

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**EUGENOL, KARANFİL VE NANE YAĞININ TATLISU ISTAKOZUNDA
(*Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) ANESTEZİK ETKİLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Mehmet ŞİMŞİR

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

HAZİRAN 2023

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EUGENOL, KARANFİL VE NANE YAĞININ TATLISU ISTAKOZUNDA
(*Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) ANESTEZİK ETKİLERİNİN
BELİRLENMESİ

Mehmet ŞİMŞİR

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2023

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EUGENOL, KARANFİL VE NANE YAĞININ TATLISU İSTAKOZUNDA
(*Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) ANESTEZİK ETKİLERİNİN
BELİRLENMESİ

Mehmet ŞİMŞİR

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 10/07/2023 tarihinde jüri tarafından Oyeokluğ/Oybirliğı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Süleyman AKHAN (Danışman)

Prof. Dr. Şenol GÜZEL

Doç. Dr. Baki AYDIN

ÖZET

EUGENOL, KARANFİL VE NANE YAĞININ TATLISU İSTAKOZUNDA (*Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) ANESTEZİK ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Mehmet ŞİMŞİR

Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Süleyman AKHAN

Haziran 2023; 33 Sayfa

Bu yüksek lisans tez çalışmasında, karanfil yağı (200, 250, 300, 350, 400, 450 ve 500 µl/l), eugenol (100,150, 200, 250, 300, 350, 400 ve 450 µl/l) ve nane yağının (200, 300, 400, 500, 600 ve 800 µl/l) ortalama 31,47 g ağırlık ve 102,27 cm boya sahip dar pençeli tatlısu istakozu (*Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) üzerindeki anestezi etkileri araştırılmıştır.

Araştırma sonuçları karanfil yağı için ideal anestezi dozunu, $12,6 \pm 2,45$ dk bayılma ve $9,36 \pm 4,63$ dk ayılma süresi ile 300 µl/l, eugenol için ise $21,77 \pm 0,77$ dk bayılma ve $8,83 \pm 1,22$ dk ayılma süresi ile 300 µl/l, nane yağında ise $55,00 \pm 2,89$ dk bayılma ve $6,67 \pm 0,88$ dk ayılma süresi ile 400 µl/l dozlarının olduğunu göstermiştir. Karanfil yağının 350, 400, 450 µl/l dozlarında %33,33 oranında ölümler meydana geldiği belirlenmiştir. Nane yağında 400, 500, 600 ve 800 µl/l dozlarında anestezi gerçekleşmesine karşın deneyde kullanılan bireylerde yüksek oranlarda ölümler gözlemlenmiştir. Kullanılan üç anestezi maddenin de tatlısu istakozlarındaki hemolenf glukoz düzeyini arttırdığı görülmüştür. Kontrol grubunda $1,83 \pm 0,33$ mg/dL olarak ölçülen hemolenf glukoz düzeyi deneme gruplarında özellikle düşük dozlarda ve anesteziye girişlerin uzadığı durumlarda $4,5 \pm 0,58$ mg/dL ile $16,5 \pm 1,15$ mg/dL arasında değişim göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Anestezi, Dar pençeli tatlı su istakozu, Eugenol, Karanfil yağı, Nane yağı

JÜRİ: Prof. Dr. Süleyman AKHAN

Prof. Dr. Şenol GÜZEL

Doç. Dr. Baki AYDIN

ABSTRACT

DETERMINATION OF ANESTHETIC EFFECT OF EUGENOL, CLOVE AND PEPPERMINT OIL ON NARROW CLAWED FRESHWATER CRAYFISH (*Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)

Mehmet ŞİMŞİR

M. Sc. Thesis in Aquaculture Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Süleyman AKHAN

July 2023, 33 Pages

In this thesis, anesthetic effect of clove oil (200, 250, 300, 350, 400, 450 and 500 µl /l), eugenol (100, 150, 200, 250, 300, 350, 400 ve 450 µl/l) and peppermint oil(200, 300, 400, 500, 600 ve 800 µl/l), in narrow-clawed freshwater crayfish (*Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) with 31.47 g mean weight and 10.27 cm total length.

Research results showed that the ideal doses were determined as 300 µl/l concentration with 12.6 ± 2.45 min anesthesia and 9.36 ± 4.63 recovery time for clove oil, 300 µl/l concentration with 21.77 ± 0.77 min anesthesia and 8.83 ± 1.22 recovery time for eugenol and 400 µl/l concentration with 55.00 ± 2.89 min anesthesia and 6.67 ± 0.88 recovery time for peppermint oil.

It was determined that 33.33% of deaths occurred at 350, 400, 450 µl/l doses of clove oil. Despite the induction of anesthesia in 400, 500, 600 and 800 µl/l peppermint oil concentration, high mortality rate were observed in the individuals used in the experiments. It was observed that the three anesthetic agents used increased the hemolymph glucose level in crayfish. The hemolymph glucose level, which was measured as 1.83 ± 0.33 mg/dL in the control group, varied between 4.5 ± 0.58 and 16.5 ± 1.15 mg/dL in the experimental groups, especially at low doses and in cases where anesthesia was prolonged.

KEYWORDS: Anesthesia, Crayfish, Clove oil, Eugenol, Mint oil, Narrow-clawed

COMMITTEE: Prof. Dr. Süleyman AKHAN

Prof. Dr. Şenol GÜZEL

Assoc. Prof. Dr. Baki AYDIN

ÖNSÖZ

Omurgasız ve onayaklı krustese grubuna mensup su canlılarının acı duyup duymadığı tatlışmalı bir konu olması nedeni ile bu sınıftaki canlıların ellenmesi, taşınması, deneysel girişimler ve işleme sırasında öldürülmeleri sırasında ihmal edilen ağrı ve aneljezi konusu son yıllarda önemsenmeye başlamıştır. Bu tez çalışmasında ülkemizin ekonomik su canlılarından birisi olan dar pençeli tatlısu ıstakozunun sakinleştirilmesi ve bayıltılması için önemli anestezi maddelerden biri olan eugenol ile birlikte karanfil ve nane yağının sakinleştirici ve bayıltıcı olarak kullanım olanakları araştırılmıştır. Bu tez çalışmasından elde edilen sonuçların akademiye ve su ürünleri sektörüne katkı sunmasını ümit ediyorum.

Lisansüstü öğrenimim sırasında bana maddi manevi desteklerini esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Süleyman AKHAN'a, her zaman yanımda olan bu sefer bitti yapamayacağım dediğimde beni tekrar ayağa kaldıran eşim Gamze YAPICI'ya, çalışmam boyunca yardım eden ve yanımda olan Yusuf KARAKAYA, Burak Necati ERTÜRK, Mehmet KARAGÖZ ve Muahmmmed Hasan KILIÇ'a teşekkür ederim.

Mehmet ŞİMŞİR

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	i
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Kerevitlerin Sistematığı ve Biyolojisi.....	3
2.3. Anestezi ve Anestezikler.....	5
2.3.1. Anestezi nedir?.....	5
2.3.2. Anesteziyi etkileyen faktörler	7
2.3.3. Anestezikler ve özellikleri.....	7
2.3.3.1. İnhalasyon yoluyla kullanılan anestezik maddeler	8
2.3.3.1. İnhalasyon yoluyla kullanılan bitkisel kökenli anestezik maddeler.....	9
2.5. Eklembacaklılarda Ağrı ve Acı.....	11
2.6. Tatlısu İstakozlarında Anestezi Uygulamaları Üzerine Yapılan Çalışmalar	12
3. MATERYAL VE METOT	15
3.1. Materyal	15
3.1.1. Tatlısu ıstakozu materyali	15
3.2. Çalışmada kullanılan anestezik maddeler	16
3.1.3. Deneme yeri	17
3.2. Metot	17
3.2.1. Anestezik maddelerinin hazırlanması	17
3.2.2. Deneysel tasarım	17
3.2.3. Kerevitlerde hemolenf glukoz düzeyinin belirlenmesi.....	20
3.2.5. Su sıcaklığı, oksijen ve pH değerlerinin belirlenmesi.....	21
3.2.6. İstatistiksel analizler.....	22
4. BULGULAR	23
5. TARTIŞMA.....	26
6. SONUÇLAR.....	28

7. KAYNAKLAR.....	29
ÖZGEÇMİŞ	



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ‘‘Eugenol, karanfil ve nane yağının tatlısu ıstakozunda (*Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) anestezik etkilerinin belirlenmesi’’ adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak bulunduğunu belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

20/06/2023

Mehmet ŞİMŞİR



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

cm	:Santimetre
g	:Gram
kg	:Kilogram
l	:Litre
m	:Metre
mg	:Miligram
µg	:Mikrogram
µl	:Mikrolitre
°C	:Derece santigrat
‰	:Binde
dk	:Dakika

Kisaltmalar

TÜİK	:Türkiye İstatistik Kurumu
FAO	:Dünya Gıda Örgütü

Tezde ondalık yazım olarak “,” noktalama işareti kullanılmaktadır.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Şekil 2.1. Dar pençeli tatlısu ıstakozu (<i>P. leptodactylus</i> Eschscholtz, 1823)	3
Şekil 2.2. Normal durumdaki su canlısının sedasyon ve anestezi döngüsü.....	5
Şekil 3.1. Denemelerde kullanılan tatlısu ıstakozu	16
Şekil 3.2. Denemelerde kullanılan anestezik maddeler	16
Şekil 3.3. Tatlısu ıstakozlarının akvaryumlarda adaptasyonu	18
Şekil 3.4. Deneylerin gerçekleştirilmesi	18
Şekil 3.5. Tatlısu ıstakozunun bayıtılması işleminin başlatılması	19
Şekil 3.6. Bayıtılan tatlısu ıstakozunun ayıtılması	19
Şekil 3.7. Ayılan tatlısu ıstakozlarının mortalite için izlemeye alınması	20
Şekil 3.8. Tatlısu ıstakozundan hemolenf alınması	21
Şekil 3.9. Su sıcaklığı, çözülmüş oksijen ve pH ölçümünde kullanılan cihazlar....	21

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Sucul organizmalarda anestezi ve sedasyon oluşturmak için kullanılan metotlar	6
Çizelge 2.2. Balıklarda anestezinin aşamaları	6
Çizelge 2.3. Tatlısu ıstakozlarında yapılan bazı anestezi çalışmaları	14
Çizelge 3.1. Deneylerde kullanılan tatlısu ıstakozlarına ait morfometrik ölçümler	15
Çizelge 4.1 Deneme gruplarında ölçülen hemolenf glukoz değerleri	23
Çizelge 4.2. Kullanılan anestezik maddelerin bayılma ve ayılma evrelerinde belirlenen süreler (dk)	24
Çizelge 4.3. Kullanılan anestezik maddelerin anestezi aşamalarına göre başarı oranları ile deney sonrası ölüm oranları (%)	25

1. GİRİŞ

Dünya su ürünleri üretim miktarı FAO (2023) verilerine göre 2020 yılında 214 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Geçmiş yıllara bakıldığında üretimin büyük kısmının zamanla dalgalanmaların gerçekleştiği avcılıktan elde edildiği görülse de yetiştiricilik üretimi her geçen yıl artarak devam etmektedir. Tüm dünyada su ürünleri sektörü ciddi bir pazara sahiptir ve bir çok ülkede ailelerin geçim kaynağını oluşturmaktadır. Güncel verilere göre 2020 yılında su ürünleri (balıkçılık ve akuakültür) sektöründe tahmini 58,5 milyon kişinin istihdam edildiği tahmin edilmektedir. Dünyada hem avcılık hem yetiştiricilikte birinci sırada Çin bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar 2030 lu yıllarda yetiştiricilik üretiminin avcılıktan elde edilen üretimi geçeceğini öngörmektedir. Dünyada su ürünleri yetiştiriciliğinde Çin, Norveç, Hindistan, Endonezya, Peru, Rusya Federasyonu gibi ülkeler başı çekmektedir. Ülkemiz dünya su ürünleri üretimindeki payı %0,5 dolaylarında olduğu tahmin edilmektedir (Anonim 1). TÜİK (2023) verilerine göre ülkemiz su ürünleri üretimi 2022 yılında bir önceki yıla göre %6,2 oranında artarak 849 bin 808 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu 849,8 bin ton üretimin 335 bin 3 tonu avcılıktan geri kalan 514 bin ton ise yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir. Toplam üretimin %35,6'sını avcılık yoluyla yakalanan deniz mahsülleri oluştururken %3,9'unu avcılık yoluyla elde edilen iç su ürünleri oluşturmuştur. Su ürünleri avcılık üretimi bir önceki yıla göre %2,1 oranında arttığı bildirilmiştir. Yetiştiricilik üretimi ise 2021 yılına göre %9,1 oranında artarak 514 bin ton ile toplam üretimin %60,5'ini oluşturmuştur. Yetiştiricilik üretiminin 368 bin 742 tonu denizlerden, geri kalan 146 bin 63 tonu ise iç sularda yapılmıştır. Ülkemiz su ürünleri sektörünün en fazla yetiştirdiği türler sırasıyla gökkuşağı alabalığı (145 bin 649 ton), deniz levreği (156 bin 602 ton), çipura (152 bin 469 ton) olmuştur (Anonim 2).

