

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**KANGAL BALIĞINDA (*Garra rufa*) TİMOL VE KARVAKROL
MADDELERİNİN ANESTEZİK OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Nihat ORHAN

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ŞUBAT 2020

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**KANGAL BALIĞINDA (*Garra rufa*) TİMOL VE KARVAKROL
MADDELERİNİN ANESTEZİK OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Nihat ORHAN

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ŞUBAT 2020

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KANGAL BALIĞINDA (*Garra rufa*) TİMOL VE KARVAKROL
MADDELERİNİN ANESTEZİK OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Nihat ORHAN
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2018-4305 nolu proje ile desteklenmiştir.

ŞUBAT 2020

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KANGAL BALIĞINDA (*Garra rufa*) TİMOL VE KARVAKROL
MADDELERİNİN ANESTEZİK OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI

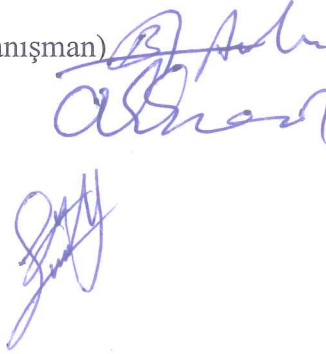
Nihat ORHAN
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 28/02/2020 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / ~~Oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Baki AYDIN (Danışman)

Prof. Dr. Süleyman AKHAN

Doç. Dr. Sevdan YILMAZ



ÖZET

KANGAL BALIĞINDA (*Garra rufa*) TİMOL VE KARVAKROL MADDELERİNİN ANESTEZİK OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Nihat ORHAN

Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Baki AYDIN

Şubat 2020; 35 sayfa

Bu tez çalışması, timol ve karvakrol etken maddelerinin 25 °C su sıcaklığında kangal balıkları üzerine anestezi etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Denemede beş farklı timol (25, 50, 75, 100 ve 150 mg L⁻¹) ve karvakrol (25, 50, 75, 100 ve 150 µL L⁻¹) konsantrasyon değerleri oluşturulmuştur. Denemede, her iki anestezi maddeye ait konsantrasyon değerlerinin kangal balıklarının bayılma ve ayılma üzerine etkisi saniye cinsinden tespit edilmiştir. Çalışmada her bir anestezi madde konsantrasyonu için 10 balık kullanılmıştır.

25 – 150 mg L⁻¹ timol konsantrasyonlarına maruz bırakılan balıkların bayılma süresi Aşama 1’de 60,7 ± 3,5 – 19,8 ± 2,9 sn. arasında, Aşama 2’de ise 202,2 ± 23,6 – 46,9 ± 6,6 sn. arasında değiştiği tespit edilmiştir. Tüm timol konsantrasyon değerlerinin balıklar üzerine bayılma etkisi gösterdiği ve anestezi altındaki tüm balıkların anesteziden çıktığı görülmüştür. Timol konsantrasyonu arttıkça Aşama 1 ve Aşama 2 balıkların bayılma sürelerinin azaldığı ve timol konsantrasyonu ile bayılma süresi arasında negatif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (Sırasıyla R²= 0,9241, R²= 0,9087). Balıkların ayılma sürelerine bakıldığında Aşama 1’de 159,7 ± 27,9 – 345,9 ± 36,8 sn. arasında, Aşama 2’de 268,8 ± 33,7 – 508,2 ± 362,6 sn. arasında olduğu tespit edilmiştir. Timol konsantrasyonu ile Aşama 1 ve Aşama 2 balıkların ayılma süreleri arasında ise pozitif ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla R²=0,7931; R²= 0,7417).

25 – 150 µL L⁻¹ karvakrol konsantrasyonlarına maruz bırakılan balıkların bayılma süresi Aşama 1’de 71,7 ± 9,6 – 19,4 ± 3,8 sn., Aşama 2’de ise 342,1 ± 77,8 – 48,8 ± 6,9 sn. arasında değiştiği tespit edilmiştir. Karvakrol konsantrasyonu arttıkça Aşama 1 ve Aşama 2 balıkların bayılma sürelerinin azaldığı ve karvakrol konsantrasyonu ile bayılma süresi arasında negatif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla R²= 0,8857; R²= 0,9048). Karvakrol konsantrasyonları ile bayılma süresi Aşama 1’de anesteziden çıkma süresi 267,7 ± 42,6 – 200,7 ± 40,6 sn. arasında, Aşama 2’de ise 361,8 ± 65,3 – 279,7 ± 60,7 sn. arasında değiştiği tespit edilmiştir. Karvakrol konsantrasyonu arttıkça Aşama 1 ve Aşama 2 balıkların ayılma sürelerinin arttığı ve karvakrol konsantrasyonu ile Aşama 1 ve Aşama 2 ayılma süreleri arasında pozitif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla R²= 0,7931; R²= 0,7417).

Sonuç olarak kangal balıkları üzerindeki optimum anestezi konsantrasyon değerleri timol için 50 mg L⁻¹, karvakrol için ise 50 µL L⁻¹ olduğu, kan alımı gibi işlemlerde hızlı bir anestezi için 100 ve 150 mg L⁻¹ timol, 100 ve 150 µL L⁻¹ karvakrol kullanılabilir. Ayrıca timol ve karvakrolün doktor balıklarındaki fizyolojik etkileri üzerine kapsamlı araştırmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELEER: Anestezi, Ayılma, Bayılma, Doktor balıkları, Etken madde

JÜRİ: Dr. Öğr. Üyesi Baki AYDIN

Prof. Dr. Süleyman AKHAN

Doç. Dr. Sevdan YILMAZ



ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE USE OF THYMOL AND CARVACROL AS ANESTHESIC SUBSTANCE IN KANGAL FISH (*Garra rufa*)

Nihat ORHAN

MSc. Thesis in Fisheries Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Baki AYDIN

February 2020; 35 pages

This study was carried out to determine the anesthetic effects of thymol and carvacrol anesthetic agents on Kangal fish, *Garra rufa* at 25 °C water temperature. Five different thymol (25, 50, 75, 100 and 150 mg L⁻¹) and carvacrol (25, 50, 75, 100 and 150 µL L⁻¹) concentrations were studied. The effect of concentration of both anesthetic agents on induction and recovery time of fish were determined. Ten fish were used for each anesthetic concentration in the experiment.

Results indicated that all the tested thymol and carvacrol concentrations were found to have anesthetic effect on Kangal fish. All thymol and carvacrol concentrations were effective in promoting anesthesia and recovery, and no mortality was observed during the anesthesia experiments and for 24 h afterwards.

The lowest effective anaesthetic concentrations of thymol and carvacrol determined were 50 mg L⁻¹ (129.7 ± 28.3 s) and 50 µL L⁻¹ (145.3 ± 20.9 s), respectively. The thymol and carvacrol concentrations of 50 - 150 mg or µL L⁻¹ resulted in induction times (Stage 2) less than 180 s. Thymol and carvacrol concentrations significantly affected all anesthetic induction and recovery times (P<0.05). Induction times (Stage 1 and Stage 2) negatively correlated with the thymol and carvacrol concentrations. Recovery time (Stage 2) for thymol and carvacrol ranged from 268.8 ± 33.7 to 508.2 ± 62.6 and 234.2 ± 26.3 to 361.8 ± 65.3, respectively.

As a result, optimum anesthetic concentration values on Kangal fish were found to be 50 mg L⁻¹ for thymol and 50 µL L⁻¹ for carvacrol. 100 and 150 mg L⁻¹ thymol, 100 and 150 µL L⁻¹ carvacrol can be used for rapid anesthesia in aquaculture procedures such as blood draw. In addition, it is thought that further work is also necessary to evaluate the physiological effects of thymol and carvacrol on Kangal fish.

KEYWORDS: Active substance, Anesthesia, Doctor fish, Induction, Recovery

COMMITTEE: Asst. Prof. Dr. Baki AYDIN

Prof. Dr. Süleyman AKHAN

Assoc. Prof. Dr. Sevdan YILMAZ

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın her bir aşamasında desteğini esirgemeyen, her koşulda bana yol göstermeye devam eden, çalışmanın her bir anında ihtiyaç duyduğum tüm olanaklara erişmem konusunda her türlü yardımını yoğun bir şekilde hissettiğim saygıdeğer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Baki AYDIN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Bütün hayatım boyunca yaptığım her işte bana ilham ve cesaret veren, tez çalışmam boyunca omuzumda bir melek gibi duran ve beni asla yalnız bırakmayan merhum babam İsmet ORHAN'a,

Bugünlere gelmemde maddi ve manevi desteğini asla esirgemeyen kıymetli abim İlhan ORHAN'a,

Tez çalışmam boyunca motivasyonumun düştüğünü hissettiğim anlarda, bana moral veren değerli kuzenim Dursun ORHAN'a,

Bu tez çalışmasında yaptıkları düzeltme önerileriyle çalışmanın daha iyi duruma gelmesine katkıda bulunan değerli jüri üyeleri Prof. Dr. Süleyman AKHAN ve Doç. Dr. Sevdan YILMAZ'a,

FYL-2018-4305 numaralı proje ile bu araştırmaya maddi destek veren Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

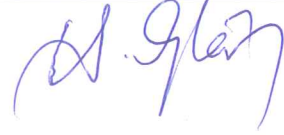
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	iv
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Kangal balığı	2
1.2. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Anestezi	4
1.3. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Kullanılan Anestezik Maddeler	6
2. KAYNAK TARAMASI.....	8
3. MATERYAL VE METOT	12
3.1. Materyal.....	12
3.1.1. Deneme yeri.....	12
3.1.2. Balık materyali ve balıkların adaptasyonu	12
3.1.3. Anestezik Maddeler	13
3.2. Metot	13
3.2.1. Anestezik maddelerin hazırlanması	13
3.2.2. Deneme düzeni ve balıkların bayılma ve ayılma sürelerinin belirlenmesi ..	13
3.2.3. İstatistiksel analizler	14
4. BULGULAR	15
4.1. Timol ile bayıltilan balıklara ait bayılma ve ayılma süreleri.....	15
4.2. Karvakrol ile bayıltilan balıklara ait bayılma ve ayılma süreleri:	18
5. TARTIŞMA	22
6. SONUÇLAR	26
7. KAYNAKLAR	27
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Kangal Balığında (*Garra rufa*) Timol Ve Karvakrol Maddelerinin Anestezik Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

28/02/2020

Nihat ORHAN



SİMGELER VE KISALTMA

Simgeler

g : Gram

L : Litre

μL : Mikrolitre

% : Yüzde konsantrasyon

ppm : Milyonda bir kısım

cm : Santimetre

Kısaltma

sn. : Saniye

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Kangal balığı (<i>Garra rufa</i>)	2
Şekil 1.2. Kangal balıklarının turizm sektöründe kullanımına ilişkin bir görsel	4
Şekil 3.1. Anestezi denemesinde kullanılan Kangal balığı, <i>Garra rufa</i>	11
Şekil 4.1. Timol konsantrasyonu ile bayılma süresi (Aşama 1) arasındaki ilişki	16
Şekil 4.2. Timol konsantrasyonu ile bayılma süresi (Aşama 2) arasındaki ilişki	16
Şekil 4.3. Timol konsantrasyonu ile ayılma süresi (Aşama 1) arasındaki ilişki	17
Şekil 4.4. Timol konsantrasyonu ile ayılma süresi (Aşama 2) arasındaki ilişki	18
Şekil 4.5. Karvakrol konsantrasyonu ile bayılma süresi (Aşama 1) arasındaki ilişki	19
Şekil 4.6. Karvakrol konsantrasyonu ile bayılma süresi (Aşama 2) arasındaki ilişki	20
Şekil 4.7. Karvakrol konsantrasyonu ile ayılma süresi (Aşama 1) arasındaki ilişki	21
Şekil 4.8. Karvakrol konsantrasyonu ile ayılma süresi (Aşama 2) arasındaki ilişki	21

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Farklı konsantrasyonlardaki timolün Kangal balıklarında bayıltma etkisi	15
Çizelge 4.2. Timol ile bayıltılan balıkların ayılma süreleri	17
Çizelge 4.3. Farklı konsantrasyonlardaki karvakrolün balıklarda bayıltma etkisi	19
Çizelge 4.4. Karvakrol ile bayıltılan balıkların ayılma süreleri.....	20



1. GİRİŞ

Küresel olarak su ürünleri yetiştiriciliğinden elde edilen ürünlerin miktarı her geçen gün artmaktadır. Bu artış, doğal balık stoklarının azalması, global düzeyde avcılıktan elde edilen ürün miktarında artış olmaması nedeniyle yetiştiricilik sektörünün büyümesine neden olan en büyük faktörlerden birisidir. Küresel alandaki bu artış trendi, ülkemizde de görülmektedir. Ülkemizdeki avcılıktan elde edilen ürün miktarı son yıllarda artış görülmediği, hatta azalmanın olduğu bildirilmektedir. Yetiştiricilik miktarında ise hızlı bir artış olduğu bilinmektedir. Yetiştiricilikte hem miktar olarak hem de yetiştiriciliği yapılan balık türü bazında bir artış gerçekleşmektedir. Ülkemizde 2017 yılında ise yetiştiricilik üretim miktarının toplam 276.502 ton olduğu, avcılık üretiminin ise 354.318 ton olduğu, yetiştiricilik üretiminin 109.657 tonu gökkuşağı alabalığı, 99.971 tonla levrek ve 61.090 tonla çipura yetiştiriciliğinden elde edildiği rapor edilmiştir (Anonim 2019a). 2018 yılında ise toplam 628 bin ton su ürünleri üretiminin elde edildiği, avcılık miktarı 314 bin 94 ton iken su ürünleri yetiştiriciliği üretiminden elde edilen miktarın 314 bin 537 ton olduğu açıklanmıştır (Anonim 2019b). 2018 yılında oransal olarak en fazla artış yüzde 25,5 ve 76 bin 680 ton üretimle çipurada olduğu, yüzde 16,9 artış ve 116 bin 915 ton üretimle levrek ikinci sırayı, yüzde 4,4 artış ve 114 bin 497 tonluk üretim ile alabalık üçüncü sırada yer aldığı açıklanmıştır (Anonim 2019b). Ülkemiz su ürünleri sektöründe ilk kez 2018 yılında yetiştiricilikten elde edilen üretimin, avcılıktan elde edilen miktarını geçtiği görülmektedir. Ülkemizde yetiştiricilik çalışmaları yapılan balık türlerinden bir tanesi de Kangal balığıdır.

Kekik bitkisi, kırlarda, dağ steplerinde ve çorak topraklarda yetişen, timol kokulu, pembe veya beyaz çiçekli, odunsu gövdeli, çok yıllık otsu bir bitki olup ülkemizde 15'den fazla çeşidi vardır (Fakılı ve Özgüven 2012). İçeriğindeki uçucu yağların yüzde 20 – 70'ini fenolik maddeler, fenolik maddelerin de büyük bir kısmında ise timol ve karvakrol maddeleri içermektedir (Toncer vd. 2009). *Origanum* uçucu yağlarında ana bileşen olarak karvakrol, timol ya da her ikisini birden içerdiği, *thymus* türlerinin çoğu uçucu yağlarında ise ana bileşen olarak timol, bir kısmı da karvakrol içermektedir. Ülkemizde bulunan kekik türlerinden *Origanum minutiflorum*, *Coridothymus capitatus* ve *Thymbra spicata* uçucu yağlarının önemli bir oranının karvakrol içerdiği (sırasıyla % 89,17, % 69,00 ve % 76,01) bildirilmiştir (Baydar vd. 1999). *Satureja hortensis* uçucu yağı ana bileşen olarak timol (% 47,02) ve karvakrol (% 36,79) içermekte, timol etken maddesi ise *Satureja thymbra* ve *Satureja amani* yağlarında yüksek oranda (% 71,19 ve % 61,49) bulunduğu, karvakrol ise *Satureja cuneifolia* ve *Satureja cilicica* uçucu yağlarının ana bileşenini (% 83,92 ve % 63,765) oluşturduğu rapor edilmiştir (Fakılı ve Özdoğan 2012).

Su ürünleri yetiştiricilik sektöründe önemi giderek artan Kangal balıklarının yetiştiricilik faaliyetleri esnasında daha az strese girmesi, balık refahı ve çalışma kolaylığı amacıyla anestezi madde kullanımı gerekmektedir. Son yıllarda sentetik anestezi maddeler yerine bitkilerden elde edilen doğal anestezi maddelerin kullanımı artmaktadır. Bu bağlamda bu tez çalışmasında ülkemizde bol miktarda bulunan bazı kekik türlerinde yüksek oranda bulunan timol ve karvakrol etken maddelerinin değişik konsantrasyonlarının kangal balıklarında anestezi etkilerinin olup olmadığı, eğer anestezi etki var ise hangi konsantrasyon değerlerinde kangal balıkları üzerine anestezi etki göstereceği ve en uygun konsantrasyon değerleri tespit edilmesi amaçlanmaktadır.

