



BIBAD

Research Journal of Biology Sciences

Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi

E-ISSN:1308-0261 12(2): 13-21, 2019

2-Fenoksietanol ve Karanfil Esansiyel Yağının Sarı Prenses (*Labidochromis caeruleus*) ve Ahli (*Sciaenochromis fryeri*) Balıkları Üzerine Anestetik Etkileri

Vefa KOÇAK¹, Erkan CAN^{2,*}

¹Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 62000, Tunceli, Türkiye.

²İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35620, İzmir, Türkiye.

*Corresponding Author

E-mail: ecanengineer@gmail.com

Özet

2-Fenoksietanol (2-PE), renksiz ve 1,11 gr/mL yoğunlukta yağ içeren bir anestetiktir. Karanfil bitkisinden ekstrakte edilen karanfil esansiyel yağı (KEY) ise, karanfil bitkisinin tomurcuk, yaprak ve dallarından elde edilen bir üründür. Çalışmada KEY; 10, 15, 25, 50, 75, 100 25 µL L⁻¹ ve 2-PE; 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6 ve 0,7 mL L⁻¹ olarak 6'şar farklı konsantrasyonda sarı prenses (*Labidochromis caeruleus*, ortalama ağırlığı 1,19±0,14 gr, toplam boyu 3,88±0,28 cm) ve ahli (*Sciaenochromis fryeri*, ortalama ağırlığı 1,22±0,07 gr, toplam boyu 4,22±0,24 cm) yavru bireylerinde test edilmiştir. 2-PE'nin 0,5 mL L⁻¹ ve KEY'nin 25 µL L⁻¹ dozları her iki tür için de minimum etkili konsantrasyonlar (MinEK) olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, 2-PE ve KEY'nin tropikal balık türlerinde anestetik ve sakinleştirici ajan olarak kullanışlı olduğu, ayrıca KEY'nin 2-PE'den en az 10 kat daha düşük konsantrasyonlarda güvenli olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: 2-Fenoksietanol, karanfil, anestezi, esansiyel yağ, *Labidochromis caeruleus*, *Sciaenochromis fryeri*

Anesthetic Effects of 2-Phenoxyethanol and Clove Essential Oil on Yellow Princess (*Labidochromis caeruleus*) and Electric Blue Hap (*Sciaenochromis fryeri*)

Abstract

The ornamental fish referred to as living jewels has a commercial interest for aquarium hobbyist and entrepreneurs. 2-Phenoxyethanol (2-PE) is a colorless, oily anesthetic with a density of 1.11 g/mL. The clove essential oil (CEO) extracted from the plant is a product obtained from the buds, leaves and branches of the clove plant. In the present study, six concentrations of clove oil (10, 15, 25, 50, 75, 100 µL L⁻¹) and 2-phenoxyethanol (0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 1) were evaluated to determine their optimal anesthetic dose on juvenile yellow princess (*Labidochromis caeruleus*, 1.19±0.14 g, 3.88±0.28 cm) and electric blue hap (*Sciaenochromis fryeri*, 1.22±0.07 g, 4.22±0.24 cm). The minimum effective concentrations (MinEC) of 2-PE was 0.5 mL L⁻¹ and CEO was 25 µL L⁻¹ for both species. At the end of the study, it was concluded that both 2-PE and CEO are useful sedative agent in tropical fish species, yet CEO can be used more safely in 10-fold lower concentrations than 2-PE.

Keywords: 2-Phenoxyethanol, clove essential oil, anesthesia, *Labidochromis caeruleus* and *Sciaenochromis fryeri*

GİRİŞ

Su ürünleri sektöründe balıklar üzerinde yapılan çeşitli manipülasyonlar (morfolometrik ölçümler, boylama, aşı, sağım, transfer vb) balık davranışını ve fizyolojisini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Günümüzde akuakültür sektöründe stresi en aza indirmek için çoğunlukla 2-Fenoksietanol (2-PE), karanfil esansiyel yağı (KEY), benzokain, kinaldin, MS-222, klorbütanol, metomidet, propanidit, etomidet gibi anestetikler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlara ek olarak ketamin, saffan, halaton, kloralhidrat, diazepam ve benzeri maddeler sakinleştirici ve anestetik olarak kullanılmakta, ancak diğerlerine göre nispeten az kullanıldığından pek bilinmemektedir (1).

2-PE (etilen glükol monofenil eter, 1-hidroksi 2-fenoksietan ya da fenoksinol), renksiz ve 1,11 gr/ml yoğunlukta yağ içeren bir anestetiktir. Suda orta derecede (25°C'de, 26,7 gr/l), etanolde ise kolayca çözünür (2). Anestezi sırasındaki etkinlik ve güvenilirliği birçok balık türünde denenmiştir (3,4). Buna ek olarak, 2-PE, herhangi bir tampon çözeltisine gerek duyulmadan kullanılabilirdiği için birçok balık anestetikine kıyasla avantajlıdır. Bu özelliği sayesinde, su ürünleri sektöründe geniş bir kullanım alanı bulmuştur (5-7).

KEY ise, karanfil (*Eugenia aromatica*, Baillon) ağacının kurutulmuş tomurcuk, yaprak ve dallarından elde edilen bir üründür (8). KEY'nin içeriğinde yaklaşık %85-95 oranında eugenol bulunmaktadır (9). KEY, insan sağlığı açısından

güvenli olarak belirlenmesine rağmen balık anestetikliği olarak kullanımı konusundaki bilgiler sınırlıdır. Bu esansiyel yağ dünya çapında gıda katkısı, antifungal ve diş hekimliği alanında asırlardır anestetik madde olarak kullanılmaktadır (10). İnsan gıdası olarak 1,5 mg/kg-gün oranında doğrudan ya da katkı maddesi olarak güvenli bir şekilde kullanılmasına karşın, henüz balık anestetikliği olarak onaylanmamıştır. Bununla birlikte KEY içeren Aqüi-S ürünü vücuttan atılma süresi kriteri konulmaksızın Şili, Faroe Adaları, Yeni Zelanda ve Avustralya'da onaylanmıştır (11) ve bu yeni anestetik maddenin su ürünleri yetiştiricilik sektörüne girdiği bilinmektedir (12). KEY'nin balık anestetikliği olarak kullanımına dair çalışmalar son yıllarda yoğunlaşmıştır (13-16).

