



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

**GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1972)
FİLETOLARINDA KEKİK ETERİK YAĞI KULLANIMININ RAF ÖMRÜ
ÜZERİNE ETKİSİ**

AYŞE ÖZYILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Antakya/HATAY
AĞUSTOS-2007**

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1972) FİLETOLARINDA
KEKİK ETERİK YAĞI KULLANIMININ RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ

AYŞE ÖZYILMAZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Yrd. Doç. Dr. Abdullah ÖKSÜZ danışmanlığında hazırlanan bu tez 07/08/2007 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr. Abdullah ÖKSÜZ Doç.Dr. Gülsün AKDEMİR EVRENDİLEK Yrd. Doç. Dr. Funda TURAN
Başkan Üye Üye

Bu tez Enstitümüz Su Ürünleri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Necat AĞCA
Enstitü Müdürü

Bu çalışma M.K.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca desteklenmiştir.

Proje No: 06 M 1402

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal.....	14
3.2. Yöntem.....	14
3.2.1. Balık Filetolarına Kekik Yağının Uygulanması.....	14
3.2.2. Kekik Uçucu Yağının GC-MS ile Tayini.....	15
3.2.3. Alabalık Etinde Nem Tayini.....	15
3.2.4. Kül Tayini.....	16
3.2.5. Ham Yağ Tayini.....	17
3.2.6. Ham Protein Tayini.....	17
3.2.7. pH Tayini.....	18
3.2.8. TVB-N Tayini (Toplam Uçucu Bazik Azot).....	19
3.2.9. Mikrobiyolojik Analizler.....	19
3.2.9.1. Toplam Maya ve Küf Sayımı.....	19
3.2.9.2. Toplam Koliform Bakteri Sayımı.....	20
3.2.9.3. Toplam Aerobik Bakteri Sayımı.....	20
3.3. Duyusal Analizler.....	20
3.4. İstatistiksel Analizler.....	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	23
4.1. Kimyasal Analizler Bulguları.....	23
4.1.1. Kekik Uçucu Yağında Bulunan Bileşikler.....	23
4.1.2. Gökkuşığı Alabalığının (<i>O. mykiss</i>) Besin Bileşenleri.....	25

4.1.3 Depolama Boyunca pH’da meydana Gelen Değişimler.....	26
4.1.4. Depolama Boyunca TVB-N Miktarında Oluşan Değişimler.....	27
4.2. Depolama Esnasında Meydana Gelen Mikrobiyolojik Değişimler.....	29
4.2.1. Toplam Maya Küf Sayımı.....	29
4.2.2. Toplam Aerobik Bakteri Sayımı.....	31
4.2.3. Toplam Koliform Bakteri Sayımı.....	32
4.3. Duyusal Analizler.....	33
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	37
KAYNAKLAR.....	39
TEŞEKKÜR.....	43
ÖZGEÇMİŞ.....	44
EK-1. Kekik Esansiyel Yağı Kromotogramı.....	45
EK-2. Alabalık Filetolarında Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Değişimler.....	46

ÖZET

Bu çalışmada, alabalık (*Onchorhynchus mykiss*) filetolarına farklı dozlarda kekik (*Origanum syriacum*) uçucu yağı (esansiyel yağ) uygulanmış ve bu uygulamanın raf ömrü üzerine etkisi çalışılmıştır. Bu sebeple, balıklar fileto edilip dört gruba ayrılmıştır. Bu filetolar (her biri ortalama 100g) 0 (kontrol), 5, 20, and 35µl dozlarında kekik esansiyel yağı ile muamele edilmiştir. Kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analizler 19 günlük depolama süresince yapılmıştır.

Depolama başlangıcında pH değeri nötre yakınken depolama sonuna doğru en fazla 7.68 değerine ulaşmıştır. TVB-N değeri ise başlangıçta 18.90 mg N/100 g olup balıklar duyusal olarak reddedildiği zaman kontrol grubunda (A) 39 mg N/100 g ve B grubunda 33 mg N/100 g, C grubunda 38,9 mg N/100 g ve D grubunda 43.1 mg N/100 g olarak belirlenmiştir.

Mikrobiyolojik analizlerden toplam maya-küf, toplam psikrofilik bakteri ve toplam koliform sayımları yapılmıştır. Depolamanın başlangıcında alabalık filetolarında mikrobiyal yük fazla bulunmuştur. Depolama süresince C grubu B grubundan daha yavaş bozulma gösterirken kontrol ve A grubu en hızlı bozulma gözlenmiştir. Tasmanian Food Research Unite (TFRU) şemasına göre yapılan duyusal analizlerde, pişirilmiş filetolarda lezzet, koku ve yapı özellikleri değerlendirilmiştir. Duyusal panelde panelistlerce belirlenen değerlendirme çalışmanın devamı için en önemli ölçüt olarak değerlendirilmiştir.

Bu araştırmada, analiz sonuçları kekik esansiyel yağının 20°C'de alabalık filetolarının raf ömrünü uzattığını göstermiştir. Uygulanan doz miktarı arttıkça raf ömründe artış olduğu saptanmıştır.

2007, 47 sayfa

Anahtar kelimeler: Balık fileto, uçucu yağ, kekik (*Origanum syriacum*), gökkuşacağı alabalığı (*Onchorhynchus mykiss*), raf ömrü

ABSTRACT

Rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) fillets were treated with different levels of thyme (*Origanum syriacum*) essential oils and the effect of thyme essential oil on the shelf-life of rainbow trouts were studied. For this reason, fish were filleted and separated into four different groups. Those fillets (averaging 100g each) were treated with thyme essential oil at the doses of 0 (control), 5, 20, and 35 μ l. Chemical, microbiological, and sensory analyses were performed for 19-day of storage.

The pH values were close to neutral (6.61) at the beginning of the storage while it was reached 7.68 at most. Furthermore, initial TVB-N value was found 18.9 mg N/100 g. and this value reached to 39 mg N/100 g in control group (A), 33 mg N/100 g in group B, and 38.9 mg N/100 g in group C and 43.1 mg N/100 g in group D when fillets were rejected by panelist

Total coliform, total yeast and mould, total psychrophilic bacteria counts were carried out for each sampling point. The amounts of microbial load were found high in the beginning of the study. The spoilage of fillets was observed fastest in control group and group A, while group while the spoilage of group C was slower than group B during storage. Sensory analyses were carried out according to Tasmanian Food Research Unit (TFRU) sensory scheme based on of smell (odor), taste (flavor) and texture for cooked rainbow fillets. Sensory evaluation was taken as the most important criteria for the determination of shelf-life.

The results have shown that thyme essential oil extended shelf-life of rainbow trouts fillets. It was found out that the higher level of thyme essential treatment provided the longer shelf-life of fillets at 2 $^{\circ}$ C.

2007, 47 pages

Keywords: Fish fillet, essential oil, thyme (*Origanum syriacum*), rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*), shelf-life

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**Simgeler**

g	gram
M	molarite
N	normalite
μ l	mikrolitre
ml	mililitre

Kısaltmalar

TFRU	Tasmanian Food Research Unit
TVB-N	Toplam Uçucu Bazik Azot
GC-MS	Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrofotometresi
A grubu	kontrol grubu (kekik yağı ilavelisiz grup)
B grubu	5 μ l/100g kekik yağı ilaveli grup
C grubu	20- μ l/100g kekik yağı ilaveli grup
D grubu	35 μ l kekik/100g yağı ilaveli grup

ÇİZELGELER DİZİNİ**SAYFA**

Çizelge 3.1. Pişirme sonrası duyuşal tazelik değerlendirme formu (TFRU).....	21
Çizelge 4.1. <i>Origanum syriacum</i> (at kekiği) uçucu yağının GC-MS analiz ile belirlenen bileşikleri.....	24
Çizelge 4.2. Gökkuşaağı alabalığının besin bileşenleri.....	..25

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 4.1. Depolama boyunca alabalık filetolarında pH değişimi.....	27
Şekil 4.2. Depolama boyunca filetolarda TVB-N miktarındaki değişim	28
Şekil 4.3. Depolama boyunca alabalık filetolarında toplam maya-küf sayımı.....	30
Şekil 4.4. Depolama boyunca alabalık filetolarında toplam aerobik bakteri sayımı.....	31
Şekil 4.5. Depolama boyunca alabalık filetolarında toplam koliform sayımı.....	32
Şekil 4.6 Depolama boyunca filetolarda oluşan koku testi.....	34
Şekil 4.7. Depolama süresince alabalık filetolarında oluşan tad.testi.....	35
Şekil 4.8. Depolama süresince alabalık filetolarında yapı testi	36

1. GİRİŞ

Alabalıklar, salmonidae familyasına ait balıklardır. Alabalığın (Salmon) kültüre alınması 1970'li yıllarda başlamış, dünya çapında yetiştiriciliğinin önem ve hız kazanması ise 1990'lı yıllardan sonra olmuştur (Heen ve ark., 1993). Alabalık türleri içinde yetiştiriciliği yapılanların başında gökkuşağı alabalığı (*Onchorhynchus mykiss*) gelmektedir. Kültüre alınması 100 yılı aşkın bir süre olduğundan, yetiştiricilikle ilgili sorunların önemli bir miktarı çözümlenmiştir. Türkiye'de ise, 1960'lı yıllardan beri yetiştiriciliği başlamış, hız kazanması ise dünyadaki gelişmeye paralel olarak 1990'lı yıllarda olmuştur. Ülkemiz nehir göllerinde dört türü bulunmaktadır: *Salmo trutta magrostigma* (Anadolu alabalığı), *Salmo trutta caspius* (Aras alabalığı veya Kafkas alabalığı), *Salmo trutta abanticus* (Abant alabalığı) ve *Salmo trutta labrax* (Karadeniz alabalığı) (Ünlüsayın ve Gülyavuz, 1999).

Balık, sindirimi kolay ve besin değeri yüksek bir gıdadır. Balık ve diğer su canlıları yüksek miktarda protein %17-20, mineral (kalsiyum, demir, selenyum, çinko vb.), vitamin (A, B₃, B₆, B₁₂, D, E) ve doymamış yağ asitleri içerirler (Sidhu, 2003). Salmon balıkları, (bunlar %20 yağ içerebilirler) deniz canlıları içinde yağlı balık olarak değerlendirilirler. Çünkü diğer deniz balıklarına göre daha fazla yağ içerirler. Yağ içeriklerinin su ürünleri içinde değerlendirildiğinde yüksek olmasına rağmen, günlük diyetle yağı azaltılmış birçok değişik tür etten ve süt ürünlerinden daha az yağ içerirler (FAO, 2006). Balık veya balık yağları çoklu doymamış yağ asitleri içermektedir. Bu yağ asitleri sıvı haldedir ve insan hayatı için çok değerlidir.

Balık yağları içerdikleri linoleate tipi (n-6) ve linolenieate tipi (n-3) adlı iki tip yağ asidi ile insan diyeti için gereken besin bileşenlerini karşıladıklarından dolayı çok değerlidirler. Omega-3 çoklu doymamış yağ asitleri (linolaeta tipi; insan gelişimi ve büyümesi (Simopoulos, 1991), diş kaybını önlemesi (Hamazaki ve ark., 2006), göz retinası ve beyin gibi organların fonksiyonlarını yerine getirebilmesi (Connor ve ark., 1992), kalp damar hastalıklarının hastalıklarının engellenmesi (Shahidi ve Botta, 1994) ve diğer bazı hastalıkların engellenmesinde (Deveron, 1992; Beilin, 1993; Appel ve ark., 1993) çok büyük faydalar sağlamaktadır. Bunlara ek olarak, bu yağ asitleri arcodonik eicosanoid adlı bir hormonun fazla salgılanmasını önler. İnsan vücudunda bu hormonun

dengesiz üretimi astım, arthrosis trombosis ve arterosclerosis'e neden olabilir. Amerikan Kalp Sağlığı Derneğine göre kalbi koruma amaçlı haftada en az iki kez balık tüketilmelidir (Kraus ve ark., 2000). Bu açıklamalar gösteriyor ki, balığın insan sağlığı açısından önemi fazladır. Bu iktisadi gıda maddesi diğer bazı gıda maddeleri gibi kısa sürede bozulmaya uğrar.

Gıdalarda bozulma kimyasal reaksiyonlarla veya fiziksel hasarlarla meydana gelir. Ancak bozulmanın en önemli sebebi mikrobiyal gelişme ve bu gelişme sonrası meydana gelen aminler, sülfidler, alkoller, aldehitler, ketonlar ve organik asitlerdir. Bu organik asitler bozulmuş balıkta kötü kokuların oluşmasına sebep olurlar (Gram ve Dalgard, 2002). Üretilen gıdaların %25'ine yakın kısmının hasat sonrası mikrobiyal gelişme sonucu bozulduğu tesbit edilmiştir (Baird-Parker, 2000). Üretilen gıdalardaki bu tür bozulma hem ekonomik açıdan maddi zarara sebep olur hem de insan sağlığına zarar verir. Kesimlerde ve gıda üretim tekniklerinde modern gelişmeler olmasına rağmen gıda güvenliği önemi gittikçe artan halk sağlığı konusudur (WHO, 2002a). Dünya genelinde 2000 yılında en azından iki milyon insanın ishal hastalığından öldüğü, endüstrileşmiş ülkelerde insanların %30'u kadarının bir gıda kaynaklı hastalıktan acı çektiği belirlenmiştir (WHO, 2002a).

Balıklarda bozulma ise otolitik, oksidatif ve bakteriyel aktivite sonucu oluşur. Ancak, taze balıklerde otolitik aktivite ve pH, kırmızı etlere kıyasla daha hızlıdır. Bu nedenle taze balık ve diğer deniz ürünleri gerek otolitik ve gerekse bakteriyel bozulmaya kırmızı etlere oranla daha duyarlıdır (Ünlüsayın ve Gülyavuz, 1999).

Balık canlı iken, balığın sindirim sistemi gıdayı sindirmek için rol oynayan enzimler salgılar. Balık öldükten sonra ters yönde bir etki oluşur ve bu enzimler salgılanmaya devam edilir. Bu enzimlerin salgılanması balığın mide ve barsak duvarlarını parçalarlar. Bu da balığın bozulmasına sebep olur. Balık öldükten sonra enzimlerin çalışma hızı balığın yakalandığı ortama, hava sıcaklığına, avlanmada kullanılan malzemelere, avlanma tekniğine ve beslenmenin dorukta olduğu döneme bağlı değişiklikler gösterir (Öksüz, 2001.). Balık öldükten sonra dokulara giden oksijen kesilir ve bunun sonucunda balığın metabolik aktiviteleri için gerekli olan enerji anaerobik yolla sağlanır. Anaerobik metabolizma sonucunda glikojen laktik aside parçalanır ve kasta

laktik asit birikmesi sonucunda kasın pH'sı düşer. Kasta glikojenden başka bir diğer enerji kaynağı ise kreatin fosfattır. Metabolik olayların devamı için bu enerji kaynağı sürekli bir azalma gösterir. Kreatin fosfatın %60'ı kaybolduktan sonra ette mevcut olan diğer bir enerji kaynağı olan ATP ise ADP'ye dönüşerek kas dokusunda bir kasılmaya neden olur. ATP miktarının en az düzeye indiği ve pH değerinin minimuma düştüğü sırada adele kasılması en yüksek düzeye ulaşarak Rigor-Mortis (ölüm sertliği) oluşur (Gökoğlu, 2002). Rigor-Mortis süresi 1-3 saat olup uygulanacak tekniklerle bu süre bir kaç güne uzatılabilir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Rigor-Mortis boyunca eti kasan enerji serbest kalarak et proteinlerini birbirinden ayırır. Böylece et yumuşar. Bu periyoda rigor-mortis sonrası dönem denir (Grikorakis ve ark., 2003).

Balık yağı doymamış yağ asitlerince zengindir. Doymamış yağ asitleri kısa zamanda oksitlenirler. Bu oksitlenme balık tadında acılaşmaya şeklinde kendini gösterir. Bu nedenle balıktaki yağların acılaşması da bozulma çeşitlerinden biridir.

