

İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETKEN MADDE OLARAK ÖJENOL, KARVON VE APİGENİN İÇEREN BAZI  
ESANSİYEL BİTKİSEL YAĞLARIN FARKLI SICAKLIKLARDA KIRMIZI  
BATAKLIK KEREVİTLERİNİN (*Procambarus clarkii*) ANESTEZİ SÜRELERİ  
ÜZERİNE ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ercan ELMAS

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

TEMMUZ 2019



**İZMİR KATİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ETKEN MADDE OLARAK ÖJENOL, KARVON VE APİGENİN İÇEREN BAZI  
ESANSİYEL BİTKİSEL YAĞLARIN FARKLI SICAKLIKLARDA KIRMIZI  
BATAKLIK KEREVİTLERİNİN (*Procambarus clarkii*) ANESTEZİ SÜRELERİ  
ÜZERİNE ETKİLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ercan ELMAS**  
**(Y130107043)**

**Su Ürünleri Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Onur KARADAL**

**TEMMUZ 2019**



İKÇÜ, Fen Bilimleri Enstitüsünün Y130107043 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Ercan ELMAS, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “ETKEN MADDE OLARAK ÖJENOL, KARVON VE APİGENİN İÇEREN BAZI ESANSİYEL BİTKİSEL YAĞLARIN FARKLI SICAKLIKLARDA KIRMIZI BATAKLIK KEREVİTLERİNİN (*Procambarus clarkii*) ANESTEZİ SÜRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :**

**Dr. Öğr. Üyesi Onur KARADAL**  
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

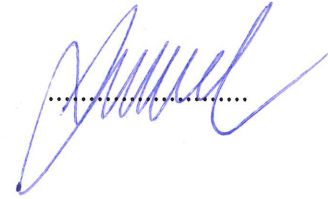


**Jüri Üyeleri :**

**Prof. Dr. T. Tansel TANRIKUL**  
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi



**Prof. Dr. Gürel TÜRKMEN**  
Ege Üniversitesi



**Teslim Tarihi : 27.06.2019**  
**Savunma Tarihi : 30.07.2019**



## **ÖNSÖZ**

Öğrenim hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen aileme ve eşime, tez süresi boyunca yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Onur KARADAL'a, tezin deneme aşamalarında desteklerini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Tuğçe ŞENSURAT GENÇ'e, tezin deneme aşamalarında desteklerini esirgemeyen Mustafa DENİZ ve Bayram Yaşar GÜLER'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Temmuz 2019

Ercan ELMAS





## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	ix
KISALTMALAR .....	xi
TABLO LİSTESİ .....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
ABSTRACT .....	xix
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. KEREVİTLER.....</b>	<b>5</b>
2.1 Kerevitlerin Morfolojik Özellikleri .....	5
2.2 Dünyada Yaygın Olarak Bulunan Kerevit Türleri .....	7
2.3 Akvaryumlarda Ele Alınan Kerevitler .....	7
2.4 Kırmızı Bataklık Kereviti ( <i>Procambarus clarkii</i> ) .....	8
<b>3. ANESTEZİK MADDELER .....</b>	<b>10</b>
3.1 Öjenol .....	11
3.2 Karvon .....	11
3.3 Apigenin .....	12
<b>4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....</b>	<b>13</b>
<b>5. MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>16</b>
5.1 Etik Kurul .....	16
5.2 Bitkisel Yağların Temini .....	16
5.3 Deneme Dizaynı ve Kerevitler .....	16
5.4 Anestezik Etkilerin Tespiti .....	18
5.5 İstatistiksel Analizler .....	19
<b>6. BULGULAR .....</b>	<b>21</b>
<b>7. TARTIŞMA .....</b>	<b>29</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>35</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>41</b>



## KISALTMALAR

<b>g</b>	: gram
<b>mg</b>	: miligram
<b>L</b>	: litre
<b>ppm</b>	: parts per million (milyonda bir)
<b>mg/L</b>	: miligram/litre
<b>%</b>	: yüzde
<b>cm</b>	: santimetre
<b>mm</b>	: milimetre
<b>°C</b>	: santigrat derece
<b>dk</b>	: dakika
<b>KY17</b>	: 17 °C karanfil yağı anestezi grubu
<b>KY23</b>	: 23 °C karanfil yağı anestezi grubu
<b>NY17</b>	: 17 °C nane yağı anestezi grubu
<b>NY23</b>	: 23 °C nane yağı anestezi grubu
<b>PY17</b>	: 17 °C papatya yağı anestezi grubu
<b>PY23</b>	: 23 °C papatya yağı anestezi grubu
<b>ANOVA</b>	: varyans analizi



## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 1.1 :</b> Balıklarda kullanılan doğal ve sentetik anesteziklerin karşılaştırılması [27].	3
<b>Tablo 2.1 :</b> Dünyada yayılım gösteren bazı önemli kerevit türleri [40].	7
<b>Tablo 2.2 :</b> Kırmızı bataklık kerevitinin taksonomik sınıflandırılması [40]	8
<b>Tablo 5.1 :</b> Kerevitlerde anestezi ve ayılma evreleri [38].	19
<b>Tablo 6.1 :</b> Kırmızı bataklık kerevitlerinde anestezi ve ayılma evreleri.	21
<b>Tablo 6.2 :</b> Karanfil yağı ile anesteziye maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin farklı sıcaklık ve dozlarda anesteziye girme evreleri.	22
<b>Tablo 6.3 :</b> Nane yağı ile anesteziye maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin farklı sıcaklık ve dozlarda anesteziye girme evreleri.	23
<b>Tablo 6.4 :</b> Papatya yağı ile anesteziye maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin farklı sıcaklık ve dozlarda anesteziye girme evreleri.	25
<b>Tablo 6.5 :</b> Karanfil yağına maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinde anestezi ve ayılma süreleri.	27
<b>Tablo 6.6 :</b> Nane yağına maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinde anestezi ve ayılma süreleri.	28
<b>Tablo 6.7 :</b> Papatya yağına maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinde anestezi ve ayılma süreleri.	28



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1 : Kerevitlerin morfolojik yapısı [44].	6
Şekil 2.2 : Kırmızı bataklık kereviti ( <i>Procambarus clarkii</i> ).	9
Şekil 3.1 : Öjenolun kimyasal yapısı.	11
Şekil 3.2 : Karvonun kimyasal yapısı.	11
Şekil 3.3 : Apigeninin kimyasal yapısı.	12
Şekil 5.1 : Çalışmada kullanılan bitkisel yağlar.	16
Şekil 5.2 : Çalışmada kullanılan kerevitlerin bir kısmı.	17
Şekil 5.3 : Kerevitlerin stoklandığı bir akvaryum.	17
Şekil 5.4 : Kerevitlerde tartım, ölçüm ve anesteziik solüsyonların hazırlanması uygulamaları.	18
Şekil 5.5 : Uygulama sırasında bir kerevitin üstten görünüşü.	19
Şekil 6.1 : Karanfil yağına maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin 17 °C'de anesteziye girme evreleri.	22
Şekil 6.2 : Karanfil yağına maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin 23 °C'de anesteziye girme evreleri.	23
Şekil 6.3 : Nane yağına maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin 17 °C'de anesteziye girme evreleri.	24
Şekil 6.4 : Nane yağına maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin 23 °C'de anesteziye girme evreleri.	24
Şekil 6.5 : Papatya yağına maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin 17 °C'de anesteziye girme evreleri.	26
Şekil 6.6 : Papatya yağına maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin 23 °C'de anesteziye girme evreleri.	26





**ETKEN MADDE OLARAK ÖJENOL, KARVON VE APİGENİN İÇEREN  
BAZI ESANSİYEL BİTKİSEL YAĞLARIN FARKLI SICAKLIKLARDA  
KIRMIZI BATAKLIK KEREVİTLERİNİN (*Procambarus clarkii*) ANESTEZİ  
SÜRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**ÖZET**

Su ürünleri yetiştiriciliğinde balık elleme, taşıma, cerrahi müdahale, vb. gibi işlemlerde anestezi maddeleri büyük bir öneme sahiptir. Bu maddeler canlıların metabolik aktivitelerini yavaşlatarak operasyonel işlemlerde hem canlı hem de uygulayıcı açısından kolaylık sağlamaktadırlar. Bu amaçla, su ürünleri yetiştiriciliğinde fenoksietanol, MS-222, Aqui-S gibi sentetik anestezi sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak son dönemlerde, sürdürülebilir bir çevre yönetimi ve çevreci akuakültür sistemleri açısından bitkisel kökenli anestezi maddelerinin kullanımı artmıştır. Bitkisel kökenli anestezi maddelerinin en yaygın kullanılanı karanfil yağıdır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda ise anestezi özellik taşıyan birçok bitki türünün sucul canlılar için kullanım olanakları araştırılmıştır. Kerevitler, omurgasız grubuna dahil oldukları için sucul canlılar arasında balıklara nazaran daha farklı anatomik ve morfolojik özelliklere sahiptirler. Dolayısıyla kerevitler ve balıklar açısından anestezi maddelerinin etki düzeyleri farklıdır. Bu çalışmada, etken maddeleri öjenol, karvon ve apigenin olan karanfil (*Syzygium aromaticum*), nane (*Mentha spicata*) ve papatya (*Matricaria chamomilla*) yağlarının kırmızı bataklık kerevitleri (*Procambarus clarkii*) üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışma, 17 ve 23 °C olmak üzere iki farklı sıcaklık ortamında üç tekrarlı olarak yürütülmüş ve her birey için 1 saatlik gözlemler yapılmıştır. Çalışma sonunda karanfil yağına maruz bırakılan kerevitler 17 °C'de 1000 ppm, 23 °C'de 750 ve 1000 ppm dozlarda tam denge kaybına evresine geçtikleri kaydedilmiştir. Nane yağına maruz bırakılan bireyler ise 17 °C'de 1000 ppm, 23 °C'de 500, 750 ve 1000 ppm dozlarda kısmi denge kaybı evresine geçmişlerdir. Papatya yağına maruz bırakılan kerevitler yalnızca 23 °C'nin 1000 ppm dozunda en çok derin sedasyon evresine girmişler ve diğer tüm dozlarda hafif sedasyon düzeyinde kalmışlardır. Kerevitlerin en hızlı anesteziye girme süreleri; karanfil yağı için 4,00±0,87 dk (23 °C'de 1000 ppm), nane yağı için 9,00±1,32 dk (23 °C'de 1000 ppm) ve papatya yağı için ise 32,33±4,10 dk (23 °C'de 750 ppm) olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak, kırmızı bataklık kereviti üzerinde en etkili bitkisel anestezi karanfil yağı olarak bulunmuştur. Nane yağının kısmi denge kaybı düzeyinde anestezi etkisi olduğu kaydedilmiştir. Papatya yağının ise bu türde yalnızca sedatif etkiye sahip olduğu bulunmuştur. İleriki çalışmalarda, kerevitler üzerinde yapılan anestezi madde çalışmalarının artırılması ve farklı anestezi metodlarının denenmesi önerilmektedir.



**EFFECTS OF SOME ESSENTIAL HERBAL OILS CONTAINING  
EUGENOL, CARVONE AND APIGENIN AS DOMINANT COMPOUNDS ON  
ANESTHETIC DURATIONS OF RED SWAMP CRAYFISH (*Procambarus  
clarkii*) AT DIFFERENT TEMPERATURES**

**ABSTRACT**

Anaesthetic agents are of great importance in procedures such as fish handling, transport, surgical intervention, etc in aquaculture. These substances slow down the metabolic activities of the organism and facilitate the operational processes for both the organism and the practitioner. For this purpose, synthetic anaesthetics such as phenoxyethanol, MS-222, Aqui-S are frequently used in aquaculture. Recently, however, the use of plant-based anaesthetics has increased in terms of sustainable environmental management and environmental aquaculture systems. Clove oil is the most commonly used plant-based anaesthetic agent. In recent years, the use of many plant species with anaesthetic properties for aquatic organisms has been investigated. Since crayfish belong to invertebrate group, they have different anatomical and morphological features among aquatic organisms compared to fish. Therefore, the effect levels of anaesthetic substances are different for crayfish and fish. In this study, the effects of clove (*Syzygium aromaticum*), spearmint (*Mentha spicata*) and chamomile (*Matricaria chamomilla*) oils, whose active ingredients are eugenol, carvone and apigenin, were investigated on red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*). The study was conducted at 17 and 23 °C in three replicates and one hour observations were applied for each individual. At the end of the study, crayfish exposed to clove oil at 17 °C 1000 ppm, at 23 °C 750 and 1000 ppm doses were recorded to complete loss of balance. Individuals exposed to spearmint oil had a partial loss of balance at doses of 1000 ppm at 17 °C, 500, 750, and 1000 ppm at 23 °C. Crayfish exposed to chamomile oil only entered the deep sedation phase at a dose of 1000 ppm at 23 °C and remained at mild sedation at all other doses. Fastest anaesthesia time of crayfish were calculated as 4.00±0.87 min for clove oil (1000 ppm at 23 °C), 9.00±1.32 min for mint oil (1000 ppm at 23 °C), and chamomile oil 32.33±4.10 min (750 ppm at 23 °C). Consequently, clove oil was found to be the most effective plant-based anaesthetic on red swamp crayfish. Spearmint oil has been reported to have an anaesthetic effect at the level of partial equilibrium loss. Chamomile oil has been found to have only sedative effect in this species. In the future studies, it is recommended to increase the anaesthetic studies on crayfish and to try different anaesthesia methods.



## 1. GİRİŞ

Akvaryum sektörü dünya pazarında geniş bir paya sahip olan ve teknolojik gelişmelere paralel olarak gelişmeye devam eden bir sektördür. Akvaryum hobisinin yaygınlaşması, tür ve varyete çeşitliliğinin de artmasına sebep olmuştur [1]. Akvaristler klasik akvaryum balıklarını tercih etmek yerine, akvaryumlarında farkındalık oluşturacak canlılara yönelmektedir. Akvaryum sektörüne potansiyel türlerin büyük çoğunluğunu balıklar oluşturmasına rağmen, omurgasız canlılara olan talep her geçen gün artmaktadır. Tatlı su akvaryumlarında ele alınan omurgasız gruplarını yumuşakçalardan salyangoz ve midyeler, eklembacaklılardan ise karides, kerevit ve yengeçler oluşturmaktadır [2].

