

The First Record of Zebra Mussel in Sarıme Mehmet Dam (VAN) and its Possible Effects on Regional Fisheries

Mustafa AKKUŞ^{1*}, Mustafa SARI², Muhammed ARABACI¹

¹Department of Fisheries and Aquaculture, Fisheries Faculty, Van Yüzüncü Yıl University, 65080, Van, Turkey.

²Department of Maritime Business Administration, Maritime Faculty, Bandırma Onyedi Eylül University, 10200, Balıkesir, Turkey.

ORCID ID: Mustafa AKKUŞ: <https://orcid.org/0000-0002-8900-9495>; Mustafa SARI: <https://orcid.org/0000-0003-1457-0023>; Muhammed ARABACI: <https://orcid.org/0000-0002-2462-6441>

Received: 03.11.2019

Accepted: 09.12.2019

Published online: 20.12.2019

Issue published: 20.12.2019

Abstract: The present research was conducted between October 2018 and October 2019 at Sarıme Mehmet Dam which is on Karasu Stream. Sarıme Mehmet Dam is a dam that is 60 kilometers away from Van city center and it has approximately 10 km² of surface area. It was first opened in 1991 for agricultural irrigation and electricity production. The zebra mussel (*Dreissena polymorpha* Pallas, 1771) captured in Sarıme Mehmet Dam is a kind of invasive species and this is its first record in Van Province. In this study, the length-weight relationships of 733 zebra mussels from four stations were determined and the temperature, pH, salinity, and dissolved oxygen values of the stations were measured. The length-weight relationship was calculated according to the stations as $W=0.0003 \times L^{2.976}$, $W=0.0002 \times L^{2.971}$, $W=0.0002 \times L^{2.962}$ and $W=0.0002 \times L^{2.963}$. The measured maximum-minimum water quality values were noted for temperature as 1.5-22 °C, pH 8.2-8.9, salinity as ‰0.21-0.39 and dissolved oxygen as 6.44-11.45 mg/L. Based on the data, if zebra mussels in Sarıme Mehmet Dam are moved to other water resources in the region, it was determined that invasion of pearl mullet breeding areas will cause great damage for fishery in the region. In the light of the gathered data, it was found out that if the zebra mussels in Sarıme Mehmet Dam were transported to other water resources in the region, they would invade pearl mullet breeding areas and cause great damages for the fishery of the region.

Keywords: Invasive species, *Dreissena polymorpha*, fisheries management, breeding habitat.

Sarıme Mehmet Barajı'nda (VAN) İlk Zebra Midye Kaydı ve Zebra Midye Popülasyonunun Bölge Balıkçılığına Olası Etkileri

Öz: Bu çalışma 2018 Ekim-2019 Ekim tarihleri arasında Karasu Çayı üzerinde bulunan Sarıme Mehmet Barajı'nda gerçekleştirilmiştir. Sarıme Mehmet Barajı, Van il merkezine 60 km uzaklıkta, yaklaşık 10 km² yüzey alanına sahip, tarımsal sulama ve elektrik üretimi amacıyla 1991 yılında işletmeye açılmıştır. Sarıme Mehmet Barajı'nda tespit edilen zebra midye (*Dreissena polymorpha* Pallas, 1771) istilacı bir tür olup Van il sınırlarında ilk kayıttır. Çalışmada, dört istasyondan alınan toplam 733 zebra midyenin boy-ağırlık ilişkileri belirlenmiş ve istasyonlarda sıcaklık, pH, tuzluluk ve çözünmüş oksijen değerleri ölçülmüştür. Boy-ağırlık ilişkisi istasyonlara göre sırasıyla, $W=0.0003 \times L^{2.976}$, $W=0.0002 \times L^{2.971}$, $W=0.0002 \times L^{2.962}$, $W=0.0002 \times L^{2.963}$ olarak hesaplanmıştır. Su kalitesi değerlerinden, sıcaklık 1.5-22 °C, pH 8.2-8.9, tuzluluk ‰0.21-0.39 ve çözünmüş oksijen 6.44-11.45 mg/L olarak belirlenmiştir. Elde edilen veriler ışığında Sarıme Mehmet Barajı'ndaki zebra midyelerin bölgedeki başka su kaynaklarına taşınması durumunda inci kefalı üreme alanlarını istila ederek bölge balıkçılığı için büyük zararlara neden olacağı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: İstilacı tür, *Dreissena polymorpha*, balıkçılık yönetimi, üreme habitati.

1. Giriş

Doğal olarak Aral Gölü ve Hazar Denizi'nde dağılım gösteren zebra midyeler (*Dreissena polymorpha*), 19. yüzyılın başlarında Avrupa'da, 20. yüzyılın başlarında ise Amerika'da görülmeye başlanmıştır. Dünyadaki iç sularda en büyük ekolojik ve ekonomik zararlara yol açan istilacı türlerin başında gelen zebra midyenin ülkemizdeki ilk kayıtları 1987 yılına kadar uzanmaktadır (Aksu & Yıldız, 2017). Ülkemizde özellikle barajlarda iletim hatlarını tıkaması nedeniyle büyük mekanik sorunlara yol açan zebra midyeler ile ilgili DSİ (2005), tarafından yapılan çalışmada ülkemiz genelinde 1500'den fazla sulama sisteminde zebra midyenin varlığı bildirilmiştir. Van Gölü havzasında yaşayan tek midye türü *Unio stevenianus* Krynicki 1837 isimli tatlı su midyesidir (Yarsan, Bilgili, & Türel, 2000). Ülkemizdeki zebra midye çalışmaları barajlarda meydana gelen mekanik sorunlar odaklı gelişmiştir. Ülkemizde zebra midyelerin, sucul ekosistemlerde yaşayan diğer canlılar üzerindeki etkileri konusundaki veriler yok denecek düzeydedir (Yıldırım,