Canlı mücevherler olarak adlandırılan süs balıkları akvaryum meraklıları ile bu sektörde iştigal eden girişimciler için ticari olarak önemli bir değere sahiptir (17,18,19). Özellikle, Malawi gölü orijinli olan *Sciaenochromis fryeri* ve *Labidochromis caeruleus* türleri dünya akvaryum endüstrisi için popüler olan başlıca türlerdendir. *S. fryeri* Malawi Gölü'nde, özellikle gölün orta alanlarında bol miktarda bulunur (20). Erkeklerde parlak mavi renklenme *S. fryeri*'nin en belirgin özelliğidir. Bu türlerde, erkekler doğal olarak cinsel olgunluğun başlangıcında parlak mavi bir renklenme elde ederken, dişiler ve genç yavrular gümüş grisidir (21). *L. caeruleus* ise Malawi Gölü'ndeki geniş derinlik aralığında yayılım gösteren bir çiklit türüdür (22).

Bu tür parlak veya soluk sarı renktedir ve beslenmelerine bağlı olarak renklenme gösterirler.

Anestezi olmadan balıklara yapılan manipülasyonlar, yüksek ölüm oranlarına neden olabilmekte ve hayatta kalan balıklar ise fırsatçı mantar veya bakteriyel enfeksiyonlara karşı duyarlı bırakabilmektedir. Bu nedenle, hayvan refahını konu alan 2010/63 sayılı AB yönetmeliği yapılan her türlü uygulamada türe uygun anestetik kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmada, bir kimyasal olan 2-PE ile doğal kaynaklı KEY'nin sarı presnes ve ahli yavru bireylerinde anestetik olarak kullanımı için uygun konsantrasyonlar ve minimum etkili konsantrasyonlar (*MinEK*) araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Balık, KEY ve 2-PE temini

Çalışmada kullanılan sarı presnes (126 adet, ortalama ağırlıkları 1,19±0,14 gr, ortalama total boyları 3,88±0,28 cm) ve ahli (126 adet, ortalama ağırlıkları 1,22±0,07 gr, ortalama total boyları 4,22±0,24 cm) yavruları akvaryum balıkçılığı yapan özel bir firmadan (Oğuz Akvaryum, Elazığ, Türkiye) alınmıştır. Anestetikler ise (KEY CAS#0008000348, reaktif indeks: n20/D 1.532(lit.), yoğunluk: 1.04 g/mL, 25 °C(lit.), *Eugenia spp.*) ve 2-PE CAS#122-99-6, saflık ≥99%, reaktif indeks: n20/D 1.539, yoğunluk: 1.107 g/mL, 20 °C(lit.)) Sigma firmasından temin edilmiştir.

Denemelerin kurulması ve yönetimi

Çalışmada KEY (10, 15, 25, 50, 75, 100 µl/l) ve 2-PE'nin (0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6 ve 0,7 ml/l) 6 farklı konsantrasyonu kullanılmıştır. Anestezi denemeleri için bir gün öncesinden balıklar, su sıcaklığı istenen düzeyde (25°C) ayarlı olan ve sürekli havalandırma yapılan akvaryum (160 l) içerisinde yirmi dört saat bekletilerek akvaryum şartlarına hazırlanmıştır. Akvaryumlar; anestezi uygulaması ve anestezi denemelerinden çıkan balıkların takibinde kullanılmak üzere ikili setler halinde hazırlanmış ve denemeler üç tekrarlı olarak yürütülmüştür. Akvaryumlar yapılan her bir denemeden sonra temizlenerek tekrar hazırlanmıştır. Arzu edilen su sıcaklığını sağlamak için 100 watt'lık termostatlı ısıtıcılardan yararlanılmıştır. Suyun sıcaklık değerleri 0,1°C hassasiyette dijital termometre ile, çözünmüş oksijen ise portatif oksijenmetre yardımı (YSI Profesyonel Plus) ile ölçülmüştür.

Denemenin yapıldığı 1 litrelik akvaryumlarda her grup için 7 adet balık kullanılmıştır. Akvaryumlara deneme süresince hava taşı ile hafif havalandırma yapılarak çözünmüş oksijen içeriklerinin 7,0-7,5 mg/l düzeyinde kalması sağlanmıştır. Anestetik maddeler, deneme tanklarına ilave edildikten sonra balıkların davranışları Tablo 1'de belirtilen safhalara göre izlenmiş ve safhaların süreleri kronometre ile kaydedilmiştir. MinEK değerleri, Marking ve Mayer (23) tarafından belirlenen süre bazlı kriter ile (3 dakika içinde tam induksiyon ve 5 dakika içinde tam uyanma) belirlenmiştir (6,7).

Tablo 1. Anestezi safhaları (7,13)*

Anestezi Safhası	Kod	Bahğin Davranışı
Kısmi Denge Kaybı	A3	Kuvvetli dış uyarılara karşı tepkisizdir, düzensiz yüzme görülür, solungaç hareketleri hızlanmışır.
Reflekslerin Kaybolması	A5	Refleksleri kaybolur, solungaç kapakları yavaş ve düzensizdir.
Dengenin Kısmi Olarak Kazanımı	R1	Solungaç hareketleri artar, kısmi denge ve yüzme kabiliyeti görülür.
Yüzme	R3	Balık normal yüzmeye başlar.

*Keene vd., (13) induksiyon aşamalarını 6 safhada, iyileşmeyi 5 safhada değerlendirmiştir. Balık anestezi uygulamalarında, bu kadar çok safhanın birbirinden kesin ayrımı çok güçtür. Karışıklıkları önlemek adına her 2 aşamaya ait safhalar Tablo'da gösterildiği ve Can vd., (7)'de uygulandığı gibi ikiye indirilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Verilerin analizinde SPSS 18 istatistik programı kullanılmıştır. Uygulama ortalamalarına ait varyansların homojenliği Levene testi ile belirlenmiştir. Homojenliğin sağlanmadığı durumlarda, Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Her iki anestetik maddenin konsantrasyonları arasında fark olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak tespit edilmiştir. Ayrıca, her iki anestetik maddenin konsantrasyonları ile etki süreleri arasında ilişki lineer regresyon analizi ile irdelenmiştir.