Kerevitler, balıklara nispeten daha değişik bir fiziksel yapıya, ilgi çekici hareketlere ve farklı renk ve desenlere sahip olmaları sebebiyle akvaristler arasında talep gören canlılardır. Akvaryum canlısı olmalarının haricinde kerevitler, insan gıdası olarak da tüketilmektedir. Özellikle Amerika'nın Louisiana Eyaleti başta olmak üzere birçok bölgede Mart-Mayıs ayları arasında kerevit festivalleri (Crawfish Fest) düzenlenmektedir. Bu festivallerde haşlanmış, kızartılmış, marine edilmiş, vs. kerevitler insanların tüketimine sunulmaktadır. Kırmızı bataklık kereviti (*Procambarus clarkii*) olarak bilinen kerevit türü, bu festivallerde temel besin kaynağını oluşturmaktadır. Öyle ki, dünya kerevit yetiştiriciliğinin %99 gibi çok büyük bir kısmını kırmızı bataklık kereviti üretimi kapsamaktadır [3]. Ticari anlamda genellikle dayanıklı ve hızlı üreyen bir tür olması nedeniyle tercih edilir. Ancak kültür ortamında, çoğu decapod türünde olduğu gibi en temel sorun saldırganlık ve kanibalizm davranışıdır. Bu davranışlar sonucunda kıskaç, ayak, anten gibi ekstremiteler kayıplarının yaşanmasının dışında sıklıkla ölümler de meydana gelebilmektedir. Kırmızı bataklık kereviti, üretim miktarlarına paralel olarak akvaryum sektöründe de en çok ticareti yapılan türdür. Akvaryum gibi tamamen hobi anlayışına dayalı bir sektörde kısıp / ayağı kopmuş veya sağlık durumu iyi olmayan canlılar rağbet görmemektedir. Fakat bu canlıların ithalatı genellikle Asya ülkelerinden sağlanmakta ve bazen 36 saate varan uzun süreli uçak yolculukları

sonucunda dağıtımları yapılmaktadır. Bu denli uzun bir zamanda birçok kerevitin aynı ortamda stoklanması ciddi kayıplara sebep olacağından dolayı, bu canlılara sedatif veya anestezi etkisi olan bir takım yatıştırıcılar verilmesi gerekliliği gündeme gelmiştir.

1940'lı yılların başında su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılmaya başlanan anestezi maddeler, canlıların yakalanması, incelenmesi, sağım ve ölçüm faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi ve taşınması gibi durumlarda kullanılır [4-7]. Anestezi kullanımının yaygınlaşmasında en önemli etken kuşkusuz uzun süren taşımacılık işlemleridir. Uzun süreli taşımalarda canlıların, yüksek oranda stoklanmalarından kaynaklanabilecek ölüm riskini azaltmak açısından metabolik faaliyetlerini yavaşlatmak gerekir. Uygun dozlarda kullanılan anestezikler sayesinde bu işlem başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Anestezi maddelerin kullanımları canlı türüne, büyüklüğüne ve yoğunluğuna, su sıcaklığı ve sertliği, pH, tuzluluk, oksijen saturasyonu ve immersiyon süresine bağlı olarak değişiklik gösterir [8].

Özellikle akvaryum balıklarının dünya genelinde çok geniş bir ticari ağı bulunduğundan dolayı anestezi konusu üzerinde sıklıkla çalışılmıştır. Akvaryum balıklarında bitkisel yağların anestezi amaçlı kullanımları araştırıldığında, genellikle karanfil (*Syzygium aromaticum*) yağı üzerinde durulduğu görülmüştür. Bu doğal anestezi su ürünleri yetiştiriciliğinde de sıklıkla kullanılmaktadır. Karanfil yağının akvaryum balık türlerinden lepistes (*Poecilia reticulata*) [9], plati (*Xiphophorus maculatus*) [10], sarı prenses (*Labidochromis caeruleus*) [11], yunus çiklit (*Cyrtocara moorii*) [12], zebra çiklit (*Cichlasoma nigrofasciatum*) [11], kızılkuşuk çiklit (*Haplochromis obliquidens*) [12], melek (*Pterophyllum scalare*) [13], beta (*Betta splendens*) [14] ve palyaço (*Amphiprion ocellaris*) [15] balıkları üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Ayrıca nane (*Mentha arvensis*) yağının plati, palyaço ve lambari (*Astyanax altiparanae*) [10;15;16], yabani fesleğen (*Ocimum gratissimum*) yağının paku (*Colossoma macropomum*) [17] ve kafur bitkisi (*Cinnamomum camphora*) yağının palyaço [15] türleri üzerine olan etkileriyle ilgili çalışmalar da mevcuttur. Son araştırmalarda ise papatya (*Matricaria chamomilla*), ıtır (*Pelargonium graveolens*) ve gülağacı (*Aniba rosaeodora*) bitkilerinin sarı prenses (*L. caeruleus*), ahli (*Sciaenochromis fryeri*) ve Japon balıkları (*Carassius auratus*) üzerine anestezi etkileri araştırılmıştır [18-20]. Tüm bu çalışmalardan elde edilen veriler, doğal ve bitkisel kaynaklı anesteziklerin akvaryum balıklarının canlı

transferlerinde kullanımlarının güvenilir olduğu ve pozitif sonuçların alındığı yönündedir. Bunların dışında, MS-222, fenoksietanol, benzokain, kinaldin sülfat, diazepam ve Aqui-S gibi sentetik anesteziklerin zebra balığı (*Danio rerio*), diskus (*Symphysodon discus*), lepistes (*P. reticulata*), kılıçkuyruk (*X. helleri*), zebra çiklit (*Cichlasoma nigrofasciatum*), batı gökkuşuğu balığı (*Melanotaenia australis*), siyah noktalı barbus (*Puntius filamentosus*), paku (*C. macropomum*) ve palyaço (*A. clarkii*) gibi akvaryum balıkları üzerinde etkileri araştırılmıştır [21-26]. Ancak anestezi amacıyla kullanılan kimyasal maddelerin (sentetik anesteziklerin) hem balık ve canlı sağlığı, hem insan sağlığı, hem de çevre açısından olumsuz etkileri (Tablo 1.1), doğal anestezik maddelerin kullanımını ön plana çıkarmıştır.

**Tablo 1.1 :** Balıklarda kullanılan doğal ve sentetik anesteziklerin karşılaştırılması [27].

Parametre	Anestezik	
	Doğal	Sentetik
Aktivite	Daha yüksektir.	Daha düşüktür.
Kalıntı	Rezidü bırakmaz.	Balıklarda ve insanlarda rezidü bırakır.
Çevresel Etki	Nispeten daha aç çevresel etki bırakır.	Rezidülerden kaynaklanan olumsuz çevresel etkiye sebep olur.
Fiyat/Maliyet	Daha uygundur.	Nispeten daha pahalıdır.
Doz Verimliliği	Daha düşük konsantrasyonlarda daha etkilidir.	
Lezzet Üzerine Etkisi	Karanfil yağı gibi balıkların tadı üzerinde etkili olan bazı tipleri vardır.	Tatsız olarak rapor edilmişlerdir.

Günümüzde bitkisel kaynaklardan elde edilen esansiyel yağların yapay anestezik maddelere karşı güçlü bir alternatif olduğu görüşü yaygındır. Bu sebeple, kullanımları günden güne artmakla birlikte yeni bitkilerle yapılan çalışmalar da devam etmektedir. Bitkisel yağların anestezik etkileri, içerdikleri çeşitli etken maddeler ile ilişkilidir [28]. Doğada hemen hemen her bitkinin yapısında bir etken madde ve her etken maddenin ise terapötik bir özelliğinden bahsedilebilir [29]. Öjenol, karvon ve apigenin bu etken maddelerden yalnızca birkaçıdır. Çalışmada bahsi geçen etken maddelerden öjenol, genellikle karanfil (*Syzygium aromaticum*, önceden *Eugenia caryophyllata*) yağı ve yabani fesleğen (*Ocimum gratissimum*) yağında bulunmaktadır. Karvon maddesi genelde nane (*Mentha spicata*) ve frenk kimyonu (*Carum carvi*) yağlarında ve apigenin ise papatya (*Matricaria chamomilla*)

yağında bulunur. Özellikle karanfil yağının balıklarda doğal anestezi olarak kullanımı, su ürünleri yetiştiriciliğinde yerini almış bir kavramdır [28].

Bitkisel kökenli esansiyel yağlar, balıklar tarafından hızlı etkisi, anestezi maddenin vücuttan atılma süresinin kısa sürmesi, ucuz ve doğa dostu olması gibi olumlu özelliklerinden dolayı popüler hale gelen anestezi maddelerdir [30]. Omurgasız türlerde ise bitkisel anesteziklerin kullanımı üzerine yapılan çalışmalar sınırlıdır. Tatlı su karidesi türleri üzerine yapılan bazı çalışmalarda karanfil yağının olumlu etkileri bildirilmiştir [4;31-35]. Kerevitlerde ise birkaç tür (*Astacus astacus*, *A. leptodactylus*, *Orconectes virilis* ve *Procambarus clarkii*) üzerinde anestezi çalışmaları yürütüldüğü tespit edilmiştir [36-39].

Bu çalışmada, dünya kerevit üretiminin %99 kadar büyük bir payını kapsayan [3] kırmızı bataklık kerevitlerinde (*Procambarus clarkii*), karanfil, nane ve papatya yağlarının anestezi etkileri araştırılmıştır. Özellikle kerevit transferlerinde bireyleri tek tek stoklamak gerekmekte ve en az 2 birey stoklandığında dahi saldırı, kanibalizm ve ölümlerle sonuçlanabilen durumlar ortaya çıkmaktadır. Anestezi maddelerin temel kullanılması sebebi, yatıştırıcı etkilerinde dolayı canlı faaliyetlerini azaltmaları ve dolayısıyla kerevit gibi canlılarda birbirlerine zarar verme olasılığını da düşürmedir. Dolayısıyla hayvanın yaşam ortamına katılan anestezi maddelerin doğal ürünlerden oluşması da oldukça önemlidir.



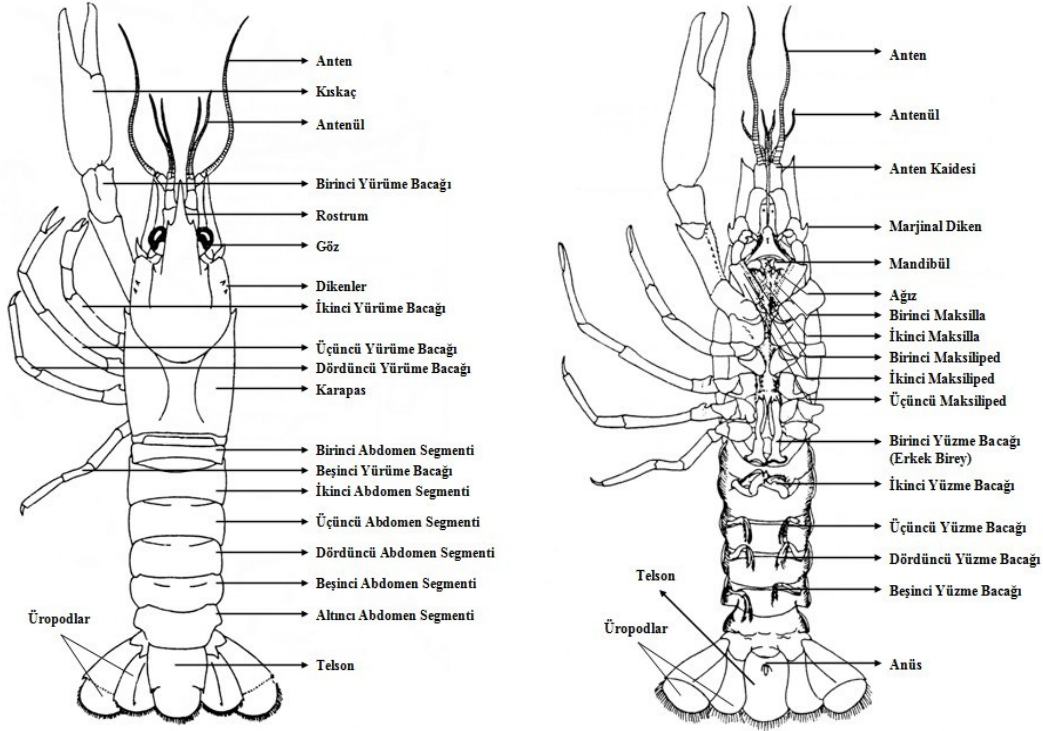
## 2. KEREVİTLER

Kerevitler, besin öğelerinin zenginliği açısından insan gıdası olarak katma değeri yüksek bir tür olmakla beraber renk çeşitliliği ve davranış özellikleri bakımından akvaryum sektöründe talep ve ilgi gören canlılardır. Kerevitler, doğal ortamlarında dipte yaşayan (bentik) canlılardır. Dolayısıyla akvaryum ortamında da tamamen zeminde bulunurlar. Doğal habitatları çoğunlukla çamurlu ve kumlu alanlardan oluşmaktadır. Bu bölgelerde gündüz diliminde açtıkları oyuklarda, bitki aralarında, kayalıkların altında gizlenir ve geceleri ise beslenmek amacıyla bu bölgelerden çıkarlar [40]. Beslenme alışkanlıklarına bakıldığında, kerevitler omnivor özellikte olan canlılardır. Daha çok hayvansal besin kaynakları, suda bulunan böcek larvaları, küçük omurgasızlar, balık yavruları ve balık kalıntıları ile beslenmektedirler. Bitkisel besin kaynaklarından ise doğal olarak sularda bulunan su bitkileri ve bu bitkilerin çürümüş kısımlarıyla (detritus) beslenebilmektedirler [41;42]. Kerevitlerin detritivor özelliklerinden dolayı besin zincirinde önemli bir konumda oldukları düşünülmekte ve “ekosistem mühendisi” olarak tanımlanmaktadır [43].

### 2.1 Kerevitlerin Morfolojik Özellikleri

Kerevitler eklembacaklılar (Arthropoda) şubesinde yer alan kabuklular (Crustacea) sınıfına ait onayaklı (Decapoda) sucul omurgasızlardır. Şekil 2.1’de bir kerevitin dorsal ve ventral kısımlardan görünüşleri sunulmuştur. Vücutları baş ve karın olmak üzere iki kısımdan meydana gelmiştir. Başın ön kısmında uzunca iki anten bulunmakla birlikte alt kısımda kısaç adı verilen bir çift yakalama organı bulunur [41]. Kafa ile göğüs kısmının birleşmesiyle sefalotoraks adı verilen yapı meydana gelir. Sefalotoraks, baş kısmına doğru sivrilerek iğneye benzeyen rostrumu oluşturur. Rostrumun kenarları, karapas üzerinde paralel olacak şekilde iki çizgi halinde devam eder. Sefalotoraksın ventral kısmında yürüme bacakları (pereipod) bulunur. Bu yürüme bacaklarının ilk üç çiftinde kısaç (ilk çifti keliped olarak adlandırılan büyük kısaçlardır) bulunur. Dişi kerevitlerin 4. ve 5. yürüme bacaklarının arasında üreme açıklığı bulunur. Sefalotoraksın bitiminde posterior yönünde karın (abdomen) kısmı

başlar. Kerevitlerde abdomen 6 segmentten oluşur ve ventral kısmında yüzme bacaklarını (pleopod) bulundurur. Erkeklerde pleopodların ilk çifti kopulasyon (üreme) organı olarak farklılaşmıştır. Abdomen son olarak, kuyruğu oluşturan telsona bağlanır. Telson ve her iki yanında bulunan bir çift üropod ile kerevitlerin kuyruğunu oluşturur.



Şekil 2.1 : Kerevitlerin morfolojik yapısı [44].

