

## Fenoksietanol ve Açlık Süresinin Japon Balığının (*Carassius auratus*) Taşınmasında Stok Miktarına Etkisi

Mahmut YANAR<sup>1</sup>, Hüseyin Hilmi ÖTER<sup>2</sup>, Ece EVLİYAĞLU<sup>3</sup>

Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Anabilim Dalı, Adana-Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-4445-0228>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-4425-2985>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-3578-7336>

✉: [evliyaoglu@cu.edu.tr](mailto:evliyaoglu@cu.edu.tr)

### ÖZET

Bu çalışmada fenoksietanolün juvenil Japon balığında (3.87 g ve 4.05 cm) 30 dakika ve 15 saat süreli uygulamalarındaki optimal doz tespit edilmiştir. Ayrıca, japon balığının 1 4<sup>-1</sup> su ve 3 4<sup>-1</sup> oksijen basılmış naylon torbalarda 15 saat taşınmasında, fenoksietanol ve açlık süresinin balığın stok miktarına etkileri belirlenmiştir. Balıkların anestezeye giriş süresi doza bağlı olarak 3 ile 11 dakika, anestezi çıkış süresi ise 5 ile 15 dakika arasında gerçekleşmiştir. Fenoksietanolün balık üzerindeki anestezi etkisi 100 µL L<sup>-1</sup> dozdan itibaren başlamıştır. Derin anestezi için fenoksietanolün optimal dozu, 30 dakika süre için 250 µL L<sup>-1</sup>, 15 saat süre için 200 µL L<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Balıkların naylon torbalarda taşınmasında 4 gün aç bırakılması, 2 gün aç bırakılmasına göre daha yüksek bir stoklamaya olanak sağlamış (P<0.00), ancak taşıma suyuna fenoksietanol uygulamasının bir etkisi olmamıştır (P>0.05). Açlık süresi, anestezi uygulaması ve stoklama oranları arasında bir intereaksiyon bulunmamıştır (P>0.05). Fenoksietanol kullanmaksızın 4 gün aç bırakılan japon balıklarının oksijen basılmış naylon torbalarda 40, 60 ve 80 adet L<sup>-1</sup> stoklama koşullarında sırasıyla, %100, 98.33 ve 91.87 yaşama oranı tespit edilmiştir. Aç bırakılma süresi ve yaşama oranları ele alındığında juvenil japon balıkları için optimal stoklama oranı litreye 60 adet balık uygun gözükmektedir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 12.12.2019

Kabul Tarihi : 20.02.2020

#### Anahtar Kelimeler

Fenoksietanol

Açlık

*Carassius auratus*

Stoklama

Taşıma

## The Effect of Phenoxyethanol and Starvation Period on Stocking Density in The Transporting of Goldfish (*Carassius auratus*)

### ABSTRACT

In this study, the optimum dose of phenoxyethanol in juvenile goldfish (3.87 g and 4.05 cm) between 30 minutes and 15 hours application was determined. In addition, the effects of phenoxyethanol and starvation time were determined in the transport of goldfish in 1 4<sup>-1</sup> water and 3 4<sup>-1</sup> oxygen compressed nylon bags for 15 hours. The anesthesia entrance time of the fish was between 3 and 11 minutes depending on the dose and the exit time from the anesthesia was between 5 and 15 minutes. The anesthetic effect of phenoxyethanol on fish started from the dose of 100 µL L<sup>-1</sup>. Suitable doses of phenoxyethanol for deep anesthesia were 250 µL L<sup>-1</sup> for 30 minutes and 200 µL L<sup>-1</sup> for 15 hours. Starving the fish in nylon bags for 4 days provided a higher storage opportunity than fasting for 2 days (P <0.00), but phenoxyethanol application to the transport water had no effect (P > 0.05). There was no interaction between starvation time, anesthetic administration and stocking rates (P > 0.05). Overall, 100%, 98.33% and 91.87% survival rates were determined in 40, 60 and 80 pcs L<sup>-1</sup> stocking conditions of oxygen fished nylon bags, respectively, which were starved for 4 days without using phenoxyethanol. Considering the starvation period and survival rates, the optimal stocking rate for juvenile goldfish was 60 fish per liter.

### Research Article

#### Article History

Received : 12.12.2019

Accepted : 20.02.2020

#### Keywords

Phenoxyethanol

Starvation period

*Carassius auratus*

Stocking density

Transportation

## GİRİŞ

Dünyada akvaryum balıklarına olan ilgi ve talep giderek artmakta ve bu gelişmeye paralel olarak akvaryum balığı ticareti büyümektedir. Dünyada akvaryum balığı pazarında en büyük payı, japon balığı (*Carassius auratus*) almaktadır (Ghosh ve ark., 2003; FAO, 2014). Türkiye’de akvaryum balığı ithalatına yılda yaklaşık 10 milyon ABD doları döviz harcadığı, yan sektörleriyle birlikte bu rakamın 15-20 milyon doları bulduğu ve satılan yıllık akvaryum balığının 30-40 milyon adet olduğu tahmin edilmektedir. Oransal olarak ticareti yapılan akvaryum balıklarının %32.5’ini japon balığı oluşturmaktadır (Türkmen ve Çelik, 2014). Ancak gayri resmi verilere göre bu oranın %50 olduğu sanılmaktadır.