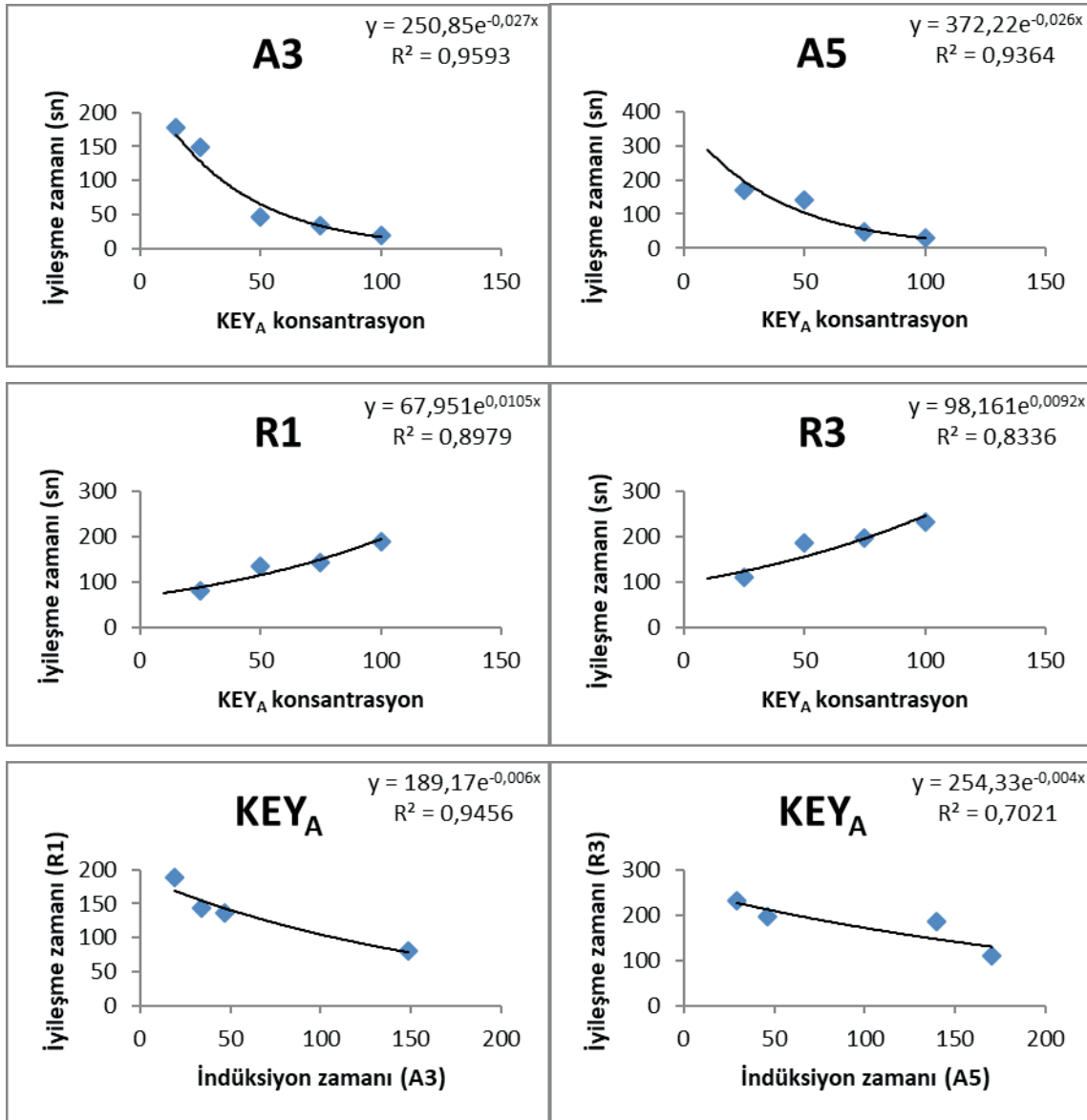
BULGULAR

Ahli Denemeleri

Ahli KEY (KEY_A) Denemeleri

İndüksiyon süresi, genellikle, KEY'nin artan konsantrasyonları ile bu türde önemli ölçüde azalmıştır. İyileşme süresi ise artan KEY konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak artmıştır. Ancak induksiyonun ilk safhası (A3) ile iyileşmenin son (R3) safhasında 50 µl/l ve 75 µl/l konsantrasyonlarında bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

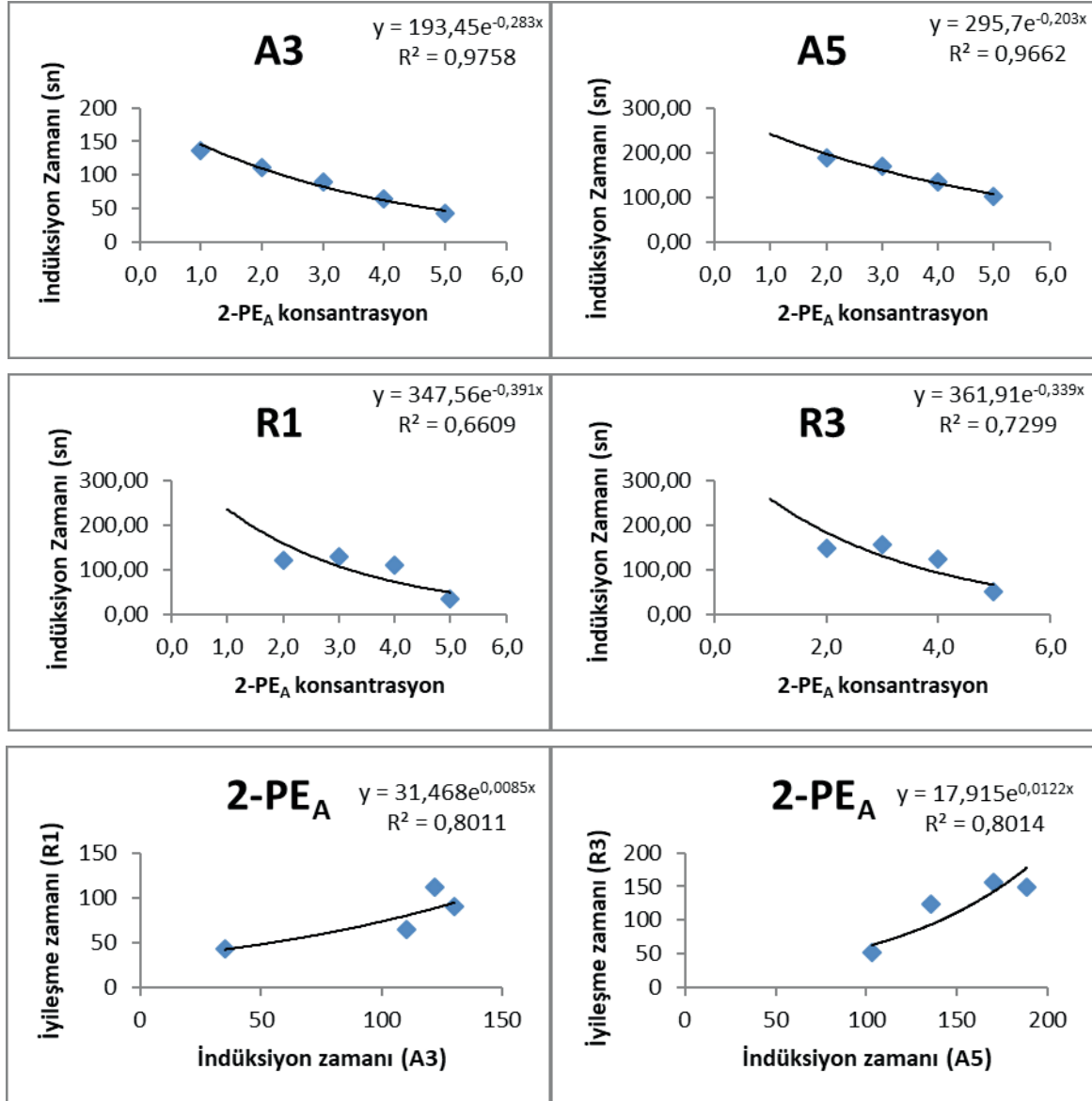
Derin anestezi süresi, *S. fityeri* türünde doz artışına bağlı olarak azalmış ve 170 sn den 29 sn ye düşmüştür. Tam iyileşme (R3) için en uzun süre 230 sn olmuştur. Minimum etkili konsantrasyon (*MinEK*), derin anestezi için bu türde 25 µl/l olarak belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Ahli balıklarında KEY ile yapılan anestezi denemesinin farklı safhalarında konsantrasyon-süre ilişkileri ile indüksiyon ve iyileşme zamanları arasındaki ilişkiler