Kara, & Becer, 1996). Ülkemizde zebra midyelerle ilgili yapılan bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir. Altınayar, Ertem ve Aydoğan (2001), Zebra midyelerin HES'lerde önemli ekonomik sorunlar oluşturduğunu bildirmişlerdir. Fırat Havzasındaki baraj ve hidroelektrik santrallerinde zebra midyelerin iletim hatlarını tıkaması ve aşırı çoğalmasına bağlı olarak büyük zararlar meydana geldiği belirtilmektedir (Bobat, Hengirmen, & Zapletal, 2004). HES ve barajlardaki mekanik kısımlara tutunan zebra midyeler nedeniyle işletmelerin çalışmalarında aksamalar meydana gelmektedir (Aksu et al., 2007). Sapanca Gölü'nde zararlı olarak kabul edilen göldeki kaya balıklarının baskın besin maddesini oluşturmaktadır (Gaygusuz, Gaygusuz, Tarkan, Acıpinar, & Türer, 2007). Çıldır ve Eğirdir Göllerinde yaşayan kısıklı kerevitlerin karapaks bölgesine tutunan zebra midyelerin; kerevitlerin çiftleşme, predatörlerden kaçınma, hareket etme ve beslenmeleri üzerine olumsuz etkiler oluşturdularını bildirmişlerdir (Berber, Ateş, & Acar, 2018). HES'lerde ve su iletim sistemlerindeki hızlı bir şekilde çoğalan zebra midyeler sistemlerin tıkanmasına neden olmaktadır (Aksu

*Corresponding author: makkus1932@gmail.com

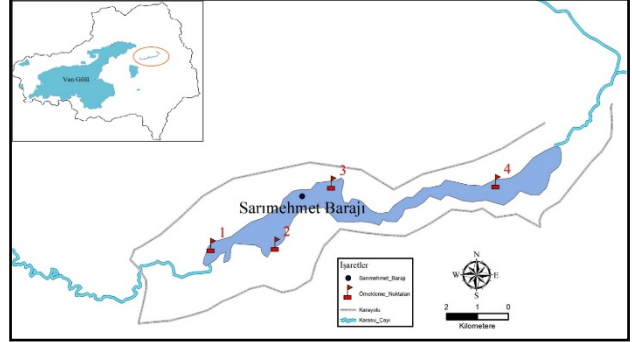
& Yıldız, 2017). Sucul ekosistemlerdeki zebra midyeler hızlı çoğalmaları ve besin zincirinin temelini oluşturan planktonları tüketmeleri nedeniyle sucul ekosistemlerdeki biyoçeşitliliği tehdit etmektedirler (Hamburger, Dall, & Jonasson, 1990; Bially & MacIsaac, 2000; Minchin, Lucy, & Sullivan, 2002; Zaiko, Daunys, & Olenin, 2008). Sucul ekosistemlere kerevit aşılması zebra midye ile mücadelede olası yöntemler arasındadır (Kutluyar, Aksu, & Aksu, 2013). Aban et al. (2017) tarafından Bolina körfezinde *Perna viridis* bireylerinin populasyon parametrelerini hesaplamak için yapılan çalışmada büyüme tipinin negatif allometri olduğunu ve b değerinin 2.30-2.71 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Balcıoğlu ve Gönülal (2017), Marmara Denizi'nin kıyasal alanlarından topladıkları kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) bireyleri üzerinde yaptıkları çalışmada uzunluk değerlerinin 8.28-3.28 cm, ağırlık değerlerinin ise 42.59-3.49 g arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Çangal, (1991) tarafından Karadeniz *Mytilus galloprovincialis* bireyleri üzerinde yapılan çalışmada, boy değerlerinin 26-41 mm arasında yoğunlaştığı, 4 istasyonda gerçekleştirilen çalışmada en yüksek b değerini 2.724 olarak bildirmiştir. Görüldüğü gibi Türkiye'de yapılan çalışmalar ağırlıklı olarak zebra midyelerin barajlarda yol açtığı ekonomik sorunlar ile ilgilidir. Sucul ekosistem ve balıklar üzerinde meydana getirdiği etkileri değerlendiren çalışmalar sınırlı sayıdadır. Fakat birçok araştırmacı zebra midyelerin, sucul ekosistem ve balıklar üzerindeki olumsuz etkilerini belirtmektedir. Danimarka'da bulunan Esrum Gölü'nde yapılan çalışmada, gölde yaşayan planktonların %18'lik bölümünün zebra midyeler tarafından tüketildiği ve bu durumun göldeki bazı balık türlerinde azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Hamburger et al., 1990). Zebra midyeler, sucul ekosistemlerde bentik yapıyı bozarak pelajik bölgedeki besin zincirini bozmakta ve biyoçeşitliliği azaltmaktadır (Mackie, 1991). Zebra midyeler ve istilacı türler, sucul ortamda bulunan diğer canlıların yaşam alanlarını kısıtlamaktadır (Bobat et al., 2002; Darrigran, 2002). Ülkemizin önemli balıkçılık kaynaklarına sahip olan Van ilinde zebra midyenin sucul ekosistemlere yayılması balıkçılık yönetimi açısından büyük sorunlara neden olacaktır. Bu nedenle, Sarımeşmet Barajı'nda görülen zebra midyelerin, bölgedeki sucul ekosistemler ve balık stokları üzerinde oluşturduğu muhtemel sorunlar değerlendirilerek önceden önlemlerin alınması gerekmektedir. Yapılan bu çalışmada Van il sınırları içerisinde bulunan Sarımeşmet Barajı'nda ilk kez görülen zebra midyelerin populasyon yapısı, bazı ekolojik ve biyolojik özellikleri incelenmiş, barajda neden olduğu sorunlar, ilerleyen süreçte bölge balıkçılığına etkileri ele alınmış ve alınması gerekli önlemler üzerinde durulmuştur.