Kerevitlerin vücudunun büyük bir kısmı kalkerleşmiş kitin yapısına benzerlik gösteren bir yapı ile örtülüdür. Bu yapı bir dış iskelet şeklindedir ve asetilglikozamin maddesinden meydana gelir [45]. Bu yapının üzeri, vücudu ve ekstremiteleri (kaskaç, bacak gibi) sarmış haldeki hücrelerden meydana gelen bir tabaka ile örtülmüştür. Ekstremitelerin eklem kısımlarında kireçlenme veya kitinleşme bulunmamaktadır. Bundan dolayı esnektirler ve birbirlerinin üzerinde hareket etme özelliği gösteren eklemleri (sternum) meydana getirir. Karapasın kenarları alta doğru kıvrılır ve ventral bölümde birer solungaç kısmı oluştururlar Bu kısma solungaçlar yerleşmişlerdir. Rostrumun iki yanında bulunan iki eklem birleşmesi ile meydana gelen göz sapı bulunmaktadır. Bu sapların uç kısmında ise gözler bulunmaktadır [40;41].

## 2.2 Dünyada Yaygın Olarak Bulunan Kerevit Türleri

Geçmişten günümüz kadar 640'dan fazla kerevit türü tanımlanmıştır [40;44]. Kuzey Amerika ve Avustralya türlerinin morfolojik özellikleri diğer türlere nazaran farklılıklar gösterir. Kökenlerinin belirli ülkelere özgü olmasına karşın, günümüzde bazı cinslere ait türlerin çeşitli nedenlerle değişik ülkelere yayıldığı bilinmekte ve istilacı türlerin varlığından da söz edilmektedir. Dünyada bulunan bazı önemli kerevit türleri Tablo 2.1'de verilmiştir. Elbetteki bu türler arasında en dikkat çeken ve en önemlisi, dünya kerevit üretiminin %99'unu oluşturan kırmızı bataklık kerevitidir [3].

**Tablo 2.1 :** Dünyada yayılım gösteren bazı önemli kerevit türleri [40].

Familya	Tür Adı	Yayılım Alanı
Astacidae	<i>Pacifastacus leniusculus</i>	Amerika ve Avrupa
	<i>Astacus astacus</i>	Avrupa
	<i>Astacus leptodactylus</i>	Avrupa ve Türkiye
Parastacidae	<i>Cherax quadricarinatus</i>	Avustralya, Yeni Gine
	<i>Cherax destructor</i>	Yeni Zelanda
	<i>Cherax teuimanus</i>	Güney Avustralya
	<i>Euastacus armatus</i>	Güney Avustralya
Cambridae	<i>Procambarus clarkii</i>	Amerika
	<i>Cambarellus patzcuarensis</i>	Orta Amerika
	<i>Orconectes limosus</i>	Avrupa, Kuzey Amerika
	<i>Orconectes rusticus</i>	Amerika-Hindistan

## 2.3 Akvaryumlarda Ele Alınan Kerevitler

Tatlı su akvaryumlarında bakımı yapılan kerevit türleri genelde *Procambarus* ve *Cherax* genuslarına dahildirler. Kırmızı bataklık kereviti (*P. clarkii*) hem akvaryum canlısı olarak hem de insan besini olarak bu grubun en popüler türüdür. Ülkemizde evcil hayvan dükkanları ve e-ticaretin yaygınlaşmasıyla birlikte yurtdışından ithal edilen veya yerli akvaristler tarafından kültüre alınan birçok tür kerevit olduğu bildirilmiştir [1]. Türkmen ve Karadal [46] tarafından yürütülen bir çalışmada,

ülkemiz akvaryum sektöründe satışa sunulan 15 kerevit türü bulunduğu tespit edilmiştir. Bu kerevitlerden *Cherax* genusuna ait 7, *Cambarellus* genusuna ait 4, *Procambarus* genusuna ait 4 ve *Astacus* genusuna ait 1 adet tür listelenmiştir. Dolayısıyla ülkemiz akvaryum sektörünün, dünyadaki güncelliklere paralel olarak geliştiği ve balıkların yanı sıra özellikle kerevit gibi omurgasızların da sıklıkla talep gördükleri belirtilebilir.

#### 2.4 Kırmızı Bataklık Kereviti (*Procambarus clarkii*)

Kırmızı bataklık kerevitleri olumsuz fiziksel koşullara karşı oldukça dirençli olmaları sebebiyle hem su ürünleri yetiştiriciliğinde hem de akvaryum sektöründe sıklıkla talep gören canlılardır. Sıcaklık değişimlerine, kuraklık ve kirliliğe, düşük oksijen seviyelerine ve orta derecedeki tuzluluklara karşı oldukça dayanıklı canlılardır. Bu kerevitler, Amerika'nın güneyinde yer alan Louisiana Eyaleti'nde ve Meksika'nın kuzeydoğu bölgelerinde yayılım göstermektedirler [47]. Durgun akan nehirler, göller, bataklık alanlar, kanal ve su birikintileri kırmızı bataklık kerevitlerinin doğal yaşam alanlarıdır [40].

Dayanıklı bir tür olması ve akvaryum sektöründe kıtalararası pazarının oluşması sonucu, endemik olmadığı birçok ülkede üretimi yapılmakla beraber doğal stoklara karıştığı bilinmektedir. Bu sebeple istilacı kerevit türlerinin başında gelen bu tür, günümüzde endemik olmadığı birçok bölgede görülmüş ve raporlanmıştır [48;49]. Dolayısıyla akvaristler, bu kerevit türünü sahiplendiklerinde kaçma ya da salıverilme gibi konulara öncelikli olarak özen göstermelidirler. Günümüzde kırmızı bataklık kerevitinin istilacı olarak içsularımızda bildirilen herhangi bir kaydı bulunmamaktadır.

**Tablo 2.2 :** Kırmızı bataklık kerevitinin taksonomik sınıflandırılması [40].

TAKSONOMİK SINIFLANDIRMA	
<b>Şube</b>	Arthropoda (Eklembacaklılar)
<b>Altşube</b>	Crustacea (Kabuklular)
<b>Sınıf</b>	Malacostraca
<b>Takım</b>	Decapoda (Onayaklılar)
<b>Alttakım</b>	Pleocyemata
<b>İnfratakım</b>	Astacidea
<b>Aile</b>	Cambaridae
<b>Cins</b>	Procambarus
<b>Tür</b>	<i>Procambarus clarkii</i>

Kırmızı bataklık kereviti (Şekil 2.2) 19-25 °C su sıcaklıklarında, 7,5-8,0 pH değeri arasında, orta sertlikteki sularda büyüme ve üreme açısından yüksek verim gösterirler [42]. Üreme sezonları, sonbaharın son döneminde (Eylül-Kasım ayları) başlamaktadır. Erkek ve dişiler fiziksel olarak kısıkaçlarından ayırt edilebilirler. Erkeklerde kısıkaçlar daha uzun ve ince, dişilerde ise daha kısa ve kütür. Erkek, kopulasyon organını dişinin üreme açıklığından salarak sperm hücrelerini bırakır. Sperm dişinin vücuduna girdikten sonra depolanır. Dişi bireylerde yumurtalar içten döllenmektedir. Yumurta sayısı dişinin boyutuna ve yaşına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir [50]. Dişi yumurtaları karın bölgesine yakın bir yerde ortalama 1 ay taşımaktadır. Yeni yumurtadan çıkan yavrular yaklaşık 15 gün boyunca dişinin yüzme bacaklarına yapışık kalmaktadırlar. Vücut gelişimi tamamlanan ve dış etkilere karşı koymaya başlayan yavaş yavaş dişiye terk ederler.



**Şekil 2.2 :** Kırmızı bataklık kereviti (*Procambarus clarkii*).

### 3. ANESTEZİK MADDELER

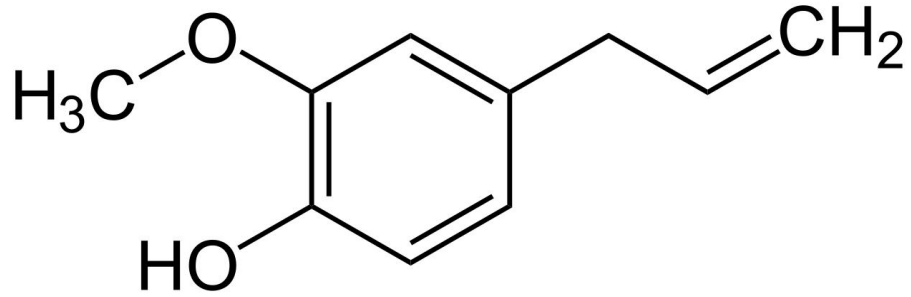
Sucul canlılar elle muamele edildiğinde (örnekleme, hasat ve yumurta dökümü) veya taşıma işleminin gerçekleştiği esnada strese girmektedirler [51]. Bu durumda canlının bağışıklık sistemi baskılanma özelliği gösterir. Bunun sonucunda, fiziksel yaralanmalar hatta ölümler görülebilir. Fiziksel yaralanmalar canlının türüne göre farklılaşabileceği gibi en temel olarak balıklarda yüzgeç veya ışın batmaları, eklem bacaklılarda ise kısıkaçla saldırı gibi durumlar meydana gelmektedir. Yaşanılan sorunların giderilmesi amacıyla özellikle taşıma sırasında fiziksel yaralanmaların önüne geçmek ve metabolik hızın yavaşlatılmasını sağlamak amacıyla anestezi maddeleri kullanılmaktadır [6].

Su canlılarının sedasyonunda kullanılan en yaygın anestezi maddeleri MS-222, benzokain ve fenoksietanol, öjenol ve karbondioksittir [28]. Bazı maddeler ile bu anestezi maddelerinin birlikte kullanılması sonucu zararlı etkilerin meydana geldiği saptanmıştır. Bu maddeler kinoldin sülfat diazepam, ksilokain-sodyum bikarbonat, alfaksalon-alfadolon ve metomidat hidroklorür-gallamine triethiodide maddeleridir [6]. Kimyasal anestezi maddeleri insan sağlığı açısından olumsuz etkilere sahiptirler ve bu maddelerin sucul canlılarda toksik etkilere neden olduğu bildirilmiştir [27].

Sentetik anestezi maddelerinin zararlı etkilerinden dolayı kullanılmasının yerine daha güvenli olduğu bilinen doğal bileşenlerin kullanımı son zamanlarda üzerinde çalışılan bir konudur [28;52;53]. Deneysel çalışmalarda anestezi işlemleri balıklar üzerinde başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Uygulanan anestezi maddelerinde doğal bitkisel bir ürün olan karanfil yağı sentetik anestezi maddeleri ile karşılaştırıldığında iyi bir alternatif haline gelmiş ve yeni bitkisel sedatif ve anestezi özellikte olan maddelerin etkileri açısından başarılı bir sonuç ortaya çıkarmıştır [28]. Su ürünlerinin anestezi işleminde kullanılması amacıyla karanfil yağı, nane yağı, kekik yağı ve lavanta yağı gibi bitkisel kaynaklardan elde edilen doğal anestezi maddeleri üzerine çalışmalar yapılmıştır [6;28;51;52;53]. Sedatif ve anestezi etkileri yapılan çalışmalar ile ortaya konulan alıç, limon otu, haşhaş, biberiye yağlarının su ürünlerinde süre ve doz oranı araştırmaya değer bir konudur [51].

### 3.1 Öjenol

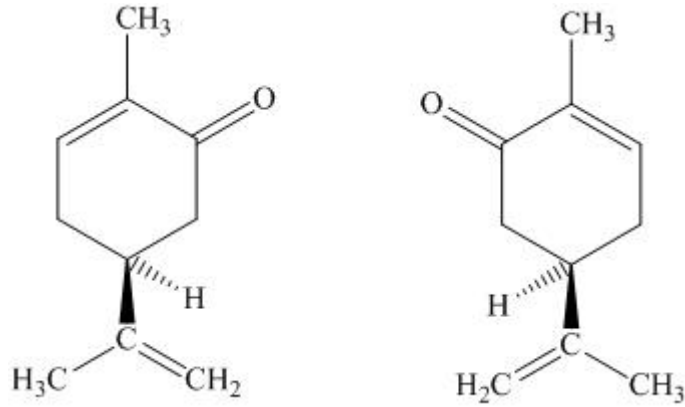
Öjenol (Şekil 3.1), karanfilin tomurcuk ve yapraklarında bulunur ve bu kısımlardan elde edilmiş karanfil yağının fenolik yapıdaki uçucu bir bileşenidir [28]. Kozmetik, ilaç ve gıda sanayisinde az miktarlarda kullanılan, ortaya çıkan ürünlerin bileşenidir. Lokal mikrop öldürücü (antiseptik) ve anestezik olarak öjenol türevleri tıpta kullanılmaktadır. Antimikrobiyal, antiinflamatuvar, analjezik, antioksidan ve antikanser etkileri başlıca farmakolojik özellikleridir [28]. Genellikle öjenol güvenli bir bileşik olarak adlandırılmaktadır. Öjenolün farklı uygulamaları ve yaygın kullanım alanları bulunmaktadır.



Şekil 3.1 : Öjenolün kimyasal yapısı.

### 3.2 Karvon

Karvon (Şekil 3.2), kimyon, dereotu ve yeşil nanenin bir bileşenidir. Başlıca farmakolojik etkileri arasında antimikrobiyal, antiinflamatuvar, analjezik, antioksidan ve antikanser etkileri yer almaktadır [52]. Kimyon, dereotu ve nanenin bir bileşenidir. Gıda, ilaç ve kozmetik sanayisinde kullanılmaktadır.

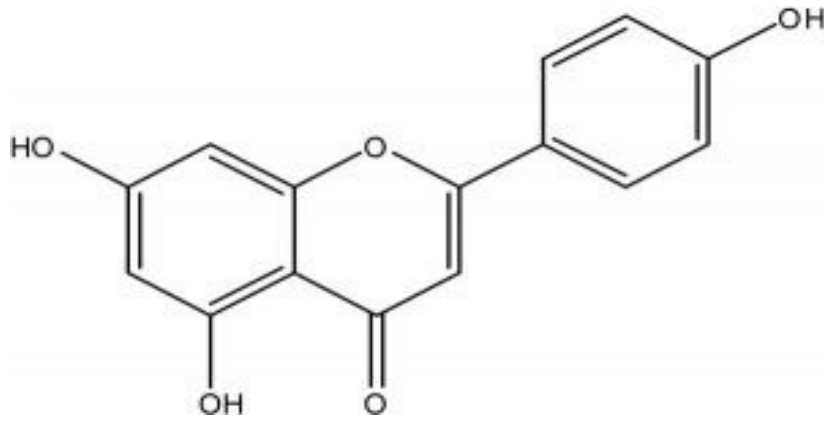


Şekil 3.2 : Karvonun kimyasal yapısı.

### 3.3 Apigenin

Bitkisel kaynaklarda doğal bir renk maddesi şeklinde bulunan apigenin (Şekil 3.3), genellikle meyve ve sebzelerde bulunur. Maydanoz, soğan, portakal, çay, papatya, buğday filizi basilica apigenin kaynaklarıdır [53]. Kristalli bir yapı gösteren apigenin sarı renktedir.