Ahli 2-PE (2-PE_A) Denemeleri

İndüksiyon süresi, genellikle, 2-PE'ün artan konsantrasyonları ile Ahli türünde önemli ölçüde azalmıştır. Bunun yanında KEY'nda görüldüğü farklı olarak, fenoksi etanolde konsantrasyon artışı ile iyileşme zamanında önce önemsiz bir artış gözlenmiş daha sonra ters orantılı olarak önemli derecede azalmıştır (Şekil 2). Denemelerin en düşük dozu olan 0,2 ppm de A3 safhası gerçekleşmemiştir.



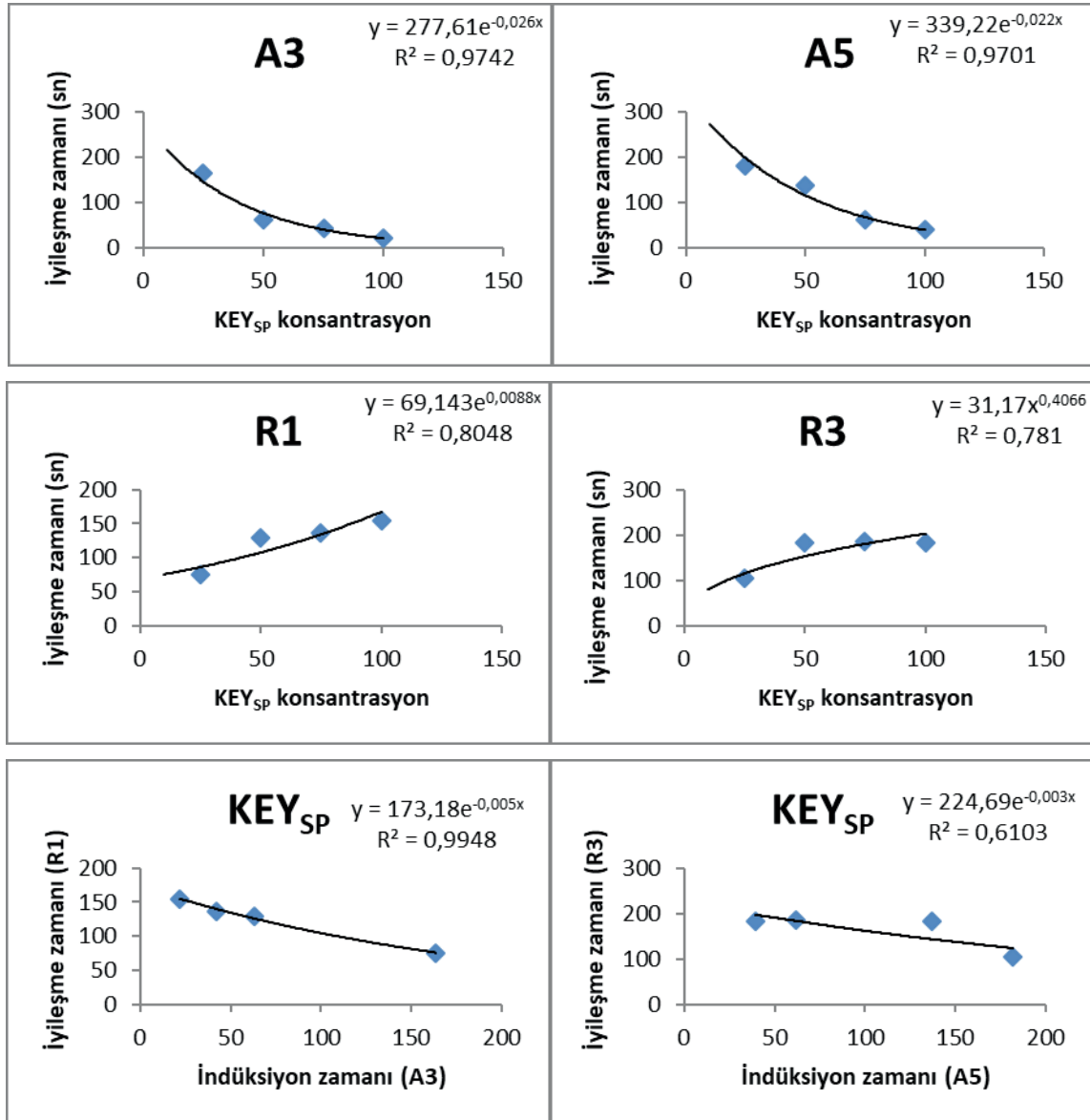
Şekil 2. Ahli balıklarında 2-PE ile yapılan anestezi denemesinin farklı safhalarında konsantrasyon-süre ilişkileri ile indüksiyon ve iyileşme zamanları arasındaki ilişkiler

Derin anestezi, ahli için 103 sn ile 188 sn arasında gerçekleşmiştir. Tam iyileşme (R3) 52-149 saniye arasında gerçekleşirken, *MinEK*, bu tür için derin anestezi safhasında 0,5 ml/l olarak bulunmuştur (Şekil 2).