2. Materyal ve Metod

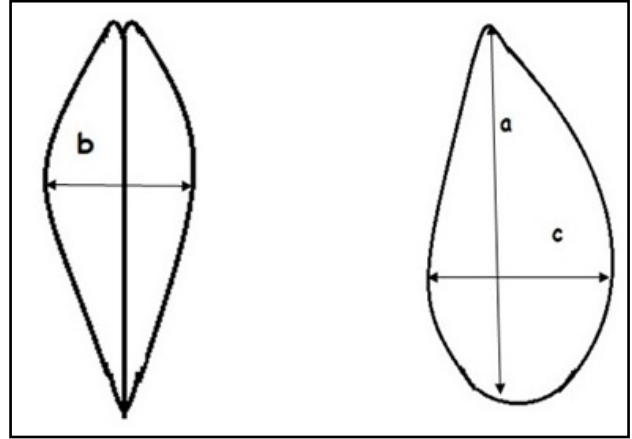
Bu çalışma 2018 Ekim-2019 Ekim tarihleri arasında Van ili Muradiye ilçesi sınırlarında, Karasu Çayı üzerine kurulu olan, Sarımeşmet Barajı ve Karasu Çayı'nın barajdan sonraki 4 km'lik bölümünde yürütülmüştür. Sarımeşmet Barajı Van il merkezine 60 km uzaklıkta, yaklaşık 10 km² yüzey alanına sahip, tarımsal sulama ve elektrik üretimi amacıyla 1991 yılında işletmeye açılmıştır (Şekil 1).

Barajda, Sazan (*Cyprinus carpio*), Siraz (*Capoeta kosswigi*), Çöpcü balığı (*Oxyaemacheilus ercisanus*), Dere inci kefalı (*Alburnus tarichi*) ve barajdaki yetiştiricilik çiftliğinden kaçan Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) bulunmaktadır. Çalışmada barajda 4 ayrı

istasyondan toplam 733 zebra midye örneği alınmıştır. Midyelerin boyları Çangal (1991)'a göre 0.05 mm hassasiyete sahip elektronik kumpas ile ölçülmüştür (Şekil 2). Ağırlıkları ise, 0.1 g hassasiyete sahip hassas terazi ile tartılmıştır. Midyelerin boy ve ağırlıkları arasındaki ilişki $W = a \cdot L^b$ eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır (Avşar, 2005). Eşitliğin kullanılması ile belirlenen R (korelasyon katsayısı) değeri ile midyelerin boy ve ağırlıkları arasındaki ilişki, "b" değeri ile göldeki midyelerin büyüme tipi tespit edilmiştir.



Şekil 1. Sarımeşmet Barajı ve örnekleme noktaları



Şekil 2. a) Boy b) Kalınlık c) Genişlik

Zebra midyenin, bölgedeki balıkçılık üzerinde oluşturduğu muhtemel etkilerde su kalitesi belirleyici olacaktır. Bu yüzden, diğer araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda (Claudi & Mackie, 1994; ZMIS, 2001) zebra için önemli su kalite kriterleri ve gelişimine uygun aralıklar belirlenerek her bir istasyonda aylık olarak sıcaklık (°C), pH, çözülmüş oksijen (ÇO) (mg/L) ve tuzluluk (‰) değerleri ölçülmüştür. Ayrıca, baraj bendinden sonra Karasu Çayı'nın 4 km'lik kısmının tabanı ve kenarları incelenerek zebra midyelerin barajdan aşağı kesimlere doğru yayılıp yayılmadığı incelenmiştir.

3. Sonuçlar

Çalışmada, 4 ayrı istasyondan 733 adet zebra midye toplanarak, midyelerin boy-ağırlıkları ölçülmüş baraj çevresindeki dağılım alanının büyüklüğü belirlenmiştir. Midyelere ilişkin boy ve ağırlık ölçümleri ile boy-ağırlık ilişkisini belirlemek amacıyla yapılan regrasyon analizi sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Örnekleme istasyonlarına göre sırasıyla ortalama boy değerleri 33.41±5.6 mm, 26.50±7.02 mm, 26.80±3.2 mm ve 19.95±1.25 mm olarak tespit edilmiştir. İstasyonlara göre ortalama ağırlık değerleri ise, sırasıyla 5.76±1.28 g, 3.71±1.88 g, 3.57±1.21 g ve 2.15±1.12 g olarak belirlenmiştir. Çalışmadaki en büyük boy ve ağırlık değeri 43.74 mm ve 9.85 g ile birinci

istasyonda ölçülmüştür. Yapılan regresyon analizi sonucu midyelerin boy ve ağırlıkları arasında üssel bir ilişki olduğu belirlenmiş ve elde edilen b değerleri incelendiğinde midyelerin negatif allometrik ($b < 3$) büyüme gösterdikleri tespit edilmiştir (Tablo 1). Sarımeşmet Barajı'nda görülen zebra midyelerin baraja nasıl ve ne zaman taşındığı ile ilgili, elde kesin bir bilgi bulunmamaktadır. Fakat gölde gökkuşuğu alabalığı yetiştiren işletmenin ağ temizlik kayıtlarına bakıldığında

son iki yıldır ağlarda zebra midye görülmeye başlandığı belirlenmiştir. Ayrıca barajda elektrik üretimi yapan santralin son on yıllık kayıtları incelendiğinde, santralin filtre ya da mekanik aksamalarında zebra midye kaynaklı bir sorun olmadığı, yalnızca 14.08.2019 tarihinde santrale ait akım gözlem istasyonu (AGİ) sensörünün zebra midyelerce kapatılmasına bağlı olarak arızalandığı belirlenmiştir.

