

## ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

### KARANFİL YAĞI VE 2-FENOKSİETANOL'ÜN FARKLI YOĞUNLUK VE SICAKLIKLARDA GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) ÜZERİNDEKİ ANESTEZİK ETKİLERİ

Murat YILDIZ

**Gaziosmanpaşa Üniversitesi**  
**Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Su Ürünleri Anabilim Dalı**

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Murathan KAYIM  
: Doç. Dr. Şenol AKIN

Bu çalışmada Türkiye’de yetiştiriciliği en fazla yapılan gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) üzerinde 2-Fenoksietanol ve karanfil yağı anestezi maddelerinin belirlenen beş ayrı konsantrasyonlarının (2-Fenoksietanol için 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 ve 0,6 ml/l; karanfil yağı için 0,50, 0,75, 1,00, 1,25 ve 1,50 ml/l) 7, 13 ve 18°C sıcaklıklarda anestezi etkileri çalışılmıştır. Bu amaçla, ortalama  $39,08 \pm 1,13$  g ve  $15,48 \pm 0,21$  cm boyları arasındaki toplam 900 adet balık kullanılmıştır.

Yaptığımız anestezi uygulamalarında 2-Fenoksietanol’ün 0,2 ml/l konsantrasyonu hariç tüm konsantrasyonlarında ve her sıcaklık uygulamasında, karanfil yağının ise tüm konsantrasyon ve sıcaklık uygulamalarında tam denge kaybı, 1,05 – 3,36 dk. arasında tespit edilmiştir. İyileşme süreleri 2-Fenoksietanol’de 2,44 – 7,14 dk., karanfil yağında ise 3,23 – 6,11 dk. arasında gerçekleşmiştir. Balıkların iyileşme süreleri 2-Fenoksietanol konsantrasyonlarındaki artış ile arttığı belirlenmiştir ( $R^2=0,81$ ). Benzer ilişki karanfil yağı için tespit edilmesine karşın, ilişkinin derecesi 2-Fenoksietanol’de elde edilenden oldukça düşük olduğu belirlenmiştir ( $R^2=0,21$ ). Diğer yandan tam denge kaybı süreleri ile her iki anestezi maddenin konsantrasyonlarındaki artış ile azaldığı belirlenmiştir [ $R^2=0,74$  (2-Fenoksietanol);  $R^2=0,84$  (karanfil yağı)].

Araştırma sonucunda tespit edilen en uygun dozlar 2-Fenoksietanol için 0,3, 0,4 ve 0,5 ml/l, karanfil yağı için ise 0,50, 0,75 ve 1,00 ml/l olarak belirlenmiştir. Çünkü bu dozlarda etkileşme ve iyileşme sürelerinin, ideal anestezi süreleri ve kriterlerine uygun olduğu tespit edilmiştir.

2010, 54 sayfa

Anahtar Kelimeler : 2-Fenoksietanol, Karanfil Yağı, Anestezi, *Oncorhynchus mykiss*, Gökkuşığı Alabalığı

## ABSTRACT

Ms Thesis

### THE ANESTHETIC EFFECTS OF CLOVE OIL AND 2-PHENOXYETHANOL ON RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) AT DIFFERENT CONCENTRATIONS AND TEMPERATURES

Murat YILDIZ

**Gaziosmanpasa University**  
**Graduate School of Natural and Applied Sciences**  
**Department of Fisheries and Aquaculture**

Supervisor : Asst. Prof. Dr. Murathan KAYIM  
: Assoc. Prof. Dr. Şenol AKIN

In this study, anesthetic effects of five different concentrations (2-Phenoxyethanol 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 and 0,6 ml/l; Clove Oil 0,50, 0,75, 1,00, 1,25 and 1,50 ml/l) of 2-Phenoxyethanol and clove oil anesthetic substances on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) whose farming is widely made in Turkey were studied at temperatures 7, 13 and 18°C. For that purpose, total 900 fishes averaging  $39,08 \pm 1,13$  g and  $15,48 \pm 0,21$  cm. were used in the experiment.

Induction time of 2-Phenoxyethanol and clove oil varied between 1,05 and 3,36 min at all concentration except for 0,2 ml/l concentration (for 2-Phenoxyethanol only) and at every temperature application. Full recovery time was occurred between 2,44 and 7,14 min for 2-Phenoxyethanol and 3,23 – 6,11 min for clove oil. It was found that full recovery times significantly increased with increase in 2-Phenoxyethanol concentrations ( $R^2=0,81$ ). The same increasing trend was observed in clove oil, but this increase was not strong compared to the 2-Phenoxyethanol ( $R^2=0,21$ ). On the other hand, full induction times of 2-Phenoxyethanol and clove oil significantly declined with the increase in concentrations ( $R^2=0,74$ ;  $R^2=0,84$  for 2-Phenoxyethanol and clove oil, respectively).

Based on the ideal induction (less than 3 min) and recovery (less than 5 min) time criteria, it can be suggested that most appropriate concentrations for rainbow trout were 0,3, 0,4 and 0,5 ml/l for 2-Phenoxyethanol and 0,50, 0,75 and 1,00 ml/l for clove oil.

2010, 54 pages

Keywords : 2-Phenoxyethanol, Clove Oil, Anesthetic, *Oncorhynchus mykiss*, Rainbow Trout

## ÖNSÖZ

Canlıyı sakinleştirme veya fizyolojisini yavaşlatmayı sağlayan anestezinin balıkçılık uygulamalarında kullanılması, yapılacak işlemleri büyük ölçüde kolaylaştırmaktadır. Ancak, amaca uygun olarak hangi anestetik maddelerin, hangi konsantrasyon ve sıcaklıklarda kullanılması gerektiği yapılacak çalışmalarda dikkate alınmak zorundadır. Bu çalışmada su ürünleri sektöründe yaygın olarak kullanılan 2-Fenoksietanol ve giderek kullanımı yaygınlaşan doğal bir ürün olan karanfil yağının farklı sıcaklıklarda farklı konsantrasyonları çalışılarak, kuluçkahanelerdeki ve balık çiftliklerindeki elleme işlemleri için kullanılacak anestetik maddenin, hangi sıcaklık aralığında, ne kadar süre için ve hangi dozajda uygulanacağı belirlenmesine ve yanlış uygulamalar sonucunda oluşabilecek balık kayıplarının en aza indirilmesi çalışılmıştır.

Bu tezin konu seçiminden tamamlanmasına kadar her aşamasında bilgi ve görüşleri ile teze ve yüksek lisans öğrenimime yön veren danışman hocalarım Sayın Yrd. Doç. Dr. Murathan KAYIM ve Sayın Doç. Dr. Şenol AKIN'a teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen Rize Üniversitesi Öğretim Üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Ramazan SEREZLİ'ye ve tezimin değerlendirmesinde katkıda bulunan Yrd. Doç. Dr. Nihat YEŞİLAYER ve Yrd. Doç. Dr. Ekrem BUHAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamda manevi desteklerini esirgemeyip her zaman yanımda olan değerli aileme teşekkürlerimi sunarım.

Murat YILDIZ  
Şubat 2010

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>ÖNSÖZ</b> .....	iii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	iv
<b>SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	vi
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	vii
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	viii
<b>1. GENEL BİLGİLER</b> .....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Gökkuşluğu Alabalığı ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )'nın Biyolojik Özellikleri.....	4
1.3. Anestezi İle İlgili Terim ve Tanımlar .....	6
1.4. Anestezinin Oluşumu.....	8
1.5. Anestezinin Uygulama Alanları.....	9
1.5.1. Aşılama, İlaç, Hormon Enjeksiyonları .....	9
1.5.2. Yumurta ve Sperm Sağımı.....	9
1.5.3. Markalama .....	9
1.5.4. Ölçüm, Tartım, Fotoğraf Çekimi ve Boy Seleksiyonu .....	10
1.5.5. Canlı Balık Taşınması.....	10
1.5.6. Biyopsi, Kan Alımı, Deneysel Cerrahi ve Tedavi .....	11
1.5.7. Balık Örnekleme, Stok Tahmini ve Akvaryum Balıkları Avcılığı .....	11
1.5.8. Ötenazi .....	11
1.6. Anestezi Banyoları ve Uygulanışı .....	12
1.7. 2-Fenoksietanol.....	14
1.8. Karanfil Yağı (Eugenol) .....	15
<b>2. LİTERATÜR ÖZETLERİ</b> .....	17
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	22
<b>4. BULGULAR</b> .....	26
4.1. 2-Fenoksietanol Uygulaması ve Anestezik Etki Süreleri .....	26
4.1.1. 2-Fenoksietanol'ün Konsantrasyonlara Göre Etki Süreleri .....	26

4.1.2. 2-Fenoksietanol'ün Sıcaklıklara Göre Etki Süreleri .....	29
4.2. Karanfil Yağı Uygulaması ve Anestezik Etki Süreleri .....	31
4.2.1. Karanfil Yağının Konsantrasyonlara Göre Etki Süreleri.....	31
4.2.2. Karanfil Yağının Sıcaklıklara Göre Etki Süreleri.....	33
4.3. Karanfil Yağı Uygulamasının İlk Denge Kaybı ve Tam Denge Kaybı Süreleri .....	35
4.4. Karanfil Yağı Uygulamasının İlk Aylıma ve Tam Aylıma Süreleri.....	37
4.5. 2-Fenoksietanol Uygulamasının İlk Denge Kaybı ve Tam Denge Kaybı Süreleri..	39
4.6. 2-Fenoksietanol Uygulamasının İlk Aylıma ve Tam Aylıma Süreleri .....	41
4.7. 2-Fenoksietanol ve Karanfil Yağı Uygulamalarının Etki Süreleri .....	42
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>	<b>44</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>47</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>54</b>

## SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
gr	: Gram
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
lt	: Litre
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
%	: Yüzde
‰	: Binde
°	: Derece

## ÇİZELGELER DİZİNİ

**Çizelge**

**Sayfa**

Çizelge 4.1. 2-Fenoksietanol ve Karanfil yağı anesteziik maddelerinin uygulanan tüm sıcaklık ve konsantrasyonlarının ortalama anesteziik etki süreleri.....35

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Türkiye su ürünleri yetiştiriciliğinin gelişimi (1986–2007) (ton).....	2
Şekil 1.2. Gökkuşacağı alabalığı ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ).....	5
Şekil 3.1. Adaptasyon havuzu görünümü.....	23
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan akvaryumlardan görünüm.....	24
Şekil 4.1. 2-Fenoksietanol'ün 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 ve 0,6 ml/l konsantrasyonlarında 7°C, 13°C ve 18°C deki ortalama anesteziik etki süreleri.....	28
Şekil 4.2. 2-Fenoksietanol'ün 7°C'de 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 ve 0,6 ml/l konsantrasyondaki ortalama anesteziik etki süreleri.....	30
Şekil 4.3. 2-Fenoksietanol'ün 13°C'de 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 ve 0,6 ml/l konsantrasyondaki ortalama anesteziik etki süreleri.....	30
Şekil 4.4. 2-Fenoksietanol'ün 18°C'de 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 ve 0,6 ml/l konsantrasyondaki ortalama anesteziik etki süreleri.....	30
Şekil 4.5. Karanfil yağının 0,50, 0,75, 1,00, 1,25 ve 1,50 ml/l konsantrasyonlarında 7°C, 13°C ve 18°C deki ortalama anesteziik etki süreleri.....	32
Şekil 4.6. Karanfil yağının 7°C'de 0,50, 0,75, 1,00, 1,25 ve 1,50 ml/l konsantrasyondaki ortalama anesteziik etki süreleri.....	34
Şekil 4.7. Karanfil yağının 13°C'de 0,50, 0,75, 1,00, 1,25 ve 1,50 ml/l konsantrasyondaki ortalama anesteziik etki süreleri.....	34
Şekil 4.8. Karanfil yağının 18°C'de 0,50, 0,75, 1,00, 1,25 ve 1,50 ml/l konsantrasyondaki ortalama anesteziik etki süreleri.....	34
Şekil 4.9. Karanfil yağı ilk denge kaybı süresi regresyon analizi.....	36
Şekil 4.10. Karanfil yağı tam denge kaybı süresi regresyon analizi.....	37
Şekil 4.11. Karanfil yağı ilk ayılma süresi regresyon analizi.....	38
Şekil 4.12. Karanfil yağı tam ayılma süresi regresyon analizi.....	38
Şekil 4.13. 2-Fenoksietanol ilk denge kaybı süresi regresyon analizi.....	40
Şekil 4.14. 2-Fenoksietanol tam denge kaybı süresi regresyon analizi.....	40



Şekil 4.15. 2-Fenoksietanol ilk ayılma süresi regresyon analizi.....	41
Şekil 4.16. 2-Fenoksietanol tam ayılma süresi regresyon analizi.....	42

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

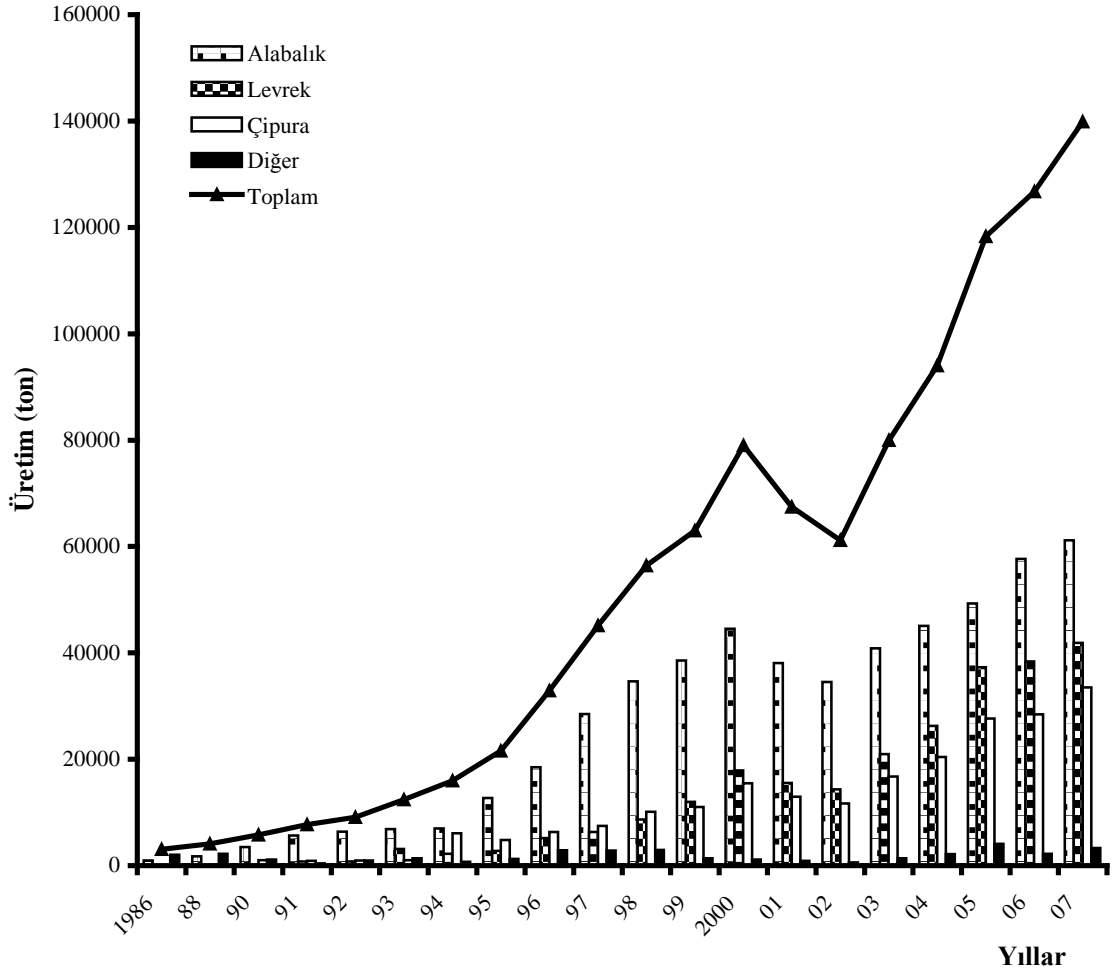
Bilimdeki gelişmelere paralel olarak, gıda kaynaklarının geliştirilmesi çabaları ve bunun sonucunda da tarımsal üretimde son sınırlara ulaşılması, insanları yeni arayışlara itmiştir. Dünyanın dörtte üçünü oluşturan sucul ekosistemlerden gıda üretimi, bu arayışların başında gelmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Dünya Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO) gibi örgütler, bitkisel protein ağırlıklı beslenen ülkeler için, su ürünleri üretimini bir kurtuluş olarak görmektedir (Anonim, 2000).

Deniz ve iç sularda yer alan canlılar içinde insan gıdası olarak kullanılan en önemli kaynakların başında balıklar gelmektedir. Balıklar çok önemli protein kaynağı olmaları yanı sıra, avcılığı ve yetiştiriciliği ile de birçok insana geçim kaynağı olmakta ayrıca ülkeler arasında ticaretin gelişmesine de katkıda bulunmaktadır (Çiftçi ve Okumuş, 2002).

Ülkemiz, üç tarafının denizlerle çevrili olması ve iç su kaynakları bakımından sahip olduğu zenginlik nedeniyle yetiştiricilik konusunda büyük bir potansiyele sahiptir. Balık yetiştiriciliği dünyada yüzlerce yıldır yapılmasına rağmen, Ülkemize 1970'li yılların başında başlamıştır. Ülkemiz iç su ürünleri üretimi 1998 yılına kadar (54 640 ton) her yıl artmış, ancak sonraki yıllarda ise azalarak 2002 yılında 43 938 ton'a 2003 yılında 44 698 ton kadar düşmüştür. Yetiştiricilikte ise 2000 yılına kadar (79 031 ton) her yıl artmış, ancak 2001 yılındaki ekonomik krizin de etkisiyle toplam üretimimiz azalmaya başlamış ve 2002 yılında 61 165 ton'a kadar gerilemişse de 2003 yılında 79 943 ton üretim gerçekleştirerek 2000 yılındaki seviyeye ulaşmıştır. 2002 yılı verilerine göre yetiştiriciliğin toplam su ürünleri üretimi içerisindeki payı %9,7 düzeyindedir (Civaner, 2004).

Ülkemiz 2007 yılı su ürünleri yetiştiriciliği 139 873 ton olarak gerçekleşmiştir. 2007 yılında yetiştiricilik üretiminin miktar olarak %44'ü içsularda, %56'sı ise denizlerde gerçekleştirilmiştir. Günümüzde yetiştiricilik yoluyla üretilen Salmonidlerin küresel miktarı ise 2006 yılında 2 101 442 tona ulaşmıştır (Anonim, 2008). Yetiştirilen en

önemli türler iç sularda %43,5 ile Alabalık, denizlerde %29,8 ile deniz Levreği ve %22,1 ile Çipura'dır (Şekil 1.1). Türkiye'de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan türler arasında Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ilk sıradadır (Anonim, 2008).



Şekil 1.1. Türkiye su ürünleri yetiştiriciliğinin gelişimi (1986–2007) (ton) (Anonim, 2008)

Gerek tatlı su balıkları gerekse deniz balıklarının yetiştiriciliğinde balıklara uygulanması gereken birçok işlem (enjeksiyon, markalama, sayım, sağım, tartım vb.) uygulamak gerekebilir. Fakat balıklara bu işlemlerin uygulanması, insan ve diğer hayvanlarda olduğu gibi kolay değildir. Yetiştiricilikte anestezi işlemleri sıkça kullanılmasına rağmen, bu konuda yapılmış yeterli sayıda araştırma yoktur. Bilindiği üzere balıklara yapılacak her uygulama, balıklarda stres meydana getirmektedir. Stres ise, birçok fizyolojik olayın bozulmasına neden olarak hastalık ve ölümlere yol

açabilmektedir. Balıklarda oluşabilecek stresi azaltmak için muamele işlemleri sırasında anestezi uygulamak gerekir. Ancak anestezi uygulamalarında dikkat edilecek pek çok unsur vardır (Terzioğlu, 2001). Özellikle balık üzerinde etkili olan biyotik ve abiyotik faktörler anesteziklerin etkinliğini değiştiren en önemli unsurlardan biridir (Endo ve ark., 1972; Sylvester, 1975; Houston ve Corlett, 1976; Smith ve Hattingh, 1979; Amend ve ark., 1982; Limsuwan ve ark., 1983, Hseu ve ark., 1994; Weyl ve ark., 1996).

