Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research
limnofish
http://www.limnofish.org

Heavy Metal Accumulation in Wetland Plants and Water-Sediment Relationship in Köprüören-Kütahya

Betül AKIN **Nüket Akanıl BİNGÖL***

Dumlupınar University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, 43100 Kütahya, Turkey

ABSTRACT

We investigated the concentrations of boron, zinc, arsenic, silver, lead, copper, cadmium and chromium in water, sediment and boron, zinc and arsenic in some wetland plants (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud, *Typha latifolia* L., *Nasturdium officinale* L., *Lemna minor* L., *Lythrum salicaria* L., and *Ceratophyllum demersum* L.) of Kocasu Stream and two related ponds in Köprüören, Kütahya. According to our results, among the eight heavy metals investigated in this study, arsenic was found at high concentration in sediment (288.66 mg/kg) whereas boron (903 µg/L) was detected in the highest concentration in water samples. We also determined that zinc, boron and arsenic concentrations in plants varied from 70 to 280, 37.6 to 1682.5, and 0.2 to 34 mg/kg dry weight (DW), respectively. As a result, it was found that *C. demersum*, *L. minor* and *N. officinale* had the highest accumulation capacity of zinc, boron and arsenic.

Keywords: Bioaccumulation, heavy metal, sediment, water, wetland plants

ARTICLE INFO

RESEARCH ARTICLE

Received : 18.04.2018
Revised : 21.12.2018
Accepted : 25.01.2019
Published : 27.08.2019

DOI:10.17216/LimnoFish.416601

**** CORRESPONDING AUTHOR***

nuket.abingol@dpu.edu.tr
Phone : +90 274 265 2051/3288

Köprüören-Kütahya'da Yayılış Gösteren Sulak Alan Bitkileri Tarafından Ağır Metal Akümülasyonu ve Su-Sediment İlişkisi

Öz: Köprüören, Kütahya'da bulunan Kocasu Nehri ile bu nehirle bağlantısı bulunan iki göletin kenarlarında yayılış gösteren bazı sulak alan bitkilerindeki (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud, *Typha latifolia* L., *Nasturdium officinale* L., *Lemna minor* L., *Lythrum salicaria* ve *Ceratophyllum demersum* L.) bor, çinko ve arsenic miktarları ile su ve sedimentteki bor, çinko, arsenik, gümüş, kurşun, bakır, kadmiyum ve krom konsantrasyonları tarafımızdan araştırılmıştır. Bu çalışmada araştırılan sekiz ağır metal arasından, arsenik sedimentte yüksek konsantrasyonda bulunurken (288,66 mg/kg), su numunelerinde en yüksek konsantrasyonda bor (903 µg/L) tespit edilmiştir. Ayrıca, bitkideki çinko, bor ve arsenik konsantrasyonlarının sırasıyla 70-280, 37,6-1682,5 ve 0,2-34 mg/kg kuru ağırlık arasında değiştiği saptanmıştır. Sonuç olarak, *C. demersum*, *L. minor* ve *N. officinale*'nin en yüksek çinko, bor ve arsenik biriktirme kapasitesine sahip olduğu bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Biyoakümülasyon, ağır metal, sediment, su, sulak alan bitkileri

How to Cite
Akın B, Bingöl NA. 2019. Heavy Metal Accumulation in Wetland Plants and Water-Sediment Relationship in Köprüören-Kütahya. LimnoFish. 5(2): 76-82. doi: 10.17216/LimnoFish.416601

Introduction

Heavy metal pollution caused by arsenic (As), boron (B), zinc (Zn), lead (Pb), cadmium (Cd) in fresh waters is one of the most important global environmental issue that we are facing.

Untreated discharges of textiles, metal finishing, mining, ceramic and pharmaceutical industries contaminate freshwaters with heavy metals. Along with the increase in concentrations of heavy metals in freshwater ecosystems, bioaccumulation of these heavy metals by plant and animal species also increasing, and so open a way to toxicity in these living groups (Tchounwou et al. 2012; Priti and Biswajit 2016).

Among heavy metals, Zn and B are essential microelements for plant growth and development (Nable et al. 1997; Broadley et al. 2012). However, when B reaches high levels in the environment (i.e. above 1 mg B/L), it is considered a serious threat to the freshwater resources used for drinking and agriculture purposes (WHO 1998). If boron is deposited at high levels in plant organs, it can cause toxicity symptoms characterized by reduction of shoot-root growth, low chlorophyll content,

leaf deformations, chlorosis, necrosis, inhibition of pollen germination (Howe 1998; Chen et al. 2014; Farag and Zhang 2014; Tripathi et al. 2015).

Zn, enters the environment through industrial wastes, sewage sludge and acid rains, is one of the most common elements on earth (Paschke et al. 2006). Zn is an essential trace element that plays important roles in carbohydrate, lipid and nucleic acid metabolisms along with enzyme activation in plants. Zn is an indispensable micronutrient for plant development, but it can cause toxicity in plants when it reaches high levels in soil and water sources. Although the toxicity threshold of Zn for plants is uncertain, the visible toxicity symptoms such as curling of young leaves, browning leaf tips and chlorosis appear above 300 mg Zn/kg leaf DW (Broadley et al. 2007; Sharma et al. 2013; Tripathi et al. 2015).

Even though biological function of arsenic is not known well, there are studies showing that As is an essential nutrient for rats, hamsters, minipigs, goats and chickens (Uthus 1992). On the other hand, it limits the uptake of Fe and Zn, essential for human health, by plants (Li et al. 2016). Arsenic enters the environment through anthropogenic activities such as mining, metal smelting and burning of fossil fuels. It is toxic in high concentrations and causes decrease in fertility, yield and fruit production in plants (Smedley and Kinniburgh 2002; Finnegan and Chen 2012).

Heavy metals are toxic for plants, but some plants are capable of growing in soils and fresh waters with high concentrations of heavy metals and accomplish their detoxification of these metals by various defense mechanisms (Ali et al. 2013). Heavy metal hyperaccumulating plants such as *Thlaspi caerulescens* L., *Polygonum amphibium* L., *Lemna minor* L., *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms., *Pistia stratiotes* L. are used to remove heavy metals from contaminated ecosystems (Arthur et al. 2005; Lone et al. 2008; Rahman and Hasegawa 2011; Moosavi and Seghatoleslami 2013).

There are important metallic mineral and industrial raw material resources mainly boron, chromium, silver, alunite, antimony, copper-lead-zinc, iron, manganese, magnesite, cement raw materials, feldspar, gypsum, fluorite and sand-gravel in Kütahya (Hastorun 2017). In addition, the largest silver deposit of Turkey is located about 7 km south of the Köprüören, Kütahya. Köprüören region fresh waters, on the banks of the Kocasu stream and two ponds, are used by local people for irrigation purposes. On the other hand, Kocasu stream feeds Felent stream as important water potential for Porsuk River (Anonymous 2017). Unfortunately, silver mining activities cause As, Pb, Sb and Zn pollution in soil and surface waters in the area (Arslan and Çelik 2015). On May 7 of 2011, one of the waste storage reservoir pools of the silver factory in Gümüşköy had collapsed. Right after the collapsing, the investigation in the area by authorities reported the necessity of monitoring the region in terms of environmental and health effects (Türkkan ve Soysal 2011). For this reason, our study determined (1) the heavy metal concentrations in sediment and water of two ponds and Kocasu stream in Köprüören where heavy metals inputs were mainly due to mining, municipal wastewaters and farming, and (2) the ability of some wetland plants to accumulate B, Zn and As, and (3) investigation of the potential of these plants applicable for phytoremediation studies.

Material and Methods

Study site

Köprüören is located in the western part of Kütahya and 21 km away from city center. There are two ponds and one stream called Kocasu in the region. One of the ponds, pond 1, has 63.86 m length and 40.97 m width, and the other one, pond 2, has 17.49 m length and 14.23 m width (Figure 1, Table 1). The ponds are fed with groundwater and water of the each pond falls into Kocasu stream. Pond 1 is surrounded by fences and used as a recreational area by local people. There are no fences around pond 2 and not used as recreational area. Plant species showing distribution along the pond 1, pond 2 and Kocasu stream are: *Lythrum salicaria* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud, *L. minor* L., *Typha latifolia* L., *Nasturdium officinale* L., and *Ceratophyllum demersum* L.

Sample collection

Samples were collected from pond 1, pond 2 and Kocasu stream in August 2016 in order to determine the B, Zn, As, Ag, Pb, Cu and Cr concentrations in sediment, water and plant species. Sediment, water and plant samples were collected from nine study points. Sediment samples were collected with scoop with low current velocities in depth of 0-5cm. After sampling, sediment samples were sealed in clean polypropylene (PP) containers.

In addition, water samples were collected from each study points and placed in PP bottles. Sediment and water samples were kept in a cooler at 4 °C and transported to the laboratory immediately for further analysis. Plant samples were collected, transported to the laboratory and air-dried at 70°C for 48 h.

Analyses of samples

Heavy metal analyses of all sediments, water and plant samples were performed in Kütahya Dumlupınar University, Advanced Technologies Centre, Kütahya. First, sediment samples were air-dried and removed foreign materials by passing the

dried samples through a 2 mm sieve and then stored in polypropylene bottles (Đozić et al. 2014). Water samples were filtered to remove suspended materials and stored in PP bottles at 4 °C in the refrigerator until heavy metal analysis were performed. Dried plant samples were grounded and 0.1 g plant samples were digested with nitric acid (Merck, Germany) and hydrogen peroxide (Merck, Germany) (Kaçar and İnal 2008). For heavy metal content determinations, sediment and plant samples were digested and the concentrations of heavy metals (Zn, B, Pb, As, Ag, Cd, Cu and Cr) in sediment, water, and plant were analyzed by Atomic Absorption Spectrometer (AAS, Analytikjena ContrAA 300) (Kütahya Dumlupınar Üniversitesi 2018).

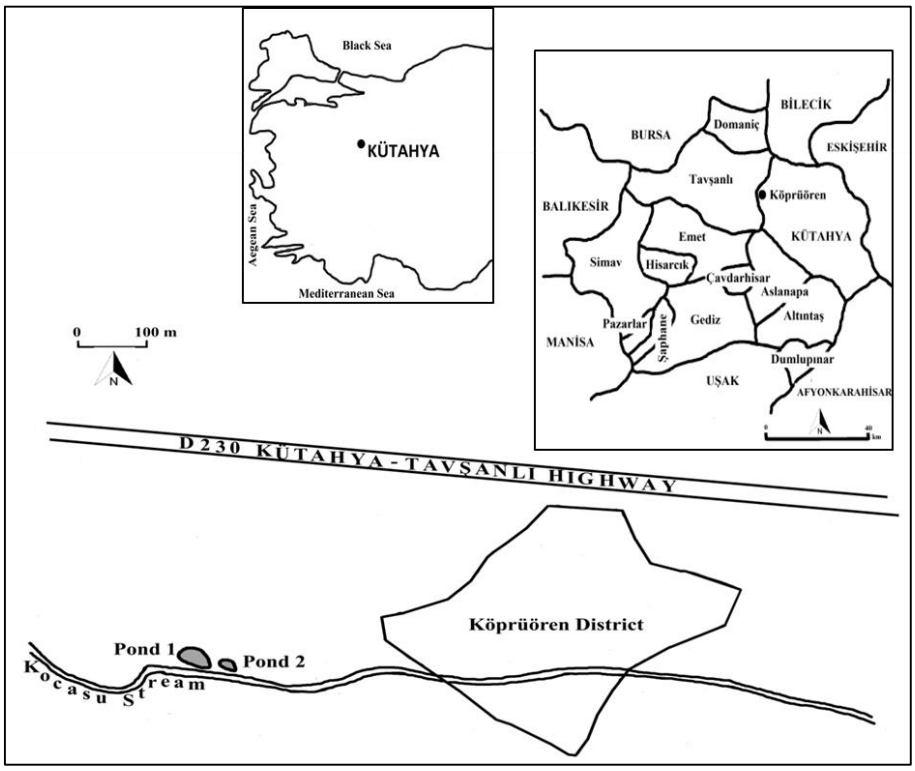


Figure 1. Location of pond 1, pond 2 and Kocasu Stream in Köprüören District.

Table 1. Locations of sampling points.

Study Sites	Sampling Points	Sample Type	Coordinates Latitude	Longitude
Pond 1	1	Water Sediment Plant	39° 30' 27"	29° 44' 59"
	2	Water Sediment Plant	39° 30' 27"	29° 44' 55"
	3	Water Sediment Plant	39° 30' 26"	29° 44' 59"
Pond 2	1	Water Sediment Plant	39° 30' 25"	29° 45' 00"
	2	Water Sediment Plant	39° 30' 26"	29° 45' 01"
	3	Water Sediment Plant	39° 30' 25"	29° 45' 02"
Stream	1	Water Sediment Plant	39° 30' 25"	29° 45' 00"
	2	Water Sediment Plant	39° 30' 26"	29° 45' 01"
	3	Water Sediment Plant	39° 30' 25"	29° 45' 02"

Statistical analysis

All values were expressed as the mean ± standard deviation of triplicates. Results were evaluated by JMP 6 SAS (JMP SAS 1995) statistical program. F-test was used to determine the differences between the heavy metal accumulation in plants at $p<0.05$ level. TUKEY-HSD multiple comparison test was used on these applications that statistically different according to F-test.

Results

The results of heavy metal analysis in sediment and water samples were presented in Table 2. According to AAS results, Ag, Cd, Cu and Cr were detected below detection limit in sediment samples. Zn, B, As and Pb concentrations varied from 133.98 to 215.88, 132.57 to 170.71, 86.49 to 233.44 and 17.19 to 288.66 mg/kg in sediment, respectively. When the distribution of heavy metal concentration were considered, while Pb, As, Ag, Cd, Cu and Cr were under detection limit, Zn and B concentrations varied from 31 to 65 µg/L and from 800 to 903 µg/L in water, respectively. According to the results of our study, it was determined that heavy metals in sediment were higher than water (Table 2).

Table 2. Mean heavy metal concentrations of sediment and water samples in pond 1, pond 2 and Kocasu Stream, Kütahya.

		Zn*	B*	Pb*	As**
Heavy metals in sediment (mg/kg)	Pond 1	150.76 ± 69.97***	170.71± 27.09	86.49 ± 63.00	29.72 ± 17.50
	Pond 2	133.98 ± 14.01	132.57 ± 30.31	170.83 ± 86.43	17.19 ± 6.54
	Stream	215.88 ± 90.02	141.66 ± 66.59	233.44 ± 107.81	288.66 ± 162.50
Heavy metals in water (µg/L)	Pond 1	65 ± 98.11	800 ± 92.31	BDL[1]	BDL[2]
	Pond 2	31 ± 7.5	811 ± 105.06	BDL[1]	BDL[2]
	Stream	36 ± 20.28	903 ± 266.47	BDL[1]	BDL[2]

* Flame Atomic Absorption Spectrometry, ** Hydride Generation Atomic Absorption Spectrometry
[1] Below Detection Limit (<0.1 mg/L), [2] Below Detection Limit (<5 µg/ml).
*** Standard error, n=3

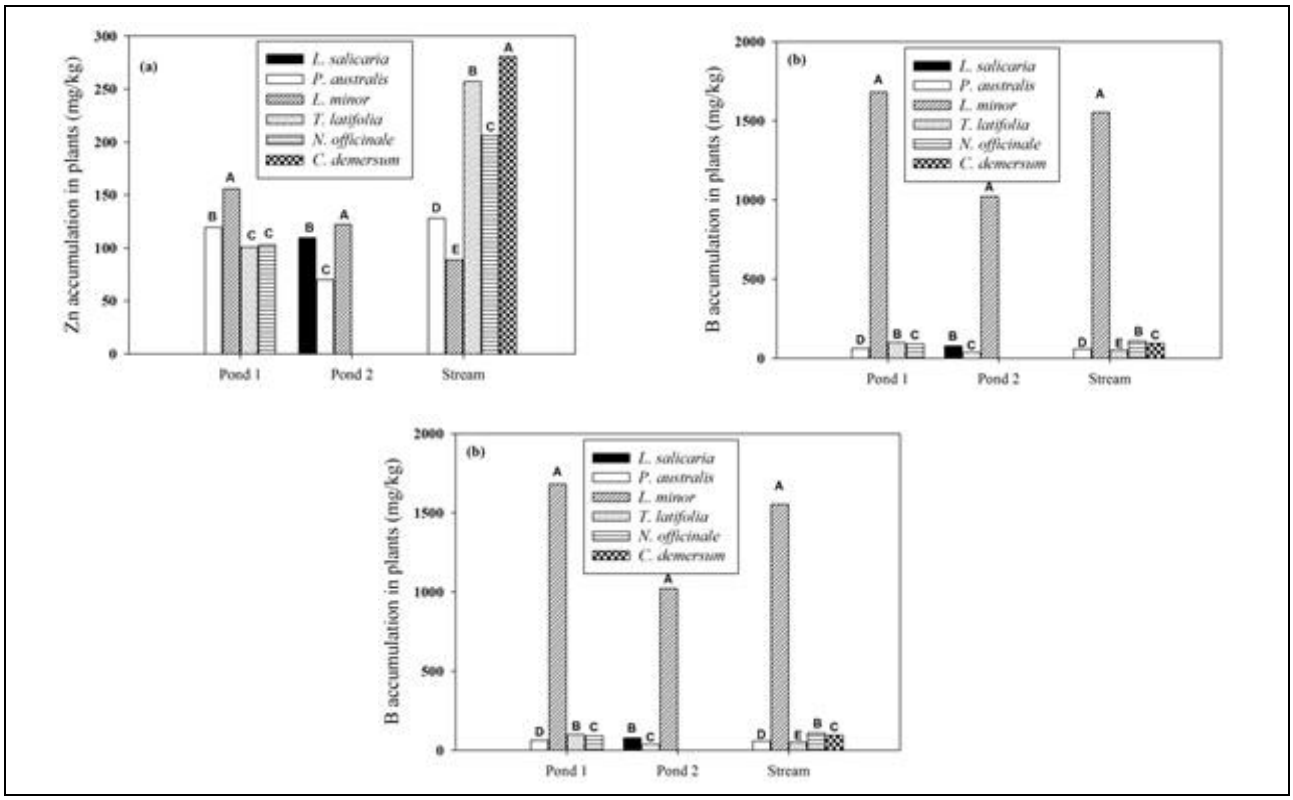


Figure 2. Zinc (a), boron (b) and arsenic (c) accumulation (mg/kg) in *L. salicaria, P. australis*, *L. minor*, *T. latifolia*, *N. officinalis*, and *C. demersum* that show distribution along the pond 1, pond 2 and Kocasu stream, Kütahya.

Heavy metal accumulations in plants were presented in Figure 2. While maximum Zn accumulation was obtained in *C. demersum* (280 ± 0.67 mg/kg), minimum Zn accumulation was determined in *P. australis* (70.1 ± 0.58 mg/kg). When Zn accumulation ability of plants in pond 1 was compared to each other, there were statistically significant differences between mean Zn accumulations of plants. *L. minor* plant (155.8 ± 0.26 mg/kg) zinc accumulation potential is statistically

important than *P. australis* (119.3 ± 0.79 mg/kg), *T. latifolia* (100.6 ± 0.67 mg/kg) and *N. officinale* (103 ± 0.10 mg/kg) in pond 1. In addition, *C. demersum* (280 ± 0.57 mg/kg) in stream and *L. minor* (122.3 ± 0.75 mg/kg) in pond 2 had more accumulation capacity of Zn than others.

Boron concentrations of the plants in pond 1, pond 2 and stream varied from 37.6 ± 0.31 to 1682.5 ± 0.84 mg/kg. The results of statistical analyses showed that the maximum boron accumulation was found in *L. minor* and minimum boron accumulation was found in *P. australis* in all points (Figure 2).

Arsenic concentrations of the plants in pond 1, pond 2 and Kocasu stream varied from 0.2 ± 0.06 to 34 ± 0.53 mg/kg. The maximum arsenic accumulation was found in *N. officinale* (34 ± 0.53 mg/kg) and *C. demersum* (16 ± 0.76 mg/kg) grown in stream. Thus, the arsenic accumulation by *N. officinale* was considerably higher than other aquatic plants. The minimum As accumulation was found in *P. australis* (Figure 2).

Discussion

Among the eight heavy metals investigated in Kocasu stream and two related ponds in Köprüören, arsenic and boron were found at high concentrations in sediment and water samples, respectively. Arslan and Çelik 2015 found that pollution index values were high in stream sediments collected from Köprüören Basin. On the other hand, Çiçek et al. 2013 and Tokatlı et al. 2012 also found that Köprüören village and Felent River were ecologically at risk in term of arsenic heavy metal.

In this study, it was found that the concentrations of Pb and Cr in the water samples collected from Kocasu Stream and related two ponds were below detection limit. However, Yuce et al. 2005 and Kose et al. 2015 have found that concentration of Pb and Cr metals in Porsuk River were over the maximum contamination level. It was thought that the reason for the increase in concentration of these metals is associated with the wastewater contamination from porcelain factories along Porsuk River.

The highest zinc accumulation was observed in *C. demersum* and *T. latifolia* in Kocasu stream. Ghobrial (2000) showed that *C. demersum* could accumulate high concentration of Zn inside its tissues and acts as biological filter for detoxification of domestic effluents. According to research of Kumari and Tripathi (2015), *T. latifolia* plant has the best removal capacity of Zn among Cu, Fe, Ni, Cr, Pb and Cd heavy metals (52.4%). Klink et al. (2013) have stated more zinc was accumulated in root of *T. latifolia* than its stem, so they have identified it as root accumulator plant.

It has been found that *L. minor* accumulate higher concentrations of B than *N. officinale*, *T. latifolia*, *C. demersum*, *L. salicaria*, *P. australis*. Lemna spp., floating aquatic plant, accumulates high concentration of B with its whole plant surface (Del-Campo Marin and Oron 2007; Böcük et al. 2013). Gür et al. (2016) found that *L. minor* accumulated 4007 mg B/kg after a 7-day treatment period. Tatar and Öbek (2014) also determined that B uptake by *L. minor* changes between 140 mg B/g and 274 mg B/g.

N. officinale and *C. demersum* plants were found to accumulate maximum Arsenic in their tissues. *N. officinale* can accumulate high concentration of Arsenic in roots, shoots and leaves under favorable growth conditions (Rahman and Hasegawa 2011; Kisten et al. 2015). According to Ozturk et al. (2010) watercress (*N. officinale*) can accumulate large amounts of Arsenic in its leaves when the plant exposed to 50 M of As. On the other hand, Gounden et al. (2016) determined that watercress plants exposed to over 5 ppm As died after one week of treatment. There are reports about As accumulation presented by a number of authors including Mishra et al. (2013), Srivastava et al. (2014) and Xue et al. (2012), and they all have indicated that *C. demersum* was a potential As accumulator submerged macrophyte plant (76 µg As/g d.w, 489 µg As/g d.w. and 963 µg As/g d.w., respectively).

In recent years, heavy metal pollution due to industrial and agricultural activities has threatened water ecosystems. Especially metal mines and mine processing activities in Kütahya have caused heavy metal pollution in fresh waters. Aquatic plants and macrophytes are one of the main biological component of the fresh water, and able to accumulate high concentrations of heavy metals in their tissues (Matache 2013). In the present study, heavy metal accumulation in some wetlands plants and its relation with sediment and water in Köprüören-Kütahya were investigated. The data showed that while Zn, B, Pb and As was found in the sediments, only Zn and B heavy metals were detected in water samples and B, Zn and As were found in plants. In this study, it was cleared that *C. demersum*, *L. minor* and *N. officinale* have high capacity to accumulate heavy metal in their tissues, and these aquatic plants can be used for phytoremediation.

References

Ali H, Khan E, Sajad MA. 2013. Phytoremediation of heavy metals-concepts and applications. Chemosphere. 91(7):869-881. doi: 10.1016/j.chemosphere.2013.01.075

Anonymous 2017. The environmental situation report of Kütahya city. Kütahya: Kütahya Governorship Environment and Urbanisation Province Directorate 153 p. [in Turkish]

Arslan Ş, Çelik M. 2015. Assessment of the pollutants in soils and surface waters around Gümüş Köy Silver Mine (Kütahya, Turkey). B Environ Contam Tox. 95(4):499-506. doi: 10.1007/s00128-015-1613-6

Arthur EL, Rice PJ, Rice PJ, Anderson TA, Baladi SM, Henderson KLD, Coats JR. 2005. Phytoremediation - an overview. Crit Rev Plant Sci. 24(2):109-122. doi: 10.1080/07352680590952496

Böcük H, Yakar A, Türker OC. 2013. Assessment of *Lemna gibba* L. (duckweed) as a potential ecological indicator for contaminated aquatic ecosystem by boron mine effluent. Ecol Indic. 29:538-548. doi: 10.1016/j.ecolind.2013.01.029

Broadley MR, White PJ, Hammond JP, Zelko I, Lux A. 2007. Zinc in plants. New Phytol. 173:677-702. doi: 10.1111/j.1469-8137.2007.01996.x

Broadley MR, Brown P, Cakmak İ, Rengel Z, Zhao F. 2012. Function of nutrients: Micronutrients. In: Marschner P. editor. Mineral Nutrition of Higher Plants. USA: Academic Press. p. 191-243.

Chen M, Mishraa S, Heckathorna SA, Frantzb JM, Krauseb C. 2014. Proteomic analysis of *Arabidopsis thaliana* leaves in response to acute boron deficiency and toxicity reveals effects on photosynthesis, carbohydrate metabolism, and protein synthesis. J Plant Physiol. 171(3-4):235-242. doi: 10.1016/j.jplph.2013.07.008

Çiçek A, Tokatli C, Köse E. 2013. Ecological risk assessment of heavy metals in sediment of Felent Stream, Sakarya River Basin, Turkey. Pakistan J Zool. 45(5):1335-1341.

Del-Campo Marin CM, Oron G. 2007. Boron removal by the duckweed *Lemna gibba*: A potential method for the remediation of boron-polluted waters. Water Res. 41(20):4579-4584. doi: 10.1016/j.watres.2007.06.051

Đozić A, Selimbašić V, Cipurković A, Tanjić I, Uljić M, Zohorović M. 2014. Metal pollution assessment in sediments of the Spreča River. Technologica Acta. 7(1):69-79.

Farag M, Zhang MF. 2014. Effect of boron toxicity stress on seed germination, root elongation and early seedling development of watermelon *Citrullus lanatus* Thumb. J Anim Plant Sci. 21(2):3313-3325.

Finnegan PM, Chen W. 2012. Arsenic Toxicity: The effects on plant metabolism. Front Physiol. 3:1-18. doi: 10.3389/fphys.2012.00182

Ghobrial MG. 2000. Treatment of cadmium, copper, zinc and iron in wastewater by the hornwort *Ceratophyllum demersum*. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries. 4(1):35-46. doi: 10.21608/ejabf.2000.1639

Gounden D, Kisten K, Moodley R, Shaik S, Jonnalagadda SB. 2016. Impact of spiked concentrations of Cd, Pb, As and Zn in growth medium on elemental uptake of *Nasturtium officinale* (watercress). J Environ Sci Heal B. 51(1):1-7. doi: 10.1080/03601234.2015.1080477

Gür N, Türker OC, Böcük, H. 2016. Toxicity assessment of boron (B) by *Lemna minor* L. and *Lemna gibba* L. and their possible use as model plants for ecological risk assessment of aquatic ecosystems with boron pollution. Chemosphere. 157:1-9. doi: 10.1016/j.chemosphere.2016.04.138

Hastorun S. 2017. The Mineral Industry of Turkey. 2014 U.S. Geological Survey Minerals Yearbook, Turkey. 46.1-46.26.

Howe PD. 1998. A review of boron effects in the environment. Biol Trace Elem Res. 66(1-3):153-166. doi: 10.1007/BF02783135

JMP SAS 1995. JMP. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc 302 p. p.

Kaçar B, İnal A. 2008. Bitki Analizleri. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti 892 p. [in Turkish].

Kisten K, Gounden D, Moodley R, Jonnalagadda SB. 2015. Elemental distribution and uptake by watercress (*Nasturtium aquaticum*) as a function of water quality. J Environ Sci Heal B. 50(6):439-447. doi: 10.1080/03601234.2015.1011971

Klink A, Macioł A, Wisłocka M, Krawczyk J. 2013. Metal accumulation and distribution in the organs of *Typha latifolia* L. (Cattail) and their potential use in bioindication. Limnologica. 43(3):164-168. doi: 10.1016/j.limno.2012.08.012

Kose E, Cicek A, Uysal K, Tokatlı C, Emiroglu O, Arslan N. 2015. Heavy Metal accumulations in water, sediment, and some cyprinid species in Porsuk Stream (Turkey). Water Environ Res. 87(3):195-204. doi: 10.2175/106143015X14212658612993

Kumari M, Tripathi BD. 2015. Efficiency of *Phragmites australis* and *Typha latifolia* for heavy metal removal from wastewater. Ecotoxicol Environ Saf. 112:80-86. doi: 10.1016/j.ecoenv.2014.10.034

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi 2018. İleri Teknolojiler Merkezi; [cited 2018 Aug 24]. Available from https://iltem.dpu.edu.tr/analiz-ucretleri/.

Li N, Wang J, Song W-Y. 2016. Arsenic uptake and translocation in plants. Plant and Cell Physiology. 57(1):4-13. doi: 10.1093/pcp/pcv143

Lone MI, He Z, Stoffella PJ, Yang X. 2008. Phytoremediation of heavy metal polluted soils and water: Progresses and perspectives. J Zhejiang Univ Sci B. 9(3):210-220. doi: 10.1631/jzus.B0710633

Matache ML, Marin C, Tudorache A, Rozylowicz L. 2013. Plants accumulating heavy metals in the Danube River wetlands. J Environ Health Sci. 11(39):1-7. doi: 10.1186/2052-336X-11-39

Mishra S, Wellenreuther G, Mattusch J, Stark HJ, Kupper H. 2013. Speciation and distribution of arsenic in the non-hyperaccumulator macrophyte *Ceratophyllum demersum*. Plant Physiol. 163:1396-1408. doi: 10.1104/pp.113.224303

Moosavi SG, Seghatoleslami MJ. 2013. Phytoremediation: A review. Adv Agri Biol. 1(1):5-11.

Nable RO, Bañuelos GS, Paull JG. 1997. Boron toxicity. Plant Soil. 193(2):181-198. doi: 10.1023/A:1004272227886

Ozturk F, Duman F, Leblebici Z, Temizgul R. 2010. Arsenic accumulation and biological responses of watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.) exposed to arsenite. Environ Exp Bot. 69(2):167-174. doi: 10.1016/j.envexpbot.2010.03.006

Paschke MW, Perry LG, Redente EF. 2006. Zinc toxicity thresholds for reclamation forb species. Water Air Soil Poll. 170(1-4):317-330. doi: 10.1007/s11270-006-3139-3

Priti S, Biswajit B. 2016. Assessment of heavy metal pollution in water resources and their impacts: A Review. Journal of Basic and Applied Engineering Research. 3(8):671-675.

Rahman MA, Hasegawa H. 2011. Aquatic arsenic: Phytoremediation using floating macrophytes. Chemosphere. 83(5):633-646. doi: 10.1016/j.chemosphere.2011.02.045

Sharma A, Patni B, Shankhdhar D, Shankhdhar SC. 2013. Zinc – An Indispensable Micronutrient. Physiol Mol Biol Pla. 19(1):11-20. doi: 10.1007/s12298-012-0139-1

Smedley PL, Kinniburgh DG. 2002. A Review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters. Appl Geochem. 17(5):517-568. doi: 10.1016/S0883-2927(02)00018-5

Srivastava S, Sounderajan S, Udas A, Suprasanna P. 2014. Effect of combinations of aquatic plants (Hydrilla, Ceratophyllum, Eichhornia, Lemna and Wolffia) on arsenic removal in field conditions. Ecol Eng. 73:297-301. doi: 10.1016/j.ecoleng.2014.09.029

Tatar ŞY, Öbek E. 2014. Potential of *Lemna gibba* L. and *Lemna minor* L. for accumulation of boron from secondary effluents. Ecol Eng. 70:332-336. doi: 10.1016/j.ecoleng.2014.06.033

Tchounwou PB, Yedjou CG, Patlolla AK, Sutton DJ. 2012. Heavy metal toxicity and the environment. In: Luch, A. editor. Molecular, Clinical and Environmental Toxicology. Basel: Springer. p. 133-164.

Tokatlı C, Köse E, Çiçek A, Arslan N, Emiroğlu Ö. 2012. Evaluations of water quality and the determination of trace elements on biotic and abiotic components of Felent Stream (Kütahya, Sakarya River Basin/Turkey). Biological Diversity and Conservation. 5/2:73-80.

