

J Aquacult Eng Fish Res

Vol. 3 Issue 3 2017

E-ISSN 2149-0236

**Journal of
Aquaculture Engineering
and
Fisheries Research**



**ScientificWebJournals
(SWJ)**

Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research

E- ISSN 2149-0236

Journal abbreviation: **J Aquacult Eng Fish Res**

© 2015-2017 ScientificWebJournals (SWJ)

All rights reserved/Bütün hakları saklıdır.

is published in one volume of four issues per year by

www.ScientificWebJournals.com

Contact e-mail: jaefr@scientificwebjournals.com and ozkanozden@scientificwebjournals.com

Aims and Scope

“Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research” publishes peer-reviewed articles covering all aspects of Aquaculture and Fisheries research in the form of review articles, original articles, and short communications. Peer-reviewed (**with two blind reviewers**) open access journal publishes articles quarterly in **English** or **Turkish** language.

"Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research" do not charge (it's free) any article submission or processing charges.

General topics for publication include, but are not limited to the following fields:

Aquaculture Science/Aquaculture Diseases/Feeds/Genetics/

Ecological Interactions/Sustainable Systems/Fisheries Development

Fisheries Science/Fishery Hydrography

Aquatic Ecosystem/Fisheries Management

Fishery Biology/Wild Fisheries/Ocean Fisheries

Biology/Taxonomy

Stock Identification/Functional Morphology

Freshwater, Brackish and Marine Environment

Chief editor:

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Istanbul University, Faculty of Fisheries, Turkey

Cover photo:

Asist. Prof. Dr. Deniz Devrim TOSUN

Istanbul University, Faculty of Fisheries, Turkey

Editorial board:

Prof. Dr. Mamcarz ANDRZEJ

University of Warmia & Mazury, Faculty of Environmental Sciences, Poland

Prof. Dr. Bela H. BUCK

Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Germany

Prof. Dr. Nihar Ranjan CHATTOPADHYAY

West Bengal University of Animal & Fishery Sciences, Faculty of Fishery Sciences, India

Prof. Dr. Frerk FELDHUSEN

Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Rostock, Germany

Prof. Dr. Mohd Salleh Bin KAMARUDIN

University of Putra, Faculty of Agriculture, Department of Aquaculture, Malaysia

Prof. Dr. Masashi MAITA

Tokyo University of Marine Science & Technology, Applied Biosciences, Japan

Prof. Dr. Saleem MUSTAFA

University of Malaysia Sabah, Borneo Marine Research Institute, Malaysia

Prof. Dr. Predrag SIMONOVIĆ

University of Belgrade, Faculty of Biology, Institute of Zoology, Serbia

Prof. Dr. Yordan STAYKOV

University of Trakia, Agricultural Faculty, Bulgaria

Assoc. Prof. Dr. Yıldız BOLAT

University of Süleyman Demirel, Eğirdir Fisheries Faculty, Turkey

Assoc. Prof. Dr. Ioannis S. BOZIARIS

University of Thessaly, School of Agricultural Sciences, Department of Ichthyology and Aquatic Environment, Greece

Assoc. Prof. Dr. Şeref KORKMAZ

Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Fisheries and Aquaculture Engineering, Turkey

Assoc. Prof. Dr. Lyudmila NIKOLOVA

Agricultural University – Plovdiv, Faculty of Agronomy, Department of Animal Sciences, Bulgaria

Assoc. Prof. Dr. Ertan Emek ONUK

University of Ondokuz Mayıs, Faculty of Veterinary Medicine, Turkey

Assoc. Prof. Dr. Cui ZHENGGUO

Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, China

Dr. Yannis P. KOTZAMANIS

Hellenic Centre for Marine Research, Institute of Marine Biology, Biotechnology and Aquaculture, Greece

Dr. Ricardas PASKAUSKAS

Institute of Botany, Nature Research Centre, Lithuania

Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research E- ISSN 2149-0236

Journal abbreviation: **J Aquacult Eng Fish Res**

© 2015-2017 ScientificWebJournals (SWJ)

All rights reserved/Bütün hakları saklıdır.

Vol. 3 Issue 3 Page 51-96 (2017)

Table of Contents/İçerik

LENGTH- WEIGHT RELATIONSHIP (LWR) AND CONDITION FACTOR OF *Amblyceps apangi* NATH & DEY FROM ARUNACHAL PRADESH, INDIA / Pages: 97-107

Akash Kachari, Santoshkumar Abujam, Debangshu Narayan Das

DETERMINATION OF SOME HEMATOLOGICAL PARAMETERS AND NON-SPECIFIC IMMUNE RESPONSES IN *Garra rufa* (HECKEL, 1843) LIVING IN KANGAL (SİVAS) BALIKLI ÇERMİK THERMAL HOT SPRING AND TOPARDIÇ STREAM (SİVAS) / Pages: 108-115

Selçuk Duman, Aysel Şahan

EFFECTS OF DIFFERENT LEVELS OF DIETARY CENTAURY OIL (*Hypericum Perforatum*) ON GROWTH PERFORMANCE, SOME ENVIRONMENTAL STRESS PARAMETERS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus Mykiss*) / Pages: 116-127

Çağın Çilingir, İbrahim Diler, İlter İlhan, Fatih Gültekin

A STUDY ON PROVIDING SUSTAINABILITY OF EARTHEN POND AQUACULTURE FACILITIES PRODUCING MARINE FISH / Pages: 128-140

Rifat Tezel, Kenan Güllü

HEAVY METAL CONCENTRATIONS IN FISH SPECIES CAPTURED IN MERSIN BAY / Pages: 141-150

Fahri Karayakar, Oğuz Bavbek, Bedii Cicik

TECHNICAL MEASURES IN ORDER TO DECREASE INTERACTIONS BETWEEN DOLPHINS AND FISHERMEN: PINGERS / Pages: 151-159

Sedat Gönener, Uğur Özsandıkçı

Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research

E-ISSN 2149-0236

ORIGINAL ARTICLE/ORIJİNAL ÇALIŞMA

FULL PAPER

TAM MAKALE

LENGTH- WEIGHT RELATIONSHIP (LWR) AND CONDITION FACTOR OF *Amblyceps apangi* NATH & DEY FROM ARUNACHAL PRADESH, INDIA

Akash Kachari, Santoshkumar Abujam, Debangshu Narayan Das

Department of Zoology, Rajiv Gandhi University, Arunachal Pradesh, India

Received: 12.11.2016

Accepted: 13.02.2017

Published online: 21.05.2017

Corresponding author:

Santoshkumar ABUJAM, Department of Zoology, Rajiv Gandhi University, Rono Hills, Arunachal Pradesh-791112

E-mail: santosh.abujam@gmail.com

Abstract:

Length-weight relationship of *Amblyceps apangi* had been carried out from streams of Dikrong River Arunachal Pradesh, during January 2014 to December 2015. The co-efficient of regression (b) was recorded as 2.213 (males); 2.376 (females); 2.312 in pooled (both sexes). The result reveals that females have better growth than males and both sexes signify a negative allometric growth pattern. The highest Condition factor 'K' value (0.82 ± 0.24) for male was found in November and minimum (0.45 ± 0.12) was observed in July. In case of female, the highest value (0.95 ± 0.11) was recorded in November and lowest (0.50 ± 0.09) was noticed in June. Again, the highest K values (0.83 ± 0.16) of male was found in 61-70 mm while in females the highest (0.86 ± 0.13) was in 51-60 mm. The lowest values for both male (0.38 ± 0.07) and female (0.36 ± 0.03) were observed in 141-150 mm. The Relative Condition factor (Kn) value did not show any variation with respect to monthly and size grouping. The result indicates that both the sex was found in a good condition. Moreover, the K values were encountered with GSI values during the quiescent and degenerative phases of the reproductive cycle but minimum K values coincides with the increased GSI during the recrudescence phases both the sexes. Coefficient of correlation (r) shows more or less similar trend in all male, female and pooled. The correlation coefficient 'r' was found to be 0.906 (males);

0.949 (females) and 0.934 (pooled). This result indicates that there was a good correlation between length and weight of the fish.

Keywords: *Amblyceps apangi*, Length-weight relationship, Condition factor, Arunachal Pradesh

Introduction

Length-weight relationship (LWR) is an important expression has a paramount role in fishery biology as it serves several purposes. Like any other morphometric characters, the LWR can be used as a character for differentiation of taxonomic units and the relationship changes with various developmental events in life, such as metamorphosis and onset of maturity (Thomas *et al.*, 2003). Fishes exhibit growth in length and the increment in weight, both this developmental activities during its lifetime. Habitat condition of fishes has a direct proportional relationship with that of length-weight and the relationship vary accordingly. Hence, the growth of a fish is though species specific but it can considerably vary among species inhabiting different geographical location. Increment in size of fish is influenced by many factors such as physico-chemical parameter of soil and water, geographical niche, population of fish using the same food source, size, age and sexual maturity of the fish.

Condition factor is an expression of relative fatness of fish and generally larger values of K, indicates better condition of the fish. This factor is calculated with the intention of describing the “condition” of a particular fish from the relationship drawn between weight of the fish and length (Froese, 2006). The “condition” factor expressed as “coefficient of condition” is denoted by ‘K’ (also known as Fulton’s condition factor, or length-weight factor, or Ponderal index). This index can be said as tool to diagnose the physiological condition of fish in terms of its interaction to the biotic and abiotic factors. Le Cren (1951) proposed the relative condition factor in preference to condition factor which is denoted by ‘Kn’. Thus Condition factor measures the deviation from a hypothetical ideal fish where as a relative condition factor measures the deviation from the average weight or length of fish. So, understanding condition factor (‘K’) and relative condition factor (‘Kn’) is important in fishery biology as it give us clear knowledge regarding the maturation and spawning of fish at different body lengths during their life span also estimating the condition at different months.

The study of length-weight relationship of *Amblyceps apangi* is very limited in Indian sub continent. So far, Krishan & Dobriyal (2015) studied

the length-weight relationship and relative condition factor of *Amblyceps mangois* for the first time from river Mandal a tributary of Ramganga in Garhwal region. Recently, Humtsoe and Bordoloi (2015) also studied the length-weight relationships and reproductive parameters of *Amblyceps apangi* from Nagaland, north-eastern India. However no information is available on the length-weight relationship and condition factor of *Amblyceps apangi* from entire region including Arunachal Pradesh Nagaland. Therefore, the present study was undertaken to clarify the pattern of growth and general well being of this fish species from the streams of Arunachal Pradesh.

Materials and Methods

Monthly samples were collected from the streams of Dikrong River within the Rono Hills, Doimukh region during January 2014 to December 2015. Fishes were caught by using the indigenous technique ‘*Sebhok panaa*’ (Nyishi dialect), ‘*Hibook*’ (Galo dialect) and electro-fishing device. The indigenous technique involved drying up of the target place of the rivers by diverting the stream to the nearby and encircling by boulders. Total length and total weight of the fishes were recorded using digital caliper (Mitutiya) and digital weight machine (Precisa ES 225SM-DR). The length of the fish was taken from the tip of snout (mouth closed) to the extended tip of the caudal fin nearest to 0.01mm and weighed upto the nearest 0.01 g. For which, altogether 502 specimens of *Amblyceps apangi* (Fig. 1) were used for calculation of length-weight relationship and of which 264 females ranged from 43 to 149 mm while, 238 males ranged from 43 to 154 mm. The total length, weight, sex and maturity of gonad were recorded and then preserved in 10% formalin for subsequent analysis.

Length-weight relationship: The length-weight relationship was calculated by the allometric growth formula as used by Ricker (1973) in the form of: $W = a L^b$; where ‘W’ stands for weight, ‘L’ for length, ‘a’ is a constant and ‘b’ the exponent. The equation was transformed into a logarithmic as suggested by Le Cren (1951) and expressed as: $\text{Log } W = \text{Log } a + b \text{ Log } L$; where ‘a’ is a constant being initial growth and ‘b’ is the growth coefficient. The values of ‘a’ and ‘b’ were determined empirically.



Figure 1. *Amblyceps apangi*

The observed average weight of the species has been plotted against the average observed length to examine the nature of parabola. The regression of log-weight on log length has been calculated by the method of “least squares” by grouping the sample data. The data are first graphed at 4 cm interval and the relationship is calculated for different life stages. Correlation of co-efficient (r) for length and weight has also been calculated.

Condition factor and Relative condition factor:

Condition factor or Ponderal index (K) was determined by using the following formula:

$$K = \frac{W \times 10^5}{L^3}$$

Where, K = Condition factor; W = mean weight of the fish (g); and L = mean length of the fish (mm); the number 10^5 is a factor to bring the Ponderal index (K) near to unity (Carlander, 1970). Relative condition factor ‘Kn’ introduced by Le Cren (1951) was estimated by using the formula

$$Kn = \frac{W}{\hat{W}}$$

Where, W = actual weight of fish in gram (g)

\hat{W} = calculated weight of the fish in (g)

Results and Discussion

The logarithmic regression equations of length-weight relationship in male, female and pooled (both sexes) of *Amblyceps apangi* was represented as follows:

Male: $\text{Log } W = -3.685 + 2.213 \text{ Log } L$

Female : $\text{Log } W = -3.980 + 2.376 \text{ Log } L$

Pooled: $\text{Log } W = -3.864 + 2.312 \text{ Log } L$

The value of regression coefficient (b) of male, female and pooled was 2.21, 2.37 and 2.31 respectively (Table 1). The significance of variation in the estimated regression coefficient ‘b’ from ‘3’

was tested using ‘t’ test for both the sexes and pooled. The t-test produced the result as 29.80 in males, 32.90 in females and 20.43 in pooled. From the findings it is evident that there is a significant departure of b from the standard 3 ($p < 0.05$) for male, female and pooled. In the present study the highest b value was found in female compared to male. The exponential value of female gained the weight at a faster rate in relation to its length whereas a low exponential value in male implies a low growth rate. Further, both the sex had a clear deviation from the isometric growth pattern and the growth pattern didn’t follow the cube law ($b=3$). This signifies a negative allometric growth pattern ($b < 3$) of development which means increase of weight in either sex is not proportional to the increment in body length. The pooled data of both the sexes also gave a negative allometric growth pattern ($b < 3$). Further, the present finding was found to be contrary with the findings of Humtsoe and Bordoloi (2015). According to Le Cren (1951) variation in growth rate of the same species during different months are influenced by many factors such as environmental factors, food supply, ecological conditions of the habitats or variation in the physiology. The allometric growth was also observed in other freshwater fishes due to change in error sampling, locality, shape, sex, gonad maturity, stomach fullness and condition of the fish or environmental conditions (Bagenal & Tesch, 1978; Froese, 2006; Abujam & Biswas, 2014; Abujam & Biswas, 2016; Dakua et al., 2016).

In such cases exponential value must be exactly ‘3’ but practically owing to the environmental conditions of the fish or condition of the fish, the actual relationship between the variables does not follow cube law (Le Cren, 1951). According to Wootton (1990) if fish growth is isometric the exponential value will be exactly 3.0 or else a value significantly smaller or larger than the given

standard indicates an allometric growth pattern. However, Froese (2006) reported for isometric growth the exponential value must be between 2.5 and 3.5. A smaller value shows a negative allometric growth which indicates that a fish becomes lighter with the advancement in its size whereas a positive allometric is seen when values are larger which implies that the fish attains a heavier weight for a particular length.

The correlation coefficient ‘r’ between log length and log weight for males and females of *Amblyceps apangi* was found to be 0.906 and 0.949 and for their pooled 0.934 (Fig. 2, Fig. 3, Fig.4). This

result indicates that there is a good correlation between length and weight of the fish. In overall it reveals that length-weight regression coefficient were highly significant in both the sexes. The results of statistical analysis of length-weight relationship showed a fine correlation (r) between length and weight in *A. apangi*. A similar result was also recorded by Humtsoe and Bordoloi (2015). Graphical representation indicated a curvilinear relationship in case of observed value and a straight line relationship in respect to logarithmic transformation (Fig. 2-4).

Table1. Length-weight relationship parameters of *Amblyceps apangi*

Sex	n	log a	b	Sb	t	P
Males	238	-3.685	2.213	0.005	29.80	P<0.05
Females	264	-3.980	2.376	0.005	32.90	P<0.05
Pooled	502	-3.864	2.312	0.002	20.43	P<0.05

Legend: n = number of fish studied; log a = intercept; b = regression coefficient; Sb = standard error and t = results of bailey’s t-test on ‘b’

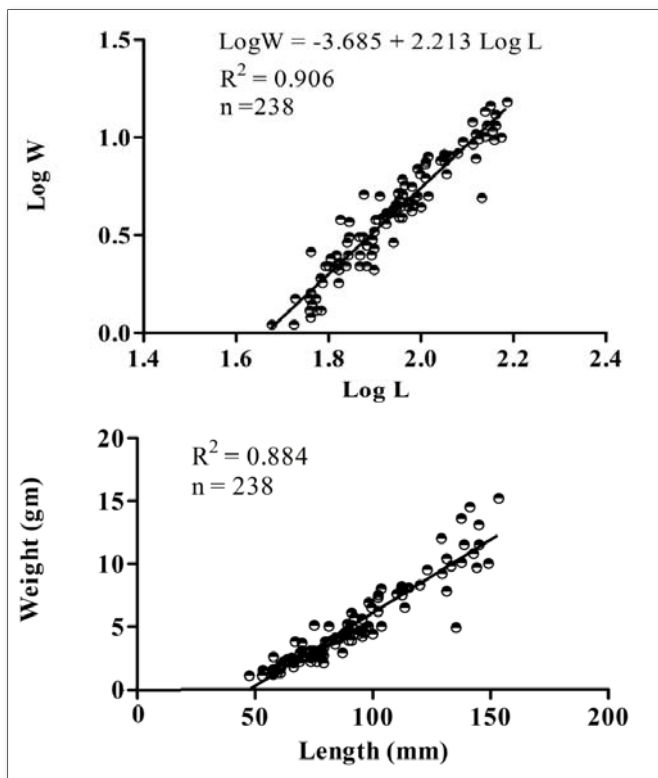


Figure 2. Length–Weight relationship in males of *Amblyceps apangi*

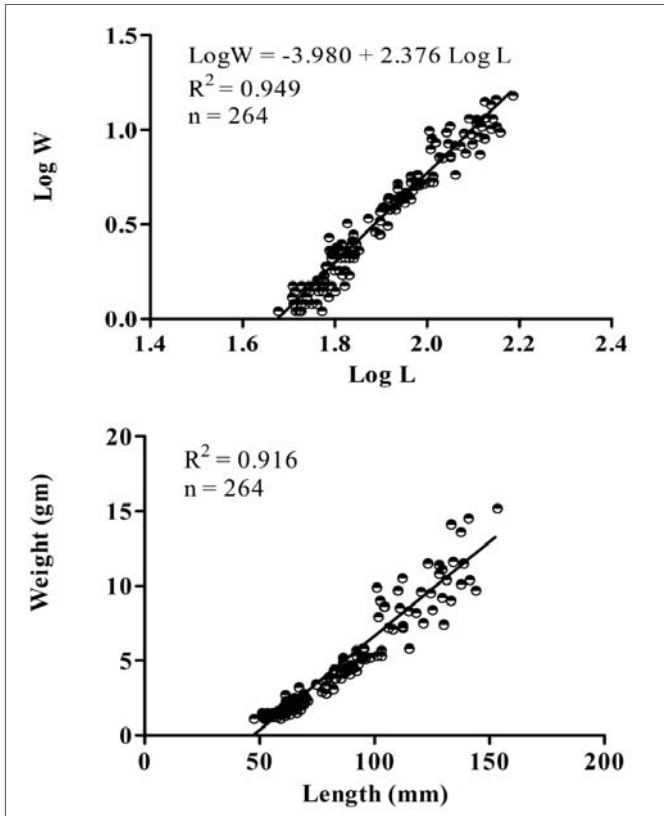


Figure 3. Length –Weight relationship in females of *Amblyceps apangi*

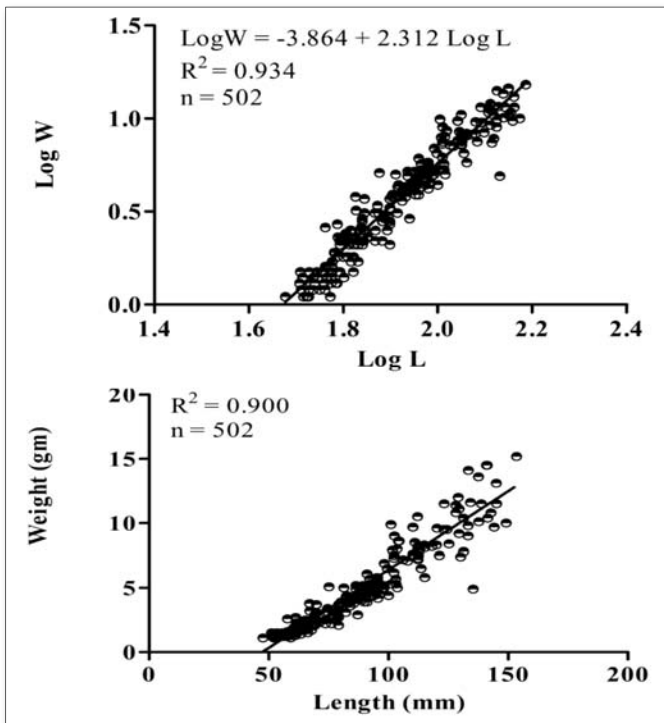


Figure 4. Length –Weight relationship of *Amblyceps apangi*

The average monthly fluctuations in the K values of male and females were represented in Table 2.. The highest K value (0.82 ± 0.24) for male was found in November and that of minimum value (0.45 ± 0.12) was observed in July. In case of female, the highest value (0.95 ± 0.11) was recorded in November and that of lowest (0.50 ± 0.09) was noticed in June. The peak was observed in November then gradually declining trend from May onwards (Fig. 5). A similar trend was evident in female also and being peak in November while,

the lowest values were recorded in June-August (Fig. 5). The K values were in increasing trend after the termination of the monsoon season. Variation in the value of 'K' indicate different parameter or state being of a fish, as to state of sexual maturity, the degree of food source available. Coefficient of condition value also seems to vary with age, sex of some of the species (Anibeze, 2000) and with the system of environment (Gomiero & Braga, 2005).

Table 2. Average monthly condition factor (K) of both the sexes of *A. apangi*

Month	Condition factor (K)	
	Male	Female
Jan	0.68 ± 0.13	0.73 ± 0.11
Feb	0.71 ± 0.18	0.66 ± 0.08
Mar	0.65 ± 0.21	0.83 ± 0.20
Apr	0.76 ± 0.32	0.61 ± 0.48
May	0.53 ± 0.09	0.67 ± 0.10
Jun	0.48 ± 0.11	0.50 ± 0.09
Jul	0.45 ± 0.12	0.52 ± 0.11
Aug	0.59 ± 0.11	0.65 ± 0.19
Sep	0.71 ± 0.09	0.65 ± 0.07
Oct	0.55 ± 0.05	0.79 ± 0.16
Nov	0.82 ± 0.24	0.95 ± 0.11
Dec	0.72 ± 0.18	0.81 ± 0.08

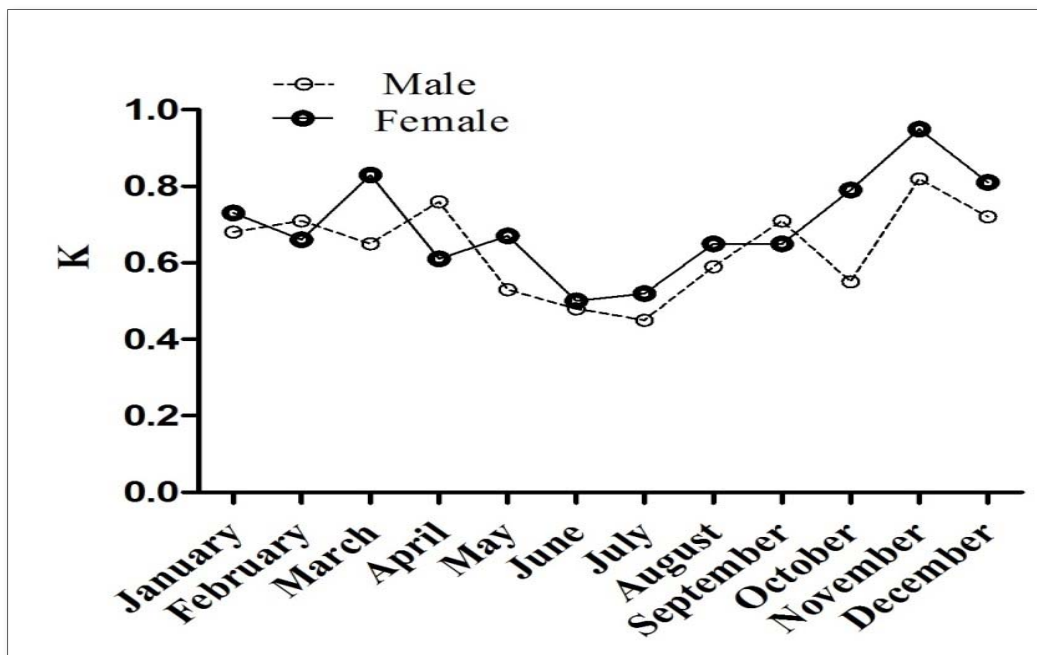


Figure 5. Monthly variation in the condition factor (K) of Male and female

It was observed that the condition factor (K) for both male and females was low during the spawning period (May, June, July, August). Although, the condition factor was high during degenerative (September, October, November, December) and Quiescent phases (January, February, March, April). Le Cren (1951) reported that increase or decrease in the condition factor is related to the maturity cycle of the fishes. It is also noteworthy that full development of alimentary canal may also influence the 'K' factor. The 'K' values recorded in June-August showed a decreasing trend which coincided with the occurrence of peak value of gonadosomatic index (GSI) in both sexes. The decrease in these months may be due to the feeding intensity of gravid fish decline during spawning period (Da Costa & Araujo, 2003; Abujam & Biswas, 2014; Abujam & Biswas, 2016; Dakua et al., 2016). The high 'K' values during the subsequent spawning period and preparatory phase in both the sexes may be related to the period of feeding intensity increases so as to regain the lost energy and also to rebuild their body reserve for the development of gonads as a preparation for the next spawning period.

In relation to different length group, the highest K values (0.83 ± 0.16) of male was found in the 61-

70 mm size group whereas in females the highest (0.86 ± 0.13) was in 51-60 mm (Table 3). The lowest values for both male (0.38 ± 0.07) and female (0.36 ± 0.03) were observed in 141-150 mm size groups. It reveals that the K values were higher in small fishes and lower in fish having large size. From the findings, it can be assumed that increase in the length of fish is directly proportional to the decrease in condition factor of this fish (Fig. 6). Fishes with length group between 50-60 and 61-70 mm in both the sexes were of juvenile and immature stage, so it is expected that they will have a high 'K' value compared to the other length group as fishes at this stage have a high feeding intensity. Kund et al. (2011) reported that condition factor of small fishes are higher compared to the larger one due to voracious feeding nature. Bakare (1970) and Fagade (1979) reported that the condition factor relatively decreases due to the gradual increase in length. Although smaller than the juvenile one, a moderate value of 'K' was noticed in the fish having TL 80-90, 91-100, 101-110 mm, this might be due to the occurrence of large number of developing and matured fish within that group range. Lowest 'K' values were observed in the fishes having TL >120, which indicated that fishes within this length group were in fully gravid stage or in the initiation of spent stage.

Table 3. Mean Length group Ponderal index (K) of both the sexes of *A. apangi*

Length class (mm)	Condition factor (K)	
	Male	Female
50-60	0.80 ± 0.19	0.86 ± 0.13
61-70	0.83 ± 0.16	0.79 ± 0.16
71-80	0.65 ± 0.18	0.67 ± 0.09
81-90	0.66 ± 0.11	0.67 ± 0.07
91-100	0.59 ± 0.10	0.62 ± 0.05
101-110	0.60 ± 0.11	0.69 ± 0.13
110-120	0.54 ± 0.04	0.55 ± 0.09
121-130	0.51 ± 0.03	0.47 ± 0.07
131-140	0.39 ± 0.09	0.48 ± 0.07
141-150	0.38 ± 0.07	0.36 ± 0.03
151-160	0.41 ± 0.10	--

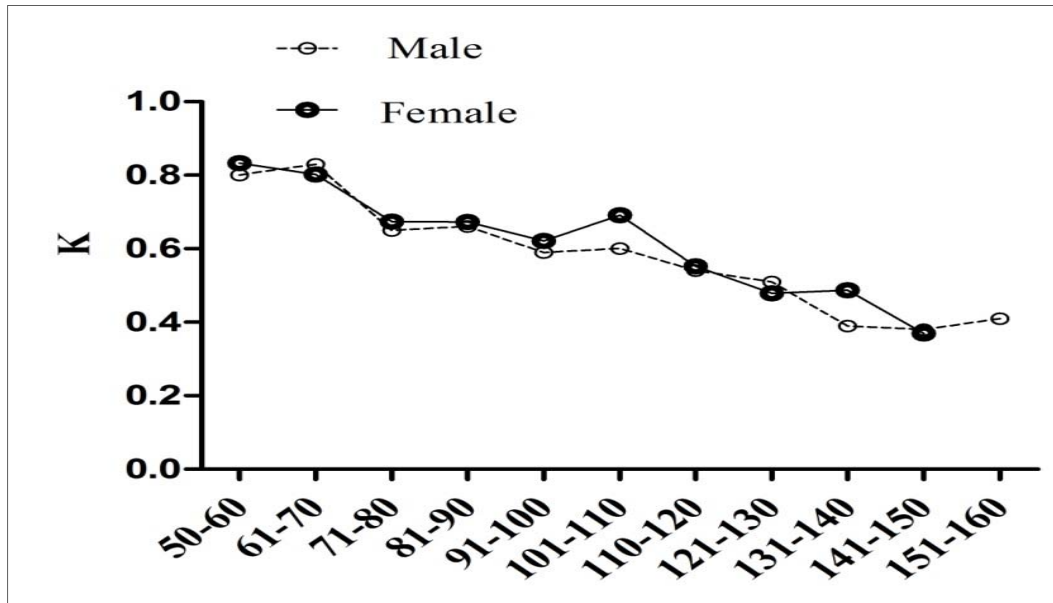


Figure 6. Condition Factor (K) at different length group in *A. apangi*

The relative condition factor (Kn) values for both males and females for different months and size groups were given in Table 4 & 5. The Kn value obtained from the present study did not show any variation with respect to monthly distribution and size wise grouping. The result enumerated was “1” which was uniform throughout the year and also with respect wise grouping for both the sexes. The relative condition factor Kn is an expression to assess the condition of the fish. According to Le Cren (1951) Kn values greater than 1 indicated good condition of the fish whereas a value < 1 is indicative of the reverse nature. Sex wise analysis of Kn value revealed that both male and female have a uniform Kn value (1), which indicate that

both the sex are in a good condition and the fish inhabiting the aquatic ecosystem is conducive for the optimum growth of this fish.

Comparing the K values with GSI, it reveals that maximum K values were encountered during the quiescent and degenerative phases of the reproductive cycle whereas minimum K values coincide with the increased GSI during the recrudescence phases in both the sexes (Figure 7 & 8). Statistical analysis of the generated data reveal there exist a correlation between increased GSI and decreases K value in both sexes, $r = 0.44$, $P = 0.017$ for male and $r = 0.43$, $P = 0.020$ female and the relation between them was significant.