Anesteziklerin su ürünleri sektöründe kullanımı anestezi maddelerin suya ilave edilmeleri suretiyle kullanılmaktadırlar. Bununla birlikte intraperitoneal, intramuskular, intravenöz enjeksiyonlar ve solungaçlara püskürtme gibi yöntemler de kullanılmaktadır (Serezli, 1995). Ancak bu yöntemler kullanışlı ve pratik olmadıkları ve balıkta arzu edilen genel anesteziyi sağlamadıkları için pek tercih edilmemektedirler. Anesteziklerin su ile karıştırılması suretiyle sağlanan genel anestezinin güvenilir olması, solunum sisteminde depresyon oluşturmaması, kan basıncında önemsiz denebilecek bir düşüklüğe neden olması, teratogenik ve karsinojenik etkisinin olmaması gibi nedenlerden dolayı tercih edilmektedir. Balıklar anestezi madde bulunan suya bırakıldıklarında, anestezi madde balığın solungaçlarından ve kısmen derisinden geçerek emilmekte, böylece balıkta genel anestezinin oluşmasına neden olmaktadır. Anesteziklerin, balıkların metabolizmalarını ve oksijen alımını azalttıkları ve balıkların metabolik aktivitesini beyine depresyon etkisi yaparak düşürdükleri bilinmektedir (Erbucan, 1993).

Su ürünleri sektöründe en çok kullanılan anestezikler; MS-222, benzocaine, kinaldin, 2-Fenoksietanol, karanfil yağı, klorbütanol, metomidet, propanidit, etomidettir. Bunların yanısıra ketamin, saffan, halaton, kloralhidrat, diazepam ve benzeri maddeler anestezi ve sedatif olarak kullanılmakta, fakat diğerlerine göre nispeten daha az kullanıldığından pek tanınmamaktadırlar (Brown, 1993). Bunlar içinden sadece MS-222 (Tricain-S) FDA (Amerikan ulusal ilaç yönetimi) tarafından kullanılmasına yasal olarak izin verilen anesteziktir (Bowser, 2001). Yine Bowser (2001) ve Burka ve ark., (1997) Yeni Zelenda' da Aqual-S ismiyle yeni bir anestezi ajanının su ürünleri sektörüne girdiğini ve kullanımının giderek yaygınlaştığını bildirmektedir.

2-Fenoksietanol (2-PE, ethylene glycol monophenyle ether, 1-hydroxy-2-phenoxyethane, ya da phenoxetol), renksiz ve 1,11 gr/ml yoğunlukta yağ içeren bir anesteziiktir. Anestezisi sırasındaki etkinlik ve güvenilirliği birçok balık türünde denenmiştir (Guilderhus ve Marking, 1987; Hseu ve ark., 1994; Weyl ve ark., 1996). Buna ek olarak, 2-Fenoksietanol birçok balık anestezisinden daha ucuzdur (Takashima ve ark., 1982). Bunun sonucunda, canlı balık taşımacılığında da geniş bir şekilde kullanılmaktadır (Teo ve ark., 1989; Teo ve Chen, 1993; Guo ve ark., 1995).

Karanfil yağı insan sağlığı açısından güvenli olarak belirlenmesine rağmen, balık anestezisi olarak kullanımları konusundaki bilgiler sınırlıdır. Karanfil yağı dünya çapında gıda katkı, antifungal ve asırlardır dışılıkte anesteziik madde olarak kullanılmaktadır (Soto ve Burhanuddin, 1995). İnsan gıdası olarak 1,5 mg/kg-gün oranında doğrudan yada katkı maddesi olarak güvenli bir şekilde kullanılmasına karşın, henüz balık anestezisi olarak onaylanmamıştır (Anonim, 2002). Ancak Karanfil yağı içeren Aquil-s vücuttan atılma süresi beklenmeden Şili, Faroe Adaları, Yeni Zelanda ve Avustralya’da onaylanmıştır (Gled ve Ludders, 2001). Karanfil yağının balık anestezisi olarak kullanımına dair raporlar yaklaşık 35 yıl önceye dayanmakla birlikte (Endo ve ark., 1972), potansiyel balık anestezisi olarak kullanımına son yıllarda yoğun olarak işaret edilmektedir (Soto ve Burhanuddin, 1995; Keene ve ark., 1998; Wagner ve ark., 2003; Cho ve Heath, 2000; Kanyılmaz ve ark., 2007).

## 1.2. Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nın Biyolojik Özellikleri

Gairdner tarafından *Salmo gairdneri* olarak isimlendirilen gökkuşluğu alabalığı, ‘‘American Fisheries Society’’ tarafından 1989’da bir Pasifik salmon türü olan *O. mykiss* olarak isimlendirilmiştir (Akıncı ve Şanal, 2009).

Gökkuşluğu alabalığının iki varyetesi saptanmıştır. Birincisi anadrom olan (göç eden) ve Çelikbaş olarak isimlendirilen stok, diğeri ise anadrom olmayan (göç etmeyen) stoktur. Anadrom olan ve Kuzey Amerika’nın Pasifik kıyılarında, kıyısız bölgede bulunan stok ile iç bölgelerdeki stok arasında genetik farklılıklar olduğu belirtilmektedir. İç bölgelerde yayılım gösteren form kırmızı bantlı alabalık, kıyısız form ise gökkuşluğu

alabalığı olarak adlandırılmaktadır. A.B.D.'nin Kaliforniya eyaletindeki McCloud nehrinden yayılan, ülkemizde de yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalığı stoklarında her iki formunda geni bulunduğu kabul edilmektedir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) (Akıncı ve Şanal, 2009)

Günümüzde Kuzey Amerika'da doğal olarak yaşayan stoklar bulunmaktadır ve bu stokların yumurtlama zamanı ilkbahar aylarıdır. Buna karşın yapılan genetik çalışmalar sonunda yumurtlama periyodu yıl içine yayılabilmektedir. Cinsi olgunluk 2–3 yaşında olur. Yumurtlamak için kışın nehirlere girenler nisan–mayıs aylarında yumurtlarken, nehirlere yazın girenler yumurtalarını ocak–şubat aylarında dökerler. Buna rağmen, fotoperiyot farklılığı görüldüğünden güney yarı küredeki balıkların kuzey yarı küredekinden altı aylık bir zaman farkıyla yumurtladıkları bildirilmektedir. 1 kg canlı ağırlığa 1 600–2 000 adet yumurta verirler. Yumurta inkübasyonu süresi ortalama 310 gün derecedir. Gökkuşağı alabalığının yumurtasının inkübasyonu için optimum sıcaklık 10°C olduğu tespit edilmiş ve 3–12,8°C arasında başarıyla inkübe edilebileceği belirtilmiştir. Hızlı geliştikleri, 12 yıl kadar yaşadıkları, 15 kg ağırlık ve 150 cm boya kadar büyüdükleri bildirilmektedir. Kültürü nedeniyle dünyanın her tarafına yayılmıştır (Akıncı ve Şanal, 2009).

Gökkuşağı alabalıkları 24°C ve daha yukarıdaki sıcaklıklara kısa bir süre dayanabilirler. Bildikleri halde 20–22°C sıcaklıklar arasında yaşamlarını sürdürebilirler. Kalitatif yönden gökkuşağı alabalıkları için kullanılacak sularda sıcaklığın yaz aylarında 21°C'yi

geçmemesi, kış aylarında ise 5–6°C' nin altına düşmemesi gerektiğini ileri sürmektedir. Gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliğinde kuluçka ve yavru çıkış döneminde istenilen ideal su sıcaklığı 7–12°C'dir. Larva ve yavru büyüme devresi için arzu edilen sıcaklık 8–13°C'dir. Balıkların büyütülmesi ve besi için arzu edilen sıcaklık 12–18°C'dir. Suyun pH değeri 6,5–8,5 arasında, en iyisi 7 civarında olması gerekir. 5,0'ın altında ve 9,2'nin üstündeki pH değerleri alabalıklar için öldürücüdür. Çıkış suyunun Çözünmüş Oksijen miktarı en az 5 mg/l olmalıdır. Suyun sertliği Fransız ölçüsüne göre 40'ın üzerinde ve 15'in altında olmamalıdır (Akıncı ve Şanal, 2009).

Alabalıkların tuzluluğa dayanıklılıkları balık büyüdükçe artar. 0,4 g'lık yavrularda ‰3'den ‰6'ya kadar yükselen konsantrasyonlarda gelişmeye iyi etki eder. 5 g ağırlığındakilerde ‰12–‰15 arasındaki değerler büyümeye negatif etki eder. 50 g ağırlığındaki balıklarda ‰12–‰15 kadar ki değerdeki tuz konsantrasyonu ‰0–‰1'lik değerlere kıyasla gelişmeye %70 müspet etki eder. Yavru büyüklüğünden yemeklik büyüklüğe kadar ‰30'luk deniz suyu konsantrasyonunda yetiştiricilik mümkündür (Değirmenci, 1998).

### 1.3. Anestezi İle İlgili Terim ve Tanımlar

Anestezi ve anestezi ile ilgili olguları tanımlamak için kullanılan çeşitli terimler vardır (Çetinkaya ve Şahin, 2005). Aşağıda belirtilen bu terimler Summerfelt ve Smith, (1990)'ın tanımlamalarından alınmış olup, literatürde sıkça kullanılmaktadır.

**Anestezi:** Amaçlı olarak canlıya uygulanan işlemlerle canlıdaki duyu alımının, bilincin azaltılıp yok edilmesi, refleks tepkilerinin yavaşlatılıp durdurulmasıdır. Anestezi ile canlıya yapılacak müdahale kolaylaştırılır, canlının yapılacak müdahaleden acı duymaması ve metabolizma hızının yavaşlatılması sağlanmaktadır. Anestezi geri dönüşümlü bir durumdur.

**Narkoz:** Çoğu zaman anestezi anlamında kullanılır ve derin bir uyku durumunu ifade eder.

Anestezi: Maruz bırakma ve konsantrasyona bağlı olarak canlıda önce sakinleşme (sedasyon), sonra başarılı bir şekilde hareket ve denge kaybı, tepkisizlik ve nihayet refleks hareketini kesen kimyasal madde veya fiziksel etmendir. Başka bir ifadeyle anestezi, sinir uyarımlarının başlatılması ve iletilmesini engelleyerek anesteziye yol açan her hangi bir kimyasal veya fiziksel ajandır. Anesteziler, bilinç kaybına yol açarak veya yol açmadan organizmayı sakinleştirebilir, hareketi ortadan kaldırabilir veya her ikisini gerçekleştirebilir.

Genel Anestezi: Vücudun tümünde anestezi oluşumu. Kimyasal anesteziler sudan, solungaçlar yoluyla dolaşım sistemine girer ve kan dolaşımıyla vücuda yayılır ve tüm vücudu etkiler. Genel anestezinin belirtileri hafif bir sedasyondan denge kaybına, bilinçsizliğe ve refleks hareketi durmasına kadar değişir. Balıklara çoğunlukla genel anestezi uygulanır.

Lokal (bölgesel) Anestezi: Bir bölgedeki duyu iletiminin bloke edilmesiyle sağlanan anestezi. Duyu kaybı, duyu sınırları uçlarındaki hareketle vücudun belirli bir bölümüyle sınırlanmaktadır, bilinç kaybolmaz. Balıklarda lokal anestezi pek kullanılmaz.

Sedasyon : Bir etmenle canlıyı sakinleştirme veya fizyolojisini yavaşlatma.

Hafif Anestezi : Aktivite azalması ve dış uyarılara karşı reaksiyon azalması olarak tanımlanır. Hafif anestezi balıkların taşınması veya tartım işlemleri için yeterlidir. Balıktaki sedasyonun derecesi, anestezi maddenin konsantrasyonu ve balığın buna maruz kalma süresinin bir fonksiyonudur.

Derin anestezi: Anestezide 4. ve 5. safhaları ifade etmekte kullanılır, refleks tepkileri ortadan kalkmıştır ve cerrahi müdahale için uygun anestezi halidir.

Etkin Anestezi Doz : Bir anestezinin 3 dk. veya daha kısa bir sürelik indüksiyon süresinde balığı istenilen işlemleri yapabileceğimiz duruma getirme, 10 dk. veya daha kısa sürede kendine gelmesine imkan verme ve 15 dk. maruz bırakma sonunda ölüme neden olmama kabiliyetidir.



İndüksiyon süresi: Belirlenen bir anestezi safhasına ulaşmak için gerekli sürenin dakika olarak uzunluğudur.

Maruz kalma süresi: Balığın anestezik çözeltisi ile kontak halinde kaldığı toplam süre veya belirli bir anestezi seviyesine ulaşma zamanı ile balığın anestezik çözeltisinden uzaklaştırıldığı zaman arasında geçen süredir. Uzun süreli maruz kalma, kendine gelme süresinin uzamasına, ciddi oksijen yetmezliğine ve canlının ölümüne sebep olur.

Etkili maruz kalma süresi : Balığın etkili anestezik konsantrasyonda induksiyona kadar kaldığı süredir. Maruz kalmanın şiddetini ifade etmede kullanılır.

Kendine gelme (ayılma) süresi: Balığın anestezik çözeltisinden uzaklaştırıldıktan sonra tam bir hareketliliğe kavuşması için gerekli zamanı ifade eder.

#### **1.4. Anesteziinin Oluşumu**

Genel anesteziinin nörolojik etkileri beyin korteksi, beyincik ve medulla spinalisteki duyu merkezlerinin başarılı olarak baskılanması ve nihayet refleks hareketinin bloke edilmesi ve hayvanın dış uyarılara tepki göstermemesidir. Balıklardaki hava kesesi bozukluğu veya iskelet deformitesi gibi fizyolojik bozukluklar, anesteziye olan tepkiyi etkileyen önemli faktörlerdir (Çetinkaya ve Şahin, 2005).

McFarland (1959), balıkta anesteziinin seviyesini gösteren bir fizyolojik değişimler seti sıralamasını ortaya koymuştur. Genel anesteziinin gelişimi, görsel ve titreşim uyarılarına karşı olan reaksiyonlardaki, denge, kas tonusu (kasılması) ve solunum oranındaki değişimleri ihtiva etmektedir. Bu safhaların ayırımında esas alınan kriterler hareket, solunum ve dış etkilere karşı olan refleks cevaplarıdır. Bu safhalar her zaman kolayca birbirinden ayrılamaz, karıştırılabilir veya safhalardan birisi gerçekleşmeyebilir (Bonath, 1977). Anestezi safhaları arasındaki ayırım türlere göre değişir. Örneğin trikaine maruz bırakılan kanal yayın balıklarında safhaların ayırımı salmonidlere göre daha az belirgindir (Summerfelt ve Smith, 1990; Çetinkaya ve Şahin, 2005).

## **1.5. Anestezinin Uygulama Alanları**

Anestezi balıkçılıkta, temel olarak balığı hareketsiz hale getirerek daha kolay ve daha hızlı, daha az strese sokarak muamele etmek amacıyla, birçok deneysel ve diğer alanlarda kullanılmaktadır. Anestezinin balıkçılıktaki temel kullanım alanları şunlardır (Çetinkaya ve Şahin, 2005).

### **1.5.1. Aşılama, İlaç, Hormon Enjeksiyonları**

Balıklarda hastalıkları önlemek için enjeksiyonla aşılama çalışmalarının, yumurta ve sperm almak amacıyla hormon enjeksiyonlarının ve tedavi amacıyla ilaç uygulamalarının yapılabilmesi için balıkların anestezi edilmesi gerekir (Anonim, 1985; Burka ve ark, 1997; Çetinkaya ve Şahin, 2005).

### **1.5.2. Yumurta ve Sperm Sağımı**

Balıklara, yumurta ve sperm sağımı sırasında zarar vermemek, pul dökülmesi, kanama, ezilme hatta ölümleri önlemek, anesteziyle oluşan kas gevşemesiyle yumurta alımını kolaylaştırmak için anestezi uygulanabilir. Sağımda anestezi işlemi uygulanacaksa anestezi maddenin yumurta ve sperm üzerinde olumsuz etkisinin olmaması gerekir (Bohl, 1968; Bonath, 1977; Piper ve ark., 1982; Çetinkaya ve Şahin, 2005).

### **1.5.3. Markalama**

Markalama, doğal popülasyonların ve kontrollü şartlarda tutulan balıkların büyüme, üreme, göç, ölüm vb. özelliklerini belirlemek, popülasyon büyüklüklerini tahmin etmek için uygulanan bir işlemdir. Her çeşitten markalama balığa zarar verici işlemleri içermektedir. Harici olarak takılan veya yüzeysel olarak enjekte edilen markaların tümü deri ve kasta yırtılma ve yaralanmalara yol açarken, dahili markalar ya balığa zorla yem yutturmayı ya da cerrahi işlem uygulaması gerektirmektedir. Uygulanan markalama metodlarının çoğunda (dağlama, dövme, özel sıvı enjeksiyonu, etiket markalar) markalama yapılmadan önce balıkların anestezi edilmeleri gerekmektedir. Bu sayede balığa marka takılması kolaylaşır ve markalama işleminin balıkta strese, önemli

yaralanmalara ve ölüme yol açması önlenmiş olur (Bonath, 1977; Bagenal, 1978; Anonim, 1985; Thorsteinsson, 2002; Çetinkaya ve Şahin, 2005).

#### **1.5.4. Ölçüm, Tartım, Fotoğraf Çekimi ve Boy Seleksiyonu**

Büyüme durumlarının incelenmesi ve diğer amaçlar için doğal populasyonlardan alınan bireylerin ve kontrollü şartlarda barındırılan balıkların canlı olarak tartılması ve boylarının ölçülmesi gerekmektedir. Sağlıklı, doğru ve kolay bir tartım yapabilmek için balıklar anestezi edilir, tartılıp boy değerleri alındıktan sonra yeniden kendilerine gelmeleri için suya bırakılırlar. Balıklarda yetiştirme etkinliğini arttırmak, yem alım ve büyümeyi homojen hale getirmek, yem değerlendirmeyi iyileştirmek, deneme balıklarını homojen boy gruplarına ayırarak denemenin doğruluğunu artırmak için boy seleksiyonuna ihtiyaç duyulmaktadır. Seleksiyon esnasında balıklara zarar verilmemesi ve yeterli homojenlikte bireyleri bir grupta toplayabilmek için anesteziye baş vurulmaktadır (Bonath, 1977; Burka ve ark., 1997). Balıkların istenilen konumda fotoğraflarını çekebilmek ve canlı balık larvalarına zarar vermeden teşhis edebilmek için de anestezi uygulanabilmektedir (Bagenal, 1978; Çetinkaya ve Şahin, 2005).