1.1. Kangal Balığı

Kangal balığı, diğer bir ismiyle doktor balığının (*Garra rufa* Heckel, 1843), sistematikteki yeri aşağıda verilmiştir. Kangal balıkları, cilt hastalıklarında ve özellikle sedef hastalığını önlemede en çok başvurulan alternatif tedavi yöntemlerinden bir tanesi olmuştur (Ozcelik vd. 2000; Yedier vd. 2016). Ülkemizde ilk defa 1989 yılında bu balıklar terapi amaçlı kullanılmaya başlanan bu balıklar (Ruane vd. 2013), günümüzde Sivas ili Kangal ilçesinde bulunan Kangal Balıklı Kaplıcaları'nda terapi amaçlı kullanılmaktadır. Doğal olarak Türkiye, Suriye, İran, Irak ve Ürdün'de yaşayan Cyprinidae familyasına ait 2,9 cm ila 15,2 cm arasında değişen küçük boylu bir tatlı su balığıdır (Abedi vd. 2011; Yedier vd. 2016; Catarino vd. 2019) (Şekil 2.1). Ülkemizde Ceyhan, Fırat, Dicle, Asi ve Murat nehirleri ve bağlantı noktalarında doğal olarak yer aldığı rapor edilmiştir (Ruane vd. 2013; Demirci vd. 2016). Sivas Kangal ilçesindeki termal kaplıca sularında dağılım gösterdiği bilinmektedir (Çelik ve Güzel 2017). Kara vd. (2010) ise Kangal balıklarının Ceyhan nehrinde 13 farklı bölgeden tespit edildiğini rapor etmişlerdir. Ülkemiz dışında Suriye'nin kıyı kesimindeki su sistemleri ve Dicle-Fırat havzasının Suriye, Irak ve İran kesimlerinde doğal olarak dağılım gösterdiği bildirilmiştir (Jarvis, 2011).

Kangal balığının sistematikteki yeri aşağıdaki şekildedir (Froese ve Pauly 2019).

Alem: Animalia

Şube: Chordata

Sınıf: Actinopterygii

Takım: Cypriniformes

Familya: Cyprinidae

Cins: *Garra* (Hamilton, 1822)

Tür: *Garra rufa* (Heckel, 1843)

Türkçe ismi: Kangal balığı, Doktor balığı (Şekil 1.1)



Şekil 1.1. Kangal balığı (*Garra rufa*) (Anonim 2020)

Kangal balıkları *Garra rufa*, Cyprinidae familyası ve *Garra* cinsi içerisinde yer alan küçük ve silindirik yapıda bir balık türüdür. Yapılan bir araştırmada Kangal balıklarının boyu 7,4 – 9,7 cm, ağırlıklarının ise 2,7 – 11,2 g arasında olduğu, diğer bir araştırmada ise balıkların total boyunun 2,9 – 13,0 cm olduğu rapor edilmiştir (Bardakci vd. 2000; Esmaili ve Ebrahimi 2006). İran'daki akarsulardan yakalanan Kangal balıkları üzerinde gerçekleştirilen bir araştırmada balıkların minimum total boyunun 3,1 cm ve ağırlığının 0,04 g iken balıkların maksimum boylarının 11,7 cm, ağırlıklarının ise 22,2 g olduğu bildirilmiştir (Keivany vd. 2015). İran gerçekleştirilen diğer bir araştırmada Karun Nehri'nden örneklenen (191 erkek, 173 dişi, toplam 364 adet balık) Kangal balıklarının yaş aralığının 0 – 4 arasında olduğu, genellikle balıkların 2 – 3 yaş aralığında ve boylarının ise 2,9 – 15,2 cm aralığında olduğunu rapor edilmiştir (Abedi vd. 2011).

Kangal balıkları çoğu sazanğiller gibi omnivor bir tür olup fitoplankton ve zooplankton ile beslenir (Demirci vd. 2016). Hilal şeklinde ve alt konumlu ağız yapısına sahip olan Kangal balıkları doğal yaşam alanlarında detritustan beslenirler (Jarvis 2011). Hilal şeklindeki ağzın hemen altında yapışkan organ/disk bulunduğu belirtilmiştir (Teimori vd. 2011). Bu yapışkan organ sayesinde bu balık türü kaya, taş gibi çeşitli ortamlara tutunarak akıntılı gölgelerde rahatlıkla bulunabilmekte ve beslenebilmektedir. Bu balıkların ağırlıklı olarak diatom (Bacillariophyta) ve yeşil alg (Chlorophyta) ile beslendiği, hayvansal orijinli besin içeriklerinin ise çok az tespit edildiği bildirilmiştir (Demirci vd. 2016).

Ticari anlamda Kangal balıklarına talep daha çok turizm sektöründen gelmektedir. Sektörde yer alan otel, hamam, SPA gibi tesislerde bu balıklara olan talep oldukça fazladır. Söz konusu tesislerde Şekil 1.2'de gösterildiği gibi balıklar, ağız hareketleri ile yaptığı masaj hissi deneyimini yaşamak adına insanlar tarafından tercih edilmektedir. Daha da önemlisi kangal balıkları, kaplıca gibi alanlarda veya özel alternatif tedavi merkezlerinde sedef hastalığı ve egzama gibi bazı cilt hastalıklarının iyileşmesinde destekleyici veya alternatif tedavi yöntemi olarak kullanıldığı ifade edilmektedir (Wildgoose 2012; Ruane vd. 2013; Bhattacharya 2016).



Şekil 1.2. Kangal balıklarının turizm sektöründe kullanımına ilişkin bir görsel (Anonim 2020)

1.2. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Anestezi

Anestezi, hissetmemek anlamında olup Yunanca kökenli bir kelimedir (Küçük vd. 2016). Anestezikler yardımıyla farmakolojik olarak sinirsel fonksiyonların baskılanmasına bağlı vücudun bir kısmında ya da tamamında duyarlılık kaybı ve ağrı hissinin ortadan kaldırılması olarak tanımlanmaktadır (Paruğ 2012) Sedasyon ise bilinç ve denge kaybı görülmeden balığın dış uyarılara daha az tepki verdiği durum olarak tanımlanmaktadır (Serezli vd. 2005). Anestezik maddenin balığa geçişiyle nöronlarda meydana gelen iletim değişiklikleri ve elektriksel iletilerin beyne taşınmaması sonrasında duyu kaybı hali gerçekleşmektedir (Paruğ 2012). Diğer bir bildirimde ise anestetikler beyin bilgiyi entegre etme yeteneğini engellediği için bilinç kaybına neden olduğu açıklanmıştır (Alkire vd. 2008). Balıklarda kullanılan anesteziklerin çoğu gamma-aminobutyric acid type-A (GABA_A) reseptör komplekslerini düzenleyerek etkilerini gösterdiği bildirilmektedir (Garcia vd. 2010; Heldwein vd. 2012; Khumpirapang vd. 2018; Vilhena vd. 2019). Ek olarak, GABA merkezi sinir sisteminde ana inhibitör nörotransmitter olarak işlev gördüğü ifade edilmektedir (Khumpirapang vd. 2018).

Su ürünleri yetiştiricilik faaliyetleri ve araştırmaları sırasında birçok işlem öncesi balıklara sedasyon / anestezi işlemi uygulanmaktadır (Çetinkaya ve Şahin 2005; Serezli vd. 2005; Metin vd. 2015; Aydın vd. 2019). Su ürünleri yetiştiriciliği ve araştırmalarında anesteziklerin kullanım alanları aşağıda verilmiştir.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde anesteziklerin kullanım alanları;

- Ölçüm ve tartım
- Yumurta ve sperm alımı

- İlaç enjeksiyonu
- Aşılama
- Markalama
- Kan alımı
- Canlı balık nakli
- Boylama işlemi
- Fotoğraf çekimi
- Cerrahi müdahaleler
- Ötenazi şeklinde sıralanabilir (Javahery vd. 2012)

Yukarıda verilen faaliyetlerin uygulaması esnasında balıklarda stres oluşmakta ve birçok fizyolojik olayın bozulmasıyla beraber balıklarda stres, hastalık ve sonrasında ölümler görülebilmektedir. İşte bu nedenle, balık kayıplarını en aza indirmek, balık refahı, çalışma kolaylığının sağlanması ve araştırmaların doğru yürütülebilmesi amacıyla yetiştiricilik uygulamaları ve bilimsel çalışmalarda anestezi madde kullanımı gerekmektedir (Benovit vd. 2012; Martins vd. 2019). İyi bir anestezi maddenin balıklar için zararlı etkisi az ve güvenilirliği geniş olmalıdır. Ayrıca balığın anesteziye girme süresi kısa (yaklaşık 3 dakika), ayılma süresi de 5 dakika veya daha kısa olması gerektiği bildirilmektedir (Marking ve Meyer 1985; Kizak vd. 2018)

Balıklarda kullanılacak anestezikler seçilirken;

- Anestezi uygulaması sırasında balıkların anesteziye giriş ve çıkış süresinin kısa olması,
- Anestezi maddenin düşük dozlarında yüksek etki gücüne sahip olması,
- Anestezi maddenin kolay temin edilebilmeli ve ucuz olması,
- Balığa ve uygulayıcılara zararı ve tehlikesinin olmaması,
- Çevre üzerinde kirlletici / zararlı etkisinin olmaması,
- Balığın doku ve organlarında birikerek insan tüketimi açısından sorun oluşturmaması,
- Balık vücudundan atılımının hızlı olması gibi kriterler aranmaktadır (Roohi ve Imanpoor 2015)

Son yıllarda ülkemizde ve küresel alanda kimyasal ürünlere alternatif olarak kullanılabilecek, insan sağlığına ve çevre üzerine olumsuz etkisi olmayan bitkisel kökenli maddelerin kullanımı artmaktadır (Aydın ve Barbas 2020). Bitkisel kökenli maddeler üzerinde durulmasının nedeni, bu maddelerin zaten doğada hali hazırda bulunmalarından ve kısa zamanda parçalanarak toprak ve su kirliliklerine yol açmamaları nedeniyledir. Ayrıca üretiminin kolay olmasından dolayı ucuz olması ve insan sağlığını tehdit edecek uzun süreli ve tehlikeli kalıntılar oluşturmamaları gibi özelliklerden dolayı bitkisel kökenli anesteziklerin kullanımı öne çıkmaktadır (Bandeira vd. 2017). Bitkisel esansiyel yağların hayvan ve insanlar tarafından tüketilmeleri güvenilir ve sağlıklı bulunduğundan dolayı tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de hayvanlar üzerinde değerlendirilmesinin arttığı görülmektedir (Benovit vd. 2012). Bitkisel kökenli uçucu yağların balıklar üzerinde anestezi etkilerinin araştırıldığı bilimsel çalışmaların son yıllarda arttığı görülmektedir. Bu çalışmalarda tarçın (*Cinnamomum spp.*), kafur (*Cinnamomum camphora*), fesleğen (*Ocimum spp.*), kekik

(*Thymus* spp., *Origanum* spp.), nane (*Mentha* spp.), biberiye (*Rosmarinus* spp.), *Lippia* spp., limon otu (*Aloysia triphylla*), lavanta (*Lavandula* spp.) gibi bitkilerin kök, çiçek veya yapraklarından elde edilen uçucu yağların anestezi madde olarak değerlendirilmektedir (Metin vd. 2015; Pedrazzani ve Neto 2016; Netto vd. 2017).

Su ürünleri yetiştiricilik sektöründe kullanılacak olan anestezi maddelerin her balık türü için optimum kullanım oranının belirlenmesi, balıklar üzerinde meydana gelebilecek istenmeyen etkilerin minimize edilmesi ve böylelikle stres miktarının azaltılması açısından önem arz etmektedir (Mohammadizarejabad vd. 2010; Roohi ve Imanpoor 2015; Aydın vd. 2019).

1.3. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Kullanılan Anestezi Maddeler

Su ürünleri yetiştiricilik sektöründe ve araştırmalarında kullanılan anestezi maddeleri genel olarak sentetik ve doğal (bitkisel) kaynaklı olarak iki kategoriye ayrılabilir (Aydın ve Barbas 2020). Sektörde kullanılan sentetik anestezi maddeleri; 2-fenoksietanol, tricaine methanesulphonate (MS-222), benzokain, metomidet, etomidet, kinaldin sülfat ve ketamine hidroklorid (Yanar ve Genç 2004; Adel vd. 2016). Bu anestezi maddelerden günümüzde en yaygın olarak MS-222, benzokain ve 2-fenoksi etanol kullanılmaktadır (Metin vd. 2015; Aydın vd. 2015). MS-222, FDA (Amerikan Ulusal İlaç Yönetimi) tarafından yemeklik balıklarda kullanılmasına yasal olarak izin verilmiştir (Carter vd. 2011). Ancak MS-222 kullanımı sonrasında bu balıkların insan tüketimine sunulabilmesi için 21 gün geçmesi gerekmektedir (Azad vd. 2014). MS-222 kullanımı esnasında suyun pH seviyesinde düşüşe neden olduğu, anestezi maddenin solungaç yüzeylerinden emilimini olumsuz etkilediği ve anestezi süresini arttırdığı bildirilmiştir (Carter vd. 2011). Ayrıca bazı sentetik anestezi maddelerin balıklarda immün sistemin zayıflaması, kas tonunu arttırması, hiperaktivite, solungaçlarda irritasyon, korneada hasar ve mukus salgınımı gibi olumsuz yan etkilerinin görüldüğü bildirilmektedir (Yanar ve Kumlu 2001; Yanar ve Genç 2004; Carter vd. 2011; Mirghaed vd. 2016; Correia vd. 2018).

Yukarıda sayılan nedenlerden dolayı insan, balık ve çevre üzerine olumsuz etkisi olmayan anestezi maddelerin tespit edilmesi gerekmektedir. Son yıllarda doğal olarak üretilen ürünlere eğilimin arttığı ve üretiminde hiçbir kimyasalın kullanılmadığı ürünleri tercih sebebi olduğu görülmektedir. Bu durum su ürünleri sektöründe de göz önüne alınarak kimyasal anestezi maddeleri yerine bitkisel orijinli anestezi maddelerinin yaygın hale getirilmesi önem arz etmektedir.

Karanfil (*Eugenia aromatica* yada *Eugenia caryophyllata*) (Pedrazzani ve Neto 2016; Gökçek vd. 2017; Fujimoto vd. 2018; Aydın vd. 2019), tarçın (*Cinnamomum* spp.) (Pedrazzani ve Neto 2016; Sary vd. 2019), fesleğen (*Ocimum* spp.) (Silva vd. 2012; Ribeiro vd. 2016; Ay vd. 2017), kekik (*Thymus* spp., *Origanum* spp.) (Azad vd. 2014; Masoumeh ve Masoumeh 2018), nane (*Mentha* spp.) (Pedrazzani ve Neto 2016; Can ve Sümer 2019), biberiye (*Rosmarinus* spp.) (Ghazilou ve Chenary 2011), lavanta (*Lavandula* spp.) (Metin vd. 2015; Can ve Sümer 2019), limon otu (*Aloysia triphylla*) (dos Santos vd. 2017; Teixeira vd. 2017) ve *Lippia* spp. (Cunha vd. 2010; Heldwein vd. 2014; Cárdenas vd. 2016; Santos Batista vd. 2018) gibi bitkilerden elde edilen esansiyel yağlar sedatif ve anestezi amaçlı balıklarda kullanılmaktadır (Aydın ve Barbas 2020).

Bu yağlar içeriğinde bulunan anestezi özelliği olan etken maddelerin saf olarak elde edilerek balıklar üzerinde anestezik ve sedatif özelliklerinin tespiti amacıyla son birkaç yılda çalışmaların sayısı artmaktadır (Mazandarani ve Hoseini 2017; Mazandarani vd. 2017; Hoseini vd. 2018; Aydın ve Barbas 2020). Son zamanlarda yapılan bazı çalışmalarda saf olarak elde edilen bu etken maddelerden eugenol (Tarkhani vd. 2017), mentol (Pereira-da-Silva vd. 2016; Mazandarani ve Hoseini 2017; Teta ve Kaiser 2019), 1,8-cineol (Mazandarani ve Hoseini 2017; Taheri Mirghaed vd. 2018a), myrcene (Taheri Mirghaed vd. 2016; Taheri Mirghaed vd. 2018b), linalool (Taheri Mirghaed vd. 2016; Mazandarani vd. 2017; Silva vd. 2017; Yousefi vd. 2019), timol (Bianchini vd. 2017; Yousefi vd. 2018a), karvakrol (Bianchini vd. 2017), limonene, citronellol (Yousefi vd. 2018b; Yousefi vd. 2019), spathulenol (Benovit vd. 2015), propofol (Mitjana vd. 2018; de Souza vd. 2019), α -pinene ve β -pinene (Tondolo vd. 2013; Lopes vd. 2018), 4-allylphenyl acetate (Khumpirapang vd. 2018), globulol ve 1-terpinen-4-ol (Silva vd. 2013) birçok balık türünde sedasyon ve/veya anestezi amaçlı araştırılmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

Esansiyel yağlar içeriğinde bulunan anestezi özelliği olan etken maddelerin balıklar üzerinde anestezi ve sedatif özelliklerinin tespiti amacıyla son yıllarda çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Balıklar üzerine etken maddeler ile gerçekleştirilen bu anestezi çalışmaları aşağıda özetlenmiştir.