Tripathi DK, Singh S, Singh S, Mishra S, Chauhan DK, Dubey NK. 2015. Micronutrients and their diverse role in agricultural crops: advances and future prospective. Acta Physiol Plant. 37(139):1-14. doi: 10.1007/s11738-015-1870-3

Türkkan A, Soysal A. 2011. TTB Kütahya Gümüşköy gümüş madeni atik depolama baraj göçüğü inceleme raporu; [cited 2018 Aug 15]. Available from https://ttb.org.tr/images/stories/file/TTBKUTAHYA RAPOR.doc

Uthus E. O. 1992. Evidence for arsenic essentiality. Environ Geochem Hlth. 14(2): 55-58. doi: 10.1007/BF01783629

World Health Organization 1998. Environmental Health Criteria 204; [cited 2018 Aug 24]. Available from http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc 204.htm

Xue P, Yan C, Sun G, Luo Z. 2012. Arsenic accumulation and speciation in the submerged macrophyte *Ceratophyllum demersum* L. Environ Sci Pollut R. 19(9):3969-3976. doi: 10.1007/s11356-012-0856-6

Yuce G, Pinarbasi A, Ozcelik S, Ugurluoglu D. 2005. Soil and water pollution derived from anthropogenic activities in the Porsuk River Basin, Turkey. Environ Geol. 49:359-375 doi: 10.1007/s00254-005-0072-5

Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research
limnofish
http://www.limnofish.org

Determining the Level of Bacteriological Pollution Level in Yağlıdere Stream, Giresun

Tamer AKKAN[1*], Sultan MEHEL[2], Cengiz MUTLU[1]

[1]Giresun University, Science and Art Faculty, Biology Department, 28200 Giresun-Turkey
[2]Giresun University, Natural Sciences Institutes, Biology Division, 28200 Giresun-Turkey

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the levels of bacteriological water quality and pollution in Yağlıdere Stream, Giresun, Turkey. For this purpose, surface water and sediment samples were collected monthly, from five stations between June 2013 and May 2014. A bacteriological assessment of water and sediment samples with a 22 °C to 37 °C temperature range, including total coliform bacteria (*TC*), fecal coliform bacteria (*FC*), fecal streptococcus (*FS*), and *Escherichia coli* were done. Analysis was performed according to standard methods. Water quality and pollution level in Yağlıdere Stream were assessed in accordance with both Turkish legislation and international criteria. The *FC*, *FS* and *E. coli* count were detected higher than the reference value at multiple stations in almost every month of the year indicates. In conclusion, it can be said that the bacteriological pollution level of both the surface water and sediment structure of the stream pose a threat to the ecosystem balance.

Keywords: Yağlıdere Stream, bacteriological pollution, water quality

ARTICLE INFO

RESEARCH ARTICLE

Received : 04.08.2018
Revised : 29.11.2018
Accepted : 04.01.2019
Published : 27.08.2019

DOI:10.17216/LimnoFish.450722

**** CORRESPONDING AUTHOR***

biyoloji@yahoo.com
Phone : +90 535 381 52 10

Yağlıdere Çayı (Giresun)'nın Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi

Öz: Bu çalışmanın amacı Yağlıdere Çayı'nın bakteriyolojik su kalitesi ve kirlilik düzeyinin araştırılmasıdır. Bu amaç için Haziran 2013 ve Mayıs 2014 tarihleri arasında 5 farklı istasyondan aylık olarak su ve sediment örnekleri toplanmıştır. Bakteriyolojik olarak su ve sediment örneklerinden: 22°C ve 37°C'deki toplam bakteri sayısı, su örneklerinden: toplam koliform bakteri sayısı (*TK*), fekal koliform bakteri sayısı (*FK*), fekal streptokok bakteri sayısı (*FS*) ve *Escherichia coli* sayısı tespit edilmiştir. Bütün bu analizler standart metotlara göre gerçekleştirilmiştir. Yağlıdere Çayı'nın bakteriyolojik su kalitesi ve kirlilik düzeyi ulusal ve uluslararası kriterlere göre değerlendirilmiştir. *FK, FS* ve *E. coli* sayısı, yılın hemen hemen her ayında birden fazla istasyonda referans değerlerden daha yüksek tespit edildi. Sonuç olarak Yağlıdere Çayı su ve sediment yapısındaki bakteriyolojik kirlenmenin ekosistemdeki dengeyi tehdit eder düzeyde olduğu söylenebilmektedir.

Anahtar kelimeler: Yağlıdere Çayı, bakteriyolojik kirlilik, su kalitesi

How to Cite
Akkan T, Mehel S, Mutlu C.2019. Determining the Level of Bacteriological Pollution Level in Yağlıdere Stream, Giresun. LimnoFish. 5(2): 83-88. doi: 10.17216/LimnoFish.450722

Introduction

The quality of freshwater sources plays a very important role in the health of an ecosystem. Water quality refers to the physical, chemical, and biological properties of water that benefit its potential use. In order to determine its quality, water is usually analyzed according to these as well as bacteriological properties (Mutlu and Uncumusaoğlu 2016; Mutlu et al. 2016; Verep et al. 2017; Mutlu and Verep 2018). Deterioration in bacteriological life in an aquatic environment adversely affects other organisms, such as invertebrate animals and fish. Moreover, the bacteriological pollution from sewage can also lead to the harm and loss of valuable aquatic organisms, and may be responsible for the outbreak of water-born diseases (Sipahi et al. 2013; Akkan et al. 2015).

Pollutants entering certain freshwater sources (e.g. streams) harm the natural structure of those sources, which thus leads to water pollution. This situation unfavourably affects aquatic life and can even cause their extinction. Therefore, the state of pollution within our existing freshwater

resources needs to be known and better understood. In recent years, a sizable number of studies have been carried out on bacteriological pollution levels in Turkish water resources (Yildirim and Vurmay 2017; Altuğ et al. 2017; Bulbul and Elipek 2017; Akkan 2017). These resources, hence, ought to be continuously monitored, with planning being made for the future, or else irreversible damage will occur. Furthermore, this situation can potentially lead to social, economic, and political problems. In turn, databanks that contain the pollution statistics obtained from local water quality studies need to be established. In due time, water policies should be established by using the data contained in such databanks. If not, the sustainable use of freshwater sources will be impossible to achieve.

The aim of this study is to investigate the bacteriological water quality level in Yağlıdere Stream, Giresun, Turkey, as well as to obtain rudimentary data for future planning for this freshwater resource, which discharges to the Black Sea.

Materials and Methods

Study Area and Sampling

Yağlıdere Stream is located in the Eastern Black Sea province of Giresun, Turkey. The Yağlıdere Stream is formed by the merging of Tohumluk Creek, which is originates in region of Kurteli, with Kılıçlar Creek, which originates from Erimez Mountain. The stream is 70 km in length, stretches along a narrow valley, and discharges into the Black Sea from the west of the district Espiye, Giresun. It has a water level of 415 hm^3 and a streamflow data of 96 m^3/sn.

The surface water and sediment samples were collected for bacteriological analysis from five stations between June 2013 and May 2014, on a monthly basis (Figure 1).

Figure 1. Study Area (adapted from Google Earth)

The surface water samples were then analyzed for total coliform (*TC*), fecal coliform (*FC*), fecal streptococcus (*FS*), and *E. coli*. The sediment samples were also analyzed for their total aerobic bacteria count and mesophilic aerobic bacteria counts. The most-probable-number (*MPN*) method was used for the *TC*, *FC*, and *FS* count in order to determine the bacteriological quality. In addition, the standard plate count method used in order to determine the bacteria count in both the sediment (homogenate rate 1:9) and water samples.

All analyses were performed according to standard methodology (APHA 1992). The results of present study were assessed in accordance with both national and international criteria.

Results

The *TC* bacteria count in surface water samples in June was 460- >1100 *MPN*/100 mL, the *FC* bacteria count was >240 *MPN*/100 mL at all stations, and the *FS* bacteria count was 240- >240 *MPN*/100 mL. In addition, the change in the count of *E. coli* was determined to be between 80 and 240 *MPN*/100 mL. In July, the count of *TC* bacteria of water samples was determined to be between 11 and 290 *MPN*/100 mL, the *FC* bacteria count was 19- >240 *MPN*/100 mL, and the *FS* bacteria count was 23- >240 *MPN*/100 mL. *E. coli* counts varied between 80 and 120 *MPN*/100 mL. The *TC* bacteria count within the water samples in August was determined to be between 28 and 120 *MPN*/100 mL, the *FC* bacteria count 9- >240 *MPN*/100 mL, and the *FS* bacteria count was between

9 and 95 *MPN*/100 mL, whilst the *E. coli* count was between 18 and 120 *MPN*/100 mL. In September, the bacterial counts in water samples were determined for *TC* to be 29- >1100 *MPN*/100 mL, for *FC* at all stations to be >240 *MPN*/100 mL, for *FS* to be 23- >240 *MPN*/100 mL, and for *E. coli* to be between 72 and 200 *MPN*/100 mL, respectively. In October, the counter were determined for *TC* to be 75- >1100 *MPN*/100 mL, for *FC* to be between 0 and 240 *MPN*/100 mL, for *FS* to be 23- >240 *MPN*/100 mL, and for *E. coli* to be between 0 and 20 *MPN*/100 mL, respectively. In November, the count of *TC* bacteria was 16- >1100 *MPN*/100 mL, for *FC* it was between 9 and 240 *MPN*/100 mL, for *FS* bacteria it was 23- >240 *MPN*/100 mL, and for *E. coli* it was between 0 and 3 *MPN*/100 mL.

In the month of December, the count for *TC* was 1100- >1100 *MPN*/100 mL, for *FC* it was 240- >240 *MPN*/100 mL, for *FS* it was 23- >240 *MPN*/100 mL, and for *E. coli* it was between 18 and 47 *MPN*/100 mL. In January, counts were determined for *TC* to be 11- >1100 *MPN*/100 mL, for *FC* to be 23- >240 *MPN*/100 mL, for *FS* to be 23- >240 *MPN*/100 mL, and for *E. coli* to be between 0 and 120 *MPN*/100 mL, respectively. In February, counts for *TC* were between 28 and 210 *MPN*/100 mL, for *FC* were 240- >240 *MPN*/100 mL, for *FS* were 9- >240 *MPN*/100 mL, and for *E. coli* were between 0 and 3 *MPN*/100 mL, respectively.

For the months of March, April and May, counts for *TC* were 16- >1100 *MPN*/100 mL, between 15 and 210 *MPN*/100 mL, and between 16 and 1100 *MPN*/100 mL, for *FC* (at all stations) were 240 *MPN*/100 mL, >240 *MPN*/100 mL, and 240- >240 *MPN*/100 mL, for *FS* were between 0 and 240 *MPN*/100 mL, between 23 and 240 *MPN*/100 mL, and between 0 and 240 *MPN*/100 mL, and for *E. coli* were between 45 and 120 *MPN*/100 mL, between 24 and 240 *MPN*/100 mL, and between 48 and 180 *MPN*/100 mL, respectively. Results of bacteria counts in surface water samples were shown in Table 1.

Table 1. Results of bacteria counts in surface water samples

	Station	Bacteria Count (*MPN*/100 mL)					Bacteria Count (*MPN*/100 mL)			
		TC	**FC**	***E. coli***	**FS**		**TC**	**FC**	***E. coli***	**FS**
June	**1**	>1100	>240	80	240	**December**	1100	240	20	>240
	2	>1100	>240	240	240		>1100	>240	40	>240
	3	>1100	>240	120	>240		>1100	>240	20	>240
	4	460	>240	200	240		>1100	240	18	240
	5	1100	>240	240	>240		1100	>240	47	23
July	**1**	290	19	80	23	**January**	150	>240	0	240
	2	120	>240	96	>240		>1100	>240	120	>240
	3	20	>240	120	>240		>1100	>240	72	>240
	4	75	>240	80	240		11	23	69	95
	5	11	240	120	>240		15	0	0	23
August	**1**	43	9	80	95	**February**	28	19	2	>240
	2	75	240	18	95		1100	9	3	240
	3	28	>240	120	23		1100	0	0	23
	4	120	240	90	95		290	0	0	19
	5	120	240	120	9		210	0	0	9
September	**1**	>1100	>240	120	>240	**March**	16	>240	45	0
	2	>1100	>240	134	>240		>1100	>240	120	9
	3	>1100	>240	120	>240		290	>240	73	23
	4	29	>240	72	23		>1100	>240	72	240
	5	1100	>240	200	23		>1100	>240	108	9
October	**1**	1100	0	0	240	**April**	28	240	24	23
	2	>1100	240	20	>240		29	240	120	240
	3	>1100	23	3	>240		93	240	48	23
	4	75	0	0	23		15	240	240	240
	5	>1100	0	0	240		210	240	240	240
November	**1**	>1100	9	0	23	**May**	93	240	48	0
	2	16	240	3	240		1100	>240	105	240
	3	240	19	2	>240		120	>240	77	240
	4	>1100	19	0	>240		16	>240	140	23
	5	20	19	2	23		150	240	180	23

Throughout this study, the bacteria count among aquatic flora (between 22°C and 37°C) at log_{10} for water was found to be 4.2 (3.4-5.5) and 4.0 (2.5-4.8), and for sediment to be 9.2 (3-13.8) and 10.2 (5.1-14.2), respectively (Figures 2, 3, 4, and 5).

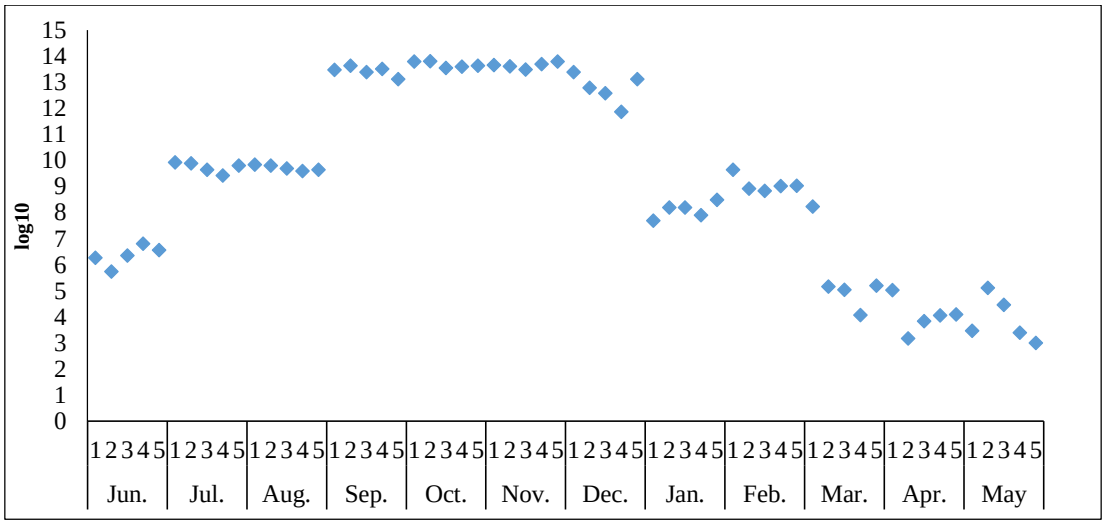


Figure 2. 22 ℃ Bacteria Count of Sediment

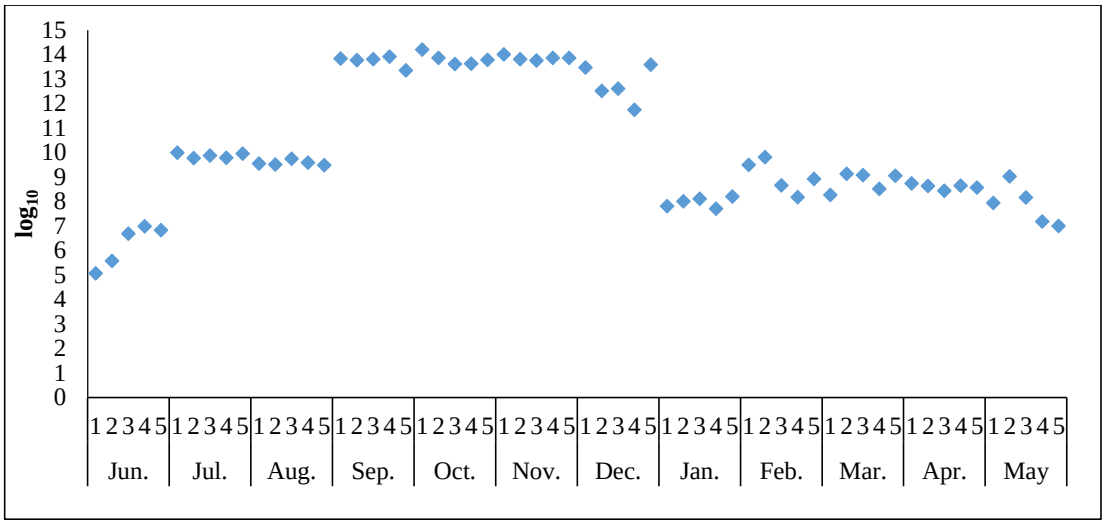


Figure 3. 37 ℃ Bacteria Count of Sediment

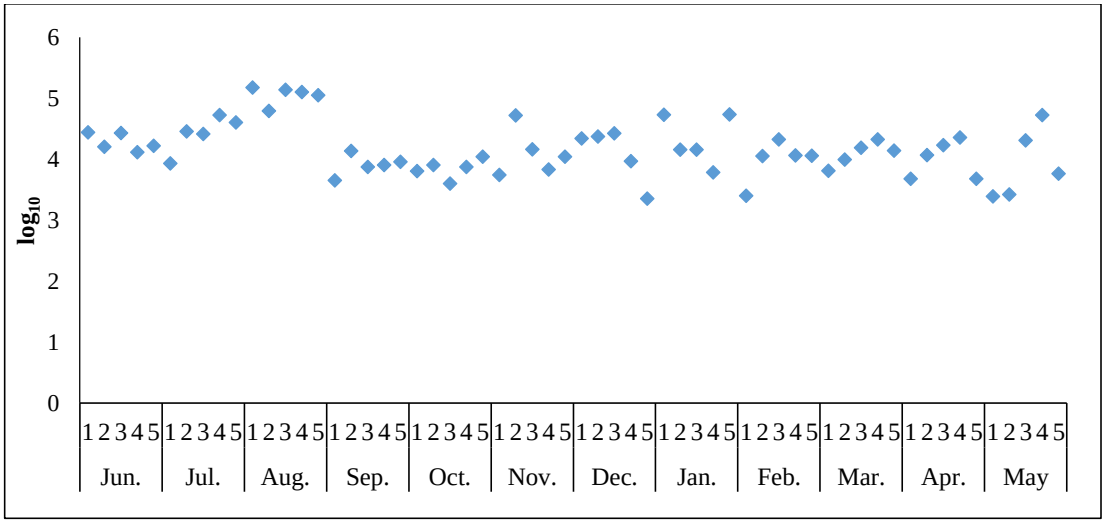


Figure 4. 22 ℃ Bacteria Count of water

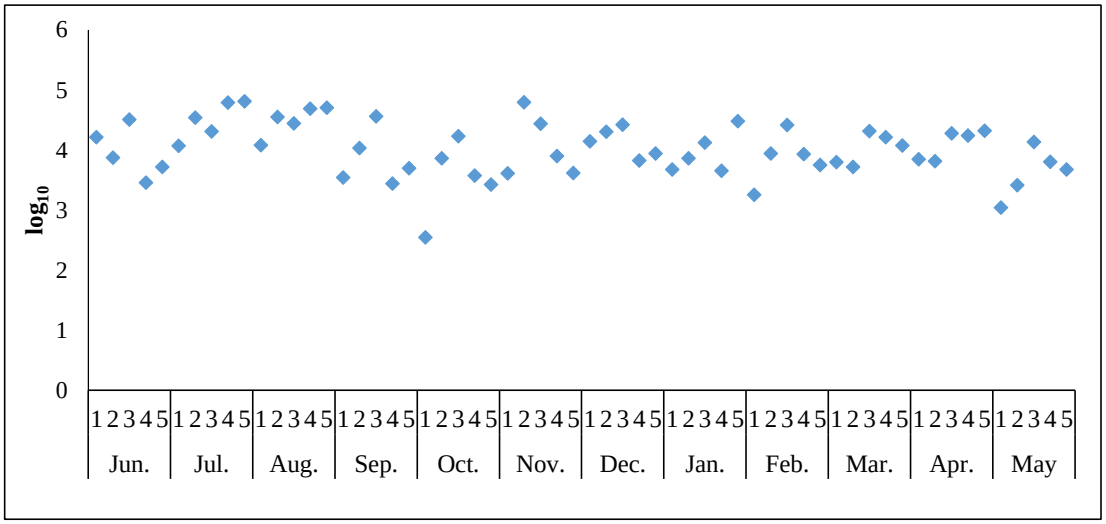


Figure 5. 37 ℃ Bacteria Count of Water

Kirecci et al. (2017) had reported that 79% of the bacteria found in samples taken from different water sources in the province of Kahramanmaraş were identified as being *E. coli* (89). Tunçsiper (2017), in one bacteriological study conducted at Kızılca Creek, had reported that water samples had heavily contaminated with bacteria (Class IV- TWPCR 2004 -), as well as had pointed out that the condition of the lake poses a grave threat to drinking water, recreation, fish production, animal production, and irrigation. Gemci et al. (2016) had reported that coliform bacteria were not detected in either the surface water of either Pınarbaşı, Karasu, or Ayvalı. Bulut et al. (2016) had reported there being bacteriological contamination at Eğirdir Lake, whereupon researchers had pointed out that *TC* bacteria count had increased in summer and autumn, as well as that *FC* bacteria was detected at certain stations. Gürün and Altuğ (2013) had reported there being an extensive amount of bacteriological pollution at Güllük Port and Sarıçay Stream, and had stated that the bacteria at all of the stations had reached almost 90% during the summer months.

In the present study, *TC*, *FC* and *FS* rates were determined to 45%, 71.66% and 56.66%, respectively, in the sixty surface water samples collected from Yağlıdere Stream, thus indicating bacteriological pollution. *E. coli* was also detected at high rates across almost all seasons. Across all seasons the *TC* count had reached upwards of 1100 MPN/100 mL and above. The only time this number fell was in the month of April. In addition, it was also found that the *FC* count was 240 MPN/100 mL at almost all stations, and months, except for February. The changing *FS* count has been determined to be in the range 0->240. The abnormal crossing of reference ranges of at least one station each month paints a bleak picture for Yağlıdere Stream, which is used for a variety of purposes such as drinking and irrigation. In particular, the density in the fecal origin bacterial population is much higher than the reference ranges, thus inviting a water-borne disease outbreak. The values obtained from this study are extremely high according to EPA and WHO standards (Table 2).

Table 2. Bacteriological Water Quality Parameters

	RCWIHC 2013	TS266	EPA 2009	WHO 2017
E. coli	0/250 mL	0/250 mL	0	0
FS	0/250 mL	0/250 mL	0	
TC	0/250 mL		0	0
FC			0	0
22 °C	20/mL*	100/mL*		
37 °C	5/mL*	20/mL*		

* max. value

Conclusion

Consequently, the bacteriological water quality level is not suitable for aquatic life in the Yağlıdere Stream. The largest contribution of this pollution had been established as being domestic waste as well was the waste of animal slaughterhouses, both of which were uncontrolled. When we compare our results with the literature, we have found that this pollution level only increases in the summer. The fact that *FC*, *FS* and *E. coli* were detected at multiple stations in

almost every month of the year indicates that the river has been heavily exposed to sewage-derived waste. What is more, when the number of bacteria in the water and sediment flora of the streamline is examined, we can see that the current human population in the unit area is also considerable, which is another indication that the organic load upon the stream is far too high. Therefore, if the local authorities do not take necessary measures, the outbreak of infectious water-borne diseases will unfortunately be inevitable.

Acknowledgements

This Master Thesis study was presented in 1st international technological sciences and design symposium (ITESDES, 2018), 27-29 June 2018, Giresun-Turkey by poster presentation.

References

Akkan T. 2017. Antibiotic Resistance Case Study: *Enterobacteriaceae* isolated from Batlama Creek in Giresun, Turkey. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology. 5(8):969-972. doi: 10.24925/turjaf.v5i8.969-972.1262

Akkan T, Kaya A, Dinçer S. 2015. Balık çiftliklerinin ekolojik tahribatına bir örnek: Bakterilerdeki antibiyotik dirençliliğine etkileri, İskenderun Körfezi. Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi. 6(1):20-27.

Altuğ G, Çardak M, Türetken PSÇ, Şahin SK, Kalkan S. 2017. The Levels of Bio-Indicator Bacteria in the Fresh Water Resources of Eastern Anatolia Region of Turkey. Environmental Pollution and Protection. 2(3):117-123. doi: 10.22606/epp.2017.23005

APHA 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th ed. Washington: APHA 9 p.

Bulbul G, Elipek BC. 2017. Investigation of the effects of domestic waste on aquatic bacterial distribution in the Meric River (Edirne, Turkey). Biologija. 63(3):256-263.

Bulut C, Kubilay A, Akçimen U, Yener O. 2016. Eğirdir Gölü Mikrobiyoloji Kalitesinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi. Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 20(1):50-53. doi: 10.19113/sdufbed.92143

EPA 2009. United States Environmental Protection Agency. Edition of the drinking water standards and health advisories; [cited: 2018 Feb 24]. Available from https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P1005P2B.PDF?Dockey=P1005P2B.PDF

Gemci E, Akarsu S, Zıba CA, Dolaz M. 2016. Kahramanmaraş'taki Ayvalı yüzey suyu, Pınarbaşı ve Karasu kaynaklarının içme suyu kalitesinin araştırılması. KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi. 19(1):21-24.

Gürün S, Altuğ G. 2013. Muğla Güllük Körfezi'nde bakteriyolojik kirlilik ve metabolik olarak aktif bakteri düzeyi. Paper presented at: Güllük Körfezi Bakteriyolojisi TÜBİTAK Proje Çalıştayı; Güllük, Muğla, Turkey.

Kireçci E, Uğuz TM, Aralı M. 2017. Kahramanmaraş İlindeki İçme, Kullanma ve Çevresel Suların Mikrobiyolojik Niteliğinin Membran Filtrasyon Sistemi İle Belirlenmesi. Kahramanmaraş KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi. 20(1):20-24. doi: 10.18016/ksujns.86250

Mutlu E, Uncumusaoğlu AA. 2016. Physicochemical Analysis of Water Quality of Brook Kuruçay. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology. 4(11):991-998. doi: 10.24925/turjaf.v4i11.991-998.946

Mutlu T, Verep B. 2018. The Water Quality of Streams Flowing Into South Eastern Black Sea Coasts In Terms Of Physico-Chemical Properties. Fresen Environ Bull. 27(5A):3752-3758.

Mutlu E, Kutlu B, Demir T. 2016. Assessment of Çinarli Stream (Hafik-Sivas)'s Water Quality via Physico-Chemical Methods. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology. 4(4):267-278. doi: 10.24925/turjaf.v4i4.267-278.494

RCWIHC 2013. Regulation concerning water ıntended for human consumption. Ankara, Turkey: The Turkish Official Gazette. Report No.: 28580.

TS266 2005. Water intended for human consumption. Ankara, Turkey: Turkish Standards Instıtute (TSE). Report No.: 13.060.20.

Sipahi N, Mutlu C, Akkan T. 2013. Giresun İlinde tüketime sunulan bazı balıklardan izole edilen *Enterobacteriaceae* üyelerinin antibiyotik ve ağır metal dirençlilik düzeyleri. Gıda. 38(6):343-349. doi: 10.5505/gida.2013.55264

Tunçsiper B. 2017. Akkaya Barajını Besleyen Kızılca (Karasu) Deresindeki Bakteriyolojik Kirlenmenin İncelenmesi ve Kirliliğin Azaltılması İçin Çözüm Önerileri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 14(1):28-37.

TWPCR 2004. Turkish Water Pollution Control Regulation. Ankara, Turkey: The Turkish Official Gazette. Report No.: 25687

Verep B, Mutlu T, Çakır V, Aydın G. 2017. Derepazarı Deresinin (Rize-TÜRKİYE) Fiziko-Kimyasal Su Kalitesinin Belirlenmesi ve Bazı Su Kalite Standartlarına Göre Değerlendirilmesi. Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences. 1(2):19-22.

WHO 2017. World Health Organization. Guidelines for Drinking- Water Quality; [cited 2018 Feb 03]. Available from https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44584/9789241548151_eng.pdf?sequence=1.

Yildirim, Y, Vurma HT. 2017. Antibiotic Resistance Profiles of the Bacteria Isolated from some Finfish Species in Iskenderun Bay, (Northeastern Mediterranean Sea), Turkey. Pakistan J. Zool. 49(4):1353-1358. doi: 10.17582/journal.pjz/2017.49.4.1353.1358

Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research
limnofish
http://www.limnofish.org

Başkomutanlık Tarihi Milli Parkı Afyonkarahisar-Kocatepe Bölümü'nde Doğal Olarak Yetişen Bazı Sucul Geofitler ve Toprak Özellikleri

Ahmet SERTESER

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen-Edb Fak. Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, 03030, Afyonkarahisar- Turkey

ÖZ

Çalışma alanı Ege Bölgesi İç-Batı Anadolu'da Afyonkarahisar sınırları içinde bulunup grid sisteme göre B3 karesine girmektedir. Çalışma alanının büyük bölümünü Kuvaterner arazisi kaplamaktadır. Çalışma alanı "Yarı Kurak soğuk Akdeniz" biyoiklimine sahiptir. Alanda "Doğu Akdeniz Tipi" yağış rejimi görülmektedir. Çalışma alanında Kahverengi Orman, Kireçsiz Kahverengi, Koluvyal ve Kahverengi büyük topraklar ile arazi tipi olarak sazlıklar ve bataklıklar bulunmaktadır. Irano-Turanian floristik bölgesi içindeki çalışma alanından yaklaşık 50 vasküler geofit takson teşhis edilmiştir. Çalışma alanı Braun-Blanquet yöntemine göre incelenerek 5 bitki topluluğu tanımlanmıştır. Bunlar: *Carex distans* L., *Carex cuprina* (Sándor ex Heuff.) Nendtv. ex A. Kern, *Bolboschoenus maritumus* (L.) Palla var. *maritumus*, *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla ve *Scirpoides holoschoenus* (L.) Soják'topluluklarıdır. Bu bitki topluluklarının toprakla ilişkisini bulmak için 0-30 cm ve 30-60 cm derinlikler arasından toprak örnekleri alınmış ve bunların fiziksel-kimyasal analizleri yapılarak yorumlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Flora, vejetasyon, sucul geofitler, toprak yapısı, Afyonkarahisar.

MAKALE BİLGİSİ

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Geliş : 16.11.2018
Düzeltme : 09.01.2019
Kabul : 10.01.2019
Yayım : 27.08.2019

DOI:10.17216/LimnoFish.484210

**** SORUMLU YAZAR***

aserteser@aku.edu.tr
Tel : +90 272 228 1339

Some Aquatic Geophytes and Soil Properties Growing Naturally in the Afyonkarahisar-Kocatepe Historial National Park Region

Abstract: The study area is located within the boundaries of Afyonkarahisar in the Inner-West Anatolian region of the Aegean Region and located in the square B3 according to the grid system. Quaternary land covers the majority of the study area. The study area has Semi-dry cold Mediterranean bioclimate. "Eastern Mediterranean Type" rainfall regime is being seen in the area. In the study area, there are brown forests, lime brown, colluvial and brown large soils and reeds, and marshes. About 50 vascular geofit taxa were identified from the study area within the Irano-Turanian floristic region. The study area was examined according to Braun-Blanquet method and 5 plant communities were identified. These were *Carex distans* L., *Carex cuprina* (Sándor ex Heuff.) Nendtv. ex A. Kern, *Bolboschoenus maritumus* (L.) Palla var. *maritumus*, *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla and *Scirpoides holoschoenus* (L.) Soják. Soil samples were taken from 0-30 cm and 30-60 cm depths to find the relationship of these plant communities with soil. Physicochemical analyzes of soil were also performed.

Keywords: Flora, vegetation, aquatic geophytes, soil structure, Afyonkarahisar.