Sarı Prenses Denemeleri

Sarı Prenses *KEY* (*KEY_{sp}*) Denemeleri

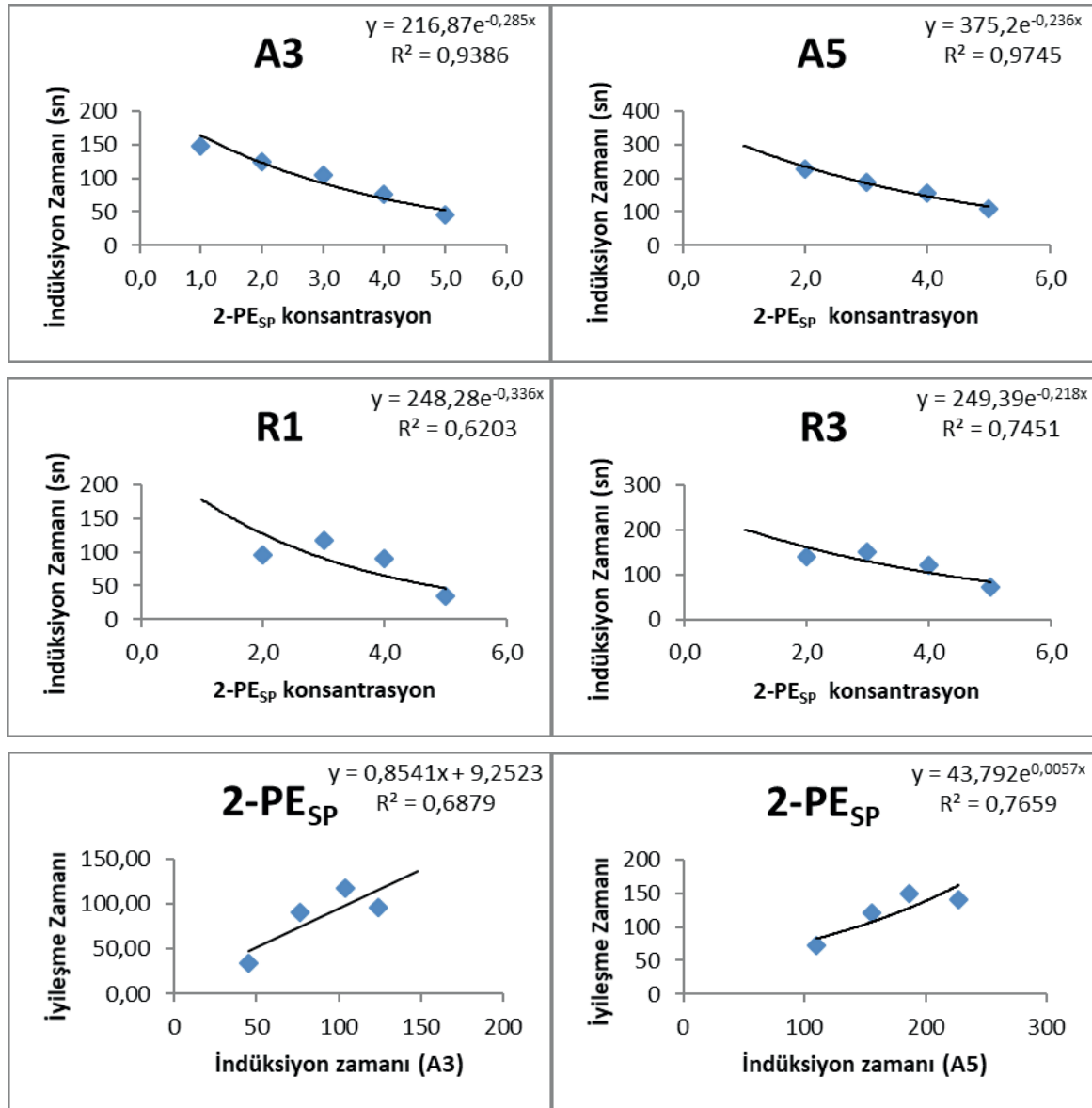
İndüksiyon süresi, genellikle, *KEY*'nin artan konsantrasyonları ile sarı prenses türünde önemli ölçüde azalmıştır. İyileşme süresi ise artan *KEY* konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak artmıştır. Bununla birlikte, iyileşmenin son safhası olan R3 safhasında 50 µl/L ve 75 µl/L konsantrasyonlardaki artış önemsiz bulunurken, 100 µl/L konsantrasyonlarında önemsiz bir azalma gözlenmiştir. Derin anestezi, *L. caeruleus* için 39 sn ile 181 sn arasında gözlenmiştir. Tam iyileşme (R3) 109 sn sonrasında gerçekleşirken, *MinEK*, derin anestezi safhasında bu tür için de 25 µl/L olarak tespit edilmiştir. (Şekil 3).



Şekil 3. Sarı prenses balıklarında KEY ile yapılan anestezi denemesinin farklı safhalarında konsantrasyon-süre ilişkileri ile indüksiyon ve iyileşme zamanları arasındaki ilişkiler

Sarı prenses 2-PE Denemeleri

İndüksiyon süresi, genellikle, 2-PE'ün artan konsantrasyonları ile sarı prenses türünde önemli ölçüde azalmıştır. İyileşme süresi ise artan konsantrasyonu ile önce doğru orantılı olarak artmıştır sonra ters orantılı olarak azalmıştır. (Şekil 4). Denemelerin en düşük dozu olan 0,2 ppm için (A3) safhası gerçekleşmediğinden deneme bu konsantrasyon için bu aşamadan itibaren sonlandırılmıştır.



Şekil 4. Sarı prenses balıklarında 2-PE ile yapılan anestezi denemesinin farklı safhalarında konsantrasyon-süre ilişkileri ile induksiyon ve iyileşme zamanları arasındaki ilişkiler

Sarı prenses türünde derin anestezi için geçen süre 110 sn ile 227 sn arasında bulunmuştur. Tam iyileşme (R3) 72-139 saniye arasında gerçekleşirken, *MinEK*, bu tür için derin anestezi safhasında 0,5 ml/l olarak belirlenmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Balıklarda yapılan anestezi uygulamalarında ideal bayılma süresinin yaklaşık olarak 3 dakikadan daha az sürmesi, ayılmanın ise 5 dak içerisinde gerçekleşmesi beklenmektedir (23). Metin vd., (24) tarafından yapılan bir anestezi çalışmasında, bazı tıbbi aromatik bitkilerin *Oncorhynchus mykiss* üzerindeki anesteziye giriş ile anestezi sonrası uyanma süreleri çalışılmıştır. Anesteziye giriş süresinin karanfil uçucu yağında 0,5 ila 3 dak; lavanta uçucu yağında 2 ila 3 dak; nane uçucu yağında 3 ila 6 dak arasında değiştiği saptanmıştır. Anesteziden çıkış süresinin ise *KEY*'nda 3 ila 30 dak; lavanta yağında 1 dak; nane yağında 2 ila 9 dak olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki bayılma süresi ve iyileşme sürelerinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. *MinEK*, her iki tür için de 25 µl/l olup önceki çalışmalar ile karşılaştırılması Tablo 2'de gösterilmiştir. Yapılan bu çalışmada, ayrıca, 2-PE ve *KEY*'nin konsantrasyonlarındaki artışa paralel olarak ilk ve tam denge kaybı sürelerinin

genellikle azaldığı ve negatif ilişki gösterdiği tespit edilmiştir. Bu ilişki diğer araştırmacılar tarafından 2-PE ile anestezi edilen diğer balıklarda da gözlenmiştir (4,25).