Ülkemiz yetiştiricilik endüstrisi genel olarak balık yetiştiriciliği üzerine odaklanmış olsa da diğer kabuklu ve eklembacaklı türler üzerine ar-ge çalışmaları artarak devam etmektedir. Ülkemizde kültür yoluyla tatlısu ıstakozu üretimi henüz başlamamış olmasına karşın kerevit avcılığı birçok içsu kaynağından yapılarak ihraç edilmektedir. Dünyada ekonomik değere sahip ve yetiştiriciliği yapılan kerevitler Cambaridae, Astacidae Parastacidae familyasına mensuptur (Huner, 1989; Mazlum ve Yılmaz 2006). Bu üç familyaya mensup 400'ün üzerinde kerevit türü bulunmasına karşın bunlardan sadece 10 tür ekonomik öneme sahip olduğu bildirilmiştir (Huner, 1995). Ülkemizde iki farklı kerevit türü bulunmaktadır. Bunlardan dar kısıkaçlı kerevit (*Pontastacus leptodactylus*) tüm Türkiye'de dağılım gösterirken, taş kereviti (*Austropotamobius torrentium*) sadece Trakya bölgemizdeki bazı su kaynaklarında dağılım göstermektedir (Akhan vd. 2014; Kalaycı ve Akhan 2014).

Türkiye’deki kerevit üretimi avcılığa dayalı olarak Türk kereviti yada dar pençeli kerevit olarak adlandırılan *Pontastacus leptodactylus* türü ile yapılmaktadır. Türkiye’de kerevit avcılığı yurt dışından özellikle Avrupa’dan talebin arttığı 1960’lı yılların sonlarına dayanmaktadır. En yüksek üretim miktarına ulaşıldığı 1984 yılında yıllık kerevit üretimi 8000 ton iken o yıllarda patlak veren kerevit vebası nedeni ile üretim miktarı hızla azalarak dramatik bir şekilde düşmüştür (Mazlum ve Yılmaz 2006). Kerevit üretimi veba sonrası ilk yıl olan 1985 yılında 1163 tona gerilemiş, 1991 yılında ise 161 ton olarak gerçekleşmiştir (Cılbız vd. 2020). TÜİK verilerine göre 2022 yılında 662 ton kerevit avcılık yoluyla üretildiği görülmektedir (Anonim 2).

Türkiye’de hem doğal stokları göçlendirmek hemde yetiştiriciliğinin gelişmesi için istenilen düzeyde olmasa da kerevit yetiştiriciliği üzerine hem geçmişte hemde günümüzde çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Ülkemizde kerevit (*P. leptodactylus*) yetiştiriciliği çalışmaları bilimsel amaçlı olarak 1980’li yıllarda başlamasına rağmen ticari amaçlı kerevit yetiştiriciliğine geçilememiştir (Cılbız vd. 2020). Kerevit yetiştiriciliğinde agresif davranış, kanibalizm, stok yoğunluğu, su sıcaklığı, besin yetersizliği ve yapay sığınakların az olması gibi sebeplerden kaynaklanan muhtemel ölüm unsurları yetiştiriciliği sınırlandıran faktörlerdir. Yetiştiriciliği sınırlandıran belki de en önemli faktör kerevit vebası olduğu düşünülmektedir (Erol vd. 2010).

Son yıllarda darpençeli tatlı su ıstakozu üzerine yapılan bilimsel birçok çalışmanın yanında yetiştiricilik üretimi amacıyla deneme çalışmalarının da devreye alındığı görülmektedir Tatlısu ıstakozlarının bu süreçlerde ellenmesi, taşınması, bilimsel çalışmalar kapsamında değişik işlemlere maruz kalması kaçınılmaz olmaktadır. Diğer taraftan son yıllarda hayvan refahı ile ilgili çıkartılan kanun ve yönetmelikler, gerek üretimde, gerekse taşıma, elleme ve bilimsel amaçlı işlemlerde hayvanların refahının korunması ve stresten uzak tutulmasını zorunlu kılmaktadır. Eklembacaklılar ve kabuklularda ağrı konusu tam olarak anlaşılmamış bir konu olmasına karşın stres oluşturan tüm uygulamaların minimize edilmesi, ellemenin zorunlu olduğu durumlarda ise organizmanın sakinleştirilmesi veya bayıltılması önerilmektedir. Literatür taraması yapıldığında Türk kereviti ya da dar pençeli kerevit, *Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 üzerinde yapılmış banyo tarzı anestezi uygulamalarına rastlanılamamıştır. Bu nedenle bu tür için uygulamada ve pratikte kullanılabilecek etkin anestezikler ve dozlarının belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu nedenle bu yüksek lisans tez çalışması kapsamında dar pençeli kerevit olarak da bilinen ülkemiz sularında doğal dağılım gösteren ve yaygın olarak avcılığı yapılan *Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 türünde karanfil yağı, nane yağı ve eugenolün etkin anestezik dozlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Kerevitlerin Sistematığı ve Biyolojisi

Kerevitler, Arthropoda (Eklem bacaklılar) şubesinde, Crustacea (Kabuklular) alt şubesinde ve Decapoda (On ayaklılar) takımında sınıflana mensup omurgasız canlılardır. Tatlısu ıstakozunun (*Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)) sistematikteki yeri aşağıdaki gibidir (Crandal ve De Grave 2017).

Alem:	Animalia – Hayvanlar
Şube:	Arthropoda – Eklem bacaklılar
Alt şube:	Crustacea – Kabuklular
Sınıf:	Malacostraca – Gelişmiş kabuklular
Takım:	Decapoda – On ayaklılar – Yengeçler, kerevitler, ıstakozlar, karidesler
Aile:	Astacidae – Kerevitler
Cins:	<i>Pontastacus</i> Bott, 1950
Tür:	<i>Pontastacus leptodactylus</i> (Eschscholtz, 1823)



Şekil 2.1. Dar pençeli tatlısu ıstakozu (*P. leptodactylus* Eschscholtz, 1823) (Anonim 3)

P. leptodactylus Eschscholtz, 1823 (Şekil 2.1), Güneydoğu Avrupa'da bir yayılış alanına sahiptir ve Rusya ile Ponto-Hazar bölgesinde doğal dağılım gösteren bir türdür

(Holdich vd. 2009). Doğal olarak Türkiye, Ukrayna, Türkmenistan ve Güneybatı Rusya'ya karşılık gelen bir alanda dağılım gösteren türün İran, Kazakistan, Gürcistan, Beyaz Rusya, Bulgaristan, Romanya, Macaristan ve Slovakya'da dağılım gösterdiği bilinmektedir. Hazar Denizi havzası, Karadeniz ve Aşağı ve Orta Tuna, Don, Dinyester ve Volga nehirlerinin aşağı kısımları ve kolları bu türün doğal dağılım alanındadır (Köksal 1988, Holdich 2002). Bununla birlikte, bu kerevit, kerevit vebası nedeniyle su kaynaklarının kerevitlendirilmesi amacıyla birçok ülkeye ve su kaynaklarına sonradan giriş yapmıştır. Bu tür şu anda İskandinavya ve Baltık Yarımadası dışında kalan Avrupa'nın büyük bir kısmında dağılım göstermektedir (Holdich vd. 2009).

Denizdeki akrabalarının aksine, tatlı su kerevitlerinin larval evreleri yoktur ve larvalara özgü tüm gelişim yumurtanın içinde gerçekleşir, yumurtadan çıkan larva, zaten normal yetişkin özelliklerinin çoğuna sahip olan genç bir kerevittir. Yumurtadan çıkan yavru kerevitler, benzersiz telson ipliği ile annelerinin pleopoduna bağlı kalır (Vogt 2008). Serbest yaşamaya başladıklarında, sert kabuk değişimi sonrasında gövdenin boyut olarak genişlemesine olanak tanıyan yumuşak dış yüzeye sahip olurlar. Periyodik kabuk değişimi, zaman içinde büyümeyle birlikte tekrar eder. Genç bireylerde daha sık kabuk değişimi gerçekleşirken yetişkin bireylerde kabuk değişimi daha seyrek gerçekleşir. Cinsel olgunluk, her iki cinsiyette de pubertal tüy dökümü ile işaretlenir ve ardından bazı vücut özellikleri izometrik büyümeden ayrılır. Tatlı su kerevitleri için temel gereksinim, barınak ve avcılardan korunmadır, kendi yuvalarını kolayca kazabilirler (McLay ve van den Brink 2016).

Kerevitin dış iskeleti çok katmanlı, kalın ve kalsifiye kitin materyalinden oluşur. En dıştaki tabaka olan epikütikulanın altında, her ikisi de değişen derecelerde kalsifiye olan daha kalın prokütikula yer alır. Prokütikula melanin ile renklenmiş bir ekzokütikula ve kalsifiye olmayan membranöz tabakayı örten bir endokütikuladan oluşmaktadır (McLay ve van den Brink 2016). Kerevitlerde büyüme sürekli değildir ve kabuk değişimi dönemi ve kabuk değişimi aralığı olarak iki döneme ayrılabilir. Bununla birlikte, su sıcaklığı büyüme hızını belirlemede birincil faktördür ve birçok kerevit türü için alt büyüme sınırı yaklaşık 10°C'dir. Bu nedenle kabuk değişimi birçok tür için yaz aylarıyla sınırlıdır (McLay ve Van der Brink 2016).

Kerevit çoğunlukla gonokoristiktir. Her iki cinsiyette de gonadlar göğüs kafesinde, perikardiyal sinüsün altında ve arka bağırsak ve hepatopankreasın üzerindedir. Boyutları kerevitin yaşına ve üreme aktivitesine bağlıdır. Üreme mevsimi boyunca önemli ölçüde büyürler, testisler sperm varlığı nedeniyle süt beyazı bir renk alır ve yumurtalıklar sarı-kahverengimsi yumurtalarla şişer (Vogt 2002). Yumurtaların olgunlaşması gün uzunluğu ve su sıcaklığındaki mevsimsel değişikliklerden etkilenir. Gün uzunluğu kerevitlerde yumurtalık olgunlaşması üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Örneğin, *P. leptodactylus*, gün uzunluğu ve sıcaklık düştüğünde çiftleşmeye ve yumurtlamaya başlar. *P. leptodactylus* türünde kış aylarında karanlıkta tutulma neticesinde çiftleşme ve yumurtlama hızlanmıştır (Harlioğlu ve Duran 2010).

Kerevit türleri, ekosistem içinde politrofik roller üstlenen fırsatçı ve genel besleniciler olarak tanımlanmaktadır. Yaşadıkları tatlı su habitatları göz önüne alındığında, kerevitlerin bitki ve hayvan artıkları, salyangozlar ve salyangoz yumurtaları, bentik makroomurgasızlar, makrofitler, küçük omurgasızlar, balık ve balık yumurtaları dahil olmak üzere çeşitli organik maddeleri yiyecek maddeleri olarak tükettikleri

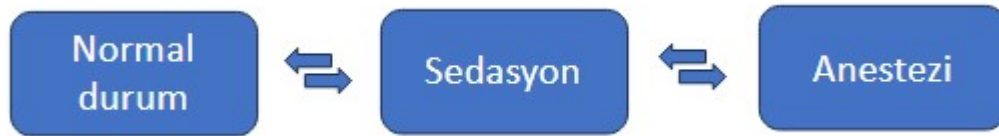
bilinmektedir. Yapılan mide ve bağırsak analizi çalışmaları, kerevitlerin öncelikle omnivor detritivorlar olduğunu ve etobur yerine otçulları tercih ettiğini, ancak gıda mevcudiyetine dayalı olarak stratejilerini kolayca değiştireceklerini doğrulamıştır. Yetişkin kerevitler çoğunlukla otçulken, yavrular etçil veya omnivordur. Ek olarak, çoğu kerevit türü arasında yamyamlık yaygındır (Jurcak vd. 2016).

Kerevitler hem suda yaşayan hem de karada yaşayan avcılar için av görevi görür. Sudaki avcılar arasında küçük tatlısu levreği, sudak, alabalık, yılan balığı, gibi farklı balık türleri ile su kaplumbağaları sayılabilir. Karasal avcılar arasında rakunlar gibi memeliler ve balıkçıklar, sayılabilir. Kerevit avlayan avcılar kerevit davranışı üzerine etkilidir bu avcılar mevcut olduğunda kerevitler, tipik olarak hareketlerini azaltarak veya avcıdan uzaklaşarak davranışlarını sergilemektedir (Jurcak vd. 2016).

2.3. Anestezi ve Anestezikler

2.3.1. Anestezi nedir?

Yunanca bir sözcük olan anestezi canlı vücudunun tümünde veya bir bölgesinde his kaybı veya duyarsızlık şeklinde tanımlanmaktadır. Sedasyon ise anestezi öncesi gözlemlenen duyuşsal algı ve denge kaybı olmaksızın sakinleşme durumudur (Şekil 2.2) Genel anestezi, “ilaçlar veya fiziksel yollarla indüklenen uyku benzeri bir durumun eşlik ettiği geri dönüşümlü, genelleştirilmiş bir duyuşsal algı kaybı” olarak tanımlanabilmektedir (Heavner, 1981).