Akvaryum balıkları yurt içinde uzun süreli taşımacılıkta 10-20 saatlik bir taşımaya maruz kalmaktadır. Ancak uluslararası taşımacılıkta bu süre 30-36 saati bulmaktadır (Özkan, 2014). Akvaryum balıklarının uzun süreli taşınmasında anestezi madde kullanılması rutin bir prosedür haline gelmiş ve sektörün gelişmesine önemli katkı yapmıştır (Yanar ve Polat, 1994). Su ürünleri yetiştiriciliğinde en yaygın kullanılan anestezi maddeler trikain metansülfonat (MS-222), fenoksietanol, benzokain, kinaldin, metomidat, propanidid ve propiscin gibi kimyasal ajanlardır (Purbosari ve ark., 2019). Bu çalışmada anestezi madde olarak kullanılan fenoksietanolün ilk kez 1963 yılında Kanada’da, alabalık anestesisinde kullanıldığı rapor edilmiştir (Sehdev ve ark., 1963; Beel, 1964). Bu anesteziğin en önemli avantajı, güven araştırmasının geniş ve emsallerine göre bulunmasının kolay ve ucuz olmasıdır. Ayrıca bakterisit ve fungusit özellik göstermesi (Martins ve ark., 2019), kısa süreli uygulamalarda etkili ve anestezi sonrası çıkış süresi kısa olması diğer avantajlarıdır (Velisek ve Svobodova, 2004a,b).

Japon balığı veya diğer balık türlerinin naylon torbalarda taşınmasında anestezi madde kullanılması konusunda bir çalışmaya rastlanmamıştır. Balıkların taşınmasından birkaç gün önce aç bırakılması pratikte uygulanan bir prosedürdür. Bunun da nedeni, açlık nedeniyle balığın metabolizmasının yavaşlaması sonucu oksijen gereksiniminin azalması, diğer yandan taşıma suyuna salınan ve balık için zararlı olan karbondioksit, üre, ürik asit, amonyak ve dışkı gibi ürünlerin salınımının azaltılmasıdır. Ancak balık taşımacılığında balıkların aç bırakılması ve bunun süresi konusunda literatürde denemeye dayalı bilgi bulunmamaktadır. Diğer yandan, balıkların oksijen basılmış naylon torbalarda litre başına kaç adet veya kaç kg balık taşınması gerektiği konusunda çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada, genelde balık taşımacılığında, özelde ise japon balıklarında yukarıda değinilen stoklama, açlık ve anestezi madde kullanılması ile ilgili eksikliklerin

giderilmesi hedeflenmiştir.

## MATERYAL ve METOT

Denemede, akvaryum balıkları piyasasında SM (Small Medium) boy olarak geçen, ortalama  $3.87 \pm 0.21$  cm standart boy ve  $4.05 \pm 0.45$  g ağırlığındaki japon balıkları (*Carassius auratus*) bireyleri kullanılmıştır. Çalışmada, fenoksietanolün japon balıkları üzerinde optimal konsantrasyonunun belirlenmesi amacıyla kısa ve uzun süreli uygulamaları test edilmiş (I. Deneme), ayrıca balıkların naylon poşetlerde taşınmasında fenoksietanol uygulaması ve açlık süresine bağlı uygun stok miktarı (II. Deneme) belirlenmiştir.

### I. Deneme: Fenoksietanolün Japon Balıklarında Kısa ve Uzun Süreli Uygulamalarında Optimal Dozun Belirlenmesi

Japon balıklarında 30 d (dakika) ve 15 s (saat) sürelerde  $50 \mu\text{L L}^{-1}$ lik doz artırımlarıyla fenoksietanolün  $50 \mu\text{L L}^{-1}$ den  $350 \mu\text{L L}^{-1}$ ye kadar değişen 8 farklı konsantrasyonu uygulanmıştır. Her bir muamele grubu 2 tekrardan oluşturulmuş ve her bir tekrar için 10 adet balık kullanılmıştır. Denemeler 40 L’lik cam akvaryumlarda gerçekleştirilmiştir. Deneme süresince su sıcaklığı  $24^\circ\text{C}$  dolayında tutulmuş ve akvaryumlar sürekli havalandırılmıştır. Deneme grupları anestezi süreleri sonunda taze su ile dolu ayrı akvaryumlara alınarak deneme süresi ve sonrasındaki (96 saat) olası ölümler kaydedilmiştir. Deneme süresince balıkların anesteziye giriş, anestezi sonrası çıkış, anestezi düzeyi ve solunum sayısı belirlenmiştir. Anestezi düzeyinin belirlenmesinde kriter olarak balığın denge, yüzme aktivitesi ve operkulum hareket sayısı esas alınmış olup, en hafiften en derin anestezi düzeyine doğru 4 farklı şiddette anestezi düzeyi üzerinden değerlendirme yapılmıştır (Yanar ve Genç, 2004).

1. Çok hafif anestezi düzeyi (Trankilizan period)\*: Balıkta sakinleşme, yüzme aktivitesinde ve dengede kısmi bir azalma.
2. Hafif anestezi düzeyi (Excitation period)\*\*: Balığın yüzme aktivitesinin giderek azalması, dengesini yitirerek zaman zaman yatık bir şekilde durma, var olan hareketlerin de amaçsız ve rastgele olması, yüzmede koordinasyonsuzluk, dış uyaranlara karşı ani ve şiddetli tepki vermesi.
3. Orta anestezi düzeyi (Ligth anesthesia)\*\*\*: Balığın dorsa-ventral oryantasyonunu kaybetmesi, akvaryumun dip kısmında yatık bir şekilde durması ve yüzme aktivitesi ile dengesini hemen hemen yitirmesi, dış uyaranlara karşı zayıf tepki vermesi.
4. Derin anestezi düzeyi (Deep anesthesia)\*\*\*\*: Balığın yüzme aktivitesi ve dengesini tamamen yitirmesi, akvaryumun tabanında tamamen yatık durumda ve

hareketsiz bir şekilde durması, dış uyaranlara karşı tamamen tepkisiz kalması.