Rigor-mortisten sonra etlerin yumuşamaya başladığı andan, bakteri faaliyetlerinin başlayarak etlerin kokuşmaya başladığı ana kadar meydana gelen değişimler balık etinde otoliz adı verilen bir süreçte gerçekleşir. Otoliz süreci sonucu büyük moleküllü organik bileşikler gerek balığın bünyesinde var olan enzimler gerekse bakterilerin ürettiği enzimler tarafından parçalanarak küçük moleküllü bileşiklere dönüşür. Bir üründe bakteri faaliyetinin başlaması kokuşma başlangıcı olarak kabul edilir. Kokuşma bozulma belirtisidir ve tazeliğin bittiğini gösterir (Gökoğlu, 2002).

Balık yakalandıktan sonra otoliz sürecinin başlangıcına kadar taze kabul edilir. Dolayısı ile tazeliği belirleme bize bozulma hakkında bilgi verir. Su ürünlerinde tazelik kontrolü duyuşsal, fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik yöntemlerle yapılmaktadır. Tazelik kontrolünde bunlardan biri veya bir kaç kullanılabilir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Duyusal yöntemle tazelik belirlenirken ilk önce balık vücuduna parmağınızı bastırdığınızda balık vücudunun şekli o bölgede çukurlaşır ve parmağınızı kaldırdığınızda balık eski şeklini alıyorsa taze, çukurluk kaybolmuyorsa balık bayattır. Taze balıklarda ağız zor açılıp kapanır, gözler şeffaf ve parlaktır, pulların kopması zordur ve deniz yosunu kokar. Balık bayatladıkça karın bölgesi yumuşar, et rengi donuklaşır ve kan rengi açık kırmızıdan koyu kırmızıya döner ve kokusu ağırlaşır. Fiziksel yöntemlerle tazelik

belirlemede, balık vücudunun sertliği, elektriksel iletkenliği ve göz sıvısının kırılma indeksi hesaplanır. Kimyasal yöntemlerle tazelik belirlemede uçucu baz bileşikleri, hidrojen iyonu konsantrasyonu, K değerinin hesaplanması ve hidrojen iyonu konsantrasyonunu ile tazelik belirlenebilir. Bakteriyolojik yöntemle tazelik belirlemede ise toplam bakteri sayısının bulunması kullanılabilir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Balıklarda meydana gelen bu bozulmaları engellemek veya geciktirmek için geleneksel ve uzun süreli muhafazalarda bazı yöntemler mevcuttur. Bunlar; dondurma, kurutma, tuzlama, konserve, dumanlama, ışınlama ve ezme ürünlerle (balık sucuk, balık sosis ve balık salam gibi) yapılmaktadır.

Uzun süreli korumalarda kullanılan metotlar genelde balık tadında ve besin öğelerinde farklılık oluşturmaktadır. Dondurma sırasında balıketi içindeki su donarak genişler ve balık ağırlığında belli bir artış meydana gelir. Donma sırasında oluşan buz kristalleri hücreyi yıpratır ve çözülme sırasında hücre sıvısı ve beraberinde lezzet verici küçük moleküller dışarı çıkar. Ayrıca dondurulmuş salmon filetoları nispeten daha az ilgi görür (Fagan ve ark., 2003). Kurutarak muhafaza yalnızca balıklarda değil diğer gıdalarda da uygulanan bir yöntemdir. Kurutma sırasında kurutma metoduna bağlı olarak balığın protein yapısında değişiklik olur, yağlar oksitlenir ve vitamin-B ve C parçalanır. Ayrıca kurutulmuş ürünlerin sindirimi zordur. Konserve balık ülkemizde tüketimi olan fakat taze balığa tercih edilmez. Tuzlama uzun yıllardır balık muhafazasında kullanılan bir yöntemdir. Tuz balığa lezzet verici bir madde olsa da insan sağlığı açısından tuzun zararlı olduğu ve taze balıkla mukayese edildiğinde tadında oldukça farklılık bulunduğu bir gerçektir. Bununla birlikte Dünya Sağlık Örgütü kardio-vasküler hastalıkların azaltılması amacı ile tuz tüketiminin azaltılmasını tavsiye etmiştir (WHO, 2002b). Gıda üretiminde gıda güvenliğini sağlamak için tuz miktarı azaltılması farklı ve aynı zamanda güvenli bir ürünün kullanılması demektir

Tüm bu metotların dışında taze tüketim için bazı metotlar vardır. Balığın bozulmasını önlemede en bilinen ve hızlı yöntem farklı olarak taze tüketimi arttırmaya yönelik bazı metotlar geliştirilmiştir. Bu geliştirme sürecine ve halen geliştirilmeye çalışılmaktadır.

Başka bir yöntem ise gıdalara koruma amaçlı antimikrobiyal ya da antibakteriyel madde ilavesidir (Aytuğ, 2001) Gıdaları korumak amaçlı ilave edilen bu maddeler sentetik veya doğal katkı maddeleri olabilir. Sentetik antioksidantlar muhtemel yağ oksidasyonunu engellemede ve gıdadaki yağ içeriğini stabilize etmede yaygın bir şekilde kullanılır. Fakat sentetik katkı maddeleri gıda sektöründe kullanılmaya başlandığından beri bu kimyasalların güvenilirliği ve yeterliliği hakkında bir takım sorular akla gelmektedir (Dapkevicius ve ark., 1998). Gıdalarda kullanılan yapay koruyucu maddelerinin insan sağlığı açısından istenmeyen muhtemel olabilecek etkileri dolayısı ile tercih edilmemektedir (Tassou ve ark., 1995) Batı toplumunun oluşturduğu yeşil tüketiciler hareketi (Tuley De Silva, 1996; Smitd ve Gorris, 1999) katkı maddeleri içeren ürünlere karşı daha az istek duydukları görülmektedir. Kimyasal katkı maddelerine karşı duyulan bu isteksizlik akla antimikrobial etki gösteren ama kimyasal olmayan koruyucu maddeleri getirmektedir. Bu tanıma uyan baharatların antiseptik ve antimikrobiyal özellikleri çok eski çağlardan beri bilinmektedir (Altuğ, 2001). Son zamanlarda doğal ürünlerle tedavinin yeniden güncelleşmesi, bitkilere ve oldukça etkili bir grup oluşturan baharatlara ilgiyi arttırmıştır (Akgül, 1993).

Eterik yağlar baharatlardan elde edilir ve değişik türden gıdaların korunmasında güvenli bir şekilde kullanılabilir (Rasooli ve Owlia, 2005). Çünkü eterik yağlar gıdalardaki bozulma bakterilerini yok etmede iyi bir alternatif kaynaktır. Kekiğin değişik türlerinin antibakteriyel ve antifungal içerik taşıdığı (Karaman ve ark., 2001; Sağdıç, 2003) ve güçlü bir antioksidant (Goulas ve Kontaminas, 2007) olduğu rapor edilmiştir.

Kekik ve diğer bazı eterik yağının antibakteriel etkisi (Altuğ, 2001; Karaman ve ark., 2001; Vincenzo De Feo ve ark., 2003; Sağdıç, 2003; Dadaloğlu ve Evrendilek, 2004; Brut 2004; Rasooli ve ark., 2006; Oussalah ve ark., 2006), antifungal etkisi (Rasooli ve Owlia., 2005) ve antioksidant etkisinin (Goulas ve Kontaminas (2007), olduğu belirlenmiş ve bu özellikleri balık, kabuklu, kırmızı et ve bir çok gıdada gıdanın raf ömrünü uzatmada (Ouattara ve ark., 2002; Harpaz ve ark., 2003; Mahmoud ve ark., 2004; Nerantzaki ve ark., 2005; Mahmoud ve ark., 2006a, 2006b; Goulas ve Kontaminas, 2007) çalışılmış ve güvenli bir şekilde kullanılabilirliği duyuşal, kimyasal ve

mikrobiyolojik çalışmalarla onaylanmıştır. Fakat alabalık filetolarının raf ömrünü uzatmada daha önce denenmemiştir.

Bu çalışmanın amacı severek tüketilen ve sağlık açısında önemi bir gıda olan alabalık filetolarının raf ömrünü güvenli ve sağlıklı bir şekilde uzatmada eterik yağların kullanımı ve raf ömrü üzerine etkisini incelemektir. Bu çalışmada baharat olarak balık tadına uygun oluşu ve ayrıca antimikrobial içeriği nedeni ile etkili koruma sağlayan at kekiği (*Origanum syriacum*) esansiyel yağı alabalık filetoları üzerine püskürtülerek bu eterik yağın alabalık filetolarının duysal kalitesi ve raf ömrü üzerine etkisi incelenecektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Esansiyel yağların antibakteriyel, antifungal ve antioksidant özelliklerini gösteren birçok çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda esansiyel yağların çalışma mekanizmaları, özelliklerinden dolayı balık veya diğer gıdaların muhafazasında kullanımı ile ilgili birçok çalışmalardan bazıları;

Altuğ (2001)'a yaptığı çalışmada, defneyaprağı ve kekik baharatlarının *Vibrio parahaemolyticus*, *Salmonella thyphimurium* ve *Staphylococcus aureus* mikroorganizmaları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırma sonuçları, defne ve kekiğin test edilen bakteriler üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Bu etki bakterilerin gelişmelerinin durdurulması şeklinde olmuştur. Ayrıca kekiğin inhibitif etkisinin daha fazla olduğu bildirilmiştir.

Karaman ve ark. (2001), tarafından yapılan bir çalışma da ise 0.2-0.4 µl konsantrasyonlarında eklenen kekik uçucu yağlarının çalışılan birçok bakteri ve küfe karşı antimikrobiyal/antifungal etki gösterdiği ve 1.6µl/ml oranında kekik uçucu yağının test edilen tüm mikroorganizmaların (*Bacillus megaterium*, *B. subtilis*, *B. cereus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *S. aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Micrococcus luteus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Mycobacterium smegmatis*, *Proteus vulgaris*, *Torulopsis holmii*, *Candida tropicalis*, *C. albicans* ve *Saccharomyces cerevisiae*) besi yerindeki gelişimini engelleyici etkisinin olduğu ve kekik uçucu yağının önemli bir antimikrobiyal ve antifungal etkiye sahip olduğunu saptamışlardır.

Ouattara ve ark. (2002), kıymanın raf ömrünü uzatmada ve gıda güvenliğini geliştirmede kullanılan muhafaza metodlarından; gama radyasyon ışını, gıda katkı maddeleri ve yenebilir film kaplama yöntemlerinin birleştirilmiş etkisi üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada %23 yağ içerikli kıyma 3 gruba ayrılmış; birinci grup katkı maddesiz kıyma, ikinci grup 0.5 (w/w) askorbik asit içeren grup, üçüncü grup ise 0.5 (w/w) askorbik asit baharat içerikli protein kaynaklı yenebilir film olarak belirlenmiştir. Protein kaynaklı yenebilir filme kekik, biberiye ve adaçayı baharatlardan 1/1/1 oranında karıştırmışlar, kaplama solüsyonuna % 3 (w/w) oranında ilave etmişler ve 90⁰C de 30 dakika bekletmişlerdir. Daha sonra örnekler 0, 1, 2 ve 3 dozlarında radyasyona tabi

tutulmuşlar. Kekik, biberiye ve adaçayı baharat içerikli protein kaynaklı yenebilir film olan gurubun raf ömrünün en uzun olduğunu tespit etmişlerdir.

Gram ve Dalgard, (2002), su ürünlerinin çoğunda meydana gelen bozulmalara mikroorganizmaların neden olduğu ve bu mikroorganizmaların bazılarının bozulmalar sonucu oluşan kötü kokulara sebebiyet verdiğini belirlemişlerdir. Su ürünlerinde bozulmaya neden olan mikroorganizmaları tanımak ve bu mikroorganizmaların gelişimleri hakkında bilgi edinmek su ürünlerinde raf ömrünü tahmin etmekte ve raf ömürlerinin nasıl uzatılabileceği konusunda fayda sağlayabileceğini bulmuşlardır.

Vincenzo De Feo ve ark. (2003) yaptıkları bir çalışmada farklı çevrelerde ve yüksekliklerde yetişmiş kekiklerden elde edilen eterik yağları incelemiş ve yağların gram pozitif (*S.aureus*, *Steptecoccus faecalis*, *B. subtilus* ve *B. cereus*) ve gram negatif (*Proteus murabilis*, *Eshreia coli*, *S. thphimuim Th2* ve *Pseudomas aeruginosa*) bakterilere karşı antibakteriyel etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Harpaz ve ark. (2003) Asya levrek (*Lates calcarifer*) balığının raf ömrünü %0.05 kekik (*Thymus vulgaris*) ve oregano (*Origanum vulgare*) esansiyel yağı kullanarak buzdolabı şartlarında (0-2⁰C de) 33 güne çıkarmışlardır. Toplam bakteri sayımlarında balık yüzeyinde 1.7×10^3 CFU/cm² ve balık filetosunda $<10^2$ CFU/g koruyucu kullanmadan bu oran hızla yükselerek 0-2⁰C de 33 gün sonra balık yüzeyinde 10^7 CFU/g ve balık filetosunda 10^3 CFU/g ya ulaşırken bu oran bitkisel eterik yağlar (kekik, origanum) kullanılarak aynı şartlarda balık yüzeyinde 10^5 CFU/g ve balık filetosunda $>10^2$ olarak belirlenmiştir. Böylece kekik esansiyel yağı %0,05 lik konsantrasyonlarda deniz levreklerinin raf ömrünü 12 günden 0-2⁰C de 33 güne uzatmış olduğu rapor edilmiştir.

Sağdıç (2003), yapmış olduğu bir çalışmada, patojen bakterilerden *Escherichia coli* ATCC 25922, *E. coli* 0157:H7, *S. aureus* ATCC2392 ve *enterocolitica*'a patojenlere karşı hassasiyeti, iki çeşit kekik (*Thymus vulgaris* L. ve *Thymus serpyllum* L.) ve üç çeşit oregano (*Origanum vulgare* L., *Origanum vulgare Origanum onites* L. ve *Origanum majorana* L.) esansiyel yağlarını kullanarak iki farklı methodla test etmiştir. Kullanılan iki çeşit kekik ve üç çeşit oregano esansiyel yağları test edilen bu dört patojenin

gelişimlerini engellemiştir. Bu çalışma sonuçları kekik ve oreganonun gıda ve içeceklerde koruyucu madde olarak kullanılabileceğinin mümkün olduğunu onaylamaktadır.

Dadaloğlu ve Evrendilek, (2004), bir kaç değişik tür esansiyel yağ ile birlikte Türk kekiği (*Origanum minutiflorum* O. Schwarz and P.H. Davis) esansiyel yağını *E. coli* 0157:H7, *L. monocytogenes*, *S. typhimurium* ve *S. aureus* üzerindeki inhibitör etkileri ve kimyasal kompozisyonlarını incelemişler ve gıda kaynaklı bu patojenlere 0 (kontrol), 5, 10, 20, 30, 40, 50 ve 80 µl/ ml esansiyel yağ uygulandıktan sonra canlı kalan hücreler sayılmışlardır. Sonuçlar kullanılan esansiyel yağların test edilen bakterilere ($P \leq 0.05$) karşı oldukça güçlü antibakteriyel etkisi olduğunu göstermiştir. Gaz kromatografisi-kütle spektrofotometresi analizleri Türk kekiği esansiyel yağında %68.23 oranında karvakrol olduğunu saptamışlardır.

Brut, (2004)'un deneysel çalışma sonuçları göstermiştir ki; eterik yağların 0.2-10 µl⁻¹ seviyelerinde *L. monocytogenes*, *S. typhimurium*, *E. coli* 0157:H7, *Shigella dysenteria*, *B. cereus* ve *S. aureus*'a karşı antimikrobial etki göstermektedir. Karvakrol, timol ve ögono gibi birçok eterik yağ bileşenleri tanımlanmış; bunların 0.05-5 ml konsantrasyonlarında daha düşük etkide inhibitör etkisi gösterdiği ve gıdalarda etkili koruma için daha yüksek konsantrasyonlara ihtiyaç olduğu saptanmıştır. Bu amaçla taze et, et ürünleri, balık, süt, süt ürünleri, sebzeler, meyveler ve pişirilmiş pirinç üzerinde yapılmış çalışmalar gıdalarda etkili bir antibakteriyel koruma sağlamak için 0.5 - 20 µl g⁻¹ civarında ve yıkanan meyve ve sebzeler için 0.1-10 µl ml⁻¹ solusyonun gerekli olduğu tespit edilmiştir.