Şekil 2.2. Normal durumdaki su canlısının sedasyon ve anestezi döngüsü (Ross ve Ross 2008)

Green (1979)’e göre genel anestezinin, hipnoz, analjezi, refleks aktivitesinin baskılanması ve kasların gevşemesini içeren genel bir depresyon durumu olduğunu bildirir. Narkoz terimi, anestezi ve anestezik ajanlardan bahsederken sıklıkla kullanılan bir terimdir. Narkoz ve anestezi esasen eşanlamlıdır. Anarkotik, verilen narkotik maddenin gücüne ve miktarına göre etkisi değişen uyku getiren madde olarak tanımlanmaktadır. Hayvan çalışmalarında anestezi her zaman iyileşmenin gerçekleşeceğini veya olabileceğini varsayarken, iyileşmenin beklenmediği durumlarda narkoz kullanılabilir. Analjezi ise ağrıdan kurtulmadır. Diğer duyuşsal yeteneklerin tutulduğu veya tutulmadığı ve motor fonksiyonun sürekli kontrolü olsun veya olmasın bir

ağrı algısının bloklanmasıdır. Genellikle denge kaybına neden olmaz. Hayvanlarda, zararlı uyaranlara azalmış bir tepki ile yansıtılır. Yine, ağrının doğası ve tanımı nedeniyle ve hayvanlar acı hissini insanlar gibi ifade edemediğinden, hayvanlarda analjezi hakkında karar vermek zor olabilmektedir (Ross ve Ross 2008).

Sucul canlılarda anestezi ve sedasyon, Çizelge 2.1'de özetlenen fiziksel ve kimyasal yöntemleri içeren çeşitli tekniklerle üretilebilir.

Çizelge 2.1. Sucul organizmalarda anestezi ve sedasyon oluşturmak için kullanılan metotlar (Ross ve Ross 2008'den modifiye edilmiştir.)

Metot	Teknik
Fiziksel	Hipotermi Elektroşok
Kimyasal (İlaçlar)	İnhalasyon (Solungaçlardan) Parenteral -İntravenöz -İntraperitoneal -İntramuskular Oral

Anestezi evreleri ve evrelerdeki düzeyleri Çizelge 2.2'de özetlenmiştir. Bir anestezi maddenin, doz seviyesi ve maruz kalma süresinin kombinasyonuna bağlı olarak sedasyon, cerrahi anestezi veya ölüme neden olabileceği bu çizelgeden anlaşılmaktadır. Bu uygulamada omurgasız canlılar için her yönüyle tam uymamakla birlikte balıklardaki anestezi evrelerine benzer fizyolojik ve davranışsal belirtilere benzer sonuçların gözlemlenmesi olasıdır. Çizelge 2.2.'de gösterilen anestezi evreleri McFarland (1959) tarafından tanımlanmıştır.

Çizelge 2.2. Balıklarda anestezi aşamaları (Ross ve Ross 2008)

Evre	Düzye	Tanım	Fizyolojik ve davranışsal belirtiler
I	1	Hafif sedasyon	Uyarılara tepki verebilir ancak hareketler azalır, solunum yavaşlar
	2	Derin sedasyon	Sadece güçlü uyarıları algılar, kısmi aneljezi
II	1	Hafif anestezi	Kısmi denge kaybı, tam aneljezi
	2	Derin anestezi	Tam denge kaybı, solunum neredeyse yok, kaslar gevşemiştir
III		Cerrahi anestezi	Yoğun uyarılara dahi tepki yoktur
IV		Medüller çöküş	Ventilasyon durur, kalp durur, ölüm gerçekleşir (aşırı doz)

Pratik amaçlar için anestezi, indüksiyon, idame ve iyileşme olmak üzere üç belirgin aşamaya indirgenir (Ross ve Ross 2008). Bu temel aşamalara literatürlerde zaman zaman atıfta bulunmaktadır. Bunların her birinin (indüksiyon, idame ve iyileşme) süresi, kullanılan ilaca veya yöntemine, türe ve koşullara göre değişmektedir.

2.3.2. Anesteziyi etkileyen faktörler

Sucul canlılarda anesteziyi ve anestezik maddelerin etkinliğini birçok faktör etkilemektedir. Bu faktörler biyolojik ve çevresel faktörler olarak ikiye ayrılabilir. Çoğu zaman, anestezik maddelerin etki hızı, sucul canlı türüne göre önemli ölçüde değişiklik gösteren solungaç alanının vücut ağırlığına oranıyla ilişkilidir. Omurgalı veya omurgasız su canlıları, kimyasalların emilme ve anestezinin başlama hızını etkileyen farklı metabolik hızlara ve özelliklere sahiptir. Örneğin, soğuk sularda yaşayan türler, ılık sularda yaşayan türlerinden daha düşük anestezik konsantrasyonlarına yanıt verebilmektedir. Belirli bir tür içinde anesteziyi etkileyebilecek başka faktörler de vardır. Daha iri bireyler genellikle daha küçük bireylerden daha fazla anestezik konsantrasyonu gerektirir. Buna karşılık, bir gruptaki daha büyük, daha aktif balıkların daha küçük olanlardan daha hızlı uyuşturulduğu da bildirilmiştir. Benzokain ve MS-222 gibi birçok anestezik madde yağda çözünür; bu nedenle, daha büyük balıklarda veya yumurtalı dişilerde anestezi daha uzun sürebilir ve anestezik madde lipid rezervlerinden uzaklaştırıldığı için iyileşme daha yavaş olabilir. Ayrıca, hastalıklı veya zayıflamış hayvanlar, anestezik maddelere çok daha duyarlıdır ve daha kısa sürede bayılmaktadır. Çevresel faktörler de belirli anesteziklerin etkinliğini derinden etkileyebilir. Su omurgasızları ve balıklar ektoterm canlılardır vücut sıcaklıkları içerisinde bulundukları sucul çevredeki su sıcaklığını yakından takip eder ve anestezik maddenin su canlısına geçişi su sıcaklığı ile de ilişkilidir. Muhtemelen anestezik maddenin canlı tarafından absorpsiyon oranı düşük su sıcaklıklarında düşer. Bu nedenle, daha düşük su sıcaklıklarında, aynı türe mensup aynı büyüklüğe sahip bireylerin bayıltilması sırasında kullanılan anestezik maddeler için daha yüksek dozlar veya daha uzun maruz kalma süreleri gerekir. Anestezik maddelerin etkinliğini en fazla etkileyen diğer bir önemli faktör de anestezik solüsyonun pH'ı, muhtemelen yüklü ve yüksüz moleküllerin oranını etkileyerek etkinliğini de etkileyebilir. Bu, düşük pH'lı çözeltilerde etkinliğini kaybeden kinaldin ile en belirgindir (Coyle vd. 2004)

2.3.3. Anestezikler ve özellikleri

Genelde balıklar olmak üzere sucul canlıların sedasyonu ve anestezisi için üç ana yaklaşım vardır. Bunlar, (1) kimyasallar ve gazların kullanımı, (2) hipoterminin başlatılması ve elektroşok uygulamasına maruz bırakma olarak sıralanabilir. Bir

anestezik maddenin gerektirdiği özellikler, bazı durumlarda özel değerlendirmeler veya belirli önlemlere ihtiyaç duyulmasına rağmen, mevcut kullanımdaki tüm yöntemlerde ortaktır. Var olan veya henüz keşfedilmemiş herhangi bir ajanın ideal ön koşulların tümünü yerine getirmesi olası olmayabilir. Anestezik ajanların ideal özellikleri, çoğu yazar tarafından kimyasal uygulamalara yönelik olarak ortaya konulmuştur. Genel olarak, anestezi veya sedasyon hızlı bir şekilde, tercihen 3 dakikadan daha kısa sürede indüklenmelidir. Kullanılan anestezik madde veya yöntemin yönetimi kolay olmalı ve karmaşık prosedürler içermemelidir. Hayvanları seçilen durumda tutmak kolay olmalı, uygun immobilizasyon ve etkili analjezi sağlamalıdır. Ayılma ve toparlanma hızlı olmalı, temiz suda yaklaşık 5 dakika sonra büyük ölçüde tamamlanmış olmalı ve uzun süreli ataksi veya diğer istenmeyen özellikler olmadan gerçekleşmelidir (Marking ve Meyer, 1985). Sucul organizmalar için uygun anestezik madde seçimi yapılırken her şeyden önce uygun fiyatlı olması, etkili olması, hazırlama ve kullanım kolaylığı, kolay temin edilebilmesi yanında bayıltılan organizma ve insan sağlığı üzerine olumsuz etkisinin olmaması hususları göz önünde bulundurulmalıdır (Summerfelt ve Smith 1990).

İnhalasyon yöntemi ile uygulanan anestezik maddeler sucul canlıların bayıltılmasında en yaygın kullanılanlardır. Bu yöntemde anestezik madde hazırlanan anestezikli sulu çözelti içerisinde balığın daldırılması ile gerçekleştirilir. Sucul organizma anestezikli suya daldırılıp beklenildiğinde sudaki anestezik ajanlar solungaçlar vasıtası ile solunarak anestezik moleküllerinin solungaç lamellerinden kan dolaşımına girmesi sağlanır. Bu süreç akciğer solunumu yapan karasal canlılardaki gazlı anesteziye benzer şekilde çalışır. Sucul canlılarda anestezik ajanlar yoğunlukla solungaçlardan dolaşıma girmesine karşın deridende vücuda difüze olarak etkisini göstermektedir. Sucul canlı anesteziksiz ayılma suyuna döndürüldüklerinde de anestezik maddeler ve metabolitleri yine solungaçlar, deri ve böbreklerden atılarak vücuttan uzaklaşır (Ross ve Ross 2008).

2.3.3.1. İnhalasyon yoluyla kullanılan anestezik maddeler

Su ürünlerinde kullanılacak anesteziklerin önemli yan etkileri olduğundan anestezik seçiminde dikkatli olunmalı ve uygun anestezik seçimi için etkisi denenmiş ve yan etkisi az olanlar seçilmelidir. Prensipte olarak, ketamin, opioidler ve NSAID (Steroid olmayan anti-inflamatuar ilaç)'ler gibi diğer hayvanlarda anestezi için kullanılan maddelerin çoğu balıklar için de kullanılabilir. Ancak sucul canlılarda anestezi uygulaması genellikle anestezikli su solüsyonu ile banyo tarzında uygulandığı için, suda çözülebilen ve su yoluyla uygulanabilen anestezikler daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Rotllant vd. 2023). Su ürünlerinde inhalasyon tekniği ile yaygın olarak kullanılan anestezik maddeler; MS-222, benzokain, 2-fenoksiethanol, kinaldin ve kinaldin sülfat, etomidate, metomidate, Aqui-S ve karanfill yağdır. Daha az yaygın olan anestezik maddeler ise 4-Stirilpiridin, Barbitüratlar (Amilobarbiton, Kinalbarbiton, Pentotal), Koral hidrat, Klorbütanol, Kloroform, Dietil eter, Lidokain, Metil pentinol, Piskain, Propanidid,

Propoksat, Sodyum siyanür, Tersiyer amil alkol (TAA), Tersiyer bütıl alkol (TBA) , Tribromoetanól (TBE), Üretan olarak bildirilmiştir (Ross ve Ross 2008). Bunlardan sadece MS-222 ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) onaylıdır (Coyle vd. 2004).

2.3.3.1. İnhalasyon yoluyla kullanılan bitkisel kökenli anesteziik maddeler

Pek çok bitki, geleneksel olarak dünyanın hemen her yerinde balık avlama için kullanılan kimyasallar içerebilmektedir. Belki de en iyi bilinenleri, rotenon üreten Derris türleri ve rotenona benzer bir madde olan tefrosin içeren Tephrosia türleridir. Bitki özlerinin çoğu, yalnızca balıklar için değil, diğer hayvanlar için de son derece zehirli olabilmektedir. Bitki özleri yada yağlarının aktif içerikleri birçok durumda tam olarak bilinmemektedir ve bu bilimeyen içeriklerin toksik etkileri hakkında pek az bilgi bulunmaktadır (Baird, 1994).

Bitki özleri yada bitki yağlarının bazıları, makul konsantrasyonlarda kullanılırsa, anesteziye benzeyen biyolojik etkilere sahip olabilmektedir. Bitkisel kökenli anesteziik maddeler esas olarak daha düşük fiyatlar, kolay erişim, verimlilik ve çevre güvenliği nedeniyle sentetik preparatlara bir alternatif olarak kabul edilirler (Krasteva vd. 2021). Bu nedenlerle bitki bazlı ürünlerin ssu canlılarının anestesisinde kullanım potansiyellerini araştıran çalışmaların sayısı her geçen gün artarak devam etmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde en sık kullanılan doğal kökenli anesteziik karanfil yağıdır ve diğer önemli bitkisel kökenli anesteziik maddeler fesleğen, kekik, nane, biberiye, lavanta, citronella, mine çiçeği ve kafur esansiyel yağları sayılabilir. Son yıllarda bitkisel özütlerden yada uçucu yağlarından saflaştırılarak elde edilen eugenol, mentol, miren, 1,8-sineol, linalool, limonen, sitronelal, timol, karvakrol, spathulenol, α - ve β -pinen, 4-allilfenil asetat ve globulol gibi etken maddeler uçucu yağlar sucul canlıların sakinleştirilmesinde ve bayıltılmasında kullanıldığı bilinmektedir (Aydın ve Barbas, 2020).