## II. Deneme: Japon Balıklarının Naylon Torbalarda Uzun Süreli Taşınmasında Fenoksietanol ve Açlık Süresine Bağlı Optimal Stok Yoğunluğunun Belirlenmesi

Bu denemede Japon balıklarının naylon torbalarda simüle edilen 15 s taşıma koşullarında fenoksietanol ve açlık süresine bağlı optimal stok yoğunluğu belirlenmiştir. Naylon torbaların içine 1 4<sup>-1</sup> oranında su ve geri kalan kısmına 3 4<sup>-1</sup> oranında oksijen basılmıştır. Bağlanınca toplam hacmi 7.5 litre olan naylon (polietilen) torbalara 2 L su ilave edilmiş ve bu suya da önceki denemede optimal dozu belirlenen fenoksietanol eklenmiştir. Ayrıca anesteziik madde içermeyen kontrol grubu oluşturulmuştur. Torbanın geri kalan 5.5 L olan kısmına da basınçlı oksijen gazı doldurulmuştur. Bu torbalara 40, 60 ve 80 adet L<sup>-1</sup> japon balıkları stoklanmıştır. Ayrıca bu balıkların bir grubu 2, diğer grubu da 4 gün aç bırakılmıştır. Torbalardaki su sıcaklığı 24°C olarak korunmuştur. Denemeler 2 tekerrürlü gerçekleştirilmiştir. Simüle edilen 15 saatlik taşıma işlemleri sonucunda balıklar anesteziik içermeyen taze suya alınmış ve 96 saatlik

gözlem süreci sonunda ölüm oranları kaydedilmiştir. Optimal anesteziik konsantrasyon, optimal balık stok yoğunluğu ve optimal açlık süresinin belirlenmesinde kriter olarak balıkların yaşama oranı esas alınmıştır.

Denemelerdeki bütün verilerin istatistik analizlerinde SPSS 20.0 (SPSS, Chicago, IL, USA) programı kullanılmıştır. Stok yoğunluğunun ve açlığın bağımsız olarak yaşama oranı üzerindeki etkileri tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) takiben Tukey testi ile 0.05 önem aralığında; ayrıca stok oranı, açlık ve fenoksiethanol faktörlerinin yaşama oranı üzerindeki kombine etkisinde çok yönlü varyans analizi kullanılmıştır.

Çalışmanın yapılabilmesi için Çukurova Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'ndan (13.05.2020 tarih ve 2 sayılı toplantı) izin alınmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Japon Balıklarında Kısa ve Uzun Süreli Fenoksietanol Uygulaması

Fenoksietanolün Japon balıkları üzerinde kısa ve uzun süreli uygulamalarındaki anesteziik yanıtlar Çizelge 1 ve Çizelge 2 de verilmiştir.

Çizelge 1. Fenoksietanolün farklı dozlarının japon balığında 30 dakika uygulama süresindeki anesteziik etki ve yanıtları

Table 1. Anaesthetic effects and responses of different doses of phenoxyethanol in goldfish for 30 minutes

Anesteziik doz (µl L <sup>-1</sup> ) (anesthetic dose, µl L <sup>-1</sup> )	Anesteziye giriş süresi (d) (induction time, min)	Anesteziiden çıkış süresi (d) (recovery time, min)	Anestezi düzeyi (level of anaesthesia)	Solunum sayısı (adet d <sup>-1</sup> ) (respiratory count, times min <sup>-1</sup> )	Ölüm oranı (%) (mortality, %)
0	-	-	-	82	-
50	-	-	-	86	-
100	10	5	*	93	-
150	9	6	**	98	-
200	7	8	***	105	-
250	6	10	****	107	-
300	4	12	****	112	-
350	3	13	****	24	15

Çizelge 2. Fenoksietanolün farklı dozlarının japon balığında 15 saat uygulama süresindeki anesteziik etki ve yanıtları

Table 2. Anaesthetic effects and responses of different doses of phenoxyethanol in goldfish for 15 hours

Anesteziik doz (µl L <sup>-1</sup> ) (anesthetic dose, µl L <sup>-1</sup> )	Anesteziye giriş süresi (d) (induction time, min)	Anesteziiden çıkış süresi (d) (Recovery time, min)	Anestezi düzeyi (level of anaesthesia)	Solunum Sayısı (adet d <sup>-1</sup> ) (respiratory count, times min <sup>-1</sup> )	Ölüm oranı (%) (mortality, %)
0	-	-	-	85	-
50	-	-	-	93	-
100	11	7	***	101	-
150	9	9	***	106	-
200	7	11	****	115	-
250	6	12	****	121	-
300	4	14	****	36	10
350	3	15	****	17	45

Fenoksietanol ile anestezi edilen japon balıklarında, uygulanan doz ve süreye bağlı olarak farklı düzeylerde anestezi yanıtları alınmıştır. Balıkların anesteziye giriş süresi doza bağlı olarak 3 ile 11 d arasında değişmiş olup, anestezi dozu arttıkça anesteziye giriş süre kısalmıştır. Diğer yandan balıkların anesteziiden

