

e-ISSN: 2618-6551



**Volume 06**

**Issue 01**

**June 2023**

**Mediterranean Fisheries  
& Aquaculture Research**

**MedFAR**

<https://dergipark.org.tr/medfar>



**Mersin Üniversitesi**  
**Mediterranean Fisheries and Aquaculture**  
**Research (MedFAR)**

e-ISSN: 2618-6551

---

**Volume/Cilt 06**

**Issue/Sayı 01 (2023)**

**June/Haziran**

---

Articles Published in MedFAR are Licensed under Creative Common Licence



<https://dergipark.org.tr/medfar>



**Mersin University**  
**Mediterranean Fisheries and Aquaculture**  
**Research (MedFAR)**

e-ISSN: 2618-6551

## Journal Boards

### Editor in Chief

**Prof. Dr. Mehmet Tahir ALP**

Mersin University, Faculty of Fisheries (Türkiye)

### Editors

**Instructor Dr. Özgür ÖZBAY**

Mersin University, Faculty of Fisheries (Türkiye)

**Instructor Dr. İsmail AKÇAY**

Mersin University, Faculty of Fisheries (Türkiye)

**Res. Assist. Gülsemin ŞEN AĞILKAYA**

Mersin University, Faculty of Fisheries (Türkiye)

**Res. Assist. Cengiz KORKMAZ**

Mersin University, Faculty of Fisheries (Türkiye)

### Section Editor

**Prof. Dr. Özcan AY**

Mersin University, Faculty of Fisheries (Türkiye)

Biology

**Prof. Dr. Ferbal ÖZKAN YILMAZ**

Mersin University, Faculty of Fisheries (Türkiye)

Biology, Basic Sciences

**Prof. Dr. Hüseyin ÖZBİLGİN**

Mersin University, Faculty of Fisheries (Türkiye)

Fisheries

**Prof. Dr. Fatih ÖĞRETMEN**

Mersin University, Faculty of Fisheries (Türkiye)

Agriculture Science

**Prof. Dr. Selmin ÖZER**

Mersin University, Faculty of Fisheries (Türkiye)

Fisheries

**Prof. Dr. M. Tolga DİNÇER**

Ege University, (Türkiye)

Processing Technology

**Prof. Dr. Mohamed Salah ROMDHANE**

National Agronomic Institute (Tunisia)

Ecologie marine, aquaculture

**Dr. Pablo SANCHEZ-JEREZ**

University of Alicante , Department of Marine

Science and Applied Biology. (Spain)

Environmental Sciences and Engineering

# Editorial Advisory Board

Prof. Dr. Vahdet ÜNAL  
Ege University,  
Faculty of Fisheries (Türkiye)

Prof. Dr. Ercüment GENÇ  
Ankara University,  
Department of Fisheries and  
Aquaculture Engineering (Türkiye)

Prof. Dr. Mustafa YILDIZ  
Istanbul University  
Faculty of Aquatic Sciences (Türkiye)

Dr. Fabio MASSA  
Senior Expert on Aquaculture (Italy)

Prof. Dr. Catherine MARIJOULS  
AgroParisTech, UMR SAD-APT,  
Université Paris-Saclay (France)

Prof. Dr. Gökhan GÖKÇE  
Çukurova University,  
Faculty of Fisheries (Türkiye)

Prof. Dr. Oya IŞIK  
Çukurova University,  
Faculty of Fisheries (Türkiye)

Prof. İoannis KARAKASSİS  
University of Crete,  
Biology Department (Greece)

Prof. Dr. Yusuf BOZKURT  
Iskenderun Technical University  
Faculty of Marine Sciences and  
Technology (Türkiye)

Prof. Dr. Arzu ÖZLÜER HUNT  
Mersin University,  
Faculty of Fisheries (Türkiye)

Prof. Dr. Levent BAT  
Sinop University,  
Faculty of Fisheries (Türkiye)

Prof. Dr. Özcan AY  
Mersin University,  
Faculty of Fisheries (Türkiye)

Prof. Dr. Hüseyin ÖZBİLGİN  
Mersin University,  
Faculty of Fisheries (Türkiye)

Asst. Prof. Dr. John A. THEODOROU  
University of Patras,  
Department of Animal Production,  
Fisheries & Aquaculture (Greece)

Asst. Prof. Dr. Jure BRČIĆ  
University of Split,  
Department of Marine Studies, (Croatia)

Prof. Dr. Fatih ÖĞRETMEN  
Mersin University,  
Faculty of Fisheries (Türkiye)

Prof. Dr. Selmin ÖZER  
Mersin University,  
Faculty of Fisheries (Türkiye)

Prof. Dr. Ferbal ÖZKAN YILMAZ  
Mersin University,  
Faculty of Fisheries (Türkiye)

Post Graduate Davide FEZZARDI  
General Fisheries Commission  
for the Mediterranean (GFCM)  
of the Food and Agriculture  
Organization of the United  
Nations (FAO) (Italy)

Specialist Houssam HAMZA  
Ministry of Agriculture, (Tunisia)

Asst. Prof. Dr. Ekin AKOĞLU  
Middle East Technical University,  
Institute of Marine Sciences (Türkiye)





**Mersin University**  
**Mediterranean Fisheries and Aquaculture**  
**Research (MedFAR)**

e-ISSN: 2618-6551

**TABLE OF CONTENTS**

**RESEARCH ARTICLES**

**Fattening of Mangrove Crab *Scylla serrata* Fed with Two Different Diets (Stingray and Trash Fish)**

Enraida Imbuk, Suada Indanan, Satra Sailadjan, Keriman Yürüten Özdemir, Jurmin Sari 1 - 9

**Yabancı Tür *Trachemys scripta elegans* (Wied-Neuwied, 1839)'ın Mersin-Anamur Tatlısu Sistemlerinde Dağılım Durumu ile Morfometrik Özelliklerinin Belirlenmesi**

Mehmet Ali Eldeleklioğlu, Nuray Çiftçi, Deniz Ayas 10-25

**Biochemical and Antimicrobial Properties of *Alburnus tarichi* Roe Protein Hydrolysate**

Mehmet Berköz, Oruç Yunusoğlu, Ferbal Özkan-Yılmaz, Arzu Özlüer-Hunt, Serap Yalın, Ömer Türkmen 26-36

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Received: 17 Sep. 2022 | Accepted: 03 Jan. 2023

**Fattening of Mangrove Crab *Scylla serrata* Fed with Two Different Diets (Stingray and Trash Fish)**

Enraida S. Imbuk<sup>1,4\*</sup> , Suada L. Indanan<sup>1</sup> , Satra J. Sailadjan<sup>1</sup> ,  
Keriman Yürüten Özdemir<sup>2</sup> , Jurmin H. Sarri<sup>3,4</sup> 

<sup>1</sup>Mindanao State University-Sulu, College of Fisheries, Patikul Site 7400 Sulu, Philippines

<sup>2</sup>Kastamonu University, Faculty of Fisheries, 37200 Kastamonu, Türkiye

<sup>3</sup>Mindanao State University-Tawi-Tawi College of Technology and Oceanography, College of Fisheries, Sanga-Sanga, Bongao, 7500 Tawi-Tawi, Philippines

<sup>4</sup>Kastamonu University, Institute of Science, Department of Aquaculture, 37200 Kastamonu, Türkiye

\*Corresponding author e-mail: imbukenraida@gmail.com

**ABSTRACT**

Fattening of mangrove crab *S. serrata* has been practiced in the Philippines and is considered ecologically sustainable. Trash fish is one of the best natural foods for fattening crab cultures. Meanwhile, stingray also contains plentiful proteins; however, they are not economically valuable in the southern Philippines, causing them to be discarded by most people owing to their unpleasant taste. Considering this, this study aimed to determine the effects of two different diets on mangrove crab fattening using modified plastic cages in mangroves. The experiment was conducted at Sitio Sindang, Indanan, Sulu, Philippines, for 30 days fattening period. Adult crabs (n=12) weighing 100 to 110 grams were reared in modified plastic cages measuring 17 cm x 24.5 cm x 6 cm. Plastic cages were partitioned into six compartments; each contained one crab. Two types of experimental feed, namely: stingray (*Taeniura* sp.) (chopped stingray) as Treatment 1 and trash fish (*Sardinella* sp.) (entrails of fish and chopped trash fish) as Treatment 2, were given to the experimental crabs. The amount of feed given to the crab was calculated based on the 10% body weight. The result showed that the use of stingrays as a source of feed was significantly higher ( $p>0.05$ ) in the weight of mangrove crabs during the early ten days; however, the superiority disappeared after 30 days. Both treatments did not significantly ( $p<0.05$ ) affect the survival performance of mangrove crabs. In addition, the specific growth rate of Treatment 1 ( $0.25 \pm 0.20\% \text{ day}^{-1}$ ) was significantly different than Treatment 2 ( $-0.70 \pm 0.27\% \text{ day}^{-1}$ ) after 30 days. During the experiment, some uncontrollable factors, such as cheliped disintegration, were encountered that may have influenced the outcome, which reduced crab weight. Thus, this study suggests that stingrays might be useful as a source of food for the fattening of mangrove crab *S. serrata*. However, future studies are needed to validate the study's results.

**KEYWORDS:** Fattening, mangrove crab, modified plastic cage, *Scylla serrata*

**How to cite this article:** Imbuk, E. S., Indanan, S.L., Sailadjan, S.J., Yürüten Özdemir, K., Sarri, J.H. (2023) Fattening of Mangrove Crab *Scylla serrata* Fed with Two Different Diets (Stingray and Trash Fish). *MedFAR.*, 6(1):1-9

## 1. Introduction

The fattening mangrove crab has been practiced in Southeast Asia for a long time, and it is considered to be ecologically sustainable (Mirera, 2011). This method has been established by the private sector primarily to meet the demands of the domestic and foreign markets by culturing marketable crabs in a short period (Samarasinghe et al., 1991). In some private sectors, crabs are fattened for 15 to 20 days for consumers to enjoy the meat of large male pincers and the bright red roe of gravid females (Triño and Rodriguez, 2001). In recent years, the mangrove crab *S. serrata* has been considered one of the most promising aquaculture species due to its rapid growth (Rodriguez et al., 2007; Ye et al., 2011; Meng et al., 2017; Wan Yusof et al., 2019). However, in the domestic market, mangrove crabs (*S. serrata*) command a relatively low price as they are harvested even in underweight size, which contributes to the low demand and rejection in the export market (Triño and Rodriguez, 2001). In the early 2000s, mangrove crabs were cultured in pots, bamboo, and cages as part of an experimental program (Khatun, 2007). In shallow lagoons of Bangladesh and coastal waters of India, bamboo cages and pens are used, as well as galvanized wire netting and polyethylene netting for mangrove crab fattening (Cholik and Hanafi, 1991). In the Philippines, fattening crabs in bamboo and net cages and pens has become a means of providing an alternative livelihood for fishers (Kuntiyo, 1992; Triño and Rodrigues, 2002). In aquaculture, mangrove crab species, such as *S. serrata*, *S. ozeunica*, *S. transquebarica*, and *S. paramamosai*, are edible and commercially produced both in the wild and in cultivation (Susanto et al., 2015). The majority of their commercial production is sent live to market, making them one of the world's most valuable crab species (Shelley and Lovatelli, 2011). The majority of the early mud crab, also known as mangrove crab farming, demonstrations were conducted in Asia and

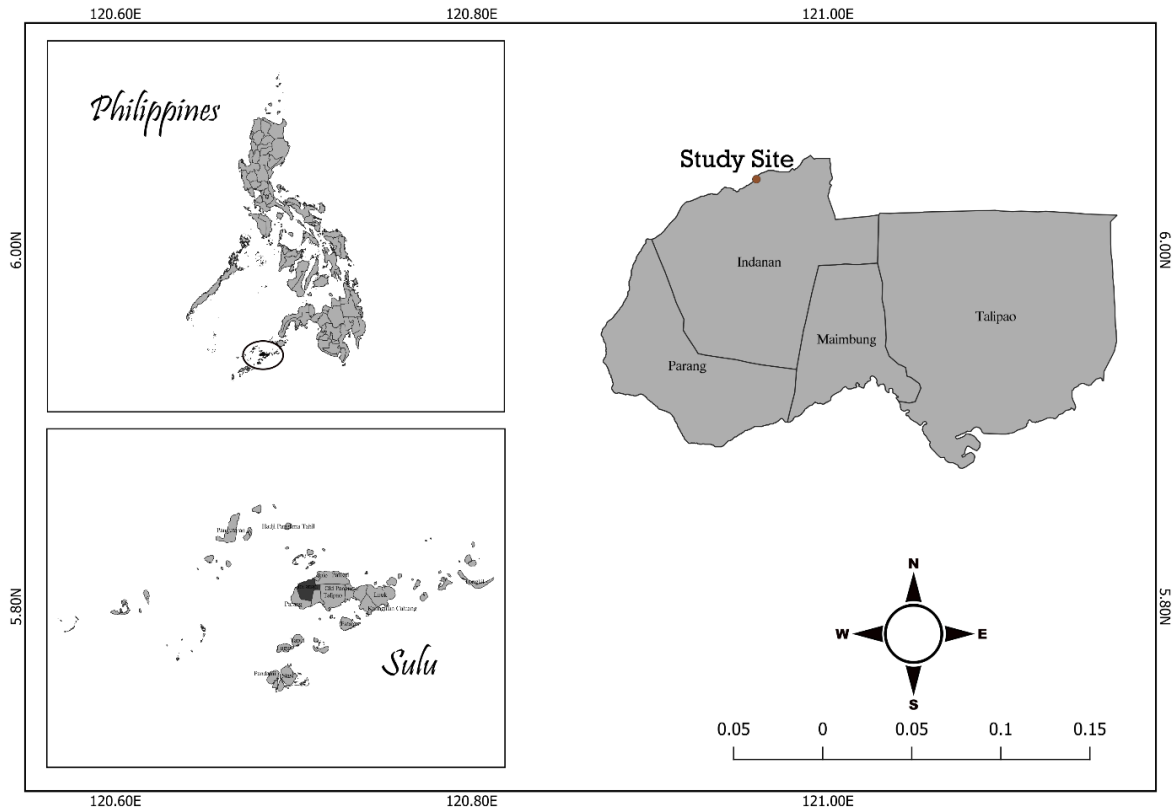
Africa using trash fish, clam meat, or animal by-products as feeds (Fitzgerald, 2002; David and Abdhallah, 2009; Hairol et al., 2022).

The term 'trash fish' refers to fish caught in fisheries that are not economically valuable, including uneatable low-value marine fish and juveniles that would have been discarded by most people (Kasthuri et al., 2021). The use of trash fish as a "standard food" for fattening crabs has been widespread in crab culture enterprises since it is considered one of the best natural foods (Bunlipatanon et al., 2014). Since trash fish are a great source of protein and other nutrients, they could supplement livestock feeds to meet nutritional requirements (Kasthuri et al., 2021). In Indonesia, the stingray is one of the most popular and acceptable species of fish to be smoked, especially when it is processed in the traditional manner (Swastawati et al., 2012). In addition, as stingrays are not economically valuable in the southern Philippines, they are usually discarded due to their unpleasant taste and smell. Although stingrays are not highly-priced compared to other commercial marine fish in the local market, they contain high protein and other nutrients (Uddin et al., 2018). Moreover, there have been few studies examining the use of stingrays in the diet of mangrove crabs. Considering the above-mentioned information, this study aimed to examine the growth of fattened mangrove crab *S. serrata* fed two different diets (stingray (*Taeniura* sp.) and trash fish (*Sardinella* sp.)) in an individual chamber of modified plastic cages in order to avoid predation submerged in mangrove areas of Sitio Sindang Indanan Sulu, Philippines.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Study Site and Duration

The study was conducted along the mangrove areas of Sitio, Sindang Indanan Sulu, Southern Philippines (Figure 1) for 30 days.