Tablo 1. İstasyonlara göre boy-ağırlık değerleri ve regresyon analiz sonuçları.

İst.	Konum	Birey Sayısı	Boy-Ağırlık Değerleri			R ²	b	a
1	Enlem 38°47'39.95"K	180	Ort. (SD)	Boy (mm)		0.975	2.976	0.0003
	33.41±5.6		Maks.	Min.				
	Boylam 43°44'30.18"D		Ort. (SD)	Ağırlık (g)				
			5.76±1.28	Maks.	Min.			
2	Enlem 38°47'40.17"K	195	Ort. (SD)	Boy (mm)		0.966	2.971	0.0002
	26.50±7.02		Maks.	Min.				
	Boylam 43°46'0.24"D		Ort. (SD)	Ağırlık (g)				
			3.71±1.88	Maks.	Min.			
3	Enlem 38°48'45.89"K	175	Ort. (SD)	Boy (mm)		0.958	2.962	0.0002
	26.80±3.2		Maks.	Min.				
	Boylam 43°47'40.74"D		Ort. (SD)	Ağırlık (g)				
			3.57±1.21	Maks.	Min.			
4	Enlem 38°48'27.71"K	183	Ort. (SD)	Boy (mm)		0.963	2.963	0.0002
	19.95±1.25		Maks.	Min.				
	Boylam 43°51'15.77"D		Ort. (SD)	Ağırlık (g)				
			2.15±1.12	Maks.	Min.			

Alanda yapılan incelemede, barajın bent alanına yakın kısımlarında midyelerin yoğun olarak kümeleştiği, yukarı kısımlara doğru ise yoğunluğun azaldığı gözlemlenmiştir. Midyelerin özellikle, barajda bulunan plastik şişelerin, kumların ve kayaların üzerinde koloniler oluşturduğu belirlenmiştir (Şekil 3-4).

Zebra midyelerin yumurtaları plankton gibi suda serbest olarak yüzerek, akıntılar yoluyla sucul ekosistemlerde yayılmaktadırlar. Barajın her tarafına yayılmış olan zebra midyelerin, baraj bendinden akarsuyun aşağı taraflarına doğru yayılımının olup olmadığını belirlemek amacıyla akarsuyun 4 km'lik kısmının, taban ve kıyı kesimleri incelenmiştir. Yapılan incelemede baraj bendinden itibaren akarsuyun 4 km'lik bölümünde zebra midyeye rastlanmamıştır.

İstasyonlarda yapılan ölçümler ile elde edilen sıcaklık ve pH değerleri Tablo 2, çözünmüş oksijen ve tuzluluk değerleri ise Tablo 3'de verilmiştir.

İstasyonlarda ölçülen en yüksek sıcaklık değeri 19.5 °C ile Temmuz ayında 1. istasyonda, en düşük sıcaklık ise 1.4 °C ile Ocak ayında 4. istasyonda ölçülmüştür. İstasyonlara göre ortalama sıcaklık değerleri sırasıyla, 11.35±6.5 °C, 11.40±6.3 °C, 10.69±6.3 °C ve 10.43±6.2 °C olarak belirlenmiştir. Çalışmada pH değerinin 8.5 ile 8.1 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. İstasyonlardaki ortalama pH değerinin tüm istasyonlarda 8.2±0.1 olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada, istasyonlardaki tuzluluk değerlerinin ‰0.39 ile ‰0.21 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. İstasyonlara göre ortalama tuzluluk değeri en yüksek

‰0.28±0.05 ile birinci istasyonda ölçülmüştür. Diğer istasyonlardaki ortalama tuzluluk ‰0.27±0.04 olarak belirlenmiştir. İstasyonlardaki çözünmüş oksijen değeri en yüksek 11.45 mg/L ile 4. istasyonda, en düşük 6.44 mg/L ile birinci istasyonda ölçülmüştür. İstasyonlara göre ortalama çözünmüş oksijen değerlerinin 9.81±1.01 mg/L ile 7.97±0.77 aralığında değiştiği tespit edilmiştir.



Şekil 3. Üzeri zebra midyelerce kaplanmış plastik şişeler



Şekil 4. Kumlar ve kayaların üzerinde koloni oluşturmuş zebra midyeler

Tablo 2. İstasyonlardaki sıcaklık (°C) ve pH değerleri.

