

T.C.  
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI

GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARINDA (*Oncorhynchus mykiss*)  
*Mentha piperita* ve *Mentha spicata* UÇUCU YAĞLARININ  
ANESTEZİK OLARAK ETKİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Onur ÖZDİKYAR

Danışman  
Doç. Dr. Seçil METİN

ISPARTA-2020

© 2020 [Onur ÖZDİKYAR]

TEZ ONAYI

**GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARINDA (*Oncorhynchus mykiss*)  
*Mentha piperita* ve *Mentha spicata* UÇUCU YAĞLARININ  
ANESTEZİK OLARAK ETKİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Onur ÖZDİKYAR** tarafından hazırlanan bu tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**İmza**

**Danışman**      **Doç. Dr. Seçil METİN**  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

**Üye**              **Prof. Dr. Semra KILIÇ**  
Süleyman Demirel Üniversitesi

**Üye**              **Doç. Dr. Nalan Özgür YİĞİT**  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Yukarıdaki Jüri kararı Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..../..../....  
tarih ve ...../..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Yusuf UÇAR**  
**Enstitü Müdürü**

## ETİK BEYANI

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak ve bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmasında;

Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

30/12/2019

**Onur ÖZDİKYAR**

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

İÇİNDEKİLER .....	i
ÖZET .....	ii
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR .....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	vi
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	3
2.1. Anestezi .....	3
2.2. İdeal Anesteziğin Seçimi .....	3
2.3. Anestezi Safhaları .....	4
2.4. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Anestezinin Uygulama Alanları .....	5
2.5. Su Ürünleri Sektöründe Kullanılan Anestezik Maddeler .....	5
2.6. Su Ürünleri Sektöründe Kullanılan Anestezik Maddelerin Yan Etkileri .....	5
2.7. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Tıbbi Bitkilerin Anestezik Olarak Kullanımı .....	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	16
3.1. Çalışmada Kullanılan Bitki Türleri .....	16
3.1.1. Mentha spicata .....	16
3.1.2. Mentha piperita .....	16
3.2. Bitkisel Yağlar .....	16
3.3. Uçucu Yağların Fenolik Bileşenlerinin Gaz Kromatografisi-Kütle Spektroskopisi (GC-MS) ile Tespiti .....	17
3.4. Deneme Yeri ve Balık .....	17
3.5. Akut Toksikite Testi (10 dakika LC <sub>50</sub> testi) .....	18
3.6. Uçucu Yağların Anestezik Etkilerinin Tespiti .....	18
3.7. İstatistiksel Analizler .....	20
4. BULGULAR .....	21
4.1. GC- MS Sonuçlarına Ait Bulgular .....	21
4.2. Akut Toksikite Testine Ait Bulgular (10 dakika LC <sub>50</sub> testi) .....	23
4.3. Uçucu Yağların Anestezik Etkilerinin Tespitine Ait Bulgular .....	24
5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....	29
KAYNAKLAR .....	33
ÖZGEÇMİŞ .....	42

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARINDA (*Oncorhynchus mykiss*) *Mentha piperita* ve *Mentha spicata* UÇUCU YAĞLARININ ANESTEZİK OLARAK ETKİLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Onur ÖZDİKYAR

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Seçil METİN

Su ürünleri yetiştiriciliğinde anestezipler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte kullanılan bazı sentetik anesteziplerin balıklarda yan etkilere neden olduğu bilinmektedir. Ayrıca kalıntıya neden olarak insan sağlığı üzerine de olumsuz etkilere yol açmaktadır. Bu nedenle günümüzde sentetik anesteziplere karşı güvenilir ve etkin doğal ürünlerin arayışı hızla artmıştır.

Bu çalışmada *Mentha piperita* L. ve *Mentha spicata* L. uçucu yağlarının gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) üzerinde anestezi etkileri fenoksietanol ile karşılaştırılarak tespit edilmiştir. Denemede ortalama ağırlığı 15 gr olan gökkuşığı alabalığı kullanılmıştır. Uçucu yağların gökkuşığı alabalıkları üzerindeki akut toksisitesi, uçucu yağın farklı konsantrasyonlarına 10 dakika süreyle maruz bırakılan balıklarda LC<sub>50</sub> konsantrasyonunun tespiti ile belirlenmiştir. Anestezi etkinin tespiti için uçucu yağları 50, 100, 200, 300, 500 mg/L konsantrasyonlarda hazırlanmıştır. Anesteziye giriş ve çıkış süreleri her balık için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Sonuçlar, *M. piperita* ve *M. spicata* yağının dozu arttıkça anesteziye giriş süresinin kısaldığını göstermiştir. Bununla birlikte, bu anesteziplerin dozu arttıkça anesteziden çıkış süresi uzamıştır. *M. piperita* ve *M. spicata* uçucu yağlarının 200 mg/L dozu balıklar üzerinde derin anestezi sağlamıştır. Bu konsantrasyonlarda anesteziye giriş süreleri fenoksietanol (287 sn) ile karşılaştırıldığında daha kısa olduğu tespit edilmiştir. Bu süreler sırasıyla *M. piperita* ve *M. spicata* için 169,5 ve 65 sn olarak tespit edilmiştir. Akut toksisite testi sonucuna göre her iki uçucu yağa maruz bırakılan balıklarda 10 dakikalık LC<sub>50</sub> konsantrasyonu 150 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu bulgular ışığında *M. piperita* ve *M. spicata* yağlarının gökkuşığı alabalıklarında anestezi olarak kullanılabileceği önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Anestezi, Gökkuşığı Alabalığı, *Mentha piperita*, *Mentha spicata*, Uçucu yağ

2020, 42 sayfa

## ABSTRACT

M.Sc. Thesis

### THE INVESTIGATION OF EFFECTIVENESS OF *Mentha piperita* AND *Mentha spicata* ESSENTIAL OILS AS ANESTHETICS IN RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*)

Onur ÖZDİKYAR

Isparta University of Applied Sciences  
The Institute of Graduate Education  
Department of Aquaculture

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Seçil METİN

Anesthetics are widely used in aquaculture. However, some synthetic anesthetics are known to cause side effects in fish. It also causes residues and has negative effects on human health. Therefore, the search for reliable and effective natural products against synthetic anesthetics has increased rapidly.

In this study, the anesthetic effects of *Mentha piperita* and *Mentha spicata* essential oils on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) were determined by comparing with phenoxyethanol. Rainbow trout with an average weight of 15 g was used in the experiment. In order to determine the anesthetic effect, the essential oils were prepared in concentrations of 50, 100, 200, 300, 500 mg L<sup>-1</sup>. Anesthesia induction and recovery times were evaluated separately for each fish. In addition, acute toxicity of essential oils on rainbow trout was determined by determination of LC<sub>50</sub> concentration in fish exposed to different concentrations of essential oil for 10 minutes. Results showed that induction time decreased with increasing of the concentration of the each essential oil. However, recovery time increased with increasing of the concentration of this anesthetics. 200 mg L<sup>-1</sup> dose of *M. piperita* and *M. spicata* essential oils provided deep anesthesia on fish. These concentrations were found to be higher in anesthesia induction compared to phenoxy ethanol (287 sec). These times for *M. piperita* and *M. spicata* 169.5 and 65 sec respectively. According to acute toxicity test, 10 minutes LC<sub>50</sub> concentration (50% death) of both essential oils were 150 mg L<sup>-1</sup>. In the light of these findings, it is suggested that fennel and cumin oils can be used as anesthetics in rainbow trout.

**Key Words:** Anesthesia, Rainbow trout, *Mentha piperita*, *Mentha spicata*, Essential oil

2020, 42 pages

## **TEŐEKKÖR**

Tezimin yűrűtűlmesinde desteęini ve emeęini hiębir zaman esirgemeyen tez danıŐmanım sayın Doę. Dr. Seęil METİN'e, bitkilerin temininde Prof. Dr. İsa TELCİ'ye, uęucu yaęların ęıkartılmasında Doę. Dr. Nimet KARA'ya ve Su Ürün. Müh. Ayhan AKGÜNER'e desteklerinden dolayı teŐekkűrlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

**Onur ÖZDİKYAR**  
ISPARTA, 2020



## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1. Anestezi safhaları.....	4
Çizelge 3.1. Deneme grupları.....	18
Çizelge 4.1. <i>Mentha spicata</i> bitkisine ait GC-MS sonuçları.....	21
Çizelge 4.2. <i>Mentha piperita</i> bitkisine ait GC-MS sonuçları.....	22
Çizelge 4.3. Gökkuşığı alabalıkları üzerinde <i>M.piperita</i> ve <i>M. spicata</i> bitkilerine ait uçucu yağların toksisite testi.....	23
Çizelge 4.4. <i>M.spicata</i> 'nın gökkuşığı alabalıkları üzerinde anesteziik etkinliği.....	25
Çizelge 4.5. <i>M. piperita</i> 'nın gökkuşığı alabalıkları üzerinde anesteziik etkinliği.....	26
Çizelge 4.6. <i>M. piperita</i> ve <i>M. spicata</i> uçucu yağlarının gökkuşığı alabalıkları üzerinde anesteziik etkisi.....	28

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AST	Aspartat aminotransferaz
cm	Santimetre
CO <sub>2</sub>	Karbondisoksit
dk	Dakika
g	Gram
L	Litre
LC <sub>50</sub>	Ortalama öldürücü konsantrasyon
LDH	Laktat dehidrogenaz
ML	Mililitre
Mg	Miligram
MS 222	Tricaine Methanesulfonate
O <sub>2</sub>	Oksijen
pH	Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesi
ppm	Milyonda bir
Sn	Saniye
°C	Santigrat derece
<	Küçük
µl	Bir litrenin milyonda biri

## 1. GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliğinde balık üzerinde yapılan uygulamalar çoğunluğu balıklarda strese yol açmaktadır. Oluşan strese bağlı olarak balıklarda kortizol düzeylerinde artış meydana gelmektedir. Bu artış karaciğerdeki glikojenin glikoza yıkımlanmasına neden olarak kandaki glikoz seviyesinde artışa yol açmaktadır (Shalaby vd., 2006; Xie vd., 2008; Kaleeswaran vd., 2012). Ayrıca oluşan stres balıklarda bağışıklık sistemini baskılayarak hastalıklara duyarlılığı artırmakta; yumurta kalitesi ve sperm sayısını azaltmakta, gelişimde gerilemelere neden olmaktadır (Wendelaar, 1997). Yetiştiricilikte ortaya çıkan stresi azaltmak balıklarda mekanik hasarı önlemek için anestezikler yaygın olarak kullanılmaktadır. Böylece stresin azaltılması ile balıklarda fizyolojik aktivite ve uygulamalar esnasında ortaya çıkabilecek olumsuz etkiler minimuma indirilebilmektedir (Roohi ve Imanpoor, 2015).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde 1940'lı yılların başında kullanılmaya başlanan anestezikler, günümüzde üretimin her aşamasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Anestezik ve sedatifler, sakinleştirme ve balıkların hareketsiz bırakılması ile balıkların daha rahat ellenmesi, incelenmesi, yakalanması, taşınması, sağım, ölçüm, aşılama gibi birçok amaç için kullanılmaktadır (Yanar ve Genç, 2004; Çetinkaya ve Şahin, 2005; Serezli vd., 2005; Hajek vd., 2006). Günümüzde en yaygın olarak kullanılan anestezikler MS222, benzokain ve 2-fenoksi etanoldür. Ayrıca kinaldin sülfat ile diazepam (Yanar ve Kumlu, 2001; Yanar ve Genç, 2004), ksilokain ile sodyum bikarbonat (Meza, 1983), alfaksalon ile alfadolon ve metomidat hidroklorür ile gallamine triethiodide (Harvey vd., 1988) gibi anesteziklerin birlikte kullanılarak sinerjetik etkileri incelenmiştir. Bununla birlikte bazı sentetik anesteziklerin balıklarda kardiyovasküler sistem, solunum fonksiyonu ve bağışıklık sistemini baskılama gibi önemli yan etkilere sahip olduğu bildirilmiştir (Roohi ve Imanpoor, 2015). Ayrıca anestezik olarak kullanılan kimyasallar balıkta kalıntıya neden olarak insan sağlığı üzerine de olumsuz etkilere yol açmaktadır (Yıldırım vd., 2009). Bu nedenle günümüzde balık ve insanlar için nispeten güvenli ve doğal ürünlere gereksinim duyulmaktadır.

Günümüzde su ürünleri yetiştiriciliğinde anestezi olarak karanfil yağı kullanımı yaygınlaşmış ve alternatif olarak yeni bitkisel anestezi arayışları da hızla devam etmektedir. Lamiaceae ve Verbenaceae başta olmak üzere, farklı familyalara (Lauraceae, Myrtaceae, Geraniaceae, Asteraceae) ait bitki türlerinin uçucu yağ ve ekstraktlarının bir çok balık türü üzerinde anestezi etkileri değerlendirilmiştir. Anestezilerde aranan özelliklerden biri, kortizol stres tepkisinin azaltılmasıdır (Mommsen vd., 1999). Yapılan çalışmalarda tıbbi bitki kullanımının balıklarda glikoz ve kortizol seviyelerini önemli ölçüde kontrol altına alarak, stresin yol açtığı olumsuz etkileri azalttığı bildirilmiştir (Bulfon vd., 2015).

Bu çalışmanın amacı, ülkemizde ekonomik olarak öneme sahip *M. piperita* ve *M. spicata* bitkilerine ait uçucu yağlarının gökkuşuğu alabalıklarında anestezi olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesidir. Bu amaçla farklı konsantrasyonlarda hazırlanan uçucu yağların balıklar üzerinde yarattığı etki anesteziye giriş (indüksiyon) ve çıkış sürelerinin belirlenmesi ile tespit edilmiştir.

## **2. KAYNAK ÖZETLERİ**

### **2.1. Anestezi**

Anestezi, balığa uygulanan işlemlerde, balık üzerinde duyu alımının, bilincin azaltılması ve tepkilerinin yavaşlatılması ile balığın acı duymamasının sağlanmasıdır. Balıklarda anestezi uygulamasının temel amacı hareketi azaltmak veya durdurmakla uygulanacak işlemleri daha kolay ve balığa zarar vermeden yapmaktır. Anestezik maddeye maruz kalan balıklarda, süresi ve konsantrasyona bağlı olarak önce sakinleşme (sedasyon), sonra hareket ve denge kaybı, tepkisizlik meydana gelir ve sonuçta refleks hareketi ortadan kalkar. Sedasyon balıkta bilinç ve denge kaybı oluşturmaksızın dış uyarılara karşı tepki vermemesidir. Anestezi ve sedasyon geriye dönüşü olan süreçlerdir (Çetinkaya ve Şahin, 2005).