#### **1.5.5. Canlı Balık Taşınması**

Anestezikler metabolik aktiviteyi yavaşlatarak, balıkta hareketin azalması ve sakinleşme, oksijen tüketimi, CO<sub>2</sub> ve diğer azotlu atıkların (NH<sub>3</sub>) boşaltımının düşmesini sağlamaktadır. Bu nedenlerden dolayı anestezi balık taşımada sık başvurulan bir yöntemdir. Anesteziklerin daha düşük konsantrasyonları taşıma amacıyla kullanılırlar. Taşıma öncesinde yapılan anesteziyle daha az bir su hacminde, daha uzun süreli ve güvenli bir taşıma sağlanmış olur. Birim hacim suda anestezi uygulaması ile birlikte 2-3 kat daha fazla alabalık taşınabilir (Bonath, 1977; Piper ve ark., 1982; Berka, 1986; Yürekli Türk, 1989; Sandodden ve ark., 2001). Balık taşıma için derin sedasyon en uygun anestezi safhasıdır. Balıkların daha ileri seviyede anestezisi ise balıklarda kısmi veya tam denge kaybına neden olmakta ve balık taşıma kabının dibine düşerek, aşırı yoğunlaşma ve oksijensizlikten boğulma meydana gelmektedir. Taşıma tankında pompa vasıtasıyla sirkülasyon yapılıyorsa anestezi edilmiş balıklar su giriş veya çıkışında

filtrelerin önünde yığılarak sistemi bloke etmektedirler. Özellikle değerli akvaryum balıklarının bir yerden bir yere, tanktan akvaryuma, akvaryumlardan tanka alınmalarından önce yakalanma sırasında strese girmemeleri, yaralanmamaları ve çalışanların işlerini kısa sürede ve emniyetle bir şekilde yapmaları için de anesteziye (en azından sedasyon seviyesinde) başvurulabilmektedir (Çetinkaya ve Şahin, 2005).

#### **1.5.6. Biyopsi, Kan Alımı, Deneysel Cerrahi ve Tedavi**

Hasta balıklardan hastalık etkenini teşhis amacıyla deriden sürme preparat hazırlanması, yüzgeç ve solungaç biyopsileri yapılmadan önce anestezi işlemi yapılması zorunludur (Moeller, 2000). Balıklar öldürülmeksizin ve hırpalanmadan kolay kan, kanülasyonla idrar vb. örnekler almak amacıyla anestezi edilmektedirler (Burka ve ark, 1997).

Balıkların biyolojik özelliklerinin, organ ve sistemlerin rollerinin aydınlatılabilmesi ya da balıkta cerrahi tekniklerin etkilerini gözlemlemek üzere deney hayvanı olarak kullanıldığı deneysel ve çok az da olsa pratik amaçlı cerrahi çalışmalarının yapılabilmesi için anestezi işlemine ihtiyaç duyulmaktadır. Cerrahi işlemler esnasında özellikle hassas balıkların su dışında uzun süre tutulmaması gerekir (Bonath, 1977; Mittal ve Whitear, 1978; Çetinkaya ve Şahin, 2005).

#### **1.5.7. Balık Örnekleme, Stok Tahmini ve Akvaryum Balıkları Avcılığı**

Diğer av araçları kullanımının mümkün olmadığı (mercan resifleri, kuytu kolay ulaşılamayan, kayalık) su kesimlerinde yaşayan balıkları bilimsel amaçlı örneklenmeleri, stok yoğunlukların belirlenmesi (Bagenal, 1978) yanında diğer av araçlarıyla etkin olarak avlanamayan akvaryum balıklarının canlı olarak yakalanmasında da anesteziye başvurulmaktadır (Erdmann, 1999; Çetinkaya ve Şahin, 2005).

#### **1.5.8. Ötenazi**

Balıkların çeşitli bilimsel ve pratik amaçlar için (otopsi, mikrobiyolojik, hematolojik, histolojik incelemeler vb.) organ ve dokuları zarar görmeden, canlıya işkence

etmeksizin öldürülmelerinde anesteziye başvurulmaktadır. Bu amaçla yüksek konsantrasyonda hazırlanmış ve dönüşümsüz bir anestezi sağlayan MS 222, benzokain ve barbituratların anestezi banyoları kullanılabilir (Moeller, 2000). Bazı ülkelerde balıklara insancıl muamele edilmesi ve ötenazi uyulması gereken kurallar haline getirilmiştir. Anestezikler aynı zamanda işlemeye, pazara sevk edilecek balıkların sakınlaştırılmasında da kullanılmaya başlanmıştır (Çetinkaya ve Şahin, 2005).

### **1.6. Anestezi Banyoları ve Uygulanışı**

Anestezi banyosu ya da banyo tarzı anestezi balıkların anestezi edilmek üzere içine kondukları anestezik maddenin sulu çözeltisidir. Genellikle balıklar sabit veya akarsu sisteminde banyo veya daldırma yöntemiyle genel anesteziye maruz bırakılır. Her iki şekilde de anestezik madde suda çözünebilir olmalıdır. Bazı anestezikler ise önce organik bir çözücüde (eter, aseton, alkol vd.) çözündürülür ve daha sonra suda seyreltilirler. Kabın standart hacimleri gösterecek şekilde işaretlenmesi seyreltilecek stok miktarını önceden belirlemek için faydalı olacaktır. Sudaki anestezik konsantrasyonlar katı anestezikler için mg/l, g/m<sup>3</sup>, ppm, sıvılar için ml/l gibi birimlerle ifade edilir (Çetinkaya ve Şahin, 2005).

Balık, belirli bir süre belirli bir konsantrasyondaki anestezik çözeltisine maruz bırakılır. Anestezik, balığın solungaçlarından emilir, kan dolaşım sistemine ve buradan da tüm vücuda yayılır. Kan anestezik konsantrasyonu ile banyo anestezik konsantrasyonu eşitleninceye kadar bu emilme işlemi devam eder. Anestezik vücutta etkili olduğu sistemlere ulaştığında anestezi safhaları başlamış olur. Anestezi banyosunda kullanılacak olan su balığın yaşadığı ortam suyuyla aynı olmalı, kalite özellikleri bilinmeli, gerekliyse anestezi öncesi ve anestezi esnasında oksijenle zenginleştirilmeli veya kuvvetlice havalandırılmalıdır. Banyo tarzı anestezi balık anestezisinde sık olarak kullanılan pratik bir metottur (Bonath, 1977; Çetinkaya ve Şahin, 2005).

Belli bir tür ve anestezik çeşidi için yeterli deneyimi kazanıncaya kadar, ilkönce anestezi koşullarına benzer koşullarda birkaç balık üzerinde anestezik konsantrasyonları test edilmelidir. Bu amaçla balıklar 20 litrelik bir cam akvaryuma konularak, istenen

anestezi safhası sağlanıncaya kadar her 5-10 dk.'da bir konsantrasyon 5-10 mg/1 kadar arttırılarak balıklardaki davranış değişimleri gözlemlenir. Balıklar temiz suya konulmalarından sonra kendine gelme süreleri belirlenir. Balıklar daha sonra gerçekleşebilecek bir ölüm bakımından 96 saat süreyle gözlemlenirler. Anestezik konsantrasyonu, yaklaşık 3 dakikada indüksiyona yetecek düzeyden daha yüksek olmamalıdır. İndüksiyon süresi kısaltıldıkça balıkta ölüm riski artar. Ölüm riski konsantrasyonla doğru, indüksiyon zamanı ile ters orantılı olarak gelişir (Summerfelt ve Smith, 1990; Çetinkaya ve Şahin, 2005).

Anestezi banyosu uygulamalarında aşağıdaki kurallara uyulması tavsiye edilir (Bonath, 1977; Roos ve Roos, 1984; Burka ve ark, 1997; Çetinkaya ve Şahin, 2005).

1. Anestezi edilen balıklarda kusma meydana gelebilmektedir. Dışarıya çıkan mide içeriğinin solungaçları örterek solunumu engellememesi için balıklar anestezi uygulamasından 24-48 saat öncesinden aç bırakılmalıdır.
2. Suya anestezik maddelerin ilave edilmesiyle oluşabilecek su kalitesi değişimleri, özellikle pH, izlenmelidir. Bu değişimleri en aza indirebilmek için gerekirse tampon çözeltiler kullanılmalıdır.
3. Oluşturdukları etkilere iyice aşına oluncaya kadar bir veya iki anestezik madde kullanılmalıdır.
4. Anestezide kullanılacak su balığın normalde yaşadığı tank ya da havuzdan alınmalı, balıklar kendine gelmeleri için kendi tank ya da havuzlarına konulmalıdırlar. Klorlama yapılan çeşme suları anestezi banyosu hazırlanmasında veya kendine gelme suyu olarak kullanılmamalıdır. Derin anestezi durumlarında riski azaltmak için temiz bir su tankı hazır bulundurulmalıdır.
5. Anestezi banyosu suyu iyice havalandırılmalı ve su sıcaklığı balığın alındığı tanktaki su sıcaklığı ile aynı olmalıdır.

Banyo tarzı anesteziye en sık kullanılan anesteziik maddelerden; MS-222 pahalı bir kimyasaldır ve MS-222’de anestezi edilmiş balıkların hem yüksek oksijen tükettiğini ve uyanma süresinin uzadığını belirtmişlerdir (Piper ve ark., 1982; Schoettger ve ark., 1967; Summerfelt ve Smith, 1990). Kinaldin(Quilnaldine)’nin tescil edilmemiş olması başta gelen dezavantajıdır. Diğer problemler ise suda çok az çözünmesi, anestezi edilen balıklarda refleks hareketlerini zayıf olarak baskılaması, kuvvetli kokusu ve oransal olarak uzun indüksiyon süresidir (Bowser, 2001; Strosskopf, 1993; Brown, 1993). Benzokain’in balıkçılıkta kullanımı tescil edilmemiştir. %96’lık etanol içinde 1000 mg/l’lik stok çözeltisi hazırlanır. Çalışma çözeltisinin koyu renkli bir şişede ışıktan uzak saklanması gerekir, bu çözeltinin ömrü bir yıl kadardır (Iwama ve Ackerman, 1993; Strosskopf, 1993; Burka ve ark., 1997). 2-Fenoksietanol’ün diğer anesteziik maddelerden daha ucuz olması, kullanımının kolaylığı ve toksik olmaması gibi birçok özelliği mevcuttur. Bu bakımdan uygulamalarda anesteziik madde olarak 2-Fenoksietanol’ün güvenli bir şekilde kullanılabileceği saptanmıştır (Terzioğlu, 2001). Karanfil yağı (Eugenol) ise oral yolla alındığında hızlı bir şekilde emilerek metabolize olur. Gökkuşaağı alabalıklarında (*Onchoryncuss mykiss*) uygulamadan sonraki ilk saatte kanda karanfil yağı konsantrasyonu %50’nin altına düşer (Gu’enette ve ark., 2007). Alındıktan sonra 24 saat içinde, neredeyse hiç kalıntı bırakmadan ve hastalık etkisi yaratmadan idrarla birlikte dışarı atılır (Fisher ve Dengler, 1990). Karanfil yağı diğer anesteziik maddelere oranla, anesteziye girme süresi kısa, çıkma süresi ise uzundur. Bunun en önemli nedeni, yüksek lipit çözünürlüğü ve solunum hızının düşüşü sonucu vücuttan atılmasının uzun sürmesidir (Keene ve ark., 1998; Kanyılmaz ve ark., 2007).

### **1.7. 2-Fenoksietanol**

Yapısal Özellikleri: Molekül ağırlığı 138,6 g olan renksiz yağlı görünümde sudan biraz daha ağır (1,11 g/ml) sıvı formda bir kimyasaldır. Suda orta derecede (25°C’de, 26,7 g/l), etanolde ise kolayca çözünür, lokal anesteziik olarak kullanılır (Çetinkaya ve Şahin, 2005).

Konsantrasyon, İndüksiyon ve Kendine Gelme Süresi: 0,11-0,36 mg/l arası konsantrasyonlar pembe salmon yavrularını 2-4 dk.’da anestezi edebilir. 0,11-0,22 mg/l’ye 3-6 dk. maruz kalan yavrular 5-10 dk.’da uyanır, maruz bırakma süresiyle

uyanma süresi de uzar. Morinada 0,1-0,5 ml/l; salmonda 0,25- 0,5 ml/l anestezi sağlar, indüksiyon: 2-4 dk., uyanma: 3-6 dk.'dır. LC<sub>50</sub> ve EC<sub>50</sub> arasındaki güvenlik aralığı dardır (Çetinkaya ve Şahin, 2005).

Memelilere Toksisitesi: İnsan için toksiktir, atlar için LD<sub>50</sub> değeri, 1,26 g/kg dır. Subletal dozlar böbrek ve karaciğere zarar verir, 2-Fenoksietanol hassas dokuları da irrite eder (Çetinkaya ve Şahin, 2005).

Balıklara Toksisitesi: Balıklar için LC<sub>50</sub> değeri 0,286 ml/l'dir (Çetinkaya ve Şahin, 2005).

Kısıtlamalar/ Sorunlar: 2-Fenoksietanol'ün güven aralığı oldukça dardır. Balık karaciğer ve böbreğinde potansiyel zarar oluşturması gibi uzun süren etkiler beklenir. İndüksiyon süresi uzun olup, balıkta kendine gelme aşamasında hiper aktivite davranışları görülebilir. Diğer anestetik maddelere göre daha ucuz olması, kullanımının kolaylığı ve toksik olmaması gibi birçok özelliği mevcuttur (Summerfelt ve Smith, 1990; Çetinkaya ve Şahin, 2005).

### **1.8. Karanfil Yağı (Eugenol)**

Alternatif ve Ticari İsimleri: Eugenol, Karanfil yağı adıyla da bilinir ve satılır. Aktif bileşenin kimyasal adı 4-allyl-2-metoksifenolür. Giderek artan bir ilgiyle balık anesteziği olarak kullanılmaya başlanmıştır (Çetinkaya ve Şahin, 2005).

Yapısal Özellikleri: Eugenol, karanfil (*Eugenia aromatica*) ağacının kurutulmuş tomurcuk, yaprak ve dallarından buhar damıtmasıyla üretilen bir üründür. Temel olarak eugenol fenoller (%70-90), eugenol asetat ve kariofilen-5 'den oluşur. Eugenol suda tam çözünmez, organik çözücülerde çözünür (Erdmann, 1999; Çetinkaya ve Şahin, 2005).

Konsantrasyon, İndüksiyon ve Kendine Gelme Süresi: 25-100 mg/l konsantrasyonlar arasında tatlı su ve deniz balıklarında çeşitli anestezi seviyeleri için etkindir. 25 mg/l



toksik etki yapmaksızın gökkuşığı alabalığı, Chinok ve Coho salmonlar ve mersin balıkları için kısa bir indüksiyon süresi (<3 dk.), 10 dk. maruz bırakmayla hızlı bir uyanma (<5 dk.) sağlamaktadır. İndüksiyon süresi konsantrasyon arttıkça düşer, salmonlarda 10-50 mg/l konsantrasyonda indüksiyon süresi 1-4 dk. arasında, uyanma süreleri 1 ile 23 dk. arasında değişmiştir (Taylor ve Roberts, 1999). Kanal yayınında 100 mg/l bir dakika içinde indüksiyon sağlarken, 10 dk. maruz bırakma sonunda uyanma süresi 4 dk. bulunmuştur (Waterstrat, 1999; Çetinkaya ve Şahin, 2005).

Memelilere Toksisitesi: Karanfil Yağı tıpta ve diş hekimliğinde kullanımı tescil edilen lokal bir anestezi maddesidir (Çetinkaya ve Şahin, 2005).

Balıklara Toksisitesi: On dakikalık maruz bırakma ile LC<sub>50</sub> değerleri kanal yayınında 300 mg/l (Waterstrat, 1999), Chinok salmonu için 62 mg/l Coho salmonu için 96 mg/l, gökkuşığı alabalığı için 250 mg/l ve mersin balığı için 526 mg/l olarak belirlenmiştir (Taylor ve Roberts, 1999). Balıkların eugenol toleransları tür ve büyüklüğe göre geniş bir aralıkta değişmektedir (Çetinkaya ve Şahin, 2005).

Kullanım tavsiyeleri: Eugenol suda tam olarak çözünmediğinden % 95 'lik etanol içinde 1:10 oranında seyreltilerek, 100 mg/l'lik bir stok çalışma çözeltisi hazırlanmalıdır. Anestezik çözeltisi bu stok çözelti kullanılarak hazırlanır (Lewbart, 2001; Çetinkaya ve Şahin, 2005).

Kısıtlamalar/Sorunlar: Genel olarak güvenli bir bileşik olmak kabul edilmiş olan (GRAS) Eugenol tıpta ve diş hekimliğinde tescil edilmiş bir kimyasaldır. Çabuk indüksiyon, hızlı uyanma ve toksik etkisinin düşük olması, oransal olarak ucuz bir anestezi olması gibi avantajlara sahiptir. İdeal anestezi için belirlenmiş 8 kriterden 7'sini karşılamaktadır. Bu özellikleri eugenolü üzerinde ilgiyle durulan bir balık anestezisi haline getirmiştir (Marking ve Meyer, 1989; Waterstrat, 1999) Anestezisi için 100 mg/l'nin üzerinde bir konsantrasyon kullanılacaksa dikkatli olunmalıdır çünkü solunum durması ortaya çıkabilir. Yüksek konsantrasyonda ve uzun süre maruz bırakmada uyanma süresi biraz uzayabilmektedir (Çetinkaya ve Şahin, 2005).

## 2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

McFarland (1960), sıcaklık artışı ile anestezinin daha hızlı gerçekleştiğini ve anesteziklerin etkilerinin genellikle sıcaklığa bağlı olduğuna değinmiştir. Anestezi uygulamasının aynı zamanda balık büyüklüğüne de bağlı olduğunu ve bazı türlerde küçük balıkların büyük balıklara göre anesteziye daha toleranslı olduğunu bildirmiştir.

2-Fenoksietanol ilk kez Bell (1964) tarafından kullanılmıştır. Araştırmacı taşıma, markalama ve genel çalışmalarda phenoxyethanol'ün kullanılabilirliğini bildirmiştir.

Schoettger ve Julin (1969), pH'ın 6 ve üzerindeki değerlerinde anestetiklerin aktivitesinin bozulmadığını, daha düşük değerlerde inaktif olduklarını bulmuşlardır.

Locke (1969), Genel olarak balıkların yüksek ısıda daha çabuk anestezinin etkisi altında kaldığını ve daha çabuk iyileştiğini yazmıştır. Bunu da yüksek ısıda metabolizmanın artışına bağlamaktadır.

Durve (1975), Anestetiklerin balığın beyni üzerinde baskı etkisi yaratarak metabolik aktivitelerini düşürdüğünü ifade etmektedir.

Bonath (1977), Anesteziyi başarılı bir şekilde gerçekleştirmenin birkaç faktöre bağlı olduğunu, bu faktörlerin, türler arası farklılıklar, sıcaklık, balık boyu ve anestezi dozu olduğunu bildirmiştir. Yine aynı çalışmada, farklı türlerin metabolik oranlarındaki türler arası farklılıkların, onların anesteziye olan toleranslarından kaynaklandığını vurgulamıştır. Deneme balıklarının anestezi edilebilmesi için en az bir gün aç kalmalarının önemli olduğunu dolu midenin, anestezi sırasında mide içeriğinin dışarı çıkmasına bunun sonucunda da solungaçların tıkanmasına neden olabileceğini vurgulamıştır.

Huet (1979), toplu markalama ve özellikle bireysel markalamanın anestetik kullanımı ile büyük ölçüde kolaylaştığını ve bunun pekçok araştırmacı tarafından da belirtildiğini bildirmektedir.

Marking ve Meyer (1985), ideal bir anestezi için kriterlerin çeşitli olabileceğini, ideal anestezinin hızlı bir indüksiyonu takiben çabuk bir iyileşme sürecini içermesi gerektiğini (sırasıyla, 3 ya da 5 dakikadan daha az sürmesi istenir) bildirmiştir. Aynı zamanda balık ve kullanıcı için toksik olmaması, dokuda çok az kalıntı bırakması, oldukça ucuz olması gerektiğini vurgulamıştır.