Aylar 2018 / 2019 Ekim	Parametreler							
	Sıcaklık (°C)				pH			
	1. İst.	2. İst.	3. İst.	4. İst.	1. İst.	2. İst.	3. İst.	4. İst.
Ekim	8	8.1	7.9	7.5	8.1	8.2	8.3	8.2
Kasım	7.3	7.2	6.9	7.2	8.2	8.2	8.1	8.4
Aralık	3.1	3.3	2.5	2.6	8.4	8.1	8.2	8.5
Ocak	2.2	2.5	2.1	1.4	8.3	8.4	8.4	8.4
Şubat	3.3	3.5	2.8	2.7	8.1	8.5	8.3	8.4
Mart	10.4	10.5	9.6	9.4	8.2	8.4	8.1	8.1
Nisan	16.4	16.8	15.6	15.8	8.1	8.4	8.2	8.2
Mayıs	17.5	17.0	17.3	17.1	8.4	8.1	8.1	8.1
Haziran	17.6	17.9	17.1	17.2	8.5	8.2	8.1	8.4
Temmuz	19.4	18.5	18.1	17.1	8.4	8.1	8.2	8.4
Ağustos	18.5	18.6	17.9	17.1	8.4	8.4	8.4	8.5
Eylül	12.5	12.3	10.5	10.1	8.1	8.5	8.3	8.4
Ort. (±)	11.35±6.5	11.40±6.3	10.69±6.3	10.43±6.2	8.2±0.1	8.2±0.1	8.2±0.1	8.2±0.1

Tablo 3. İstasyonlardaki tuzluluk (‰) ve çözülmüş oksijen (mg/L) değerleri.

Aylar 2018 / 2019 Ekim	Parametreler							
	Tuzluluk (‰)				Çözülmüş oksijen (mg/L)			
	1. İst.	2. İst.	3. İst.	4. İst.	1. İst.	2. İst.	3. İst.	4. İst.
Ekim	0.22	0.24	0.21	0.25	6.75	7.28	7.81	8.58
Kasım	0.24	0.22	0.23	0.21	6.44	8.70	8.98	9.32
Aralık	0.20	0.28	0.29	0.27	8.55	8.32	8.32	10.12
Ocak	0.25	0.21	0.25	0.26	9.12	7.55	8.58	11.35
Şubat	0.22	0.23	0.22	0.24	8.90	7.58	9.52	10.48
Mart	0.28	0.29	0.25	0.29	8.12	7.44	8.95	11.45
Nisan	0.30	0.25	0.27	0.25	7.95	8.42	8.32	10.25
Mayıs	0.35	0.32	0.32	0.33	7.98	8.25	8.93	10.25
Haziran	0.33	0.31	0.31	0.30	7.94	7.34	7.88	9.15
Temmuz	0.30	0.35	0.35	0.36	8.12	8.99	8.94	9.18
Ağustos	0.39	0.34	0.33	0.31	8.15	8.56	7.22	9.55
Eylül	0.33	0.29	0.24	0.22	7.64	7.55	8.35	8.14
Ort. (±)	0.28±0.05	0.27±0.04	0.27±0.04	0.27±0.04	7.97±0.77	7.99±0.60	8.48±0.63	9.81±1.01

4. Tartışma

Sarimehmet Baraj Gölü'nde tespit edilen istilacı zebra midye havzada ilk kayıttır. İstasyonlardan hesaplanan ortalama boy ve ağırlık değerlerinin 1. istasyondan barajın yukarı bölümünde olan 4. istasyona doğru azaldığı görülmektedir. Yaz aylarında suların azalması, barajdaki suyun sulama ve elektrik üretimi için kullanılmasına bağlı olarak 2-3 ve 4. istasyonlar karada kalmaktadırlar. Bu yüzden bu alanlardaki midyelerin fazla gelişmediği ve boylarının daha küçük kalmasından dolayı 1. istasyondan 4. istasyona doğru ortalama boy değerlerinin azaldığı düşünülmektedir. Çalışmada, maksimum ortalama boy ve ağırlık değerleri 33.41±5.6 mm ile 5.76± 1.28 g olarak hesaplanmıştır. Balcioğlu ve Gönülal (2017), tarafından Marmara Denizi'nde yapılan benzer çalışmada bu değerler 51.90±0.98 mm ve 12.12±7.62 g olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerin çalışmamızda elde edilen değerlerden fazla olduğu görülmektedir. Zebra midyeler için 18-20 °C su sıcaklığı en ideal büyüme sıcaklığıdır (ZMIS, 2001). Sarimehmet Barajı 1920 m rakımda ve su sıcaklığının maksimum 19.4 °C'ye ulaştığı, kış aylarının sert ve uzun geçtiği bir coğrafyada bulunmaktadır. Bu durum dikkate alındığında Marmara Denizi midyelerinin gelişmesi daha ideal ortam sunmaktadır. Bu yüzden çalışmamızda elde edilen boy ve ağırlık değerlerinin daha küçük çıkması beklenen bir durumdur. Regrasyon analizinden elde

edilen "b" değerinin 2.976 ile 2.962 arasında değiştiği görülmektedir. Elde edilen bu değer diğer çalışmalardan elde edilen "b" değerleri ile karşılaştırıldığında benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir (Aban et al., 2017; Balcioğlu & Gönülal, 2017). Regrasyon analizinden elde edilen ve ortamın beslilik derecesinin bir göstergesi olan "a" değeri Karadeniz ve Marmara Denizi'nde yapılan çalışmalar ile kıyaslandığında bizim çalışmamızda elde edilen değerler daha düşük olduğu görülmektedir (Aban et al., 2017; Balcioğlu & Gönülal, 2017; Çangal, 1991). Zebra midyeler ortamda bulunan suyu filtre ederek su içerisindeki besin maddeleri ile beslenmektedirler. Çalışmamızda elde edilen "a" değerinin diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında düşük çıkmasının, Karadeniz ve Marmara Denizinin besin çeşidi ve bolluğunun Sarimehmet Barajından daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Van Gölü havzası kapalı bir havzadır, havzada bulunan göller ve akarsuların havza dışındaki hiç bir su kaynağı ile bağlantısı yoktur, bu nedenle zebra midyeler Sarimehmet Barajı'na insan eliyle taşınmıştır. Zebra midyelerin, Sarimehmet Barajına nasıl ve ne zaman taşındığına ilişkin kesin bir bilgi bulunmamaktadır. Sucul ekosistemler için büyük sorunlar oluşturan istilacı türlerin yayılmasında kültür balıkçılığında gerçekleştirilen balıkların başka bir su kaynağına taşınması işlemleri *Dreissena polymorpha* ve *Corbicula fluminea* türü midyelerin taşınmasında taşıyıcı

