organoleptic properties. *Food Chemistry*, **27**, 95-106.
- Hilderbrand, K.S.**, 2001. Fish Smoking Procedures for Forced Convection Smokehouses. Oregon State University Extension Service, California.
- Horner, W.F.M.**, 1997. Preservation of Fish by Curing (Drying, Salting and Smoking), In: *Fish Processing Technology*, pp 32-73, (Hall, G.M.,-eds.), Blackie Academic and Professional, an Imprint of Chapman & Hall, London.
- Huss**, 1995. Quality and Quality Changes in Fresh Fish. *FAO Fisheries Technical Paper* 348, Rome.
- Hwang, K.T. and Regenstien, J.M.**, 1996. Lipid hydrolysis and oxidation of mackerel mince, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, **5**, (3), 17-27.
- İnal, T.**, 1988. Besin Hijyeni, İ.Ü. Veteriner Fakültesi Gümüş Basımevi, İstanbul.

- İzci, L. ve Ertan, Ö.O.,** 2004. Changes in Meat Yield and Food Component of Smoked Tench (*Tinca tinca* L., 1758). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. **28**, (6), 1037-1041.
- Jittinandana, S., Kenney, P.B., Slider, S.D., and Kiser, R.A.,** 2002. Effect of brine concentration and brine time on quality of smoked rainbow trout fillets, *Journal of Food Science*, **67**, 2095–2099.
- Kabara, J.J.,** 1991. Phenols and chelators, *In Food Preservatives*, pp. 200-214, (eds) Russell, N.J. and Gould, G.W., London.
- Karaman, S., Digrak, M., Ravid, U. and İlçim, A.,** 2001. Antibacterial and antifungal activity of the essential oils of *Thymus revolutus* Celak from Turkey, *Journal of Ethnopharmacology*, **76**, 183-186.
- Kaufmann, B. and Christen, P.,** 2002. Recent extraction techniques for natural products, microwave-assisted extraction and pressurised solvent extraction, *Phytochemical Analysis*, **13**, 105-113.
- Kaufmann, B., Rudaz, S., Cherkaoui, S., Veuthey, J.L. and Chisten, P.,** 2007. Influence of plant matrix on microwave-assisted extraction process, the case of diosgenin extracted from fenugreek, *Phytochemical Analysis*, **18**, 70-76.
- Kaya, Y., Turan, H, Erkoyuncu, İ. ve Sönmez, G.,** 2006. Sıcak dumanlanmış palamut (*Sarda sarda* Bloch, 1793) balığının buzdolabı koşullarında muhafazası, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **23**, (1/3), 457-460.
- Khalil, A. and Mansour, E.,** 1998. Control of lipid oxidation in cooked and uncooked refrigerated carp fillets by antioxidant and packaging combinations, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **46**, 1158–1162.
- Kılıç, A.,** 2008. Uçucu yağ elde etme yöntemleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, **10**, (13), 37-45.
- Kim, K.I., Kayes, T.B. and Amundson, C.H.,** 1987. Effect of dietary tryptophane levels on growth, feed/gain, carcass composition and liver glutamate dehydrogenase activity in rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *Comparative Biochemistry and Physiology*, **88**, (3), 737-741.
- Kırıcı, S. ve İnan, M.,** 2002. Effect of different harvesting time on the essential oil content of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) in the Çukurova conditions, *In Proceedings of the Workshop on Agricultural and Quality Aspects of Medicinal and Aromatic Plants*, Adana, May 29- June 01-2001.
- Kjallstrand, J. and Petersson, G.,** 2001. Phenolic antioxidants in wood smoke, *Science of the Total Environment*, **277**, 69–75.
- Kolodziejaska, I., Niecikowska, C., Januszewska, E. and Sikorski, Z.E.,** 2002. The microbial and sensory quality of mackerel hot smoked in mild conditions, *Lebensm-Wiss.U.Tech.*, **35**, 87-92.