Anestetik madde olarak karanfil uçucu yağı son yıllarda yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Akvaryum balıklarında yapılan çalışmalarda karanfil yağının anestetik etki gösterdiği bildirilmiş olup doğal, bulunması kolay, ucuz, güvenli, herhangi bir yan etkisi olmaması nedeniyle tavsiye edilmektedir (26-29). Özellikle düşük sıcaklıklarda benzokain ve MS-222'ye nazaran daha etkili olduğu (30) ve vücuttan atılım süresinin önemsiz denecek seviyede kısa sürdüğü bildirilmiştir (30,31). Yapılan başka bir çalışmada, 40 mg/l konsantrasyonunda *KEY* kullanılarak güvenli ve etkili bir biçimde sazan balıklarını anesteziye aldıkları; anesteziye giriş sürecinin 3 dakikadan daha az bir sürede şekillendiği; anesteziden çıkışın ise doza bağlı olmadan 4 dakikada şekillendiğini belirtilmiştir (32). Bu çalışmadaki anestezi uygulamalarında, *KEY* denemelerinde induksiyon süresi, *KEY*'nin artan konsantrasyonları ile ahli ve sarı prenses

türünde önemli ölçüde azalmıştır. İyileşme süresi ise ahli ve sarı prenses türünde artan *KEY* konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak artmıştır. *KEY* diğer anestetiklere oranla, anesteziye girme süresi kısa, çıkma süresi ise uzun olan bir materyaldir. Keene vd.,(13) bun un en önemli nedeninin, yüksek lipit çözünürlüğü ve solunum hızının düşüşü sonucu vücuttan atılmasının uzun sürmesi olduğunu bildirmişlerdir. *2-PE* denemelerinde de *KEY* denemesinde olduğu gibi anesteziye girme süreleri birbirine benzerlik göstermiştir. *MinEK*, her iki tür içinde derin anestezi safhasında 0,5 ml/l olarak bulunmuş olup literatürdeki benzer çalışmalar ile karşılaştırılması Tablo 3'te verilmiştir. İndüksiyon süresi, *2-PE* denemelerinde, *2-PE*'ün artan konsantrasyonları ile ahli türünde genellikle azalmıştır. Bununla birlikte, *KEY*'nda görüldüğü farklı olarak *2-PE* de konsantrasyon artışı ile iyileşme zamanında önce önemsiz bir artış gözlenmiş daha sonra da ters orantılı olarak önemli derecede azalmıştır. Bu durum, Can vd., (33) tarafından yine akvaryum balıklarında papatya (*Matricaria chamomilla*) uçucu yağı ile yapılan bir çalışmada da bildirilmiştir. Bunun sebebi ise belli bir süre sonra balığın daha kısa süre anestetik maddeye maruz kalmasının dokularda daha az birikmesi olabilir.

Bu çalışmada, *KEY* ve *2-PE*'ün balıklara uygulandıktan sonra, ayılma işlemi sonucunda anestetik maddenin gözle görülen herhangi bir yan etki göstermediği ve anestezi uygulama sonrasında balıkların önceki hallerine

kavuştukları gözlemlenmiştir. Bununla birlikte gözleme dayalı tespit edilemeyen bazı fizyolojik etkilerinin olabileceği bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiş olup anesteziye maruz kalan balıklardaki fizyolojik değişiklikleri de değerlendirmekte fayda bulunmaktadır (34). Ek olarak, su kalitesi ve türler, uzunluk ve ağırlık, cinsiyet, yılın zamanı, durum, hastalık ve stres gibi biyolojik faktörler, anestezi prosedürleri ve tekniği de fizyolojik tepkileri (örneğin kortizol üretimi) değiştirebilir ve / veya artırabilir (15,6).

Akuakültürde kullanılan *KEY*'nin türlere göre kullanım dozları Tablo 2 de gösterilmiş olup bizim çalışmamıza en yakın değer palyaço balığı (*Amphiprion ocellaris*) (28) ile yapılan çalışmada görülmüştür. Anestetik konsantrasyonlarının etkinliği balık türlerine ve ortam şartlarına göre farklılık gösterebilmektedir (6,35). Balık anestezisi ile ilgili çalışmalarda anestezi safhalarının birbirinden kesin olarak ayrımı güç olmaktadır. Bu durum ise, çeşitli araştırmacıların değerlendirmeleri arasında karışıklıklara yol açmaktadır (36). Keene vd., 1998'de yaptıkları çalışmada indüksiyon aşamalarını 6 basamakta, iyileşmeyi 5 basamakta değerlendirmişlerdir. Bu tür karışıklıkların ortadan kaldırılması adına safhaların 2'şer basamakla değerlendirilmesinin (7) daha gerçekçi ve uygun olacağı düşünülmektedir.

Tablo 2. Bazı *KEY* uygulamalarının akuakültürde kullanılan farklı balık türlerinde belirlenen *MinEK* değerleri

Tür	Ağırlık (g)	<i>MinEK</i>	Sıcaklık (°C)	Referans
Gökkuşuğu alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	95,18±14,62	0,05 (ml/L)	15	Tort vd., (37)
Çipura (<i>Sparus aurata</i>)	90,1±19,6	0,05 (ml/L)	15	Tort vd., (37)
Dil balığı (<i>Solea senegalensis</i>)	99 ± 2,5	30 (mg/L)	14±1	Weber vd., (37)
Melek balığı (<i>Pterophyllum scalare</i>)	2,11±0,53	1 (ml/L)	24±0,5	Hekimoğlu ve Ergün (26)
Gökkuşuğu alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	20± 1,25	40-50 (µl/L)	10	Metin vd., (24)
Palyaço balığı (<i>Amphiprion ocellaris</i>)	0,48 ±0,21	27 (µl/L)	25 ± 0,46	Pedrazzani ve Neto (28)
Dere alabalığı (<i>Salmo trutta fario</i>)	1933 ± 166g ♂ 2367 ± 160 g ♀	30 (µl/L)	13,3 ± 0,1	Kizak vd., (15)
Yağ Balığı (<i>Pseudophoxinus anatolicus</i>)	7,83 ± 2,38	125 (µl/L)	15,7 ± 0,14	Erbatur vd (16)
Sarı prenses (<i>L. caeruleus</i>)	1,19±0,14	25 (µl/L)	28	Bu çalışmada
Ahli (<i>S. fryeri</i>)	1,22±0,07	25 (µl/L)	28	Bu çalışmada

Akuakültürde kullanılan *2-PE* türlere göre kullanım dozları Tablo 2'de gösterilmiş olup bizim çalışmamızla benzer olanlar çipura (*Sparus aurata*) ve gökkuşuğu alabalığı (36) ile yapılan çalışmalarda görülmüştür. Su sıcaklığı vb. su parametrelerine bağlı olarak da anestetik maddelerin etkileri farklılık gösterebilmektedir. Balık boyutu ve türü gibi faktörler de bu farklılıkların ortaya çıkmasında önemli rol oynamakta olup çeşitli araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (34,6).