Guilderhus ve Marking (1987), Anesteziklerle ilgili 3 kriter belirlemiştir. Birincisi, balık 3 dakikadan daha az bir sürede sakinleştirilmelidir. İkincisi, iyileşme 15 dakikalık bayılma işleminden sonra, 10 dakikadan daha fazla olmamalıdır. Üçüncüsü 15 dakika anestezi uygulandıktan sonra ölüm görülmemelidir. 17 değişik anestezi test edildikten sonra bu tip kriterlere sahip olan sadece 5 anestezi [MS-222 (3-aminobenzoic acid ethyl ester methane- sulphate), quinaldine sulphate (2-methyl-quinoline sulphate), benzocaine (p-aminobenzoic acid ethyl ester), metomidate (1-(1-phenylethyl-1H-imidazole-5-carboxylic acid methyl ester) ve 2-Fenoksietanol] bulunmuştur.

Iwama ve ark. (1989), çeşitli anestetikleri kullanırken, bunların balıklarda oluşturdukları etkileri anestezi ve iyileşme periyotları olarak ikiye ayırmış ve bu safhaları da kendi aralarında üçer grupta incelemişlerdir. Araştırmacılar anestezi periyodunu dengenin kaybolması, vücut hareketlerinin kaybolması, fakat operkular hareketin devam etmesi ve operkular hareketin kaybolması şeklinde değerlendirmişlerdir. Aynı araştırmacılar 2-Fenoksietanol'ün 0,2 ml/l konsantrasyonunun gökkuşağı alabalıklarında hematokrit, kortizol ve adrenalin üzerindeki etkilerini de incelemişlerdir.

Mattson ve Riple (1989), 2-Fenoksietanol'ün morina balıklarında hızlı anestezi oluşturmada yetersiz olduğunu, fakat 0,3-0,6 ml/l konsantrasyonlarda mortalite olmadığını, buna rağmen iyileşme süresinin kısa olduğunu belirtmektedirler.

Barham ve Schoonbee (1990), elektronarkozun kimyasal anestetiklere göre balıkları daha az stres altında bıraktığını bildirmişlerdir.

Puceat ve ark. (1989)'nın bildirdiğine göre 2-Fenoksietanol'ün anestetik özelliği, balıkların enfeksiyöz hastalıkları tedavi edilirken tesadüfen bulunmuştur.

Mattson ve Riple (1989), 2-Fenoksietanol'ün 0,5 ml/l ve 0,6 ml/l konsantrasyonlarının balıkları 3 dakikada medullar kollapsa soktuğunu bulmuşlardır. Araştırmacılar bu kimyasalın hızlı anestezi oluşturmakta yetersiz olduğunu, ancak her iki konsantrasyonda da mortalite oluşturmadığını bildirmişlerdir. İyileşme süresinin kısa olmasının, 2-Fenoksietanol'ün hızlı bir şekilde eliminasyonu nedeni ile olabileceğini ve bunun da oksijenin kritik duruma girmeden solunum merkezi üzerindeki depresyonu engellemesi sonucunda olduğunu yazmışlardır. İyileşme esnasında balıkların sıçrama ve bazı durumlarda kramp benzeri sarsılmalar gösterdiklerini ileri sürmüşlerdir.

Puceat ve ark. (1989)'nın bildirdiklerine göre, Fransız yetiştiricileri markalama, taşıma, sağım ve benzeri olaylarda çabuk etki göstermesi ve balıkların hızlı bir şekilde kendilerine gelmeleri nedeniyle 2-Fenoksietanol'ü sık sık kullanmaktadırlar. Ayrıca MS-222'ye göre daha kolay hazırlanması ve yan etki göstermemesi de üstünlük sağlamaktadır.

Syridakis ve ark. (1989), sindirim denemeleri ile ilgili olarak yaptıkları çalışmalarında, balıklardan masaj yoluyla dışkı alımında anestetik olarak 2-Fenoksietanol'ün 0,2 ml/l'lik konsantrasyonunu kullanmışlardır.

Summerfelt ve Smith (1990), Anesteziklerin yapay döllemede, cerrahi müdahalelerde sakinleştirme veya hareketsiz hale getirmek için sık sık kullanılabilceğini ve anesteziklerin elleme ile oluşabilecek stresi azalttıkları için önemli maddeler olduğunu vurgulamışlardır.

Josa ve ark. (1992), 2-Fenoksietanol'ün sazan balıkları (*Cyprinus carpio*) üzerindeki etkisini 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 ve 0,6 ml/l konsantrasyonlarında ve 10°C ile 20°C sıcaklıklarındaki suda incelemişlerdir. Araştırmacılar phenoxyethanol'ün 0,1, 0,2 ve hatta 0,3 ml/l konsantrasyonlarının taşıma ve genel amaçlı çalışmalar için daha güvenilir olduğunu ve uzun süreli anestezi sağladığını belirtmişlerdir. 0,1 ve 0,2 ml/l konsantrasyonlar daha çok uzun anestezi periyotları için, 0,3 ve 0,4 ml/l konsantrasyonlar kısa periyotlar için uygun olup 0,5 ve 0,6 ml/l konsantrasyonlar tehlikeli bulunmuştur. Ancak yüksek konsantrasyonlarda daha kısa sürede derin

anestezi gerçekleşmiştir. İyileşme süresinin doğrudan anestetiklerin konsantrasyonu ile ilgili olduğu ortaya çıkarılmış ve iyileşme durumunun tüm konsantrasyonlar için başarılı olduğu bulunmuştur.

Erbucan, (1993), Sazan balıklarının anestezisinde 2-Fenoksietanol, Benzocaine ve Chlorobutanol'un farklı derişimlerinin çeşitli sıcaklıklarda etkilerini incelemiş ve 2-Fenoksietanol'ün kullanım kolaylığı, erken anestezi, erken iyileşme ve güvenilirlik bakımından Benzocaine ve Chlorobutanol'a göre daha ideal olduğunu bildirmiştir.

Molinero ve Gonzalez (1995), Taşıma süresince 3 farklı dozda, ipura üzerinde MS-222 ve 2-Fenoksietanol anestetiklerinin etkileri ve kıyaslamaları çalışılmıştır. Böylece anestezi edilen ve anestezi edilmeyen balık grupları karşılaştırılmıştır. Stresin birincil ve ikincil etkenleri olarak kortizol seviyeleri ölçülmüş, glukoz ve laktat plazma seviyeleri kaydedilmiştir. Çalışma sonucunda, 2-Fenoksietanol'ün en yüksek dozunun (0,1 mg/lit), MS-222'nin en yüksek dozundan (30 mg/lit) daha derin bir sedasyon ortaya çıkarttığı tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada, 2-Fenoksietanol'ün farklı dozlarının etkilerini test etmiş ancak bu anestetiklerin uzun süreli etkileri hakkında çok az bilgiye ulaşılmıştır. 15 dakika boyunca 0,2 ve 0,3 mg/lit. arasındaki dozlara maruz bırakılan ipuralarda lethal sınıra (%100) ulaşıldığı bulunmuştur.

Weyl ve ark. (1996), 3 değişik sıcaklıkta, 2 farklı boydaki *Carassius auratus* için 2-Fenoksietanol'ün anestetik olarak etkisini ve yararlılığını değerlendirmişlerdir. 2 farklı boydaki balıklar ( $2,15 \pm 0,05$  gr, ve  $9,19 \pm 0,17$  gr), 20, 25 ve 30°C'de, 0,3, 0,4 ve 0,5 ml/l 2-Fenoksietanol'e maruz bırakılmıştır. Anesteziyi gerçekleştirmek için gerekli zaman konsantrasyon ve su sıcaklığına bağlı olup 25°C ve altı sıcaklıklarda 15 dakikadan daha az süre içerisinde, tamamen denge kaybı 0,4 ml/l de meydana gelmiştir. 25°C üzerinde ise ihtiyaç duyulan bayıltma dozajı 0,5 ml/l olarak bildirilmiştir.

Hseu ve ark. (1997), Teleost balıklardan 4 tür üzerinde (*Acanthopagrus schlegeli*, *Lateolabrax japonicus*, *Oreochromis mossambicus* ve *Poecilia velifera*) farklı konsantrasyonlarda (200, 300, 400, 500 ve 600 ppm) 2-Fenoksietanol'ün anestetik etkisini karşılaştırmışlardır. Aynı konsantrasyonlarda 2-Fenoksietanol ile anestezi edilen

4 balığın indüksiyon zamanı birbirinden farklı bulunmuştur. *Acanthopagrus schlegeli*, *Lateolabrax japonicus* da indüksiyon zamanı 400 ppm de 3 dakika iken *Oreochromis mossambicus* ve *Poecilia velifera* da 600 ppm de 3 dakikadan daha fazla olduğu saptanmıştır.

Hseu ve ark. (1998), *Sparus sarba* da 5 anesteziğin (Quinaldine, Quinate, MS-222, Benzocaine, 2-Fenoksietanol) etkili konsantrasyonlarını, fiyatlarını, balık ve kullanıcı üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışmada, 2-Fenoksietanol için etkili konsantrasyon 400 µl/l olarak tespit edilmiştir. Ayrıca diğer 5 anesteziğe göre daha ucuz, güvenilir ve hızlı olduğu, kullanıcı üzerindeki tehlikesinin de çok az olduğu vurgulanmıştır.

Terzioğlu, (2001), 2-Fenoksietanol'ün balıklardaki indüksiyon ve iyileşme zamanları üzerinde sıcaklığın etkisinin yok denecek kadar az olduğunu tespit etmiştir. Çalışma sonucunda 2-Fenoksietanol'ün en uygun uygulama konsantrasyonlarını 0,4 ve 0,5 ml/l olarak belirlemiştir.

Serezli ve ark., (2005), Anestezi, sedasyon, anestezik ve sedatifler üzerinde durarak anestezik kullanımı, uygulama öncesinde ve sonrasında dikkat edilecek unsurları irdelemişlerdir.

Çetinkaya ve Şahin, (2005), Anestezinin tarihi gelişimini, anestezi terim ve tanımlarını açıklayarak; balıklarda anestezi safhalarını, uygulama alanlarını ve kullanılan anestezi metodlarını açıklamışlardır. İdeal bir balık anesteziğinin özelliklerini belirtmişler ve başlıca balık anesteziklerinin özelliklerini açıklamışlardır.

Kanyılmaz ve ark., (2007), karanfil yağının mevcut olumlu ve olumsuz yanlarını göz önüne alarak, gıda olarak kullanılan balık için karanfil yağını güvenli ve umut verici bir bayıltıcı olarak görmüşlerdir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

Deneme Tokat ili Uzunburun mevkiinde yer alan Alpoğlu Su Ürünleri tesisinde yürütülmüştür. Balık materyalleri denemenin yürütüldüğü Alpoğlu Su Ürünleri Tesisinden sağlanmıştır. Uygulamada, ortalama 39,08 (S.D.  $\pm$  1,13) g ve 15,48 (S.D.  $\pm$  0,21) cm boyları arasındaki balıklar kullanılmıştır. Balıkların ağırlıklarının belirlenmesinde 1 gram hassasiyette dijital teraziden yararlanılarak ve boyları 1 mm hassasiyetindeki ölçüm tahtası ile ölçülmüştür.

Denemede iki farklı anestezi madde kullanılmıştır; Karanfil yağı, karanfil (*Eugenia aromatica*) ağacının kurutulmuş tomurcuk, yaprak ve dallarından buhar damıtmasıyla üretilen bir üründür. Temel olarak eugenol fenoller (%70-90), eugenol asetat ve kariofilen-5'den oluşur. Karanfil yağı suda tam çözünmez, organik çözücülerde (alkol, aseton vd.) çözünür (Erdmann, 1999). Karanfil yağı suda tam olarak çözünmediğinden %95'lik etanol içinde 1:10 oranında seyreltilerek, 100 mg/ml'lik bir stok çalışma çözeltisi hazırlanmalıdır. Anestezi çözeltisi bu stok çözelti kullanılarak hazırlanır (Lewbart, 2001). 2-Fenoksietanol sıvı formda bir kimyasaldır. Suda orta derecede (25°C'de, 26,7 g/l), etanolde ise kolayca çözünür, lokal anestezi olarak kullanılır (Weyl ve ark., 1996). Çalışmada kullanılan 2-Fenoksietanol %99 saflıkta ticari bir su ürünleri firmasından; Karanfil yağı ise piyasada bulunan ticari karanfil yağı kullanılmıştır (AWE marka olarak, ticari bir gıda ve kozmetik firmasından temin edilmiştir).

Çalışmadan iki hafta öncesinden, çalışmada kullanılacak olan balıklar tesis bünyesinde yer alan sürekli su giriş çıkışının sağlandığı, yoğunluk 4,5 kg/m<sup>3</sup> olacak şekilde su sıcaklığının 7°C olduğu havuzlara konularak adaptasyonları sağlanmıştır (Şekil 3.1). Balıklar, adaptasyon havuzlarına konulmalarından üç gün sonra vücut ağırlıklarının %2'si olacak şekilde sabah ve akşam olmak üzere günde iki kez beslenmişlerdir. Bu besleme işlemi deneme çalışmaları başlamadan iki gün öncesinden kesilmiştir. Anestezi denemeleri 25 litrelik (25 x 25 x 40 cm) cam akvaryumlarda yürütülmüştür (Şekil 3.2). Bu amaç için akvaryumlara 20 litre taze su konularak belirlenen 5 farklı konsantrasyon (2-Fenoksietanol için 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 ve 0,6 ml/l; karanfil yağı için 0,50, 0,75, 1,00,

1,25 ve 1,50 ml/l) 2 farklı anestezi (2-fenoksietanol ve karanfil yağı) için üç farklı sıcaklık (7, 13 ve 18°C) denenmiştir.



Şekil 3.1. Adaptasyon havuzu görünümü

Anestezi denemeleri için bir gün öncesinden akvaryumlara alınan balıklar, su sıcaklığı istenen düzeyde ayarlı olan ve sürekli havalandırma yapılan akvaryum içerisinde yirmi dört saat bekletilerek, akvaryum şartlarına adaptasyonları sağlandı. Akvaryumlardan üç tanesi anestezi uygulaması, üç tanesi ise anesteziden çıkan balıkların iyileştirilmesi amacıyla kullanılarak çalışma her konsantrasyon ve sıcaklık için üç tekerrür olarak yürütülmüştür. Akvaryumlara tesis bünyesinde bulunan su konulmuş ve akvaryumlar her çalışmadan sonra diğer bir çalışma için temizlenerek hazırlanmıştır.





Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan akvaryumlardan görünüm

Akvaryumlarda arzu edilen su sıcaklığını sağlamak için 100 watt'lık termostatl ısıtıcılardan yararlanıldı. Suyun sıcaklık değerleri 0,1°C hassasiyette dijital termometre ile ölçüldü. Suyun oksijen içeriği OXYGUARD el tipi oksijenmetre ile ölçülmüştür.

Denemenin yapıldığı 25 litrelik akvaryumlara 10'ar adet balık konularak işlemler yapılmıştır. Çalışma süresince toplam 900 adet balık kullanılmıştır. Kullanılacak konsantrasyon çözücü içerisinde çözdürülerek balıkların bulunduğu akvaryuma karıştırılmıştır. Karanfil yağını %95'lik etanol içinde 1:10 oranında çözerek, 2-fenoksietanol için ise akvaryumdan alınan bir miktar su kullanılmıştır. Bir cam baget ile karıştırmak suretiyle maddenin su içerisinde tam karışımı sağlanmıştır. Akvaryumlara deneme süresince hava taşı ile havalandırma yapılarak oksijen içerikleri 7,0-7,5 mg/l düzeyinde tutulmuştur. pH ise 7,9-8,2 arasında değişmiştir. Aylıma işleminden sonra balıklar stok havuzuna alınarak 24 saat gözlem altında tutulup, ölüm olup olmadığı takip edilmiştir.

Anestezik deneme balıklarına ilave edildikten sonra balıkların davranışlarına göre belirlenen safhalar izlenerek kronometre ile her safha dakika ve saniye olarak kaydedilmiştir.

Anestezi safhaları irdelenirken balıkta tam anestezi oluşumunda; balığın yüzme aktivitesi durmuş fakat kuyruk yüzgeci dışarıdan gelebilecek sert tepkilere hala cevap verebilmektedir. Bu safhaya ulaşan deneme balıkları, anestezikli sudan hemen alınıp aynı su sıcaklık değerine sahip ve havalandırılması yapılan iyileştirme akvaryumuna alınmıştır. İyileşme zamanı da balıkların iyileştirme akvaryumuna alınmasından anesteziden kurtulduğu ve tamamen denge aktivitesini yerine getirdiği ana kadar olan zamandır.

Balıkların anestezi düzeyinin belirlenmesi için aşağıda belirtilen kriterler uygulanmıştır;

1. İlk denge kaybı (Balıkların %50'sinin dengesinin bozulduğu süre)
2. Tam Anestezi (Tüm balıkların dış uyarılara tepki vermediği zaman)
3. İlk Ayılma (balıkların %50'sinin dengesini toparlaması)
4. Tam Ayılma (Balıkların hepsinin dengeli olarak yüzüp dış uyarılara tepki verdiği zaman)

Verilerin analizi (ilk denge kaybı, tam denge kaybı, ilk ayılma, tam ayılma); her iki anestezik maddenin sıcaklıklar ve konsantrasyonları arasında farklılıkların olup olmadığı 2 yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak tespit edilmiştir. \*Varyans analizi (ANOVA) SAS istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Analizde önce verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov, varyansların homojenliği ise Levene testi ile belirlenmiştir. Her iki etken maddenin konsantrasyonları ile etki süreleri (ilk denge kaybı, tam denge kaybı, ilk ayılma, tam ayılma) arasında ilişki regresyon analizi ile belirlenmiştir.

## 4. BULGULAR

Çalışmada kullanılan balıkların ortalama ağırlık ve boyları sırasıyla 39,08 (S.D.  $\pm$  1,13) g ve 15,48 (S.D.  $\pm$  0,21) cm olarak belirlenmiştir. Çalışma süresince kullanılan 900 adet balıktan sadece 10 tanesi anestezi uygulaması sırasında ölmüştür. Ölen balıkların sağlıklı olmadıkları ve kondisyonlarının ise çok düşük olduğu belirlenmiştir. Diğer balıklarda ise anestezi sonrası 24 saat sonunda ölüm veya sağlık problemi gözlemlenmemiştir. Akvaryumlara deneme süresince hava taşı ile havalandırma yapılarak oksijen içerikleri 7,0-7,5 mg/l düzeyinde tutulmuştur. pH ise 7,9-8,2 arasında değişim göstermiştir.

### 4.1. 2-Fenoksietanol Uygulaması ve Anestezik Etki Süreleri

#### 4.1.1. 2-Fenoksietanol'ün Konsantrasyonlara Göre Etki Süreleri

Çalışma sırasında 0,2 ml/l konsantrasyonunda 2-Fenoksietanol uygulanan balıklar arasındaki en uzun tam denge kaybı 13°C'de 7,17 $\pm$ 0,77 dk. olarak, en kısa 7°C'de 4,01 $\pm$ 0,32 dk. tespit edilmiştir. Tam ayılma ise en uzun 7°C'de 3,11 $\pm$ 0,07 dk., en kısa 18°C'de 2,44 $\pm$ 0,05 dk. olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.1.a).