### **2.2. İdeal Anesteziğin Seçimi**

Balıklar için seçilen anestezik toksitesi, etkinliği, maliyeti, kullanımdaki kısıtlamalar gibi özellikler göz önünde bulundurularak seçilmelidir. Anestezik seçiminde dikkate alınması gereken kriterler şunlardır;

1. Balıkların anesteziye giriş süreleri ortalama 3 dk. ve anesteziden çıkış süreleri maksimum 5 dk.'yı geçmemelidir
2. Balıklar üzerinde toksik etkiye sahip olmamalıdır
3. Geniş bir güven aralığına sahip olmalıdır
4. Balık dokusunda birikime yol açmamalıdır
5. Balık fizyolojisi ve davranışında kalıcı etki bırakmamalıdır
6. Ucuz ve kullanımı kolay olmalıdır
7. Tekrarlı kullanıldığında kümülatif etki yapmamalıdır
8. Kullanıcı ve çevreye dost olmalıdır (Ross ve Ross, 1999; Mylonas vd., 2005; Kanyılmaz vd., 2007).

### 2.3. Anestezi Safhaları

Balıklarda anestezi uygulamalarında anestezi madde suya karıştırılır ve solungaçlar vasıtasıyla kana geçip vücuda yayılarak sakinleşme sağlar. Solungaçlarda gaz değişim fonksiyonuyla, anestezi sırasında gerekli O<sub>2</sub> sağlanıp vücuttaki CO<sub>2</sub> dışarı atılırken, klorid hücreleri sayesinde sudaki iyonlar ve çözülmüş haldeki maddeler (örneğin anestezi madde) vücuda alınır. Böylece, tıpkı memelilerde olduğu gibi, sinir hücreleri arasında elektriksel aksiyon bloklanmış olur ve doza bağlı olarak, sedasyon veya anestezi gerçekleşir. Balıklar, anestezi madde bulunmayan bir ortama alındıklarında ise, yine klorid hücreleri sayesinde, kanda bulunan anestezi maddeyi, dış ortama atarlar ve böylece, kendilerine gelme süreci başlar. Özetle; adeta dış ortama açılan pencere görevi gören solungaçlar vasıtasıyla, dış ortam ile iç ortam dengelenmeye çalışılır ve alınan maddeler kana karıştırılır. Kalp tarafından pompalanıp, solungaçlardan geçtikten sonra, ilk olarak beyne ve ardından vücuda dağılan kan sayesinde, tüm dokulara taşınan maddeler, balık üzerinde etki oluşturur. Daha az madde bulunan veya hiç bulunmayan ortama gelindiğinde (veya aktarım yapıldığında), yine iç ortam ile dış ortam dengelenmeye çalışılır ve anestezi madde vücuttan atılmaya başlar.

Balıklarda Anestezinin Aşamaları; Anestezi düzeyinin belirlenmesinde kriter olarak denge ve yüzme aktivitesi esas alınmaktadır (Kumlu ve Yanar, 1999). Anestezi düzeyleri en hafiften- en derin anestezi düzeyine doğru, 4 farklı safhada değerlendirmektedir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Anestezi safhaları (Kumlu ve Yanar, 1999)

<b>Anestezi Düzeyi</b>	<b>Balık Davranışı</b>
Çok Hafif (*)	Balıkta sakinleşme, yüzme aktivitesinde ve dengede kısmi azalma
Hafif (**)	Balıkta yüzme aktivitesinin giderek azalması, dengesinin yitirilerek zaman zaman yatık bir şekilde durması, var olan hareketlerin de, amaçsız ve rastgele olması ve yüzmedeki koordinasyonsuzluk
Orta (***)	Balıklar akvaryumun dip kısmında yatık bir şekilde durması ve yüzme aktivitesi ile dengesini hemen hemen yitirmesi
Derin (****)	Balıkların yüzme aktivitesi ve dengesini tamamıyla yitirmesi, akvaryumun tabanında tamamen yatık bir durumda ve hareketsiz bir şekilde durma

## **2.4. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Anestezinin Uygulama Alanları**

Su ürünleri yetiştiriciliğinde 1940'lı yılların başında kullanılmaya başlanan anestezipler, günümüzde üretimin her aşamasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Anestezi veya sedatifler, sakinleştirme ve balıkların hareketsiz bırakılması ile balıkların daha rahat ellmesi, incelenmesi, yakalanması, taşınması, sağım, ölçüm, aşılama, ilaç ve hormon enjeksiyonu, biyopsi ve kan örneklerinin alınması, markalama ve stok tahmini gibi birçok amaç için kullanılmaktadır (Yanar ve Genç, 2004; Çetinkaya ve Şahin, 2005; Serezli vd., 2005; Hajek vd., 2006).

## **2.5. Su Ürünleri Sektöründe Kullanılan Anestezi Maddeler**

Su ürünleri yetiştiriciliğinde ilk olarak kullanılan anestezipler günümüzde pek tercih edilmemektedir. Üretan, eter ve kloroform gibi anestezipler kanserojen olduğundan, bazıları ise yavaş etki etmesi ve istenmeyen fizyolojik etkilere neden olmalarından dolayı tercih edilmemektedir (Çetinkaya ve Şahin, 2005).

Günümüzde yetiştiricilikte en yaygın olarak kullanılan anestezipler Tricaine Methanesulfonate (MS-222), Benzocaine, 2-Phenoxyethanol, Quinaldine, Metomidate, Karanfil Yağı, AQUI-S, Klorbutanol, Metomidate, Propanidit, Etomidat ve Sedanoldür (Ross ve Ross, 1999; Bowser,2001; Mylonas vd., 2005; Küçük, 2010). Diğer kullanılan anestezipler: 2-Amino-4-Phenylthiazole, Chloroform, Chloral Hydrate, Amylobarbitone, Styrylpyridine, Chlorbutanol, Ether, Propoxate, Quinalbarbitone, Lilocaine, Urethane Methyl Pentynol, Tertiary Amyl Alcohol, Tertiary Butyl Alcohol, Tribromoethanol ve Sodium Cyanide'dir (Ross ve Ross, 1999; Küçük, 2010).

## **2.6. Su Ürünleri Sektöründe Kullanılan Anestezi Maddelerin Yan Etkileri**

Balıklar üzerinde kullanılan bazı sentetik anestezi bileşiklerin kardiyovasküler sistem, solunum fonksiyonu ve bağışıklık sistemini baskılama gibi önemli yan etkilere neden olduğu da bildirilmiştir (Roohi ve Imanpoor, 2015). Ayrıca, anestezi maddelerin bazıları, balıkta kalıntıya yol açmaktadır (Yıldırım vd., 2009).

Çeşitli müdahaleler sırasında, balıklar üzerindeki stresi azaltmak amacıyla kullanılan anesteziklerin bir kısmı, kendisi de stres kaynağı olabilmektedir ve ideal bir anesteziğin, canlılar üzerinde stres oluşturmaması beklenir (Ornuto vd., 2002a; Ortuno vd., 2002b; Small, 2003; Wagner vd., 2003; Başaran vd., 2007). Bazı anestezikler, balık üzerinde stres oluşturmasıyla birlikte; metabolik oran, oksijen tüketimi, solunum ritmi, nabız, kan basıncı, laktik asit, laktat, pH, iyon seviyesi, osmoregülasyon, boşaltım, koklama duyusu ve sperm aktivitesi gibi fizyolojik unsurları da etkileyebilmektedir (Summerfelt ve Smith, 1990; Wagner vd., 2002; Seol vd., 2007). Stres sonucu bu tip yan etkiler görülebildiği gibi, sıklıkla plazma kortizol ve insülin seviyelerinde artış meydana gelmekte ve bağışıklık sistemi olumsuz yönde etkilenmektedir (Wendelaar Bonga, 1997; Ortuno vd., 2002a,b; Wagner vd., 2003; Harper ve Wolf, 2009). Anesteziklerde aranan en önemli özelliklerden biri de strese sebebiyet vermemesi olduğu için, anesteziklerin stres oluşturma potansiyellerini belirlemek için, çeşitli anesteziklerin kullanımı sonrasında belli süreler boyunca, kandaki, kortizol, laktat ve insülin değerlerinin saptandığı çalışmalar yapılmaktadır (Iwama vd., 1989; Molinero ve Gonzalez, 1995; Cubero ve Molinero, 1997; Cho ve Heath, 2000; Sandodden vd., 2001; Harper ve Wolf, 2009).

En çok kullanılan anesteziklerden biri olan MS 222'nin balıklarda kalıntıya sebep olmaktadır. Ve Amerika'da İlaç ve Gıda Örgütü (FDA) tarafından MS-222'nin balık vücudundan atılma süresi 21 gün olarak belirtilmiştir. Bu nedenle bazı ülkelerde balıklarda tricaine'in kullanılması yasaktır (Coyle vd., 2004). Ayrıca bu anestezik derin anestezi uygulandığında balığın plazma kortizol (bir stres indikatörü) seviyesini yükseltmektedir (Küçük vd., 2016). Benzocaine'nin de balıklarda kalıntı oluşturma olasılığı vardır. Bu nedenle Amerika'da sofralık balıklarda kullanımı FDA tarafından onaylanmamıştır (Coyle vd., 2004). Quinaldine ise etkili bir anestezik olmasına rağmen balığın deri ve solungacına zarar verdiği bilinmektedir ve özellikle solungaç tahribatı yaptığı bildirilmektedir. Bu anestezik uygulanan balıkta denge kaybı olmasına yol açsa da balıkta refleks tepkisi tamamen kaybolmaz (Summerfelt ve Smith, 1990).

Fenoksi etanol, balıklarda düzensiz yüzme davranışına neden olması gibi yan etkilere sahiptir. Ayrıca karaciğer ve böbrek hasarına neden olduğu bildirilmektedir. Atılım

süresi net olarak ortaya konulmadığından kullanıma dikkat edilmesi gerekmektedir (Burka vd., 1997).

Bu bağlamda balıklar, diğer sucul canlılar ve insan sağlığı açısından daha güvenilir olacak alternatif bitkisel ürünlerin kullanım olanakların araştırılması ve böylece gelecekte sentetik bileşiklerin yerini alabilmeleri iyi bir seçenek olarak öngörülmektedir.

## **2.7. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Tıbbi Bitkilerin Anestezik Olarak Kullanımı**

Son yıllarda, tıbbi/aromatik bitkilerden elde edilen ürünlerin su ürünleri yetiştiriciliğinde, balıkları sakinleştirme ve bayıltma amacıyla iyi bir seçenek olarak yerini aldığı izlenmektedir. Bununla birlikte bitkisel ürünler, farklı bileşenleri içeren kompleks karışımlar olduklarından anestezik etkileri yönünden farklılık gösterebilirler. Ayrıca, bu bileşiklerin tek başına anestezik etkilerinin ve bunların etkileşimlerinin bilinmesi ile daha etkili ve güvenli yeni bir anestezik oluşturulmasına yardımcı olabilir (Hoseini vd., 2018).

Günümüzde karanfil yağı gibi bitkisel ürünlerden elde edilen farklı yağların sentetik anesteziklere karşı iyi bir seçenek olacağı düşünüldüğünden hem kullanımları günden güne artmakta hem de yeni bitkisel anestezik arayışları devam etmektedir. Karanfil yağının balık anestezisi olarak kullanımına dair raporlar uzun yıllar öncesine dayanmakla birlikte (Endo vd. 1972), potansiyel balık anestezisi (Endo vd., 1972) olarak kullanımı son yıllarda artış göstermiştir (Soto ve Burhanuddin 1995; Keene vd., 1998; Wagner vd., 2003; Cho ve Heat 2000; Kanyılmaz vd., 2007; Gullian ve Villanueva 2009; Sudagara vd., 2009; Zahl vd., 2009; Imanpoor vd., 2010; Akbulut vd., 2011a, 2011b; Dolezelová vd., 2011; Akbulut vd., 2012; Yıldız vd., 2013). Karanfil yağı balık tarafından iyi tolere edilmesi ve vücuttan atılma süresinin kısa olması, nispeten güvenli ve ucuz olmasından dolayı ilgi duyulan bir balık anestezisi konumuna gelmiştir (Kanyılmaz vd., 2007). Karanfil yağının etken maddesi yaklaşık %85-95 eugenol, %5-15 isoeugenol ve ethyleugenol'dur (FDA, 2002). Eugenol kullanıcıya dost ve diğer lokal anesteziklere göre daha düşük konsantrasyonlarda kullanılabilir (Chaieb vd., 2007).

Nane (*M. piperita*) ve karanfil (*Eugenia caryophyllata*) yağlarının gökkuşığı alabalıkları üzerinde anestezi etkilerinin belirlendiği çalışmada, karanfil yağının 40 ve 50 mg/L dozları ile nane yağının 200 mg/L dozu benzer anestezi etki gösterdiği bildirilmiştir. Her iki uçucu yağın dozu arttıkça balıkların anesteziye giriş süresinin kısaldığı, bununla birlikte anesteziden çıkış süresinin uzadığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, nane yağının gökkuşığı alabalıklarında anestezi olarak kullanılabilirdiği önerilmiştir (Metin vd., 2015).

*Cyrtocara moorii* yavrularında nane (*M. piperita*) ve lavanta (*Lavandula angustifolia*) yağlarının anestezi etkinliğinin tespit edildiği çalışmada sırasıyla nane 100 µL/L ve lavanta 300 µL/L konsantrasyonlarda balıklarda derin anestezi ve balık taşınması için 10 ve 30 µL/L konsantrasyonlarının uygun olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda her iki yağında tropikal balık türlerinde güvenli bir şekilde anestezi ve sedatif ajan olarak kullanılabilirdiği sonucuna varmıştır (Can ve Sümer, 2019).

Nane (*M. piperita*) uçucu yağı ile yapılan anestezi etkilerinin tespit edildiği çalışmalarda, yavru nil tilapyalarmın (*Oreochromis niloticus*) 40–160 µL/L konsantrasyonlarında 20-5 dk (Oliveira Hashimoto vd., 2016), İran mersin balığının (*Acipenser persicus*) 300-1000 mg/L konsantrasyonlarında 5-3 dk içinde anesteziye giriş sağladığı (Mazandarani ve Hoseini, 2018) bildirilmiştir. Palyaço anemon balıklarında (*Amphiprion ocellaris*), Japon nanesi (*Mentha arvensis*) uçucu yağı 50-100 µL/L konsantrasyonlarda 6-1,5 dk içinde anestezi etki gösterdiği tespit edilmiştir (Pedrazzani ve Neto, 2016).

Sazan balıklarında nane yağının anestezi olarak kullanılabilirliğinin araştırıldığı çalışmada, balıklar nane yağının 3, 5 ve 7 ml/L konsantrasyonlarına maruz bırakılmışlardır. Nane yağının konsantrasyonunun artması ile indüksiyon süresinin önemli ölçüde azaldığı ve iyileşme süresinin artış gösterdiği bildirilmiştir. Balıklarda glikoz seviyeleri anestezi konsantrasyonu ile önemli derecede etkilenmiştir. Anestezi uygulanan balıklarda herhangi bir ölüme rastlanmamıştır. Nane yağının sazan balıkları üzerinde anestezi olarak kullanılabilirdiği bildirilmiştir (Roohi ve Imanpoor, 2015).