Table 4. Mean monthly Relative condition factor (Kn) of *A. apangi*

Month	Kn	
	Male	Female
January	1.01 ±0.40	1.00 ±0.63
February	0.89 ±0.63	1.00 ±0.48
March	1.11 ±0.38	1.00 ±0.50
April	1.00 ±0.54	0.99 ±0.34
May	1.00 ±0.41	1.00 ±0.25
June	1.00 ±0.48	1.00 ±0.18
July	1.01 ±0.50	1.00 ±0.19
August	1.00 ±0.20	1.00 ±0.21
September	1.02 ±0.58	1.00 ±0.70
October	1.00 ±0.50	1.00 ±0.60
November	1.00 ±0.36	1.00 ±0.31
December	1.00 ±0.40	1.00 ±0.67

Table 5. Relative condition factor (Kn) of *A. apangi* at different length group

Length class (mm)	Kn	
	Male	Female
50-60	1.00 ± 0.26	1.00 ± 0.16
61-70	1.00 ± 0.24	1.00 ± 0.19
71-80	1.00 ± 0.26	1.00 ± 0.16
81-90	1.00 ± 0.13	1.00 ± 0.10
91-100	1.00 ± 0.17	1.00 ± 0.09
101-110	1.00 ± 0.19	1.00 ± 0.19
110-120	1.00 ± 0.08	1.00 ± 0.15
121-130	1.00 ± 0.18	1.00 ± 0.16
131-140	1.00 ± 0.26	1.00 ± 0.16
141-150	1.00 ± 0.16	1.00 ± 0.19
151-160	1.00 ± 0.11	---

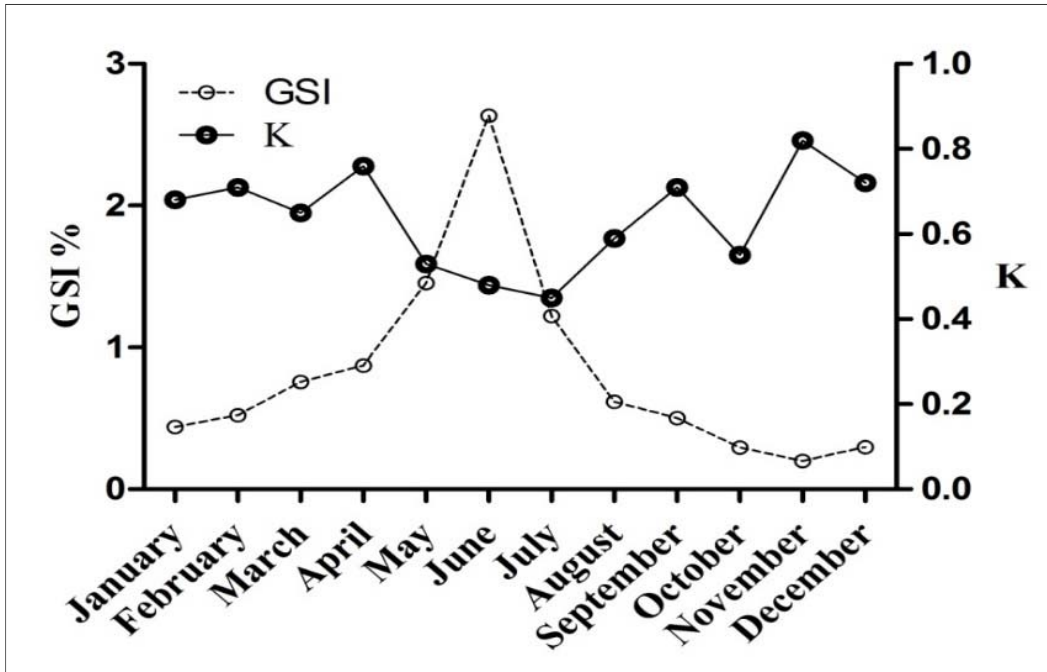


Figure 7. Relationship between GSI and K in male

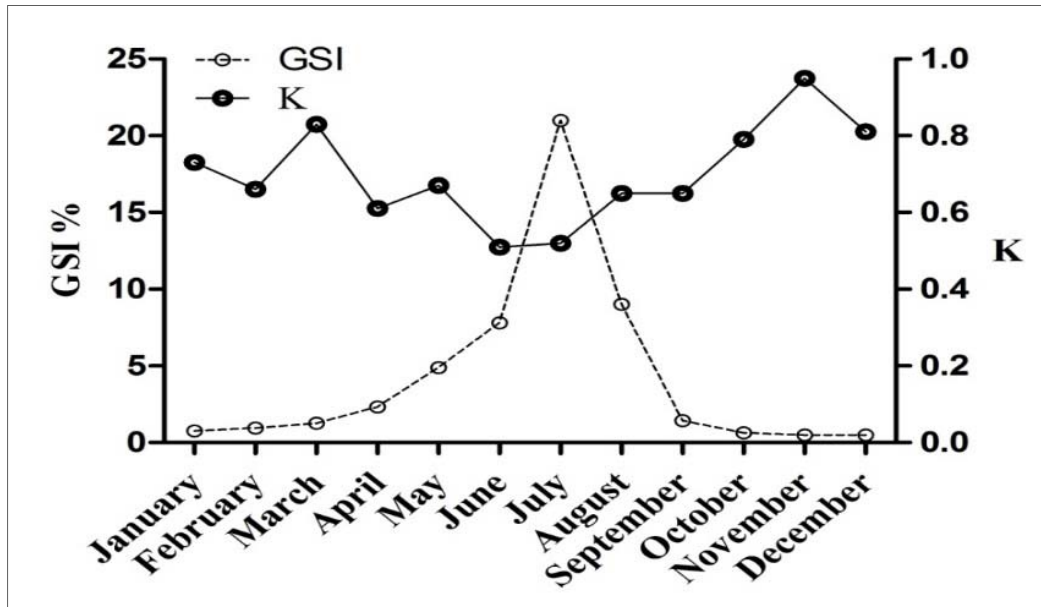


Figure 8. Relationship between GSI and K in female

Conclusion

Thus, from the present findings, it can be concluded that length weight relationship of *Amblyceps apangi* was slightly deviated from the isometric growth pattern ($b=3$) and did not follow the cube law. The 'b' values for males, females and their pool were found to be below 3; showing a negative allometric growth rate. The 'r' value in respect of length and weight indicated that in all the cases this relationship was positive in different length group as well as in different seasons. The 'K' value was above the ideal value and indicated that the species were in good conditions in their natural habitats. Moreover it also provides baseline information not only on the length-weight relation but also relative condition factor of *Amblyceps apangi*.

References

- Abujam, S.K.S. & Biswas, S.P. (2014). Length-weight relationship and condition factor of spiny eel *Macragnathus aral* from upper Assam, India. *International Journal of Current Life Sciences*, 4(3), 605-611.
- Abujam, S.K.S. & Biswas, S.P. (2016). Length-weight relationship of spiny eel *Macragnathus pancalus* (Hamilton-Buchanan) from upper Assam, India. *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 2(2), 50-60.
- Anibeze, C.I.P. (2000). Length-weight relationship and relative condition of *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes) from Idodo River, Nigeria. *Naga, The ICLARM Quarterly*, 23, 34-35.
- Bagenal, T.B. & Tesch, A.T. (1978). Conditions and Growth Patterns in Fresh Water Habitats. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Bakare, O. (1970). Bottom deposits as food of inland freshwater fish. In: Kainji, A Nigerian Man-Made Lake. S. A. Visser, (Ed.), Kanyi Lake Studies Vol. 1. Ecology Published for the Nigerian Institute.
- Carlander, D.K. (1970). Handbook of Freshwater Fishery Biology. Vol. I, The Iowa State Univ. Press, Amer. Iowa.
- Dakua, S., Abujam, S.K., Islam, M. & Basumatary, N. (2016). Length-weight relationship and condition factor of *Parluciosoma daniconius* (Hamilton) from the upper Assam, India. *Journal of FisheriesSciences.com*, 10(1), 53-56.
- DaCosta, M.R. & Araujo, F.G. (2003). Length-weight relationship and condition factor of *Micropogonias furnieri* (Desmarest) (Perciformes, Sciaenidae) in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro State, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(4), 685-690.

- Fagade, S.O. (1979). Observation of the biology of two species of *Tilapia* from the Lagos lagoon Nigeria. *Bulletin de l'Institut fondamental d'Afrique noire*, 41, 627-658.
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 241-253.
- Gomiero, L.M. & Braga, F.M.S. (2005). The condition factor of fishes from two river basins in Sao Paulo Stae, Southeast of Brazil. *Acta Scientiae Maringa*, 27, 73-78.
- Humtsoe, L.N. & Bordoloi, S. (2015). Length-weight relationships and reproductive parameters of *Amblyceps apangi* Nath and Dey, 1989 from Nagaland, India. *Journal of Applied Ichthyology*, 31(6), 1158-1160.
- Le Cren, E.D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20, 201-221.
- Kund, G.C., Mishra, G. & Sathapathy, D. (2011). Length-weight relationship and relative condition factor of *Mugil cephalus* in Chilika lagoon, east coast of India. *Journal of Applied Zoological Researches*, 22(2), 153-156.
- Krishan, R. & Dobriyal, A.K. (2015). Observation on length-weight relationship and relative condition factor. *International Journal of Science Technology & Management*, 4(1), 234-242.
- Ricker, W.E. (1973). Linear regressions in fishery research. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 30, 409-434.
- Thomas, J., Venus, S. & Kurup, B.M. (2003). Length-weight relationship of some deep-sea fish inhabiting continental slope beyond 250 m depth along West coast of India. *Naga World Fish Center Quarterly*, 26, 17-21.
- Wootton, R.J. (1990). Ecology of teleost fishes. Chapman and Hall. Upper Saddle River, New Jersey, USA. 404P.

Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research

E-ISSN 2149-0236

ORIGINAL ARTICLE/ORIJİNAL ÇALIŞMA

FULL PAPER

TAM MAKALE

DETERMINATION OF SOME HEMATOLOGICAL PARAMETERS AND NON-SPECIFIC IMMUNE RESPONSES IN *Garra rufa* (HECKEL, 1843) LIVING IN KANGAL (SİVAS) BALIKLI ÇERMİK THERMAL HOT SPRING AND TOPARDIÇ STREAM (SİVAS)

Selçuk Duman¹ ORCID ID: [0000-0002-6771-3385](https://orcid.org/0000-0002-6771-3385), Aysel Şahan² ORCID ID: [0000-0001-8000-8923](https://orcid.org/0000-0001-8000-8923)

¹ Cukurova University, Imamoglu Vocational School, Department of Fisheries, Adana, Turkey

² Cukurova University, Fisheries Faculty, Balcalı-Sarıçam, Adana, Turkey

Received: 19.08.2016

Accepted: 27.02.2017

Published online: 18.06.2017

Corresponding author:

Selçuk DUMAN, Cukurova University, Imamoglu Vocational School, Department of Fisheries, 01700, Imamoglu-Adana, Turkey

E-mail: sduman@cu.edu.tr

Abstract:

In this study, *Garra rufa* Heckel, 1843 (popularly known as doctor fishes), which is a fatty fish species living in Kangal Balıklı Çermik Thermal Hot Springs and Topardıç Stream mixing with these hot spring waters, was investigated. Hematological and non-specific immune parameters were investigated by comparing each environment in terms of seasons and each season in terms of environments. The amount of erythrocyte (RBC) and leukocyte (WBC) in the stream was found to be increased in summer and decreased in winter. On the other hand, no seasonal differences were observed in the pools due to the thermal water. Hb, Hct, monocyte, neutrophil, phagocytic activity values were found to be low in the winters and high in the summers in the stream whereas no changes were observed in the pools. No difference was found between seasons and environments in terms of the amount of eosinophil cells. Lymphocyte and MCV levels in the stream were found to be increased in winter and decreased in summer. No change was observed in the pools. Seasonal and environmental no difference was observed in MCH values of both pools and the stream, whereas MCHC values in the stream were found to be high in summer and low in winter. In the research, differences in winter and summer seasons and effects of different environments in these values were investigated.

Keywords: *Garra rufa*, Kangal Balıklı Çermik Thermal Hot Springs, Hematology, Non-Specific Immunity

JOURNAL OF AQUACULTURE ENGINEERING AND FISHERIES RESEARCH
E-ISSN 2149-0236

3(3): 108-115 (2017) doi: 10.3153/JAEFR17014

© 2015-2017 ScientificWebJournals (SWJ)

Introduction

Hematological parameters are very important in determining health and physiological status of the fish (Clauss et al., 2008; Adeyemo et al., 2009). In addition, these parameters reflect the changes in the organism correctly and play an important role in the detection of disease and metabolism of fish living in different ecological environments (Clarence and Hickey, 1982; Cengizler and Şahan, 2000). Hematological and immunological values are considered important criteria for fish health (Siwicki et al., 1994). Fishes are poikilothermic creatures, in which changes are observed in hematological parameters due to environmental factors such as bacteria, parasites, water temperature, oxygen content, pH and so on. Hematological values in fish changes with the effects of seasonal variations that are associated with changes in water temperature and climatic changes (Atamanalp and Yanık, 2003).

In this study, *Garra rufa* (Heckel, 1843) fish species living in Kangal Balıklı Çermik Thermal Hot Spring (Sivas) and Topardıç Stream (Sivas) and their hematological and non-specific immune parameters were investigated by comparing each environment in terms of seasons and each season in terms of environments. Within the scope of the study, hematological parameters such as red blood cells count (RBC), mean corpuscular volume (MCV), mean hemoglobin concentration (MCH), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), white blood cell count (WBC), hemoglobin (Hb) and hematocrit (Hct) amounts were analyzed. In addition, non-specific immune parameters such as phagocytic cell activity, monocyte, lymphocyte, eosinophil and neutrophil cells were discussed. The results of the mentioned parameters were evaluated in a comparative manner for summer (June, July and August) and winter (December, January, February) months in terms of the fishes living in Kangal Balıklı Çermik Thermal Hot Spring and Topardıç Stream. This study mainly aims to reveal some unknown hematological parameters and non-specific immune response characteristics of the doctor fish (*Garra rufa*) living in Balıklı Çermik Thermal Hot Spring and Topardıç Stream which are known to host a quest for finding health in the history of humanity.

Materials and Methods

Kangal Balıklı Çermik Thermal Hot Springs is located 13 km in the north-east direction of Kangal district which is 90 km away from Sivas province

(Özer et al., 1987). There are pools flowing with hot thermal waters and these waters in pools mix with Topardıç Stream in a distance of 100 meters (Duman and Şahan, 2014). The pH value of the isothermal water is about 7.2 and its temperature ranges between 35 °C – 36 °C throughout the year (Özer et al., 1987). In the research, fishes were obtained from thermal pools and 500 meters away from the stream where pools are discharged into the stream. A total of 180 *Garra rufa* fishes were used during the research. Temperature and amount of oxygen in the pools and stream was measured and weight, total length and age of the fishes were determined. These measurements were taken in both winter and summer seasons on a monthly basis and average values are given for these seasons. Peterson method is used for determining the age of the fish in the pools (Akbulut et al., 2008). During sampling, no gender discrimination was made and the fish were taken from each environment randomly. These fishes collected from pools are fatty fish species (*Garra rufa*) adapted to hot environments (Timur et al., 1983; Demirsoy, 1993; Gözükara and Çavaş, 2004). Ectoparasites and bacteriological examination were realized in fish. Blood samples were collected from caudal vein of the fishes with an injector by using an anesthetic agent (MS-222) (Imanpoor et al., 2010).

In the research, Cyanmethemoglobin method was used for determination of hemoglobin amount (Blaxhall and Daisley, 1973; Tanyer, 1985) “Microhematocrit Technique” was employed for determination of Hct (Blaxhall and Daisley, 1973; Konuk, 1981; Şahan and Cengizler, 2002). The blood samples collected from caudal vein of fishes for determination of “leukocyte cell formulas” were spread on a slide with the help of another slide. These samples were examined under a light microscope at x100 magnification by using May-Grünwald and Giemsa staining methods. All areas in each preparation were scanned and percentage of leukocyte cells (monocyte, lymphocyte, neutrophil, eosinophil) were determined by counting a total of 100 leukocyte cells (Şahan and Cengizler, 2002; Dorafshan et al., 2008). The cells were counted on a thoma slide for determination of erythrocyte and leukocyte cells by using Natt-Herrick solution (Arnold, 2005). The erythrocyte indices were calculated according to the following formula:

$$\text{Mean Corpuscular Volume (MCV)} (\mu^3) = \text{Hct} (\%) \div \text{RBC} (10^6 / \text{mm}^3) \times 10$$

Mean Hemoglobin Concentration (MCH) (pg) = $\text{Hb (g/100 mL)} \div \text{RBC (10}^6/\text{mm}^3) \times 10$

Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC) (%) = $\text{Hb (g/100mL)} \div \text{Hct (%)} \times 10$ (Kocabatmaz and Ekingen, 1984).

The phagocytosis experiment is based on spectrophotometric measurement principle of phagocytosed levels of yeast cells stained with Congo red by leukocytes. Histopaques are sodium diatrizoate and polysucroz solutions with a density of 1.077 ± 0.001 g/mL and 1.119 ± 0.001 g/mL, respectively. Histopaque 1.119 (Sigma) and Histopaque 1.077 (Sigma) containing hemagglutination buffer solution that will from layers is added to siliconized tubes. Then, 1 ml blood is carefully added to the tubes in the form of layers. Samples (500 g) were centrifuged for 15 minutes (4°C) and leukocytes were separated carefully. Then cells washed twice in HBSS (Hanks Balanced Salt Solution, Sigma) and adjusted to 2×10^6 viable cells ml^{-1} . 250 ml leukocyte solution was mixed with 500 ml yeast cell suspension that was autoclaved and stained with Congo red (yeast cells/leukocyte count: 40/1). This mixture was incubated for one hour at room temperature and then 1 mL HBSS was added to the mixture and 1 mL Histopaque 1.077 (Sigma) to the bottom part of the mixture. Samples were centrifuged at 850 g for 5 minutes in order to separate leukocytes from yeast cells.

The resulting leukocytes were washed twice with HBSS and stored at 37°C for 12 hours after mixing with 1 ml trypsin EDTA solution (5.0 g/L trypsin and 2.0 g/L EDTA, Sigma). Trypsin-EDTA was measured as 510 nm at the spectrophotometer (Jeney et al., 1997; Şahan and Duman, 2010; Duman and Şahan, 2014).

SPSS 10.0 software was used for statistical analyses. The differences between experimental groups and significance levels of these differences were determined by One-Way ANOVA – Tukey Test ($P < 0.05$ $P > 0.05$) (Hayran and Özdemir, 1995).

Results and Discussion

Total length, weight and age data of fishes collected from pools and the stream are presented in Table 1; oxygen amounts and temperature values are presented in Table 2; RBC, Hb, Hct, MCV, MCH, MCHC, WBC, lymphocytes, monocytes, neutrophils, eosinophils and phagocytic activity values of *Garra rufa* are given in Table 3 and other properties of thermal hot spring water are presented in Table 4, respectively. In addition, pictures of erythrocyte, lymphocyte, monocyte and neutrophil obtained from this Cyprinidae species are shown in Figure 1, 2 and 3. No findings were found in the bacteriological and parasitological examinations of the examined fish.

Table 1. Total length, weight and age *Garra rufa*'s in the stream and pools

<i>Garra rufa</i>	Winter ($X \pm SD$)		Summer ($X \pm SD$)	
	Pool	Stream	Pool	Stream
Total length (cm)	11.82 ± 0.49	12.19 ± 0.72	11.55 ± 0.76	11.78 ± 1.15
Weight (g)	15.96 ± 1.89	16.71 ± 1.51	17.33 ± 1.29	16.64 ± 1.97
Age (year)	3	3	3	3
X \pm SD: Mean value \pm Standard deviation				

Table 2. Oxygen and temperature levels in stream and pools

	Winter ($X \pm SD$)		Summer ($X \pm SD$)	
	Pool	Stream	Pool	Stream
Oxygen (mg/L)	5.1 ± 0.15	11.6 ± 0.35	4.9 ± 0.16	5.8 ± 0.40
Temperature ($^\circ\text{C}$)	35.3 ± 0.36	10.3 ± 0.60	35.1 ± 0.20	31.6 ± 1.45
X \pm SD: Mean value \pm Standard deviation				

Table 3. RBC, Hb, Hct, MCV, MCH, MCHC, WBC, lymphocyte, monocyte, neutrophil, eosinophil, and phagocytic activity values of *Garra rufa*

	Winter (X ± SD)		Summer (X ± SD)	
	Pool	Stream	Pool	Stream
RBC (x10 ⁶ /mm ³)	1.97 ±0.34 ^a	1.22 ±0.24 ^b	1.91 ±0.41 ^a	1.88 ±0.36 ^a
Hb (g / dL)	7.38 ±0.56 ^a	5.58 ±0.70 ^b	7.71 ±0.34 ^a	7.83 ±0.81 ^a
Hct (%)	41.89 ±0.57 ^a	34.91 ±0.58 ^b	42.12 ±0.93 ^a	39.62 ±1.64 ^c
MCV (μ ³)	219.8 ±48.7 ^a	298.1 ±72.7 ^b	231.8 ±62.2 ^a	219.3 ±50.7 ^a
MCH (pg)	38.7 ±9.1 ^a	47.2 ±10.6 ^b	42.1 ±10.0 ^a	43.3 ±10.9 ^a
MCHC (%)	17.6 ±1.31 ^a	15.9 ±1.99 ^b	18.3 ±0.88 ^a	19.8 ±2.20 ^c
WBC(x10 ³ /mm ³)	3.80 ±0.19 ^a	2.39 ±0.07 ^b	3.76 ±0.07 ^a	3.77 ±0.11 ^a
Lymphocyte (%)	64.8 ±0.63 ^a	76.0 ±0.62 ^b	64.7 ±0.47 ^a	67.7 ±0.50 ^c
Monocyte (%)	21.9 ±0.51 ^a	16.9 ±0.58 ^b	23.7 ±0.77 ^a	22.9 ±0.59 ^a
Neutrophil (%)	10.3 ±0.98 ^a	6.5 ±1.18 ^b	10.9 ±0.73 ^a	11.9 ±0.51 ^c
Eosinophil (%)	1.78 ±0.54 ^a	1.87 ±0.48 ^a	2.03 ±0.55 ^a	1.86 ±0.51 ^a
Phagocytic activity (O.D. 510 nm)	0.45 ±0.02 ^a	0.36 ±0.01 ^b	0.44 ±0.02 ^a	0.47 ±0.01 ^c

X ± SD: Mean value± Standard deviation. Different letters in averages means statistical difference (p<0.05).

Table 4. Other properties of thermal hot spring water (Timur et al., 1983)

Properties	Values
Appearance	Limpid
Smell	None
Taste	None
Color	Typical
Turbidity	None
Ph	7.8
Hardness (F.S.°)	26
Organic matter (p.p.m.)	0
Ca+Mg (mg/l)	80+14
Cl ₂	0
NH ₃	None
NO ₂	None
NO ₃	None

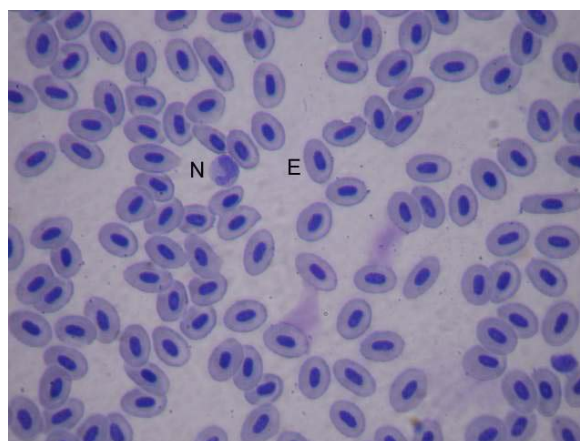


Figure 2. Blood cells of *Garra rufa* (E: Erythrocyte, N: Neutrophil), May-Grunwald Giemsa x100

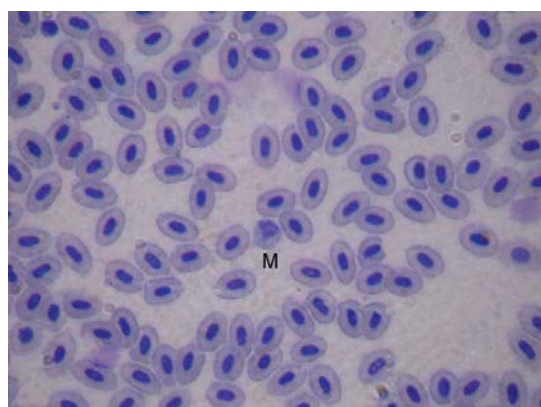


Figure 1. Blood cells of *Garra rufa* (M: monocyte), May-Grunwald Giemsa x100

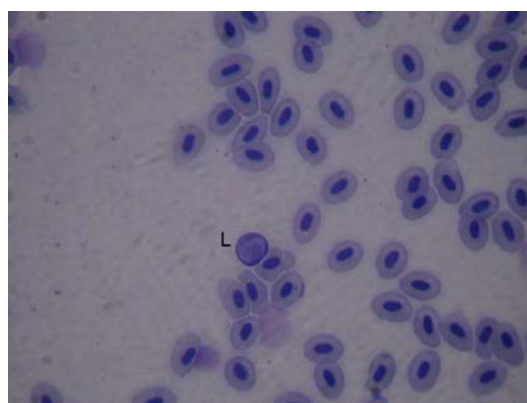


Figure 3. Blood cells of *Garra rufa* (L: Lymphocyte), May-Grunwald Giemsa x100

In summer, there was no statistically significant difference between RBC, Hb, MCV, MCH, WBC, monocyte, eosinophil levels of fishes collected from pools and the stream; while there was an increase in the MCHC, lymphocyte, neutrophil and phagocytic activity values and decrease in the Hct values of the fishes in the stream compared to those in the pools.

On the other hand, in winter, there was decrease in RBC, Hb, Hct, MCHC, WBC, monocyte, neutrophil and phagocytic activity levels and an increase in MCV, MCH and lymphocyte values of the fishes in the stream compared to those in the pools. No differences were determined in terms of eosinophil.

In the comparison between the fish in the pool in summer and winter seasons; statistically no significant differences were determined in RBC, Hb, Hct, MCV, MCH, MCHC, WBC, lymphocyte, monocyte, neutrophil, eosinophil and phagocytic activity levels.

As a result of the comparisons of fishes living in the stream in summer and winter seasons; RBC, Hb, Hct, MCHC, WBC, monocyte, neutrophil, phagocytic activity levels of *Garra rufa* fishes were found to be increased in summer and decreased in winter; whereas MCV, MCH and lymphocyte values were found to be decreased in summer and increased in winter, respectively. There was no difference in the level of eosinophil.

The presence of thermal water in the pools made the pool water unaffected from the seasonal changes, however the water in the stream being not thermal originated has caused differences on the hematological and immunological parameters of the fish. The difference between water temperatures, the change in oxygen levels, increased metabolic activities and increased energy demand caused an increase in the amount of RBC in the summer. According to the results of earlier studies, these changes are caused by seasonal differences between water parameters, oxygen-carrying capacity of blood depends on water temperature and therefore, changes in water temperature have effects on erythrocyte cells (Nanba et al., 1987; Örün et al., 2003; Aras et al., 2008). Living conditions of the fishes and oxygen levels in different environments as well as water temperature changes are observed to have effects on Hb, Hct, MCV, MCH and MCHC amounts. Similar studies shows a changing trend in MCH and MCHC values with temperature. Researchers have identified

higher MCV values and winter and lower values in summer. These differences are considered to be caused by environmental changes such as changes in water temperature and oxygen levels (Siwicki et al., 1994; Yılayaz and Bitmiş, 2002; Ginneken et al., 2007; Dias et al., 2008; Arnaudova et al., 2008). There is a proportionally relationship between RBC and these parameters. These changes are considered to be associated with increases and decreases in the amount of RBC. Hct, Hb, RBC and WBC values were determined to be decreased due to the decline of water temperature and this finding is supported by other researchers (Grigg, 1969; Leard et al., 1998; Rambhaskar and Rao, 2006). In the related studies, it has been reported that seasonal changes in water temperature cause differences in the non-specific immune response parameters of fishes (Yılayaz and Bitmiş, 2002; Örün et al., 2003). These studies suggest that there are different values in different seasons. In our study, the increase in lymphocyte percentages starting in the winter months were followed by the decrease during summer months, it was found that there were differences in monocyte and neutrophil percentages based on the cold and warm seasons and they reached the maximum in the summer. The percentage of eosinophil was found to be almost zero and no seasonal or environmental changes were seen in the percentage of eosinophil for the species included in the study. Although the number of studies related to this field is very limited, researchers reported similar results (Morvan et al., 1998; Swain et al., 2007; Kortet and Vainikka, 2008). In our study, phagocytic cells were found to be increased in spring and summer seasons when the water temperature also increased, and we have found that there was a decline in the phagocytic activities due to the immune suppression of the fishes at lower temperatures. This finding is in line with similar studies and phagocytic activity is found to be at highest in summer and at lowest in winter, respectively. They have determined that this is associated with the response created by immune system of the fish with increased microbial capacity in the water due to the higher water temperature in summer (Collazos et al., 1995; Kortet and Vainikka, 2008). In the present research, it was observed that the water temperature has effects on the leukocytes and seasonal changes in the water temperature positively affect WBC. In the earlier studies, increased metabolic activity, reduced oxygen level and increased energy demand caused by increased water temperature are reported to be main reasons of these

changes (Yılayaz and Bitmiş, 2002; Akmirza and Tepecik, 2007).

Conclusion

It was thought that, with the increase in the micro-biological activity in the warming waters in the summer and the increase in the microorganism density in the water, the immunological responses by the fish had an effect on these changes. The previous study results on this subject were found to be in line with the results obtained in our study.

Acknowledgements

This article produced from some part of PhD science thesis and supported by Cukurova University Scientific Research Projects Unit. (Project No: FBE2006D7)

References

- Adeyemo, O.K., Okwilagwe, O.O. & Ajani, F. (2009). Comparative assessment of sodium edta and heparin as anticoagulants for the evaluation of haematological parameters in cultured and feral African catfish (*Clarias gariepinus*). *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 13(1), 19-24.
- Akbulut, K., Zengin, U., Gönek, Ü. & Bakır, M. (2008). *Balıklarda yaş tayini yöntemleri ve önemi*. Erzincan Üniversitesi Aquaclub Su Ürünleri Araştırma ve Geliştirme Bilim Kulübü Kemaliye 5. Geleneksel Su Ürünleri Bilimsel ve Kültürel Platformu, Kemaliye, Erzincan.
- Akmirza, A. & Tepecik, R.E. (2007). Seasonal variation in some haematological parameters in naturally infected and uninfected roach (*Rutilus rutilus*) with *Cryptobia tincae*. *Journal of Applied Biological Sciences*, 1(3), 61-65.
- Aras, M., Bayır, A., Sirkecioğlu, A.N., Polat, H. & Bayır, M. (2008). Seasonal variations in serum lipids, lipoproteins and some haematological parameters of chub (*Leuciscus cephalus*). *Italian Journal of Animal Science*, 7, 439-448.
- Arnaudova, D., Arnaudova, A. & Tomova, E. (2008). Selected hematological indices of freshwater fish from studen kladenetsh reservoir. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 14(2), 244-250.
- Arnold, J.E. (2005). Hematology of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus* standardization of complete blood count techniques for elasmobranchs. *Veterinary Clinical Pathology*, 34, 115-123.
- Atamanalp, M. & Yanık, T. (2003). Alterations in hematological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to mancozeb. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27, 1213-1217.
- Blaxhall, P.C. & Daisley, K.W. (1973). Routine haematological methods for use with fish blood. *Journal of Fish Biology*, 5(6), 771-781.
- Cengizler, İ. & Şahan, A. (2000). Seyhan Baraj Gölü ve Seyhan Nehrin de yaşayan aynalı sazdan (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758)'larda bazı kan parametrelerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24, 205-214.
- Clauss, T.M., Alistair, D.M. & Arnold, J.E. (2008). Hematologic disorders of fish. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 11(3), 445-462.
- Clarence, R. & Hickey, J.R. (1982). Comparative hematology of wild and captive cunners. *Transactions of the American Fisheries Society*, 111, 242-249.
- Collazos, M.E., Barriga, C. & Ortega, E. (1995). Seasonal variations in the immune system of the cyprinid *Tinca tinca* phagocytic function. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 18(2), 105-113.
- Demirsoy, A. (1993). *Yaşamın Temel Kuralları (Omurgalılar/Anamniyota)*. Cilt-III/Kısım-I, 38, 387, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- Dias, M.T., Affonso, E.G., Oliveria, S.R., Marcon, J.L. & Egami, M.I. (2008). Comparative study on hematological parameters of farmed matrinxa, *Brycon amazonicus* spix and agassiz, 1829 (Characidae: Bryconinae) with others bryconinae species. *Acta-Amo-zanica*, 38(4), 799-806.
- Duman, S. & Şahan, A. (2014). Kangal (Sivas) Balıklı Çermik Termal Kaplıcası İle Topardıç Deresi'nde (Sivas) Yaşayan Benekli Sazan *Cyprinion macrostomus* (Heckel, 1843) de Bazı Hematolojik Parametreler ve

- Non-Spesifik İmmün Yanıtın Belirlenmesi. *Yunus Araştırma Bülteni*, 4, 21-28.
- Dorafshan, S., Kalbassi, M.R., Pourkazemi, M., Amiri, B.M. & Karimi, S.S. (2008). Effects of triploidy on the caspian salmon *Salmo trutta caspius* haematology. *Fish Physiology and Biochemistry*, 34(3), 195-200.
- Ginneken, V.V., Durif, C., Balm, S.P., Boot, R., Verstegen, M.W.A., Antonissen, E. & Thillart, G.V.D. (2007). Silvering of european eel (*Anguilla anguilla* L.) seasonal changes of morphological and metabolic parameters. *Animal Biology*, 57(1), 63-77.
- Gözükara, S.A. & Çavaş, T. (2004). A karyological analysis of *Garra rufa* (Heckel, 1843) (Pisces, Cyprinidae) from the eastern Mediterranean River Basin in Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28, 497-500.
- Grigg, G.C. (1969). Temperature induced changes in the oxygen equilibrium curve of the blood of the brown bullhead, *Ictalurus nebulosus*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 28(3), 1203-1223.
- Hayran, M. & Özdemir, O. (1995). *Bilgisayar İstatistik ve Tıp*. Hekimler Yayın Birliği, Ankara.
- Imanpoor, M.R., Bagheri, T. & Hedayati, S.A.A. (2010). The anesthetic effects of clove essence in persian sturgeon, *Acipenser persicus*. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 2(1) 29-36.
- Jeney, G., Galeotti, M., Volpatti, D., Jeney, Z. & Anderson, D.P. (1997). Prevention of stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing different doses of glucan. *Aquaculture*, 154, 1-15.
- Kocabatmaz, M. & Ekingen, G. (1984). Değişik Tür Balıklarda Kan Örneği Alınması ve Hematolojik Metotların Standardizasyonu. *Doğa Bilim Dergisi*, 8, 149-159.
- Konuk, T. (1981). *Pratik Fizyoloji Ders Kitabı*, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları. Ankara Üniversitesi Basımevi. Ankara.
- Kortet, R. & Vainikka, A. (2008). Seasonality of innate immunity; evolutionary aspects and latest updates. In M. Durand & C.V. Morel (Eds), *In New Research on Innate Immunity* (pp. 13-45). NY: Nova Science Publishers. ISBN 978-1-60456-549-2.
- Leard, A.T., Wanger, B.A., Camp, K.L., Wise, D.J. & Gao, X.D. (1998). Seasonal values of selected blood parameters of farm-raised channel catfish (*Ictalurus punctatus*) in the Mississippi Delta. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 10, 344-349.
- Morvan, C.L., Troutaud, D. & Deschaux, P. (1998). Differential effects of temperature on specific and nonspecific immune defences in fish. *The Journal Experimental Biology*, 201, 165-168.
- Nanba, K., Kakuta, I., Uematsu, K. & Murachi, S. (1987). Annual changes in the osmolarity and inorganic ion level ratios between urine and plasma in carp *Cyprinus carpio*. *Nippon Suisan Gakkaishi: Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 53 (6), 913-918.
- Örün, İ., Dörücü, M. & Yazlak, H. (2003). Hematological parameters of three cyprinid fish species from Karakaya Dam Lake, Turkey. *Online Journal of Biological Sciences*, 3(3), 320-328.
- Özer, Z., Akpınar, M.A., Akçay, M., Erdem, Ü., Güler, R., Yanıkoğlu, A., Ergenoğlu, B., Dere, Ş. & Savaşçı, Ş. (1987). Kangal Balıklı Kaplıcanın (Sivas) bazı kimyasal ve biyolojik özelliklerinin araştırılması. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5, 1-34.
- Rambhaskar, B. & Rao, S.K. (2006). Comparative haematology of ten species of marine fish from Visakhapatnam Coast. *Journal of Fish Biology*, 30(1), 59-66.
- Siwicky, A.K., Anderson, D.P. & Rumsey, G.L. (1994). Dietary intake of immunostimulants by rainbow trout affects non-specific immunity and protection against furunculosis. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 41, 125-139.
- Swain, P., Dash, S., Sahoo, P.K., Gupta, S.D., Meher, P.K. & Sarangi, N. (2007). Nonspecific immune parameters of brood indian major carp *Labeo rohita* and their seasonal variations. *Fish & Shellfish Immunology*, 22(1)2, 38-43.
- Şahan, A. (2000). *Seyhan Nehri (Adana kent içi bölgesi) 'nde yaşayan bazı Cyprinid'lerde*

- hematolojik araştırmalar*. PhD Thesis Çukurova University. Adana.
- Şahan, A. & Cengizler, İ. (2002). Seyhan Nehri (Adana kent içi bölgesi)' nde yaşıyan benekli siraz (*Capoeta barroisi* Lorted, 1894) ve kızılğöz (*Rutilus rutilus*, Linnaeus, 1758)' de bazı hematolojik parametrelerin belirlenmesi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 26, 849-858.
- Şahan, A. & Duman, S. (2010). Influence of β -1,3/1,6 glucan applications on some non-specific cellular immune response and hematologic parameters of healthy Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L., 1758). Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 34(1), 75-81.
- Tanyer, G. (1985). *Hematoloji ve Lobaratuvar Ders Kitabı*, Ayyıldız A.Ş., Ankara.
- Timur, M., Çolak, A. & Marufi, M. (1983). Balıklı Kaplıcadaki (Sivas) balık türlerinin tanımı ve deri hastalıkları tedavisindeki etkisinin araştırılması. *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 30(2), 276-282.
- Yılayaz, Ö. & Bitmiş, K. (2002). Keban Baraj Gölü'nde yaşıyan *Barbus rajanorum mystaceus* (Heckel, 1843)' da kan parametrelerinin incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(2), 11-21.

GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) YEMLERİNE FARKLI ORANLARDA İLAVE EDİLEN KANTARON YAĞININ (*Hypericum perforatum*) BÜYÜME PERFORMANSI, BAZI ÇEVRESEL STRES PARAMETRELERİ VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Çağın Çilingir¹ ORCID ID: [0000-0001-6996-2249](https://orcid.org/0000-0001-6996-2249), İbrahim Diler² ORCID ID: [0000-0002-2182-2615](https://orcid.org/0000-0002-2182-2615),

İlter İlhan³ ORCID ID: [0000-0003-3739-9580](https://orcid.org/0000-0003-3739-9580), Fatih Gültekin³ ORCID ID: [0000-0003-2888-3215](https://orcid.org/0000-0003-2888-3215)

¹ Yalvaç İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Isparta, Türkiye

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Isparta, Türkiye

³ Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü, Isparta, Türkiye

Received: 15.12.2016

Accepted: 27.02.2017

Published online: 18.06.2017

Corresponding author:

Çağın ÇİLİNGİR, Yalvaç İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık
Müdürlüğü, Yalvaç/Isparta Türkiye

E-mail: cilingir14@yahoo.com

Öz:

Bu çalışmada juvenil gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerine ilave edilen sarı kantaron (*Hypericum perforatum*) yağının büyüme performansı, bazı çevresel stres parametreleri ve antioksidan aktivitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma 0 mL/kg (kontrol grubu) ve 1 mL/kg, 2 mL/kg, 3 mL/kg oranlarında kantaron yağı içeren yem grupları ile 3 tekerrürlü olarak oluşturularak 500 litrelik dikdörtgen fibreglas tanklarda 20g ortalama başlangıç ağırlığına sahip juvenil alabalık bireyleriyle 90 gün boyunca sürdürülmüştür. Deneme sonucunda elde edilen parametrelere, toplam ortalama canlı ağırlık artışı 88,86-90,97 (g), spesifik büyüme oranı 1,85-1,86 (% gün⁻¹), yem dönüşüm oranı 1,02-1,07, yaşama oranı %97-100, yem dönüşüm etkinliği 98,89-100,05, kondisyon faktörü 1,23-1,24, total antioksidan düzeyi 1,96-2,07 (µmol Trolox equivalents/L), total oksidan düzeyi 1,10-1,70 (µmol H₂O₂ equivalent/L), oksidatif stres indeksi 56,15-81,44 (TOS/TAS*100), glikoz düzeyi 73,00-76,66 (mg/dL), kortizol düzeyi 0,78-1,13 (µg/dL), lizozim enziminin oluşturduğu zon çapı 0,90-1,08 (cm) aralıklarında belirlenmiştir. Yem gruplarının total oksidan düzeyi ve oksidatif stres indeksi parametreleri istatistiksel açıdan farklılık göstermiştir (p<0,05). Sonuç olarak büyüme performansı ve stres parametreleri yönünden önemli bir etki görülmesine de (p>0,05) oksidan düzeyi ve oksidatif stres indeksi düzeylerinde olumlu etkiler gözlemlenmiştir.

Keywords: Alabalık, *Oncorhynchus mykiss*, Sarı kantaron, Stres, Büyüme performansı, Antioksidan aktivitesi

Abstract:

EFFECTS OF DIFFERENT LEVELS OF DIETARY CENTAURY OIL (*Hypericum Perforatum*) ON GROWTH PERFORMANCE, SOME ENVIRONMENTAL STRESS PARAMETERS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus Mykiss*)

This experiment was conducted to evaluate the effect of dietary centaury oil (*Hypericum perforatum*) on growth performance, some environmental stress parameters and antioxidant activity in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). The Experiment, conducted in 500 litre rectangle fibreglass tanks for 90 days, was performed in replicate groups and all tanks were stocked with 35 juveniles (initial mean weight 20g). Experimental feeds were formed as K0 (control group without centaury oil inclusion), KT1 (1 mL/kg), KT2 (2 mL/kg) and KT3 (3 mL/kg) centaury oil supplements. At the end of the trial parameters were obtained as; weight gain 88,86-90,97 (gr), specific growth rate 1,85-1,86 (% day⁻¹), feed conversion rate 1,02-1,07, survival rate 97-100%, feed conversion efficiency 98,89-100,05, condition factor 1,23-1,24, total antioxidant status 1,96-2,07(µmol Trolox equivalents/L), total oxidant status 1,10-1,70(µmol H₂O₂ equivalent/L), oxidative stress index 56,15-81,44, glucose status 73,00-76,66, cortisol status 0,78-1,13, lysozyme zone diameter 0,90-1,08 (cm). Feed groups showed statistical difference in terms of total oxidant status and oxydative stress index parameters (p<0,05). As result no differences were obtained for growth performance and stress parameters (p>0,05) but possitive effects upon oxydant status and oxydative stress index were observed.

Keywords: Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, Centaury oil, Stres, Growth rate, Antioxidant activity

Giriş

Su ürünleri yetiştiriciliği, son dönemde özellikle yeni teknolojilerin geliştirilmesi, çevresel faktörlerle ilgili elde edilen bilgilerin artması ve yeni yem formülasyonlarının geliştirilmesi sonucunda hızla gelişmektedir ve değişime uğramaktadır (Güven, 2010).

Yetiştiriciliğin ilk olarak yaygınlaşmaya başladığı dönemlerde doğal yem kaynakları besin olarak kullanılırken, bu aşamadan sonra yerini karma yemler almıştır. Karma yem; hayvanların canlılığını sürdürmesi için gereken besin ve enerji ihtiyacını karşılayan bir veya birden fazla organik ve inorganik maddelerin karışımı olarak tanımlanabilir (Erteken ve Haşimoğlu, 2007).

Son yıllarda yetiştiriciliği yapılan türlerin gelişimini hızlandırmak ve ürün kalitesini artırmak için, probiyotik, prebiyotik, immünostimulant ürünler ve doğal bitki ekstraktlarının kullanımı artmaktadır. İlk üç kategori geçtiğimiz yıllarda farklı oranlarda performans artırıcı özellikleri dolayısıyla kullanılmış, son yıllarda ise doğal bitki ekstraktlarının kullanımı ile birlikte fitoterapik uygulamalarla ilgili araştırmalar önem kazanmıştır (Çetin ve Yıldız, 2004).

Su ürünleri yetiştiriciliği uygulamalarında kullanılan alternatif bitkisel tıbbi ürünlerin büyüme artırıcı, immün sistemi geliştirici ve iştah açıcı gibi çeşitli etkileri bulunmaktadır. Bitkisel ekstraktlar su ürünleri yetiştiriciliğinde yem tüketimini artırıcı, büyümeyi teşvik edici, stres önleyici ve antimikrobiyal etkiler gösterirken zararlı kalıntı bırakmayarak çevresel zararlara da yol açmamaktadırlar. Fenoller, polifenoller, alkaloidler, quinonlar, terpenoidler, lektinler ve polipeptidler gibi bitkisel bileşenlerin antibiyotikler ve diğer sentetik bileşenlere oldukça iyi birer alternatif olabileceği çalışmalarla ortaya konulmuştur (Citarasu, 2010).

Çalışmamızda kullanılan sarı kantaron bitkisi *Hypericum* cinsi, *Clusiaceae* familyası ve *Hypericoideae* alt familyasına ait olup dünyada yaklaşık 400 türü içermektedir (Curtis ve Levsten, 1990). Avrupa, Asya, Avustralya ve Amerika'nın bir bölümünde yetişen *Hypericum* cinsinin Avrupa'da 10 (Witchl, 1986), Türkiye'de ise 70 türüne rastlanmıştır (Baytop, 1999). *Hypericum perforatum* L. (sarı kantaron) ülkemizde Marmara, Karadeniz, Ege, Orta ve Doğu Anadolu, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde dağılışı göstermektedir (Davis, 1967; Davis, 1988; Güner vd., 2000). Sarı

kantaron; kılıç otu, kanotu, koyun kıran, kuzu kıran, mayasıl otu, bin bir delik otu ve yara otu gibi yöresel isimlere de sahiptir (Baytop, 1999).

Hypericum perforatum L. farmakolojik aktiviteye katkı sağlayan birkaç grup bileşen ihtiva etmektedir. Bu gruplar, naphthodiantronlar (hiperisin, pseudohiperisin), phloroglucinolslar (hiperforin, adhiperforin), flavonoidler (rutin, hyperosid, quercitrin) xanthonelar ve tanenlerdir (Hölzl ve Ostrowski, 1987; Nahrstedt ve Butterweck, 1997). Farmakolojik yönden çalışmalarda en büyük ilgiyi çeken bileşen grubu naphthodiantronlardır (Pactocka, 2003).

Yapılan çalışmalarda görülmüştür ki, sarı kantaronun anti-inflamatuar (Hammer vd., 2007; Savikin vd., 2007), antimikrobiyal, yara iyileştirici (Rao vd., 1991; Öztürk vd., 2007), antioksidan, anti-anksiyatik, antineoplastik, anti depresan etkileri bulunmaktadır (Linde vd., 1996; Bilia vd., 2002). Ayrıca alkol ve nikotin bağımlılığına karşı olumlu etkilerinin de olduğu bilinmektedir (Uzbay, 2008). Yapılan birçok çalışmada kantaron ekstraktının antidepresan etkisinin hiperforin içeriği ile bağlantılı olduğu çeşitli davranış testlerinde ortaya konulmuştur (Müllet, 2005).

Bu çalışmanın temel hedefi ülkemizde doğal olarak yetişen sarı kantaron bitkisi yağının yemlere ilave edilecek uygun oranlarının bulunarak su ürünleri sektörü için pratikte kullanılabilir hale getirilmesidir. Su ürünleri sektörü için kantaron yağının alabalıklarda büyüme performansı, çevresel stres parametreleri ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi ilk defa araştırılarak elde edilecek verilerin ve sonuçların sektöre aktarılması hedeflenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırma Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya başlama tarihinden 14 gün önce Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Ünitesine getirilen gökkuşağı alabalıkları, dikdörtgen beton havuzlara stoklanmış ve deneme başlangıç gününe kadar adaptasyonları sağlanmıştır. Ortalama 20 g'lık alabalık bireyleri, deneme başlangıç gününden 2 gün önce, tesadüfi parselleme yöntemi ile her tanka 35 adet olacak şekilde 500 litre hacime sahip dikdörtgen tanklara stoklanmıştır. Bu süre içerisinde balıklar ticari ala-

balık yemi ile günde 2 defa olmak suretiyle beslenmişlerdir. Araştırmada kullanılan gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) ticari özel bir işletmeden temin edilmiştir. Araştırmada özel bir firmanın ürettiği 3 mm çapında %45 ham protein, %20 ham yağ, %1,02 ham selüloz ve %10,38 ham kül içeren ticari ekstrüde alabalık yemi kullanılmıştır. Maserasyon yöntemiyle üretilmiş olan kantaron yağı ve özel bir firmadan temin edilmiştir.

Yöntem

Araştırmada ticari alabalık yemlerine 1 mL/kg (KT1), 2 mL/kg (KT2) ve 3 mL/kg (KT3) olmak üzere sarı kantaron yağı ilave edilmiş ve kontrol (K0) grubu da dahil olmak üzere 4 farklı grup oluşturulmuştur. Her bir grup 3 tekerrürden oluşturulmuş ve deneme Temmuz – Ekim 2015 döneminde 90 gün sürdürülmüştür. Yemleme sabah 09:00 ve akşam 16:00 saatlerinde olmak üzere günde 2 defa, balıkların yeme olan tepkileri gözlenerek doyana kadar yapılmıştır.

Çalışma süresince su debisi 4,5 lt/dk olacak şekilde ayarlanmıştır. Tank diplerinde biriken dışkılar günlük olarak sifonlama yöntemiyle temizlenmiş ve kirliliğin engellenmesine çalışılmıştır. Deneme süresince tank içerisindeki ortalama sıcaklık $12.34 \pm 0.11^{\circ}\text{C}$, suda çözülmüş oksijen ise 7.03 ± 0.34 ppm olarak ölçülmüştür. Çözülmüş oksijen düzeyi günlük olarak saat 17:00'de ölçülmüştür.

Sarı kantaron (*Hypericum perforatum*) bitkisinin yağı özel bir firmadan temin edilmiş olup, uçucu yağların ana bileşenler yönünden kimyasal yapısı Süleyman Demirel Üniversitesi Deneysel ve Gözlemsel Araştırma Laboratuvarındaki Gaz Kromatografi cihazıyla (GC/MS aparatı kullanılarak) belirlenmiştir. Kantaron yağı yemlere spreyleme yöntemi ile ilave edilmiştir. Otomatik pipet yardımıyla ayarlanan deneme gruplarına ait kantaron yağı miktarları bir sprey şişesine aktarılmıştır. Önceden hazırlanmış yem kaplarında bulunan ticari yemler üzerine spreyleme yöntemi ile püskürtülmüştür. Ardından kantaron yağının homojen bir şekilde karıştığından emin oluncaya kadar, içerisinde kantaron yağı ve yem bulunan kavanoz çalkalama suretiyle karıştırılmıştır. Yemler haftalık olarak hazırlanmış olup, $+4^{\circ}\text{C}$ 'de buzdolabında saklanmıştır.

90 günlük deneme süresince 0. gün ve her 15 günde bir total boy ve canlı ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler öncesinde, meydana gelebilecek stres ve zararları minimuma indirmek için içerisinde anestezi madde olarak karanfil yağı (50 mg/L) bulunan kovalara alınan balıklar

sakınleştirilmiştir. Grupların tümündeki bireyler 0.01 g hassasiyetindeki terazi yardımıyla tartılmış olup, 1 mm hassasiyetindeki boy cetveli ile total boy ölçülmüştür. Elde edilen tüm bu veriler ile birlikte aşağıda verilen formüller yardımı ile büyüme performansı belirlenmiştir.

Canlı Ağırlık Ortalaması (CAO) (g) = Tartılan Balıkların Toplam Ağırlığı (g) / Tartılan balık sayısı

Canlı Ağırlık Kazancı (CAK) = $X_1 - X_0$

X_0 = Deneme Başlangıcı Ortalama Ağırlık (g),
 X_1 = Deneme Sonu Ortalama Ağırlık (g)

Spesifik Büyüme Oranı (SBO, % gün⁻¹) = $[(\ln \text{ Son Ağırlık} - \ln \text{ Başlangıç Ağırlığı}) / \text{Gün}] \times 100$

Yem Değerlendirme Oranı (YDO) = Tüketilen Yem Miktarı (g) / Toplam Canlı Ağırlık Artışı (g)

Yem Değerlendirme Etkinliği (YDE) = Toplam Canlı Ağırlık Artışı (g) / Tüketilen Yem Miktarı x 100

Yaşama Oranı (YO) (%) = $[(\text{Deneme Sonu Balık Sayısı}) / (\text{Deneme Başlangıcı Balık Sayısı})] \times 100$

Kondisyon Faktörü (KF) = $[\text{Ortalama Canlı ağırlık} / (\text{Ortalama Boy})^3] \times 100$

Deneme balıklarından 0. 45. ve 90. günlerde kan örneklemeleri her gruptan 5'er adet olmak üzere yapılmıştır. Tüm grupların kan alım işlemi 1 saat içerisinde tamamlanarak örnekler Süleyman Demirel Üniversitesi Araştırma Hastanesi Biyokimya Laboratuvarına götürülmüştür. Burada soğutmalı santrifüj ile 10.000 devir/dk ve 5 dk süresince santrifüj edilerek kan örnekleri serumlarına ayrılmıştır. Elde edilen serumlar 2 ml'lik tüplere aktararak analiz gününe kadar -80°C 'de derin dondurucuda saklanmıştır.

Glukoz, kortizol, TAS ve TOS analizleri Süleyman Demirel Üniversitesi Araştırma Hastanesi Biyokimya Laboratuvarı'nda, lizozim aktivitesi analizi ise Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Balık Hastalıkları Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Total oksidan/antioksidan kapasiteleri spektrofotometrik olarak çalışılmış ve oksidatif stres indeksi (OSİ) hesaplanması aşağıdaki formülle yapılmıştır;

TOS ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ equivalent/L) / TAS ($\mu\text{mol Trolox equivalent/L}$) x 100.

Lizozim aktivitesini belirlemek amacıyla diffüzyon agar metodu Ellis, 1996'ya göre yapılmıştır.

Denemede elde edilen veriler SPSS 22.0 paket programında ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. Denemede incelenen çeşitli parametrelerin önem derecelerini kararlaştırırken sonuçlar ortalama değer ve standart sapma olarak verilmiştir, gruplar arasındaki ayırım varyans analizi ve grupların karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır ve ortalamalar arasındaki farklar 0.05 önem seviyesinde test edilmiştir (Özdamar, 2002).

Bulgular ve Tartışma

Araştırma sonunda deneme başlangıcı (0. gün), 45. ve 90. günlerde gruplara ait canlı ağırlık ortalamaları (CAO) değerlerinde istatistiksel açıdan farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Deneme başlangıcında en yüksek CAO değeri, K0 grubunda bulunurken (20.48 ± 0.07), 45. günde yine K0 grubunda (50.42 ± 0.48) bulunmuş ve 90. günde ise KT1 grubunda (111.43 ± 1.07) bulunmuştur.

Araştırma sonucunda 0-45, 46-90 ve 0-90 gün aralıkları baz alınarak hesaplanan gruplara ait CAK değerlerinde 0-45. gün aralığında istatistiksel açıdan bir fark saptanmamışken ($p>0.05$), 46-90. gün arasında istatistiksel açıdan fark bulunmuş ($p<0.05$) ve en yüksek değere KT1 grubunun (62.77 ± 0.55) sahip olduğu saptanmıştır. 0-90. gün aralığında ise yine gruplar arasında istatistiksel açıdan bir fark saptanmamıştır.

SBO değerlerine bakıldığında, 0-45, 46-90 ve 0-90. günlerin kendi içindeki değerler arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). 0-45 günler arasındaki en yüksek değere K0 grubu (2.00 ± 0.05) sahip olurken, 46-90. günler arasında KT1 grubu (1.84 ± 0.05) ve 0-90. günler arasında ise en yüksek değere yine KT1 grubu (1.88 ± 0.01) sahip olmuştur.

YDO değerleri incelendiğinde 0-45, 46-90 ve 0-90. günlerin kendi içindeki değerler arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). 0-45. günler arasında en düşük orana KT1 grubundan (1.05 ± 0.00) elde edilirken, 46-90. günler arasında K0 grubu (1.03 ± 0.09) en düşük orana sahip olmuş ve 0-90. günler arasında ise en düşük oran KT2 grubunda (1.07 ± 0.03) elde edilmiştir.

YDE verileri incelendiğinde 0-45, 46-90 ve 0-90. günlerin kendi içindeki değerler arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). 0-45. günler arasında K0 grubu (101.02 ± 2.75) en yüksek değere sahip olmuştur. 46-90. günler arasında KT1 grubu (101.81 ± 1.89) en yüksek değere sahipken 0-90. günler arasında KT3 grubu (100.05 ± 1.75) en yüksek yem değerlendirme etkinliği değerine sahip olmuştur.

KF değerlerine bakıldığında 0-45, 46-90 ve 0-90. günler aralıklarındaki değerler istatistiksel açıdan bir farklılık göstermemiştir ($p>0.05$). 0-45. günler aralığında K0 (1.08 ± 0.04) ve KT1 grubu (1.08 ± 0.01) aynı değerlere sahip olarak en yüksek KF değerine sahip olmuşlardır. 46-90. günlerde yine en yüksek değere K0 grubu sahip iken 0-90. günler baz alındığında yine K0 (1.23 ± 0.02) ve KT1 grubu (1.23 ± 0.01) aynı değerlere sahip olarak en yüksek KF değerine sahip olmuşlardır.

YO değerleri incelendiğinde de 0-45, 46-90 ve 0-90. gün aralıklarındaki ortalamalarda istatistiksel açıdan fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Tüm zaman aralıklarında K0 grubu (100 ± 0.00) en yüksek yaşama oranı yüzdesine sahip olmuştur. Deneme sonunda en düşük yaşama oranı yüzdesine ise KT3 grubu (96 ± 3.33) sahip olmuştur.

Tablo 1. Deneme gruplarının farklı günlerdeki canlı ağırlık ortalamaları (CAO)

Table 1. Average weight and standard deviation values of test groups at different days

	Deneme Grupları ($\bar{X} \pm SD$)*			
	K0	KT1	KT2	KT3
0. Gün	20.48 \pm 0.07 ^a	20.46 \pm 0.03 ^a	20.39 \pm 0.06 ^a	20.42 \pm 0.01 ^a
45. Gün	50.42 \pm 0.48 ^a	48.66 \pm 1.62 ^a	48.22 \pm 1.37 ^a	48.73 \pm 0.50 ^a
90. Gün	109.60 \pm 1.61 ^a	111.43 \pm 1.07 ^a	109.21 \pm 1.05 ^a	109.89 \pm 0.19 ^a

* Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

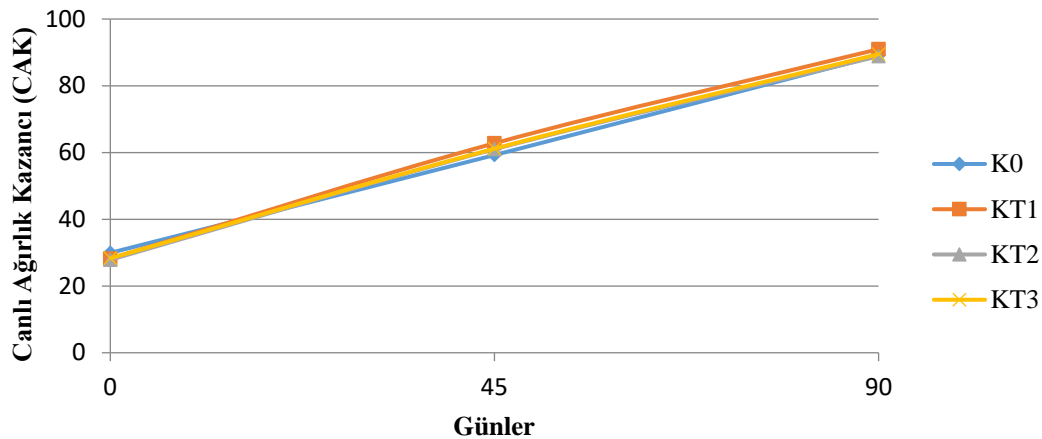
K0 = Kontrol grubu, **KT1** = 1mL/kg Sarı Kantaron Yağı İçeren Grup, **KT2** = 2mL/kg Sarı Kantaron Yağı İçeren Grup, **KT3** = 3mL/kg Sarı Kantaron Yağı İçeren Grup

Tablo 2. Deneme gruplarının 0-45., 46-90. ve 0-90. gün aralığındaki CAK, SBO, YDO, YDE, KF, YO ortalamaları ve bu değerlerin standart sapmaları**Table 2.** Average and standard deviation values for WG, SGR, FCR, FCE, CF and SR between 0-45., 46-90. and 0-90. days in the experimental groups

		Deneme Grupları ($\bar{X} \pm SD$)*			
		K0	KT1	KT2	KT3
0-45. gün aralığı	CAK	29.94 \pm 2.56 ^a	28.20 \pm 1.59 ^a	27.86 \pm 0.51 ^a	28.31 \pm 0.52 ^a
	SBO	2.00 \pm 0.05 ^a	1.92 \pm 0.07 ^a	1.91 \pm 0.05 ^a	1.93 \pm 0.02 ^a
	YDO	1.00 \pm 0.03 ^a	1.05 \pm 0.00 ^a	1.03 \pm 0.09 ^a	1.02 \pm 0.04 ^a
	YDE	101.02 \pm 2.75 ^a	96.42 \pm 1.23 ^a	97.88 \pm 3.83 ^a	98.59 \pm 1.38 ^a
	KF	1.08 \pm 0.04 ^a	1.08 \pm 0.01 ^a	1.05 \pm 0.03 ^a	1.07 \pm 0.02 ^a
	YO	100 \pm 0.00 ^a	98.88 \pm 1.92 ^a	98.88 \pm 1.92 ^a	97.77 \pm 1.92 ^a
46-90. gün aralığı	CAK	59.24 \pm 1.71 ^b	62.77 \pm 0.55 ^a	60.99 \pm 1.39 ^{ab}	61.16 \pm 2.07 ^{ab}
	SBO	1.71 \pm 0.4 ^a	1.84 \pm 0.05 ^a	1.80 \pm 0.04 ^a	1.80 \pm 0.09 ^a
	YDO	1.03 \pm 0.09 ^a	0.99 \pm 0.07 ^a	1.00 \pm 0.07 ^a	0.99 \pm 0.04 ^a
	YDE	97.46 \pm 2.35 ^a	101.81 \pm 1.89 ^a	100.31 \pm 2.34 ^a	101.51 \pm 2.14 ^a
	KF	1.15 \pm 0.02 ^a	1.13 \pm 0.01 ^a	1.12 \pm 0.01 ^a	1.12 \pm 0.01 ^a
	YO	100 \pm 0.00 ^a	98.88 \pm 1.93 ^a	97.77 \pm 1.93 ^a	96.66 \pm 3.33 ^a
0-90. gün aralığı	CAK	89.12 \pm 2.91 ^a	90.97 \pm 1.04 ^a	88.86 \pm 1.89 ^a	89.47 \pm 1.64 ^a
	SBO	1.85 \pm 0.06 ^a	1.88 \pm 0.01 ^a	1.86 \pm 0.06 ^a	1.86 \pm 0.03 ^a
	YDO	1.02 \pm 0.04 ^a	1.05 \pm 0.05 ^a	1.07 \pm 0.03 ^a	1.06 \pm 0.01 ^a
	YDE	98.89 \pm 0.63 ^a	99.11 \pm 1.09 ^a	99.13 \pm 0.95 ^a	100.05 \pm 1.75 ^a
	KF	1.23 \pm 0.02 ^a	1.23 \pm 0.01 ^a	1.22 \pm 0.01 ^a	1.22 \pm 0.01 ^a
	YO	100 \pm 0.00 ^a	98.88 \pm 1.93 ^a	97.77 \pm 1.93 ^a	96.66 \pm 3.33 ^a

* Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p < 0,05$).

K0= Kontrol Grubu, **KT1**= 1mL/kg Sarı Kantaron Yağı İçeren Grup, **KT2**= 2mL/kg Sarı Kantaron Yağı İçeren Grup, **KT3**= 3mL/kg Sarı Kantaron Yağı İçeren Grup, **CAK**= Canlı Ağırlık Kazancı, **SBO**= Spesifik Büyüme Oranı, **YDO**= Yem Değerlendirme Oranı, **YDE**= Yem Değerlendirme Etkinliği, **KF**= Kondisyon Faktörü, **YO**= Yaşama Oranı



(**K0**= Kontrol grubu, **KT1**= 1mL/kg Sarı Kantaron Yağı İçeren Grup, **KT2**= 2mL/kg Sarı Kantaron Yağı İçeren Grup, **KT3**= 3mL/kg Sarı Kantaron Yağı İçeren Grup)

Şekil 1. Farklı günlerdeki canlı ağırlık kazancı değerleri (g),**Figure 1.** Weight gain values at different days (g)

Tablo 3. Deneme gruplarının 0., 45. ve 90. günlerdeki TAS, TOS, OSİ, serum glukoz (mg/dL), serum kortizol ($\mu\text{g/dL}$) ve lizozim enziminin oluşturduğu zon çapı (cm) değerleri ortalamaları ve standart sapmaları**Table 3.** Average and standard deviation values for TAS, TOS, OSI, serum glucose (mg/dL), serum cortisol ($\mu\text{g/dL}$) and lysozyme enzyme zone diameter at 0., 45. and 90. days in the experimental groups

		Deneme Grupları ($\bar{X} \pm \text{SD}$)*			
		K0	KT1	KT2	KT3
0. gün	TAS	1.20 \pm 0.06	-	-	-
	TOS	1.17 \pm 0.02	-	-	-
	OSİ	97.99 \pm 6.38	-	-	-
	Glukoz	112.67 \pm 10.02	-	-	-
	Kortizol	7.08 \pm 1.69	-	-	-
	Lizozim	0.88 \pm 0.12	-	-	-
45. gün	TAS	1.23 \pm 0.13 ^a	1.21 \pm 0.05 ^a	1.15 \pm 0.03 ^a	1.21 \pm 0.07 ^a
	TOS	1.36 \pm 0.25 ^a	1.33 \pm 0.29 ^a	1.30 \pm 0.31 ^a	1.22 \pm 0.08 ^a
	OSİ	111.02 \pm 10.17 ^a	109.23 \pm 9.49 ^a	113.13 \pm 7.08 ^a	101.11 \pm 6.93 ^a
	Glukoz	74.00 \pm 3.46 ^a	74.33 \pm 6.65 ^a	68.33 \pm 4.50 ^a	78.00 \pm 5.19 ^a
	Kortizol	0.71 \pm 0.54 ^b	0.94 \pm 0.80 ^{ab}	1.25 \pm 0.88 ^{ab}	2.13 \pm 0.29 ^a
	Lizozim	1.08 \pm 0.09 ^a	0.95 \pm 0.15 ^a	0.94 \pm 0.14 ^a	0.90 \pm 0.03 ^a
90. gün	TAS	1.96 \pm 0.13 ^a	1.96 \pm 0.06 ^a	2.07 \pm 0.08 ^a	2.00 \pm 0.12 ^a
	TOS	1.28 \pm 0.08 ^b	1.10 \pm 0.18 ^b	1.70 \pm 0.06 ^a	1.35 \pm 0.19 ^b
	OSİ	64.47 \pm 5.24 ^{bc}	56.15 \pm 7.22 ^c	81.44 \pm 3.11 ^a	67.97 \pm 3.12 ^b
	Glukoz	76.66 \pm 1.15 ^a	76.66 \pm 3.51 ^a	73.00 \pm 3.00 ^a	74.66 \pm 4.93 ^a
	Kortizol	0.87 \pm 0.88 ^a	0.78 \pm 0.31 ^a	0.78 \pm 0.66 ^a	1.13 \pm 0.66 ^a
	Lizozim	1.08 \pm 0.16 ^a	1.00 \pm 0.10 ^a	1.00 \pm 0.05 ^a	0.90 \pm 0.02 ^a

* Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

TAS= Toplam Antioksidan Seviyesi, TOS= Toplam Oksidan Seviyesi, OSİ= Oksidatif Stres İndeksi, K0= Kontrol grubu, KT1= 1mL/kg Sarı Kantaron Yağı İçeren Grup, KT2= 2mL/kg Sarı Kantaron Yağı İçeren Grup, KT3= 3mL/kg Sarı Kantaron Yağı İçeren Grup

Deneme başlangıcında, 45. günde ve 90. günde, 45'er günlük periyotlar ile alınan kan örneklerinden elde edilen serumlar analiz edilerek değerler saptanmıştır. Bu parametreler plazma glukoz, plazma kortizol, lizozim enziminin oluşturduğu zon çapı, toplam antioksidan seviyesi (TAS), toplam oksidan seviyesi (TOS) ve oksidatif stres indekSIDIR (OSİ).