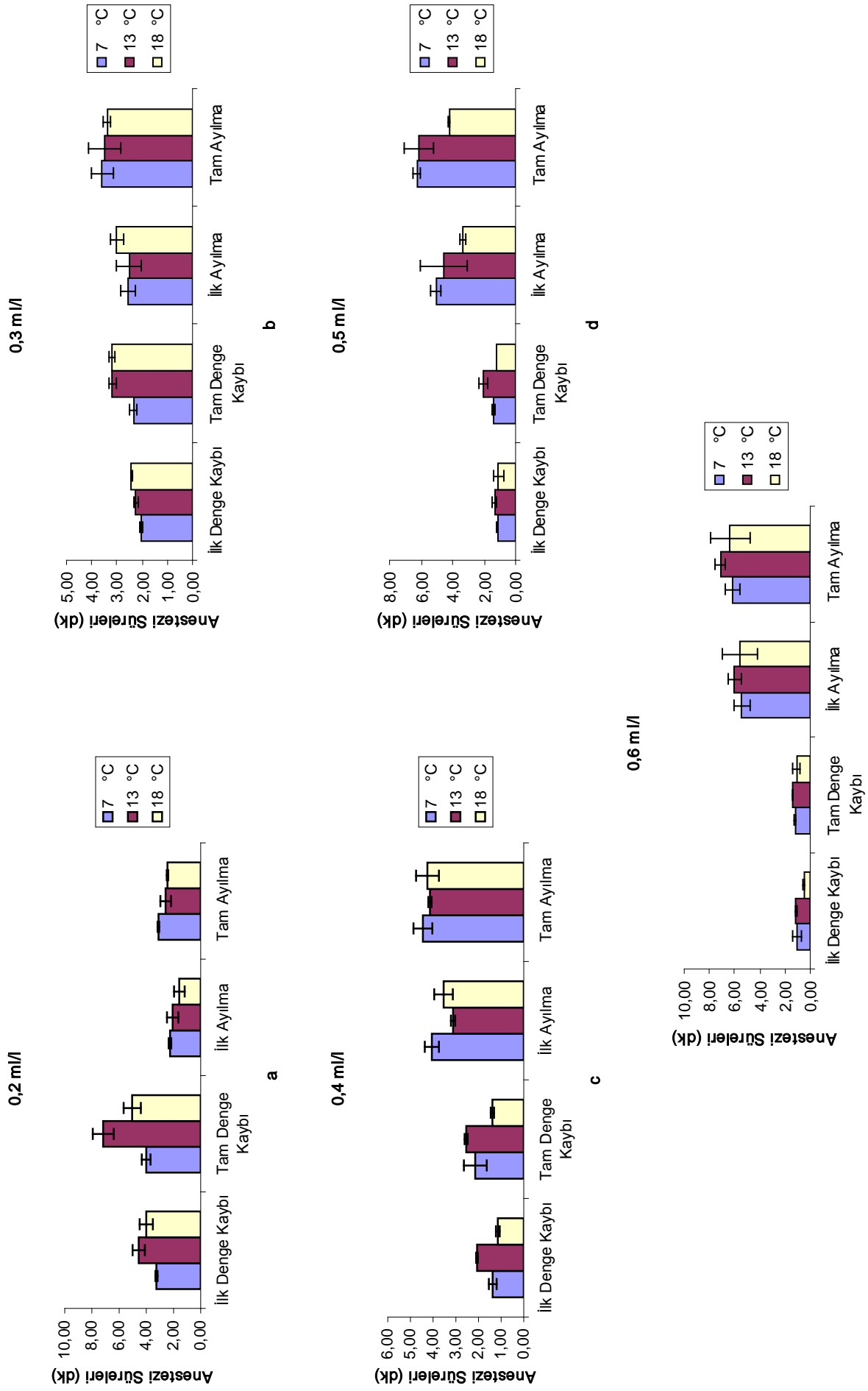
0,3 ml/l konsantrasyonda en uzun tam denge kaybı 18°C'de 3,19 $\pm$ 0,12 dk., en kısa 7°C'de 2,34 $\pm$ 0,13 dk. en uzun tam ayılma ise 7°C'de 3,58 $\pm$ 0,43 dk., en kısa 18°C'de 3,40 $\pm$ 0,13 dk. olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.1.b).

0,4 ml/l deki 2-Fenoksietanol konsantrasyonunda tam denge kaybı en uzun 13°C'de 2,54 $\pm$ 0,07 dk. sürerken, en kısa 18°C'de 1,38 $\pm$ 0,07 dk. olarak tespit edilmiştir. Tam ayılma süreleri de 13°C'de 4,14 $\pm$ 0,07 dk.; 7°C'de 4,45 $\pm$ 0,42 dk. arasında tespit edilmiştir (Şekil 4.1.c).

0,5 ml/l deki tam denge kaybı en uzun 13°C'de 2,06 $\pm$ 0,31 dk. en kısa 18°C'de 1,21 $\pm$ 0,03 dk., tam ayılma en uzun 7°C'de 6,27 $\pm$ 0,25 dk., en kısa 18°C'de 4,21 $\pm$ 0,07 dk. olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.1.d).

2-Fenoksietanol uygulamasında son konsantrasyon olan 0,6 ml/l de anestezi işlemi oldukça hızlı bir şekilde gerçekleşmiş olup en kısa tam denge kaybı süresi 18°C'de

1,09±0,32 dk., tam ayılma süresi en uzun 13°C’de 7,14±0,39 dk. olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4.1.e).



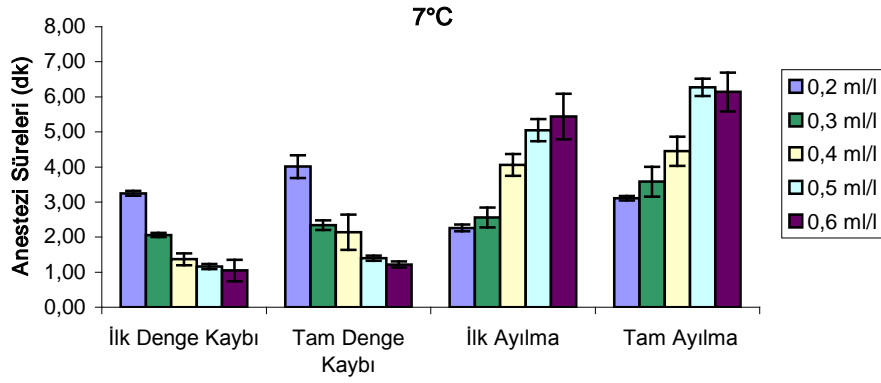
Şekil 4.1. 2-Fenoksietanol'ün 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 ve 0,6 ml/l konsantrasyonlarında 7°C, 13°C ve 18°C deki ortalama anestezi süreleri

#### 4.1.2. 2-Fenoksietanol'ün Su Sıcaklıklarına Göre Etki Süreleri

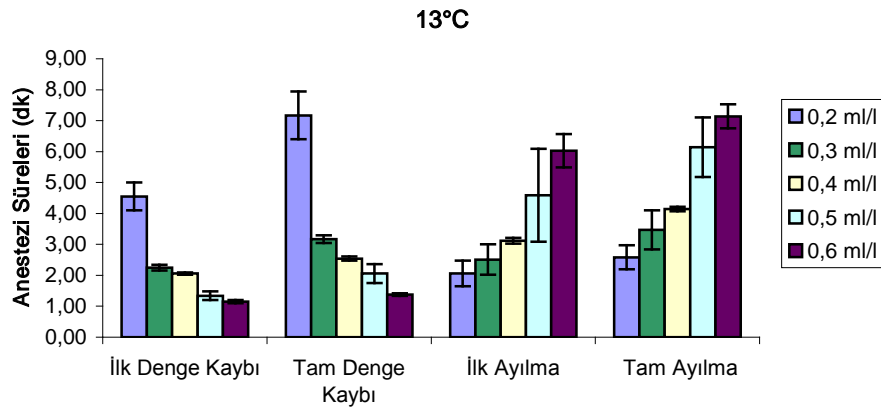
Çalışmada 2-Fenoksietanol'ün 7°C'de uygulanan tüm konsantrasyonlarında en uzun tam denge kaybı 0,2 ml/l'de  $4,01\pm 0,32$  dk., en kısa tam denge kaybı 0,6 ml/l'de  $1,22\pm 0,08$  dk. olarak gerçekleşmiştir. Tam ayılma ise en uzun 0,5 ml/l'de  $6,27\pm 0,25$  dk., en kısa tam ayılma 0,2 ml/l'de  $3,11\pm 0,07$  dk. olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.2).

2-Fenoksietanol'ün 13°C'de uygulanan tüm konsantrasyonlarında en uzun tam denge kaybı 0,2 ml/l'de  $7,17\pm 0,77$  dk., en kısa tam denge kaybı 0,6 ml/l'de  $1,38\pm 0,04$  dk. olarak gerçekleşmiştir. Tam ayılma ise en uzun 0,6 ml/l'de  $7,14\pm 0,39$  dk., en kısa tam ayılma 0,2 ml/l'de  $2,58\pm 0,39$  dk. olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4.3).

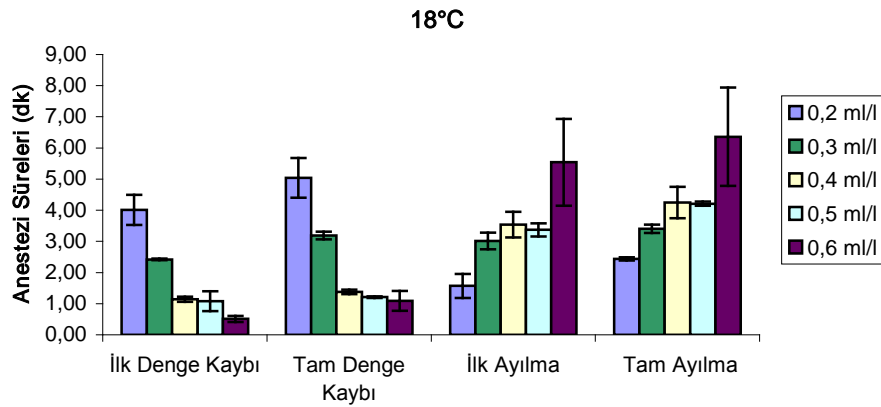
2-Fenoksietanol'ün 18°C'de uygulanan tüm konsantrasyonlarında en uzun tam denge kaybı 0,2 ml/l'de  $5,04\pm 0,64$  dk., en kısa tam denge kaybı 0,6 ml/l'de  $1,09\pm 0,32$  dk. olarak gerçekleşmiştir. Tam ayılma ise en uzun 0,6 ml/l'de  $6,36\pm 1,58$  dk., en kısa tam ayılma 0,2 ml/l'de  $2,44\pm 0,05$  dk. olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.2. 2-Fenoksietanol'ün 7°C'de 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 ve 0,6 ml/l konsantrasyondaki ortalama anesteziik etki süreleri



Şekil 4.3. 2-Fenoksietanol'ün 13°C'de 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 ve 0,6 ml/l konsantrasyondaki ortalama anesteziik etki süreleri



Şekil 4.4. 2-Fenoksietanol'ün 18°C'de 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 ve 0,6 ml/l konsantrasyondaki ortalama anesteziik etki süreleri

## 4.2. Karanfil Yağı Uygulaması ve Anestezik Etki Süreleri

### 4.2.1. Karanfil Yağının Konsantrasyonlara Göre Etki Süreleri

Çalışma sırasında 0,50 ml/l konsantrasyonunda karanfil yağı uygulanan balıklar arasındaki en uzun tam denge kaybı 18°C'de  $3,36 \pm 0,19$  dk., en kısa 13°C'de  $2,41 \pm 0,11$  dk. olarak gerçekleşmiştir. Tam ayılma ise en uzun 7°C'de  $5,17 \pm 0,04$  dk., en kısa 18°C'de  $3,23 \pm 0,10$  dk. olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.5.a).

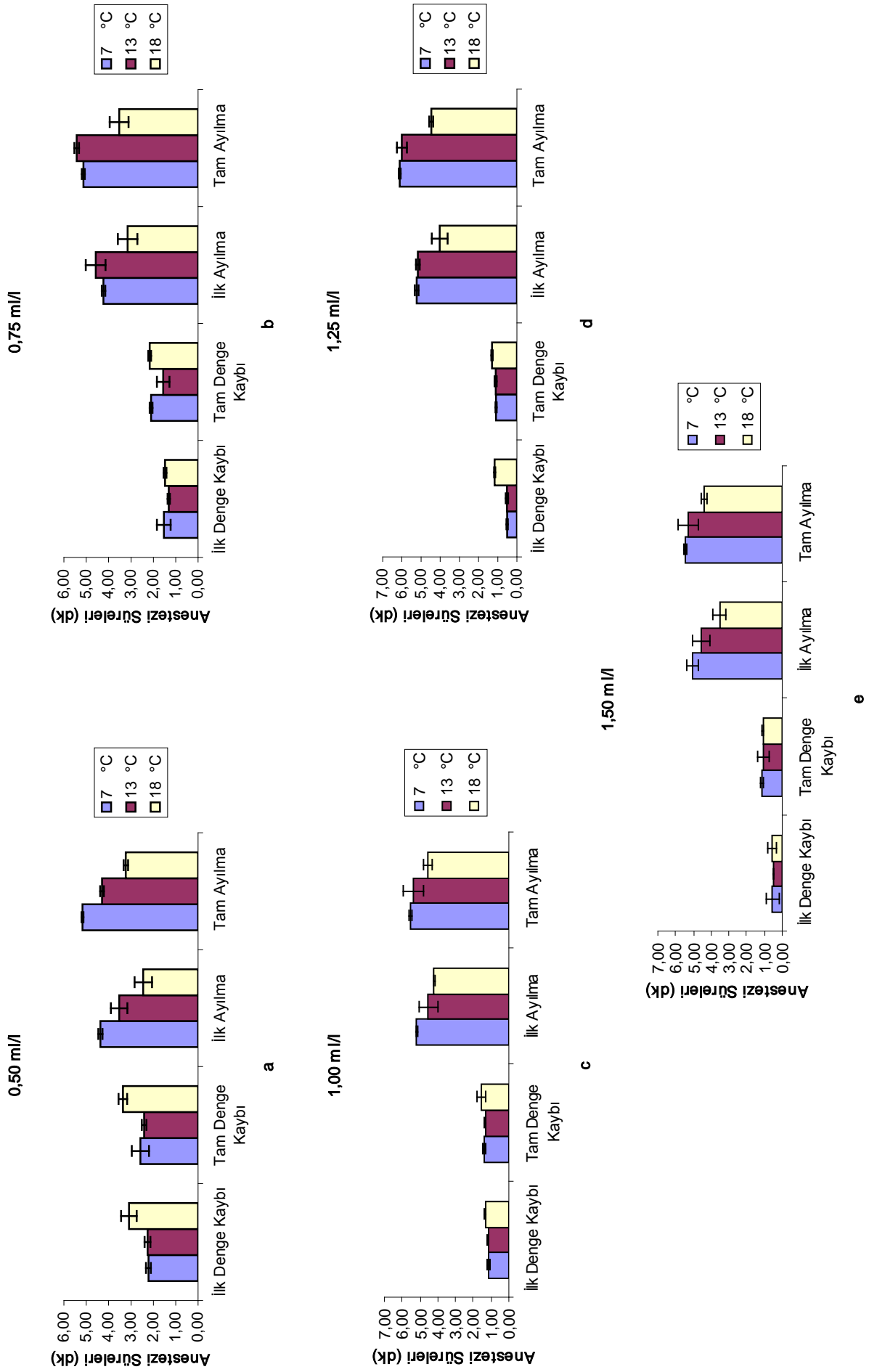
0,75 ml/l konsantrasyonda en uzun tam denge kaybı 18°C'de  $2,16 \pm 0,06$  dk., en kısa 13°C'de  $1,56 \pm 0,28$  dk. en uzun tam ayılma ise 13°C'de  $5,43 \pm 0,11$  dk., en kısa 18°C'de  $3,53 \pm 0,42$  dk. olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.5.b).

1,00 ml/l deki karanfil yağı konsantrasyonunda tam denge kaybı en uzun 18°C'de  $1,55 \pm 0,28$  dk. olarak kaydedilirken, en kısa 13°C'de  $1,31 \pm 0,05$  dk. olarak kaydedilmiştir. Tam ayılma süreleri de 18°C'de  $4,57 \pm 0,26$  dk. - 7°C'de  $5,54 \pm 0,06$  dk. arasında tespit edilmiştir (Şekil 4.5.c).

1,25 ml/l'de tam denge kaybı en uzun 18°C'de  $1,30 \pm 0,04$  dk. en kısa 7°C'de  $1,09 \pm 0,03$  dk., tam ayılma en uzun 7°C'de  $6,11 \pm 0,05$  dk., en kısa 18°C'de  $4,47 \pm 0,10$  dk. olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.5.d).

Karanfil yağı uygulamasında son konsantrasyon olan 1,50 ml/l de anestezi işlemi oldukça hızlı bir şekilde gerçekleşmiş olup en kısa tam denge kaybı süresi 13°C'de  $1,05 \pm 0,31$  dk., tam ayılma süresi en uzun 7°C'de  $5,47 \pm 0,09$  dk. olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.5.e).





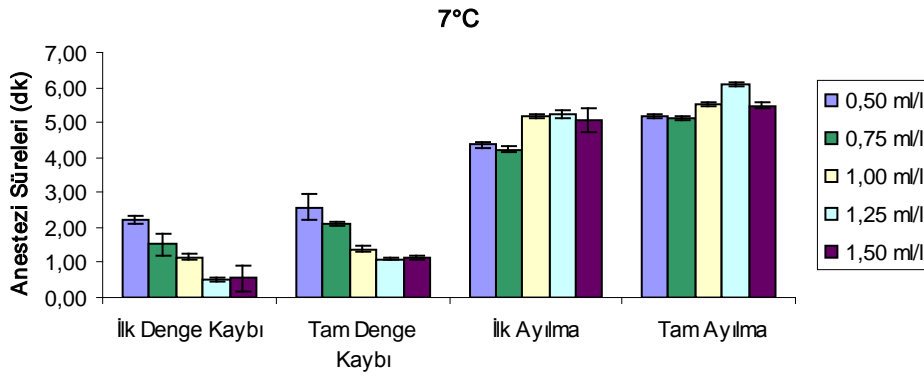
Şekil 4.5. Karanfil yağının 0,50, 0,75, 1,00, 1,25 ve 1,50 ml/l konsantrasyonlarında 7°C, 13°C ve 18°C deki ortalama anestezi etkisi süreleri

#### 4.2.2. Karanfil Yağının Su Sıcaklıklara Göre Etki Süreleri

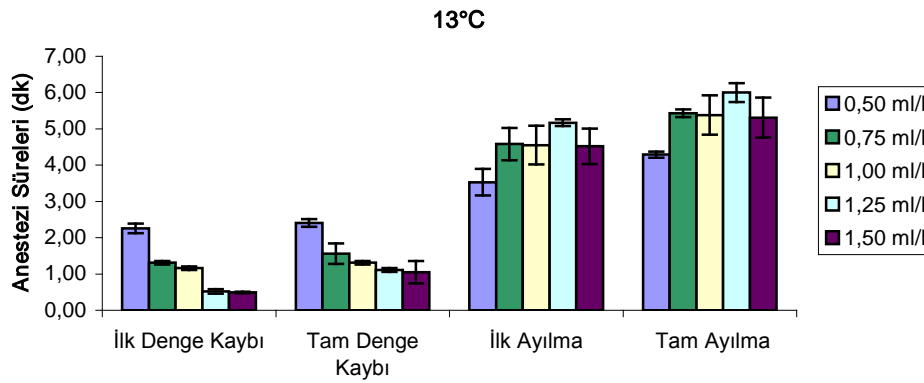
Karanfil yağının 7°C’de uygulanan tüm konsantrasyonlarında en uzun tam denge kaybı 0,50 ml/l’de  $2,58 \pm 0,38$  dk., en kısa tam denge kaybı 1,25 ml/l’de  $1,09 \pm 0,03$  dk. olarak tespit edilmiştir. Tam ayılma ise en uzun 1,25 ml/l’de  $6,11 \pm 0,05$  dk., en kısa tam ayılma 0,75 ml/l’de  $5,13 \pm 0,07$  dk. olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.6).