Mazandarani ve Hoseini (2017), sazan balıklarında menthol ve 1,8-cineole'nün anestezi etkilerini öjenol ile karşılaştırmışlardır. Bu amaçla yavru sazan balıkları 5, 10, 15, 25, 35, 50, 75, 100, 150 ve 200 ppm konsantrasyonlarda öjenol; 5, 10, 15, 25, 50, 100, 200, 300, 400, 500 ve 600 ppm konsantrasyonlarda menthol ve 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 700 ve 800 ppm konsantrasyonlarda 1,8-cineole maruz bırakılmıştır. Öjenol ile karşılaştırıldığında mentol ve 1,8 cineol daha yüksek konsantrasyonlarda anestezi etki göstermiştir. 200 ppm öjenol ve 600 ppm mentol'e maruz kalan sazan balıklarında sırasıyla %40 ve %20 oranında ölümler görülmüştür. Sazan balıkları mentolün 118–512 ppm konsantrasyonunda 1-3 dakika içinde anestezi oldukları ve 108-133 ppm'de 5 dakika içinde yeniden kendilerine geldikleri tespit edilmiştir.

Curimba (*Prochilodus lineatus*) yavruları üzerine mentol ve öjenolün anestezi etkilerinin tespit edildiği çalışmada, balıklar mentolün 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 mg L<sup>-1</sup> konsantrasyonları ile öjenolün 20, 30, 40, 50, 60, 70 mg L<sup>-1</sup> konsantrasyonlarına maruz bırakılmıştır. 60 ila 80 mg L<sup>-1</sup> mentol konsantrasyonları en düşük induksiyon süresini sağlamıştır. Artan konsantrasyonların balıklarda kendine gelme süresini uzattığı tespit edilmiştir. Öjenolün 50 - 70 mg L<sup>-1</sup> konsantrasyonları en düşük induksiyon süresini sağlarken, balıkların kendine gelme süresini bu konsantrasyonlarda benzer bulunmuştur. Çalışma sonunda balıklarda derin anestezi için sırasıyla 60 ve 50 mg L<sup>-1</sup> mentol ve öjenolün kullanılabileceği önerilmiştir (Junior vd., 2018).

Mentolün, lambari *Astyanax altiparanae*'de yavrularında anestetik etkisinin belirlendiği bir çalışmada, balıklar 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 mg/L konsantrasyonlara maruz bırakılmıştır. Balıkların derin anesteziye giriş ve iyileşme sürelerinin tespiti ile 96 saat ve 6 dakikalık sürekli maruz kalma sonrasında ölüm oranları değerlendirilmiştir. Tüm konsantrasyonlar 0.5 ila 1 dakika içinde derin anesteziye neden olmuş, 1.83 ila 4.16 dakika arasında iyileşme gözlenmiştir. İndüksiyon sırasında balıklarda ölüm görülmemiştir. Sürekli olarak 50, 100 ve 150 mg/L konsantrasyonlarına maruz kalma, sırasıyla %0, %20 ve %80 ölüm oranlarına neden olmuştur. Lambari *A. altiparanae* için mentolün 50 mg/L dozu derin anesteziyi sağlamak için etkili konsantrasyon olduğu bildirilmiştir (Pereira da Silva vd., 2016).

Gökkuşığı alabalıklarında 1,8 sineol'ün anestezik etkinliği ve biyokimyasal etkilerinin araştırıldığı çalışmada, balıklar 200, 300, 400, 500, 600 ve 800 µl/L doza maruz bırakılmış ve anestezi girişi ve anesteziden geri kazanım süresi kaydedilmiştir. Ayrıca, farklı konsantrasyonlarda sineole ile anestezinin balık üzerinde hematolojik ve biyokimyasal tepkileri incelenmiştir. Sineol, 200-800 µl/L konsantrasyonlarda balıklarda sırasıyla 109-29.3, 226-59 ve 418-117 s içinde 2., 3. ve 4. safha anestezie ulaştırmıştır. Anestezi indüksiyon süresindeki artış, stres tepkilerinin ve enzimlerin aktivitesinin artmasına neden olmuştur. Sineol konsantrasyonundaki artış anestezi indüksiyon süresini, strese cevabı ve olası doku hasarını kısalttığı bildirilmiştir. En az stres ve enzimatik tepkilere neden olduğu için 600-800 µl/L sineol konsantrasyonları balıklarda hızlı örneklemeler için önerilmiştir (Taheri Mirghaed vd., 2018).

Gülhan, (2018) alıç (*Crataegus monogyna*), limon otu (*Melissa officinalis*), haşhaş (*Papaver somniferum*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*) uçucu yağlarının 25 mg/L konsantrasyonda gökkuşığı alabalıklarında anestezik olarak kullanılabileceğini bildirilmiştir.

Sazan (*Cyprinus carpio*) balığına farklı konsantrasyonlarda (0.04, 0.05, 0.06, 0.07 ve 0.08 ppm) hazırlanan karanfil yağının anestezik etkilerinin değerlendirildiği çalışmada indüksiyon süresi karanfil konsantrasyonu artışına bağlı olarak azalmıştır. 0.04 ppm dozunda en yüksek (15.10 dakika) ve 0.08 ppm dozunda en düşük (2.20 dakika) indüksiyon süresi elde edilmiştir. Balıkların kendine gelme süreleri ise 0.08 ppm dozunda 7.10 dak., 0.04 ppm dozunda 0.58 dak. olduğu tespit edilmiştir (Kamble vd., 2014).

Sazan balıkları ile yapılan çalışmada, farklı konsantrasyonlarda hazırlanan myrcene (150, 200, 400, 600, 800, 1000 ve 1200 ppm), linalool (200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400 ve 1600 ppm) ve öjenol (25, 35, 50, 75, 100, 150 ve 200 ppm)'ün anestezik etkileri belirlenmiştir. 150-1000 ppm myrcene maruz bırakılan balıklar 594-42.7 sn de anestezi olmuşlar ve 150-800 ppm konsantrasyonlarda kendine gelme süreleri 149-272 s içinde gerçekleşmiştir. Linalole 200-1400 ppm dozda maruz kalan balıklar 812-79 s indükte olmuşlardır. İyileşme süresi açısından linalool'ün tüm konsantrasyonlarında (150-165 s) arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir. 50 ppm'de myrcene ve 50 ve 100 ppm'de linalool konsantrasyonunda balıklar

anestezinin 2. safhasında 2 saat boyunca kalmışlardır. Sonuçta öjenol kadar etkili olmasa da, linalool ve myrcene nin sazan balıklarında potansiyel anestezik olabileceğini bildirmişlerdir (Mirghaed vd., 2016).

Koi balıklarında ( $37.6 \pm 4.27$  g), farklı konsantrasyonlarda (1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5 ve 5 mg) kalamus yağının anestezik etkilerinin belirlendiği çalışmada 2.5 mg/L kalamus yağının balıklarda 8.03 dak. içinde anesteziye yol açtığı tespit edilmiştir. Anestezik çözeltideki maruz kalan tüm balıklar 43.02 dakikada kendine gelmişlerdir. Balıkların anesteziye giriş için geçen süresi, kullanılan yağın konsantrasyonu ile negatif olarak ilişkiyken yeniden iyileşme süresi ile doğrudan ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. 2.5 mg/L Kalamus yağının koi balıklarının anestezisinde etkili olduğunu bildirmişlerdir (Bhuvanewari vd., 2015).

Sazan yavrularında sitronellal ve linalool'un anestezik etkilerinin araştırıldığı çalışmada balıklar sitronellal (200, 300, 400, 500, 600, 800, 1000 ve 1200 mg/L) ve linalool (200, 400, 600, 800, 1200, 1600, 2000 ve 2400 mg/L)'ün farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılmıştır. 200 mg/L konsantrasyonunda, hem sitronellal hem de linalool balıklarda derin anesteziye yol açmıştır. Citronellalin 300-1000 mg/L konsantrasyonlarında balıklar 457-114 s. de derin anestezi, 113-204 s. de iyileşme göstermiştir. Linalool ise 400-2000mg/L konsantrasyonlarında 467-118 s. de derin anestezi, 174-215 s. de iyileşme sağlamıştır. Sitronellal ile anestezi uygulanan balıkların plazma total protein ve globülin seviyeleri linalool uygulanan balıklardan önemli ölçüde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak sitronellal'in anestezi etkinliğinin linalolden daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Yousefia vd., 2018).

Gümüş yayın balıklarında (*Rhamdia quelen*) farklı bitkilere ait uçucu yağların anestezik etkilerinin tespiti amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. *Cunila galioides* uçucu yağı 200 ve 300 µl/L konsantrasyonlarda ve *Origanum majorana* uçucu yağı 200-500 µl/L konsantrasyonlarında anestezik etki gösterdiği bildirilmiştir. Her iki uçucu yağın balıklar üzerindeki indüksiyon süresinin, konsantrasyon artışına bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, *C. galioides* ve *O. majorana* uçucu yağlarının 100 µl/L konsantrasyonda sedatif etki gösterdiği bildirilmiştir (Cunha vd., 2017).

Brezilya'ya ait doğal bitki türlerinin (*Hesperozygis ringens*, *Lippia sidoides* ve *Ocotea acutifolia*) gümüş yayın balığında anestezi etkilerinin araştırıldığı çalışmada, *H. ringens* ve *O. acutifolia*'nın balıkta yan etkileri olmaksızın anestezi olarak etkili olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte, *O. acutifolia* uçucu yağının 150 µL/L konsantrasyonu kan şekeri seviyesinde artışa sebep olmuştur. *L. sidoides* uçucu yağı gümüş yayın balıklarında anestezi aktivite göstermiş, balıklarda mukus kaybı ve ölümlere neden olduğu tespit edilmiştir. Sonuçta, *H. ringens* ve *O. acutifolia* anestezi kullanılabileceği ifade edilmiştir (Silva vd., 2013). *H. ringens* uçucu yağı ile yapılan diğer çalışmada gümüş yayın balığında 150-450 µL/L konsantrasyonlarında 8,5-3 dk içerisinde anestezi sağladığı bildirilmiştir (Toni vd., 2014). Nil tilapylarında *O. acutifolia* uçucu yağının ise 300-900 µL/L aralığında 13-18 dk içinde balıklarda anesteziye neden olduğu bildirilmiştir (Silva vd., 2013).

Gümüş yayın balıklarında (*Rhamdia quelen*), farklı konsantrasyonlarda hazırlanan (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 150 ve 300 mg/L) karanfil fesleğen (*Ocimum gratissimum*) esansiyel yağının anestezi etkileri değerlendirilmiş ve 150 ve 300 mg/L konsantrasyonlarında hızlı bir şekilde anestezi oldukları tespit edilmiştir. Uçucu yağın 30-300 µL/L konsantrasyonlarının, gümüş yayın balıklarında 14-1 dk içinde anestezi etki gösterdiği ve anesteziye çıkış sürelerinin 7-19,5 dk içinde değiştiğini tespit etmişlerdir. *O. gratissimum* gümüş yayın balığı için etkili ve güvenli bir anestezi olduğu bildirilmiştir (de Lima Silva vd., 2012). Yine aynı balık türü ile yapılan başka çalışmada, *Hyptis mutabilis* (Rich.) Briq'in uçucu yağının sedatif ve anestezi etkileri değerlendirilmiştir. *Hyptis mutabilis* bitkisinin yaprak ve salkımlarından elde edilen uçucu yağın 344 mg/L konsantrasyonu ile balıklar 21-23 dakika arasında anesteziye ulaştığı tespit edilmiştir (Silva vd., 2013). Limon fesleğen (*Ocimum americanum*)'ne ait uçucu yağın ise 200-500 mg/L konsantrasyonlarda gümüş yayın balıklarında anestezi etki, 25-50 mg/L konsantrasyonlarda ise sedatif etki gösterdiği rapor edilmiştir (Silva vd., 2016).

Cunha vd. (2010), yavru gümüş yayın balıklarında *Lippia alba* bitkisinden elde edilen uçucu yağın, 100 mg/L ve üzerindeki konsantrasyonlarda, sedasyon ve anestezi etki oluşturduğunu kaydetmişlerdir. Gümüş yayın balıklarında derin anestezi (4.Safha) *L. Alba* bitkisinin 100-500 mg/L arasında değişen

konsantrasyonlarda elde edilmiştir. 300 mg/L konsantrasyonda 4 dk. anesteziye sebep olmuştur. 5-20 mg/L konsantrasyonlarda ise hafif sedasyon sağladığı bildirilmiştir. 50-100 mg/L konsantrasyonlarda ise balıkların anesteziden çıkış sürelerinin oldukça kısa olduğunu, ayrıca *L.alba*'nın 300 mg/L konsantrasyonuna maruz bırakılan balıklara ait 1. ve 4. saatlerdeki plazma kortizol seviyelerinin kontrol grubuna göre daha düşük bulunduğunu ifade etmişlerdir. Aynı tür bitkiye ait uçucu yağın sarı ağız balıklarında, 54-160 mg/L konsantrasyonlarda 5-1,5 dk'da derin anesteziye neden olduğu ve balıkların yaklaşık 3 dk'da anesteziden çıktıkları bildirilmiştir (Cardenas vd., 2016). Çipura balıklarında (*Sparus aurata*) ise 50-300 µl/L'lik konsantrasyonlarda anestezi etkisi gösterdiği; 35 µl/L ve altındaki konsantrasyonlarda balıklarda sedatif etki göstererek taşıma için uygun olduğu ifade edilmiştir (Toni vd., 2015). Bununla birlikte, *Lippia sidoides* türü ise Nil tilapyelerinde anestezi olarak etkili bulunmamıştır (Silva vd., 2013).

Parodi vd. (2014), *Aloysia triphylla* (yalancı melisa-limon otu) uçucu yağının, yavru albino ve gri gümüş yayın balıkları üzerindeki anestezi etkilerini araştırmışlardır. Yavrular, anesteziye giriş (indüksiyon) ve anesteziden çıkış sürelerinin tespiti için yağın 20-800 µL/L konsantrasyonlarına maruz bırakılmıştır. Her iki yayın balığı türü 100–800 µL/L konsantrasyonlarında 11.1–1.24 dk aralığında anesteziye ulaşmıştır. Balıkların derin anesteziye ulaştıran (5.35 dk.) en iyi konsantrasyonun 200 µL/L olduğu tespit edilmiştir. *A. triphylla*'nın uçucu yağı albino ve gri gümüş yayın için etkili bir anestezi olduğu bildirilmiştir.

*Aloysia triphylla* (135 ve 180 mg/L) ve tricaine metansülfonat (MS222) (150 ve 300 mg/L)'ın gümüş yayınlarda anestezi etkisi ve stres cevabı üzerine etkileri tespit edilmiştir. MS222'in balıkta kortizolün artışı hematokritte yükselme ve plazmada iyon kaybına neden olduğu bildirilmiştir. *A. triphylla* uçucu yağı kortizol-bloke edici özellik göstermiş, ancak hematokrit ve hidromineral dengesinin bozulmasında artışa neden olmuştur. Anestezi etkinliğinin belirlenmesi için indüksiyon ve iyileşme süreleri ile test edilmiştir. MS 222'nin 150 mg/L konsantrasyonları anestezi olarak etkili bulunmuştur. *A. triphylla* uçucu yağın en etkili konsantrasyonu 135 mg/L ile elde edilmiş olmakla birlikte anesteziye giriş ve çıkış sürelerinin daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Buna rağmen, uçucu yağın oksidatif korumayı teşvik ettiği ve stresi

hafiflettiği bildirilmiştir. MS222 uygulanan balıklarda her iki konsantrasyonun için benzer etkiler görülmemiştir (Gressler vd., 2014).