Alıntılama
Serteser A. 2019. Başkomutanlık Tarihi Milli Parkı Afyonkarahisar-Kocatepe Bölümü'nde Doğal Olarak Yetişen Bazı Sucul Geofitler ve Toprak Özellikleri. LimnoFish. 5(2): 89-94. doi: 10.17216/LimnoFish.484210

Giriş

Tuzlu su habitatları tüm dünyada önemli ekosistemlerdendir. Çalışma alanımızda da farklı yaşam ortamları gibi tuzlu su ortamları da değişen abiyotik ve biyotik faktörlerden etkilenmiştir. Doğal bir ekosistemin, özellikle bitkilerin ve toprağın var olan bileşenlerinde her türlü değişiklik nihayetinde bütünüyle değişimlere yol açmaktadır (Hoveizeh 1997). Tuzlu su bitki topluluklarının gelişimi ve değişimi iklim, toprak, biyotik faktörler ve topoğrafik şartlara göre değişkenlik göstermektedir. Bu ekolojik şartlar ve rekabet bitkilerin büyümesini ve dağılımını etkilemesine rağmen bu dağılımda toprak özellikleri ana rolü oynamaktadır (Abd El-Ghani 1999). Araştırma alanının Milli Park olarak seçiminde, her ne kadar doğa özelliklerinden çok tarihi önemi göz önüne alınmış ise de, bölge vejetasyonun özellikle sulak alanları ve geofitleri ile toprak arasındaki

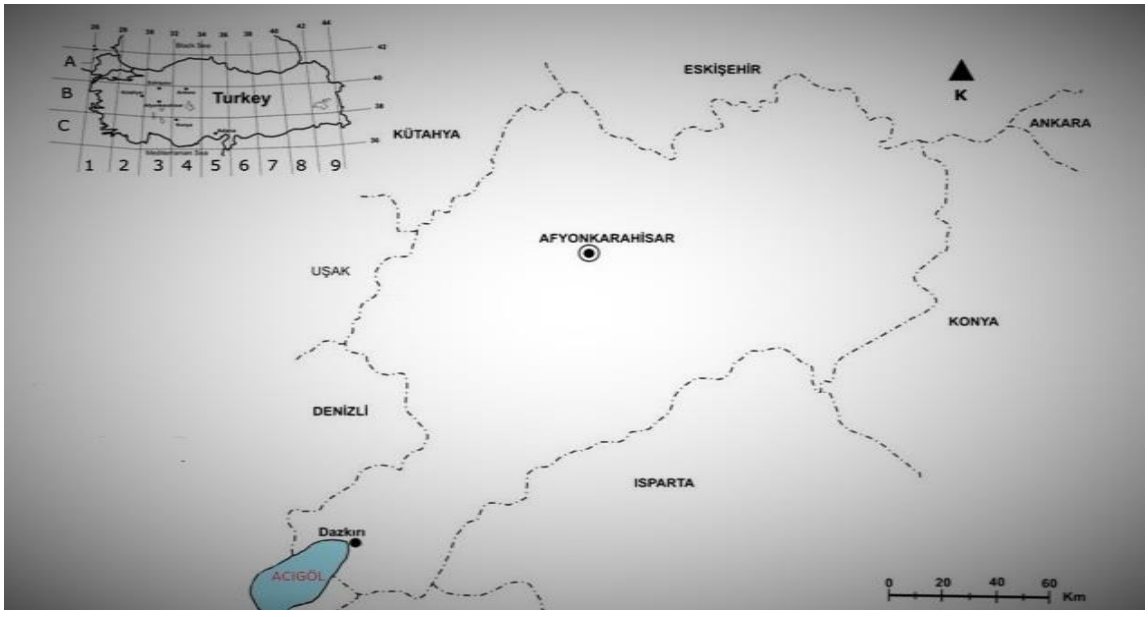
ilişkisi de önem taşımaktadır. Araştırma alanı ile ilgili bitki örtüsü iklim açısından (Akman 2011) ve bitki örtüsü toprak ilişkisi açısından ise Zohary ve Orshan (1949), Chapman (1974), Flowers (1975), Breckle (1986), Jafari vd. (2003), Kim ve Yu (2009), Fenu vd. (2012, 2013)'nin çalışmalarından yararlanılmıştır. Şimdiye kadar araştırma alanında Vural vd. (1985), Akçiçek ve Vural (2003), Serteser ve Kargıoğlu (2018) ile Serteser vd. (2018) flora ve vejetasyon konusunda çalışmalar yapmıştır. Bitki toplulukları ile toprak özellikleri arasında bünye, tuzluluk, kireç, organik madde ve pH en etkili faktörlerdendir. Bu araştırmanın temel amacı Başkomutanlık Tarihi Milli Parkı Afyonkarahisar-Kocatepe Bölümü'nde doğal olarak yetişen bitki topluluklarını tanımlamak ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiyi araştırarak bitki türlerinin ayrılmasını etkileyen en önemli faktörleri belirlemektir.

Materyal ve Metot

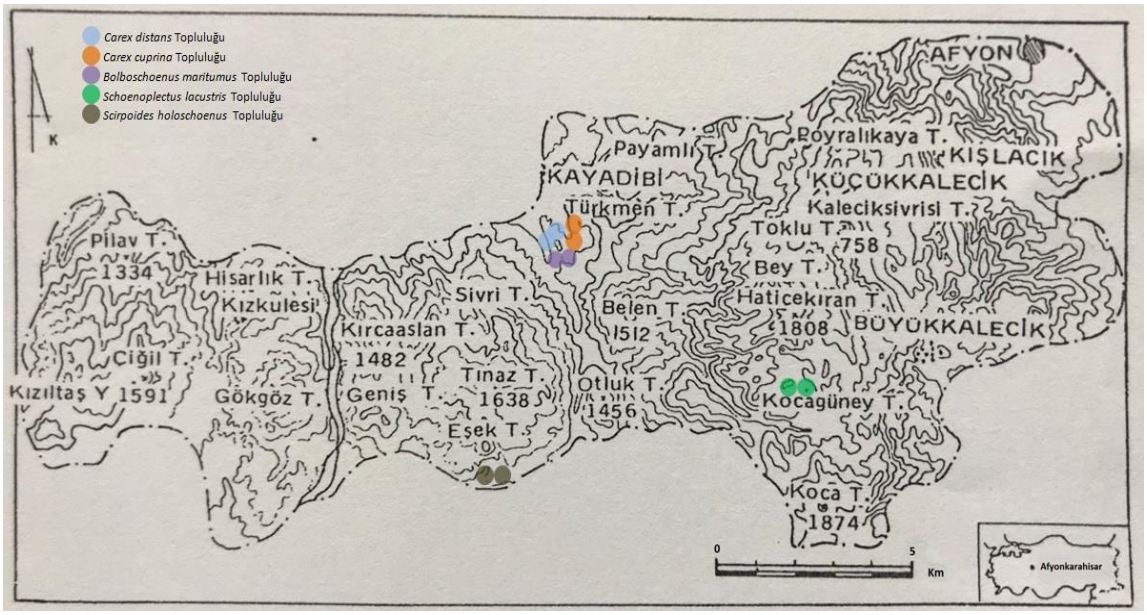
Başkomutanlık Tarihi Milli Parkı Afyonkarahisar-Kocatepe Bölümü, Ege Bölgesinin-İç-Batı Anadolu Bölümü sınırları içinde yer almakta olup Davis (1965)'in grid sistemine göre B3 karesine girmektedir (Şekil 1).

Araştırma alanı Afyonkarahisar'ın hemen güneyinden başlayıp güney-güneybatıya doğru uzanmaktadır. Bu bölümün en önemli yükseltileri Kocatepe (1874 m), Haticekıran Tepe (1808 m), Kaleciksivrisi Tepe (1758 m), Tınaz Tepe (1638 m), Çiğil Tepe (1591 m), Payamlı Tepe (1482 m)'dir. Sözkonusu tepeler arasında bazı dereler ve sulak alanlar bulunmaktadır. Vural vd. (1985)'dan alınan harita üzerine bu sulak alanlardan alınan bitki ve toprak örneklerine ait istasyonlar işlenmiştir (Şekil 2).

Bitkilerin teşhisinde Davis (1965-1966-1969-1972-1975-1978-1982-1984-1985), Davis vd. (1988) ve Güner vd. (2000)'in "Flora of Turkey and the East Aegean Islands", Güner vd. (2012)'in "Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)" eserleri esas alınmış ve Afyon Kocatepe Üniversitesi (AKÜ) herbaryumundan da yararlanılmıştır. Vejetasyon, Braun-Blanquet (1932) yöntemi'ne göre sınıflandırılmıştır. İklim verileri DMİ (2015) 'den, jeolojik ve hidrojeolojik bilgiler MTA (1996)'ın eserlerinden alınmıştır. Bölgenin iklim değerlerini yansıtmak için en yakın meteoroloji istasyonları için iklim diyagramları çizilmiştir (Gaussen 1954; Uslu 1958; Walter 1995). Emberger (1952)'in iklim sınıflandırması formülüne araştırma alanındaki meteoroloji istasyonlarının iklim verileri uygulanmış ve bu değerler Akman ve Daget (1971)'e göre yorumlanmıştır. Bitki topluluklarının topraklarla ilişkisini bulmak için 0-30 cm ve 30-60 cm derinlikler arasından temsil yeteneği yüksek olan 10 toprak örneği alınmıştır. Toprakların fiziksel ve kimyasal analizleri Tüzüner (1990)'in belirlediği metotlara göre Ankara Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü'nde yapılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı



Şekil 2. Çalışma alanındaki istasyonlar

Bitkilerin teşhisinde Davis (1965-1966-1969-1972-1975-1978-1982-1984-1985), Davis vd. (1988) ve Güner vd. (2000)'in "Flora of Turkey and the East Aegean Islands", Güner vd. (2012)'in "Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)" eserleri esas alınmış ve Afyon Kocatepe Üniversitesi (AKÜ) herbaryumundan da yararlanılmıştır. Vejetasyon, Braun-Blanquet (1932) yöntemi'ne göre sınıflandırılmıştır. İklim verileri DMİ (2015) 'den, jeolojik ve hidrojeolojik bilgiler MTA (1996)'ın eserlerinden alınmıştır. Bölgenin iklim değerlerini yansıtmak için en yakın meteoroloji istasyonları için iklim diyagramları çizilmiştir (Gaussen 1954; Uslu 1958; Walter 1995). Emberger (1952)'in iklim sınıflandırması formülüne araştırma alanındaki meteoroloji istasyonlarının iklim verileri uygulanmış ve bu değerler Akman ve Daget (1971)'e göre yorumlanmıştır. Bitki topluluklarının topraklarla ilişkisini bulmak için 0-30 cm ve 30-60 cm derinlikler arasından temsil yeteneği yüksek olan 10 toprak örneği alınmıştır. Toprakların fiziksel ve kimyasal analizleri Tüzüner (1990)'in belirlediği metotlara göre Ankara Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü'nde yapılmıştır.

Bulgular

Bölgenin iklim değerlerini yansıtmak için en yakın meteoroloji istasyonları için iklim diyagramları çizilmiştir (Gaussen 1954; Uslu 1958; Walter 1995) (Şekil 3). Çalışma alanı "Yarı Kurak soğuk Akdeniz" biyoiklimine sahiptir. Yağış rejimi İ.K.S.Y. şeklindedir (Akman 2011). Alanda "Doğu Akdeniz Tipi" yağış rejimi görülmektedir. Çalışma alanında Kahverengi Orman, Kireçsiz Kahverengi, Koluvyal ve Kahverengi büyük toprak grupları ile arazi tipi olarak sazlıklar ve bataklıklar bulunmaktadır (KHGM 1994). Irano-Turanian floristik bölgesi içindeki çalışma alanından yaklaşık 50 adet vasküler geofit takson teşhis edilmiştir. Bitki topluluklarının toprakla ilişkisini bulmak için alınan toprakların fiziksel-kimyasal analizlerine ilişkin bulgular Tablo 1'de verilmiştir.

Araştırma alanında tanımlanan baskın potansiyele sahip sucul geofitler, *C.distans*, *C. cuprina*, *B.maritumus* var. *maritumus*, *S.lacustris* ve *S.holoschoenus* türleridir.

C.distans Topluluğu: Vejetasyon örtüşü % 85 - % 90, Bitki boyu 75 – 95 cm, hakim bitkileri, *C.distans*, *B.maritimus*, *Butomus umbellatus*, *Typha latifolia*, *Juncus inflexus* ve *Juncus articulatus'*dır. Tür sayısı 1-6 kadardır. Koluvyal büyük toprak tipi görülür. Toprak killi-tınlı, çok tuzlu (% 0,69-0,77), kireç yüksek oranda (% 24,32-25,0), organik madde miktarı az (% 1,00-1,08), fosfor orta miktarda (6,01-6,22 Kg/da), potasyum (20,08-32,11 Kg/da) yeter seviyededir, pH (7,9-8,3) ise hafif alkali ve kuvvetli alkali olarak görülür.

C.cuprina Topluluğu: Vejetasyon örtüşü % 70 - % 85, bitki boyu 80 – 90 cm, hakim bitkileri, *C.cuprina*, *C.distans*, *Schoenoplectus litoralis*, *Juncus fontanesi* ve *Typha angustifolia*'dır. Tür sayısı 1-5 kadardır. Kahverengi Orman büyük toprak tipi görülür. Toprak killi-tınlı, çok tuzlu (% 0,67-0,91), kireç seviyesi (% 28,10-30,03) çok yüksek oranda, organik madde (% 1,77-2,97) miktarı azdan ortaya doğru, fosfor fazla (12,17-13,30 Kg/da), potasyum (35,12-33,05 Kg/da) yeter seviyededir, pH ise kuvvetli alkali (8,0-8,3) şeklindedir.

B.maritumus Topluluğu: Vejetasyon örtüşü % 75 - % 85, bitki boyu 80 – 95 cm, hakim bitkileri,

Bolboschoenus maritumus, J. inflexus, Juncus gerardii, C.distans, Spergularia media ve *Phragmites australis'*dir. Tür sayısı 3-6 kadardır. Kahverengi büyük toprak tipi görülür. Toprak killi, çok fazla tuzlu (% 0,99-1,08), kireç (% 29,01-31,92) yüksek oranda, organik madde miktarı (% 1,46-1,99) az, fosfor azdan ortaya (3,88-6,11 Kg/da) doğru, potasyum (27,33-29,89 Kg/da) yeter miktarda, pH ise (8,3-9,0) kuvvetli alkali olarak görülmektedir.

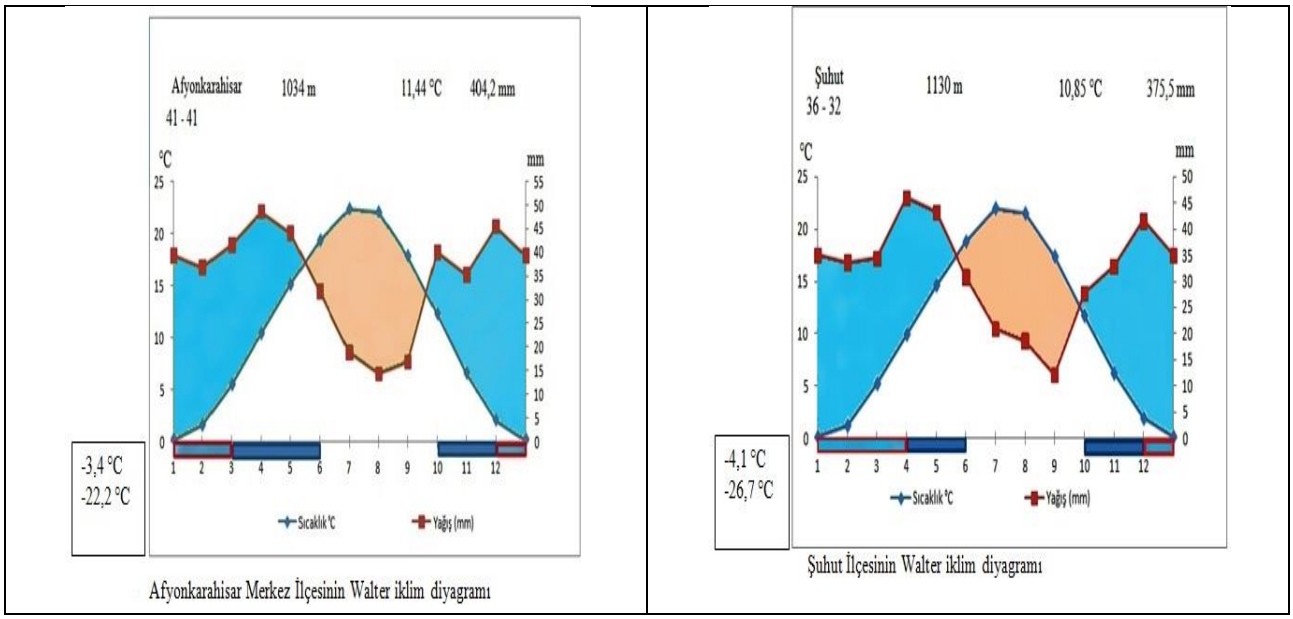
S.lacustris Topluluğu: Vejetasyon örtüşü % 85 - % 95, bitki boyu 85 – 90 cm, hakim bitkileri *S.lacustris, J. articulatus, Alopecurus myosuroides, Typha domingensis, S. media,* ve *Carex hordestichos*'dır. Tür sayısı 3-6 kadardır. Toprak tipi kireçsiz kahverengi tiptedir. Toprak killi-tınlı, çok tuzlu (% 0,81-0,98), kireç (% 5,34-14,88) düşükten ortaya, organik madde (% 1,88-2,83) miktarı azdan ortaya doğru, fosfor (7,87-8,43 Kg/da) orta miktarda, potasyum (26,07-36,10 Kg/da) yeter seviyededir, pH (7,6-7,9) hafif alkali olarak görülür.

S.holoschoenus Topluluğu: Vejetasyon örtüşü % 70 - % 85, bitki boyu 85 – 95 cm, hakim bitkileri: *S.holoschoenus, Juncus maritimus, Lycopus europaeus, Eleocharis palustre* ve *Catabrosa aquatica*'türleridir. Tür sayısı 1-5 kadardır. Koluvyal ve kahverengi büyük toprak tipi görülür. Toprak killi, killi-tınlı, çok fazla tuzlu (% 1,20-1,44), kireç (% 24,51-30,11) seviyesi çok yüksek oranda, organik madde (% 2,62-2,71) miktarı orta, fosfor (10,7-15,3 Kg/da) fazla, potasyum (32,42-35,45 Kg/da) yeter seviyededir, pH (8,1-8,9) kuvvetli alkali olarak görülür.

Tablo 1. Bitki topluluklarının baskın olduğu alanlarda toprak analiz sonuçları

	Su ile Doyg. %	Bünye Sınıfı	EC ds/m	Total Tuz %	pH	Organik Madde %	Fosfor (P_2O_5) Kg/da	Potasyum (K_2O) Kg/da	Kireç $CaCO_3$ %
*	61	CL	60,51	0,77	7,9	1,00	6,01	20,08	25,00
*	63	CL	52,30	0,69	8,3	1,08	6,22	32,11	24,32
**	67	CL	61,03	0,67	8,3	1,77	12,17	35,12	28,10
**	66	CL	57,41	0,91	8,0	2,97	13,30	33,05	30,03
***	74	C	61,33	0,99	8,3	1,99	3,88	27,33	29,01
***	75	C	60,66	1,08	9,0	1,46	6,11	29,89	31,92
****	68	CL	55,53	0,81	7,6	2,83	7,87	36,10	14,88
****	69	CL	55,91	0,98	7,9	1,88	8,43	26,07	5,34
*****	75	C	54,62	1,20	8,9	2,62	10,7	32,42	24,51
*****	62	CL	60,51	1,44	8,1	2,71	15,3	35,45	30,11

** C. distans ** C.cuprina *** B.maritumus var. maritumus ****S.lacustris *****S. holoschoenus*



Şekil 3. Afyonkarahisar ve Şuhut için Walter (1995) iklim diyagramı

Tartışma ve Sonuç

Çalışma sahasında belirlenen bitki topluluklarına ait toplam tuz, elektriksel iletkenlik, pH, organik madde ve kireç gibi fiziksel ve kimyasal testler yapılmıştır. Bu toprak analizleri sonucunda, toprakların killi ve killi-tınlı, toplam tuz ve elektriksel iletkenliğin tuzlu, pH derecesinin hafif alkali ile kuvvetli alkali, organik maddenin azdan orta düzeye, yarayışlı fosfor yüzdeleri azdan fazlaya, yarayışlı potasyum yüzdeleri yeterli ve kireç miktarına göre ise örneklerin orta kireçli ile yüksek kireçli arasında değiştiği belirlenmiştir. Kim ve Yu (2009), Fenu vd. (2012, 2013)'nun çalışmalarında kıyı kumulları ile bitki toplulukları arasında ilişkiler belirtilmiştir. Bu araştırmada topraklar tuzsuz olmasına rağmen çalışmamızdaki topraklar tuzludur. Bu durum ekolojik faktörlerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Toprak bünyesi ile toprak tuzluluğu bitkilerin dağılmasında en önemli rolü oynamaktadır (Flowers 1975). Zohary and Orshan (1949)'in çalışmalarında bitkilerin dağılmasında en önemli faktörlerden biri olarak toprağın bünyesi ve bitki besin elementleri belirtilmektedir. Bu çalışmada da özellikle toprak nemi ve tuzluluk ilişkisinin vejetasyon tiplerinin dağılmasında önemli rol oynadığı görülmektedir. Özellikle çalışma alanımızdaki bitki topluluklarının toprak özellikleri aynı ekolojideki diğer örneklerle kıyaslandığında vejetasyon ile toprak ilişkisi arasındaki bağlantılar benzer sonuçlar doğurmaktadır (Chapman 1974; Flowers 1975; Breckle 1986; Jafari vd. 2003).

Araştırma alanımız ile yakın yerlerdeki benzer ekosistemlerdeki Yurdakulol vd. (1996), Serteser ve Acar (2014), Serteser ve Acar (2016) ve Serteser (2017) çalışmaları ile karşılaştırıldığında, vejetasyondaki benzerlik oranları gözlenmiştir. Özellikle Serteser ve Acar (2014), Serteser (2017), *C.distans, T.angustifolia B.maritumus, J.articulatus* ve *P.australis* ile Yurdakulol vd. (1996), Serteser ve Acar (2016)'ın çalışmalarında olan *C.distans, J.gerardii* ve *S.media* türlerine çalışma alanımızda da rastlanmıştır. Özçelik vd. (2014)'in çalışmalarıyla bitki toplulukları açısından kıyasladığımızda ise örneklik alanlar içerisinde hem Burdur hem de Salda gölünde bulunan *J. maritimus* çalışma alanımızda da tespit edilmiştir

Teşekkür

Bu çalışma, "AKÜ BAPK: 18.KARİYER.86" nolu araştırma projesi desteğiyle gerçekleştirilmiş ve 27-29 Ağustos 2018 tarihinde Sakarya'da VIII. Ulusal Limnoloji Sempozyumu'nda poster bildiri olarak sunulmuştur.

Kaynaklar

Abd El-Ghani MM. 1999. Soil variables affecting the vegetation of inland western desert of Egypt. Ecologia Mediterranea . 25(2):173-184.

Akçiçek E, Vural M. 2003. Flora of Kumalar Mountain (Afyon). Turk J Bot. 27:383-420.

Akman Y. 2011. İklim ve biyoiklim. Ankara: Palme Yayınevi 345 s.

Akman Y, Daget P. 1971. Quelques aspects synoptiques des climates de la Turquie. Bulletin de la Société´ Languedocienne de Geographie. 5(3):269-300.

Braun-Blanquet J. 1932. Plant sociology; The study of plant communities. London: McGraw-Hill 438 s.

Breckle SW. 1986. Studies of halophytes from Iran and Afghanistan. Proceeding of the Royal Society of Edinburgh. 89:203-215.
doi: 10.1017/S0269727000009039

Chapman VJ. 1974. Salt marshes and salt deserts of the World. Germany: Verlag Von J. Cramer. 392 s.

Davis PH. (Ed.). 1965. Flora of Turkey and east aegean islands. I v. Edinburg Univ.Press. 567 s.

Davis PH. (Ed.). 1966. Flora of Turkey and east aegean islands. II v. Edinburg Univ.Press. 581 s.

Davis PH. (Ed.). 1969. Flora of Turkey and east aegean islands. III v. Edinburg Univ.Press. 628 s.

Davis PH. (Ed.). 1972. Flora of Turkey and east aegean islands. IV v. Edinburg Univ.Press. 657 s.

Davis PH. (Ed.). 1975. Flora of Turkey and east aegean islands. V v. Edinburg Univ.Press. 890 s.

Davis PH. (Ed.). 1978. Flora of Turkey and east aegean islands. VI v. Edinburg Univ.Press. 825 s.

Davis PH. (Ed.). 1982. Flora of Turkey and east aegean islands. VII v. Edinburg Univ.Press. 968 s.

Davis PH. (Ed.). 1984. Flora of Turkey and east aegean islands. VIII v. Edinburg Univ.Press. 632 s.

Davis PH. (Ed.). 1985. Flora of Turkey and east aegean islands. VIII v. Edinburg Univ.Press. 724 s.

Davis PH, Mill RR, Tan K. 1988. Flora of Turkey and the East Aegean Island, Volume 10, 1st Edition. Edinburgh: Edinburgh University Press 590 s.

DMİ 2015. Devlet Meteororloji İşleri Genel Müdürlüğü. DMİ Meteoroloji bülteni; [Erişim tarihi 2015 Eylül 05]. Erişim Adresi https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=AFYONKARAHISAR

Emberger L. 1952. Sur le quotient pluviothermique. Compte Rendus de l'Academie des Sciences. 234:2508-2511.

Fenu G, Cogoni D, Ferrara C, Pinna MS, Bacchetta G. 2012. Relationships between coastal sand dune properties and plant community distribution: the case of Is Arenas (Sardinia). Plant Biosyst. 146(3):586–602.
doi: 10.1080/11263504.2012.656727

Fenu G, Carboni M, Costa A, Bacchetta G. 2013. Environmental factors influencing coastal vegetation pattern: new insights from the Mediterranean basin. Folia Geobot. 48(4):493-508.
doi: 10.1007/s12224-012-9141-1

Flowers TJ. 1975. Halophytes. In Barker DA, Hall JL, editors. Ion transport in cells and tissues. Amsterdam, Holland: American Elsevier. s. 309-334

Gaussen H. 1954. Theories et classification des climate et microclimates. Yayınlandığı yer: VIII Congrès International de Botanique; Paris, France.

Güner A, Özhatay N, Ekim T, Başer KHC. 2000. Flora of Turkey and East Aegean Islands, Volume 11. Edinburgh: Edinburgh University Press 94 s.

Güner A, Aslan S, Ekim T, Vural M, Babaç T. 2012. Türkiye bitkileri listesi. İstanbul: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Yayını 1290 s.

Hoveizeh H. 1997. Study of the vegetation cover and ecological characteristics in saline habitats of Hoore-Shadegan. Anımal Scıences Journal. 34:27-31.

Jafari M, Zare Chahouki MA, Tavili A, Azamivand H. 2003. Soil-vegetation relationship in Hoz-e-Soltan region Qom Province, Iran. Pakistan Journal of Nutrition. 2(6):329-334. doi: 10.3923/pjn.2003.329.334

KHGM 1994. Afyon ili arazi varlığı. Ankara: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Rapor No: 03.

Kim D, Yu KB. 2009.A conceptual model of coastal dune ecology synthesizing spatial gradients of vegetation, soil, and geomorphology. Plant Ecol. 202(1):135-148. doi: 10.1007/s11258-008-9456-4

MTA 1996. Türkiye jeoloji envanteri; [Erişim tarihi 2015 Eylül 05]. Erişim Adresi
http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgimerkezi/maden_potansiyel_2010/Afyon_Madenler.pdf

Özçelik H, Çinbilgel İ, Muca B, Koca A, Tavuç İ, Bebekli Ö. 2014. Burdur İli karasal ve iç su ekosistem çeşitliliği, koruma ve izleme çalışmaları. SDU Journal of Science (E-journal). 9(2):12-43.

Serteser A, Acar H. 2014. Aquatic macrophytes and soil features on Karamik lake coastal ecosystem in Afyonkarahisar (Turkey). Journal of Biological and Environmental Sciences. 8(24):143-150.

Serteser A, Acar H. 2016. Acıgöl (Afyonkarahisar) çevresinin halofitik vejetasyonu ve toprak ilişkisi. AKÜ Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi.16(3):495-506. doi: 10.5578/fmbd.34215

Serteser A. 2017. Bolvadin (Afyonkarahisar) çevresinin halofitik vejetasyonu ve toprak ilişkisi. Yayınlandığı yer: Ist International Bolvadin Symposium; Afyonkarahisar, Türkiye.

Serteser A, Kargıoğlu M. 2018. Başkomutanlık Tarihi Milli Parkı Afyonkarahisar Kocatepe Bölümü'nde Doğal Olarak Yetişen Bazı Geofitlerin Ekolojik Özellikleri. Yayınlandığı yer: I. Uluslararası Bitki Biyolojisi Kongresi (ICONPB); Konya, Türkiye.

Serteser A, Kargıoğlu M, Kıvrak E. 2018. Başkomutanlık tarihi milli parkı Afyonkarahisar-Kocatepe bölümü'nde doğal olarak yetişen bazı geofitler. Yayınlandığı yer: Ist International Congress on Science and Education (UBEK- ICSE); Afyonkarahisar, Türkiye.

Tüzüner A. 1990. Toprak ve su analiz laboratuvarı el kitabı. Ankara: Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı KHG Müdürlüğü Yayını 374 s.

Uslu S. 1958. Kurak zamanların tesbitinde esas olarak kullanılan klima-diagram. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University. 8(2):95-104.

Vural M, Ekim T, İlarslan R, Malyer H. 1985. Afyon Başkomutan tarihi milli parkı vejetasyonu. Doğa Bilimleri Dergisi. 9(2):363-387.

Walter H. 1995. Die Klima-Diagramme als Mittel zur Beurteilung der Klimaverhaltnisse für ökologische, vegetationskundliche und landwirtschaftliche Zwecke. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. 68:331-334.

Yurdakulol E, Öncel I, Demirörs M, Yıldız A, Keleş Y. 1996. Ecological and syntaxonomic investigation of salt marshes vegetation in the vicinity of Burdur and Acıgöl (Denizli/Turkey). Ecologia Mediterranea. 22(1-2):51-61.

Zohary M, and Orshan G. 1949. Structure and ecology of the vegetation in the Dead Sea region of Palestine. Palestine Journal of Botany. 4:177-206.

Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research
limnofish
http://www.limnofish.org

Growth Kinetics of *Scenedesmus obliquus* Strains in Different Nutrient Media

Dilek YALÇIN DUYGU

Gazi University, Education Faculty, Biology Department, Ankara-Turkey

ABSTRACT

In this study, the effects of different media and natural mineral waters on the growth dynamics of *Scenedesmus obliquus* (Turpin) Kützing were investigated. *S. obliquus* strains were isolated from various freshwater wells and pools in Ankara, Turkey. In the production of three *S. obliquus* strains, both four culture medium and four natural mineral waters were used. Cell density, dry weight, specific growth rates, duplication time and chlorophyll-a of the cultures were calculated. The results showed that the different culture media and natural mineral waters significantly affected the final cell density, biomass and growth rates of strains. In three isolates, there was a significant difference in ScnGP strain in terms of cell density, biomass weight and specific growth rate compared to others. Cell density ($7.4x10^4 \pm 1.3x10^3$cells/mL), biomass amount (0.212±0.032g/mL), specific growth rate (0.024 h^{-1}) and chlorophyll-a (1.71±0.22µg/mL) of ScnGP grown in Bold Wynne medium were significantly ($P<0.05$) higher than that of grown in all other treatments. It has been determined that the results obtained from natural mineral waters were as good as the results obtained from culture media. It can be thought that various chemical compounds and reproductive factors can be added to increase the production within the natural mineral waters.