görevi görür (Schall, 2019). Atatürk ve Birecik Barajı ve HES'lerinde midye sorunları oluşması üzerine, midyelerin Atatürk Baraj Gölüne su sporları amacıyla getirilen tekneler aracılığıyla bulaşmış olabileceği düşünülmüştür (Bobat et al., 2002). Zebra midyenin Kuzey Amerika'nın tatlı su ekosistemine girişinin, bir transatlantiğin balast suyu aracılığıyla olduğu tahmin edilmektedir (Bobat, Hengirmen, & Zapletal, 2004). Ayrıca, midyelerin su dışında nemli ortamlarda uzun süre hayatta kalabildikleri bilinmektedir (Bobat et al., 2002; Bobat et al., 2004; DSİ, 2005). Yukarıdaki bilgiler ve midyelerin yayılım yolları dikkate alındığında, Sarıme Mehmet Barajı'nda kafeslerde Gökkuşluğu alabalığı üretimi yapan tesisin yakın illerden yavru balık ve kullanılmış malzeme olarak barajda kullanması, resmi kurumlar tarafından diğer illerden getirilen sazan yavrularının baraja aşılması, barajda amatör balıkçılık yapan kişilerin yakın illerde kullandığı av araçlarını barajda kullanması, zebra midyenin baraja taşınmasında olası ihtimaller olarak düşünülmektedir. Zebra midyelerin gelişmesine en uygun su kalite değerleri; sıcaklık 18-20 °C, pH>8, ÇO₂>8 ve tuzluluk %0-1 aralığında bildirilmiştir (Claudi & Mackie, 1994; DSİ, 2012). Bu değerler dikkate alındığında Sarıme Mehmet Barajı'ndaki çözünmüş oksijen ve pH değerlerinin zebra midyenin gelişmesi için uygun olduğu görülmektedir. Barajda ölçülen sıcaklık ve tuzluluk değerleri midyelerin ideal gelişme kriterlerine sahip olmasa da hayatta kalmalarını engelleyecek sınırların dışında olmadıkları görülmektedir. Zebra midyelerin barajın her tarafına yayılmış olmaları ortama uyum sağladıklarının en belirgin göstergesidir. Dişi zebra midyeler, bir defada 40000 adet yumurta bırakabilir ve hayatı boyunca bıraktığı yumurta sayısı 1 milyona ulaşabilir. Yumurtaların kuluçka süresi 3-5 gün olup yumurtadan çıkan larvalar 1 aya kadar akıntılar yoluyla suda özgürce yüzerler. Bu dönem planktonik dönem olarak da adlandırılır (Bobat et al., 2002). Bu yüzden, şu an için sadece barajın içinde görülen zebra midyelerin akıntı yoluyla barajın aşağı kesimlerine doğru yayılarak Van Gölü'ne kadar ulaşacağı düşünülmektedir. Balıkçılık yönetimi açısından bölge balıkçılığı üzerine etkileri göz önüne alındığında öncelikle Karasu Çayı ve Van Gölü'ne dökülen diğer akarsular, gölde yaşayan ve Nisan-Temmuz ayları arasında üremek için gölden akarsulara üreme göçü gerçekleştiren inci kefallerin üreme habitatlarını oluşturmaktadır. İnci kefalleri Van Gölü'ne dökülen derelerin taşlık ve kumluk olan taban ve kıyı kesimlerine yumurtalarını bırakmaktadır. Bu alanların zebra midyeler tarafından işgal edilmesi inci kefali üreme göçü için büyük bir sorun oluşturacaktır. Bu yüzden, alınacak tedbirler ile zebra midyenin Sarıme Mehmet Barajı'ndan diğer akarsu ve göllere taşınmasının engellenmesi gerekmektedir. Van Gölü su kalitesi bakımından ekstrem özelliklerde olan bir göldür. Göldeki tuzluluk %19, pH 9.5'tir (Sari, 2008). ZMIS (2001), tarafından zebra midyelerin tuzluluğu %3'den fazla olan ortamlarda sorun oluşturma ihtimalinin çok düşük olduğu bildirilmiştir. Bu yüzden tuzluluğu %19 olan Van Gölü'nde Zebra midyelerin yaşama ihtimalinin az olduğu düşünülmektedir. Ricciardi, Neves, ve Rasmussen (1998) tarafından zebra midyenin Amerika'daki büyük göller bölgesine girmesinden sonra göllerdeki tatlı su midyelerinin %12'sinin yok olduğu ve zebra midyelerin suyu aktif filtre etme kabiliyetleri nedeniyle sucül ekosistemlerdeki biyoçeşitliliğin azalması yönünde büyük bir tehdit oluşturduklarını bildirmişlerdir. Diğer midyeleri yok ettiği bilinen zebra midyelerden Karasu Çayı'nda bulunan tatlı su midyelerinin olumsuz etkilenenliği