Bodur vd. (2018), Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) ve Sarı ağız (*Argyrosomus regius*) balıklarında kekik (*Origanum sp.*) ve okaliptüs (Okaliptüs) bitkilerinden elde edilen iki bitkisel yağın anestezi etkilerini tespit etmişlerdir. Kullanılan yağların ana bileşenleri kekik yağı için karvakrol ve okaliptüs yağı için 1, 8-cineol olarak belirlenmiştir. Kullanılan yağın her ikisi de balıklar üzerinde yan etki veya mortalite yaratmadığı gözlemlenmiştir. Sarı ağız ve levrek için belirlenen optimal doz kekik yağı için sırasıyla 50 ve 75 µL/L olarak tespit edilmiştir. Okaliptüs yağı ise levrek balıklarında 200-300, sarı ağız balıklarında 150-300 µL/L konsantrasyonlarda anestezi etki gösterdiği tespit edilmiştir. Avrupa deniz levreği ve sarı ağız balıklarında kekik yağının sedasyon etkisi sırasıyla 49 s ve 40 s sürede ve kendine gelme ise 3,51 dk. ve 6,05 dk'da gerçekleşmiştir. Sonuçta, kekik yağının karanfil yağına iyi bir alternatif olabileceği ve su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılabileceği bildirilmiştir.

Cardenas vd. (2016), Juvenil sarı ağız (*Argyrosomus regius*) balıklarında karanfil ve *Lippia alba* esansiyel yağının sırasıyla 160 mg/L ve 40-50mg/L konsantrasyonlarda derin anesteziye yol açtığını bildirmişlerdir (Cardenas vd., 2016).

Orfoz (*Epinephelus marginatus*) balıklarında *Aloysia polystachya* uçucu yağının ise 50 ve 75 µL/L konsantrasyonlarda sedatif, 100-400 µL/L konsantrasyonlarda anestezi etki gösterdiği tespit edilmiştir (Fogliarini vd., 2017).

Karanfil fesleğen (*O.gratissimum*) ile çalışmalarda, 20-80 µL/L konsantrasyonları *Brycon cephalus* balıklarında yaklaşık 8-1,5 dk içinde (Ribeiro vd., 2016), 50-100 µL/L konsantrasyonları Brezilya yassı balıklarında (*Paralichthys orbignyanus*) 7,5-3 dk içinde (Benovit vd., 2012) anesteziye giriş sağladığı bildirilmiştir.

Lepistes balıkları (*Poecilia reticulata*) üzerine farklı konsantrasyonlardaki (50, 75, 100, 125 ve 150 mg/L) karanfil yağının anestezi etkisinin belirlendiği bir çalışmada, ergin erkek bireyler için 125 mg/L ve ergin dişi ve genç yavru bireyler için 75 mg/L

ile 150 mg/L konsantrasyonlarında anesteziik etki gösterdiği bildirilmiştir (Cunha vd., 2015).

Melek balıklarında karanfil yağı ve benzocainin anesteziik etkilerinin tespit edildiği çalışmada, balıklar karanfil yağının 5, 15, 30, 45 ve 55 ppm ve benzocainin 30, 45, 50, 100, 200, 300 ve 400 ppm konsantrasyonlarına maruz bırakılmıştır. Melek balıklarında karanfil yağının 45 ppm ve benzocainin 50 ppm dozda anesteziik etki gösterdiği tespit edilmiştir (Hekimoğlu vd., 2012).

Sardunya yağının (*Pelargonium graveolens* L.) anesteziik potansiyeli, iki tatlı su akvaryumu balık türü olan ahli ciklet (*Sciaenochromis fryeri*) ve sarı prenses (*Labidochromis caeruleus*) balıklarında üzerinde değerlendirilmiştir. Balıklar dokuz konsantrasyonda anesteziik maddeye maruz bırakılmıştır (25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300 µl/L). İndüksiyon süresi genellikle her iki balık türü için sardunya yağı konsantrasyonunun artmasıyla önemli ölçüde azalmış, iyileşme süresi ise artan konsantrasyona bağlı olarak artış göstermiştir. Derin anestezi *S. fryeri* için  $61,19 \pm 7,25$  s ve  $165,43 \pm 6,78$  s, *L. caeruleus* için  $73,32 \pm 8,92$  s ve  $171,12 \pm 10,74$  s arasında değişmiştir. İyileşme süresi *L. caeruleus* için  $96 \pm 6,87$ s, *S. fryeri* için  $291,45 \pm 8,31$  s olarak tespit edilmiştir. Her iki balık türü için etkili olan konsantrasyon derin anestezi için 75 µl/L, sedasyon için 50 µl/L olarak bulunmuştur (Can vd., 2018). Her iki balık türü ile yapılan diğer çalışmada papatya (*Matricaria chamomilla*) uçucu yağının 0,3 ml/L konsantrasyonda sedatif, 0.6 ml/L konsantrasyonda anesteziik etki gösterdiği bildirilmiştir (Can vd., 2017).

Kafur ağacı (*Cinnamomum camphora*) uçucu yağı, palyaço anemon balıklarında 500-600 µl/L konsantrasyonları arasında 10-11,5 dk içinde anesteziik etki gösterdiği ve anesteziden çıkış sürelerinin 3-5 dk içinde değiştiği rapor edilmiştir (Pedrazzani ve Neto, 2016). Japon balıklarında (*Carassius auratus*)'da anesteziik etki, kafur ağacı ve *Aniba rosaeodora* uçucu yağlarının 250 µl/L konsantrasyonda gerçekleşmiştir (Kızak vd., 2018).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Çalışmada Kullanılan Bitki Türleri

Lamiaceae familyasının bir cinsi olan *Mentha*, Avrupa, Asya, Afrika, Avustralya ve Kuzey Amerika'da nemli ya da ıslak alanlarda çok hızlı büyüyen, genellikle çok yıllık bitkilerden oluşan yaklaşık 31 türü içermektedir (Kumar vd., 2011). Nane hızlı büyüyen ve genellikle geniş aralıktaki tarımsal iklim koşullarını tolere eden bitki türüdür (Božović vd., 2015). En çok yetiştiriciliği yapılan nane türleri *M. piperita*, *M. spicata* ve *M. suaveolens*' dir (Chauhan ve Agarwal, 2013). Bu çalışmada ülkemizde kültürü yapılan ve ekonomik öneme sahip olan bu iki bitki türü kullanılmak üzere seçilmiştir.

##### 3.1.1. *Mentha spicata*

Nane, Lamiaceae familyasına ait aromatik bir bitkidir. Bitkinin öğütülmüş taze biyokütlesi ve kurutulmuş yaprakları baharat ve bitkisel çay olarak kullanılır ve tüm dünyada ticari olarak ekilir. Nane yağı da ekonomik öneme sahiptir ve parfümeri, şekerleme ve ilaç endüstrisinde kullanılır. Ekili nane yağındaki ana bileşenler, S-carvone, limonene ve 1,8-cineole'dir. (Telci vd. 2010).

##### 3.1.2. *Mentha piperita*

Lamiaceae'ye ait *M. spicata* ve *M. aquatica* arasında bir melez olan *M. piperita*, en önemli esansiyel yağ bitkilerinden biridir. Bitkisel içeriklerden elde edilen esansiyel yağ, çoğunlukla menton ve mentoldür. Yaygın olarak ilaç, gıda ve parfümeri endüstrilerinde kullanılır. Bu nedenle birçok ülkede ticari olarak yetiştirilmektedir. Ancak Türkiye'de nane yağı, ticari olarak üretilmemekte ve ithalat yoluyla karşılanmaktadır. (Telci ve Sahbaz, 2005).

#### 3.2. Bitkisel Yağlar

Bu çalışmada *M. spicata* ve *M. piperita* bitkileri Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. İsa

TELCİ'den temin edilmiştir. Elde edilen bitkilere ait uçucu yağlar ISUBU Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümüne Endüstri Bitkileri laboratuvarında bulunan Clevenger tipi hidro-distilasyon cihazında su distilasyonu yöntemiyle elde edilmiştir. Uçucu yağın elde edilmesi amacıyla bitkisel materyalin her biri 1 birim bitkisel materyal/ 5 birim su oranında hazırlanarak mantolu ısıtıcı yardımıyla 3 saat süreyle distilasyon yapılmıştır. Su buharı ve beraberindeki yağ balonun üstüne monte edilmiş olan parmak şeklindeki soğutucuya sürüklenip soğutucuya çarpan buhar, yoğunlaşarak damlalar halinde ayırma kabında biriktirilmiştir. Yoğunluk farkından dolayı ayırma kabında üstte kalan yağın alınması için alt kısımdaki su uzaklaştırılmış ve daha sonra içerisinde sodyum sülfat (yağ içindeki nemin tutulması için) bulunan ependorflara alınarak kullanılmaya kadar -18°C' de saklanmıştır (Toroğlu ve Çenet, 2006; Baydar, 2009).

### **3.3. Uçucu Yağların Fenolik Bileşenlerinin Gaz Kromatografisi-Kütle Spektroskopisi (GC-MS) ile Tespiti**

Çalışmada kullanılan uçucu yağlar içindeki bileşenler, S.D.Ü. Yenilikçi Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi (YETEM)' ndeki Gaz Kromatografisi cihazıyla belirlenmiştir. Her bir bileşen, kütle spektrumları Wiley, Nist ve Tutor kütüphanesinden karşılaştırma ile tanımlanarak, bileşen miktarları, pik alanları göreceli blokların toplam pik alanına oranlanması yolu ile hesaplanmıştır.

### **3.4. Deneme Yeri ve Balık**

Bu çalışma, Isparta iline bağlı Aksu ilçesinde bulunan ticari bir gökkuşuğu alabalığı işletmesinde yürütülmüştür. Denemeler ortalama 15 g ağırlığına sahip gökkuşuğu alabalığı kullanılmıştır. Bu çalışmada, 70x30x40 cm boyutlarında ve 30 cm su yüksekliğinde olan akvaryumlarda yürütülmüştür. Toplam 380 adet balık kullanılmıştır, iki tekrarlı olarak yürütülmüştür. Deneme boyunca kullanılan su sıcaklığı ortalama 10°C ve çözünmüş oksijen miktarı 9 mg/lt olarak ölçülmüştür (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Deneme grupları

Deneme Grupları	Konsantrasyonlar	Balık Sayısı/Grup	Tekrar Sayısı
<i>Mentha spicata</i>	50 mg/L	20 (10x2)	2
	100 mg/L	20 (10x2)	2
	200 mg/L	20 (10x2)	2
	300 mg/L	20 (10x2)	2
	500 mg/L	20 (10x2)	2
<i>Mentha piperita</i>	50 mg/L	20 (10x2)	2
	100 mg/L	20 (10x2)	2
	200 mg/L	20 (10x2)	2
	300 mg/L	20 (10x2)	2
	500 mg/L	20 (10x2)	2
Pozitif Kontrol (fenoksi etanol)	0,3 ml/L	20 (10x2)	2
Negatif Kontrol (etil alkol)	4,5ml/L	20 (10x2)	2

### 3.5. Akut Toksikite Testi (10 dakika LC<sub>50</sub> testi)

Denemede anestezi olarak kullanılan bitkisel uçucu yağların balıklar üzerindeki toksisitesi 10 dakikalık sürede bireylerin yarısını öldüren dozun (LC<sub>50</sub>) hesaplanması ile belirlenmiştir.

Gökkuşluğu alabalığı 10 dakika süre ile toplam 6 grup olarak hazırlanan, 50, 100, 150, 200, 300 ve 500 mg/L arasında konsantrasyonlara maruz bırakılmıştır. Her bir grup ve kontrol grubu için 10 adet gökkuşluğu alabalığı kullanılmış ve uygulama süresince balık davranışları gözlemlenmiştir. Akut toksisite için 10 dakikalık uygulama boyunca, balıklarda ölüm oranları tespit edilmiştir. Bu çalışma için hazırlanan uçucu yağlara maruz kalan balıklarda LC<sub>50</sub> konsantrasyonu hesaplanmıştır (Velisek vd., 2005).

### 3.6. Uçucu Yağların Anestezi Etkilerinin Tespiti

Denemede *M. spicata* ve *M. piperita* bitkilerinden elde edilen uçucu yağların gökkuşluğu alabalığı üzerindeki anestezi etkileri belirlenmiştir. Bu amaçla uçucu yağlar %95'lik etil alkol içerisinde 1:10 oranında seyreltilerek, farklı

konsantrasyonlarda (50, 100, 200, 300 ve 500 mg/L) hazırlanmıştır. Negatif kontrol grubu balıklara ise sadece 4,5ml/L oranında (500 mg/L uçucu yağı seyreltmek için kullanılan etil alkol miktarı) etil alkol uygulanmıştır. Pozitif kontrol olarak fenoksietanol 0,3 ml/L konsantrasyonda kullanılmıştır (Cunha vd., 2010).

Denemede anestezi uygulanan balıklarda anesteziye giriş, anesteziden çıkış süreleri ve anestezi düzeyleri kontrol grupları ile karşılaştırılarak tespit edilmiştir. Deneme boyunca anestezi uygulanan balıklar maksimum 30 dk süreyle gözlemlenmiş ve bu süre sonunda balıklarda gözlemlenen davranışlar ve ölümler kaydedilmiştir.

Anestezi düzeyinin belirlenmesinde kriter olarak özellikle balıkların denge ve yüzme aktivitesi esas alınmıştır. Anestezi düzeyleri 4 farklı safhada değerlendirilmiştir (Kumlu ve Yanar, 1999).

#### **I. Safha (Çok hafif anestezi düzeyi)**

Balıkta sakinleşme, yüzme aktivitesinde ve dengede kısmi bir azalma durumu.

#### **II. Safha (Hafif anestezi düzeyi)**

Balıkta yüzme aktivitesinin giderek azalması, dengesinin yitirilerek zaman zaman yatık bir şekilde durması, var olan hareketlerinde amaçsız ve rastgele olması ve yüzmedeki koordinasyonsuzluk durumu.

#### **III. Safha (Orta anestezi düzeyi)**

Balıklar akvaryumun dip kısmında yatık bir şekilde durması ve yüzme aktivitesi ile dengesini hemen hemen yitirmesi durumu.

#### **IV. Safha (Derin anestezi düzeyi)**

Balıkların yüzme aktivitesi ve dengesini tamamıyla yitirmesi, akvaryumun tabanında tamamen yatık bir durumda ve hareketsiz yatması durumu.