Keywords: *Scenedesmus obliquus*, microalgae, cell density, dry weight, natural mineral water

ARTICLE INFO

RESEARCH ARTICLE

Received : 17.01.2019
Revised : 15.02.2019
Accepted : 23.02.2019
Published : 27.08.2019

DOI:10.17216/LimnoFish.514166

**** CORRESPONDING AUTHOR***

dilekduygu06@hotmail.com
Phone : +90 532 328 2147

Scenedesmus obliquus Suşlarının Farklı Besin Ortamlarındaki Büyüme Kinetiği

Öz: Bu çalışmada, farklı besi ortamları ve doğal maden sularının *Scenedesmus obliquus* (Turpin) Kützing'in büyüme dinamikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. *S. obliquus* suşları, Ankara (Türkiye) ilindeki çeşitli tatlı su kuyuları ve havuzlarından alınan örneklerden izole edilmiştir. İzole edilen üç *S. obliquus* suşunun üretiminde, dört kültür besi ortamı ile dört doğal maden suyu kullanılmıştır. Kültürlerin hücre yoğunluğu, kuru ağırlık miktarı, spesifik büyüme oranları, ikilenme süreleri ve klorofil-a miktarları hesaplanmıştır. Sonuçlar, farklı kültür besi ortamları ve doğal mineralli suların, son hücre yoğunluğunu, biyokütleyi ve suşların büyüme oranlarını önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Bu üç suş içerisinde, ScnGP suşunda diğerlerine oranla hücre yoğunluğu, biyokütle ağırlığı ve spesifik büyüme hızı açısından anlamlı bir fark bulunmuştur. Hücre yoğunluğu ($7,4x10^4 \pm 1,3x10^3$ hücre/mL), biyokütle miktarı (0,212±0,032 g/mL), spesifik büyüme oranı (0,024 h^{-1}) ve klorofil-a (1,71±0,22 µg/mL) miktarı Bold Wynne besi ortamında yetişen ScnGP suşunda diğer uygulamalara göre önemli ölçüde ($P<0,05$) daha yüksek tespit edilmiştir. Doğal mineralli sulardan elde edilen sonuçların kültür besi ortamlarından elde edilen sonuçlar kadar iyi olduğu gözlenmiştir. Doğal mineralli sulara çeşitli kimyasal bileşiklerin ve üreme faktörlerinin eklenerek üretimin artırılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: *Scenedesmus obliquus*, mikroalg, hücre yoğunluğu, kuru ağırlık, doğal mineralli su

How to Cite
Yalçın Duygu D. 2019. Growth Kinetics of *Scenedesmus obliquus* Strains in Different Nutrient Media. LimnoFish. 5(2): 95-103. doi: 10.17216/LimnoFish.514166

Introduction

Microalgae are the main producers of organic matter in aquatic environments. They are mostly simple structured unicellular or multicellular, mostly photosynthetic microscopic organisms like other plants organisms with the chlorophyll in their cells. By the photosynthetic pigments which they contain, they convert solar energy into chemical energy through photosynthesis (Humpry 2004; Murdock and Wetzel 2009; Shelly et al. 2002). Because of this function, they occupy an important place in the inland waters (lakes, lagoons, streams, and dams) and in the feeding of living beings in the seas and are the basis of all production in aquatic environments (Wang et al. 2008). The collection and use of microalgae from the natural environments where it

grows as a food source begins with the earliest written date. However, the first microalgae culture was obtained by Beyerinck as the pure strain of *Chlorella vulgaris* on agar plates (Pringsheim 1946). In the time according to the needs of mankind, various usage areas developed (Brennan and Owende 2010).

The cell content of Scenedesmus consists of the essential amino acids, protein, lipid, mineral matters and pigments (especially chlorophyll) (Toyub et al. 2008). The biomass obtained by the cultivation of *Scenedesmus obliquus* is used in many fields. These include biodiesel and bioethanol production (Hodaifa et al. 2008), nutritional supplements for animals (Fallahi et al. 2014), efficient CO_2 fixation, the ability to grow in wastewaters and accumulate lipids (Sforza et al. 2014).

A large number of artificial media have been developed in the cultivation of small-scale production of monospecific microalgae cultures. Since this type of cultivation is usually carried out in laboratories, the costs of media are not considered. However, the cost of mass production in the large scale of microalgae cultivation is an important issue. Domestic, agricultural and industrial wastewater sources are being investigated for the solution of this problem. During the cultivation, the usage of wastewater which contains pollutants like pathogenic bacteria and viruses, pesticides and heavy metals, might threaten human and animal health. For this reason, cultures exposed to these types of pollutants are not required by the pharmaceutical, cosmetic or food industries. It is very important to carry out all kinds of cultural studies with the developed different artificial cultivation medium. The usage of natural mineral waters which is rich in nutrients, in large-scale microalgae cultivation, is thought to be an alternative solution as a cheap nutrient source for microalgae production.

The aim of this study was to isolate *S. obliquus* from freshwater sources, to investigate the effect of culture conditions on growth kinetics and to determine the effect of different media and natural mineral waters on these dynamics.

Materials and Methods

Isolation and culture conditions

S. obliquus (Turpin) Kützing strains were isolated from different freshwater pools and wells in Ankara, Turkey. The collected freshwater samples were brought to the laboratory and were transferred to the liquid nutrient medium (1) prepared for pre-enrichment of cultures (Table 1). Isolation of strains was carried out by micromanipulation method (Parvin et al. 2007). *S. obliquus* cells observed under the microscope were taken by means of a micropipette and transferred onto a sterile agar plate. This procedure was repeated several times to reduce bacterial contamination. These cells were then transferred to the culture tube and placed under appropriate low temperature conditions. The strains were then inoculated into agar medium (2) for fulfill purification (Table 1). Shortly thereafter, microalgae colonies appeared on the agar plates. These colonies produced into the agar surface were re-inoculated into (1) numbered liquid nutrient medium and control of growth was carried out by microscope. Characteristic cells of *S. obliquus* were identified by using species keys (Prescott 1973; Guiry and Guiry 2018). The coding of the strains was made according to the locations where samples were taken (ScnWW - Well Water), (ScnMP - Medico Social Pool) and (ScnGP - Gazi University Pool).

Morphologies of algal colonies were determined and examined the size and shape of the cells under the microscope. In Figure 1, the taxonomic classification of *S. obliquus* (Guiry and Guiry 2018) and its appearance under the light microscope were given.

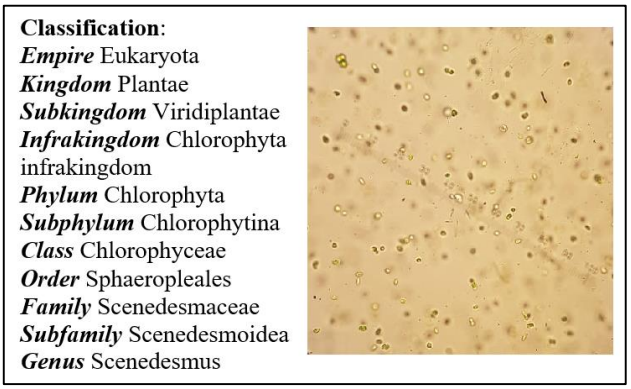


Figure 1. Classification (left) and microscopic images (right) of *S. obliquus*.

In this study, Prat, Yagojinski, Knop, and Bold Wynne Medium were used as culture nutrient media (Andersen et al. 2005). Besides, four different natural mineral water samples from various regions of Turkey were used to grow *S. obliquus*. Compositions of medium and natural mineral waters were given in Table 1 and Table 2 respectively.

The light source (Philips, 50µmol photons $m^{-2}s^{-1}$) was applied at a distance of 22 cm from the cultures, horizontally, with a period of 16L: 8D and cultivated at 22-25°C. *S. obliquus* has been found to have a maximum grow rate of pH at 6.5-7. At the beginning of the study periods, dilutions of 10 ml of medium (10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}) were inoculated to determine the amount of inoculum. Cultures that were allowed to incubate in the appropriate culture conditions were recorded with and without proliferating tubes, and (10^{-1}) efficient growth was

recorded in dilution tubes. By determining the amount of inoculum, media and natural mineral waters cultures were realized as 9 ml of nutrient+1 ml of suspension culture.

Table 1. Chemical composition of the culture medium tested

Macroelements	Culture medium compositions					
	(1)[1] (g/L)	(2)[2] (g/L)	Prat (g/L)	Yagojinski (g/L)	Knop (g/L)	Bold Wynne (g/L)
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	2.50	1.250	0.01	-	0.01	0.075
K_2HPO_4	-	-	0.01	-	0.02	0.075
KH_2PO_4	1.25	0.62	-	-	-	0.0175
NaCl	-	-	-	-	-	0.025
$CaCl_2$	-	-	-	-	-	0.025
KNO_3	5.0	2.5	0.1	0.5	0.1	-
$NaNO_3$	-	-	-	-	-	0.250
$MgSO_4$	-	-	-	0.1	-	-
Na_2HPO_4	-	-	-	0.05	-	-
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	0.009	0.009	-	-	-	-
$FeSO_4$	-	-	-	0.002	-	-
$FeCl_2 \cdot 6H_2O$	-	-	0.001	-	0.0001	-
$Ca(NO_3)_2$	-	-	-	-	0.01	-
Agar	-	5	-	-	-	-
DW (mL)	1000	500	1000	500	1000	1000

[1]Liquid nutrient medium, [2]Agar medium

Table 2. Natural mineral waters and chemical contents

Macroelements (one litter of mg)	Natural Mineral Waters			
	KANMW[1]	KINMW[2]	BENMW[3]	OBNMW[4]
Cations				
Na	735.680	567.847	152.812	51.725
Ca	80.160	76.152	172.344	96.192
Mg	12.946	38.899	138.578	87.516
Fe-Al	1.300	24.691	4.816	0.158
Anions				
SO_4	25.400	110.080	147.300	9.250
Cl	108.800	259.150	19.525	21.837
HCO_3	2.374.120	1.403.000	1.415.200	834.053
H_2SiO_3	35.556	63.700	52.100	45.500

[1]Kızılay Afyonkarahisar Natural Mineral Water®, [2]Kızılcahamam Natural Mineral Water®, [3]Beypazarı Natural Mineral Water®, [4]Ozkaynak Bursa Natural Mineral Water®

Detection of microalgae growth

Thoma slide is the most suitable for cell counts of *S. obliquus* strains. Therefore, cell density (cells/mL) were determined by counting 16 squares in Thoma slide. The cell counts were carried out at the beginning of the showing procedure at ranges of (0), (24), (48), (96), (120) and (140) hours. The cell densities were calculated using Eq. (1) (Guillard and Sierachiki 2005):

$$Cell\ Number = \frac{Tx4000}{16} \quad (1)$$

(T: Total cell number on 16 squares; 4000: volume of one square)

Specific growth rate and duplication time were calculated using the growth kinetics. Specific growth rate and duplication time is calculated shown in Eq. 2 and Eq. 3 (Godoy-Hernández and Vázquez-Flota 2006).

$$\mu = \frac{\ln X2 - \ln X1}{t} \quad (2)$$

(μ: Specific growth rate; X1 and X2: Biomass concentration at $t1$ and $t2$)

$$DT = \frac{ln2}{\mu} \quad (3)$$

(DT: Duplication time)

Determination of yields of cultures was done by measuring the dry weights on the 140th hours of cultivation of the cultures. The Whatman (GF/C) filters were dried at 105°C until reach constant volume. The filters were placed in the desiccator for 20 minutes to allow them to reach room temperature and then weighed. 5 mL algal sample was centrifuged, the supernatant was discarded and

washed with 20 ml of distilled water. The samples were filtered through vacuum filtration. The filters were dried at 105°C for 24 hours, dry weight was determined by a digital balance. The dry weight determination was carried out by taking the difference between these two measurements (Chia et al. 2013). All tests were made in triplicate.

Chlorophyll-a determination

The biomass of *S. obliquus* strains was estimated from their chlorophyll-a content measured through the use of the methanol method (Youngman 1978). The microalgae samples (3 mL) were filtered through Whatman glass-fiber filters (GF/C), taken into a 100 mL beaker, and 14 mL of methanol was added. The beaker was boiled at 70°C in a water bath and rested for 5 minutes in the dark after the boiling. Samples were centrifuged at 5000 rpm and values were determined at 750 and 665 nm wavelengths using Thermo Scientific spectrophotometer (Genesys 10S UV-Vis). The obtained data were calculated by applying the following formula (Eq. 4) (Youngman 1978).

$$Chlorophyll - a\ Concentration = 13.6\ x\ A.v\ /\ d.V \quad (4)$$

(v = volume of the filtrate; d = 1 cm; V = sample to be filtered first (l); A = Absorbance)

Statistical analysis

In this study, all analyses were performed in triplicate (n=3). All data were presented as mean values ± and standard deviation (SD). The data, cell density and biomass weights of strains were analyzed statistically using ANOVA. The statistical analysis was carried out using SPSS software.

Results

S. obliquus was chosen for the study because of high reproductive speed, tolerances to heat, high economic values, resistance to illumination, compliance with high concentration nutrients, resistance to contamination of microorganisms, the chemical structure of biomass, non-toxic substances.

The conditions for establishing an algal growing system in the laboratory were investigated. Prediction of growth through cell density and dry weight of *S. obliquus* in different culture media and natural mineral waters indicated that different growth pattern.

The mean number of cells density and biomass weights in (0) and (140) hours in the nutrient media and natural mineral waters of the ScnWW strain were shown in Table 3. When the mean differences in nutrient media were examined, the number of cells ($5.7x10^4$±$3.3x10^3$ cells/mL) and the biomass weight (0.0673±0.027 g/mL) in the Bold Wynne medium increased the most, while the number of cells ($4.3x10^4$±$1.0x10^4$ cells/mL) and biomass weight (0.0585±0.021 g/mL) in the Yagojinski medium were found to be lower at 140th hour. When the average differences in mineral waters were examined, the number of cells in the OBNMW ($4.1x10^4$±$8.8x10^3$ cells/mL) was highest, while in the KANMW mineral water ($3.5x10^4$±$1.1x10^4$ cells/mL) the least increased (Fig. 2). The results showed that the different culture media significantly (P<0.05) affected the final cell density, biomass and growth rates of ScnWW strain. The final cell density and biomass of Bold Wynne and Knop medium are significantly different from (Prat, Yagojinski, KANMW, KINMW, BENMW, OBNMW) which (P<0.05) but not significantly different between each other (P>0.05).

Table 3. Growth performance of ScnWW strain

Medium / MW	Cell Density (cells/mL) Avr.±SD		Biomass (g/mL) Avr.± SD	SGR[1] (μ) (h^{-1})	DT[2] (h^{-1})	Chlorophyll-a (μg/mL)
	(0h)	(140h)				
Bold Wynne	$3.4x10^4$±$3.1x10^3$	$5.7x10^{4*}$±$3.3x10^3$	0.0673*±0.027	0.018	38	1.11±0.43
Knop	$3.1x10^4$±$2.6x10^3$	$5.5x10^{4*}$±$3.1x10^3$	0.0672*±0.011	0.017	40	1.10±0.45
Prat	$3.2x10^4$±$5.6x10^3$	$4.9x10^4$±$6.4x10^3$	0.0594±0.015	0.017	39	1.02±0.39
Yagojinski	$3.2x10^4$±$2.8x10^3$	$4.3x10^4$±$1.0x10^4$	0.0585±0.021	0.016	44	1.01±0.37
KANMW	$3.1x10^4$±$4.9x10^3$	$3.5x10^4$±$1.1x10^4$	0.0407±0.012	0.007	99	0.98±0.10
KINMW	$3.3x10^4$±$4.1x10^3$	$3.8x10^4$±$1.3x10^4$	0.0527±0.017	0.008	92	0.99±0.12
BENMW	$3.2x10^4$±$2.2x10^3$	$3.9x10^4$±$7.6x10^3$	0.0566±0.012	0.011	65	0.99±0.11
OBNMW	$3.3x10^4$±$4.1x10^3$	$4.1x10^4$±$8.8x10^3$	0.0575±0.010	0.012	55	1.01±0.41

*P<0.05 significant difference, P>0.05 there is no significant difference; ANOVA test
[1]Specific Growth Rate, [2]Duplication Time

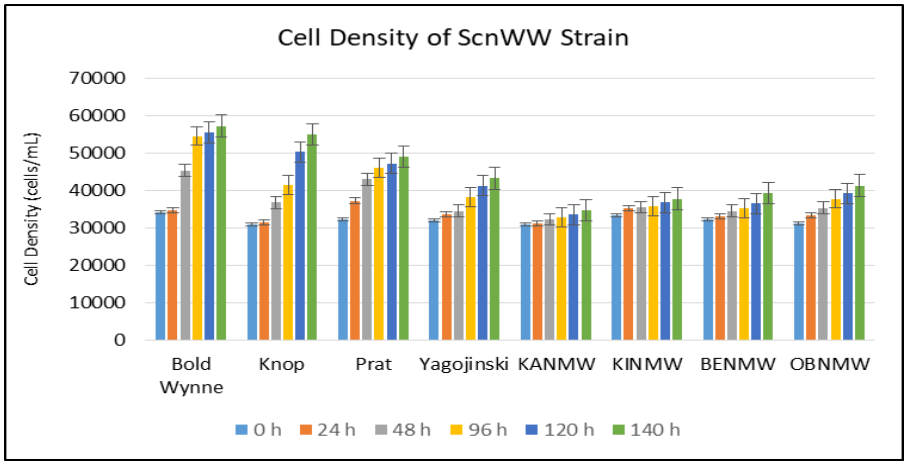


Figure 2. Cell density of ScnWW (cells/mL). Error bars represent the standard deviation for n=3

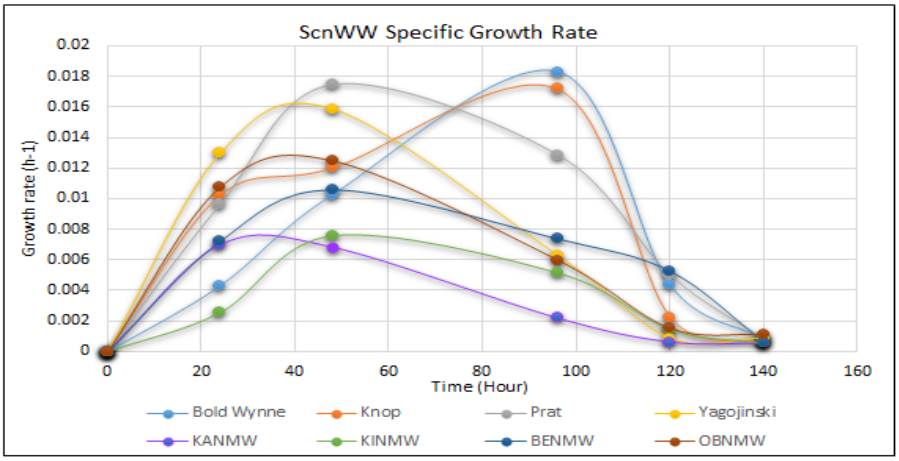


Figure 3. Specific growth rates of ScnWW strain in different nutrient media and mineral waters

The mean number of cells density and biomass weights in the culture media and natural mineral waters of the ScnMP strain were shown in Table 4. The number of cells ($5.4x10^4±3.2x10^3$ cells/mL) and the biomass weight (0.0769±0.029 g/mL) in the Bold Wynne medium increased the most, while the number of cells ($4.4x10^4±9.8x10^3$ cells/mL) and biomass weight (0.0609±0.0219 g/mL) in the Yagojinski medium were found to be lower. When the average differences in mineral waters were examined, the number of cells in the OBNMW ($4.3x10^4±8.1x10^3$ cells/mL) was highest, while in the BENMW mineral water ($3.5x10^4±7.5x10^3$ cells/mL) the least increased (Fig. 4). The final cell density and biomass of Bold Wynne medium is significantly different to the other culture media and mineral waters.

Table 4. Growth performance of ScnMP strain

Medium / MW	Cell Density (cells/mL) Avr.± SD		Biomass (g/mL) Avr.± SD	SGR[1] (μ) (h^{-1})	DT[2] (h^{-1})	Chlorophyll-a (μg/mL)
	(0h)	(140h)				
Bold Wynne	$3.2x10^4±3.3x10^3$	$5.4x10^{4*}±3.2x10^3$	$0.0769^{*}±0.029$	0.021	33	1.23±0.52
Knop	$3.3x10^4±2.2x10^3$	$4.7x10^4±2.8x10^3$	0.0684±0.0231	0.015	46	1.10±0.47
Prat	$3.2x10^4±5.5x10^3$	$4.6x10^4±5.9x10^3$	0.0612±0.0165	0.014	48	1.10±0.41
Yagojinski	$3.2x10^4±2.1x10^3$	$4.4x10^4±9.8x10^3$	0.0609±0.0219	0.012	58	1.07±031
KANMW	$3.2x10^4±4.7x10^3$	$4.1x10^4±1.2x10^4$	0.0523±0.0107	0.013	52	1.01±027
KINMW	$3.1x10^4±4.3x10^3$	$3.7x10^4±1.1x10^4$	0.0568±0.0184	0.011	63	0.97±0.09
BENMW	$3.1x10^4±2.7x10^3$	$3.5x10^4±7.5x10^3$	0.0582±0.0121	0.007	95	0.99±.011
OBNMW	$3.1x10^4±4.3x10^3$	$4.3x10^4±8.1x10^3$	0.0602±0.0113	0.013	54	1.04±0.32

*P<0.05 significant difference, P>0.05 there is no significant difference; ANOVA test
[1]Specific Growth Rate, [2]Duplication Time

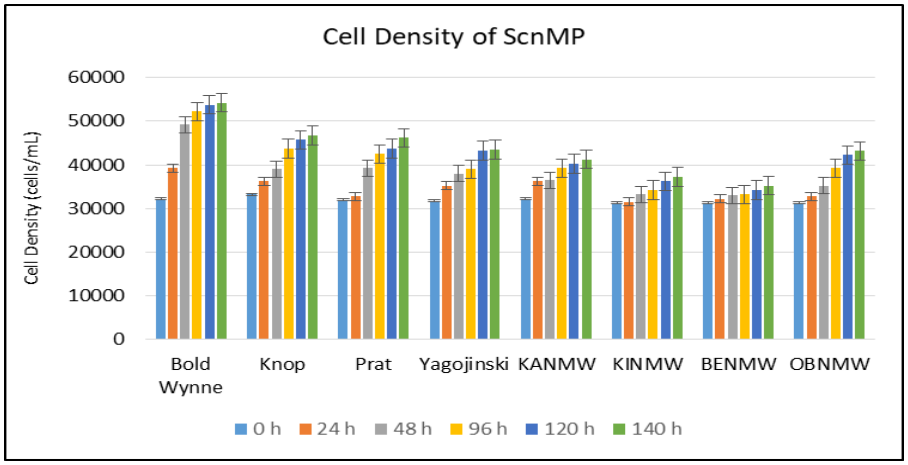


Figure 4. Cell density of ScnMP (cells/mL). Error bars represent the standard deviation for n=3.

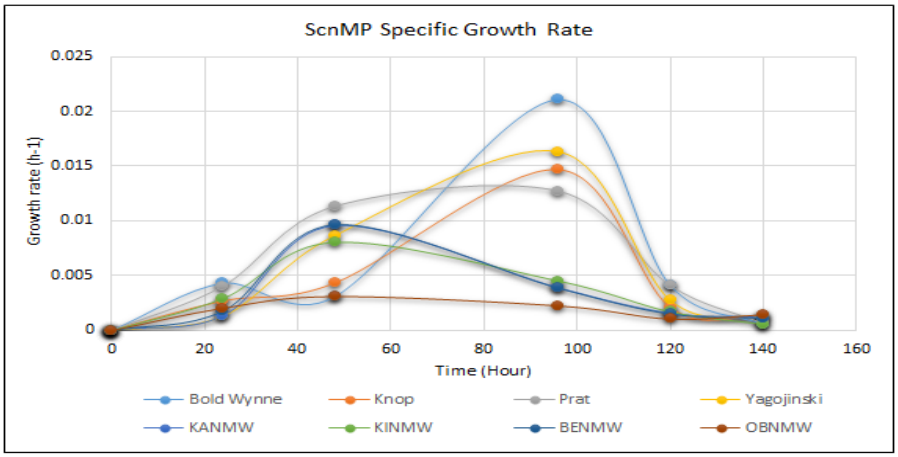


Figure 5. Specific growth rates of ScnMP strain in different nutrient media and mineral water.

Table 5. Growth performance of ScnGP strain

Medium / MW	Cell Density (cells/mL) Avr.± SD		Biomass (g/mL) Avr.± SD	SGR[1] (μ) (h^{-1})	DT[2] (h^{-1})	Chlorophyll-a (μg/mL)
	(0h)	(140h)				
Bold Wynne	$3.2x10^4±2.4x10^3$	$7.4x10^{4*}±1.3x10^3$	$0.212^*±0.032$	0.024	29	1.71±0.22
Knop	$3.2x10^4±2.5x10^3$	$7.1x10^{4*}±3.1x10^3$	$0.207^*±0.013$	0.021	34	1.62±0.43
Prat	$3.3x10^4±3.2x10^3$	$6.7x10^4±3.5x10^3$	0.098±0.017	0.017	42	1.48±0.47
Yagojinski	$3.2x10^4±2.3x10^3$	$6.4x10^4±6.2x10^3$	0.096±0.023	0.016	43	1.23±035
KANMW	$3.1x10^4±3.4x10^3$	$6.1x10^4±2.1x10^4$	0.093±0.012	0.014	48	0.89±0.09
KINMW	$3.2x10^4±3.3x10^3$	$5.8x10^4±2.2x10^4$	0.091±0.019	0.013	52	0.97±0.11
BENMW	$3.2x10^4±1.2x10^3$	$5.7x10^4±8.1x10^3$	0.091±0.014	0.011	66	0.98±0.10
OBNMW	$3.1x10^4±2.2x10^3$	$5.9x10^4±7.2x10^3$	0.089±0.013	0.013	52	1.12±0.42

*P<0.05 significant difference, P>0.05 there is no significant difference; ANOVA test
[1]Specific Growth Rate, [2]Duplication Time

The mean number of cells and biomass weights of the ScnGP strain were shown in Table 5. The maximum cell density ($7.4x10^4±1.3x10^3$ cells/mL) and biomass amount (0.212±0.032 g/mL) in ScnGP strain were determined in Bold Wynne culture medium. As in other strains, the lowest cell density ($6.4x10^4±6.2x10^3$ cells/mL) and biomass amount (0.096±0.023 g/mL) were obtained from Yagojinski culture medium. When examined in terms of natural minerals, the highest number of cells and biomass were found in KANMW ($6.1x10^4±2.1x10^4$ cells/mL) and the lowest in BENMW ($5.7x10^4±8.1x10^3$ cells/mL). The final cell density and biomass of

Bold Wynne and Knop medium is significantly different from others (Prat, Yagojinski, KANMW, KINMW, BENMW, OBNMW) which (P<0.05).

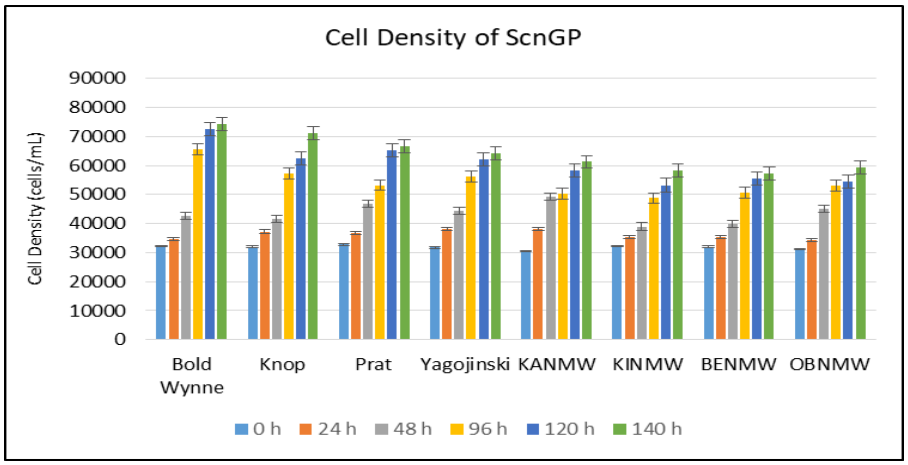


Figure 6. Cell density of ScnGP (cells/mL). Error bars represent standard deviation for n=3.

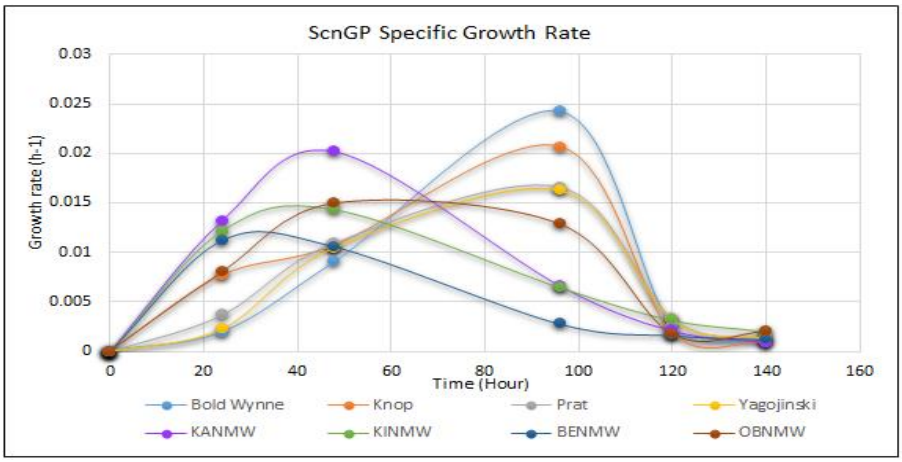


Figure 7. Specific growth rates of ScnGP strain in different nutrient media and mineral waters

The maximum growth rate of ScnWW (0.018 h^{-1}) strain was reached on the 96th hour under Bold Wynne media and its duplication time was found 38 h^{-1} (Table 3 and Figure 3). The maximum growth rate of ScnMP (0.021 h^{-1}) strain occurred on the 96th hour in Bold Wynne media and duplication time was 33 h^{-1} (Table 4 and Figure 5). The algal growth rate was highest under Bold Wynne culture media (0.024 h^{-1}) in ScnGP strain and duplication time was 29 h^{-1} (Table 5 and Figure 7).

Discussion

Nutrient availability, light intensity, temperature, pH and salinity are the main external factors of microalgal growth, reproduction, and morphology. The quantity and quality of nutrients are the most important parameters regulating the growth and reproduction of microalgae. Essential nutrient substances must be supplied for the cultivation of microalgae at the optimum concentration. The presence of nitrogen, phosphorus, sulphur and trace elements is important for the reproduction of microalgae (Blair et al. 2013). Sulphur is a predominant element in proteins and in various coenzymes (Bhamawat 2010). Nitrogen is an indispensable element of all structural and functional proteins in algal cells. The lack of phosphorus in the culture medium affects not only chlorophyll synthesis but also the growth and metabolism of cells (Liang et al. 2013; Chu et al. 2007). In this study, different phosphorus and nitrogen sources were used in the culture media (Table 1). When the media was examined for *S. obliquus* strains, the best reproduction was detected in the Bold Wynne medium and the lowest reproduction was found in the Yagojinski culture medium. The higher biomass productivity of *S. obliquus* grown in Bold Wynne media might be related to concentration of K_2HPO_4, KH_2PO_4, and $NaNO_3$ as a source of phosphorus and nitrogen, respectively.

The highest cell density ($7.4x10^4 \pm 1.3x10^3$ cells/mL) of ScnGP strain grown in Bold Wynne was significantly (P<0.05) higher than that of growing in all other treatments. *S. obliquus*'s maximum cell count ($136.3x10^5$/ml) and the specific growth rate (0.32 - 0.42 µg/day) were determined by Toyub et al.

(2008). Al-Shatri et al. (2014) produced the strain of *Scenedesmus dimorphus* in BBM medium and the final cell number was found to be ($2.5x10^4$ cells/mL), the specific growth rate was (0.104 μ/day^{-1}). Latiffi et al. (2017) in their study on *Scenedesmus* sp., the cell number ($1x10^4$ cells/mL), specific growth rate (0.412 μ/day^{-1}) and doubling time (1.680 day^{-1}) was found. In this study, as in cell density, the highest dry weight was obtained from cultivation of ScnGP strain in Bold Wynne medium (0.212±0.032 g/mL). *S. obliquus* was grown at different concentrations of NaCl in Bold Basal Medium (BBM) by Salama et al (2013). The highest dry weight of *S. obliquus* was determined at 25 mM NaCl as 0.65 g/L. In the study conducted by Eida et al. (2018), the highest dry biomass of *S. obliquus* was measured as 0.529 and 0.524 g/L in (0.5% Wastewater and 25% BBM and 100% BBM) mix medium. There are some differences in cell density and dry weight between the studies in the literature and the results of this study. These differences are thought to be the result of the medium used, culture conditions, culture amount, characteristics of the strains and the purpose of the studies.

Different culture medium and mineral waters showed a significantly different effect on chlorophyll-a content of *S. obliquus* strains. The chlorophyll-a content of *S. obliquus* strains grown in Bold Wynne medium was found to be higher than those of other culture media and natural mineral waters. The highest total content of chlorophyll-a found in the ScnGP (1.71±0.22 µg/mL), followed by ScnMP (1.23±0.52 µg/mL) and ScnWW (1.11±0.43 µg/mL) (Table 3, 4 and 5). In other studies on *S. obliquus*, the amounts of chlorophyll-a were found as 0.64 µg/mL, 1.819 µg/mL and 10 µg/mL (Rinanti et al. 2013; Kabir et al.2017; Chen et al. 2011) respectively. It was observed in this study that *S. obliquus* strains were found to have differences in the number of cells ($P<0.05$) and biomass values ($P<0.05$) compared to the culture media and natural mineral waters. Differences were observed between strains in the experiments performed with the media used in the production of *S. obliquus* strains. In 3 isolates, there was a significant difference in ScnGP strain in terms of cell density, biomass weight, chlorophyll-a, and specific growth rate compared to others.