- Kolsarıcı, N. ve Candoğan, K.,** 1997. Yoğun tuz kürü uygulanmış hamsi (*Engraulis engrasicholus*) balıklarında kimyasal değişimler, *Akdeniz Balıkçılık Kongresi*, İzmir, 9-11 Nisan, s. 199-207.
- Kolsarıcı, N. ve Özkaya, Ö.,** 1998. Gökkusağı alabalığı (*Salmo gairdneri*)'nin raf ömrü üzerine tütsüleme yöntemleri ve depolama sıcaklığının etkisi, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, **22**, 273-284.
- Koning A.J. and Mol T.,** 1992. Quantitative quality tests for frozen fish. Dimethylamine content as a quality criterion for frozen South African hake (*Merluccius capensis* and *Merluccius paradoxus*) fillets and mince stored at -5°C, -18°C and -40°C. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **59**, 135-137.
- Köprücü, K. ve Özdemir, Y.,** 2000. Farklı esansiyel amino asit düzeylerinin gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W.)'nin büyüme performansına etkisi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **12**, (1), 353-362.
- Koral, S., Köse, S. and Tufan, B.,** 2009. Investigating the quality changes of raw and hot smoked garfish (*Belone belone euxini*, Günther, 1866) at ambient and refrigerated temperatures, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **9**, 53-58.
- Kostaki, M., Giatrakou, V., Savvaidis, I.N. and Kontominas, M.G.,** 2009. Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets, *Food Microbiology*, **26**, 475-482.
- Kulisc, T., Radonic, A., Katalinic, V and Milos, M.,** 2004. Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil, *Food Chemistry*, **85**, 633-640.
- Kundakçı, A.** 1979, Et teknolojisinde tütsüleme, *Gıda*, **4**, (1), 17-24.
- Kurtcan, Ü. ve Gönül, M.,** 1987. Gıdaların duyuşal değerdendirilmesinde puanlama metodu, *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri B, Gıda Mühendisliği*, **5**, 137-146.
- Kyranas, V.R., and Lougovois, V.P.,** 2001. Sensory, chemical and microbiological assesment of farm-raised european sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in melting ice. *International Journal of food Science and Technology*, **37**, 319-328.
- Lean, L.P. and Suhaila, M.,** 1999. Antioxidative and antimycotic effect of turmeric, lemon-grass, betel leaves, clove, black papper leaves and *Garcinia Atriviridis* on butter cakes, **79**, (13), 1817-1822.
- Lee, K.G. and Shibamoto, T.,** 2001. Antioxidant property of aroma extract isolated from clove buds (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. et Perry), *Food Chemistry*, **74**, 443-448.

- Leroi, F., Joffraud, J.J., Chevalier, F., Cardinal, M.,** 1998. Study of The Microbial Ecology of Cold-Smoked Salmon During Storage at 8 °C. *International Journal of Food Microbiology*, **39**, (1), 111-121.
- Linskens, H.F. and Jackson, J.F,** 1991. Essential Oils and Waxes, Springer-Verlag, London and New York.
- Lopez-Bote, C.J., Gray, J.I., Gomaa, E.A. and Flegal, C.J.,** 1998. Effect of dietary administration of oil extracts from rosemary and sage on lipid oxidation in broiler meat, *British Poultry Science*, **39**, 235-240.
- Lu, Y. and Foo, L.Y.,** 2001. Antioxidant activities of polyphenols from sage (*Salvia officinalis*), *Food Chemistry*, **75**, 197–202.
- Mahmoud, B.S.M., Yamazaki, K., Miyashita, K. and Kawai, Y.,** 2006. Preservative effect of combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds on carp fillets during convectional air-drying, *International Journal of Food Microbiology*, **106**, 331-337.
- Mahmoud, B.S.M., Yamazaki, K., Miyashita, K., Shin, I.S., Dong-Suk, C. and Suzuki, T.,** 2004. Bacterial microflora of carp (*Cyprinus carpio*) and its shelf-life extension by essential oil compounds, *Food Chemistry*, **21**, 656-662.
- Masniyom, P., Benjakul, S. and Visessanguan, W.,** 2002. Shelf-life extension of refrigerated sea bass slices under modified atmosphere packaging, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **82**, 873–880.
- Mendelson, J.M.,** 1974. Rapid techniques for salt-curing fish. *Journal of Food Science*, **39**, 125-127.
- Metin, S., Erkan, N. ve Akkuş, Ö.,** 2001. Su Ürünlerinde Dumanlama Teknolojisi, *Dünya Gıda Dergisi*, **6**, (7), 68–71.
- Monfort, M.C.,** 1999. Increasing the market for smoked salmon, *Seafood International*, 33–37.
- Motohiro, T.,** 1988. Effect of Smoking and Drying on The Nutritive Value of Fish: A Review of Japanese Studies, In: *Fish Smoking and Drying*, pp.91-120, (Burt, J.R.,-eds), Elsevier Applied Science Publishers CTD, London and New York.
- Moyler, D.A.,** 1993. Extraction of essential oils with carbon dioxide, *Flavour and Fragrance J.*, **8**, 235-247.
- Nerantzaki, A., Tsiotsias, A., Paleologos, E.K., Savvaidis, I.N., Bezirtzoglou, E. and Kontominas, M.G.,** 2005. Effects of ozonation on microbial, chemical and sensory attributes of vacuum-packed rainbow trout stored at 4 ± 0.5°C, *European Food Research Technology*, **221**, 675-683.