Taheri Mirghaed vd. (2016) myrcene, linalool ve eugenol etken maddelerinin sazan balıkları (*Cyprinus carpio*) üzerine etkilerini araştırmışlar. Myrcene 150, 200, 400, 600, 800, 1000 ve 1200 ppm, linalool 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400 ve 1600 ppm, eugenol ise 25, 35, 50, 75, 100, 150 ve 200 ppm konsantrasyon değerleri ile sazan balıklarında anestezi işlemi uygulanmış. Deneme sonunda 150 – 1000 ppm myrcene konsantrasyon değerlerinde balıklar 594.0 – 42.7 sn. arasında bayıldığı, 1000 – 1200 ppm konsantrasyon değerleri arasında bayılma süresi bakımından önemli bir farklılığın olmadığı bildirilmiş. 150 – 800 ppm myrcene konsantrasyon değerlerinde balıklar 149 – 272 sn. aralığında anesteziden çıktığı ve 800 – 1200 ppm arasındaki konsantrasyon değerleri arasında bayılma süresi açısından istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığı bildirilmiş. Yine aynı çalışmada 200 – 1400 ppm linalool konsantrasyon değerlerinde balıklar 812 – 79 sn. arasında balıkların anesteziye girdiği, 1400 ve 1600 ppm konsantrasyon değerleri arasında balıkların bayılma süresi açısından istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığı bulunmuş. Farklı linalool konsantrasyon değerlerine maruz bırakılan balıklardaki anesteziden çıkış süresinde (150 – 165 sn.) istatistiksel olarak konsantrasyon değerleri arasında önemli bir farklılığın olmadığı bildirilmiş. Her iki anestezi konsantrasyon değerleri ile balıkların bayılması arasındaki ilişkinin önemli olduğu tespit edilmiş ($R^2= 0,94 - 0,96$). Benzer şekilde anestezi konsantrasyon değerleri ile balıkların anesteziden çıkma süresi arasındaki ilişkinin de önemli olduğu sonucuna varmışlar ($R^2= 0,77$).

Bianchini vd. (2017) $12,84 \pm 0,34$ g ağırlığa sahip *Rhamdia quelen* balıklarında timol ve karvakrolün anestezi etkileri araştırılmış. Çalışmada balıklara 25, 50, 75, 100 mg/L konsantrasyon değerlerinde timol ve karvakrol uygulanmış. Çalışma sonucunda timol $50 - 100 \text{ mg L}^{-1}$ konsantrasyon değerlerinde $491,5 \pm 10,5$ sn. ile $170,0 \pm 11,9$ sn. arasında, karvakrol ise $524,7 \pm 36,1$ sn. ile $299,2 \pm 13,4$ sn. arasındaki sürelerde *Rhamdia quelen* balıkları üzerinde anestezi etki gösterdiği bildirilmiş. Timol ve karvakrolün $25 \text{ } \mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyon değerinin sedasyon özellikte olduğu bulunmuştur. Ayrıca timol ve karvakrol konsantrasyon (25, 50, 75 ve 100 mg L^{-1}) değerlerinin *Rhamdia quelen* balıkları üzerindeki tüm anestezi uygulamasında balıklarda istemsiz kas kasılmalarının görüldüğü rapor edilmiş.

Mazandarani ve Hoseini (2017) eugenol, mentol ve 1,8-cineole etken maddelerinin sazan balıkları (*Cyprinus carpio*) üzerine anestezi etkilerini araştırmışlar. Bu amaçla sazan balıkları 5, 10, 15, 25, 35, 50, 75, 100, 150, 200 ppm eugenol, 5, 10, 15, 25, 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600 ppm mentol ve 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800 ppm 1,8-cineole konsantrasyon değerlerinde anestezi işlemi uygulanmış ve sonrasında balıkların bayılma ve ayılma süreleri kaydedilmiş. Eugenol 25 – 200 ppm konsantrasyon değerlerinde balıklar Aşama 2’de 70 – 23 sn. aralığında, Aşama 4’te ise 220 – 54 sn. aralığında bayıldığı ve 220 – 1180 sn. arasında ise anesteziden çıktığı bildirilmiş. Mentol 50 – 600 ppm konsantrasyon değerlerinde balıklar Aşama 2’de 150 – 37 sn. arasında, Aşama 4’te 350-53 sn. arasında bayıldığı ve anesteziden balıkların

188 – 1200 sn. arasında çıktığı bildirilmiş. 300 – 800 ppm 1,8-cineole Aşama 2’de 75-35 sn. arasında, Aşama 4’te 540 – 150 sn. arasında bayıldığı ve balıkların anesteziden çıkış süresinin ise 440 – 491 sn. arasında olduğu bildirilmiş. Balıkların bayılması ile eugenol ($R^2 = 0,95$), mentol ($R^2 = 0,97$), 1,8-cineole ($R^2 = 0,98$) konsantrasyon değerleri arasındaki ilişkinin güçlü olduğu bildirilmiş. Benzer şekilde güçlü ilişki balıkların ayılması ile eugenol ($R^2 = 1,00$), mentol ($R^2 = 0,98$) konsantrasyon değerleri arasında da görüldüğü bildirilmiş.

Romaneli vd. (2018) çalışmasında melek balıkları (*Pterophyllum scalare*) üzerinde eugenol ve mentol etken maddelerinin anestezik etkilerini araştırmışlar. Araştırmada $16,45 \pm 1,75$ gr ağırlığındaki balıklarda eugenol 40, 80, 120, 160, 200 mg L^{-1} ve mentol 50, 75, 150, 200, 250 mg L^{-1} konsantrasyon değerleri kullanılmış. Deneme sonrasında 120, 160, 200 mg L^{-1} konsantrasyon değerlerindeki eugenolün 180 sn. öncesinde balıklar üzerinde anestezik etki gösterdiği, ideal konsantrasyon değeri olan 90 mg L^{-1} konsantrasyon değerinde ise 79 sn. de balıkların bayıldığı bildirilmiştir. Eugenol konsantrasyonun artışı ile bayılma süresi arasında negatif bir ilişkinin olduğu rapor edilmiştir. 150 – 250 mg L^{-1} mentol konsantrasyon değerleri arasında balıkların 180 sn. de bayıldığı, ideal konsantrasyon değerinin 92,1 mg L^{-1} olduğu ve balıkların 116 sn. de bayıldığı bildirilmiştir.

Taheri Mirghaed vd. (2018a) 1,8-cineol etken maddesinin gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) üzerine anestezik etkisini araştırmışlar. Bu amaçla çalışmada 1,8-cineol maddesinin beş farklı konsantrasyon değerinde (200, 300, 400, 500, 600 ve 800 $\mu L L^{-1}$) balıkların bayılma ve ayılma sürelerini araştırmışlar. Deneme sonunda 200 – 800 $\mu L L^{-1}$ arasındaki 1,8-cineol konsantrasyon değerlerinde balıklar aşama 2, 3 ve 4’te sırasıyla 109 – 29,3 sn., 226 – 59 sn. ve 418 – 117 sn. arasında bayıldığı bildirilmiş. Sonuç olarak balıkların 200 – 800 $\mu L L^{-1}$ arasındaki 1,8-cineol konsantrasyon değerlerinde bayıldığı, 600 – 800 $\mu L L^{-1}$ arasındaki 1,8-cineol konsantrasyon değerlerinde ise ideal anestezi konsantrasyonu olduğu bildirilmiş. Ayrıca, 1,8-cineol konsantrasyon değerlerinin artışı balıkların bayılma süresini kısalttığı rapor edilmiş.

Taheri Mirghaed vd. (2018b) eugenol (12, 20, 30, 50, 80 ve 130 $\mu L L^{-1}$) ve myrcene (100, 150, 200, 300, 400 ve 500 $\mu L L^{-1}$) konsantrasyon değerlerinin $300 \pm 12,9$ g ağırlığa sahip gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) üzerine anestezik etkilerini araştırmışlar. Balıkların 60 – 600 sn. arasında bayılması 531 – 111 $\mu L L^{-1}$ arasındaki myrcene konsantrasyon değerlerinde gerçekleştiği, bu değerlerin eugenol konsantrasyon değerlerinden (81 – 10 $\mu L L^{-1}$) daha yüksek olduğu bildirilmiştir. 250 $\mu L L^{-1}$ myrcene konsantrasyon değerlerinin alabalıkların anestezi işleminde kullanılabileceği, hızlı bir anestezi için ise 530 $\mu L L^{-1}$ myrcene konsantrasyon değerlerinin kullanılması önerilmiş.

Yousefi vd. (2018a) sazan balıklarında kekik bitkisinin etken maddesi olan timolün anestezik madde olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Çalışmada timolün 9 farklı (6,25, 12,5, 25, 50, 75, 100, 125, 150 ve 200 mg L^{-1}) konsantrasyon değerleri araştırma kapsamında seçilmiş. Her konsantrasyon değeri bireysel olarak 10 balık üzerinde çalışılmış. Çalışma sonucunda 6,25 ve 12,5 mg L^{-1} konsantrasyon değerlerinde balıkların bayılmadığı ve bu konsantrasyon değerlerinin anestezik etki göstermediği bildirilmiş. 25 – 200 mg L^{-1} arasındaki konsantrasyon değerlerinde balıkların 60 – 850 sn. arasında bayıldıkları bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada eugenol ile yapılan

uygulamada ise timol uygulamsındaki sonuca benzer olarak 6,25 ve 12,5 mg L⁻¹ konsantrasyon değerlerinde balıkların bayılmadığı, 25 – 200 mg L⁻¹ arasındaki konsantrasyon değerlerinde ise 90 – 600 saniye arasında bayıldıkları tespit edilmiştir. Tüm timol konsantrasyon değerlerinde balıkların hepsi 101 – 1200 sn. arasında ayılırken 200 mg L⁻¹ eugenol konsantrasyon değerinde balıkların ayılmadığı tespit edilmiştir. 25 – 150 mg L⁻¹ arasındaki eugenol konsantrasyon değerlerinde ise balıkların hepsinin 190 – 380 sn. arasında ayıldıkları tespit edilmiştir. Sonuç olarak 75 – 100 mg L⁻¹ arasındaki timol konsantrasyon değerlerinin kullanılabileceği ve eugenole göre daha az yan etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir.

Yousefi vd. (2018b) citronellol and linalool etken maddelerinin sazan (*Cyprinus carpio*) balıkları (yaklaşık balık ağırlığı 110 g) üzerine anestezi etkileri araştırılmış. Farklı konsantrasyon değerlerine sahip citronellol (200, 300, 400, 500, 600, 800, 1000 ve 1200 mg L⁻¹) ve linalool (200, 400, 600, 800, 1200, 1600, 2000 ve 2400 mg L⁻¹) ile balıklar anestezi işlemi gerçekleştirilmiş. Deneme sonunda 200 mg L⁻¹ citronellol balıkların bayılmasında yeterli olmadığı, 300 – 1200 mg L⁻¹ konsantrasyon değerleri arasında balıkların 457 ± 61 sn. ile 117 ± 13 sn. arasında bayıldığı bildirilmiştir. Yine bu konsantrasyon değerleri arasında balıkların 113 ± 12,3 – 218 ± 8,60 sn arasında ayıldığı bildirilmiştir. Citronellol artışı ile balıkların bayılması süresi arasında negatif güçlü bir ilişkinin olduğu ve citronellol artışı balıkların ayılmasına ilişkin süreyi arttırdığı bildirilmiştir. Linalool de ise balıklar 400 – 2000 mg L⁻¹ konsantrasyon değerleri arasında 934 – 118 sn. de bayıldığı ve 174 – 215 sn. arasında ayıldığı bildirilmiştir. Linalool artışı ile balıkların bayılması süresi arasında negatif güçlü bir ilişkinin olduğu, ancak linalool konsantrasyonu ile balıkların ayılması arasında ilişkinin olmadığı bildirilmiştir.

de Oliveira vd. (2019) melek (*Pterophyllum scalare*) balıklarında eugenolün 10, 15, 20, 30, 40, 50 ve 60 µL L⁻¹ konsantrasyon değerlerinin anestezi etkisini araştırmışlar. Çalışma sonucunda 15 µL L⁻¹ konsantrasyon değerinde sedasyon etkisinin olduğu, bu konsantrasyon değerinde anestezi etki göstermediği tespit edilmiştir. 50 µL L⁻¹ konsantrasyon değerlerinin melek balıklarında anestezi amacıyla ideal olduğu bildirilmiştir. Çalışmada anestezi konsantrasyonu ile balıkların bayılma süresi arasında negatif ilişkinin olduğu rapor edilmiştir.

Ribeiro vd. (2019) 171 g ağırlığındaki *Lophiosilurus alexandri* balıklarında 80, 160, 320 ve 640 mg L⁻¹ konsantrasyon değerlerinde eugenolün anestezi etkisini araştırmışlar. Anestezi denemesi sonrasındaki ilk 24 saatlik sürede balıkların yaşama oranının % 100 olduğu bildirilmiştir. Tüm eugenol konsantrasyonlarının balıklar üzerinde anestezi etki gösterdiği ve balıkların bayılması ve ayılmasının anestezi konsantrasyonundan etkilendiği sonucuna varmışlardır. 80 mg L⁻¹ de balıklar 129, 91 ± 26,89 sn. de bayılma ve 103,67 ± 50,56 sn. de ayılma gösterdiği, 640 mg L⁻¹ konsantrasyon değerinde ise 37,25 ± 5,26 sn. de balıkların bayıldığı ve 531,10 ± 89,38 sn. de balıkların ayıldığı rapor edilmiştir.

Teta ve Kaiser (2019) çalışmada mentolün gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) üzerine anestezi ve sedatif etkisini araştırmışlar. Denemede 152 – 208 g arasındaki balıklar 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120 ve 150 mg L⁻¹ mentol konsantrasyonlarına maruz bırakılmış. Deneme sonucunda 10 – 20 mg L⁻¹ arasındaki mentol konsantrasyonlarının gökkuşuğu alabalıkları üzerine sedatif etkisinin olduğu

sonucuna varmışlar. 40 – 150 mg L⁻¹ arasındaki mentol konsantrasyonlarının ise gökkuşağı alabalıkları üzerine anestezik etki gösterdiği bildirilmiştir.

Uehara vd. (2019) *Oligosarcus argenteus* (balık ağırlığı 11,3 ± 3,3 g) balıklarında mentol beş farklı konsantrasyon değerinde (25, 50, 75, 100, and 125 mg L⁻¹) anestezi amaçlı olarak çalışılmış. Deneme sonucunda balıkların 25 – 125 mg L⁻¹ konsantrasyon değerlerinde 8,38 – 1,27 dakika arasında bayıldığı ve timol konsantrasyon değerinin artışı balıkların bayılma süresini azalttığını sonucu bildirilmiştir. Anestezi denemesi sonrasındaki 24 saatlik sürede balık ölümü görülmemiştir. Anestezik madde konsantrasyon değeri ile bayılma ve ayılma süresi arasında güçlü bir ilişkinin olduğu (sırasıyla R² = 1, R² = 0,99) rapor edilmiş.

3. MATERYAL VE METOT

“Kangal balığında (*Garra rufa*) timol ve karvakrol maddelerinin anestezi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması” başlıklı bu tez çalışmasında gerçekleştirilen anestezi denemesi öncesinde çalışmanın deneme protokolleri ve prosedürleri Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu’na sunulmuştur. Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu’nun 04.10.2018 tarihli ve 002 nolu kararı sonrasında tez çalışması başlatılmıştır.

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme yeri

“Kangal balığında (*Garra rufa*) timol ve karvakrol maddelerinin anestezi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması” başlıklı tez çalışmasının denemesi Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi 2 Numaralı Laboratuvarı’nda gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. Balık materyali ve balıkların adaptasyonu

Araştırmada balık materyali olarak 1,5-2,0 g ağırlığına sahip toplam 100 adet Kangal balığı (*Garra rufa*) kullanılmıştır. Balıklar 250 litre hacmindeki fiberglas tanklara 100 balık/tank olacak şekilde konulmuş ve 21 gün boyunca günde iki defa (saat 09.00, 16.00) ticari yemle (% 41 ham protein, % 7 ham yağ; ArtAqua, İzmir) elle doyuncaya kadar beslenerek deneme ortamına adaptasyonu sağlanmıştır. Balıkların stoklandığı tanklarda çalışma süresince filtre edilmiş şebeke suyu kullanılmıştır. Her tank için dış filtre yerleştirilmiş tankların suyu haftalık 1/3 oranında değiştirilmiş ve tanklara hava taşı ile havalandırma sistemi ayarlanmıştır. Tanklardaki istenilen su sıcaklığı ısıtıcılar yardımıyla ayarlanmıştır.