Hayvanlar üzerindeki etkileri araştırılmış olup insanlar üzerindeki etki mekanizması tam olarak açıklanmamıştır. Kanser gelişimine karşı savaşan anti-inflamatuar, anti-kanserojen ve antioksidan özellikleri apigeninin basilica farmakolojik özellikleridir [53]. Bunun dışında son yıllarda anestezi madde olarak da kullanımı mevcuttur.



Şekil 3.3 : Apigeninin kimyasal yapısı.



#### 4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Obradović [36] *Astacus astacus* türü ile yaptığı çalışmada halothan ve MS-222 maddelerinin farklı konsantrasyonlarda anestezi etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucu halothanın %0,5 lik hacimde etki gösterdiği, MS-222 maddesinin hiçbir dozda etki göstermediği bildirilmiştir.

Brown ve diğ. [37] *Orconectes virilis* türü kerevitlerde bazı sentetik anestezi maddeleri (MS-222, lidokain-HCl ve ketamin-HCl) denemişlerdir. MS-222'nin banyo uygulamasıyla 1000 mg/L dozunun dahi kerevitler üzerinde etkisi olmadığını ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar, diğer anesteziikleri intramuskular enjeksiyon yöntemiyle denemiş ve lidokain-HCl için 300 µg/g vücut ağırlığı, ketamin-HCl için ise 90 µg/g vücut ağırlığı dozunun etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Yazarlar, lidokain-HCl açısından kısa süreli, ketamin-HCl açısından ise uzun süreli anestezi uygulamaları önermişlerdir.

Xie ve diğ. [38] uzun süreli taşıma işlemlerinde MS-222, etil eter ve karanfil yağının kırmızı bataklık kerevitleri (kaynak Çince olduğu için 克氏原螯虾 şeklinde yazılan ifade, Google Translate tarafından *Procambarus clarkii* olarak çevrilmiştir) üzerindeki anestezi etkilerini ve yaşam oranlarını araştırmışlardır. Karanfil yağının MS-222 ve etil etere göre anestezi etkisinin yüksek olduğu ve karanfil yağının 20-80 ppm arası dozlarda uygulanması ile yaşam oranının %96 dan fazla olduğu bildirilmiştir.

Fregin ve Bickmeyer [39] *Astacus astacus*, *A. leptodactylus* türü kerevitlerde ve *Homarus gammarus* türü Avrupa ıstakozu üzerinde farklı fiziksel anestezi yöntemlerinin (magnezyum klorüre maruz bırakma, 0 °C ve -1,8 °C'de şoklama, karbondioksit maruz bırakma, elektrik şoku, yavaş ısıtma ve sıcak suya maruz bırakma) elektrofizyolojik etkilerini araştırmışlardır. Çalışma bulgularına göre, karbondioksitin ıstakoz ve kerevitleri uyuşturmak için etkili olduğu, ancak su pH'ının düşmesi sonucunda anesteziden önceki canlılara stres verebileceğini kaydetmişlerdir. Elektrik şokunun, epileptiform nöbetleri tetiklediğini, ancak canlıları felç ettiğini ve nöbetten sonra sinir sistemi aktivitesinde geri dönüşümlü bir

düşüşe yol açtığını bildirmişlerdir. İnsani sonlandırma ile öldürülmek istenen krustaselerde, elektrik şoku veya yavaş ısıtma metodlarının etik beklentileri karşılayabileceğini bildirmişlerdir.

Coyle ve diğ. [4] *Macrobrachium rosenbergii* türüyle yaptıkları çalışmada, iki farklı anestezi denemesi uygulamışlardır. İlk denemede, MS-222, fenoksietanol, kinaldin, kafanfil yağı ve AQUI-S anesteziklerini 25 ve 100 mg/L dozlarında uygulamışlardır. Çalışmalarını 10 L cam akvaryumlarda üç tekrarlı olarak yürütmüşlerdir. Bu denemenin sonunda MS-222 ve fenoksietanol her iki dozda da etkisiz bulunmuştur. İkinci denemede ise karideslere kinaldin, karanfil yağı ve AQUI-S anestezikleri 100, 200 ve 300 mg/L dozlarında uygulanmıştır. Deneme sonunda karanfil yağı ve AQUI-S anesteziklerinin kinaldine göre daha hızlı etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Ancak 1 saatlik uygulamanın sonunda AQUI-S uygulanan grupta %60, kinaldin uygulanan grupta ise %13 ölüm görülmüştür. Karanfil yağı uygulanan grupta ise hiç ölüm olmadığı rapor edilmiştir. Araştırmacılar, karanfil yağının 100 mg/L dozunda kullanılmasının yararlı olduğunu önermişlerdir.

Vartak ve Singh [32] yine aynı karides türünün (*M. rosenbergii*) iki farklı boyunda (13,42±0,84 mm ve 43,57±0,94 mm) yaptıkları çalışmada, postlarvalar için 15-125 mg/L, juveniller için 75-1000 mg/L dozları arasında karanfil yağının anestezi etkilerini incelemişlerdir. Postlarvalarda 0,9 dakikada en yüksek dozda (125 mg/L) en yüksek etki gözlenmiş ve tüm karidesler ölmüştür. 30, 45 ve 60 mg/L dozlarında bayılma ve toparlanma süreleri 15 dakikanın altında bulunduğu kaydedilmiştir. 75 mg/L dozda ise kısa sürede anestezi gerçekleşmiş (3,30 dakika) ve en uzun toparlanma süresi (45 dakika) gözlenmiştir. Juvenil karidesler için 750 mg/L ve üzeri dozların ölümcül etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. 125 ve 250 mg/L dozlarında sedasyon süresi sırasıyla 78 ve 67 dakika olarak bulunmuş ve karidesler 4-17 dakika arasında kendilerini toparlamışlardır. Araştırmacılar, uzun yol transferi açısından karanfil yağı kullanımının juvenil karideslerde yararlı olmadığını belirterek, postlarvalar açısından ise en etkili dozun 15 mg/L olduğunu bildirmişlerdir.

Xinlong et al. [33] yaptıkları çalışmada 100, 200, 300, 400 ve 500 mg/L dozlarındaki öjenolün 17, 22 ve 27 °C'lerde *Macrobrachium nipponense* türü tatlı su karidesi üzerindeki anestezi etkisini test etmişlerdir. Sonuçta, bu türün anestezi süresinin sıcaklık veya konsantrasyon yükseldikçe doğrusal olarak azaldığı, konsantrasyon yükselmesi veya sıcaklık düşüşüyle ayılma süresinin arttığı bildirilmiştir. Çoklu

karşılaştırma sonucu anestezi süreleri açısından, konsantrasyon ve sıcaklık arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu kaydedilmiştir. Ayılma sürelerinde ise, konsantrasyon ve sıcaklık arasında, 100 ila 200 mg/L ve 400 ila 500 mg/L olmak üzere konsantrasyon grupları ve 17 ila 22 °C arasındaki sıcaklık grupları hariç, anlamlı bir ilişki rapor edilmiştir.

Aréchiga-Palomera ve diğ. [34] *M. tenellum* ile yaptıkları çalışmada çeşitli bitkilerin anestezik etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada çarkıfelek (*Passiflora incarnata*), kediotu (*Valeriana officinalis*), karanfil (*Syzygium aromaticum*) ve nane (*Mentha sp.*) bitkileri kullanılmış ve karidesler üzerinde karanfil ve nanenin etkili olduğu bildirilmiştir.

Li ve diğ. [35] ot karidesinin (*Palaemonetes sinensis*) üç farklı boyu (küçük, normal, büyük) ile yaptıkları çalışmada, farklı konsantrasyonlardaki (100, 200, 300, 400, 500 mg/L) öjenolün farklı sıcaklıklardaki (8, 12, 16, 20, 24, 28 °C) anestezik etkilerini incelemişlerdir. Öjenol dozu, su sıcaklığı ve karides büyüklüğünün anesteziyi anlamlı bir şekilde etkilediği bildirilmiştir. İndüksiyon süresinin, artan su sıcaklığı ve öjenol konsantrasyonu ile doğrusal olarak azalırken, vücut ağırlığı ile arttığı kaydedilmiştir. Bununla birlikte, ayılma sürelerinin artan konsantrasyon ve sıcaklıkla uzadığı ve daha küçük vücut boyutuyla kısaldığı rapor edilmiştir. Sonuçta, öjenolün ot karidesi için etkili ve hızlı bir anestezi olduğu belirtilmiştir. Ancak küçük karideslerde ve daha yüksek sıcaklıklarda ve dozajlarda yavaş ayılma ve olası ölüm gibi dezavantajlara sahip olabileceği vurgulanmıştır.

Premarathna ve diğ. [54] *Portunus sanguinolentus* türü yengeçler ile yaptıkları çalışmada karanfil yağı, ksilazin ve CO<sub>2</sub> maddelerinin anestezik etkileri incelenmiştir. Karanfil yağının diğer maddelere göre anestezik etkilerinin yüksek olduğu ve anestezi sürelerinin daha uzun olduğu belirtilmiştir.

## 5. MATERYAL VE METOT

### 5.1 Etik Kurul

Tez çalışmasında kullanılan kerevitler, Hayvan Deneyleri Etik Kurullarının Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik kapsamında Madde 4/d bendinde belirtilen “Deney Hayvanı” tanımına dahil olmadığından dolayı Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul İzin Belgesi’ne gerek olmadığı tespit edilmiştir.

### 5.2 Bitkisel Yağların Temini

Çalışmada ticari bir firmaya ait (Med World, İstanbul) karanfil (*S. aromaticum*), nane (*M. spicata*) ve papatya (*M. chamomilla*) bitkilerine ait uçucu yağlar kullanılmıştır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1 : Çalışmada kullanılan bitkisel yağlar.

### 5.3 Deneme Dizaynı ve Kerevitler

Çalışma, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma & Uygulama Ünitesi’nde bulunan Akvaryum Birimi’nde yürütülmüştür. Özel bir

işletmeden (Çelik Aquaculture, Dikili, İzmir) temin edilen 36 adet kerevit (Şekil 5.2), 240 L camacam akvaryumlara (zeminlerinde birey sayısı kadar 5 cm çapında PVC borular bulunan) stoklanmış (Şekil 5.3) ve 14 günlük adaptasyon süresi uygulanmıştır. Kerevitler günde bir kez doyana kadar ticari akvaryum yemi ile beslenmiştir. Deneme 320x225x140 mm boyutlarındaki plastik akvaryumlarda ortalama ağırlıkları  $5,32\pm 0,35$  g, ortalama total boyları  $58,03\pm 1,05$  mm ve ortalama karapas boyları  $28,57\pm 0,58$  mm olan kırmızı bataklık kerevitleriyle (*P. clarkii*) üç tekrarlı olarak yürütülmüştür (Şekil 5.4).



Şekil 5.2 : Çalışmada kullanılan kerevitlerin bir kısmı.



Şekil 5.3 : Kerevitlerin stoklandığı bir akvaryum.



**Şekil 5.4 :** Kerevitlerde tartım, ölçüm ve anestezik solüsyonların hazırlanması uygulamaları.

#### **5.4 Anestezik Etkilerin Tespiti**

Karanfil, nane ve papatya bitkilerine ait uçucu yağlar (KY, NY, PY) 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 350, 500, 750 ve 1000 ppm olmak üzere 12 farklı dozda oluşturulmuştur. Çözgen madde olarak etil alkol (%60 uçucu yağ + %40 çözücü) kullanılmış ve anestezik solüsyonlar hazırlanmıştır [29]. Hazırlanan solüsyonlar, 17 ve 23 °C’de sıcaklıklarda (KY17, KY23, NY17, NY23, PY17, PY23) 3000 mL taze dinlendirilmiş tatlı su içerisine katılmıştır. Su içerisine bırakılan solüsyonlar homojen bir şekilde yayılması için karıştırılmış ve çözünmenin olup olmadığı kontrol edilmiştir. Kerevitler plastik akvaryumlara bireysel olarak bırakılarak (Şekil 5.5) anesteziye giriş ve çıkış süreleri ve anestezi düzeyleri tespit edilmiştir. Tablo 5.1’deki evreler, önceki çalışmalar [32;38] ve kişisel gözlemler dikkate alınarak yeni ve daha kapsamlı bir “anestezi ve ayılma evreleri” tablosu oluşturulmuştur. Toplamda 60 dk boyunca hareketleri izlenen kerevitlerin her 15 dk boyunca (15, 30, 45 ve 60 dk) anesteziye giriş evreleri, bu tabloya göre kaydedilmiştir. Her bir doz 3 farklı bireyde denenmiş ve veriler birbiriyle kıyaslanmıştır. Kabuk değiştiren kerevitler stres etkeni sebebiyle kabukları sertleştikten sonra anestezi işlemine tabi tutulmuşlardır. Kerevitlere günde bir doz uygulanmış olup aynı gün içerisinde farklı bir doz denemesi yapılmamıştır. Farklı bir doz uygulaması için 24 saat beklenmiştir.



**Tablo 5.1 :** Kerevitlerde anestezi ve ayılma evreleri [38].

<b>Evre</b>	<b>Tanım</b>	<b>Davranış Özellikleri</b>
İlk Aşama	<i>0</i>	Normal yüzme görülür, mekanik uyarıya hızlı tepki verir, anormal davranış yoktur.
Anestezi Aşaması	<i>A1</i>	Yavaş hareket eder, mekanik uyarıya yavaş tepki verir.
	<i>A2</i>	Yüzme bacaklarını düzenli olarak hareket ettirir.
	<i>A3</i>	Yüzme bacaklarını yavaş hareket ettirir, mekanik uyarıya tepki verir.
	<i>A4</i>	Yüzme bacaklarında hareket görülmez.
	<i>A5</i>	Kerevit ölür.
Ayılma Aşaması	<i>R1</i>	Yüzme bacakları hareket etmeye başlar, mekanik uyarıya tepki vermez.
	<i>R2</i>	Yüzme bacaklarını yavaş hareket ettirir, mekanik uyarıya yavaş tepki verir.
	<i>R3</i>	Vücut dengesini geri kazanır, dış reaksiyonlardan etkilenir.
	<i>R4</i>	Davranış tamamen normale döner.



**Şekil 5.5 :** Uygulama sırasında bir kerevitin üstten görünüşü.

### 5.5 İstatistiksel Analizler

Verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın tespitinde ise Tukey testinden yararlanılmıştır. Verilerin bilgisayar ortamında istatistiksel değerlendirilmesi Statgraphics Centurion XVI paket programıyla sağlanmış olup ve grafikler MS Office Excel programıyla oluşturulmuştur [55]. Elde edilen ortalama

değerler “Ortalama±Standart Hata” şeklinde sunulmuştur. Tüm testlerde yanılma düzeyi  $P<0,05$  olarak kabul edilmiştir.