TAS değerlerine bakıldığında, 45. ve 90. günde elde edilen değerler kendi içlerinde istatistiksel açıdan bir fark göstermemişlerdir ($p > 0.05$). Deneme başlangıcında (0. gün) K0 grubu 1.20 \pm 0.06 değerlerine sahip olmuştur. 45. günde alınan serum örnekleri incelendiğinde en yüksek değere K0 grubu (1.23 \pm 0.13) sahip olurken, 90. günde ise KT2 grubu (2.07 \pm 0.08) en yüksek değere sahip olmuştur.

TOS değerlerine bakıldığında, 45. günde elde edilen değerler kendi içlerinde istatistiksel açıdan bir fark göstermemişlerdir ($p > 0.05$). Ancak 90. günde saptanan değerlere bakıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0.05$). 45. günde alınan serum örnekleri incelendiğinde en

düşük değere KT3 grubu (1.22 \pm 0.08) bulunmuştur. 90. günde serum örnekleri incelendiğinde ise KT1 grubunun (1.10 \pm 0.18) en düşük değere sahip olduğu saptanmıştır.

OSİ değerlerine bakıldığında, 45. günde elde edilen değerler kendi içlerinde istatistiksel açıdan bir fark göstermemişlerdir ($p > 0.05$). Ancak 90. günde saptanan değerlere bakıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0.05$). 45. günde alınan serum örnekleri incelendiğinde en düşük değere KT3 grubu (101.11 \pm 6.93) bulunmuştur. 90. günde serum örnekleri incelendiğinde ise KT1 grubunun (56.15 \pm 7.22) en düşük değere sahip olduğu saptanmıştır.

Saptanan glukoz değerleri incelendiğinde 45. günde ve 90. günde elde edilen değerler kendi içlerinde istatistiksel açıdan bir fark göstermemişlerdir ($p > 0.05$). Deneme başlangıcında (0. günde) K0 grubunun 112.67 \pm 10.02 mg/dL değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. 45. günde en yüksek glukoz değerine KT3 grubu (78.00 \pm 5.19) ve 90. günde ise en yüksek değerlere K0 (76.66 \pm 1.15) ve KT1 (76.66 \pm 3.51) grupları sahip olmuştur.

Saptanan kortizol değerleri incelendiğinde 45. günde elde edilen değerler kendi aralarında istatistiksel olarak fark göstermiş ($p < 0.05$) ancak 90. günde elde edilen değerler incelendiğinde istatistiksel olarak bir fark saptanmamıştır. Deneme başlangıcında (0. gün) K0 grubunun kortizol düzeyi 7.08 ± 1.69 olarak belirlenmiştir. 45. günde en yüksek kortizol düzeyine KT3 grubu (2.13 ± 0.29) sahip iken en düşük kortizol düzeyine ise K0 grubunun (0.71 ± 0.54) sahip olduğu belirlenmiştir. 90. günde ise yine en yüksek kortizol düzeyine KT3 grubu (1.13 ± 0.66) sahip iken en düşük kortizol düzeyine ise KT1 (0.78 ± 0.31) ve KT2 (0.78 ± 0.66) gruplarının sahip olduğu belirlenmiştir.

Lizozim enziminin oluşturduğu saptanan zon çapı değerleri incelendiğinde 45. günde ve 90. günde elde edilen değerler kendi içlerinde istatistiksel açıdan bir fark saptanmamıştır ($p > 0.05$). Deneme başlangıcında (0. günde) K0 grubu 0.88 ± 0.12 (cm) değerine sahip olmuştur. 45. günde en yüksek çap ortalamasına KT1 (1.08 ± 0.09) grubu ve en düşük çap ortalaması değerine KT3 grubu (0.90 ± 0.03) sahip olmuştur. 90. günde ise en yüksek değere yine KT1 grubu (1.08 ± 0.16) ve en düşük değere yine KT3 grubunda (0.90 ± 0.02) elde edilmiştir.

Günümüz yetiştiriciliğinde insan sağlığına zarar vermeyen, bağışıklık sistemini güçlendirmeye yardımcı ve karlılığı artırıcı özelliklere sahip alternatif yem katkı maddelerinin kullanımı üzerine bilimsel çalışmalar gittikçe artmakta ve buna bağlı olarak hayvansal üretimde doğal ve ucuz olmaları nedeniyle tıbbi bitkilerden yararlanılması üzerine yoğunlaşmaktadır.

Dünyada su ürünleri sektöründe de tıbbi bitkilerin alkaloidleri, flavoidleri, pigmentleri, fenolik içerikleri, terpenoidleri, steroidleri ve uçucu yağlarının yeme ilave edilerek kullanılması söz konusudur. Bu ürünler balık hastalıklarına direnç sağlamak üzere sentetik kimyasallara alternatif olarak görülmekte, tıbbi ve aromatik bitkiler aktif redoks molekülleri içerdikleri için antioksidan karakterde olup, balığın genel fizyolojik durumunu iyileştirici ve enzimleri aktive edici özelliktedirler. Balıklar üzerinde yapılan in vivo araştırmalarda stres önleyici etkilerinin de olduğu bildirilmiştir.

Hwang vd. (2013), lepistesler üzerinde yaptıkları bir çalışmada, yeşil çay ekstraktı içeren grup bireylerindeki canlı ağırlık kazancının en yüksek değere ulaştığı ortaya konmuştur. Bu sonuca benzer olarak Abdel-Tawwab vd. (2010), 0.5 g/kg yeşil çay ekstraktının nil tilapya balıklarında daha iyi

büyüme performansı ve daha çok yem tüketimi sağladığını bildirmişlerdir. Bu büyüme performansı ve yem tüketimindeki artışın ise yeşil çay ekstraktının yemin lezzetini ve çekiciliğini artırması nedeniyle olabileceği bildirilmiştir. Çalışmamızda 46-90. günlerde gruplar arasında istatistiksel fark bulunmuşken diğer periyotlarda fark bulunmamıştır. 46-90 günler arasında en yüksek canlı ağırlık kazancı miktarına 1mL/kg kantaron yağı içeren KT1 grubu ulaşmıştır ancak bu sonucun grubun standart sapma değerinin diğer gruplara kıyasla daha düşük olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Bununla beraber 0-90. gün aralığında da istatistiksel fark tespit edilememiştir. Bu sonuçlar göz önüne alındığında önceki çalışmalarla paralel sonuçlar görülmediği tespit edilmiştir. Bunun sebebinin ise kullanılan kantaron yağında bulunan etken maddelerin büyüme destekleyici etkilerinin yeterli düzeyde olmadığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bohlouli vd. (2016), alabalık yem rasyonlarında meşe palamutu ekstraktını (%0, %0.5, %1, %2) kullanmışlardır. Araştırma sonucunda gruplar arasında fark bulunmuş ve kontrol grubu en yüksek SBO değerine sahip olmuştur. Zeppenfeld vd. (2016), yaptıkları çalışmada yayın balığı yem rasyonlarına *Aloysia triphylla* bitkisi ekstraktı eklemişler ve SBO değeri üzerine en olumlu sonucu 2.5ml/kg ekstrakt içeren gruptan elde etmişlerdir. Bizim çalışmamızda 0-45, 46-90 ve 0-90. günler periyotları incelendiğinde SBO düzeyleri açısından herhangi bir fark gözükmemekle beraber, grupların düzeyleri birbirine oldukça yakın görünmektedir. Diğer bitkisel katkı maddeleriyle yapılan çalışmalarla kıyaslandığında çalışmamızda gruplar arasında SBO değerleri farklılık göstermemiş ancak bazı çalışmalarda gruplar arasında farklılık görülmüştür (Ferreira vd., 2014; Zeppenfeld vd., 2016). Diğer çalışmalarla çalışmamızda ortaya çıkan bu farklılık durumu kullanılan bitkisel materyalin elde edilmesi yöntemi, etken madde konsantrasyonu ve etki mekanizması gibi çeşitli faktörlerden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Bohlouli vd. (2016), alabalık yem rasyonlarında meşe palamutu ekstraktını kullanmışlar ve deneme sonucunda YDO değerlerini karşılaştırmışlar ve fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Abdel-Tawwab vd. (2010), nil tilapyasının yem rasyonlarında yeşil çay tozu kullanmışlar ve deneme sonucunda YDO istatistiksel fark tespit edilememiştir ($p > 0.05$). Ferreira vd. (2014), diğer çalışmaların aksine, tetra balıklarının yem içeriğine kekik

(*Origanum sp.*) yağı eklemişler ve deneme sonucunda YDO oranları karşılaştırıldığında fark bulunmuş, %0.5 kekik yağı içeren grubun en düşük değere sahip olmuştur. Yine M. Adel vd. (2015), kahverengi alabalıklar ile yapılan çalışmada, yemlere farklı oranlarda nane ekstraktı eklemişlerdir. Araştırma sonucunda YDO oranları karşılaştırıldığında fark tespit edilmiş ($p < 0.05$) ve en düşük değere %3 nane ekstraktı içeren yem grubunun sahip olmuştur. Çalışmamızda 0-45, 46-90 ve 0-90 günler aralığı incelendiğinde istatistiksel fark bulunmamakla birlikte ($p > 0.05$), 0-90. gün aralığındaki değerlere bakıldığında en düşük değere kontrol grubunun sahip olduğu görülmektedir. YDO değerleri açısından fark bulunmasa da önceden tartışıldığı üzere CAK değerleri açısından KT1 grubunun en iyi performansı göstermesi kantaron yağının iştah açıcı özelliğinden de kaynaklandığı düşünülebilir. Gruplar arasında önemli bir fark bulunmamasının sebebi kullanılan kantaron yağının etken madde içeriğiyle alakalı olabilir. Bazı bitkisel karışımlar daha iyi bir büyüme performansı sağlıyor (Jang vd., 1995; Immanuel vd., 2004; Sivaram vd., 2004), diğerleri iyi bir büyüme performansı sağlamayabiliyor (Düğenci vd., 2003). Bu tutarsız sonuçlar, ekstraktı kullanılan bitki ile deneyde kullanılan hayvanla ilişkilendirilebilir.

Ji vd. (2007), japon pisi balığı (*Paralichthys olivaceus*) üzerinde yaptıkları bir çalışmada, yem rasyonlarına *Massa medicata fermentata*, *Crataegi fructus*, *Artemisia capillaries*, ve *Cnidium officinale* bitkilerinin tozlarını 2:2:1:1 oranlarında karıştırmışlardır. Deneme sonucunda YDE incelendiğinde gruplar arası istatistiksel fark tespit edilmiş ($p < 0.05$) ve en yüksek değere %0.5 bitki tozu içeren grubun sahip olmuştur. Yine Ji vd. (2007), kırmızı mercan (*Pagrus major*) üzerinde yaptıkları diğer bir çalışmada, yem rasyonlarına *Massa medicata fermentata*, *Crataegi fructus*, *Artemisia capillaries* bitkilerinin meyve tozları ve *Cnidium officinale* bitkisinin kökünden elde etikleri tozlarından oluşan ve tüm bu tozları 2:2:1:1 oranlarında karıştırılmasıyla oluşturulmuş (HM), 5g/kg bitki tozu/karışımı içeren 6 yem grubu (kontrol, Mm, Cf, Ac, Co, ve HM) oluşturmuşlardır. Deneme sonucunda istatistiksel açıdan fark tespit edilmiş ve en yüksek YDE oranına tüm bitki karışımlarını içeren HM grubunun sahip olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda ise 0-45, 46-90 ve 0-90 gün aralıkları incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Diğer araştırmacıların elde ettikleri sonuçlarla bizim çalışmamızdan elde edilen sonuçların paralellik göstermemesinin sebebi kullanılan

kantaron yağının etken madde içeriği ve yeme ilave miktarlarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Ji vd. (2007), japon pisi balığı (*Paralichthys olivaceus*) üzerinde yaptıkları bir çalışmada, yem rasyonlarına *Massa medicata fermentata*, *Crataegi fructus*, *Artemisia capillaries*, ve *Cnidium officinale* bitkilerinin tozlarını 2:2:1:1 oranlarında karıştırmak ve bu karışımları farklı oranlarda içeren 5 yem grubu oluşturmuşlardır. Deneme sonucunda KF değerleri arasında fark olmadığı tespit edilmiştir. Ferreira vd. (2014), tetra balıklarının yem içeriğine kekik (*Origanum sp.*) yağı eklemişler ve deneme sonucunda KF değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak fark tespit edilememiştir ($p > 0.05$). Zeppenfeld vd. (2016), yaptıkları çalışmada kedi balığı yem rasyonlarına *Aloysia triphyllab* bitkisini ekstraktını ilave etmişlerdir. Deneme sonucunda istatistiksel açıdan gruplar arası fark tespit edilmemiştir. Bizim çalışmamızda da önceki bazı çalışmalara paralel olarak 0., 45. ve 90. günlerde yapılan ölçümlerin sonuçları istatistiksel olarak hesaplandığında herhangi bir fark tespit edilememiştir ($p > 0.05$).

Lizozim, bakterilerin hücre duvarının yıkımına sebep olan ve lökositleri aktive eden, opsoninler gibi davranış gösteren peptidlerdir (Magnadottir, 2006) ve mikroorganizmaların kolonizasyonunu ve bulunmasını engellerler (Alexander ve Ingram, 1992). Bulfon vd. (2016), alabalık yemlerine ginseng (*Panax ginseng*) ekstraktı eklemişler ve deneme sonunda lizozim aktivitesi düzeyine az miktarda olumlu bir etkisi olmasına karşın istatistiksel fark tespit edilmemiştir ($p > 0.05$) Bohlouli vd. (2016), alabalık yem rasyonlarında meşe palamutu ekstraktını kullanmışlar ve deneme sonucunda istatistiksel olarak farklı olan en yüksek lizozim aktivitesini gösteren grubun %2 meşe palamutu ekstraktı içeren grup olduğunu tespit etmişlerdir. Baba vd. (2014), çipura yemleri rasyonuna arap sümbülü (*Muscari comosum*) ekstraktı eklemişler, deneme sonucunda lizozim aktivitesi düzeyinde farklılık tespit edilmiş ve en yüksek düzeye 0,5mg/kg arap sümbülü ekstraktı içeren yem grubunun sahip olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak diğer çalışmalarda da bitkisel ekstraktların lizozim aktivitesini artırdığı bildirilmiştir (Cheng vd. 2008; Harikrishnan vd., 2010; Harikrishnan vd., 2012), fakat ekstraktların etkinlik seviyelerinin farklı olmasının sebebi etken maddelerinin ve türlerin farklı olmasından kaynaklanmakta olduğu düşünülebilir. Çalışmamızda lizozim enziminin oluşturduğu zon çaplarına 0., 45. ve 90. günlerde

bakıldığında istatistiksel açıdan bir fark görülmemekle beraber ($p>0.05$) kontrol grubunun 45. ve 90. günlerde oluşturduğu zon çapı daha yüksek görünmektedir. İstatistiksel farkın bulunmaması ise kullanılan kantaron yağının maserasyon yöntemi ile elde edilmesi nedeniyle etken madde miktarının düşük olmasından ve deneme bireylerinin dışarıdan ortama ilave edilen herhangi bir hastalık etkeniyle karşılaşmaması sonucunda kullanılan kantaron yağının etkisinin ortaya çıkmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Hwang vd. (2013), lepistesler ile yaptıkları çalışmada, yemlere yeşil çay ekstraktı ilave etmişlerdir. Araştırma sonucunda gruplar arasında fark bulunmuş ($p<0.05$) ve kontrol grubu en düşük glukoz düzeyine kontrol grubu sahip olmuştur. Ji vd. (2007), japon pisi balığı (*Paralichthys olivaceus*) üzerinde yaptıkları bir çalışmada, yem rasyonlarına *Massa medicata fermentata*, *Crataegi fructus*, *Artemisia capillaries*, ve *Cnidium officinale* bitkilerinin tozlarını 2:2:1:1 oranlarında karıştırmışlardır. Deneme sonucunda gruplar arasında fark bulunmuş ve en düşük glukoz düzeyine %1.0 bitki tozu karışımı içeren yem grubu ulaşmıştır. Araştırmacılar düşük glukoz seviyelerinin bitkisel karışım içeren grupların glikojen sentezini aktive ettiği ve karaciğer fonksiyonlarının daha sağlıklı olması anlamına geldiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise 0. 45. ve 90. günler incelendiğinde glukoz düzeyleri açısından istatistiksel bir fark görülmemekle beraber ($p>0.05$), 45. günde KT2 grubunun glukoz düzeyi diğer gruplara oranla daha düşük seviyede tespit edilmiştir. Önceden yapılmış çalışmalarda farklı bitkisel katkı maddelerinin çeşitlerine göre farklı sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmada da gruplar arasında istatistiksel farkın bulunmamasının sebebi kullandığımız kantaron yağının glikojen aktivitesin düzenlenmesine ve karaciğer fonksiyonlarının düzenlenmesine yardımcı olacak etken madde içeriğinin bulunmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ngugi vd. (2016), ningu balığı (*Labeo victorinus*) ile yaptıkları bir çalışmada yemlere limon kabuğu ekstraktını (*Citrus limon*) ilave etmişlerdir. Araştırma sonunda her gruptan 12 bireye *Aeromonas hydrophila* bakterisi enjekte edilmiştir. Ardından gruplar arasında en düşük kortizol seviyesine %5 limon kabuğu ektresi içeren grubun sahip olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar kortizol düzeyinde meydana gelen düşüşün β -pinene ve α -pinene uçucu yağ bileşenlerinden kaynaklandığını ve bu bileşenleri çalışmada kullanılan limon ka-

buğu ekstrelerini içermesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Saccol vd. (2016), paçu balıkları (*Colossoma macropomum*) ile yaptıkları çalışmada *Myrcia sylvatica* ve *Curcuma longa* bitkilerinin ekstraktlarını ve etanolü sedatif olarak kullanmışlardır. 6 saatlik uygulama sonucunda *Curcuma longa* ekstraktı uygulanan grubun plazma kortizol düzeyi diğer gruplardan daha düşük olduğu ve istatistiksel olarak kontrol grubundan farklı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda ise 45. günde yapılan kan örneklemelerinde fark tespit edilmiş olup ($p<0.05$) en düşükten en yüksek kortizol seviyesine sırasıyla K0 (kontrol) KT1, KT2 ve KT3 grupları sahip olmuştur. 90. günde ise istatistiksel olarak gruplar arasında fark tespit edilememiş olup KT1 ve KT2 gruplarından elde edilen kortizol düzeyi verileri diğer gruplardan daha düşük olduğu saptanmıştır. 45. günde K0 grubunun en düşük kortizol değerine sahip iken 90. günde KT1 ve KT2 gruplarının en düşük kortizol değerine sahip olması, çalışmada kullanılan alabalıkların kantaron yağına yabancı olması ve alışma süreciyle alakalı olduğu düşünülebilir. Ayrıca 90. güne gelindiğinde kortizol değerlerinin KT1 ve KT2 gruplarında en düşük seviyeye ulaşmasında kantaron yağının etken maddelerinden biri olan hiperforin içeriğiyle alakalı olduğu düşünülmektedir.

Saccol vd. (2016), paçu balıkları (*Colossoma macropomum*) ile yaptıkları çalışmada *Myrcia sylvatica* ve *Curcuma longa* bitkilerinin ekstraktlarını ve etanolü sedatif olarak kullanmışlardır. 6 saatlik uygulama sonucunda *Curcuma longa* ve *Myrcia sylvatica* ekstraktı uygulanan grupların beyin, solungaç, böbrek ve karaciğer dokularından elde edilen homojenatlar incelendiğinde, toplam reaktif antioksidan potansiyeli seviyesi diğer gruplardan daha yüksek olduğu ve istatistiksel olarak kontrol ve etanol grubundan farklı oldukları tespit edilmiştir. Mohebbi vd. (2012), alabalık fingerlingleri üzerinde sarımsağın (*Allium sativum*) antioksidatif özelliklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada fingerlingler sarımsak tozu içeren yemler ile 8 hafta süreyle beslenmişler ve deneme sonucunda tüm sarımsak tozu içeren grupların süperoksit dismutaz düzeylerinde önemli bir artış görülmüştür. Grupların katalaz aktivitesi incelendiğinde en yüksek seviyeye 40 ve 50 g/kg sarımsak tozu içeren grupların ulaştığı ve istatistiksel olarak farklı oldukları tespit edilmiştir. Glutathion peroxidase enzimi incelendiğinde ise gruplar arası fark tespit edilememiştir. Çalışmamızda 45. günde yapılan kan örneklemelerinin TAS, TOS ve OSİ değerlerinin gruplar arasında istatistiksel fark

oluşturmadığı tespit edilmiştir. 90. günde yapılan kan örneklemelerinde ise TAS değerleri açısından yine istatistiki olarak bir fark tespit edilememiştir ($p>0.05$). 90. gündeki TOS ve OSİ değerleri incelendiğinde ise istatistiksel olarak fark tespit edilmiş olup ($p<0.05$) en düşük TOS ve OSİ değerlerine KT1 grubunun ulaştığı görülmüştür. Bu sonuçlar göz önüne alındığında kantaron yağının serbest radikallerin oluşumunu engelleyebilecek özelliklere sahip olduğu sonucuna varılabilir. Serbest radikallerin oluşumunun azalması OSİ değerlerini de düşürmüştür. Çalışmamız sonucunda TAS değerlerinde herhangi bir istatistiksel farklılık tespit edilmemişken; Landy vd. (2010), yaptıkları çalışmada kullandıkları sarı kantaron ekstraktının broylerlerde antioksidan aktivitesini artırdıkları tespit edilmiştir. Bu sebeple çalışmamızda yemlere ilave edilen sarı kantaron yağının oranlarının yeniden düzenlenerek daha olumlu sonuçlar elde edilebileceği düşünülmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada son dönemde balık besleme çalışmalarında kullanılmasına ilginin giderek arttığı, tıbbi ve aromatik bitkiler grubundan bir bitki olan sarı kantaron bitkisinin yağının alabalık yemlerinde 1, 2 ve 3 ml/kg oranlarında kullanılarak alabalıklar üzerinde büyüme performansı, stres ve antioksidan aktivitesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

Çalışmadan elde edilen veriler göz önünde bulundurulduğunda alabalık yemlerinde, çalışmamızda kullanılan oranlarda kantaron yağının ilavesi oksidan seviyesinin düşürülmesi ve oksidatif stres düzeyinin düşürülmesi, dolayısıyla bağışıklık sistemi daha güçlü ve stresin etkilerinden uzak bireylerin yetiştirilmesi bakımından tavsiye edilebilir niteliktedir. Araştırma verileri ışığında, ülkemizde yoğun bir şekilde yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalığı türünün biyotik veya abiyotik çevresel etkenlere daha dayanıklı bir metabolizmaya sahip olması amacıyla sarı kantaron yağının yemlerde kullanımının yetiştiricilere fayda sağlayabileceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmayı yüksek lisans tez projesi olarak 4364-YL1-15 numarası ile destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Abdel-Tawwab, M., Ahmad, M.H., Seden, M.E.A. & Sakr, S.F.M. (2010). Use of

Green Tea, *Camellia sinensis* L., in Practical Diet for Growth and Protection of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), against *Aeromonas hydrophila* Infection. *Journal of The World Aquaculture Society*, 41, 203-213.

Adel, M., Safari, R., Pourgholam, R., Zorrieh-zahra, J. & Esteban, M.A. (2015). Dietary peppermint (*Mentha piperita*) extracts promote growth performance and increase the main humoral immune parameters (both at mucosal and systemic level) of Caspian Brown trout (*Salmo trutta caspius* Kessler, 1877). *Fish and Shellfish Immunology*, 47, 623-629.

Alexander, J.B. & Ingram, G.A. (1992). Non-cellular and non-specific defense mechanisms of fish. *Annual Review of Fish Disease*, 2, 249-280.

Baba, E., Ulusoy, G. & Mammadov, R. (2014). Effects of *Muscari comosum* extract on nonspecific immune parameters in gilthead seabream, *Sparus aurata* (L. 1758). *Journal of The World Aquaculture Society*, 45(2), 173-182.

Baytop, T. (Ed.), (1999). Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün). *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, İstanbul, 372s.

Bilia, A.R., Gallori, S. & Vincieri, F.F. (2002). St. John's Wort and Depression: Efficacy, safety and tolerability- an update. *Life Sciences*, 70(26), 3077-3096.

Bohlouli, S., Ghaedi, G., Heydari, M., Rahmani, A. & Sadeghi, E. (2016). Effect of dietary Persian oak (*Quercus brantii* var. *persica*) fruit extract on survival, growth performance, haematological and immunological parameters in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, fingerlings. *Aquaculture Nutrition*, 22(4), 745-751.

Bulfon, C., Bongiorno, T., Messina, M., Volpatti D., Tibaldi, E. & Tulli, F. (2016). Effects of Panax ginseng extract in practical diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on growth performance, immune response and resistance to *Yersinia ruckeri*. *Aquaculture Research*, 48(5), 2369-2379.

Cheng, A.C., Chen, Y.Y. & Chen, J.C. (2008). Dietary administration of sodium alginate and k-carrageenan enhances the innate immune

- response of brown-marbled grouper *Epinephelus fuscoguttatus* and its resistance against *Vibrio alginolyticus*. *Veterinary Immunology Immunopathology*, 21, 206-215.
- Citarasu, T. (2010). Herbal Biomedicines: A New Opportunity For Aquaculture Industry. *Aquaculture International*, 18(3), 403-414.
- Curtis, J.D. & Levsten, N.R. (1990). Internal Secretory Structure in Hypericu, *Hypericum perforatum* L. and *Hypericum balearicum* L. *New Phytology*, 114, 571-580.
- Çetin, T. & Yıldız, G. (2004). Esansiyel yağların alternatif yem katkı maddesi olarak kullanımı. *Yem Magazin Dergisi*, 12(38), 41-47.
- Davis, P.H. (1967). Flora of Turkey. Volume II. *University of Edinburg*, Edinburg, 581p.
- Davis, P.H. (1988). Flora of Turkey and the East Aegean Island. *Edinburg University Press*, Edinburg, 590p.
- Düğenci, S.K., Arda, N. & Candan, A. (2003). Some medicinal plants as immunostimulant for fish. *Journal of Ethnopharmacol*, 88, 99-106.
- Ellis, A.E., (1996). Lysozyme Assay. Stolen, J.S., Fletcher, T.C., Anderson, D.P., Roberson, B.S. & Mulwinski W.B. (Eds.) In *Techniques in Fish Immunology* (101-110). *SOS Publications*, New Jersey, 215p.
- Erteken, A. & Haşimoğlu, A. (2007). Ülkemizde Balık Yemi Teknolojisinin Gelişimi. *Yunus Araştırma Bülteni*, 2, 8-9.
- Ferreira, P.M.F., Nascimento, L.S., Dias, D.C., Moreira, D.M.V., Salaro, A.L. & Freitas, M.B.D. (2014). Essential Oregano oil as a growth promoter for the yellowtail tetra, *Astyanax altiparanae*. *Journal of The World Aquaculture Society*, 45(1), 28-34.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. & Başer, K.H.C. (Ed.) (2000). Flora of Turkey and the East Aegean Island (Supplement 2). *Edinburg University Press*, Edinburg, 680p.
- Güven, A. (2010). Gökkuşluğu alabalığı rasyonlarına maya otolizati ilavesinin performans, bazı kan parametreleri ve lizozim aktivitesi üzerine etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Hammer, K.D., Hillwig, M.L., Solco, A.K., Dixon, P.M., Delate, K., Murphy, P.A., Wurtele, E.S. & Birt, D.F. (2007). Inhibition of prostaglandin E(2) production by anti-inflammatory *Hypericum perforatum* extracts and constituents in RAW264.7 Mouse Macrophage Cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(18), 7323-31.
- Harikrishnan, R., Balasundaram, C. & Heo, M.S. (2010). Herbal supplementation diets on hematology and innate immunity in goldfish against *Aeromonas hydrophila*. *Fish Shellfish Immunology*, 28, 354-361.
- Harikrishnan, R., Kim, D.H., Hong, S.H., Mariappan, P., Balasundaram, C. & Heo, M.S. (2012). Non-specific immune response and disease resistance induced by *Siegesbeckia glabrescens* against *Vibrio parahaemolyticus* in *Epinephelus bruneus*. *Fish Shellfish Immunology*, 33, 359-364.
- Hölzl, J. & E, Ostrowski (1987). Johanniskraut (*Hypericum perforatum* L.) HPLC Analyse der wichtigen Inhaltsstoffe und deren Variabilität in einer Population. *Deutsch Apoth Zeitung*, 23, 1227-1230.
- Hwang, J.H., Lee, W.S., Rha, S.J., Yoon, H.S., Park, E.S., Han, K.H. & Kim, S.J. (2013). Dietary green tea extract improves growth performance, body composition and stress recovery in the juvenile black rockfish, *Sebastes schlegeli*. *Aquaculture International*, 21(3), 525-538.
- Immanuel, G., Vincy Bai, V.C., Palavesam, A. & Peter Marian, M. (2004). Effect of butanolic extracts from terrestrial herbs and seaweeds on the survival, growth and pathogen (*Vibrio parahaemolyticus*) load on shrimp *Penaeus indicus* juveniles. *Aquaculture*, 236, 53-65.
- Jang, S.I., Marsden, M.J., Kim, Y.G., Choi, M.S. & Secombes, C.J. (1995). The effect of glycyrrhizin on rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), leucocyte responses. *Journal of Fish Diseases*, 18(4), 307-315.
- Ji, S.J., Jeong, G.S., Im, G.S., Lee, S.W., Yoo, J.H. & Takii, K. (2007). Dietary medicinal herbs improve growth performance, fatty acid utilization and stress recovery of *Japanese flounder*. *Fisheries Science*, 73, 70-76.
- Landy, N., Ghalamkari, G.H. & Moatar, F. (2010). Efficiency of *Hypericum Perforatum* (St. John's Wort) on Total Antioxidant Activity

- of Serum and Humoral Immune Responses of Broiler Chicks. *Journal of Veterinary Pathobiology*, 6(3) 510-515.
- Linde, K., Ramirez, G., Mulrow, C.D., Pauls, A., Weiden Hammer, W. & Melchart, D. (1996). St. John's Wort for Depression-an Overview and Meta-Analysis of Randomised Clinical Trials. *British Medicinal Journal*, 313, 253-258.
- Magnadottir, B., (2006). Innate immunity of fish (Overview). *Fish Shellfish Immunology*, 20, 137-151.
- Mohebbi, A., Nematollahi, A., Dorcheh, E.E. & Asad, F.G. (2012). Influence of dietary garlic (*Allium sativum*) on the antioxidative status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Research*, 43, 1184-1193.
- Müllet, W.E. (Ed.) (2005). St. John's Wort and Its Active Principles in Depression and Anxiety. *Birkhauser Verlag*, Basel, 189p.
- Nahrstedt, A. & Butterweck V. (1997). Biologically Active and Other Chemical Constituents of the Herb from *Hypericum perforatum* L. *Pharmacopsychiatry*, 30, 129-134.
- Ngugi, C.C., Oyoo-Okoth, E. & Muchiri, M. (2016). Effects of dietary levels of essential oil (EO) extract from bitter lemon (*Citrus limon*) fruit peels on growth, biochemical, haemato-immunological parameters and disease resistance in juvenile *Labeo victorinus* fingerlings challenged with *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture Research*, 48(5), 2253-2265.
- Özdamar, K. (2002). *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi - Çok Değişkenli Analizler*. Kaan Kitabevi, Eskişehir, 522s.
- Öztürk, N., Korkmaz, S. & Öztürk, Y. (2007). Wound-healing activity of St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.) on chicken embryonic fibroblasts. *Journal of Ethnopharmacology*, 111, 33-39.
- Patocka, J. (2003). The Chemistry, Pharmacology and Toxicology of The Biologically Active Constituents of The Herb *Hypericum perforatum* L. *Journal of Applied Biomedicine*, 1, 61-70.
- Rao, S.G., Laxminarayana, A.U., Sarawathi, I.U., Padma, G.M., Ganesh, R. & Kulkarni, D.R. (1991). *Calendula* and *Hypericum*: Two Homeopathic Drugs promoting wound healing in rats. *Fitoterapia*, 6, 508-510.
- Saccol, E.M.H., Toni, C., Pês, T.S., Ourique, G.M., Gressler, L.T., Silva, L.V.F., Mourão, R.H.V., Oliveira, R.B., Baldisserotto, B. & Pavanato, M.A. (2016). Anaesthetic and antioxidant effects of *Myrcia sylvatica* (G. Mey.) DC. and *Curcuma longa* L. essential oils on tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Aquaculture Research*, In press.
- Savikin, K., Dobric, S., Tadic, V. & Zdunic, G. (2007). Antiinflammatory activity of ethanol extracts of *Hypericum perforatum* L., *H. Barbatum* Jacq., *H. Hirsutum* L., *H. richeri* Vill. And *H. androsaemum* L. in rats. *Phytotherapy Research*, 21(2), 176-180.
- Sivaram, V., Babu, M.M., Citarasu, T., Immanuel, G., Murugadass, S. & Marian, M.P. (2004). Growth and immune response of juvenile greasy groupers (*Epinephelus tauvina*) fed with herbal antibacterial active principle supplemented diets against *Vibrio harveyi* infections. *Aquaculture*, 237, 9-20.
- Uzbay, T.I. (2008). *Hypericum perforatum* and substance dependence: A review. *Phytotherapy Research*, 22(5), 578-582.
- Witchl, M. (1986). *Hypericum perforatum* L. das Johanniskraut. *Zeitschrift fur Phytotherapie*, 3, 87-90.
- Zeppenfeld, C.C., Hernandez, D.R., Santiton, J.J., Heinzmann, B.M., Da Cunha, M.A., Schmidt, D. & Baldisserotto, B. (2016). Essential oil of *Aloysia triphylla* as feed additive promotes growth of silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Aquaculture Nutrition*, 22(4), 933-940.