çıkış süreleri, kısa süreli anesteziik uygulamasında 5-13 d, uzun süreli anesteziik uygulamasında 7-15 d arasında değişmiş olup, anesteziinin dozu arttıkça anesteziiden çıkış süresi uzamıştır. Kısa süreli anesteziide anesteziiden çıkış süreleri dozlar arasında 5-13 d arasında değişirken, uzun süreli anesteziide

aynı dozlar arasında 7-15 d arasında değişmiştir (Çizelge 1). Pek çok çalışmada, fenoksietanol uygulamasında balıkların anesteziye giriş ve çıkış süreleri, balık türüne göre oldukça değişkenlik göstermiştir. Çalışmalar daha çok ekonomik değere sahip deniz balıkları üzerinde yoğunlaşmıştır. Örneğin siyah levrekte (*Centropristis striata*) 200 µL L<sup>-1</sup> dozda anesteziye giriş ve çıkış süreleri sırasıyla 3-6 d (King ve ark., 2005), dil balığında (*Solea senegalensis*) 600 µL L<sup>-1</sup> dozda 1.5-1.94 d (Weber ve ark., 2009) bulunmuştur. Mercan resif balıklarında (*Pomacentrus amboinensis*) fenoksietanol ile tam anesteziye giriş süresi 12 d iken (Munday ve Wilson, 1997), sivri burun karagöz (*Diplodus puntazzo*) ve sargoz karagözde (*Diplodus sargus*) 3 d olarak tespit edilmiştir (Tsantilas ve ark., 2006). Kefal balıklarında (*Mugil cephalus*) doza bağlı olarak (100-400 mg L<sup>-1</sup>), tam anesteziye giriş sürelerinin 2.6-3.6 d, çıkış sürelerinin ise 1.8-3.2 d arasında değiştiği ortaya konulmuştur (Nair ve ark., 2018). Juvenil sazan balıklarında (*Cyprinus carpio*) yapılan bir çalışmada ise 400-800 mg L<sup>-1</sup> dozlarında derin anesteziye girme süreleri 8.23-3.31 d, anesteziye çıkış süreleri ise 3.47-4.59 d arasında olduğu belirtilmiştir (Czerniak ve ark., 2018). Diğer araştırmalarda da, yukarıdaki örneklerde olduğu gibi benzer sonuçlar alınmıştır (Weyl ve ark., 1996; Munday ve Wilson, 1997; King ve ark., 2005; Weber ve ark., 2009; Pawar ve ark., 2011). Bu çalışmada ise, Japon balığının anesteziye giriş ve çıkış süreleri yukarıda anılan balık türleriyle karşılaştırılırsa, nispeten daha uzun sürede gerçekleşmiştir. Diğer yandan, fenoksietanolün bu denemede ve diğer araştırmacıların çalışmalarında tespit edilen anesteziye giriş ve çıkış süreleri, diğer anestezi ajanlarla karşılaştırılırsa daha uzundur. Örneğin kinaldin uygulamasında tilapia balıklarının (*Oreochromis niloticus*) anesteziye girme süresi 2-6 d, anesteziye çıkma süresi ise 3-7 d olarak tespit edilmiştir (Yanar ve Genç, 2004). Küçük ve Çoban (2016) bu çalışmada kullanılan tür olan japon balığına 200 mg L<sup>-1</sup> dozda MS222 uygulaması sonucunda anesteziye giriş süresinin 2.24 d, çıkış süresinin ise 3.09 d olduğunu belirtmiştir. Dolayısıyla, fenoksietanol diğer anestezi ajanlarıyla karşılaştırılırsa, balığı anesteziye sokma ve çıkarma süreleri nispeten uzundur. Bu ise fenoksietanolün zayıf tarafıdır.

Fenoksietanolün gerek 30 d, gerekse 15 s uygulamalarında 50 µL L<sup>-1</sup> dozda balıklarda herhangi bir anestezi etki görülmemiştir. Her iki uygulama süresinde anestezi etki 100 µL L<sup>-1</sup> doz ile başlamıştır. Fenoksietanolün 30 d uygulaması sonunda, 100, 150, 200 ve 250 µL L<sup>-1</sup> dozlarında sırasıyla çok hafif, hafif, orta hafif ve derin anestezi seviyeleri görülürken, 15 s uygulaması sonunda, 100 µL L<sup>-1</sup> dozda çok hafif ve hafif, 150 ve 200 µL L<sup>-1</sup> dozlarında ise sırasıyla orta hafif ve derin anestezi seviyesi görülmüştür (Çizelge 2). Dolayısıyla

balıkların anesteziye maruz kalma süresinin artması anestezi seviyesini kısmen arttırmıştır. Sonuç olarak 30 d süre için fenoksietanolün kullanılabilir dozları kullanım amacına göre, 100-250 µL L<sup>-1</sup> arasında değişirken, 15 s süre için kullanılabilir dozları 100-200 µL L<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Doza bağlı ölümler 30 d uygulama süresinde 350 µL L<sup>-1</sup> dozda (%15), 15 s uygulama süresinde ise 300 µL L<sup>-1</sup> dozda (%10) görülmeye başlamıştır. Dolayısıyla fenoksietanol bu dozların altında kullanılmalıdır.