## 6. BULGULAR

Kerevitlerde anestezi ve ayılma işlemleri sırasında veya sonrasında herhangi bir olumsuz sağlık durumu gözlenmemiştir. Kerevitlere 20, 30, 40, 50, 75, 100 ve 150 ppm dozların tümü uygulanmış ve 200 ppm'e kadar hiç bir dozda anestezi etki gözlenmemiştir. Dolayısıyla Materyal ve Metot bölümünde kerevitlere 12 farklı dozun uygulandığı belirtilmiş, ancak bu bölümdeki tablolarda 200, 350, 500, 750 ve 1000 ppm olmak üzere beş farklı dozdaki etkilere yer verilmiştir.

Kırmızı bataklik kerevitlerinde anesteziye grime ve ayılma sürelerinin tespiti için bireysel gözlemler yapılmış ve tutulan notlar önceki çalışmalar [32;38] ile kıyaslanmıştır. Kerevitlerin anestezi ve ayılma evreleri ile bu evrelerde gösterdikleri davranışlar Tablo 6.1'de verilmiştir. Kırmızı bataklik kerevitleri için 7 farklı anestezi ve 3 farklı ayılma evresi tanımlanmıştır.

**Tablo 6.1 :** Kırmızı bataklik kerevitlerinde anestezi ve ayılma evreleri.

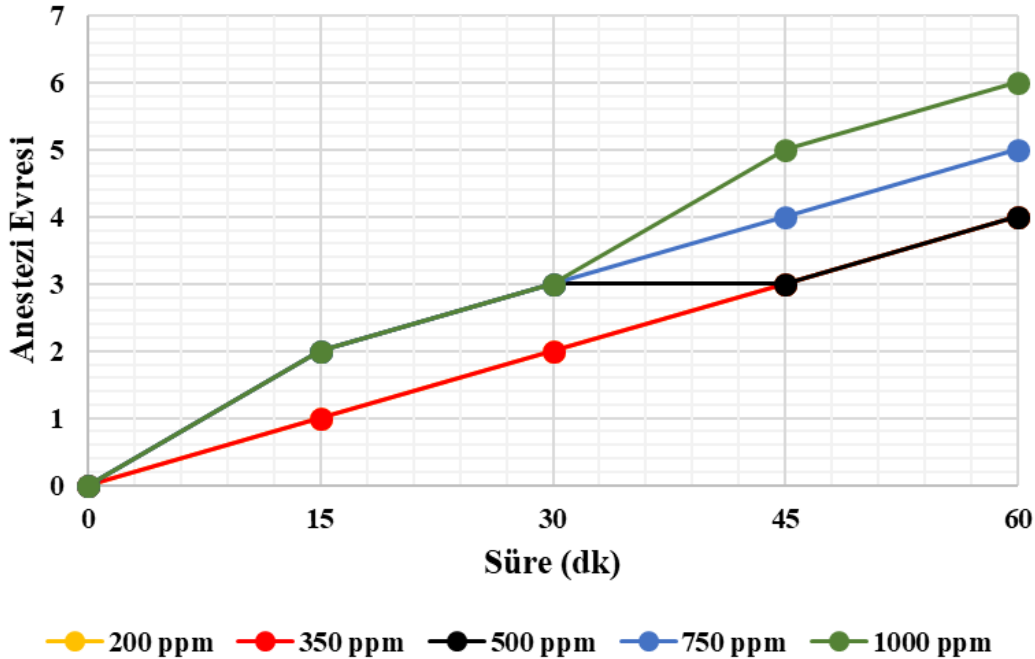
	Evre	Tanım	Davranış Özellikleri
<i>İndüksiyon</i>	A1	Normal	Kerevitlerde hafif bir aktivite kaybı vardır.
	A2	Hafif Sedasyon	Kerevitler su yüzeyine çıkmaya çalışırlar. Yüzme bacaklarında hareket artışı başlar.
	A3	Derin Sedasyon	Kerevitler tedirgin bir şekilde hareket ederler. Maksilipedlerde düzensiz hareketler görülür. Yüzme bacaklarını hızlı hareket ettirirler.
	A4	Durgunluk	Kerevitlerde duraksamalar görülür. Kısaç, yürüme bacakları ve antenlerde düzensiz hareketler başlar.
	A5	Kısmi Denge Kaybı	Kerevitler yavaş yavaş kısaç ve yürüme bacaklarındaki hareket kontrolünü kaybeder. Anten ve antenüllerde bir miktar hareketlenme görülür.
	A6	Tam Denge Kaybı	Kısaçlar ve yürüme bacaklarında tam kontrol kaybı görülür. Kerevit hareket edemez.
	A7	Ölüm	Vücut ve ekstremitelerde sertleşme ve renk kaybı görülür.
<i>Kurtarma</i>	R1	Kısmi Denge Kazancı	Kısaçlar, yürüme, yüzme bacakları ve antenlerde düzensiz hareketler görülür.
	R2	Tam Denge Kazancı	Kısaçlar, yürüme, yüzme bacakları ve antenlerde düzenli hareketler görülür. Vücut dengesini geri kazanır.
	R3	Normal	Kerevit serbestçe yüzer.

Karanfil yağı ile anesteziye maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin farklı sıcaklık ve dozlarda anesteziye girme evreleri Tablo 6.2’de verilmiştir.

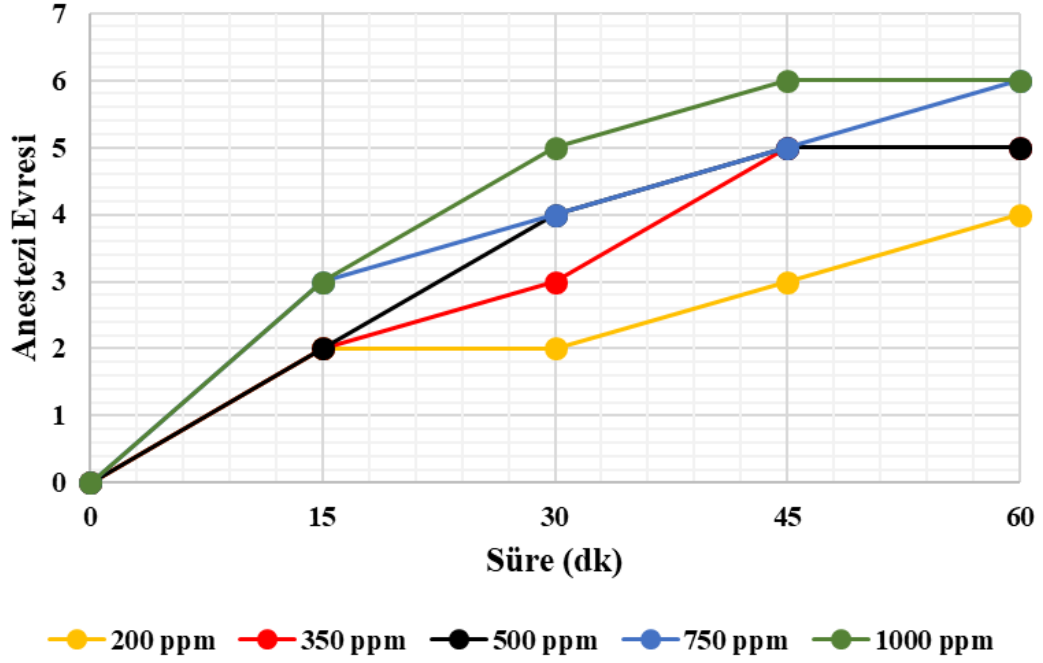
**Tablo 6.2 :** Karanfil yağı ile anesteziye maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin farklı sıcaklık ve dozlarda anesteziye girme evreleri.

Sıcaklık (°C)	Doz (ppm)	15 dk	30 dk	45 dk	60 dk
17	200	Evre 1	Evre 2	Evre 3	Evre 4
	350	Evre 1	Evre 2	Evre 3	Evre 4
	500	Evre 2	Evre 3	Evre 3	Evre 4
	750	Evre 2	Evre 3	Evre 4	Evre 5
	1000	Evre 2	Evre 3	Evre 5	Evre 6
23	200	Evre 2	Evre 2	Evre 3	Evre 4
	350	Evre 2	Evre 3	Evre 5	Evre 5
	500	Evre 2	Evre 4	Evre 5	Evre 5
	750	Evre 3	Evre 4	Evre 5	Evre 6
	1000	Evre 3	Evre 5	Evre 6	Evre 6

17 °C’de kerevitler, 1 saat sonunda son evreye (tam denge kaybı) girmişlerdir (1000 ppm doz). 200, 350 ve 500 ppm dozlarda karanfil yağına maruz bırakılan kerevitler en çok dördüncü evreye (durgunluk), 750 ppm dozdaki anestetik ortama bırakılan kerevitler ise en fazla beşinci evreye (kısmi denge kaybı) geçebildikleri kaydedilmiştir (Şekil 6.1). 23 °C’de kerevitler, 750 ve 1000 ppm’lik dozlarda son evreye girmişlerdir (60 dk sonunda). 200 ppm dozda en çok dördüncü evre, 350 ve 500 ppm dozlarda ise en çok beşinci evreye girdikleri not edilmiştir (Şekil 6.2).



**Şekil 6.1 :** Karanfil yağına maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin 17 °C’de anesteziye girme evreleri.



**Şekil 6.2 :** Karanfil yağına maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin 23 °C'de anesteziye girme evreleri.

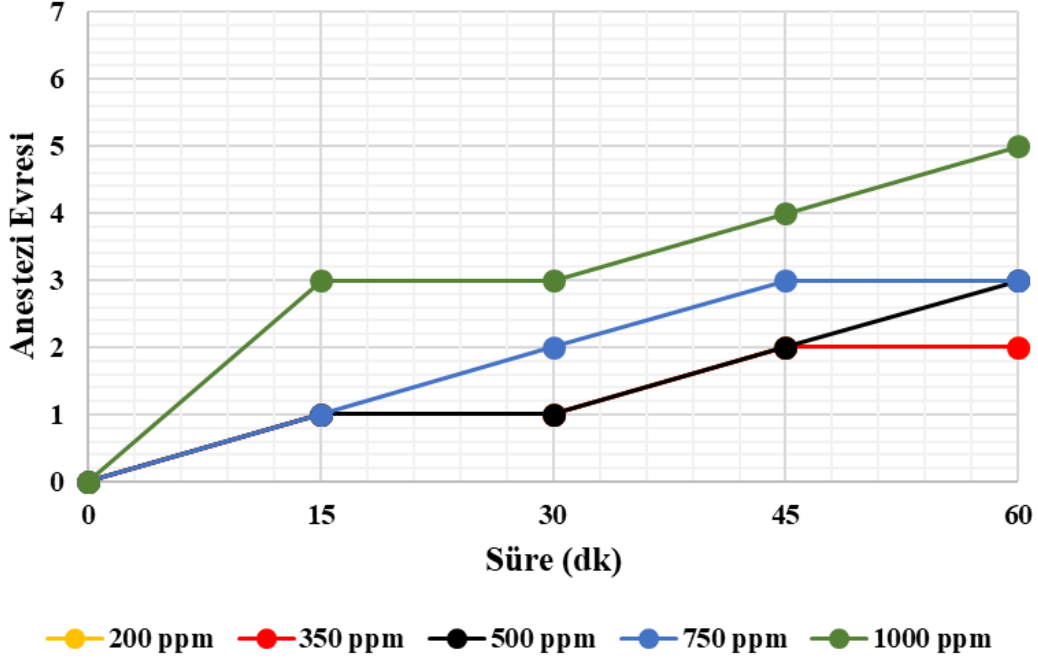
Nane yağı ile anesteziye maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin 17 ve 23 °C'de ve beş farklı dozda anesteziye girme evreleri Tablo 6.3'de sunulmuştur.

**Tablo 6.3 :** Nane yağı ile anesteziye maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin farklı sıcaklık ve dozlarda anesteziye girme evreleri.

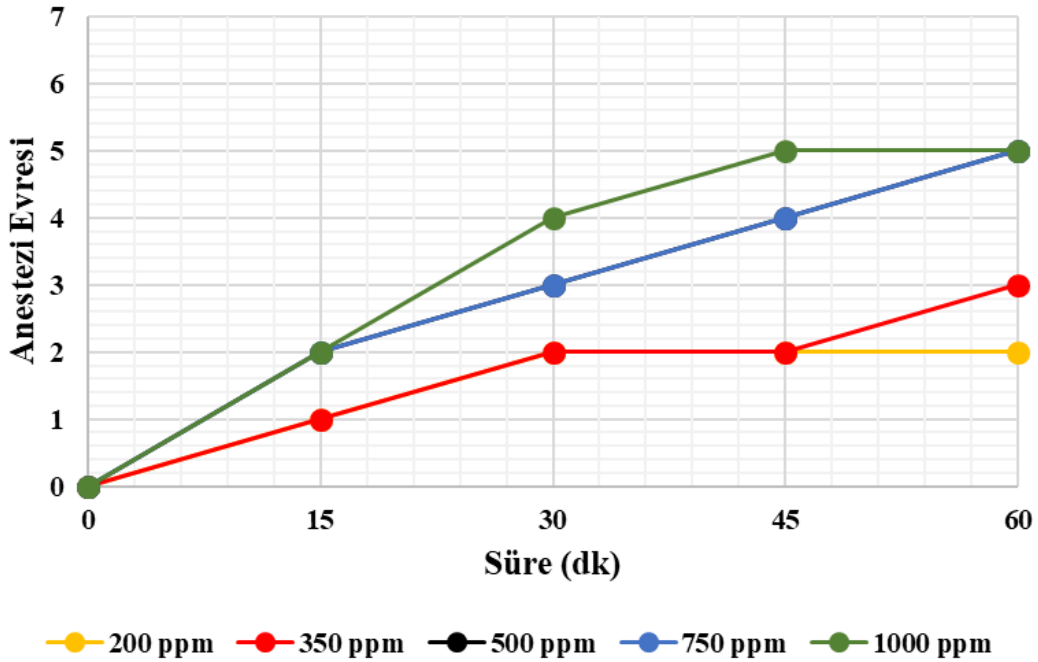
Sıcaklık (°C)	Doz (ppm)	15 dk	30 dk	45 dk	60 dk
17	200	Evre 1	Evre 1	Evre 2	Evre 2
	350	Evre 1	Evre 1	Evre 2	Evre 2
	500	Evre 1	Evre 1	Evre 2	Evre 3
	750	Evre 1	Evre 2	Evre 3	Evre 3
	1000	Evre 3	Evre 3	Evre 4	Evre 5
23	200	Evre 1	Evre 2	Evre 2	Evre 2
	350	Evre 1	Evre 2	Evre 2	Evre 3
	500	Evre 2	Evre 3	Evre 4	Evre 5
	750	Evre 2	Evre 3	Evre 4	Evre 5
	1000	Evre 2	Evre 4	Evre 5	Evre 5

1 saatlik sürenin sonunda nane yağına maruz bırakılan kerevitler 17 °C'de yalnızca 1000 ppm dozda en çok beşinci evreyi girebilmişlerdir. 200 ve 350 ppm dozlarda en çok ikinci evreye (hafif sedasyon), 500 ve 750 ppm dozlarda ise en fazla üçüncü evreye (derin sedasyon) geçebildikleri kaydedilmiştir (Şekil 6.3). 23 °C'de 60 dk

sonunda kerevitler, 200 ppm'lik dozda en çok ikinci evreye, 350 mg/L'lik dozda en çok üçüncü evreye ve 500, 750 ve 1000 ppm'lik dozlarda ise en fazla beşinci evreye geçmişlerdir (Şekil 6.4).