TOPRAK HAVUZLARDA DENİZ BALIKLARI ÜRETİMİ YAPAN İŞLETMELERİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİKLERİNİN SAĞLANMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Rifat Tezel ORCID ID: [0000-0002-0870-7049](https://orcid.org/0000-0002-0870-7049), Kenan Güllü ORCID ID: [0000-0002-8604-8798](https://orcid.org/0000-0002-8604-8798)

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Muğla, Türkiye

Received: 16.01.2017

Accepted: 31.03.2017

Published online: 18.06.2017

Corresponding author:

Rifat TEZEL, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, 48000, Kötekli, Muğla, Türkiye

E-mail: rifattezel@mu.edu.tr

Öz:

Ülkemizde toprak havuzlarda deniz balıkları üretimi yapan işletmeler, Muğla İli Milas İlçesinde yoğunlaşmıştır. Çoğu küçük aile işletmesi olan ve yörede tabana yayılmış bir ekonomik faaliyet yürüten bu işletmelerin yaşadıkları sorunların araştırılması ve bu sorunlara çözüm üretilmesi önemlidir. İşletmelerin sürdürülebilirlikleri, bu sorunların doğru yöntemlerle tespit edilmesine ve bu sorunlara etkin çözüm önerileri geliştirilmesine bağlıdır. Bu çalışmada, işletmelerin mevcut durumunu ortaya koymak amacıyla yüz-yüze anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışmasıyla ortaya çıkan sorunlar neden-sonuç yöntemiyle sorun analizi testine tabi tutulmuş ve sorun ağacı şemasında kök sorunlar ile bu sorunların doğurduğu çıktı sorunlar tespit edilmiştir. İşletmelerin; pazarlama sorunlarının çözülmesi, üretim süreçlerinin iyileştirilmesi, üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve kullanılan yeraltı suyunun azaltılması için çalışanların mesleki kapasitelerinin artırılması gerektiği ortaya çıkmıştır. Katılımcıların sürdürülebilir üretimin gerekliliği ile ilgili tutum ve farkındalıklarının yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca çalışma sonucunda, toprak havuzlarda deniz balıkları üreten bu işletmelerin sürdürülebilirliği için çözüm önerileri geliştirilmiştir.

Keywords: Milas, Avşar, Toprak Havuz, Levrek, Balık Yetiştiriciliği, Sürdürülebilirlik

Abstract:

A STUDY ON PROVIDING SUSTAINABILITY OF EARTHEN POND AQUACULTURE FACILITIES PRODUCING MARINE FISH

Earthen pond aquaculture facilities producing marine fish are commonly located in Milas town of Muğla Province in our country. Investigating the problems of these financially expanded among the rural people and mostly family-owned, small-scale facilities and finding solutions to problems are important. Sustainability of these facilities is relevant to determine the problems via appropriate methods and finding efficient solution to problems. In this study, a face to face survey was conducted to determine the present status of facilities. Problems realized in the sequel of survey were tested with problem analysis according to the cause and effect relation methods and root causes and the outcome causes of these root causes were determined on problem tree diagram. The need for increasing professional capability of personnel was emerged in order to resolve the marketing problems, improving the fish producing process, decreasing the production costs and decreasing the ground water usage. The attitudes and awareness of participants towards the need for sustainable production were on high levels. Also at the end of this study, solution suggestions were offered for the sustainability of these earthen pond facilities producing marine fish.

Keywords: Milas, Avşar, Yaşyer, Savran, Earthen Pond, Aquaculture, Seabass, Sustainability

Giriş

Ülkemizde su ürünleri yetiştiricilik sektörüne olan ilginin artması, sektörde kısa sürelerde hızlı bir fiziksel büyüme görülmesine neden olmuştur. Sektörde meydana gelen fiziki büyümenin çok iyi yönetilememesi, artan üretimin doğal bir gereği olan yeni pazarların oluşturulamaması, balık fiyatlarında istikrarın sağlanamaması, işletmelerin yönetim-organizasyon ihtiyaçlarının yeteri seviyede karşılanamaması, üretim sonucu oluşan çevresel ve sosyal etkilere yeteri kadar önem verilmemesi gibi nedenlerden dolayı sektörün sürdürülebilirliği tehdit altına girmiştir.

Ülkemizde, 2015 yılında gerçekleşen 240.334 ton toplam su ürünleri yetiştiriciliğinin, %37,4'ü Muğla İlinde gerçekleşmiştir (TÜİK, 2017). Muğla'da deniz balıkları yetiştiriciliğinin önemli bir kısmı Milas ilçesine bağlı Ekinambarı, Savran, Yaşyer ve Avşar köylerinde toprak havuz işletmelerinde yapılmaktadır (Güllü, 2012). Ülkemizde 1986 yılında başlayan toprak havuzlarda deniz balıkları yetiştiriciliği, Muğla İlinde önemli bir yere sahiptir (Ercan ve ark., 2012). Toprak havuz balıkçılığı yapılan araziler, daha önceleri tarım arazisi olarak kullanılırken, zaman içerisinde toprakta yaşanan tuzlanma ve tarlaların verimsizleşmesi neticesinde, üretimin yönü ve türü değişmiş ve toprak havuz balıkçılığı için kullanılmaya başlanmıştır.

Muğla İlinde, toplam 181 adet projeli toprak havuz işletmesi bulunmaktadır. Bu işletmelerin tamamının kayıtlı proje kapasiteleri ise 10.287,5 ton/yıldır. Faal olarak üretim yapan toprak havuz işletme sayısı ise 163'tür. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB) kayıtlarına göre fiili olarak çalıştığı bildirilen bu işletmelerin ise kayıtlı proje kapasiteleri 8.943,50 ton/yıldır (GTHB, 2015).

Bu bölgedeki işletmelerin dağılımlarına ve üretim miktarlarına bakıldığında, toprak havuz işletmelerinin genelde küçük aile işletmeleri olduğu görülmektedir. Toprak havuz balıkçılığı, yöre halkı için önemli bir gelir kaynağı oluşturmaktadır. Ancak bu bölgedeki işletmeler önemli sorunlar yaşamaktadırlar. Bu işletmelerin sorunlarının tespit edilmesi ve bu mevcut sorunlarla ilgili çözüm önerileri geliştirilmesi, yörenin ekonomik gelir getirici iş kolu olan ve üretim sistemi olarak ülkemizde tek model olan toprak havuzlarda deniz balıkları yetiştiriciliği sektörünün, sürdürülebilir kılınması için oldukça önemli bir konudur. Toprak havuzlarda deniz balıkları yetiştiriciliği, bu bölgede bir

fırsat alanı olarak doğmuş ve tabana yayılmış bir ekonomik döngü oluşturmuştur. Bu nedenle bu işletmelerin sürdürülebilirliğinin sağlanması yöre halkı açısından da oldukça önemlidir.

Sürdürülebilirlik kavramı günümüzde, üzerinde en çok durulan kavramların başında gelmektedir. Sürdürülebilirlik; sosyal, teknik, ekonomik ve ekolojik endişeler ile bunların etkileşimlerini içermektedir (Beveridge ve ark., 1997). Temel olarak sürdürülebilirlik; ekonomik sürdürülebilirlik, sosyal sürdürülebilirlik ve çevresel sürdürülebilirlik kavramlarından oluşmaktadır (Goodland ve Daly, 1996; Goel ve ark., 2008).

Akuakültürün sürdürülebilir gelişimi; kaynaklar ve onu ortak kullananlar arasındaki etkileşimlerin iyi şekilde yönetimi ile mümkündür. Bu konunun anlaşılması; ekosistem yaklaşımı su ürünleri yetiştiriciliği yapılması hedefinin ve sektör sürdürülebilirliğinin önemli bir önkoşulu olan, kaynak kullanımında iyi yönetimin geliştirilmesine önemli bir katkı sağlayacaktır (Nobre ve ark., 2009).

FAO'ya göre; sürdürülebilir bir yetiştiricilik stratejisi için, yetiştiricilikten makul bir kazanç elde edilmesi gerektiği bilinmeli, fayda ve maliyetin eşit şekilde dağıldığından emin olunmalıdır. Yetiştiricilik faaliyetleri gelir düzeyini artırmalı ve istihdam oluşturmalıdır. Ayrıca, akuakültürdeki büyümenin sürdürülebilir olabilmesi için ilgili otorite ve sektörün birlikte hareket etmesi gerektiği bilinmelidir (FAO, 2013).

Su ürünleri yetiştiricilik işletmelerinde, yöneticiler çoğunlukla üretimin miktarının artırılmasına odaklanmaktadır. Miktar olarak hedeflenen büyümler gerçekleştikten sonra da diğer planlanması gereken unsurları hatırlayarak, çözüm arayışı içerisine girmektedirler. Sürdürülebilir su ürünleri üretiminin sağlanması için üretimin verimsizliği önündeki ekolojik ve ekonomik limitlerin iyi anlaşılması gerekmektedir (Nobre ve ark., 2009). Sürdürülebilir yetiştiriciliğin bir diğer unsuru olan sosyal sürdürülebilirlik de göz ardı edilmemelidir. Su ürünleri yetiştiricilik sektörü, artan besin ihtiyacının karşılanması ve gıda güvenliği için oldukça önemlidir. Bu nedenle, su ürünleri yetiştiricilik faaliyetlerinin temelinde toplumsal fayda üretimi olmalıdır.

Dünyada su ürünleri sektörüne yapılan yatırımlar her geçen gün artmaktadır. Avrupa Birliği 2030 yılına kadar, yetiştiricilik sektöründe yıllık orta-

lama %3,1 büyüme oranı, 150.000 kişiye doğru-
dan istihdam, 14 milyar avro değerinde ve 4,5 mil-
yon ton sürdürülebilir üretim miktarı hedeflemek-
tedir (ÖİK Raporu, 2014). Dünyada hedeflenen bu
büyüme içerisinde ülkemizin de yerini hak ettiği
şekilde alabilmesi oldukça önemlidir. Su ürünleri
sektörünün dış piyasada rekabet gücünün artırıl-
ması, gıda güvenliği tedbirlerinin alınması ve iç
piyasadaki yıllık kişi başına düşen 7 kg su ürünleri
tüketiminin en az dünya ortalamasına (15-16
kg/yıl) çıkarılması için sektörle ilgili isabetli stra-
tejik planlamalar yapılmalıdır. Su kaynaklarının
etkin ve sürdürülebilir kullanılması, pazarda ürün
çeşitlenmesine gidilmesi, işletmelerin yapısal ve
hukuksal sorunlarının giderilmesi de çözüm bek-
leyen sorunlardır.

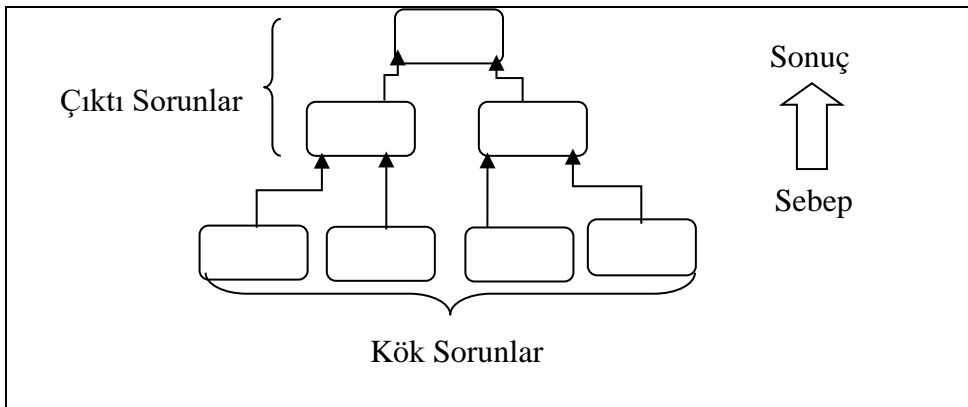
Muğla İli Milas İlçesindeki söz konusu Havzada,
eskiden tarım arazisi olarak kullanılan ve tuz-
lanma nedeniyle verimsizleşen tarlalarda yapılan
toprak havuz balıkçılığı, günümüzde birçok sorun
ile karşı karşıya kalmıştır. Toprak havuz işletme-
lerinde, üretim maliyetlerinin artması, yaşanan
hastalık sorunları, üretimin iyi planlanamaması ve
yaşanan pazar sıkıntıları nedeniyle, birçok işletme
kapanma noktasına gelmiştir. Ayrıca toprak havuz
işletmelerinde, havuzdaki zamana bağlı su değiş-
iminin az olması ve birçok değişkenin de etkisi ne-
deniyle, diğer yetiştiricilik sistemlerine göre üre-
tim süreçlerinin daha dikkatli yönetilmesi gerek-
mektedir. Günümüzde gerek ulusal, gerekse de
uluslararası planlamalarda, su ürünleri sektörünün
gelecekte daha da büyütülmesi planlanmaktadır.

Ülkemizde hali hazırda var olan ve Milas Havzası
için büyük önem arz eden toprak havuz balıkçılı-
ğının sürdürülebilirliğinin sağlanması bu nedenle
oldukça önemlidir. Bu çalışmada Muğla'nın Milas
ilçesinde tabana yayılmış bir ekonomik faaliyet
olan toprak havuz işletmelerinin mevcut durumu-
nun ortaya çıkarılması ve sürdürülebilirlikleri için
çözüm önerileri geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ger-
çekleştirilen bu çalışma bölgede bundan sonra ya-
pılacak olan çalışmalara zemin oluşturacak bir
veri tabanı oluşturacaktır.

Materyal ve Metot

Milas Bölgesi'ndeki toprak havuz işletmelerinin,
mevcut durum analizinin yapılması amacıyla, top-
rak havuz işletmelerinde, Eylül - Aralık 2014 ta-
rihleri arasında anket çalışması gerçekleştirilmiş-
tir. Milas Bölgesi'ndeki toprak havuz işletmeleri-
nin, mevcut yönetim-organizasyon ve üretim sü-
reçlerinin belirlenebilmesi, eksik noktaların ortaya
çıkartılabilmesi, ayrıca sürdürülebilir yetiştiricilik
konusundaki tutumlarının belirlenebilmesi ama-
cıyla, işletme sahipleri ve çalışanlarına anket uy-
gulanmıştır.

Anket sorularının belirlenmesi aşamasında, Milas
İçsu Ürünleri Yetiştiricileri Üretici Birliği ve bazı
toprak havuz işletmesi sahipleri ile yapılan ön gö-
rüşmelerde işletmelerin ham sorunları öğrenilmiş-
tir. Ön görüşmelerde tespit edilen sorunlar, "Sorun
Analizi" testine tabi tutularak kök sorunların neler
olduğu araştırılmıştır (Özerdem, 2012).



Şekil 1. Sorun analizi

Figure 1. Problem analysis

Sorunlar arasında sebep-sonuç ilişkisi araştırılmış ve sorun ağaçları oluşturulmuştur. Ayrıca, oluşan sorun ağacında eksik kalan noktalarda, kök sorunların neler olabileceği paydaşlarla tartışılmış ve eksik kaldığı tespit edilen sorunlar ortaya çıkarılmıştır. Bu ön çalışmanın neticesinde elde edilen, sektörden gelen sorunlardan hareketle toprak havuz işletmelerinin ekolojik, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliklerini ortaya koyacak 1 adet anket formu hazırlanmıştır. Anket formu; kişisel bilgilerin, genel işletme bilgilerinin, toprak havuz üretim süreçlerinin, işletmelerde yaşanan sorunların yer aldığı, ankete katılan kişilerin çözüm önerilerinin ve beklentilerinin sorulduğu, sürdürülebilir üretime ve ekosisteme dair bilgi ve farkındalıkların ölçüldüğü toplam 53 sorudan oluşmuştur. Ayrıca anketin uygulanması esnasında, yanıtlayıcıların ilave ettikleri ek bilgilerinde not alınabileceği kıssımlar, anket formuna eklenmiştir.

Anket çalışması, işletme sahipleri ve çalışanları ile yüz-yüze görüşülerek gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, Milas Havza'sında bulunan tüm işletmelere ziyaret gerçekleştirilmiştir. Sorumlusuna ulaşılabilen işletmelerin her birinde 1'er adet anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında, toprak havuz işletmesi sahibi ya da çalışanı ile toplam 46 adet anket çalışması yapılmıştır..

Uygulanan anketlerin veri girişleri IBM SPSS 20.0 paket programında yapılmıştır. Anketlerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi ise yine aynı program yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Anket sonucunda elde edilen verilerin frekans dağılımı ve yüzde dağılımı alınmış, olası ilişkiler $p=0,05$ önem düzeyinde test edilmiştir (Özdamar, 2011).

Bulgular ve Tartışma

Ankete Katılan Kişilerin Demografik Özellikleri

Milas Havzası'nda bulunan toprak havuz işletmelerinin, mevcut durumlarını ortaya çıkarmak amacıyla gerçekleştirilen çalışmaya katılanların %67.4'i 41 yaş üzerinde kişiler olmuştur ve %54.3'ü de ilkökul mezunudur (Tablo 1). Katılımcıların %80.4'ü su ürünleri yetiştiricilik sektöründe 5 yıl ve daha fazla süredir çalışmaktadır

(Tablo 2). Çalışanların %52.2'lik büyük bir çoğunluğu uzun süredir bu işle uğraştıkları halde sektörle ilgili hiçbir eğitim almamışlardır (Tablo 2).

Anket çalışmasına katılan toprak havuz işletmeleri çalışanların %67.4'ü bölgenin yerlisidir. Çalışma gerçekleştirilen; 27 işletme sahibinin 22'sinin, 4 Su Ürünleri Mühendisinin 2'sinin ve işletmelerde diğer görevlerde çalışan 15 personelin 7'sinin bölgenin yerlisi olduğu, diğer katılımcıların ise bölge dışından çalışmak için gelenlerden oluştuğu görülmüştür.

Yapılan çalışma, katılımcıların %52.2'sinin toprak havuz yetiştiriciliğinin dışında bir başka işle de uğraştığını göstermiştir. Balıkçılık dışında başka bir işle uğraşanların %67'sinin tarım ve hayvanlık alanında çalıştıkları görülmüştür.

Görüşme Yapılan İşletmeler ile İlgili Bilgiler

Görüşme yapılan toprak havuz işletmelerinin %62,2'si, 2005 yılından sonra kurulmuştur. Görüşülen işletmelerin, %53,3'ünün kapasitesi 29 ton/yıl'ın altındadır. %20'lik bir kısmının ise kapasitesi 100 ton/yıl'ın üzerindedir (Tablo 3).

Anket yapılan 46 işletmenin tamamında levrek yetiştiriciliği yapılırken, 21'inde levreğin (*Dicentrarchus labrax*) dışında çipura (*Sparus aurata*) yetiştiriciliği, 3 işletmede yeni tür olarak granyöz (*Argyrosomus regius*) ve de 1 işletmede minekop (*Umbrina cirrosa*) yetiştiriciliği de yapılmaktadır. Görüşme yapılan 46 işletmede çalışan toplam personel sayısı 115'tir. Bu personelin 36'sı işletme sahibi ailedendir. İşletme kapasitesi büyüdükçe, işletmede aileden çalışan personel sayısının azaldığı görülmüştür.

Görüşme yapılan 46 toprak havuz işletmesinin 11'inde toplam 11 adet Su Ürünleri Mühendisi üretim sorumlusu olarak çalışmaktadır (Tablo 3). Bu işletmelerde çalışan Su Ürünleri Mühendislerinin 3'ü işletme sahibinin ailesindedir. En uzun süre Su Ürünleri Mühendisi çalıştıran işletmede 11 yıldır mühendis çalışmakta ve bu işletmelerde çalışan 3 mühendisin 10 yıl ve üzeri tecrübesi bulunmaktadır (Tablo 2).

Tablo 1. Katılımcıların demografik özellikleri**Table 1.** Demographical properties of participants

Değişkenler		Frekans	Yüzde		
Yaş Dağılımları	İşletme Sahibi	21-30	2	4.3	
		31-40	2	4.3	
		41-50	8	8.6	
		51-60	10	22.0	
		61 ve üstü	5	10.9	
	Su Ürünleri Mühendisleri	21-30	3	6.5	
		31-40	1	2.2	
		İşletme Çalışanları	21-30	2	4.3
			31-40	5	10.9
			41-50	2	4.3
51-60	2		4.3		
61 ve üstü	4		8.7		
Eğitim Düzeyi	İşletme Sahibi	İlkokul	13	28.3	
		Ortaokul	4	8.7	
		Lise	4	8.7	
		Yüksekokul	2	4.3	
		Üniversite	4	8.7	
	Su Ürünleri Mühendisleri	Üniversite	3	6.5	
		Yüksek Lisans	1	2.2	
		İşletme Çalışanları	İlkokul	12	26.1
			Ortaokul	1	2.2
			Lise	2	4.3

Tablo 2. Katılımcıların sektör deneyimleri**Table 2.** Sectoral experience of participants

Değişkenler		Frekans	Yüzde		
Su Ürünleri Sektöründe Deneyimleri	İşletme Sahibi	1-2 Yıl Deneyimli	1	2.2	
		3-4 Yıl Deneyimli	1	2.2	
		5 Yıl ve Fazla Deneyimli	25	54.3	
	Su Ürünleri Mühendisleri	3-4 Yıl Deneyimli	1	2.2	
		5 Yıl ve Fazla Deneyimli	3	6.5	
		İşletme Çalışanları	1-2 Yıl Deneyimli	4	8.7
	3-4 Yıl Deneyimli		2	4.3	
	5 Yıl ve Fazla Deneyimli		9	19.6	
	Su Ürünleri Sektörü İle İlgili Eğitim Alma Durumları	İşletme Sahibi	Evet	12	26.0
			Hayır	15	32.6
Su Ürünleri Mühendisleri		Evet	4	8.7	
		İşletme Çalışanları	Evet	6	13.0
Hayır			9	19.6	

Tablo 3. Katılımcıların çalıştıkları işletmelerle ilgili bilgiler**Table 3.** General information's about the facilities of participants

Değişkenler		Frekans	Yüzde
İşletme kapasitesi	≤29 ton	24	52.2
	30-49 ton	4	8.7
	50-99 ton	8	17.4
	≥100 ton	9	19.6
	Hata	1	2.2
İşletmenin kuruluş yılı	2000 ve öncesi	9	19.6
	2001-2005	8	17.4
	2006-2010	17	37.0
	2011-2015	11	23.9
	Hata	1	2.2
Su Ürünleri Mühendisi	Evet	11	23.9
Çalıştırma Durumları	Hayır	35	76.1

Üretim Süreçlerinde Yaşanan Sorunlar ve Çözüm Önerileri

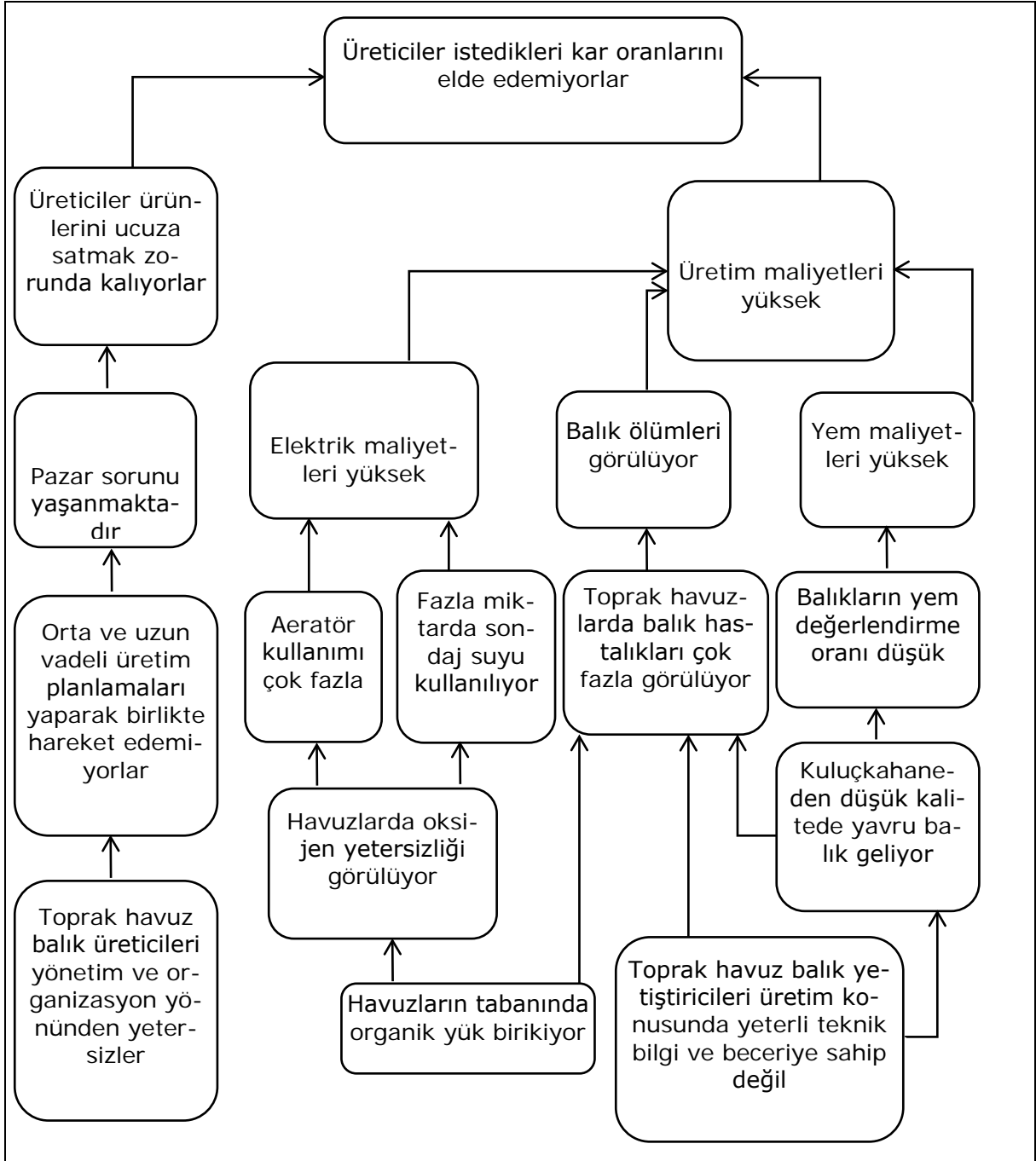
Toprak havuz işletmelerinde, kullanılan havuz boyutları çok fazla değişkenlik göstermektedir. İşletmelerde bulunan havuzların ortalama boyunun 62.75 ± 15.97 m, ortalama eninin 16.66 ± 5.02 m ve ortalama derinliğin 2.77 ± 0.72 m olduğu belirlenmiştir.

İşletmelerin %87'sinde, havuzların tabanının her hasattan sonra temizlendiği %10'unda ise 2 hasatta bir taban temizliği yapıldığı bildirilmiştir. Havuz temizliği esnasında ne kadar taban atığı çıkarıldığı ile ilgili net bir bilgi edinilememiştir. Anket katılanların %61.4'ü havuz dibinde biriken atıkların sorun oluşturmadığını belirtmişlerdir. Katılımcıların sorun oluşturmadığını düşündükleri havuz tabanında biriken atıklar işletmelerin en önemli kök sorunlarından bir tanesi olarak tespit edilmiştir (Şekil 2).

Toprak havuz işletmelerinde, havuzların tabanında biriken organik maddeler suyun biyolojik ve kimyasal özelliklerinde değişimlere neden olmakta ve havuzdaki plankton miktarının artmasına sebep olmaktadır (Serpa ve ark., 2007). Havuz tabanında yüksek miktarda organik materyal birikmesi, oksijen ihtiyacını artırmakta ve bu durum balık üretimini olumsuz etkilemektedir (Boyd, 1995; Serpa ve ark., 2007).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde, havuz tabanının yapısı oldukça önemlidir. Havuz tabanındaki asidik

toprak yapısı ve anaerobik şartlar, bentik organizmaların çoğalmasına ve toksik mikrobiyal metabolitlerin suya geçmesine imkân tanımaktadır (Boyd, 1995; Xinglong ve Boyd, 2006). Havuzlarda yaşanan bu süreçler ile ilgili yetiştiricilerin farkındalığının son derece düşük olduğu görülmüştür. Havuzların mevcut yapıları, havuz tabanında organik madde birikmesine ve havuzlarda oksijen sıkıntısı yaşanmasına neden olmaktadır (Şekil 2). Ayrıca havuzların kenarlarında oluşan toprak kaymaları havuzların hidrodinamik yapısının bozulmasına, havuz tabanında daha çok atık birikmesine neden olmaktadır. İşletmelerde üretim süreçlerinde yaşanan bu sorunların çözümü için; toprak kaymalarını önleyecek havuz kenar yapıları, tabanda biriken organik çamuru tahliye edecek yeni sistemler ve suyu oksijenlendirecek oksijen sistemleri geliştirilmelidir. Ayrıca, havuzlardaki su giriş ve çıkışlarında iyileştirmeler yapılmalıdır. Havuzlarda biriken organik yükü besin olarak kullanabilecek yeni türlerin (fitoplankton, zooplankton gibi) yetiştiriciliği araştırılmalı ve organik yük kaynaklı olumsuzluk faydaya dönüştürülmelidir. Havuzlarda probiyotik uygulamaları yapılarak organik yükün azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır (Cao ve ark., 2007; Li ve ark., 2011). Toprak havuz işletmelerine entegre race-way (kanal tipi havuz) ve akuaponik sistemler gibi yeni üretim sistemleri ilave edilerek üretim süreçleri iyileştirilmelidir.



Şekil 2. Toprak havuz işletmelerinin sorun analizi

Figure 2. Problem analysis of earthen pond facilities

Su sirkülasyonunu arttıracak ve havuz tabanından birikintileri hızlı tahliye edecek yeni havuz modelleri geliştirilmesi halinde, havuz tabanında biriken ve mikroorganizmalar için doğal besin ortamı oluşturan organik yük azaltılmış olacaktır. Bu da işletmelerde görülen hastalıkların azalmasını sağlayacaktır. Yeni model havuzlarda su sirkülasyonu artacağından aeratör kullanımı azaltılacaktır (Şekil 2). Ayrıca tabanda biriken organik materyaller

toplanabilirse, organik gübre yapımında hammadde olarak ta kullanılabilir.

Toprak havuz işletmeleri ile ilgili en önemli konulardan biri de önemli miktarda yer altı suyu kullanılmasıdır. Toprak havuz işletmelerinde birim hacimdeki balık stoklama yoğunluğunun çok düşük olması nedeniyle fazla miktarda yeraltı suyu kullanılmaktadır. GTHB kayıtlarına göre faal toprak havuz işletmelerinin 8.943,5 ton olan yıllık toplam

üretim kapasitesi, bu çalışmada tespit edilen ortalama stok yoğunluğu (ortalama 5.36 kg/m^3) ve günlük su değişimleri (ortalama 1/2 kez) dikkate alındığında, bu miktarda üretimin yapılabilmesi için gerekli günlük su miktarı $834.231,5 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır. Yetiştiricilik işletmelerinden deşarj edilen suların alıcı ortama etkileri kullanılan yetiştiricilik sistemine ve yetiştirilen türe bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Tovar ve ark., 2000). Bu nedenle işletmelerin, yeraltı suyu rezervleri üzerinde nasıl bir etki oluşturduğu, suyun fiziko-kimyasal özelliklerinde bir değişim meydana gelip gelmediği ve işletmelerde üretim sonucunda deşarj edilen suların çevresel etkisi araştırılması gereken önemli konular olarak tespit edilmiştir.

Su kaynakları ile ilgili en fazla gündeme gelen konulardan birisi kullanılan yeraltı suyunun tuzlandığıdır. Yapılan çalışmada toprak havuz işletmelerinde su kalite parametrelerinin takibinin genelde denetlemeler ile sınırlı olduğu görülmüştür. İşletmelerin %54.4'ünde tuzlulukta değişim olmadığı, %19.5'inde azaldığı, %15'inde ise artış olduğu tespit edilmiştir. İşletmelerin denize olan uzaklıklarına göre beyan ettikleri tuzluluk değerleri arasında bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

İşletmelerden deşarj edilen sular DSİ tarafından açılmış kanallar ile tahliye edilmektedir. Bu kanallarda, zaman zaman organik madde miktarının fazla olması nedeniyle aşırı sazlık artışı meydana gelmektedir. Ayrıca taban suyu seviyelerinin artması nedeniyle suyun deşarj edilmesinde sorunlar yaşanmaktadır. Su seviyelerindeki azalmalar ve su potansiyelinin belirlenmesi çalışmalarından dolayı, DSİ tarafından bölgede yeni işletme ruhsatı verilmesi durdurulmuştur (Ercan ve ark., 2012).

Yeraltı su kaynaklarının mevcut durumun tespit edilmesi ve ileriye dönük bir projeksiyon oluşturulması gerekmektedir. İşletmeler tarafından kullanılan yeraltı suyu kullanım miktarını azaltmak ve sürdürülebilir kullanabilmek için Milas Havzası'nda sürdürülebilir olarak ne kadar yeraltı suyu kullanılmasına izin verilebileceği ile ilgili bilimsel araştırmalar yapılmalıdır. Toprak havuzlarda birim su hacminde daha fazla üretim yapılmasını sağlamak için mevcut üretim sistemlerinde modernizasyonlar yapılmalıdır. Havuz tabanında ve çıkışa yakın yerlerde biriken organik yükün uzaklaştırılması ve suyun oksijenlendirilerek fiziko-kimyasal parametrelerinin iyileştirilmesi ile aynı suyun belirli oranda tekrar kullanılması sağ-

lanmalıdır. Yani kısmi kapalı veya yarı açık sistemler kullanılmalıdır. Yeni havuz modellerinin geliştirilmesi bu sorunun çözümüne katkı sağlayacaktır. Ancak genelde küçük aile işletmelerinden oluşan işletmelerin üretim maliyetlerini artıracak büyük değişimlerin uygulanması ve sürdürülebilirliklerini tehlikeye sokacak yüksek maliyetli sistemlerin kullanılması uygun olmayacaktır.