Bu çalışmada japon balıklarında derin anestezi dozu 200-250 µL L<sup>-1</sup> den itibaren başlamıştır. Weyl ve ark. (1996)'nın aynı balık türü üzerinde yaptıkları deneme sonucunda, önerilen dozlar, bu çalışmada kısmen yüksek bulunmuş olup, sıcaklığa bağlı olarak 300-500 µL L<sup>-1</sup> aralığında tespit edilmiştir. Japon balıkları üzerinde yapılan başka bir çalışmada (Yasui ve ark., 2009) fenoksietanol için bu doza yakın bir değer (400 µL L<sup>-1</sup>) bildirilmiştir. Kısaca yukarıda aynı balık türü üzerinde yapılan doz çalışmaları birbirlerine yakın olup, bu çalışmadaki değerlerle karşılaştırılırsa, kısmen daha yüksek tespit edilmiştir. Japon balıkları ile yakın akraba olan sazan balıklarında ise kısa süreli fenoksietanol uygulamasında (10 d) maksimum doz 300 µL L<sup>-1</sup> bulunurken, uzun süreli uygulamada (96 saat) 170 µL L<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur (Velisek ve Svobodova, 2004a). Fenoksietanolün diğer balık türleri üzerinde test edilen dozları ise oldukça farklılık göstermektedir. Örneğin, Avrupa deniz levreği ve çipurada sırasıyla 300 ve 350 µL L<sup>-1</sup> (Mylonas ve ark., 2005), gökkuşuğu alabalığında 10 d uygulama süresinde 460 µL L<sup>-1</sup>, 96 s uygulama süresinde ise 210 µL L<sup>-1</sup> (Velisek ve Svobodova, 2004b), yayın balığında (*Silurus glanis*) 300 µL L<sup>-1</sup> (Velisek ve ark., 2007), siyah levrekte (*Centropristis striata*) 200-300 µL L<sup>-1</sup> (King ve ark., 2005), dil balığında (*Solea senegalensis*) 600 µL L<sup>-1</sup> (Weber ve ark., 2009), beluga balığında (*Huso huso*) derin anestezi etkileri 0.3 mL L<sup>-1</sup> dozunda başlamasına rağmen hematolojik stres verileri göz önüne alındığında optimum doz, 0.7 mL L<sup>-1</sup> (Shalvei ve ark., 2012) ve İran mersin balığında (*Acipenser persicus*) 330 mg L<sup>-1</sup> (Adel ve ark., 2016) olarak bildirilmiştir.

Japon balığında solunum sayısı anestezi içermeyen suda 82-85 d<sup>-1</sup> aralığında iken, anesteziye maruz kalmış balıklarda, anestezi dozu arttıkça solunum sayısı da artmış ve nitekim anesteziğin uygulama süresine bağlı olarak 250-300 µL L<sup>-1</sup> dozlarında 112 ve 121 d<sup>-1</sup>'ya kadar çıkmıştır. Kontrol grubuna göre karşılaştırılırsa, anestezi balıkların solunum sayısını yaklaşık %50 oranında arttırmıştır. Ancak ölümlerin başladığı yüksek olan dozlarda (300-350 µL L<sup>-1</sup>) solunum sayısı aniden düşerek, 17-24 d<sup>-1</sup> seviyesine kadar düşmüştür. Dolayısıyla bu durum, anestezi maddenin yüksek olan dozlarının balığın solunum sistemini deprese ettiği ve buna bağlı olarak ölümlerin başladığını göstermektedir. Genelde

anestezik maddelerin balığın metabolizmasını yavaşlatacağı beklenir. Balık taşımacılığında anestezik maddelerin kullanılmasının gerekçesi de buna dayandırılır. Guo ve ark. (1995) tarafından yapılan bir çalışmada, plati balıklarının (*Xiphophorus maculatus*) naylon torbalarda taşınmasında kullanılan fenoksietanolün balığın amonyak ve karbondioksit gibi metabolik atıklarının salınımını azalttığı rapor edilmiştir. Dolayısıyla yukarıda anılan bu çalışmada balığın solunum sayısında da bir azalma olmuştur. Ancak bu çalışmada yukarıda bahsedilen araştırmanın aksine, solunum sayısında ciddi bir artma olmuştur. Diğer yandan, anestezik madde uygulanmış naylon torbaların suları, anestezik içermeyenlere göre ortama verilen dışkı nedeniyle daha fazla kirlilik oluşmuştur. Bu olgu, anestezik maddenin balığın dışkı gibi metabolik atıklarını arttırdığını göstermektedir. Nitekim bir sonraki paragraflarda tartışacağımız fenoksietanolün balıkların taşınmasında stok miktarı üzerine etkisinin, istatistiki olarak bir katkısı olmamış, aksine, istatistiki olarak değil ama rakamsal olarak kısmen olumsuz etki yapmıştır. Dolayısıyla fenoksietanolün bu deneme sonuçlarına göre, balıkların taşınmasında metabolizmayı azaltarak balıkların stok miktarı üzerine olumlu etki yapacağı beklentisi gerçekleşmemiştir. Anesteziklerin de balıklarda kimyasal strese neden olabileceği, Molinero ve Gonzalez (1995) tarafından gösterilmiştir. Çalışmada, MS-222 ve fenoksietanolün, çipuralarda kan plazmasında kortizol, glukoz, laktat ve hematolojik parametrelerindeki değişimler incelenmiş ve iki anestezik madde uygulanmasında da balıklarda anestezik maddeye karşı bir stres yanıtı olduğu, eşik değerin fenoksietanol için 0,075ml lt<sup>-1</sup>, MS-222 için 0.25ml lt<sup>-1</sup> doz olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde beluga balıklarına fenoksietanolün 0.3 ve 0.5 ml L<sup>-1</sup>

doz uygulamalarında serumdaki kortizol seviyesinde artış görüldüğü bildirilmiştir (Shaluei ve ark., 2012). Weber ve ark. (2011) dil balıklarına belirli dozlarda uygulanan fenoksietanol, MS222 ve karanfil yağının, stresöre karşı primer nöroendokrin yanıt olan kortizolün salınımında artışa neden olduğunu ortaya koymuştur.