Şekil 6.3 : Nane yağına maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin 17 °C'de anesteziye girme evreleri.



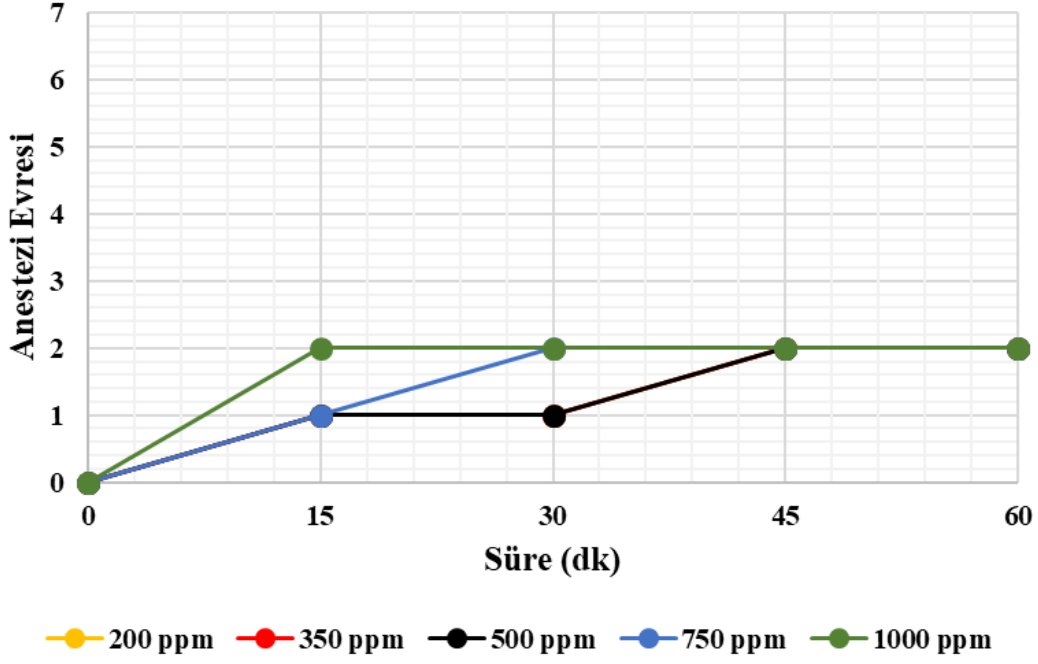
Şekil 6.4 : Nane yağına maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin 23 °C'de anesteziye girme evreleri.

Papatya yağı ile anesteziye maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin 17 ve 23 °C sıcaklıklarda ve 200, 350, 500, 750 ve 1000 ppm dozlarda anesteziye girme evreleri Tablo 6.4'te listelenmiş ve 15, 30, 45 ve 60 dk olmak üzere gözlemlenen tüm evreler tabloda verilmiştir.

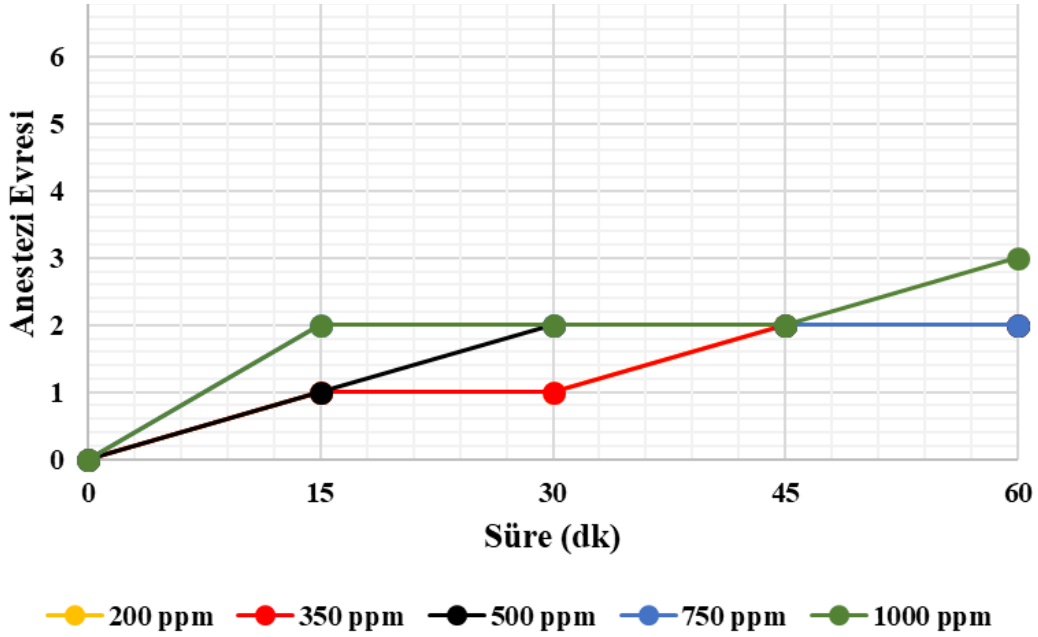
**Tablo 6.4 :** Papatya yağı ile anesteziye maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin farklı sıcaklık ve dozlarda anesteziye girme evreleri.

Sıcaklık (°C)	Doz (ppm)	15 dk	30 dk	45 dk	60 dk
17	200	Evre 1	Evre 1	Evre 2	Evre 2
	350	Evre 1	Evre 1	Evre 2	Evre 2
	500	Evre 1	Evre 1	Evre 2	Evre 2
	750	Evre 1	Evre 2	Evre 2	Evre 2
	1000	Evre 2	Evre 2	Evre 2	Evre 2
23	200	Evre 1	Evre 1	Evre 2	Evre 2
	350	Evre 1	Evre 1	Evre 2	Evre 2
	500	Evre 1	Evre 2	Evre 2	Evre 2
	750	Evre 2	Evre 2	Evre 2	Evre 2
	1000	Evre 2	Evre 2	Evre 2	Evre 3

Her iki sıcaklık değeri için (17 ve 23 °C) benzer bulgular elde edilmiştir (Şekil 6.5 ve Şekil 6.6). Anestezik madde olarak 1000 ppm papatya yağı kullanılan kerevitlerde yalnızca 23 °C sıcaklıkta ve 60 dk sonunda üçüncü evreye geçebildikleri kaydedilmiş, diğer tüm dozlar, sıcaklıklar ve süreler dahilinde ise kerevitler en çok ikinci evreye girebilmişlerdir. Tablo 6.1'de verilen davranış tanımlamasına göre, papatya yağına maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitleri denge kaybı aşamasına hiç geçememişlerdir. Dolayısıyla papatya yağının, karanfil ve nane yağlarından farklı olarak kırmızı bataklık kerevitleri için anestezik değil sedatif etkilerinden bahsetmek daha doğru olur.



Şekil 6.5 : Papatya yağına maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin 17 °C'de anesteziye girme evreleri.



Şekil 6.6 : Papatya yağına maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin 23 °C'de anesteziye girme evreleri.

Karanfil, nane ve papatya yağlarıyla anesteziye maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin farklı sıcaklık ve dozlarda anesteziye girme evreleri kıyaslandığında KY>NY>PY sonucu elde edilmiştir.

Anestezik olarak karanfil yağı uygulaması yapılan kırmızı bataklık kerevitlerinin iki farklı sıcaklıktaki anestezisi ve ayılma süreleri Tablo 6.5'te gösterilmiştir. KY17 grubunun 200 ve 350 ppm dozlardaki anestezisi süreleri 1000 ppm dozuna göre daha fazladır ( $P<0,05$ ). KY23 grubunda anestezisi dozları bakımından bir istatistiksel farklılığa rastlanmamıştır ( $P>0,05$ ). Sıcaklıklar arasında, 200, 350, 500 ve 750 ppm dozlarda KY23 grubunun anestezisi girme süreleri KY17 grubuna nazaran daha düşüktür ( $P<0,05$ ). 1000 ppm dozda ise anestezisi girme süresi bakımından sıcaklıklar arasında herhangi bir istatistiksel farklılık bulunmamıştır ( $P>0,05$ ). Ayılma süreleri açısından 200 ve 350 ppm dozları hem KY17 hem de KY23 grubunda en düşük seviyededir ( $P<0,05$ ). KY17 grubunda 750 ve 1000 ppm dozların en yüksek, KY23 grubunda ise 1000 ppm dozun 200, 350 ve 500 ppm dozlardan istatistiksel anlamda farklı olduğu kaydedilmiştir ( $P<0,05$ ). Sıcaklık bakımından yalnızca 750 ppm dozda istatistiksel farklılık ortaya çıkmış ve KY17 grubunun ayılma süresinin KY23 grubundan daha düşük olduğu saptanmıştır ( $P<0,05$ ). 200, 350, 500 ve 750 ppm dozlarda sıcaklıklar arası farklılık bulunmamıştır ( $P>0,05$ ).

**Tablo 6.5 :** Karanfil yağına maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinde anestezisi ve ayılma süreleri.

Doz (ppm)	Anestezisi Süresi (dk)		Ayılma Süresi (dk)	
	KY17	KY23	KY17	KY23
200	36,67±3,18 <sup>c, B</sup>	9,33±1,45 <sup>A</sup>	2,50±0,29 <sup>a</sup>	3,50±0,29 <sup>a</sup>
350	27,67±2,96 <sup>bc, B</sup>	8,00±1,53 <sup>A</sup>	4,67±0,44 <sup>a</sup>	5,67±0,44 <sup>a</sup>
500	22,33±3,28 <sup>ab, B</sup>	6,50±1,04 <sup>A</sup>	9,17±0,60 <sup>b</sup>	11,17±1,17 <sup>b</sup>
750	14,00±2,65 <sup>ab, B</sup>	5,00±1,04 <sup>A</sup>	12,00±0,58 <sup>c, A</sup>	14,17±0,44 <sup>bc, B</sup>
1000	10,67±2,60 <sup>a</sup>	4,00±0,87	12,83±0,44 <sup>c</sup>	14,83±0,73 <sup>c</sup>

\*Aynı satırda bulunan anestezisi süreleri ve ayılma süreleri kendi içlerinde kıyaslanmıştır.

\*Aynı sütundaki küçük harfler dozlar arasındaki, aynı satırdaki büyük harfler sıcaklıklar arasındaki istatistiksel farklılıkları gösterir.

\*Veriler "Ortalama±Standart Hata" olarak sunulmuştur.

Nane yağına maruz bırakılan kırmızı bataklık kerevitlerinin 17 ve 23 °C sıcaklıklarda anestezisi ve ayılma süreleri Tablo 6.6'da kaydedilmiştir. NY17 grubunda 1000 ppm dozun anestezisi süresi 200, 350 ve 500 ppm dozlara nazaran daha düşüktür ( $P<0,05$ ). NY23 grubunda en yüksek anestezisi süresi 200 ppm dozuna aittir ( $P<0,05$ ). Ayrıca 350, 500, 750 ve 1000 ppm dozların anestezisi süreleri istatistiksel olarak benzerdir. Anestezisi süreleri bakımından sıcaklıklar arasında kıyaslama yapıldığında, NY23 grubunun tüm dozları NY17 grubundan daha düşük bulunmuştur ( $P<0,05$ ). NY17 grubunun 200 ve 350 ppm dozlarındaki ayılma süreleri, 750 ve 1000 ppm dozlardan

farklı olmakla birlikte en yüksek ayılma süresi 1000 ppm dozunda kaydedilmiştir ( $P<0,05$ ). NY23 grubunda 200 ve 350 ppm dozları ayılma süreleri en düşük, 750 ve 1000 ppm dozları ise en yüksek olarak not edilmiştir ( $P<0,05$ ). Sıcaklıklar arasında anestezi sürelerinin tam tersi olarak, NY23 grubunun tüm dozları NY17 grubundan daha yüksek bulunmuştur ( $P<0,05$ ).

**Tablo 6.6 :** Nane yağına maruz bırakılan kırmızı bataklik kerevitlerinde anestezi ve ayılma süreleri.

Doz (ppm)	Anestezi Süresi (dk)		Ayılma Süresi (dk)	
	NY17	NY23	NY17	NY23
200	55,67±2,73 <sup>d, B</sup>	31,67±2,60 <sup>b, A</sup>	1,50±0,17 <sup>a, A</sup>	2,53±0,15 <sup>a, B</sup>
350	49,00±3,46 <sup>cd, B</sup>	15,00±2,31 <sup>a, A</sup>	1,53±0,09 <sup>a, A</sup>	3,50±0,23 <sup>a, B</sup>
500	37,33±3,76 <sup>bc, B</sup>	13,67±2,03 <sup>a, A</sup>	2,07±0,12 <sup>ab, A</sup>	5,10±0,21 <sup>b, B</sup>
750	24,67±2,60 <sup>ab, B</sup>	10,00±1,61 <sup>a, A</sup>	2,43±0,12 <sup>b, A</sup>	8,10±0,32 <sup>c, B</sup>
1000	22,33±3,18 <sup>a, B</sup>	9,00±1,32 <sup>a, A</sup>	3,97±0,15 <sup>c, A</sup>	8,50±0,35 <sup>c, B</sup>

\* Aynı satırda bulunan anestezi süreleri ve ayılma süreleri kendi içlerinde kıyaslanmıştır.

\* Aynı sütundaki küçük harfler dozlar arasındaki, aynı satırdaki büyük harfler sıcaklıklar arasındaki istatistiksel farklılıkları gösterir.

\* Veriler "Ortalama±Standart Hata" olarak sunulmuştur.

Kırmızı bataklik kerevitlerinin papatya yağına tabi tutulan gruplarının anestezi ve ayılma süreleri Tablo 6.7'de sunulmuştur. Dozlar ve sıcaklıklar bakımından hem anestezi süreleri hem de ayılma süreleri açısından herhangi bir istatistiksel farklılığa rastlanmamıştır ( $P>0,05$ ).

**Tablo 6.7 :** Papatya yağına maruz bırakılan kırmızı bataklik kerevitlerinde anestezi ve ayılma süreleri.

Doz (ppm)	Anestezi Süresi (dk)		Ayılma Süresi (dk)	
	PY17	PY23	PY17	PY23
200	42,33±2,33	33,33±4,26	0,33±0,09	0,50±0,06
350	42,67±6,12	32,67±2,03	0,37±0,09	0,47±0,12
500	45,33±4,26	33,33±3,28	0,47±0,09	0,60±0,12
750	44,67±5,17	32,33±4,10	0,47±0,15	0,50±0,12
1000	45,67±5,78	33,00±2,52	0,43±0,09	0,47±0,09

\* Aynı satırda bulunan anestezi süreleri ve ayılma süreleri kendi içlerinde kıyaslanmıştır.