**Figure 1.** Map showing the study site.

## 2.2. Source of Crab Seed

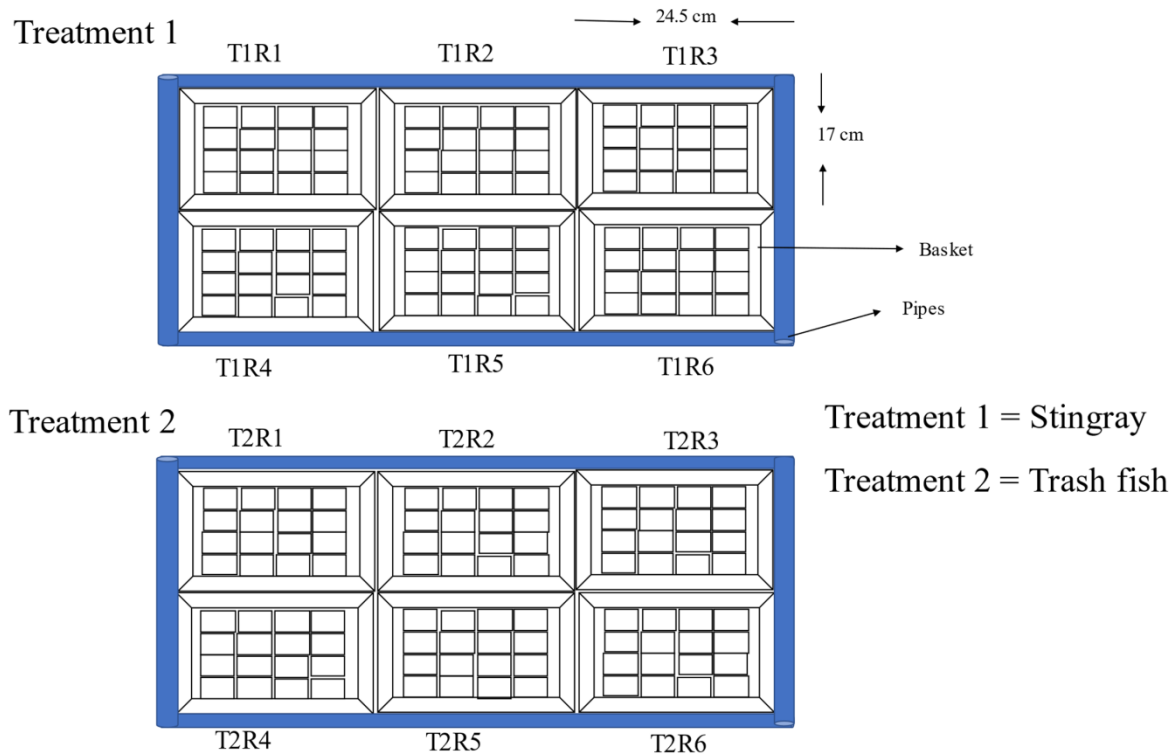
Mangrove crabs in good and healthy condition, weighing 100 to 110 grams without broken legs and chelate (Figure 2), were collected from the wild and purchased from Maimbung public market, Sulu, Philippines.



**Figure 2.** Experimental animals.

## 2.3. Experimental design

This study was conducted under a completely randomized design (CRD). Twelve (12) modified plastic cages measuring 17 x 24.5 x 6 cm were coupled together and used as individual compartments. A total of six (6) cages are divided into each treatment. To avoid dis alignment of the coupled cages, nylon locks were used to secure the modified plastic cages, joined by haft (1/2) inch blue PVC pipes and by PVC (polyvinyl chloride) elbows at the corners. The two treatments were conducted using joint-coupled cages (Figure 3).



**Figure 3.** Experimental Design.

**2.4. Feeding**

The feeds used in the experiment were stingray (*Taeniura* sp.) and trash fish (*Sardinella* sp.). Afterward, the trash fish and stingray were cut up into smaller pieces, washed with clean water, and stored in the refrigerator to maintain their freshness. Feeding was done twice a day in the morning and afternoon at a rate of 10% of the average body weight.

**2.5. Growth and Survival Sampling**

Every crab was harvested and weighed using a weighing scale. Sampling was conducted after every ten days of fattening. A specific growth rate (SGR) was calculated at the end of the study to express the growth. SGR and survival rate were determined using Romano and Zeng (2006).

$$SGR = \frac{\ln(W_f) - \ln(W_i)}{\text{Days of culture}} \times 100$$

Where:

W<sub>f</sub> = final weight

W<sub>i</sub> = initial weigh

$$\text{Survival rate} = \frac{\text{Final number of samples}}{\text{Initial number of samples}} \times 100$$

**2.6. Data Analysis**

An independent sample *t*-test was carried out to test the significant differences between the mean weights, SGRs and survival rates

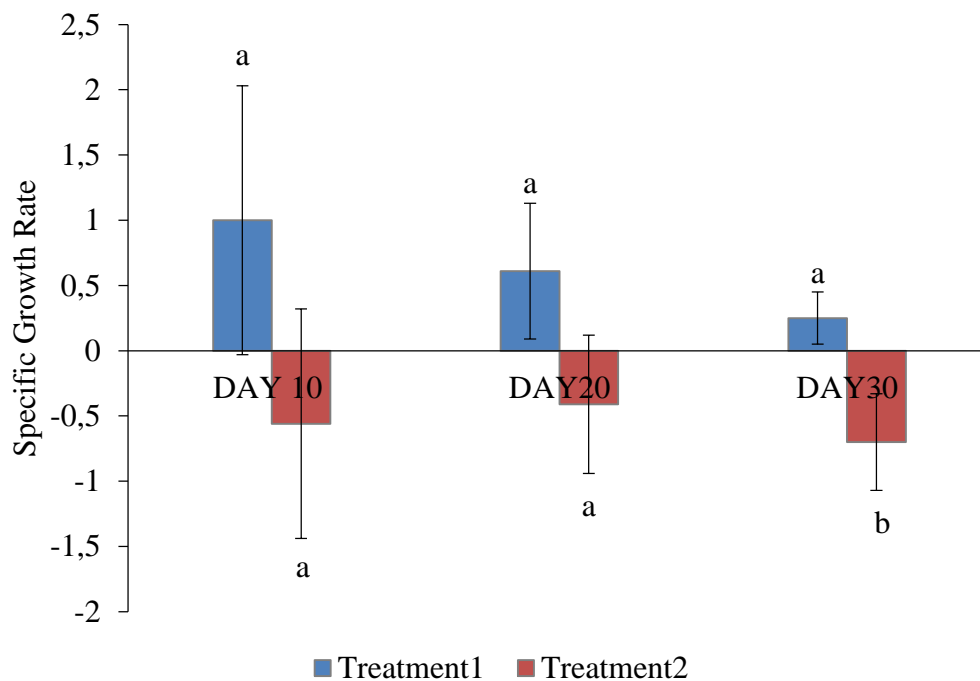
of two treatments using IBM SPSS software version 20. The level of significance used in the study was 0.05. Data were presented as mean ± SE (standard error).



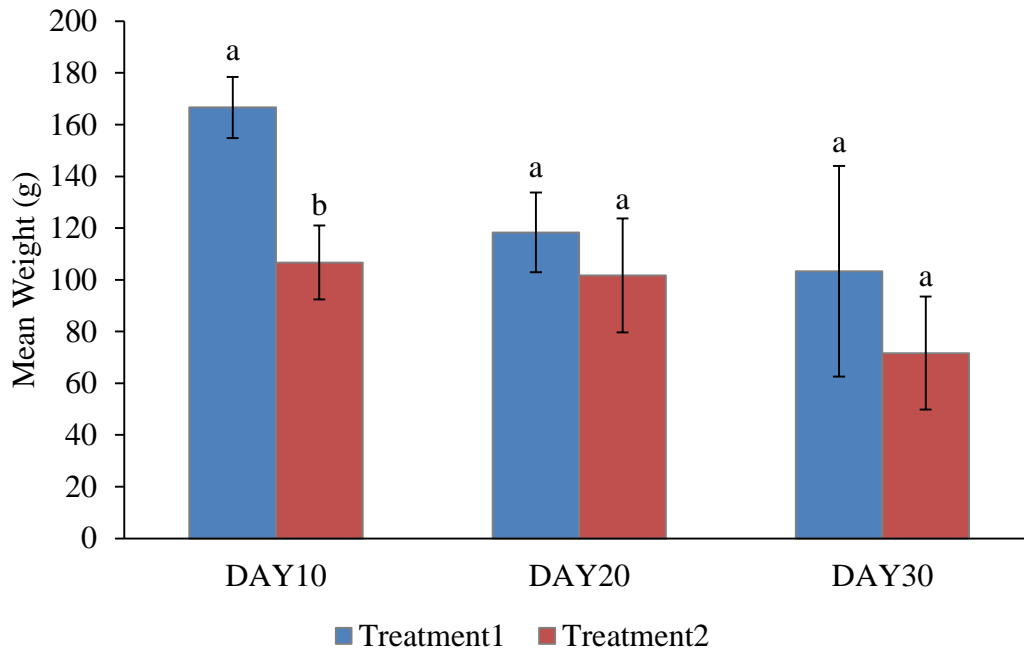
### 3. Results and Discussion

The SGRs of mangrove crab *S. serrata* of Treatment 1 (stingray) and Treatment 2 (trash fish) were  $1.0 \pm 1.03 \text{ \% day}^{-1}$  and  $-0.56 \pm 0.88 \text{ \% day}^{-1}$ , respectively, on day 10 of the fattening period (Figure 4). Analysis showed no significant difference ( $p > 0.05$ ) between treatments. At day 20, SGRs of Treatment 1 ( $0.61 \pm 0.52 \text{ \% day}^{-1}$ ) and Treatment 2 ( $-0.41 \pm 0.53 \text{ \% day}^{-1}$ ) were not significantly different ( $p > 0.05$ ). The SGRs of Treatment 1 and Treatment 2 were  $0.25 \pm 0.20 \text{ \% day}^{-1}$  and  $-0.70 \pm 0.27 \text{ \% day}^{-1}$ , respectively, at 30 days.

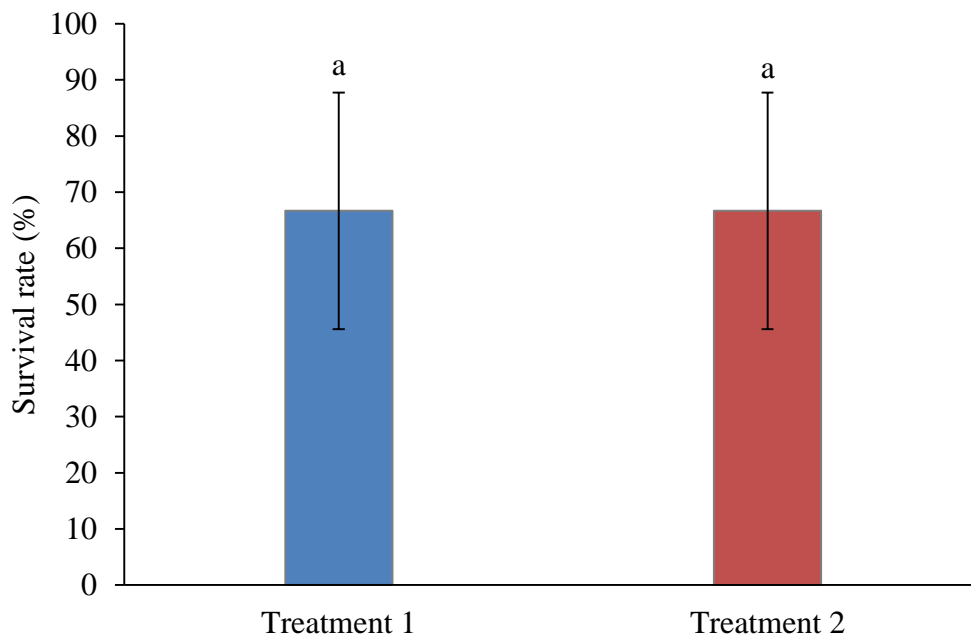
Analysis revealed that Treatment 1 was significantly different ( $p < 0.05$ ) than Treatment 2. In addition, the mean weight value of mangrove crabs fed with stingray and trash fish were  $166.67 \pm 15.22 \text{ g}$  and  $106.67 \pm 22.01 \text{ g}$  (Figure 5). Crabs fed with stingrays performed significantly better ( $p < 0.05$ ) than crabs fed with trash fish as early as 15 days of the fattening period. However, they were not significantly different ( $p > 0.05$ ) at the end of the fattening period. Moreover, the survival rate of Treatment 1 ( $66.67 \pm 21.08 \text{ \%}$ ) did not significantly differ from Treatment 2 ( $66.67 \pm 21.08 \text{ \%}$ ) (Figure 6).



**Figure 4.** The SGR of mangrove crab (*S. serrata*) (T<sub>1</sub>= Stingray, T<sub>2</sub>=Trash fish) fattened in modified plastic cages for every sampling period. Bars with the same letters are not significantly different, while bars with different letters are significantly different.



**Figure 5.** The mean value of mangrove crab (*S. serrata*) (T<sub>1</sub>= Stingray, T<sub>2</sub>=Trash fish) fattened in modified plastic cages for every sampling period. Bars with the same letters are not significantly different, while bars with different letters are significantly different.



**Figure 6.** The survival rate of mangrove crab (*S. serrata*) (T<sub>1</sub>= Stingray, T<sub>2</sub>=Trash fish) fattened in modified plastic cages after 30 days. Bars with the same letters are not significantly different.

The fattening of mud crabs provides humans with an important food with protein, essential minerals, and energy, while the shells can serve as an alternative source of protein for animals (Islam et al., 2022).

Moreover, this technology provides fishermen with another source of income aside from fisheries, which is indeed economically feasible in practice. The inherent tendency of crabs to escape the farm during culture is one

of the most important problems associated with mangrove crab farming. It is necessary to employ a variety of management measures to prevent crabs from escaping the pond or cages, such as fencing and effective feeding schedules (Anil and Suseelan, 2001). In the present study, mangrove crab *S. serrata* was reared for 30 days in modified plastic cages fed with stingrays and trash fish. Results revealed that crabs fed with stingrays improved their growth as early as ten days; however, it did not significantly differ at the end of the culture period, suggesting that stingrays can be used as a source of food for the fattening of mangrove crabs *S. serrata*. In addition, *S. serrata* fed with both trash fish and stingrays did not affect its survival performance after 30 days. A stingray's nutritional value is similar to that of small native fish, in which smaller specimens are used as animal feed, fertilizer for fish ponds, and human consumption as well (Uddin et al., 2018). Furthermore, the growth of *S. serrata* fed with trash fish was lower after 30 days of culture in the present study. Similar results were found in the study of Oluwole et al. (2020), where the land crab *Cardiosoma armatum*, grows less after being fattened for three (3) months with trash fish. The report also found that the mangrove crab *S. oceanica* was inferior in terms of growth after 45 days of fattening on trash fish (Anil and Suseelan, 2001). In studies involving brown mussel flesh and fish caught bycatch, researchers found that brown mussel flesh resulted in higher mean final weights for male mangrove crabs (Triño and Rodriguez, 2001). Despite this, specifically, growth rate, carapace width, carapace length, and survival were not significantly different between the treatments after 30 days of fattening. This is consistent with the results obtained by Anil and Suseelan (2001), who fed mud crab with trash fish and clam meat for 60 days and observed comparable growth. On the contrary, using trash fish as feed for mangrove crabs increased the feeding rate by 10-15% of body weight (Cholik and Hanafi, 1991). It has been found that larvae produced from *S. olivacea* broodstocks fed trash fish contain

high levels of most essential fatty acids (Herlinah and Septiningsih, 2015). Furthermore, the crab often shows negative growth after losing claws or limbs, which could be due to energy redistribution in the body, loss of foraging opportunities, or a reduced opportunity to feed (Drew et al., 2013). Natural declawing of crab claws occurs when stressed or threatened, and the crabs that have been manually declawed exhibit behavior that indicates a conscious awareness of the wounds, such as touching and shuddering or shielding the wounds with the remaining legs (McCambridge et al., 2016). Declawing altered the feeding habits of the crabs in controlled experimental settings, resulting in weight loss after the crabs consumed the same amount of food (Davis et al., 1978; Patterson et al., 2009; Duermit et al., 2015). In the present study, mangrove crab *S. serrata* may be affected by the sound of the boat engine produced near the mangrove area of cultivation, which may be the reason why they became stressed, disintegrated the chelipeds, and developed weight loss in both treatments. In addition, there is evidence that actual crabs can be stressed and dangerous as a result of noise pollution (Weilgart, 2018). Researchers stated that stress levels rose in crabs when artificial sounds like cruise ships and giant oil tankers were present (Slabbekoorn et al., 2010; Carter, 2019).

#### 4. Conclusion

The fattening of mangrove crab *Scylla serrata* fed with stingray was better in growth performance during the early ten days, but the superiority disappeared after 30 days. On the other hand, the crab growth was affected by uncontrollable factors such as cheliped disintegration, which led to reduce crab growth. However, the results might be useful to the mangrove crab fatteners due to stingrays' ability to improve crab growth more than trash fish. In addition, the study's results need to be validated for future research.

## Acknowledgement

The authors would like to thank Ronaldo A. Ancheta and Nur-in A. Ancheta for the support. The abstract of this study was presented at the International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences (SOFAS 2022) in Trabzon, Türkiye, on October 25 – 27, 2022.