Anesteziden çıkış süreleri ise; balıkların anesteziye giriş süresi belirlendikten sonra hemen temiz bir suya alınarak belirlenmiştir. Bu süre balıkların normal yüzme davranışı ve dış uyarılara karşı tepki gösterdiği zaman olarak belirlenmiştir. Ayrıca deneme sonunda balıklarda olabilecek ölüm oranları kaydedilmiştir.

### 3.7. İstatiksel Analizler

Denemede elde edilen veriler SPSS 15.0 paket programında ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. (SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Gruplar arasındaki ayrım Varyans Analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiş ve önem düzeyi  $P < 0.05$  olarak seçilmiştir (Steel vd, 1996).



## 4. BULGULAR

### 4.1. GC- MS Sonuçlarına Ait Bulgular

*M. spicata* ve *M. piperita* bitkisine ait uçucu yağ bileşenleri ele alındığında *M. spicata* uçucu yağında piperitenone oxide (% 68.73) (Çizelge 4.1) ve *M. piperita* uçucu yağında menthol (%41.76), isomenthone (%24.37) ve menthyl acetate (% 10.46) (Çizelge 4.2) yüksek oranda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. *M. spicata* bitkisine ait GC-MS sonuçları

Rt	Bileşen	% Oransal Değerler
6.429	alpha.-Thujene	0.03
6.695	.Alpha.-Pinene, (-)-	1.08
6.965	Hydroperoxide, 1-ethylbutyl	0.05
7.287	Linalyl acetate	0.14
7.635	Benzaldehyde (CAS) Phenylmethanal	0.07
8.108	Sabinene	0.45
8.321	2-.Beta.-Pinene	2.23
8.519	Methyl-5-hepten-2-one	0.10
8.753	beta.-Myrcene	0.56
9.056	n-Octan-3-ol	0.10
9.305	Butanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester	0.04
9.395	Pseudolimonene	0.03
10.334	Cymene <para->	0.11
10.576	Limonene	5.12
10.715	Eucalyptol (1,8-Cineole)	0.28
10.890	cis-Ocimene	0.32
11.430	Ocimene <(E)-, beta->	0.02
13.686	1-Methyl-4-isopropenylbenzene	0.13
14.288	Linalool	0.17
14.481	Butyrate <2-methyl-, 3-methylbutyl->	0.07
14.772	1 Octen 3 Yl Acetate	5.06
15.477	7-Methyl-4-octyl acetate	0.40
15.931	2,4,6-Octatriene, 2,6-dimethyl-, (E,Z)-	0.06
16.194	2-Isopropylidene-cyclohexanone	0.13
16.808	1-Imidazol-1-Yl-2,2-Dimethyl-Propan-1-One	0.11
17.509	Cyclohexanone, 5-methyl-2-(1-methylethyl)-, cis-	0.68
18.073	Isomenthone	0.06
18.905	L-(-)-Menthol	0.99
19.053	trans-Sabinene hydrate	0.32
19.466	Dmbca	2.32
19.989	.Beta. Fenchyl Alcohol	0.21
21.149	4,6-Dimethyltetrahydro-1,3-oxazine-2-thione	0.17
21.267	Phenol, 2-methyl-6-(2-propenyl)-	0.18
22.409	Butanoate <2-methyl-, 3(Z)-hexenyl-, cis- >	0.14
22.729	Cis-3-Hexenyl Valerate	0.31
22.920	Benzaldehyde, 4-(1-methylethyl)-	0.06
23.059	2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-methylethenyl)-, (R)-	0.51
25.853	Benzene, 1-methoxy-4-(1-propenyl)-	0.52
26.240	Menthyl acetate	0.40

29.144	Piperitenone	0.21
30.977	Piperitenone Oxide	68.73
31.716	Copaene <alpha->	0.06
32.176	Beta. Bourbonene	0.50
32.636	Beta. Elemene	0.12
32.775	Jasmone <(Z)>	1.49
34.400	Caryophyllene	0.60
35.084	Germacrene-D	0.08
35.611	2,6-Dimethyl-octa-2,6-dien-1-ol	0.22
36.625	alpha.-Humulene	0.03
36.831	Farnesene <(E)-, beta->	1.36
38.272	Germacrene-D	0.28
38.669	Butyrate <2-methyl-, phenylethyl->	0.11
40.701	delta.-Cadinene	0.05
44.325	(-)-Caryophyllene oxide	0.20
45.098	Ledene	2.24

Çizelge 4.2. *M. piperita* bitkisine ait GC-MS sonuçları

Rt	Bileşen	% Oransal Değerler
6.398	.Alpha.-Thujene	0.01
6.665	.Alpha.-Pinene, (-)-	0.53
6.931	Hydroperoxide, 1-Ethylbutyl	0.04
7.260	L-Linalool	0.05
8.073	Sabinene	0.27
8.284	Pinene <Beta->	0.70
8.718	.Beta.-Myrcene	0.04
9.025	3-Octanol (CAS) N-Octan-3-Ol	0.08
9.360	Pseudolimonene	0.01
10.298	Cymene <Para->	0.30
10.550	Limonene	2.64
10.686	Eucalyptol (1,8-Cineole)	4.94
12.601	Trans-Sabinene Hydrate	0.09
14.140	.Alpha.-Pinene Oxide	0.03
14.255	Linalool	0.17
14.450	Butyrate <2-Methylbutyl-, 2-Methyl->	0.05
14.754	Pentyl 3-Methylbutanoate	0.06
15.453	3-Acetoxytridecane	0.06
16.117	Trans-P-Mentha-1(7),8-Dien-2-Ol	0.09
17.661	Isomenthone	24.37
18.084	S) Isomenthone	2.97
18.476	(+)-Neomenthol	5.59
18.724	Isopulegone	0.28
19.241	Menthol	41.76
20.004	.Beta. Fenchyl Alcohol	0.13
20.200	p-Allylanisole	0.02
20.295	3-(Cyclohex-3'-En-Yl) Propionaldehyde	0.01
21.225	Bicyclo[3.1.0]hexane-6-methanol, 2-hydroxy-1,4,4-trimethyl-	0.03
22.685	Pulegone	1.27
22.904	Benzaldehyde, 4-(1-methylethyl)-	0.04
23.037	2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-methylethenyl)-, (R)-	0.06
23.185	Hexyl isovalerate	0.00
23.698	Piperitone	1.28
25.056	Neomenthol acetate	0.72
25.839	Anethole	0.11

26.306	Menthyl acetate	10.46
27.155	(+)-Menthylacetate	0.19
27.347	Isopulegol acetate	0.03
28.099	Dispiro[2.1.2.4]undecane, 8-methylene- (CAS)	0.01
32.131	Beta. Bourbonene	0.21
36.810	Farnesene <(E)-, beta->	0.04
44.048	Pentalene, Octahydro-1,4-Diiodo-	0.07
44.315	(-)-Caryophyllene oxide	0.10
45.080	Ledene	0.10

#### 4.2. Akut Toksikite Testine Ait Bulgular (10 dakika LC<sub>50</sub> testi)

*M. spicata* ve *M. piperita* bitkilerine ait uçucu yağların gökkuşacağı alabalıkları üzerindeki akut toksisitesinin belirlendiği bu çalışmada, farklı konsantrasyonlar da hazırlanan uçucu yağlara 10 dk'lık süre ile maruz bırakılan balıklarda popülasyonun yarısını öldüren doz yani LC<sub>50</sub> tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Gökkuşacağı alabalıkları üzerinde *M. piperita* ve *M. spicata* bitkilerine ait uçucu yağların toksisite testi

Uçucu Yağlar	Konsantrasyon (mg/L )	Balık Sayısı	Ölen Balık Sayısı	% Ölüm Oranı	LC <sub>50</sub> *
<i>M. piperita</i>	500	10	10	100	150 mg/L
	300	10	10	100	
	200	10	10	100	
	150	10	5	50	
	100	10	-	-	
	50	10	-	-	
<i>M. spicata</i>	500	10	10	100	150mg/L
	300	10	10	100	
	200	10	10	100	
	150	10	5	50	
	100	10	-	-	
	50	10	-	-	

\* LC<sub>50</sub> : Bir balık popülasyonunun %50'sini öldürebilen doz

Ortalama ağırlıkları 15 g olan gökkuşacağı alabalığı farklı konsantrasyonlarda *M. piperita* ve *M. spicata* uçucu yağlarına maruz bırakıldığında her iki uçucu yağında LC<sub>50</sub> değeri 150 mg/L olarak tespit edilmiştir.

### 4.3. Uçucu Yağların Anestezik Etkilerinin Tespitine Ait Bulgular

Bu çalışmada farklı konsantrasyonlarda hazırlanan *M. piperita* ve *M. spicata* uçucu yağlarının gökkuşuğu alabalığında anestezik etkinliklerinin değerlendirilmiştir. *M. spicata* uçucu yağının 300 ve 500 mg/L konsantrasyonları (11 ve 8,5 sn), fenoksi etanole (12,5 sn) benzer sürelerde gökkuşuğu alabalıklarında balıklarda I. Safha anestezije yol açmışlardır ( $P<0.05$ ). Diğer konsantrasyonlarda daha uzun sürelerde balıklar 1. Safha anestezije ulaşmışlardır (Çizelge 4.4). Gökkuşuğu alabalıklarında fenoksi etanole göre en hızlı sedatif etki (2.Safha) sırasıyla 500, 300 200 ve 100 mg/L konsantrasyonlarda görülmüştür ( $P<0.05$ ). Bu konsantrasyonlarda balıklar üzerinde sırasıyla 11,5, 18,5, 24 ve 29 sn de sedatif etki gözlemlenmiştir. Fenoksi etanol ise 49,5 sn'de balıkları 2. Safhaya ulaştırmıştır.

Balıkları 3. safha anestezije en kısa sürede (21,5 sn) ulaştıran uçucu yağın 500 mg/L konsantrasyonu olduğu tespit edilmiştir. Bu konsantrasyonu takiben balıklar üzerinde sırasıyla, *M. spicata*'nın 300 mg/L 24,5 sn, 200 mg/L 29,5 ve 100 mg/L 64,5 sn 'de 3. Safha anestezije yol açmıştır. Bu uçucu yağ konsantrasyonları fenoksi etanole (86,5 sn) göre daha kısa sürede anestezisi sağlamıştır ( $P<0.05$ ) (Çizelge 4.4).

Gökkuşuğu alabalığını derin anestezije (4. Safha) ulaştıran en etkili anestezik maddenin *M. spicata*'nın 500 mg/L konsantrasyonu 32,5 sn ile olduğu tespit edilmiştir. Bu süreyi 50,5 ve 65 sn ile 300 ve 200 mg/L konsantrasyonda *M. spicata* takip etmiştir ( $P<0.05$ ). Fenoksietanol ise balıkları 287 sn'de 4. Safhaya ulaştırmıştır (Çizelge 4.4).

Anestezisi uygulamasından hemen sonra balıklar oksijenlendirilmiş temiz suya alınarak anesteziden çıkış süreleri tespit edilmiştir. En hızlı kendine gelme *M. spicata*'nın 50 mg/L konsantrasyonunda (11 sn) gerçekleşmiştir. Bunu takiben 100 ve 200 mg/L konsantrasyonlarda sırasıyla 61,5 ve 64,5 sn'lerde balıklar kendilerine gelmişlerdir ( $P<0.05$ ). Fenoksi etanol uygulanan grupta ise balıklar 75 sn'de kendilerine gelmişlerdir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. *Mentha spicata*'nın gökkuşacağı alabalıkları üzerinde anestezi etkinliği

	Doz (mg/l)	Anesteziye giriş süresi (saniye)				Anesteziye çıkış süresi (saniye)	Ölen Balık Miktarı (%)
		I.	II.	III.	IV.		
<i>M.spicata</i>	50	40,5±1,5 <sup>a</sup>	404±3 <sup>a</sup>	471±3 <sup>a</sup>	795,5±0,5 <sup>a</sup>	11±1 <sup>c</sup>	-
	100	24,5±2,5 <sup>b</sup>	29±1 <sup>c</sup>	64,5±0,5 <sup>c</sup>	460,5±1,5 <sup>b</sup>	61,5±1,5 <sup>d</sup>	-
	200	19,5±1,5 <sup>b</sup>	24±2 <sup>cd</sup>	29,5±1,5 <sup>d</sup>	65±2 <sup>d</sup>	64,5±0,5 <sup>d</sup>	-
	300	11±1 <sup>c</sup>	18,5±1,5 <sup>d</sup>	24,5±1,5 <sup>de</sup>	50,5±0,5 <sup>e</sup>	80±2 <sup>b</sup>	-
	500	8,5±1,5 <sup>c</sup>	11,5±1,5 <sup>e</sup>	21,5±2,5 <sup>e</sup>	32,5±1,5 <sup>f</sup>	95,5±0,5 <sup>a</sup>	-
Pozitif Kontrol (Fenoksi etanol)	30	12,5±0,5 <sup>c</sup>	49,5±0,5 <sup>b</sup>	86,5±1,5 <sup>b</sup>	287±2 <sup>c</sup>	75±1 <sup>c</sup>	-

\*: Aynı sütündeki farklı harfler istatistiki bakımından önemlidir (P<0.05)

*M. piperita* uçucu yağı ile yapılan anestezi denemesinde, gökkuşacağı alabalıkları 1.safha anesteziye en hızlı ulaştıran grubun fenoksi etanol (12,5 sn) olduğu tespit edilmiştir (P<0.05). Bu anestezi maddeyi sırasıyla *M. piperita*'nın 500, 300, 200 mg/L konsantrasyonları 23,5, 30 ve 34 sn ile takip etmektedir (Çizelge 4.5). Gökkuşacağı alabalıklarında fenoksi etanolden farklı olarak en hızlı sedatif etki (2. Safha) *M. piperita*'nın 500 mg/L konsantrasyonunda (35,5 sn) elde edilmiştir (P<0.05). Fenoksi etanol ise 49,5 sn'de balıkları 2. Safhaya ulaştırmıştır.

*M. piperita* uçucu yağının 500 mg/L konsantrasyonu balıkları en hızlı (41 sn) 3. safha anesteziye ulaştırdığı tespit edilmiştir. Bu konsantrasyonu takiben balıklar üzerinde sırasıyla, *M. piperita*'nın 300 mg/L konsantrasyonu 72,5 sn ve fenoksi etanol 86,5 sn'de 3. safha anesteziye yol açmıştır (P<0.05) (Çizelge 4.5).

Gökkuşacağı alabalığını derin anesteziye (4. Safha) ulaştıran en etkili anestezi maddenin *M. spicata*'nın 500 mg/L konsantrasyonu (63,5 sn) olduğu tespit edilmiştir. Bu süreyi 103,5, 169,5 ve 225 sn ile 500, 300 ve 200 mg/L *M. piperita* takip etmiştir (P<0.05). Fenoksietanol ise balıkları 287 sn'de 4. Safhaya ulaştırmıştır (Çizelge 4.5).