Karanfil yağı ve eugenol

Karanfil yağı, karanfil ağacının çiçeklerinin, gövdelerinin ve yapraklarının damıtılmasıyla elde edilen doğal bir üründür. Karanfil (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae), tropikal ve subtropikal ülkelerde yaygın olarak yetiştirilen, eugenol, β -karyofillen ve α -humulen gibi uçucu bileşikler ve antioksidanlar açısından zengin aromatik bir bitkidir. Karanfil esansiyel yağı, parfüm, kozmetik, sağlık, medikal, tatlandırıcı ve gıda endüstrilerindeki geniş uygulaması nedeniyle büyük ilgi görmektedir (Haro-González vd. 2021). Karanfil yağı, zengin, aromatik kokusu ve tadı olan koyu kahverengi bir sıvıdır. Antik çağlardan beri hafif bir topikal anesteziik olarak ve diş ağrısı, baş ağrısı ve eklem ağrılarına yardımcı olmak için kullanılmıştır. Karanfil nispeten ucuzdur ve balıklarda kullanılan diğer anesteziiklerden daha etkilidir ve ayrıca insanlar için lokal anesteziik olarak uzun bir geçmişe sahiptir (Ross ve Ross 2008). Aktif içerikleri eugenol ve izo-eugenoldür ve bunlar karanfil yağının ağırlıkça %90-95'ini

oluşturmaktadır. Ancak, ham karanfil yağı ayrıca yağa karakteristik koku ve tatlarını veren çok çeşitli terebenoid bileşikleride içermektedir. Karanfil yağı ve içerisindeki öjanol, oral uygulamadan sonra hızla emilir ve metabolize edilir ve belirgin patolojik etkisi olmaksızın 24 saat içinde neredeyse tamamen idrarla atılır (Fischer vd. 1990). Bu nedenle karanfil yağı ve eugenol uzun süredir laboratuvar kullanımı için güvenli kabul edilmektedir.

Eugenol ($C_{10}H_{12}O_2$ veya $CH_3C_6H_3$), çoğunlukla Endonezya, Hindistan ve Madagaskar'da hasat edilen *Eugenia caryophyllata* tomurcuklarından ve yapraklarından elde edilen karanfil esansiyel yağının uçucu bir fenolik bileşenidir. Adının toplanmaya hazır olduklarında kırmızı renge dönüşen çiçek tomurcukları olan karanfil ağacının bilimsel adından geldiği bilinmektedir. Eugenol, karanfilin ekstrakte edilen ana bileşenidir (%70-90) ve karanfil aromasından sorumludur. Bir fenilpropanoid olan eugenol, 164.2 g/mol moleküler ağırlığa sahip, kokulu ve aromalı soluk sarı bir yağdır. Eugenol, özellikle karanfil yağı, küçük hindistan cevizi, tarçın, fesleğen ve defne yaprağından ekstrakte edilen organik çözücülerde çözünen zayıf bir asittir (Mohammadi Nejad vd. 2017).

Karanfil yağı son zamanlarda birçok balık türünde, medaka (*Oryzias latipes*), akvaryum balığı (*Carrassius auratus* Linnaeus), sazan (*Cyprinus carpio* Linnaeus), tavşan balığı (*Siganus lineatus*), kanal balığı (*Ictalurus punctatus*), Atlantik (*Salmo salar*) ve sockeye (*Oncorhynchus nerka*) somonunda anestezi madde olarak kullanılmıştır (Javahary vd. 2012). Ayrıca, karanfil yağı, gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) (Anderson vd., 1997), turna (*Esox lucius*) (Hamackova vd. 2006), Afrika yayın balığında da (*Clarias gariepinus*) (Diyaware vd., 2017), yayın balığında (*Silurus glanis*) (Krasteva vd. 2021) kırmızı bataklık kereviti (*Procambarus clarkii*) (Elmas ve Karadal 2022) başarılı bir şekilde bayıltıcı olarak kullanıldığı görülmektedir. Ancak karanfil yağının ve eugenolün dar pençeli kerevitlerde bayıltıcı olarak kullanılması ile ilgili bir çalışmaya rastlanılamamıştır.

Nane yağı

Balıklar üzerinde anestezi etkisi olan bir diğer esansiyel yağ, bir miktar antiseptik, analjezik ve bakterisidal etkiye sahip doğal bir ürün olan nane yağıdır (Tsuchiya, 2017). Farklı nane türlerinden *Mentha spicata*, *Mentha piperita* ve genelde *Mentha arvensis*'ten elde edilir (Krasteva vd. 2021). Nane yağı, etanolde serbestçe çözünen, soğukluk hissinin ardından gelen karakteristik koku ve tada sahip, renksiz, uçuk sarı veya uçuk yeşilimsi-sarı bir sıvıdır. Yağ, yaprakların alt kısımlarında bulunur, buhar distilasyonu ile ekstrakte edilir ve genellikle kullanımdan önce rektifikasyon ve fraksiyonasyona tabi tutulur. Hindistan, dünyanın en büyük nane yağı üreticisi ve ihracatçısıdır. Nane bitkisinin öğütülmüş kısımlarının damıtılmasıyla hazırlanan nane yağındaki aktif bileşenler arasında mentol, menton, sineol ve diğer bazı uçucu yağlar bulunur (Kligler ve Chaudhary 2007). Nane yağı ve bileşenleri ve türevleri gıda, ilaç ve parfümeri ve aroma endüstrisinde

kullanılmaktadır. Yağ, öksürük damlalarının ve Vicks Vaporub gibi merhemlerin ana maddesi olan doğal bir mentol kaynağıdır (Alankar 2009).

Nane yağının su canlıları için anestezi potansiyeli ana bileşeni olan mentolden kaynaklanmaktadır (Spanghero vd. 2019). Nane yağı halihazırda anestezi olarak kullanılmasına rağmen, etkiler türe özgüdür (Ross & Ross, 2008). Nane yağının sucul canlılarda anestezi olarak kullanımına yönelik çalışmalar karanfil yağı ve eugenole göre daha yenidir ve bu bitkisel yağın sakinleştirici ve bayıltıcı olarak kullanılabilirliğini araştıran çalışmalar hergeçen gün artmaktadır. Avrupa yayın balığında (*Silurus glanis*) (Kresteva vd. 2021), gümüşü yayın balığında (*Rhamdia quelen*) (Spanghero vd.2019), zebra balığında (*Danio reio*) (Seyidoglu ve Yagcilar 2020), yunus çiklit balığında (*Cyrtocara moorii*) (Can ve Sümer 2019), adi sazanda (*Cyprinus carpio*) (Rakhshani vd. 2018), acem mersininde (*Acipenser persicus*) (Mazandarani ve Hoseini 2018), kırmızı bataklık kereviti (*Procambarus clarkii*) (Elmas ve Karadal 2022) nane yağının anestezi etkileri araştırılmıştır. Ancak nane yağının dar pençeli kerevitlerde bayıltıcı olarak kullanılması ile ilgili bir çalışmaya rastlanılamamıştır.

2.5. Eklem bacaklılarda Ağrı ve Acı

Hayvanların deneysel cerrahi veya insan tüketimi için girişimlerde veya öldürme durumları gibi acıya neden olabilecek koşullara maruz bırakıldıklarında acıdan korunması etik bir sorumluluktur. Bilimsel amaçlar ve gıda üretimi için kullanılan kara hayvanlarında, acıyı deneyimleme kapasitelerinin kanıtlanması, onların yasal olarak korunmasına yol açmıştır. Son araştırmalar, onaylı kabuklularda ağrı benzeri bir deneyim olduğunu öne sürmektedir. Bu nedenle Birleşik Krallık crustaceaları acıyı hissedebilen canlılar olarak kabul etmiştir. Benzer şekilde, Avustralya, Yeni Zelanda, Norveç ve İsviçre gibi bazı ülkeler, kesim sırasında on ayaklıların refahları için yüksek risk oluştuğunu kabul ederek öldürülmelerinden önce sersemletilmesi için tavsiyeler uygulamaya koymuştur. Bilim insanlarının ve diğer paydaşların farklı kabuklu türlerini etkili bir şekilde sakinleştiren yöntemleri ve kullanılacak anestezi maddeleri için mevcut bilgi eksikliklerinin giderilmesi için çalışmalar yapması bu sorunun çözümü için büyük katkı sunacağı ileri sürülmektedir (Rotllant vd. 2023).

Omurgasız olan kerevitlerin ağrı ve acı duyup duymadığı tam olarak netlik kazanmamış olsa da hayvan refahı ile ilgili çıkartılan kanunlar nedeni ile kerevitler üzerinde yapılan gerek bilimsel amaçlı çalışmalarda gerekse yetiştiricilik çalışmalarında organizmaların ellenmesi, taşınması, prosedür uygulamaları sırasında stresi azaltmak, çalışmaları kolaylaştırmak için anestezi uygulamaları ve anestezikler önemli bir konuyu oluşturmaktadır. Analjezi, omurgasızların ağrı hissetmediğine dair yaygın inanış nedeniyle, omurgasızlarda tartışmalı ve sıklıkla ihmal edilen bir konudur. Oysa kerevitler ve benzeri diğer omurgasızlar gelişmiş bir sinir sistemine sahiptir ve aslında, destekleyen sınırlı sayıda literatür olsa da, eklem bacaklıların acı çekme potansiyeline sahip duyarlı hayvanlar olduğunu destekleyen bilimsel kanıtlar bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda

yengeçlerde opioid reseptörlerinin varlığı bulunmuştur, bu da bilim insanlarının bazı eklembacaklılarda omurgalılarda bulunana benzer bir analjezik sisteme sahip olabileceğini varsaymalarına yol açmıştır. Yengeçler üzerinde yapılan bir kaçınma öğrenme deneyinde, elektrik şoku verilen yengeçlerin caydırıcı uyaranları hatırlayarak sonraki elektrik şoklarından kaçınma davranışı sergilediği bildirilmiştir (Barr vd. 2008)

Fernandez-Duque vd. (1992) tarafında yapılan daha ayrıntılı bir çalışmada hem fizyolojik hem de davranışsal yaklaşımları kullanarak chasmagnatus yengeç türünde basit refleksif tepkiler yerine gerçek acıyı hissedip hissetmediklerini araştırılmıştır. Deneyde aydınlık ve karanlık iki odacıklı kabın karanlık bölümüne yerleştirilen yengeçler aydınlık odaya geçtiğinde elektrik şoku verilmiş 24 sat sonunda yengeçlerin kaydınlık bölmeye gitmediklerini gözlemlemiştir. Araştırmacılar bu sonuçları, yengeçlerin acıyı deneyimleme kapasitesine sahip oldukları şeklinde yorumlamıştır.

2.6. Tatlısu İstakozlarında Anestezi Uygulamaları Üzerine Yapılan Çalışmalar

Omurgasızlarda anestezi uygulanması hakkında çok fazla bilgiye rastlanılamamaktadır. Çünkü kabuklu ve eklembacaklılarda anesteziye çok ihtiyaç duyulmadığı için anestezi sık yapılmamaktadır. Kabuklu ve eklembacaklı yetiştiriciliğinde operasyonların çoğu anestezi kullanılmadan yapılabilmektedir. Ancak karidesin hızlı ve hareketli olmaları canlı taşıma sırasında sorun oluşturabilmektedir. Yine yengeçlerin pazarlara canlı ulaştırılması için canlıların sakinleştirilmesi gerekebilmektedir. Sonuç olarak, özellikle canlı taşıma için kabuklu ve eklembacaklılarda anestezi ve etkin anesteziklerin araştırılmasına ilgi son yıllarda giderek artmaktadır. Kabuklular, muhtemelen sinaptik reseptör bölgelerinin belirli anesteziklerden etkilenmemesi nedeniyle, anesteziye balıklardan farklı tepki verebilmektedir. Örneğin, MS-222 birçok kabuklu üzerinde etkili değildir. Yapılan bilimsel çalışmaların sonuçlarına göre kabuklu ve eklembacaklıların sakinleştirilmesi ve bayıltılması için balıklarda ihtiyaç duyulan konsantrasyonlardan çok daha yüksek konsantrasyonlar gerekebilmektedir. Aquí-S'nin tatlı su karidesleri (*Macrobrachium rosenbergii*) üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir, ancak sadece balıklarda kullanılan (20 mg/L) 5 ila 10 kat daha yüksek (100 ila 200 mg/L) konsantrasyonlarda işe yaradığı bildirilmiştir. Karbondioksit çoğu kabuklu için etkili bir anestetiktir. Soğutma aynı zamanda kabukluları hareketsiz hale getirmenin etkili bir yoludur, ancak dikkatli olunmalıdır çünkü soğutma hayvanları öldürebilir. Tatlısu istakozlarında yapılan çalışmalar omurgalı olan balıklarla karşılaştırıldığında oldukça az sayıda olduğu görülmektedir. Diğer eklembacaklılar (yengeç, karides vb.) üzerinde yapılan benzeri çalışmalar özellikle karidesler üzerinde yoğunlaşmış durumdadır (Coyle vd. 2004).