Ankete katılan kişilerin, %73.2'si işletmelerinde hedefledikleri stok yoğunluğuna ulaştıklarını belirtmişlerdir. İşletmelerde ortalama stok yoğunluğunun $5.36 \pm 2.93 \text{ kg/m}^3$ olduğu görülmüştür. Toprak havuz işletmelerindeki stok yoğunluğunun, ağ kafeslerde balık yetiştiriciliğindeki stoklama yoğunluğunun neredeyse yarısı kadar olduğu tespit edilmiştir (Ercan ve ark., 2012). Bu nedenle, toprak havuz işletmelerindeki stok yoğunluğunun artırılmasına yönelik yeni çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmada levrek balığı için tespit edilen kilogram maliyeti $11.41 \pm 1.25 \text{ TL}$, çipura balığı için tespit edilen kilogram maliyeti ise $11.49 \pm 1.71 \text{ TL}$ olarak belirlenmiştir. Bozoğlu ve Ceyhan (2009) levrek balığı üretiminde kilogram başına üretim maliyetini 11.93 TL ($4.77 \$ \times 2.5 \text{ TL}/\$$) olarak bulmuşlardır. Ertekin (2011) toprak havuz işletmelerinde levreğin kilogram maliyetini $7,66 \text{ TL}$, çipuranın kilogram maliyetini ise 7.77 TL olarak hesaplamıştır. Kıştın (2011) toprak havuz işletmelerinin birim üretim maliyetini, 8.06 TL/kg olarak bulmuştur. Bu çalışmada balıkların birim üretim maliyetlerinin önceki çalışmalardan yüksek bulunmasının sebebi; yem fiyatlarının, döviz kurunun ve diğer işletme masraflarının artması olarak düşünülmüştür.

Toprak havuz işletmelerinde üretim maliyetleri, ağırlıklı olarak yem ve elektrik maliyetlerinden oluşmaktadır. İşletmelerde levrek için yem dönüşüm oranı (FCR) değeri 1.62 ± 0.20 çipura için 1.64 ± 0.16 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler Şaşı ve Tuzkaya'nın (2012) bildirdikleri $1.50-1.60$ değerleri ile benzerlik göstermektedir. Toprak havuz işletmelerinde kullanılan yemlerin ortalama kg fiyatının 3.7 TL olduğu yapılan görüşmelerde bildirilmiştir. Elde edilen FCR değerlerinden yola çıkılarak yapılan hesaplamada, 1 kg levrek ($400-600 \text{ g/birey}$) üretmek için 5.99 TL ($2.40 \$$) yem maliyeti oluştuğu belirlenmiştir.

Toprak havuz balıkçılığında, neredeyse tamamen yeraltı suyuna bağlı bir üretim yapılmaktadır (Ercan ve ark., 2012). Bu nedenle, işletmelerde yeraltı

suyunu kullanmak için elektrikli su pompaları fazlaca kullanılmaktadır. Ayrıca havuzlarda oksijen miktarını artırmak amacıyla, aeratör (yüzey havalandırıcıları) kullanımının da fazla olması nedeniyle, işletmelerin elektrik maliyetleri artmaktadır. Yapılan çalışmada, işletmelerin yıllık ortalama elektrik maliyetleri dikkate alınarak kg başına düşen elektrik maliyeti 2.36 ± 0.96 TL olarak hesaplanmıştır. Elektrik maliyetinin azaltılması, sarfiyatın iki temel unsuru olan aeratör kullanımı ve yeraltı suyu kullanımının azaltılmasına yönelik çalışmaların yapılması ile mümkün olabilecektir.

İşletmelerde yenilenebilir enerji sistemleri kurularak birim elektrik maliyeti düşürülebilir ve elektrik maliyetleri azaltılabilir. Ancak bu sistemlerin kurulum maliyeti yüksek olduğundan Milas İÇsu Ürünleri Yetiştiricileri Üretici Birliği bünyesinde ortak kullanılabilir şekilde planlanması uygun olacaktır. Ayrıca havuzlara özelliğini veren toprak yapısı değiştirilmeden havuzlara eklenecek taban çamuru tahliye sistemleri, oksijenlendirme sistemleri, toprak kaymalarını önleyecek havuz kenar yapıları eklenerek havuzların iyileştirmeleri, yeraltı suyu kullanımını ve aeratör kullanımını azaltacağından işletmelerin elektrik maliyetleri de düşecektir.

İşletmelerin %80'inde, kabul edilebilir doğal balık ölümlerinin dışında da balık ölümleri görüldüğü belirtilmiştir. Bu işletmelerin %27.8'inde oksijen yetersizliği, %91.7'sinde balık hastalıkları, %25'inde teknik uygulama hatası nedeniyle balık ölümleri olduğu görülmüştür. Su ürünleri mühendisi çalıştıran ve çalıştırmayan işletmeler arasında, balık ölümleri gerçekleşmesiyle ilgili bir fark bulunmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Bu durumun temel sorun olan toprak havuz yapılarından kaynaklandığı ve mühendislerin bu duruma müdahale edebilecek imkânlarının olmamasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Yavru balık temini ile ilgili bir sorun yaşanıp yaşanmadığı sorulduğunda, katılımcıların %44.4'ü kuluçkahanelerden yem almayan veya sağlıklı yavru balık geldiğini belirtmiştir. Yavru balık temininde yaşanan sorunlarla ilgili farkındalıkları sorgulandığında, mühendis çalıştıran ya da danışmanlık hizmeti alan işletmeler ile diğer işletmeler arasında farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Mühendis çalıştırmayan ya da danışmanlık hizmeti almayan işletmelerin, yaşanan bu sorunun farkında olmadıkları tespit edilmiştir. Katılımcıların, %84.8'i yetiştiricilik teknikleri konularında yeterli teknik bilgi ve beceriye sahip olduklarını ifade etmişlerdir. İşletmelerde üretim ile ilgili yeterli teknik

bilgi ve beceriye sahip olduklarını düşünmelerine karşın bu işletmelerin üretim ve pazarlama aşamalarında birçok sorun yaşadıkları tespit edilmiştir. Yaşanan bu durum ile ilgili işletmelerin farkındalığının düşük olduğu anlaşılmaktadır.

İşletmelerde üretim süreçlerinin iyi yönetilebilmesi ve uzun süreli planların yapılabilmesi için çalışanların mesleki kapasiteleri artırılmalıdır. Toprak havuz işletmelerinde genel olarak geçmişten gelen tecrübelerle geleneksel balık yetiştiriciliği yöntemleri kullanıldığı görülmüştür. İşletmelerin, yetiştiricilik süreçlerini planlama ve yönetme konusunda yetersiz olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca toprak havuz balıkçılığı işletmelerinde, genellikle uzun süreli planlamaların yapılamadığı bunun neticesinde, özellikle ürünlerin pazara sunulmasında sorunlar yaşandığı tespit edilmiştir. İşletmelerde üretim süreçlerinin iyi yönetilebilmesi, uzun süreli planların yapılabilmesi ve uygulanabilmesi için çalışan personele ve işletme sahiplerine yönetim-organizasyon eğitimleri verilmelidir. Modern üretim teknikleri ve üretim planlama konularında, çalışanların mesleki kapasitelerini artırmaya yönelik eğitimler verilmelidir. Üretim sürecinde yaşanan aksaklıkların giderilmesi için Üniversite-Sektör işbirliğine dayanan projeler yapılmalı ve üniversite ile sektör arasında bilgi paylaşımı zemini oluşturulmalıdır. Bu zeminde, Gıda Tarım Hayvancılık İl ve İlçe teşkilatları aktif rol oynamalıdır.

Ayrıca, toprak havuz işletmeleri çoğunlukla küçük aile işletmesi olduğundan su ürünleri mühendisi çalıştıramamaktadır. Bu nedenle, bu işletmelere Üretici Birliğinin istihdam edeceği su ürünleri mühendisleriyle mühendislik desteği verilmesi, bu sorunların çözümüne önemli katkı sağlayacaktır.

Pazarlama Sorunları ve Çözüm Önerileri

Toprak havuz işletmelerinin büyük bir bölümünü küçük ölçekli aile işletmeleri oluşturmaktadır. Bu nedenle işletmeler, ürünün üretiminden pazarlanmasına kadar olan süreçte birçok dezavantaj yaşamakta ve ürünlerini uygun şartlarda ve fiyatlarda pazarlayamamaktadırlar (Yılmaz ve ark., 2009). Bu çalışmada, üreticilerin %82.6'sının pazarlama sorunu yaşadıkları anlaşılmıştır. Köymenoğlu (2013), pazar aşamasında sorun yaşayan işletmelerin oranını %46 olarak tespit etmiştir. Bu çalışmada ise bu değer çok daha yüksek bulunmuştur. Sattıkları ürünlerin parasının tahsil edilememesi, balık satışında sürekliliğin olmaması, balık fiyatının düşük olması ve bazı işletmelerin kredi borçlarını ödeyebilmek için fiyat düşürmesi yaşanan pazarlama sorunları olarak belirlenmiştir. Maddi

gücü olan işletmelerin bu sorunlarla daha kolay mücadele edebildikleri ve pazarın durumuna göre hareket ettikleri anlaşılmıştır. Yaşanan pazar sorununun çözümü için Milas Toprak Havuz Üreticileri Birliği daha etkin hale getirilmeli, balık satış yeri, soğuk hava tesisi ve paketleme tesisi kurulmalı, ortak pazarlama stratejisi uygulanarak üreticiler arasında fiyat istikrarı oluşturulmalıdır. İşletmeler tarafından üretilen balıklar Üretici Birliği aracılığı ile yurtiçi ve yurt dışı pazara satılmalıdır. İşletmelerde sportif balıkçılık yöntemleri uygulanarak alternatif turizm faaliyetleri geliştirilmeli ve üreticinin balığını yüksek fiyattan satabileceği zeminler oluşturulmalıdır. Ayrıca Üretici Birliği, toprak havuz balığını ve balıkçılığını tanıtmak için reklam çalışmaları yapılmalıdır.

Toprak havuz işletmelerinde bir üretim periyodu 16-18 ay sürmektedir. Bazı işletmelerde bu süre 20 ayın üzerine çıkabilmektedir. Kredi geri ödeme zamanı, bir üretim periyodu tamamlanmadan geldiğinden, işletmeciler balıklarını satış boyuna gelmeden satmak zorunda kalmaktadır. Bu durum, işletmelerin zarar etmesine, piyasada balık fiyatlarının düşmesine ve dolayısıyla da diğer işletmelerin de balık satış fiyatlarının aşağı çekilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle işletmelere sağlanan üretici kredilerinin geri ödeme vadeleri, üretim sürecine uygun hale getirilmelidir.

Katılımcıların Sürdürülebilir Yetiştiricilik Hakkında Tutum ve Farkındalıkları

Toprak havuz işletmesi sahiplerinin ve çalışanlarının, sürdürülebilir yetiştiriciliğin temeli olan konularla ilgili farkındalıklarını ve tutumlarını ortaya koymak amacıyla da katılımcılara sorular yöneltilmiştir. Katılımcıların bu sorulara vermiş oldukları yanıtlar Tablo 4’de verilmiştir.

Anket çalışmasına katılanların %97.8’i yenilikçi ve teknolojik yatırımlar ile toprak havuz işletmelerinin daha karlı bir hale getirilebileceğine inanmaktadır (Tablo 4). Bu konuda farkındalığın oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Mevcut geleneksel yöntemlerin iyileştirilmesi ve yeni modellerin uygulanması amacıyla yapılacak çalışmaların, işletmeler tarafından sahiplenileceği öngörülmektedir.

Toprak havuz işletmelerinin sürdürülebilirliğine katkı sağlayacak çalışmaları yapacak üniversitelerle iletişimin artması gerektiğini düşünenlerin oranı %93.4 olmuştur (Tablo 4). Bu bağlamda, üniversite sanayi işbirliğinin artırılması ve sektörün önceliklerine yönelik yapılacak çalışmalara hız verilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Katılımcıların Geleceğe Yönelik Endişeleri ve İhtiyaç Duydukları Ar-Ge Çalışmaları

Üretim maliyetlerinin yüksek olması (%32), pazarlama sorunu yaşanması (%30) ve balık hastalıkları (%22), toprak havuz işletmelerini tehdit eden temel sorunlar olarak algılanmaktadır. Toprak havuz işletmelerinde sorunların çözülememesi halinde birçok işletmenin kapanacağı yapılan görüşmelerde katılımcılar tarafından dile getirilmiştir. Köymenoğlu’da (2013) benzer olarak, orta ve uzun vadede birçok işletmenin faaliyetini durdurmak veya kapatmak istediğini tespit etmiştir. Bu nedenle, toprak havuz işletmelerinin sorunlarının çözümüne yönelik gerçekleştirilecek çalışmalar bu işletmelerin sürdürülebilirliği için çok önemlidir. Ayrıca tarıma elverişli alanlarda mevcut sistemle çalışacak yeni toprak havuz işletmeleri açılmasına izin verilmemelidir. Ancak modern üretim sistemleri ve uygulamalarıyla gelecekte toprak havuz işletmelerinin yaygınlaştırılması sağlanabilir.

Toprak havuz işletmelerinde ihtiyaç duyulan Ar-Ge çalışmaları ile ilgili olarak katılımcıların %52’si işletmelerin elektrik maliyetini düşürmeye yönelik, %30’u ise yem maliyetini düşürmeye yönelik çalışmalara ihtiyaç duyduklarını belirtmiştir. Bunun dışında katılımcıların %22’si yeni türlerin yetiştiriciliği ile ilgili Ar-Ge çalışmalarının yapılması gerektiğini belirtmiştir.

Sonuç

Yapılan çalışmanın sonunda, Milas ilçesinde toprak havuzlarda deniz balıkları yetiştiren işletmelerde; pazarlama sorunu, üretim maliyetlerinin yüksekliği, havuzlardaki suyun oksijenindeki yetersizlik, balık hastalıklarıyla baş edememe, kullanılan yeraltı suyu miktarı ve sürdürülebilirliği konusundaki belirsizlik ön plana çıkan sorunlar olarak tespit edilmiştir. Yaşanan bu sorunların çözülmesi, işletmelerin sürdürülebilirliğinin sağlanması için oldukça önemlidir.

Su ürünleri yetiştiricilik sektörünün kırsal alanlarda gelişmesinin sosyal yapıya birçok olumlu etkisi bulunmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde küçük ölçekli yetiştiricilik işletmeleri, kırsal alanda iş imkânları sağlayarak buradaki nüfus yoğunluğunun sürdürülebilirliğini sağlamakta ve kırsaldan şehre göçü azaltmaktadır (Pillay, 1993; Shakouri ve Yazdi, 2012).

Gelecekte, artan nüfusun besin ihtiyacının karşılanabilmesinde, su ürünleri yetiştiriciliğinden elde edilen ürünlerin önemli yer tutacağı ön görülmektedir. Birçok Akdeniz ülkesinde üretimi denemekte olan türlerin, ülkemizde ticari olarak yetiştiriliyor olması ülkemizin bölgede daha etkin hale

gelmesini sağlayacak önemli bir gelişmedir (ÖİK Raporu, 2014). Ülkemiz su ürünleri yetiştiriciliği sektörünün istenilen yere gelebilmesi için var olan yetiştiricilik sistemlerinin sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi ve bununla ilgili gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

Tablo 4. Katılımcıların tutum sorularına verdikleri yanıtlar

Table 4. Participants answers to the attitude survey questions

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
İşletmemizde üretim ve faaliyet planlamaları yeterli düzeyde yapılmaktadır.	N=4 %8.7	N=6 %13	N=5 %10.9	N=13 %28.3	N=18 %39.1
Planlamalarda mühendislerin görüşleri dikkate alınmaktadır.	N=3 %6.7	N=3 %6.7	N=9 %20	N=13 %28.9	N=16 %35.6
Üniversitelerle daha fazla iletişim içinde olmamız gerektiğini düşünüyorum.	N=0 %0	N=1 %2.2	N=1 %2.2	N=10 %21.7	N=33 %71.7
Toprak havuz işletmeleri yenilikçi ve teknolojik yatırımlar ile daha karlı bir hale getirilebilir.	N=0 %0	N=0 %0	N=1 %2.2	N=15 %32.6	N=30 %65.2
Toprak havuz işletmelerinde kapasite artırımına ve yeni başvurulara izin verilmelidir.	N=21 %45.7	N=3 %6.5	N=5 %10.9	N=9 %19.6	N=6 %13.0
Yetiştiricilik işletmelerinde işçi olarak çalışabilmek için mesleki eğitim mutlaka gereklidir.	N=1 %2.2	N=4 %8.7	N=4 %8.7	N=19 %41.3	N=17 %37.0
Toprak havuz işletmeleri çalışma sistemleri, çevresel etkileri ve ürün kaliteleri konularında halkı yeterince bilgilendirmiyorlar.	N=8 %17.4	N=0 %0	N=6 %13.0	N=15 %32.6	N=17 %37.0
Çevreciler, toprak havuz işletmelerini çevresel etki yönünden hakkaniyetli değerlendirmiyorlar.	N=4 %8.9	N=1 %2.2	N=3 %6.7	N=9 %20.0	N=26 %57.8
Toprak havuz balıkçılığının devamı için toprak havuz işletmeleri olarak üzerimize düşen sorumluluğu almalıyız.	N=0 %0	N=1 %2.2	N=1 %2.2	N=7 %15.2	N=37 %80.4

Sonuç olarak; su ürünleri yetiştiriciliği sektörünün öneminin her geçen gün arttığı dünyada, potansiyeli olan ülkeler su ürünleri yetiştiriciliği alanında yapmış oldukları yatırımları daha da artırmak için planlamalar yapmaktadırlar. Ülkemizin de sektördeki yerini koruması ve daha da iyileştirmesi için mevcut üretimin sürdürülebilirliği sağlanmalı ve iyi bir planlama yapılarak yeni fırsat alanları oluşturulmalıdır. Muğla İli Milas İlçesi'nde, tarımsal alanların verimsizleşmesi sonucu ortaya çıkan toprak havuz işletmelerinin sorunlarının çözümü için gerekli çalışmaların başlatılması ve ihtiyaç duyulan modernizasyonların yapılması, bu işletmelerin sürdürülebilirliği için oldukça önemlidir.

Teşekkür

Bu çalışmaya katkılarından dolayı Milas İçsu Ürünleri Yetiştiricileri Üretici Birliği'ne ve toprak havuz işletmesi sahiplerine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Beveridge, M.C.M., Phillips, M.J. & Macintosh, D.J. (1997). Aquaculture and the environment: the supply of and demand for environmental goods and services by Asian aquaculture and the implications for sustainability. *Aquaculture Research*, 28, 797-807.
- Boyd, C.E. (1995). *Bottomsoils, Sediment and Pond Aquaculture*. Chapman and Hall, New York City.
- Bozoğlu, M. & Ceyhan, V. (2009). Energy conversion efficiency of trout and seabass production in the Black Sea, Turkey. *Energy*, 34(2), 199-204.
- Cao, L., Wang, W.M., Yang, C.T., Yang, Y., James, D., Luo, Z. & Li, D.P. (2007). Application of microbial phytase in fish feed. *Enzyme Microbial Technology*, 40(4), 497-507.
- Ercan, E., Sunar, M.C. & Başer, K. (2012). Toprak Havuzlarda Deniz Balıkları Yetiştiriciliği; Gelişimi ve Sorunları. *Su Ürünleri Mühendisleri Derneği Dergisi*, 50, 54-59.
- Ertekin, H. (2011). Levrek Balığı (*Dicentrarchus labrax*) Toprak ve Kafes İşletmeleri Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- FAO (2013). FAO's role in aquaculture: Aquaculture development. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations

<http://www.fao.org/aquaculture/en/> (Erişim Tarihi: 12.02.2013)

- Goel, V., Garg, A. & Garg, A. (2008). Biotechnology and Aquaculture Industry in India: A Sustainable Approach. *The Icfai University Journal of Environmental Law*, 7(3), 8-18.
- Goodland, R. & Daly, H. (1996). Environmental Sustainability: Universal and Non-negotiable. *Ecological Applications*, 6(4), 1002-1017.
- GTHB (2015). Su Ürünleri İstatistikleri. Muğla İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, <http://mugla.tarim.gov.tr/Menu/48/Tarimsal-Uretim-Degerleri> (Erişim Tarihi: 08.03.2015)
- Güllü, K. (2012). Muğla İli Su Ürünleri Sektörünün Mevcut Durumu. *Muğla Ekonomi Dergisi*, 2, 76-77.
- Kıştin, F. (2011). *Toprak Havuzlarda Çipura-Levrek Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin Ekonomik Analizi: Muğla İli Milas İlçesi Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Köymenoğlu, A. (2013). *Milas İlçesinde (Muğla İli), Toprak Havuzlarda Deniz Balığı Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin, Bazı Su Kalitesi Parametreleri İle Yapısal Analizleri Üzerine Bir Çalışma*. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla.
- Li, X., Li, J., Wang, Y., Fu, L., Fu, Y., Li, B. & Jiao B. (2011). Aquaculture Industry in China: Current State, Challenges, and Outlook. *Reviews in Fisheries Science*, 19(3), 187-200.
- Nobre, A.M., Musango, J.K., Wit, M.P.D & Ferreira, J.G. (2009). A dynamic ecological-economic modeling approach for aquaculture management. *Ecological Economics*, 68, 3007-3017.
- ÖİK Raporu (2014). Su Ürünleri Özel İhtisas Komisyonu Raporu. T. C. Kalkınma Bakanlığı Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018), Ankara, 80 s.
- Özdamar, K. (2011). *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi 1.*, 8. Baskı, Kaan Kitabevi.
- Özerdem, F. (2012). *Avrupa Birliği ve Kalkınma Ajanslarına Yönelik Proje Hazırlama Rehberi*, Kriter Yayınları.

- Pillay, T.V.R. (1993). *Aquaculture principles and practices*. Fishing News Books, USA.
- Serpa, D., Falcao, M., Pousao-Ferreira, P., Vicente, M. & Carvalho, S. (2007). Geochemical changes in white seabream (*Diplodus sargus*) earth ponds during a production cycle. *Aquaculture Research*, 38, 1619-1626.
- Shakouri, B. & Yazdi, S.K. (2012). The Sustainable Marine Aquaculture. *Advances in Environmental Biology*, 6(1), 18-23.
- Şaşı, H. & Tuzkaya, T. (2012). Güney Ege Bölgesi Savran Mevkii'nde (Milas-Muğla) Balık Yetiştiriciliği Yapılan Suların Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri ve Yetiştiricilik Faaliyetlerinin İncelenmesi. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 8(2), 25-37.
- Tovar, A., Moreno, C., Manuel-Vez, M.P. & Garcia-Vargas, M. (2000). Environmental Implications of Intensive Marine Aquaculture in Earthen Ponds. *Marine Pollution Bulletin*, 40(11), 981-988.
- TÜİK (2017). Su Ürünleri İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu Resmi İstatistikleri Ankara. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/> (Erişim Tarihi: 12.01.2017)
- Xinglong, J. & Boyd, C.E. (2006). Relationship between organic carbon concentration and potential pond bottom soil respiration. *Aquacultural Engineering*, 35, 147-151.
- Yılmaz, S., Erdilal, R. & Kebapçioğlu, T. (2009). Su Ürünleri Sektöründeki Ekonomik Organizasyonlardan Üretici Birlikleri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 223-232.

MERSİN KÖRFEZİ'NDE AVLANAN BALIK TÜRLERİNDEKİ AĞIR METAL DÜZEYLERİ

Fahri Karayakar ORCID ID: [0000-0002-8114-350X](https://orcid.org/0000-0002-8114-350X), Oğuz Bavbek ORCID ID: [0000-0001-6049-7213](https://orcid.org/0000-0001-6049-7213),

Bedii Cicik ORCID ID: [0000-0003-3982-9943](https://orcid.org/0000-0003-3982-9943)

Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yenişehir, Mersin, Türkiye

Received: 12.01.2017

Accepted: 18.04.2017

Published online: 18.06.2017

Corresponding author:

Fahri KARAYAKAR, Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yenişehir, Mersin, Türkiye

E-mail: fkarayakar@mersin.edu.tr

Öz:

Bu araştırmada Mersin Körfezinden örneklenen, tüketime sunulan ve ekonomik öneme sahip *Scomber japonicus*, *Caranx rhoncus*, *Pegusa lascaris* türlerinin solungaç, karaciğer, böbrek, dalak ve kas dokularındaki Zn, Cu, Pb ve Cd düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Doku metal düzeylerinin belirlenmesinde Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrik yöntem uygulanmıştır. İncelenen metal düzeyleri dokulara, metale, mevsime ve yaşam alanlarına bağlı olarak değişim göstermiştir. Zn için en yüksek düzey dalak, Cu ve Cd için karaciğer, Pb için ise Solungaç dokusunda olurken, en düşük birikimin kas dokusunda olduğu belirlenmiştir. Söz konusu türlerin kas dokusunda incelenen metal düzeyleri insan tüketimi için çok düşük olduğundan, Türk Gıda Kodeksi'ne göre kabul edilebilir düzeylerde olduğu saptanmıştır.

Keywords: Ağır Metal, Balık, Doku, Mersin Körfezi, Mevsim, *Scomber japonicus*, *Caranx rhoncus*, *Pegusa lascaris*

Abstract:

HEAVY METAL CONCENTRATIONS IN FISH SPECIES CAPTURED IN MERSIN BAY

In this study we aimed to determine of heavy metal levels in gills, liver, kidney, spleen and muscle tissues of various fish species, *Scomber japonicus*, *Caranx rhoncus*, *Pegusa lascaris*, consumed as nutrients and sampled from Mersin Bay. These species of fish were chosen since they have high economic value and consumed as a protein source. Levels of Cd, Cr, Cu, Pb and Zn in the tissues were determined using atomic absorption techniques. Heavy metal concentrations in sampled fish changed with different tissues, metals, seasons and habitat. The highest accumulation rate of Zn was observed in spleen tissue whereas Cu were found to be accumulated highest in liver tissue samples. In addition it was observed that Cd was mainly accumulated in liver tissue whereas Pb was detected in gill tissue samples. Metal levels investigated in muscle tissue of the species are very low for human consumption, it has been determined that they are acceptable levels according to the Turkish Food Codex.

Keywords: Heavy metals, Fish, Tissue, Mersin Bay, Seasons, *Scomber japonicus*, *Caranx rhoncus*, *Pegusa lascaris*

Giriş

Su ortamları, insanlar tarafından sınırsız kapasitedeki atık bölgeleri olarak görülmektedir. Ağır metaller, su ortamına rüzgar, toprak erozyonu ve volkanik aktiviteler gibi doğal olaylar sonucu katıldığı gibi, günümüzde endüstri kollarında yaygın bir şekilde kullanımıyla, endüstriyel, tarımsal ve evsel atık sularla da katılmakta sonuçta sucül ortamlarda kirliliğin artmasına neden olmaktadır (Fergusson, 1990; Gregory vd, 2002; Taylan ve Özkoç, 2007).

Bakır (Cu), çinko (Zn) ve demir (Fe) gibi ağır metaller, organizmalar tarafından yaşamsal olaylar için belirli düzeylerde kullanılırken, metabolik olaylarda işlevleri olmadığı bilinen cıva (Hg), kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) belirtilen kaynaklardan sucül ortamlara katılmaktadır. Anılan metallerin yüksek derişimleri sucül organizmalarda toplu ölümlere ve habitat değişimine neden olurken, düşük derişimleri çeşitli yollarla vücuda alınarak, metabolik, fizyolojik ve patolojik değişimlere, doku ve organlarda birikime, besin zinciri aracılığı ile artan derişimlerde üst trofik düzeylere iletilerek hücrenel veya moleküler düzeyde yapısal ve işlevsel bozukluklara sonuçta mortaliteye neden olurlar (Hilmy vd, 1985; De Conto- Cinier vd, 1999; Odzak vd, 2000).

Ağır metaller, balıklar tarafından su, besin, solungaçlar ve tüm vücut yüzeyinden absorpsiyon yolu ile ortamdan vücuda alınsa da, alımın yoluna bağlı olmaksızın başlıca karaciğer, solungaç, dalak ve böbrek gibi metabolik bakımdan aktif olan doku ve organlarda birikirler (Heath, 1995).

Bakır, yüzey sularında ve yerkabuğunda bol bulunan, hayvansal organizmalarda metabolik olaylarda işlev gören birçok enzimin kofaktörü olarak biyolojik öneme sahip bir iz elementtir. Bakır, günlük yaşamda kullanılan evsel ve endüstriyel ürünlerin üretiminde, tarımsal gübre ve pestisitlerin bileşiminde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bakır toksisitesi karaciğer ve böbrekte nekroze ve solungaçlarda hasara neden olabilir (Watanabe vd, 1997). Kanal yayın balığında bakırın yüksek düzeyleri, büyüme de yavaşlamaya (Murai vd, 1981), eksikliğinde ise karaciğerde Cu-Zn süperoksit dismutaz ve kalpte sitokrom c oksidaz aktivitelerini (Gatlin ve Wilson, 1986) etkilediği bildirilmiştir.

Çinko bileşikleri, insektisit, fungusit, tekstil boyama, termoelektrik cihazlar ve plastik üretimi gibi sanayinin birçok alanında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (WHO, 2001). Çinko, alkan

fosfataz, alkol dehidrogenaz ve karbonik anhidraz gibi yaklaşık 20 metalloenzimin yapısal bir bileşeni olup, kofaktör olarak işlev görmektedir. Çinko eksikliğinin, gökkuşağı alabalığında büyümede yavaşlama ve gecikmeye, deri ve yüzgeçlerde aşınmaya neden olduğu bildirilmiştir. Aynı zamanda çinko eksikliği, olası karboksipeptidaz aktivitesini azalttığı için, protein ve karbonhidrat sindirimini de düşürdüğü gözlenmiştir (Watanabe vd, 1997).

Kurşun, toksik etkili bir metal olup, özellikle kurşun-pil üretimi, cevherlerin arıtımı, kaplama işlemleri, kimya ve gübre sanayinde son derece kullanışlı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip bir metaldir (Ahmed ve Bibi, 2010; Victor vd, 2012). Kurşun, insanda özellikle merkezi sinir sistemi, üreme organları, böbrek ve bağışıklık sistemini olumsuz yönde etkileyen oldukça önemli çevresel bir kirleticidir. Kurşunun kadınlarda infertiliteye, düşüğe, gebelikte yüksek tansiyon ve erken doğuma neden olduğu belirlenmiştir (Winder, 1993).

Kadmiyum, doğada cevher halinde bulunmayıp, çinko ve diğer metallerin ekstraksiyon ürünü olarak ortaya çıkar ve başlıca kimyasal stabilizatör, metal kaplama, pil ve pigment üretiminde kullanılmaktadır. Kadmiyum, organizmalarda karsinogenik, teratojenik bir etkiye sahip olup, endokrin ve üreme sistemi üzerine toksik etkili olduğu belirlenmiştir (Coles vd, 1995; Zelikoff vd, 1995).

Balık, genellikle besin zincirinin en üst halkasında yer alan, sucül kirleticilere yüksek oranda maruz kalan ve insan tüketimi için de önemli olan bir besin kaynağıdır. Bu bağlamda yapılan araştırmada ekonomik öneme sahip ve protein kaynağı olarak tüketilen *Scomber japonicus* (pelajik), *Caranx rhonchus* (bentopelajik), *Pegasus lascaris* (bentik) türleri kullanılmıştır. *S. japonicus* (Houttuyn, 1782), kolyoz olarak bilinen pelajik bir tür olup, 0-300 m derinliklerde yaşar. Boy grupları itibarıyla sürü oluşturur. Sürü diğer pelajik türlerle karışık olabilir. Gün boyunca kıyıya yakın yerlerde kalır, geceleri ise açık sulara gider ve oralarda balık, kalamar, kopepod ve diğer kabuklularla beslenirler. *C. rhonchus* (Geoffroy Saint-Hilarie, 1817), İstavrit olarak adlandırılan, taban üstünde askıda ve su kolonunda dolaşan, sürü oluşturan, bentopelajik bir balık türü olup 60 cm boy ve 1 kg ağırlıkta olabilirler. Ticari öneme sahip olup, 30-200 m derinliklerde yaşarlar. Küçük balık ve omurgasızlarla beslenirler. *P. lascaris* (Risso,

1810), bentik bir tür olup, dil balığı olarak adlandırılır. Çakıllı ve çamurlu kesimlerde 5-350 m derinliklerde yayılım gösteren bu türün boyu 45-48 cm kadar olabilir. Çoğunlukla küçük bivalvlerle beslenip, amfipod, dekapod, karides ve poliketler gibi kabuklular da besinini oluşturmaktadır (Whitehead vd. 1984).

Mersin ili Doğu Akdeniz kıyı şeridinde yer alan, doğusunda çimento, cam, soda, krom, gübre sanayi, kauçuk, cam yünü, su bazlı polimer üretimi gibi endüstriyel aktivitelerin yoğun olduğu, aynı zamanda tarımsal faaliyetlerin yürütüldüğü, liman ve serbest bölgenin de yer alması nedeniyle deniz trafiğinin yoğun olduğu, batısında ise tarımsal aktivitelerin yanı sıra dinlenme ve turizm amaçlı tesislerin yoğun olduğu bir yerleşim bölgesidir. Anılan kirlilik kaynaklarının etkisinde kalan Mersin Körfezi'nde pek çok araştırma yapılmıştır (Ayas vd. 2009; Kalay vd, 2004; Karayakar vd, 2010).