Eterik yağlar birçok bileşik içerirler ve bu bileşikle bakteri hücrelerinin gelişimini engellemektedir. Eterik yağların hidrofobik yapıları mitokondri ve hücre duvarlarında yağlara tutunmalarını sağlayarak hücre içeriğinin akmasını engeller. Eterik yağların hareketini geliştiren fiziksel şartlar; düşük pH, düşük sıcaklık ve az oksijen seviyeleridir. Carvacrol ve onun ön maddesi p-simon ve cinnamaldehit ile eugenol arasındaki sinerjistik etki ile eterik yağ bileşikleri düşük miktarlarda bile koruma sağlamaktadır. Bazı eterik yağ bileşikleri yasal bir şekilde tatlandırıcı olarak ve istenmeyen duyuusal etkiler dikkatli seçilen eterik yağ ile en aza indirileceği bu çalışma ile tespit edilmiştir.

Mahmoud ve ark. (2004), sazan balıklarının (deri, solungaç, iç organlar) mikroflorasını incelenmiş ve sazanların raf ömrünü uzatabilecek antimikrobial aktiviteye sahip 9 çeşit esansiyel yağ bileşimini sazan balıklarından izole edilen bakterilere karşı kullanmışlardır. Solungaç, deri ve barsaklarda 7 cinse ait 90 bakteri türünü tanımlamışlardır. Belirlenmiş bu bakterilere karşı carvacrol, timol ve cinnamaldehit en güçlü antimikrobial aktiviteyi göstermiştir. Depolanmadan (5°C ve 10°C) önce %0,5 karvakrol ve %0,5 timol içeren bir solüsyona batırılan sazanlarda toplam mikrobiyal yükü azalmıştır. Buna ilaveten, düşük sıcaklıkta (5°C) muamele görmüş sazan filetolarında bakteriyel gelişme engellenmiş ve raf ömrü 4 günden 12 güne uzatılırken, 10 °C de depolanan kontrol ve %0,1 (carvacrol ve timol) ile muamele görmüş grup depolama süresi boyunca çok az bir fark göstermiştir. Bu çalışma sonuçları; carvacrol ve timol içeren solüsyonla muamele edilmiş balık filetolarında bakterilerin öldürülerek ve gelişimleri durdurularak balıkların raf ömrünün uzatıldığını göstermektedir.

Rasooli ve Owlia (2005), hidrodistilasyona tabii tutulan *Thymus eriocalyx* ve *Thymus x-porlock* kekik türlerinin eterik yağ formlarını GC/MS de analiz etmiş ve ana bileşenlerini incelenmiş ve antifungal aktiviteleri üzerinde çalışılmıştır. Aflatoksin üretimini güçlü bir engelleyici olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak, eterik yağların düşük konsantrasyonlarda değişik gıdalarda mantar gelişimini önleyici güvenli bir koruyucu madde olarak kullanılabileceği bulunmuştur.

Nerantzaki ve ark., (2005), yaptıkları çalışmada, vakum paketlenmiş ve buzdolabında depolanmış (4±0.5⁰C) gökkuşağı alabalıklarında su ortamına ozon ilavesinin raf ömrü üzerine etkisini mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal gözlemlerle 15 günlük bir periyotta incelemiştir. Vakum paketlenmiş ve ozonlanmamış alabalıklar kontrol gurubu olarak belirlenmiştir. Ozon *Pseudomonas spp.* ve H₂S üreten mezofilik aerobik bakteriler depolamanın 11. gününde, laktik asit bakterileri ve Enterobacteriaceae bakterileriki bunlar *Brochothrix termosphaeta* da bulunmaktadır. Sekiz güne kadar bakteri popülasyonlarını etkilemiştir. Gökkuşağı alabalık örneklerinin hepsinde trimetilamin (TMA) değerleri depolamanın 11. gününe kadar düşük (<3mg N/100 g) ve sonra 15. günde sırası ile kontrol gurubu, 60 ve 90 dak. ozona tabii tutulmuş gruplarda 12.2, 8.9 ve 4.7 mg/100g ye yükseldiği gözlenmiştir. Toplam uçucu baz (TVB-N)

değerleri 11. güne kadar (20-25 mg N/100 g) nispeten sabit kalmış fakat sonra 15. günde sırası ile kontrol gurubu, 60 ve 90 dak ozona tabii tutulmuş gruplarda 61,1, 37.6 ve 39.4 mg N/100 g şeklinde artma göstermiştir. Tiyobarbütük asit (TBA) değerleri 12. güne kadar 1-3 mg MA/kg ve daha sonra 15. günde sırası ile kontrol gurubu, 60 ve 90 dak. ozona tabii tutulmuş gruplarda 8.4, 6.4 ve 3.8 mg MA/kg şeklinde artma göstermiştir. Duyusal değerlendirme pişirilmiş gökkuşağı alabalıklarında (koku, tad ve tekstür) bakteriyel popülasyonla uyumlu sonuçlar vermiştir. Hem duyuşal ve hemde mikrobiyal verilere dayanarak 60 ve 90 dak. ozona tabii tutulmuş vakum paketlenmiş, buzdolabında depolanmış ($4 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$) gökkuşağı alabalıklarında 10-12 günlük raf ömrü sağlanmıştır.

Rasooli ve ark. (2006) halk sağlığını tehdit eden ve gıda kaynaklı hastalıkların başında gelen *L. monocytogenes* patojeninin gıdalardaki gelişimini engellemek için kimyasal koruyuculara alternatif eterik yağ kullanmışlardır. İki kekik türü olan *Thymus eriocalyx* ve *Thymus x-porlock* eterik yağını *L. monocytogenes* patojeni üzerinde uygulamış ve tranmisyon elektron mikroskopuda incelemişlerdir. Bu iki kekik türünden elde edilen eterik yağın güçlü antimikrobial etkisi olduğu ve bu düşük konsantrasyonlarının bile gıdalarda koruyucu olarak kullanılmasının yeterli olduğu sonucunu bulmuşlardır.

Mahmoud ve ark. (2006), da yaptıkları çalışmada sazan filetolarının raf ömrünü uzatmada eterik yağ bileşikleri ve elektrolize edilmiş NaCl solüsyonun birlikte etkisi üzerinde yeni bir teknolojik çalışma yapmışlardır. Derisiz sazan filetolarına 100-katlanmış elektroliz edilmiş NaCl solüsyonlarını [cathodic solüsyon, EW(-) ve/ veya anodik solüsyon, EW(+)] ve %0.1 (%0.5 carvacrol + %0.5 thymol) (%0.5C+%0.5T) ilave edilmiştir. Sonra, 5 ve 25 $^{\circ}\text{C}$ de depolanan sazan filetolarının kimyasal (pH, uçucu baz nitrojen, peroksit değeri ve tiobarbütük asit), mikrobiyolojik (toplam bakteri sayımı) ve duyuşal analiz bu yeni teknolojinin koruyucu etkisini değerlendirmede kullanılmıştır: Sırası ile EW(-) sonra EW(+)] ve en son %0.1 (C+T) %01[EW(-)/EW(+)] / %0.1 (C+T) ilaveli gurubun kimyasal analiz sonuçları diğer ilaveli örneklerle karşılaştırıldığında önemli derecede lipit oksidasyonunu engellediği saptanmıştır. Duyusal ve mikrobiyolojik analiz verileri EW(-)/EW(+)] / %0.1 (C+T) ilaveli gurubun sazan filetolarında raf ömrünü 5 ve 25 $^{\circ}\text{C}$ de 4 ve 0.3 günden 16 ve 1.3 güne uzattığı gözlenmiştir.

Mahmoud ve ark. (2006) yaptıkları başka bir çalışmada ise yine sazanlarda önce elektrolize edilmiş asidik NaCl solusyonu EW(+) ve %0.5 carvacrol + %0.5 thymol (%0.1 Cv+Ty) den oluşan solusyon ilave edilmiş ve daha sonra elektrolize edilmiş alkali NaCl solusyonu EW(-) leri test etmişlerdir. Sırası ile EW(-) sonra EW(+) ve en son %0.1 (C+T) solusyon ilave edilmiş 45⁰C de 15 dakika işleme tabi tutulmuştur. Örnekler sırası ile mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal analizlere tabii tutulmuş ve sonuçlar şöyle değerlendirilmiştir: Mikrobiyolojik analizler kontrol gurubu ile EW(-)/EW(+)], %0.1 (Cv+Ty) veya EW(-)/EW(+)/(%0.1Cv+Ty) ile muamele edilmiş grub ile karşılaştırıldığında işlem görmüş gurubun mikrobial sayımlarının ($p \leq 0.05$) azaldığını göstermiştir. EW(-) / EW(+) / (%0.1 Cv+Ty) ile muamele diğer bütün metodlarla karşılaştırıldığında mikrobial gelişmeyi en güçlü şekilde inhibe ettiği görülmüştür. EW(-) / EW(+) / (%0.1 Cv+Ty) ile muamele diğer bütün metodlarla karşılaştırıldığında mikrobial gelişmeyi en güçlü inhibe ettiği görülmüştür. EW(-)/EW(+)/(%0.1 Cv+Ty) ile muamele edilmiş örneklerin uçucu baz nitrojen (VBN) değerleri kurutma peryodu süresince 18.46 ± 0.45 gibi düşük değerlerde kalırken kontrol gurubunun örneklerinin 40.33 ± 0.58 olduğu gözlenmiştir. EW(-)/ EW(+)/(%0.1 Cv+Ty) ile muamele edilmiş örneklerin peroksit (PV) ve TBA değerleri önemli ölçüde azaltılmıştır. Duyusal değerlendirme ise EW(-)/EW(+)/(%0.1 Cv+Ty) ($p \leq 0.05$) 5 günlük kurutma süresinde kokuda, renkte, tad, lezzet ve tekstürde diğer bütün metodlarla mukayese edildiğinde önemli derecede farklılık oluşturduğu saptanmıştır. Böylece EW(-)/EW(+)/(%0.1 Cv+Ty) nın diğer bütün yöntemlerle kıyaslandığında en güçlü antimikrobiyal ve antioksidant etki gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Oussalah ve ark. (2006) yaptıkları bir çalışmada et bozulmalarına sebebiyet veren bakterilerden *Pseudomonas putida* suşları için 60 değişik esansiyel yağın % 0.003-0.8 (wt/vol) aralığındaki en düşük ve en yüksek engelleyici konsantrasyonlarını incelemişler ve bu esansiyel yağlardan *P. putida*'ya karşı en düşük antimikrobiyal etkiyi %0.05 ve ve en yüksek etkiyi %0.013- %0.025 aralığında *Cinnamomum cassia*, *Origanum compactum*, *Origanum heracleoticum*, *Satureja hortensis*, *Satureja montana*, *Thymus vulgaris carvacroliferum*, *Thymus vulgaris thymoliferum*, %0.1-%0.4 aralığında

Origanum majorana, *Thymus saturooides* ve *Thymus serpyllum* gösterirken geri kalan tüm eterik yağlar %0.8 oranında bile başarılı olamamıştır.

Xieanfei ve ark. (2007) hidrodilasyon metodu ile elde ettikleri chaenomeles türü kurutulmuş meyvelerden elde ettiği eterik yağın kimyasal kompozisyonunu incelemiş ve toplam yağın %85.13'ünü oluşturan 40 bileşiği tanımlamışlardır. Ana bileşenlerde; %12.52' sinin β -karofilin, %5.41'inin α -terpineol, %4.56 terpinen-4-ol, %4.31 sineol olduğunu belirtmişlerdir. Bu eterik yağın antimikrobial aktivitesini ve etkisi 10 mikroorganizmaya üzerinde test edilmiş ve eterik yağın gram pozitif bakterilere gram negatif bakterilerden daha duyarlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Goulas ve Kontaminas (2007), buzdolabı şartlarında, hafif tuzlanmış çipura filetolarının raf ömrünü uzatmada kekik eterik yağı ve modifiye atmosfer paketleme (MAP %40 CO₂ / %30 O₂ / %30 N₂)nin birleşik etkisi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Kalite değerlendirilmesini duyuşal ve kimyasal metodlarla yapmışlar. Toplam uçucu baz nitrojen (TVBN) ve trimetilamin nitrojen (TMA-N) değerleri havada depolanan çipura filetolarında tuzlanmış havada depolananlardan daha yüksek olarak belirlenmiş. MAP ta paketlenmiş tuzlanmış çipura filetolarında MAP < MAP// %4 (v/w) kekik eterik yağının koruyucu etkisi TVB-N ve TMA-N değerlerinde görülen inhibasyon için iyi bir kanıt olduğunu gözlemlemişlerdir.

Ayrıca bu çalışmada tuzlamanın fark edilir bir koruyucu etki gösterdiğini buna ilaveten, kekik esansiyel yağının en düşük TBA değeri vermesi ile daha güçlü bir antioksidant etki gösterdiğini belirlemişlerdir.. Bütün çiğ çipura fileto örnekleri ilk 15-16 gün boyunca kabul edilebilir duyuşal skorlar almıştır. MAP ta tuzlanmış örnekler 27-28 güne kadar kabul edilirken tuzlanmış örnekler 20-21. güne kadar kabul görmüşlerdir. Kekik yağı ilaveli MAP ta tuzlanmış örneklerin fark edilir hoş bir tada sahip olduğu ve daha yavaş bir bozunma gerçekleştiği bildirilmiştir. Kekik yağı ile muamele edilmiş (%0.8 v/w) bu filetoların depolama süresinin 33. gününden sonra bile hala kabul edilebilir puanların aldığını bildirilmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırmada kullanılan Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Kahramanmaraş ilinde bulunan Tekir Alabalık iftliği'nden temin edilmiştir. Balıklar hasat edildikten sonra buz dolu 50x40x20cm ebatlı strofor kutulara alınmış ve Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi Laboratuvarına getirilmiştir.

Araştırmada kullanılan at kekiği (*Origanum syriacum*) esansiyel yağı Dörtyol (Hatay/Türkiye)'da bulunan Özdrog A.Ş.'den temin edilmiştir. Elde edilen kekik yağının Hatay bölgesinden toplanan at kekiklerden elde edildiği Özdrog A.Ş yetkilileri tarafından sözlü olarak bildirilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Balık Filetolarına Kekik Yağının Uygulanması

Araştırmada kullanılan alabalıklar Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi Laboratuvarında (Hatay/Türkiye) fileto edilmiştir. Fileto edilen balıklar; A grubu (kontrol gurubu, 0 µl) kekik eterik yağı ilavesiz grup, B grubu (5 µl/100g kekik eterik yağı ilaveli grup), C grubu (20µl/100g kekik eterik yağı ilaveli grup) ve D grubu (35µl/100g kekik esansiyel yağı ilaveli grup) olmak üzere dört gurba ayrılmıştır. Her bir balıktan elde edilen iki filetonun birisi kimyasal ve mikrobiyolojik diğeri ise duyuşsal analiz için ayrılmıştır. Filetolar tartılarak, her bir fileto ağırlığı yaklaşık 100 g olacak şekilde ayarlanmıştır. Kekik esansiyel yağı otomatik ayarlı mikro pipetlerle çekilmiş ve balık filetosunun üzerine homojen şekilde püskürtülmüştür.

Örnekler Mustafa Kemal Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Laboratuvarında 2⁰C'ye ayarlanmış soğutmalı inkübatörde, depolanmıştır. Depolama süresince belli peryotlarla (1, 5, 8, 11, 15, 17 ve 19. gün) kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizler yapılmıştır.