\* Veriler "Ortalama±Standart Hata" olarak sunulmuştur.



## 7. TARTIŞMA

Çalışmada kırmızı bataklık kerevitlerinin (*Procambarus clarkii*) karanfil, nane ve papatya yağlarının 17 °C ve 23 °C sıcaklıklarda anestezi madde olarak kullanılmasına karşı göstermiş oldukları tepkiler incelenmiştir. Kullanılan maddelerin anestezi karakteri önemli olmakla birlikte sıcaklık belirleyici bir parametredir. Çalışma sonucu 23 °C’de karanfil yağının anestezi etkisi en yüksek olmakla birlikte nane yağının aynı sıcaklıktaki etkisi karanfil yağına nazaran daha düşüktür. Papatya yağı ise bu sıcaklıktaki en düşük anestezi etkiyi göstermiştir. 17 °C’de görülen etki sıralaması aynı olmakla birlikte kırmızı bataklık kerevitlerinin verdiği tepkilerin 23 °C’de görülen tepkilerden daha düşük olduğu saptanmıştır.

Xie ve diğ. [38] kırmızı bataklık kerevitlerinin anesteziye girme evreleri ve bu evrelerde gösterdikleri davranış özellikleri ile ilgili bir tablo sunmuştur (Tablo 5.1). Bu tablo dikkatlice incelendiğinde kırmızı bataklık kerevitlerinin anestezi süresince yalnızca yüzme bacaklarına bağlı olarak verdikleri tepkiler üzerine yaptıkları davranış tepkilerinin kaydedildiği görülmüştür. Ancak çalışma esnasında yaptığımız gözlemlerde kerevitlerin anesteziye yalnızca yüzme bacaklarıyla değil diğer ekstremiteleriyle de tepki gösterdiğinin not edilmesinden dolayı yapılan araştırma sonucunda Lewbart ve diğ. [56] tarafından da aynı gözlemlerin aktarıldığı bilgisine ulaşılmıştır. Yazarlar, anestezi derinliğinin krustaselerde vücudun gevşemesi, ekstremitelerin çekilebilmesi ve antenlerin yavaş hareketleri ile değerlendirilebileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca, Vartak ve Singh [32] tarafından büyük nehir karidesleri (*Macrobrachium rosenbergii*) için benzer tepkilerin listelediği bulgusuna varılmıştır. Dolayısıyla tüm bu veriler harmanlanarak kırmızı bataklık kerevitleri için yeni bir anestezi evreleri tablosu oluşturulmuş (Tablo 6.1) ve 7 farklı anestezi ve 3 farklı ayılma evresi olduğu saptanmıştır.

Sucul omurgasızlarda yürütülen anestezi çalışmaları genellikle karides türleri üzerine yapılmış olup kerevitler üzerinde uygulanan çalışma sayısı oldukça azdır. Kerevitlerde yürütülen önceki çalışmalarda genel olarak sentetik anestezi maddeler ele alınmıştır. Erkeksi kerevit (*Orconectes virilis*) üzerinde yapılan bir çalışmada,

MS-222, lidokain-HCl ve ketamin-HCl isimli sentetik anesteziik maddeler denenmiş olup MS-222'nin 1000 mg/L dozda banyo uygulamasıyla etki göstermediği, ketamin-HCl ve lidokain-HCl isimli anesteziik maddelerin ise intramuskular enjeksiyon ile etkili olduğu ancak ketamin-HCl maddesinin yaklaşık 25 dakikada ve lidokain-HCl maddesinin ise yaklaşık 2 saatte etki ettiği bildirilmiştir [37]. Güncel alışma ile kıyaslandığında, kırmızı bataklık kerevitlerinin banyo yöntemiyle maruz bırakıldıkları karanfil, nane ve papatya yağlarının, önceki çalışmada kullanılan sentetik kimyasallara göre daha kolay uygulandığını ve daha düşük dozlarda özellikle karanfil ve nane yağlarının etkili olduğu grlmştir. Asil kerevit (*Astacus astacus*) ile yürütülen başka bir çalışmada [36], halothan ve MS-222 maddelerinin faklı konsantrasyonlarda anesteziik etkileri incelemiştir. Çalışma sonucunda halothanın %0,5'lik hacimde etki gösterdiği, MS-222 maddesinin hiçbir dozda etki göstermediği bildirilmiştir. Bununla birlikte ayılma süreleri uygulanan doza bağlı olarak halothan maddesine 5-480 dk arası değiştiği ve yüksek dozda ölümler görülebileceği belirtilmiştir. Veriler güncel çalışma ile kıyaslandığında, kullanılan anesteziik maddeler farklılık gösterse bile karanfil ve nane yağlarının anesteziik etkinliği MS-222'ye göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte ayılma süreleri oldukça kısadır. Güncel çalışmada, yüksek dozlar uygulandığında bile (1000 ppm) lm gözlenmemiştir. Bu çalışmadan elde edilen veriler sonucunda karanfil ve nane yağlarının, etki ve ayılma sürelerinin kısa oluşu ve yüksek dozlarda ölüm gözlenmemesi gibi olumlu tepkilerinden ötürü halothan ve MS-222 maddelerinin kullanımına göre avantaj sağlayağı düşünülmektedir. Xie ve diğ. [38] tarafından yürütülen bir çalışmada, uzun süreli taşıma işlemlerinde MS-222, etil eter ve karanfil yağı kullanımının kırmızı bataklık kerevitleri (*P. clarkii*) zerindeki anesteziik etkileri ve yaşama oranları araştırılmıştır. Karanfil yağının MS-222 ve etil etere göre anesteziik etkisinin daha yüksek olduğu ve karanfil yağının 20-80 ppm arası dozlarda uygulanması ile yaşama oranının %96'ın üzerine çıktığı bildirilmiştir. Bununla birlikte MS-222'nin etkisinin en düşük olduğu ve etil eterin etki ve ayılma sürelerini uzattığı bildirilmiştir. Ayrıca etil eter kullanımının yüksek dozlarda lme sebebiyet verdiği kaydedilmiştir. Güncel çalışmada da karanfil yağının olumlu etkilerinden bahsedilmiş olup, nane yağı ise kırmızı bataklık kerevitleri için alternatif bir anesteziik kaynağı olarak sunulmuştur.

Tatlı su karidesi türlerinde de anestezi çalışmaları yürütülmüş ve güncel çalışma ile kıyaslanmıştır. Büyük nehir karidesi (*M. rosenbergii*) ile yapılan anestezi çalışmasında MS-222, fenoksietanol, kinaldin, karanfil yağı ve Aqui-S anestezi maddeleri denenmiş olup MS-222 ve fenoksietanolün 25 ve 100 mg/L dozlarında etkisiz olduğu gözlenmiş olup 100, 200 ve 300 mg/L dozlarında uygulanan diğer anestezi maddelerden karanfil yağı ve Aqui-S anestezi maddesinin etkili olduğu bulgusu verilmiştir. Bununla birlikte kinaldin ve Aqui-S uygulamalarında ölümler gözlendiği rapor edilmiştir [4]. Bu verilere paralel olarak güncel çalışmada, kırmızı bataklık kerevitlerinde en yüksek anestezi etki karanfil yağı ve karanfil yağından nispeten daha az anestezi etki nane yağında görülmüş olup papatya yağında görülen anestezi etki yüksek dozlarda bile düşüktür. Yine aynı türün (*M. rosenbergii*) postlarva ve juvenilleri ile yapılmış bir çalışmada [32], karanfil yağı anestezi madde olarak kullanılmış olup postlarvalar için 15-125 mg/L, juveniller için 75-1000 mg/L arasında dozlar uygulanmıştır. Postlarvaların 125 mg/L dozda, juvenillerin ise 750 mg/L dozda öldükleri rapor edilmiştir. Ayrıca sedasyona girme süreleri 60-80 dakikalar arasında olduğu belirtilmiş olup 4-20 dakikalar arasında kendilerini topladığından karanfil yağının uzun taşıma açısından yararlı olmadığı bulgusu sunulmuştur. Yaptığımız çalışma ise türün farklı olması ile birlikte sıcaklığa bağlı olarak kırmızı bataklık kerevitlerinde karanfil yağı anestezi olarak kullanıldığında daha kısa sürelerde sedasyona girmekte ve ayılma süreleri nispeten birbirine yakınlık göstermektedir. Ayrıca deneme boyunca ölüm gözlenmemiştir. Bu sebeplerden dolayı kırmızı bataklık kerevitlerinde karanfil yağının uzun taşıma işlemleri için anestezi madde olarak kullanımı yararlıdır. Uzun kollu nehir karidesi (*M. temillum*) ile yürütülmüş bir diğer çalışmada [34], çarkıfelek (*Passiflora incarnata*), kediotu (*Valeriana officinalis*), karanfil (*Syzygium aromaticum*) ve nane (*Mentha piperita*) yağları anestezi madde olarak denenmiş olup, bu karides türü üzerinde karanfil ve nane yağının en etkili olduğu belirtilmiştir. Güncel çalışmada da anestezi etkileri olan farklı bitkisel yağlar kullanılmış olup, sıcaklığa bağlı olarak kırmızı bataklık kerevitlerinde etki bakımından karanfil yağı > nane yağı > papatya yağı şeklinde bir sıralamadan bahsedilmesi mümkündür. *M. nipponense* türü ile bir çalışmada öjenolün farklı konsantrasyon (100, 200, 300, 400, 500 mg/L) ve sıcaklıklarda (17, 22 ve 27 °C) anestezi ve ayılma süreleri üzerine etkileri araştırılmıştır [33]. Çalışma sonucunda, sıcaklık artışının farklı dozlarda anestezi ve ayılma sürelerini etkilediği bildirilmiştir. Kırmızı bataklık kereviti ile yürütülen güncel çalışmada da iki farklı

sıcaklık (17 ve 23 °C) uygulanmış ve *M. nipponense* türüyle yapılan önceki çalışmada da görüldüğü gibi sıcaklık değişimi konsantrasyon oranına bağlı olarak karanfil ve nane yağında anestezi ve ayılma sürelerini etkilemiştir. Sıcaklığa ve öjenol konsantrasyonuna bağlı benzer bulgular, Li ve diğ. [35] tarafından ot karidesleri (*Palaemonetes sinensis*) üzerine yürütülen araştırmada da kaydedilmiştir.

Bitkisel kaynaklardan elde edilen esansiyel yağlar sentetik (yapay) anestezi maddelere göre alternatif olarak kullanımının tercih edilmesinde birçok sebep bulunmaktadır [6;51]. Sucul canlılara bitkisel kaynaklardan elde edilen anestezi özellikli esansiyel yağların hızlı etki etmesi, vücuttan bu anestezi özellikli esansiyel yağların atılımının sentetik anesteziye nazaran daha hızlı gerçekleşmesi, ucuz ve kolay bulunabilir olması ve doğaya zararının olmaması, bitkisel kaynaklardan elde edilen anestezi özellikli esansiyel yağların iyi bir alternatif olarak kabul edilebilirliğini sağlamaktadır [6]. Karanfil yağı ile ilgili birçok çalışma olmasına rağmen nane yağı ve papatya yağı ile yapılan çalışmalar oldukça azdır. Akvaryum balıklarında anestezi çalışmaları çeşitlilik göstermek ile birlikte genellikle bu çalışmalarda karanfil yağı üzerinde durulmuştur [28]. Lepistes, plati, sarı prenses, yunus çiklit, zebra çiklit, kızılkuşuk çiklit, melek, beta, ve palyonço balıkları üzerinde anestezi özellikleri incelenen karanfil yağı ile yapılan çalışmalar sonucu elde edilen veriler doğrultusunda karanfil yağının etki düzeyinin bu türler üzerinde hızlı etki gösterdiği ve bu türler üzerinde olumsuz etki düzeyinin düşük olduğu ortaya konulmuştur [9-15]. Bununla birlikte nane yağı plati, palyaço ve lambari üzerinde denenmesi sonucu karanfil yağı ile yapılan denemeler sonucu elde edilen bulgular ile paralellik göstermektedir [10;15;16]. Yaptığımız deneme sucul bir omurgasız türü olan kırmızı bataklık kereviti, omurgalı olmamasına rağmen karanfil, nane ve papatya ile yapılan denemeler sonucunda elde ettiğimiz veriler doğrultusunda en yüksek etki karanfil yağından alınmış olup, nane yağı karanfil yağına göre daha düşük etki göstermesine rağmen anestezi etkisinin yüksek olduğu ve papatya yağının ise en düşük anestezi etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla güncel çalışma, akvaryum balıklarında önceden yapılmış çalışmalardan elde edilen bulgular ile paralellik göstermiştir. Akvaryum balıklarında yapılan çalışmalar sonucu, karanfil ve nane yağının transfer aşamasında pozitif ve güvenilir sonuçlar verdiğini göstermiştir. Önceki çalışmalar ile bu güncel çalışma sonucunda elde edilen paralel bulgulardan dolayı agresif davranış gösteren kırmızı bataklık

kerevitlerinin transfer aşamasında karanfil ve nane yağının papatya yağına göre daha olumlu sonuçlar gösterdiği bulunmuştur.

Akvaryum sektörünün gelişmesi ve ticari hacmin artmasından dolayı canlıların incelenmesi, yakalanması, sağım, aşılama ve taşınması gibi problemleri de beraberinde getirmiştir [6]. Anestezik maddeler canlıların hareketlerini nispeten yavaşlatarak rahatça yakalanmalarını, sağım yapılmasını, acil müdahale gerekrien durumlarda müdahaleyi kolaylaştırmayı, uzun sürede, yüksek yoğunluk ve dar alanlarda sağlıklı bir şekilde taşıma yapılmasını sağlarlar [51]. Özellikle kırmızı bataklık kerevitlerinin dar alanlarda ve yüksek yoğunluklarda taşınma işlemi sırasında gösterdikleri agresif davranışlardan dolayı oluşabilecek zararların önlenmesi için anestezik maddelerin kullanılması gerekmektedir. Sentetik anestezik maddelerin pahalı olması, sucul canlılarının vücudundan atılma sürelerinin uzun olması ve vücutta kalıntıya sebep olmalarından dolayı bu çalışmada, bitkisel kökenli doğal anestezik maddeler (karanfil, nane ve papatya yağları) üzerinde durulmuştur. Genel olarak karanfil yağının anestezik etkinliğinin nane ve papatya yağlarına göre daha yüksek olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir. Ayrıca, su sıcaklığının yükselmesi ile anestezik etki kapasitesinin doğru orantılı olduğu anlaşılmıştır. Yüksek sıcaklıklarda ve uygun anestezik maddelerle bayılma işlemine maruz bırakılan su canlıları erken anesteziye girerken anesteziden çıkma süreleri uzamıştır. Su sıcaklığı düştükçe anestiziye girme süreleri uzarken, anestezik etkinin zayıf olmasından dolayı anesteziden çıkış sürelerinin kısalması beklenir.