Şekil 3.1. Anestezi denemesinde kullanılan Kangal balığı, *Garra rufa*

WTW model Oxi 330i multi oksijenmetre cihazı (WTW Wissenschaftlich-Weilheim, Germany) kullanılarak su sıcaklığı (25 ± 1 °C), çözülmüş oksijen ($8,15 \pm 0,33$ mg L⁻¹) ve pH ($7,50 \pm 0,20$) ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

3.1.3. Anestezik maddeler

Çalışmada anestezik madde olarak timol (% 99 saflıkta; Sigma-Aldrich, St Louis, MO, USA) ve karvakrol (% 98 saflıkta; Sigma-Aldrich, St Louis, MO, USA) kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Anestezik maddelerin hazırlanması

Çalışmada anestezik madde olarak kullanılan timol ve karvakrolün suda daha iyi bir karışım sağlaması amacıyla kullanım öncesi stok çözeltisi hazırlanmıştır. Stok çözeltisi, anestezik madde: % 95'lik etanol 1:10 oranında karışım yapılarak hazırlanmıştır (Mazandarani ve Hoseini 2017). Stok çözeltisi, deneme öncesi hazırlanarak kullanım için hazır hale getirilmiştir.

3.2.2. Deneme düzeni ve balıkların bayılma ve ayılma sürelerinin belirlenmesi

Çalışmada, timol (25, 50, 75, 100 ve 150 mg L⁻¹) ve karvakrol (25, 50, 75, 100 ve 150 µL L⁻¹) anesteziklerinin 25 °C su sıcaklığında kangal balıkları üzerindeki anestezik etkileri araştırılmıştır. Yukarıda belirtildiği üzere Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu tarafından çalışma onaylandıktan sonra balıkların adaptasyonu sağlandı ve deneme için balıklar hazır hale getirildi. Anestezi uygulaması öncesi deneme balıkları 24 saat süreyle aç bırakılmıştır (Mazandarani ve Hoseini, 2017). Her iki anestezik maddenin kangal balıkları üzerindeki bayılma ve ayılma süreleri saniye cinsinden tespit edilmiştir. Çalışmada 2 (iki farklı anestezik madde) x 5 (beş farklı konsantrasyon) = Toplam 10 deneme grubu oluşturulmuştur.

Timol ve karvakrol maddelerine ait her konsantrasyon değeri 3 litre su olan plastik kaba (5 litre hacminde) ilave edilmiş, karıştırılmış ve 5 dakika tam karışım sağlanması amacıyla bekletilmiştir. Çalışmada her bir anestezik madde konsantrasyonu için 10 balık, toplamda her iki anestezik madde için 100 balık kullanılmıştır (Aydın vd. 2015; Barbas vd. 2017). Balıklara bireysel olarak anestezi işlemi uygulanmış ve bir balık bir defa kullanılmıştır. Uygulama sırasında balıkların bayılma (Anestezik madde içeren suda) ve ayılma (Anestezik madde içermeyen suda) aşamaları dijital kronometre yardımıyla takip edilmiştir. Balıkların bayılma (Aşama 1 ve Aşama 2) ve ayılma (Aşama 1 ve Aşama 2) aşamaları (Aydın vd. 2019; Can ve Sümer 2019) çalışmalarında açıklandığı şekilde takip edilmiştir. Balıkların bayılmasında Aşama 1; balık güçlü uyarılar hariç diğer uyarılara tepki vermez, Aşama 2; Balık güçlü uyarılara tepki vermez, bilinç kaybolur ve yan yatar. Balıkların ayılmasında ise Aşama 1; Balığın ilk hareketlere başladığı zaman, Aşama 2; balık normal yüzme davranışı sergilemeye başladığı zaman kriterleri takip edilmiştir.

Deneme sonrası balıklar ayrı ayrı tanklara konularak 24 saat süreyle ölüm ve davranış bozukluklarının gerçekleşip gerçekleşmediği takip edilmiştir.

3.2.3. İstatistiksel analizler

Varyansların veri normalliği ve homojenliği sırasıyla Shapiro-Wilk ve Levene testleri kullanılarak test edilmiş ve doğrulanmıştır. Anesteziklerin davranışsal etkilerini belirlemek için tek yönlü ANOVA ve Duncan testleri kullanılmıştır. Veriler ortalama $\pm$ SD olarak sunulmuş ve hesaplanan P değeri 0,05'ten küçük olduğunda farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Çalışmaya ait verilerin tüm analizleri SPSS (v23, IBM Corporation, New York, USA) paket programında yapılmıştır.



4. BULGULAR

Timol ve karvakrol maddelerinin doktor balığı üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla balıkların bayılma ve ayılma süreleri saniye (sn.) cinsinden kaydedilmiştir. Balıkların anestezi madde bulunan suya koyulması sonrasında tam bayılmanın gerçekleşmesine kadar geçen ve balıkların temiz suya (anestezi madde içermeyen suya) aktarılmasından sonra balıkların normal yüzme davranışı sergilemelerine kadar geçen süreler tespit edilmiş olup bu bölümde verilmiştir. Her iki anestezi madde ile yapılan anestezi denemesi sonrasında balıklar 24 saat süre ile takip edilmiş ve bu süre içerisinde herhangi bir ölüm tespit edilmemiştir.

4.1. Timol İle Bayıltilan Balıklara Ait Bayılma Ve Ayılma Süreleri

Timol ile bayıltilan balıkların Aşama 1’de bayılma süresi $60,7 \pm 3,5 - 19,8 \pm 2,9$ sn. arasında, Aşama 2’de ise $202,2 \pm 23,6 - 46,9 \pm 6,6$ sn. arasında değiştiği tespit edilmiştir. Balıkların ayılma sürelerine bakıldığında Aşama 1’de $159,7 \pm 27,9 - 345,9 \pm 36,8$ sn. arasında, Aşama 2’de $268,8 \pm 33,7 - 508,2 \pm 362,6$ sn. arasında olduğu tespit edilmiştir. Tüm timol konsantrasyon değerlerinin balıklar üzerine bayıltilma etkisinin olduğu ve tüm balıkların anesteziden çıktığı görülmüştür.

4.1.1. Timol ile bayıltilan balıklara ait bayılma süreleri

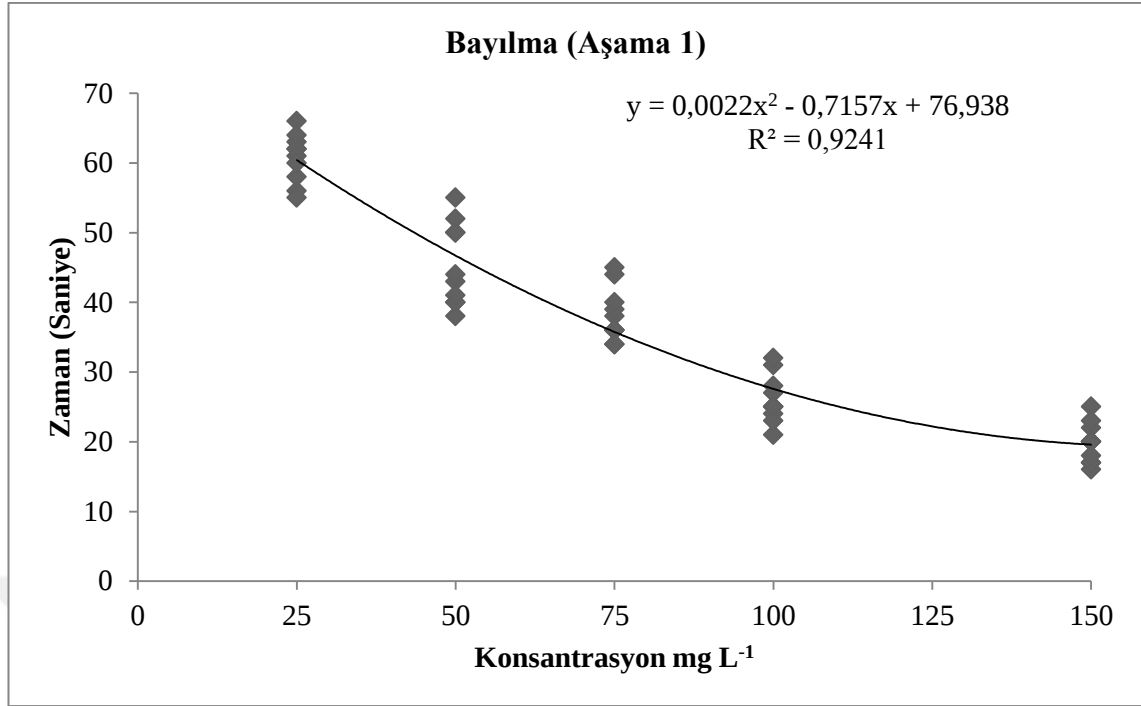
Kangal balıklarının beş farklı timol (25, 50, 75, 100 ve 150 mg L⁻¹) konsantrasyon değeri ile anestezi işlemine ait balıkların bayılma süreleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Timol konsantrasyonu arttıkça Aşama 1 ve Aşama 2 sürelerinin azaldığı ve timol konsantrasyonu ile bayılma süresi arasında negatif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir ($R^2=0,9241$, $R^2= 0,9087$) (Şekil 4.1, Şekil 4.2). 25 mg L⁻¹ konsantrasyon değerinde Aşama 1’de $60,7 \pm 3,5$ sn. bayılma süresi tespit edilirken bu süre 150 mg L⁻¹ konsantrasyon değerinde $19,8 \pm 2,9$ sn. olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.1). Aşama 2’de ise balıklar 25 mg L⁻¹ konsantrasyon değerinde $202,2 \pm 23,6$ saniyede bayılırken 150 mg L⁻¹ konsantrasyon değerinde $46,9 \pm 6,6$ sn. de bayıldığı görülmüştür.

Çizelge 4.1. Farklı konsantrasyonlardaki timolün Kangal balıklarında bayıltilma etkisi

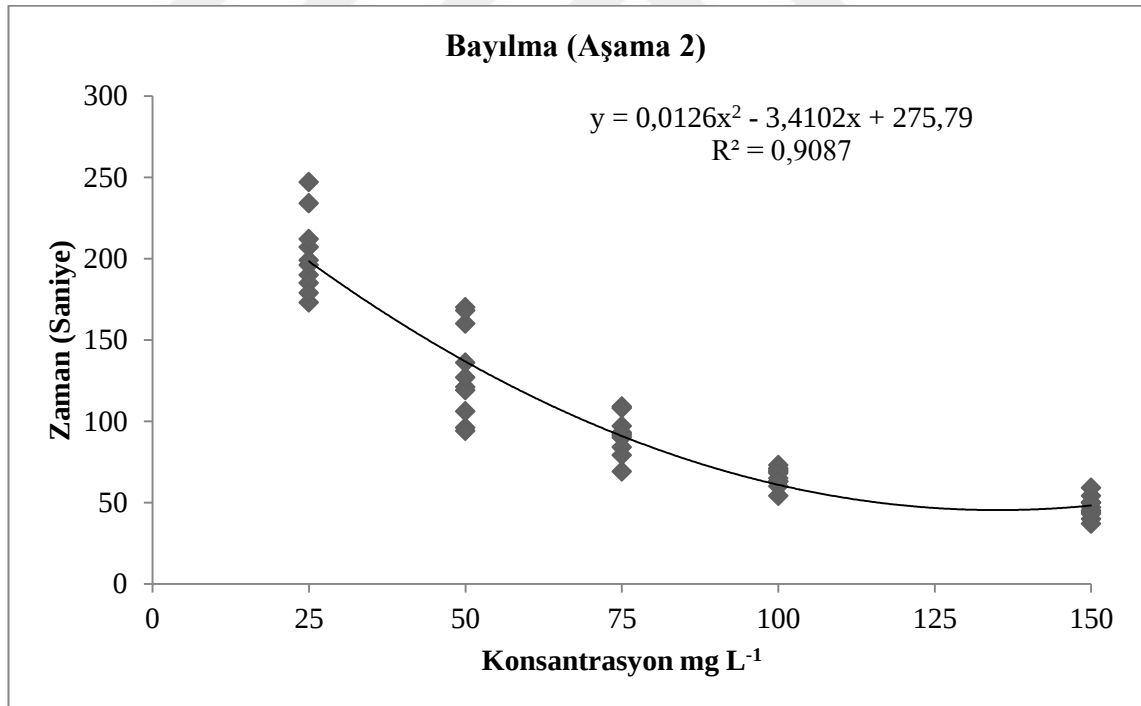
Timol konsantrasyonu (mg L ⁻¹)	Bayılma süresi (sn.)	
	Aşama 1	Aşama 2
25	$60,7 \pm 3,5^a$	$202,2 \pm 23,6^a$
50	$45,3 \pm 5,9^b$	$129,7 \pm 28,3^b$
75	$38,2 \pm 3,9^c$	$91,2 \pm 12,2^c$
100	$26,1 \pm 3,4^d$	$65,6 \pm 5,8^d$
150	$19,8 \pm 2,9^e$	$46,9 \pm 6,6^e$

Veriler ortalama $\pm$ SD (n=10) olarak ifade edilmiştir.

Her sütunda farklı üst yazılara sahip değerler istatistiksel olarak önemli ölçüde farklıdır (P <0.05).



Şekil 4.1. Timol konsantrasyonu ile bayılma süresi (Aşama 1) arasındaki ilişki



Şekil 4.2. Timol konsantrasyonu ile bayılma süresi (Aşama 2) arasındaki ilişki

4.1.2. Timol ile bayıltılan balıklara ait ayılma süreleri

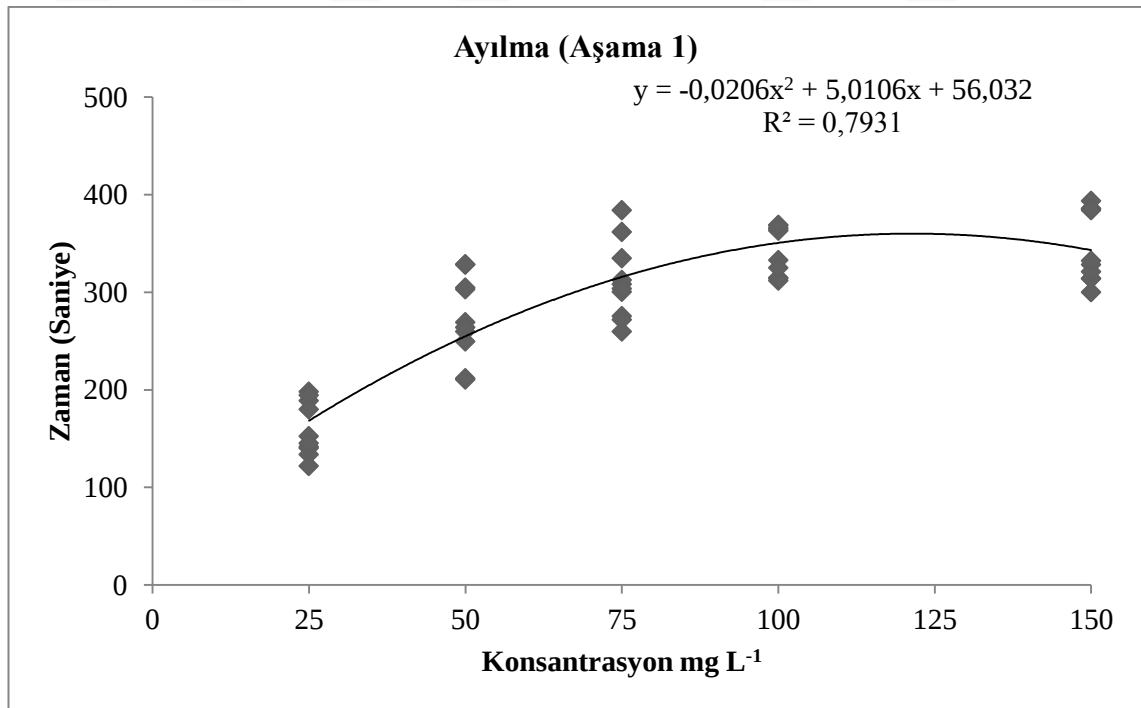
Kangal balıklarının beş farklı timol konsantrasyon değeri ile anestezi işlemine ait kangal balıklarının anesteziyen ayılma süreleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelge 4.2 incelendiğinde timol konsantrasyonu arttıkça Aşama 1 ve Aşama 2 anesteziyen uyanma sürelerinin arttığı belirlenmiştir. Timol konsantrasyonu ile Aşama 1 ve Aşama 2 ayılma süreleri arasında pozitif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla $R^2=0,7931$; $R^2= 0,7417$) (Şekil 4.3, Şekil 4.4). 25 mg L⁻¹ konsantrasyon değerinde balıklar Aşama 1’de $159,7 \pm 27,9$ sn. de ayılma görülürken bu süre 150 mg L⁻¹ konsantrasyon değerinde $345,9 \pm 36,8$ sn. olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.2). Aşama 2’de ise balıklar 25 mg L⁻¹ konsantrasyon değerinde $268,8 \pm 33,7$ sn. de ayılırken 150 mg L⁻¹ konsantrasyon değerinde $508,2 \pm 362,6$ sn. de ayıldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Timol ile bayıltılan balıkların ayılma süreleri