Tablo 3 Bazı 2-PE uygulamalarının akuakültürde kullanılan farklı balık türlerinde belirlenen MinEK değerleri

Tür	Ağırlık (g)	MinEK (ml/L.)	Sıcaklık (°C)	Referans
Levrek (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	32,8±1,8	0,35	25	Mylonas vd., (34)
Çipura (<i>Sparus aurata</i>)	44,1±2,2	0,30	25	Mylonas vd., (34)
Çipura (<i>Sparus aurata</i>)	90,1±19,6	0,5	15	Tort vd., 2002 (37)
Gökkuşuğu alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	95,18±14,62	0,5	15	Tort vd., 2002 (37)
Dil balığı (<i>Solea senegalensis</i>)	99 ± 2,5	0,60	14±1	Weber vd., (38)
Sargos (<i>Diplodus sargus</i>)	30-60	0,167	20±1	Tsantilas vd., (39)
Sıvıburun karagöz (<i>Diplodus puntazzo</i>)	15-30	0,167	20±1	Tsantilas vd., (39)
Sarı ağız (<i>Argyrosomus regius</i>)	1,3±0,03	0,3	20±1	Serezli vd., (40)
Şabut (<i>Barbus grypus</i>)	750,26±126,97	0,5	25	Öğretmen vd.,(41)
Munzur alası (<i>Salmo munzuricus</i>)	100-400	0,4	15	Can vd., (6)
Munzur alası (<i>Salmo munzuricus</i>)	400-600	0,5	15	Can vd., (6)
Sarı prenses (<i>L. caeruleus</i>)	1,19±0,14	0,5	28	Bu çalışmada
Ahli (<i>S. fryeri</i>)	1,22±0,07	0,5	28	Bu çalışmada

Sonuç olarak; 2-PE'nin 0,5 ml/l ve KEY'nin 25 µl/l olarak kullanımı bu iki tür için de minimum etkili konsantrasyonlar olarak belirlenmiştir. KEY, çalışılan 2 akvaryum balığı türü için de anestetik madde olarak, güvenli, etkili doğal bir materyal olarak kullanışlı görünmektedir. Aynı zamanda, KEY'nin 2-PE'den en az 10 kat daha düşük konsantrasyonlarda güvenle kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Vücuttan çok kısa bir sürede (24 saat) idrarla tamamının atılması (42), insan sağlığına bir sakıncasının tespit edilmemesi ve etkin bir anestetik olması sebebiyle gerek kültür balıkçılığında gerek akvaryum balığı yetiştiriciliği sektöründe kullanımı önerilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiş olup (Proje No: YLTUB016-12) tüm birim personeline teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Brown, L. A. (1993). Anesthesia and Restraint, In: Fish Medicine M.K, Stoskopf ed, Philadelphia: WB Saunders Company; 79-90.
- Çetinkaya, O., Şahin, A. (2005). "Balıklarda Anestezi Uygulamaları ve Başlıca Anestetikler", Balık Biyolojisi Araştırma Yöntemleri, ed, M, Karataş, 237-274, Nobel Basımevi, Ankara.
- Guilderhus P. A., Marking, L. L. (1987). Comparative efficacy of 16 anesthetic chemicals on rainbow trout. *North American Journal of Fish Management*, 7: 288-292.
- Weyl, O., Kaiser, H., Hecht, T. (1996). On the efficacy and mode of action of 2-PE as an anaesthetic for goldfish, *Carassius auratus* (L), at different temperatures and Concentrations, *Aquaculture Research*, 27, 757-764.
- Guo, F. C., Teo, L.T., Chen, T. W. (1995). Effects of anesthetics on the water parameters in a simulated transport experiment of platyfish *Xiphophorus maculatus* (Gunther), *Aquaculture Research*. 26: 265-271.
- Can, E., Başusta, S., Karataş, B. (2018a) Anesthetic

efficiency of 2-phenoxyethanol on broodstock of *Salmo munzuricus*, a new trout species originating from Munzur stream. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 24(2):233-237.

7.Kizak, V., Can, E., Danabaş, D., Seyhanyıldız Can, S. (2018). Evaluation of anesthetic potential of rosewood (*Aniba rosaodora*) oil as a new anesthetic agent for goldfish (*Carassius auratus*), *Aquaculture*, 493: 296-301.

8.Güner, Y. (2008). Balıkları Bayıltmada Organik Bir Ürün: Karanfil. *Ekoloji Dergisi*, 19. sayı.

9.FDA (Food and Drug Administration). (2002). Guidance for industry: status of clove oil and eugenol for anesthesia of fish. FDA, Guide 150, Washington, D.C.

10.Soto, C.G., Burhanuddin, S. (1995). Clove oil as a fish anaesthetic for measuring length and weight of rabbitfish (*Siganus lineatus*), *Aquaculture*. 136: 149-152.

11.Gled, R. D, Ludders, J. W. (2001). Anesthetic option for fish in recent advances in veterinary anaesthesia and analgesia: Companion Animals, International Veterinary Information Service (www.ivis.org), Ithaca, Newyork, USA.

12.Burka J. F., Hamel, K. L, Horsberg, T. E., Johnson, G. R., Rainnie, D.J., Speare, D.J. (1997). Drugs in salmonid aquaculture - A review. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 20(5), 333-349.

13.Keene, J. L., Noakes, D. L. G., Moccia, R. D., Soto, C. G. (1998). The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), *Aquaculture Research*, 29: 89-101.

14.Cho, G. K., Heath, D. D. (2000). Comparison of tricain methanesulphota (MS-222) and clove oil anaesthesia effects on the physiology of juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) (Walbaum). *Aquaculture Research*, 31: 537-546.

15.Kizak, V., Guner, Y., Kayim, M., Can, E. (2013). The effects of clove oil on adult males and females of rainbow trouts (*Oncorhynchus mykiss*) and brown trouts (*Salmo trutta fario*). *Journal of Food Agriculture and Environment*, 11:1542-1545.