### Japon Balıklarının Uzun Süreli Taşınmasında Fenoksietanol ve Açlık Süresine Bağlı Olarak Optimal Stok Oranının Belirlenmesi

Japon balıklarının naylon torbalarda 15 saatlik taşınmasında stok yoğunluğu (40, 60 ve 80 adet L<sup>-1</sup>), fenoksietanol (0 ve 200 µL L<sup>-1</sup>) ve açlık süresinin (2 gün ve 4 gün) kombine etkisinin balığın yaşama oranı üzerine etkisinin test edildiği denemede, stok miktarı ve açlık süresi balığın yaşama oranı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki yapmış (P<0.05), ancak anestezisi uygulamasının balıkların yaşama oranı üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmamıştır (P>0.05). Ayrıca bu üç faktörün birlikte etkilerinin ikili ve üçlü kombinasyonları da istatistiksel olarak anlamsız (P>0.05) bulunmuştur (Çizelge 4). Bu çalışmaya benzer şekilde Jacobsen ve ark. (2019) *Cyclopterus lumpus* ile yaptıkları denemede, balıkların 3 gün aç bırakılmasıyla farklı anestezik maddelere verdikleri yanıt arasında sadece minör düzeyde bir ilişkinin bulunduğunu ancak yine de balıklara yapılacak çeşitli müdahalelerin öncesinde balıkların aç bırakılmasının etkili olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada anestezik madde kullanmaksızın balıkların 40, 60 ve 80 adet L<sup>-1</sup> stoklama koşullarında 2 gün aç bırakılmaları durumunda yaşama oranları sırasıyla % 98.75, 93.74 ve 85.31 iken, 4 gün aç bırakılma koşullarında % 100, 98.33 ve 91.87 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Japon balıklarının naylon torbalarda 15 saatlik taşınmasında, stok yoğunluğu, fenoksietanol ve açlık süresinin yaşama oranına etkisi.

Table 3. The effect of stock density, phenoxyethanol and fasting duration on survival rate in transport of goldfish in nylon bags for 15 hours.

Stok Grupları (Stocking groups)	Yaşama oranları (%) (Survival rate(%))			
	2 gün aç bırakılan balıklar (2 days of starvation)		4 gün aç bırakılan balıklar (4 days of starvation)	
	0 µl L <sup>-1</sup> fenoksietanol (fenoxyethanol)	200 µl L <sup>-1</sup> fenoksietanol (fenoxyethanol)	0 µl L <sup>-1</sup> fenoksietanol (fenoxyethanol)	200 µl L <sup>-1</sup> fenoksietanol (fenoxyethanol)
40 adet/L	98.75	98.12	100.00	98.12
60 adet/L	93.74	90.83	98.33	97.08
80 adet/L	85.31	76.25	91.87	87.18

Bu farkın da nedeninin, balığın 4 gün aç bırakılması, 2 gün aç bırakılmaya göre karşılaştırılırsa, metabolizma hızını daha çok azalttığı, dolayısıyla ortama karbondioksit, üre, ürik asit, amonyak ve dışkı gibi metabolik ürünlerin salınımının azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Özetle, balıkların taşınmasında 4 gün aç bırakılması, daha yoğun stoklamaya olanak tanıdığından, 2 gün aç

bırakılmasına göre daha tercih edilebilir bir süredir. Sonuç olarak taşımada balıklarda stok miktarı arttıkça ölüm oranı artmakta, ancak daha fazla balık taşındığı için navlun ücretleri düşmektedir. Dolayısıyla, birbirlerine zıt bu iki faktörün değerlendirilip her ikisinin de uyumunun sağlandığı bir analizin yapılması gerekmektedir. 40, 60 ve 80 adet L<sup>-1</sup> stoklamalarda en uygun koşullarda (anestezisi

içermeyen ve 4 gün aç bırakılma koşullarında) ölüm oranları sırasıyla %100, 98.33 ve 91.87 dir. 40 adet L<sup>-1</sup> stoklamadan 80 adet L<sup>-1</sup> stoklamaya geçişte 2 kat daha fazla balık taşınırken, ölüm oranı da ciddi bir artış (%8-9) gerçekleşmiştir. Dolayısıyla 80 adet L<sup>-1</sup> stoklama, daha yüksek bir stok olanağı sağlanmasına rağmen, yüksek oranlardaki ölüm nedeniyle pek uygun görünmemektedir. Ayrıca ölümlerin arttığı

torbalarda ölü balıkların su kalitesini bozarak diğer sağlıklı balıklara da zarar vereceği göz önünde bulundurulmalıdır. Diğer yandan, 40 adet L<sup>-1</sup> stoklamadan 60 adet L<sup>-1</sup> stoklamaya geçişte %50 daha fazla balık taşınırken, ölüm oranı oldukça sınırlı artmıştır. %50 daha fazla balık taşıma için, %1.67 gibi küçük bir ölüm oranı göze alınabilir gözükmektedir.