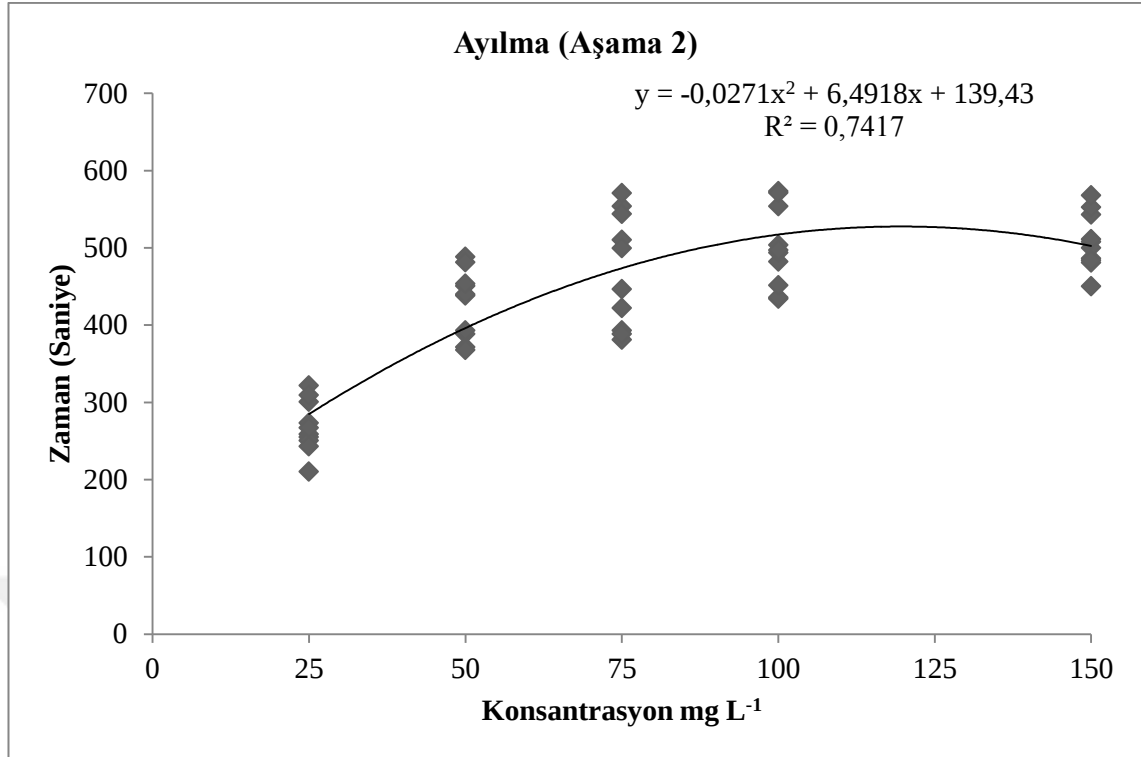
Timol konsantrasyonu (mg L ⁻¹)	Ayılma süresi (saniye)		Hayatta kalma oranı (%)
	Aşama 1	Aşama 2	
25	$159,7 \pm 27,9^d$	$268,8 \pm 33,7^c$	100
50	$273,0 \pm 42,8^c$	$427,2 \pm 44,1^b$	100
75	$311,3 \pm 39,5^b$	$470,8 \pm 73,4^{ab}$	100
100	$343,1 \pm 25,2^a$	$499,4 \pm 52,3^a$	100
150	$345,9 \pm 36,8^a$	$508,2 \pm 62,6^a$	100

Veriler ortalama $\pm$ SD (n=10) olarak ifade edilmiştir.

Her sütunda farklı üst yazılara sahip değerler istatistiksel olarak önemli ölçüde farklıdır (P <0.05).



Şekil 4.3. Timol konsantrasyonu ile ayılma süresi (Aşama 1) arasındaki ilişki



Şekil 4.4. Timol konsantrasyonu ile ayılma süresi (Aşama 2) arasındaki ilişki

4.2. Karvakrol İle Bayıltilan Balıklara Ait Bayılma Ve Ayılma Süreleri

Karvakrol ile bayıltilan balıkların Aşama 1’de bayılma süresi $71,7 \pm 9,6 - 19,4 \pm 3,8$ sn. arasında, Aşama 2’de ise $342,1 \pm 77,8 - 48,8 \pm 6,9$ sn. arasında değiştiği tespit edilmiştir. Balıkların ayılma sürelerine bakıldığında Aşama 1’de $200,7 \pm 40,6 - 267,7 \pm 42,6$ sn. arasında, Aşama 2’de $279,7 \pm 60,7 - 361,8 \pm 65,3$ sn. arasında olduğu tespit edilmiştir. Tüm karvakrol konsantrasyon değerlerinin balıklar üzerine bayılma etkisinin olduğu ve tüm balıkların anesteziyenin çıktığı görülmüştür.

6.2.1. Karvakrol ile bayıltilan balıklara ait bayılma süreleri

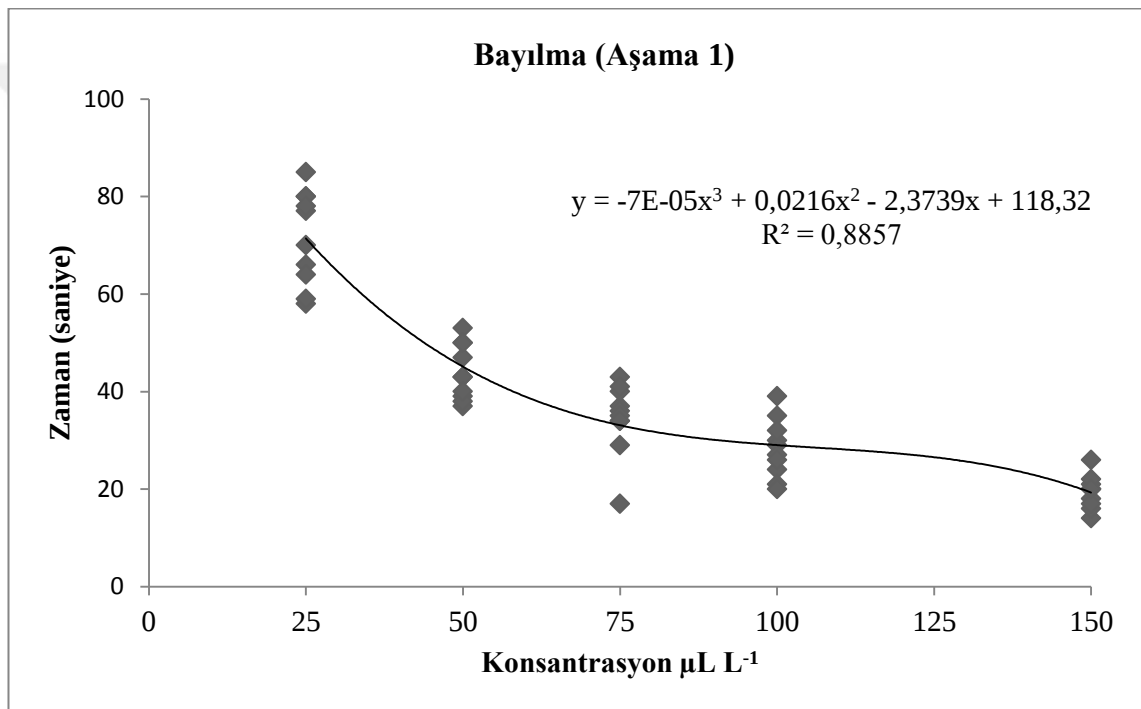
Beş farklı karvakrol konsantrasyon değeri ile Kangal balıklarının bayılma süreleri Çizelge 4.3’de verilmiştir. Karvakrol konsantrasyonları ($25 - 150 \mu\text{L L}^{-1}$) ile bayıltilan balıkların Aşama 1’de bayılma süresi $71,7 \pm 9,6 - 19,4 \pm 3,8$ sn. arasında, Aşama 2’de ise $342,1 \pm 77,8 - 48,8 \pm 6,9$ sn. arasında değiştiği tespit edilmiştir. Karvakrol konsantrasyonu arttıkça Aşama 1 ve Aşama 2 bayılma sürelerinin azaldığı ve karvakrol konsantrasyonu ile bayılma süresi arasında negatif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla $R^2=0,8857$; $R^2= 0,9048$) (Şekil 4.5; Şekil 4.6). $25 \mu\text{L L}^{-1}$ karvakrol konsantrasyon değerinde Aşama 1’de $71,7 \pm 9,6$ sn. de bayılma süresi tespit edilirken bu süre $150 \mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyon değerinde $19,4 \pm 3,8$ sn. olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.3). Aşama 2’de ise balıklar $25 \mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyon değerinde $342,1 \pm 77,8$ sn. bayılma gözlenirken $150 \mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyon değerinde $48,8 \pm 6,9$ sn. de bayıldığı görülmüştür.

Çizelge 4.3. Farklı konsantrasyonlardaki karvakrolün Kangal balıklarında bayılma etkisi

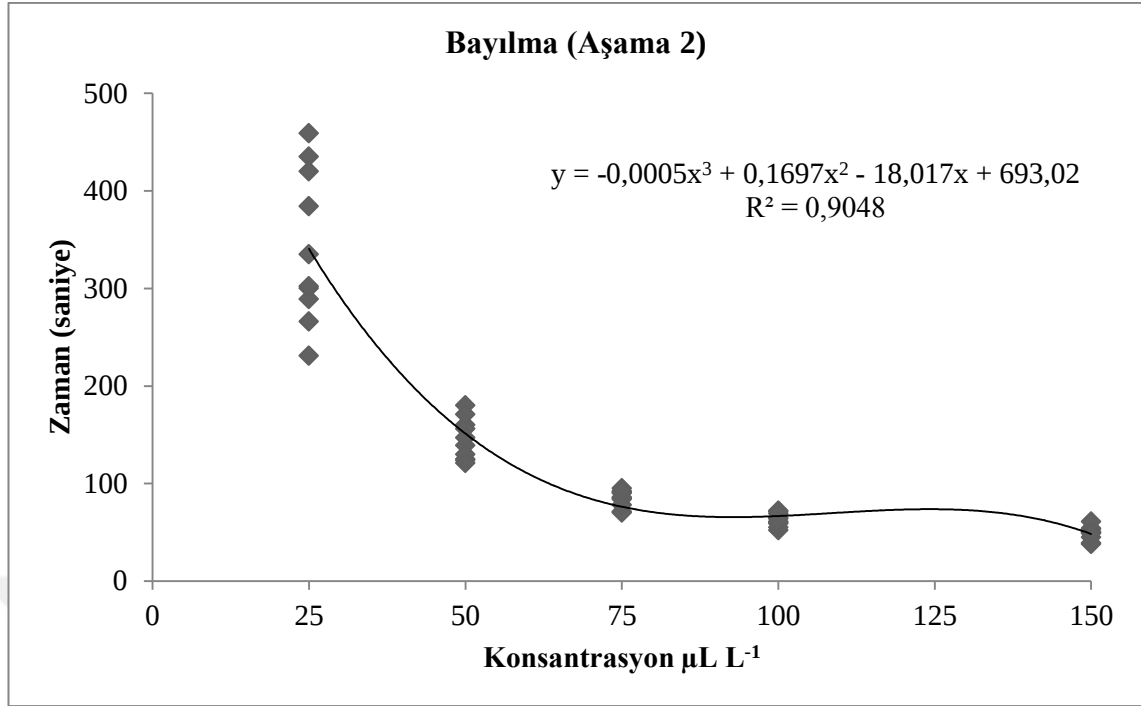
Karvakrol konsantrasyonu ($\mu\text{L L}^{-1}$)	Bayılma süresi (sn.)	
	Aşama 1	Aşama 2
25	71.7 ± 9.6^a	342.1 ± 77.8^a
50	44.0 ± 5.7^b	145.3 ± 20.9^b
75	34.6 ± 7.4^c	84.2 ± 8.7^c
100	28.3 ± 6.0^d	62.8 ± 6.7^{cd}
150	19.4 ± 3.8^e	48.8 ± 6.9^d

Veriler ortalama $\pm$ SD (n=10) olarak ifade edilmiştir.

Her sütunda farklı üst yazılara sahip değerler istatistiksel olarak önemli ölçüde farklıdır (P < 0.05).



Şekil 4.5. Karvakrol konsantrasyonu ile bayılma süresi (Aşama 1) arasındaki ilişki



Şekil 4.6. Karvakrol konsantrasyonu ile bayılma süresi (Aşama 2) arasındaki ilişki

6.2.2. Karvakrol ile bayıltilan balıklara ait ayılma süreleri

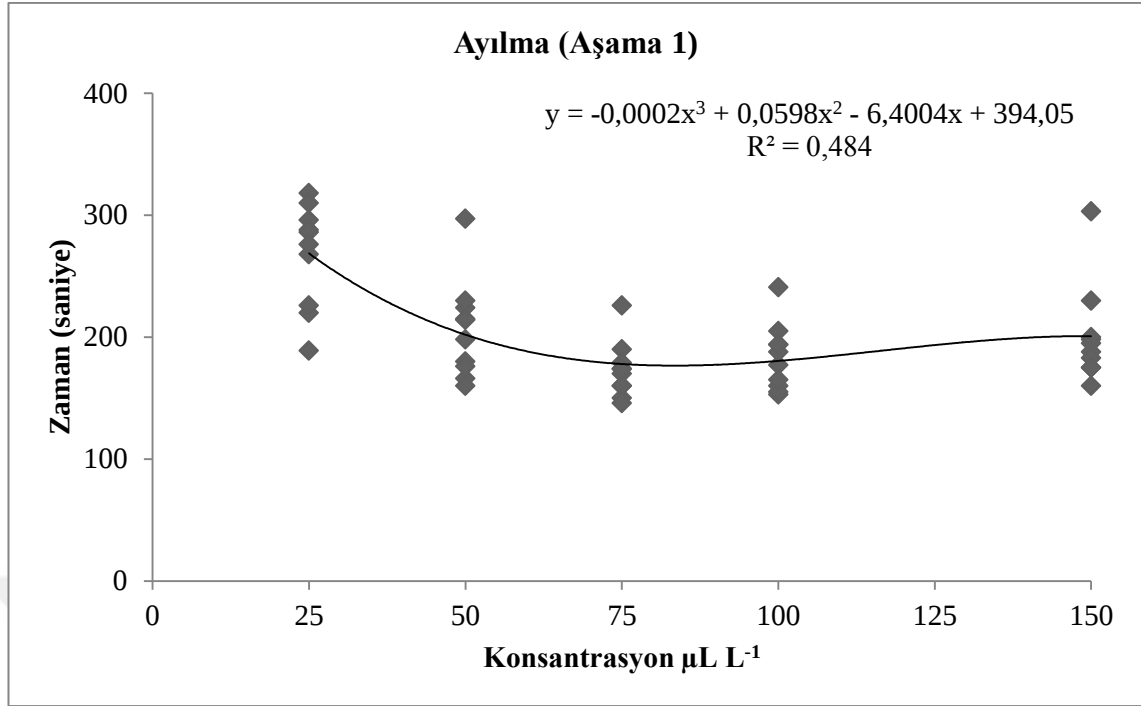
Beş farklı karvakrol konsantrasyon değeri ile Kangal balıklarının bayıltilması sonrasında anesteziyen ayılma süreleri Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelge 4.4 incelendiğinde karvakrol konsantrasyonu arttıkça Aşama 1 ve Aşama 2 uyanma sürelerinin arttığı belirlenmiştir. Karvakrol konsantrasyonu ile Aşama 1 ve Aşama 2 ayılma süreleri arasında pozitif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla $R^2 = 0,7931$; $R^2 = 0,7417$) (Şekil 4.7, Şekil 4.8). 25 $\mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyon değeriinde balıklar Aşama 1'de $159,7 \pm 27,9$ sn. de ayılma görülürken bu süre 150 $\mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyon değeriinde $345,9 \pm 36,8$ sn. olarak kaydedilmiştir. Aşama 2'de ise balıklar 25 $\mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyon değeriinde $268,8 \pm 33,7$ sn. de anesteziyen tam olarak çıktığı, 150 $\mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyon değeriinde ise $508,2 \pm 362,6$ sn. de tam ayılmanın görüldüğü tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Karvakrol ile bayıltilan balıkların ayılma süreleri