- Oğuzhan, P. ve Angis, S.,** 2008. Su ürünlerinin paketlenmesi, *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, Erzurum, 21-23 Mayıs.
- Olley, J., Farmer, J. and Stephen, E.,** 1969. The rate of phospholipid hydrolysis in frozen fish, *J., Food Tech.*, **4**, (1), 27-37.
- Ordenez, J.A., Lopez-Galvez, D.E., Fernandez, M., Hierro, H. and Hoz, L.,** 2000. Microbial and physicochemical modifications of hake (*Merluccius merluccius*) steaks stored under carbon dioxide enriched atmospheres, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **80**, 1831–1840.
- Oxoid.,** 1982. The Oxoid Manual. 50th Ed., Published by Oxoid Limited, Hampshire.
- Önenç, S.S ve Açıkgoz, Z.,** 2005. Aromatik bitkilerin hayvansal ürünlerde antioksidan etkileri, *Hayvansal Üretim*, **46**, (1), 50-55
- Özden, Ö.,** 1995. Sardalya Balığının (*Sardina pilchardus* W. 1972) Soğukta Depolanması Sırasında Yağında Oluşan Bozulmaların Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi* İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, , İstanbul.
- Özpolat, E. ve Patır, B.,** 2008. Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W.1792) yumurtasından havyar yapımı ve bazı kimyasal parametreler üzerine araştırmalar. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi.1. Ulusal Alabalık Sempozyumu İşleme Teknolojileri ve Hastalık Makaleleri, Özel Sayı 5, (1-2)*, 50-57s.
- Özyılmaz, A.,** 2007. Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1972) filetolarında kekik eterik yağı kullanımının raf ömrü üzerine etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Papadopoulos, V., Chouliara, I., Badeka, A., Savvaidis, I.N., Kontominas, M.G.,** 2003. Effect of gutting on microbiological, chemical, and sensory properties of aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice. *Food Microbiology*, **20**, 411–420.
- Patır, B. ve Duman, M.,** 2006. Tütsülenmiş aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L.) filetolarının muhafazası sırasında oluşan fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerin belirlenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **18**, (2), 189-195.
- Pearson, A.M., Gray, J.J., Wolzak, A.M. and Horenstein, N.A.,** 1983. Safety implications of oxidized lipids in muscle foods, *Food Technology*, **37**, 121-129.
- Perez-Mateos, M., Lanier, T.C. and Boyd, L.C.,** 2006. Effects of rosemary and green tea extracts on frozen surimi gels fortified with omega-3 fatty acids, *Journal Science Food Agriculture*, **86**, 558–567.
- Pizzale, L., Bortolomeazzi, R., Vichi, S., Überegger, E. and Conte, L.S.,** 2002. Antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* and *S. fruticosa*) oregano (*Origanum onites* and *O. onites*) extracts related to their phenolic