düşünülmektedir. Sucül ekosistemlerdeki besin ilişkileri karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu nedenle besin zincirinde meydana gelecek olan bozulmaların ekosistem genelinde nasıl bir etki oluşturacağını kesin olarak tahmin etmek zordur. Yetişkin zebra midye bireyleri bir günde bir litre suyu süzmekte ve ortamdaki plankton yoğunluğunu azaltmaktadır. Bu durum sucül ekosistemdeki trofik düzeyler arasındaki ilişkinin bozulmasına neden olmaktadır (Karatayev & Burlakova, 1995). Bu yüzden, besin pramidinin temelini oluşturan planktonlar üzerinde baskı oluşturan zebra midyelerin, Sarıme Mehmet Barajı ve Karasu Çayı'ndaki canlılar arasındaki trofik ilişkileri olumsuz etkileyeceği düşünülmektedir. Zebra midyelerin zararlarının yanı sıra, balıkçılık açısından bazı yararlarının da olduğu bildirilmiştir. Molloy, Karatayev, Burlakova, Kurandino ve Laruelle, (1997) tarafından sazan balıklarının (*Cyprinus carpio*) zebra midyeler ile beslendiği bildirilmiştir. Karasu Çayı ve Sarıme Mehmet Barajı'nda yaşayan diğer balık türleri ile ilgili zebra midyeler üzerinden beslenmelerine ilişkin bir kayıt bulunmamaktadır. Bu yüzden, zebra midyelerin Sarıme Mehmet Barajı'nda bulunan sazan popülasyonunu için yeni bir besin kaynağı olacağı düşünülmektedir. Paolucci, Thuesen, Cataldo, ve Boltovskoy (2010) tarafından midye yumurtalarının balık larvaları için avlanması kolay, enerjisi yüksek besinler olduğu ve bu durumun larvaların büyümesini hızlandırdığı bildirilmiştir. Yukarıdaki bilgiler ışığında zebra midyelerin sucül ekosistemlerdeki balıkçılığa zararları ve faydaları olduğu görülmektedir. Zebra midye varlığını Van ili balıkçılığı açısından düşündüğümüzde öncelikli olarak Karasu Çayı ve bulaşması muhtemel diğer derelerde inci kefali üreme habitatlarını işgal edecektir. Van Gölü inci kefali stokunun sürdürülebilirliği derelere yapılan üreme göçünün başarısına bağlıdır. Bu alanların midyeler tarafından istila edilmesi üreme göçü başarısını düşürecektir. İnci kefali ülkemizde avcılık yolu ile elde edilen iç su balıkları üretimimizin her yıl yaklaşık 1/3'lük bölümünü karşılamakta ve bölgede 14000 insanın geçim kaynağını oluşturmaktadır. Bu yüzden inci kefali üreme habitatlarını tehdit eden zebra midyelerin başka derelere yayılmasının önüne geçilmesi Van Gölü inci kefali stoku için yararlı olacaktır. Sarıme Mehmet Barajı Gölü'nün her türlü avcılığa kapatılmasında, ağ kafeslerde gökkuşluğu balığı üretimi yapan işletmedeki malzemelerin ve balıkların ildeki başka su kaynaklarına taşınmasının engellenmesi midyelerin yayılmasını önleme açısından yararlı olacaktır düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Aban, S.M., Argente, F.T., Raguindin, R.S., Garcia, A.C., Ibarra, C.E., & Vera, R.B.D. (2017). Length-Weight Relationships of the Asian Green Mussel, *Perna viridis* (Linnaeus 1758) (Bivalvia: Mytilidae) Population in Bolinao Bay, Pangasinan, Northern Philippines. *PSU Journal of Natural and Allied Science*, 1(1), 6-7.
- Aksu, S., & Yıldız, D. (2017). Dünyada ve Türkiye'de HES'lerde ve Su İletim Sistemlerindeki Zebra Midye Sorunu. *World Water Diplomacy & Science News*, 2017(1), 1-4.
- Aksu, S., Baran, E.A., Çevlik, H., Erşan, H., Üstündağ, S., Şahin, İ.M., İpek, S., & Ağan, Y. (2007). Kapalı Sulama Sistemlerinde Zebra Midye İle Savaşım Yöntemlerinden Mekaniksel Süzme Deneme Raporu (Rapor No: 2007-1). Ankara, Türkiye, DSİ Genel Müdürlüğü Yayınları, 3 pp.
- Altınayar, G., Ertem, B., & Aydoğan, F. (2001). Hidroelektrik Santraller ve Su Arıtma Tesislerinde Sorun Yaratan Zebra Midye (*Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771))'nin Yaşamı ve Savaşımı. *DSİ Teknik Bülteni*, 98, 33-39.
- Avşar, D. (2005). Balıkçılık Biyolojisi ve Popülasyon Dinamiği. Adana, Türkiye, Nobel Kitapevi, 332 pp.
- Balcioglu, E.B., & Gönülal, O. (2017). Marmara Denizi'nin Farklı Bölgelerinden Toplanan Midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*,