Doğal koşullar altında yürütülen bu çalışmada, genelde evsel, endüstriyel ve tarımsal aktivitelerden kaynaklanan atıkların doğrudan ya da dolaylı etkisinde kalan sulara yaşayan, bölgede protein kaynağı olarak yaygın bir şekilde tüketilen, ekonomik öneme sahip balık türlerinin, doku ve organlarında bakır, çinko, kadmiyum ve kurşun gibi eser ve toksik metallerin düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

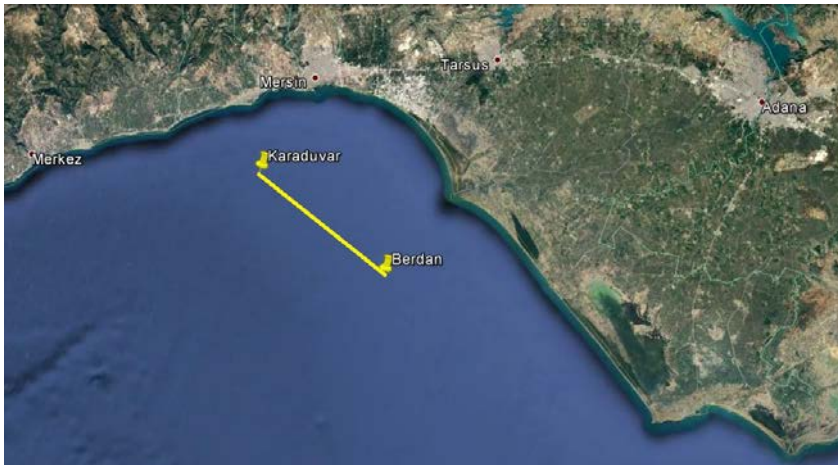
Materyal ve Metot

Araştırmada materyal olarak *S. japonicus*, *C. rhonchus*, *P. lascaris* türleri kullanılmış, türlerin seçiminde ekonomik önemlerinin yanı sıra su kolonundaki yaşam alanlarındaki farklılık da dikkate alınmıştır.

Örneklemler 2012 Aralık - 2013 Kasım ayları arasında trol avcılığı yapan teknelerle Berdan - Karaduvar (36° 39' 23" K-034° 35' 54"D / 36° 35' 19" K-034° 51' 01"D) (Şekil 1.) arasını içeren bölgeden aylık olarak yapılmış, mevsimsel olarak değerlendirilmiştir. Bu bölgenin seçiminde sanayi, evsel ve tarımsal aktivitelerinin etkin olması dikkate alınmıştır.

Belirtilen türlerin her birinden 15 örnek alınıp, soğuk zincir içerisinde Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler araştırma laboratuvarına getirilmiştir. Balıklarda ağır metal birikimi boy ve ağırlığa bağlı olarak değişim gösterdiğinden (Canlı ve Atlı, 2003), örneklerin her birinin morfolometrik ölçümleri yapılmış, metal analizinde kullanılacak doku ve organlar balıklardan ayrı ayrı disekte edilmiştir.

Solungaç, karaciğer, böbrek, dalak ve kas dokularındaki Cu, Zn, Cd ve Pb düzeylerinin belirlenmesinde Spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır. Bu amaçla disekte edilen doku örnekleri petri kaplarına konulmuş ve 105°C ayarlı etüvde 72 saat süre ile bekletilerek sabit tartıma getirilmiştir. Doku örneklerinin kuru ağırlıkları belirlendikten sonra, deney tüplerine aktarılmış, üzerlerine nitrik (HNO₃, %65, Ö.A.: 1.40, Merck) ve perklorik asit (HClO₄, %60, Ö.A.:1.53, Merck) karışımı (2:1 v/v) eklenerek 8 saat süre ile 120°C'lik hotplate'de yakılmıştır (Muramoto, 1983). Yakma işlemi tamamlanan örnekler, polietilen tüplere aktararak, toplam hacim deiyonize su ile 10 mL'ye tamamlanarak analize hazır duruma getirilmiştir. Örneklerdeki ağır metal derişimleri Agilent 7500ce model ICP-MS (İndüktif olarak Eşleştirilmiş Plazma-Kütle Spektrometresi) ile saptanmıştır. Deney verilerinin istatistiksel analizinde SNK (Student Newman Keul's) testi uygulanmıştır.



Şekil 1. Çalışma Alanının Haritası (Mersin Körfezi)

Figure 1. Map of the study area (Mersin Gulf)

Bulgular ve Tartışma

Bu araştırmada, örnekleme istasyonundan elde edilen balıkların ortalama boy ve ağırlıkları (Tablo 1) ile suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri (Tablo 2) belirlenmiş, elde edilen veriler çizelgelerde gösterilmiştir.

Berdan-Karaduvar bölgesinden elde edilen ve su kolonundaki yaşam alanları farklı türlerle mevsimsel olarak yürütülen bu araştırmada, metallere bağlı olarak, incelenen dokular ve türler arasındaki farklılıkların istatistiksel analiz sonuçları Tablo 3-6'da sunulmuştur.

Bakır düzeyi bakımından incelenen dokularda, tüm mevsimlerde en yüksek birikim karaciğer dokusunda olurken, en düşük birikimin ise kas dokusunda olduğu belirlenmiştir. Yaşam alanlarına göre incelendiğinde ise sonbahar mevsimi dışında en yüksek birikimin bentik türde olduğu gözlenmiştir. Cu karaciğer dokusunda mevsimsel olarak farklılıklar gözlenmiş en yüksek birikim yaz mevsiminde saptanmıştır (Tablo 3).

Dokular Zn düzeyleri bakımından incelendiğinde, tüm mevsimlerde en yüksek birikim dalak ve böbrek dokusunda olurken, en düşük birikimin kas dokusunda olduğu gözlenmiştir. Su kolonundaki yaşam alanlarına göre sonbahar ve kış mevsiminde

en yüksek birikim pelajik türde belirlenirken, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde ise bentik türde olduğu saptanmıştır. Mevsimsel olarak dalak dokusunda en yüksek birikim kış mevsiminde, böbrek dokusunda ise sonbahar mevsiminde saptanmıştır (Tablo 4).

Kadmiyum bakımından, tüm mevsimlerde, en yüksek birikim karaciğer dokusunda gözlenirken, diğer incelenen dokularda birikim İndüktif olarak Eşleştirilmiş Plazma-Kütle Spektrofotometresinin duyarlılık düzeyinin altında bir değer sergilemiştir. Yaşam alanlarına göre en yüksek birikim pelajik türde gözlenirken, en düşük birikim bentik türde saptanmıştır. Karaciğer dokusunda mevsimsel olarak farklılıklar gözlenmiş, en yüksek birikim yaz mevsiminde belirlenmiştir (Tablo 5).

Kurşun bakımından incelenen bütün türlerde, sonbahar mevsimi dışında tüm mevsimlerde, solungaç dokusu dışında birikime rastlanmamıştır. Yaşam alanlarına göre en yüksek birikim pelajik, en düşük birikim bentik türde gözlenmiştir. Mevsimsel olarak farklılıklar gözlenmekle beraber, en yüksek birikim kış mevsiminde saptanmıştır (Tablo 6).

Tablo 1. Araştırma istasyonundan elde edilen balıkların ortalama boy (cm) ve ağırlıkları (g).

Table 1. Mean length (cm) and weight (g) measurements of the species studied.

	<i>S. japonicus</i>	<i>C. rhoncus</i>	<i>P. lascaris</i>
	$\bar{X} \pm S_x^-$	$\bar{X} \pm S_x^-$	$\bar{X} \pm S_x^-$
Boy (cm)	16.83 ±0.33	15.50 ±0.29	22.00 ±0.50
Ağırlık (g)	44.56 ±2.69	39.68 ±2.72	88.02 ±2.50

$\bar{X} \pm S_x^-$ = Aritmetik ortalama ± Standart hata

$\bar{X} \pm S_x^-$ = Mean ± Standard error

Tablo 2. Araştırma istasyonundaki suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin mevsimsel değişimi.

Table 2. Seasonal variations in some physical and chemical properties of seawater in the stations selected

Mevsim	KIŞ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR
Suyun Özellikleri	$\bar{X} \pm S_x^-$	$\bar{X} \pm S_x^-$	$\bar{X} \pm S_x^-$	$\bar{X} \pm S_x^-$
pH	8.09 ±0.06	8.24 ±0.07	8.08 ±0.13	8.02 ±0.14
Sıcaklık (°C)	15.53 ±0.57	19.60 ±0.84	27.85 ±1.11	25.14 ±0.17
Tuzluluk ‰	36.12 ±0.59	35.59 ±0.69	38.18 ±0.58	36.98 ±0.71
İletkenlik (µΩ/cm)	47.53 ±0.16	48.89 ±0.14	54.94 ±0.34	52.72 ±1.07
Çöz. Oksijen (mg/L)	8.22 ±0.26	7.77 ±0.09	6.23 ±0.17	7.28 ±0.30

$\bar{X} \pm S_x^-$ = Aritmetik ortalama ± Standart hata

$\bar{X} \pm S_x^-$ = Mean ± Standard error

Tablo 3. Mevsimsel Olarak Örneklenen Türlerin Doku Cu Düzeyleri ($\mu\text{g/g}$ k.a.)**Table 3.** Copper levels in gill, liver, kidney, spleen and muscle tissues of the species studied ($\mu\text{g Cu/g}$ dry weight).

MEVSİM	DOKU	Solungaç	Kas	Böbrek	Karaciğer	Dalak
	TÜR					
SONBAHAR		$\bar{X} \pm S_x^*$	$\bar{X} \pm S_x^*$	$\bar{X} \pm S_x^*$	$\bar{X} \pm S_x^*$	$\bar{X} \pm S_x^*$
	<i>S. japonicus</i>	2.81 \pm 0.18 ^{as}	1.62 \pm 0.08 ^{ast}	12.15 \pm 0.26 ^{bs}	54.20 \pm 2.52 ^{cs}	1.63 \pm 0.28 ^{as}
	<i>C. rhoncus</i>	7.65 \pm 0.72 ^{at}	2.37 \pm 0.42 ^{bt}	8.62 \pm 0.73 ^{at}	16.87 \pm 0.42 ^{ct}	4.65 \pm 0.32 ^{dt}
	<i>P. lascaris</i>	2.24 \pm 0.12 ^{as}	1.13 \pm 0.18 ^{as}	6.55 \pm 0.73 ^{bx}	15.04 \pm 0.70 ^{ct}	2.01 \pm 0.04 ^{as}
KIŞ	<i>S. japonicus</i>	2.53 \pm 0.29 ^{asx}	1.28 \pm 0.17 ^{as}	12.45 \pm 1.11 ^{bs}	25.67 \pm 0.46 ^{cs}	1.67 \pm 0.03 ^{as}
	<i>C. rhoncus</i>	16.63 \pm 0.67 ^{at}	4.64 \pm 0.61 ^{bt}	12.63 \pm 0.97 ^{as}	36.11 \pm 3.26 ^{ct}	1.14 \pm 0.04 ^{bs}
	<i>P. lascaris</i>	3.17 \pm 0.17 ^{as}	0.77 \pm 0.05 ^{as}	7.19 \pm 0.15 ^{at}	180.86 \pm 3.69 ^{bx}	4.08 \pm 0.44 ^{at}
İLKBAHAR	<i>S. japonicus</i>	4.67 \pm 0.20 ^{as}	9.20 \pm 0.74 ^{bs}	14.69 \pm 1.02 ^{cs}	35.99 \pm 0.31 ^{ds}	7.42 \pm 0.18 ^{bs}
	<i>C. rhoncus</i>	11.47 \pm 0.80 ^{at}	7.88 \pm 1.25 ^{at}	19.47 \pm 0.86 ^{bt}	24.20 \pm 1.31 ^{ct}	12.28 \pm 1.72 ^{at}
	<i>P. lascaris</i>	7.51 \pm 0.38 ^{ax}	1.82 \pm 0.18 ^{bx}	11.43 \pm 0.15 ^{as}	240.43 \pm 3.34 ^{cz}	18.84 \pm 1.47 ^{dx}
YAZ	<i>S. japonicus</i>	3.11 \pm 0.48 ^{as}	6.43 \pm 0.30 ^{bs}	10.54 \pm 0.70 ^{cs}	27.99 \pm 0.56 ^{ds}	13.00 \pm 1.46 ^{cs}
	<i>C. rhoncus</i>	5.17 \pm 0.26 ^{at}	3.40 \pm 0.28 ^{atx}	10.63 \pm 0.71 ^{bs}	15.92 \pm 1.66 ^{ct}	9.16 \pm 1.14 ^{bt}
	<i>P. lascaris</i>	3.49 \pm 0.13 ^{as}	4.31 \pm 0.58 ^{at}	11.34 \pm 0.25 ^{as}	296.53 \pm 6.51 ^{by}	21.17 \pm 0.44 ^{cx}

$\bar{X} \pm S_x^*$ = Aritmetik ortalama \pm Standart hata; D.A. = Duyarlılık Düzeyinin Altında

*SNK = a, b, c, d ve e harfleri dokular arası ayrımı; s, t, x, y ve z harfleri ise türler arası ayrımı ifade etmektedir. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında $P < 0.05$ düzeyinde istatistik ayrım vardır.

$X \pm S_x$ = mean \pm standard error; Letters were used to show differences among tissues and species. Data shown with different letters are significant at the $P < 0.05$ level.

Tablo 4. Mevsimsel Olarak Örneklenen Türlerin Doku Zn Düzeyleri ($\mu\text{g/g}$ k.a.)**Table 4.** Zinc levels in gill, liver, kidney, spleen and muscle tissues of the species studied ($\mu\text{g Zn/g}$ dry weight).

MEVSİM	DOKU	Solungaç	Kas	Böbrek	Karaciğer	Dalak
	TÜR					
SONBAHAR		$\bar{X} \pm S_x^*$	$\bar{X} \pm S_x^*$	$\bar{X} \pm S_x^*$	$\bar{X} \pm S_x^*$	$\bar{X} \pm S_x^*$
	<i>S. japonicus</i>	145.86 \pm 2.89 ^{as}	32.20 \pm 2.85 ^{bs}	731.91 \pm 5.93 ^{cs}	238.03 \pm 4.44 ^{ds}	555.24 \pm 5.15 ^{es}
	<i>C. rhoncus</i>	149.62 \pm 2.77 ^{as}	67.65 \pm 1.98 ^{bt}	736.77 \pm 6.63 ^{cs}	169.79 \pm 2.68 ^{dt}	415.62 \pm 9.58 ^{et}
	<i>P. lascaris</i>	84.40 \pm 1.72 ^{ay}	24.32 \pm 0.51 ^{bx}	164.53 \pm 3.40 ^{cy}	223.46 \pm 4.49 ^{dz}	236.04 \pm 3.36 ^{ez}
KIŞ	<i>S. japonicus</i>	168.15 \pm 4.24 ^{as}	50.18 \pm 4.39 ^{bs}	448.51 \pm 4.07 ^{cs}	213.87 \pm 4.23 ^{ds}	2987.50 \pm 19.96 ^{es}
	<i>C. rhoncus</i>	120.12 \pm 5.11 ^{at}	29.27 \pm 3.24 ^{bt}	139.73 \pm 4.16 ^{ct}	200.45 \pm 1.58 ^{dt}	503.62 \pm 4.84 ^{et}
	<i>P. lascaris</i>	109.87 \pm 1.80 ^{axt}	31.61 \pm 2.02 ^{bt}	135.80 \pm 4.27 ^{ct}	154.14 \pm 2.06 ^{dx}	142.26 \pm 1.38 ^{cy}
İLKBAHAR	<i>S. japonicus</i>	148.65 \pm 2.33 ^{as}	42.43 \pm 3.14 ^{bs}	163.52 \pm 3.21 ^{cs}	194.17 \pm 3.42 ^{ds}	144.70 \pm 0.64 ^{as}
	<i>C. rhoncus</i>	125.97 \pm 1.87 ^{at}	30.44 \pm 1.61 ^{bt}	677.94 \pm 6.19 ^{ct}	204.42 \pm 4.74 ^{ds}	266.10 \pm 9.42 ^{et}
	<i>P. lascaris</i>	189.83 \pm 3.19 ^{ay}	49.31 \pm 1.04 ^{bs}	501.20 \pm 7.84 ^{cz}	174.64 \pm 2.84 ^{dx}	564.60 \pm 4.70 ^{ey}
YAZ	<i>S. japonicus</i>	168.75 \pm 3.44 ^{as}	50.44 \pm 3.05 ^{bs}	127.11 \pm 3.41 ^{cs}	142.31 \pm 2.91 ^{ds}	291.13 \pm 4.16 ^{es}
	<i>C. rhoncus</i>	88.59 \pm 4.08 ^{at}	26.01 \pm 3.08 ^{bt}	339.13 \pm 6.73 ^{ct}	102.07 \pm 2.59 ^{dt}	209.50 \pm 3.18 ^{et}
	<i>P. lascaris</i>	115.97 \pm 2.56 ^{ay}	48.71 \pm 2.45 ^{bs}	160.85 \pm 1.66 ^{cx}	147.20 \pm 4.55 ^{ds}	311.66 \pm 2.45 ^{ey}

Not : Tablo 3'teki açıklamalarla aynıdır.

Note : It is the same as the explanations in Table 3.

Table 5. Mevsimsel Olarak Örneklenen Türlerin Doku Cd Düzeyleri ($\mu\text{g/g}$ k.a.)**Table 5.** Cadmium levels in gill, liver, kidney, spleen and muscle tissues of the species studied ($\mu\text{g Cd/g}$ dry weight).

MEVSİM	DOKU		Solungaç	Kas	Böbrek	Karaciğer	Dalak
	TÜR						
SONBAHAR			$\bar{X} \pm S_x^-$ *	$\bar{X} \pm S_x^-$ *	$\bar{X} \pm S_x^-$ *	$\bar{X} \pm S_x^-$ *	$\bar{X} \pm S_x^-$ *
	<i>S. japonicus</i>		D.A.	D.A.	D.A.	$4.64 \pm 0.50^{\text{as}}$	D.A.
	<i>C. rhoncus</i>		D.A.	D.A.	D.A.	$2.81 \pm 0.10^{\text{at}}$	D.A.
	<i>P. lascaris</i>		D.A.	D.A.	D.A.	$0.35 \pm 0.06^{\text{ax}}$	D.A.
KIŞ	<i>S. japonicus</i>		D.A.	D.A.	D.A.	$2.10 \pm 0.15^{\text{as}}$	D.A.
	<i>C. rhoncus</i>		D.A.	D.A.	D.A.	$1.74 \pm 0.08^{\text{at}}$	D.A.
	<i>P. lascaris</i>		D.A.	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.
İLKBAHAR	<i>S. japonicus</i>		D.A.	D.A.	D.A.	$1.84 \pm 0.20^{\text{as}}$	D.A.
	<i>C. rhoncus</i>		D.A.	D.A.	D.A.	$4.65 \pm 0.15^{\text{at}}$	D.A.
	<i>P. lascaris</i>		D.A.	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.
YAZ	<i>S. japonicus</i>		D.A.	D.A.	D.A.	$7.19 \pm 0.58^{\text{as}}$	D.A.
	<i>C. rhoncus</i>		D.A.	D.A.	D.A.	$2.53 \pm 0.09^{\text{at}}$	D.A.
	<i>P. lascaris</i>		D.A.	D.A.	D.A.	$0.03 \pm 0.003^{\text{ax}}$	D.A.

Not : Tablo 3'teki açıklamalarla aynıdır.

Note : It is the same as the explanations in Table 3.

Table 6. Mevsimsel Olarak Örneklenen Türlerin Doku Pb Düzeyleri ($\mu\text{g/g}$ k.a.)**Table 6.** Lead levels in gill, liver, kidney, spleen and muscle tissues of the species studied ($\mu\text{g Pb/g}$ dry weight).

MEVSİM	DOKU		Solungaç	Kas	Böbrek	Karaciğer	Dalak
	TÜR						
SONBAHAR			$\bar{X} \pm S_x^-$ *	$\bar{X} \pm S_x^-$ *	$\bar{X} \pm S_x^-$ *	$\bar{X} \pm S_x^-$ *	$\bar{X} \pm S_x^-$ *
	<i>S. japonicus</i>		$0.96 \pm 0.14^{\text{as}}$	D.A.	D.A.	$0.95 \pm 0.06^{\text{as}}$	D.A.
	<i>C. rhoncus</i>		$1.20 \pm 0.23^{\text{as}}$	D.A.	D.A.	$1.37 \pm 0.20^{\text{at}}$	D.A.
	<i>P. lascaris</i>		$1.14 \pm 0.12^{\text{as}}$	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.
KIŞ	<i>S. japonicus</i>		$0.82 \pm 0.04^{\text{as}}$	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.
	<i>C. rhoncus</i>		$1.22 \pm 0.09^{\text{at}}$	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.
	<i>P. lascaris</i>		D.A.	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.
İLKBAHAR	<i>S. japonicus</i>		$1.15 \pm 0.09^{\text{as}}$	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.
	<i>C. rhoncus</i>		$0.54 \pm 0.04^{\text{at}}$	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.
	<i>P. lascaris</i>		$0.73 \pm 0.13^{\text{at}}$	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.
YAZ	<i>S. japonicus</i>		$1.17 \pm 0.08^{\text{as}}$	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.
	<i>C. rhoncus</i>		D.A.	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.
	<i>P. lascaris</i>		$0.26 \pm 0.02^{\text{at}}$	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.

Not : Tablo 3'teki açıklamalarla aynıdır.

Note : It is the same as the explanations in Table 3.

Sucul organizmalarda, ağır metal düzeylerinin yaş, boy, ağırlık, eşey ve suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak değişim gösterdiği pek çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Romeo vd, 1999; Canlı ve Atlı 2003; Özgür ve Çalta, 2003; Anan vd, 2005). Üç farklı balık türü ile mevsimsel olarak yapılan bu çalışmada da birikim düzeyini etkileyebileceğinden türler arasında birbirine yaklaşık boy ve ağırlıkta balıklar kullanılmıştır. Ancak bu çalışmada, birbirine yakın boy ve ağırlıkta bireyler seçilmesine rağmen türler arasında ağır metal düzeyleri bakımından farklılıkların gözlenmesi, seçilen türlerin beslenme alışkanlıkları, yaşam alanları, metabolik aktiviteleri, solungaçlarının oluşturduğu yüzey alanı genişliği gibi biyolojik özelliklerinin birbirinden farklı olmasından kaynaklanabilir (Kargın, 1996; Kalay vd, 1999; Özgür ve Çalta, 2003; Erdem vd, 2004).

Balıklarda ağır metal birikimi doku ve organlara bağlı olarak değişim göstermektedir. Birçok araştırmacı tarafından çeşitli balık türlerinde yapılan doğal çalışmalarda dokular arasında önemli farklılıklar elde edilmiş, birikimin en yüksek karaciğerde, en düşük ise kas dokusunda olduğu saptanmıştır (Kalay vd, 1999; Romeo vd, 1999; Dural vd, 2007; Karayakar vd, 2010). Yapılan bu çalışmada da bakır düzeyi bakımından benzer ilişki gözlenmiştir. Diğer incelenen metallere çinko, en yüksek birikim dalak ve böbrek dokusunda olurken, en düşük birikimin ise kas dokusunda olduğu saptanmıştır. Kadmiyum bakımından, tüm istasyon ve mevsimlerde, incelenen tüm türlerde, karaciğer dokusu dışında, kurşun bakımından ise solungaç dokusu dışında birikime rastlanmamıştır. Metal derişimi bakımından doku ve organlar arasındaki bu farklılık, metabolik aktivitelerinin yanı sıra, yapı ve işlevlerinin farklı olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca, karaciğerde ağır metal düzeyinin fazla olması; karaciğerin molekül ağırlığı düşük, sistein bakımından zengin, metal bağlayıcı metallothionein (MT) gibi proteinleri yüksek düzeyde içermesi, ayrıca ağır metallerin etkisinde karaciğerdeki MT sentezinin artış göstermesi ile açıklanmaktadır (Heath, 1995; Kalay vd, 2004).

Balıkların doku ve organlardaki metal birikimi türe bağlı olarak değişim gösterir. Çeşitli araştırmacılar tarafından farklı balık türleri ile yapılan çalışmalarda türe bağlı değişimler gözlenmiştir (Canlı ve Atlı, 2003; Romeo vd, 1999; Erdem vd, 2004; Türkmen vd, 2005; Dural vd, 2007; Karayakar vd, 2010). Bu çalışmada da farklı balık türlerinden alınan her bir dokuda, metal derişimleri

bakımından istatistiksel olarak önemli ayrımlar ortaya çıkmıştır. Tüm mevsimlerde incelenen türlerde Pb solungaç dokusu ve Cd karaciğer dokusu dışında birikim sergilememiştir. Cd birikim düzeyi bakımından ilkbahar mevsimi dışında *S. japonicus* > *C. rhoncus* > *P. lascaris* şeklinde bir sıralama saptanırken, Pb birikim düzeyi bakımından en yüksek birikim kış mevsiminde *C. rhoncus* türünde gözlenmiştir. Karaciğer dokusu, Cu birikim düzeyi sonbahar mevsimi dışında en yüksek *P. lascaris* türünde saptanmıştır. Sonbahar ve kış mevsiminde tüm dokularda Zn birikim düzeyi bakımından en yüksek birikim *S. japonicus* türünde belirlenmiştir. Birikim bakımından türler arasındaki bu farklılık, yaşam alanları ve beslenme alışkanlıkları gibi biyolojik özelliklerinin farklı olmasıyla açıklanabilir (Kalay vd, 1999; Yılmaz, 2003).

Doku ve organlardaki metal birikimi, balıkların su kolonundaki yaşam alanlarına bağlı olarak değişim gösterir. Bir çok araştırmacı (Prudente vd, 1997; Kalay vd, 1999; Romeo vd, 1999; Canlı ve Atlı, 2003; Karayakar vd, 2010) pelajik ve bentik alanlarda yaşayan balıklarla yapmış oldukları çalışmalarda farklı sonuçlar elde etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada Zn sonbahar ve kış mevsiminde pelajik türde daha yüksek düzeyde birikirken, diğer mevsimlerde bentik bölgelerde yaşayan balıkların pelajik bölgelerde yaşayanlara oranla daha yüksek derişimlerde biriktiği saptanmıştır. Tüm mevsimlerde Cu'nun en yüksek birikim düzeyleri bentik türde, Cd'da pelajik bölgelerde yaşayan türde olduğu gözlenmiştir. Bu farklılık, beslenme alışkanlıkları, yaşam alanları gibi ekolojik gereksinimlerinin birbirinden farklı olmasından kaynaklanabilir (Kalay vd, 1999; Yılmaz, 2003).

Balıklarda metal birikim düzeyleri mevsime bağlı olarak değişim gösterir. Bazı araştırmacıların doğal ortamda yapmış oldukları çalışmalarda (Özgür ve Çalta, 2003; Dural vd, 2007; Aktan ve Özan, 2012; Zineb ve Nacera, 2013) mevsimsel olarak farklılıklar saptamışlardır. Yapılan bu çalışmada da incelenen türlerin dokuları arasında mevsimsel olarak farklılıklar gözlenmiştir. Cu bakımından mevsimsel olarak karaciğer dokusunda en yüksek birikim yaz mevsiminde, Zn dalak dokusunda en yüksek birikim kış mevsiminde gözlenirken en düşük birikim yaz mevsiminde, Cd karaciğer dokusunda en yüksek birikim yaz mevsiminde, Pb solungaç dokusunda en yüksek birikim kış mevsiminde saptanmıştır. Doku ve organların metal düzeylerindeki bu mevsimsel değişimler, az da olsa pH, sıcaklık, tuzluluk gibi suyun fiziksel

ve kimyasal özelliklerindeki mevsimsel değişimlerinden (Başyigit ve Tekin-Özan, 2013), kıyasal alanlardaki antropojenik faktörlerin yoğunluğundaki mevsime bağlı değişimlerden (Zineb ve Nacera, 2013) ayrıca türe özgü büyüme ve üreme gibi biyolojik özelliklerindeki değişimlerden kaynaklanabilir (Özgür ve Çalta, 2003; Dural vd, 2007).

Sucul ortamdaki canlılarda doku ve organlardaki birikim metale bağlı olarak farklılık gösterir. Pek çok araştırmacı (Türkmen vd, 2005; Tepe vd, 2008; Agah vd, 2009; Türkmen vd, 2009) yapmış oldukları araştırmalarda metale bağlı olarak doku ve organlarda farklılıklar saptamışlardır. Yapılan bu araştırmada istatistiksel bakımdan metaller arası ayırım gözlenmiştir. En yüksek Zn birikim düzeyi kış mevsiminde dalak dokusunda $2987,50 \pm 19,96 \mu\text{g/g}$, Cu birikimi yaz mevsiminde karaciğer dokusunda $296,53 \pm 6,51 \mu\text{g/g}$, Cd birikimi yaz mevsiminde karaciğer dokusunda $7,19 \pm 0,58 \mu\text{g/g}$ ve Pb birikim düzeyi ise kış mevsiminde solungaç dokusunda $1,22 \pm 0,09 \mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. En yüksekten en düşüğe doğru metaller arası sıralama $\text{Zn} > \text{Cu} > \text{Cd} > \text{Pb}$ şeklinde belirlenmiştir. Metaller arası ayırım, incelenen türlerin farklı beslenme alışkanlıklarından ve yaşam alanlarından kaynaklanabilir (Kalay vd, 1999; Yılmaz, 2003).

Sonuç

Tüm metal iyonlarının yüksek derişimleri, insan sağlığı üzerine tehdit oluşturmasına rağmen, bazı metal iyonlarına, vücut içerisinde metabolik aktivitenin sürdürülebilmesi için düşük derişimlerde gereksinim duyulmaktadır. Bu nedenle, insanların tükettiği yiyecek ve sudaki ağır metal iyonunun seviyeleri önemlidir. Örneklenen tüm türlerde, balıkların tüketilebilir kısmı olan kas dokusunda Zn, Cu, Pb ve Cd düzeyleri belirlenmiş (Tablo 3-6) ve bu düzeylerin Türk Gıda Kodeksi'ne göre, insan tüketimi için, belirtilen kabul edilebilir düzeylerde (Cd : 0.050 mg/kg; Cu : 20.0 mg/kg; Pb : 0.30 mg/kg; Zn: 50.0 mg/kg) (Anonymous, 2002; 2011) olduğu saptanmıştır. FAO (1983)'ya göre ise bu değerler Cd ve Pb için 0.5 mg/kg; Cu ve Zn için 30.0 mg/kg'dır. Vücut ağırlığı 60 kg olan bir bireyin, ağır metalleri günlük tolere edilebilir miktarı, FAO / WHO tarafından, Zn için 60 mg, Cu için 3 mg, Pb için 214 μg olarak belirlenmiş, Cd için herhangi bir değer bildirilmemiştir (Joint FAO/WHO, 1999).