- compound content, *Journal of the Science of Food and Agriculture.*, **82**, 1645-1651.
- Pournis, N., Papavergou, A., Badeka, A., Kontominas, M.G. and Savvaidis, I.N.**, 2005. Shelf-life extension of refrigerated Mediterranean mullet (*Mullus surmuletus*) using modified atmosphere packaging, *Journal of Food Protection*, **68**, 2201–2207.
- Quitral, V., Donoso, M.L., Ortiz, J., Herrera, M.V., Araya, H. and Aubourg, S.P.**, 2009. Chemical changes during the chilled storage of Chilean jack mackerel (*Trachurus murphyi*): effect of a plant-extract icing system, *Food Science and Technology*, **42**, 1450–1454.
- Rasooli, I., and Owlia, P.**, 2005. Chemoprevention by thyme oils of *Aspergillus paraciticus* growth and aflatoxin production. *Phytochemistry*, **66**, 2851-2856.
- Rice-Avans, C.A., Miller, N.J., Bolwell, P.G., Bramley, P.M. and Pridham, J.B.**, 1995. The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenol flavonoids. *Free Radical Research*, **22**, (4), 375-383.
- Richheimer, S.L., Bernart, M.W., King, G.A., Kent, M.C. and Bailey, D.T.**, 1996. Antioxidant activity of lipid-soluble phenolic diterpenes from rosemary. *Journal AOCS*, **73**, 507-514.
- Riznar, K., Celan, S., Knez, Z., Skerget, M., Bauman, D. and Glaser, R.**, 2006. Antioxidant and antimicrobial activity of rosemary extract in chicken frankfurters. *Journal of Food Science*, **71**, (7), 425–429.
- Rodriguez, M.N.G., Sanz, J.J., Santos, J.A., Otero, A. and Lopez, M.L.G.**, 2002. Numbers and types of microbiorganisms in vacuum- paced cold- somked freshwater fish at the retail level, *International Journal of Food Microbiol.*, **77**, 161-168.
- Rorvik, L., Yndestad, M., and Skjerve, E.**, 1991. Growth of *Listeria monocytogenes* in vacuum-packed, smoked salmon, during storage at 4 °C, *International Journal of Food Microbiology*, **14**, 111–118.
- Ruiz-Capillas, C. and Moral, A.**, 2001. Residual effect of CO₂ on hake (*Merluccius merluccius* L.) stored in modified and controlled atmospheres, *European Food Research and Technology*, **212**, 413–420.
- Santos, E.E.M. and Regenstien, J.M.**, 1990. Effects of vacuum packaging, glazing, and erythorbic acid on the shelf-life of frozen white hake and mackerel, *Journal of Food Science*, **55**, 64-70.
- Sarkardei, S. and Howell, N.**, 2008. Effect of natural antioxidants on stored freeze-dried food product formulated using horse mackerel (*Trachurus trachurus*), *International Journal of Food Science and Technology*, **43**, 309–315.
- SAS .**, 1999. Version 6.1. SAS Institute, Cary, North Caroline, USA.

- Schmitz, S., Weidenboerner, M. and Kunz, B.,** 1993. Herbs and spices as selective inhibitors of mould growth, *Chemie Mikrobiologie Technologie der Lebensmittel.*, **15**, (5-6), 175-177.
- Schulze, K.,** 1985. Untersuchungen zur mikrobiologie, haltbarkeit und zusammensetzung von raucherforellen aus einer aquakultur, *Archiv für Lebensmittelhygiene*, **36**, 81-85.
- Selmi, S. and Sadoki, S.,** 2008. The effect of natural antioxidant (*Thymus vulgaris* Linnaeus) on flesh quality of tuna (*Thunnus thynnus* (Linnaeus)) during chilled storage *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, **3**, (1), 36-45.
- Serdaroğlu, M. ve Felekoğlu, E.,** 2005. Effect of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine (*Sardina pilchardus*) mince, *Journal of Food Quality* **28**, 109-120.
- Shahidi, F., Pegg, R.B. and Saleemi Z.O.,** 1995. Stabilization of meat lipids with ground spices, *Journal of Food Lipids*, **2**, 145–153.
- Sherwin, E. R.,** 1990. Food Additives. Ed. by L. Branen, pp. 139–193. Marcel Dekker, New York.
- Sikorski, Z.E.,** 1990. Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- Singhal, R. S., Kulkarni P. R. and Rege, D. V.,** 2001. University of Mumbai Handbook of Herbs and Spices, Volume 1, (K. V. Peter (ed.)), Woodhead Publishing Limited. England.
- Sinnuber, R.O., and Yu, T.C.,** 1958. 2-Thiobarbituric acid method for the measurement of rancidity in fishery products, II. The quantitative determination of malonaldehyde. *Food Technology*, **1**, 9-12.
- Sivropoulou, A., Nikolaou, C., Papanikolaou, E., Kokkini, S., Lamas, T. and Arsenakis, M.,** 1997. Antimicrobial, cytotoxic and antiviral activities of *Salvia fruticosa* essential oil, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **45**, 3197-3201.
- Smith, J.P., Ramaswamy, H.S, Simpson, B.K.,** 1990. Developments in food packaging technology. Part I: processing/cooking considerations, *Trends in Food Science and Technology*, **1**, 107–110.
- Soyer, A. ve Şahin, M.E.,** 1999. Dondurulmuş kolyoz (*Scomber japonicus*) balıklarındaki lipid oksidasyonuna glazelemenin ve depolama süresinin etkisi, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, **23**, 575–584.
- Stamatis, N. and Arkoudelos, J.,** 2007. Quality assessment of *Scomber colias japonicus* under modified atmosphere and vacuum packaging, *Food Control*, **18**, 292–300.