Karanfil yağının 13°C’ de uygulanan tüm konsantrasyonlarında en uzun tam denge kaybı 0,50 ml/l’de  $2,41 \pm 0,11$  dk., en kısa tam denge kaybı 1,50 ml/l’de  $1,05 \pm 0,31$  dk. olarak tespit edilmiştir. Tam ayılma ise en uzun 1,25 ml/l’de  $6,00 \pm 0,26$  dk., en kısa tam ayılma 0,50 ml/l’de  $4,29 \pm 0,08$  dk. olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.7).

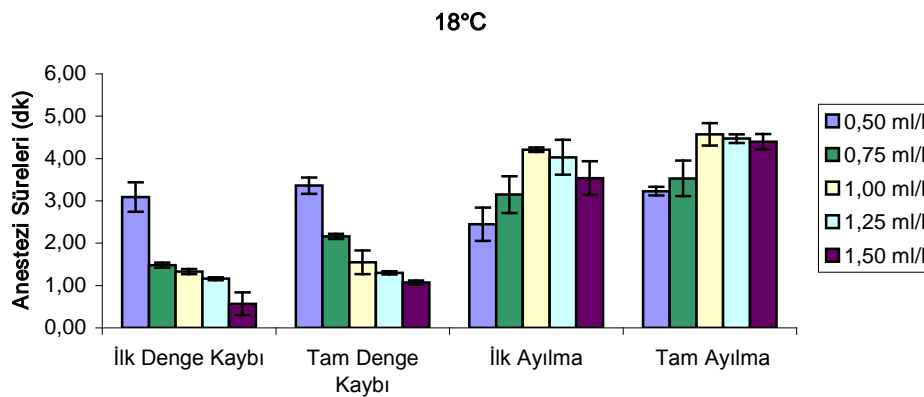
Karanfil yağının 18°C’de uygulanan tüm konsantrasyonlarında en uzun tam denge kaybı 0,50 ml/l’de  $3,36 \pm 0,19$  dk., en kısa tam denge kaybı 1,50 ml/l’de  $1,07 \pm 0,05$  dk. olarak tespit edilmiştir. Tam ayılma ise en uzun 1,00 ml/l’de  $4,57 \pm 0,26$  dk., en kısa tam ayılma 0,50 ml/l’de  $3,23 \pm 0,10$  dk. olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.6. Karanfil Yağı'nın 7°C' de 0,50, 0,75, 1,00, 1,25 ve 1,50 ml/l konsantrasyondaki ortalama anesteziik etki süreleri



Şekil 4.7. Karanfil Yağı'nın 13°C' de 0,50, 0,75, 1,00, 1,25 ve 1,50 ml/l konsantrasyondaki ortalama anesteziik etki süreleri



Şekil 4.8. Karanfil Yağı'nın 18°C' de 0,50, 0,75, 1,00, 1,25 ve 1,50 ml/l konsantrasyondaki ortalama anesteziik etki süreleri

Çizelge 4.1. 2-Fenoksietanol ve Karanfil yağı anestezi maddelerinin uygulanan tüm sıcaklık ve konsantrasyonlarının ortalama anestezi etki süreleri

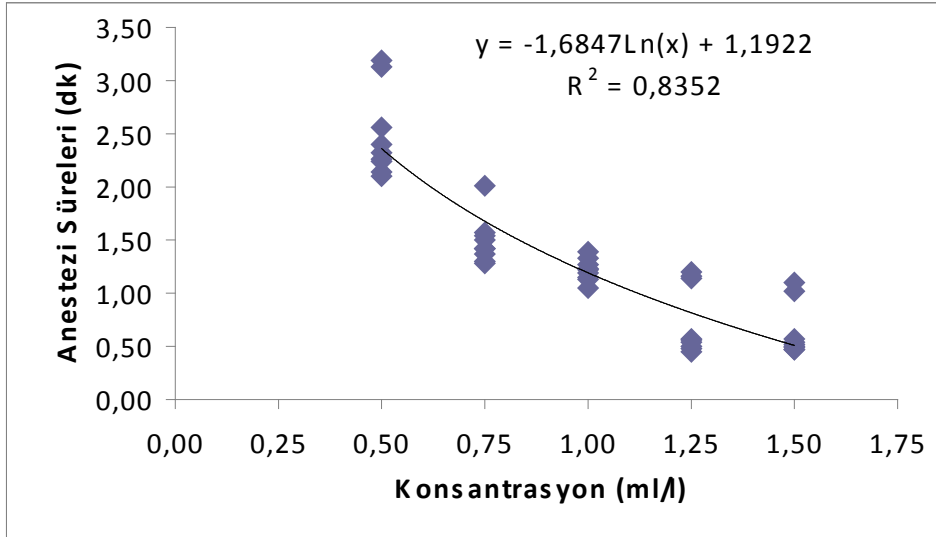
Anestezi	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (ml/l)	İlk Denge Kaybı (dk.;S.D.)	Tam Denge Kaybı(dk.;S.D.)	İlk Ayılma (dk.;S.D.)	Tam Ayılma (dk.;S.D.)
2-Fenoksi etanol	7 °C	0,20	3,25±0,07	4,01±0,32	2,26±0,10	3,11±0,07
	13 °C	0,20	4,55±0,45	7,17±0,77	2,06±0,41	2,58±0,39
	18 °C	0,20	4,01±0,48	5,04±0,64	1,57±0,39	2,44±0,05
	7 °C	0,30	2,06±0,06	2,34±0,13	2,56±0,28	3,58±0,43
	13 °C	0,30	2,25±0,09	3,17±0,13	2,51±0,49	3,47±0,64
	18 °C	0,30	2,42±0,03	3,19±0,12	3,01±0,27	3,40±0,13
	7 °C	0,40	1,37±0,17	2,14±0,51	4,06±0,31	4,45±0,42
	13 °C	0,40	2,06±0,04	2,54±0,07	3,12±0,09	4,14±0,07
	18 °C	0,40	1,14±0,08	1,38±0,07	3,54±0,41	4,25±0,50
	7 °C	0,50	1,16±0,07	1,40±0,07	5,05±0,32	6,27±0,25
	13 °C	0,50	1,34±0,14	2,06±0,31	4,59±1,50	6,14±0,96
	18 °C	0,50	1,08±0,32	1,21±0,03	3,37±0,21	4,21±0,07
	7 °C	0,60	1,05±0,31	1,22±0,08	5,44±0,65	6,14±0,56
	13 °C	0,60	1,15±0,05	1,38±0,04	6,03±0,54	7,14±0,39
	18 °C	0,60	0,51±0,10	1,09±0,32	5,54±1,39	6,36±1,58
Karanfil yağı	7 °C	0,50	2,22±0,11	2,58±0,38	4,37±0,10	5,17±0,04
	13 °C	0,50	2,26±0,13	2,41±0,11	3,53±0,37	4,29±0,08
	18 °C	0,50	3,09±0,35	3,36±0,19	2,45±0,39	3,23±0,10
	7 °C	0,75	1,53±0,31	2,10±0,06	4,23±0,08	5,13±0,07
	13 °C	0,75	1,31±0,05	1,56±0,28	4,58±0,44	5,43±0,11
	18 °C	0,75	1,48±0,06	2,16±0,06	3,15±0,43	3,53±0,42
	7 °C	1,00	1,15±0,09	1,37±0,08	5,18±0,06	5,54±0,06
	13 °C	1,00	1,16±0,05	1,31±0,05	4,55±0,53	5,38±0,54
	18 °C	1,00	1,33±0,06	1,55±0,28	4,21±0,05	4,57±0,26
	7 °C	1,25	0,51±0,04	1,09±0,03	5,23±0,09	6,11±0,05
	13 °C	1,25	0,52±0,06	1,11±0,06	5,17±0,09	6,00±0,26
	18 °C	1,25	1,16±0,03	1,30±0,04	4,03±0,41	4,47±0,10
	7 °C	1,50	0,55±0,36	1,14±0,07	5,06±0,33	5,47±0,09
	13 °C	1,50	0,49±0,03	1,05±0,31	4,52±0,49	5,31±0,55
	18 °C	1,50	0,57±0,27	1,07±0,05	3,54±0,39	4,40±0,18

#### 4.3. Karanfil Yağı Uygulamasının İlk Denge Kaybı ve Tam Denge Kaybı Süreleri

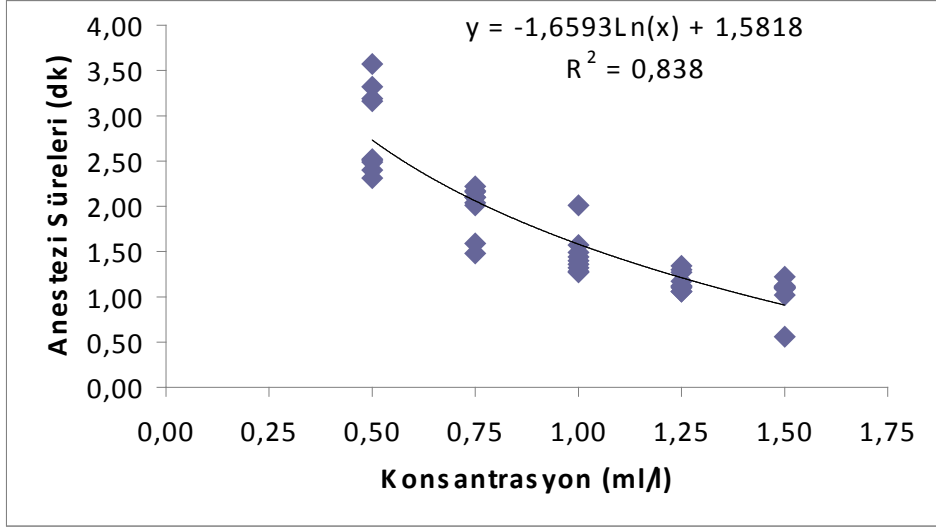
İlk ve tam denge kaybı süreleri karanfil yağı konsantrasyonlarında istatistiksel farklılık göstermiştir [ $F_{4,30} = 157,40$ ;  $P < 0,0001$  (ilk denge kaybı),  $F_{4,30} = 150,50$ ;  $P < 0,0001$  (tam denge kaybı)]. Genel olarak konsantrasyon artışı ile ilk ve tam denge kaybına varış

süreleri kısalma göstermiştir (Şekil 4.9 – Şekil 4.10). İlk ve tam denge kaybı süreleri sıcaklıklar açısından da istatistiksel farklılık göstermiştir [ $F_{8,30}=4,11$ ;  $P=0,0021$ (ilk denge kaybı),  $F_{8,30}=3,26$ ;  $P=0,0087$ (tam denge kaybı)]. İlk ve tam denge kaybı  $18^{\circ}\text{C}$ 'de daha geç sürede meydana geldiği tespit edilmiştir.  $7^{\circ}\text{C}$  ve  $13^{\circ}\text{C}$  deki süreler  $18^{\circ}\text{C}$ 'ye göre daha erken meydana gelmiştir.

Yapılan regresyon analizi sonucunda konsantrasyon artışı ile ilk ve tam denge kaybı süreleri arasında logaritmik olarak azalan yüksek bir ilişki belirlenmiştir [Süre=  $-1,6847 \ln(\text{konsantrasyon}) + 1,1922$ ;  $R^2=0,8352$  (ilk denge kaybı), Süre=  $-1,6593 \ln(\text{konsantrasyon}) + 1,5818$ ;  $R^2=0,838$  (tam denge kaybı)] (Şekil 4.9 – Şekil 4.10).



Şekil 4.9. Karanfil yağı ilk denge kaybı süresi regresyon analizi



Şekil 4.10. Karanfil yağı tam denge kaybı süresi regresyon analizi

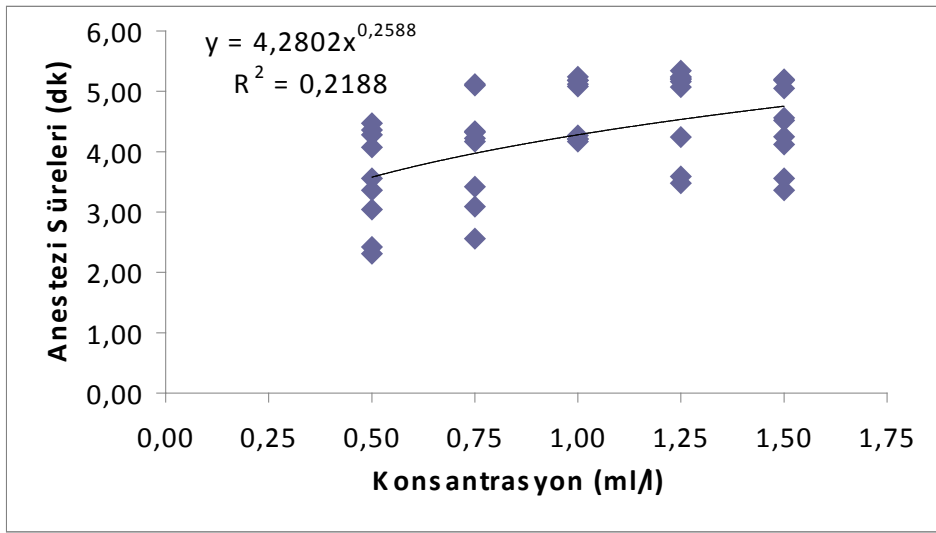
Bu değişimlere rağmen karanfil yağı konsantrasyonları ile sıcaklık faktörleri balıkların ilk denge kaybı ve tam denge kaybı süreleri üzerine etkileri ayrı ayrı değil, sinerjik etki yaratarak bu süreleri etkilediği belirlenmiştir. Bu durum varyans analizinden iki faktör arasındaki etkileşimin istatistiksel anlamlı olmasından anlaşılmaktadır [ $F_{8,30} = 4,11$ ;  $P = 0,0021$  (ilk denge kaybı),  $F_{8,30} = 3,26$ ;  $P = 0,0087$  (tam denge kaybı)]. Karanfil yağının bütün konsantrasyonlarda sıcaklık artışı ile ilk denge kaybı süreleri artarken, 0,75 ml/l ile 1,50 ml/l'lik konsantrasyonlarda bu durum gözlenmemiştir. 7°C'de, 0,75 ml/l'lik konsantrasyonda etki süresi diğer sıcaklıklara göre daha fazla olarak gerçekleşmiştir. 1,50 ml/l konsantrasyonda 13°C'deki sıcaklıkta ilk denge kaybı süresi diğer sıcaklıklara göre daha erken oluşmuştur. Tam denge kaybı süreleri ise tüm konsantrasyonlarda 13°C'de en erken olarak gerçekleşirken, 1,25 ml/l konsantrasyonda sıcaklık artışına bağlı olarak bir artış gözlenmiştir. Bu durumlar sıcaklık ile konsantrasyonlar arasındaki etkileşime neden olmuştur (Çizelge 4.1).

#### 4.4. Karanfil Yağı Uygulamasının İlk Ayılma ve Tam Ayılma Süreleri

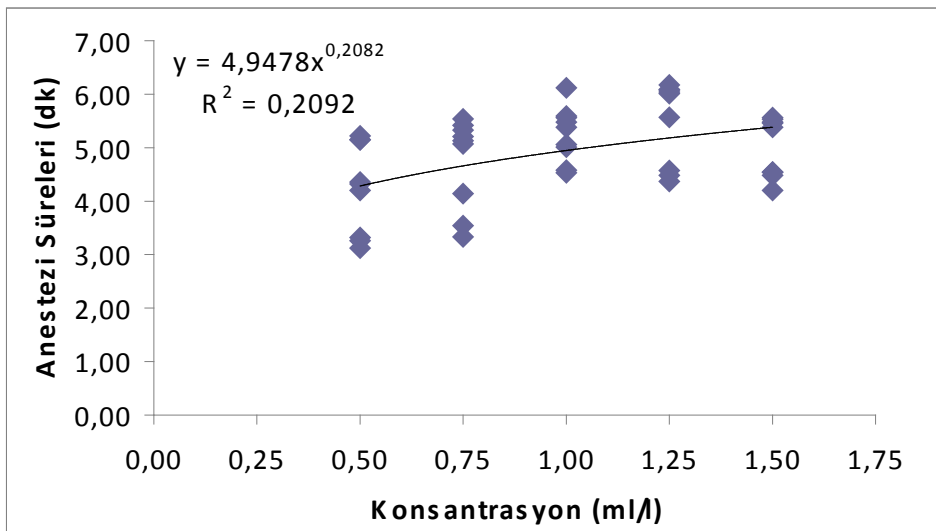
İlk ve tam ayılma süreleri karanfil yağı konsantrasyonlarında istatistiksel farklılık göstermiştir [ $F_{4,30} = 20,94$ ;  $P < 0,0001$  (ilk ayılma),  $F_{4,30} = 31,54$ ;  $P < 0,0001$  (tam ayılma)]. Genel olarak konsantrasyon artışı ile ilk ve tam ayılma süreleri artış göstermiştir (Şekil 4.11 – Şekil 4.12). İlk ve tam ayılma süreleri sıcaklıklar açısından da

istatistiksel farklılık göstermiştir [ $F_{8,30} = 2,47$ ;  $P = 0,0349$ (ilk ayılma),  $F_{8,30} = 4,14$ ;  $P = 0,0020$ (tam ayılma)].

Yapılan regresyon analizi sonucunda konsantrasyon artışı ile ilk ve tam ayılma süreleri arasında üssel zayıf bir ilişki belirlenmiştir [Süre=  $4,2802(\text{konsantrasyon})^{0,2588}$  ;  $R^2 = 0,2188$  (ilk ayılma), Süre=  $4,9478(\text{konsantrasyon})^{0,2082}$  ;  $R^2 = 0,2092$  (tam ayılma)] (Şekil 4.11 – Şekil 4.12).



Şekil 4.11. Karanfil yağı ilk ayılma süresi regresyon analizi



Şekil 4.12. Karanfil yağı tam ayılma süresi regresyon analizi

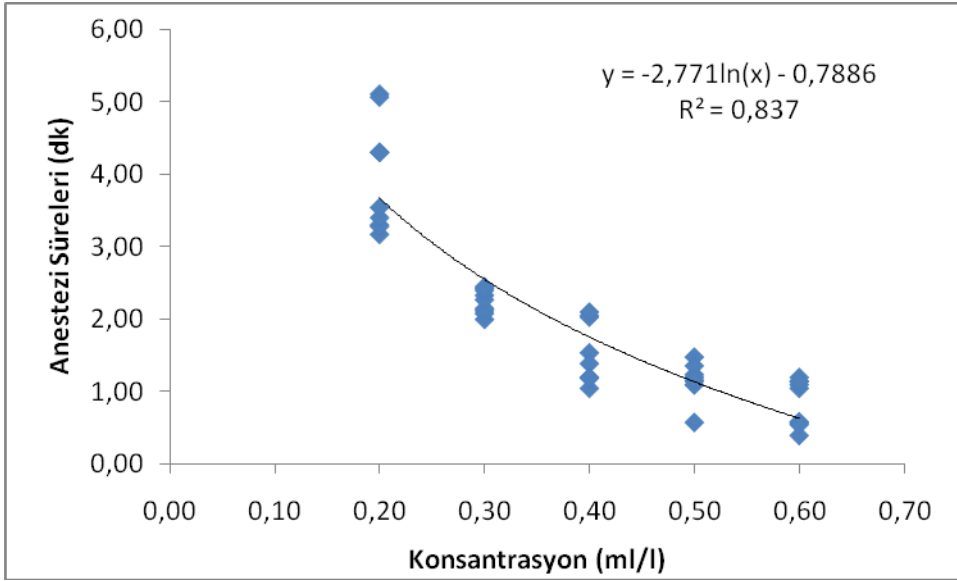
İlk ve tam denge kaybında olduğu gibi, karanfil yağı konsantrasyonları ile sıcaklık faktörleri balıkların ilk ayılma ve tam ayılma süreleri üzerine etkileri ayrı ayrı değil, sinerjik etki yaratarak bu süreleri etkilediği belirlenmiştir. Bu durum varyans analizinden iki faktör arasındaki etkileşimin istatistiksel anlamlı olmasından anlaşılmaktadır [ $F_{8,30} = 2,47$ ;  $P = 0,0349$ (ilk ayılma),  $F_{8,30} = 4,14$ ;  $P = 0,0020$ (tam ayılma)]. Bütün konsantrasyonlarda sıcaklık artışı ile ilk ayılma ve tam ayılma süreleri kısalmışken, 0,75 ml/l konsantrasyonda bu durum gözlenmemiştir. 13°C’de 0,75 ml/l konsantrasyonda ayılma süreleri daha geç oluşmuştur. Bu durumlar sıcaklık ile konsantrasyonlar arasındaki etkileşime neden olmuştur (Çizelge 4.1).