Çizelge 4. Stok yoğunluğu, açlık periyodu ve anestezinin yaşama oranı üzerindeki kombine etkisinin iki yönlü varyans analiz sonuçları

Table 4. Two-way analysis of variance analysis of the combined effect of stock intensity, fasting period and anaesthetic on survival rate

Varyasyon Kaynağı (Source of variation)	Tip III Kareler Toplamı (Type III Sum of squares)	Serbestlik Derecesi (Degrees of freedom)	Kareler Ortalaması (Mean square)	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	1022.507 <sup>a</sup>	11	92.955	10.337	.000
Intercept	207429.086	1	207429.086	23067.016	.000
Stok	788.706	2	394.353	43.854	.000*
Açlık	145.879	1	145.879	16.222	.002*
Anestezik	1.416	1	1.416	.157	.698
Stok * Açlık	66.726	2	33.363	3.710	.056
Stok * Anestezik	17.414	2	8.707	.968	.408
Açlık * Anestezik	.008	1	.008	.001	.977
Stok * Açlık * Anestezik	2.358	2	1.179	.131	.878
Hata	107.909	12	8.992		
Toplam	208559.502	24			
Düzeltilmiş Toplam	1130.416	23			

R<sup>2</sup> = 0,905 (Düzeltilmiş R<sup>2</sup> = 0,817)

Sonuç olarak, bu deneme koşullarına göre, fenoksietanol kullanmaksızın içinde 1 l<sup>-1</sup> oranında su, kalan 3 l<sup>-1</sup> lük kısmına oksijen gazı basılmış naylon torbalarda, balıkların 4 gün aç bırakılması durumunda 15 saatlik sürecek taşımada litreye 60 adet SM boy (3.87 cm ve 4.05 g) büyüklüğünde japon balığı stoklamak en uygun stok oranı olarak gözükmektedir. Diğer bir ifadeyle SM boy japon balıklarından litreye 232 g (3.87g x 60 adet) stoklamak olanak dahilindedir. Diğer yandan, balıkların uzun süreli taşınmasında fenoksietanolün olumlu bir etkisi olmamasına rağmen, anaç balıklarda yumurta alma ve sperm sağma; boylama, markalama ve aşılama gibi balıkların hareketsizleştirilmesi işlemlerinde, fenoksietanol güvenli olarak kullanılabilir bir anestezik maddedir. Bu araştırma verilerine göre, bu işlemlerde kullanılacak fenoksietanolün uygun dozları, 30 dakika içerisinde yapılacak operasyonlar için 250 µL L<sup>-1</sup> miktarı uygundur.

## TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasına SÜF-2013YL5 nolu projeye finansal destek sağlayan Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederiz.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Adel M, Sadegh AB, Yeganeh S, Movafagh AN, Saoud IP 2016. Anesthetic Efficacy of Clove Oil, Propofol, 2-Phenoxyethanol, and Ketamine Hydrochloride on Persian Sturgeon, *Acipenser Persicus*, Juveniles. Journal of the World Aquaculture Society, 47(6): 812-819.
- Beel GR 1964. A Guide to Properties, Characteristics, and Uses of Some General Anesthesia for Fish. Bull Fisheries Research, 148: 203-206.
- Czerniak E, Gomulka P, Dagowski J 2018. The Comparison of Anesthetic Potency and Toxicity Of 2-Phenoxyethanol and 1-Phenoxy-2-Propanol for Juvenile Common Carp. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 42(4): 296-301.
- FAO, 2014. Ornamental Fish. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries and Aquaculture Department. <http://www.fao.org/fishery/resources/en>.
- Ghosh A, Mahapatra BK, Datta NC 2003. Ornamental Fish Farming Successful Small Scale Aqua Business in India. Aquaculture Asia, 8(3): 14-16.
- Guo C, Teo LH, Chen TW 1995. Effects of Anaesthetics on the Water Parameters in a Simulated Transport Experiment of Platyfish, *Xiphophorus maculatus* (Günther). Aquaculture Research, 26(4): 265-271.
- Jacobsen JV, Steen K, Nilssen KJ 2019. Anaesthetic