When each culture media and mineral waters are compared, it can be said that the culture medium efficiency better results in terms of both cell density and biomass weight. Also, it was determined that strains which were cultured in mineral waters produced significantly.

When mineral waters were examined in their own form, the strains (ScnWW and ScnMP) values were higher in OBNMW mineral water whereas in KANMW mineral water, ScnGP strain had more reproduction. In aquatic environments, it is thought that Cl, Na and K ions do not directly affect the appearance of algae species in the environment. On the other hand, it was found that the density of the ions mentioned indirectly influenced the osmotic pressure, pH, and single and divalent ion values. These experiments with mineral waters, it was observed that Na and Cl ions were different in four mineral waters (Table 2). In the four mineral waters tested, Ca, Mg, Fe, Al, Si, N elements are available. The amounts of these elements differ in four mineral waters. As a result, natural mineral waters can be used as a cheap source of algae production. In addition, various chemical compounds can be added as factors affecting reproduction to increase production.

In conclusion, the effect of different culture media and natural mineral waters on the growth of freshwater microalgae *S. obliquus* strains were investigated. It was clearly seen that Bold Wynne media has a greater impact on the growth of strains when compared to other media and natural mineral waters. The use of natural mineral water has been considered as a cost-effective and abundant source for the growth of *S. obliquus* strains. The natural mineral water will be beneficial for microalgae production, but the development of microalgae cultivation process should be thought in mineral water. It is thought that in the advanced stages, the effects of the species produced in mineral waters on the amount of intracellular lipid will contribute to the studies to be performed in biodiesel production.

References

Al-Shatri AH, Ali E, Al-Shorgani NK, Kalil MS. 2014. Growth of *Scenedesmus dimorphus* in different algal media and pH profile due to secreted metabolites. Afr J Biotechnol. 13 (16):1714-1720. doi: 10.5897/AJB2013.13455

Andersen RA, Berges JA, Harrison PJ. 2005. Recipes for freshwater and seawater media. In: Andersen RA editor. Algal culturing techniques. London: Elsevier Academic Press. p. 429-538.

Bhamawat PM. 2010. Growth of *Chlamydomonas reinhardtii* under nutrient-limited conditions in steady-state bioreactors [Master's Thesis]. Faculty of the Graduate School of Cornell University. 83 p.

Blair MF, Kokabian B, Gude VG. 2013. Light and growth medium effect on *Chlorella vulgaris*

biomass production. Journal of Environmental Chemical Engineering. 2(1):665-674. doi: 10.1016/j.jece.2013.11.005

Brennan L, Owende P. 2010. Biofuels form microalgae a review of technologies for production, processing and

extractions of biofuels and co-products. Renew Sust Energ Rev. 14(2):557-577.
doi: 10.1016/j.rser.2009.10.009

Chen M, Li L, Dai X, Sun Y, Chen F. 2011. Effect of phosphorus and temperature on chlorophyll a contents and cell sizes of *Scenedesmus obliquus* and *Microcystis aeruginosa*. Limnology. 12(2):187-192. doi: 10.1007/s10201-010-0336-y

Chia MA, Lombardi AT, Melao MGG. 2013. Growth and biochemical composition of *Chlorella vulgaris* in different growth media. Annals of the Brazilian Academy of Sciences. 85(4):1427-1438. doi: 10.1590/0001-3765201393312

Chu ZS, Jin XC, Yan F, Zheng SF, Pang Y, Zeng QR. 2007. Effects of EDTA and iron on growth and competition of Microcystis aeruginosa and *Scenedesmus quadricauda*. Huanjing Kexue/Environ Sci. 28(11): 2457-2461.

Eida MF, Darwesh OM, Matter IA. 2018. Cultivation of oleaginous microalgae *Scenedesmus obliquus* on secondary treated municipal wastewater as growth medium for biodiesel production. Journal of Ecological Engineering. 19(5):38-51. doi: 10.12911/22998993/91274

Fallahi M, Rahbary SH, Shamsaii M. 2014. Determination of optimum concentration of diuron for the growth and bloom of the algae (*Scenedesmus obliquus*) in in vitro condition. Iran J Fish Sci. 13(3):739-747.

Godoy-Hernández G, Vázquez-Flota FA. 2006. Growth measurements: estimation of cell division and cell expansion. In: Loyola-Vargas VM, Vázquez-Flota F. editors. Methods in molecular biology. New Jersey: Humana Press Inc. 877:41-48.

Guillard RRL, Sierachiki MS 2005. Counting cells in cultures with the light microscope. In: Andersen RA editor. Algal culturing techniques. London: Elsevier Academic Press. p. 239-252.

Guiry MD, Guiry GM. 2018. AlgaeBase; [cited: 2018 Oct 21]. Available from http://www.algaebase.org.

Hodaifa G, Martínez ME, Sánchez S. 2008. Use of industrial wastewater from olive-oil extraction for biomass production of *Scenedesmus obliquus*. Bioresource Technol. 99(5):1111-1117. doi: 10.1016/j.biortech.2007.02.020

Humpry AM. 2004. Chlorophyll as a color and functional ingredient. J Food Sci. 69(5):422-425. doi: 10.1111/j.1365-2621.2004.tb10710.x

Kabir M, Hoseini SA, Ghorbani R, Kashiri H. 2017. Performance of microalgae *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus obliquus* in wastewater treatment of Gomishan (Golestan-Iran) shrimp farms. Aquaculture, Aquarium, Conservation and Legislation - International Journal of the Bioflux Society. 10(3):622-632.

Latiffi NAA, Mohamed RM, Apandi NM, Tajuddin RM. 2017. Preliminary assessment of growth rates on different concentration of microalgae *Scenedesmus* sp. in industrial meat food processing wastewater. International Symposium On Civil And Environmental Engineering. 103: 1-9. doi: 10.1051/matecconf/20171030

Liang K, Zhang Q, Gu M, Cong W. 2013. Effect of phosphorus on lipid accumulation in freshwater microalgae *Chlorella* sp. J Appl Phycol. 25(1):311-318. doi: 10.1007/s10811-012-9865-6

Murdock JN, Wetzel DL. 2009. FT-IR Microspectroscopy enhances biological and ecological analysis of algae. Appl Spectroscopy Rev. 44(4):335-361. doi: 10.1080/05704920902907440

Parvin M, Zannat MN, Habib MAB. 2007. Two important technique for isolation of microalgae. Asian Fisheries Science. 20:117-124.

Prescott GW. 1973. Algae of the western great lakes area. Michigan: C. Brown Company Publishers 977 p.

Pringsheim E. 1946. Pure cultures of algae. Cambridge: University Press 119 p.

Rasmussen RS, Morrissey T, Steve LT. 2007. Marine biotechnology for production of food ingredients. Advances in Food and Nutrition Research. 237-292. doi: 10.1016/S1043-4526(06)52005-4

Rinanti A, Kardena E, Astuti DI, Dewi K. 2013. Growth response and chlorophyll content of *Scenedesmus obliquus* cultivated in different artificial media. Asian Journal of Environmental Biology. 1(1):1-9. doi: 10.13140/RG.2.1.3370.7926

Salama ES, Kim HC, Abou-Shanab RAI et al. 2013. Biomass, lipid content, and fatty acid composition of freshwater *Chlamydomonas mexicana* and *Scenedesmus obliquus* grown under salt stress. Bioproc Biosyst Eng. 36(6):827-833. doi: 10.1007/s00449-013-0919-1

Sforza E, Gris B, Silva C, Morosinotto T, Bertucco A. 2014. Effects of light on cultivation *Scenedesmus obliquus* in batch and continuous flat plate photobioreactor. Chemical Engineering Transactions. 38:211-216. doi: 10.3303/CET1438036

Shelly K, Heraud P, Beardall J. 2002. Nitrogen limitation in *Dunaliella tertiolecta* (Chlorophyceae) leads to increased susceptibility to damage by UV-B radiation but also increased repair capacity. J Phycol. 38:1-8. doi: 10.1046/j.1529-8817.2002.01147.x

Toyub MA, Miah MI, Habib MAB, Rahman MM. 2008. Growth performance and nutritional value of *Scenedesmus obliquus* cultured in different concentrations of sweetmeat factory waste media. Bangladesh Journal of Animal Science. 37(1):86-93. doi: 10.3329/bjas.v37i1.9874

Wang B, Li Y, Wu N, Lan CQ. 2008. CO_2 bio-mitigation using microalgae. Appl Microbiol Biot 79(5):707-718. doi: 10.1007/s00253-008-1518-y

Youngman RE. 1978. Measurement of chlorophyll-a. New York: Water Research Centre Technical Report. Report No: TR82.

Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research
limnofish
http://www.limnofish.org

Elazığ Yöresi'nde Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yetiştiriciliği Yapan Farklı Kapasitedeki İşletme Çalışanlarının Sosyo-Ekonomik Yapısı

Seda İmert AYDOĞDU*[1] Yaşar ÖZDEMİR[2]

[1]Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Elazığ.
[2]F.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, Elazığ.

ÖZ

Bu çalışmada, Elazığ ilinde gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yetiştiriciliği yapan farklı kapasitelerdeki işletmelerde çalışanların sosyo-ekonomik yapıları incelenmiştir. Aktif olarak çalışan, 72 adet küçük (≤25 ton/yıl), 50 adet orta (25,01-250 ton/yıl) ve 37 adet büyük (≥250,01 ton/yıl) kapasiteli olmak üzere; 159 adet kafes ve havuz işletmesi ile biri kamuya ait 3 adet yavru üretimi yapan işletmelerden anket yolu ile elde edilen veriler değerlendirilmiştir. İşletme sahipleri ve işletmelerde çalışanlara yönelik yapılan sosyo-ekonomik analizler sonucunda, 731 kişinin işletmelerde istihdam edildiği, % 55,40'nın işsizlikten dolayı bu işi seçtikleri belirlenmiştir. İşletmelerde 1-20 arasında personel çalıştırılırken, % 58,90'lık yüksek oranla 1-3 arasında personel çalıştırıldığı, yaş dağılımlarının 19-50 arasında değiştiği, % 43,36'lık oranla 20-29 yaş grubunda oldukları ve çalışanların % 94,66'sının erkek % 5,34'ünün kadın olduğu bulunmuştur. Çalışanların % 71,14'ünün evli olduğu, eğitim durumları incelendiğinde % 46,36'lık oranla en yüksek grubu ortaöğretim mezunları oluşturmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kapasite, kafes işletmesi, sosyo-ekonomik yapı

MAKALE BİLGİSİ

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Geliş : 10.10.2018
Düzeltme : 20.11.2018
Kabul : 18.12.2018
Yayım : 27.04.2019

DOI:10.17216/LimnoFish.469145

*** SORUMLU YAZAR**

seda_imert@yahoo.com
Tel : +90 424 241 10 85

Socio-Economic Structure of Employee in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Farms with Different Capacity in Elazığ Region

Abstract: In this study, the socio-economic structure of employee of trout farms with different capacity was examined. The data obtained by a survey from actively working 159 cages and pool fish farms and 3 offspring production units, one belonging to the government, which are 72 small (≤25 tons/year), 50 medium (25.01-250 tons/year) and 37 large (≥. 50.01) capacity was analyzed. As a result of the socio-economic analysis conducted for business owners and employees in the company, which employs 731 people in the company, it was determined that 55.40% chose this job because of unemployment. Between 1-20 staff employed in the companies, 1-3 staff in 58.90%, the distribution of age varies between 19-50 years old, then they are in the 20-29 age group with 43.36% and 94.66% male and 5.34% female. 71.14% of the employees were married. When the education status of staff examined, the largest group was secondary school graduates with 46.36%.

Keywords: Capacity, cage farms, socio-economic structure

Alıntılama
Aydoğdu Sİ, Özdemir Y. 2019. Elazığ Yöresi'nde Gökkuşağı Alabalığı (Oncorhynchus mykiss) Yetiştiriciliği Yapan Farklı Kapasitedeki İşletme Çalışanlarının Sosyo-Ekonomik Yapısı. LimnoFish. 5(2): 104-115. doi: 10.17216/LimnoFish.469145

Giriş

Su ürünleri ülke ekonomisine belli bir yatırım, bilimsel ve teknik çaba karşılığında sürekli girdi sağlayan, önemli doğal canlı kaynaklarındandır. Türkiye birçok denize sahil vermesi ve birçok göl ve göletleri ile su ürünleri bakımından büyük bir potansiyele sahiptir. Ülkemizdeki su ürünlerinin üretim alanı toplam tarım alanlarına yakındır. Bu alanın büyüklüğüne karşın, su ürünleri sektörünün milli ekonomiye katkısı henüz yeterli düzeye ulaşamamıştır (Şahin 2011).

Tarım sektörü içerisinde önemli bir yeri olan su ürünleri; değerli bir besin kaynağı olmasının yanı sıra iş kolu bakımından sosyo-ekonomik alanda önemli bir yere sahiptir. Su ürünleri, sanayi sektörüne hammadde sağlama, istihdam oluşturma, kırsal kalkınmaya katkı sağlama ve gıda üretimi gibi faaliyetleri ile ülkemiz

ekonomisine önemli katma değer sağlamaktadır. Örneğin, alabalık işletmeleri ülkemizde önemli ekonomik girdi ve istihdam sağlayan iktisadi faaliyet alanı haline gelmiştir. Girişimciler ekonomik kazanç sağlamak için serbest pazar ekonomisi koşullarında üretim, işleme ve pazarlamadan oluşan entegre sistemler oluşturmuşlardır (Doğan 2003).

Büyüyen su ürünleri sektörünün oluşturduğu katma değer, istihdam, teknolojik gelişmeler ve ihracat değerleri işsizliğin yoğun olduğu Doğu Anadolu Bölgesinde istihdamı arttıracak, sosyal yaşamı etkileyecektir. Ayrıca, bu işletmelerin gelecekteki üretim performanslarını etkileyecek en önemli etkenlerden biri çalışanların mesleki nitelikleri olacaktır. Bu amaçla Türkiye'de gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) işletmelerinin yapısal, biyolojik ve ekonomik analizleri konusunda çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Ayrıca yapılan çok sayıdaki araştırmada gökkuşağı alabalığı işletmelerinde çalışanların demografik yapılarına ilişkin bazı verilerde sunulmuştur (Çetin ve Bilgüven 1991; Zengin ve Tabak 1997; Rad 1999; Üstündağ vd. 2000; Kocaman vd. 2002; Gökhan 2002; Adıgüzel ve Akay 2005; Emre vd. 2007; Koç 2007; Emre vd. 2011; Gümüş vd. 2013).

Araştırmada; Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Elazığ ili sınırları içerisinde bulunan farklı kapasitedeki gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss* W., 1792) yetiştiriciliği yapan işletmelerin yetiştiricilik faaliyetleri, işletmelerde çalışanların sosyo-ekonomik yapılarının analiz edilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırma ilde mevcut gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapan 162 adet işletmenin yer aldığı Keban 2. 3. ve 6. bölge avlak sahası ile Karakaya Baraj Gölü 8. 9. ve 10. bölge avlak sahasında Kasım 2011- Nisan 2014 yılları arasında yapılmıştır.

Araştırmanın materyalini, Elazığ ili sınırları ilçesinde faaliyet gösteren gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss* W., 1792) yetiştiriciliği yapan işletmeler (162 adet işletme + 1 adet kamu işletmesi) ve çalışmanın amacına uygun olarak hazırlanmış anket (4 adet) formları oluşturmuştur. Anketler, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü ve Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından oluşturulan anket formlarından yararlanılarak hazırlanmıştır (Üstündağ vd. 2000).

Araştırma süresince işletmelere ulaşmak amacıyla kiralanan çeşitli vasıtalar (araba, tekne) kullanılmıştır. Araştırmada öncelikle Elazığ ilinde alabalık yetiştiriciliği yapan işletmeler ve işletmelerin yerlerini belirlemek amacıyla Elazığ Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü kayıtlarına bakılmış, 2013 yılında 162 adete ulaşan işletmelere anket formları uygulanmıştır. Ayrıca, ilde kamuya ait olan işletmede toplam işletmeye dahil edilerek (toplam 163 adet) hesaplama yapılmıştır. Bu işletmelerden 5 tanesi aynı zamanda yavru üretimi de yapmaktadır. Yalnızca yavru üreten 4 adet işletme daha bulunmaktadır. Bu çalışmada kamu işletmesinin, ilde bulunan işletmelere kılavuzluk etmesi ve işletmelerin yavru ihtiyacını karşılaması nedeniyle işletmelerle birlikte değerlendirmeye alınması uygun görülmüştür.

İşletmelerin sosyo-ekonomik yapısı incelenirken; işletmelerin yapısı, işletmelerin kuruluş finansmanı, işletme sahiplerinin meslek grupları, işletme sahiplerinin yetiştiriciliği seçme nedenleri, işletmelerin pazarlama durumu, işletmelerde çalışan personelin durumu (personelin mesleki niteliği, personelin mesleki tecrübesi), personelin sosyal durumu (cinsiyet durumu, yaşı, medeni hali, eşinin çalışıp çalışmama durumu, hane halkı nüfusu, çocuk sayısı, öğrenim düzeyi, yetiştiricilik dışı uğraşları, ev ve otomobil sahipliği, sosyal güvenlik durumları, yetiştiricilik tecrübeleri, mesleği seçme nedenleri) ve işletmelerin sahip olduğu varlıklar Doğan ve Yıldız (2008) ve Gümüş vd. (2013) tarafından önerilen yöntemler kullanılarak belirlenmiştir.

Çalışmada elde edilen değerler istatistiksel olarak analiz edildi. İncelenen parametrelere ait sonuçların ortalama ve standart sapmalarının hesaplanmasında Mikrosoft Exell programı kullanıldı. Gruplar arası farklılığın önem derecelerini tespit etmek amacıyla IBM SPSS Statistics 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) bilgisayar paket programı kullanılarak analiz edildi.

Bulgular

İşletme Sahiplerinin Meslek Grupları ve Yetiştiriciliği Seçme Nedenleri

Elazığ'da faaliyet gösteren gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapan farklı kapasitelerdeki işletmelerin işletme sahiplerinin yetiştiriciliğe başlamadan önceki ve şuandaki uğraş alanları ile yetiştiriciliği seçme nedenleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Elazığ ilinde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapan farklı kapasitelerdeki işletmelerin işletme sahiplerinin sosyal durumu

İşletme sahiplerinin sosyal durumu	Adet *	Yüzde (%)
Meslek grupları		
Ticaret	73	44,79
Kamu çalışanı	38	23,31
Emekli	9	5,52
Sadece balık yetiştiricisi	12	7,36
Konusunda uzman	17	10,43
Kamu işletmesi	1	0,61
Bilgi yok	13	7,98
Yetiştiriciliği seçme nedenleri		
Diğer tesislerden görerek	41	25,15
Ticari düşünce	44	26,99
Kişisel merak	25	15,34
Saha tecrübesi	27	16,57
Kredi almak	25	15,34
Kamu işletmesi	1	0,61
Toplam	163	100,00

*işletme sayısını ifade eder.

İşletme sahiplerinin % 44,79'u gibi büyük bir oranı ticaretle uğraşmaktadırlar. Ticaretle uğraşan işletme sahipleri çeşitli meslek guruplarında çalışmaktadırlar. Bunlardan bazıları müteahhit, esnaf, fırıncı, kaynakçı, camcı, kuyumcu, işletmeci, elektrikçi gibi çeşitli mesleklerdir. Yine bu meslek grupları içerisindeki en fazla payı müteahhitler ve esnaflar oluşturmaktadır. İşletme sahipleri bir kamu kuruluşunda işçi ya da memur olarak çalışmaktadır (% 23,31). Bunlar kamudaki işlerinin yanında yetiştiricilik işiyle de uğraşmaktadırlar. Emekli olanlar (% 5,52) içerisine ev hanımı olan bayan işletme sahipleri de dahil edilmiştir. Daha önceden su ürünleri avcılığı ile uğraşan ve halen devam ettirenler sadece balık yetiştiricisi kategorisine alınmıştır. İşletmecilerin bir kısmı (% 7,36) avcılıkla beraber tesis açarak su ürünleri yetiştirmektedirler. Konusunda uzman olan su ürünleri mühendisleri ve teknikerler ise % 10,43'ünü oluşturmuştur. Yapılan anketlerde işletmelerin % 7,98'i bu soruyu cevaplamak istememiştir.

Tesislerin sosyo-ekonomik durumlarını incelerken işletme sahiplerinin yetiştiriciliğe bakış açısı oldukça önemlidir. İşletme sahiplerinin çoğunun yetiştiricilikle ile ilgili bir bilgisi olmadığından durumu daha çok ticari olarak değerlendirmektedirler. Ancak, işletme sahiplerinin büyük bir kısmının yetiştiriciliğe ilgi duydukları belirlenmiştir.

İşletme sahibinin ilgi, bilgi ve isteklerini öğrenebilmek için yetiştiricilik işine nasıl başladıkları sorulmuştur. İşletme sahiplerinin % 26,99'u bu işe ticari amaçla başlamışlardır. Böylece kendilerine ticari olarak bir ek gelir de sağlamışlardır. İşletme sahiplerinden % 25,15'i yetiştiriciliğe diğer tesislerden görerek başladıklarını beyan etmişlerdir. İlin zengin su potansiyeli özellikle Keban ilçesinde mevcut birçok tesisin olması kişileri teşvik etmeye yetmiştir. % 15,34'ü kredi almak amacıyla tesis açma yoluna gitmiştir. İşletme sahiplerinin % 15,34'ü kişisel merakından bu işe başlamışlardır. Bunlar ya babasından kalan mesleği devam ettirmek ya da kendisi bu işten zevk alarak bu işi yapmaktadırlar. Daha önceden de su ürünleri içerisinde yer alan (avcılık, balıkçılık v.b) % 16,57'lik bir grup saha tecrübesinden faydalanarak yetiştiriciliği tercih etmiştir.

İşletmelerin Pazarlama Durumu

Yetiştirilen balıkların pazara sunulma şekline baktığımızda toptan ve perakende satış olduğu görülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Elazığ ilinde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapan farklı kapasitelerdeki işletmelerinürünlerini pazarlama şekli

Pazarlama şekli	Adet*	Yüzde (%)	Toplam kapasite Ton/yıl	Yüzde (%)	Minimum kapasite (ton/yıl)	Maksimum kapasite (ton/yıl)	Ortalama kapasite ± s.h
Toptan	99	62,25	11680	77,58	10	510***	117,98 ± 13,61
Perakende	12	7,55	166	1,10	10	23	13,83 ± 1,04
Toptan+perakende	40	25,16	2489	16,53	10	360	62,23 ± 11,68
Toptan+restoran	4	2,52	633	4,21	13	410	158,25 ± 86,67
Taze+restoran	4	2,52	87	0,58	9**	55	21,75 ± 11,12
Toplam	159	100,00	15055	100,00	-	-	94,69 ± 9,61

* Ürünlerini pazarlayan işletme sayısını ifade eder (Yavru üreten işletmeler dahil edilmemiştir).
** Minimum işletme kapasitesini ifade eder (ton/yıl).
*** Maksimum işletme kapasitesini ifade eder (ton/yıl).

İşletmelerin büyük bir çoğunluğu ürünlerini toptan satmaktadır (% 62,25). İşletmeler ürünlerini işlenip satılmak üzere Keban ilçesinde bulunan Keban alabalık işleme tesisine vermektedirler. Toptan satış yapan işletmelerin toplam kapasite içerisindeki payı diğerlerine göre daha yüksektir (% 77,58). İşletmelerin % 25,16'sı ürünlerini toptan ya da perakende satış yolu ile piyasaya sunmaktadır. İşletmelerin % 7,55'i ürünlerini taze olarak perakende satış yapmaktadır. % 2,52'lik bir orana sahip olan işletmeler ürünlerini perakende, toptan ve restoranlarda pişirerek satmaktadır.

İşletmelerdeki Çalışan Personel Durumu

Personel Sayısı

İşletmelerdeki personel durumu incelenirken restoranı olan işletmelerde sadece yetiştiricilikte çalışan personel dikkate alınarak değerlendirmeler yapılmıştır. İşletmelerin çoğunda (% 58,90) 1-3 kişi çalışmaktadır. 1-3 personel çalıştıran işletmelerin toplam kapasite içindeki payı % 15,98'dir. Bu durum ildeki küçük işletmenin fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Sadece bir personel çalıştıran işletmelerde işletme sahibi ya da ailesinden biri personel olarak gösterilmiştir. Bazen ailenin diğer fertleri de iş yoğunluğuna göre işletmede çalışmaktadır. Bu durum personel sayısını değiştirmemektedir.

4-9 personel çalıştıran işletmelerin (% 33,74) otalama kapasiteleri 355,91 ton/yıl' dır. Çalışan işçi sayısı arttıkça işletmeler büyümekte, aile bireyleri dışında başka personellerinde çalışma oranları da artmaktadır. 20 ve üzeri personel çalıştıran işletmelerin toplam kapasite içindeki payı % 4,29'dur. 10-20 personel çalıştıran işletmelerin sayısı az olup, % 3,07'lik bir oranı oluştururken, ortalama kapasiteleri ise 440,00 ton/yıl' dır (Tablo 3).

Tablo 3. Elazığ ilinde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapan farklı kapasitelerdeki işletmelerin personel durumu

Personel sayısı	Adet*	Yüzde (%)	Toplam kapasite Ton/yıl	Yüzde (%)	Minimum kapasite (ton/yıl)	Maksimum kapasite (ton/yıl)	Ortalama kapasite ± s.h
1-3 Personel	96	58,90	5205	15,98	20**	260	54,22± 5,92
4-9 Personel	55	33,74	19575	60,08	25	950***	355,91± 35,71
10-20 Personel	5	3,07	2200	6,75	300	750	440,00± 75,83
20 Personel ve üstü	7	4,29	5600	17,19	900	950***	800,00± 9,00
Toplam	163	100,00	32580	100,00	-	-	199,88± 20,87

* İşletme sayısını ifade eder.
** Minimum işletme kapasitesini ifade eder (ton/yıl).
*** Maksimum işletme kapasitesini ifade eder (ton/yıl).

Elazığ ilinde faaliyet gösteren gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapan farklı kapasitelerdeki işletmelerde toplam olarak 731 kişi çalışmaktadır. İşletmede işlerin yoğunluğunda yardımcı olan aile fertleri, restoranda çalışanlar ayrıca ilçede yer alan işleme fabrikasında çalışanlar da dahil edilirse, ildeki işletmelerde çalışan kişi sayısında önemli artışlar olacaktır.

Personelin Sosyal Güvenlik ve Ekonomik Koşulları

İşletmelerde çalışan personellerin sosyal güvenlik ve ekonomik koşulları tabloda verilmiştir (Tablo 4). Çalışanların % 96,17'sinin sosyal güvencesinin olduğu, geriye kalan % 3,83'ünün ise herhangi bir sosyal güvencesinin olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 4. Elazığ ilinde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapan farklı kapasitelerdeki işletmelerdeki personelin sosyal güvenlik ve ekonomik koşulları

Çalışların sosyal güvenlik ve ekonomik yapıları	Adet*	Yüzde (%)
Sosyal güvenlik durumu		
Sosyal güvencesi olanlar	703	96,17
Sosyal güvencesi olmayanlar	28	3,83
Sosyal güvenlik kurumları		
SSK	629	86,04
Emekli	35	4,79
BAĞ-KUR	39	5,34
Güvencesi olmayan	28	3,83
Mesleki niteliği		
Mühendis	153	20,93
Tekniker	30	4,10
Vasıfsız işçi	179	24,49
Deneyimli işçi	268	36,66
Aile bireyi	101	13,82
Mesleki tecrübesi		
1-5 Yıl	396	54,17
6-10 Yıl	211	28,87
11-15 Yıl	102	13,95
16 Yıl ve üzeri	22	3,01
Yetiştiricilik işini seçme nedeni		
Aile mesleği	78	10,67
Aldığı eğitimin uzmanlık alanı	158	21,62
Hobi	20	2,74
Maddi gelir yönünden	405	55,40
Yatırım	46	6,29
Kamu İşçisi	24	3,28
Ev mülkiyeti		
Ev sahibi	111	15,18
Kiracı	511	69,91
Aile evi	109	14,91
Otomobil mülkiyeti		
Otomobili olan	177	24,21
Otomobili olmayan	554	75,79
Toplam	731	100,00

İşletmelerin tamamında 731 adet personel çalışmaktadır. İlde yer alan büyük ölçekli (250 ton/yıl ve üzeri) olan işletmelerde mühendis çalıştırılmaktadır. İşletmelerde toplamda 153 adet mühendis çalışmakta olup, toplam personel sayısı içindeki payı % 20,93'tür. Mühendislerin % 17,65'i işletmede faal olarak çalışmamaktadır. 50 ton/yıl ve üzeri işletmelerde mühendis çalıştırma zorunluluğu olduğundan dolayı, işletmeler mühendisleri çalıştırmak yerine diplomalarını kullanmaktadırlar. Mühendislerin % 82,35'i ise işletmelerde faal olarak çalışmaktadır.

İşletmelerde çalışan teknikerlerin % 42,86'sı yüksekokulun çeşitli bölümlerinden mezun olup, % 57,14'ü ise su ürünleri mezunudur. Çalışanların hemen hepsi yetiştiriciliği kendi tesislerinde ya da etraflarındaki diğer tesislerden görerek öğrenmişlerdir. Tesislerde bekçi olarak çalışanlar, deneyimi daha az olan kişiler vasıfsız işçilerden (% 24,49) oluşmaktadır. Genelde işletmelerde çalışan deneyimli işçiler (% 36,66) yetiştiricilik sektöründe uzun yıllar çalışmışlardır. Ayrıca, su ürünleri yetiştiriciliği konusunda yapılan çeşitli eğitim ve seminerlere de katılarak deneyimlerini arttırmışlardır. İşletme sahibi ve aile bireylerinden oluşan % 13,82'lik personel yetiştiricilik konusunda deneyimsizdir.

İşletmelerde çalışan personellerin yarısından fazlasını sektörde 1-5 yıl arasında çalışmış olanlar oluşturmaktadır (% 54,17).

İşletmelerde çalışan personellerin alabalık üretiminde çalışmayı tercih etme nedenlerine baktığımızda işletmelerde çalışanların % 55,40'ı maddi gelir yönünden dolayı bu işi tercih etmişlerdir. Ayrıca, işletmeler çalışanların çoğunun ikamet ettikleri yerde bulunduğundan onların tercihini oluşturmuştur. % 21,62'lik bir oranı ise mesleki uzmanlık alanlarının sonucu bu işi seçmiş oldukları tespit edilmiştir. Baba mesleği olarak ya da aile şirketi olup işleri yapanların oranı % 10,67'dir. En düşük oranı ise (% 2,74) bu işi zevk için hobi olarak yapanların oluşturduğu gözlemlenmiştir.

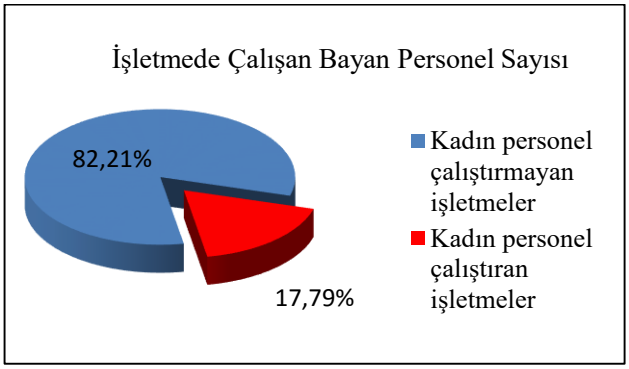
Çalışan personelin büyük çoğunluğunun (% 69,91) evi olmayıp kirada oturmaktadır. % 14,91'lik bir orandakiler ise ailelerine ait evlerde ikamet etmektedirler. Bunlar ya bekar olup ailesinin yanında yaşayanlardan, ya da evli olup babadan kalma evlerde oturmaktadırlar. Geriye kalan % 15,18'lik bir orandakilerin ise kendilerine ait evleri vardır. Ancak, yapılan araştırma sonucunda ev sahibi olanların % 75'e yakınının yetiştiricilik işine başlamadan öncede ev sahibi oldukları tespit edilmiştir.