## References

- Anil, M.K., Suseelan, C. (2001) Experimental fattening of the green mud crab *Scylla oceanica* (Dana). In: Perspectives In Mariculture. The Marine Biological Association of India, pp. 95-11
- Bunlipatanon, P., Songseechan, N., Kongkeo, H., Abery, N.W., De Silva, S.S. (2014) Comparative efficacy of trash fish versus compounded commercial feeds in cage aquaculture of Asian seabass (*Lates calcarifer*) (Bloch) and tiger grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*) (Forsskål). Aquaculture research, 45(3): 373-388.
- Carter, E. (2019). Consequences of ship noise for camouflage, anti-predation, and movement in crabs. Biological Sciences, University of Exeter. Dissertation
- Cholik, F., Hanafi, A. (1991) A review of the status of the mud crab (*Scylla sp.*) fishery and culture in Indonesia. In A report on the seminar the mud crab convened in Surat Thani, Thailand.
- David, M., Abdhalla, M. (2009) A preliminary study on the response of mangrove mud crab (*Scylla serrata*) to different feed types under drive-in cage culture system. Journal of Ecology and the Natural Environment, 1(1): 007-014.
- Davis, G. E., Baughman, D. S., Chapman, J. D., MacArthur, D., Pierce, A. C. (1978). Mortality associated with declawing stone crabs, *Menippe mercenaria*. South Florida Research Center Report, 522, 23.
- Drew, M.M., Smith, M.J., Hansson, B.S. (2013) Factors influencing growth of giant terrestrial robber crab *Birgus latro* (Anomura: Coenobitidae) on Christmas Island. Aquatic Biology, 19(2): 129-141.
- Duermit, E., Kingsley-Smith, P. R., Wilber, D. H. (2015). The consequences of claw removal on stone crabs *Menippe spp.* and the ecological and fishery implications. North American Journal of Fisheries Management, 35(5), 895-905.
- Fitzgerald, W.J. (2002) Silvo-fisheries: Integrated mangrove forest aquaculture systems. Ecological Aquaculture—the Evolution and the Blue Revolution. Oxford: Blackwell Science: 161-262.
- Hairol, M.D., Nian, C.T., Imlani, A.H., Tikmasan, J.A., Sarri, J.H., (2022) Effects of Crab Shellmeal Inclusions to Fishmeal Replacement on the Survival, Growth, and Feed Utilization of Mangrove Crab *Scylla serrata* (Forsskal 1775). Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences, 32(4): 714-726.
- Herlinah, H., Septiningsih, E. (2015) Reproduction performances of mud crab (*Scylla olivacea*) broodstocks with different feeds. International Journal of Agriculture System, 3(2): 157-168.
- Kasthuri, S., Sathees, D., Wijenayake, W.M.H.K. (2021) Proximate composition analysis of trash fish from the selected landing sites of Jaffna district, Sri Lanka. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 9(1): 214-216
- Khatun, M.M., Kamal, D., Ikejima, K., Yi, Y. (2009) Comparisons of growth and economic performance among monosex and mixed-sex culture of red mud crab (*Scylla olivacea* Herbst, 1796) in bamboo pens in the tidal flats of mangrove forests, Bangladesh. Aquaculture Research, 40(4): 473-485.
- Kuntiyo, A. (1992) Fattening of mud crab, *Scylla serrata* Forskal, in net cages installed in the drain canal of intensive prawn ponds fed with trash fish and prawn pellet (Doctoral dissertation, MS Thesis. University of the Philippines in the Visayas).

- McCambridge, C., Dick, J. T., Elwood, R. W. (2016). Effects of autotomy compared to manual declawing on contests between males for females in the edible crab *Cancer pagurus*: Implications for fishery practice and animal welfare. *Journal of Shellfish Research*, 35(4), 1037-1044.
- Meng, F., Gao, H., Tang, X., Wang, A., Yao, X., Liu, C., Gu, Z. (2017) Biochemical composition of pond-cultured vs. wild gravid female mud crab *Scylla paramamosain* in Hainan, China: evaluating the nutritional value of cultured mud crab. *Journal of Shellfish Research*, 36(2): 445-452.
- Mirera, O.D. (2011) Trends in exploitation, development and management of artisanal mud crab (*Scylla serrata*-Forsskal-1775) fishery and small-scale culture in Kenya: An overview. *Ocean & coastal management*, 54(11): 844-855.
- Oluwole, G., Moruf, R.O., Lawal-Are, A.O. (2020) Meat quality of Land Crab, *Cardiosoma armatum* (Herklots, 1851) fattened with trash fish and formulated diet. *Journal of Scientific Research*, 12(3): 371-377.
- Patterson, L., Dick, J. T., Elwood, R. W. (2009). Claw removal and feeding ability in the edible crab, *Cancer pagurus*: implications for fishery practice. *Applied Animal Behaviour Science*, 116(2-4), 302-305.
- Rodriguez, E.M., Parado-Estepa, F.D., Quintio, E.T. (2007) Extension of nursery culture of *Scylla serrata* (Forsskål) juveniles in net cages and ponds. *Aquaculture research*, 38(14): 1588-1592.
- Romano, N., Zeng, C. (2006) The effects of salinity on the survival, growth and haemolymph osmolality of early juvenile blue swimmer crabs, *Portunus pelagicus*. *Aquaculture*, 260(1-4): 151-162.
- Samarasinghe, R.P., Fernando, D.Y., De Siha, OSSC. (1991) Pond culture of mud crab in Sri Lanka. *Mud Crab*: 1, 30.
- Shelley, C., Lovatelli, A. (2011) Mud crab aquaculture: a practical manual. *FAO Fisheries and aquaculture technical paper*, (567), I.
- Slabbekoorn, H., Bouton, N., van Opzeeland, I., Coers, A., ten Cate, C., Popper, A. N. (2010). A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends in ecology & evolution*, 25(7), 419-427.
- Susanto, G.N., Murwani, S., Zulhafid, M. (2015) Effect of food types and habitats on the value of female maturity index (FMI) and gonado somatic index (GSI) in the egg production of mangrove crabs, *Scylla serrata*. *KnE Life Sciences*, 354-360.
- Swastawati, F., Susanto, E., Cahyono, B., Trilaksono, W.A. (2012) Sensory evaluation and chemical characteristics of smoked stingray (*Dasyatis blekeery*) processed by using two different liquid smoke. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 2(3): 212-216.
- Triño, A.T., Rodriguez, E.M. (2001) Mud crab fattening in ponds. *Asian Fisheries Science*, 14(2): 211-216.
- Triño, A.T., Rodriguez, E.M. (2002) Pen culture of mud crab *Scylla serrata* in tidal flats reforested with mangrove trees. *Aquaculture*, 211(1-4): 125-134.
- Uddin, M.N., Rahman, M., Hossain, M.J., Tumpa, I. J., Hossain, Z. (2018) Study of stingray harvesting, marketing and utilization in Cox's Bazar, Bangladesh: Study of stingray in Bangladesh. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 16(3): 539-544.
- Wan Yusof, W.R., Badruddin Ahmad, F., Ahmad, N.M., Husaini, ASA., Swamy, M. (2019) Proximate composition and antioxidant properties of orange mud crab, *Scylla olivacea*. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 28(4): 365-374.
- Weilgart, L. (2018). The impact of ocean noise pollution on fish and invertebrates. *Report for OceanCare, Switzerland*.
- Ye, H., Tao, Y., Wang, G., Lin, Q., Chen, X., Li, S. (2011) Experimental nursery culture of the mud crab *Scylla paramamosain* (Estampador) in China. *Aquaculture International*, 19(2): 313-321



ARAŞTIRMA MAKALESİ

Geliş: 19 Aralık 2022 | Kabul: 26 Ocak 2023

**Yabancı Tür *Trachemys scripta elegans* (Wied-Neuwied, 1839)'ın Mersin-Anamur Tatlısu Sistemlerinde Dağılım Durumu ile Morfometrik Özelliklerinin Belirlenmesi**

Mehmet Ali Eldeleklioğlu , Nuray Çiftçi\* , Deniz Ayas 

Mersin Üniversitesi Su Ürünleri, Mersin, Türkiye

\*Corresponding author e-mail: nsciftci@gmail.com

**ÖZET**

Araştırmada yabancı bir tür olan *Trachemys scripta elegans* (Wied-Neuwied, 1839)'ın Mersin-Anamur Tatlısu sistemlerinde dağılım durumu ile örneklenen bireylerin morfometrik ölçümlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Türün Mamure Kalesi ve Alyanak Sulak alanında dağılımı yumurtlama öncesi ve yumurtlama sonrası dönemde izlenmiştir. Her iki örnekleme döneminde toplam 40 adet birey sadece Mamure Kalesi'nden örneklenebilmiştir. Alyanak sulak alanında ise sadece yumurtlama öncesi dönemde 6 adet birey gözlenmiş, sulak alanın büyüklüğü, suyun derinliği ve bulanıklık durumu, bireylerin saklanması için uygun olanak veren vejetasyonun yoğunluğu, bireylerin hızı, ekibin su kaplumbağası yakalama deneyimi gibi sebeplerle herhangi bir birey alandan örneklenebilmiştir. Çalışmada *T. scripta elegans* bireylerinin ilk kez Mamure Kalesi hendek alanı dışında ve hendek alanı ile direk bağlantısı bulunmayan bir alan olan Alyanak Sulak alanında varlığı tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada Mamure Kalesi hendek alanında yumurtlama öncesi ve sonrasında örneklenen birey sayısı, dişi erkek oranı, olgunlaşma durumu tespit edilmiştir. Mamure Kalesi hendek alanından yumurtlama öncesi ve yumurtlama sonrası dönemde örneklenen bireylerin morfometrik özellikleri ölçülerek, olgunlaşma ve eşeye bağlı oluşan farklılıklar tespit edilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Yabancı tür, *Trachemys scripta elegans*, Morfometri, Mersin-Anamur, Tatlısu rezervleri

**Determination of Distribution Status of Non-native Species *Trachemys scripta elegans* (Wied-Neuwied, 1839) in Mersin-Anamur Freshwater Systems**

**ABSTRACT**

This study aimed to determine the distribution status of *Trachemys scripta elegans* (Wied-Neuwied, 1839), a non-native species, in the Mersin-Anamur Freshwater systems. The distribution of the species in Mamure Castle and Alyanak Wetland was observed in the pre-spawning and post-spawning periods. In both sampling periods, 40 individuals could be sampled from Mamure Castle. In the Alyanak wetland, only six individuals were observed in the pre-spawning period. No individuals could be sampled due to the wetland's size, the water's depth and turbidity, the density of the vegetation that allows the individuals to hide, the speed of the individuals, and the team's experience of catching freshwater turtles. In the study, the individuals of *T. scripta elegans* were detected for the first time outside the moat area of Mamure Castle and in Alyanak Wetland, a place without connection with the moat area. In addition, the number of individuals sampled from the moat of Mamure Castle before and after the spawning period, female-male ratio, and maturation status was determined. The morphometric characteristics of the sampled individuals were measured, and differences depending on maturation and sex were determined.

**KEYWORDS:** Non-native species, *Trachemys scripta elegans*, Distribution, Mersin-Anamur, Freshwater Reservoirs

**How to cite this article:** Eldeleklioğlu, M.A., Çiftçi, N., Ayas, D. (2023) Yabancı Tür *Trachemys scripta elegans* (Wied-Neuwied, 1839)'ın Mersin-Anamur Tatlısu Sistemlerinde Dağılım Durumu ile Morfometrik Özelliklerinin Belirlenmesi. *MedFAR*, 6(1):10-25

## 1. Giriş

Gelişen ulaşım teknolojisi ile çeşitli coğrafik bölgeler arasında yeni koridorlar kurulması, birçok canlının bir ekosistemden diğerine geçme hızını belirgin ölçüde artırmıştır. Egzotik türler doğal toplulukların yaşama alanlarını işgal ettikçe (biyoistila), bu yayılma ile başa çıkamayan yerel türler yok olmaya başlamışlardır (Taylor ve ark., 1984; Coblentz, 1990; Lodge, 1993; Aca Townsend, 2003; Özdemir ve Ceylan, 2007).

Yabancı türler yeni habitatlarına yerleştikleri andan itibaren beklenenin aksine hemen dominant hale gelmezler. Bu türlerin sayıları zaman içerisinde artış gösterir ve daha sonra aniden yayılış alanları ve sayıları çoğalır. Lag fazı olarak bilinen bu süreçte türler arasında hibridizasyon ve adaptasyon gerçekleşmektedir. Hibridizasyonla birlikte yabancı türler aynı türün yerel popülasyonlarından daha fazla genetik çeşitliliğe sahip olurlar. Gözlenen yabancı tür sayısı az olmasına rağmen bu türün yerel türler üzerindeki genetik etkisi oldukça önemlidir (Echelle ve Echelle, 1997). Günümüzde çeşitli türlerin sebep oldukları istilaları destekleyen bilgiler yok olmanın sebebi olarak birçok durumda tahmini ve sınırlı gözlemlere dayanmaktadır (Gurevitch ve Padilla, 2004).

Dünya çapında; tatlı su ekosistemleri, acı su bölgeleri ve Akdeniz ikliminin etkili olduğu alanlar, yabancı türlerin yerleşmesine en açık olan bölgeler olarak değerlendirilmiştir. Anavatanı Amerika ve Meksika olan kırmızı yanaklı tatlı su kaplumbağalarının (*T. scripta elegans* Wied-Neuwied, 1839), evcil hayvan olarak ilgi görmeye başlaması yarım asrı geçmiştir. Evcil hayvan olarak Kırmızı yanaklı su kaplumbağalarına olan talebin çarpıcı bir şekilde artması, ABD’de ticari kaplumbağa çiftliklerinin kurulmasına ve birçok ülkeye ihracatına yol açmıştır (Bringsøe, 2006). Şimdiye kadar, bu kaplumbağa Avrupa, Afrika, Okyanusya, Asya ve Amerika’da 70’den fazla ülke ve bölgeye yayılmıştır (Kraus, 2009; Rhodin vd., 2017; Global Invasive Species Database, 2020).

Kırmızı yanaklı su kaplumbağası güçlü bir rekabet kabiliyetine sahip fırsatçı bir omnivordur. Bu kaplumbağa, göller, rezervuarlar veya çamurlu havuzlar, hendekler hatta haliçteki acı sular olmak üzere, çeşitli ortamlara uyum sağlayabilir (Bringsøe, 2006); onları neredeyse tüm kirli ve temiz sularda görebiliriz. Bu nedenle dünyanın en tehlikeli 100 istilacı türünden biri haline gelmiştir. *T. scripta elegans* geniş bir nişe, farklı ekolojik faktörlere toleranslı çeşitli fizyolojik aktivitelere ve hatta bazı çevresel streslere karşı dirençlidir. Türün güçlü bir davranışsal adaptasyon ve esnekliğe sahip olması, çeşitli çevre koşullarına uyum sağlamasına yardımcı olur (Global Invasive Species Database, 2020). *T. scripta elegans* yaşam alanı olarak, yumuşak zemini, su bitkileri ve uygun güneşlenme bölgeleri olan büyük durgun su kütlelerini tercih eder (Bringsøe, 2006; Ernst ve Lovich, 2009). Bu tür zamanını yoğun bitki örtüsüne sahip su kaynaklarında besin arayarak veya kütükler üzerinde güneşlenerek geçirir. (Global Invasive Species Database, 2020).

Mamure Kalesi, 3. Yüzyılda Romalılar tarafından Mersin’in Anamur İlçesi (36°4’51”K 32°53’40”D) kıyılarında, Akdeniz ve Kilikya ticaret yollarını gözetlemek ve ticaret gemilerini korumak amacıyla inşa edilmiş tarihi bir kaledir. Yüzölçümü 23500 m<sup>2</sup> olan kalenin çevresi 10 metre genişliğindeki savunma amaçlı hendekle çevrilidir. Kale duvarlarının önündeki hendek, 1.5-2 m derinliğinde, 3 m genişliğinde, 500 m<sup>2</sup> büyüklüğündedir. Kalenin çevresindeki hendekler bölgede var olan ve farklı faktörler etkisinde taşınan pek çok türe özel habitat oluşturmuştur. Hendek alanı *Pharagmytes australis*, *Juncus sp.*, *Lemna minor* gibi akuatik vejetasyon ile kaplıdır. Yerli tatlısu kaplumbağası türlerinden *Mauremys rivulata*, *Emys orbicularis* ve yabancı tür olan *T. scripta elegans*’a ev sahipliği yapmaktadır (Çiçek ve Ayaz, 2015).

Alyanak Sulak Alanı Mamure Kalesine 1 km uzaklıktadır. *P. australis*, *L. minor*, *Juncus sp.* gibi akuatik bitkilerle kaplı olan sulak alanın denizle bağlantı kanalı sahil

morfolojisindeki değişimlere bağlı olarak bazen açık, bazen kapalı konumdadır. Suyun genel karakteristiği tatlısu karakterinde olup tuzluluğu mevsimsel olarak ‰ 3-5 arasında değişmektedir. Çok sayıda yerli kuş türü bulunması yanında göç zamanlarında göçmen kuşlar için de geçici konaklama ve savunma alanı niteliğindedir. Sulak alanda her mevsim tatlısu girişi olmakta ve kısmi su kütlesinde değişimler görülmektedir. Yine de mevsimsel alg patlamaları görülebilmektedir. Bunun nedeni hem su sirkülasyonunun yavaş olması hem de tarımsal faaliyetlerden kaynaklı dere suyu ile taşınan azot ve fosfor yükünden kaynaklıdır. En derin yeri 70 cm olan sulak alanın ortalama derinliği 45 cm'dir. Sulak alan yabancı bir tür olan *T. scripta elegans*'a da ev sahipliği yapmaktadır.