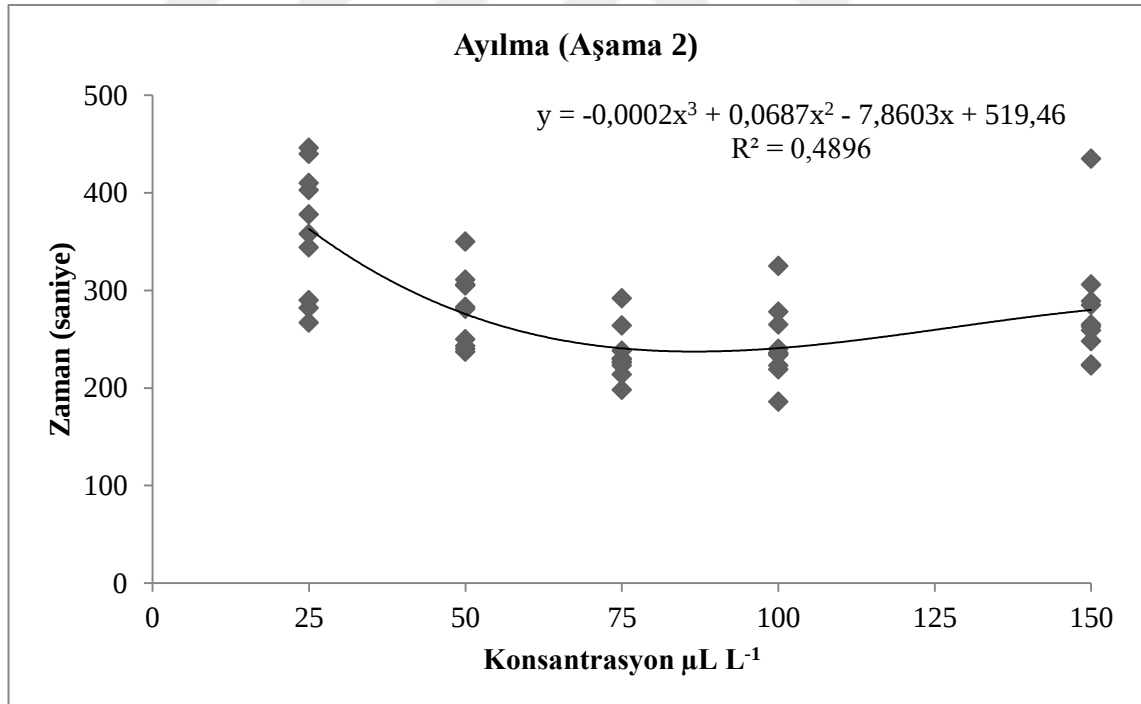
Karkakrol konsantrasyonu ($\mu\text{L L}^{-1}$)	Ayılma süresi (sn.)		Hayatta kalma oranı (%)
	Aşama 1	Aşama 2	
25	$267,7 \pm 42,6^a$	$361,8 \pm 65,3^a$	100
50	$206,0 \pm 40,4^b$	$280,6 \pm 37,8^b$	100
75	$172,9 \pm 23,0^b$	$234,2 \pm 26,3^b$	100
100	$183,2 \pm 27,3^b$	$244,1 \pm 37,8^b$	100
150	$200,7 \pm 40,6^b$	$279,7 \pm 60,7^b$	100

Veriler ortalama $\pm$ SD (n=10) olarak ifade edilmiştir.

Her sütunda farklı üst yazılara sahip değerler istatistiksel olarak önemli ölçüde farklıdır (P < 0.05).



Şekil 4.7. Karvakrol konsantrasyonu ile ayılma süresi (Aşama 1) arasındaki ilişki



Şekil 4.8. Karvakrol konsantrasyonu ile ayılma süresi (Aşama 2) arasındaki ilişki

5. TARTIŞMA

Su ürünleri yetiştiricilik sektöründe ve araştırmalarında balıkların tartım, boylama, sağım ve aşılama gibi işlemlerde çalışma kolaylığı ve balıkların daha az strese girmesi amacıyla anestezi maddelerinin kullanılması gerekmektedir (Javahery vd. 2012). Ancak doğru anestezi maddenin doğru oranda kullanılması balık sağlığı ve refahı açısından oldukça önemlidir (Benovit vd. 2012). Küresel alanda balıkların anestezi işleminde tricaine methanesulphonate (MS-222) yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak MS-222'nin anestezi amaçlı kullanılması sırasında su kalite parametrelerindeki kötüleşme nedeniyle balıklarda fizyolojik rahatsızlıklara neden olduğu bildirilmektedir (Le vd. 2019; Uehara vd. 2019). Bu nedenle son yıllarda sentetik anestezikler yerine balıklara daha az oranda olumsuz etkisi olan doğal anestezilerin tespiti, ideal kullanım oranlarının belirlenmesi ve balıklar üzerindeki olası etkilerinin ortaya çıkarılmasını amaçlayan araştırmaların sayısı giderek artmaktadır. Esansiyel yağların anestezi madde olarak kullanımının yanında bu yağlar içeriğindeki etken maddelerin de anestezi olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Aydın ve Barbas 2020). Anestezi özellikteki bu etken maddelerin balıklar üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ile ilgili araştırmaların sayısı son iki üç yıldır artmaktadır (Hoseini vd. 2018; Aydın ve Barbas 2020). Kekik bitkisinin etken maddesi olan timol ve karvakrolün doktor balıkları üzerindeki anestezi etkileri bu tez çalışmasında araştırılmıştır.

Araştırma sonucunda timol ve karvakrol konsantrasyonlarının tamamının doktor balıkları üzerine anestezi etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Timol ve karvakrol ile gerçekleştirilen anestezi denemesi sonrasında 24 saatlik sürede balıklarda ölüm görülmemiştir. Benzer şekilde mentol, *Colossoma macropomum* balıklarında (Façanha ve Gomes 2005), eugenol ve mentol *Pterophyllum scalare* balıklarında (Romanelli vd. 2018), eugenol *Lophiosilurus alexandri* balıklarında (Ribeiro vd. 2019) anestezi uygulaması sonrasında herhangi bir ölüme neden olmadığı rapor edilmiştir.

Deneme sonunda en düşük konsantrasyon değeri olan 25 mg L⁻¹ timol konsantrasyonunda 202,2 ± 23,6 saniyede, 25 µL L⁻¹ karvakrol konsantrasyonunda ise 342,1 ± 77,8 saniyede balıkların anesteziye girdiği belirlenmiştir. Sedasyon amaçlı olarak timol ve karvakrolün kullanılması istenirse bu konsantrasyonun altındaki değerlerin araştırılması gerekmektedir. Yousefi vd. (2018a) çalışmasında 6,25 ve 12,5 mg L⁻¹ timol konsantrasyon değerlerinin sazan balıklarında sedasyon amaçlı kullanılabileceğini bildirmiştir. *Rhamdia quelen* balıkları üzerinde ise timol ve karvakrolün 25 mg L⁻¹ konsantrasyon değerinin sedasyon etkisi gösterdiği rapor edilmiştir (Bianchini vd. 2017). Teta ve Kaiser (2019) araştırmasında 10 – 20 mg L⁻¹ mentol konsantrasyon değerinin alabalıkların taşınması esnasında sedasyon amaçlı kullanılabileceği önerisini ifade etmişlerdir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde 12,5 ve 25 mg L⁻¹ altındaki timol konsantrasyon değerlerinin balık türlerinde sedasyon etkisinde olduğu anlaşılmaktadır.

Anestezi çalışmalarında iyi bir anestezi madde de aranan özelliklerden birisi, balığın anesteziye girme süresinin kısa (yaklaşık 180 sn.) olması gerektiği bildirilmektedir (Marking ve Meyer 1985; Kizak vd. 2018). Marking ve Meyer (1985)'in bildirdiği bu süre dikkate alındığında 50 – 150 mg L⁻¹ timol konsantrasyon değerlerinin doktor balıklarında anestezi amaçlı kullanılabileceği görülmektedir. Ancak 25 mg L⁻¹ konsantrasyon değerlerinde balıkların yaklaşık 202 sn. de bayıldığı dikkate

alındığında 25 mg L^{-1} konsantrasyon değerinin de etkili bir anestezi amacıyla kullanılabileceği düşünülmektedir. Yousefi vd. (2018a) çalışmasında 25 mg L^{-1} timol konsantrasyon değerinin ($850 \pm 210 \text{ sn.}$) bu çalışmadaki aynı konsantrasyondaki timolün anestezi süresinden ($202,2 \pm 23,6 \text{ sn.}$) daha geç sazan balıkları üzerinde anestezik etki gösterdiği görülmüştür. Aynı çalışmada 25 mg L^{-1} konsantrasyondaki eugenolün sazan balıkları üzerindeki anestezi süresinin ($600 \pm 158 \text{ sn.}$) fazla olduğu bildirilmiştir.

Bianchini vd. (2017) gerçekleştirdikleri çalışmada timol $50 - 100 \text{ mg L}^{-1}$ konsantrasyon değerlerinde $491,5 \pm 10,5 \text{ sn.}$ ile $170,0 \pm 11,9 \text{ sn.}$ arasında, karvakrol ise $524,7 \pm 36,1 \text{ sn.}$ ile $299,2 \pm 13,4 \text{ sn.}$ arasındaki sürelerde *Rhamdia quelen* balığı üzerinde anestezik etki gösterdiği bildirilmiş. Yousefi vd. (2018b) citronellol $300 - 1000 \text{ mg L}^{-1}$ ve linalool $400 - 2000 \text{ mg L}^{-1}$ konsantrasyon değerleri arasında sazan balıkları üzerindeki anestezik etkisinin olduğu bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada her iki anestezik madde için 200 mg L^{-1} konsantrasyon değeri balıkların bayılmasında yeterli olmadığı bildirilmiş. Yousefi vd. (2018b) çalışmasında citronellol ve linalool anestezi konsantrasyon değerlerinin bu çalışmadaki timol ve karvakrol konsantrasyonlarından oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Anestezi çalışmalarında kullanılan anestezi konsantrasyonunun düşük olması aranan bir özellik olarak bilinmektedir. Bu çalışmadaki $75 \mu\text{L L}^{-1}$ timol ve karvakrol konsantrasyonu, Ribeiro vd. (2019) çalışmasındaki eugenolün *Lophiosilurus alexandri* balıkları üzerine anestezik etki süresiyle ($79,1 \text{ sn.}$) benzer olduğu görülmektedir. $100 \mu\text{L L}^{-1}$ timol ve karvakrol konsantrasyonu ($65,6 \pm 5,8 \text{ sn.}$) Mazandarani ve Hoseini (2017)'nin çalışmasındaki aynı konsantrasyondaki mentol maddesinden daha hızlı anestezik etkisinin olduğu görülmektedir.

Bu çalışmadaki 100 ve $150 \mu\text{L L}^{-1}$ timol ve karvakrol konsantrasyon değerlerinde balıklar 66 sn. öncesinde bayıldığı ve bu konsantrasyonların kan alımı gibi işlemlerde hızlı bir anestezi için tavsiye edilebilir. Yousefi vd. (2018b) citronellol ve linalool etken maddeleri ile sazan balıkları üzerindeki anestezi işleminde tüm anestezik konsantrasyon değerlerinde 60 sn. veya öncesinde balıklarda bayılma görülmeyeceği, bu nedenle hızlı bir anestezi amacıyla kullanılamayacağı ifade edilmiştir. Mazandarani ve Hoseini (2017) çalışmasındaki 118 ppm mentol ve 595 ppm 1,8-cineol konsantrasyonu 180 sn. de anestezi etkisi gösterirken bu çalışmada $50 \mu\text{L L}^{-1}$ timol ve karvakrol konsantrasyonunda doktor balıklarının daha kısa sürede anesteziye girdikleri anlaşılmıştır. Anesteziklerde aranan özelliklerden birisi uygulama dozunun düşük olmasıdır. Bu durum dikkate alındığında balıklarda daha düşük konsantrasyonda anestezi etkisi gösteren anesteziklerin kullanımı balık refahı açısından önemlidir. Ancak bu anesteziklerin balık üzerindeki diğer fizyolojik etkilerinin ayrıntılı olarak açığa çıkarılmadan kesin olarak kullanımının önerilmesi doğru olmayabilir. Unutulmamalıdır ki anestezi çalışmalarının sonuçlarını kıyaslamak oldukça zordur. Çünkü balıkların anesteziye girmesi balık türü, yaşı, ağırlığı, su sıcaklığı, oksijen miktarı vb. faktörlerden etkilendiği araştırma sonuçlarında bildirilmiştir (Zahl vd. 2009; Aydın vd. 2015; Taheri Mirghaed vd. 2016; Readman vd. 2017; Tarkhani vd. 2017b; Mitjana vd. 2018).

Bu çalışmada ideal anestezi konsantrasyonu timol için 50 mg L^{-1} ve karvakrol için $50 \mu\text{L L}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Yousefi vd. (2018a) çalışmasında 75 mg L^{-1} timol ve eugenol konsantrasyon değerinin sazan balıkları üzerinde bu çalışma sonucuna benzer anestezik etki gösterdiği rapor edilmiştir. de Oliveira vd. (2019) çalışmasında, melek (*Pterophyllum scalare*) balıklarında eugenolün ideal konsantrasyon değerinin bu

çalışma sonucuna benzer şekilde 53 $\mu\text{L L}^{-1}$ olduğu bildirilmiştir. Alabalık için mentol 80 mg L^{-1} (Teta ve Kaiser 2019), melek balığı (*Pterophyllum scalare*) için eugenol 90,6 mg L^{-1} ve mentol 92,1 mg L^{-1} (Romaneli vd. 2018) ideal konsantrasyon değerleri olduğu çalışma sonuçlarında bildirilmiştir.

Bu çalışma bulgularında her iki anestezi madde konsantrasyonu ile bayılma süresi (Aşama 1 ve Aşama 2) arasında negatif bir ilişkinin (sırasıyla $R^2= 0,92$; $R^2= 0,91$) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2, Şekil 4.6). Yousefi vd. (2018a) timol konsantrasyonu ile sazan balıklarının bayılma süresi arasında güçlü bir ilişkinin ($R^2= 0,95$) olduğunu bildirmiştir. Anestezi madde konsantrasyonu ile bayılma süresi arasında negatif ilişki, birçok anestezi çalışmasında görülmektedir (Romaneli vd. 2018; Yousefi vd. 2018b; Ribeiro vd. 2019; de Oliveira vd. 2019; Uehara vd. 2019; Teta ve Kaiser 2019).

Bu tez çalışmasında timol ve karvakrol anestezi maddelerinin konsantrasyon değerlerinin artışında balıklarda hareket artışı ve hızlı yüzme hareketi gözlemlenmiştir. Bianchini vd. (2017), bu çalışmadaki bulguya benzer şekilde *Rhamdia quelen* balıklarında tüm timol ve karvakrol konsantrasyon (25, 50, 75, ve 100 mg L^{-1}) değerlerindeki anestezi uygulamasında balıklarda istemsiz kas kasılmalarının görüldüğünü bildirmişlerdir. Benzer bir bulgu da sazan balıklarının 1,8-cineol maddesi ile anestezi işlemi esnasında raporlandığı ve bu durumun detaylı olarak araştırılması gerektiği ifade edilmiştir (Mazandarani ve Hoseini 2017).

Timol ve karvakrol ile anestezi işlemi uygulanan doktor balıklarının her iki anestezi maddedeki tüm konsantrasyonlarda balıklarının anesteziden çıktığı tespit edilmiştir. Anesteziden en hızlı çıkan balıkların en düşük timol konsantrasyonu (25 mg L^{-1}) ile bayıltilan balıklar olduğu belirlenmiştir. En geç anesteziden kalkan balıklar ise 100 ve 150 mg L^{-1} timol konsantrasyon değerleri olmuştur. 25 – 150 mg L^{-1} timol konsantrasyon değerlerinde balıklar anesteziden $268,8 \pm 33,7$ sn. ile $508,2 \pm 62,6$ sn. arasında çıktığı tespit edilmiştir. Karvakrol konsantrasyonlarında (25 – 150 $\mu\text{L L}^{-1}$) ise balıklar anesteziden $361,8 \pm 65,3$ sn. ile $279,7 \pm 60,7$ sn. arasında çıktığı belirlenmiştir.