3.2.2. Kekik Uçucu Yağının GC-MS ile Tayini

Araştırmada kullanılan kekik eterik yağının bileşiminde bulunan maddelerin tesbiti için Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi Laboratuvarında bulunan gaz kromatografisi (Hewlett Packard, model 6890)- kütle spektrofotometresi (Hewlett Packard, model 5972) (GC-MS) (Agilent Technologies) kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan GC (%5-fenil)-metilpolisiloksan HP-5MS kolonu (30 m uzunluk x 0.05 mm iç çap x 0.25 µm film kalınlığı) ve HP18593B otomatik enjeksiyon sistemi ile donanımlıdır (Agilent Technologies).

Uçucu yağların GC-MS tayini yapılmadan önce 30 µl kekik uçucu yağı 2 ml lik vialde konulmuş ve üzerine 1.5 ml hekzan (Sigma) ilave edilerek uçucu yağların hekzanda çözünmesi sağlanmış ve numune GC de kullanılmak üzere hazır hale gelmiştir. Vial GC-MS otomatik enjeksiyon blokuna yerleştirilmiş ve enjektör düzenli olarak 3 defa hekzan ile yıkanmıştır. Daha sonra otomatik enjektör sistemi numune ile iki kez daha yıkandıktan sonra splitless modunda 1 ml numune, GC enjektör blokundan kolona enjekte edilmiştir. Uçucu yağların ayrıştırılmasında kullanılan kolon HP5-MS (30 m) kolonu olup, sıcaklık programı olarak enjeksiyon blok sıcaklığı 250°C, MS dedektör sıcaklığı 275°C ye ayarlanmıştır. Kolon sıcaklığı 50°C ile başlanmış olup bu sıcaklıkta 4 dak. Tutulmuş ve dakikada 2°C artırılarak 90°C ulaşmış ve bu sıcaklıktan itibaren, dakikada 5 °C'lik sıcaklık artışı ile 210 °C'ye ulaştırılmıştır. Cihazda taşıyıcı gaz olarak Helyum kullanılmış ve akış hızı 1.5ml/dakika olarak ayarlanmıştır. Kolonda ayrışan eterik yağın bileşimin tanımlanmasında, cihazda bulunan Willey 275 MS veri kütüphanesi yardımı ile yapılmış ve her bir madde yüzde olarak ve kolondan çıkış zamanları (dak.) belirlenip, pik alanlarının yüzdesi olarak hesaplanmıştır.

3.2.3. Alabalık Etinde Nem Tayini

Balıketi küçük parçalara ayrılarak nem içeriği, etüvde kurutma yöntemi ISOR 1442 (Commission of European Communities EEC, 1979) göre belirlenmiştir. Cam petri kutuları içersine 10 g yıkanmış ve kurutulmuş deniz kumu ve bağıt konularak daral alınmıştır. Darası alınan petrilere yaklaşık 5 g balıketi iyice homojen hale getirilmiş ve homojenize edilmiş numune tartılarak üzerine 5 ml etanol ilave edildikten sonra kum ile

beraber iyice karıştırılmıştır. Örnekler 105°C'ye ayarlı etüvde (FN-500 Nüve, Ankara/ Türkiye) sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Bu süre sonunda örnekler etüvden alınarak desikatörde soğutulmaya bırakılmıştır. Desikatörde oda sıcaklığına getirilen numuneler 0.001 g hasasiyetli terazide tartılmıştır. Örneklerdeki nem miktarı aşağıdaki hesaplama yöntemiyle hesaplanmış ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (3.1.).

$$\% \text{ Nem Miktarı} = \frac{(A - B)}{W} \times 100 \quad (3.1.)$$

A: ilk ağırlık (g)

B: son ağırlık (g)

W: Alınan örnek miktara (g)

3.2.4. Kül Tayini

Homojen hale getirilmiş 5 g'lık örnekler daha önceden kurutulup soğutulmuş ve darası alınmış porselen krezeler içerisine konarak tartılmıştır. Yakma fırınında sıcaklık kademeli olartak artırılarak 550 °C ye ayarlanmış ve 24 saat süre ile rengi açık griden beyaza dönüşene kadar yakılmıştır. Kül fırınından (MF 800 Nüve) (Ankara/ Türkiye) alınan örnekler desikatöre yerleştirilmiş ve oda sıcaklığına ulaşınca kadar bekletilmiş ve dışarı alınıp 0.001 g hassas terazide tartılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki formüle göre (3.2.) hesaplanmış ve ham kül miktarı % olarak ifade edilmiştir.

$$\% \text{ Ham Kül} = \frac{(B - A)}{W} \times 100 \quad (3.2.)$$

A: dara (gr)

B: kül +dara

W: örnek miktarı (g)

3.2.5. Ham Yağ Tayini

Yağ analizi Hanson ve Olley (1963) tarafından modifiye edilen, Bligh ve Dyer metodu ile yapılmıştır. Balığın dorsal bölgesinden 10 g numune tartılarak homojenizasyon tüpüne alınmıştır. Üzerine 8 ml saf su ilave edildikten sonra 20 ml kloroform ve 40 ml metanol eklenerek 1 dakika homojenize edilmiştir. Homejenize edilmiş numuneye 20 ml daha kloroform ilave edilmiş ve 30 sn süreyle tekrar homojenize edildikten sonra 20 dakika ve 2000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Üstteki metanol ve su tabakası ortamdand uzaklaştırılıp altta kalan kloroform katmanından 10ml alınarak darası alınmış petrilere konulmuştur. Fazla kloroform su banyosunda buharlaştırıldıktan sonra numuneler 105 °C`de etüvde kurutulmuştur. Desikatöre alınıp soğutulan numunelerin son tartımı alındıktan sonra % yağ oranı aşağıdaki formülle (3.3) hesaplanmıştır

$$\% \text{ Ham Yağ} = \frac{(B - A) \times C \times 100}{W} \quad (3.3)$$

A : Dara (g)

B : Son tartım (g)

C : Yağ ekstraksiyonunda kullanılan toplam kloroform hacminin, buharlaştırma için kullanılan kloroform hacmine oranı

W = Örnek ağırlığı (g)

3.2.6. Ham Protein Tayini

Balık etindeki ham protein, Kjeldahl yöntemi ile tayin edilmiştir (A.O.A.C., 955.04, 1990). Dorsal bölgeden alınan et numuneleri çok küçük parçacıklar haline getirilmiş ve 1 g tartılarak Kjeldahl tüplerine aktarılmış ve bu örnekler üzerine 2 adet Kjeldahl katalizör tableti (Delta Kimya San.Ankara/ Türkiye) eklenmiştir. Daha sonra bunların üzerine 20 ml konsantre sülfirik asit (% 98'lik H₂ SO₄) ilave edilerek tüpler Kjeldahl yakma ünitesine yerleştirilmiştir. Yakma ünitesinde sıcaklık tedrici olarak 420

°C`ye kadar sarımtırak bir renk oluşuncaya kadar arttırılarak kaynatılmıştır. Daha sonra örnek tüpler oda ısısına kadar soğutularak üzerine 75 ml distile su ilave edilmiştir.

Tüpler daha sonra Kjeldahl distilasyon ünitesine (Gerhard Kjeldatherm) yerleştirilerek üzerine otomatik olarak 50 ml % 40`lık NaOH eklenmiştir. Reaksiyonun gerçekleşmesi için 5 sn beklendikten sonra tüpler 300 sn süre ile distilasyona tabi tutulmuştur. Distilat indikatör içeren (metil kırmızısı ve bromkresol yeşili) 25 ml borik asit içerisinde tutulmuştur. Distilasyon tamamlandıktan sonra distilat normalitesi 0,1 N ` e ayarlanmış HCl ile renk dönüşümü gri olana kadar titre edilmiştir. Bu deneyde ayrıca numune içermeyen kör denemede yapılarak hesaplamaya dahil edilmiştir. Toplam azot içeriği aşağıdaki formülle (3.4.) hesaplanmıştır.

$$\% N = \frac{(A - B) \times 0,01401 \times NA \times 100}{W} \quad (3.4)$$

A = Titre edilen asit miktarı (ml)

B = Kör deneme için kullanılan asit miktarı (ml)

C =Asitin normalitesi

W= Numune ağırlığı (g)

Protein faktörü hayvansal ürünlerde 6.25`tir. Bulunan azot miktarı 6.25 ile çarpılarak ham protein oranı belirlenmiştir (3.5).

$$\% \text{ Ham Protein} = \%N \times 6.25 \quad (3.5)$$

3.2.7. pH Tayini

Balığın dorsal kısmından 1 g et örneği alınıp üzerine 10 ml saf su eklenerek homojenizatörde iyici homojenize edildikten sonra Orion 420A model pH metre ile pH ölçümü yapılmıştır.

3.2.8. TVB-N Tayini (Toplam Uçucu Bazik Azot)

Yaklaşık kıyma haline getirilmiş 20 g numune tartılmış ve üzerine 25 ml saf su ilave edilmiş ve 1 dak homojenize edilmiştir. Homojenat 250 ml'lik Kjeldahl tüplerine aktarılıp üzerine 1 g MgO ilave edilmiştir. Köpürmeyi önlemek için üzerine 5-6 damla parafin veya (%20'lik silikon köpük kesiciden de 3 ml ilave edilebilir) ilave edilmiştir. Kjeldahl ünitesi (Gerhard Vapodest) kullanılarak alkali konumu kapatılıp 5 dak. süre ile homojenat distilasyon yapılmıştır. Distilat içerisinde indikatör içeren %4'lük 15 ml. borik asit içerisinde toplanmıştır. Renk pembeden yeşil renge döndüğü zaman uçucu bazlar asit içerisinde tutulmuş olur ve distilat 0.05 N HCl ile titre edilmiştir. Titrasyonda dönüm noktası rengin yeşilden kül ve gri renge döndüğü nokta olarak alınmış ve bu noktada titrasyon durdurulmuştur.

$$\% \text{ AZOT} = \frac{(V_2 - V_1) \times N_a \times 0,01401}{W} \times 100$$

V_2 = Numunenin titrasyonunda kullanılan asitin hacmi (ml)

V_1 = Kör deneme için kullanılan asit miktarı (ml)

N_a = Asitin Normalitesi

W = Numune ağırlığı (g)

3.2.9. Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizlerde toplam maya küf sayımı, toplam psikrofilik mikroorganizma sayımı ve toplam aerobik canlı sayımı yapılmıştır.

3.2.9.1. Toplam Maya ve Küf Sayımı

Buzdolabında depolanan kılçıksız ve derisi çıkartılmış alabalık filetolarından steril olarak 10 g et örneği steril stomaker torbalarına alınarak üzerine %0.1'lik peptonlu sudan 90 ml eklenip stomaker ile 90 sn homojenize edilmiştir. Elde edilen süspansiyondan örnek alınarak elde edilen örnekler %0.1'lik peptonlu su ile seyreltilmiştir. Yapılan seyreltmeler sonucunda uygun olan dilüsyonlardan 100 µl alınarak daha önceden

hazırlanmış ve %10 tartarik asit ile asitlendirilmiş Potato Dextrose Agar' a (PDA) ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutuları 22°C' de 3-4 gün süre ile inkübasyona bırakılmış ve oluşan koloniler sayılıp sonuçlar log₁₀ kob/g olarak verilmiştir

3.2.9.2. Toplam Koliform Bakteri Sayımı

Buzdolabında depolanan kılçıksız ve kılçıksız ve derisi çıkartılmış alabalık filetolarından steril olarak 10 g et örneği steril stomaker torbalarına alınarak üzerine %0.1'lik peptonlu sudan 90 ml eklenip stomaker ile 90 sn homojenize edilmiştir. Elde edilen süspansiyondan örnek alınarak elde edilen örnekler %0.1'lik peptonlu su ile seyreltilmiştir. Yapılan seyreltmeler sonucunda uygun olan seyreltilerden 100 µl alınarak daha önceden hazırlanmış McConkey Agar' a ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutuları 35±2°C' de 48 saat süre ile İnkübatörde bırakılmış ve oluşan koloniler sayılıp sonuçlar log₁₀ kob/g olarak verilmiştir.

3.2.9.3. Toplam Aerobik Bakteri Sayımı

Buzdolabında depolanan kılçıksız ve derisiz alabalık filetolarından steril olarak 10 g et örneği steril stomaker torbalarına alınarak üzerine %0. 1'lik peptonlu sudan 90 ml eklenip stomaker ile 90 sn homojenize edilmiştir. Elde edilen süspansiyondan örnek alınarak elde edilen örnekler %0.1'lik peptonlu su ile seyreltilmiştir. Yapılan seyreltmeler sonucunda uygun olan dilüsyonlardan 100 µl (0.1 ml) alınarak daha önceden hazırlanmış olan Plate Count Agar'a (PCA) ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutuları 22°C' de 48 saat süre ile inkübasyona bırakılmış ve oluşan koloniler sayılıp sonuçlar log₁₀ kob/g olarak verilmiştir

3.3. Duyusal Analizler

Pişirilmiş alabalık filetolarının duyuşal değeriendirilmesinde Mustafa Kemal Üniversitesi öğretim üyeleri ve yüksek lisans öğrencilerinden oluşan, daha önce bu tür çalışmalara katılmış olan tecrübeli 10 panelist görev almıştır. Panelistler farklı masalara birbirinden etkilenmeyecek şekilde oturmuşlardır. Filetolar mikrodalga fırında 850 W. 2

dakika süreyle pişirilmiştir. Panelistlerden pişirilen filetolarda koku, renk ve yapı (doku) bakımından değerlendirerek, değerlendirme sonuçlarını ellerinde bulunan formlara yazmaları istenmiştir. Duyusal analizlerde modifiye edilmiş Tasmanian Food Research Unit (TFRU) duyusal değerlendirme formu kullanılmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Pişirme Sonrası Duyusal Tazelik Değerlendirme Formu (TFRU)

10	Başlangıçta güzel nişasta kokusu	Sulu, metalik / Nişastamsı. Başlangıçta tatsız fakat et tadıyla hafif hoşluk kazandırılmış.	Kuru / Kolaylıkla çiğnenebilen / Lifli
9	Kabuklu / Deniz Yosunu / Kaynamış et	Tatlı / özlü / Kaymak / yeşil bitki / karakteristik	Kuru / Kolaylıkla çiğnenebilen / Lifli / Dolgun
8	Kaynamış süt / Kaynamış patates kokusu	Tadı hoş ve karakteristik fakat yoğunluğu azalmış.	Kuru / Az dolgun / Lifli / yapışkanımı
7	Talaş kokusu / Kaynamış patates	Doğal	Hafif kuru / Az dolgun / yapışkanımı / Lifli
6	Teksif edilmiş süt veya karamel gibi	Tatsız	Hafif kuru / Az dolgun / yapışkanımı / Lifli
5	Testideki süt kokusu / Kaynamış patates / Kaynamış çamaşır kokusu	Hafif ekşilik / Az miktarda lezzetli	Az dolgun / Hafif lifli
4	Laktik Asit / Ekşi süt / Ahır kokusu	Tatsız / Hafif acılık / kokusuz	Başlangıçtaki sıklığı depolama ile kaybederek yumuşamış
3	Düşük yağ asidi vb. / Asetik Asit / Bütrik Asit / çürümüş ot kokusu / Kaynamış çamaşır kokusu	Çok kötü / Lastik tadı / Hafif sülfid tadı Bozulmuş	Başlangıçtaki sıklığı depolama ile kaybederek yumuşamış

3.4. İstatistiksel Analizler

Depolama süresince elde edilen pH, TVB-N, mikrobiyolojik ve duyuşal analizlerde elde edilen verileri değerlendirmede istatistik program olarak MİNİTAB 13.1 versiyon programı kullanılmıştır. Sonuçlar tek yönlü ANOVA, iki yönlü ANOVA ve REGRESYON kullanılarak α : 0.05 aralığında analiz edilmiştir (Minitab Inc., State Collage PA, ABD).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Kimyasal Analiz Bulguları

Araştırmada kullanılan kekik esansiyel yağının bileşenleri GC-MS cihazında tayin edilmiştir. Kekik esansiyel yağının bileşenleri, alabalığın besin bileşenleri, depolama boyunca pH ve toplam uçucu baz miktarındaki değişimler aşağıdaki alt başlıklarda irdelenmiştir.