#### **4.5. 2-Fenoksietanol Uygulamasının İlk Denge Kaybı ve Tam Denge Kaybı Süreleri**

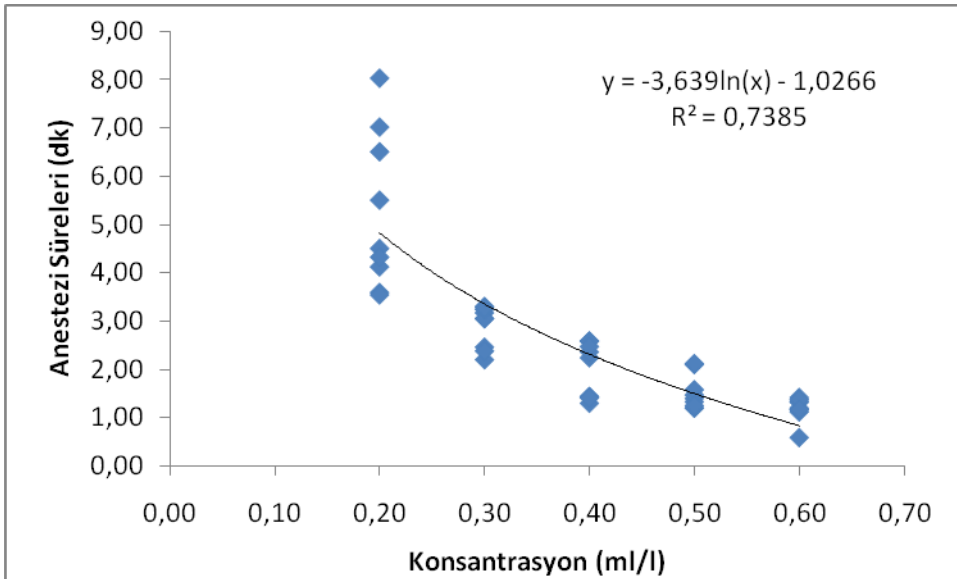
İlk ve tam denge kaybı süreleri 2-Fenoksietanol konsantrasyonlarında istatistiksel farklılık göstermiştir [ $F_{4,30} = 281,12$ ;  $P < 0,0001$ (ilk denge kaybı),  $F_{4,30} = 218,66$ ;  $P < 0,0001$ (tam denge kaybı)]. Genel olarak konsantrasyon artışı ile ilk ve tam denge kaybına varış süreleri azalma göstermiştir (Şekil 4.13 – Şekil 4.14). İlk ve tam denge kaybı süreleri sıcaklıklar açısından da istatistiksel farklılık göstermiştir [ $F_{8,30} = 7,83$ ;  $P < 0,0001$ (ilk denge kaybı),  $F_{8,30} = 14,46$ ;  $P < 0,0001$ (tam denge kaybı)]. İlk ve tam denge kaybı 13°C’de daha geç sürede meydana geldiği tespit edilmiştir. 7°C ve 18°C deki süreler 13°C’ye göre daha erken meydana gelmiştir.

Yapılan regresyon analizi sonucunda 2-Fenoksietanol’ün konsantrasyon artışı ile ilk ve tam denge kaybı süreleri arasında logaritmik olarak azalan yüksek bir ilişki belirlenmiştir [Süre=  $-2,7709 \ln(\text{konsantrasyon}) - 0,7886$ ;  $R^2 = 0,837$  (ilk denge kaybı), Süre=  $-3,6394 \ln(\text{konsantrasyon}) - 1,0266$ ;  $R^2 = 0,7385$  (tam denge kaybı)] (Şekil 4.13 – Şekil 4.14).





Şekil 4.13. 2-Fenoksietanol ilk denge kaybı süresi regresyon analizi



Şekil 4.14. 2-Fenoksietanol tam denge kaybı süresi regresyon analizi

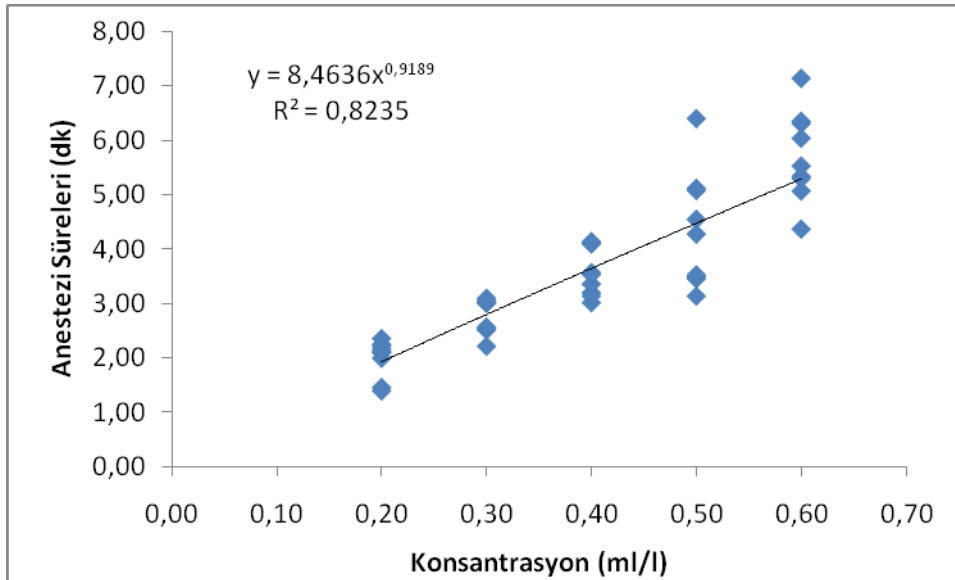
Karanfil yağında olduğu gibi, 2-Fenoksietanol konsantrasyonları ile sıcaklık faktörleri balıkların ilk denge kaybı ve tam denge kaybı süreleri üzerine etkileri ayrı ayrı değil, sinerjik etki yaratarak bu süreleri etkilediği belirlenmiştir. Bu durum varyans analizinden iki faktör arasındaki etkileşimin istatistiksel anlamlı olmasından anlaşılmaktadır [ $F_{8,30} = 7,83$ ;  $P < 0,0001$  (ilk denge kaybı),  $F_{8,30} = 14,46$ ;  $P < 0,0001$  (tam denge kaybı)]. Bütün konsantrasyonlarda ilk denge kaybı ve tam denge kaybı süreleri  $13^\circ\text{C}$ 'de en geç olarak gerçekleşirken,  $0,3 \text{ ml/l}$  konsantrasyonda sıcaklık artışına bağlı

olarak ilk denge kaybı ve tam denge kaybı süreleride artmıştır. Bu durumlar sıcaklık ile konsantrasyonlar arasındaki etkileşime neden olmuştur (Çizelge 4.1).

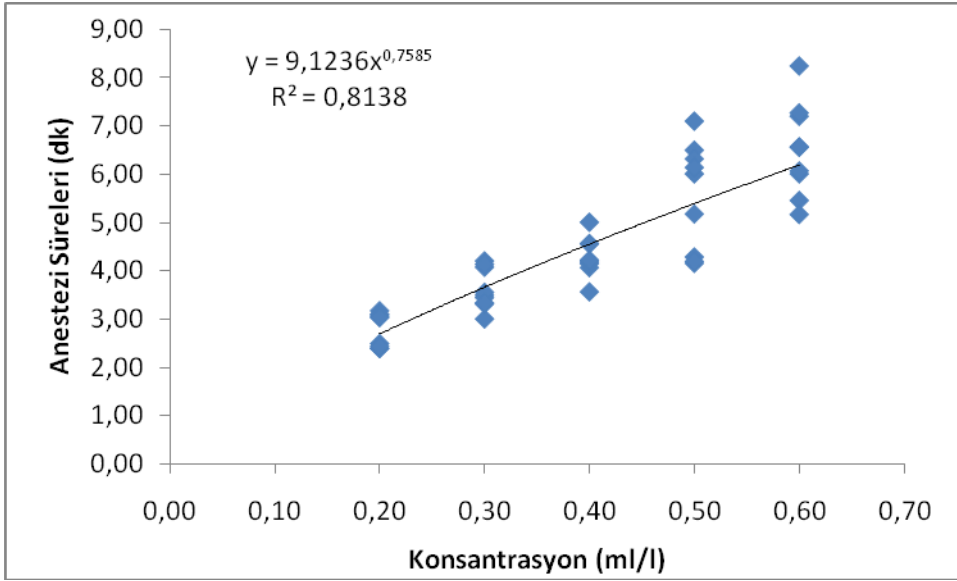
#### 4.6. 2-Fenoksietanol Uygulamasının İlk Ayılma ve Tam Ayılma Süreleri

İlk ve tam ayılma süreleri 2-Fenoksietanol konsantrasyonlarında istatistiksel farklılık göstermiştir [ $F_{4,30} = 45,75$ ;  $P < 0,0001$  (ilk ayılma),  $F_{4,30} = 57,90$ ;  $P < 0,0001$  (tam ayılma)]. Genel olarak konsantrasyon artışı ile ilk ve tam ayılma süreleri artış göstermiştir (Şekil 4.15 – Şekil 4.16). İlk ve tam ayılma süreleri sıcaklıklar açısından istatistiksel farklılık göstermiştir [ $F_{8,30} = 1,45$ ;  $P = 0,2180$  (ilk ayılma),  $F_{8,30} = 2,51$ ;  $P = 0,0322$  (tam ayılma)]. Tam ayılma süreleri  $7^{\circ}\text{C}$ 'de daha geç sürede meydana geldiği tespit edilmiştir ve  $0,6 \text{ ml/l}$  konsantrasyonda  $13^{\circ}\text{C}$ 'de daha geç olarak gerçekleşmiştir.

Yapılan regresyon analizi sonucunda konsantrasyon artışı ile ilk ve tam ayılma süreleri arasında yüksek üssel bir ilişki belirlenmiştir [Süre=  $8,4636(\text{konsantrasyon})^{0,9189}$ ;  $R^2 = 0,8235$  (ilk ayılma), Süre=  $9,1236(\text{konsantrasyon})^{0,7585}$ ;  $R^2 = 0,8138$  (tam ayılma)] (Şekil 4.15 – Şekil 4.16).



Şekil 4.15. 2-Fenoksietanol ilk ayılma süresi regresyon analizi



Şekil 4.16. 2-Fenoksietanol tam ayılma süresi regresyon analizi

İlk ve tam denge kaybında olduğu gibi bu değişimlere rağmen 2-Fenoksietanol konsantrasyonları ile sıcaklık faktörleri balıkların ilk ayılma ve tam ayılma süreleri üzerine etkileri ayrı ayrı değil, sinerjik etki yaratarak bu süreleri etkilediği belirlenmiştir. Bu durum varyans analizinden iki faktör arasındaki etkileşimin istatistiksel anlamlı olmasından anlaşılmaktadır [ $F_{8,30} = 1,45$ ;  $P = 0,2180$ (ilk ayılma),  $F_{8,30} = 2,51$ ;  $P = 0,0322$ (tam ayılma)]. Bütün konsantrasyonlarda tam ayılma süreleri  $7^{\circ}\text{C}$ 'de en geç olarak gerçekleşirken,  $0,6 \text{ ml/l}$  konsantrasyonda  $13^{\circ}\text{C}$ 'de en geç olarak gerçekleşmiştir. İlk ayılma sürelerinde ise en geç olarak  $7^{\circ}\text{C}$ 'de  $0,2$ ,  $0,4$ ,  $0,5 \text{ ml/l}$  konsantrasyonlarda gerçekleşirken,  $0,3 \text{ ml/l}$  konsantrasyonda  $18^{\circ}\text{C}$ 'de,  $0,6 \text{ ml/l}$  konsantrasyonda  $13^{\circ}\text{C}$ 'de gerçekleşmiştir. Bu durumlar sıcaklık ile konsantrasyonlar arasındaki etkileşime neden olmuştur (Çizelge 4.1).

#### 4.7. 2-Fenoksietanol ve Karanfil Yağı Uygulamalarının Etki Süreleri

İlk denge kaybı süresinde, kullanılan anestezi maddelere göre istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ( $F_{1,78} = 70,51$ ;  $P < 0,0001$ ). Balıklar 2-Fenoksietanol'de ilk denge kaybına sıcaklık ve konsantrasyon etkisi gözardı edilerek karanfil yağına göre daha geç ulaşılmıştır.

Tam denge kaybı süresinde, kullanılan anesteziik maddelere göre istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ( $F_{1,78}=49,73$ ;  $P<0,0001$ ). Balıklar 2-Fenoksietanol'de tam denge kaybına sıcaklık ve konsantrasyon etkisi gözardı edilerek karanfil yağına göre daha geç ulaşılmıştır.

İlk ayılma süresinde, kullanılan anesteziik maddelere göre istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ( $F_{1,78}=24,10$ ;  $P<0,0001$ ). Balıklarda karanfil yağında ilk ayılma sıcaklık ve konsantrasyon etkisi gözardı edilerek 2-Fenoksietanol'e göre daha geç olarak gerçekleşmiştir.

Tam ayılma süresinde, kullanılan anesteziik maddelere göre istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ( $F_{1,78}=11,62$ ;  $P<0,0001$ ). Balıklar karanfil yağında tam ayılma sıcaklık ve konsantrasyon etkisi gözardı edilerek 2-Fenoksietanol'e göre daha geç olarak gerçekleşmiştir.

Anesteziik madde uygulamalarında ilk denge kaybı ve tam denge kaybı süresi en geç 2-Fenoksietanol'ün 0,2 ml/l konsantrasyonunda gerçekleşirken en erken ise karanfil yağının 1,50 ml/l konsantrasyonunda gerçekleşmiştir. Karanfil yağının sırasıyla 0,50, 0,75, 1,00 ve 1,25 ml/l konsantrasyonları ile 2-Fenoksietanol'ün sırasıyla 0,3, 0,4, 0,5, 0,6 ml/l konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır.

Anesteziik madde uygulamalarında ilk ayılma ve tam ayılma süresi en geç 2-Fenoksietanol'ün 0,6 ml/l konsantrasyonunda en erken ise 0,2 ml/l konsantrasyonunda gerçekleşmiştir. Karanfil yağının sırasıyla 0,75 ve 1,25 ml/l konsantrasyonları ile 2-Fenoksietanol'ün sırasıyla 0,4 ve 0,5 ml/l konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan çalışmada, 2-Fenoksietanol ve karanfil yağının konsantrasyonunun artışı ile ilk ve tam denge kaybı zamanı negatif ilişki gösterdiği tespit edilmiştir. Bu ilişki diğer araştırmacılar tarafından 2-Fenoksietanol ile anestezi edilen diğer balıklarda da gözlenmiştir (Mattson ve Riple 1989; Hseu ve ark., 1997, Weyl ve ark., 1996). Karanfil yağı diğer anesteziyelere oranla, anesteziye girme süresi kısa, çıkma süresi ise uzundur. Keene ve ark., (1998)'e göre bunun en önemli nedeni, yüksek lipit çözünürlüğü ve solunum hızının düşüşü sonucu vücuttan atılmasının uzun sürmesi olduğunu bildirmişlerdir (Kanyılmaz ve ark., 2007).

Marking ve Meyer (1985)'e göre, ideal balık anestezisi 3 dk. ya da daha az süre içerisinde olmalı ve 5 dk. içinde de iyileşmelidir. Yaptığımız anestezi uygulamalarında 2-Fenoksietanol'ün 0,2 ml/l konsantrasyonu hariç tüm konsantrasyonlarında ve her sıcaklıkta, karanfil yağının ise tüm konsantrasyon ve sıcaklıklarında ilk ve tam denge kaybı zamanı, 1,05 – 3,36 dk. arasında tespit edilmiştir. İyileşme süreleri 2-Fenoksietanol'de 2,44 – 7,14 dk., karanfil yağında ise 3,23 – 6,11 dk. arasında gerçekleşmiş olup, 2-Fenoksietanol'de ve karanfil yağının artan konsantrasyon etkileriyle iyileşme sürelerinin artış gösterdiği gözlemlenmiştir.

Literatürlerde, düşük su sıcaklığının birçok balıkta anestezinin tam denge kaybı zamanını geciktirebildiği öne sürülmektedir (Endo ve ark., 1972; Sylvester, 1975; Amend ve ark., 1982; Limusuwan ve ark., 1983). Diğer taraftan tam denge kaybı zamanı üzerine sıcaklığın etkilerinin önemsiz olduğu ve sıcaklığın *Ictalurus nebulosus* da tam denge kaybı zamanı üzerinde çok az bir etkisi bulunduğu bulunmuştur (Hseu ve ark., 1997). Anestezik maddelerin etkilerinin, maddenin kimyasal yapısı ve balık türüne bağlı olarak değiştiği ve tamamen sıcaklığa bağlı olmadığı anlaşılmaktadır. Locke (1969), quinaldine konsantrasyonunun etki ve iyileşme süresinin sıcaklığa bağlı olduğunu bildirmekle beraber, Limsuwan ve ark. (1983), etomidate'nin 17°C'de 22°C'ye göre daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Bunun da kimyasalın parçalanma sonucu konsantrasyonunun azalma veya absorpsiyon ile balığın metabolizmasından ileri geleceği düşüncesine yer vermişlerdir. Araştırmacıya göre, kimi araştırmacılar MS-

222'nin düşük sıcaklıkta daha etkili olduğunu bildirirken kimi de düşük sıcaklıkta toksisitenin azaldığını bildirmektedirler. Schoettger ve Steucke (1970), MS-222 ile quinaldine karışımının 60 ppm konsantrasyonunun turna balığında 12°C'de, 50 ppm konsantrasyonunda ise 17°C'de daha etkin olduğunu bulmuşlardır. Terzioğlu, (2001), Çipura balıkları üzerinde 2-Fenoksietanol'ü farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda denemiş, indüksiyon ve iyileşme zamanları üzerinde sıcaklığın etkisinin yok denecek kadar az olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışmada da, her iki anestezi madde için ilk ve tam denge kaybı ile ilk ve tam ayılma zamanları üzerinde sıcaklığın etkisinin yok denecek kadar az olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

İyileşme zamanı anesteziklerin konsantrasyonlarıyla pozitif ilişkilidir (Smith ve Hattingh, 1979; Limsuwan ve ark., 1983; Hseu ve ark., 1994; Weyl ve ark., 1996). Terzioğlu, (2001), Çipura balıklarında 2-Fenoksietanol uygulamasında artan anestezi konsantrasyonları ile birlikte iyileşme sürelerinin uzadığını bulmuştur. Bu çalışmada da 2-Fenoksietanol için artan anestezi konsantrasyonları ile birlikte iyileşme süreleri arasında oldukça yüksek bir ilişki olduğu buna karşın karanfil yağında 2-Fenoksietanol'e kıyasla daha düşük bir ilişki olduğu bulunmuştur. Diğer araştırmacılar iyileşme zamanının, 2-Fenoksietanol ya da diğer anesteziklerin konsantrasyonlarının artmasıyla artmadığını bulmuşlardır (Takashima ve ark., 1982; Mattson ve Ripley, 1989; Malmstrom ve ark., 1993).