Anestezi uygulamasından hemen sonra balıklar oksijenlendirilmiş temiz suya alınarak anesteziye çıkış süreleri tespit edilmiştir. En hızlı kendine gelme fenoksi etanol uygulanan grupta 75 sn ile gerçekleşmiştir. Pozitif kontrolü takiben *M.*

*piperita*'nın 50 mg/L konsantrasyonu uygulanan grupta balıklar 91 sn de kendilerine gelmişlerdir (P<0.05) (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. *Mentha piperita*'nın gökkuşağı alabalıkları üzerinde anestezi etkinliği

	Doz (mg/l)	Anesteziye giriş süresi (saniye)				Anesteziden çıkış süresi (saniye)	Ölen Balık Miktarı (%)
		I.	II.	III.	IV.		
<i>M.piperita</i>	50	49,5±2,5 <sup>a</sup>	109,5±2,5 <sup>a</sup>	191±1 <sup>a</sup>	441,5±1,5 <sup>a</sup>	91±1 <sup>e</sup>	-
	100	46,5±1,5 <sup>a</sup>	86±1 <sup>b</sup>	165±2 <sup>b</sup>	225±2 <sup>c</sup>	108,5±0,5 <sup>d</sup>	-
	200	34±3 <sup>b</sup>	68±3 <sup>c</sup>	129±3 <sup>c</sup>	169,5±2,5 <sup>d</sup>	187,5±0,5 <sup>c</sup>	-
	300	30±3 <sup>bc</sup>	57,5±2,5 <sup>d</sup>	72,5±2,5 <sup>e</sup>	103,5±1,5 <sup>e</sup>	263,5±0,5 <sup>a</sup>	-
	500	23,5±2,5 <sup>c</sup>	35,5±1,5 <sup>f</sup>	41±3 <sup>f</sup>	63,5±2,5 <sup>f</sup>	231,5±1,5 <sup>b</sup>	-
Pozitif Kontrol (Fenoksi etanol)	30	12,5±0,5 <sup>d</sup>	49,5±0,5 <sup>e</sup>	86,5±1,5 <sup>d</sup>	287±2 <sup>b</sup>	75±1 <sup>f</sup>	-

\*: Aynı sütündeki farklı harfler istatistiki bakımından önemlidir (P<0.05)

Anestezi olarak uygulanan her iki uçucu yağda balıklar üzerinde benzer davranışsal tepki göstermiştir. Balıkların I. safhada sakinleştiği, yüzme aktivitesinde ve dengede kısmi bir azalma olduğu görülmüştür. Sedasyon olan balıklarda (II. Safha) ise yüzme aktivitesinin giderek azaldığı, dengesini yitirdiği ve zaman zaman yatık bir şekilde durduğu görülmüştür. Ayrıca balıkların yüzme davranışında koordinasyonsuzluk tespit edilmiştir. Anestezinin 3. safhasına ulaşan balıkların dengesini büyük çoğunlukla kaybettiği ve akvaryumun dip kısmında yatık bir şekilde durduğu gözlemlenmiştir. Derin anestezi düzeyine (4. Safha) ulaşan balıkların ise yüzme aktivitesi ve dengesini tamamıyla kaybettiği ve akvaryumun tabanında hareketsiz bir şekilde yattığı görülmüştür. Fenoksi etanol (pozitif kontrol) uygulanan balıklarda benzer davranışsal tepki gözlemlenmiştir. Negatif kontrol olarak kullanılan etil alkolün ise balıklar üzerinde anestezi etkisi tespit edilmemiştir.

Balıkların anesteziye giriş sürelerinin konsantrasyon artışına bağlı olarak azaldığı ve anesteziye çıkış sürelerinin ise artan konsantrasyona bağlı olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Her iki uçucu yağın anestezi etkileri karşılaştırıldığında; gökkuşağı alabalıklarını 1. Safha anesteziye *M. spicata*'nın 500 ve 300 mg/L konsantrasyonları (8,5 ve 11 sn) fenoksi etanole benzer sürelerde (12,5 sn) ulaştırmıştır (P>0.05). Balıklarda sedatif etki (safha 2), *M. spicata* uçucu yağının 500, 300, 200 ve 100 mg/L konsantrasyonları ile *M. piperita*'nın 500 mg/L

konsantrasyonunda fenoksi etanole göre daha hızlı etki göstermiştir (Çizelge 4.6). Gökkuşığı alabalıklarının derin anesteziye ulaştırılan en etkili maddenin *M. spicata*'nın 500 mg/L konsantrasyonu (32,5 sn) olduğu belirlenmiştir. Bunu takiben sırasıyla *M. spicata* 300 mg/L, *M. piperita* 500 mg/L, *M. spicata* 200 mg/L, *M. piperita* 300 mg/L ve *M. piperita* 200 mg/L konsantrasyonları (sırasıyla 50,5, 63,5, 65, 103,5 ve 169,5 sn) etkili bulunmuştur. Fenoksi etanol ise 287 sn'de balıkları 4. Safha anesteziye ulaştırmıştır (Çizelge 4.6).

Balıkların anesteziye giriş ve çıkış süreleri dikkate alındığında, *M. piperita* ve *M. spicata* uçucu yağlarının 200, 300 ve 500 mg/L konsantrasyonları gökkuşığı alabalıklarında derin anestezi için uygun olduğu görülmüştür. Bununla birlikte her iki uçucu yağın 300 ve 500 mg/L konsantrasyonunda balıkların kendine gelme süresi 200 mg/L'ye göre daha uzundur. Bu nedenle derin anestezi için ideal konsantrasyonun her iki uçucu yağ içinde 200 mg/L olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.6. *M. piperita* ve *M. spicata* uçucu yağlarının gökkuşağı alabalıkları üzerinde anestezi etkisi

Gruplar	Konsantrasyon (mg/L)	Anesteziye giriş süresi (saniye)				Anesteziye çıkış süresi (saniye)	Ölen Balık Miktarı (%)
		Safhalar					
		I.	II.	III.	IV.		
<i>M. spicata</i>	50	40,5±1,5 <sup>b</sup>	404±3 <sup>a</sup>	471±3 <sup>a</sup>	795,5±0,5 <sup>a</sup>	11±1 <sup>j</sup>	-
	100	24,5±2,5 <sup>de</sup>	29±1 <sup>h</sup>	64,5±0,5 <sup>g</sup>	460,5±1,5 <sup>b</sup>	61,5±1,5 <sup>i</sup>	-
	200	19,5±1,5 <sup>e</sup>	24±2 <sup>hi</sup>	29,5±1,5 <sup>i</sup>	65±2 <sup>h</sup>	64,5±0,5 <sup>i</sup>	-
	300	11±1 <sup>f</sup>	18,5±1,5 <sup>i</sup>	24,5±1,5 <sup>ji</sup>	50,5±0,5 <sup>i</sup>	80±2 <sup>g</sup>	-
	500	8,5±1,5 <sup>f</sup>	11,5±1,5 <sup>j</sup>	21,5±2,5 <sup>j</sup>	32,5±1,5 <sup>j</sup>	95,5±0,5 <sup>e</sup>	-
<i>M. piperita</i>	50	49,5±2,5 <sup>a</sup>	109,5±2,5 <sup>b</sup>	191±1 <sup>b</sup>	441,5±1,5 <sup>c</sup>	91±1 <sup>f</sup>	-
	100	46,5±1,5 <sup>ab</sup>	86±1 <sup>c</sup>	165±2 <sup>c</sup>	225±2 <sup>e</sup>	108,5±0,5 <sup>d</sup>	-
	200	34±3 <sup>c</sup>	68±3 <sup>d</sup>	129±3 <sup>d</sup>	169,5±2,5 <sup>f</sup>	187,5±0,5 <sup>c</sup>	-
	300	30±3 <sup>cd</sup>	57,5±2,5 <sup>e</sup>	72,5±2,5 <sup>f</sup>	103,5±1,5 <sup>g</sup>	263,5±0,5 <sup>a</sup>	-
	500	23,5±2,5 <sup>de</sup>	35,5±1,5 <sup>g</sup>	41±3 <sup>h</sup>	63,5±2,5 <sup>h</sup>	231,5±1,5 <sup>b</sup>	-
Pozitif Kontrol (Fenoksi etanol)	30	12,5±0,5 <sup>f</sup>	49,5±0,5 <sup>f</sup>	86,5±1,5 <sup>e</sup>	287±2 <sup>d</sup>	75±1 <sup>h</sup>	-

\*: Aynı sütündeki farklı harfler istatistiki bakımdan önemlidir (P<0.05)

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Son yıllarda, su ürünleri yetiştiriciliğinde tıbbi/aromatik bitkilerden elde edilen ürünlerin, balıkları sakinleştirme ve bayıltma amacıyla sentetik maddelere karşı kullanılması önemli bir yaklaşımdır. Günümüzde yetiştiricilikte anestezi olarak karanfil yağı yaygın olarak kullanılmakta ve buna alternatif yeni bitkisel anestezi arayışları da hızla devam etmektedir. Yapılan araştırmalar incelendiğinde başta Lamiaceae ve Verbenaceae familyası başta olmak üzere bazı familyalara (Lauraceae, Myrtaceae, Geraniaceae, Asteraceae) ait bitki türlerinin farklı balık türleri üzerindeki anestezi etkileri değerlendirilmiştir. Bu çalışmada da Lamiaceae familyasına ait *M. piperita* ve *M. spicata* bitkileri kullanılmıştır. Bu bitki türlerinden *M. piperita* ile ilgili farklı balık türleri üzerinde yapılmış çalışmalar mevcuttur. Bununla birlikte *M. spicata*'nın balıklar üzerindeki anestezi etkinliği ilk defa denenmiştir.

Bu çalışmada farklı konsantrasyonlarda hazırlanan *M. piperita* ve *M. spicata* uçucu yağlarının gökkuşaağı alabalığında anestezi etkinlikleri değerlendirilmiştir. Her iki uçucu yağın tüm konsantrasyonlarda (50, 100, 200, 300 ve 500 mg/L) balıklarda derin anesteziye ulaştırdığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte balıkların anesteziye giriş ve çıkış süreleri dikkate alındığında, gökkuşaağı alabalığında derin anestezi için en etkili konsantrasyonun her iki uçucu yağ için 200 mg/L olduğu saptanmıştır. Gökkuşaağı alabalığının anesteziye giriş sürelerinin konsantrasyon artışına bağlı olarak azaldığı, çıkış sürelerinin ise konsantrasyon artışına bağlı olarak uzadığı belirlenmiştir.

Metin vd. (2015), gökkuşaağı alabalıkları üzerine nane (*M. piperita*) uçucu yağının anestezi olarak etkinliğinin belirlendiği çalışmalarında, nane yağının 200 mg/L dozunun balıkları anestezinin 4. Safhasına (derin anestezi) ulaştırdığını bildirmişlerdir. Nane uçucu yağın dozu arttıkça balıkların anesteziye giriş süresinin kısaldığı, bununla birlikte anesteziden çıkış süresinin uzadığı tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda Metin vd. (2015) 'ne benzer olarak gökkuşaağı alabalıkları üzerinde her iki nane türünün de aynı konsantrasyonda (200 mg/L) balıkları derin anesteziye ulaştırdığı tespit edilmiştir.

Can ve Sümer (2019) *Cyrtocara moorii* yavrularında nane (*M. piperita*) yağının 100 µL/ L konsantrasyonda balıklarda derin anesteziye yol açtığını tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda nane yağının tropikal balık türlerinde güvenli bir şekilde anestezi ajan olarak kullanılabilmesi sonucuna varmıştır (Can ve Sümer, 2019). Can ve Sümer (2019)'in bulgularından farklı olarak bu çalışmada *M. piperita* ve *M. spicata* uçucu yağlarının gökkuşuğu alabalıkları üzerinde 200 mg/L konsantrasyonlarda derin anesteziye yol açtığı belirlenmiştir. Her iki çalışmadaki etkili konsantrasyonunun farklılığı, kullanılan balık türlerinin farklılığına bağlıdır. Ayrıca Can ve Sümer (2019) çalışmalarında kullandıkları balık ılık su balığı olduğu için nane yağının etkili konsantrasyonu gökkuşuğu alabalığına göre daha düşük bulunmuştur.

*M. piperita* ile yapılan anestezi çalışmalarında yavru nil tilapularının (*Oreochromis niloticus*)' nın 40–160 µl/L konsantrasyonlarında 20-5 dk (Oliveira Hashimoto vd., 2016), İran mersin balığının (*Acipenser persicus*) ise 300-1000 mg/L konsantrasyonlarında 5-3 dk içinde derin anesteziye ulaştığı (Mazandarani ve Hoseini, 2018) bildirilmiştir. Japon nanesi (*Mentha arvensis*) ile yapılan başka bir çalışmada palyaço anemon balıklarında (*Amphiprion ocellaris*) uçucu yağın 50-100 µl/L konsantrasyonlarda 6-1,5 dk içinde anestezi etkisi gösterdiği tespit edilmiştir (Pedrazzani ve Neto, 2016). Bu çalışmada *M. piperita* ve *M. spicata* uçucu yağlarının 50-500 mg/L konsantrasyonlarda sırasıyla 7–1 dk. ve 13 dk-32,5 sn arasında gökkuşuğu alabalıklarında derin anesteziye yol açtığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda anestezi ajanı olarak etkin konsantrasyonun ve anestezi sürelerinin farklı olması kullanılan balık türlerinin ve nane türlerinin farklılığına bağlıdır.

Sazan balıklarında nane yağının anestezi ajanı olarak kullanılabilirliğinin araştırıldığı çalışmada, balıklar nane yağının 3, 5 ve 7 ml/L konsantrasyonlarına maruz bırakılmışlardır. Nane yağının konsantrasyonunun artması ile indüksiyon süresinin önemli ölçüde azaldığı ve iyileşme süresinin artış gösterdiği bildirilmiştir (Roohi ve Imanpoor, 2015). Bu çalışmada da benzer olarak gökkuşuğu alabalıklarında her iki nane türünün konsantrasyon artışına bağlı olarak indüksiyon süresinin kısaldığı, kendine gelme süresinin kısaldığı belirlenmiştir.

Curimba (*Prochilodus lineatus*) yavruları üzerine mentolün (20- 80 mg/L) anestezik etkilerinin tespit edildiği çalışmada, 60 ile 80 mg/L konsantrasyonda en düşük indüksiyon süresi sağlandığı, konsantrasyon artışına bağlı olarak da balıklarda kendine gelme süresinin uzadığı tespit edilmiştir. Curimba üzerinde mentolün 60 mg/L konsantrasyonu derin anestezi için kullanılabileceği ifade edilmiştir (Junior vd., 2018). Sazan balıklarında ise mentolün 118 ppm konsantrasyonu balıkları 3 dk içinde derin anesteziye ulaştırmışlardır (Mazandarani ve Hoseini,2017). Mentolün, lambari (*Astyanax altiparanae*) yavrularında 50 mg/L dozda derin anesteziyi sağladığı tespit edilmiştir (Pereira da Silva vd., 2016). Bizim çalışmamızda mentol ile yapılan çalışmalardan farklı olarak *M. piperita* ve *M. spicata* uçucu yağlarının daha yüksek konsantrasyonda (200mg/L) gökkuşacağı alabalıklarında derin anesteziye yol açtığı belirlenmiştir. Etkili olan konsantrasyondaki farklılık nane uçucu yağındaki anestezik etkinliğe sahip olan mentolün saf olarak kullanılmasına bağlıdır. Bizim çalışmamızda kullanılan uçucu yağlar içerisindeki mentol oranı daha düşük olduğundan etkili olan konsantrasyonumuz daha yüksek bulunmuştur.