Bir türün taksonomik olarak incelenmesi, popülasyon dinamiğinin ve ekolojik etkilerinin belirlenmesinde morfometrik araştırmalar önem taşır. Bu çalışmada,

Mersin İli Anamur ilçesinde yer alan tatlısu sistemlerine yerleşen yabancı tatlı su kaplumbağası *T. scripta elegans*'ın biyolojik ve morfometrik özelliklerinin incelenmesi ve tatlısu ekosisteminde dağılım durumunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, materyalini Mersin-Anamur tatlı su sistemlerinde dağılım gösteren yabancı bir tatlı su kaplumbağası türü olan *T. scripta elegans* (Wied-Neuwied, 1839) oluşturmaktadır. Araştırma süresince türün birey sayısı, dişi erkek oranı, olgunlaşma durumunu belirlemek amacıyla örnekleme, çıplak gözle ve dürbün ile izleme çalışması yapılmış, fotoğraf ve video kayıtlarından oluşan bir veri seti oluşturulmuştur. Ayrıca örneklenen bireylerin morfometrik özellikleri belirlenmiştir. Araştırma sahasına ait koordinat bilgileri ve örnekleme noktaları Şekil 1'de gösterilmiştir



Şekil 1. Çalışma sahası (Kırmızı oklar örnekleme ve gözlem noktalarını gösterir).

Şekil 1 tür izlemesinin yapıldığı alanları göstermektedir. Alanın köşe koordinatları: 36°04'28.5"N 32°52'38.2"E, 36°04'51.9"N 32°53'42.4"E, 36°04'39.6"N 32°53'09.0"E, 36°05'03.3"N 32°53'03.3"E, 36°04'54.9"N 32°52'14.3"E'dir.

Örnekleme ve izleme çalışmaları türün yumurtlama öncesi (Nisan-2022) ve yumurtlama sonrası (Kasım-2021) olmak üzere 2 dönem yapılmıştır. Anamur Kalesi ve Alyanak Sulak Alanlarından yumurtlama öncesi toplam 15, yumurtlama sonrası 57 adet *T. scripta elegans* bireyi gözlemlenmiş olup, gözlemlenen bireylerden toplam 40 adet birey örneklenerek morfometrik ölçümler için taşıma kapları ile Mersin Üniversitesi Deniz Canlıları Müzesine getirilerek önceden hazırlanan 5x10 m boyutlarındaki toprak havuza yerleştirilmişlerdir. Toprak havuz türün gereksinimini karşılayacak özellikte hazırlanmış olup, havuz ortasında ve kenarlarında güneşlenmek üzere çıkabilecekleri doğal taş ve kayalardan tepeler oluşturulmuştur. Bireyler havuz içerisinde güneşlenme ve saklanma gibi biyolojik isteklerini doğal ortamda olduğu gibi sağlayabilmişlerdir. Bireyler günlük olarak biomasın %2'si kadar pelet yem (AHM Gammarus Turtle 1000 mL-Kaplumbağa Yemi) ile beslenmiştir.

Ortama uyum sağlaması amacı ile havuzda on beş gün tutulan bireyler bu süre sonunda havuzdan çıkarılarak her bireye ait morfometrik ölçümler yapılmıştır. Yabancı tür *T. scripta elegans* ait bireyler tekrar doğal ortama bırakılmamış, Mersin Üniversitesi Deniz Canlıları Müzesinin bahçesinde yer alan havuzda tutulmaya devam etmektedir. Morfometrik ölçümler belirlendikten sonra elde edilen verilerden bazı indeksler oluşturulmuştur. İndeksler olgunlaşma durumu ve cinsiyet farklılıkları üzerinden karşılaştırılmıştır (Gradela ve ark. 2017).

### 3. Bulgular

*T. scripta elegans* bireyleri Mamure Kalesi ve Alyanak Sulak alanında yumurtlama öncesi ve yumurtlama sonrası

dönemde izlenerek, iki ayrı örnekleme döneminde toplam 40 adet birey Mamure Kalesi'nden yakalanmış, Alyanak Sulak alanından tespit edilen bireylerin hiçbirisi dağılım gösterilen alanın şartları nedeni ile yakalanamamıştır. Örneklerin 8 adeti yumurtlama sonrası, 32 adeti ise yumurtlama öncesi hendek alanından örneklendirilmiştir. Yumurtlama sonrası dönemde ergin olmayan birey yakalanmamıştır. Yumurtlama öncesi dönemde ise ergin olmayan birey sayısı 10 adettir. Yumurtlama sonrası yakalanan 8 bireyin 3'ü dişi 5'i erkek iken yumurtlama öncesi yakalanan 32 bireyin 12 tanesi dişi 20 tanesi erkekti. Yumurtlama sonrası dönemde Mamure kalesi hendek alanında toplam 15 birey gözlemlenmiş bunun sadece 8 adet bireyi örneklenebilmiştir. Yumurtlama öncesi dönemde ise Mamure Kalesi hendek alanında 51 adet birey gözlemlenmiş, bunun 32 adeti örneklenebilmiştir. Alyanak sulak alanında sadece yumurtlama öncesi dönemde 6 adet birey gözlenmiş, sulak alanın büyüklüğü, suyun derinliği ve bulanıklığı, bireylerin saklanması için ortam sağlayan *Juncus sp.*, *P. australis* gibi bitki türlerinin ortamdaki yoğunluğu, bireylerin hızı, ekibin su kaplumbağası yakalama deneyimi gibi sebepler ile herhangi bir birey yakalanamamıştır (Tablo 2).

Türün ana popülasyonu Mamure Kalesinde olup alanda türe ait birey sayısının 51-66 birey arasında olduğu gözlenmiştir. Alyanak sulak alanında 6 bireyin dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Mamure Kalesi hendek alanında örneklenen toplam 40 bireyin %75'inin ergin, %25'inin ergin olmayan bireylerden oluştuğu saptanmıştır. Aynı zamanda örneklenen bireylerin %37,5'inin dişi, %62,5'inin erkek olduğu saptanmıştır (Tablo 2). Alyanak sulak alanında yumurtlama öncesi dönemde gözlenen 6 bireyin tamamının ergin birey olduğu, Alyanak sulak alanında dağılım gösteren bireyler arasında ergin olmayan bireylerin bulunmadığı gözlenmiştir. Bu durum yumurtlama dönemi öncesinde ergin bireylerin Alyanak sulak alanına üreme amacı ile geldiklerini düşündürmüştür.

**Tablo 2.** *T. scripta elegans* bireylerinin örnekleme ve gözlem verileri

	Yumurtlama sonrası (Kasım 2021)		Yumurtlama öncesi (Nisan 2022)		Toplam
	Mamure Kalesi	Alyanak Sulak Alanı	Mamure Kalesi	Alyanak Sulak Alanı	
Örneklenen Birey sayısı	8	-	32	-	40
Ergin olmayan/Ergin	0/8	-	10/22	-	10/30
Ergin olmayan/ Toplam birey sayısı	0/8	-	10/32	-	10/40
Ergin olmayan / Toplam birey sayısı (%)	0	-	31,25	-	25
Ergin/ Toplam birey sayısı	8/8	-	22/32	-	30/40
Ergin/ Toplam birey sayısı (%)	100	-	68,75	-	75
Dişi/Erkek	3/5	-	12/20	-	15/25
Dişi/Toplambirey sayısı	3/8	-	12/32	-	15/40
Dişi / Toplam birey sayısı (%)	37,5	-	37,5	-	37,5
Erkek/Toplam birey sayısı	5/8	-	20/32	-	25/40
Erkek / Toplam birey sayısı (%)	62,5	-	62,5	-	62,5
Gözlemlenen Birey Sayısı	15	0	51	6	72

Mamure Kalesi popülasyonunda ergin olmayan bireylerin bulunması, Alyanak sulak alanını sadece ergin bireylerin tercih etmesi, türün hendek alanı dışında Alyanak

sulak alanını da üreme alanı olarak seçtiğini göstermektedir. Mamure Kalesi hendek alanından örneklenen bireylere ait morfometrik analizler Tablo 3'de sunulmuştur.

**Tablo 3.** Mamure Kalesi hendek alanından örneklenen *T. scripta elegans* bireylerinin morfometrik ölçümleri

Morfometrik özellikler (cm)		Yumurtlama öncesi $\bar{x} \pm s_x$	Yumurtlama sonrası $\bar{x} \pm s_x$	Eşey
Düz karapaks uzunluğu (SCL)	I	-	-	♀
		13,10 ± 1,27	-	♂
	M	18,5±1,05	21,5± 2,12	♀
		16,00± 0,09	19,00±2,03	♂
Düz karapaks genişliği (SCW)	I	-	-	♀
		10,35±0,92	-	♂
	M	14,00±0,45	15,75±1,77	♀
		12,75±0,35	14,5±0,75	♂
Kavisli karapaks uzunluğu (MCL)	I	-	-	♀
		14,65±1,12	-	♂
	M	23,3±2,05	23,35±1,63	♀
		17,5±0,71	21,00±1,4	♂
Kavisli karapaks genişliği (MCW)	I	-	-	♀
		13,00± 1,41	-	♂
	M	21,00±0,85	21,5±2,12	♀
		16,25±0,35	20,00±1,9	♂



Morfometrik özellikler (cm)		Yumurtlama öncesi $\bar{x} \pm s_x$	Yumurtlama sonrası $\bar{x} \pm s_x$	Eşey
Orta hat plostron uzunluğu (MPL)	I	-	-	♀
		12,8±2,4	-	♂
	M	19,5±1,39	20,25±1,06	♀
		14,00±1,41	19,00±0,86	♂
Orta hat plostron genişliği (MPW)	I	-	-	♀
		7,2±1,84	-	♂
	M	10,5±0,54	10,25±1,06	♀
		7,75±0,35	9,8±0,82	♂
Düz plostron genişliği (SPW)	I	-	-	♀
		8,30±1,13	-	♂
	M	12,3±0,48	13,25±1,34	♀
		10,3±0,42	12,00±0,25	♂
Plostron maksimum uzunluğu (PLmax)	I	-	-	♀
		12,35±1,20	-	♂
	M	19,7±1,32	20,75±1,77	♀
		14,5±0,71	19,5±1,68	♂
Plostron minimum uzunluğu (PLm)	I	-	-	♀
		9,35±0,49	-	♂
	M	14,5±1,00	15,3±0,99	♀
		10,8±0,71	15,00±1,06	♂
Düz vücut yüksekliği (SBH)	I	-	-	♀
		4,95±0,64	-	♂
	M	8,00±0,13	8,9±0,85	♀
		5,9±0,14	8,00±0,82	♂
Köprü genişliği (BW)	I	-	-	♀
		4,25±0,21	-	♂
	M	6,9±0,04	6,85±1,06	♀
		5,03±0,03	5,9±0,07	♂
Geçiş yumurtaları ve kuyruk hareketleri için en kısıtlayıcı boyut (E)	I	-	-	♀
		4,08±0,04	-	♂
	M	5,95±0,23	5,88±0,39	♀
		4,8±0,14	5,7±0,30	♂
Plastronun ucu ile kloak arasındaki uzunluk (PCL)	I	-	-	♀
		1,00±0,14	-	♂
	M	1,65±0,02	1,93±0,53	♀
		1,2±0,00	1,9±0,08	♂
Kloak ile kuyruk ucu arasındaki uzunluk (CETL)	I	-	-	♀
		1,90±0,42	-	♂
	M	3,3±0,06	3,45±0,64	♀
		2,35±0,07	2,9±0,09	♂
Marjinal genişlik (MW)	I	-	-	♀
		1,63±0,25	-	♂
	M	2,2±0,01	2,25±0,21	♀
		1,83±0,04	2,00±0,05	♂

Morfometrik özellikler (cm)		Yumurtlama öncesi $\bar{x} \pm s_x$	Yumurtlama sonrası $\bar{x} \pm s_x$	Eşey
Nukal karapaks uzunluğu (NCL)	I	-	-	♀
		0,40±0,14	-	♂
	M	0,75±0,04	1,3±0,71	♀
		0,55±0,07	0,07±0,02	♂
Prekloakal uzunluk (PreCL)	I	-	-	♀
		1,00±0,14	-	♂
	M	1,65±0,03	1,93±0,53	♀
		1,2±0,00	1,4±0,08	♂
Postkloakal uzunluk (POCL)	I	-	-	♀
		1,90±0,42	-	♂
	M	3,5±0,56	3,65±0,35	♀
		2,7±0,57	3,2±0,34	♂
Kuyruk uzunluğu (TL)	I	-	-	♀
		2,70±0,28	-	♂
	M	7,2±0,84	7,35±1,20	♀
		3,6±0,28	4,3±0,48	♂
Baş uzunluğu (HL)	I	-	-	♀
		3,75±0,35	-	♂
	M	6,8±0,2	7,6±1,56	♀
		5,00±0,00	6,2±1,50	♂
Baş genişliği (HW)	I	-	-	♀
		2,25±0,21	-	♂
	M	2,95±0,05	3,03±0,46	♀
		2,23±0,04	2,78±0,34	♂
Baş yüksekliği (HH)	I	-	-	♀
		1,40±0,28	-	♂
	M	2,47±0,03	2,54±0,21	♀
		1,85±0,07	2,24±0,02	♂
Ağız genişliği (MW)	I	-	-	♀
		1,65±0,07	-	♂
	M	2,65±0,21	2,7±0,28	♀
		1,88±0,11	2,48±0,32	♂
Ön ayak uzunluğu (FLL)	I	-	-	♀
		4,93±0,81	-	♂
	M	9,5±0,23	9,4±0,57	♀
		6,6±0,14	8,00±0,87	♂
Arka ayak uzunluğu (HLL)	I	-	-	♀
		6,30±0,14	-	♂
	M	10,5±0,72	10,5±0,71	♀
		7,75±0,21	9,2±0,64	♂
Tırnak uzunluğu (NL)	I	-	-	♀
		1,30±0,14	-	♂
	M	1,3±0,3	1,08±0,11	♀
		1,6±0,28	0,9±0,09	♂

Morfometrik özellikler (cm)		Yumurtlama öncesi	Yumurtlama sonrası	Eşey
		$\bar{x} \pm s_x$	$\bar{x} \pm s_x$	
Baş çevresi (HC)	I	-	-	♀
		6,00±0,71	-	♂
	M	9,1±0,45	8,8±1,13	♀
		7,3±0,42	7,5±0,19	♂
Toplam ağırlık (TW, g)	I	-	-	♀
		383,00±151,32	-	♂
	M	1424,00±55,90	1534,00±350,72	♀
		583,00±12,73	1118,00±89,05	♂

*T. scripta elegans*'in belirlenen (Tablo 4) ve eşeye bağlı (Tablo 5) olarak morfometrik özelliklerin düz karapaks hesaplanarak indeks oluşturulmuştur. uzunluğu (SCL) na oranı olgunlaşma

**Tablo 4.** *T. scripta elegans*'in ergin (M) ve ergin olmayan (I) bireylerine ait morfometrik özelliklerin aritmetik ortalamalarının düz karapaks uzunluğuna oranının yüzde indeksi

Morfometrik özellikler (cm)		Ortalama	Standart hata	Min-Mak	İndeks
SCL	I	14,95	1,00	13,5-16,0	100
	M	21,46	1,79	19,92-23,72	100
SCW	I	11,64	0,61	11,05-12,5	77,86
	M	16,22	1,72	14,53-18,06	75,58
MCL	I	16,59	0,72	15,95-17,5	110,94
	M	22,92	0,83	21,96-23,98	106,83
MCW	I	15,16	1,03	14,0-16,25	101,39
	M	21,05	0,51	20,49-21,73	98,10
MPL	I	13,50	0,38	13,08-14,0	90,27
	M	20,08	0,93	18,92-21,0	93,56
MPW	I	7,40	0,43	7,07-7,98	49,52
	M	10,50	0,57	9,85-11,05	48,92
SPW	I	9,51	1,01	8,21-10,6	63,60
	M	13,12	1,04	11,88-14,2	61,14
PLmax	I	13,74	0,66	13,0-14,5	91,91
	M	20,97	1,10	19,91-22,2	97,74
PLm	I	10,51	0,49	10,08-11,09	70,30
	M	15,44	1,03	14,21-16,56	71,93
SBH	I	5,34	0,36	4,91-5,77	35,69
	M	8,59	0,75	7,68-9,5	40,01
BW	I	4,65	0,49	3,96-5,05	31,12
	M	6,98	0,55	6,42-7,6	32,54
E	I	4,48	0,37	4,0-4,91	29,93
	M	5,90	0,28	5,52-6,15	27,48
PCL	I	1,10	0,08	1,0-1,2	7,36
	M	2,00	0,24	1,76-2,3	9,31
CETL	I	2,18	0,13	2,05-2,35	14,57
	M	3,54	0,36	3,17-3,9	16,47

Morfometrik özellikler (cm)		Ortalama	Standart hata	Min-Mak	İndeks
MW	I	1,67	0,27	1,28-1,89	11,14
	M	2,23	0,15	2,04-2,4	10,38
NCL	I	0,49	0,09	0,36-0,58	3,24
	M	1,34	0,39	1,01-1,8	6,26
PreCL	I	1,14	0,07	1,07-1,2	7,64
	M	1,97	0,31	1,69-2,3	9,18
POCL	I	2,40	0,33	2,01-2,8	16,07
	M	3,64	0,21	3,43-3,9	16,95
TL	I	3,53	0,50	3,06-4,02	23,63
	M	7,15	0,94	6,19-8,2	33,32
HL	I	4,67	0,44	4,21-5,05	31,24
	M	7,74	0,85	7,01-8,7	36,08
HW	I	2,37	0,17	2,22-2,59	15,85
	M	3,11	0,22	2,89-3,35	14,49
HH	I	1,68	0,13	1,55-1,85	11,22
	M	2,53	0,13	2,39-2,69	11,78
MW	I	1,76	0,15	1,59-1,95	11,77
	M	2,77	0,13	2,63-2,95	12,89
FLL	I	5,96	0,62	5,19-6,62	39,88
	M	9,39	0,44	8,95-9,8	43,76
HLL	I	6,57	0,39	6,06-6,93	43,91
	M	10,52	0,52	9,98-11,01	49,04
NL	I	1,53	0,19	1,37-1,8	10,23
	M	1,14	0,08	1,08-1,25	5,32
HC	I	7,02	0,52	6,5-7,56	46,92
	M	9,00	0,68	8,28-9,6	41,92

**Tablo 5.** *T. scripta elegans*'ın Dişi (♀) ve Erkek (♂) bireylerine ait morfometrik özelliklerin aritmetik ortalamalarının düz karapak uzunluğuna oranının yüzde indeksi.