Otomobil sahipliğine baktığımız zaman çalışanların % 75,79'unun otomobilinin olmadığı, % 24,21'inin ise otomobilinin olduğu tespit edilmiştir.

İşletmelerdeki Çalışan Personelin Sosyal Durumu

İşletmelerde çalışan personelin sosyal yapılarına ilişkin veriler Tablo 5'de sunulmuştur.

İşletmelerde çalışan personellerin büyük oranının (% 94,66) erkeklerden oluştuğu görülmüştür. % 5,34'lük bir oranda çalışan kadınların bir bölümü aile bireylerinden oluşurken, bir bölümü ise su ürünleri mühendisleri ve eşlerinden oluşmaktadır. Kadın personel çalıştıran işletmelerin sayısı Şekil 1' de verilmiştir.



Şekil 1. Kadın personel çalıştıran işletme sayısı (%)

Grafikte de görüldüğü gibi işletmelerin % 82,21'lik kısmında sadece erkek personel çalıştıran işletmeler olup, toplam işletme sayısının % 17,79'luk kısmını ise, kadın personel çalıştıran işletmeler oluşturmaktadır. Kadın personel çalıştıran işletmeler genellikle büyük ölçekli işletmelerdir.

İşletmelerde çalışanların yaş dağılımları 19-59 arasında değişmektedir. Çalışanların en yüksek oranını % 43,36 ile 20-29 yaş arasında olanlar; en düşük oranını ise % 1,91 ile 19 yaşında ya da daha küçük yaşlarda olanlar oluşturmaktadır. Çalışanların 19 yaş ve altında olanlarını daha çok aile bireyleri ya da yarı zamanlı olarak çalışan öğrencilerin oluşturduğu gözlemlenmiştir. 30-39 yaş arasında olanlar ikinci yüksek orana (% 34,75) sahiptir. 50 yaş ve üzerindeki çalışanlar ise (% 4,38) işletme sahibi ya da aile bireyi oldukları saptanmıştır.

İşletmelerde çalışan personelin büyük bir çoğunluğu evli olup, toplam personel sayısı içerisinde % 71,14'lük bir orana sahiptir. Evli olmayan personelin oranı ise % 28,86'dır.

İşletmelerdeki evli olan personellerden % 90,38'inin eşi herhangi bir işte çalışmamakta iken % 9,62'sinin çalışan olduğu tespit edilmiştir. Eşleri çalışan personelin bir kısmının eşiyle aynı sektörde çalıştığı gözlemlenmiştir. Genellikle çalışanlar kamu (öğretmen, memur v.b) veya özel sektörlerde (muhasebe, ticaret v.b) çalışmaktadır.

Çalışanların aile yapılarına bakıldığında çocuk sayıları 0-5 arasında değişmektedir. Ailelerin % 31,35'lik en yüksek oranla 2 çocuk sahibi oldukları tespit edilmiştir. En düşük % 1,15'lik oranla 5 ve üzeri çocuklu olduğu görülmüştür. Ailelerin % 17,31'lik bir oranının ise çocuk sahibi olmadıkları belirlenmiştir.

Tablo 5. Elazığ ilinde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapan farklı kapasitelerdeki işletmelerdeki personele ait demografik özellikler

	Adet*	Yüzde (%)
Cinsiyet durumu		
Erkek	692	94,66
Kadın	39	5,34
Yaş grupları		
≤19	14	1,91
20-29	317	43,36
30-39	254	34,75
40-49	114	15,60
50 ≥	32	4,38
Medeni hali		
Evli	520	71,14
Bekar	211	28,86
Eşlerin çalışıp çalışmama durumu		
Çalışıyor	50	9,62
Çalışmıyor	470	90,38
Çocuk sayısı		
0	90	17,31
1	138	26,54
2	163	31,35
3	82	15,77
4	41	7,88
5≥	6	1,15
Öğrenim durumu		
Üniversite	154	21,07
Yüksekokul	32	4,38
Ortaöğretim	339	46,36
İlköğretim	195	26,68
Okuryazar	4	0,55
Okuma yazma bilmiyor	7	0,96

* İşletmedeki toplam personel sayısını ifade eder.

Personellerin öğrenim durumları incelendiğinde en yüksek oranı (% 46,36) ortaöğretim mezunlarının oluşturduğu belirlenmiştir. Okuma-yazma bilmeyenler % 0,96; okuryazar olanlar ise en düşük orana sahiptir (% 0,55). Üniversite mezunlarının % 21,07'lik bir oranda oldukları tespit edilmiştir.

İşletmelerin Sahip Olduğu Varlıklar

İşletmelerin tamamına yakınında kara taşıtlarının yanı sıra bot veya kayık bulunmaktadır. İşletmelerin sahip olduğu varlıklar ve bu varlıklara sahip olan işletmelerin yüzdeleri Tablo 6' da verilmiştir. Kayık veya bot sahibi olan işletmelerin oranı toplam içerisinde % 83,44'tür. Genellikle birkaç metrelik motorlu kayıklara sahiptirler. İşletmelerin % 52,76'sında balık ve yem taşımak için kamyon ya da kamyonet gibi kara taşıtı olduğu tespit edilmiştir. İşletmelerin sahip olduğu taşıtlara işletme sahiplerinin kullandıkları özel araçlar (taksi, minibüs v.b) işletme araçlarına dahil edilmemiştir.

Tablo 6. İşletmelerin sahip olduğu varlıkları (%)

İşletme sayısı	Bot, kayık	Kamyon, kamyonet	Jeneratör	Taşıma tankı	Balık boylama makinası	Ağ yıkama makinası	Yem otomatı
163*	83,44	52,76	58,90	62,58	14,72	1,23	0,61

* İşletme sayısına yavru yetiştiren işletmeler ile kamuya ait olan işletmede dahil edilmiştir.

İşletmelerin % 62,58'inde taşıma tankı olduğu saptanmıştır. Fiberglas malzemeden yapılmış olan bu tanklar kamyonet veya kamyon kasasına yerleştirilmektedirler. Taşıma tanklarının yanı sıra işletmelerde balık ya da yavru taşımak için büyük plastik bidonlarda kullanılmaktadır.

İşletmelerin % 58,90'nında elektrik ihtiyacını karşılamak amacıyla jeneratör bulunmaktadır. İşletmelerin tamamına yakını Keban ve Karakaya Baraj Gölü üzerinde yer aldığından ve kıyıdan uzağa kurulduklarından elektrik ihtiyaçlarını jeneratörle karşılamaktadır. İşletmelerin bir veya birkaçı aynı işletmeciye ait olduğundan ortak kullanım söz konusudur. Bazı işletmelerin balık boylama makinası, ağ yıkama makinası gibi modern üretim gereçlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu işletmelerin oranları toplam içerisinde sırası ile % 14,72 ve % 1,23'dür. İşletmelerden bir tanesinde ise otomatik yemleme makinası bulunmaktadır (% 0,61). Elazığ'da faaliyet gösteren gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapan farklı kapasitelerdeki işletmelerin hiçbirinin sigortalı olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, işletmelerin hiçbirinde soğuk hava deposu bulunmamaktadır.

Araştırmada gösterilen tablolar dışında bazı bulgular da değerlendirilmiştir. İşletmelerde çalışanların büyük bir çoğunluğu (% 56,8) çeşitli iletişim araçları (telsiz, mobil telefon v.b) kullanmaktadır. Yine çalışanların büyük bir çoğunluğu (% 68,3) radyo dinleyebilmektedir. Sadece birkaç işletmedeki çalışan (% 2,4) televizyon izleyebilmektedir.

Tartışma ve Sonuç

Yaptığımız araştırmada, Elazığ ilindeki gökkuşağı alabalığı işletmelerinde yetiştiricilik faaliyeti gösteren insanların sosyo-ekonomik açıdan özelliklerine bakılmıştır.

Yapılan çalışma sonucunda, işletme sahiplerinin yetiştiricilik işinin yanı sıra çeşitli mesleklerle de uğraştıkları tespit edilmiştir (Tablo 1). Doğan ve Yıldız (2008) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, işletme sahiplerinin % 21,6'sının çiftçi, % 7,8'inin emekli, % 2,0'ının kamu çalışanı, % 33,3'ünün sadece balık yetiştiricisi ve % 33,3'ünün ise ticaretle uğraştığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda görüldüğü gibi, yapılan çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Bu çalışmada, ilde faaliyet gösteren işletme sahiplerinin bu işi neden tercih ettikleri incelenmiş en yüksek oranla (% 26,99) bu işi ticari olarak yaptığı, en düşük oranla (% 15,34) kişisel merak ve kredi alma düşüncesi ile yetiştiriciliğe başladıkları belirlenmiştir. Gümüş vd. (2013) çalışmalarında işletme sahiplerinin % 29,2'sinin aile mesleği olmasından, % 45,8'inin yatırım amaçlı düşünmesinden, % 12,5'inin ise aldığı eğitim ve işsizlikten dolayı tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Üstündağ vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada, işletme sahiplerinin % 33,3'ünün diğer tesisleri görüp örnek aldığı, % 28,5'nin kişisel merakı, % 11,8'inin ticari düşünce, % 6,5'i benzer konuda çalışıyor olması, % 6,1'i ise kredi alma amaçlı yetiştiricilik işini tercih ettikleri belirtilmiştir. Yaptığımız çalışma ve daha önce yapılmış olan çalışmalar işletme sahiplerinin yetiştiricilik işinin yanı sıra çeşitli meslekleri de tercih ettikleri söylenebilir.

Yaptığımız araştırmada, gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapan farklı kapasitelerdeki işletmelerin % 62,26'sı ürünlerini toptan olarak satmaktadır. İşletmelerin % 25,16'sı ürünlerini toptan ya da perakende satan, işletmelerin % 7,55'i ürünlerini taze olarak perakende satış yapmaktadır. % 4,52'lik bir orana sahip olan işletmeler ürünlerini perakende, toptan ve restoranlarda pişirerek satmaktadır. Doğan ve Yıldız (2008) tarafından Marmara bölgesinde yapılan benzer çalışmada ise; % 37,3'ü balıkların taze olarak perakende satışı ve % 35,3'ü işletmede bulunan lokantada satışı en yüksek oranları oluşturmuştur. İşletmelerin % 17,6'sı ürünlerini toptan, % 5,6'sı büyük kentlerde ambalajlı olarak, % 3,9'u işleyerek yurtiçi ve yurtdışına satış yaptıklarını bildirmişlerdir. Yapılan anketler sonucunda işletmelerin ürünlerini diğer çalışmada olduğu gibi taze perakende satması veya restoranda pişirilerek satışının daha az olmasının nedeni, işletmelerin büyük bir çoğunluğunun satış için piyasa bulamadıklarından balıklarını toptan olarak alabalık işleme tesisine vermelerinden kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmada, işletmelerde 1-20 arasında personel çalıştığı belirlenmiştir. Emre vd. (2007)

tarafından Akdeniz bölgesinde yapılan bir araştırmada, alabalık işletmelerinde 1-86 arasında değişen sayılarda personelin çalıştırıldığı bildirilmiştir. Üstündağ vd. (2000), Karadeniz bölgesindeki işletmelerde 1-5 arasında değişen sayılarda personel çalıştırdıklarını belirtmiştir. Yine aynı çalışmada işletmelerde % 38,7 oranında sadece bir kişinin çalıştırıldığı rapor edilmiştir. Bizim araştırmamız sonucunda bulmuş olduğumuz değerler ile diğer araştırmaları karşılaştırdığımız zaman küçük ölçekli işletmelerde daha az sayıda personel çalıştırıldığı, üretim kapasitesi arttıkça çalışan sayısının da arttığı benzer çalışmalarda da görülmektedir.

Gökkuşağı alabalığı işletmelerinde yapmış olduğumuz anketler sonucunda, işletmelerde çalışanların % 13,82'sinin aile bireyinden, % 36,66'sının deneyimli işçilerden, % 24,49'unun ise vasıfsız işçilerden, % 20,93'ü mühendislerden, % 4,10'u teknikerlerden oluştuğu belirlenmiştir. Elazığ ilinde, Birici vd. (2014) 2010-2011 yılı verilerini içeren çalışmalarında; işletmelerde çalışan su ürünleri mühendislerinin oranını % 15,23 olarak tespit etmişlerdir. Antalya ilinde Gümüş vd. (2013) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, çalışanların % 60,2'sinin işçi, % 32,9'unun işveren (aile bireyi), % 6,9'unun ise su ürünleri mühendisi oldukları belirlenmiştir. Üstündağ vd. (2000) tarafından Karadeniz bölgesinde yapılan benzer bir araştırmada, çalışanların % 50,7'sinin aile bireylerinden, % 29,7'sinin ise vasıfsız işçilerden, % 11,0'ı eğitimli işçilerden, % 3,7'sinin mühendis ve teknikerlerden oluştuğunu bildirmişlerdir. Doğan ve Yıldız (2008) tarafından Marmara bölgesinde yapılan araştırmada ise; % 31,1 oranının aile bireyinden, % 33,8'inin vasıfsız işçilerden, % 25,6'sının eğitilmiş işçilerden, % 6,1'inin mühendislerden ve % 3,4'ünün teknikerlerden oluştuğu tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmada çalışanların oranlarının diğer araştırma sonuçlarından farklı olması, işletme kapasitelerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, ilde bulunan Su Ürünleri Fakültesinin; Su Ürünleri Mühendislerini ile kazandırması da önemli bir faktördür.

Araştırmamızda işletmelerde çalışanların mesleki tecrübeleri % 54,17'lik bir oranla 1-5 yıl arasında değişmektedir. Yetiştiricilik işi ile 6-10 yıl arasında uğraşanların oranı % 28,87'dir. Mesleki tecrübeleri 11-15 yıl arasında olanlar toplam personelin % 13,95'ini, mesleki tecrübeleri 16 yıl ve üzeri % 3,01'ini oluşturmuştur. Doğan ve Yıldız (2008) tarafından Marmara bölgesi işletmelerinde çalışanların mesleki tecrübeleri % 34,5 olarak bildirilmiştir. Benzer durum Antalya ilinde Gümüş vd. (2013) tarafından yapılan benzer bir çalışmada ele alınmış; çalışanların % 46,6'sının 10 yıldan az, % 39,7'sinin 11-20 yıl arasında, % 13,7'sinin ise 21 yıldan fazla mesleki tecrübesinin olduğu bildirilmiştir. Yapılan araştırma sonucunda; işletmelerde çalışanların oranlarının farklı olması işletme kapasitelerine bağlıdır. Yaptığımız çalışmadaki işletmeler ile diğer araştırmalardaki işletmelerin kapasiteleri arasında farklılıklar olduğundan bulunan değerler de farklı olmuştur.

Önemli sosyal statülerden biri de çalışanların sosyal güvenlik durumlarıdır. Araştırmamız sonuçlarına göre ildeki alabalık işletmelerinin büyük bir çoğunluğunda (% 96,17) çalışanların bir sosyal güvenceye sahip oldukları belirlenmiştir (Tablo 4) Doğan ve Yıldız (2008) tarafından Marmara bölgesinde yapılan çalışmada, çalışanların % 89,2'inin bir sosyal güvenceye sahip oldukları belirtilmiştir. Gümüş vd. (2013) tarafından Antalya ilinde yapılan benzer bir araştırmada, çalışanların % 93,2'sinin bir sosyal güvenceye sahip oldukları belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda elde edilen bulgular bizim yapmış olduğumuz çalışmanın bulguları ile benzerlik göstermektedir.

İşletmelerde çalışanlar açısından sosyo-ekonomik yapının önemli bir göstergesi olan ev ve otomobil sahibi olma durumuna baktığımız da çalışanların % 15,18'inin ev ve % 24,21'inin otomobil sahibi olduğu bulunmuştur. Ancak, yapılan araştırma sonucunda ev sahibi olanların % 75'e yakınının yetiştiricilik işine başlamadan öncede ev sahibi oldukları tespit edilmiştir. Doğan ve Yıldız (2008) Marmara bölgesinde yaptığı çalışmada, çalışanların % 59,5 oranında ev sahibi olduğu, % 46,6 oranında otomobil sahibi olduklarını tespit etmiştir. Antalya ilinde Gümüş vd. (2013) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, çalışan personelin % 65,8'inin ev sahibi, % 50,7'sinin ise otomobil sahibi oldukları belirtilmiştir. Yaptığımız çalışma sonucunda elde edilen bulgular, diğer çalışmaların bulgularına oranla daha düşük bulunmuştur.

Bu çalışmada gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapan farklı kapasitelerdeki işletmeler de çalışanların yetiştiricilik işini neden tercih ettikleri değerlendirilmiş ve çalışanların % 55,40'ının maddi gelir yönünden dolayı alabalık yetiştiriciliğinde çalışmayı tercih ederken, % 21,62'lik bir oranı mesleki uzmanlık alanı olduğundan, % 10,67'si aile mesleği olduğundan, % 2,74'ü bu işi hobi olarak yaptığından yetiştiricilik işini tercih ettikleri belirlenmiştir. Doğan ve Yıldız (2008) çalışmasında, çalışanların % 48'inin işsizlikten dolayı alabalık yetiştiriciliğinde çalıştığını, % 21,6'sı baba mesleği olduğu için, % 17'si yatırım için, % 7,3'ü hobi için, % 6,1'i aldığı eğitimin uzmanlık alanı olduğu için yetiştiricilik işini tercih ettikleri bildirilmiştir. Gümüş vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada, çalışanların % 50,7'inin işsizlikten dolayı alabalık

yetiştiriciliğinde çalıştığını, % 13,7'si baba mesleği olduğu için, % 17,8'i yatırım-hobi için, % 17,8'i aldığı eğitimin uzmanlık alanı olduğu için yetiştiricilik işini tercih ettikleri bildirmişlerdir. Yaptığımız araştırmanın sonucu, her iki araştırmacı tarafından yapılmış olan çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

İşletmelerde yapılan anketler sonucunda; balık işletmelerinde çalışan personelin % 94,66'sını erkeklerin, % 5,34'ünü ise kadınların oluşturduğu belirlenmiştir. Doğan ve Yıldız (2008) yaptıkları çalışmada, balık işletmelerinde çalışan personelin % 86,5'ini erkeklerin, % 13,5'inin ise kadınlardan oluştuğu; Gümüş vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada, balık işletmelerinde çalışan personelin % 91,8'ini erkeklerin, % 8,2'inin ise kadınlardan oluştuğunu belirtmişlerdir. Doğan ve Yıldız (2008) ve Gümüş vd. (2013) tarafından yapılan çalışmalarda, işletmelerde çalışan erkek ve kadın oranları yapmış olduğumuz çalışma ile benzerlik göstermektedir. Balık yetiştiriciliği kaba iş gücüne dayalı bir uğraş olduğundan erkekler tarafından tercih edilmektedir. Bu da kadın personel oranının neden düşük olduğunu göstermektedir. Yaptığımız çalışmanın değerleri diğer araştırıcıların değerleri ile mukayese edildiklerinde işletmelerin bulunduğu yerler dikkate alındığında daha doğuda olan Elazığ ilinde işletmelerde erkeklerin çoğunlukta kadınların ise daha azınlıkta olduğu kanaatine varılmıştır.

Bu çalışmada, işletmelerde çalışan personelin yaş dağılımlarının 19 ile 50 arasında değiştiği ve 20-29 yaşlarında çalışanların % 43,36'lik oran ile ilk sırada geldiği görülmektedir. 30-39 yaş arasında olanların oranı ise % 34,75'tir. Antalya ilinde Gümüş vd. (2013) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, çalışan personelin yaş dağılımlarının 20-60 arasında değiştiği en yüksek oranı % 53,4 ile 35-49 yaşlarının oluşturduğu bildirilmiştir. Emre vd. (2007) Akdeniz bölgesindeki alabalık işletmelerinin yapısal özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada, 40-49 yaş gurubundakilerin oranını % 36,4 ile en yüksek oranda belirlemişlerdir. Adıgüzel ve Akay (2005) yaptıkları çalışmada, Tokat ili gökkuşağı alabalık işletmelerindeki yöneticilerin yaş dağılımlarının 28-57 arasında ortalama 45,3 olduğunu saptamışlardır. Doğan ve Yıldız (2008) tarafından yapılan çalışmada, Marmara bölgesi gökkuşağı alabalığı işletmelerinde çalışanların yaş dağılımlarının 19-70 arasında değiştiğini ve 30-39 ve 39-49 yaş grubunda olanların oranının sırasıyla % 29,1 ve % 23,0 olduğunu bildirmişlerdir. Emre vd. (2011) alabalık kafes yetiştiriciliğinin mevcut durumuna yönelik yaptıkları çalışmada, çalışanların yaşlarının 15-56 yaş üzerinde değiştiğini, en yüksek yaş grubunun % 30,5 oranı ile 26-30 yaş grubunda olduğunu saptamışlardır. Yapılan çalışmalar işletmelerde çalışanların en yüksek yaş gruplarını genellikle 20-35 yaş grubunda olanların oluşturduğu görülmektedir. Yapmış olduğumuz çalışmada ve diğer çalışmalardan elde edilen bulgular işletmelerin bulunduğu coğrafi yerlere göre işletmelerde çalışanların yaş oranları da değişiklik göstermektedir.

Çalışanların medeni durumları incelendiğinde % 71,14'ünün evli, % 28,86'sının bekar olduğu tespit edildi. Marmara bölgesinde Doğan ve Yıldız (2008) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, alabalık işletmelerinde çalışanların % 77,7'sinin evli, % 18,9'unun bekar ve % 3,4'ünün dul olduğu belirtilmiştir. Gümüş vd. (2013) tarafından yapılan benzer çalışmada ise; % 78,1'inin evli, % 20,5'inin bekar ve % 1,4'ünün dul oldukları bildirilmiştir. Her iki çalışmadan elde edilen değerler ile yapmış olduğumuz çalışmanın sonuçları benzerlik göstermektedir.

Araştırmamızda, Elazığ ilinde gökkuşağı alabalığı işletmelerinde çalışanların eşlerinin çalışma durumunu değerlendirdiğimizde; % 90,38'inin çalışmadığı, % 9,62'sinin çalıştığı tespit edilmiştir. Eşleri çalışan personellerin bir kısmı eşiyle aynı sektörde çalışmaktadır. Doğan ve Yıldız (2008) ve Gümüş vd. (2013) tarafından yapılan benzer çalışmalarda sırası ile; % 50,7 ve % 68,7'sinin eşlerinin çalışmadığı, % 27,4 ve % 31,3'ünün eşlerinin çalıştığı bildirilmiştir. Gümüş vd. (2013), çalışanlarının % 21,9'unun eşlerinin mevsimlik veya kısmen çalıştığını bildirmişlerdir. Yapılan çalışmanın sonucunda, işletmelerde çalışan personel eşlerinin diğer çalışmaların verilerine oranla daha az oranda olduğu belirlenmiştir.

Elazığ ilinde gökkuşağı alabalığı işletmelerinde çalışanların çekirdek bir aileye sahip oldukları ve çocuk sayılarının fazla olmadığı (Tablo 5) ve ailelerin % 31,35'lik en yüksek oranla 2 çocuk sahibi oldukları tespit edilmiştir. Doğan ve Yıldız (2008) tarafından yapılan araştırma % 40,3'ünün 2 çocuk sahibi oldukları, Gümüş vd. (2013) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, % 42,5'inin 2 çocuk sahibi oldukları belirtilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışma; Marmara bölgesinde Doğan ve Yıldız (2008) tarafından yapılan araştırmanın ve Antalya ilinde Gümüş vd. (2013) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Araştırmamızda, Elazığ ilinde gökkuşağı alabalığı işletmelerinde çalışanların eğitim düzeyleri üniversite mezunları ve okuma-yazma bilmeyenler arasında değiştiği görülmüştür. Personellerin öğrenim durumları incelendiğinde; % 46,36 ile en yüksek oranı ortaöğretim mezunlarının oluşturduğu, % 0,96'sı okuma-yazma bilmeyenlerin, okuryazar olanların ise % 0,55 ile en düşük orana sahip olduğu, üniversite mezunlarının % 21,07'lik bir oranda oldukları tespit edilmiştir. Doğan ve Yıldız (2008),

işletmecilikte başarılı olabilmenin koşulları içerisinde üretimdeki en önemli etkenlerden birinin de çalışanların mesleki niteliği olduğundan bahsetmişlerdir. Yapmış oldukları çalışmada, Marmara bölgesi gökkuşağı alabalığı işletmelerinde çalışanlarının eğitim düzeylerinin okuma-yazma bilmeyenler ile üniversite mezunları arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Doğan ve Yıldız (2008) yaptıkları araştırmada, alabalık işletmelerinde çalışanların % 68,3'ünün ilköğretim, % 20,2'sinin lise, % 9,5'inin üniversite, % 50'sinin ilkokul, % 16,3'ünün ortaokul mezunu olduğunu, % 2,0'ının okur-yazar olduğunu, % 2,0'ının okuma-yazma bilmediği belirtilmiştir. Çetin ve Bilgüven (1991) tarafından Güney Marmara bölgesinde yapılan bir çalışmada ise; işletme sahiplerinin % 85'i ilkokul-ortaokul, % 5'i lise, % 10'u ise üniversite mezunu olduğu rapor edilmiştir. Adıgüzel ve Akay (2005) tarafından Tokat ilinde yapılan başka bir araştırmada ise; işletme sahiplerinin % 36,8'i ilkokul, % 31,5'i ortaokul, % 5,2'si lise ve % 26,3'ü üniversite eğitimine sahip oldukları belirtilmiştir. Üstündağ vd. 2000 yılında yaptıkları çalışmada; Karadeniz bölgesi gökkuşağı alabalığı işletme sahiplerinin % 53,7'si ilkokul, % 17,1'i ortaokul, % 9,8'i lise, % 17,1'i üniversite ve % 2,4'ü sadece okur-yazar oldukları rapor edilmiştir. Emre vd. (2007) tarafından Akdeniz bölgesinde alabalık yetiştiriciliği yapan işletmecilerin % 39,9'unun ilkokul,% 38,4'ünün ortaokul-lise ve % 19,7'sinin ise üniversite eğitimine sahip oldukları bildirilmiştir. Emre vd. (2011) tarafından alabalık kafes yetiştiriciliğinin mevcut durumuna yönelik yaptıkları çalışmada, çalışanların % 46,72'si ilköğretim, % 18,93'ü lise ve % 33,43'ünün üniversite mezunu olduklarını bildirmişlerdir. Gümüş vd. (2013) tarafından Antalya ilinde yapılan araştırmada, çalışanların eğitim durumları incelendiğinde; % 61,6'sı ilköğretim, % 20,6'sı lise, % 17,8'inin üniversite mezunu olduğu belirtilmiştir. Araştırmamız kapsamındaki işletmelerde çalışanların eğitim durumları ile diğer bölgelerde yapılan araştırma sonuçları arasında genel olarak bir benzerlik görülmüştür. Araştırmamız sonucunda üniversite eğitimi alanların sayısı diğerlerine göre daha yüksektir. İlde bulunan Su Ürünleri Fakültesinin Su Ürünleri Mühendislerini ile kazandırması önemli bir faktördür. Ancak, sorunsuz ve bilinçli bir yetiştiricilik yapabilmek için işletmelerde daha çok uzman eleman çalıştırılması gerekmektedir.

İldeki gökkuşağı alabalığı işletmelerinde yapmış olduğumuz anketler sonucunda işletmelerin sahip oldukları varlıklar Tablo 6'da verilmiştir. İşletmelerin % 52,76'sının kamyon-kamyoneti, % 83,44'ünün kayık ve botunun olduğu, % 58,90'nında jeneratör, % 62,58'inde taşıma tankı, % 14,72'nin balık boylama makinası, % 1,23'ünün ağ yıkama makinasının olduğu belirlendi. Üstündağ vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada, işletmelerin sahip oldukları varlıklar tespit edilmiş, işletmelerin % 26,8'inin kamyon-kamyoneti, % 7,6'sının kayık ve botunun olduğu, % 1,6'sında taşıma tankı, % 3,2'sinde jeneratör olduğu belirtilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmadaki değerlerin Üstündağ vd. (2000) tarafından yapılan çalışmadaki değerlerden yüksek çıkması işletmelerin ağ kafes işletmeleri olmasından kaynaklanmaktadır.

Yapılan anketler sonucunda işletmelerde çalışanların % 56,8 telsiz ve mobil telefon gibi iletişim araçlarını kullandığı, çalışanların % 68,3'ünün radyo dinleyebildiği, sadece birkaç işletmede çalışanların % 2,4'ünün televizyon izleyebildiği belirlenmiştir. Doğan ve Yıldız (2008) tarafından Marmara Bölgesinde yapılan çalışmada, çalışanların % 23'ünün işletmede sabit telefon kullandığı, % 21,5'inin televizyon izleyebildiği, % 20,3'ünün radyo dinleyebildiği ve % 23,3'ünün mobil telefon kullandığı bildirilmiştir. Yaptığımız anket sonucunda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Elazığ ilinde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapan farklı kapasitelerdeki işletme sahipleri ve işletmelerde çalışanlara yönelik yapılan sosyo-ekonomik analizler sonucunda, diğer çalışmalarda olduğu gibi yetiştiricilik yapan üreticilerin yetiştiricilik işinin yanı sıra çeşitli mesleklerle de uğraştıklarını, çalışanların ise işsizlikten dolayı daha çok bu işe yöneldiklerini göstermektedir. Daha önce yapılmış diğer çalışmalar ve bizim yapmış olduğumuz çalışma; işletmelerin bulunduğu coğrafi yerlere göre yetiştiricilik işini seçenlerin oranlarının da farklılıklar gösterdiği görülmüştür. Sektörde yetiştiricilik konusunda uzman ve deneyimli çalışanların oranı halen daha yeterli değildir. Ayrıca, sektörde çalışanların sosyo-ekonomik yapıları da istenilen düzeyde değildir. Üretimde sürdürebilirliği sağlamak için çalışanların daha fazla sosyal haklara sahip, daha deneyimli ve daha bilgili olmaları gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Elazığ Yöresi'nde Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yetiştiriciliği Yapan Farklı Kapasitedeki İşletmelerin Yapısal, Teknolojik, Verimlilik ve Çalışanlarının Sosyo-Ekonomik Analizleri konulu doktora tezinin bir bölümünden özetlenmiştir ve Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından (Proje No: SÜF.11.08.) desteklenmiştir. Araştırma süresince bilgilerini bizimle paylaşan işletme sahipleri ile çalışanlarına ve çalışmamın yürütülmesinde yardımcı olan Elazığ İli ve İlçeleri İç Su Ürünleri Yetiştiricileri Üretici Birliği'ne, Elazığ

Tarım ve Orman İl Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederiz. Ayrıca, I[st] International Symposium on Limnology and Freshwater Fisheries de poster olarak sunulmuştur.

Kaynaklar

Adıgüzel F, Akay M. 2005. Tokat ilinde gökkuşağı alabalık işletmelerinin ekonomik analizi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 22(2):31-40.

Birici N, Şeker T, Balcı M, Çelik B, Kılıç A. 2014. Elazığ ilinde gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* L.) yetiştiriciliği yapan işletmelerin yapısal ve ekonomik analizi. Yunus Araştırma Bülteni. 2014(2):23-48. doi: 10.17693/yunusae.vi.235395

Çetin B, Bilgüven M. 1991. Güney Marmara bölgesinde alabalık üretimi yapan işletmelerin yapısal ve ekonomik analizi. Sunulduğu yer: Su Ürünleri Sempozyumu; İzmir, Türkiye.

Doğan K. 2003. Türkiye'de su ürünleri yetiştiriciliği ve pazarlanması. Tarım İstanbul TKB İstanbul İl Müdürlüğü Yayın Organı. 83:12-21.

Doğan K, Yıldız M. 2008. Marmara Bölgesi gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) işletmelerinde çalışanların sosyo-ekonomik analizi. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi. 23:17-27.

Emre Y, Diler İ, Sevgili H, Oskay DA, Sayı C. 2007. Akdeniz Bölgesi'ndeki alabalık işletmelerinin yapısal özelliklerinin incelenmesi (2000-2003). Türk Sucul Yaşam Dergisi, Ulusal Su Günleri 2007 Sempozyum Özel Sayısı. 5-8:476-489.

Emre Y, Sayın C, Kiştin, F, Emre N, Karaman S. 2011. Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) kafes yetiştiriciliğinin mevcut durumuna yönelik bazı değerlendirmeler. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi. 4(1):119-127.

Gökhan EE. 2002. Malatya ve çevre illerde alabalık işletmelerinde verimlilik ve karlılık analizleri [Doktora Tezi]. Ankara Üniversitesi. 129 s.