Anestezik olarak kullanılan uçucu yağların balıklar üzerindeki akut toksisitesi, farklı konsantrasyonlarda hazırlanan uçucu yağın balıklar üzerinde öldürücü etkisi açısından incelenmiştir. 10 dakikalık LC<sub>50</sub> değerleri, anestezik maddeye 10 dakikalık maruz kalma durumunda akut toksisitesini karakterize etmektedir. Taylor ve Roberts (1999), karanfil yağının 10 dakikalık LC<sub>50</sub> konsantrasyonu *Oncorhynchus tshawytscha* ve gökkuşacağı alabalığı için sırasıyla 62 mg/L ve 250 mg/L olarak belirlenmiştir. Velisek vd. (2005), gökkuşacağı alabalığında aynı yağın 10 dakikalık LC<sub>50</sub> konsantrasyonunu 81.1 mg/L olarak tespit etmiştir. Bizim çalışmamızda, gökkuşacağı alabalığı farklı konsantrasyonlarda hazırlanan *M. piperita* ve *M. spicata* uçucu yağlarına 10 dk. süreyle maruz bırakılmış ve her iki uçucu yağın 150 mg/L konsantrasyonda %50 ölüm (LC<sub>50</sub>) meydana geldiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak;

Bu çalışmada gökkuşacağı alabalıkları üzerinde 2 farklı nane türünün (*M. piperita* ve *M. spicata*) anestezik etkinliği araştırılmıştır. *M. piperita* ve *M. spicata* türlerinin balıklar üzerinde anestezik olarak etki süresi farklılık gösterebilir, her iki nane türü de 200-500 mg/L konsantrasyonlarda balıklarda anesteziye yol açmıştır. Bununla

birlikte konsantrasyon artışına bağlı olarak balıklarda anestezi den çıkış süreleri uzadığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle *M. piperita* ve *M. spicata* uçucu yağlarının 200 mg/L konsantrasyonda gökkuşağı alabalıkları üzerinde lme yol açmadan güvenli ve etkin bir şekilde kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Günümüzde yapılan birçok çalışmada, balıklar üzerinde birçok bitki uçucu yağlar ve ekstraktlarının anestezi k etkileri çalışılmıştır. Bununla birlikte, bitkisel ürünler farklı bileşenleri içeren kompleks karışımlar olduklarından anestezi k etkileri yönünden farklılık gösterebilirler. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, anestezi k etkinliği olan bileşenlerin bitkilerden izole edilerek balık türleri üzerinde anestezi k olarak kullanımlarının değerlendirilmesi faydalı olacaktır.



## KAYNAKLAR

- Akbulut, B., Çavdar, Y., Çakmak, E. & Aksungur, N. (2011a). Use of clove oil to anaesthetize larvae of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*). *J Appl Ichthyol.* 27(2), 618-621. doi:10.1111/j.1439-0426.2010.01653.x
- Akbulut, B., Çakmak, E., Aksungur, N. & Çavdar, Y. (2011b). Effect of exposure duration on time to recovery from anaesthesia of clove oil in juvenile of Russian sturgeon. *Turkish Journal Fish Aquat Sc.* 11(3), 463-467. doi:10.4194/1303-2712-v11\_3\_17
- Akbulut, B., Çakmak, E., Özel, O.T. & Dülger, N. (2012). Effect of anaesthesia with clove oil and benzocaine on feed intake in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869). *Turkish Journal Fish Aquat Sc.* 12(3), 669-675. doi:10.4194/1303-2712-v12\_3\_15
- Başaran, F., Şen, H. & Karabulut, Ş. (2007). Effects of 2-Phenoxyethanol on Survival of Normal Juveniles and Malformed Juveniles Having Lordosis or Nonfunctional Swimbladders of European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758), *Aquaculture Research*, 38, 933 – 939. doi:10.3906/zoo-0806-21
- Baydar, H., (2009). *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları
- Bhuvaneshwari, R., Manickam, N. & Saravana Bhavan, P. (2015). Calamus oil as an anesthetic for *Cyprinus carpio* (OrnaMentha l Koi). *Int. J. Pure App. Biosci.*, 3 (1), 18-26.
- Bodur, T., Afonso, J. M., Montero, D. & Navarro, A. (2018). Assessment of effective dose of new herbal anesthetics in two marine aquaculture species: *Dicentrarchus labrax* and *Argyrosomus regius*. *Aquaculture*, 482, 78-82. doi:10.1016/j.aquaculture.2017.09.029
- Božović, M., Pirolli, A. & Ragno, R. (2015). *Mentha suaveolens* Ehrh. (Lamiaceae) essential oil and its main constituent piperitenone oxide: biological activities and chemistry. *Molecules*, 20(5), 8605-8633. doi:10.3390/molecules20058605
- Bulfon, C., Volpatti, D. & Galeotti, M. (2015). Current research on the use of plant-derived products in farmed fish. *Aquaculture Research*, 46(3), 513-551. doi:10.1111/are.12238
- Burka, J.F., Hammell, K.L., Horsberg, T.F., Johnson, G.R., Rainnie, D.J., Speare, D.J. (1997). Drugs in salmonid aquaculture. *J Vet Pharmacol Ther.* 20(5), 333-349. doi:10.1046/j.1365-2885.1997.00094.x
- Can, E., Kizak, V., Özçiçek, E. & Sehaneyildiz, C. (2017). The efficacy of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) oil as a promising anaesthetic agent

for two freshwater aquarium fish species. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, 69, 1-8.

- Can, E., Kizak, V., Can, Ş. S. & Özçiçek, E. (2018). Anesthetic potential of geranium (*Pelargonium graveolens*) oil for two cichlid species, *Sciaenochromis fryeri* and *Labidochromis caeruleus*. *Aquaculture*, 491, 59-64.
- Can, E., Süme,r E., (2019). Anesthetic and sedative efficacy of peppermint (*Mentha piperita*) and lavender (*Lavandula angustifolia*) essential oils in blue dolphin cichlid (*Cyrtocara moorii*). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. doi: 10.3906/vet-1809-22
- Chauhan, S. S. & Agarwal, R. (2013). Evaluation of antibacterial activity of volatile oil from *Mentha spicata* L. *Journal of drug delivery and therapeutics*, 3(4), 120-121. doi: 10.22270/jddt.v3i4.580
- Cárdenas, C., Toni, C., Martos- Sitcha, J. A., Cárdenas, S., de Las Heras, V., Baldisserotto, B., Mancera, J. M. (2016). Effects of clove oil, essential oil of *Lippia alba* and 2- phe anaesthesia on juvenile meagre, *Argyrosomus regius* (Asso, 1801). *Journal of Applied Ichthyology*, 32(4), 693-700. doi:10.1111/jai.13048
- Chaieb, K., Hajlaoui, H., Zmantar, T., Kahla-Nakbi, A.B., Rouabhia, M., Mahdouani, K. & Bakhrouf, A. (2007). The chemical composition and biological activity of clove essential oil, *Eugenia caryophyllata* (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae): A short review. *Phytother Res*. 21(6), 501-506. doi:10.1002/ptr.2124
- Cho, G.K. & Heath, D.D. (2000). Comparison of tricain methanesulphota (MS222) and clove oil anaesthesia effects on the physiology of juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) (Walbaum). *Aquac Res*. 31(6), 537-546. doi:10.1046/j.1365-2109.2000.00478.x
- Coyle, S. D., Durborow, R. M. and Tidwell, J. H. (2004). *Anesthetics in Aquaculture*, SRAC Publication, 3900: 6p.
- Cubero, L. and Molinero, A. (1997). Handling, Confinement and Anaesthetic Exposure Induces Changes in the Blood and Tissue Immune Characteristics of Gilthead Sea Bream, *Diseases of Aquatic Organisms*, 31, 89 – 94.
- Cunha, M.A., Barros, F.M.C., Garcia, L.O., Veeck, A.P.L., Heinzmann, B.M., Loro, V.L., Emanuelli, T. & Baldisserotto, B. (2010). Essential oil of *Lippia alba*: a new anesthetic for silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Aquaculture*. 306(1-4), 403-406. doi:10.1016/j.aquaculture.2010.06.014
- Cunha, L., Geraldo, A.M.R., Silva, V.C., Cardoso, M.S., Tamajusuku, A.S.K., Hoshiba, M.A. (2015). Clove oil as anesthetic for guppy. *Boletim Do Instituto De Pesca*, 41, 729-735.

- Cunha, J. A. D., Scheeren, C. Á., Salbego, J., Gressler, L. T., Madaloz, L. M., Bandeira-Junior, G., Bianchini, A.E., Pinheiro, C.G., Bordignon, S.A.L., Heinzmann, B.M., Baldisserotto, B. (2017). Essential oils of *Cunila galioides* and *Origanum majorana* as anesthetics for *Rhamdia quelen*: efficacy and effects on ventilation and ionoregulation. *Neotropical Ichthyology*, 15(1).
- Çetinkaya, O. & Şahin, A. (2005). *Balıklarda anestezi uygulamaları ve başlıca anestezikler*. Editör: Karataş, M., Balık biyolojisinde araştırma yöntemleri. Ankara: Nobel Yayınları. s237-273.
- de Oliveira Hashimoto, G. S., Neto, F. M., Ruiz, M. L., Acchile, M., Chagas, E. C., Chaves, F. C. M., & Martins, M. L. (2016). Essential oils of *Lippia sidoides* and *Mentha piperita* against monogenean parasites and their influence on the hematology of Nile tilapia. *Aquaculture*, 450, 182-186.
- Dolezelová, P., Mácová, S., Plhalová, L., Pišteková, V. & Svobodová, Z. (2011). The acute toxicity of clove oil to fish *Danio rerio* and *Poecilia reticulata*. *Acta Vet Brno*. 80(3), 305-308. doi:10.2754/avb201180030305
- Endo, T., Ogishima, K., Tanaka, H. & Ohshima, S. (1972). Studies on the anaesthetic effect of eugenol in some freshwater fishes. *B Jpn Soc Sci Fish*. 38(7), 761-767.
- FDA, (2002). Guidance for industry status of clove oil and eugenol for anesthesia of fish. Rockville: Center for Veterinary Medicine. Technical paper.
- Fogliarini, C. O., Garlet, Q. I., Parodi, T. V., Becker, A. G., Garcia, L. O., Heinzmann, B. M., Pereira, A.M.S. & Baldisserotto, B. (2017). Anesthesia of *Epinephelus marginatus* with essential oil of *Aloysia polystachya*: an approach on blood parameters. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 89(1), 445-456. doi:10.1590/0001-3765201720160457
- Gressler, L.T., Riffel, A.P.K., Parodi, T.V., Saccol, E.M.H., Koakoski, G., Costa, S.T., Pavanato, M.A., Heinzmann, B.M., Caron, B., Schmidt, D., Llesuy, S.F., Barcellos, L.J.G. & Baldisserotto, B. (2014). Silver catfish (*Rhamdia quelen*) immersion anesthesia with essential oil of *Aloysia triphylla* (L'Hérit Britton or tricaine methanesulfonate: effect on stress response and antioxidant status. *Aquac Res*. 45(6), 1061-1072. doi:10.1111/are.12043
- Gullian, M. & Villanueva, J. (2009). Efficacy of tricaine methanesulphonate and clove oil as anaesthetics for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquac Res*. 40(7), 852-860. doi:10.1111/j.1365-2109.2009.02180.x
- Gülhan, M. F. (2018). Bazı sedatif ve anestezi aromatik bitki yağlarının gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, L.) kan parametreleri üzerine etkileri. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 471-482. doi: 10.25092/baunfbed.418533
- Hajek, G.J., Klyszejko, B. & Dziaman, R. (2006). The anaesthetic effect of clove oil on common carp, *Cyprinus carpio* L., *Acta Ichthyol Piscat*. 36(2), 93-97.

- Harper, C. & Wolf, J. C., 2009, Morphologic Effects of the Stress Response in Fish, *ILAR Journal*, 50(4), 387 – 396. doi:10.1093/ilar.50.4.387
- Harvey, B., Denny, C., Kaiser, S. & Young, J. (1988). Remote intramuscular injection of immobilising drugs into fish using a laser-aimed underwater dart gun. *Vet Rec.* 122(8), 174-177. doi:10.1136/vr.122.8.174
- Hekimoğlu, M. A., & Ergun, M. (2012). Evaluation of clove oil as anaesthetic agent in fresh water angelfish, *Pterophyllum scalare*. *Pak J Zool*, 44(5), 1297-1300.
- Hoseini, S. M., Mirghaed, A.T. & Yousefi, M. (2018). Application of herbal anaesthetics in aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 0, 1–15. doi: 10.1111/raq.12245
- Imanpoor, M.R., Bagheri, T. & Hedayeti, S.A.A. (2010). The anesthetic effects of clove essence in Persian sturgeon, *Acipenser persicus*. *World J Fish Mar Sci.* 2(1), 29-36.
- Iwama, G.K., McGeer, J. C. & Pawluk, M. P. (1989). The Effects of Five Fish Anaesthetics on Acid-base Balance, Hematocrit, Cortisol and Adrenaline in Rainbow Trout, *Canadian Journal of Zoology*, 67, 2065 – 2073.
- Junior E. F. D. M., Uehara S.A., Rodrigues E. C. , Palheta G. D. A., Melo N. F. A. C. D., Freire L.D.S., Takata R. (2018). Menthol and eugenol as natural anesthetics for early juveniles of curimba. *Brazilian Journal of Animal Science*. doi:10.1590/rbz4720170266.
- Kaleeswaran, B., Ilavenil, S. & Ravikumar, S. (2012). Changes in biochemical, histological and specific immune parameters in Catla catla (Ham.) by *Cynodon dactylon* (L.). *Journal of King Saud University-Science*, 24(2), 139-152. doi:10.1016/j.jksus.2010.10.001
- Kamble, A. D., Saini, V. P., & Ojha, M. L. (2014). The efficacy of clove oil as anesthetic in common carp (*Cyprinus carpio*) and its potential metabolism reducing capacity. *Int J Fauna Biol Stud*, 1, 1-6.
- Kanyılmaz, M., Sevgili, H., Erçen, Z. & Yılayaz, A. (2007). The use of clove oil as a fish anaesthetic. *Turk J Fish Aquatic Life*, 5-8, 671-680.
- Keene, J.L., Noakes, D.L.G., Moccia, R.D. & Soto, C.G. (1998). The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Aquaculture Research*, 29(2), 89-101. doi:10.1046/j.1365-2109.1998.00927.x
- Kızak, V., Can, E., Danabaş, D. & Can, Ş. S. (2018). Evaluation of anesthetic potential of rosewood (*Aniba rosaeodora*) oil as a new anesthetic agent for goldfish (*Carassius auratus*). *Aquaculture*, 493, 296-301.