Morfometrik özellikler (cm)	Eşey	Ortalama	Standart hata	Min-Mak	İndeks
SCL	♀	18,75	0,35	18,5-19,0	100
	♂	16,87	4,27	13,10-21,5	100
SCW	♀	14,25	0,35	14-14,5	76
	♂	12,95	2,71	10,35-15,75	77
MCL	♀	22,15	1,63	21,00-23,00	118
	♂	18,50	4,44	14,65-23,35	110
MCW	♀	20,5	0,71	20,00-21,00	109
	♂	16,92	4,29	13-21,5	100
MPL	♀	19,25	0,35	19,00-19,50	103
	♂	15,68	4	12,8-20,25	93
MPW	♀	10,15	0,49	9,80-10,5	54
	♂	8,4	1,63	7,2-10,25	50
SPW	♀	12,15	0,21	12-12,3	65
	♂	10,62	2,49	8,30-13,25	63

Morfometrik özellikler (cm)	Eşey	Ortalama	Standart hata	Min-Mak	İndeks
PLmax	♀	19,6	0,14	19,5-19,7	105
	♂	15,87	4,36	12,35-20,75	94
PLm	♀	14,75	0,35	14,5-15	79
	♂	11,82	3,10	9,35-15,3	70
SBH	♀	8	0,00	8-8	43
	♂	6,58	2,06	4,95-8,9	39
BW	♀	6,40	0,71	5,9-6,9	34
	♂	5,38	1,33	4,25-6,85	32
E	♀	5,83	0,18	5,7-5,95	31
	♂	4,92	0,91	4,08-5,88	29
PCL	♀	1,78	0,18	1,65-1,9	9
	♂	1,38	0,49	1-1,93	8
CETL	♀	3,1	0,28	2,9-3,3	17
	♂	2,57	0,8	1,9-3,45	15
MW	♀	2,1	0,14	2-2,2	11
	♂	1,9	0,32	1,63-2,25	11
NCL	♀	0,73	0,04	0,7-0,75	4
	♂	0,75	0,48	0,40-1,3	4
PreCL	♀	1,53	0,18	1,4-1,65	8
	♂	1,38	0,49	1-1,93	8
POCL	♀	3,35	0,21	3,2-3,5	18
	♂	2,75	0,88	1,90-3,65	16
TL	♀	5,75	2,05	4,3-7,2	31
	♂	4,55	2,47	2,7-7,35	27
HL	♀	6,5	0,42	6,2-6,8	35
	♂	5,45	1,96	3,75-7,6	32
HW	♀	2,87	0,12	2,78-2,95	15
	♂	2,5	0,45	2,23-3,03	15
HH	♀	2,36	0,16	2,24-2,47	13
	♂	1,93	0,57	1,4-2,54	11
MW	♀	2,57	0,12	2,48-2,65	14
	♂	2,08	0,55	1,65-2,70	12
FLL	♀	8,75	1,06	8-9,5	47
	♂	6,98	2,26	4,93-9,40	41
HLL	♀	9,85	0,92	9,2-10,5	53
	♂	8,18	2,13	6,30-10,5	49
NL	♀	1,1	0,28	0,9-1,3	6
	♂	1,33	0,26	1,08-1,6	8
HC	♀	8,3	1,13	7,5-9,1	44
	♂	7,37	1,4	6-8,8	44



#### 4. Tartışma

Bu çalışmada yabancı bir tür olan *T. scripta elegans*'in Mersin Anamur Tatlısu Sistemlerinde daha önceden dağılımı belirlenmiş olan Mamure Kalesi popülasyonu ile ilgili yumurtlama öncesi ve sonrası birey sayısı, dişi erkek oranı, olgunlaşma durumu ile ilgili veriler toplanmıştır. Alyanak sulak alanında yumurtlama dönemi öncesi türün 6 adet bireyi gözlemlenmiştir. Alyanak sulak alanı Anamur'da türün doğrulanmış ikinci dağılım alanı olarak tespit edilmiştir. Yapılan drenaj, sulama kanalları, Dragon Çayı ve bağlantılı derelerde yürütülen arazi çalışmalarında kırmızı yanaklı tatlı su kaplumbağası bireylerine rastlanılmamıştır. Mamure Kalesi'ne en yakın su sistemi olan Alyanak sulak alanında bu türün dağılımı türün Mamure Kalesi hendek alanı dışında da yerleşme eğiliminde olduğunu göstermektedir. Çiçek ve Ayaz (2015), 2005 yılında Mamure Kalesi'nde 500 m<sup>2</sup> alan içerisinde 20 adet *E. orbicularis* ve 400 adet *M. rivulata*'nın varlığını bildirirken *T. scripta elegans*'in sadece 10-15 bireyini kaydetmişlerdir. Çalışmada 10-15 adet arasında *T. scripta elegans* bireyi bildirilirken bizim çalışmamızda Mamure kalesinde 51 adet Alyanak sulak alanında 6 adet gözlenmiştir. *T. scripta elegans*'in Mamure Kalesi popülasyonunda birey sayısının artış eğiliminde olduğu aynı zamanda Alyanak sulak alanına da yerleşme eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Yerel halkın Mamure Kalesi hendek alanı dışında herhangi bir *T. scripta elegans* bireyini görmediklerini ifade etmelerine rağmen türün yaklaşık 1 km uzaklıktaki Alyanak sulak alanında bireyleri ile karşılaşmıştır. Ayrıca 2005 yılında Çiçek ve Ayaz (2015) tarafından bildirilen birey sayısının bizim çalışmamızda belirlenen birey sayısı ile karşılaştığımızda türün birey sayısındaki artışın fazla olmadığı görülmektedir. Bu durumun Mamure Kalesi'nde kırmızı yanaklı kaplumbağaların satış amaçlı illegal yollarla kısmi oranda ortamdaki çekildiği ya da diğer tatlısu kaplumbağası türlerinin kırmızı

yanaklı kaplumbağalar ile rekabeti nedeni ile popülasyonlarının denge altında tutulduğu şeklinde değerlendirme yapılmıştır. Kırmızı yanaklı kaplumbağalar ve iki yerel türün beslenme, güneşlenme ve yumurtlama alanları açısından rekabete girdiği bu durumun hem yerel türler hem de yabancı türün popülasyonlarını denge altında tutabileceği değerlendirilmiştir. Üzerlerinde herhangi bir predatör baskısı bulunmayan korunaklı bir alanda yaşam sürdüren yabancı türünün toplam birey sayılarının çok fazla artmaması kırmızı yanaklı kaplumbağa ile bu iki tür arasındaki rekabetin şiddetini göstermektedir. Alyanak Sulak alanında yürütülen izleme çalışmasında, kırmızı yanaklı kaplumbağaların 6 adet bireyine rastlanmış olup, Mamure Kalesine yaklaşık 1 km uzaklıkta bulunan bu sulak alana bireylerin ana popülasyonun bulunduğu sınırlı imkanların var olduğu hendek alanındaki tür içi ve türler arası rekabet ilişkilerinin azaltılmasına yönelik yeni yaşam alanı bulma amacıyla gittikleri düşünülmektedir. Daha önce yapılan bir çalışmada türün 2-6 m uzaklıkta Mamure Kalesi içi ya da 1,6 km uzaklıkta uygun yumurtlama alanlarına hareket ettikleri vurgulanmıştır (Çiçek ve Ayaz, 2015). Alyanak sulak alanı ana popülasyonun bulunduğu alandan yaklaşık 1 km uzaklıkta olup araştırmacıların bildirdiği mesafe sınırları içinde türün bireylerinin dağılım gösterdiği görülmektedir. Bu durum *T. scripta elegans*'in bölgede var olan diğer tatlısu kaplumbağa türleri ile yumurtlama alanları için rekabeti sonucunda Alyanak Sulak Alanına yerleşmeye başladığı şeklinde değerlendirilmiştir.

*T. scripta elegans*'in dişi bireylerinin 3-4 yaşında cinsel olgunluğa eriştiği, 5 yaşında ise üremeye başladığı, üreme büyüklüğüne ulaşan bireylerin düz karapaks uzunluğunun >160mm olduğu bilinmektedir (Perez-Santigosa ve ark. 2008). Bu çalışmada Mamure Kalesi hendek alanında üreme öncesi ve sonrası örneklemede ergin olmayan ve ergin toplam 40 adet birey toplanmıştır. Örnekleme sürecinde, Mamure Kalesinde türe ait birey sayısının yaklaşık 51

birey olduğu tahmini yapılmıştır. Alyanak Sulak Alanında ise 6 birey gözlemlenmiştir. Bu durum türün ana popülasyonunun bulunduğu Mamure Kalesi'nden yeni bir alana yerleşme sürecinde olduğunu göstermektedir.

Yabancı türler katıldıkları ekosistemin yerel türleri ile oldukça büyük rekabet göstermektedirler. Beslenme, üreme ve yaşam alanı oluşturma amacıyla türler arasındaki bu rekabet genellikle yerel türlerin baskılanması ile sonuçlanmaktadır. Bunun en büyük nedeni ise yabancı türlerin genetik ve karakteristik olarak yerel türlerden daha baskın özelliklere sahip olmalarıdır. Bu durum genellikle yerel tür popülasyonunun bolluk olarak azalması ile sonuçlanır. *T. scripta elegans*'ın, *E. orbicularis* ve *M. leprosa* ile yemek, güneşlenme ve yuvalama alanları için rekabet ettiği bildirilmiştir (Cadi ve Joly 2003, 2004; Ficotola ve ark., 2012). Mamure Kalesinde yürütülen bu çalışmada *T. scripta elegans*'ın bölgede yaşayan yerel tür, *E. orbicularis* ve *M. rivulata* ile beslenme, güneşlenme ve yaşam alanı oluşturma amacıyla rekabette bulunmasının yanısıra bu rekabetten kaçınmak için yeni yerleşim alanlarına yerleşmeye çalıştığı gözlemlenmiştir. Bu bulgu Çiçek ve Ayaz (2015) ile uyumludur.

Bir ekosistemde yabancı tür ile yerel türler arasındaki rekabet o ekosistemin besin zinciri üzerinde etkili olmaktadır. Yabancı türün beslenme şekli, diyetini oluşturan türlerin popülasyonunu da etkilemektedir. *T. scripta elegans* omnivor bir tür olduğundan katıldığı ekosistemin makroalg, makrozoobentoz ve amfibi toplulukları üzerinden beslenmekte olup besinini oluşturan tür popülasyonunun yoğunluğunu etkileyebilmektedir (Teillac-Deschamps ve Prevot-Julliard, 2006). Hem yabancı tür hem de yerel tatlı su kaplumbağa türleri tarafından sınırlı bir alan olan hendek alanında oluşturulan besinsel rekabet ve aşırı sömürü yabancı türü nisbeten daha yoğun makroalg, tatlısu bitkileri, makrozoobentoz barındıran Alyanak sulak alanına doğru yönlendirdiği değerlendirmiştir. Bu durum yabancı türün Anamur tatlısu sistemlerinde

dağılımı açısından bir itici güç olabilir. Yapılan bir başka çalışmada *T. scripta elegans*'ın, bulunduğu habitatta suyun pH, iletkenlik siltasyon artışı ve yaprak çöpünün ayrıştırılması sonucu kimyasal parametrelerde değişime ve nutrient girdisine katkı sağlayarak omurgasız türlerin bolluk ve biyokütlece artmasına yol açtığı belirtilmiştir (Lindsay vd., 2013). Araştırma bulguları istilacı olarak tanımlanan bu türün besin ağı kurulmasında ve stabilitesini sağlamada oynadığı ekolojik rolün yeni bir ekosistemin oluşmasına ve de işleyişini etkileme potansiyeline sahip olduğunu ispatlamaktadır. Diğer yandan *T. scripta elegans*'ın rekabetçi karakteri yerel türler üzerinde habitat baskısı oluşturarak katıldıkları ekosistemde değişime neden olabilirler. Dolayısıyla bu türlerin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem işleyişi üzerindeki ekolojik etkilerinin anlaşılması oldukça önemlidir (Lindsay ve ark., 2013). Yabancı türün ekosistemde üstlendiği işlevsel rol tam olarak anlaşılmadan türün istilacı ve tehlikeli olarak tanımlanması ve alınabilecek önlemler yeni oluşan ekosistem işleyişinin engelleyebilecek en büyük tehdit olarak değerlendirilmiştir. Doğal bir sulak alan olan Alyanak sulak alanında türün besin zincirinde kazandığı işlevsel rol üzerine çalışılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

Güneydoğu Amerika'nın yerel türü olan *T. scripta elegans* evcil hayvan ticareti yoluyla pek çok ülkeye taşınmış olup bugün Antarktika dışında tüm kıtalarda yayılım gösterdiği bildirilmektedir. Dünya genelinde dağılım gösteren bu türün biyolojik ya da ekolojik özelliklerini bildiren çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Mevcut çalışmaların da daha çok anavatanı üzerinde yürütüldüğü belirtilmiştir (Ramsay vd., 2007). Her ne kadar tür ile ilgili çalışmaların az olduğu bildirilse de *T. scripta elegans*'ın hem anavatanı hem de anavatanı dışındaki doğal sucül alanlardaki dağılımı çalışılmaktadır. Büyük Göller Havzası'nda (Great Lake Bölgesinde) *T. scripta elegans*'ın mevcut dağılımı ile gelecekte öngörülen dağılım oranının incelendiği bir çalışmada Büyük Göller Havzasındaki birey sayısındaki artışın