16.Erbatur, İ., Yağcı, A., Ceylan, M., Yağcı, M.A., Gökçek, K. (2018). Karanfil yağı, eugenol ve

- 2-phenoxyethanol'ün yağ balığı *Pseudophoxinus anatolicus* (Hankó, 1925)' da, anestetik madde olarak etkinliği. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 4(3):177-181.
17. Johnny, S., Inasu, N. D. (2016). Analysis of anaesthetic effect of natural oils for handling ornamental fish, platy. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*, 2, 321–326.
18. Tarkhani, R., Imani, A., Jamali, H., Farsani, H.G. (2017). Anaesthetic efficacy of eugenol on various size classes of angelfish (*Pterophyllum scalare* Schultze, 1823). *Aquaculture Research*, 1–8.
19. Can, E., 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, doi:10.3906/vet-1809-22.
20. Gerlai, R. (2007). Mate Choice and Hybridization in Lake Malawi Cichlids, *Sciaenochromis fryeri* and *Cynotilapia afra*. *Ethology*. 113:673-685.
21. Golan, M., Levavi-Sivan, B. (2014). Artificial masculinization in tilapia involves androgen receptor activation. *General and Comparative Endocrinology*, 207:50-55
22. Lewis, D. S. C. (1982). A revision of the genus *Labidochromis* (Teleostei: Cichlidae) from Lake Malawi. *Zoological journal of the Linnean Society*, 75(3):189–265.
23. Marking, L. L., Meyer, F. P. (1985). Are better anesthetics needed in fisheries? *Fisheries*, 10 (6): 2 – 5.
24. Metin, S., Didinen, B. I., Kubilay, A., Pala, M., Aker, I. (2015). Bazı tıbbi bitkilerin gökkuşuğu alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) üzerinde an etkilerinin belirlenmesi, *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 1 (1): 37–42.
25. Hseu, J., Yeh, S., Chu, Y., Ting, Y. (1998). Comparison of efficacy of five anesthetics in Goldlined sea bream, *Sparus sabra*, *Acta Zoologica Taiwanica*. 9 (1): 35-41.
26. Hekimoğlu M. A., Ergun M. (2012). Evaluation of clove oil as anaesthetic agent in Fresh Water Angelfish, *Pterophyllum scalare*. *Pakistan Journal of Zoology*, 44(5): 1297-1300.
27. Han, M. C. Sağlıyan, A. Polat, E. (2016). Akvaryum Balıklarında Karanfil Yağının Anestezik Etkisinin Araştırılması. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 5 (1) 12-17.
28. Pedrazzani, A. S., Neto, A. O. (2016). The anaesthetic effect of camphor (*Cinnamomum camphora*), clove (*Syzygium aromaticum*) and mint (*Mentha arvensis*) essential oils on clown anemonefish, *Amphiprion ocellaris* (Cuvier 1830). *Aquaculture Research*, 47: 769–776.
29. Kanyılmaz, M., Sevgili, H., Erçen, Z., Yılayaz, A. (2007). Karanfil Esansiyel Yağının Balık Anestezisi Olarak Kullanımı, *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 5-8, 671-680.
30. Stehly, G. R., Gingerich, W. H. (1999). Evaluation of AQUI-STM (efficacy and minimum toxic concentration) as a fish anaesthetic/sedative for public aquaculture in the United States, *Aquaculture Research*, 30 (5), 365-372.
31. Velisek, J., Svobodova, Z., Piackova, V. (2005). Effects of Clove Oil Anaesthesia on Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Acta Veterinaria Brno*, 74: 139-146.
32. Hajek, G. J., Klyszejko, B., Dziaman, R. (2006). The anaesthetic effect of clove oil on common carp (*Cyprinus carpio*). *Acta Ichthyologica Piscatoria*. 36: 93-97.
33. Can, E., Kizak, V., Özçiçek, E., Can, S.S., (2017). The efficacy of chamomile (*Matricaria chamomilla*) oil as a promising anaesthetic agent for two freshwater aquarium fish species. *Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*, 1437 (69), 1–8.
34. Park, M. O., Hur, W. J., Im, S. Y., Seol, D. W., Lee, J., Park, I. S. (2008). Anaesthetic efficacy and physiological responses to clove oil anaesthetized kelp grouper *Epinephelus bruneus*. *Aquaculture Research*, 39:877–884.
35. Mylonas, C. C., Cardinaletti, G., Sigelaki, I., Polzonetti-Magni, A. (2005). Comparative efficacy of clove oil and 2-phenoxyethanol as anesthetics in the aquaculture of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and gilthead sea bream (*Sparus aurata*) at different temperatures, *Aquaculture*, 246, 467–481.
36. Can, E., Kizak, V., Özçiçek, E., Can, S.S. (2018b). Anesthetic potential of geranium (*Pelargonium graveolens*) oil for two cichlid species, *Sciaenochromis fryeri* and *Labidochromis caeruleus*. *Aquaculture*, 491: 59–64.
37. Tort, L., Puigcever, M., Crespo, S., Padros, F. (2002). Cortisol and Haematological Response in Sea Bream and Trout Subjected to the Anaesthetics Clove Oil and 2-Phenoxyethanol. *Aquaculture Research*, 33: 907-910.
38. Weber, R. A., Peleteiro, J. B., García-Martín, L.O., Aldegunde, M. (2009). The efficacy of 2-phenoxyethanol, metomidate, clove oil and MS-222 as anaesthetic agents in the Senegalese sole (*Solea senegalensis*, Kaup, 1858), *Aquaculture*, 288, 147–150.
39. Tsantilas, H., Galatos, A. D., Athanassopoulou, F., Prassinou, N. N., Kousoulaki, K. (2006). Efficacy of 2-phenoxyethanol as an anesthetic for two size classes of white sea bream, *Diplodus sargus* L., and sharp snout sea bream, *Diplodus puntazzo* C. *Aquaculture*, 253, 64–70.
40. Serezli, R., Basaran, F., Muhtaroglu, C. G., Kaymakci Basaran, A. (2011). Effects of 2-phenoxyethanol an anesthesia on juvenile meagre (*Argyrosomus regius*). *Journal of Applied Ichthyology*, 28, 87-90, 2011.
41. Öğretmen, F., Gölbası, S., Kutluyur, F. (2016). Efficacy of clove oil, benzocaine, eugenol, 2-phenoxyethanol as anesthetics on shabbout fish (*Barbus grypus* Heckel, 1843), *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 15 pp, 470-478.
42. Fisher, I. U., von Unruh, G. E., Dengler, H. J. (1990). The metabolism of eugenol in man. *Xenobiotica*. 20: 209-222.