- Kumar, P., Mishra, S., Malik, A. & Satya, S. (2011). Insecticidal properties of *Mentha* species: a review. *Industrial Crops and Products*, 34(1), 802-817. doi: 10.1016/j.indcrop.2011.02.019
- Kumlu, M. & Yanar, M. (1999). Effects of the anesthetic quinaldine sulphate and muscle relaxant diazepam on sea bream juveniles (*Sparus aurata*). *Isr J Aquacult- Bamid*. 51(4), 143-147.
- Küçük, S. (2010). Efficacy of tricaine on *Poecilia latipinna* at different temperatures and concentrations. *African Journal of Biotechnology*, 9(5), 755-759. doi:10.5897/AJB09.1353
- Mazandarani, M., & Hoseini, S. M. (2017). Menthol and 1, 8- cineole as new anaesthetics in common carp, *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture research*, 48(6), 3041-3051. doi:10.1111/are.13136
- Metin, S., Didinen, B.I., Kubilay, A., Pala, M. & Aker, İ. (2015). Bazı tıbbi bitkilerin gökkuşuğu alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) üzerinde anestezi etkilerinin belirlenmesi. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 1(1), 37-42. doi:10.17216/LimnoFish-5000099756
- Meza, S., (1983). *Immobilization of carp (Cyprinus carpio), catfish (Ictalurus punctatus) and tilapia (Tilapia mossambica) using xylocaine with sodium bicarbonate* (Ph.D. Thesis, Universidad Nacional Autonoma de Mexico Fac de Med Vet Zootec) 33 p.
- Mirghaed, A. T., Ghelichpour, M. & Hoseini, S. M. (2016). Myrcene and linalool as new anesthetic and sedative agents in common carp, *Cyprinus carpio*- Comparison with eugenol. *Aquaculture*, 464, 165-170. doi:10.1016/j.aquaculture.2016.06.028
- Mommsen, T.P., Vijayan, M.M. & Moon, T.W. (1999). Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 9, 211–268. doi:10.1023/A:1008924418720
- Molinero, A. & Gonzalez, J. (1995). Comparative Effects of MS 222 and 2-Phenoxyethanol on Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata* L.) During Confinement, *Comparative Biochemistry & Physiology*, 111A(3): 405 – 414. doi:10.1016/0300-9629(95)00037-8
- Mylonas, C.C., Cardinaletti, G., Sigelaki, I. & Polzonetti-Magni, A. (2005). Comparative efficacy of clove oil and 2-phenoxyethanol as anesthetics in the aquaculture of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and gillhead sea bream (*Sparus auratus*) at different temperature. *Aquaculture*, 246, 467-481. doi:10.1016/j.aquaculture.2005.02.046
- Ortuno, J., Esteban, M. A. & Meseguer, J. (2002a). Effects of Four Anaesthetics on the Innate Immune Response of Gilthead Seabream (*Sparus aurata* L.), *Fish & Shellfish Immunology*, 12, 49 – 59. doi:10.1006/fsim.2001.0353

- Ortuno, J., Esteban & M. A., Meseguer, J. (2002b), Lack of Effect of Combining Different Stressors on Innate Response of Sea Bream (*Sparus aurata* L.), *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 84, 17 – 27. doi:10.1016/S0165-2427(01)00387-7
- Parodi, T. V., Cunha, M. A., Becker, A. G., Zeppenfeld, C. C., Martins, D. I., Koakoski, G. & Baldisserotto, B. (2014). Anesthetic activity of the essential oil of *Aloysia triphylla* and effectiveness in reducing stress during transport of albino and gray strains of silver catfish, *Rhamdia quelen*. *Fish physiology and biochemistry*, 40(2), 323-334. doi:10.1007/s10695-013-9845-z
- Pedrazzani, A. S., & Neto, A. O. (2016). The anaesthetic effect of camphor (*Cinnamomum camphora*), clove (*Syzygium aromaticum*) and mint (*Mentha arvensis*) essential oils on clown anemonefish, *Amphiprion ocellaris* (Cuvier 1830). *Aquaculture research*, 47(3), 769-776. doi:10.1111/are.12535
- Peña, I.J., Hong, E., Kim, H. J., Peña, J.B., Woo, T.S., Lee, Y.S. & Cheong, J.H. (2015). *The American Journal of Chinese Medicine*, Vol. 43, No. 4, 1–13, World Scientific Publishing Company, Institute for Advanced Research in Asian Science and Medicine
- Pereira da Silva, E. M., de Oliveira, R.H.F. & Nero, B. D. (2016). Menthol as Anaesthetic for lambari *Astyanax altiparanae* (Garutti & Britski 2000): Attenuation of stress responses. *Aquaculture research*, 47(5), 1413-1420. doi:10.1111/are.12599
- Ribeiro, A.S., Batista, E.D.S., Dairiki, J.K., Chaves, F.C.M. & Inoue, L.A.K.A. (2016). Anesthetic properties of *Ocimum gratissimum* essential oil for juvenile matrinxã. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 38(1), 1-7.
- Roohi, Z. & Imanpoor, M.R. (2015). The efficacy of the oils of spearmint and methyl salicylate as new anesthetics and their effect on glucose levels in common carp (*Cyprinus carpio* L. 1758) juveniles. *Aquaculture*, 437, 327-332. doi:10.1016/j.aquaculture.2014.12.019
- Ross, L.G & Ross B., (1999). *Anesthetic and sedative techniques for fish*. Blackwell, Oxford
- Sandodden, R., Finstad, B. & Iversen, M. (2001). Transport Stress in Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.): Anaesthesia and Recovery, *Aquaculture Research*, 32, 87 – 90. doi:10.1046/j.1365-2109.2001.00533.x
- Seol, D., Lee, J., Im, S. & Park, I. (2007). Clove Oil as an Anaesthetic for Common Octopus (*Octopus minor*, Sasaki), *Aquaculture Research*, 38, 45 – 49. doi:10.1111/j.1365-2109.2006.01622.x
- Serezli, R., Okumuş, İ. & Akhan, S. (2005). Anaesthetics in aquaculture. *Turk J Fish Aquatic Life*, 4, 475-480.
- Shalaby, A.M., Khattab, Y.A. & Abdel Rahman, A.M. (2006). Effects of garlic (*Allium sativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological

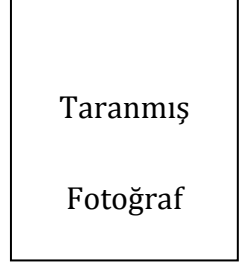
- parameters and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases*, 12, 172–201. doi:10.1590/S1678-91992006000200003
- Silva, L.L., Parodi, T.V., Reckziegel, P., Garcia, V.O., Bürger, M.E., Baldisserotto, B., Malmann, C.A., Pereira, A.M.S. & Heinzmann, B.M. (2012). Essential oil of *Ocimum gratissimum*: anesthetic effect, mechanism of action and tolerance in silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Aquaculture*, 350-353, 91-97. doi:10.1016/j.aquaculture.2012.04.012
- Silva, L.L., Silva, D.T., Garlet, Q.I., Cunha, M.A., Mallmann, C.A., Baldisserotto, B., Longhi, S.J., Pereira, A.M.S. & Heinzmann, B.M. (2013). Anesthetic activity of Brazilian native plants in silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Neotropical Ichthyol.* 11(2), 443-451. doi:10.1590/S1679-62252013000200014
- Silva, L.L., Garlet, Q.I., Benovit, S.C., Dolci, G., Mallmann, C.A., Burger, M.E., Baldisserotto, B., Longhi, S.J. & Heinzmann, B.M. (2013b). *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 46, 771-779.
- Silva, E.M.P., Oliveira, R. H.F. & Nero, B.D. (2016). Department of Basic Sciences, College of Animal Science and Food Engineering, University of Sao Paulo, Pirassununga, Brazil, *Aquaculture Research*, 47, 1413–1420.
- Small, B. C. (2003). Anesthetic Efficacy of Metomidate and Comparison of Plasma Cortisol Responses to Tricaine methanesulfonate, Quinaldine and Clove Oil Anesthetized Channel Catfish *Ictalurus punctatus*, *Aquaculture*, 218, 177 – 185. doi:10.1016/S0044-8486(02)00302-2
- Soto, C.G. & Burhanuddin, S. (1995). Clove oil as a fish anaesthetic for measuring length and weight of rabbitfish (*Siganus lineatus*). *Aquaculture*, 136(1), 149-152. doi:10.1016/0044-8486(95)01051-3
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H. & Dickey, D.A. (1996). *Principles and procedures of statistics. A biometrical approach*. 3<sup>rd</sup> Ed., McGraw Hill Book Company Inc., New York, USA. doi:10.1002/bimj.19620040313
- Sudagara, M., Mohammadizarejabada, A., Mazandarania, R. & Pooralimotlagha, S. (2009). The efficacy of clove powder as an anesthetic and its effects on hematological parameters on roach (*Rutilus rutilus*). *Journal of Aquaculture feed science and nutrition*, 1(1), 1-5.
- Summerfelt, R.C. & Smith, L.S. (1990). Anaesthesia, Surgery and Related Tecniques, 213 –272 *Methods of Fisher Biology*, Shreck, C. B. and Moyle, P. B. (Eds.), American Fisheries Society, Bethesda, 329p. doi:10.1155/2014/315029
- Taheri Mirghaed, A., Ghelichpour, M., Zargari, A., & Yousefi, M. (2018). Anaesthetic efficacy and biochemical effects of 1, 8- cineole in rainbow trout

- (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792). *Aquaculture research*, 49(6), 2156-2165.
- Telci, I., & Sahbaz, N. (2005). Determination of agronomic and essential oil properties of peppermint (*Mentha piperita* L.) in various ages of plantation. *Journal of Agronomy*, 4(2), 103-8. doi:10.3923/ja.2005.103.108
- Telci, I., Demirtas, I., Bayram, E., Arabaci, O., & Kacar, O. (2010). EnvironMentha 1 variation on aroma components of pulegone/piperitone rich spearmint (*Mentha spicata* L.). *Industrial Crops and Products*, 32(3), 588-592. doi:10.1016/j.indcrop.2010.07.009
- Summerfelt, R.C. & Smith, L.S. (1990). Anaesthesia, Surgery and Related Tecniques, 213 –272 *Methods of Fisher Biology*, Shreck, C. B. and Moyle, P. B. (Eds.), American Fisheries Society, Bethesda, 329p. doi:10.1155/2014/315029.
- Toni, C., Becker, A. G., Simões, L. N., Pinheiro, C. G., Silva, L.L., Heinzmann, B. M., Caron, B.O. & Baldisserotto, B. (2014). Fish anesthesia: effects of the essential oils of *Hesperozygis ringens* and *Lippia alba* on the biochemistry and physiology of silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Fish physiology and biochemistry*, 40(3), 701-714. doi:10.1007/s10695-013-9877-4.
- Toni, C., Martos-Sitcha, J. A., Baldisserotto, B., Heinzmann, B. M., de Lima Silva, L., Martínez-Rodríguez, G. & Mancera, J. M. (2015). Sedative effect of 2-phenoxyethanol and essential oil of *Lippia alba* on stress response in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Research in veterinary science*, 103, 20-27. doi:10.1016/j.rvsc.2015.09.006.
- Toroğlu, S. & Çenet, M. (2006). Tedavi amaçlı kullanılan bazı bitkilerin kullanım alanları ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi için kullanılan metodlar. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(2), 12-20.
- Velíšek, J., Svobodova, Z. & Piačková, V. (2005). Effects of clove oil anaesthesia on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Acta Veterinaria Brno*, 74(1), 139-146. doi:10.2754/avb200574010139
- Velisek, J., Svobodova, Z., Piackova, V., Groch, L. & Nepejchalova, L., (2005). Effects of Clove Oil Anaesthesia on Common Carp (*Cyprinus carpio* L.), *Veterinary Medicine – Czech*, 50(6), 269 – 275.
- Wagner, E., Arndt, R. & Hilton, B. (2002). Physiological Stress Responses, Egg Survival and Sperm Motility for Rainbow Trout Broodstock Anesthetized with Clove Oil, Tricaine methanesulfonate or Carbon dioxide, *Aquaculture*, 211, 353 – 366. doi:10.1016/S0044-8486(01)00878-X
- Wagner, G.N., Singer, T.D. & McKinley, S.R. (2003). The ability of clove oil and MS-222 to minimize handling stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*

- Walbaum). *Aquaculture Research*, 34(13), 1139-1146. doi:10.1046/j.1365-2109.2003.00916.x
- Wendelaar Bonga, S.E., (1997). The stress response in fish. *Physiological Reviews* 77, 591–625. doi:10.1152/physrev.1997.77.3.591
- Xie, J., Liu, B., Zhou, Q., Su, Y., He, Y., Pan, L., Ge, X. & Xu, P. (2008). Effects of anthraquinone extract from rhubarb *Rheum officinale* bail on the crowding stress response and growth of common carp *Cyprinus carpio* var. Jian. *Aquaculture*, 281, 5–11. doi:10.1016/j.aquaculture.2008.03.038
- Yanar, M. & Genç, E. (2004). Anaesthetic effects of quinaldine sulphate together with the use of diazepam on *Oreochromis niloticus* L. 1758 (Cichlidae) at different temperatures. *Turk J Vet Anim Science*, 28(6), 1001-1005.
- Yanar, M. & Kumlu, M. (2001). The anaesthetics effects of quinaldine sulphate and/or diazepam, on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Turk J Vet Anim Sci.* 25(2), 185-189.
- Yıldırım, M., Genç, E. & Yıldırım, Y.B. (2009). *Fish surgery and anaesthesia practices*. XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu; Rize, Türkiye.
- Yıldız, M., Kayım, M. & Akin, S. (2013). The anesthetic effects of clove oil and 2-phenoxyethanol on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) at different concentrations and temperatures. *Iran J Fish Sci.* 12(4), 947-961.
- Yousefia, M., Hoseinifarb, S. H., Ghelichpourc, M. & Hoseinid, S.M. (2018). Anesthetic efficacy and biochemical effects of citronellal and linalool in common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) juveniles, *Aquaculture*, 493, 107–112.
- Zahl, I.H., Kiessling, A., Samuelsen, O.B. & Hansen, M.K. (2009). Anaesthesia of Atlantic cod (*Gadus morhua*)-Effect of pre-anaesthetic sedation, and importance of body weight, temperature and stress. *Aquaculture*, 295(1-2), 52-59. doi:10.1016/j.aquaculture.2009.06.019

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Onur ÖZDİKİYAR  
Doğum Yeri ve Yılı : Isparta, 1989  
Medeni Hali : Bekar  
Yabancı Dili : İngilizce  
E-posta : onurozdikyar@gmail.com



### Eğitim Durumu

Lise : Eğirdir Anadolu Lisesi, 2007  
Lisans : Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 2015

### İş Deneyimi

Tchibo (2017)