4.1.1. Kekik Uçucu Yağında Bulunan Bileşikler

Bu araştırmada kullanılan *Origanum syriacum* (at kekiği) uçucu yağda bulunan bileşikler çizelge 4.1’de verilmiştir. Kekik uçucu yağında yaklaşık olarak 25 adet bileşik tanımlanmıştır. Bunlar içerisinde carvacrol acetanosile miktarca en yüksek olup %84,5 oranında bulunmuştur. Carvacrol’un esas maddesi olan p-cymene %5 oranında, Δ -3-carene ise %4,3 ve β -caryophyllene %2, terpinolene %1 civarında bulunmuştur. Diğer bileşikler ise %1’in altında tespit edilmiştir. Dadalıoğlu ve Evrendilek, (2004) yaptıkları çalışmada kekik türlerinden Türk kekiği (*Origanum minutiflorum*, O. Schwarz & P.H.Davis)’in kimyasal bileşenlerini incelemişler, carvacrol ve p-simen oranını sırası ile 68.23 ve %11.84 olarak bulmuşlardır. Alabalık filetolarında kullanılan at kekik yağında bulunan carvacrol miktarı yukarıda bahsedilen literatürdeki Türk kekiğindeki miktardan daha yüksek ancak, p-simen oranı daha düşük çıkmıştır. Araştırmada kullanılan kekik yağında p-simen miktarının literatürden az, carvacrol miktarının yüksek olması, p-simen’in carvacrola dönüşmüş olabileceği ihtimalini ortaya koymaktadır.

Sökmen ve ark. (2004) *O. Acutidens* türü kekikte carvacrol ve p-simen oranını sırasıyla %72 ve %7,5 olarak bildirmişlerdir. Literatür bilgilerinde de görüldüğü üzere carvacrol ve p-simen, kekik türlerinde en fazla bulunan eterik bileşiklerden olup oranlarında, kekiğin türü, hasat bölgesi, ve hasat olgunluğuna bağlı olarak miktarlarda da değişiklik görülmektedir.

Çizelge 4.1 *Origanum syriacum* (at kekiği) uçucu yağının GC-MS analizi ile belirlenen bileşikleri

Bileşen	Alan (%)	Kolonda Kalma Süresi (dak)
α -Pinene	0.21	9.8
γ -Terpinene	0.46	10.12
1-octen-3-ol	0.15	13.04
propaneddi itrile	0.58	13.66
3-octanol	0.11	14.07
Δ -3-carene	0.12	14.33
terpinolene	1.07	15.15
p-cymene	5.02	15.72
linaly formate	0.25	15.93
Δ -3-carene	4.3	18.02
Δ -3-carene bicyclo	0.1	19.91
linalyl acetate	0.15	20.93
cyclopentene	0.43	25.98
thymol methyl ether	0.11	29.5
carvacrol thymol	0.37	31.54
carvacrol	84.42	32.21
carvacrol ethyl-3-phen	0.16	32.47
ethanone	0.11	32.63
β -caryophyllene	1.98	35.68
3,7-dimethyl-1	0.2	36.66
trans-caryophyllene	0.11	38.15
Δ -cadinene	0.05	38.56
1-oxaspirol[2,5]	0.07	39.29
2-diazo-1-methyl-N	0.28	40.12
terpinolene	0.29	47.57

4.1.2. Gökkuşığı Alabalığının (*O. mykiss*) Besin Bileşenleri

Araştırmada kullanılan Gökkuşığı alabalığında yapılan kimyasal analizlerde ham protein, ham yağ, ham kül ve nem miktarı çizelge 4.2’de verilmiştir

Çizelge 4.2. Gökkuşığı alabalığının besin bileşenleri

Besin Bileşenleri	%	St. Sapma (\pm)
Ham Protein	19.94	0.4
Ham Kül	0.52	0.1
Ham Yağ	6.08	0.57
Nem	74.19	0.6

n:3

Su ürünlerinde protein içeriği % 8 den daha az ve % 25 ten daha fazla olabilecek şekilde değişiklik gösterir. Buna rağmen birçok kemikli balık türünde protein miktarı % 18-22 arasında değişiklik gösterir (Sidwell, 1981). Bu çalışmada gökkuşığı alabalığında ölçülen protein oranı 19.94 ± 0.4 olarak tesbit edilmiştir. Bu sonuç, konu ile ilgili olarak yapılan ve diğer balık türlerini göz önüne alan çalışmalarda bulunan protein oranlarıyla paralellik arz etmektedir. Örneğin, protein oranı levrek’te % 20.08 (Harpaz ve ark., 2003), gökkuşığı alabalığında 18.37 ± 0.21 (Öksüz, 2000), uskumru’da 18.32 ± 0.65 (Öksüz, 2000) ve kefal balığında 19.66 ± 0.62 (Özeren, 2004) olarak tesbit edilmiştir.

Baklıklar et rengine göre genel olarak beyaz ve kırmızı etli balıklar olarak iki grupta incelenir. Beyaz etli balıklar (mezgıt ve işkarmoz) genelde yağsız, kırmızı etli balıklar (alabalık ve hamsi) ise genelde yağlı balıklar olarak bilinir. Balıklar, içerdikleri yağ oranlarına göre ise yağsız (%2), az yağlı (%2-4), orta yağlı (%4-8) ve yağlı (>%8) olarak sınıflandırılır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Bu çalışmada, gökkuşığı alabalığının yağ oranı %6.8 olarak tesbit edilmiştir. Buna göre alabalık orta yağlı (%4-8) balıklar sınıfına girmektedir.

Balıklarda en büyük değişiklik gösteren besin bileşenlerden biriside nem oranıdır. Su ürünlerinde nem oranı türlere, yaşlara ve cinsiyete göre farklılıklar gösterir. Balık etinde su miktarı genelde %60-80 arasında değişir (Wheaton and Lawson, 1985). Balıklarda yağ ve su içeriği arasındaki ters yönde bir ilişki vardır ve bu ilişki balık türleri

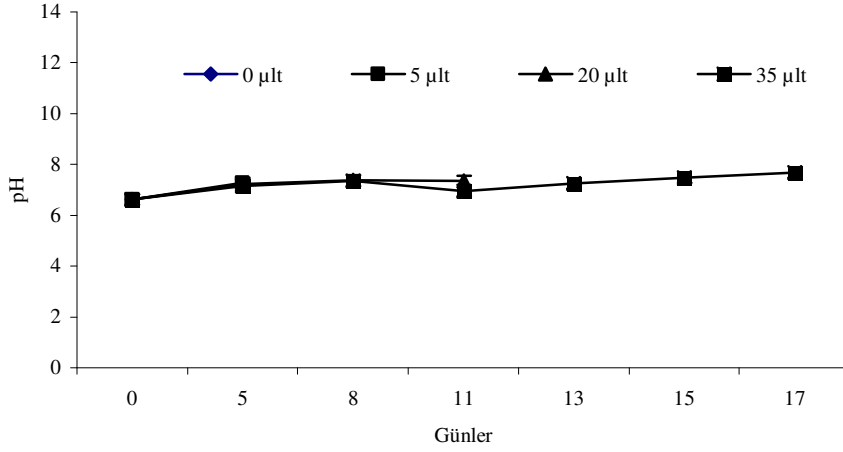
arasında farklılık gösterir: *Clupea harengus* (Brandes ve Dietrich, 1953; Stroud, 1972), *Sebastes marinus* (Brandes ve Dietrich, 1956) gibi balık türlerinde yağ oranı arttıkça nem oranında düşüş olduğu bildirilmiştir. Lupin'e (1980)'e göre bu ilişki nem oranı biliniyor ise yağ oranının tahmin edilmesinde, yağ oranı biliniyor ise nem oranının tahmin edilmesinde kolaylık sağlar.

Yapılan bu çalışmada alabalık filetolarında nem oranı %74 olarak bulunmuştur. Bu çalışmadaki nem ve yağ oranı ortalama olarak sırası ile %74.19, 6.8'dir. Diğer çalışmalar incelendiğinde yağ-su oranı levrekte %78-1.13 (Harpaz ve ark., 2003), uskumruda %18.32 - 0.65 (Öksüz, 2000) ve kefalde %76-2.22 (Özeren, 2004) olarak saptanmıştır. Veriler karşılaştırıldığı zaman yüksek nem oranına sahip balıkların yağ oranının az olduğu görülmüştür. Yaklaşık olarak balıklarda nem ve yağ oranının toplamı %80 civarındadır. Bu formülden gidilerek nem oranı bilinen bir balığın yaklaşık olarak yağ oranı da tahmin edilebilir.

Balıklarda kül oranı %0.2 ile 2 arasında değişme gösterir (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992). Yapılan bu çalışmada gökkuşağı alabalığında kül oranı %0.52 olarak tesbit edilmiştir. Kül oranı levrekte %1.25 (Harpaz ve ark., 2003), ve kefal balığında %1.25 (Özeren, 2004) olarak saptanmıştır. Balık etinde kaslar arasında kemikler ya da kemiksi yapıların bulunuşu balıklarda kül oranını arttırmaktadır. Yukarıda bahsedilen çalışma sonuçları bu araştırma bulgularındaki kül değerinden daha fazladır.

4.1.3 Depolama Boyunca pH'da Meydana Gelen Değişimler

Depolama süresince; A (kontrol), B (5 µl/100g kekik eterik yağı ilaveli grup), C (20µl/100g kekik eterik yağı ilaveli grup) ve D (35µl/100g kekik esansiyel yağı ilaveli) gurublarına ait pH değerleri şekil 4.1 de gösterilmiştir. Canlı balığın pH değeri nötrale yakın veya hafif asidiktir.



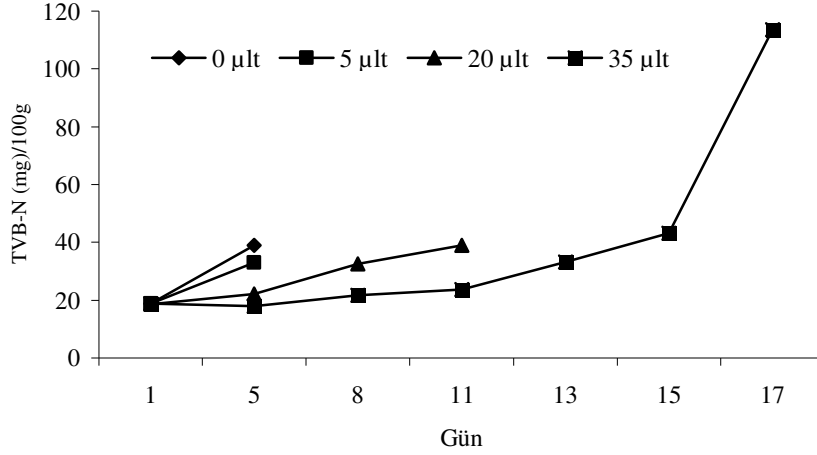
Şekil 4.1. Depolama boyunca alabalık filetolarında pH değişimi

Depolanan balıkta pH' daki artışa, ortamda balığın bozulmasına sebebiyet veren bakteri faaliyetleri sebep olur. Bu faaliyetler sonucu ortamda amonyak, trimetilamin ve diğer azotlu bileşikler meydana gelir. Bu tür uçucu ve uçucu olmayan aminler bazik yapıda olup pH'nın yükselmesine neden olur (Kyra ve ark., 1997; Boskou ve Debevere, 2000; Ruiz -Capillas ve Moral, 2001; Masniyom ve ark., 2002). Depolamaya başlandığı gün pH, 6.61 olarak tesbit edilmiştir. Başlangıçta iyi olarak kabul edilen bu değerler depolama süresince tüm gruplarda artmıştır. Fakat bu artışlar kontrol ve B grubunda daha hızlı, C D ve grubunda daha yavaş olmuştur. D grubunda 11. günde bir azalış ($P>0.05$), takip eden günlerde ise yavaş ve düzenli bir artış gözlenmiştir. Depolama boyunca elde edilen pH değerleri yukarıda verilen çalışmalarla uyumludur.

4.1.4. Depolama Boyunca TVB-N Miktarında Oluşan Değişimler

Bu çalışmada elde edilen TVB-N değerleri şekil 4.2.'de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü üzere başlangıç TVB-N değerleri tüm gruplarda aynı fakat zamanla uygulanan doz miktarları ile orantılı bir şekilde artmıştır. Uygulanan kekik uçucu yağı TVB-N'deki artışı durdurmamış ama yavaşlatmıştır.

Balığın bozulma derecesi ve raf ömrünün belirlenmesinde kullanılan en geçerli kimyasal yöntemlerden biri TVB-N değeridir. TVB-N değerindeki artış balıkların



Şekil 4.2. Depolama boyunca filetolarda TVB-N miktarındaki değişim

bozunmasına sebep olan bakteri miktarındaki artışın ve enzim faaliyetlerinin fazla oluşunun bir göstergesidir. (Kyrana ve ark., 1997; Varelzis ve ark., 1997; Ruiz -Capillas Ve Moral, 2001; Ozogul ve ark., 2004;). TVB-N değerinin 15-20 mg N/100g olması balığın iyi kalitede olduğunu gösterir (Conell, 1980). Şekil 4.2'de görüldüğü gibi depolamanın birinci günde ölçülen TVB-N değeri 18.9 mg N/100g olarak saptanmıştır. Bu değer bu araştırmada kullanılan alabalık filetolarının iyi kalitede olduğunu gösterir.

Çalışmanın 8. gününde deneylere yalnızca 20 ve 35µl kekik yağı ilaveli gurubla devam edilmiş ve bu günde 20µl kekik yağı ilaveli gurubun TVB-N değeri 32.5±0.2 mg N/100g'a ve 35µl kekik yağı ilaveli gurubun TVB-N değeri 21.6±0.11 mg N/100g'a ulaşmıştır.

Çalışmanın 11. gününde ise 20µl kekik yağı ilaveli grup 38.9±2.38 mg N/100g'a ulaşarak raf ömrünü tamamlarken, 35µl kekik yağı ilaveli grup 23.9±0.39 mg N/100g'lık değeri ile yenilebilirliğini korumaya devam etmiş, tadında bir değişiklik olmamış ve diğer raf ömrünü belirleme kullandığımız değerler de balığın raf ömrünün dolmadığını göstermiştir.

Çalışmanın 15. gününde 35µl kekik yağı ilaveli grup 43.1 ± 0.26 mg N/100g'lık değeri ile bir artış göstermiş ($P > 0.05$), 17. günde ise 33.2 ± 0.2 mg N/100g'lık değeri ile bir azalış göstererek 5µl kekik yağı ilaveli grubun 5. günde ulaştığı seviyeye 12 günde ulaşmıştır. Depolamanın 17. gününden itibaren çok hızlı bir bozulma meydana gelmiş ve 19. günde 113.5 ± 1.4 mg N/100g'lık değeri ile raf ömrünü tamamlamıştır. Başka bir deyişle, Connell (1980)'in öngördüğü 50 mg N/100g'lık kritik değeri aşarak raf ömrünü tamamlamıştır.

Goulas ve Kontominas, (2007) yaptığı bir çalışmada kekik yağı ilave edilerek soğutulmuş çipura balıklarında toplam uçucu baz miktarının kontrol grubuna göre daha az olduğu ve kekik yağı konsantrasyonu arttıkça uçucu baz miktarında da bir azalmanın olduğunu bildirmişlerdir.