- Steiner, M., Asiedu, D. and Andnjaa, L.R.,** 1991b. Effects of local processing methods (cooking, frying and smoking) on three fish species from Ghana. Part II. amino acids and protein quality. *Food Chemistry*, **41**, 227-236.
- Steiner, M., Julsham, K. and Lie, O.,** 1991a. Effects of local processing methods (cooking, frying and smoking) on three fish species from Ghana. Part I. prox. composition fatty acids, mineral trace elements and vitamins, *Food Chemistry*, **40**, 309-321.
- Stolyhwo, A. and Sikorski, Z.E.,** 2005. Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish a critical review, *Food Chemistry*, **91**, 303–311.
- Sunen, E.,** 1998. Minimum inhibitory concentration of smoke wood extracts against spoilage and pathogenic microorganisms associated with foods, *Letters in Applied Microbiology*, **27**, 45–48.
- Taliadourou, D., Papadopoulos, V., Domvridou, E., Savvaidis, I.N., Kontominas, M.G.,** 2003. Microbiological, chemical and sensory changes of whole and filleted mediterranean aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in Ice. *Journal of Science Food and Agriculture*, **83**, (13), 1373-1379.
- Ting, W.T.E. and Deibel, K.E.,** 1992. Sensitivity of *Listeria monocytogenes* to spices at two temperatures, *Journal of Food Safety*, **12**, (2), 129-137.
- Tironi, V. A., Tomás, M.C. and Anon, M.C.,** 2010. Quality loss during the frozen storage of sea salmon (*Pseudoperca semifasciata*), effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract, *Food Science and Technology*, **43**, (2), 263-272.
- TSE,** 1994. Dumanlanmış (Füme) Gökkuşığı Alabalık Standardı, *Türk Standartları Enstitüsü*, 11324, Ankara
- Tsimidou, M., Papavergou, E. and Boskou, D.,** 1995. Evaluation of oregano antioxidant activity in mackerel oil, *Food Research International*, **28**, 431–433.
- Turan, H. ve Erkoyuncu, İ.,** 1997. Farklı tuzlama yöntemlerinin değişik balıklarda kalite ve saklama süresine etkileri. Akdeniz Balıkçılık Kongresi 191-197. İzmir.
- Ünlüsayın, M., Ateş, Ş. ve Gülyavuz, H.,** 2001. Dumanlanmış yılan balıklarının (*Anguilla anguilla* L., 1766) yağlarında fiziksel kimyasal değişimler, *Akdeniz Balıkçılık Kongresi*, İzmir, 9-11 Nisan, s. 209-214.
- URL-1,** 2010. http://www.kkgm.gov.tr/birim/su_urn/icsu1/gokkusagi_alabaligi.html
- URL-2,** 2010. www.tuik.gov.tr
- URL-3,** 2009. <http://www.gidabilimi.com/forum/24-su-urunleri/2536-tutsuleme-teknolojisi>
- URL-4,** 1996. Fish smoked at home. [http:// www.ohioseagrant.osu.edu/_documents/](http://www.ohioseagrant.osu.edu/_documents/)