Teşekkür

BAP-FBE-TB(OB)-2013-2 YL numaralı proje ile maddi olarak destek sağlayan Mersin Üniversitesi

Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Ahmed, M.S. & Bibi, S. (2010). Uptake and Bioaccumulation of Water Borne Lead (Pb) in the Fingerlings of a Freshwater Cyprinid, *Catla catla* L. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 20 (3), 201-207.
- Agah, H., Leermakers, M., Marc Elskens, S., Fatemi, M.R. & Baeyens, W. (2009). Accumulation of Trace Metals in The Muscle and Liver Tissues of Five Fish Species from The Persian Gulf. *Environmental Monitoring and Assessment*, 157, 499-514.
- Aktan, N. & Özan, S.T. (2012). Levels of some Heavy Metals in Water and Tissues of Chub Mackerel (*Scomber japonicus*) Compared with Physico-Chemical Parameters, Seasons and Size of the Fish. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22(3), 605-613.
- Anan, Y., Kunito, T., Tanabe, S., Mitrofanov, I. & Aubrey, D.G. (2005). Trace Element Accumulation in Fishes Collected from Coastal Waters of the Caspian Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 51(8-12), 882-888.
- Anonymous, (2002). Regulation of Setting Maximum Levels for Certain Contaminants in Foodstuffs. Official Gazette, October 16, Iss: 24908.
- Anonymous, (2011). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği, Resmî Gazete 29 Aralık, Sayı: 28157.
- Ayas, D., Kalay, M. & Sangün M.K. (2009). Mersin Körfezi'nden Örneklenen Yüzey Suyu ve *Patella* Türlerindeki (*Patella caerulea*, *Patella rustica*) Cr, Cd ve Pb Düzeylerinin Belirlenmesi. *Ekoloji*, 18(70), 32-37.
- Başyigit, B. & Tekin-Özan, S. (2013). Concentrations on Some Heavy Metals in Water, Sediment and Tissues of Pikeperch (*Sander lucioperca*) from Karataş Lake Related to Physico-Chemical Parameters, Fish Size and Seasons. *Polish Journal of Environmental Studies*, 22(3), 633-644.
- Canlı, M. & Atlı, G. (2003). The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean

- fish species. *Environmental Pollution*, 121, 129-136.
- Coles, J.A., Farley, S.R. & Pipe, R.K. (1995). Alteration of the Immune Response of the Common Marine Mussel *Mytilus edulis* Resulting from Exposure to Cadmium. *Diseases of Aquatic Organisms*, 22, 59-65.
- De Conto- Cinier, C, Petit-Ramel, M., Faure, R., Garin, D. & Baouvet, Y. (1999). Kinetics of Cadmium Accumulation and Elimination in Carp *Cyprinus carpio* Tissues. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 122(3), 345-352.
- Dural, M., Göksu, M.Z.L. & Özak, A.A. (2007). Investigation of Heavy Metal Levels in Economically Important Fish Species Captured from the Tuzla Lagoon. *Food Chemistry*, 102, 415-421.
- Erdem, C., Ay, Ö., Cicik, B. & Karayakar, F. (2004). Levels of Copper, Cadmium and Lead in Tissues of Fish (*Cyprinus carpio*, *Capoeta capoeta*) from the Berdan River. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 1(6), 32-37.
- FAO (Food and Agriculture Organization), (1983). Compilation of Legal Limits for Hazardous Substances in Fish and Fishery Products. FAO Fishery Circular No. 764, 5-102. FAO Library An:237535, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Fergusson, J. (1990). *The heavy element: Chemistry, Environmental impact and health effects*. Pergamon Press. Oxford 614s, ISBN 0080348602
- Gatlin, III, D.M. & Wilson, R.P. (1986). Dietary copper requirement of fingerling channel cattish. *Aquaculture*, 54, 277-285.
- Gregory, M.A., Marshall, D.J., George, R.C., Anandraj, A. & McClurg, T.P. (2002). Correlations Between Metal Uptake in the Soft Tissue of *Perna perna* and Gill Filament Pathology After Exposure to Mercury. *Marine Pollution Bulletin*, 45, 114-125.
- Heath, A.G. (1995). *Water pollution and fish physiology*. 2. Edition, CRC Press Inc., Florida USA, 359 s. ISBN 9780873716321
- Hilmy, AM., Shabana, MB. & Daabees, AY. (1985). Effects of Cadmium Toxicity upon the in vivo an in vitro Activity of Proteins and Five Enzymes in Blood Serum and Tissue Homogenates of *Mugil cephalus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 81(1), 145-153.
- Joint FAO/WHO (1999). Expert Committee on Food Additives. Summary and Conclusions, 53rd meeting, Rome, 1–10 June. ISBN 92 4 120896 1
- Kalay, M., Ay, Ö. & Canlı, M. (1999). Heavy Metal Concentrations in Fish Tissues from the Northeast Mediterranean Sea. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 63, 673-681.
- Kalay, M., Koyuncu C.E. & Dönmez, A.E. (2004). Mersin Körfezi'nden Yakalanan *Sparus aurata* (L. 1758) ve *Mullus barbatus* (L. 1758)'un Kas ve Karaciğer Dokularındaki Kadmiyum Düzeylerinin Karşılaştırılması. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 13(52) 23-27.
- Karayakar, F., Karaytuğ, S., Cicik, B., Erdem, C., Ay, Ö. & Çiftçi, N. (2010). Heavy Metal Levels in Five Species of Fish Caught from Mersin Gulf. *Fresenius Environmental Bulletin*, Vol. 19, No 10, 2222-2226.
- Kargın, F. (1996). Seasonal Changes in Levels of Heavy Metals in Tissues of *Mullus barbatus* and *Sparus aurata* Collected from Iskenderun Gulf (Turkey). *Water, Air, & Soil Pollution*, 90, 557-562.
- Murai, T., Andrew, J.W. & Smith, R.G.Jr. (1981). Effects of dietary copper on channel catfish. *Aquaculture*, 22, 353-357.
- Muramoto, S. (1983). Elimination of Copper from Cu-Contaminated Fish by Long Term Exposure to EDTA and Freshwater. *Journal of Environmental Science and Health*, A18(3), 455-461.
- Odzak, N., Zvonaric, T., Kljaković, Z.G., Horvat, M. & Baric, A. (2000). Biomonitoring of Mercury in the Kastela Bay Using Transplanted Mussels. *The Science of the Total Environment*, 261, 61-68.
- Özgür, C. & Çalta, M. (2003). Heavy Metals in Some Tissues and Organs of *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843) Fish Species in Relation to Body Size, Age, Sex and Seasons. *Fresenius Environmental Bulletin* 12(9), 961-966.
- Prudente, M., Kim, E.Y., Tanabe, S. & Tatsu-kawa, R. (1997). Metal Levels in some Commercial Fish Species from Manila Bay,

- the Philippines. *Marine Pollution Bulletin*, 34(8), 671-674.
- Romeo, M., Siau, Y., Sidoumou, Z. & Barelli, M.G. (1999). Heavy Metal Distribution in Different Fish Species from the Mauritania Coast. *The Science of the Total Environment*, 232, 169-175.
- Taylan, Z.S. & Özkoç, H.B. (2007). Potansiyel Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Akuatik Organizmaların Biokullanılabilirliği. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 17-33.
- Tepe, Y., Türkmen, M. & Türkmen, A. (2008). Assessment of Heavy Metals in Two Commercial Fish Species of Four Turkish Seas. *Environmental Monitoring and Assessment*, 146, 277-284.
- Türkmen, A., Türkmen, M., Tepe, Y. & Akyurt, İ. (2005). Heavy Metals in Three Commercially Valuable Fish Species from İskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey. *Food Chemistry*, 91, 167-172.
- Türkmen, M., Türkmen, A., Tepe, Y., Töre, Y. & Ateş, A. (2009). Determination of Metals in Fish Species from Aegean and Mediterranean Seas. *Food Chemistry*, 113, 233-237.
- Victor, K., Patience, A. & Oluwatoyin, A.J. (2012). Accumulation of Lead in the Tissues of Freshwater Catfish *Clarias gariepinus* Exposed to Static Nominal Concentrations of Lead Nitrate. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 3(12), 510-515.
- Yılmaz, A.B. (2003). Levels of Heavy Metals (Fe, Cu, Ni, Cr, Pb and Zn) in Tissue of *Mugil cephalus* and *Trachurus mediterraneus* from İskenderun Bay, Turkey. *Environmental Research*, 92, 277-281.
- Zelikoff, J.T., Bowser, D., Squibb, K.S. & Frenkel, K. (1995). Immunotoxicity of Low Level Cadmium Exposure in Fish: An Alternative Animal Model for Immunotoxicological Studies. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 45, 235-248.
- Zineb, D. & Nacera, D.Y. (2013). Seasonal Variations of some Heavy Metals in Common Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) Collected from El Izdihar Dam of Sidi Abdelli (Tlemcen) in North-Western Algeria. *Annals of Biological Research*, 4(1), 232-237.
- Watanabe, T., Kiron, V. & Satoh, S. (1997). Trace Minerals in Fish Nutrition. *Aquaculture*, 151, 185-207.
- Whitehead P.J.P., Bauchot, M.L., Hureau, J.C., Nilsen, J. & Tortonese, E. (1984). *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean*. Published by the United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO)", Printed in the United Kingdom. Volume I, ISBN 92-3-002215-2; Volume II, ISBN 92-3-002308-6; Volume III, ISBN 92-3-002309-4
- WHO (2001). *Library Cataloguing-in-Publication Data Zinc*. ISBN 92 4 157221 3, (NLM Classification: QD 181.Z6), ISSN 0250-863X, Geneva.
- Winder, C. (1993). Neurotoxicology. Summer-Fall, 14(2-3), 303-317.

Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research

E-ISSN 2149-0236

REVIEW ARTICLE

DERLEME MAKALE

TECHNICAL MEASURES IN ORDER TO DECREASE INTERACTIONS BETWEEN DOLPHINS AND FISHERMEN: PINGERS

Sedat Gönener ORCID ID: [0000-0001-9635-0950](https://orcid.org/0000-0001-9635-0950), Uğur Özsandıkçı ORCID ID: [0000-0002-7246-5494](https://orcid.org/0000-0002-7246-5494)

Sinop University, Faculty of Fisheries, Sinop, Turkey

Received: 20.01.2017

Accepted: 26.05.2017

Published online: 20.06.2017

Corresponding author:

Sedat GÖNENER, Sinop University, Faculty of Fisheries,
57000, Sinop, Turkey

E-mail: sedatgonener@gmail.com

Abstract:

Almost all marine mammal species are in interaction with fishing activities and this interaction frequently results with the death of marine mammals in gillnet fisheries. This situation which results with the death of thousands of harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) and bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) is defined as by-catch (non-target catch) in gillnet fisheries and in this way it is legalized at least partially. These interactions between fisheries and dolphins cause ecologic and social concerns, while that means much more economic losses from the perspective of fishermen. In most of studies which aim to determine necessary measures to reduce by-catch of dolphins, gillnet fisheries is taken as basis and dolphin deterrent devices called pingers are used. In this subject many studies have been carried out in world, while only a few in Black Sea. However, it is still difficult to make an assessment for effectiveness of pingers. In addition to this, many studies including those of performed in Black Sea outline that pingers can keep harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) and bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) away from gillnets for 1-2 years but it is vital that monitoring the situation after this period.

Keywords: Dolphins, Pingers, Fisheries, Black Sea

Introduction

Whale and Dolphin Conservation Society (WDCS) indicates that 300.000 marine mammals have been recorded as by-catch. According to Read et al. (Read et al., 2006), average marine mammal by-catch is determined as 307.753 ±98.303 individuals while most of those consist of harbor porpoise. It is estimated that 10.000 harbor porpoises, which are more common than other marine mammals, are obtained as by-catch per year in only North European Seas. From a broader scale, the rapid decreases in number of harbor porpoises and the occurrence of a serious threat for this species can be barely seen (Franse, 2005). In general, pingers can be considered as a new development in marine mammal conservation and management. Therefore, it is aimed to sought an answer to how effective pingers are to mitigate incidental catch (bycatch) of marine mammals and the depredation that they cause. However, it should be explained that how pingers work and the presence of possible repercussions.

Interactions Between Dolphins and Gillnet Fisheries

Lengths of gillnets used in artisanal fishing reach 50-60 meters starting from a minimum 30 meters as in the case of pelagic driftnet. Studies show that harbor porpoises can detect gillnets via their main ropes, float lines, lead line ropes or floaters, so gillnets can be perceived by harbor porpoises (Row, 2007). However, Goodson et al. (1994) and Au & Jones (1991) report that a case of echolocation which is defined as return of sound pulses transmitted by dolphins after hit an object is not so easy and dolphins may fail sometimes about that. Because; distance of sensing an object may change up to enviromental parameters such as water temperature, turbidity, salinity, underwater noise level. At the same time, it can be vary up to species of dolphins and approach angle to an object. For example; sensing distance in common bottlenose dolphins is between 25-55 m despite to high ambient noise while it is 3-6 m for harbor porpoise even in low noise level (Franse, 2005; Kastelein et al., 1999).

Dolphin by-catches in gillnets can be defined as follows;

- Dolphins do not move in echolocation status always, so that they can be failed to sense fishing nets.
- Dolphins can fail to detect gillnets when they feed in the area where gillnets are located in or vertical water column
- They may easily get caught by gillnets although they are aware of dangerous
- Fish caught in the gillnet can mask the presence of gillnet
- Dolphins can detect nets from adequate distance, however they may not assess the nets as an object which could not be passed over (Au and Jones, 1991; Dawson, 1994, Bordino et al., 2002).

It is possible to examine these interactions or competitions between fishing activities or fishermen and dolphins in two categories: operational and ecological. Operational (direct) competition refers to interactions between fishing gears and dolphins while ecological (indirect) competition defines struggle for same food resources. Such interactions in Blacksea can be defined in two ways. The first one of those is stealing of fish such as red-mullet caught in gillnets with 32-44 mm stretched mesh-size by dolphins (especially bottlenose dolphins) and rupturing of net meanwhile. This situation is named as depredation by certain scientists. The second one is entanglement of dolphins especially harbor porpoises to turbot-gillnets with 280-360 mm stretched mesh-size and resulting with death. This situation is named as by-catch which can be seen in Figure 1. (Gönener and Bilgin, 2007; Gönener and Özdemir, 2012).

Both depredation and by-catch may occur in the same fishing season, however, second situation that is always affected by first situation and interaction largely results with the death of dolphin even if dolphin is still alive in the net as entangled. Because, fishermen look upon both interactions as decreasing fishing catch rate, losses of fish and net, rupturing of nets, loss of time and labor. Furthermore, fishermen assess those interactions as economical and financial loss (Gönener and Bilgin, 2007; Lifelinda, 2007).



Figure 1. Bycatch of dolphin in turbot gillnet (original) (*Phocoena phocoena*)

Reduction of Interactions (Conflicts) Between Dolphins and Fishermen

Rowe, (2007) sorts measures required to reduce by-catches of dolphins in gillnets as follows;

- Fishing activities should be restricted in certain times and areas.
- Fishing nets should be designed to be perceptible danger or obstacle for dolphins.
- Materials which is hard to be detected by dolphins such as monofilament fishing nets should not be used in fisheries, especially in the nights.
- Safe passing zones should be placed on the nets.
- Dolphins approaching the area where the fishing nets should be acoustically warned and deterred.

Efforts to warn dolphins about presence of fishing nets using passive or active acoustic features lay in the center of implementations to reduce dolphin by-catches in gill nets (Dawson, 1991, Rowe,

2007). Additionally, researches to improve auxiliary measures which can provide success of main measures to reduce by-catch of dolphins should be carried out (Au and Jones, 1991).

Dawson, (1994) and Rowe, (2007) indicates that certain changes that aim to reduce dolphin by-catch in gillnets or increase detectability of gillnets by dolphins can be done. These are;

- Coating of all or certain parts of gillnet with materials such as iron-oxide, barium-sulphate
- Obtaining high density monofilament fishing nets with adding metal compounds into polymer
- Placing 2x2 passing grids in the certain parts of gillnet
- Increasing or decreasing size of net
- Placing reflectors to different parts of net

However, these implementations and modifications are restricted with many factors. These factors can be sorted as;

- Modifications in fishing gears must be suitable to commercial fishing conditions (e.g.

coating nets with materials such as barium sulphate, iron-oxide which increase detectability causes them to occupy a large area on the deck and increased net weight which can make towing and hauling more difficult)

- Modifications in fishing gears must be long lasting and durable in commercial fishing conditions
- Changes to be made in structure of fishing net should not cause the danger
- Modifications should be comparatively economic and cheap
- Modifications absolutely should not cause decreasing in catching rates of target species as in the case of obtaining high density monofilament fishing nets with adding metal compounds into polymer
- Changes should be economic and socially applicable.

Therefore, studies and efforts aiming to keep dolphins away from fishing nets using acoustic features are becoming more important. So that, using of

pingers has become mandatory in certain countries. For instance, , fisheries activities without use of pinger devices were prohibited for vessels of 12 m or over in total length in certain areas of European Community waters in accordance with “COUNCIL REGULATION (EC) No: 812/2004” (Caddell, 2005).

What Are Pingers?

Pingers should be defined in two groups in order to reveal differences between them. Acoustic Deterrent Devices (ADD): These are devices with a low intensity (source level: < 150 dB re 1 μ Pa at 1 m) and emits signal in the middle to high frequencies (2.5 – 10 kHz) with higher harmonic frequencies (up to 160 – 180 kHz). ADD pingers can be fixed to fishing nets with hand and are designed to prevent incidental catch of dolphins using ultrasound. Different batteries which last a year, a month or a week are used as energy resource in ADD pingers (Figure 2) (Franse, 2005; Rowe 2007).

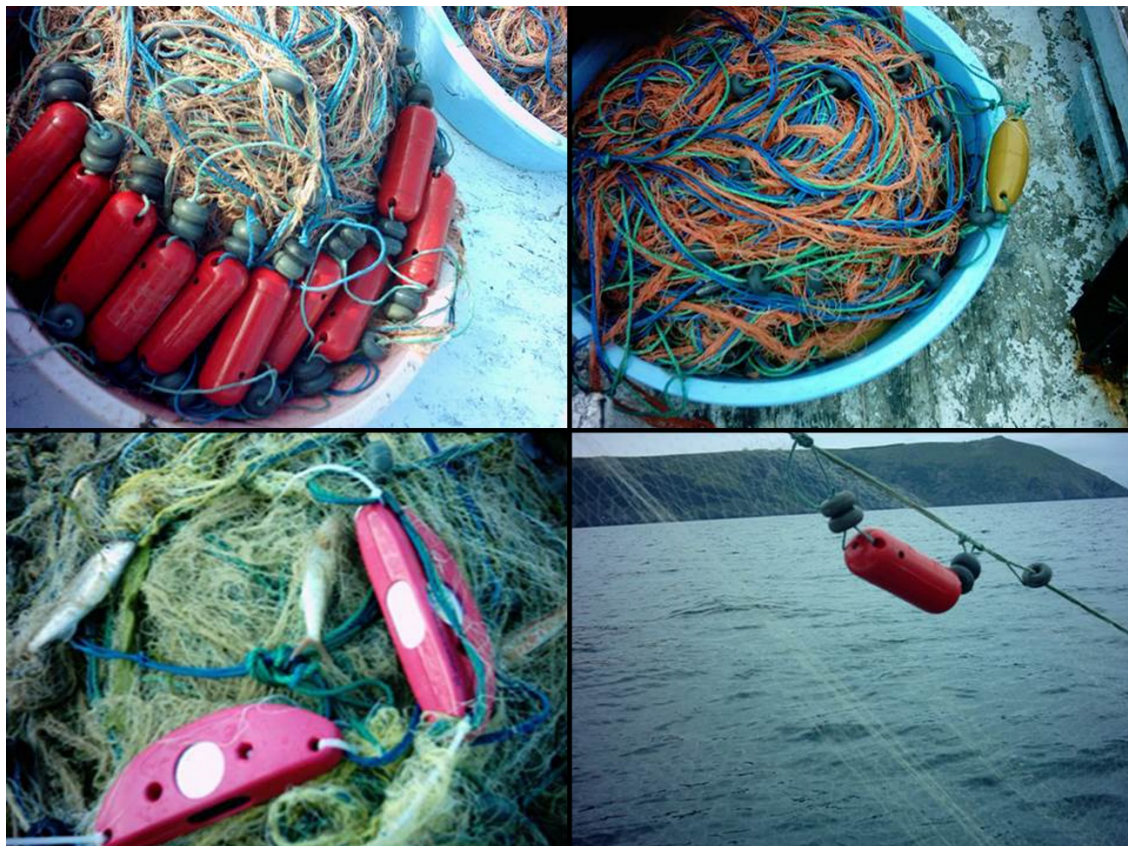


Figure 2. Various ADD pingers (original)

Acoustic Harassment Devices (AHD): Conversely to ADD devices, AHD devices use equipments such as mains electricity or large lead-acid batteries and storage battery as energy resource and they are quite bulky. Those type of devices are mostly used in off-shore fish farming units in order to prevent pinnepids steal fish, keep them away from cages by harrasing them. Therefore an AHD has a relative high source level (>185 dB re 1 μ Pa at 1 m) and emits signals in the middle to high frequencies (5 – 30 kHz) (Franse, 2005; Rowe 2007).

Audiogram of animals desired to be kept away from fishing nets or cages should be known for an effective pinger. According to Kastelein et al., (2002), this audiogram varies between 16 kHz – 140 kHz for harbor porpoises. Hearing accuracy is comparatively low in 64 kHz and at the highest level in frequencies between 100 kHz-140 kHz. This also shows frequency range equaled to echolocation period of harbor porpoises. On the other hand, studies (Au, 1993, Kastelein et al., 2002) outline that bottlenose dolphins have larger hearing frequency range, which is between 75 Hz and 150 kHz. The most sensitive frequency range of bottlenose dolphins changes between 15 kHz and 110 kHz while they emit pulses up to 100 kHz during echolocation period (Franse, 2005).

Some studies which were carried out to estimate effectiveness of pingers in the world are given in Table 1. In most of these studies, it is outlined that pingers can be effective in mitigating incidental catch of dolphins. Nonetheless, many hypothesis were asserted about in which way pingers work and how they can be effective. Most of those hypothesis argue that stimulus and deterrent effects of pingers cause dolphins to move away from area. Beside, there are also a few marginal opinions related to subject such as dolphins move away from area as a result of reaction to conflicts of pulses emitted by dolphins in echolocation period with those emitted by pingers or dolphins swim away from area because they follow fish schools such as herrings fleeing from pulses emitted by pingers.

Possible Side Effects of Using Pingers

Reduction of Catch Rate

Although in many studies (Trippel et al., 1999; Gearin et al, 2000, Culik et al., 2001, Wilson and Dill, 2002), it is proved that pingers do not negatively effect the catch rate of target species, Kraus

et al. (Kraus et al., 1997), asserted that pingers cause reduction in target catch rate in a study performed on Atlantic herring (*Clupea harengus*).

Habitat Exclusion

Another possible side effect of pingers is causing dolphins to move away from their large part of habitats. Especially areas where the river meets the sea are represent gathering, association and reproduction points of dolphins. Therefore, using pingers in these areas may cause considerable issues (Franse, 2005). In their review, Dawson et al., (2013) indicated that the permanent use of pingers in adequate habitats may cause displacement of dolphins from their important habitats especially for species which have small home ranges. On the other hand, considering the fact that pinger signals from the entire Danish gillnet fleet could potentially cover <1% of the porpoises' habitat, displacement does not seem to be a trouble.

Hearing Disorders/Noise Pollution

An effective pinger spreads out sounds, which can be heard by dolphins. However, all dolphins have optimum hearing level, which is up to sound intensity. While pinger pulses at certain level are hardly sensed by some species such as bottlenose dolphins, it may cause hearing disorders in harbor porpoises. As dolphin species are not spatially distributed, it is hard to make a pinger, which will be effective on each dolphin species. (Franse, 2005). On the other hand, since marine animals are tend to be disturbed by human origin noise in their environment, intense sounds may cause negative physiological, auditory, and behavioural effects (Richardson et al., 1995). For this reason, sounds produced by pingers should reduce bycatch of dolphins and other marine mammals, but should not cause noise pollution for other marine fauna (Kastelein et al., 2007).

According to Gordon & Northridge (2002), hearing damage can occur when dolphin get close to active pinger by more than 2 or 3 meters. While Taylor et al. (1997) states that the worst hearing damage occurs in 30 meters distance from pinger, Reeves et al., (2001) indicates that dolphins which are regularly exposed to pinger pulses may also have hearing disorder. Particularly considering the echolocation period, hearing losses or disorders can cause serious physical injuries, which may lead to death (Franse, 2005).

Table 1. Some studies related to determine effectiveness of various acoustic deterrent and harassment devices

Device	Area	Period	Species	Result	Author(s)
Dukane Netmark 1000	Bay of Fundy	Summer 1996 and Summer 1997	Harbor porpoise	Effective reduction in bycatch (77%)	Trippel et al. (1999)
Dukane Netmark 1000	California	August 1996 – October 1997	Short-beaked common dolphin	Significant reduction in bycatch rate	Barlow & Cameron, (2003)
Dukane Netmark 1000	Iracema Beach, Fortaleza	November 1996 – August 1998	Gray dolphin (<i>Sotalia fluviatilis</i>)	Effective in keep away dolphins from area	Monteiro-Neto et al. (2004)
SaveWave (ADD)	Sinop Peninsula	April 2007 – February 2008	Bottlenose dolphin	69.8% reduction in economic loss caused by depredation	Gönener & Özdemir (2012)
Aquamark 200	Sinop Peninsula	December 2005 – January 2006		Effective reduction in depredation	Gönener & Bilgin (2007)
Dukane Netmark 1000	Sinop Peninsula	March – April 2006	Harbor porpoise	Effective reduction in bycatch	Gönener & Bilgin (2009)
Dukane Netmark 1000	Grand Manan Island	June – September 1998	Harbor porpoise	Habituation occurred	Cox et al. (2001)
Future Oceans	Bulgarian Black Sea Coast	April –July 2015		Effective reduction in net damage	Zaharieva et al. (2016)
AHD (ICA S.L)	North-eastern coast of Sardinia	February – June 2009	Bottlenose Dolphin	Ineffective	Diaz Lopez and Marino (2011)
DDD02	Favignana Island, Sicily	Spring - 2006	Bottlenose Dolphin	Effective reduction in depredation (31%)	Buscaino et al. (2009)
Dukane Netmark 1000	Bloody Bay and Lagabay, West Scotland	April – August 2001	Harbor porpoise	Effective reduction in bycatch, Habituation occurred	Carlström et al. (2009)

Another issue which is dependent or independent from hearing disorder is the occurrence of background noise/noise pollution. Failing in echolocation causes dolphins unable to determine fish schools and accordingly serious vital issues may come up (Franse, 2005; Gordon and Northridge, 2002).

Habituation

Thorpe defined behavioral habituation as “gradual waning of responses when a repeated or ongoing stimulus lacks any significant consequences for the animal” (as cited in Richardson et al., 1995). The most indicated side effect stated by researchers such as Cox et al., (2001); Barlow & Cameron, (2003); Dawson et al., (1998) Gordon and Northridge, (2002); Kraus, (1999); Laake et al., (1998); Reeves et al., (2001); Richardson et al., (1995); Trippel et al., (1999) is habituation. Habituation can be defined as ignoring of pinger pulses by dolphins. In this case, presence of pingers have no value. Researches associated with habituation effect are few and carried out in limited time periods. However, long term researches are necessary to investigate habituation effect as it is a major threat to the effectiveness of the pinger (Franse, 2005).

Dinner bell effect

Dinner bell effect is a situation that causes dolphins to learn that they can find a feed at the location of sound resource and gather in that area. In this case, pingers work conversely. It is significantly important to carry out researches to investigate that if dinner bell effect which occurs especially with pinnipeds is a real threat for dolphins or not (Franse, 2005). In a long term study conducted by Carretta and Barlow (2011) between 1990 - 2009, although habituation was not apparent in the in the drift gillnet fishery for swordfish and thresher shark in California, it was outlined that depredation of swordfish catch by California sea lions and bycatch of those animals increased over time with pinger usage pointing the “dinner bell effect”. However authors argued that continuing increase in California sea lion numbers were more likely responsible rather than pinger usage. In another study, it was mentioned that encounter of bottlenose dolphins to fish farming area may increase by the use of AHDs due to animals could realize that there is food near to the sound source (Diaz Lopez and Marino, 2011).

Conclusion

Increasing pinger effectiveness intended for the reduction of harbor porpoise by-catch and prevention of depredation especially caused by bottlenose dolphin is possible with random working principle of pinger. However, even if the pulse frequency, duration and interval is variable, pingers should be considered as short term (e.g two years) solutions for now.

Maintaining researches to investigate the effectiveness of pingers and side effects is the most important subject. Monitoring studies are also very important and suggested by international organizations such as International Council for the Exploration of the Sea, Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic and North Seas and International Whaling Commission. In this way, long term effectiveness of pingers can be monitored and determined.

References

- Au, W.W.L. (1993). The sonar of dolphins. Springer, New York, 277pp. ISBN 13:978-1-4612-8745-2
- Au, W.W.L. & Jones, L. (1991). Acoustic reflectivity of nets: implications concerning incidental take of dolphins. *Marine Mammal Science*, 7, 258–273.
- Barlow, J. & Cameron, G.A. (2003). Field experiments show that acoustic pingers reduce marine mammal bycatch in the California drift gillnet fishery. *Marine Mammal Science*, 19, 265-283.
- Bordino, P., Kraus, S., Albareda, D., Fazio, A., Palmerio, A., Mendez, M. & Botta, S. (2002). Reducing incidental mortality of Franciscana dolphin *Pontoporia blainvillei* with acoustic warning devices attached to fishing nets. *Marine Mammal Science*, 18(4), 833-842.
- Díaz López B. & Fernando M. (2011). A trial of acoustic harassment device efficacy on free-ranging bottlenose dolphins in Sardinia, Italy. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 44(4), 197-208,
- Buscaino, G., Buffa, G., Sara, G., Bellante, A., Tonello, A.J., Hardt, F.A.S. & Mazzola, S. (2009). Pinger affects fish catch efficiency and damage to bottom gill nets related to bottlenose dolphins. *Fisheries Science*, 75(3), 537-544.

- Caddell, R. (2005). By-catch mitigation and the protection of cetaceans: recent developments in EC law. *Journal of International Wildlife Law & Policy*, 8(2-3), 241-259.
- Carlström, J., Berggren, P. & Tregenza, N.J. (2009). Spatial and temporal impact of pingers on porpoises. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 66(1), 72-82.
- Carretta, J.V., Barlow, J. (2011). Long-term effectiveness, failure rates, and “dinner bell” properties of acoustic pingers in a gillnet fishery. *Marine Technology Society Journal*, 45(5), 7-19.
- Cox, T.M., Read, A.J., Solow, A., Tregenza, N. (2001). Will harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) habituate to pingers? *Journal of Cetacean Research and Management*, 3, 81-86.
- Culik, B.M., Koschinski, S., Tregenza, N. & Ellis, G.M. (2001). Reactions of harbor porpoises *Phocoena phocoena* and herring Clupean harengus to acoustic alarms. *Marine Ecology Progress Series*, 211, 255-260.
- Dawson, S.M. (1991). Incidental catch of Hector’s dolphin in inshore gillnets. *Marine Mammal Science*, 7(3), 283-295.
- Dawson, S.M. 1994. The potential for reducing entanglement of dolphins and porpoises with acoustic modifications to gillnets. *Report to the International Whaling Commission (Special issue)*, 15, 573-578.
- Dawson, S.M., Read, A.J. & Slooten, E. (1998). Pingers, porpoises and power; uncertainties with using pingers to reduce bycatch of small cetaceans. *Biological Conservation*, 84, 141-146.
- Dawson, S.M., Northridge, S., Danielle, W. & Read, A.J. (2013). To ping or not to ping: the use of active acoustic devices in mitigating interactions between small cetaceans and gillnet fisheries. *Endangered Species Research*, 19, 201-221.
- Franse, R. (2005). Effectiveness of acoustic deterrent devices (pingers). Leiden, the Netherlands: Universiteit Leiden, Centrum voor Milieuwetenschappen. 33 p.
- Gearin, P.J., Goshko, M.E., Laake, J.L., Cooke, L., DeLong, R.L. & Hughes, K.M. (2000). Experimental testing of acoustic alarms (pingers) to reduce by-catch of harbour porpoise, *Phocoena phocoena*, in the state of Washington. *Journal of Cetacean Research and Management*, 2, 1-10.
- Gönener, S. & Bilgin, S. (2007). The Effects of Acoustic Pingers on Dolphins Depredation around Sinop Peninsula (Black Sea, Turkey) in Bottom-Set Gillnets. *Firat University Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2), 121-127.
- Gönener, S. & Bilgin, S. (2009) The effect of pingers on harbour porpoise, *Phocoena phocoena* bycatch and fishing effort in the turbot gill net fishery in the Turkish Black Sea coast. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 9(2), 151-158.
- Gönener, S. & Özdemir, S. (2012). Investigation of the interaction between bottom gillnet fishery (Sinop, Black Sea) and bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in terms of economy. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12(1), 115-126.
- Goodson, A.D., Mayo, R.H., Klinowska, M. & Bloom, P.R.S. (1994). Field testing passive acoustic devices designed to reduce the entanglement of small cetaceans in fishing gear. *Report to the International Whaling Commission, Special Issue 15*, 597-605.
- Gordon, J. & Northridge, S. (2002). Potential impacts of Acoustic Deterrent Devices on Scottish Marine Wildlife. Scottish Natural Heritage Commissioned Report F01AA404.
- Kastelein, R.A., Au, W.W.L., Rippe, H.T. & Schooneman, N.M. (1999). Target detection by an echolocating harbor porpoise (*Phocoena phocoena*). *The Journal of the Acoustical Society of America*, 105(4), 2493-2498.
- Kastelein, R.A., Bunskoek, P., Hagedoorn, M., Au, W.W.L. & de Haan, D. (2002). Audiogram of a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) measured with narrow-band frequency-modulated signals. *Journal of the Acoustical Society of America*, 112, 334-344.
- Kastelein, R. A., van der Heul, S., van der Veen, J., Verboom, W.C., Jennings, N., de Haan, D. & Reijnders, P.J. (2007). Effects of acoustic alarms, designed to reduce small cetacean bycatch in gillnet fisheries, on the behaviour of North Sea fish species in a large tank. *Marine Environmental Research*, 64(2), 160-180.

- Kraus, S. (1999). The once and future ping: challenges for the use of acoustic deterrents in fisheries. *Marine Technology Society Journal*, 33(2), 90-93.
- Kraus, S.D., Read, A.J., Solow, A., Baldwin, K., Spradlin, T., Anderson, E. & Williamson, J. (1997). Acoustic alarms reduce porpoise mortality. *Nature*, 388(6642), 525-525.
- Laake, J., Rugh, D. & Baraff, L. (1998). Observations of harbor porpoise in the vicinity of acoustic alarms on a set gill net. NOAA Technical Memorandum NMFS-AFSC-84.
- Lifelinda. (2007). Estimation des pertes de production selon différents types de filets, selon différentes techniques de pêche et impact des interactions sur les engins de pêche (2007 Rapport Final). Retrieved from: http://www.lifelinda.org/upload/tele/rapport_final_oec.pdf
- Monteiro-Neto, C., Avila, F.J.C., Alves, T.T. Jr., Araujo, D.S., Campos, A.A., Martins, A.M.A., Parente, C.L., Furtado-Neto, M.A.A. & Lien, J. (2004). Behavioral responses of *Sotalia fluviatilis* (Cetacea, Delphinidae) to acoustic pingers, Fortaleza, Brazilian. *Marine Mammal Science*, 20, 145-151.
- Read, A.J., Drinker, P. & Northridge, S.P. (2006). By-catches of marine mammals in US fisheries and a first attempt to estimate the magnitude of global marine mammal by-catch. WWF-UK.
- Reeves, R.R., Read, A.J. & Notarbartolo di Sciara, G. (2001). Report of the Workshop on Interactions between Dolphins and Fisheries in the Mediterranean: Evaluation of Mitigation Alternatives. Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare, Rome, Italy. 44 pp.
- Richardson, W.J., Greene Jr, C.R., Malme, C.I. & Thomson, D.H. (1995). Marine mammals and noise. Academic press, 576pp. ISBN 978-0-08-057303-8
- Rowe, S.J. (2007). A review of methodologies for mitigating incidental catch of protected marine mammals Science & Technical Publishing Department of Conservation PO Box 10420, The Terrace Wellington 6143, New Zealand. ISBN 978-0-478-14315-7
- Taylor, V.J, Johnston, D.W. & Verboom, W.C. (1997). In: Proceeding Symposium on Biosonar and Bioacoustics, Loughborough University U.K. pp. 267-275.
- Trippel, E.A., Strong, M.B., Terhune, J.M. Conway, J.D. (1999). Mitigation of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) by-catch in the gillnet fishery in the lower Bay of Fundy. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 56, 113-123.
- Wilson, B. & Dill, L.M. (2002). Pacific herring respond to simulated odontocete echolocation sounds. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59, 542-553.
- Zaharieva, Z., Spasova, V., & Gavrilov, G. (2016). First attempt to understand the effect of pingers on static fishing gear in Bulgarian Black Sea coast. *ZooNotes*, 1(91), 1-3.