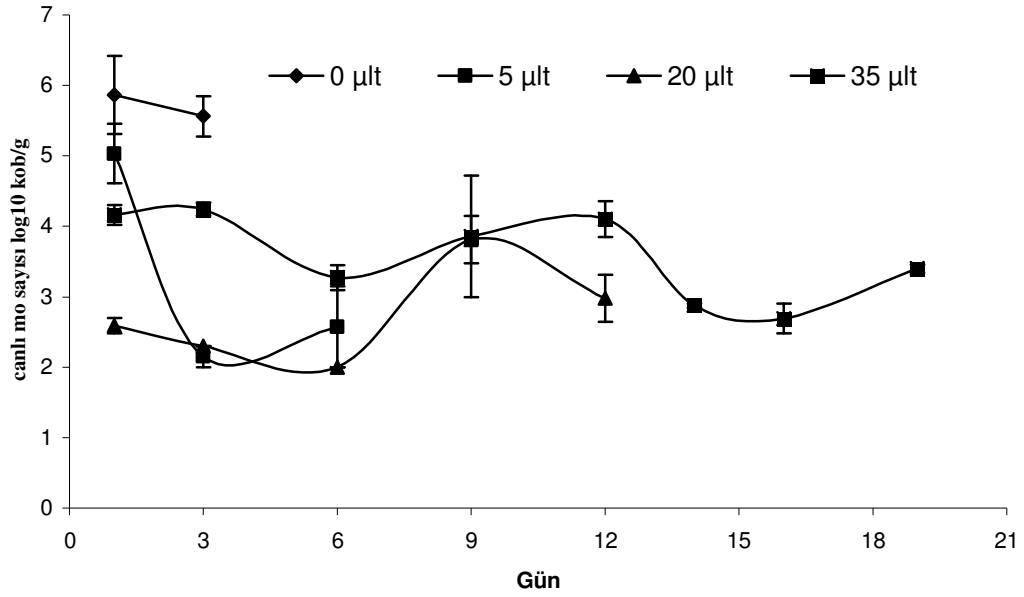
4.2. Depolama Esnasında Meydana Gelen Mikrobiyolojik Değişimler

Soğuk muhafaza esnasında farklı konsantrasyonlarda kekik yağı ile muamele edilen balık filetolarında toplam maya ve küf, toplam aerobik bakteri sayımı ve toplam koliform sayımı yapılmıştır.

4.2.1. Toplam Maya Küf Sayımı

Bu çalışmada depolama boyunca kontrol grubuna, B, C ve D grubuna ait toplam maya küf sayımları şekil 4.3'te verilmiştir.

Uygulamanın birinci gününde kontrol grubu (A), B, C ve D grubu toplam maya-küf sayımı sırasıyla 5.86, 5.03, 2.58 ve 4.16 log₁₀ kob/g olarak tesbit edilmiştir. Kekik yağı ilavesiz grup ile diğer gruplar karşılaştırıldıklarında araştırmanın birinci gününde yani bir günlük etkinin bile fark edilir bir etki olduğu saptanmıştır. Çünkü kontrol grubu maya-küf sayımı sonuçları diğer tüm gruplardan daha fazla belirlenmiştir. Diğer gruplardaki aşalışa kekik esansiyel yağı neden olmuştur. Araştırmanın sekizinci gününde ise C ve D gruplarında maya-küf oranında bir azalma gözlenirken, sekizinci günden sonra bu oranda bir artış kaydedilmişse de bu azalış ve artış istatistiksel yönden önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$).



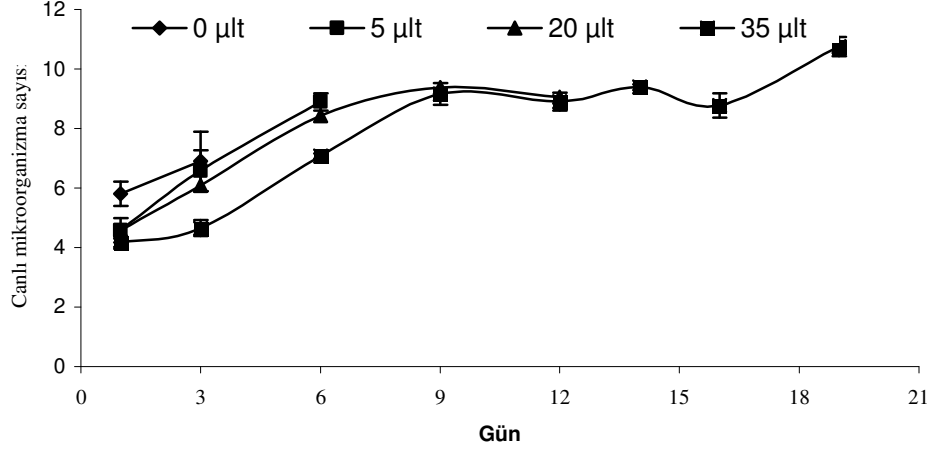
Şekil 4.3. Depolama boyunca alabalık filetoalarında toplam maya-küf sayımı

Şekil 4.3'den de görüldüğü üzere depolama boyunca tüm gruplarda toplam maya-küf oranında genelde bir azalış gözlenmiştir. Kekik eterik yağının dozlarındaki artış gruplarda toplam maya-küf sayımlarında bir azalışa neden olmuştur. Bu azalış kekik eterik yağının maya ve küflerde inaktivasyon etkisi olduğuna dair bir göstergedir. Kekik eterik yağının maya ve küflere karşı sağladığı antifungal etkisi karşılaştırmalı olarak bakıldığında gruplardaki inaktivasyon etki sıralaması: D > C > B grubu ve kontrol grubu (A) olarak sıralanabilir. Başka bir deyişle, kekik eterik yağının fazla kullanımı alabalık filetoalarında maya-küf oranını azaltmaktadır. Bu bulgular, Rasooli ve Owlia, (2005) ve Karaman ve ark. (2001) de bulunan sonuçlarla aynı paraleldedir.

Sökmen ve ark. (2004) kekik eterik yağını bir çok mikroorganizma bakterilerle birlikte onsekiz tür küf ve bir maya türü üzerindeki etkisini incelemişler ve maya ve küflerde bir inaktivasyona sebep olduklarını rapor etmişlerdir. Bu çalışma sonuçlarıyla da bir paralellik göstermektedir.

4.2.2. Toplam Aerobik Bakteri Sayımı

Alabalık filetolarında depolama boyunca elde edilen toplam aerobik bakteri sayısı Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4. Depolama boyunca alabalık filetolarında toplam aerobik bakteri sayısı

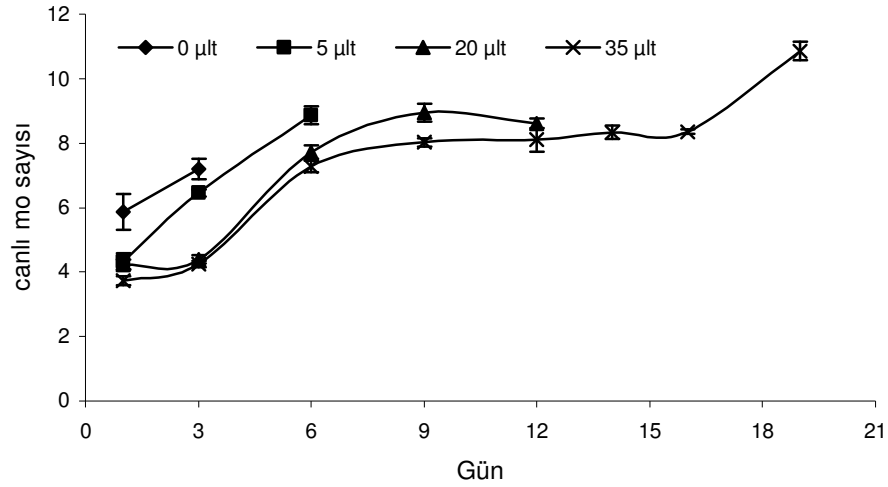
Uygulamanın birinci gününde kontrol grubunda (A), toplam bakteri yükü 5.71 \log_{10} kob/g iken, B, C ve D grubunda sırasıyla 4.57, 4.58 ve 4 \log_{10} kob/g olarak tesbit edilmiştir. Eğer kekik esansiyel yağı ilave edilmemiş olsaydı tüm grupların kontrol grubunda tesbit edilen bakteri yükünesahip olması beklenirdi. Bu değerler kekik eterik yağının 24 saat içinde alabalık filetolarında mevcut olan toplam psikrofilik aerobik bakterilerin faaliyetlerini yavaşlattığını göstermektedir. D grubunda 11. ve 15. günler arasında bir azalış gözlenmiştir ($P > 0.05$). Bu azalış hariçinde tüm gruplarda sürekli bir artış mevcuttur. Bu sonuçlar kekik eterik yağının alabalık filetolarında bulunan toplam psikrofilik aerobik bakterilerin faaliyetlerini yavaşlattığını gösterir. Bu sonuçlar, önceki çalışmalarla aynı paraleldedir (Karaman ve ark. 2001; Harpaz ve ark., 2003; Dadaloğlu ve Evrendilek, 2004; Mahmoud ve ark., 2004; Nerantzaki ve ark., 2005; Mahmoud ve ark., 2006).

Sökmen ve ark.,2004 yaptığı araştırmada kekik yağının 35 bakteri türünden 27 türüne antimikrobiyal etki gösterdiğini belirtmiştir. Kekik yağı içerisinde de carvacrolun

antimikrobiyal etkisinin büyük olduğunu vurgulamıştır. Böylelikle kekik yağındaki eterik yağların geniş spektrumlu bir antimikrobiyal etkiye sahip olduğu söylenebilir.

4.2.3. Toplam Koliform Bakteri Sayımı

Bu çalışmada kullanılan gökkuşağı alabalık filetolarından elde edilen toplam koliform miktarları Şekil 4.5'te görüldüğü gibidir.



Şekil 4.5. Depolama boyunca alabalık filetolarında toplam koliform sayımı

Alabalık filetolarında başlangıç toplam koliform sayısı kontrol grubunda (A) 5.36 \log_{10} kob/g; B grubunda 4.33 \log_{10} kob/g, C grubunda 4.22 \log_{10} kob/g ve D grubunda 3.72 \log_{10} kob/g olarak hesaplanmıştır. Depolama boyunca tüm gruplarda artış gözlenmiştir. Bu artış 5. günün sonunda kontrol grubunda ve 5 μ l kekik yağı ilaveli grupta sırasıyla 7.19 \log_{10} kob/g ve 6.46 \log_{10} kob/g; 11.günün sonunda 20 μ l kekik yağı ilaveli grupta, 8.94 \log_{10} kob/g; 19. günün sonunda 35 μ l kekik yağı ilaveli grupta ise 8.35'lik değerlere ulaşarak raf ömürlerini tamamlamışlardır. Kekik eterik yağı ilavesi koliform bakterilerin çoğalma sürelerini yavaşlatmıştır. Bu sonuçlar daha önceki çalışmalarla aynı paraleldedir (Harpaz ve ark., 2003; Vincenzo De Feo ve ark., 2003; Dadaloğlu ve Evrendilek, 2004).

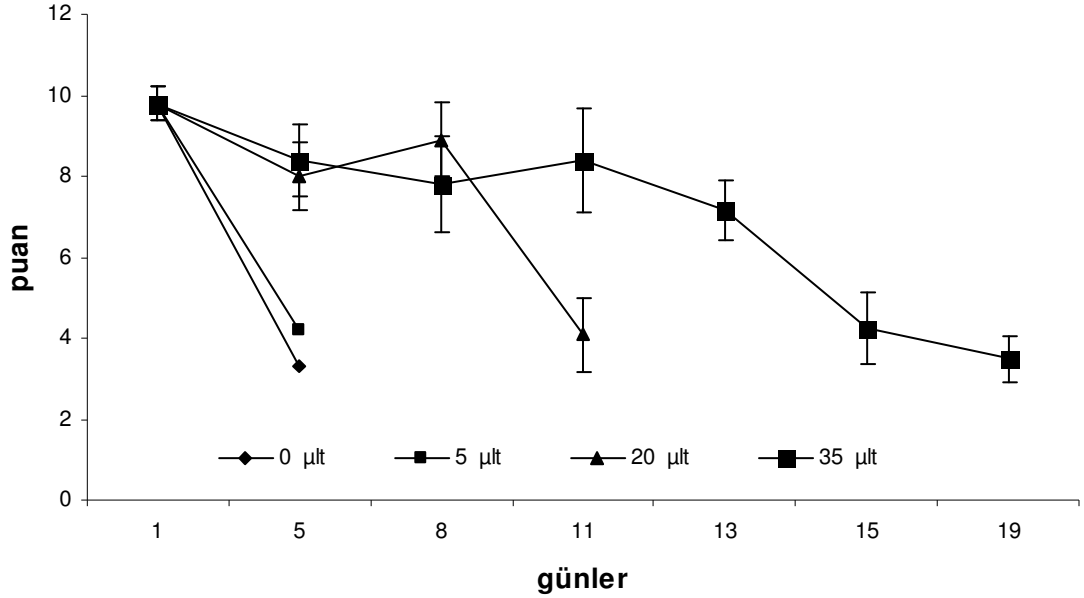
4.3. Duyusal Analizler

Araştırma süresince tüm gruplardan elde edilen koku testi verileri Şekil.4.6'da verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere pişirilen alabalık filetolarında ilk gün tüm gruplar 10 üzerinden 9.8 lik puanlar almıştır. Dolayısı ile ilk gün balık filetoları panelistler tarafından beğenilmiştir.

Duyusal analiz, herhangi bir gıda ürünü satın alırken kullanılan ilk yöntemdir. Hızlı sonuç verdiği için gıdaların kalitesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılır. Raf ömrünün belirlenmesinde kimyasal, mikrobiyolojik ve fiziksel analizler duyusal analizlerle ilişkilendirilir. Bu çalışmada, pişirilmiş kontrol (A), B, C ve D gurubu gökkuşuğu alabalığı filetolarında koku, tat ve lezzet öğeleri incelenmiştir.

Su ürünlerinin tazelik seviyesinin belirlenmesinde 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 vermede laboratuvar şartlarında düzenlenen deneylerden ziyade duyusal ön incelemelerden yararlanırlar. Daha sonra bu gıdayı tüketirken içerdiği mikroorganizma sayısına değil lezzetli olup olmadığına bakarlar. Yani duyusal analizler gıdanın alımı ve tüketiminde önemli bir yere sahiptirler.

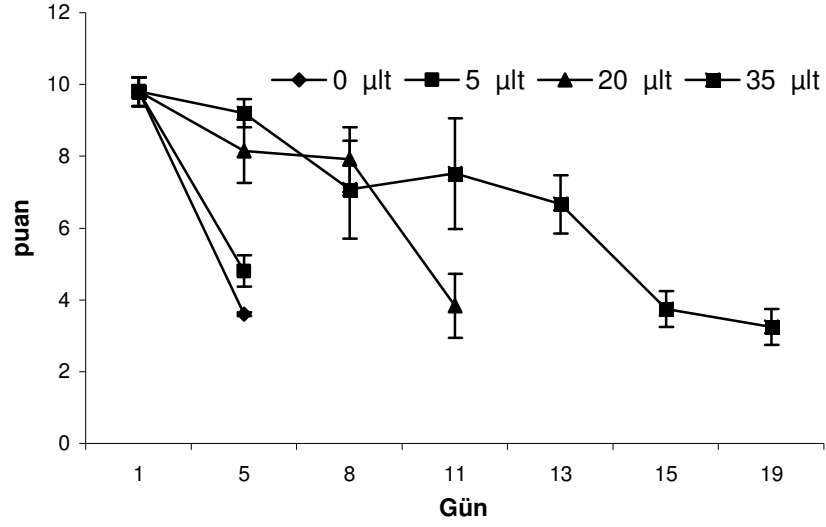
Bu araştırmada her ne kadar sağlığa zararsız bir muhafaza amaçlanmış ve farklı dozlardaki kekik eterik yağı ile raf ömrü uzatılmasını planlanmışsa da duyusal analizler en uygun dozu, en uzun süre muhafaza sağlayan doz değil duyusal açıdan (koku, lezzet ve tat) kabul edilebilirliği en yüksek olan gurubun tesbitinde etkin olmuştur.