Karanfil yağı (Eugenol) ise oral yolla alındığında hızlı bir şekilde emilerek metabolize olur. Gökkuşluğu alabalıklarında (*Onchoryncuss mykiss*) uygulamadan sonraki ilk saatte kanda karanfil yağı konsantrasyonu %50'nin altına düşer (Gu'nette ve ark., 2007). Alındıktan sonra 24 saat içinde, neredeyse hiç kalıntı bırakmadan ve hastalık etkisi yaratmadan idrarla birlikte dışarı atılır (Fisher ve Dengler, 1990). Yapılan çalışma süresince tüm anesteziklerde, balıklar üzerinde tam ayılma süresinden sonra anesteziklerin herhangi bir yan etki göstermediği ve balıkların eski hareketliliklerine kavuştukları gözlemlenmiştir.

Balık anestezisi ile ilgili çalışmalarda anestezi safhalarının birbirinden kesin olarak ayrımı güç olmaktadır. Bu durum ise, çeşitli araştırmacıların değerlendirmeleri arasında

karışıklıklara yol açmaktadır. Nitekim Gilderhus (1989), anestezi esnasında “etkili” ve “ele alınabilir” terimlerinin subjektif olduğunu, kesin rakam vermek yerine yol gösterici bir yorum olarak verilmesinin daha uygun olacağını tespit etmiştir. Yapılan çalışmada bu durum göz önüne alınarak, ilk denge kaybı (Balıkların %50’sinin dengesinin bozulduğu süre), tam anestezi (Tüm balıkların dış uyarılara tepki vermediği zaman), ilk ayılma (balıkların %50’sinin dengesini toparlaması) ve tam ayılma (Balıkların hepsinin dengeli olarak yüzüp dış uyarılara tepki verdiği zaman) olmak üzere dört aşama olarak incelenmiştir.

Bu araştırma sonucunda yaygın bir biçimde yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalıkları için uygun olan anestezi dozajları tespit edilmeye çalışılmıştır.

Anestezik madde olarak kullanılan 2-Fenoksietanol ve karanfil yağının diğer anestezik maddelere göre daha ucuz olmaları, kullanımlarının kolaylığı ve toksik olmama gibi birçok özellikleri mevcuttur. Bu bakımdan uygulamalarda anestezik madde olarak 2-Fenoksietanol ve karanfil yağı kullanılmış ve anestezi çalışmalarında güvenli bir şekilde kullanılabilirler saptanmıştır.

Araştırma sonucunda tespit edilen en uygun dozlar 2-Fenoksietanol için 0,3, 0,4 ve 0,5 ml/l , karanfil yağı için ise 0,50, 0,75 ve 1,00 ml/l olarak belirlenmiştir. Çünkü bu dozlarda etkileşme ve iyileşme sürelerinin, ideal anestezi süreleri ve kriterlerine uygun olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışma ile yetiştiricilikte gökkuşağı alabalığının kuluçkahanelerdeki ve balık çiftliklerindeki elleme işlemleri için kullanılacak anestezik maddenin, hangi sıcaklık aralığında, ne kadar süre için ve hangi dozajda uygulanacağını belirlemek ve yanlış uygulamalar sonucunda oluşabilecek balık kayıplarının en aza indirgenmesi sağlanacaktır.

**KAYNAKLAR**

- Akıncı, B. ve Şanal, S., 2009, Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Larvalarının Düşük Tuzluluklarda Besin Kesesi Tüketimi(Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi. Çamburnu, Trabzon.
- Amend, D. F., Goven, B. A., and Elliot, G., 1982. Etomidate: effective dosages for a new fish anesthetic. Trans. Am. Fish. Soc., 111:337-341.
- Anonim, 1985. Common Carp I, Mass Production of Eggs And Early Fry. FAO TrainingSeries 8, Rome, 87 p.
- Anonim, 1985. Hayvansal Su Ürünleri Markalama Metot ve Kuralları. TSE 4352. Ankara.59 s.
- Anonim, 2000. Aquaculture Production Statistics. FAO Fisheries Circular No:815, Rev. 8. Rome, Italy.
- Anonim 2002, Guidance for İndustry.Status of Clove oil and Eugenol for Anaesthesia of Fish. FDA Center for Veterinery Medicine June., 11,2002.
- Anonim, 2008. Aquaculture Production Statistics, Rome 2008.
- Bagenal, T.(Ed.) 1978. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters (3<sup>rd</sup> ed.), IBP Handbook No. 3, Blackwell Sci. Pub. Oxford, London, Edinburg, Melbourne.320 p.
- Barham, W. T. and Schoohbee, H. J., (1990). A Comparison of the Effects of Alternating Current Electronarcosis, Rectified Current Electronarcosis and Chemical Anaesthesia on the Blood Physiology of the Freshwater Bream *Oreochromis mossambicus* (Peters ). Comp . Biochem . Physiol ., 96C : 333 - 338.
- Bell, G. R., 1964. A guide to the properties, characteristics and uses of some general anaesthetics for fish. Bull. Fish. Res. Bd Can. 148,1-4.
- Berka R., 1986. Transport of Live Fish, A Review, FAO EIFAC Technical paper No.4 Rome, 52 p.
- Bohl, M., 1968. Über die Betaubung von Laichforellen, Allg. Fisch Ztng. Heft 4 Sonderdruck.
- Bonath, K., 1977. Narkose der Reptilien, Amphibien und Fische. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg. 159 s.



- Bowser, P.R., 2001. Anesthetic options for fish. [http://www.ivis.org/advances/Anesthesia\\_Gleed/bowser/chapter\\_frm.asp?LA=1](http://www.ivis.org/advances/Anesthesia_Gleed/bowser/chapter_frm.asp?LA=1). August 19 2001.
- Brown L.A. 1993. Anesthesia and Restraint. In: Fish Medicine M.K. Stoskopf ed. Philadelphia: WB Saunders Company,; 79-90.
- Burka, J. F. , Hammell, K. L., Horsberg, T. E. , Johnson, G. R., Rainnie, D. J. Speare, 1997. Drugs in salmonid aquaculture - A review. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics* 20(5), 333-349.
- Cho, G. K. and Heath, D. D., 2000. Comparison of tricain methanesulphota (MS222) and clove oil anaesthesia effects on the physiology of juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) (Walbaum). *Aquacult. Res.*, 31: 537-546.
- Civaner E.Ç., (2004). Su Ürünleri Dış Pazar Araştırması T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüt Merkezi, 75 s.
- Çetinkaya O. ve Şahin A., 2005. “Balıklarda Anestezi Uygulamaları ve Başlıca Anestezikler”, Balık Biyolojisi Araştırma Yöntemleri, ed. M. Karataş, 237-274, Nobel Basımevi, Ankara.
- Çiftci, Y. ve Okumuş, İ., (2002), Fish Population Genetics and Applications of Molecular Markers to Fisheries and Aquaculture: I-Basic Principles of Fish Population Genetics, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*,2:145-155.
- Değirmenci, A., 1998. Albino ve Normal Pigmentli Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin Karşılaştırmalı Büyüme Performansı, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Durve, V. S., (1975). Anaesthetics in the Transport of Mullet Seed. *Aquaculture* , 5:53-63.
- Endo, T., Ogishima, K., Tanaka, H. and Ohshima, S., 1972. Studies on the anaesthetic effect of eugenol in some freshwater fishes. *Bulletin of the japanese society of scientific fisheries*, 38: 761-767.
- Erbucan S., 1993, Değişik Üç Anestetik Maddenin Farklı Konsantrasyon ve Sıcaklıklarda Pullu Sazan Balıkları (*Cyprinus carpio L.*) Üzerindeki Etkileri (Y.Lisans Tezi) Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fak., Elazığ.
- Erdmann, M.V. 1999. Clove oil: an 'eco-friendly' alternative to cyanide use in the live reef fish industry? *SPC Live Reef Fish Bulletin* 5:4-7.

- Fisher, I.U., von Unruh, G.E. and Dengler, H.J., 1990. The metabolism of eugenol in man. *Xenobiotica*, 20: 209-222
- Guilderhus, P. A. and Marking, L. L., 1987, Comparative efficacy of 16 anesthetic chemicals on rainbow trout. *N. Am. J. Fish. Manage.*, 7: 288-292.
- Gilderhus, P. A., (1989). Efficacy of Benzocaine as an Anaesthetic for Salmonid Fishes. *North American Journal of Fisheries Management*, 9:150 - 153.
- Gled, R. D., and Ludders, J. W., 2001. Anesthetic Option for fish in Recent Advances in Veterinary Anaesthesia and Analgesia: Companion Animals. International Veterinary Information Service ([www.ivis.org](http://www.ivis.org)), Ithaca, Newyork, USA.
- Gu'enette, S.A., Uhland, F.C., H'elie, P., Beaudry, F. and Vachon, P., Pharmacokinetics of eugenol in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*(2007), doi:10.1016/j.aquaculture, 2007. 02. 046.
- Guo, F. C., Teo, L. T. and Chen, T. W., 1995. Effects of anesthetics on the water parameters in a simulated transport experiment of platyfish *Xiphophorus maculatus* (Gunther). *Aqua. Res.*, 26: 265-271.
- Houston, A. H. and Corlett, J. T., 1976. Specimen weight and MS-222. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 33: 1403-1407.
- Hseu, J. R., Yeh, S. L., Chu, Y. C. and Ting, Y. T., 1994, The anesthetic effect of 2-Phenoxyethanol in Goldlined Sea Bream (*Sparus sarba*). *J. Taiwan Fish. Res.* 2 (2): 41-49.
- Hseu. J. R., Yeh, S. L, Chu, Y. C. and Ting, Y. T., 1997, Different Anesthetic Effects Of 2-Phenoxyethanol On Four Species Of Teleost. *Journal of the Fisheries Society of Taiwan* Vol. 24, No. 3.
- Hseu. J. R., Yeh, S. L. Chu, Y. C. and Ting, Y. T., 1998, Comparison of efficacy of five anesthetics in Goldlined Sea Bream (*Sparus sarba*). *Acta Zoologica Taiwanica* 9(1): 11-18.
- Huet, M., (1979). *Breeding and Cultivation of Fish. Textbook of Fish Culture* Fishing News Books Ltd. Survey, England. 416 p.
- Iwama, G.K. and Ackerman, P.A. 1993. Anesthetics. In P. *Biochemistry and molecular biology of fishes. Anesthetics* (Eds. Hochachka, T. Mommsen) Analytical Techniques. Volume 3.

- Iwama, G. K. McGeer, J. C. and Pawluk, M. P. (1989). The Effects of Five Fish Anaesthetics on Acid-Base Balance, Hematocrit, Blood Gages, Cortisol, and Adrenaline in *Rainbow trout*. *Can. J. Zool.* 67:2065 - 2073.
- Josa, A., Espinosa, E., Cruz, J. I., Gil, L., Falceto, M. V. and Lozano, R. (1992). Use of 2-Phenoxyethanol as en Anaesthetic Agent in Goldfish (*Cyprinus carpio*). *The Veterinary Record.* 131: 468.
- Kanyılmaz, M., Sevgili. H., Erçen. Z. ve Yılayaz, A. 2007. Karanfil Yağının Balık Anesteziği Olarak Kullanımı. *Türk Sucul Yaşam Dergisi.* Sayı:5-8 Sayfa 671-680.
- Keene, J. L., Noakes, D. L. G., Moccia, R. D. and Soto, C. G., 1998. The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*) *Aquacult.Res.*, 29: 89-101.
- Lewbart, G. M.S., 2001. Anesthesia, Analgesia, and Surgery in Pet Fish, Atlantic Coast Veterinary Conference October 9-11,2001 Atlantic City, New Jersey, Proc. p.1-6.
- Limsuwan, C., Grizzle, J. M., and Plumb, J. A., 1983. Etomidate as an anesthetic for fish: its toxicity and efficacy. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 112: 544-550.
- Locke, D. O., (1969). Quinaldine as an Anesthetic for Brook Trout and Atlantic Salmon. Government Printing Office. 11:3-5.
- Malmstrom, T., Salte, R., Gjoen H. M., and Linseth, A., 1993. A practical evaluation of metomidate and MS-222 as anaesthetics for Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus, L.*). *Aquaculture* 113: 331-338.
- Marking, L. L. and Meyer, F. P., 1985. Are better anesthetics needed in fisheries? *Fisheries* 10 (6): 2 - 5.
- Marking, L.L. and Meyer, F.P., 1989. Are better anaesthetic needed in fisheries? *Fisheries* 10:2-5.
- Mattson, N. S., and Ripple, T. H., 1989. Metomidate, a better anesthetic for cod (*Gadus morhua*) in comparison with benzocaine, MS-222, chlorobutanol, and phenoxyethanol. *Aquaculture* 83: 89-94.
- McFarland, W. N., (1959). A Study the Effects of Anaesthetics on the Behavior and Physiology of Fishes. *Publ. Inst. Mar. Sci. Univ. Texas*, 6: 23 - 55.

- McFarland W. N., 1960. The use of anaesthetics for the handling and the transport of fishes. Calif. Fish Game 46, 407-431.
- Mittal, A.K. and Whitear M., 1978. A Note on Cold Anesthesia of Poiklotherms. J. Fish Biol (13) 519-520.
- Moeller, R. B., 2000. Necropsy and Biopsy Procedures, [www.dph.nl/sub-article/cat-02/necrops.shtml](http://www.dph.nl/sub-article/cat-02/necrops.shtml) 1-5 p.
- Molinero, A. and Gonzalez, J. 1995, Comparative Effects Of MS-222 And 2-Phencxyethanol On Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata L.*) During Confinement. Comp. Biochem. Physiol. Vol. 111A, pp, 405-414.
- Piper, R.G., McElwain, I. B., Orme, L.E., McCraren, J.P., Leonard, J.R., 1982. Fish Hatchery Management. U.S. Department of the Interior Fish and Wildlife Service, Washington, D.C. 517 p.
- Puceat, M., Garin, D. and Freminet, A., (1989). Inhibitory Effect of Anaesthesia with 2-phenoxyethanol as Compared to MS-222 on Glucose Release in Isolated Hepatocytes from Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). Comp. Biochem. Physiol., 94A: 221 - 224.
- Ross L. G. and Ross B., 1984 Anaesthetic and Sedative Tecniques for Fish, pp. 11 - 17. Institute of Aquaculture, University of Stirling, Stirling.
- Sandodden, R, Finstad, B. and Iversen M.2001. Transport stress in Atlantic salmon (*Salmo solar L.*): anaesthesia and recovery .Aquaculture Research 32(2), 87-90.
- Schoettger, R.A., Walker, C.R., Marking L.L. and Julin, M.A., 1967. MS-222 as an anaesthetic for channel catfish: its toxicity, efficacy, and mucle residues. US Fish and Wildlife Serv. Inv. In Fish Contrl. 17.
- Schoettger, R. A. and Julin, A. M., (1969). Efficacy of Quinaldine as an Anesthetic for Seven Specis of Fish. Investigations in Fish Control. 3 - 10.
- Schoetger, R. A. and Steucke, E. W., (1970). Synergic Mixtures of MS-222 and Quinaldine as Anaesthetics for Rainbow trout and Northern Pike. Prog. Fish. Cult., 32:202-205.
- Serezli R., 1995, Anestezi ve Levrek Balığında (*Dicentrarchus labrax L.*, 1758) Anestezi Uygulamaları (Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Bornova, İzmir.

- Serezli, R., Okumuş, İ. ve Akhan, S., 2005. Akuakültürde Anestezinin Kullanımı. Türk Sucul Yaşam Dergisi. E. Düzgüneş, İ. Okumuş, H. Öğüt (ed). Sayfa 475-480.
- Smith, G. L. and Hattingh, J., 1979. Anaesthetic potency of MS-222 and neutralized MS-222 as studied in three freshwater fish species. *Comp. Biochem. Physiol.*, 62C: 237-241.
- Soto, C. G. and Burhanuddin, S., 1995. Clove oil as a fish anaesthetic for measuring length and weight of rabbitfish (*Siganus lineatus*), *Aquaculture*, 136: 149-152.
- Strosskopf, M.K. 1993. *Fish Medicine*. Saunder Co. 882 p.
- Summerfelt, R. C. and Smith, L. S., 1990. Anesthesia, surgery and related techniques. In *Methods for fish biology*. R. C. Schreck and P. B. Moyle, eds. Am, Fish. Soc., Bethesda, MD, U. S. A., 213-272.
- Sylvester, J. R., 1975. Factors influencing the efficacy of MS-222 to striped mullet (*Mugil cephalus*). *Aquaculture*, 6: 163-169.
- Syridakis, R., Metalliar, R., Gabaudan, J. and Riaza, A.,(1989). Studies on Nutrient Digestibility in European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). 1. Methodological Aspects Concerning Faeces Collection. *Aquaculture*, 77:61-70.
- Takashima, F., Kasai, H., Asakawa, H., and Yamamoto, Y., 1982. 2-Phenoxyethanol as an anesthetic for fish. *Suisanzoshoku*, 30: 48-51. (in Japanese).
- Taylor, P.W. and Roberts, S.D., 1999. Clove oil: An Alternative Anaesthetic for Aquaculture, *North Am. J. Aquaculture* 61: 150-155.
- Teo, L. H., Chen, T. W. and Lee, B. H., 1989. Packaging of the guppy, *Poecilia reticulata*, for air transport in a closed system. *Aquaculture*, 78: 321-332.
- Teo, L. H. and Chen, T. W., 1993. A study of metabolic rates of *Poecilia reticulata* Peters under different conditions. *Aqua. Fish. Manage.*, 24: 109-117.
- Terzioğlu E., 2001, 2-Phenoxyethanol'ün Farklı Sıcaklık ve Konsantrasyonlarda Çipura (*Sparus aurata*, L.) Balıkları Üzerindeki Anestezik Etkisi (Y.Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fak., Bornova, İzmir.
- Thorsteinsson, V. 2002. Tagging Methods for Stock Assessment and Research in Fisheries. Report of Concerted Action FAIR CT.96.1394 (CATAG). Reykjavik. Marine Research Institute Technical Report (79), pp 179.

- Wagner, G. N., Singer, T. D. and McKinley, S. R, 2003. The ability of clove oil and MS-222 to minimize handling stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*), Aquaculture Research., 34:1139-1146.
- Waterstrat, P.R., 1999. Induction and recovery from Anaesthesia in Channel Catfish *Ictalurus punctatus* Fingerlings Exposed to Clove Oil. J.World Aquaculture Soc. 30: 2,250-255.
- Weyl, O., Kaiser, H. and Hecht, T. 1996, On The Efficacy And Mode Of Action Of 2-Pe As An Anaesthetic For Goldfish, *Carassius auratus* (L), At different temperatures And Concentrations. Aquaculture research, 27, 757-764.
- Yürekliürk, O., 1989. Yavru Balık Naklinde Anestezik Maddelerden Kloralhidrat'ın Kullanılması. Su Ürünleri Dergisi, 6. 22-30.

**ÖZGEÇMİŞ****Kişisel Bilgiler**

Adı Soyadı : Murat YILDIZ  
Doğum Tarihi ve Yer : 05/09/1986 - TOKAT  
Medeni Hali : Bekar  
Yabancı Dili : İngilizce

<b>Derece</b>	<b>Eğitim Birimi</b>	<b>Mezuniyet Tarihi</b>
Yüksek Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	2010
Lisans	Karadeniz Teknik Üniversitesi	2008
Lise	Tokat Gazi Osman Paşa Lisesi	2003