Fregin ve Bickmeyer (2016), iki farklı tatlısu istakozu türü üzerinde (*Astacus astacus*, *A. leptodactylus*) uyguladıkları magnezyum klorüre maruz bırakma, 0 ile-1,8 satıgrat derece düşük su sıcaklığına maruz bırakma ve karbondioksit maruz bırakma, elektroşok, sıcak suya maruz bırakma gibi bir dizi fiziksel etkenin anestezi etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar karbondioksit haricindeki anestezik etkenlerin Tatlısu

ıstakozlarında etkisiz kaldığını sadece karbondioksitin anestezi etkisinin bulunduğunu bildirmişlerdir.

Obradović (1986), *Astacus astacus* türü ile yapılan çalışmada haloten ve MS-222 maddelerinin farklı konsantrasyonlarda anestezi etkilerini incelemiştir. Çalışma sonuçları halotenin uygulandığı %0,5 lik dozda etki gösterdiği, MS-222 maddesinin 1:1000 ve 1:10000 oranında dahi hiçbir dozda etki göstermediği bildirilmiştir.

Orconectes virilis türü kerevitlerde bazı sentetik anestezi maddeler (MS-222, lidokain-HCl ve ketamin-HCl) denenmiştir. MS-222'nin banyo uygulamasıyla 1000 mg/L dozunun dahi kerevitler üzerinde etkisi olmadığını ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar, diğer anesteziikleri intramuskular (kas içi enjeksiyon) enjeksiyon yöntemiyle denemiş ve lidokain-HCl için 300 mg/g vücut ağırlığı, ketamin-HCl için ise 90 mg/g vücut ağırlığı dozunun etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Yazarlar, lidokain-HCl açısından kısa süreli, ketamin-HCl açısından ise uzun süreli anestezi uygulamaları önermişlerdir (Brown vd. 1996).

Uzun süreli taşıma işlemlerinde MS-222, etil eter ve karanfil yağının *Procambarus clarkii* üzerindeki anestezi etkilerini ve yaşam oranlarını araştırılmıştır. Karanfil yağının MS-222 ve etil eter göre anestezi etkisinin yüksek olduğu ve karanfil yağının 20- 80 ppm arası dozlarda uygulanması ile yaşam oranının %96 dan fazla olduğu bildirilmiştir (Xie vd. 2010).

Bir başka çalışmada ise kırmızı bataklık kerevitinde karanfil nane ve papatya yağı denenmiş, karanfil ve nane yağı olumlu sonuç verirken papatya yağı canlıyı sedasyona uğratmış fakat anestezi gerçekleşmemiştir (Çizelge 2.3). Karanfil yağı 23 °C'de 200 mg/l dozu 9.33 dakikada anestezi sağlarken 13,23 dakikada canlıların ayılması için yeterli olduğu bildirilmiştir. Yine 23 °C de 1000 mg/l nane yağının kırmızı bataklık kerevitini ortalama 9 dakikada bayılttığı ve 17,50 dakikada ayılamalarını temin ettiği bildirilmiştir (Elmas ve Karadal 2022).

Pontastacus leptodactylus türü üzerinde Gök (2022) tarafından anestezi amaçlı yapılmış tek bir çalışmaya rastlanılmıştır. Bu çalışmada farklı konsantrasyonlarda timol (100, 125, 150, 175, 200, 225 ve 250 mg/l) ve karvakrol (100, 125, 150, 175, 200, 225 ve 250 µl/l) anestezi maddeleri ortalama ağırlık 21.83±5.1 g ağırlığa sahip dar pençeli tatlısu ıstakozlarında bayıltıcı etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, timol için ideal dozun 16,49±8,38 dk bayılma ve 27,36±1,7 ayılma süresi ile 200 mg/l, karvakrol için ise 7,59±3,21 dk bayılma ve 89,21±11,41 dk ayılma süresi ile 200 µl /l olduğunu göstermiştir. Ayrıca timol ve karvakrol uygulamalarında sırasıyla doz 200 mg/l ve 200 µl/l konsantrasyonların üzerine çıkarıldığında tatlısu ıstakozlarının bayılma süreleri kısalmış buna karşın bayıltılan deneklerde ölüm oranları artmıştır. Diğer taraftan düşük dozlarda timol ve karvakrol maddelerinin verilmesi sırasında anestezi süresinin uzaması ile birlikte anestezi uygulaması sırasında hemolenfte yüksek glukoz düzeyleri yükseldiği bildirilmiştir.

Çizelge 2.3. Kerevitlerde yapılan bazı anestezi çalışmaları

Tür	Anestezik	Doz	Anestezi (dk:sn)	Aylma (dk:sn)	Kaynak
<i>Procambarus clarkii</i>	Karanfil yağı	17 °C de 1000 mg/l	11:00	23:00	Elmas ve Karadal 2022
<i>Procambarus clarkii</i>	Karanfil yağı	23 °C de 200 mg/l	9:33	13:23	Elmas ve Karadal 2022
<i>Procambarus clarkii</i>	Nane yağı	17 °C de 1000 mg/l	22:33	26:29	Elmas ve Karadal 2022
<i>Procambarus clarkii</i>	Nane yağı	23 °C de 1000 mg/l	9:00	17:50	Elmas ve Karadal 2022
<i>Procambarus clarkii</i>	Papatya yağı	17 °C de 200, 350, 500, 750, 1000 mg/l	Etkisiz	Etkisiz	Elmas ve Karadal 2022
<i>Procambarus clarkii</i>	Papatya yağı	23 °C 200, 350, 500, 750, 1000 mg/l	Etkisiz	Etkisiz	Elmas ve Karadal 2022
<i>Procambarus clarkii</i>	Karanfil Yağı	25-30 °C 20 mg/l	10 dk		Xie vd. 2010
<i>Procambarus clarkii</i>	MS-222	25-30 °C 20,40,80,160,320 mg/l	Etkisiz	-	Xie vd. 2010
<i>Procambarus clarkii</i>	Etil Eter	25-30 °C 80 mg/l 120 mg/l	20 dk 5 dk	35 dk	Xie vd. 2010
<i>Astacus astacus</i>	MS-222	1:1000 1:10000	Etkisiz	-	Obradović 1986
<i>Astacus astacus</i>	Haloten	% 0,5	Etkili	-	Obradović 1986
<i>Astacus astacus</i>	Karbondiyoksit	Difüzör ile saturasyon düzeyinde	15:00 dk	-	Fregin ve Bickmeyer 2016
<i>Orconectes virilis</i>	MS-222	1000 mg/l	Etkisiz	Etkisiz	Brown vd. 1996
<i>Orconectes virilis</i>	Lidokain-HCl	300 µg/g inramuskular	Etkili	-	Brown vd. 1996
<i>Orconectes virilis</i>	Ketamin-HCl	90 µg/g inramuskular	Etkili	-	Brown vd. 1996
<i>Procambarus clarkii</i>	MS-222 banyo Procaine banyo	50-150 mg/l 65 mg/l	Etkisiz Sedasyon	- -	Palillo vd. 2022
<i>Procambarus clarkii</i>	Procaine enjeksiyon	50 mg/kg	1:03	0:7,9	Palillo vd. 2022
<i>Cherax quadricarinatus</i>	Karanfil yağı	375 µl/l 500 µl/l Banyo	13,5 dk 12,4 dk	9,5 dk 9 dk	Gnanawi vd. 2019
<i>Pontastacus leptodactylus</i>	Timol	200 mg/l	16,49±8,38 dk	27,36±1,7 dk	Gök 2022
<i>Pontastacus leptodactylus</i>	Karvakrol	200 µl/l	7,59±3,21 dk	89,21±11,41 dk	Gök 2022

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Tatlısu ıstakozu materyali

Deneylerde $31,47 \pm 8,52$ g ortalama ağırlığa, $102,69 \pm 7,90$ cm total boya sahip 180 adet kerevit kullanılmıştır (Çizelge 3.1) (Şekil 3.1). Kerevitler ticari ve yerel balıkçılardan Eğirdir Gölü'nden temin edilmiş olup taşıma kaplarında hızlı bir şekilde denemenin yapılacağı Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma Ünitesi'ne getirilmiştir. Sonrasında kerevitler, 100 lt kapasiteli akvaryumlarda ve 21-22 °C su sıcaklığında 2 hafta süreyle adaptasyona tabi tutulmuştur (Şekil 3.2).

Çizelge 3.1. Deneylerde kullanılan tatlısu ıstakozlarına ait morfometrik ölçümler

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Ağırlık (g)	31,47	8,52	18,34	56,36
Total boy (mm)	102,69	7,9	89,76	122,04
Karapaks boyu (mm)	51,77	4,25	42,88	64,54
Karapaks genişliği (mm)	25,99	2,37	22,13	32,37
Abdomen genişliği (mm)	50,91	5,03	41,73	63,06
Pençe boyu_(mm)	33,85	6,54	24,28	53,66
Pençe genişliği (mm)	12,37	1,61	9,53	16,23



Şekil 3.1. Denemelerde kullanılan tatlisu ıstakozu

3.2. Çalışmada kullanılan anesteziik maddeler

Bu tez çalışmasında eugenol (% 99 saflıkta; Sigma-Aldrich, St Louis, MO, USA)karanfil yağı ve nane yağı (%100 saflıkta, Botalife-Türkiye) ticari satıcılardan temin edilerek anesteziik madde olarak kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.2. Denemelerde kullanılan anesteziik maddeler

3.1.3. Deneme yeri

Dar pençeli tatlısu ıstakozunda (*Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) eugenol, karanfil yağı ve nane yağının anestezi aktivitelernin belirlenmesi başlıklı bu yüksek lisans tez çalışmasının deneyleri Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Araştırma Ünitesi, Prosedür Odası II’de gerçekleştirilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Anestezi maddelerinin hazırlanması

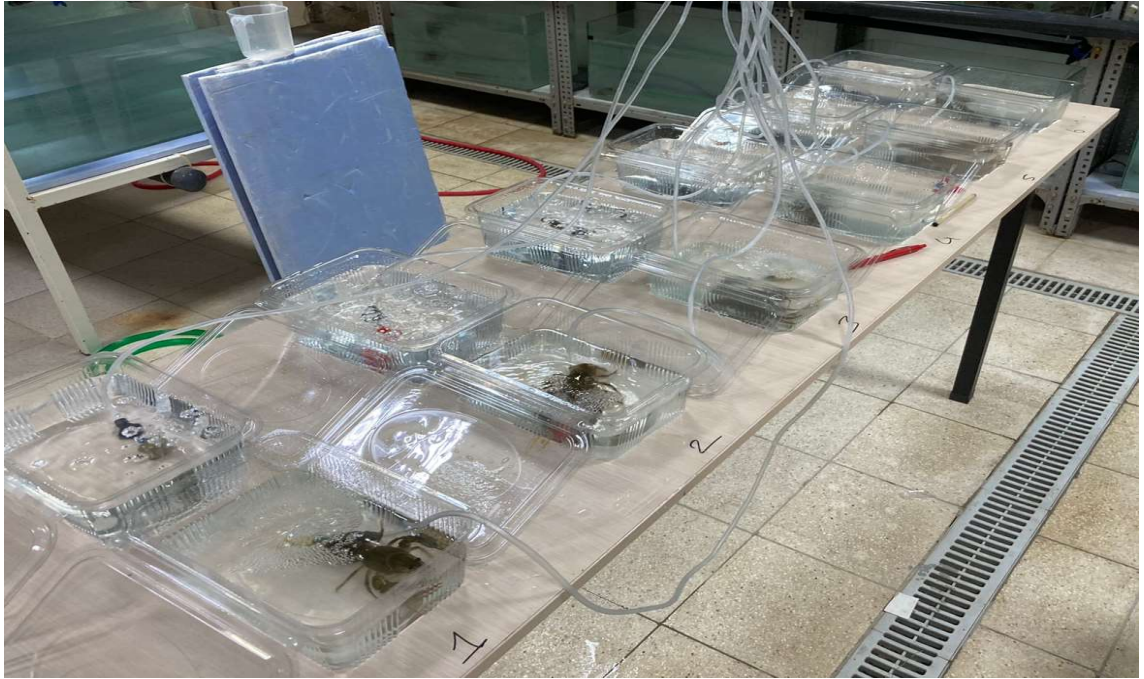
Çalışmada kullanılan anestezi madde karanfil yağının ve nane yağının suda daha iyi çözünerek bir karışım sağlanması amacıyla kullanım öncesi stok çözeltisi hazırlanmıştır. Stok çözeltisi için anestezi maddeler % 95’lik etanol ile 1:10 oranında karışım hazırlanarak denemelerde kullanılmıştır.