Gümüş E, Şahin NM, İkiz R, Yılmaz S. 2013. Antalya ilindeki gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) işletmelerinde çalışanların sosyo-ekonomik yapılarının incelenmesi. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 30(4):161-166. doi: 10.12714/egejfas.2013.30.04.03

Kocaman EM, Aydın A, Ayık Ö. 2002. Erzurum'da faaliyet gösteren alabalık işletmelerinin yapısal ve ekonomik analizi. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 19(3-4):319-327.

Koç B. 2007. Sivas ili alabalık işletmelerinin durumu, sorunları ve çözüm önerileri [Yüksek Lisans Tezi]. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi. 63 s.

Rad F. 1999. Türkiye'de gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) işletmelerinin teknik ve ekonomik analizi [Doktora Tezi]. Ankara Üniversitesi. 129 s.

Şahin Y. 2011. AB ve İş Dünyası: Balıkçılık Sektörü, İKV Değerlendirme Notu. İstanbul: İktisadi Kalkınma Vakfı. Rapor No: 38.

Üstündağ E, Aksungur M, Dal A, Yılmaz C. 2000. Karadeniz Bölgesi'nde su ürünleri yetiştiriciliği yapan işletmelerin yapısal analizi ve verimliliğinin belirlenmesi sonuç raporu. Trabzon: Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Proje No: TAGEM/HAYSUD/98/12/02/004.

Zengin M, Tabak İ. 1997. Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki balık işletmelerinin yapısal özellikleri. Sunulduğu yer: Akdeniz Balıkçılık Kongresi; İzmir, Türkiye.

Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research
limnofish
http://www.limnofish.org

The Gastropod Fauna of the Afyon-Dinar İncirlipınar Spring, Turkey

Mehmet Zeki YILDIRIM [1], **Mustafa Emre GÜRLEK** [2*]

[1]Mehmet Akif Ersoy University, Bucak School of Health, Burdur, Turkey
[2]Mehmet Akif Ersoy University, Burdur Vocational School of Health Services, Burdur, Turkey

ABSTRACT

In this study 11 gastropod species belong to 2 subclass, 8 family and 11 genus (*Theodoxus anatolicus*, *Bithynia pseudommericia*, *Graecoanatolica dinarica*, *Valvata piscinalis*, *Stagnicola palustris*, *Radix labiata*, *Planorbis planorbis*, *Planorbarius corneus*, *Bathyomphalus contortus*, *Acroloxus lacustris*, *Physella acuta*) were determined on the İncilipınar spring which is one of the important aquatic resource of the Western Anatolian region.

Keywords: Gastropoda, İncirlipınar spring, Dinar, Turkey

ARTICLE INFO

RESEARCH ARTICLE

Received : 02.07.2018
Revised : 06.11.2018
Accepted : 15.11.2018
Published : 27.08.2019

DOI:10.17216/LimnoFish.439588

**** CORRESPONDING AUTHOR***

malacoturk@gmail.com
Phone : +90 248 213 26 00

Afyon-Dinar İncirlipınar Su Kaynağı Gastropod Faunası

Öz: Bu çalışmada, 2 altsınıf, 8 familya ve 11 cinse ait 11 Gastropod türü (*Theodoxus anatolicus*, *Bithynia pseudommericia*, *Graecoanatolica dinarica*, *Valvata piscinalis*, *Stagnicola palustris*, *Radix labiata*, *Planorbis planorbis*, *Planorbarius corneus*, *Bathyomphalus contortus*, *Acroloxus lacustris*, *Physella acuta*) , Batı Anadolu'nun önemli bir su kaynağı olan İncirlipınar kaynağından tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Gastropoda, İncirlipınar kaynağı, Dinar, Türkiye

How to Cite
Yıldırım MZ, Gürlek ME, 2019. The Gastropod Fauna of the Afyon-Dinar İncirlipınar Spring, Turkey. LimnoFish. 5(2): 116-120. doi: 10.17216/LimnoFish.439588

Introduction

The different habitats emerging parallel to the geological developments that Anatolia possesses are included as a speciation area. Undoubtedly, topographic, hydrographic and consequently climatological developments are very decisive factors in this matter. In addition to all these, Anatolia has a rich flora and fauna structure. One of the faunal elements of this rich structure is the snails. Up to now, 80 prosobranch species and 28 pulmonate species have been identified in our country (Yıldırım et al. 2006a, 2006b; Yıldırım and Kebapçı 2009). Approximately half of the prosobranch are endemic.

İncirlipınar is one of the 25 major river basins of Turkey from one starting point of the Büyük Menderes River, which is one of the most important aquatic resources of Western Anatolia. This spring is situated in the Lakes Region where the western Taurus Mountains, southwestern of Turkey. The direction change of the Taurus Mountains to the north of Antalya Bay resulted in the formation of narrow and long mountain belts surrounding depressions in which numerous lakes and springs were formed. Along with these, this special and sensitive area is under intense threat due to fisheries and agricultural activities. We have been communicating with the relevant institutions for the protection of this area but have not received any results.

Materials and Methods

This study is conducted to determine Gastropod fauna of the Afyon-Dinar İncirlipınar Spring (38.053417 N, 30.176666 E) (Figure 1), on 5 representative stations date of September 2016. The snails were collected with an aquatic hand-scoop, which was 65x65 cm in size and had a 200 µm mesh

from the banks of the water. They preserved in plastic tubes, including 80% ethanol. Dissections and measurements of the shells and genital organs were carried out using a stereomicroscope (Olympus SZX7) and photographs were taken with a digital camera system (Olympus DP26).

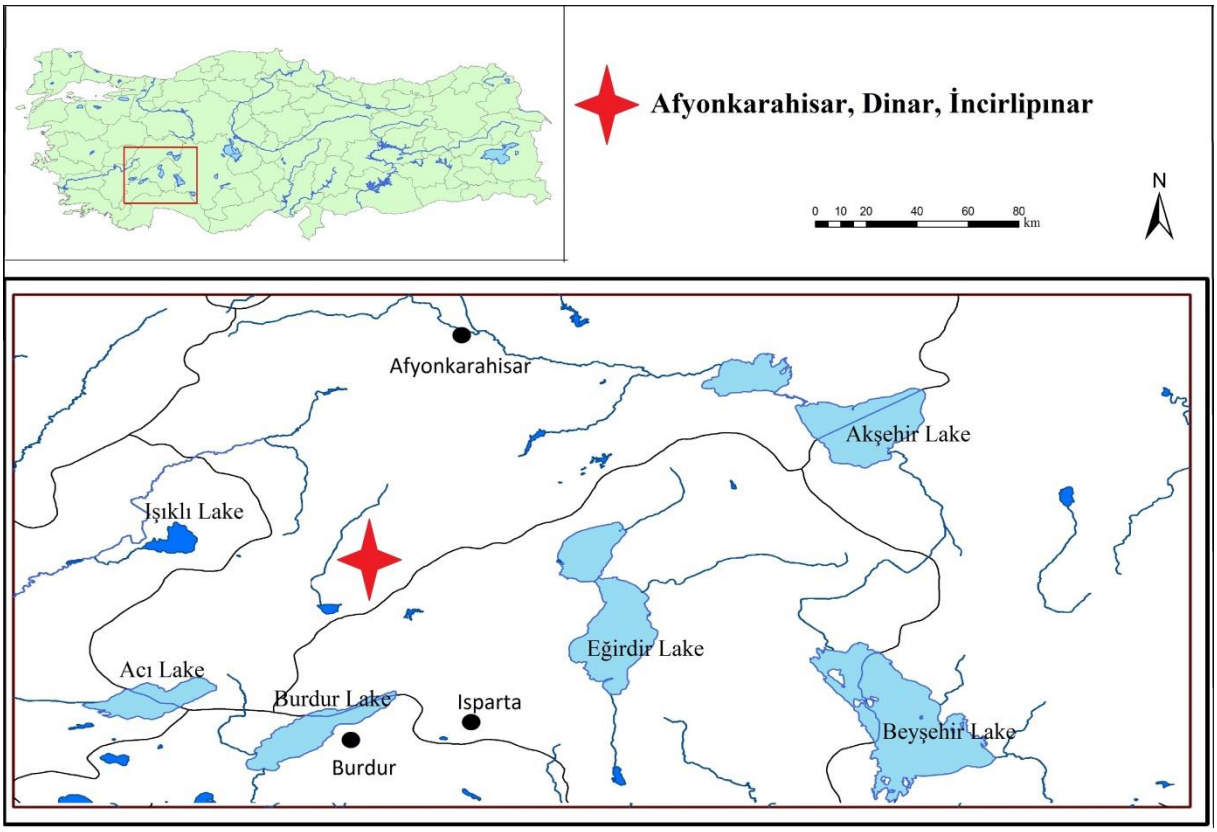


Figure 1. Map of the studying area.

Results

A total of 11 Gastropoda species belong to 2 subclasses, 8 families and 11 genera were found in this study.

Class: Gastropoda
Subclass: Neritimorpha
Order: Cycloneritimorpha
Superfamily: Neritoidea
Family: Neritidae
Genus: *Theodoxus*

Theodoxus anatolicus Recluz, 1841 (Figure 2a)

This species restricted to the coastal areas of Turkey, where it is common. It also occurs in middle Anatolia. According to Red List Category & Criteria, this species accepted as near threatened. There are intensive agriculture and fishing activities especially in this aquatic area and its vicinity. Changes in the bed of the weld and its extension are made from time to time. Again, this is a field that is open to human influences and is rapidly polluted, so there is a serious danger for susceptible species, especially for this species.

Subclass: Heterobranchia
Superfamily: Valvatoidea
Family: Valvatidae
Genus: *Valvata*

Valvata piscinalis O. F. Müller, 1774 (Figure 2d)

This species is known as one of the most common Euro-Siberian freshwater snails (Glöer 2002). It is resistant to a moderate degree of pollution and eutrophication. Locality is within an agricultural area until recently used as a recreational area and then as a fish farm. The high level of eutrophication currently observed in the pond is indicative of excessive organic pollution. Thus, it is an appropriate habitat for these species. It has distributed in large freshwater lakes, ponds, and springs in Western Anatolia, Marmara, and Mediterranean regions.

Order: Littorinimorpha
Superfamily: Truncatelloidea
Family: Bithyniidae
Genus: *Bithynia*

Bithynia pseudemmericia Schütt, 1964 (Figure 2b)

This species lives on the bottom and aquatic vegetation, and they prefer standing water. According to Red List Category & Criteria, this species accepted as vulnerable. It has distributed in large freshwater lakes, ponds, and springs in Western Anatolia and Marmara Region. It is also an

interesting zoogeographic record that the Hazar Lake (Elazığ) has also distributed. The hypothetical Big Inner Lake, thought to be influential in the distributed of freshwater gastropods in Anatolia, partially explains the survival of this species at very far distances. Because the aquatic systems located between the Hazar Lake and the Lake District do not yet have any records about this species (Yıldırım et al. 2006b). Therefore, it is thought that the distributed of the product may have been accompanied by anthropogenic effects such as fishing activities.

Family: Hydrobiidae
Genus: *Graecoanatolica*
Graecoanatolica dinarica Kebapçı et al. 2012 (Figure 2c)

This species is endemic to İncirlipınar and Ulupınar springs at the headwaters of Büyük Menderes River. The two sites (Ulupınar spring in Çapalı Lake and İncirlipınar pond) are hydrologically connected. This species is endangered (EN) in Red List Category & Criteria of IUCN. *Graecoanatolica* Radoman 1973 is distributed between Macedonia, Greece (Thessaly), and Turkey (Lakes Region). However, the current distribution of the genus is restricted to Turkey, as the 2 Balkan species have been declared extinct. *G. conica* Radoman, 1973 and *G. brevis* Radoman, 1973 from the provinces of Denizli and Burdur are determined to be extinct (Kebapçı et al. 2012). Species known to distribution in Turkey are: *Graecoanatolica lacustristurca* Radoman 1973, *Graecoanatolica tenuis* Radoman 1973. *Graecoanatolica kocapinarica* Radoman 1973, *Graecoanatolica pamphylica* Schütt 1964, *Graecoanatolica anatolica* Schütt 1965, *Graecoanatolica brevis* Radoman 1973, *Graecoanatolica conica* Radoman 1973, *Graecoanatolica nageli* Glöer and Pešić, 2015, *Graecoanatolica yildirimi* Glöer and Pešić, 2015.

Order: Hygrophila
Superfamily: Lymnaeoidea
Family: Acroloxidae
Genus: *Acroloxus*
Acroloxus lacustris Linnaeus, 1758 (Figure 2k)

This small freshwater limpet inhabits clean water in canals, slow lowland rivers, lakes and drainage ditches, and small ponds. It is usually found attached to vegetation (leaves and stems of aquatic plants) or dead submerged wood and sometimes large freshwater mussel shells. It is generally a calciphile, although tolerant of soft water. In the ancient lakes of Ohrid (Balkan region) and Lake Eğirdir, Turkey, Shirokaya et al. (2012) report that *A.lacustris* does not inhabit the lakes where the endemic species are found, but it is present in the rivers and ponds in the surrounding catchment areas.

Family: Lymnaeidae
Genus: *Radix*
Radix labiata Rossmässler, 1835 (Figure 2h)

This species was known as *Radix peregra* until 2001, after this year peregra is only used in outdated classifications in the meaning of *R. labiata* (Welter-Schultes 2012). They live in standing or slowly running small waters on a muddy substrate with vegetation. This species is widespread from Middle Europe to Southern Europe (Glöer 2002; Welter-Schultes 2012), also nearly all regions of Turkey.

Genus: *Stagnicola*
Stagnicola palustris O. F. Müller, 1774 (Figure 2j)

This species is widespread and common Palearctic species (Glöer 2002). However, they can be found nearly in all mostly in permanent waters have rich vegetation, in pools, lakes, ponds, wetlands and along rivers. This species was found in all the regions studied in Turkey.

Family: Physidae
Subfamily: Physinae
Physella acuta Draparnaud, 1805 (Figure 2i)

This species is found in a wide range of natural and anthropogenic water types, including polluted water and distributing in the Aegean Region, the Mediterranean Region, the Central Anatolia Region, the Black Sea Region, the Southeastern Anatolia Region and also in Mediterranean (Zhadin 1965), Northern Caucasus, Central Europe (Yıldırım et al. 2006a).

Family: Planorbidae
Genus: *Planorbis*
Planorbis planorbis Linnaeus, 1758(Figure 2e)

It has found nearly all kind of inland water body types but shows a preference for standing water, such as ponds, swamps or lakes with slow-moving or stagnant water systems. This species is Palearctic (Glöer 2002; Welter-Schultes 2012), also distributing nearly all regions of Turkey.

Subfamily: Planorbinae
Genus: *Planorbarius*
Planorbarius corneus Linnaeus, 1758 (Figure 2f)

The largest planorbiid snail in freshwater systems. They inhabit so slow running waters, edge of pools, lakes on a variety of substrates. We have seen mostly this species and *Lymnaea stagnalis* live together in the same habitats. These species are distributed in Europe to

western Siberia (Glöer 2002; Welter-Schultes 2012). Also West part, Middle Anatolia and South part of Anatolia.

Genus: *Bathyomphalus*

Bathyomphalus contortus Linnaeus, 1758 (Figure 2g)

They live in permanent standing water systems with rich vegetation. This species has a Palearctic distribution occurring throughout Europe and Russia to Siberia (Glöer 2002, Welter-Schultes 2012). In Turkey, there are a few isolated records reported from Egirdir and Dinar by Yıldırım (1999) and Yıldırım and Kebapçı (2009).

Figure 2. Gastropods of İncirlipınar spring. a. *T. anatolicus* b. *Bithynia pseudemmericia* c. *G. dinarica* d. *Valvata piscinalis* e. *P. planorbis* f. *P. corneus* g. *B. contortus* h. *R. labiata* i. *P. acuta* j. *S. palustris* k. *A. lacustris*.

Discussion

İncirlipınar freshwater spring, small pond, and its extension, are one of the important biological areas of the Lakes Region of Turkey. Up to now, 11 snail species have been identified in this system. One of these is locally endemic and live only in this system and in their connections (*G. dinarica*). Also other endemic species of Anatolia *T. anatolicus*, *Bithynia pseudommericia* are living in this habitat. In a sense, locality is a center of speciation for aquatic snails. But this locality is within an agricultural area until recently, used as a recreational area and then as a fish farm. The high level of eutrophication currently observed in the pond is indicative of excessive

organic pollution. With all this, it is believed that this biologically important area and the living creatures must be protected.

References

Glöer P. 2002. Die Süsswassegastropoden Nord- und Mitteleuropes. Deutschland: Gustav Fischer Verlag, Jena 327 p.

Glöer P, Pesic V. 2015. Two new freshwater mollusk species of the genus *Graecoanatolica* Radoman, 1973 from Turkey (Gastropoda: Hydrobiidae). Ecologica Montenegrina. 4: 46-51.

Kebapçı Ü, Bahadır Koca S, Yıldırım, MZ. 2012. Revision of *Graecoanatolica* (Gastropoda: Hydrobiidae) species in Turkey. Turk J Zool. 36(4):399–411. doi: 10.3906/zoo-1011-10

Shirokaya A, Kebapçı Ü, Hauffe T, Albrecht C. 2012. Unrecognized biodiversity in an old lake: a new species of *Acroloxus* Beck, 1837 (Pulmonata, Hygrophila, Acroloxidae) from Lake Eğirdir, Turkey. Zoosyst Evol. 88(2):159-170. doi: 10.1002/zoos.201200014

Welter-Schultes F. 2012. European non-marine molluscs, a guide for species identification. Göttingen: Planet Poster Editions 760 p.

Yıldırım MZ. 1999. Türkiye Prosobranchia (Mollusca: Gastropoda) türleri ve zoocoğrafik yayılışları. 1. tatlı ve acı sular. Turk J Zool. 23: 877-900.

Yıldırım MZ, Gümüş BA, Kebapçı Ü, Bahadır Koca S. 2006a. The Basommatophoran Pulmonate species (Mollusca: Gastropoda) of Turkey. Turk J Zool. 30:445-458.

Yıldırım MZ, Koca SB, Kebapçı Ü. 2006b. Supplement to the Prosobranchia (Mollusca: Gastropoda) fauna of Fresh and Brackish Waters of Turkey. Turk J Zool. 30:197-204.

Yıldırım MZ, Kebapçı Ü. 2009. Endemism of land and freshwater gastropods in the Lakes region (Turkey). Muzeul Olteniei Craiova, Studii şi communicări, Ştiinjele Naturii. 25: 55–59.

Zhadin VI. 1965. Moluscs of Fresh and Brackish waters of U.S.S.R. Jerusalem: Israel Program for Scientific Translations 368 p. [in Russian]

Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research
limnofish
http://www.limnofish.org

Zencefil (*Zingiber officinale*)'in Gökkuşağı Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) İmmunostimulant ve Büyüme Destekleyici Olarak Kullanımı

Soner SAVAŞER[1*] Ufuk AKÇİMEN[2] Mustafa CEYLAN[1] Zübeyde HANOL BEKTAŞ[1] Osman YENER[3] Cafer BULUT[1]

[1]Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Eğirdir-ISPARTA
[2]Tarım ve Orman İl Müdürlüğü. ISPARTA
[3]Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. KONYA

ÖZ

Bu çalışmada, temini kolay ve ucuz olan zencefil (*Zingiber officinale*) kökü tozunun gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) nonspesifik savunma mekanizmalarına etkisi araştırılmıştır. Araştırmada, önce zencefil katkılı yemlerle balıkların beslenmesi, sonra zencefil katkılı yemlerle beslenmiş balıklarda enfeksiyon oluşturulması denemesi gerçekleştirilmiş olup deneme gruplarında büyüme parametreleri ile nonspesifik immun sistem göstergesi olarak kan parametreleri incelenmiştir. Deneme yemlerinde zencefil kökü tozu oranı 0,0 - 0,5 - 1,0 - 2,5 - 5,0 - 10,0 ve 20,0 g/kg olacak şekilde diyetler hazırlanmıştır. Denemede başlangıç ağırlıkları 108,7±17,0 g olan gökkuşağı alabalıkları kullanılmıştır. Besleme denemesinde 7, 15, 25, 40 ve 60 gün besleme sonrası her grupta biyometrik ölçümler ve kan parametreleri tespiti yapılmıştır. Enfeksiyon denemesinde 15 gün 0,5 - 1,0 - 2,5 - 5,0 - 10,0 ve 20,0 g/kg oranlarında deneme yemleriyle çalışma yürütülmüş ve *Yersinia ruckeri* enfeksiyonu oluşturulmuştur. Enfeksiyon denemeleri 35 gün sürmüştür. Sonuç olarak alabalıklarda zencefil kullanımının büyüme ve bağışıklık açısından olumlu etki gösterdiği ve alabalık yetiştiricilerine 7 gün kullanım için 1,0 - 5,0 g/kg; 15 ve 25 gün kullanım için 2,5 g/kg; 40 ve 60 gün kullanım için 0,5 - 2,5 g/kg oranında zencefil kullanımının tavsiye edilebileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Gökkuşağı alabalığı, *Oncorhynchus mykiss*, immunostimulant, zencefil

MAKALE BİLGİSİ

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Geliş : 26.11.2018
Düzeltme : 24.01.2019
Kabul : 12.02.2019
Yayım : 27.08.2019

DOI:10.17216/LimnoFish.487812

*** SORUMLU YAZAR**

sonersavaser@gmail.com
Tel : +90 246 313 34 60

The Use of Ginger Powder (*Zingiber officinale*) as Immunostimulant and Growth Promoter in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum)

Abstract: In this study, the effect of ginger (*Zingiber officinale*) root powder, which is easy to obtain and cheap, on nonspecific defense mechanisms in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) was investigated. In the study, firstly feeding of fish with ginger added feeds, then creating an infection in fish fed with ginger added a feed, blood parameters as an indicator of nonspecific immune system and growth parameters in the experimental groups were investigated. The ginger root powder was added to the test feeds at 0.0 - 0.5 - 1.0 - 2.5 - 5.0 - 10.0 and 20.0 g / kg. Rainbow trout (*O. mykiss*) having 108.7 ± 17 g of initial weights were used. The biometric measurements were done and the blood parameters were determined in each group after feeding 7, 15, 25, 40 and 60 days respectively. The infection experiment was conducted during the 15 days with experiment feeds mixed by 0.0 - 0.5 - 1.0 - 2.5 - 5.0 - 10.0 and 20.0 g/kg and infection of *Yersinia ruckeri* was created. The infection experiments lasted for 35 days. As a result, the use of ginger in trout has a positive effect on growth and immunity and It has been determined that the use of ginger at a rate of 1.0 - 5.0 g/kg for 7 days; 2.5 g/kg for 15 and 25 days 0.5 - 2.5 g/kg for 40 and 60 days may be recommended for trout farmers.

Keywords: Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, immunostimulant, ginger

Alıntılama
Savaşer S, Akçimen U, Ceylan M, Hanol Bektaş Z, Yener O, Bulut C, 2019. Zencefil (*Zingiber officinale*)'in Gökkuşağı Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) İmmunostimulant ve Büyüme Destekleyici Olarak Kullanımı. LimnoFish. 5(2): 121-135. doi: 10.17216/LimnoFish.487812

Giriş

Dünyada protein ihtiyacını karşılamak için kültür balıkçılığına çok önemli yatırımlar yapılmıştır. Kültür balıkçılığı için yurdumuz çok elverişli konuma sahiptir. Sağlıklı ve verimli bir üretim için bu problemlerin temelinde yatan asıl sebep tespit edilip çözüme gidilmelidir. Çünkü balık hastalıkları sağlıklı balık yetiştiriciliğini engelleyen en önemli faktör olup balık üretme ve kuluçka işletmelerinin karlılığını etkilemektedir. Bu sektörün sürdürülebilirlği için hastalıklarla başa çıkılmalıdır. Doğru ve etkin hastalıklardan koruma çalışmaları balık hastalıkları vakalarını önleyecek ve sektörün verimliliğini arttıracaktır (FAO 2016).

Ülkemiz alabalık işletmelerinde genelde hijyen şartlarına riayet edilmemektedir. Balık hareketlerinin kontrolsüz olması hijyen kurallarına dikkat edilmemesi, bakım ve besleme hataları ve gelişi güzel yetiştiricilik şartlarının balığı strese sokması gibi faktörlerin etkisi ile işletmelerde hastalık problemleri sık sık karşımıza çıkmaktadır. Çoğu zaman hastalığın kesin teşhisi bile yapılmadan denetimsiz, gereksiz ve yanlış ilaç uygulamaları bu problemi daha da karmaşık hale getirmektedir (Hanol Bektaş vd. 2019).

Avrupa Birliği'nin 2002 yılında almış olduğu kararla, 2006 yılından itibaren hayvan yemlerine yem katkı maddesi olarak antibiyotik vb. maddelerin kullanılmasını yasaklaması ile bilim insanları alternatif doğal kaynaklı ilaçları araştırmaya yönelmiştir. Bu alternatif ürünler enzimler, organik asitler, probiyotikler, prebiyotikler, bağışıklık uyarıcı ürünler, polisakkaritler, bakteriyel parçacıklar, baharatlar, bitki öz suları ve hayvansal veya bitkisel kaynaklı ekstraktlardır (Mastan 2015).

Kemoterapötik ajanların yaygın kullanımı patojenlerde antimikrobiyal direncin artmasına sebep olurken alıcı ortamdaki canlılar için de risk teşkil ettiği bilinen bir gerçektir. Balıklarda bağışıklık arttırıcı madde (uyarıcıların) kullanımı diğer tedavi metotlarıyla karşılaştırıldığında çevre şartları ve balıktaki patojenlere karşı direncin arttırılması bakımından tercih edilmelidir. Bu tür ürünlerin su ürünleri üretiminde kullanımı ile insan ve çevre sağlığını tehdit eden kemoterapötik kullanım miktarlarının azaltılacağı veya tamamen elimine edileceği kabul edilmektedir (Hanol Bektaş vd. 2019).

Tarih boyunca insanlar tedavi amaçlı olarak bitkilerden yararlanmışlardır. Asya kökenli şifa geleneğinin temelini bitkiler teşkil etmekte olup hastalıkları tedavi etmek için şifalı otların kullanımı 3000 yıl öncesine kadar uzanmaktadır. Bu tür ürünlerin su ürünlerinde kullanılmasıyla ilgili özellikle son 10 yıldır dikkate değer invitro ve invivo çalışmalar mevcuttur (Petrovska 2012).

Yetiştiricilikte balıklarda oluşturdukları hastalıklardan dolayı ekonomik kayıplara yol açan çok sayıda patojen bakteri bulunmaktadır. Bu patojenlerle mücadelede, çoğunlukla farklı ülkelerin hukuki sınırlamaları dikkate alınarak kemoterapötikler kullanılmaktadır. Ancak. kemoterapötiklerin ağırlıklı olarak kullanılmasının birçok dezavantajları vardır. Kullanılan antimikrobiyallerin maliyetlerinin yüksek ve etkilerinin düşük olması, bazılarının toksik etkileri, sürekli ve aşırı kullanımları sonucu dayanıklı patojen hatlarının gelişmesi, kullanıldıkları ortamın tabanında ölü bir tabaka oluşumuna ve özetle çevre kirliliğine neden oldukları için zamanla insan ve çevre sağlığını tehdit etmeleri kemoterapötiklerin bilinen bazı olumsuz etkileridir. Bu yüzden, hastalıkların kontrolünde en uygun metodun; hastalıktan koruma ve bağışıklığın arttırılması olduğu açıktır (Hanol Bektaş vd. 2019).

İmmunostimulantlar; adjuvan olarak ve katkı maddesi olarak ve özellikle önceden salgın riski yüksek olan durumlarda profilaktik ajanlar olarak kullanılmakta olup yetiştiricilikte ve akademik çevrelerde bu konuya ilgi büyüyerek devam etmektedir (Tafalla vd. 2013). Fakat pratikte bu konuda yetersiz tecrübe, yararlı bitkileri kullanmaktaki tereddüt gibi birçok engel bulunmaktadır. Bu nedenlerden dolayı üreticiye yol gösterecek yeni ve kapsamlı araştırmalara ihtiyaç vardır.

Bu çalışmanın amacı ülkemizde su ürünleri üretimi denilince ilk akla gelen gökkuşağı alabalığında şifalı bitkilerden olan zencefilin kullanımıyla ilgili literatüre destek vermek, literatürdeki eksiklikleri gidermek ve en önemlisi pratikte kullanılabilecek ve ekonomik olarak geri dönüş sağlayacak veriler elde edilerek sonuçların su ürünleri yetiştiricilik sektöründe kullanılabilmesini sağlamaktır.

Bu çalışmada potansiyel bağışıklık arttırıcı şifalı bitkilerin öncelikle in vivo şartlarda büyüme, kan değerleri, bağışıklık göstergesi olan parametrelerde meydana getirdikleri değişiklikler tespit edilmiş daha sonra şifalı bitki katkılı yemlerle beslenen gruplarda alabalıklarda Türkiyede en çok rastlanan hastalıklardan *Yersinia ruckeri* enfeksiyonu deneysel olarak oluşturulmuş, kan değerleri. nonspesifik immun sistem parametreleri ve büyüme durumları değerlendirilmiştir.

Materyal ve Metot

Kullanılan Balıklar ve Deneme Düzeni

Sağlık kontrolleri yapılan bir alabalık işletmesinden temin edilen sağlıklı alabalıklar deneysel ortama alıştırmak için 20 gün adaptasyona tabi tutulmuştur. Bu süre boyunca balıklar ticari

alabalık yemiyle günde iki kez doyuncaya kadar beslenmiştir. Adaptasyon süresinin sonunda balıklar boy ve ağırlık bakımından normal dağılım gösterecek şekilde gruplandırılmıştır.

Besleme denemesinde bir tankta 60 balık olmak üzere 108,7 ± 17,0 g ağırlığında 1,260 adet, enfeksiyon denemede bir tankta 15 balık olmak üzere 315 adet, toplam 1.575 adet gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) kullanılmıştır. Besleme denemesi için 3 tekrarlı olacak şekilde 21 tank; enfeksiyon denemesinde de 3 tekrarlı olacak şekilde 21 tank kullanılmıştır. Tanklara düzenli ve sürekli su akışı sağlanmıştır. Zencefil tozu deneysel yeme 0,5 g/kg, 1,0 g/kg, 2,5 g/kg, 5,0 g/kg, 10,0 g/kg ve 20,0 g/kg oranlarında eklenmiştir. Kontrol yemine ise herhangi bir katkı maddesi eklenmemiştir. Balıklar deneysel yemle vücut ağırlıklarının %2'si oranında beslenmiştir. Yemleme günde iki öğün şeklinde yapılmıştır.

Deneme Yemlerinin Hazırlanması

Deneme yemleri; yeniden öğütülen alabalık yemine zencefil kökü tozu 0,5 - 1,0 - 2,5 - 5,0 - 10,0 ve 20,0 g/kg oranlarında ilave edilip pelet haline getirilerek hazırlanmıştır. Zencefil kökü tozu ilave edilmeyen yem kontrol yemi olarak kullanılmıştır (Pakravan vd. 2012).

Denemede kullanılan yem ve katkı maddelerinin bileşimi Tablo 1'de; ve uçucu yağ içerikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Denemede Kullanılan Yem ve Katkı Maddelerinin Bileşimi

	Yem	Zencefil
Rutubet (%)	8,21	10,87
Kül (%)	8,96	4,34
Protein (%)	40,71	9,08
Yağ (%)	20,56	14,86
Selüloz (%)	2,61	5,10

Tablo 2. Denemede Kullanılan Zencefilin Uçucu Yağ İçeriği

Zencefil Uçucu Yağı İçeriği	Oran (%)
α-Zingiberene	42,6
β-Seskifellandrene	18,3
β-Bisabolene	9,8
(E,E)-α-Farnesene	8,4
β-Fellandrene	1,5
Diğer	19,4

Zencefil Katkılı Yemle Besleme Denemeleri

60 gün süren deneme öncesi 108,7 ± 17,0 g ağırlığındaki gökkuşağı alabalıkları (*O. mykiss*), 20 gün süreyle ortama adaptasyosyon için bekletilmiştir.

Araştırmada 1 kontrol grubu ve 6 deneme grubu oluşturulmuş, 3 tekkerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme gruplarına diyetteki oranları 0,0 (kontrol), 0,5 g/kg, 1,0 g/kg, 2,5 g/kg, 5,0 g/kg, 10,0 g/kg ve 20,0 g/kg olacak şekilde hazırlanan yemle vücut ağırlıklarının % 2'si oranında 60 günlük yemleme yapılmıştır. Yemleme günde 2 sefer yapılmıştır. Oluşturulan gruplardan 8. gün, 15. gün, 25. gün, 40. ve 60. gün 10'ar adet balık örneğinden kan parametereleri için kan alınıp büyüme parametreleri ölçülmüştür.