Anestezi çalışmalarında iyi bir anestezi madde de aranan özelliklerden birisi, balıkların anesteziden çıkış süresinin kısa (yaklaşık 300 sn.) olması gerektiği bildirilmektedir (Marking ve Meyer 1985; Kizak vd. 2018). Marking ve Meyer (1985)'in bildirdiği bu süre dikkate alındığında bu çalışmada sadece 25 mg L^{-1} timol konsantrasyon değerleri ile anestezi altına alınan balıkların anesteziden 300 sn. öncesinde çıktığı tespit edilmiştir. Diğer timol konsantrasyon değerlerinde (50 – 150 mg L^{-1}) balıkların anesteziden bu süreden daha geç kalktığı ($427,2 - 508,2$ sn.) tespit edilmiştir. 50 – 150 $\mu\text{L L}^{-1}$ karvakrol konsantrasyon değerlerinde ise doktor balıklarının Marking ve Meyer (1985)'in bildirdiği (300 sn.) süreden önce anesteziden çıktığı görülmektedir. 50 – 150 $\mu\text{L L}^{-1}$ karvakrol konsantrasyon değerlerinde balıkların uyanma süreleri ($280,6 \pm 37,8 - 279,7 \pm 60,7$) arasında ve aralarında istatistiksel açıdan önemli fark tespit edilmemiştir. Bianchini vd. (2017) *Rhamdia quelen* balıklarında timol 50 ve 75 mg L^{-1} konsantrasyon değerlerinde balıklar anesteziden sırasıyla $919,67 \pm 122,55$ sn. ve $1375,67 \pm 150,86$ sn. de çıktığı, 100 mg L^{-1} timol konsantrasyon değerinde ise balıklar anesteziden (1800 sn.) daha uzun sürede çıktığı bildirilmiş. Yine aynı çalışmada 50 mg L^{-1} karvakrol konsantrasyon değerinde ($1580,8 \pm 81,7$ sn.) balıklar, aynı konsantrasyondaki timole ($919,7 \pm 122,5$ sn.) göre balıkların anesteziden daha geç çıktığı bildirilmiş. 75 – 100 mg L^{-1} karvakrol konsantrasyon değerlerinde ise balıklar

anesteziden 1800 sn. den daha uzun sürede çıktığı rapor edilmiş. Citronellal etken maddesinin 300 – 1000 mg L⁻¹ konsantrasyon değerlerinde sazan balıklarının 113 – 204 sn. arasında anesteziden çıktığı bildirilmiş (Yousefi vd. 2018b).

Timol konsantrasyonu ile ayılma süresi arasında pozitif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.3 ve Şekil 4.4). Bu çalışma sonucunda görülen anestezi madde konsantrasyonu ile ayılma süresi arasındaki ilişki (Yousefi vd. 2018a; Yousefi vd. 2018b) çalışma bulgularında da görülmektedir.

Karvakrol konsantrasyonu ile ayılma süresi arasındaki ilişki Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de gösterilmiştir. Karvakrol konsantrasyonunun artışı balıkların anesteziye uyanma süresi üzerinde güçlü bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki sonuca benzer bir ilişki (Uehara vd. 2019) çalışmasında mentol konsantrasyonu ile *Oligosarcus argenteus* balıklarının ayılması arasında görülmüştür. Benzer şekilde linalool konsantrasyonu ile sazan balıklarının ayılması arasında ilişkinin olmadığı bildirilmiştir (Yousefi vd. 2018b). Benzer sonuçlar (Romanelli vd. 2018; Teta ve Kaiser 2019) araştırma bulgularında da görülmektedir. Bu çalışmadan farklı olarak bazı araştırma sonuçlarında anestezi madde konsantrasyonunun artışı, balıkların uyanma süresini arttırdığı bildirilmiştir (Taheri Mirghaed vd. 2018b; Ribeiro vd. 2019; Wang vd. 2019).

Bu çalışmada Kangal balıkları üzerindeki optimum anestezi konsantrasyon değerleri timol için 50 mg L⁻¹, karvakrol için ise 50 µL L⁻¹ olduğu, kan alımı gibi işlemlerde hızlı bir anestezi için 100 ve 150 mg L⁻¹ timol, 100 ve 150 µL L⁻¹ karvakrol konsantrasyon değerlerinin kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca timol ve karvakrolün doktor balıkları üzerine etkisinin detaylı olarak araştırılması gerektiği düşünülmektedir. Çünkü anestezi çalışmalarında literatür tarandığında balıkların bayılma ve ayılma sürelerinin yanında solunum ile ilgili ve kan biyokimyasal parametrelerle ilgili değerlendirmelerin yaygın olarak gerçekleştirildiği görülmektedir (Mazandarani vd. 2017; Taheri Mirghaed vd. 2018a; Yousefi vd. 2018; de Oliveira vd. 2019; Ribeiro vd. 2019; Wang vd. 2019). Balıklar üzerinde gerçekleştirilen anestezi çalışmalarında bu değerlendirmeler ve incelemeler yanında elektrokardiyogram (EKG), elektroensefalogram (EEG), elektromiyogram (EMG) ölçümleri yeni inceleme konusu olarak anestezi maddelerin etkinliği ve bu anesteziklerin balıklar üzerine olası etkilerinin ortaya konulması amacıyla çalışılabilir (Barbas vd. 2017a; Fujimoto vd. 2018; de Souza vd. 2019b; Aydın ve Barbas 2020)

6. SONUÇLAR

Son yıllarda ülkemizde ve küresel alanda sentetik ürünlere alternatif olarak kullanılabilecek, insan sağlığına ve çevre üzerine olumsuz etkisi olmayan bitkisel kökenli maddelerin kullanımının önemi artmaktadır. Balık türlerinde bitkilerden elde edilen anestezi maddeleri ilgili çalışmalar artan oranda devam etmektedir. Bitkisel kökenli maddeler üzerinde durulmasının nedeni, bunların zaten doğada hali hazırda bulunmalarından ve üretiminin kolay olmasından dolayı, kısa zamanda parçalanarak toprak ve su kirliliklerine yol açmamaları, tüketilen gıdalar üzerinde insan sağlığını tehdit edecek uzun süreli kalıntılar oluşturmamaları, doğaya ek toksik madde yayılmasının söz konusu olmaması gibi özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Yapılan literatür taramalarında doktor balıklarında anestezi özellikteki bitkisel etken maddelerle ilgili olarak bir çalışmaya rastlanmaması bu çalışmayı önemli hale getirmektedir. Ayrıca bitkilerden elde edilen etken maddelerin anestezi madde olarak kullanıldığı çalışmaların sayısı azdır. Bu araştırma sonucunda insan ve balık sağlığına dost, çevreye olumsuz etkisi olmayan bitkisel kökenli timol ve karvakrolün doktor balıkları üzerindeki anestezi etkileri aşağıda verilmiştir.

- Kangal balıkları üzerindeki timol ve karvakrolün optimum kullanım değerleri, timol için 50 mg L^{-1} , karvakrol için ise 50 µL L^{-1} olduğu sonucuna varılmıştır.
- 100 ve 150 mg L^{-1} timol, 100 ve 150 µL L^{-1} karvakrol konsantrasyon değerleri kan alımı gibi işlemlerde hızlı bir anestezi amacıyla kullanımı tavsiye edilebilir.
- Bu çalışmada elde edilen veriler, kangal balıklarının yetiştiriciliği ve kullanımı sırasında balıklara gerektiği kadar ve bitkisel kökenli anestezi madde uygulanması ve çalışma kolaylığı sağlaması gibi çıktılar sağlamaktadır.
- Bu çalışma sonrasında timol ve karvakrolün anestezi madde olarak değerlendirilmesinin, kekik bitkisinin yetiştiricilik faaliyetlerinde, kullanım alanlarında ve ticaretinin artmasında katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
- Anestezi olarak kullanılan timol ve karvakrolün, doktor balıkları fizyolojisi üzerine etkisinin detaylı olarak araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

Balıkların anestezi işleminde her balık türü için uygun anestezi maddelerin ve ideal kullanım oranlarının bilinmesi amacıyla detaylı incelemelerin ve araştırmaların yapılması gerekmektedir. Çünkü hem çevre açısından hem de balık sağlığı açısından bu araştırmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca tüm bu araştırma sonuçlarının su ürünleri yetiştiricilik sektörüne aktarılmasının ve sektörde her tür için en uygun anestezi maddenin ve oranlarının kullanılması önem arz etmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Abedi, M., Shiva, A.H., Mohammadi, H. and Malekpour, R. (2011). Reproductive biology and age determination of *Garra rufa* Heckel, 1843 (*Actinopterygii: Cyprinidae*) in central Iran. *Turkish Journal of Zoology*, 35 (3): 317–323.
- Adel, M., Sadegh, A.B., Yeganeh, S., Movafagh, A.N. and Saoud, I.P. (2016). Anesthetic efficacy of clove oil, propofol, 2-phenoxyethanol, and ketamine hydrochloride on *Persian sturgeon*, *Acipenser persicus*, juveniles. *Journal of the World Aquaculture Society*, 47(6): 812–819.
- Alkire M.T., Hudetz, A.G. and Tononi, G. (2008). Consciousness and anesthesia. *Science*, 322: 876–880.
- Anonim 2019a. <http://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Haber/152/Su-Urunleri-Yetistiriciligi-Avciligi-Ilk-Kez-Gecti>. [Son erişim tarihi: 16.12.2019].
- Anonim 2019b. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Ürünleri İstatistikleri. Mart 2019. <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf>
- Anonim 2020. <http://doktorbalik.com/tr/galeri> [Son erişim tarihi: 06.02.2020].
- Aydın, B., Akhan, S., Gümüş, E. and Özbaş, M. (2019). Anesthetic efficacy of clove oil and 2-phenoxyethanol on doctor fish, *Garra rufa* (Heckel, 1843). *Boletim Do Instituto de Pesca*, 45 (4): e506.
- Aydın, B. and Barbas, L.A.L. (2020). Sedative and anesthetic properties of essential oils and their active compounds in fish: A review. *Aquaculture*, 520 (15 April): 734999.
- Aydın, I., Akbulut, B., Küçük, E. and Kumlu, M. (2015). Effects of temperature, fish size and dosage of clove oil on anaesthesia in turbot (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15 (4): 899–904.
- Azad, I. S., Al-Yaqout, A. and Al-Roumi, M. (2014). Antibacterial and immunity enhancement properties of anaesthetic doses of thyme (*Thymus vulgaris*) oil and three other anaesthetics in Sparidentax hasta and Acanthopagrus latus. *Journal of King Saud University - Science*, 26 (2): 101–106.
- Bandeira, G., Pês, T.S., Saccol, E. M.H., Sutili, F.J., Rossi, W. R., Murari, A.L., Baldisserotto, B. (2017). Potential uses of *Ocimum gratissimum* and *Hesperozygis ringens* essential oils in aquaculture. *Industrial Crops and Products*, 97 (March 2017): 484–491.
- Barbas, L.A.L., Hamoy, M., de Mello, V.J., Barbosa, R.P.M., de Lima, H.S.T., Torres, M.F. and Gomes, M.R.F. (2017). Essential oil of citronella modulates electrophysiological responses in tambaqui *Colossoma macropomum*: A new anaesthetic for use in fish. *Aquaculture*, 479: 60–68.
- Barbas, L.A.L., Maltez, L.C., Stringhetta, G.R., Garcia, L. de O., Monserrat, J.M., da Silva, D.T. and Sampaio, L.A. (2017). Properties of two plant extractives as anaesthetics and antioxidants for juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. *Aquaculture*, 469: 79–87.
- Bardakci, F., Ozansoy Ü. and Koptagal E. (2000). A comparison of oogenesis under constant and fluctuating temperature in doctor fish, *Garra rufa* (Heckel, 1843)

- (Teleostei: Cyprinidae). *World Wide Web Journal of Biology*, Volume 5. <http://epress.com/w3jbio/vol5/bardakci/index.html>
- Baydar H., Marquard R.A. ve Karadoğan T., 1999. Isparta yöresinden toplanarak ihracat edilen bazı önemli *Origanum*, *Coridothymus*, *Thymbra*, *Salvia* L. türlerinin uçucu yağ verimi ve kompozisyonu. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt II, Endüstri Bitkileri, 15-18 Kasım, Adana, 416–420 s.
- Benovit, Simone C., Silva, L.L., Salbego, J., Loro, V.L., Mallmann, C.A., Baldisserotto, B., Heinzmann, B.M. (2015). Anesthetic activity and bioguided fractionation of the essential oil of *Aloysia gratissima* (Gillies and Hook.) Tronc. in silver catfish *Rhamdia quelen*. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 87 (3): 1675–1689. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201520140223>
- Benovit, Simone Cristina, Gressler, L. T., de Lima Silva, L., de Oliveira Garcia, L., Okamoto, M. H., dos Santos Pedron, J., Baldisserotto, B. (2012). Anesthesia and Transport of Brazilian Flounder, *Paralichthys orbignyanus*, with Essential Oils of *Aloysia gratissima* and *Ocimum gratissimum*. *Journal of the World Aquaculture Society*.
- Bhattacharya, S. (2016). Doctor Fish *Garra rufa*: Health and Risk. *Journal of FisheriesSciences.Com*, 10 (1): 1–3.
- Bianchini, A.E., Garlet, Q.I., Da Cunha, J.A., Bandeira Junior, G., Brusque, I.C.M., Salbego, J. and Baldisserotto, B. (2017). Monoterpenoids (Thymol, carvacrol and S-(+)-linalool) with anesthetic activity in silver catfish (*Rhamdia quelen*): Evaluation of acetylcholinesterase and GABAergic activity. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 50 (12): 1–8.
- Can, E. and Sümer, 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*, 43: 334–341.
- 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.
- Carter, K.M., Woodley, C.M. and Brown, R.S. (2011). A review of tricaine methanesulfonate for anesthesia of fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 21 (1), 51–59.
- Catarino, M.M. R.S., Gomes, M.R.S., Ferreira, S. M. F. and Gonçalves, S. C. (2019). Optimization of feeding quantity and frequency to rear the cyprinid fish *Garra rufa* (Heckel, 1843). *Aquaculture Research*, 50 (3): 876–881.
- Çelik, P. and Güzel, E. (2017). Farklı su sıcaklıklarının beni balığı (*Cyprinion macrostomus*) yavrularının büyümesi üzerine etkisi. *Menba Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 3 (1–2): 1–7.
- Correia, A.M., Pedrazzani, A.S., Mendonça, R.C., Massucatto, A., Ozório, R.A. and Tsuzuki, M.Y. (2018). Basil, tea tree and clove essential oils as analgesics and

- anaesthetics in *amphiprion clarkii* (Bennett, 1830). *Brazilian Journal of Biology*, 78 (3): 436–442.
- Cunha, M.A., Barros, F.M.C., Oliveira Garcia, L., Lima Veeck, A.P., Heinzmann, B.M., Loro, V.L., and Baldisserotto, B. (2010). Essential oil of *Lippia alba*: A new anesthetic for silver catfish, *Rhamdia quelen*. *Aquaculture*, 306 (1–4) (15 August): 403–406.
- Çetinkaya, O. and Şahin, A. (2005). Balıklarda anestezi uygulamaları ve başlıca anestezikler. Editör: Karataş, M, editör. Balık biyolojisinde araştırma yöntemleri. *Ankara: Nobel Yayınları*. s. 237-273.
- de Oliveira, C.P.B., Lemos, C.H. da P., Felix e Silva, A., de Souza, S.A., Albinati, A.C.L., Lima, A.O. and Copatti, C.E. (2019). Use of eugenol for the anaesthesia and transportation of freshwater angelfish (*Pterophyllum scalare*). *Aquaculture*, 513: 734409.
- de Souza, A. da S.L., Peret, A.C., Hamoy, M., de Souza, R.A.L., Torres, M.F. and Barbas, L.A.L. (2019a). Propofol and essential oil of *Nepeta cataria* induce anaesthesia and marked myorelaxation in tambaqui *Colossoma macropomum*: Implications on cardiorespiratory responses. *Aquaculture*, 500 (May 2018): 160–169.
- de Souza, A. da S.L., Peret, A.C., Hamoy, M., de Souza, R.A.L., Torres, M.F. and Barbas, L.A.L. (2019b). Propofol and essential oil of *Nepeta cataria* induce anaesthesia and marked myorelaxation in tambaqui *Colossoma macropomum*: Implications on cardiorespiratory responses. *Aquaculture*, 500 (1 February): 160–169.
- Demirci, S., Yalçın Özdilek, Ş. and Şimşek, E. (2016). Study on nutrition characteristics of study on nutrition characteristics of *Garra rufa* on the River Asi. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25 (12a): 5999–6004.
- Deshina, I. and Oy, Y. (2017). Anaesthetic effect of *Ocimum gratissimum* extract on *Oreochromis niloticus* juveniles. *The European Journal of Experimental Biology*, 7 (7).
- dos Santos, A.C., Junior, G.B., Zago, D.C., Zeppenfeld, C.C., da Silva, D.T., Heinzmann, B.M. and da Cunha, M. A. (2017). Anesthesia and anesthetic action mechanism of essential oils of *Aloysia triphylla* and *Cymbopogon flexuosus* in silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 44 (1): 106–113.
- Esmaili, H.R. and Ebrahimi, M. (2006). Length-weight relationships of some freshwater fishes of Iran. *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 328–329.
- Façanha, M.F. and Gomes, L.C. (2005). A eficácia do mentol como anestésico para tambaqui. *Acta Amazon*, 35 (1): 71–75.
- Fakılı, O. and Özgüven, M. (2012). Türkiye’de adı kekik (*Thymus vulgaris* L.) konusunda yapılan çalışmaların envanteri. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27 (3): 54–66.
- Froese, R. and Pauly, D. (eds) (2019). FishBase (version Feb 2018). In: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2019 Annual Checklist (Roskov Y., Ower G., Orrell T.,