3.2.2. Deneyel tasarım

İki hafta adaptasyon sürecinden sonra kerevitlerden anestezi klerde önceki çalışmalarda diğer kerevit yada eklem bacaklılarda önerilen dozlar baz alınarak karanfil yağı için 200, 250, 300, 350, 400, 450 ve 500 µl/l, eugenol için 150, 200 ve 250 µl/l, nane yağı için 200, 500 ve 800 µl/l dozları kullanılarak 20-21 °C su sıcaklığında Tatlısu ıstakozlarının bayılma ve ayılma zamanları belirlenmiştir. Anestezi aşamaları, Vartak ve Singh (2006)’e göre iki aşama bayılma ve iki aşama ayılma olacak şekilde belirlenmiştir. Bayılmanın birinci evresinde (B1) kerevitlerde kısmi denge kaybı, bazı vücut hareketleri ve dış uyaranlara (plastik bir çubuk ile dokunulduğunda veya dürtüldüğünde) tepkisinin azalması, ikinci evresinde (B2) ise B1 evresinin gözlemlenmesinden sonra kerevitlerin sınırlı hareket sergilediği veya hiç hareket etmediği, denge tamamen kaybolduğu (hayvan ters çevrildiğinde kendi kendine pozisyonunu düzeltmediği) ve dış uyaranlara çok az tepki gösterdiği veya hiç tepki göstermediği zaman dikkate alınmıştır. Ayılma aşaması için ise bayıltilan kerevitlerin anestezi olmayan havalandırılmış su ile dolu ayılma kabına alınması sonrası 2 evre dikkate alınarak geçen süre kaydedilmiştir. Bu aşamalardan birinci evrede (A1)’da kerevitlerin dış uyaranlara (plastik bir çubuk ile dokunulduğunda) bazı tepkiler göstermeye başladığı zaman, ayılmanın ikinci evresi (A2) için ise A1 aşamasından itibaren kerevitin dengesini kazandığı ve dış uyaranlara daha iyi tepki sergilediği, yürümeye ve yüzmeye başladığı, normale döndüğü an kabul edilmiştir.



Şekil 3.3. Tatlısu ıstakozlarının akvaryumlarda adaptasyonu



Şekil 3.4. Deneylerin gerçekleştirilmesi



Şekil 3.5. Tatlısu ıstakozunun anestezi işleminin başlatılması



Şekil 3.6. Bayıltılan tatlısu ıstakozunun ayıltılması



Şekil 3.7. Ayılan tatlısu ıstakozlarının mortalite için izlemeye alınması

Denemelerde tatlısu ıstakozlarını bayıltmak ve ayıltmak için 2 lt hacime sahip plastik kaplar kullanılmıştır. Her dozun anestezik etkinliği 6 organizma üzerinde bireysel olarak test edilmiştir. Deneylerde her birey bir defa kullanılmıştır. Deneyler sırasında 2 litrelik plastik kaplar sürekli olarak hava taşları kullanılarak havalandırılmıştır. Deneyler sırasında ve sonrasındaki 48 saat süreyle tüm gruplarda ölüm olup olmadığı takip edilmiş olup canlı kalma oranları hesaplanmıştır.

3.2.3. Kerevitlerde hemolenf glukoz düzeyinin belirlenmesi

Canlılarda önemli stres indikatörlerinden glukoz değerlerinin ölçümü için her doz için 3 birey kullanarak her doz için B2 aşamasında tatlısu ıstakozlarından hemolenf tatlısu ıstakozlarının dorsalinden karapaks sonundaki ilk eklemden girilerek dorsal atar damardan 1 ml'lik enjektör yardımıyla alınmıştır (Şekil 3.8). Her doz için hemolenf glukoz değerleri Bayer Contour Plus ölçüm cihazı (Bayer®, Almanya) kullanılarak ölçülmüştür. Bayılma prosedürü uygulanan ancak 30 dk içerisinde bayılma gözlemlenmeyen bireylerde otuzuncu dakikada hemolenf alınarak glukoz ölçümü yapılmıştır. Kerevit hemolenfinde glukoz değeri kullanılan ölçüm cihazının ölçüm limitlerinin altında olması nedeni ile serum fizyolojik ile 100 mg/dL konsantrasyonda hazırlanan şeker çözeltisinden 50 µl alınarak eşit miktardaki hemolenf ile iyice pipetleme yapıp karıştırıldıktan sonra hemolenf glukoz değeri direk ölçüm yapılarak belirlenmiştir. Ölçüm cihazı ile elde edilen ham glukoz değeri sulandırma faktörü dikkate alınarak hesaplanmış ve kerevit hemolenfindeki gerçek glukoz değeri belirlenerek istatistiki hesaplamalarda kullanılmıştır.



Şekil 3.8. Tatlısu ıstakozundan hemolenf alınması

3.2.5. Su sıcaklığı, oksijen ve pH değerlerinin belirlenmesi

Deneyler sırasında su sıcaklığı ve çözülmüş oksijen, oksijenmetre cihazı ile (OxyGuard, Handy Polaris, Danimarka), pH portatif pH metre (KNMASTER pH-200, Türkiye) ile gerçek zamanlı ölçülerek kaydedilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Su sıcaklığı, çözülmüş oksijen ve pH ölçümünde kullanılan cihazlar

3.2.6. İstatistiksel analizler

İstatistiksel analizler öncesi veriler normallik testine tabi tutularak test edilmiştir. Verilerin normal dağıldığı kanıtlandıktan sonra tek yönlü varyans (Anova) testine tabi tutulmuş varyaslar arasında fark bulunması durumunda Duncan çoklu karşılaştırma testleri kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan kerevitlere ait morfometrik veriler ortalama $\pm$ standart sapma olarak, diğer veriler ortalama $\pm$ standart hata olarak sunulmuş ve hesaplanan P değeri 0,05'ten küçük olduğunda farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. İstatistiksel analizler SPSS (v23, IBM Corporation, New York, USA) paket programında gerçekleştirilmiştir.



4. BULGULAR

Her üç anesteziye deney sırasında ölçülen su parametreleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Deneyler sırasında çözünmüş oksijen $7,57 \pm 0,08$ ile $8,27 \pm 0,18$ mg/l arasında değişim göstermiştir. Sıcaklık $21,85 \pm 0,45$ - $22,7 \pm 0,3$ °C arasında ve pH $7,05 \pm 0,01$ ile $7,19 \pm 0,06$ arasında değişim göstermiştir. Tatlısu ıstakozlarının bayıltılmasında kullanılan anestezi madde adaylarının dozların uygulaması sırasında deneyde kullanılan Tatlısu ıstakozlarında kan şekeri düzeyleride ölçülerek Çizelge 4.1’de verilmiştir. Kontrol grubunda $1,83 \pm 0,33$ mg/dL olarak ölçülen glukoz seviyesi anestezi uygulanan bireylerde madde ve doza bağlı olarak $4,5 \pm 0,58$ ile $16,5 \pm 1,15$ mg/dL arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.1).

Çizelge 4.1. Deneme gruplarında ölçülen hemolenf glukoz değerleri

Anestezi	Dozlar (µl/l)	Glukoz (mg/dL)
Kontrol	0	$1,83 \pm 0,33$
Eugenol	75	$4,83 \pm 0,88$
	100	$4,5 \pm 0,58$
	150	$6,17 \pm 0,33$
	200	$6,5 \pm 1$
	250	$16,5 \pm 1,15$
	300	$12 \pm 0,58$
	350	$14 \pm 0,58$
	400	$14,67 \pm 0,88$
	450	$9,33 \pm 0,88$
Karanfil yağı	200	$9,33 \pm 0,73$
	250	$4,83 \pm 0,33$
	300	$12,5 \pm 0,58$
	350	$14 \pm 2,29$
	400	$16,5 \pm 1,73$
	450	$14,17 \pm 3,53$
	500	$7,67 \pm 1,09$
Nane yağı	200	$8,67 \pm 2,09$
	300	$11,33 \pm 1,17$
	400	$7,67 \pm 0,33$
	500	$7 \pm 0,29$
	600	$5,83 \pm 0,44$
	800	$6,5 \pm 1$

Deneme sonuçlarına göre dar pençeli kerevitlerde anestezi olarak kullanılabilir en iyi maddenin karanfil yağı ve eugenol olduğu belirlenmiştir. Karanfil yağı için denenen 7 dozdan deney sonrası ölüm oranları da dikkate alınarak 300 µl/l dozun en kullanılabilir doz olduğu görülmüştür. Bu dozda deneyde kullanılan Tatlısu ıstakozları ortalama $12,6 \pm 2,45$ dk bayılmış anestezi süreci durdurulduktan sonra da $9,36 \pm 4,63$ dk tam olarak ayılarak toparlanmışlardır. Deneyler sonucunda bu doz grubunda ölüm gözlemlenmemiştir. Eugenol maddesinde de 200 ile 250 µl/l dozlarda iyi sonuçlar elde edilmiştir. Tatlısu ıstakozlarına 250 doz uygulandığında $22,43 \pm 2,24$ dk tam anesteziye girmişler ve sonrasında da $5,1 \pm 0,92$ dk içerisinde tam olarak ayılma olduğu görülmüştür (Çizelge 4.2). Eugenol maddesi ile bayıtılan bireylerde 350, 400 ve 450 µl/l doz uygulamalarında denemelerde kullanılan Tatlısu ıstakozlarının %16,33 oranında ölüm gerçekleşmiştir. Nane yağının 200 µl/l dozunu sadece sedasyon etkisi göstermiştir. Nane yağının 400, 500 600 ile 800 µl/l dozlarında deney organizmaları 40 ile 55 dk arasında değişen sürelerde bayılmış ve 6,67 ile 25,75 dk aralığındaki sürelerde ayılmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Kullanılan anestezi maddelerin bayılma ve ayılma evrelerinde belirlenen süreler (dk)

Anestezi Madde	Dozlar (µl/L)	Anestezi Evreleri			
		B1	B2	A1	A2
Eugenol	100	$32,25 \pm 7,3^e$	$37,5 \pm 7,66^f$	$4,46 \pm 0,78$	$8,31 \pm 1,08^{ab}$
	150	$25,67 \pm 0,84^d$	$36 \pm 0,97^f$	$3,65 \pm 0,28^{ab}$	$7,15 \pm 0,47^{ab}$
	200	$15,47 \pm 1,8^{bc}$	$22,43 \pm 2,24^e$	$3,59 \pm 0,73^{ab}$	$7,17 \pm 1,71^{ab}$
	250	$15,7 \pm 1,98^{bc}$	$19,64 \pm 2,09^{cde}$	$2,7 \pm 0,57^a$	$5,1 \pm 0,92^a$
	300	$15,83 \pm 0,48^{bc}$	$21 \pm 0,77^{de}$	$5,5 \pm 0,85^{abc}$	$8,83 \pm 1,22^{ab}$
	350	$9,5 \pm 0,76^{ab}$	$17,33 \pm 0,61^{bcde}$	$7,17 \pm 0,7^c$	$10,92 \pm 0,99^{ab}$
	400	$6 \pm 0,37^a$	$13,67 \pm 1,05^{abcd}$	$5,83 \pm 1,05^{abc}$	$9,33 \pm 0,99^{ab}$
	450	$4,67 \pm 0,42^a$	$7,67 \pm 0,56^a$	$10,5 \pm 0,67^d$	$15,5 \pm 0,76^{abc}$
Karanfil Yağı	200	$15,94 \pm 2,66^{bc}$	$20,3 \pm 2,43^{cde}$	$2,71 \pm 0,51^a$	$10,14 \pm 2,72^{ab}$
	250	$7,8 \pm 1,24^a$	$14,49 \pm 1,67^{abcde}$	$4,49 \pm 1,17^{abc}$	$13,54 \pm 5,46^{abc}$
	300	$11,33 \pm 2,65^{abc}$	$12,6 \pm 2,45^{abc}$	$4,62 \pm 1,88^{abc}$	$9,36 \pm 4,63^{ab}$
	350	$8,06 \pm 1,79^a$	$10,75 \pm 1,69^{ab}$	$5,18 \pm 1,89^{abc}$	$21,79 \pm 5,07^{cd}$
	400	$7,27 \pm 1,43^a$	$9,82 \pm 1,55^{ab}$	$4,45 \pm 1,59^{abc}$	$12,16 \pm 2,86^{abc}$
	450	$5,15 \pm 0,72^a$	$7,63 \pm 1,02^a$	$4,54 \pm 1,3^{abc}$	$14,95 \pm 4,76^{abc}$
	500	$7,05 \pm 0,9^a$	$9,71 \pm 0,9^{ab}$	$4,2 \pm 0,4^{abc}$	$17,06 \pm 1,85^{bcd}$
Nane Yağı	200	$40,2 \pm 1,15^f$	*	*	*
	300	$40,33 \pm 1,05^f$	*	*	*
	400	$29 \pm 0,97^{de}$	$55 \pm 2,89^g$	$4 \pm 0,58^{abc}$	$6,67 \pm 0,88^{ab}$
	500	$30,26 \pm 1,33^{de}$	$48,6 \pm 1,29^g$	$3,81 \pm 0,72^{abc}$	$7,67 \pm 1,45^{ab}$
	600	$25 \pm 0,58^d$	$49 \pm 0,73^g$	$5,5 \pm 0,43^{abc}$	$9,5 \pm 0,96^{ab}$
	800	$16,6 \pm 1,38^c$	$40,15 \pm 4,22^f$	$6,22 \pm 1,14^{bc}$	$25,75 \pm 8,7^d$

* Uygulanan doz için bu evre gözlemlenmemiştir

Kerevitlerin bayıltılmasında kullanılan anesteziik maddeler etanolde çözündürüldükleri için etanolün anesteziik etkisinin olup olmadığını belirlemek için deneylerde uygulanan yüksek alkolü dozun muadili olan 7200 µl/l saf etanol (%99 saflıkta Merck-Almanya) de denenmiştir. Alkol kullanılarak yapılan denemelerde etanolün herhangi bir sakinleştirici ve bayıltıcı etkisinin olmadığı görülmüştür.