- Lamarck,1819) Biyometrisi Üzerine Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 397-400.
- Berber, S., Ateş, A.S., & Acar, S. (2018). Zebra Midyesinin (*Dreissena polymorpha*'nın (Pallas, 1771)) Türkiye'nin Bazı Su Kaynaklarında Yaşayan Dar Kıskaçlı Kerevitler Üzerinde İlk Olarak Gözlenmesi. *Su Ürünleri Dergisi*, 35(1), 55-61.
- Bially, A., & MacIsaac, H.J. (2000). Fouling mussels (*Dreissena* spp.) colonize soft Sediments in Lake Erie and Facilitate Benthic invertebrates. *Freshwater Biology*, 43(1), 85-97.
- Bobat, A., Hengirme M.O., & Zapletal, W. (2002). Zebra Mussel Research Project in Birecik Hydro Power Plant Final Report (Report No. 2002-1). Ankara, Turkey, General Directorate of State Hydraulic Works Press., 133 pp.
- Bobat, A., Hengirmen, M.O., & Zapletal, W. (2004). Zebra Mussel and Fouling Problems in the Euphrates Basin. *Turkish Journal of Zoology*, 28(2), 161-177.
- Claudi, R., & Mackie, G.L. (1994). Practical Manual for Zebra Mussel Monitoring and Control. Florida, U.S., CRC Press., 221 pp.
- Çangal, H. (1991). Trabzon sahil şeridindeki midyelerde *Mytillus galloprovincialis* Lam. Büyüme, gelişme özellikleri ve kondisyon değişimleri üzerine bir araştırma (Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Darrigran, G. (2002). Potential Impact of Filter-Feeding Invaders on Temperate Inland Freshwater Environments. *Biological Invasions*, 4(1-2), 145-156.
- DSİ (2005). Hidroelektrik Santrallarda Sorun Yaratan Zebra Midye Araştırmaları Raporu (Rapor No: 2005-1). Ankara, Türkiye, DSİ Genel Müdürlüğü Yayınları., 128 pp.
- DSİ, (2012). Zebra Midye İle Mücadelede Filtrasyon ve Boya Denemeleri Sonuç Raporu (Rapor No: 2011-1). Ankara, Türkiye, DSİ Genel Müdürlüğü Yayınları., 49 pp.
- Gaygusuz, Ö., Gaygusuz Ç.G., Tarkan, A.S., Acıpinar, H., & Türer, Z. (2007). Preference of Zebra Mussel, *Dreissena polymorpha* in the Diet and Effect on Growth of Gobiids: A Comparative Study Between Two Different Ecosystems. *Ekoloji*, 65, 1-6.
- Hamburger, K., Dall, P.C., & Jonasson, P.M. (1990). The role of *Dreissena polymorpha* Pallas (Mollusca) in the Energy Budget of Lake Esrom, Denmark. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 24(1),621-625.
- Karatayev A.Y., & Burlakova L.E. (1995). The Role of *Dreissena* in Lake Ecosystems. *Russian Journal of Ecology*, 26, 207-211.
- Kutluyar, F., Aksu, Ö., & Aksu, Ö. (2013). Kerevitlerin beslenmesinde (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) alternatif besin olarak Zebra midyesinin (*Dreissena polymorpha* Pallas, 1771) Kullanılması. *Bilim ve Gençlik Dergisi*, 1(2), 63-70.
- Mackie, G.L. (1991). Biology of the exotic zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, in relation to native bivalves and its potential impact in Lake St. Clair. *Hydrobiologia*, 219(1), 251-268.
- Minchin, D., Lucy, F., & Sullivan, M. (2002). Zebra mussel: Impacts and spread. In: Leppäkoski, E., Gollasch, S. & Olenin, S. (Eds), *Invasive Aquatic Species of Europe. Distribution, Impacts and Management* (pp 135-146). Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Press., 146 pp.
- Molloy, D.P., Karatayev, A.Y., Burlakova, L.E., Kurandino, D.P., & Laruelle, F. (1997). Natural Enemies of Zebra Mussels: Predators, Parasites, and Ecological Competitors. *Reviews in Fisheries Science*, 5(1), 27-97.
- Paolucci, E.M., Thuesen, E.V., Cataldo, D.H., & Boltovskoy, D. (2010). Veligers of An Introduced Bivalve, *Limnoperna fortunei*, are A New Food Resource that Enhances Growth of Larval Fish in the Parana River (South America). *Freshwater Biology*, 55, 1831-1844.
- Ricciardi, A., Neves, R.J. & Rasmussen, J.B., (1998). Impending Extinctions of North American Freshwater Mussels (Unionoida) Following the Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) Invasion, *Journal of Animal Ecology*, 67(4), 613–619.
- Sari, M. (2008). Threatened Fishes of the World: *Chalcalburnus tarichi* (Pallas 1811) (Cyprinidae) Living in the Highly Alkaline Lake Van, Turkey. *Environmental biology of fishes*, 81(1), 21-23.
- Schall, B.J. (2019). Evaluation of Portable Water Filtration Systems to Reduce the Transport Risk of Zebra Mussels and Asian Clams during Fish Spawning and Trap-and-Transfer Operations. *North American Journal of Aquaculture*, 81(3), 253-257.
- Yarsan, E., Bilgili, A., & Türel, İ. (2000). Heavy Metal Levels in Mussels (*Unio stevenianus krynicki*) obtained from Van Lake. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24(1), 93-96.
- Yıldırım, M.Z., Kara, D., & Becer, Z.A. (1996). Eğirdir Gölü Sudak Balıklarında (*Stizostedion lucioperca* L. 1758) Tespit Edilen *Bucephalus polymorphus* Baer, 1827 (Trematoidea: Gasterostomata) Üzerinde Araştırmalar. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 20(1), 105-112.
- Zaiko, A., Daunys, D., & Olenin, S. (2008). Habitat Engineering by the Invasive Zebra Mussel *Dreissena polymorpha* (Pallas) in a Boreal Coastal Lagoon: Impact on Biodiversity. *Helgoland Marine Research*, 63(1), 85-94.
- ZMIS, (2001). Zebra Mussel Information System. Retrieved from: <http://https://www.erdc.usace.army.mil/>