- Nicolson D., Bailly N., Kirk P.M., Bourgoïn T., DeWalt R.E., Decock W., Nieukerken E. van, Zarucchi J., Penev L., eds.). Species 2000: ISSN 2405-884X. *Naturalis, Leiden, the Netherlands*.
- Fujimoto, R.Y., Pereira, D. M., Silva, J. C. S., de Oliveira, L.C.A., Inoue, L.A.K.A., Hamoy, M. and Barbas, L. A. L. (2018). Clove oil induces anaesthesia and blunts muscle contraction power in three Amazon fish species. *Fish Physiology and Biochemistry*, 44 (1): 245–256.
- Garcia, P.S., Kolesky, S.E. and Jenkins, A. (2010). General anesthetic actions on GABAA receptors. *Current Neuropharmacology*, 8: 2–9.
- Ghazilou, A. and Chenary, F. (2011). Evaluation of Rosemary oil anesthesia in carp. *Journal of Veterinary Research*, 15 (June 2014): 112–118.
- Gökçek, K., Öğretmen, F. and Kanyilmaz, M. (2017). Efficacy of clove oil, 2-phenoxyethanol and benzocaine on European catfish, *Silurus glanis* linnaeus 1758. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17 (1): 129–133.
- Heldwein, C.G., Silva, L.L., Reckzieguel, P., Barros, F.M., Bürger, M.E., Baldisserotto, B., Mallmann, C.A., Schmidt, D., Caron, B.O., Heinzmann, B.M. (2012). Participation of the GABAergic system in the anesthetic effect of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown essential oil. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 45: 436–443.
- Heldwein, C.G., Silva, L. de L., Gai, E.Z., Roman, C., Parodi, T.V. parfau., Bürger, M. E. and Heinzmann, B. M. (2014). S-(+)-Linalool from *Lippia alba*: Sedative and anesthetic for silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 41 (6): 621–629.
- Hoseini, S.M., Taheri Mirghaed, A. and Yousefi, M. (2018). Application of herbal anaesthetics in aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 1–15.
- Jarvis P.L. (2011). Biological synopsis of *Garra rufa*. *Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2946: vi 14p.
- Javahery, S., Nekoubin, H. and Moradlu, A.H. (2012). Effect of anaesthesia with clove oil in fish (review). *Fish Physiology and Biochemistry*, 38 (6): 1545–1552.
- Kara, C., Alp, A. and Simsekli, M. (2010). Distribution of fish fauna on the upper and middle basin of Ceyhan river, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10 (1): 111–122.
- Keivany, Y., Nezamoleslami, A. and Dorafshan, S. (2015). Morphological diversity of *Garra rufa* (Heckel, 1843) populations in Iran. *Iranian Journal of Ichthyology*, 2 (September): 148–154.
- Khumpirapang, N., Chaichit, S., Supat, J., Pikulkaew, S., Mullertz, A. and Okonogi, S. (2018). In vivo anesthetic effect and mechanism of action of active compounds from *Alpinia galanga* oil on *Cyprinus carpio* (koi carp). *Aquaculture*, 496: 176–184.
- Kizak, V., Can, E., Danabaş, D. and Can, Ş.S. (2018). Evaluation of anesthetic potential of rosewood (*Aniba rosaeodora*) oil as a new anesthetic agent for goldfish (*Carassius auratus*). *Aquaculture*, 493 (1 August): 296–301. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.05.013>

- Küçük, S., Öztürk, S. And Çoban, D. (2016). Su ürünlerinde kullanılan anestezikler. *Journal of Adnan Menderes University Agricultural Faculty*, 13 (2): 79–85.
- Le, Q., Hu, J., Cao, X., Kuang, S., Zhang, M., Yu, N. and Yan, X. (2019). Transcriptomic and cortisol analysis reveals differences in stress alleviation by different methods of anesthesia in Crucian carp (*Carassius auratus*). *Fish and Shellfish Immunology*, 84 (October 2018): 1170–1179.
- Lopes, J. M., Souza, C. de F., Schindler, B., Pinheiro, C. G., Salbego, J., Siqueira, J. C. and Baldisserotto, B. (2018). Essential oils from *Citrus x aurantium* and *Citrus x latifolia* (Rutaceae) have anesthetic activity and are effective in reducing ion loss in silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Neotropical Ichthyology*, 16 (2): e170152. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20170152>
- Marking, L.L. and Meyer, F. P. (1985). Are Better Anesthetics Needed in Fisheries? *Fisheries*, 10 (6): 2–5.
- Martins, T., Valentim, A., Pereira, N. and Antunes, L.M. (2019). Anaesthetics and analgesics used in adult fish for research: A review. *Laboratory Animals*, 53 (4): 325–341.
- Masoumeh, E. and Masoumeh, B. (2018). Effects of four anesthetics, clove extract, thyme extract, lidocaine, and sodium bicarbonate on the blood parameters and cortisol amount in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Journal of Marine Biology and Aquaculture*, 4 (1): 1–4.
- Mazandarani, M. and 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.
- Mazandarani, M., Hoseini, S.M. and Dehghani Ghomshani, M. (2017). Effects of linalool on physiological responses of *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) and water physico-chemical parameters during transportation. *Aquaculture Research*, 48 (12): 5775–5781.
- Metin, S., Didinen, B. I., Kubilay, A., Pala, M. and Aker, İ. (2015). Bazı tıbbi bitkilerin gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) üzerinde anestezik etkilerinin belirlenmesi. *LIMNOFISH-Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 1 (1): 37–42.
- Mitjana, O., Bonastre, C., Tejedor, M.T., Garza, L., Esteban, J. and Falceto, M.V. (2018). Simultaneous effect of sex and dose on efficacy of clove oil, tricaine methanesulfonate, 2-phenoxyethanol and propofol as anaesthetics in guppies, *Poecilia reticulata* (Peters). *Aquaculture Research*, 49 (6): 2140–2146.
- Mohammadizarejabad, A., Darvish Bastami, K., Sudagar, M., Pourali Motlagh, S., 2010. Haematology of great sturgeon (*Huso huso*) juvenile exposed to clove powder as an anesthetic. *Comparative Clinical Pathology*, 19: 465–468. <https://doi.org/10.1007/s00580-009-0886-8>
- Netto, J.D.L., Oliveira, R.S.M. and Copatti, C.E. (2017). Efficiency of essential oils of *Ocimum basilicum* and *cymbopogon flexuosus* in the sedation and anaesthesia of Nile tilapia juveniles. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 89 (4): 2971–2974.

- Ozcelik, S., Polat, H.H., Akyol, M., Yalcin, A.N., Ozcelik, D. and Marufihah, M. (2000). Kangal hot spring with fish and psoriasis treatment. *The Journal of Dermatology*, 27 (6): 386–390.
- Paruğ, Ş. (2012). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Deniz balıkları yetiştiriciliğinde farklı anestezi maddelerinin yöntem ve uygulama dozlarının araştırılması, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı, 170 s.
- Pedrazzani, A.S. and 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.
- Pereira-da-Silva, E.M., de Oliveira, R.H.F. and Nero, B.Del. (2016). Menthol as anaesthetic for Lambari *Astyanax altiparanae* (Garutti & Britski 2000): Attenuation of stress responses. *Aquaculture Research*, 47, 1413–1420.
- Readman, G.D., Owen, S.F., Knowles, T.G. and Murrell, J.C. (2017). Species specific anaesthetics for fish anaesthesia and euthanasia. *Scientific Reports*, 7 (1), Article number: 7102.
- Ribeiro, A.S., Batista, E.D.S., Dairiki, J.K., Chaves, F.C.M. and Inoue, L.A.K.A. (2016). Anesthetic properties of *Ocimum gratissimum* essential oil for juvenile matrinxã. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 38 (1), 1–7.
- Ribeiro, P.A.P., de Melo Hoyos, D.C., de Oliveira, C.G., Flora, M.A.L. Della, & Luz, R.K. (2019). Eugenol and benzocaine as anesthetics for *Lophiosilurus alexandri* juvenile, a freshwater carnivorous catfish. *Aquaculture International*, 27 (1), 313–321.
- Romaneli, R. de S., Boaratti, A.Z., Rodrigues, A.T., Queiroz, D.M. de A., Khan, K.U., Nascimento, T.M.T. Mansano, C.F.M. (2018). Efficacy of benzocaine, eugenol, and menthol as anesthetics for freshwater angelfish. *Journal of Aquatic Animal Health*, 30 (3): 210–216.
- Roohi, Z. and 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.
- Ruane, N.M., Collins, E.M., Geary, M., Swords, D., Hickey, C. and Geoghegan, F. (2013). Isolation of *Streptococcus agalactiae* and an aquatic birnavirus from doctor fish *Garra rufa* L. *Irish Veterinary Journal*, 66 (1): 2–5. <https://doi.org/10.1186/2046-0481-66-16>
- Santos Batista, E., Brandão, F.R., Majolo, C., Inoue, L.A.K.A., Maciel, P.O., de Oliveira, M.R. and Chagas, E.C. (2018). Lippia alba essential oil as anesthetic for tambaqui. *Aquaculture*, 495 (April): 545–549.
- Sary, C., Carbonera, F., Silva, M.C. da, Oliveira, M., Lewandowski, V., Todesco, H. and Ribeiro, R. P. (2019). Effect of clove (*Eugenia caryophyllus*) and cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) essential oils in Nile tilapia diets on performance, antioxidant power and lipid oxidation in fillets. *Aquaculture Research*, 50 (2), 673–679.

- Serezli R, Okumuş İ, Akhan S. 2005. Anaesthetics in aquaculture. *Turk J Fish Aquatic Life*. 4: 475-480.
- Silva, L. de L., Parodi, T.V., Reckziegel, P., Garcia, V. de O., Bürger, M.E., Baldisserotto, B. and Heinzmann, B. M. (2012). Essential oil of *Ocimum gratissimum* L.: Anesthetic effects, mechanism of action and tolerance in silver catfish, *Rhamdia quelen*. *Aquaculture*, 350–353, 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.012>
- Silva, L.L., Garlet, Q. I., Benovit, S.C., Dolci, G., Mallmann, C.A., Bürger, M. E. and Heinzmann, B. M. (2013). Sedative and anesthetic activities of the essential oils of *Hyptis mutabilis* (Rich) Briq. and their isolated components in silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 46 (9): 771–779.
- Silva, Lenise L., Balconi, L.S., Gressler, L.T., Garlet, Q.I., Sutili, F.J., Vargas, A.P.C. and Heinzmann, B.M. (2017). S-(+)- and r-(-)-linalool: A comparison of the in vitro anti-aeromonas hydrophila activity and anesthetic properties in fish. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 89 (1): 203–212.
- Skår, M.W., Haugland, G.T., Powell, M.D., Wergeland, H.I., Samuelsen, O.B. (2017). Development of anaesthetic protocols for lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.): Effect of anaesthetic concentrations, sea water temperature and body weight. *PLoS One*, 12(7): e0179344.
- Taheri Mirghaed, A., Ghelichpour, M. and 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.
- Taheri Mirghaed, A., Ghelichpour, M., Zargari, A. and Yousefi, M. (2018). Anaesthetic efficacy and biochemical effects of 1,8- cineole in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792). *Aquaculture Research*, 49: 2156–2165.
- Taheri Mirghaed, A., Yasari, M., Mirzargar, S.S. and Hoseini, S.M. (2018). Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) anesthesia with myrcene: efficacy and physiological responses in comparison with eugenol. *Fish Physiology and Biochemistry*, 44 (3): 919–926.
- Tarkhani, R., Imani, A., Jamali, H. and Farsani, H.G. (2017). Anaesthetic efficacy of eugenol on various size classes of angelfish (*Pterophyllum scalare* Schultze, 1823). *Aquaculture Research*, 48 (10): 5263–5270.
- Tarkhani, R., Imani, A., Jamali, H. and Sarvi Moghanlou, K. (2017). Anaesthetic efficacy of eugenol on Flowerhorn (*Amphilophus labiatus* × *Amphilophus trimaculatus*). *Aquaculture Research*, 48 (6): 3207–3215.
- Teimori, A., Esmaeili, H.R. and Ansari, T.H. (2011). Micro-structure consideration of the adhesive organ in doctor fish, *Garra rufa* (Teleostei; Cyprinidae) from the persian gulf basin. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11 (3): 407–411.
- Teixeira, R.R., de Souza, R.C., Sena, A.C., Baldisserotto, B., Heinzmann, B. M., Couto, R.D. and Copatti, C. E. (2017). Essential oil of *Aloysia triphylla* in Nile tilapia:

- anaesthesia, stress parameters and sensory evaluation of fillets. *Aquaculture Research*, 48 (7): 3383–3392.
- Teta, C. and Kaiser, H. (2019). Menthol as an alternative anaesthetic and sedative for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *African Journal of Aquatic Science*, 5914: 1–6.
- Toncer, O., Karaman, S., Kizil, S. and Diraz, E. (2009). Changes in essential oil composition of oregano (*Origanum Onites L.*) due to diurnal variations at different development stages. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj*, 37 (2): 177–181.
- Tondolo, J.S.M., De Amaral, L.P., Simões, L.N., Garlet, Q.I., Schindler, B., Oliveira, T. M. and Heinzmann, B.M. (2013). Anesthesia and transport of fat snook centropomus parallelus with the essential oil of *Nectandra megapotamica* (Spreng.). *Neotropical Ichthyology*, 11 (3), 667–674.
- Uehara, S. A., Andrade, D.R., Takata, R., Gomes Júnior, A.V. and Vidal, M.V. (2019). The effectiveness of tricaine, benzocaine, clove oil, and menthol as anesthetics for lambari-bocarra *Oligosarcus argenteus*. *Aquaculture*, 502 (15 March): 326–331. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.12.054>
- Vilhena, C.S., do Nascimento, L.A.S., de Aguiar Andrade, E.H., da Silva, J.K.R., Hamoy, M., Torres, M.F., Barbas, L.A.L. (2019). Essential oil of *Piper divaricatum* induces a general anaesthesia-like state and loss of skeletal muscle tonus in juvenile tambaqui, *Colossoma macropomum*. *Aquaculture*, 510 (15 August): 169–175.
- Wildgoose, W.H. (2012). A review of fish welfare and public health concerns about the use of *Garra rufa* in foot spas. *Fish Veterinary Journal*, (13): 3–16.
- Yanar, M., Kumlu, M., 2001. The anesthetics effects of quinaldine sulphate and/or diazepam on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 25: 185–189.
- Yanar, M. and Genç, E. (2004). Farklı sıcaklıklarda kinaldin sülfatın diazepam ile birlikte kullanılmasının *Oreochromis niloticus L. 1758 (Cichlidae)* üzerindeki anestezi etkileri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28: 1001–1005.
- Yedier, S., Kontaş, S., Bostancı, D. and Polat, N. (2016). Otolith and scale morphologies of doctor fish (*Garra rufa*) inhabiting Kangal Balıklı Çermik thermal spring. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 15 (4): 1593–1608.
- Yousefi, M., Anatolyevich, Y., Evgeny, V., Kulikov, V. and Ghelichpour, M. (2019). Change in blood stress and antioxidant markers and hydromineral balance of common carp (*Cyprinus carpio*) anaesthetized with citronellal and linalool: Comparison with eugenol. *Aquaculture Research*, 50 (4): 1313–1320.
- Yousefi, M., Hoseini, S.M., Vatnikov, Y.A., Nikishov, A.A. and Kulikov, E.V. (2018). Thymol as a new anesthetic in common carp (*Cyprinus carpio*): Efficacy and physiological effects in comparison with eugenol. *Aquaculture*, 495 (1 October): 376–383.

- Yousefi, M., Hoseinifar, S.H., Ghelichpour, M. and Hoseini, S.M. (2018). Anesthetic efficacy and biochemical effects of citronellal and linalool in common carp (*Cyprinus carpio Linnaeus, 1758*) juveniles. *Aquaculture*, 493 (1 August): 107–112.
- Zahl, I.H., Kiessling, A., Samuelsen, O.B. and 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) (1 October): 52–59.



ÖZGEÇMİŞ

NIHAT ORHAN

lordoftheword@hotmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2017-2020	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği A.B.D., Antalya
Lisans 2010-2014	Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği, Antalya