Anesteziik aday maddelerin tüm dozları çalışıldıktan sonra toksik etkisi veya aşırı doz nedeniyle gerçekleşen ölümler için denek tatlısu ıstakozları takip edilmiş ve gerçekleşen ölümler her doz grupları için kaydedilerek Çizelge 4.3'te verilmiştir. Kullanılan anesteziik madde adaylarından en fazla ölüme yol açan maddenin nane yağı olduğu belirlenmiştir. Nane yağının 400, 500 600 ile 800 µl/l dozlarına maruz kalan tatlısu ıstakozlarında deney sonrası %16,66 ile %83,33 oranları arasında ölüm gerçekleşmiştir. Yine karanfil yağının 350, 400, 450, µl/l dozlarında da %33,3 oranında ölüm kaydedilmiştir.

Çizelge 4.3. Kullanılan anesteziik maddelerin anestezi aşamalarına göre başarı oranları ile deney sonrası ölüm oranları

Anesteziik maddeler	Dozları (µl/l)	N	Anestezi aşamaları	Ölüm oranı (%)
			B1/B2/A1/A2	0
	100	6	83,3/83,3/83,3/83,3	0
Eugenol	150	6	100/100/100/100	0
	200	6	100/100/83,3/100	0
	250	6	100/100/83,3/100	0
	300	6	100/100/100/100	0
	350	6	100/100/100/100	16,66
	400	6	100/100/100/100	16,66
	450	6	100/100/100/100	16,66
Karanfil yağı	200	6	100/100/75/100	0
	250	6	100/100/100/100	16,66
	300	6	100/100/83,3/100	0
	350	6	100/100/66,6/100	33,33
	400	6	100/100/100/100	33,33
	450	6	100/100/100/100	33,33
	500	6	100/100/100/100	0
Nane yağı	200	6	66,6/0/0/0	0
	300	6	83,3/0/0/0	0
	400	6	100/50/50/50	16,66
	500	6	100/33,3/33,3/16,6	83,33
	600	6	100/100/100/100	66,66
	800	6	100/100/100/16,6	83,33

5. TARTIŞMA

Karanfil yağı, hızlı indüksiyon ve iyileşme süreleri, canlıya kolay uygulama, düşük doz etkinliği, düşük maliyet ve insanlar için toksik olmaması anlamına gelen ideal anestezi kriterlerine sahiptir (Priborsky ve Velisek 2018). Mevcut çalışmanın sonuçları, *Nephrops norvegicus* (Cowing vd. 2015) ve çimen karidesi (*Palaemonetes sinensis*) (Li vd. 2018), Avustralya kırmızı pençe kerevit *Cherax quadricarinatus* (Ghanawi vd. 2019) gibi diğer kabuklular için olduğu gibi, bu çalışmanın sonuçları dikkate alındığında karanfil yağının dar pençeli kerevit için de etkili bir anestetik olduğu görülmektedir. Bir anesteziğin etkinliği doza bağlı olduğu gibi vücut ağırlığı, su sıcaklığı ve cinsiyet gibi diğer faktörlere de bağlı olarak değişebildiği bildirilmektedir (Ross ve Ross 2008; Ghanawi vd. 2019). Mevcut çalışmanın sonuçları, karanfil yağı için 250 ile 300 µl/l dozun en kullanılabilir doz olduğunu göstermiştir. Eugenol maddesinde 200 ile 250 µl/l dozlarda hızlı indüksiyon ve geri kazanım süreleri elde edilmiştir. Bununla birlikte, dar pençeli tatlısu kerevitinin uzun süre taşınması veya işlenmesi sırasında düşük dozlarda (karanfil yağı için 100-150 µl/l eugenol için 75-100 µl/l konsantrasyonları kullanarak sedasyon elde edebilirler.

Deneyler sonu en etkili maddenin karanfil yağı ve eugenol olduğu gözlenmiştir 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500 µl/l dozlar uygulanmış dozların hepsinde kerevitlerde bayılma görülmüş ve hepsi ayılmıştır. Karanfil yağı deneylerinde görülen ölümlerin kabuk değişimi nedeni ile olduğu gözlemlenmiştir deneyler esnasında ölüm olmamıştır.

Anesteziğin etkili konsantrasyon değerleri, test edilen türe göre değiştiği bilinmektedir. Buna karşın bu çalışmada karanfil yağı ve eugenol için belirlenen anestezi dozlarına benzer konsantrasyonlar başka onayaklı türleri içinde bildirildiği görülmektedir. Li vd (2018), 100 ila 500 µl/l arasında değişen öjenol konsantrasyonlarının, *P. sinensis* karidesini anesteziye etkili olduğunu bildirmiş ve ayrıca *P. sinensis*'te anesteziyi indükleyen en etkili ve güvenli eugenol dozunun 200 µl/l olduğunu kaydetmiştir. Vartak ve Singh (2006), larva sonrası (15–125 mg/l) ve genç (75–1.000 mg/l) tatlı su karidesi *Macrobrachium rosenbergii*'de çeşitli karanfil yağı konsantrasyonlarını test ettiler. Yazarlar, karanfil yağının sadece larva sonrası karidesler için uygun olduğu ve 15 mg/l'lik bir konsantrasyonun 3 saate kadar taşıma için uygun olduğu sonucuna varmışlardır. Parodi vd. (2012), mevcut bulgulara benzer şekilde sırasıyla 175 ve 400 µl/l konsantrasyonlarının postlarval ve alt yetişkin beyaz karideste (*L. vannamei*) hızlı ve derin anesteziyi indüklediğini bildirmiştir.

Nane, bitkiye lezzet ve koku katan bir bileşen olarak karvonun anestezi etkisiye sahip bir sakinleştiricidir (Roohi ve Imanpoor 2015; Can ve Sümer 2019). Karvonun periferik ve merkezi sinir sistemi üzerindeki merkezi sinir sistemi depresyonu, sedasyon benzeri aktiviteler göstererek anestezi etki göstermektedir (Sousa vd. 2007). Nane yağı kullanılarak sucul organizmalardan bazı balık türlerinde anestezi olarak kullanılma potansiyelleri araştırılarak yayınlanmıştır. Can ve Sümer (2019), mavi yunus çikletlerinde (*Cyrtocara moorii*) nane yağının (*Mentha piperita*) 100, 300, 420 µl/l dozlarının canlıyı

5 dakikadan kısa bir sürede bayıltığını ve anestezi için kullanılabileceğini bildirmiştir. Krasteva vd., (2021) Avrupa yayın balığında (*Siluris glanis*) karanfil yağının üç farklı dozu (0,02, 0,04, 0,06 ml/l) ile nane yağının altı farklı dozunun (0,02, 0,04, 0,06, 0,08, 0,1 ve 0,12 ml/L) anestezi etkisini araştırmışlar, çalışmada nane yağının 0,12 ml/l dozunun 6,23 dakikada yayın balıklarını anesteziye girmesini sağladığı, ancak karanfil yağının nane yağına göre daha etkin olduğunu bildirmiştir. Anemon balığında (*Amphiprion ocellaris*) bazı esansiyel bitki yağlarının anestezi etkilerini araştırdıkları çalışmada nane yağının 25 µl/l konsantrasyonunda taşıma için uygun bir doz olduğunu (Ostrensky vd. 2016), 70 µl/l dozun da anestezi için uygun olduğu (Pedrazzani vd. 2016) bildirilmiştir. Brandão vd. (2021) *Colossoma macropomum* balıklarında *Aloysia triphylla*, *Lippia sidoides* ve *Mentha piperita* esansiyel yağlarının anestezi potansiyelini araştırmışlar. Nane yağının solungaçlarda hafif hasara yol açmasına karşın 90 mg/l dozunun anestezi sağladığını bildirmişlerdir. Brandão vd. (2022) *Lippia sidoides* (Alekrim yeni baharı) ve *Mentha piperita* (Nane) esansiyel yağlarının tambuki balıklarında, *Colossoma macropomum*'un taşınmasında stres azaltıcı olarak kullanımını değerlendirmiştir. Balıklar, birtakım stress kaynaklarına maruz bırakılarak plastik torbalarda dört saat süreyle nakledilmiş, taşıma sonrasında su kalitesi, hormonal, biyokimyasal ve enzimatik parametreler analiz edilmiştir. *Lippia sidoides* ve nane yağının 20 mg/l konsantrasyonları beyinde glutatyon S-transferaz (GST) enziminin düzeylerinin artmasına neden olmuştur. Değerlendirilen konsantrasyonlardaki uçucu yağların, laktat biriktirmeden taşıma sırasında su kalitesini iyileştirme, fizyolojik stresi en aza indirme, hepatik glikojenin parçalanması, glikoz üretimi ve glikolitik yolun aktivasyonu yoluyla enerji talebinin korunmasına yardımcı olma eğiliminde olduğu sonucuna varılmıştır.

Kerevit türlerinde bitkisel yağların ve özelde nane yağının anestezi olarak kullanımına ilişkin sınırlı sayıda araştırmaya rastlanılmıştır. Elmas ve Karadal (2022), kırmızı bataklık kerevitleri (*Procambarus clarkii*) üzerinde karanfil (*Syzygium aromaticum*), nane (*Mentha spicata*) ve papatya (*Matricaria chamomilla*) uçucu yağlarının 17 ve 23 °C su sıcaklıklarında anestezi etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada laboratuvar koşullarında indüksiyon ve geri kazanım sürelerini ve aşamalarını belirlemek için uçucu yağların beş konsantrasyonu (200, 350, 500, 750 ve 1000 µL/l) denenmiştir. Nane yağının 17 °C su sıcaklığında 1000 µL/l konsantrasyonunda diğer dozlara göre daha kısa sürede anestezi elde edildiği, ancak 23 °C'de beş konsantrasyon arasında istatistiksel bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Düşük su sıcaklığında ayılma ve toparlanma süresinin daha uzun olduğunu bildirmiştir. Çalışma sonunda araştırmacılar papatya yağının sakinleştirici, nane ve karanfil yağının ise kırmızı bataklık kerevitlerinde anestezi olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise nane yağında uygulanan 200, 300, 400, 500, 600 ve 800 µl/l dozlarından, 200 ve 300 µl/l dozda canlılar sedasyon evresine girmesine karşın anestezi gerçekleşmemiştir. Nane yağı dozu 400, 500, 600 ile 800 µl/l çıkarılınca anestezi gerçekleşmesine karşın ayılma süresi uzamış ve yüksek ölüm oranları gerçekleşmiştir. Ayrıca nane yağı deneylerinde kerevitlerin anestezi deneylerinde daha hareketli ve hırçın davranışlar sergilediği gözlemlenmiştir. Denekler nane uygulaması sırasında her dozda bayılma kabına alındıklarında hemen sonra daha hareketli, anestezi kabından kaçma, kısıpçalarını havaya kaldırma, uyarıcı ile yaklaşıldığında aşırı tepki verme gibi davranışlar sergilemiştir. Mevcut sonuçlara göre nane yağının dar pençeli tatlısu ıstakozlarında anestezi olarak kullanımı önerilmemektedir.

6. SONUÇLAR

Bu yüksek lisans tez çalışmasında, karanfil yağı (200, 250, 300, 350, 400, 450 ve 500 µl/l), eugenol (100, 150, 200, 250, 300, 350, 400 ve 450 µl/l) ve nane yağının (200, 300, 400, 500, 600 ve 800µl/l) ortalama 31,47 g ağırlık ve 10,27 cm boya sahip dar pençeli tatlısu ıstakozu (*Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) üzerindeki anestezi etkileri araştırılmıştır.

Araştırma sonuçları,

- Eugenol için ideal dozun $21,77 \pm 0,77$ dk bayılma ve $8,83 \pm 1,22$ dk ayılma süresi ile 300 µl/l olduğu
- Karanfil yağı için ideal dozun, $9,82 \pm 1,55$ dk bayılma ve $10,92 \pm 0,99$ dk ayılma süresi ile 400 µl/l olduğu,
- Nane yağında ise 200 ile 300 µl/l dozların sedasyona yol açtığı daha yüksek dozlarda ise bayılma gerçekleşmesine karşın yüksek ölüm oranlarına sebebiyet verdiği için bayıltıcı amaçlı tatlısu ıstakozlarında uygun olmadığı,
- Kullanılan üç anestezi maddeninde kerevitlerdeki hemolenf glikoz düzeyini arttırdığı gözlemlenmiştir. Kontrol grubunda $1,83 \pm 0,33$ mg/dL olarak ölçülen hemolenf glukoz düzeyi deneme gruplarında özellikle düşük dozlarda ve anesteziye girişlerin uzadığı durumlarda $4,5 \pm 0,58$ mg/dL ile $16,5 \pm 1,15$ mg/dL arasında değişim gösterdiği sonuçları elde edilmiştir.