%26'dan %50'ye ulaşabilecekken Erie Gölü daha büyük risk oranına sahiptir. İklim değişikliği nedeniyle *T.scripta elegans* için uygun alanın kuzeye doğru kayması Erie Gölü kadar Superior Gölü'nün de risk altına gireceğini göstermektedir (Spear ve ark., 2018). Yabancı istilacı tatlı su kaplumbağası *T. scripta elegans*'in yerel tür *E. orbicularis* arasındaki rekabetin kapsamının anlaşılması amacıyla Kuzey İtalya'da her iki türün bireyleri örneklenerek azot ve karbon kararlı izotop analizi yapılmıştır ( $\delta 15 N$  ve  $\delta 13 C$ ). Pençe örnekleme allokon bir tür olan *T. scripta elegans* ile otokon tür olan *E. orbicularis*'in yetişkinlerinde diyet bileşenleri bakımından kısa ve uzun vadede bir ayırım saptanırken, yetişkin allokonlar ile genç otokonlar arasında bir örtüşme saptanmıştır. Aynı araştırmada kan örnekleme bulguları türler arasında kısmi örtüşmenin bulunduğu dolayısı ile *T. scripta elegans*'in yerel tür *E. orbicularis* üzerinde kısmi rekabeti kanıtlanmıştır. Bu araştırmada yerel türün popülasyonu üzerinde yerel olmayan tür rekabetinin azaltılması amacıyla yerel türün belirli yaşam evrelerinde korunmasının gerekli olduğu belirtilmiştir (Balzani vd., 2016). Taiwan'da yapılan bir araştırmada, *T. scripta elegans*'in her ne kadar yerel türler üzerine baskısı kanıtlanmasa da özellikle kuzey ve orta bölgelerde yaygın olarak buldukları ve özellikle, Keelung Nehri'nde popülasyon kurdukları belirtilirken, Shuanglian Rezervuarı, Banciao, Lujhu, Yangmei ve Wurih gibi bazı habitatlarda araştırma sırasında gözlenen juvenil bireyler bu bölgelerde de kısmen üreme popülasyonlarının kurulduğunu gösterebilir. Her ne kadar Avrupa'da türün yerel türler üzerine baskısı kanıtlanırsa da Taiwan'da *T. scripta elegans* popülasyonunun yerel türler üzerine baskı kurabilecek büyüklüğe ulaşmadığı belirtilmekte olup türün yerel türlerle birlikte güneşlenme davranışları bildirilmiştir (Chen, 2006). Önceki çalışmalar *T. scripta elegans*'in kentsel alanlarda daha fazla dağılımı bulunduğunu bildirmektedir. Kuzey Kaliforniya'nın Sacramento Nehri havzasında türün drenaj

boyunca dağılım gösterdiği ancak yerel tür *E. marmorata*'nın bulunduğu habitat içerisinde sınırlı sayıda gözlemlendikleri belirtilmiştir (Thompson ve ark., 2010). Bunun nedeni türün evcil hayvan olarak beslenmesi ve yine insanlar tarafından kent içerisindeki sucul alanlara bırakılmasından kaynaklanabilir. Son yıllarda yabancı türlerin yerel türler üzerindeki etkileri ve var olan ekosistemleri değiştirme potansiyelinin anlaşılmasına başlanması bu türler üzerinde çalışmaların artmasına yol açmıştır. Bizim çalışmamızda Mamure Kalesi hendek alanında popülasyon kuran *T. scripta elegans*'in yakın çevredeki çok sayıda sucul alanlarda varlık yokluk durumunun belirlenmesine çalışılmış, türün sadece 1 km uzaklıktaki Alyanak sulak alanında bulunduğu tespit edilmiştir. Uzun zamandan beri Mamure kalesinde bulunan bu yabancı türün yakınında çok sayıda sucul alan olmasına rağmen Alyanak sulak alanı dışında dağılımının bulunmaması dikkat çekicidir. Yabancı türün diğer sucul alanlara dağılmasını engelleyen faktörlerin incelenmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

Mamure Kalesi hendek alanından örneklenen *T. scripta elegans*'in morfometrik özellikleri olgunlaşma ve eşeye bağlı olarak çalışılmıştır. Yumurtlama sonrası örneklenen bireylerin yumurtlama öncesi dönemde örneklenen bireylerden daha büyük oldukları belirlenmiştir. Araştırmada dişi bireylerin erkek bireylerden daha iri oldukları saptanmıştır (Tablo 3). *T. scripta elegans*'in ABD Texas tatlısu sistemlerinden örneklenen bireylerinde karapaks uzunluğu (CL) 171 mm (30-328 mm), karapaks genişliği (CW) 129 mm (31-220), plostron uzunluğu (PL) 157 mm (29-267 mm), pektoral scute plastron genişliği (PW) 102 mm (21-175 mm), maksimum vücut derinliği (BD) 70 mm (13-122 mm) olarak belirlenirken vücut ağırlığı (W) 913 g olarak ölçülmüştür. Hindistan'ın Goa kentinde istilacı bir tür olan *T. scripta elegans*'in kuzeyde Khandepar Nehri'nde bir dişi, güneyde Taleigao bölgesinde ise bir dişi ve bir erkek bireyinin kırsal ve banliyö alanlarında gözlemlendiği bildirilmiştir.

Yapılan morfometrik ölçümler yakalanan bireylerin yetişkin olduğunu göstermektedir. Güneyden örneklenen bir erkek ve bir dişi bireye ait bazı morfometrik ölçümler sırasıyla CL: 20,6 – 22 cm; CW: 17,5 – 21,5 cm; CH: 6 - 6,4 cm; PL: 19,8 – 21 cm; PW: 14- 15 cm; TTL: 7 – 5 cm ve W: 1402 g olarak, kuzeyden örneklenen bir dişi bireye ait morfometrik ölçümler ise CL: 21,2 cm; CW: 19,5 cm; CH: 6,3 cm; PL: 19,8 cm; PW: 14,7 cm; TTL: 5,6 cm ve W: 1625 g olarak belirlenmiştir (Jadhav ve ark., 2018). Her iki araştırma da bildirilen sonuçlar ile bizim çalışmamızda örneklenen bireylerin morfometrik ölçümlerinin benzer olduğu görülmektedir.

## 5. Sonuçlar ve Öneriler

Doğal yaşam alanından farklı bir ekosisteme katılarak dağılım gösteren türler olarak tanımlanan yabancı türler, yeni yaşam alanlarında rekabete dayalı olarak flora ve fauna üzerinde baskı oluşturabilirler. Bu durum o ekosistemin biyoçeşitliliği üzerinde etkili olabilir. Besin ve üreme alanına ortak olma yerel tür popülasyonlarının dinamiğini değiştirerek onların azalmalarına, yok olmalarına ya da habitat değiştirmelerine yol açabilirken, av-avcı ilişkisi besin zincirinin diğer halkalarını oluşturan türlerin popülasyonlarının dengesi üzerinde önemli role sahiptir. Yabancı olarak adlandırılan yerel olmayan türlerin yeni katıldıkları ekosistemdeki ekonomik ve ekolojik etkileri olumlu ya da olumsuz olabilirken nötr etkiye de sahip olabilir.

*T. scripta elegans*, evcil hayvan olarak pek çok yerde uygun fiyatla satılmakta ve evcil olarak büyütülen bu hayvanlar, bakım ve kontrolünün sağlanamaması nedeniyle büyüdükten sonra doğaya bırakılmakta, doğada geniş dağılım alanı bulabilmektedir. Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (CBS 2015), yerli olmayan türler için üç aşamalı hiyerarşik bir yaklaşım önermiş olup Bunlar; 1) önleme, tespit/gözetim ve hızlı müdahale, 2) kontrol ve 3) yok etme. Yabancı türlerin dağılımı belirtilen antropojenik etkiler nedeniyle dinamik bir yapı göstermekte olup

ekolojik ve ekonomik olumsuz etkilerin önlenmesi ve kontrol edilebilmesi için çevre izleme çalışmalarının sürdürülebilir olması önemlidir.

Mersin İli Anamur ilçesi ve ülkemizde dağılımı bulunan diğer tatlısu sistemlerinde, Kırmızı yanaklı tatlı su kaplumbağasının demografik özellikleri (yoğunluk, büyüme oranı, hayatta kalma oranı, yaş kompozisyonu, cinsiyet oranı, difüzyon vb.), üreme ve dağılım potansiyeli hakkında kapsamlı olarak yürütülecek çalışmalara gereksinim bulunmaktadır. Yabancı türlerin popülasyonlarının zamansal ve mekânsal değişimlerini uzun vadede izlemek ekosistemde üstlendikleri ekolojik rolün belirlenmesi için önemlidir.

## Teşekkür

Bu çalışma Mersin Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından BAP-2021-2-TP2-4525 Proje numarası ile desteklenmiştir.

## Kaynaklar

Aca Townsend, C.R. (2003) Individual, population, community, and ecosystem consequences of a fish invader in New Zealand streams. *Conservation Biology* 17: 38-47.

Balzani, P., Vizzini, S., Santini, G., Masoni, A., Ciofi, C., Ricevuto, E., Chelazzi, G. (2016) Stable isotope analysis of trophic niche in two co-occurring native and invasive terrapins, *Emys orbicularis* and *Trachemys scripta elegans*. *Biological Invasions* 18: 3611-3621.

Bringsøe, H. (2006) NOBANIS. Invasive Alien Species Fact Sheet *Trachemys scripta*, <[http://www.nobanis.org/files/factsheets/Trachemys\\_scripta.pdf](http://www.nobanis.org/files/factsheets/Trachemys_scripta.pdf)>. Accessed: 27 February 2015.

Cadi, A., Joly, P. (2004) Impact of the introduction of the red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) on survival rates of the European pond turtle (*Emys orbicularis*). *Biodiversity and Conservation* 13: 2511-2518.

- Chen, T-H. (2006) Distribution and status of the introduced red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) in Taiwan, in: Koike, F., Clout, M.N., Kawamichi, M., De Poorter, M., Iwatsuki, K. (Eds.), *Assessment and Control of Biological Invasion Risks*, Shoukadoh Book Sellers, Kyoto, Japan and IUCN, Gland, Switzerland, pp. 187-195.
- Coblentz, B.E. (1990) Exotic organisms: a dilemma for conservation biology. *Conservation Biology* 4: 261-265.
- Çiçek, K., Ayaz, D. (2015) Does the red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) breed in Turkey? *Hyla* 1: 4-10.
- Echelle, A.A., Echelle, A.F. (1997) Genetic introgression of endemic taxa by non-natives: a case study with leon springs pupfish and sheepshead minnow. *Conservation Biology* 11: 153-161.
- Ernst, C.H., Lovich, J.E. (2009) *Turtles of the United States and Canada*. Maryland, USA: Johns Hopkins University Press, 840 pp.
- Ficetola, G.F., Rödder D., Padoa-Schioppa, E. (2012) *Trachemys scripta* (Slider terrapin), in: Francis, R. (Eds.), *Handbook of global freshwater invasive species*, Earthscan, Taylor & Francis Group Abingdon, UK., pp. 331-339.
- Global Invasive Species Database, (2020) www. Document available at <<http://www.issg.org/database/>>
- Gradela, A., Santiago, T. O. C., Pires, I. C., Silva, A. de C. S., Souza, L. C. de, Faria, M. D. de, Neto, J. P., Milanelo, L. (2017) Sexual Dimorphism in Red-Eared Sliders (*Trachemys scripta elegans*) from the Wild Animal Triage Center of the Tiete Ecological Park, São Paulo, Brazil. *Acta Scientiae Veterinariae*, 45(1): 10.
- Gurevitch, J., Padilla, K.D. (2004) Are invasive species a major cause of extinctions? *Trends in Ecology and Evolution* 19(9): 470-474.
- Jadhav, T., Sawan, N., Shyama, S.K. (2018) First report on presence and status of introduced invasive species Red-eared Slider, *Trachemys scripta elegans* in Goa, India. *An International Journal of Environment and Biodiversity* 9(2): 177-179.
- Kraus, F. (2009) *Alien Reptiles and Amphibians: a Scientific Compendium and Analysis (Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology)*, Springer-Verlag.
- Lindsay, M.K., Zhang, Y., Forstner, M.R.J., Hahn, D. (2013) Effects of the freshwater turtle *Trachemys scripta elegans* on ecosystem functioning: an approach in experimental ponds. *Amphibia-Reptilia* 34: 75-84.
- Lodge, D.M. (1993) Biological Invasions: Lessons for Ecology. *Tree*, 8(4): 133-136.
- Özdemir, G., Ceylan, B. (2007) Biyolojik istila ve Karadeniz'deki istilacı türler. *SÜMAE Yunus Araştırma Bulteni* 3: 1-5.
- Ramsay, N.F., Ng, P.K.A., O'Riordan, R.M., Chou, L.M. (2007) The red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) in Asia: a review, in: Francesca Gherardi (Eds.), *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats*, Springer, pp. 161-174.
- Rhodin, A., Iverson, J., Bour, R., Fritz, U., Georges, A., Shaffer, H.B., Dijk, P.P.V. (2017) *Turtles of the World: Annotated Checklist and Atlas of Taxonomy, Synonymy, Distribution, and Conservation Status (8th Ed.)*, in: Rhodin, A.G.J., Iverson, J.B., van Dijk, P.P., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Pritchard, P.C.H., Mittermeier, R.A. (Eds.). *Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group*. Chelonian Research Monographs 7, pp. 1-292. doi: 10.3854/crm.7.checklist.atlas.v8.2017.

Perez-Santigosa, N., Díaz-Paniagua, C., Hidalgo-Vila, J. (2008) The reproductive ecology of exotic *Trachemys scripta elegans* in an invaded area of southern Europe. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 18: 1302–1310.

Spear, M.J., Elgin, A.K., Grey, E.K. (2018) Current and Projected Distribution of the Red-Eared Slider Turtle, *Trachemys scripta elegans*, in the Great Lakes Basin. *The American Midland Naturalist* 179: 191-221.

Taylor, J.N.W.R., Courtenay, Jr., McCann, J.A. (1984) Known impacts of exotic fishes in the continental United States, in: Courtenay Jr.W.R, Stauffer, J.R. (Eds.) *Distribution, biology and management of exotic fishes*. Johns Hopkins Univ. Press., Baltimore. MD. pp. 322-373.

Teillac-Deschamps, P., Prevot-Julliard, A.C. (2006) Impact of exotic slider turtles on freshwater communities: an experimental approach. In: *First European congress of conservation biology, book of abstracts*. Society for Conservation Biology, pp. 162-163.



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Received: 27 Apr. 2023 | Accepted: 22 May 2023

**Biochemical and Antimicrobial Properties of *Alburnus tarichi* Roe Protein Hydrolysate**

Mehmet Berköz<sup>1\*</sup> , Oruç Yunusoğlu<sup>2</sup> , Ferbal Özkan-Yılmaz<sup>3</sup> , Arzu Özlüer-Hunt<sup>4</sup> ,  
Serap Yalın<sup>5</sup> , Ömer Türkmen<sup>6</sup> 

<sup>1</sup>Department of Biochemistry, Faculty of Pharmacy, Van Yuzuncu Yıl University, Van, Turkey

<sup>2</sup>Department of Pharmacology, Faculty of Medicine, Bolu Abant İzzet Baysal University, Bolu, Turkey

<sup>3</sup>Department of Basic Sciences, Faculty of Fisheries, Mersin University, Mersin, Turkey

<sup>4</sup>Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Mersin University, Mersin, Turkey

<sup>5</sup>Department of Biochemistry, Faculty of Pharmacy, Mersin University, Mersin, Turkey

<sup>6</sup>Department of Pharmaceutical Technology, Faculty of Pharmacy, Van Yuzuncu Yıl University, Van, Turkey

\*Corresponding author e-mail: mehmet\_berkoz@yahoo.com

**ABSTRACT**

The protein hydrolysates with antioxidant and antimicrobial potential have become a theme of great interest for pharmaceutical, nutraceuticals, as well as food processing and preservation industries. On the other hand, chemical composition of fish protein hydrolysates is significant in nutrition perspective of human health. Hence, in the present study proximate and amino acid compositions, antioxidant and antimicrobial activities of *Alburnus tarichi* roe protein hydrolysate was estimated. Protein, lipid, moisture, and ash content were found to be  $87.24\pm 0.1$ ,  $0.72\pm 0.04$ ,  $8.79\pm 0.3$ , and  $7.01\pm 0.09\%$ , respectively. Glutamic acid, aspartic acid, lysine, leucine and alanine were found to be the most dominant amino acids, whereas, cysteine was found to be the lowest amino acid in roe protein hydrolysate. The  $IC_{50}$  value of roe protein hydrolysate for DPPH radical and hydroxyl-radical scavenging activities were  $54.33 \mu\text{g/mL}$  and  $77.02 \mu\text{g/mL}$ , respectively. The reducing power of *A. tarichi* roe protein hydrolysate was analyzed, the optical density values of roe protein hydrolysate and gallic acid at 700 nm were  $0.45\pm 0.03$  and  $1.14\pm 0.09$ , respectively. Roe protein hydrolysate had shown maximum zone of inhibition against *Klebsiella pneumoniae* ( $11.1\pm 0.30$  mm) followed by *Salmonella enterica* ( $10.7\pm 0.46$  mm), *Proteus mirabilis* ( $10.1\pm 0.35$  mm) and *Candida albicans* ( $8.7\pm 0.34$  mm). The results demonstrated the importance of amino acid composition in determining the bioactive potential of the peptides. The results showed that roe protein hydrolysates of *A. tarichi* was proved to show good effect on antioxidant and antimicrobial activities and can be used a source for nutraceuticals and pharmaceuticals.

**KEYWORDS:** *Alburnus tarichi*, Roe protein, Protein hydrolysate, Biochemical properties, Antimicrobial activity

**How to cite this article:** Berköz, M., Yunusoğlu, O., Özkan-Yılmaz, F., Özlüer-Hunt, A., Yalın, S., Türkmen, Ö. (2023) Biochemical and Antimicrobial Properties of *Alburnus tarichi* Roe Protein Hydrolysate. *MedFAR*, 6(1):26-36

## 1. Introduction

Fish is one of the potential sources of animal protein and essential nutrients for the maintenance of a healthy body in the developing countries (Lees and Carson, 2020). Fish protein hydrolysates are reported as a source of promising health benefit components for nutritional or pharmaceutical applications (Chakniramol et al., 2022). The fish protein hydrolysates obtained after hydrolysis are composed of free amino acids and short chain of peptides showing many advantages as nutraceuticals or functional foods because of their amino acid profile. The amino acid composition of any food proteins has substantial role in numerous physiological activities of human body and affects either directly or indirectly in maintaining good health (Alboofetileh et al., 2021).