- URL-5**, 2010. <http://www.okyanusbilgiambari.com/tgm/Yonet/YKodeksTurkGidaKodeksiYonetmelig.pdf>
- URL-6**, 2008. Smoking fish. <http://seafood.ucdavis.edu/Pubs/smoking.htm> 2008
- URL -7**,2008.<http://www.aof.anadolu.edu.tr/kitap/IOLTP/2280/unite18.pdf>
- URL-8**, 2009. <http://www.biberiye.com/tanim.htm>
- URL-9**,2009. <http://www.bitkisel-tedavi.com/kekik.htm>
- URL-10**, 2010. http://tr.wikipedia.org/wiki/Ada_%C3%A7ay%C4%B1
- URL-11**,2009. <http://www.greenilac.com/pdf/kekik.pdf>
- URL-12**, 2009. Vacuum packaging techniques with or without modified atmosphere
- Vareltzis, K., Koufidis, D., Gavriilidou, E., Papavergou, E. and Vasiliadou, S.**, 1997. Effectiveness of a natural rosemary (*Rosemarinus officinalis*) extract on the stability of filleted and minced fish during frozen storage, *Z. Lebensm Unters Forsch A*, **205**, 93-96.
- Varlet, V., Prost, C. and Serot, T.**, 2007. Volatile aldehydes in smoked fish: Analysis methods, occurrence and mechanisms of formation, *Food Chemistry*, **105**,1536–1556.
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S. ve Baygar, T.**, 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4465, Su Ürünleri Fakültesi No: 7, İstanbul.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N ve Gün, H.**, 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 17*, İstanbul.
- Vas, G. and Vekey, K.**, 2004. Solid-phase microextraction: a powerful sample preparation tool prior to mass spectrometric analysis, *Journal of Mass Spectrometry*, **39**, 233-254.
- Vasiliadou, S., Ambrosiadis, I., Vareltzis, K., Fletouris, D., Gavriilidou, I.**, 2005. Effect of Smoking on Quality Parameters of Farmed Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata* L.) and Sensory Attributes of the Smoked Product. *European Food Research and Technology*, 2217, 232-236.
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernandez-Lopez, J. and Perez-Alvarez, J.A.**, 2008. Antibacterial activity of different essential oils obtained from spices widely used in Mediterranean diet. *International Journal of Food Science and Technology*, **43**, 526–531

- Wong, J.W., Hashimoto, K. and Shibamoto, T.,** 1995. Antioxidant activities of rosemary and sage extracts and vitamin E in a model system, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **43**, 2707-2712.
- Yamaguchi, N.,** 1990. Vacuum packaging, *Food Packaging*, 279-292, In: Kadoya, T. (ed.), Academic Press, London.
- Yanar, Y., Çelik, M. ve 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.
- Yanishlieva, N.V. and Marinova, E.M.,** 2001. Stabilisation of edible oils with natural antioxidants, *Journal Lipid Science Technology*., **103**, 752-767.
- Yanishlieva, N.V., Marinova, E. and Pokorny J.,** 2006. Natural antioxidants from herbs and spices European, *Journal Lipid Science Technology*., **108**, 776–793.
- Yetim, H.,** 2002. Gıda Analizleri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, No:227. Erzurum.
- Zaika, L.L.,** 1988. Spices and herbs, Their antimicrobial activity and its determination, *Journal of Food Safety*, **9**, 97-117.
- Zaika, L.L., Kissinger, J.C. and Wasserman, A.E.,** 2006. Inhibition of lactic acid bacteria by herbs, *Journal of Food Science*, **48**, 1455-1459.
- Zhi, H. and Nakano, H.,** 1996. Antibacterial activity of spice extract against food related bacteria, *Journal of the Faculty of Applied Biological Science*, **35**, (2), 181-190.

ÖZGEÇMİŞ

Elazığ'da 1978 yılında doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Elazığ'da tamamladım. Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi'ni 1997 yılında kazandım ve 2001 yılında mezun oldum. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı'nda Eylül 2001 ile Eylül 2004 tarihleri arasında yüksek lisans yaptım. Eylül 2004 tarihinde ise aynı anabilim dalında doktora öğrenimime başladım. 2002 yılı Ekim ayında Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı'na Araştırma Görevlisi olarak atandım. Halen aynı anabilim dalında Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım. Evliyim.

Özlem EMİR ÇOBAN