Şekil 4.6. Depolama boyunca filetolarda oluşan koku testi

Bu çalışmada kontrol grubu (A) ve B grubu 5. günün sonunda panelistlerce verilen sırası ile 3.3 ve 4.2'lik puanlarla red edilmişlerdir. Buna rağmen C ve D grupları aldıkları 8 ve 8.4 lük puanlarla beğeni sağlamışlar ve depolanmaya devam edilmişlerdir. Araştırmanın sekizinci gününde C grubunun panelistlerden aldığı puan 8.9'e yükselmiş ve D gurubunun 7.8'lik puanla çok az miktarda azaldığı gözlenmiştir. C grubundaki artışın ve D gurubundaki azalışın istatistiksel açıdan önemli olmadığı hesaplanmıştır ($P>0.05$). 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.

Araştırma boyunca alabalık filetoları lezzet testi ortalama değerleri şekil 4.7 'de gösterilmiştir. Lezzet testinin ilk gününde tüm gruplar bu testten 10 üzerinden 9.8 puan almıştır. 5. günün sonunda bozulmaya bağlı olarak kontrol (A) ve B grupları sırasıyla 3.3 ve 4.2'lik puanlarla duyusal olarak kabul edilemez değerler almışlar ve panelistler tarafından reddedilmişlerdir. C ve D grupları ise 8.14 ve 8.6 gibi yüksek puanlarla panelistler tarafından beğenilmişlerdir. C veD gruplarında uygulanan dozların raf ömrü

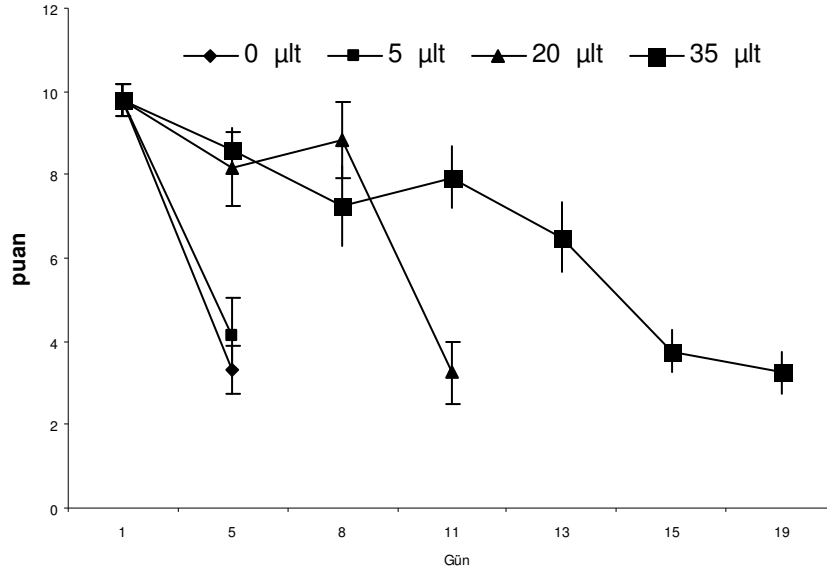


Şekil 4.7. Depolama boyunca filetolarda oluşan tat testi

ve lezzet üzerine olumlu etkisi 8. günde sırasıyla 8.83 ve 7.23'lük ortalama değerlerle kendini göstermiştir. Panelistlerimiz C grubunda uygulanan dozun ağız tadına hitap ettiğini ve alabalık filetosu için iyileştirici bir kür olduğunu; D grubunda uygulanan dozun balıkta değişiklik oluşturarak balık tadından ziyade baharat tadını öne çıkardığını ve bunun da rahatsız edici olduğunu öne sürmüşlerdir.

Depolamada 11. günün sonunda kontrol (A), B ve C grupları bozulma gösterirken D grubu oldukça iyi bir ortalama puanla halen beğeni ile yenilebilir durumda olduğu görülmüştür. Balığın tadında 11. günden sonra D grubunda düzenli bir azalış göstererek 19. günde tamamen red edilmiştir.

Pişirilmiş alabalık filetolarında yapısal değişikliklere panelistler tarafından verilen puanlar Şekil 4.8'de gösterilmektedir. Alabalık filetolarında yapı; başlangıçta kuru, kolayca çiğnenebilen ve lifli iken, depolama süresince yumuşama görülmüştür. C gurubunda ise yapıda 8. günden sonra hızlı bir azalış gözlenmiştir ($P>0.05$).



Şekil 4.8. Depolama boyunca filetolarda yapı testi

Alabalık filetolarında başlangıçta sıkı düzgün bir görünüm var iken, zamanla bu yapıda bozunmaya paralel gevşeme ve yumuşama görülmüştür. Araştırmada tüm gruplarda var olan bu yapısal değişiklik bozulmaya bağlı olarak değişmiştir. İstatistiksel olarak kontrol grubu(A), B, C ve D gurubları arasında doz arasından farklılık bulunmamış fakat dozlardaki artış raf ömründe uzamaya sebep olmuştur. D gurubu dokusunu en uzun muhafaza eden grup olmuştur.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Balık doğası gereği çok çabuk bozulabilen bir gıdadır. Bütün haldeki balığın bozulma süresi fileto edilmiş balıkla mukayese edildiğinde daha uzun bir süreye tekabül eder. Kontaminasyon ise daha hızlı bozulmaya sebebiyet verir. Bu çalışmada gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının muhafazasında kekik eterik yağının (*Origanum syriacum*) etkisini incelenmiştir. Bu amaçla alabalık filetolarına kekik eterik yağı ilave edilmiş ve 1., 5., 8., 11., 15., 17. ve 19. günlerde kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizler uygulanmıştır. Duyuşsal analizlerde panelistlerin balık filetoları hakkında verdikleri karar araştırmanın devamı için baz alınmıştır.

Panelistlerin D grubunu red ettiği noktada (17. gün) toplam aerobik bakteri yükü $8.9 \log_{10}$ kob/g , toplam psikrofilik bakteri yükü $8.10 \log_{10}$ kob/g ve toplam maya-küf $4.10 \log_{10}$ kob/g olarak tesbit edilmiştir. Buna ilaveten, pH değeri 7.24 ve TVB-N miktarı 43.1 mg N/100g olarak hesaplanmıştır. Balık filetolarındaki ileri seviyede bozulmayı belirlemek için filetolar 2 gün daha depolanarak 19. günde pH 7.68, toplam aerobik bakteri yükü $8.7 \log_{10}$ kob/g ve TVB-N ise $113.5 \log_{10}$ kob/g seviyesine ulaşmıştır. Balıkların ileri derecede bozulmalarında TVB-N değeriinde hızlı bir artış olduğu belirlenmiştir. TVB-N miktarı

Balık filetosu kontrol grubunda ve 5 µl kekik yağı ilaveli grupta 5. günde, 20µl kekik yağı ilaveli grupta 11. gün de, 35µl kekik yağı ilaveli grupta ise 19. gün de bozulma olmuştur. C grubu; kontrol ve B grubuna göre 6 gün, D grubu; kontrol ve B grubuna göre 14 gün, C grubuna göre ise 8 gün daha fazla dayanmıştır. Bu sonuçlara dayanarak, kekik eterik yağının alabalık filetolarında raf ömrünü uzattığı söylenmektedir. Kekik eterik yağı miktarı arttıkça alabalık filetolarının raf ömrü uzamaktadır. Fakat kekik eterik yağının yüksek dozda kullanılması D grubundaki gibi duyuşsal panelde panelistler tarafından B grubu kadar beğenilmemiş, kekik kokusunun balık kokusundan daha baskın olduğu ifade edilmiştir.

Araştırmada her ne kadar en uzun süreli korumayı D grubu sağlamış olsada duyuşsal analizlerde panelistlerin bu dozun balık tadında bitki kokusunun baskın olduğu ve C gurubundaki dozun D grubuna göre ağızda daha olumlu bir sonuç verdiğini ifade

etmişlerdir. Bu nedenle bu sonuç çalışmanın amaçlarından biri de uygun dozun panelistlerce belirlenmesine hizmet etmektedir. Her ne kadar balık filetolarında ve kekik eterik yağı mümkün mertebe uzun süreli bir koruma sağlamak çok önemli olsa da balık tadının insanı rahatsız etmeyecek, damak zevkine uygun olması ve beğeni ile tüketilebilmesi birinci derecede önemlidir. Dolayısı ile uzun süreli koruma sağlayan D gurubunun alabalık filetosunu muhafaza etmede kullanılması uygun değildir. Fakat C grubu (20µl kekik yağı içeren grup) duyuşal açıdan kullanılabilir optimum konsantrasyon olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada buzdolabı şartlarında kekik esansiyel yağı ilavesi ile bir koruma sağlanmışır. Daha sonra yapılacak çalışmalarda, kekik esansiyel yağı kullanılan balık filetolarının MAP teknolojisi ile balıkların raf ömrüne olan etki denenebilir. Böylece farklı koruyucu etkenlerin bir arada nasıl etkileşim gösterebilecekleri araştırılabilir. Bunlara ek olarak, kekik esansiyel yağının yanısıra farklı esansiyel yağları farklı balıklarda, filetolarda ve tüm balık muhafazasında denebilir. Bu çalışmada kullanılan kekik esansiyel yağı ilavesi mikro pipet yardımı ile fileto üzerine püskürtülmüş ve tüm filetoya homojen bir dağılım sağlanamamıştır. Daha sonra yapılacak bu tür çalışmalarda esansiyel yağ ilavesi, paketlenme malzemesi ve emici dokuya katılabilir veya balık filetosuna sprey şeklinde püskürtülmesi tavsiye edilir. Böylece kekik yağı filetoya homojen bir şekilde yayılacak ve koruyucu etkisi tüm balıkta görülecektir. Bunlara ilaveten, tazeliğin belirlenmesinde kullanılan kimyasal yöntemlerden K değeri analizleri daha sonraki çalışmalarda kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Akgül, A., 1993. **Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın.** No:15. ANKARA
- Altuğ, T.,2001. **Gıda Katkı Maddeleri.** Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İZMİR.
- Appel, L.J., Miller. E.R., Seidler., A.J.1993. Does supplementation of diet with ‘fish oil’ reduce blood pressure? A meta-analysis of controlled clinical trials. **Arch International Medicine**, 153, 1429-38.
- A.O.A.C., 1990. **Official methods of analysis of Association of Analytical Chemist.** (15th Ed.). Washington DC: AOAC
- Baird-Parker, T.C., 2000. The production of microbiologically safe and stable foods.
- Beilin, L.F., 1993. Dietary fats, fish, and blood pressure. **Ann New York Academi Science**, 683, 35-45.
- Baird-Parker, T. C. (2000). The production of microbiologically safe and stable foods. **Aspen Publishers**
- Boskou, G., & 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.
- Brandes, C. H., ve Dietrich, R. (1953). A review of the problem of fat and water content in the edible part of the herring.
- Brut, S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. **International Journal of Food Microbiology**, 94, 223-253
- Connell, J.J. 1980. **Control of Fish Quality.** England, Fishing New Books Ltd. 222
- Conner, W.E., Neuringer, M., Reisbick, S., 1992. Essential fatty acids: the importance of n-3 fatty acids in the retina and brain . **Nutrition Review**, **50**, 21-9.
- Dadalıoğlu, I., 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.
- Dapkevicius, A., Venskutonis, R., Van Beek, T.A.,And Linseen, P.H. 1998. Antioksidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. **Journal of Science of Food and Agriculture**, 77, 140-146.
- Debevere, J., & Boskou, G. (1996). Effect of modified atmosphere packaging technology.A review. **Journal of food Protection**, 54(1), 58-60.
- Drevon, C.A., 1992. Marine oils and their effects. **Nutrition Review**, 50, 38-45
- Fagan, J.J., Gormay, T.R., Mhuirheartaigh, M., 2003. Effect of freze- chilling, in comparision with fresh, chilling and freezing, on some quality parameters of raw whiting, mackerel and salmon portions. **Lebensm-Wissenschaft Und-Technologie-Food Science and Technology**, 36, 647-655.
- Hanson, S.W.F., Olley, J., 1963. Application of the Bligh and Dyer method of lipid extraction to tissue homogenates. **Proceeding of the Biochemical Society**, 89, 101-102.

- Gram, L., & Dalgard, P., 2002. Fish spoliage bacteria problems and solutions. *Current Opinion in Biotechnology*, **Elsevier Science**, 13, 262-266.
- Goulas, A.E., Kontaminas, M.G., 2007. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. **Food Chemistry**, 100, 287-296.
- Grigorakis, K., Taylor, K.D.A., Alexi, M.N., 2003. Seasonal patterns of spoilage of ice-stored cultered gilthead Sea bream (*Sparus aurata*). **Food Chemistry**, 81, 263-268.
- Göğüş, A.K. Ve Kolsarıcı, N., 1992. **Su Ürünleri Teknolojisi**. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1243, Ders Kitabı, 358 s, Ankara.
- Gökoğlu, N., 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Hamazaki, K., Itomura, M., and Savazaki, S., 2006. Fish oil reduces tooth loss mainly through its anti-inflammatory effects. **Medical Hypotheses**, 67(4), 868-870.
- Harpaz, S., Glatman, L., Drabkin, V., Gelman, A., 2003. Effects of herbal essential oils used to extend the shelf life of fresh water reared Asian bass fish (*Lates calcarifer*) **Journal of Food Protection**, 66(3), 410-417.
- Heen, K., Monahan, R.L. and Utter, F. 1993, **Salmon Aquaculture**, Fishing News Books A Division of Blackwell Scientific Publication Ltd. M.A 02142, USA
- Karaman, S., Digrak, M., Ravid, U., İlçim, A., 2001. Antibacterial and antifungal activity of the essential oils of *Thymus revolutus* Celak from Turkey. **Journal of Ethnopharmacology**, 76,183-186.
- Kraus, R. M., Echel, H.R., Howard, B., Appel, L. J., Daniel, S. R., Deckelbaum, R. J., 2000. **AHA dietary guidelines. Revision**. A statement for healthcare professionals from The Nutrition Committee of The American Heart Association. *Circulation*, 102, 2284-2299.
- Kyran, 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**. Volume. 37, 319-328.
- Lupin, H. M. (1980). El Pescado como Materia Prima. **Mar del Plata. CITEP**.138.
- Mahmoud, B.S.M., Yamazaki, K., Miyashita, K., Shik, S.I., Dong-Suk, C., Suzuki, T., 2004 Bacterial microflora of carp (*Cyprinus carpio*) and its shelf-life extension by essential oil compounds. **Food Chemistry**, 21, 656-662.
- Mahmoud, B.S.M., Yamazaki, K., Miyashita, K., 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 Microbiolgy**, 106, 331-337.
- Mahmoud, B.S.M., Yamazaki, K., Miyashita, K., Shin, I., Suzuki, T., 2006. A new technology for fish preservation by combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds. **Food Chemistry**, 99(4), 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.