Fish protein hydrolysates have been proved to have potential role in nutritional and pharmaceutical applications (Lees and Carson, 2020; Alboofetileh et al., 2021; Chakniramol et al., 2022). Certain fish protein hydrolysates have been reported to have noticeable antioxidant activities and it has been proposed that they can be used as a natural antioxidant (Heffernan et al., 2021). The protein hydrolysates with antioxidant potential have become a theme of great interest for pharmaceutical, nutraceuticals, as well as food processing/preservation industries (Nirmal et al., 2022). On the other hand, fish exhibit different types of antimicrobial peptides. Almost all antimicrobial peptides obtained from fish have antibacterial or bacteriostatic functions against several gram-positive and gram-negative bacteria (Zamora-Sillero et al., 2018).

*Alburnus tarichi*, Güldenstdt, 1814 (pearl mullet) is an anadromic endemic carp species that migrates to streams (between mid-April and mid-July) living in the high pH waters of Lake Van and pouring into the lake for breeding. *A. tarichi* can leave approximately 6.000-16.000 eggs. Due to its fast growth and suitable price, *A. tarichi* current-

ly is regarded a high economic value fish species in Turkey (Oğuz, 2018).

In this study, it was aimed to investigate the proximate composition, amino acid composition, antioxidant, and antimicrobial activities of *A. tarichi* roe protein hydrolysate.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Preparation of Roe Protein Hydrolysate from *A. tarichi*

*A. tarichi* was obtained freshly from several fishermen in Van, Turkey in March 2019. Necessary permissions were obtained from Van Animal Experiments Local Ethics Committee of Van Yuzuncu Yil University (Decision number: 2019/03, Date: 28.03.2019). Roes of the fish were isolated, homogenized, and kept at  $-20^{\circ}\text{C}$  until use. Roe protein hydrolysate was prepared from defatted *A. tarichi* roe powder using Protease N (Bligh and Dyer, 1959).

### 2.2. Chemical Analysis of Protein Hydrolysate

#### 2.2.1. Total Protein

The total protein content was estimated by Folin-ciocalteu method (Lowry et al., 1951).

#### 2.2.2. Total Lipid

The lipid content was estimated according to the method of Folch et al. (1956).

#### 2.2.3. Moisture and Ash

Moisture and ash contents were determined using the method of Kuzucu et al. (2017).

#### 2.2.4. Amino Acid Analysis of Hydrolysate

The lyophilized hydrolysate was analyzed for the amino acid composition in the HPLC (Agilent 1100 HPLC system, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) (Baker and Han, 1994).

## 2.3. Antioxidant Activity

### 2.3.1. DPPH Radical Scavenging Assay

DPPH radical scavenging activity of hydrolysate was determined by the method followed by Wu et al. (2003).

### 2.3.2. Hydroxyl-radical Scavenging Assay

The hydroxyl-radical scavenging activities of the samples were analyzed by the method described by Halliwell et al. (1987).

### 2.3.3. Reducing Power Assay

The reducing power of the fractions of roe protein hydrolysate was measured by the method followed by Zhu et al. (2008).

## 2.4. Antimicrobial activity

Antimicrobial activity of roe protein hydrolysate was analyzed by well diffusion method followed by Schillinger and Luke (1989).

## 2.5. Statistical Analysis

All experiments were arranged in triplicate. Obtained data were presented as mean  $\pm$  standard deviation. Statistical evaluation was performed using SPSS software version 15.0 (SPSS Inc., Illinois, USA).  $p < 0.05$  was taken into account in the evaluation of the data

## 3. Results

### 3.1. Chemical Analysis of Hydrolysate

The proximate composition of roe protein hydrolysate of *A. tarichi* was given in Table 1.

The amino acids were analyzed from the protein hydrolysate of *A. tarichi* roe. Table 2 shows the amino acid composition of protein hydrolysate of this fish. In the studied fish protein hydrolyzate, aspartic acid, leucine, lysine, alanine and glutamic acid were found the most among all the amino acids studied. Cysteine was determined as the least amino acid.

**Table 1.** Proximate composition (%) of roe protein hydrolysate of *A. tarichi*

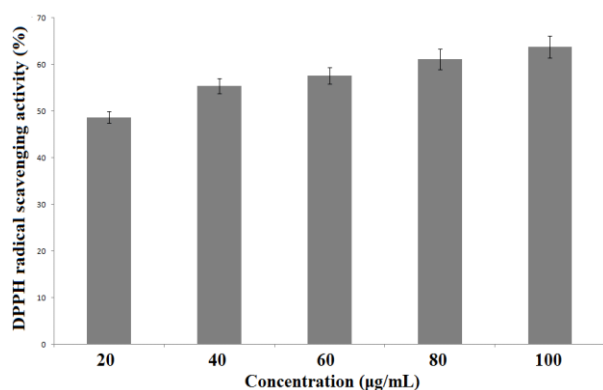
Composition	Percentage (%)
Protein	87.24 $\pm$ 0.19%
Lipid	0.72 $\pm$ 0.04%
Moisture	8.79 $\pm$ 0.3%
Ash	7.01 $\pm$ 0.09%

**Table 2.** Amino acid composition (%) of roe protein hydrolysate of *A. tarichi*

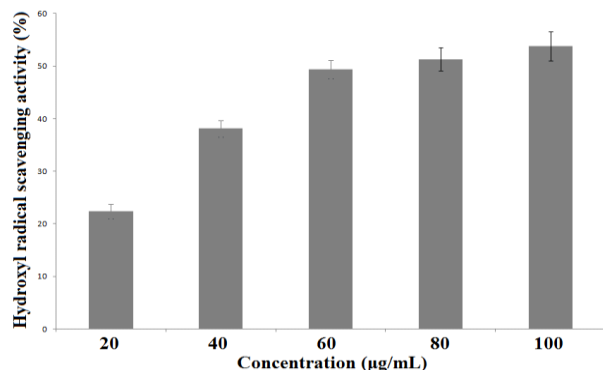
Amino acids	Percentage (%)
Aspartic acid	10.1
Alanine	9.8
Glutamic acid	14.7
Cysteine	0.2
Proline	4.4
Glycine	6.3
Tyrosine	3.2
Arginine	5.1
Histidine	2.8
Isoleucine	3.7
Leucine	8.6
Lysine	9.9
Methionine	3.8
Phenylalanine	2.6
Threonine	5.8
Serine	4.2
Valine	4.4

### 3.2. Chemical Analysis of Hydrolysate

The scavenging ability in DPPH and hydroxyl-radical assays of *A. tarichi* roe protein hydrolysate in a concentration of  $\mu\text{g/mL}$  was found to be  $63.8 \pm 2.3\%$  and  $53.8 \pm 2.8\%$ , respectively (Figure 1 and Figure 2). The  $\text{IC}_{50}$  value of roe protein hydrolysate for DPPH radical and hydroxyl-radical scavenging activities were  $54.33 \mu\text{g/mL}$  and  $77.02 \mu\text{g/mL}$ , respectively.

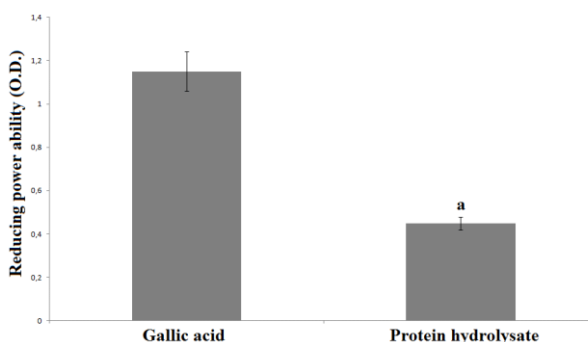


**Figure 1.** DPPH radical scavenging activity of roe protein hydrolysate of *A. tarichi*



**Figure 2.** Hydroxyl radical scavenging activity of roe protein hydrolysate of *A. tarichi*

As a result of the analysis, the optical density values of roe protein hydrolysate and gallic acid at 700 nm were  $0.45 \pm 0.03$  and  $1.14 \pm 0.09$ , respectively (Figure 3). The reducing power of gallic acid using as positive control in our study was statistically significantly higher than the protein hydrolysate ( $p < 0.05$ ).



**Figure 3.** Hydroxyl radical scavenging activity of roe protein hydrolysate of *A. tarichi*

### 3.3. Antimicrobial activity

In the present study roe protein hydrolysate was analyzed for antimicrobial activity by well diffusion method. Seven human bacterial pathogens such as *E. coli*, *S. typhi*, *S. enterica*, *K. pneumoniae*, *P. mirabilis*, *S. aureus* and *V. vulnificus* and three fungal pathogens such as *C. albicans*, *C. glabrata*, and *C. tropicalis* were used for antimicrobial activity analysis. The zone of inhibition was observed against all the pathogens tested. Hence the result of roe protein hydrolysate had revealed their potent antimicrobial activity (Table 3).

Roe protein hydrolysate had shown maximum zone of inhibition against *K. pneumoniae* ( $11.1 \pm 0.30 \text{ mm}$ ) followed by *S. enterica* ( $10.7 \pm 0.46 \text{ mm}$ ), *P. mirabilis* ( $10.1 \pm 0.35 \text{ mm}$ ) and *C. albicans* ( $8.7 \pm 0.34 \text{ mm}$ ) (Table 3). Hence roe protein hydrolysate from *A. tarichi* were proved to have high antimicrobial activity against the tested human bacterial and fungal pathogens.

**Table 3.** Zone of inhibition produced by roe protein hydrolysate of *A. tarichi*

Pathogens	Zone of inhibition (mm)
<i>Staphylococcus aureus</i>	7.1±0.24
<i>Vibrio vulnificus</i>	8.1±0.46
<i>Proteus mirabilis</i>	10.1±0.35
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	11.1±0.30
<i>Salmonella enterica</i>	10.7±0.46
<i>Salmonella typhi</i>	5.6±0.23
<i>Escherichia coli</i>	7.6±0.39
<i>Candida albicans</i>	8.7±0.34
<i>Candida glabrata</i>	7.6±0.28
<i>Candida tropicalis</i>	7.1±0.56

#### 4. Discussion and Conclusion

The chemical content of fish protein hydrolysates is important for a healthy diet of humans. (Lees and Carson, 2020; Al-boofetileh et al., 2021; Chakniramol et al., 2022; Borges et al., 2023; Langlois et al., 2023). In the present study the protein content of roe protein hydrolysate of *A. tarichi* was 87.24%. Hence, this protein hydrolysate was rich in protein content, it could be considered as an essential source of proteins. Similar result was recorded by Kristinsson and Rasco (2000) and Pacheco-Aguilar et al. (2008) in *Salmo salar* (88.39%) and *Merluccius productus* (88.6%) muscle protein hydrolysates, respectively. The protein content of fish muscle hydrolysates has been reported as 60-97% of the total composition. (Kristinsson and Rasco, 2000). The excess content indicated for fish protein hydrolysates can be explained by the dissolution of the proteins during hydrolysis and also the removal of insoluble solid particles by centrifugation (Chala-maiah et al., 2012). The high protein content of the investigated fish hydrolysates made it suitable as a dietary supplement.

We found the lipid content of roe protein hydrolysate of *A. tarichi* as 0.72%, similar result was reported from *Lutjanus vitta* muscle protein hydrolysates (0.64%) by Khantaphant and Benjakul (2008) and *Oreochromis niloticus* meat hydrolysates (0.67%) by Foh et al. (2011). The lipid content of most of the fish muscle protein hydrolysates

were reported as less than 5% by several researchers in various fish species (Kristinsson and Rasco, 2000, Pacheco-Aguilar et al., 2008, Khantaphant and Benjakul, 2008). It accounts for the low oil content of fish protein hydrolysates due to the elimination of undissolved compounds and lipids by centrifugation (Shahidi et al., 1995).

Moisture content was 8.79% in the current study, almost similar value of moisture content was reported by Thiansilakul et al. (2007) and Dong et al. (2005) in *Decapterus maruadsi* (8.75%) and *Saurida elongata* (8.5%) protein hydrolysates. But the present value was lower than the value reported by Khantaphant and Benjakul (2008) in *Lutjanus vitta* muscle protein hydrolysates (11.16%). It causes low moisture content in protein hydrolysates due to the type of samples and oven drying and evaporation processes (Bueno-Solano et al., 2009). Most studies have proven that fish protein hydrolysates from various species contain less than 10% moisture (Kristinsson and Rasco, 2000, Pacheco-Aguilar et al., 2008, Choi et al., 2009).

In the present study, the ash content was 7.01%. Dong et al. (2005) recorded almost similar value of ash in *Saurida elongata* protein hydrolysates (7.1%). The ash content of most of the fish muscle protein hydrolysates was reported as 1.76% to 24.56% of total composition (Kristinsson and Rasco, 2000, Thiansilakul et al., 2007, Pacheco-Aguilar et

al., 2008, Choi et al., 2009, Foh et al., 2011). The ash content of fish protein hydrolysates may have been found to be high due to the acid or base substances added to balance the pH of the medium (Kristinsson and Rasco, 2000, Dong et al., 2005, Pacheco-Aguilar et al., 2008, Choi et al., 2009).

Among the amino acids studied aspartic and glutamic acid and lysine were found to be dominant in the protein hydrolysate prepared from *A. tarichi* roe. This result shows good agreement with the amino acid composition of various fish protein hydrolysates (Klompong et al., 2009, You et al., 2011, Ghassem et al., 2014). In this present study, amount of glutamic acid was recorded in *A. tarichi* roe protein hydrolysate to be 16.5%, almost similar value was recorded by Ghassem et al. (2014) in *Channa striatus* myofibrillar protein hydrolysates (16.4%) produced by proteinase K and You et al. (2011) in *Misgurnus anguilliacaudatus* protein hydrolysates (16.7%). The amount of aspartic acid was recorded to be 10.1%. Similarly, Khantaphant et al. (2008) recorded 10.65% and 10.73% of aspartic acid in *Lutjanus vitta* muscle protein hydrolysates. Lysine was also found to be dominant in *A. tarichi* to be 10.1%, almost similar value was recorded by Ghassem et al. (2014) in *Channa striatus* sarcoplasmic protein hydrolysates ( $9.9 \pm 0.64\%$ ) produced by proteinase K. Fish protein hydrolysates have been reported to exhibit differences in their amino acid compositions (You et al., 2011, Hou et al., 2011, Ghassem et al., 2014). Some factors such as hydrolysis conditions, type of enzyme, raw material may be the reason for the difference in amino acid composition of fish protein hydrolysates (Klompong et al., 2009).

Protein hydrolysates of various fish sources such as whole capelin, tuna cooking juice, skin gelatin from brown stripe red snapper, mackerel, yellow fin sole frame, Alaska pollack frame, round scad muscle, Atlantic salmon, hoki, conger eel, yellow travelly, mackerel, loach and Pacific hake muscle have been proved to have antioxidant activity (Klompong et al., 2009). Some stud-

ies have shown that there is a good correlation between certain amino acid residues and the antioxidant potential of protein hydrolysates (González-Serrano et al., 2022). It is accepted that peptides with higher content of lysine, tyrosine, histidine, methionine, tryptophan, proline, alanine, valine and leucine have more antioxidant properties (Liu et al., 2021). The protein hydrolysates prepared from *A. tarichi* roe contained all these antioxidants related amino acids. Hence the present study has also focused on the antioxidant activity of protein hydrolysate prepared from *A. tarichi* roe. For this aim, DPPH and hydroxyl radical scavenging assays were used for finding out the antioxidant activity of the protein hydrolysate of *A. tarichi* roe.