- Efficacy of AQUI-S, Benzoak, and MS-222 on Lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) Fries. Impact From Temperature, Salinity, and Fasting. *PLoS One*, 14(1):e0211080
- King W, Hooper B, Hillsgrove S, Benton C, Berlinsky DL 2005. The Use of Clove Oil, Metomidate, Tricaine Methanesulphonate and 2-phenoxyethanol for Inducing Anaesthesia and Their Effect on the Cortisol Stress Response in Black Sea Bass (*Centropristis striata* L.). *Aquaculture Research*, 36(14): 1442-1449.
- Küçük S, Çoban D 2016. Effects Of Tricaine as an Anaesthetics on Goldfish, *Carassius Auratus* (Linnaeus 1758) at Different Salinities and Concentrations. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16(3): 605-610.
- Martins T, Valentim A, Pereira N, Antunes LM 2019. Anaesthetics and Analgesics Used in Adult Fish for Research: A Review. *Laboratory Animals*, 53(4):325-341
- Molinero A, Gonzalez J 1995. Comparative Effects of MS 222 and 2-Phenoxyethanol on Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata* L.) During Confinement. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 111(3): 405-414.
- Munday PL, Wilson SK 1997. Comparative Efficacy of Clove Oil and Other Chemicals in Anaesthetization of *Pomacentrus amboinensis*, a Coral Reef Fish. *Journal of Fish Biology*, 51(5): 931-938.
- Mylonas CC, Cardinaletti G, Sigelaki I, Polzonetti-Magni A 2005. Comparative Efficacy of Clove Oil and 2-Phenoxyethanol as Anesthetics in the Aquaculture of European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) and Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) at Different Temperatures. *Aquaculture*, 246(1-4): 467-481.
- Nair MS, Ignatius B, Bhaskaran B, Madhavan M, Imelda J 2018. Effectiveness of 2-Phenoxyethanol for Anesthetizing Striped Mullet (*Mugil cephalus*) (Linnaeus, 1758) for Transportation. *Fishery Technology*, 55: 258-261.
- Özkan SF 2014. Türkiye'de Akvaryum Balığı İthalatı: Sektörel Görüş ve Beklentiler, Ulusal Akvaryum Balıkçılığı ve Sorunları Çalıştayı, 125-127 s. 30-31 Ekim 2015, Antalya.
- Pawar HB, Sanaye SV, Sreepada RA, Harish V, Suryavanshi U, Ansari ZA 2011. Comparative Efficacy of Four Anaesthetic Agents in the Yellow Seahorse, *Hippocampus kuda* (Bleeker, 1852). *Aquaculture*, 311(1-4): 155-161.
- Purbosari N, Warsiki E, Syamsu K, Santoso J 2019. Natural versus Synthetic Anesthetic for Transport of Live Fish: A Review. *Aquaculture and Fisheries*, 4: 129-133.
- Sehdev HS, McBride JR, Fagerlund UHM 1963. 2-Phenoxyethanol as a General Anaesthetic for Sockeye Salmon. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 20(6): 1435-1440.
- Shalvei F, Hedayati A, Jahanbakhshi A, Baghfalaki M 2012. Physiological Responses of Great Sturgeon (*Huso huso*) to Different Concentrations of 2-Phenoxyethanol as an Anesthetic. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(6): 1627-1634.
- Tsantilas H, Galatos AD, Athanassopoulou F, Prassinou NN, Kousoulaki K 2006. Efficacy of 2-Phenoxyethanol as an Anaesthetic for Two Size Classes of White Sea Bream, *Diplodus sargus* L., and Sharp Snout Sea Bream, *Diplodus puntazzo* C. *Aquaculture*, 253(1-4): 64-70.
- Türkmen G, Çelik İ 2014. Türkiye'de Yetiştiriciliği Yapılan Akvaryum Balık Türleri Konusunda Ön Çalışma, Antalya. Ulusal Akvaryum Balıkçılığı ve Sorunları Çalıştayı, 44-51 s. 30-31 Ekim 2015,
- Velisek J, Svobodova Z 2004a. Anaesthesia of Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) with 2-Phenoxyethanol: Acute Toxicity and Effects on Biochemical Blood Profile. *Acta Veterinaria Brno*, 73(2): 247-252.
- Velisek J, Svobodova Z 2004b. Anaesthesia of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) with 2-Phenoxyethanol: Acute Toxicity and Biochemical Blood Profile. *Acta Veterinaria Brno*, 73(3): 379-384.
- Velisek J, Wlasow T, Gomulka P, Svobodova Z, Novotny L 2007. Effects of 2-Phenoxyethanol Anaesthesia on Sheatfish (*Silurus glanis* L.). *Veterinarni Medicina-Praha*, 52(3): 103.
- Weber RA, Peleteiro JB, Martín LG, Aldegunde M 2009. The Efficacy of 2-Phenoxyethanol, Metomidate, Clove Oil and MS-222 as Anaesthetic Agents in the Senegalese sole (*Solea senegalensis* Kaup 1858). *Aquaculture*, 288(1-2): 147-150.
- Weber RA, Pérez-Maceira JJ, Peleteiro JB, García-Martín L, Aldegunde M 2011. Effects of Acute Exposure to 2-Phenoxyethanol, Clove Oil, MS-222, and Metomidate on Primary and Secondary Stress Responses in Senegalese sole (*Solea senegalensis* Kaup 1858). *Aquaculture*, 321(1-2): 108-112.
- Weyl O, Kaiser H, Hecht T 1996. On the Efficacy and Mode of Action of 2-Phenoxyethanol as an Anaesthetic for Goldfish, *Carassius auratus* (L.), at Different Temperatures and Concentrations. *Aquaculture Research*, 27(10): 757-764.
- Yanar M, Genç E 2004. Farklı Sıcaklıklarda Kinaldin Sülfatın Diazepam ile Birlikte Kullanılmasının *Oreochromis niloticus* L. 1758 (Cichlidae) Üzerindeki Anestezik Etkileri. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 28(6):1001-1005
- Yanar M, Polat A 1994. Balık Taşımacılığında Anestezik Madde Kullanımı Konusundaki Son Gelişmeler. *Su Ürünleri Dergisi*, 11(41):67-70.
- Yasui AM, Yasui GS, Shimoda E, Ribeiro-Filho OP 2009. Concentration of Anesthetic for Long-Term Exposure and the Effects of Inter-suture Distance in the Goldfish *Carassius auratus*. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 31(2): 203-207.