Sonuç olarak, kırmızı bataklık kereviti akvaryum sektöründe önemli bir talep gücüne sahiptir. Akvaristler kırmızı bataklık kerevitlerini taşıma işlemlerinde bitkisel anestezik maddeleri kolay bulunabilir olması, ucuz olması, hızlı etki göstermesi ve uygulanmasının kolay olması sebebiyle tercih edebilirler. Ayrıca çevreci ve sürdürülebilir olması, toksik etki bırakmaması ve etki süresinin uzun olmasından dolayı tanıtım ve pazarlama faaliyetlerine katkı sağlayarak müşteri odaklı çalışma prensibine yarar sağlayacaktır. Uygun sıcaklıkta ve uygun bitkisel anestezik maddelerin kullanılması ile taşıma işlemi kolaylaşacak ve kırmızı bataklık kerevitlerinin agresif davranışları sonucu görülen kayıplar minimize edilecektir. İleriki çalışmalarda, diğer kerevit ve dekapod türlerinde de anestezik çalışmalarının yaygınlaştırılması ve doğal ve sentetik anesteziklerden kaynaklanan etkilerin karşılaştırılması olarak sunulması önerilmektedir.



## KAYNAKLAR

- [1] Türkmen, G., & Karadal, O. (2012). The survey of the imported freshwater decapod species via the ornamental aquarium trade in Turkey. *Journal of the Animal and Veterinary Advances*, 11(15), 2824-2827. doi: <https://doi.org/10.3923/javaa.2012.2824.2827>
- [2] Karadal, O., & Güroy, D. (2018). Kerevit beslemesinde yemleme sıklığının önemi. *V. Balık Besleme ve Yem Teknolojisi Çalıştayı*, 06-07 Eylül 2018, Erzurum, Türkiye, sf. 16.
- [3] FAO 2019. Food and Agriculture Organization. AQUASTAT database; [cited 2019 May 26]. Available from <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
- [4] Coyle, S. D., Dasgupta, S., Tidwell, J. H., Beavers, T., Bright, L. A., & Yasharian, D. K. (2005). Comparative efficacy of anesthetics for the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 36(3), 282-290. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2005.tb00332.x>
- [5] Yanar, M. & Genç, E. (2004). Anaesthetic effects of quinaldine sulphate together with the use of diazepam on *Oreochromis niloticus* L. 1758 (Cichlidae) at different temperatures. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28(6), 1001-1005.
- [6] Çetinkaya, O., & Şahin, A. (2005). *Balıklarda anestezi uygulamaları ve başlıca anestezikler*. Karataş, M. (Ed.), Ankara: Nobel Yayınları, sf. 237-273.
- [7] Hajek, G. J., Klyszejko, B., & Dziaman, R. (2006). The anaesthetic effects of clove oil on common carp, *Cyprinus carpio* L. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 36(2), 93-97.
- [8] Karadal, O., Güroy, D., Türkmen, G., Mantoğlu, S. 2017. Akvaryum balıkları yetiştiriciliğinde bitkisel kaynaklı esansiyel yağların anestezi madde olarak kullanımı. *19. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, 12-15 Eylül 2017, Sinop, Türkiye, sf. 151.
- [9] da Cunha, L., Geraldo, A. M. R., da Silva, V. C., dos Santos Cardoso, M., Tamajusuku, A. S. K., & Hoshiba, M. A. (2015). Clove oil as anesthetic for guppy. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41, 729-735.
- [10] Hoshiba, M. A., Dias, R. M. S., Moreira, K. M. F., da Cunha, L., Geraldo, A. M. R., Tamajusuku, A. S. K. (2015). Clove oil and menthol as anesthetic for platy. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41, 737-742.
- [11] Han, M. C., Sağlıyan, A., & Polat, E. (2016). Akvaryum balıklarında karanfil yağının anestezi etkisinin araştırılması. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 5(1), 12-17.
- [12] Kaiser, H., Brill, G., Cahill, J., Collett, P., Cypionka, K., Green, A., Orr, K., Patrick, P., Scheepers, R., Stonier, T., Whitehead, M. A., Yearsley, R. (2006). Testing clove oil as an anaesthetic for long distance transport of live fish: the case of the Lake Victoria cichlid *Haplochromis obliquoides*. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(6), 510-514. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00786.x>

- [13] 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.
- [14] Pattanasiri, T., Taparhudee, W., & Suppakul, P. (2017). Acute toxicity and anaesthetic effect of clove oil and eugenol on Siamese fighting fish, *Betta splendens*. *Aquaculture International*, 25(1), 163-175. doi: <https://doi.org/10.1007/s10499-016-0020-2>
- [15] Pedrazzani, A.S., & Neto, A.O. (2016). The anaesthetic effect of camphor (*Cinnamomum camphora*), clove (*Syzygium aromaticum*) and mint (*Mentha arvensis*) essential oils on clown anemonefish, *Amphiprion ocellaris* (Cuvier 1830). *Aquaculture Research*, 47(3), 769-776. doi: <https://doi.org/10.1111/are.12535>
- [16] Pereira da Silva, E. M., de Oliveira, R. H. F., & Nero, B. D. (2016). Menthol as anaesthetic for lambari *Astyanax altiparanae* (Garutti & Britski 2000): attenuation of stress responses. *Aquaculture Research*, 47(5), 1413-1420. doi: <https://doi.org/10.1111/are.12599>
- [17] de Lima Boijink, C., Queiroz, C. A., Chagas, E. C., Chaves, F. C. M., & Inoue, L. A. K. A. (2016). Anesthetic and anthelmintic effects of clove basil (*Ocimum gratissimum*) essential oil for tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Aquaculture*, 457, 24-28. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.02.010>
- [18] Can, E., Kizak, V., Özçiçek, E., & Seyhaneyıldız Can, Ş. (2017). The efficacy of chamomile (*Matricaria chamomilla*) oil as a promising anaesthetic agent for two freshwater aquarium fish species. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 69, 8.
- [19] Can, E., Kızak, V., Seyhaneyıldız Can, Ş., & Özçiçek, E. (2018). Anesthetic potential of geranium (*Pelargonium graveolens*) oil for two cichlid species, *Sciaenochromis fryeri* and *Labidochromis caeruleus*. *Aquaculture*, 491, 59-64. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.03.013>
- [20] Kızak, V., Can, E., Danabaş, D., & Seyhaneyıldız Can, Ş. (2018). Evaluation of anesthetic potential of rosewood (*Aniba rosaeodora*) oil as a new anesthetic agent for goldfish (*Carassius auratus*). *Aquaculture*, 493, 296-301. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.05.013>
- [21] Gomes, L. C., Chippari- Gomes, A. R., Lopes, N. P., Roubach, R., & Araujo- Lima, C. A. (2001). Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 32(4), 426-431. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2001.tb00470.x>
- [22] Young, M. J. (2009). The efficacy of the aquatic anaesthetic AQUI- S® for anaesthesia of a small freshwater fish, *Melanotaenia australis*. *Journal of Fish Biology*, 75(7), 1888-1894. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2009.02431.x>
- [23] Bircan-Yildirim, Y., Genc, E., Turan, F., Cek, S., & Yanar, M. (2010). The anaesthetic effects of quinaldine sulphate, muscle relaxant diazepam and their combination on convict cichlid, *Cichlasoma nigrofasciatum* (Günther, 1867) juveniles. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(3), 547-550. doi: <https://doi.org/10.3923/javaa.2010.547.550>



- [24] Pramod, P. K., Ramachandran, A., Sajeevan, T. P., Thampy, S., & Pai, S. S. (2010). Comparative efficacy of MS- 222 and benzocaine as anaesthetics under simulated transport conditions of a tropical ornamental fish *Puntius filamentosus* (Valenciennes). *Aquaculture Research*, 41(2), 309-314. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02333.x>
- [25] Chambel, J., Pinho, R., Sousa, R., Ferreira, T., Baptista, T., Severiano, V., Mendes, S., & Pedrosa, R. (2015). The efficacy of MS- 222 as anaesthetic agent in four freshwater aquarium fish species. *Aquaculture Research*, 46(7), 1582-1589. doi: <https://doi.org/10.1111/are.12308>
- [26] Ghosh, S., Gopi, M., Sibi, T. B., & Sherine, S. C. (2015). Effects of 2-phenoxyethanol anaesthesia on juvenile yellow tail anemone fish *Amphiprion clarkii* (Bennett, 1830), Pomacentridae. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2(5), 84-87.
- [27] Purbosari, N., Warsiki, E., Syamsu, K., & Santoso, J. (2019). Natural versus synthetic anesthetic for transport of live fish: A review. *Aquaculture and Fisheries*, 4(4), 129-133. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2019.03.002>
- [28] Endo, T., Ogishima, K., Tanaka, H., & Ohshima, S. (1972). Studies on the anaesthetic effect of eugenol in some freshwater fishes. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish*, 38(7), 761-767.
- [29] Mousavi, S. M., Mirzargar, S. S., Mousavi, H. E. Z., Baigi, R. O., Khosravi, A., Bahonar, A., & Ahmadi, M. (2009). Evaluation of antifungal activity of new combined essential oils in comparison with malachite green on hatching rate in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) eggs. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 4(2), 103-110.
- [30] Javahery, S., Nekoubin, H., & Moradlu, A. H. (2012). Effect of anaesthesia with clove oil in fish. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(6), 1545-1552. doi: <https://doi.org/10.1007/s10695-012-9682-5>
- [31] Morgan, J., Cargill, C., & Groot, E. (2001). The efficacy of clove oil as an anesthetic for decapod crustaceans. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada*, 101(3), 27-31.
- [32] Vartak, V., & Singh, R. K. (2006). Anesthetic 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.
- [33] Xinlong, H., Hongtuo, F., Yongsheng, G., & Yan, W. (2007). Eugenol as an anesthetic for the freshwater prawn *Macrobrachium nipponense* [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 23(9), 620-623.
- [34] Aréchiga-Palomera, M. A., del Rio Zaragoza, O. B., Guerrero Galván, S. R., & Vega&Villasante, F. (2016). Evaluation of natural extracts with anesthetic properties in juveniles *Macrobrachium tenellum*. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 11(3), 251-257.
- [35] Li, Y., She, Q., Han, Z., Sun, N., Liu, X., & Li, X. (2018). Anaesthetic effects of eugenol on grass shrimp (*Palaemonetes sinensis*) of different sizes at different concentrations and temperatures. *Scientific Reports*, 8(1), 11007. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28975-w>
- [36] Obradović, J. (1986). Effects of anaesthetics (halothane and MS-222) on crayfish, *Astacus astacus*. *Aquaculture*, 52(3), 213-217. doi: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(86\)90146-8](https://doi.org/10.1016/0044-8486(86)90146-8)

- [37] 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.
- [38] 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.
- [39] Fregin, T., & Bickmeyer, U. (2016). Electrophysiological investigation of different methods of anesthesia in lobster and crayfish. *PloS One*, 11(9), e0162894. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162894>
- [40] Longshaw, M., & Stebbing, P. (2016). *Biology and ecology of crayfish*. Florida, USA: CRC Press, 375 p.
- [41] Grimm, P. W. (2000). *Crayfish*. Minnesota, USA: Lerner Publishing Group, 47 p.
- [42] Wickins, J. F., & Lee, D. O'C. (2002). *Crustacean farming: Ranching and culture*, 2nd Edition. New Jersey, USA: Wiley-Blackwell, 464 p.
- [43] Creed Jr, R. P., & Reed, J. M. (2004). Ecosystem engineering by crayfish in a headwater stream community. *Journal of the North American Benthological Society*, 23(2), 224-236. doi: [https://doi.org/10.1899/0887-3593\(2004\)023<0224:EEBCIA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1899/0887-3593(2004)023<0224:EEBCIA>2.0.CO;2)
- [44] Karadal, O. (2012). *Cambarellus patzcuarensis* (Villalobos, 1943) türü genç kerevitlerde substrat seçimi ve farklı substratların yaşama ve büyüme üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova, İzmir*.
- [45] Stevenson, J. R., & Hettick, B. P. (1980). Metabolism of chitin precursors by crayfish tissues during chitin synthesis. *Journal of Experimental Zoology*, 214(1), 37-48. doi: <https://doi.org/10.1002/jez.1402140106>
- [46] Türkmen, G., & Karadal, O. (2015). Türkiye akvaryum sektöründe ele alınan kerevit türleri. 18. *Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, 01-04 Eylül 2015, İzmir, Türkiye, sf. 469.
- [47] Hobbs Jr, H. H. (1974). *A checklist of the North and Middle American crayfishes (Decapoda: Astacidae and Cambaridae)*. Washington, USA: Smithsonian Institution Press, 172 p.
- [48] Campos, E., & Rodríguez-Almaraz, G. A. (1992). Distribution of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda: Cambaridae) in Mexico: an update. *Journal of Crustacean Biology*, 12(4), 627-630. doi: <https://doi.org/10.1163/193724092X00111>
- [49] Gherardi, F., & Acquistapace, P. (2007). Invasive crayfish in Europe: the impact of *Procambarus clarkii* on the littoral community of a Mediterranean lake. *Freshwater Biology*, 52(7), 1249-1259. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2007.01760.x>
- [50] Oluoch, A. O. (1990). Breeding biology of the Louisiana red swamp crayfish *Procambarus clarkii* Girard in Lake Naivasha, Kenya. *Hydrobiologia*, 208(1-2), 85-92. doi: <https://doi.org/10.1007/BF00008447>
- [51] Küçük, S., Öztürk, S., & Çoban, D. (2016). Su ürünlerinde kullanılan anestezikler. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2), 79-85.
- [52] Roohi, Z., & Imanpoor MR. (2015). The efficacy of the oils of spearmint and methyl salicylate as new anesthetics and their effect on glucose levels in common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) juveniles. *Aquaculture*, 437, 327-332. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.12.019>

- [53] Shukla, S., & Gupta, S. (2010). Apigenin: A promising molecule for cancer prevention. *Pharmaceutical Research*, 27(6), 962-978. doi: <https://doi.org/10.1007/s11095-010-0089-7>
- [54] Premarathna, A. D., Pathirana, I., Rajapakse, R. J., & Pathirana, E. (2016). Evaluation of efficacy of selected anesthetic agents on blood-spotted crab (*Portunus sanguinolentus*). *Journal of Shellfish Research*, 35(1), 237-241. doi: <https://doi.org/10.2983/035.035.0126>
- [55] Zar, J. H. (1999). *Biostatistical analysis*, 4th edition. Upper Saddle River: Prentice-Hall Inc., 929 p.
- [56] Lewbart, G. A., & Mosley, C. (2012). Clinical anesthesia and analgesia in invertebrates. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 21(1), 59-70. doi: <https://doi.org/10.1053/j.jepm.2011.11.007>



## ÖZGEÇMİŞ

Ercan ELMAS 22.05.1989 tarihinde İzmir’de dünyaya gelmiştir. İlköğrenim ve lise öğrenimini Balıkesir’in Erdek ilçesinde tamamlamıştır. Liseöğreniminin ardından lisans öğrenimi için 2008 yılında Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi’ne girmiş olup 2013 yılında mezun olmuştur. Aynı yıl İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri ABD’da yüksek lisans öğrenime başlamıştır.