Sonraki çalışmalarda bu anestezi maddelerin anestezi olarak kullanılması durumunda kerevitlerin diğer fizyolojik parametreleri üzerine ne tür etkiler yaptığının belirlenmesi sonrasında bu anestezi maddeler hakkında daha detaylı bilgilere ulaşılabileceği düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Alankar, S. 2009. A review on peppermint oil. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 2(2):27-33.
- Anonim 1 FAO (2003) Towards Blue Transformation: A vision for transforming aquatic food systems. <https://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture> [Son Erişim Tarihi: 01.06.2023]
- Anonim 2 TÜİK (2023). Su ürünleri 2022. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2022-49678#:~:text=Su%20%C3%BCr%C3%BCnleri%20avc%C4%B1%C4%B1%C4%9F%C4%B1%202022%20y%C4%B1%C4%B1nda,ise%20%250%2C4%20artt%C4%B1> [Son Erişim Tarihi: 01.06.2023]
- Anonim 3. <https://www.sealifebase.ca/summary/Astacus-leptodactylus> [Son Erişim Tarihi: 01.06.2023]
- Akhan, S., Bektas, Y., Berber, S. Kalaycı, G. 2014. Population structure and genetic analysis of narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*) populations in Turkey. *Genetica* 142, 381–395.
- Aydın, B., Barbas, L.A.L. 2020. Sedative and anesthetic properties of essential oils and their active compounds in fish: A review. *Aquaculture*, 520 (2020), Article-734999.
- Baird, D., 1994. Pest control in tropical aquaculture: an ecological hazard assessment of natural and synthetic control agents, *Mitt. Int. Ver. Limnologie.*, 24: 285–292.
- Barr, S., Laming, P.R., Dick, J.T., Elwood, R.W. 2008. Nociception or pain in a decapod crustacean? *Anim Behav.*, 75(3):745–751.
- Brandão, F. R., Farias, C. F. S., de Melo Souza, D. C., de Oliveira, M. I. B., de Matos, L. V., Majolo, C., ... & Chagas, E. C. 2021. Anesthetic potential of the essential oils of *Aloysia triphylla*, *Lippia sidoides* and *Mentha piperita* for *Colossoma macropomum*. *Aquaculture*, 534, 736275.
- Brandão, F. R., Duncan, W. P., Farias, C. F. S., de Melo Souza, D. C., de Oliveira, M. I. B., Rocha, M. J. S., Chagas, E. C. 2022. Essential oils of *Lippia sidoides* and *Mentha piperita* as reducers of stress during the transport of *Colossoma macropomum*. *Aquaculture*, 560, 738515.
- Brown, P., White, B. M. R., Chaille, J., Russel, M., & Oseto, C. (1996). Evaluation of three anesthetic agents for crayfish (*Orconectes virilis*). *Journal of Shellfish Research*, 15(2): 433-435.
- 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 & Animal Sciences*, 43 (3)-5.

- Cılbız, M. Aydın, C. Uzunmehmetoğlu, O.Y. 2020. Türkiye'nin kerevit *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) üretiminin ulusal ve küresel ölçekte değerlendirilmesi. *LimnoFish.*, 6: 59-74.
- Cowing, D., Powell, A., Johnson, M. 2015. Evaluation of different concentration doses of eugenol on the behaviour of *Nephrops norvegicus*. *Aquaculture*, 442, 78–85.
- Coyle, S.D. Durborow R.M., Tidwell J.H. 2004. Anesthetics in Aquaculture, SRAC Publication No. 3900
- Elmas E, Karadal O. 2022. Anesthetic and sedative effects of plant-derived essential oils on red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) at different concentrations and temperatures. *Nauplius*, 30: e2022035
- Erol KG, Özkök R, Küçükkara R, Çınar Ş. 2010. Tatlı su istakozu *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) yetiştiriciliğinde yavru dönemde muhtemel ölüm nedenleri. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 6 (2):23-30.
- Fernandez-Duque, E., Vallengia, C., Maldonado, H.1992. Multitrial inhibitory learning in the crab *Chasmagnathus*. *Behavioral and Neural Biology* 57: 189- 197.
- Fischer, I.U., Unruh, G.E., Dengler, H.J. 1990. The metabolism of eugenol in man. *Xenobiotica* 20(2):209–222
- Fregin, T., Bickmeyer, U. 2016, Electrophysiological investigation of different methods of anesthesia in lobster and crayfish. *PLoS ONE* 11(9): e0162894
- Ghanawi, J., Saoud, G., Zakher, C., Monzer, S. and Saoud, IP. 2019. Clove oil as an anaesthetic for Australian redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Aquac Res.* 50: 3628–3632.
- Gök, M. 2022. Dar pençeli tatlısu istakozunda (*Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) timol ve karvakrolün anestezik aktivitesinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi, 40 s.
- Green, C.J. 1979. Animal anaesthesia, Laboratory animal handbooks, No 8. Laboratory Animals Ltd., London, 300 p.
- Harlioğlu, M.M. and T.Ç. Duran. 2010. The effect of darkness on mating and pleopodal egg production time in a freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz. *Aquac. Int.* 18: 843–849.
- Haro-González, J.N., Castillo-Herrera, G.A., Martínez-Velázquez, M., Espinosa-Andrews, H. 2021. Clove essential oil (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae): extraction, chemical composition, food applications, and essential bioactivity for human health. *Molecules*, 26(21):6387.

- Heavner, J.E., 1981. Animal models and methods in anaesthesia research, in: Gay, William I. (ed.), *Methods in Animal Experimentation*, volume 6, Academic Press, New York, 400 p.
- Holdich, D.M. 2002. Distribution of crayfish in Europe and some adjoining countries. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 367: 611–650.
- Holdich, D.M., Reynolds, J.D., Souty-Grosset C., Sibley, P. 2009. A review of the ever increasing threat to European crayfish from non-indigenous crayfish species. *Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst.* 11:394-395.
- Jurcak, A.M., Lahman, S.E., Wofford S.J., Moore P.A. 2016. Behavior of crayfish. Pp.117-131. In: *Biology and Ecology of Crayfish*, Longshaw M., Stebbing, P (Eds.) CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, 357p.
- Javahery, S, Nekoubin, H., Moradlu, A.H. 2012. Effect of anaesthesia with clove oil in fish (review). *Fish Physiol Biochem.*, 38(6):1545-1552.
- Kalaycı, G., Akhan, S. (2016). Molecular identification of *Astacus leptodactylus* and *Austropotamobius torrentium* using mtDNA-RFLP method. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16, 789-795.
- Kligler, B., Chaudhary, S. 2007. Peppermint oil. *Am. Fam. Physician.*, 75(7):1027-30.
- Köksal, F. 1988. *Astacus leptodactylus* in Europe. pp. 365–400. In: D.M. Holdich and R.S. Lowery (eds.). *Freshwater Crayfish, Biology, Management and Exploitation*. Croom Helm and Timber Press, London.
- Krasteva, V., Yankova, M., Hubenova, T. 2021. Comparing the anesthetic effect of clove and peppermint oil in juvenile European catfish, *Silurus glanis* (Linnaeus, 1758). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 27(6): 1227–1232.
- Lewbart, G.A., Mosley, C. 2012. Clinical anesthesia and analgesia in invertebrates, *Journal of Exotic Pet Medicine*, 21(1), 59-70. Mazlum, Y. Yılmaz E. (2006) Türkiye’de önemli kerevit türlerinin yetiştiriciliği. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23(1-2), 201–205.
- Li, Y., She, Q., Han, Z., Sun, N., Liu, X., Li, X. 2018. Anesthetic effects of eugenol on grass shrimp (*Palaemonetes sinensis*) of different sizes at different concentrations and temperatures. *Scientific Reports*, 8(1), 11007.
- Marking, L.L., Meyer, F.P. 1985. Are better anaesthetics needed in fisheries? *Fisheries*, 10: 2–5.
- Mazandarani, M., Hoseini, S.M. 2018. Anesthesia of juvenile Persian sturgeon, *Acipenser persicus*; Borodin 1897, by peppermint, *Mentha piperita*, extract – Anesthetic

- efficacy, stress response and behavior. *International Journal of Aquatic Biology*, 5(6), 393–400.
- McLay, C.L., van den Brink, A.M. 2016. Crayfish growth and reproduction pp.62-116. In: *Biology and Ecology of Crayfish*, Longshaw M., Stebbing, P (Eds.) CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, 357p.
- Mohammadi Nejad, S., Özgüneş, H., Başaran, N. 2017. Pharmacological and toxicological properties of eugenol. *Turk J Pharm Sci.*, 14(2):201-206
- Neiffer, D.L., Stamper, M.A. 2009. Fish sedation, anesthesia, analgesia, and euthanasia: considerations, methods and types of drugs. *Ilar J.* 50(4): 343-360.
- Obradović, J. 1986. Effects of anaesthetics (halothane and MS-222) on crayfish, *Astacus astacus*. *Aquaculture*, 52(3), 213-217
- Ostrensky, A., Pont, G.D., Westphal, G.G.C., Pedrazzani, A.S. 2016. Use of clove, mint and camphor essential oils on confinement of clown anemonefish *Amphiprion ocellaris* (Cuvier 1830): anesthetic effects and influence on water quality. *J Aquac Res Dev* 7: 11
- Pedrazzani, A.S., Neto, A.O. 2016. The anesthetic effect of camphor (*Cinnamomum camphora*), clove (*Syzygium aromaticum*) and mint (*Mentha arvensis*) essential oils on clown anemonefish, *Amphiprion ocellaris* (Cuvier 1830). *Aquac Res.*, 47: 769-776.
- Priborsky, J., Velisek, J. 2018. A review of three commonly used fish anesthetics. *Reviews in Fisheries Science and Aquaculture*, 26(4): 417– 442.
- Rakhshani, M., Mirdar, Harijani, J., Gharaei, A. 2018. Investigating the anesthetic vigor and histopathological effects of peppermint (*Mentha piperita*) essential oils in Common carp (*Cyprinus carpio*). *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 27(1), 1–10.
- Roohi ,Z., Imanpoor, M.R. 2015. The efficacy of the oils of spearmint and methyl salicylate as new anesthetics and their effect on glucose levels in common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) juveniles. *Aquaculture*, 437: 327-332.
- Ross LG, Ross B. 2008. Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals. Willey-Blackwell Publishing, London, UK, 222p.
- Rotllant, G., Llonch, P., García del Arco, J.A., Chic, Ò., Flecknell, P., Sneddon, L.U. 2023. Methods to induce analgesia and anesthesia in crustaceans: A supportive decision tool. *Biology*, 12, 387.
- Seyidoglu, N., Yagcilar, C. 2020. The anesthetic role of some herbal oils for zebrafish. *Erciyes Univ Vet Fak Derg.*, 17(3): 209-214.

- Sousa, D.P., de Farias Nobrega, F.F., de Almeida, R.N. 2007. Influence of the chirality of (R)-(2)-and (S)-(+)-carvone in the central nervous system: a comparative study. *Chirality*, 19: 264- 268.
- Spanghero, D.B.N., Spanghero, E.C.A. De M., Pedron, J. Dos S., Chagas, E.C., Chaves, F.C.M., Zaniboni-Filho, E. 2019. Peppermint essential oil as an anesthetic for and toxicity to juvenile silver catfish. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.54, e00367.
- Summerfelt, R.C, Smith, L.S. 1990. Anaesthetic surgery and related Techniques. In: C.B Shreck and P.B Moyle (ed) *Methods for Biology*, America Fisheries Society, Bethesda, M.D, 213-273.
- Vartak, V., Singh, R.K. 2006. Anaesthetic effects of clove oil during handling and transportation of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de man). *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*, 58(1): 46–54.
- Vogt, G. 2002. Functional anatomy. pp. 53–151. In: D.M. Holdich (ed.). *Biology of Freshwater Crayfish*. Blackwell Science Ltd., London
- Vogt, G. 2008. Investigation of hatching and early post-embryonic life of freshwater crayfish by in vitro culture, behavioral analysis, and light and electron microscopy. *J. Morphol.* 269: 790–811.
- Xie, H. M., Bian, H. X., Yang, Y., Zhang, W. C., Lin, C. M., & Gao, X. L. (2010). Clove oil anesthesia for the improvement of survival rate of crayfish. *Food Science*, 31(12): 247-250

ÖZGEÇMİŞ

MEHMET ŞİMŞİR

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans: 2020-2023	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, Antalya
Lisans: 2016-2020	Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Mühendis 2020-Devam ediyor	Hacıoğlu Su Ürünleri AŞ. Çavdır-Burdur
-------------------------------	---

ESERLER

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1- Şimşir, M., Akhan, S. (2020). Farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış tuz solüsyonlarının gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) spermlerinin dölleme kabiliyeti üzerine etkisi. Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences, 5(3), 309-312 .