DPPH, one of the organic nitrogen radicals, takes an electron or hydrogen atom, becoming a stable and commercially stable diamagnetic molecule (Mäkinen et al., 2022). Maximum DPPH radical scavenging activity of the protein hydrolysate of *A. tarichi* was found to be 63.8%. Sampath Kumar et al. (2011) reported almost similar value of antioxidant activity in the crude fish protein hydrolysate prepared from the horse mackerel, *Magalaspis cordyla* viscera protein to be 61.1%. Similarly, Nazeer et al. (2012) recorded to be 59.7% of DPPH radical scavenging activity in croaker muscle protein hydrolysates. The hydroxyl radical is an extremely reactive free radical that can severely damage polymer biomolecules such as DNA, fatty acids, proteins (Zhou et al., 2012). Maximum hydroxyl radical scavenging activity of the protein hydrolysate of *A. tarichi* was found to be 53.8%. Almost similar value was recorded by Sampath Kumar et al. (2011) in the horse mackerel visceral protein hydrolysates (48.3%) and Nazeer et al. (2012) in the croaker muscle protein hydrolysates (49.7%). In the present study the  $IC_{50}$  value of protein hydrolysates of *A. tarichi* roe for DPPH and hydroxyl radical scavenging activities were recorded as  $54.33 \mu\text{g/mL}$  and  $77.02 \mu\text{g/mL}$ , respectively. Similarly, Ranathunga et al. (2006) reported  $IC_{50}$  value of  $74.1 \mu\text{M}$  for hydroxyl radical scavenging activity of antioxidative peptide derived



from muscle of conger eel (*Conger myriaster*). However, Kim et al. (2007) reported IC<sub>50</sub> value of hoki frame protein hydrolysates for DPPH and hydroxyl as 41.37  $\mu\text{M}$  and 17.77  $\mu\text{M}$  respectively. Sun et al. (2013) also reported that IC<sub>50</sub> value of tilapia gelatin peptides for hydroxyl radical scavenging activity was 22.47  $\mu\text{g/mL}$ . The DPPH radical scavenging property may support that hydrolysate have hydrophobic amino acid content, which is more suitable for oil-soluble radicals of DPPH. The hydroxyl radical can be scavenged by the electron/hydrogen donor process by protein hydrolysates. The activity of the hydroxyl radical is the strongest among the free oxygen species, since it reacts more easily with biomolecules such as protein, lipid, and DNA. Since it reacts more easily with biomolecules such as protein, lipid and DNA, the activity of the hydroxyl radical is the strongest among the free oxygen species. Therefore, neutralization of the hydroxyl radical is perhaps the most effective defense for a living cell or organ (Liu et al., 2023).

The reducing power of roe protein hydrolysate exhibited the optical density value of  $0.45 \pm 0.03$ . Free radicals are reduced by electron donating. The electron donating probability indicates the reducing ability of a compound, which is its antioxidant property (Zhang et al., 2023). The reduction potential of protein hydrolysates has been determined, but the details are not clear. The reductants can reduce free radicals by transmitting electrons to them. The electron donating possibility of a given compound, termed as reducing ability, may serve as a substantial indicator of its probable antioxidant activity (Zhang et al., 2023). The reducing power ability is observed commonly from protein hydrolysates, but the exact nature is still unclear.

In some studies, it has been revealed that the peptides of the fish proteins obtained have stronger antioxidant potential in different oxidative systems (Sun et al., 2021). Although the information about the antioxidant function of peptides is not known in detail, it has been stated that histidine and a few aro-

matic amino acids are of great importance in this case. Antioxidant activity of protein hydrolysates mainly depends on the peptides present in the hydrolysates. The hydrolysates, which are rich in peptides containing especially hydrophobic amino acids are supposed to possess high antioxidant activity (Heffernan et al., 2021). As a result, we can suggest that the amino acid composition of peptides in protein hydrolysates is a critical factor in directing the antioxidant activity of protein hydrolysates.

In antimicrobial activity roe protein hydrolysate tested against seven bacterial pathogens and three fungal pathogens. Roe protein hydrolysate of *A. tarichi* was proved to have antimicrobial activity against the tested human bacterial and fungal pathogens. This result was supported by Ramkumar et al. (2005), who reported antibacterial activity of epidermal layer of coral reef associated fish of Tuticorin coast and proved that antibacterial activity of *Siganus canaliculatus* against eight bacterial pathogens. Wang et al. (2011) also reported that the serum sample from rabbit fish (*Siganus oramin*) can inhibit the growth of both gram-negative bacteria and gram-positive bacteria especially *B. subtilis*, *E. coli* and *A. sobria* were highly sensitive to the serum.

Furthermore, the protein hydrolysates obtained from various fish sources were proved to have antimicrobial activity. Song et al. (2012) proved that pepsin hydrolysate of half-fin anchovy (*Setipinna taty*) have antibacterial activity against *E. coli*. Sila et al. (2014), reported that peptides from the protein hydrolysates of *Barbus callensis* muscle showing antibacterial activity against the gram-positive (*S. aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Micrococcus luteus*, *Enterococcus faecalis* and *Bacillus cereus*) and the gram-negative (*Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *S. enterica* and *Enterobacter sp.*) bacterias. Tang et al. (2015), stated that Anchovy (*Engraulis japonicus*) cooking wastewater protein hydrolysates having antimicrobial activity. And also, the second structure of peptides, peptide content, amino acid sequence are important factors that

change the strength of antibacterial activity (Shahidi and Zhong, 2008).

In conclusion, the results demonstrated the importance of amino acid composition in determining the bioactive potential of the peptides. The results showed that roe protein hydrolysates of *A. tarichi* was proved to show good effect on antioxidant and antimicrobial activities and can be used a source for nutraceuticals and pharmaceuticals, indeed in vivo studies are needed.

### Compliance with Ethical Standards

This study was presented as a poster presentation at the 13<sup>th</sup> International Symposium on Pharmaceutical Sciences (ISOPS-2021) (Poster No: 178).

### Conflict of interest

The authors declared that for this research article, they have no actual, potential or perceived conflict of interest.

### Ethical approval

For this study, necessary permissions were obtained from Van Animal Experiments Local Ethics Committee of Van Yuzuncu Yil University (Decision number: 2019/03, Date: 28.03.2019).

### References

Alboofetileh, M., Hamzeh, A., Abdollahi, M. (2021) Seaweed proteins as a source of bioactive peptides. *Current Pharmaceutical Design* 27: 1342–1352.

Baker, D.H., Han, Y. (1994) Ideal amino acid profile for broiler chicks during three weeks post hatching. *Poultry Science* 73: 1441-1447.

Bligh, E.G., Dyer, W.J. (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology* 37: 911-917.

Borges, S., Odila, J., Voss, G., Martins, R., Rosa, A., Couto, J.A., Almeida, A., Pintado, M. (2023) Fish by-products: A source of enzymes to generate circular bioactive hydrolysates. *Molecules (Basel)* 28: 1155.

Bueno-Solano, C., Lopez-Cervantes, J., Campas-Baypoli, O. N., Lauterio-Garcia, R., Adan-Bante, N.P., Sanchez-Machado, D.I. (2009) Chemical and biological characteristics of protein hydrolysates from fermented shrimp by-products *Food Chemistry* 112: 671-675.

Chakniramol, S., Wierschem, A., Cho, M.G., Bashir, K.M.I. (2022) Physiological and clinical aspects of bioactive peptides from marine animals. *Antioxidants (Basel)* 11: 1021.

Chalamaiah, M., Dinesh-Kumar, B., Hemalatha, R., Jyothirmayi, T. (2012) Fish protein hydrolysates: proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: a review. *Food Chemistry* 135: 3020-3038.

Choi, Y.J., Hur, S., Choi, B.D., Konno, K., Park, J.W. (2009) Enzymatic hydrolysis of recovered protein from frozen small croaker and functional properties of its hydrolysates. *Journal of Food Science* 74: 17-24.

Dong, Y., Sheng, G., Fu, J., Wen, K. (2005) Chemical characterization and anti-anaemia activity of fish protein hydrolysate from *Saurida elongate*. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85: 2033-2039.

Foh, M.B.K., Kamara, M.T., Amadou, I., Foh, B.M., Wenshui, X. (2011) Chemical and physiochemical properties of *Tilapia (Oreochromis niloticus)* fish protein hydrolysates and concentrate. *International Journal of Biological Chemistry* 5: 21-36.

Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G.H. (1956) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226: 497-509.

- Ghassem, M., Fern, S.S., Said, M., Ali, Z.M., Ibrahim, S., Babji, A.S. (2014) Kinetic characterization of *Channa striatus* muscle sarcoplasmic and myofibrillar protein hydrolysates. *Journal of Food Science and Technology* 51: 467-475.
- González-Serrano, D.J., Hadidi, M., Varcheh, M., Jelyani, A.Z., Moreno, A., Lorenzo, J.M. (2022) Bioactive peptide fractions from collagen hydrolysate of common carp fish byproduct: Antioxidant and functional properties. *Antioxidants (Basel)* 11: 509.
- Halliwell, B., Gutteridge, J.M.C., Aruoma, O.I. (1987) The deoxyribose method: A simple "test-tube" assay for determination of rate contents for reactions of hydroxyl radicals. *Analytical Biochemistry* 165: 215-219.
- Heffernan, S., Giblin, L., O'Brien, N. (2021) Assessment of the biological activity of fish muscle protein hydrolysates using in vitro model systems. *Food Chemistry* 359: 129852.
- Hou, H., Li, B., Zhao, X. (2011) Enzymatic hydrolysis of defatted mackerel protein with low bitter taste. *Journal of Ocean University of China* 10: 85-92.
- Khantaphant, S., Benjakul, S. (2008) Comparative study on the proteases from fish pyloric caeca and the use for production of gelatin hydrolysate with anti-oxidative activity. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B* 151: 410-419.
- Kim, S., Je, J., Kim, S. (2007) Purification and characterization of antioxidant peptide from hoki (*Johnius belengerii*) frame protein by gastrointestinal digestion. *The Journal of Nutritional Biochemistry* 18: 31-38.
- Klompong, V., Benjakul, S., Yachai, M., Visessanguan, W., Shahidi, F., Hayes, K.D. (2009) Amino acid composition and antioxidative peptides from protein hydrolysates of yellow stripe trevally (*Selaroides leptolepis*). *Journal of Food Science* 74: 126-133.
- Kristinsson, H.G., Rasco, B.A. (2000) Fish protein hydrolysates: production, biochemical, and functional properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 40: 43-81.
- Kuzucu, M. (2017) Effects of water harvesting techniques and using humic acid on soil moisture, plant evaporation, growth and yield in pistachio orchards in southeastern of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin* 26: 7521-7528.
- Langlois, L.D., Oddoux, S., Aublé, K., Violette, P., Déchelotte, P., Noël, A., Coëffier, M. (2023) Effects of glutamine, curcumin and fish bioactive peptides alone or in combination on intestinal permeability in a chronic-restraint stress model. *International Journal of Molecular Sciences* 24: 7220.
- Lees, M.J., Carson, B.P. (2020) The potential role of fish-derived protein hydrolysates on metabolic health, skeletal muscle mass and function in ageing. *Nutrients* 12: 2434.
- Liu, C., Chen, G., Rao, H., Xiao, X., Chen, Y., Wu, C., Bian, F., He, H. (2023) Novel antioxidant peptides identified from *Arthrospira platensis* hydrolysates prepared by a marine Bacterium *pseudoalteromonas* sp. JS4-1 extracellular protease. *Marine Drugs* 21: 133.
- Liu, W.Y., Zhang, J.T., Miyakawa, T., Li, G.M., Gu, R.Z., Tanokura, M. (2021) Antioxidant properties and inhibition of angiotensin-converting enzyme by highly active peptides from wheat gluten. *Scientific reports* 11: 5206.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.C. (1951) Protein measurement with the foli-phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry* 193: 265-275.
- Mäkinen, S., Hiidenhovi, J., Huang, X., Lima, A.D.S., Azevedo, L., Setälä, J., Välimaa, A.L., Mattila, P., Granato, D. (2022) Production of bioactive peptides from Baltic herring (*Clupea harengus membras*): Dipeptidyl peptidase-4 inhibitory, antioxidant and antiproliferative properties. *Molecules (Basel)* 27: 5816.

- Nazeer, R.A., Sampath-Kumar, N.S., Jai-Ganesh, R. (2012) In vitro and in vivo studies on the antioxidant activity of fish peptide isolated from the croaker (*Otolithes ruber*) muscle protein hydrolysate. *Peptides* 35: 261-268.
- Nirmal, N.P., Santivarangkna, C., Rajput, M.S., Benjakul, S., Maqsood, S. (2022) Valorization of fish byproducts: Sources to end-product applications of bioactive protein hydrolysate. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 21: 1803-1842.
- Oğuz, A.R. (2018) Development of osmoregulatory tissues in the Lake van fish (*Alburnus tarichi*) during larval development. *Fish Physiology and Biochemistry* 44: 227-233.
- Pacheco-Aguilar, R., Mazorra-Manzano, M.A., Ramirez-Suarez, J.C. (2008) Functional properties of fish protein hydrolysates from Pacific whiting (*Merluccius productus*) muscle produced by a commercial protease. *Food Chemistry* 109: 782-789.
- Ram-Kumar, R., Senthil-Kumar, S., Patterson-Edward, J.K. (2005) Antibacterial activity of the epidermal layer of coral associated fishes of Tuticorin coast. *Indian Journal of Fisheries* 52: 119-124.
- Ranathunga, S., Rajapakse, N., Kim, S.K. (2006) Purification and characterization of antioxidative peptide derived from muscle of conger eel (*Conger myriaster*). *European Food Research and Technology* 22: 310-315.
- Sampath-Kumar, N.S., Nazeer, R.A., Jaiganesh, R. (2011) Purification and identification of antioxidant peptides from the skin protein hydrolysate of two marine fishes, horse mackerel (*Magalaspis cordyla*) and croaker (*Otolithes ruber*). *Amino Acids* 42: 1641-1649.
- Schillinger, V., Luke, K.K. (1989) Antibacterial activity of *Lactobacillus sake* isolated from meat. *Applied and Environmental Microbiology* 55: 1091-1096.
- Shahidi, F., Han, X., Synowiecki, J. (1995) Production and characteristics of protein hydrolysates from capelin (*Mallotus villosus*). *Food Chemistry* 53: 285-293.
- Shahidi, F., Zhong, Y. (2008) Bioactive peptides. *Journal of AOAC International* 91: 914-931.
- Sila, A., Nedjar-Arroume, N., Hedhili, K., Chataigne, G., Balti, R., Nasri, M., Bougatef, A. (2014) Antibacterial peptides from barbel muscle protein hydrolysates: Activity against some pathogenic bacteria. *LWT - Food Science and Technology* 55: 183-188.
- Song, R., Wei, R.B., Luo, H.Y., Wang, D.F. (2012) Isolation and characterization of an antibacterial peptide fraction from the pepsin hydrolysate of half-fin anchovy (*Setipinna taty*). *Molecules* 17: 2980-2991.
- Sun, L., Zhang, Y., Zhuang, Y. (2013) Antiphotaging effect and purification of an antioxidant peptide from tilapia (*Oreochromis niloticus*) gelatin peptides. *Journal of Functional Foods* 5: 154-162.
- Sun, X., Wang, K., Gao, S., Hong, H., Zhang, L., Liu, H., Feng, L., Luo, Y. (2021) Purification and characterization of antioxidant peptides from yak (*Bos grunniens*) bone hydrolysates and evaluation of cellular antioxidant activity. *Journal of Food Science and Technology* 58: 3106-3119.
- Tang, W., Zhang, H., Wang, L., Qian, H., Qi, X. (2015) Targeted separation of antibacterial peptide from protein hydrolysate of anchovy cooking wastewater by equilibrium dialysis. *Food Chemistry* 168: 115-123.
- Thiansilakul, Y., Benjakul, S., Shahidi, F. (2007) Compositions, functional properties and antioxidative activity of protein hydrolysates prepared from round scad (*Decapterus maruadi*). *Food Chemistry* 103: 1385-1394.
- Wang, F.H., Li, R.J., Xie, M.Q., Li, A.X. (2011) The serum of rabbitfish (*Siganus oramin*) has antimicrobial activity to some pathogenic organisms and a novel serum L amino acid oxidase is isolated. *Fish & Shellfish Immunology* 30: 1095-1108.

Wu, H.C., Chen, H.M., Shiau, C.Y. (2003) Free amino acids and peptides as related to antioxidant properties in protein hydrolysates of mackerel (*Scomber austriasicus*). Food Research International 36: 949-957.

You, L., Zhao, M., Regenstein, J.M., Ren, J. (2011) In vitro antioxidant activity and in vivo anti-fatigue effect of loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) peptides prepared by papain digestion. Food Chemistry 124: 188-194.

Zamora-Sillero, J., Gharsallaoui, A., Prentice, C. (2018) Peptides from fish by-product protein hydrolysates and its functional properties: an overview. Marine Biotechnology 20: 118-130.

Zhang, H., Yang, X., Zhong, R., Huo, Y., Zhu, Y., Liang, P. (2023) Antioxidative properties of fish roe peptides combined with polyphenol on the fish oil oleogel. Journal of the Science of Food and Agriculture 103: 1714-1726.

Zhou, D., Tang, Y., Zhu, B., Lei, Q., Li, D., Yang, J., Lei, K. (2012) Antioxidant activity of hydrolysates obtained from scallop (*Patinopecten yessoensis*) and abalone (*Haliotis discus hannai* Ino) muscle. Food Chemistry 132: 815-822.

Zhu, B.W., Wang, L.S., Zhou, D.Y., Li, D.M., Sun, L.M., Yang, J.F., Wu, H.T., Zhou, X.Q., Tada, M. (2008) Antioxidant activity of sulphated polysaccharide conjugates from abalone (*Haliotis discus hannai* Ino). European Food Research and Technology 227: 663-668.



**Mersin University**  
**Faculty of Fisheries**  
**medfar@mersin.edu.tr**