- 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 $4 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ **European Food Research Technology**, 221, 675-683.
- Öksüz, A., 2000. **Quality indicates of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) and Atlantik mackerel (*Scomber scombrus*): A comparative study**, Ph.D. Thesis. University of Lincolnshire, Humberside, England.
- Öksüz, A., 2001. Buzda Depolama Esnasında Atlantik Uskumrularındaki Tazelik Değişimi. **XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu**, Hatay.
- Özeren, A., 2004. **Buzda Depolanan Kefallerin (*Mugil auratus*, Risso, 1810) Biyokimyasal, duyusal ve mikrobiyolojik Değişimleri**. Master Tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ozogul F., Polat A, Ozogul Y.,2004. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina pilchardus*) **Food Chemistry**, 85, 49-56.
- Oussalah, M., Caillet, S., Saucer, L., Lacroix, M., 2006. Antimicrobial effect of selected plant essential oils on the growth of pseudomonas putida strain isolated from meat. **Meat Science**, 73, 236-244
- Quattara, B., Sabato, S.F. and Lacroix, M., 2001. Combined effect of antimicrobial coating and gamma irradiation on shelf-life extension of pre-cooked shrimp (*Panaeus spp.*) **International Journal Food Microbiology**, 62, 1-9.
- Rasooli, I., and Owlia, P. , 2005. Chemoprevention by thyme oils of Aspergillus paraciticus growth and aflatoxin production. **Phytochemistry**, 66: 2851-2856
- Rasooli I, Rezaei M.B., and Allameh A, 2006. Growth inhibition and morphological alterations of Aspergillus niger by essential oils from Thymus x-porlock. **Food Control**, 359-364.
- Ruiz-Capillas, C., & 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.
- Sağdıç, Osman, 2003. Sensitivity of four pathogenic to four pathogenic bacteria to Turkish thyme and oregane hydrosols. **Lebensm-Wissenschaft Und-Technologie-Food Science and Technology**, 36 (5), 467-473
- Sidhu, K.S., 2003. Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, 38, 336-344.
- Sidwell, V. 1981, Chemical and Nutritional Composition of Finfishes, Whales, Crustaceans, Mollusks, and their Products, NOAA Technical Memorandum NMFS F/SEC-11.United States Department of Commerce, WDC 432
- Shahidi, F., ve Botta, J.R. (1994). **Seafoods: Chemistry, Prossesing, Technology and Quality (pp. 3-9)**. London: Chapman & Hall.
- Simopolous, A.P., 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and development **Am Journal of Clinical Nutrition**, 54: 438-63.
- Smid, E.J., Gorris, L.G.M., 1999. Natural antimicrobials for food preservation. In: Rahman, M.S. **Handbook of food preservation**.
- Sökmen, M., Serkedjieva, J., Daferera, D., Gülüce, M., Polissiou, M., Tepe, B., Akpulat, H. A., Şahin, F., Sökmen,A., 2004. In Vitro Antioxidant, Antimicrobial, and

- Antiviral Activities of the Essential Oil and Various Extracts from Herbal Parts and Callus Cultures of *Origanum acutidens* **Journal of Agriculture. Food Chemistry**, 52, 3309-3312
- Stroud, G. D. (1972). The herring. Torry Advisory Note No. 57.
- Tassou, C. C., Drosino, E. H. Ve Nychas, G. J. E. (1995). İnhibition of resident microbial flora and pathojen inocula on cold fresh fish fillets in olive oil, oregono, and lemon juice under modified atmosphere or air. **Journal of Food Protection**, 59, 31-34.
- Tuley De Silva, K., 1996. **A Manual on the Essential oil Industry. United Nations Industry Development Organization**, Vienna.
- Ünlüsayın, M., ve Gülyavuz, H., 1999. **Su Ürünleri İşleme Teknolojisi**. Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğridir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta.
- Vareltzis, K., Koufidis, D., Gavriilidou, E., Papavergou, E., & Vasiliadou, S. (1997). Effectiveness of a natural Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the stability of filleted and minced fish during frozen storage. **Zeitschrift fur Lebensmittel Untersuchung und-Forschung**, 205, 93-96.
- Vincenzo De Feo., Maurizio, B., Bochra, T., Francesco, N., and Felice S., 2003. Chemical composition and Antibacteriel Activity of essential oils from *Thymus spinulosus* Ten. (Lamiaceae), **Journal of Agriculture Food Chemistry**, 51, 3849-3853.
- Wheaton, F.W., and Lawson, T.B., 1985. **Processing Aquatic Food Products**, Chapter 3, Peoperties of Aquatic Materials, 21-59.
- WHO, 2002a **Food Safty and foodborne illness. World Health Organization Fact Sheet 237**, revised January, Geneva
- WHO, 2002b **World Health Product 2002: Reducing risks, Promoting healty life**. Geneva Health Organization, 30 October 2002 ISBN 92 4 156207 2 ISSN 1 020-3311, 248
- Xiafei, X., Xiaoqiang, C., Shunying, Z., Guolin, Z., 2007. Chemichal composition and antimikrobial activity of essential oils of essential oils of *Chaenomeles speciosa* from China. **Food chemistry**, 100, 1312-1315.

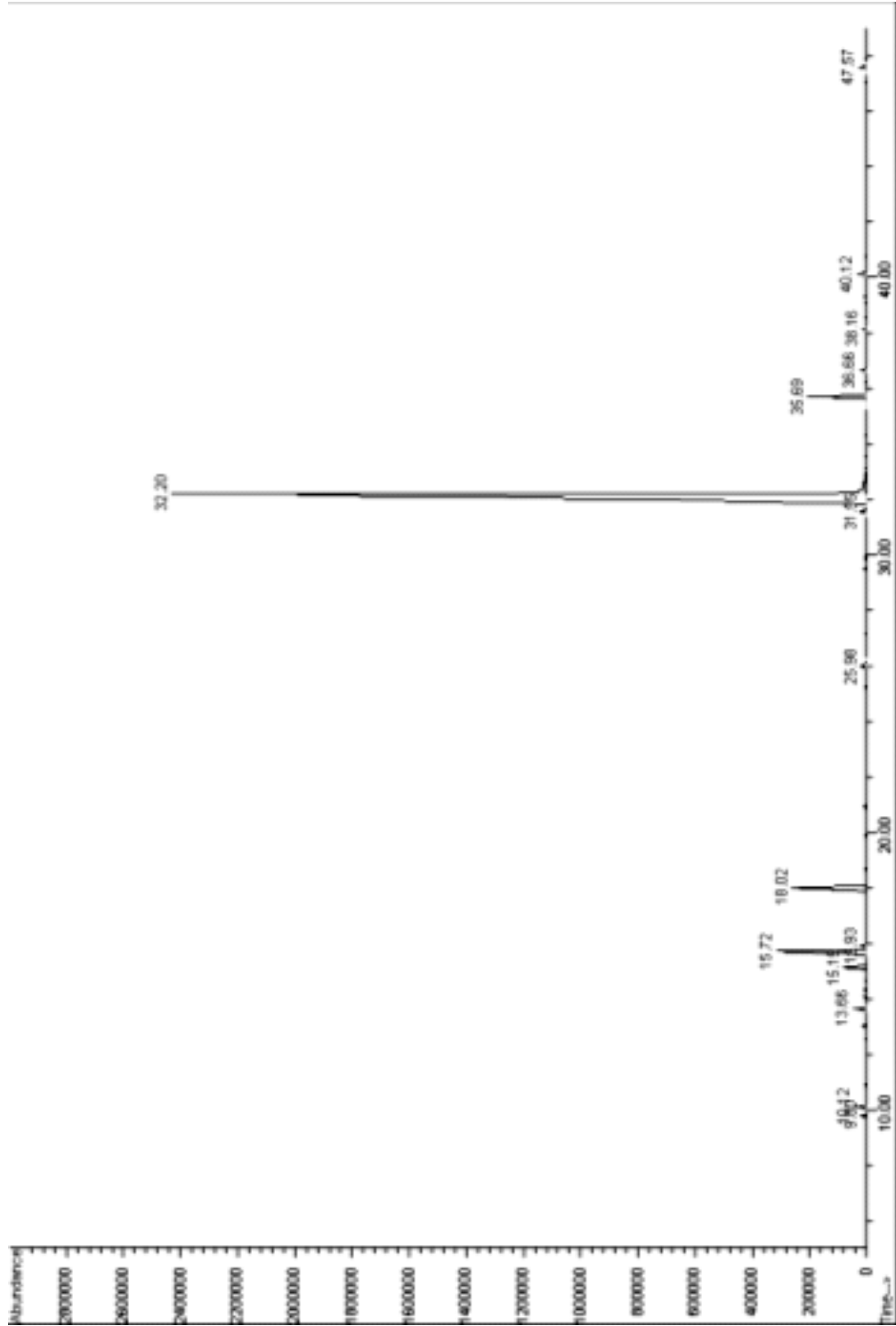
TEŞEKKÜR

Araştırma konusunun seçiminde ve tez çalışmalarım boyunca bana yardımını hiç esirgemeyen tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Abdullah ÖKSÜZ'e (M.K.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü), analizlerimde ve sonuçların değerlendirilmesinde yardımlarını ve bilgilerini esirgemeyen Doç. Dr. Gülsün AKDEMİR EVRENDİLEK'e (M.K.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü), değerli katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Funda TURAN'a çalışmamın her anında yanımda olan eşim Yrd. Doç. Dr. Adnan ÖZYILMAZ'a (M.K.Ü. İktisadi İdari Bilimler Fakültesi), laboratuarda ve evde özverili çalışmaları ile beni destekleyen sevgili kardeşim Sema NADİR'e (Su Ürünleri Müh.), anneme, babama, oğlum Ercüment'e, kızım Şule'ye, duyuusal analizlerimde beni yalnız bırakmayan değerli hocalarım, M.K.Ü. Çalışanları ve arkadaşlarıma, kimyasal analizlerimde her fırsatta yardıma koşan Arş. Görevlisi Akif ÖZEREN'e, projemin (Proje no: 06 M 1402) yürütülmesinde maddi destek sağlayan Mustafa Kemal Üniversitesi B.A.P. Komisyon Başkanlığı'na ve Fen Bilimleri Araştırma Uygulama Merkezi çalışanlarına, özellikle Seher MISIROğLU'na, bilimsel kaynak temininde yardımcı olan Üniversitemiz Kütüphane ve Dökümantasyon Daire Başkanlığı'na ve çalışanlarına, çalışma arkadaşlarım Murat ŞAHİN, Tahsin TOKER, Cavit EROL'a ve tezin gerçekleşmesinde emeği geçen, adını sayamadığım herkese teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1972 Trabzon doğumluyum. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümünden 1994 yılında üçüncülikle mezun oldum. 2005 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama İşleme Bölümü Yüksek Lisans eğitimine başladım. Hatay'da İl Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı ilk ve orta okullarda İngilizce öğretmeni olarak çalışmaktayım. Evli ve iki çocuk annesiyim.

EK-1 Kekik Esansiyel Yağı Kromotogramı



EK-2. Alabalık Filetolarında Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Değişimler

	Depolama boyunca pH'da meydana gelen değişimler						
Kekik Yağı*	1. gün	5. gün	8. gün	11. gün	15. gün	17.gün	19. gün
0 µl	6.61 ±0.01 ^a	7.2± 0.13 ^b					
5 µl	6.61 ±0.15 ^a	7.27 ±0.06 ^b					
20 µl	6.613 ±0.15 ^a	7.22 ±0.02 ^b	7.38 ±0.015 ^b	7.35 ±0.015 ^b			
35 µl	6.613 ±0.15 ^a	7.1 ±0.02 ^b	7.35 ±0.041 ^c	6.95 ±0.011 ^d	7.24 ±0.012 ^c	7.48 ±0.04 ^f	7.68 ±0.077 ^g

Not:aynı satır içerisinde farklı üstsel harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır ($P \leq 0.05$)

* 100 g balık filetosuna eklenen kekik yağı hacmi (µl)

	Depolama boyunca TVB-N (mg/100g) miktarında meydana gelen değişimler						
Kekik Yağı*	1. gün	5. gün	8. gün	11. gün	15. gün	17.gün	19. gün
0 µl	18.9 ±0.01 ^a	39 ±0.39 ^b					
5 µl	18.9 ±0.01 ^a	33 ±0.06 ^b					
20 µl	18.9 ±0.01 ^a	22.1 ±0.49 ^b	32.5 ±0.2 ^c	38.9 ±2.38 ^d			
35 µl	18.9 ±0.01 ^a	18.0 ±0.15 ^b	21.6 ±0.11 ^c	23.8 ±0.39 ^d	33.2 ±0.2 ^f	43.1 ±0.26 ^e	113.5 ±1.4 ^f

	Depolama boyunca maya-küf sayısında meydana gelen değişimler						
Kekik Yağı*	1. gün	5. gün	8. gün	11. gün	15. gün	17.gün	19. gün
0 µl	5.86 ±0.55 ^a	5.56 ±0.28 ^a					
5 µl	5.03 ±0.42 ^a	2.15 ±0.15 ^b	2.57 ±0.57 ^b				
20 µl	2.58 ±0.11 ^a	2.3 ±0 ^b	2 ±0 ^c	3.81 ±0.33 ^d	2.97 ±0.33 ^a		
35 µl	4.16 ±0.14 ^a	4.24 ±0.09 ^{ac}	3.27 ±0.17 ^{ac}	3.86 ±0.86 ^{bc}	4.10 ±0.25 ^c	2.87 ±0.028 ^c	2.69 ±0.21 ^d

	Depolama boyunca toplam aerobik bakteri sayısında meydana gelen değişimler						
Kekik Yağı*	1. gün	5. gün	8. gün	11. gün	15. gün	17.gün	19. gün
0 µl	5.71 ±0.38 ^a	6.89 ±1 ^b					
5 µl	4.57 ±0.40 ^a	6.58 ±0.68 ^b	8.89 ±0.28 ^c				
20 µl	4.58 ±0.26 ^a	6.08 ±0.13 ^b	8.43 ±0.16 ^c	9.36 ±0.53 ^d	9.06 ±0.21 ^d		
35 µl	4±0 ^a	4.65 ±0.26 ^a	7.08 ±0.08 ^b	9.157 ±0.36 ^c	8.9 ±0.29 ^c	8.76 ±0.09 ^d	8.7 ±0.41 ^d

EK-2. (devamı) Alabalık Filetolarında Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Değişimler
psikrofilik

Depolama boyunca koliform bakteri sayısında meydana gelen değişimler							
Kekik Yağı*	1. gün	5. gün	8. gün	11. gün	15. gün	17.gün	19. gün
0 µl	5.36 ±0.08 ^a	7.19 ±0.31 ^b					
5 µl	4.3 ±0.24 ^a	6.46 ±0.1 ^b	8.85 ±0.27 ^c				
20 µl	4.22 ±0.15 ^a	4.38 ±0.21 ^b	7.72 ±0.20 ^c	8.94 ±0.27 ^d	8.60 ±0.16 ^d		
35 µl	3.72 ±0.13 ^a	4.24 ±0.19 ^b	7.27 ±0.17 ^c	8.02 ±0.13 ^d	8.10 ±0.37 ^{de}	8.33 ±0.2 ^{ef}	8.35 ±0.07 ^f

Depolama boyunca filetoların kokusunda meydana gelen değişimler							
Kekik Yağı*	1. gün	5. gün	8. gün	11. gün	15. gün	17.gün	19. gün
0 µl	9.8 ±0.4 ^a	3.3 ±0.57 ^b					
5 µl	9.8 ±0.4 ^a	4.2 ±0.83 ^b					
20 µl	9.8 ±0.4 ^a	8 ±0.82 ^b	8.91 ±0.9 ^b	4.08 ±0.9 ^c			
35 µl	9.8 ±0.4 ^a	8.4 ±0.89 ^b	7.8 ±2.19 ^b	8.4 ±1.27 ^b	7.16 ±0.75 ^b	4.25 ±0.9 ^d	3.5 ±0.57 ^c

Depolama boyunca filetoların lezzetinde meydana gelen değişimler							
Kekik Yağı	1. gün	5. gün	8. gün	11. gün	15. gün	17.gün	19. gün
0 µl	9.8 ±0.4 ^a	3.3 ±0.57 ^b					
5 µl	9.8 ±0.4 ^a	4.2 ±0.10 ^b					
20 µl	9.8 ±0.4 ^a	8.14 ±0.89 ^b	8.83 ±0.93 ^b	3.25 ±0.75 ^c			
35 µl	9.8 ±0.4 ^a	8.6 ±0.54 ^b	7.23 ±1.96 ^b	7.94 ±1.71 ^c	6.5 ±0.83 ^b	3.75 ±0.5 ^c	3.25 ±0.5 ^c

Depolama boyunca filetoların yapısında (doku) meydana gelen değişimler							
Kekik Yağı*	1. gün	5. gün	8. gün	11. gün	15. gün	17.gün	19. gün
0 µl	9.8 ±0.4 ^a	3.6 ±0.057 ^b					
5 µl	9.8 ±0.4 ^a	4.8 ±0.44 ^b					
20 µl	9.8 ±0.4 ^a	8.14 ±0.89 ^b	7.91 ±0.9 ^b	3.83 ±0.89 ^c			
35 µl	9.8 ±0.4 ^a	9.2 ±0.4 ^{ab}	7.07 ±2.36 ^{ab}	7.52 ±1.54 ^b	6.66 ±0.81 ^b	3.75 ±0.5 ^c	3.25 ±0.5 ^c