Enfeksiyon Oluşturma Denemeleri

Enfeksiyon oluşturma denemeleri; zencefil katkılı beslenen alabalıkların olası bir hastalık karşısında bağışıklık göstergesi kan parametrelerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Deneme kontrol grubu (0,0 g/kg diyet) ve 6 doz grubunda (0,5 - 1,0 - 2,5 - 5,0 – 10,0 ve 20,0 g/kg diyet) 3 tekerrürlü planlanmıştır. Challenge testinde $1x10^7$ cfu/ml *Y. ruckeri* 100 µl PBS'de karıştırılmış ve 15 günlük besleme sonunda tüm balıklara intraperitonal yolla enjekte edilmiş ve hayatta kalma oranları 20 gün boyunca takip edilmiştir (Aydın vd. 1998; Bricknell vd. 1999). Ölmeyen balıklardan 20 gün sonunda kan alınarak muayeneleri yapılmıştır. Böylece enfeksiyon oluşturma denemesi 35 gün sürmüştür.

Balıklardan Kan Alımı ve Kandan Plazma Elde Edilmesi

Balıklardan kan, kuyruk venasından her bir analiz grubu için 2 ml civarında arasında steril enjektörler vasıtası ile alınmıştır. Kan alımından önce balıklara 0,5 ml/L quinaldine ile anestezi uygulanmıştır. Zencefil katkılı yemle besleme denemesinde oluşturulan gruplardan 8 gün, 15. gün, 25. gün, 40. gün ve 60. gün 10'ar adet balıktan kan alınmıştır. Enfeksiyon oluşturma denemelerinde ise ölmek üzere olan balıklardan kan alınmış, deneme sonunda da hayatta kalan tüm balıkların kanı alınmıştır. Kan alımında 3 ml hacimli *EDTA*'lı tüpler kullanılmıştır. *EDTA*'lı tüplere alınan kan örneklerinde hemogram parametreleri belirlenmiştir. Daha sonra 3500 devirde 15 dakika santrifüj edilerek plazma elde edilmiş ve eppendorf tüplerinde -20 °C'de muhafaza edilmiştir. Plazmada toplam protein miktarı ve lizozim aktivitesi seviyesi belirlenmiştir.

Hemogram Parameterelerinin Belirlenmesi

Hemogram parametrelerinin belirlenmesi için Prokan PE 6800 Vet hemogram cihazı kullanılmıştır.

Toplam Plazma Proteini Miktarı

Toplam protein içeriğinin ölçülmesi için Biuret Protein Assay metodu kullanılmış ve standart olarak BSA bovine serum albumin kullanılmıştır (Tietz 1999). Standart olarak Bovine Serum, 0,25 mg/ml., 0,50 mg/ml., 1,00 mg/ml ve 1,50 mg/ml konsantrasyonlarda kullanılmıştır ve sonuç eğrisi hazırlanmıştır. Testlerde Biüret ayracı kullanılmıştır. Standart, kör ve kanlardan tüplere ayrı ayrı 0,05 ml.

nümune üzerine 2,5 ml biüret ayracı eklenmiştir. Oda sıcaklığında 10 dk bekletildikten sonra 550 nm'de absorbans değerleri okunarak karşılık gelen protein miktarları standart eğriye göre hesaplanmıştır.

Lizozim Aktivitesi

Lizozim aktivitesinin belirlenmesi, Ellis (1996)'ya göre yapılmıştır. Standart olarak Hen egg white lizozim (*HEWL*) kullanılmıştır (Grinde 1989). Bu amaçla % 1 agar ve 0,60 mg/ml liyofilize *Micrococcus lysodeicticus* (SIGMA M3770. *ATCC* 4698) *PBS* (Phosphate Buffer Saline)'ye eklenmiştir. Petri kapları kuruduktan sonra 5 mm çapında delikler açılmıştır. Bu deliklere 25 µl balık serumu eklenmiş 25 °C'de 20 saat inkübe edilerek oluşan zonlar ölçülmüştür (Ellis 1996,1999).

Biyometrik Ölçümler

Deneme ve kontrol gruplarında her kan alım periyodunda balıklarda morfometrik ölçümler yapılmıştır. Çalışma süresince her periyotta total boy ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır.

İstatistiksel Analizler

Araştırmalar sonucunda elde edilen veriler SPSS v20 paket programı yardımıyla değerlendirilmiştir. Verilerin normal dağılımı Kolmogrov Smirnov testi ile analiz edilmiştir. Normal dağılım gösteren parametrik verilerde grupların karşılaştırılması Tek Yönlü Anova testi, normal dağılım göstermeyen non-parametrik veriler ise Kruskal - Wallis sıralamalı tek–yönlü varyans analizi ile yapılmıştır. Gruplar arasında fark ortaya çıkması durumunda verinin normal dağılım sonucuna göre Duncan veya Tukey HSD çoklu karşılaştırma testleri uygulanmıştır (Özdamar 2011).

Sonuçlar ortalama ± standart sapma ($\bar{X}$ ± SD) şeklinde verilmiştir. Tüm istatistiki testlerde önem seviyesi α=0.05 olarak kabul edilmiştir. Veriler IBM SPSS Statistics v.23 ve Microsoft Excel 2013 paket programları ile işlenmiş ve değerlendirilmiştir.

Bulgular

Kan Parametreleri Bulguları

7 gün besleme sonrası doz gruplarında tespit edilen kan parametreleri değerleri Tablo 3'te; 15, 25, 40, 60 gün besleme sonrası doz gruplarında tespit edilen kan parametreleri değerleri Tablo 4, 5, 6, 7'de verilmiştir.

Tablo 3. 7 Gün Besleme Sonucu Deneme Gruplarında Tespit Edilen Kan Parametreleri

Parametre	Doz Grupları (g/kg yem Zencefil)						
	0,0	0,5	1,0	2,5	5,0	10,0	20,0
Lizozim	10,1 ± 0,9	9,8 ± 0,8	9,8 ± 0,8	9,8 ± 0,9	9,9 ± 0,8	10,1 ± 0,8	10,2 ± 0,7
Protein	$53,9\pm6,9^{abc}$	$53,4 \pm 7,9^{ab}$	$54,3 \pm 9,5^{bc}$	$54,9 \pm 7,6^{bc}$	$57,8 \pm 8,9^{cd}$	$60,5 \pm 8,1^{d}$	$50,1 \pm 7,2^{a}$
WBC	124,4±11,9	120,3 ± 8,6	121,2 ± 9,1	119,7 ± 9,7	124,6±11,6	125,2 ± 9,1	123,8 ± 6,5
LYM	100,4 ± 6,0	97,9 ± 3,8	97,6 ± 3,9	96,7 ± 6,3	99,8 ± 7,2	100,3 ± 3,6	100,2 ± 2,7
MID	12,6 ± 2,9	11,7 ± 2,7	12,3 ± 2,5	12,1 ± 2,4	12,9 ± 2,6	12,7 ± 2,7	12,3 ± 1,8
GRAN	11,4 ± 3,8	10,5 ± 4,1	11,2 ± 3,4	10,6 ± 3,9	12 ± 3,7	12,2 ± 4,2	11,3 ± 2,5
RBC	$1,2 \pm 0,2^{abc}$	$1,2 \pm 0,2^{abc}$	$1,1 \pm 0,2^{ab}$	$1,1 \pm 0,1^{a}$	$1,3 \pm 0,2^{c}$	$1,2 \pm 0,2^{bc}$	$1,2 \pm 0,2^{bc}$
HGB	10,1 ± 2,1	10,3 ± 1,5	10,4 ± 2,0	10,2 ± 1,7	10,3 ± 1,9	10,3 ± 1,8	10,0 ± 1,4
HCT	$17,1 \pm 3,5^{ab}$	$15,7 \pm 3,5^{a}$	$15,6 \pm 2,6^{a}$	$15,6 \pm 2,4^{a}$	$19,0 \pm 2,8^{c}$	$18,6 \pm 3,2^{bc}$	$18,6 \pm 2,6^{bc}$
MCV	$142,4\pm6,6^{b}$	$137,6\pm 2,6^{a}$	$138,4\pm 5,4^{a}$	$138,3\pm 4,4^{a}$	$150,9 \pm 3,5^{c}$	$150,6 \pm 7,1^{c}$	$151,7 \pm 4,0^{c}$
MCH	$83,1 \pm 5,1^{a}$	$91,1 \pm 6,7^{b}$	$91,3 \pm 6,6^{b}$	$90,2 \pm 6,0^{b}$	$80,9 \pm 4,6^{a}$	$82,7 \pm 6,3^{a}$	$81,3 \pm 6,3^{a}$
MCHC	$58,7 \pm 4,9^{a}$	$67,5 \pm 12,7^{b}$	$66,1 \pm 6,4^{b}$	$65,6 \pm 5,9^{b}$	$53,8 \pm 3,6^{a}$	$55,3 \pm 6,6^{a}$	$53,8 \pm 4,8^{a}$
RDW_SD	$92,5 \pm 4,5^{d}$	$77,0 \pm 6,5^{a}$	$82,4 \pm 7,3^{b}$	$80,7 \pm 8,2^{ab}$	$87,1 \pm 5,6^{c}$	$88,4 \pm 5,1^{cd}$	$88,7 \pm 6,7^{cd}$
RDW_CV	$20,6 \pm 2,8^{b}$	$15,9 \pm 1,9^{a}$	$16,8 \pm 1,7^{a}$	$16,7 \pm 2,1^{a}$	$16,6 \pm 2,0^{a}$	$17,0 \pm 2,0^{a}$	$16,7 \pm 1,7^{a}$
PLT	10,1 ± 3,9	12,7 ± 6,0	15,2 ± 11,7	12,9 ± 6,9	12,7 ± 6,1	13,8 ± 12,3	13,9 ± 9,9
MPV	$9,7 \pm 0,4^{a}$	$10,4 \pm 0,5^{c}$	$10,3 \pm 0,6^{c}$	$10,2 \pm 0,5^{bc}$	$9,8 \pm 0,4^{ab}$	$9,7 \pm 0,5^{a}$	$9,6 \pm 0,4^{a}$
PDW	$10,8 \pm 1,5^{b}$	$12,0 \pm 1,5^{cd}$	$12,6 \pm 2,3^{d}$	$12,0 \pm 1,9^{cd}$	$11,1 \pm 1,8^{bc}$	$9,7 \pm 1,8^{a}$	$10,5 \pm 1,3^{ab}$

Tablo 4. 15 Gün Besleme Sonucu Deneme Gruplarında Tespit Edilen Kan Parametreleri

Parametre	Doz Grupları (g/kg yem Zencefil)						
	0,0	0,5	1,0	2,5	5,0	10,0	20,0
Lizozim	10,2 ± 1,1^{b}	10,1 ± 1,0^{ab}	10,4 ± 0,9^{b}	10,4 ± 0,8^{b}	9,9 ± 1,0^{ab}	9,8 ± 0,8^{ab}	9,3 ± 1,0^{a}
Protein	53,8 ± 5,0^{b}	54,3 ± 7,8^{b}	58,9 ± 10,6^{c}	60,3 ± 7,7^{c}	56,8 ± 5,8^{ab}	56,5 ± 8,1^{ab}	49,8 ± 8,3^{a}
WBC	123,2 ± 7,2^{ab}	124,0 ± 9,7^{abc}	127,8 ± 8,3^{c}	126,9 ± 7,8^{bc}	123,5 ± 8,4^{abc}	122,1 ± 7,5^{a}	126,3 ± 6,0^{abc}
LYM	99,5 ± 3,4	99,3 ± 4,5	100,2 ± 3,9	100,5 ± 3,2	101,5 ± 7,1	99,3 ± 3,4	101,4 ± 2,5
MID	12,5 ± 1,9^{ab}	12,8 ± 2,6^{ab}	13,9 ± 2,2^{b}	13,5 ± 2,1^{ab}	11,9 ± 2,8^{a}	12,2 ± 2,0^{a}	13,1 ± 1,7^{ab}
GRAN	11,1 ± 2,7^{ab}	11,9 ± 3,5^{bc}	13,7 ± 3,0^{d}	12,9 ± 3,3^{cd}	10,1 ± 3,6^{a}	10,7 ± 2,5^{ab}	11,7 ± 2,6^{abc}
RBC	1,2 ± 0,2	1,1 ± 0,1	1,2 ± 0,2	1,2 ± 0,2	1,2 ± 0,2	1,2 ± 0,2	1,2 ± 0,1
HGB	9,7 ± 1,4	9,3 ± 1,3	9,9 ± 1,6	9,6 ± 1,5	9,7 ± 1,5	9,4 ± 1,4	9,9 ± 1,3
HCT	18,1 ± 2,6	16,9 ± 2,3	18,2 ± 2,8	18,0 ± 2,5	18,3 ± 3	18,0 ± 2,7	18,9 ± 2,1
MCV	152,7 ± 3,8	151,4 ± 4,6	152,6 ± 4,8	151,7 ± 4,9	151,6 ± 6,3	153,8 ± 4,3	153,8 ± 4,2
MCH	81,7 ± 6,0	82,8 ± 6,2	83,3 ± 9,5	81,2 ± 8,5	81 ± 13,3	79,5 ± 4,6	80,4 ± 5,9
MCHC	53,6 ± 3,7	54,2 ± 5,3	54,7 ± 4,9	53,7 ± 5,6	53,5 ± 7,6	55,3 ± 15,8	52,4 ± 3,7
RDW_SD	88,4 ± 5,2	86,6 ± 7,4	85,7 ± 7,3	87,4 ± 8,1	86,5 ± 6,5	86,2 ± 6,0	84,9 ± 7,3
RDW_CV	16,4 ± 1,2	16,3 ± 1,9	16,2 ± 1,9	16,7 ± 2,2	16,1 ± 1,4	16,6 ± 2,1	16,0 ± 2,0
PLT	12,2 ± 6,8^{ab}	9,5 ± 3,4^{a}	9,2 ± 3,8^{a}	8,6 ± 3,1^{a}	19,2 ± 17,7^{bc}	19,6 ± 15,8^{bc}	22,4 ± 21^{c}
MPV	9,9 ± 0,9^{b}	10,1 ± 0,5^{b}	10,2 ± 0,4^{b}	10,4 ± 0,5^{b}	8,4 ± 1,0^{a}	8,5 ± 1,2^{a}	8,8 ± 1,1^{a}
PDW	10,2 ± 3,5^{b}	10,8 ± 1,9^{b}	11,2 ± 2,4^{b}	11,1 ± 1,1^{b}	7,4 ± 1,5^{a}	7,8 ± 2,2^{a}	8,7 ± 2,5^{a}

Tablo 5. 25 Gün Besleme Sonucu Deneme Gruplarında Tespit Edilen Kan Parametreleri

Parametre	Doz Grupları (g/kg yem Zencefil)						
	0,0	0,5	1,0	2,5	5,0	10,0	20,0
Lizozim	10,3 ± 0,9^{ab}	10,1 ± 0,8^{ab}	9,9 ± 1,0^{ab}	10,4 ± 1,1^{ab}	10,6 ± 0,9^{b}	9,8 ± 1,0^{a}	10,4 ± 0,8^{ab}
Protein	53,9 ± 9,2^{b}	58,0 ± 7,6^{bc}	58,3 ± 8,6^{c}	60,2 ± 6,5^{c}	59,7 ± 5,9^{c}	55,9 ± 8,8^{bc}	47,8 ± 6,8^{a}
WBC	126,5 ± 9,8	128,4 ± 8,0	126,1 ± 8,0	129,8 ± 6,9	125,8 ± 10,2	127,0 ± 7,0	126,8 ± 5,0
LYM	100,6 ± 5,2	102,4 ± 2,1	101,2 ± 2,9	102,4 ± 2,1	100,2 ± 6,7	101,5 ± 2,4	101,9 ± 2,1
MID	13,4 ± 2,4	13,6 ± 2,7	13,0 ± 2,2	14,1 ± 2,2	13,3 ± 2,2	13,3 ± 2,3	13,2 ± 1,4
GRAN	12,5 ± 3,5	12,4 ± 3,4	11,8 ± 3,3	13,3 ± 3,4	12,3 ± 3,2	12,1 ± 4,0	11,7 ± 2,2
RBC	1,2 ± 0,2	1,3 ± 0,2	1,2 ± 0,2	1,3 ± 0,2	1,2 ± 0,2	1,2 ± 0,2	1,2 ± 0,1
HGB	9,7 ± 1,7	10,3 ± 1,3	9,5 ± 1,4	10,0 ± 1,4	9,8 ± 1,3	9,8 ± 1,1	9,7 ± 1,0
HCT	17,8 ± 3,9	19,2 ± 2,0	18,9 ± 2,7	19,9 ± 2,7	19,2 ± 2,6	18,9 ± 3,0	18,6 ± 1,9
MCV	151,5 ± 8,1^{a}	153,9 ± 3,6^{ab}	154,1 ± 3,9^{ab}	154,0 ± 3,5^{ab}	156,8 ± 3,1^{c}	154,5 ± 5,4^{bc}	153,0 ± 4,7^{ab}
MCH	82,9 ± 6,0^{a}	96,7 ± 40,5^{b}	82,8 ± 22,8^{a}	77,4 ± 4,8^{a}	80,1 ± 4,1^{a}	80,5 ± 8,0^{a}	79,8 ± 5,0^{a}
MCHC	55,3 ± 8,5^{a}	62,2 ± 26,8^{b}	53,8 ± 16,6^{a}	50,4 ± 3,7^{a}	51,3 ± 3,2^{a}	52,4 ± 7,6^{a}	52,4 ± 4,4^{a}
RDW_SD	87,8 ± 6,2^{ab}	88,2 ± 7,4^{ab}	85,5 ± 6,0^{a}	88,8 ± 6,5^{ab}	91,0 ± 4,7^{b}	86,8 ± 5,5^{ab}	91,3 ± 4,9^{b}
RDW_CV	17,2 ± 2,6^{b}	16,3 ± 2,2^{ab}	15,5 ± 1,3^{a}	17,2 ± 2,4^{b}	16,5 ± 1,3^{ab}	16,2 ± 1,9^{ab}	17,4 ± 1,9^{b}
PLT	9,7 ± 2,5	13,5 ± 12,4	11,2 ± 5,6	11,8 ± 5,4	9,0 ± 4,5	11,8 ± 6,5	9,1 ± 4,3
MPV	9,9 ± 0,4	9,9 ± 0,6	10,0 ± 0,4	10,1 ± 0,6	10,1 ± 0,4	9,9 ± 0,5	9,9 ± 0,4
PDW	11,2 ± 1,8^{a}	10,9 ± 2,0^{a}	11,3 ± 1,8^{b}	12,9 ± 2,3^{b}	10,6 ± 1,5^{a}	11,2 ± 1,6^{a}	10,5 ± 1,7^{a}

Tablo 6. 40 Gün Besleme Sonucu Deneme Gruplarında Tespit Edilen Kan Parametreleri

Parametre	Doz Grupları (g/kg yem Zencefil)						
	0,0	0,5	1,0	2,5	5,0	10,0	20,0
Lizozim	9,8 ± 1,2	9,9 ± 0,7	9,7 ± 0,6	9,9 ± 0,7	9,9 ± 0,6	9,9 ± 0,8	10,3 ± 0,9
Protein	54,4 ± 8,7^{ab}	54,5 ± 6,8^{ab}	57,4 ± 8,5^{bc}	61,4 ± 8,0^{c}	60,1 ± 6,9^{c}	61,7 ± 10,1^{c}	51,0 ± 6,5^{a}
WBC	132,5 ± 5,0^{bc}	135,3 ± 6,4^{c}	134,6 ± 5,3^{c}	136,2 ± 5,9^{c}	126,4 ± 8,2^{a}	132,4 ± 8,9^{bc}	128,8 ± 9,0^{ab}
LYM	103,1 ± 1,7^{a}	104,1 ± 1,7^{ab}	103,6 ± 1,6^{ab}	103,5 ± 1,4^{ab}	117,3 ± 7,2^{d}	109,8 ± 8,7^{c}	107,6 ± 7,6^{bc}
MID	15,1 ± 1,7^{c}	15,8 ± 2,0^{c}	15,6 ± 1,7^{c}	16,4 ± 1,5^{c}	6,1 ± 0,9^{a}	12,0 ± 5,0^{b}	11,4 ± 4,7^{b}
GRAN	14,5 ± 2,7^{c}	15,5 ± 3,1^{c}	15,4 ± 2,7^{c}	16,9 ± 3,0^{c}	3,0 ± 0,5^{a}	11,0 ± 7,4^{b}	9,8 ± 6,1^{b}
RBC	1,4 ± 0,2^{ab}	1,4 ± 0,3^{ab}	1,3 ± 0,1^{a}	1,3 ± 0,1^{a}	1,5 ± 0,2^{b}	1,5 ± 0,2^{b}	1,4 ± 0,2^{ab}
HGB	11,3 ± 2,2	10,9 ± 1,2	10,7 ± 1,0	11,0 ± 1,3	11,6 ± 1,2	11,5 ± 1,4	10,8 ± 1,5
HCT	18,3 ± 3,2^{a}	21,8 ± 3,8^{bc}	20,4 ± 2,1^{b}	20,2 ± 2,4^{b}	21,4 ± 2,3^{bc}	22,3 ± 2,8^{c}	21,4 ± 2,9^{bc}
MCV	142,6 ± 17,9^{a}	154,1 ± 3,8^{b}	157,1 ± 3,5^{b}	156,6 ± 5,4^{b}	143,3 ± 3,5^{a}	151,4 ± 8,1^{b}	154,0 ± 7,3^{b}
MCH	82,5 ± 15,0^{ab}	78,4 ± 9,0^{a}	82,7 ± 4,1^{ab}	85,0 ± 5,9^{b}	77,8 ± 3,7^{a}	77,9 ± 4,0^{a}	77,5 ± 3,9^{a}
MCHC	54,6 ± 7,4^{b}	50,5 ± 6,6^{a}	52,9 ± 2,7^{ab}	54,7 ± 4,6^{b}	54,4 ± 3,1^{b}	51,7 ± 4,0^{a}	50,6 ± 3,6^{a}
RDW_SD	81,3 ± 20,5	88,6 ± 6,1	90,8 ± 5,6	89,8 ± 6,3	91,4 ± 5,2	94,5 ± 3,6	90,2 ± 4,5
RDW_CV	22,1 ± 3,8^{b}	17,7 ± 2,4^{a}	17,2 ± 2,1^{a}	17,6 ± 2,1^{a}	18,2 ± 2,2^{a}	18,2 ± 2,1^{a}	16,7 ± 1,7^{a}
PLT	13,6 ± 5,2^{b}	11,6 ± 7,8^{ab}	8,2 ± 2,2^{a}	9,1 ± 3,5^{ab}	12,6 ± 4,9^{ab}	11,5 ± 4,8^{ab}	10,8 ± 4,2^{ab}
MPV	10,0 ± 0,9^{ab}	9,8 ± 0,6^{a}	10,3 ± 0,5^{bc}	10,6 ± 0,6^{c}	9,8 ± 0,4^{ab}	9,9 ± 0,6^{ab}	9,7 ± 0,4^{a}
PDW	11,9 ± 3,6^{ab}	11,5 ± 1,9^{ab}	11,5 ± 2,0^{ab}	12,4 ± 2,0^{b}	10,2 ± 1,7^{a}	10,8 ± 2,3^{ab}	10,8 ± 1,4^{ab}

Tablo 7. 60 Gün Besleme Sonucu Deneme Gruplarında Tespit Edilen Kan Parametreleri

Parametre	Doz Grupları (g/kg yem Zencefil)						
	0,0	0,5	1,0	2,5	5,0	10,0	20,0
Lizozim	9,6 ± 0,9	9,6 ± 1,1	9,6 ± 1,1	9,4 ± 0,8	9,6 ± 0,7	9,2 ± 0,8	9,5 ± 0,6
Protein	53,8 ± 5,5^{a}	57,8 ± 7,5^{b}	60,1 ± 7,0^{b}	58,8 ± 7,0^{b}	60,1 ± 7,4^{b}	57,6 ± 6,7^{b}	51,0 ± 6,3^{a}
WBC	95,3 ± 7,6^{bc}	101,5 ± 5,0^{d}	98,3 ± 5,7^{cd}	101,8 ± 6,1^{d}	95,6 ± 7,1^{bc}	93,7 ± 7,5^{ab}	91,5 ± 5,7^{a}
LYM	87,2 ± 5,5^{b}	91,1 ± 3,0^{c}	89,0 ± 3,7^{bc}	91,3 ± 3,5^{c}	87,6 ± 5,1^{b}	86,3 ± 5,5^{b}	83,7 ± 6,5^{a}
MID	5,3 ± 1,4^{bc}	6,6 ± 1,2^{de}	6,0 ± 1,1^{cd}	6,7 ± 1,5^{e}	5,3 ± 1,3^{bc}	4,9 ± 1,3^{ab}	4,2 ± 1,0^{a}
GRAN	2,8 ± 1,0^{bc}	3,8 ± 0,9^{d}	3,3 ± 0,9^{cd}	3,8 ± 1,4^{d}	2,8 ± 0,9^{abc}	2,5 ± 0,8^{bc}	2,0 ± 0,6^{a}
RBC	1,8 ± 0,3^{ab}	1,7 ± 0,2^{a}	1,7 ± 0,2^{a}	1,7 ± 0,2^{a}	1,9 ± 0,3^{b}	1,9 ± 0,3^{b}	1,8 ± 0,2^{ab}
HGB	10,8 ± 1,8^{b}	10,9 ± 1,3^{b}	10,3 ± 1,2^{ab}	10,6 ± 1,0^{ab}	10,3 ± 1,4^{ab}	10,4 ± 1,6^{ab}	9,6 ± 1,2^{a}
HCT	27,0 ± 3,9^{ab}	25,5 ± 2,8^{ab}	24,4 ± 2,6^{a}	24,8 ± 3,3^{ab}	27,3 ± 3,6^{b}	27,4 ± 3,9^{b}	24,8 ± 3,1^{ab}
MCV	146,9 ± 4,7^{c}	150,9 ± 4,1^{d}	148,2 ± 4,6^{c}	149,3 ± 4,6^{cd}	144,4 ± 4,3^{b}	143,0 ± 4,3^{b}	139,3 ± 4,5^{a}
MCH	58,5 ± 2,2^{b}	63,9 ± 3,1^{c}	62,6 ± 2,8^{c}	64,3 ± 5,6^{c}	54,2 ± 1,9^{a}	54,1 ± 2,3^{a}	53,6 ± 2,3^{a}
MCHC	39,9 ± 1,3^{b}	42,3 ± 1,9^{c}	42,3 ± 2,1^{c}	43,2 ± 3,7^{c}	37,6 ± 1,0^{a}	37,9 ± 1,2^{a}	38,5 ± 1,2^{ab}
RDW_SD	77,2 ± 5,2^{b}	74,2 ± 7,9^{ab}	71,6 ± 5,7^{a}	75,2 ± 9,4^{ab}	77,2 ± 5,3^{b}	71,7 ± 6,0^{a}	70,8 ± 5,5^{a}
RDW_CV	14,8 ± 1,5^{b}	13,7 ± 1,4^{a}	13,5 ± 0,9^{a}	14,0 ± 1,6^{ab}	14,9 ± 0,9^{b}	14,0 ± 1,2^{ab}	14,2 ± 1,1^{ab}
PLT	11,6 ± 5,8^{ab}	8,7 ± 3,3^{a}	8,4 ± 3,6^{a}	7,8 ± 2,3^{a}	10,0 ± 2,9^{ab}	14,4 ± 7,5^{b}	14,3 ± 7,0^{b}
MPV	10,6 ± 0,6^{b}	10,6 ± 0,6^{b}	10,8 ± 0,6^{b}	10,4 ± 0,4^{b}	9,8 ± 0,4^{a}	9,8 ± 0,4^{a}	9,6 ± 0,3^{a}
PDW	12,0 ± 3,1	12,0 ± 2,8	12,6 ± 3,0	12,3 ± 2,0	10,7 ± 1,7	10,5 ± 2,0	10,7 ± 1,4

Enfeksiyon Denemeleri Bulguları

Tespit edilen kan parametrelerinin doz gruplarına göre farklılıkları istatistiki olarak belirlenmiş olup veriler Tablo 8'de özetlenmiştir.

Tablo 8. *Y. ruckeri* Enfeksiyonu Sonrası Deneme Gruplarında Tespit Edilen Kan Parametreleri

Parametre	Doz Grupları (g/kg yem Zencefil)						
	0,0	0,5	1,0	2,5	5,0	10,0	20,0
Lizozim	$10,6 \pm 1,2^{a}$	$11,7 \pm 0,9^{b}$	$11,4 \pm 0,9^{ab}$	$11,9 \pm 1,1^{b}$	$11,6 \pm 1,0^{b}$	$11,9 \pm 0,8^{b}$	$12,0 \pm 1,0^{b}$
Protein	$44,7 \pm 7,9$	$46,9 \pm 6,1$	$45,8 \pm 6,7$	$47,9 \pm 7,9$	$49,9 \pm 8,3$	$46,9 \pm 9,2$	$49,4 \pm 9,0$
WBC	$92,4 \pm 17,1^{a}$	$115,0 \pm 15,9^{bc}$	$110,5 \pm 16,5^{b}$	$120,1 \pm 6,0^{bc}$	$115,0 \pm 10,4^{bc}$	$120,5 \pm 8,6^{bc}$	$124,4 \pm 7,7^{c}$
LYM	$84,3 \pm 15,6^{a}$	$105,9 \pm 14,0^{c}$	$94,6 \pm 15,8^{b}$	$98,5 \pm 3,0^{bc}$	$96,0 \pm 7,3^{b}$	$99,2 \pm 3,9^{bc}$	$99,8 \pm 2,9^{bc}$
MID	$5,0 \pm 1,3^{a}$	$6,0 \pm 1,7^{a}$	$9,0 \pm 3,8^{b}$	$11,5 \pm 1,6^{cd}$	$10,4 \pm 1,9^{bc}$	$11,5 \pm 2,3^{cd}$	$12,7 \pm 2,2^{d}$
GRAN	$3,1 \pm 1,1^{a}$	$3,2 \pm 1,4^{a}$	$6,9 \pm 4,7^{b}$	$10,1 \pm 2,2^{cd}$	$8,6 \pm 2,0^{bc}$	$9,8 \pm 3,1^{cd}$	$11,9 \pm 3,3^{d}$
RBC	$1,4 \pm 0,3^{d}$	$1,3 \pm 0,2^{c}$	$1,2 \pm 0,2^{bc}$	$1,1 \pm 0,2^{ab}$	$1,0 \pm 0,2^{a}$	$1,1 \pm 0,2^{ab}$	$1,2 \pm 0,2^{bc}$
HGB	$8,9 \pm 1,6^{ab}$	$10,2 \pm 1,4^{c}$	$9,2 \pm 1,4^{b}$	$9,0 \pm 1,3^{ab}$	$8,2 \pm 1,3^{a}$	$9,2 \pm 1,7^{b}$	$9,2 \pm 1,3^{b}$
HCT	$20,5 \pm 3,9^{c}$	$17,7 \pm 3,2^{ab}$	$17,6 \pm 2,3^{ab}$	$17,4 \pm 2,5^{ab}$	$15,9 \pm 3,1^{a}$	$17,5 \pm 2,7^{ab}$	$18,3 \pm 2,3^{b}$
MCV	$149,2 \pm 6,1^{b}$	$140,5 \pm 10,1^{a}$	$152,3 \pm 7,3^{bc}$	$157,3 \pm 2,5^{cd}$	$154,7 \pm 3,4^{cd}$	$157,8 \pm 2,7^{d}$	$157,7 \pm 3,0^{d}$
MCH	$65,2 \pm 9,3^{a}$	$81,4 \pm 9,6^{b}$	$78,8 \pm 3,6^{b}$	$80,9 \pm 3,3^{b}$	$82,8 \pm 25,3^{b}$	$82,6 \pm 5,8^{b}$	$78,6 \pm 3,3^{b}$
MCHC	$44,0 \pm 7,5^{a}$	$59,0 \pm 14,4^{c}$	$52,0 \pm 3,2^{bc}$	$51,6 \pm 2,6^{abc}$	$53,8 \pm 17,0^{bc}$	$52,5 \pm 3,9^{bc}$	$50,0 \pm 2,8^{ab}$
RDW_SD	$76,9 \pm 8,4^{a}$	$89,0 \pm 5,8^{c}$	$86,5 \pm 5,8^{bc}$	$85,3 \pm 7,2^{bc}$	$84,2 \pm 6,3^{b}$	$85,6 \pm 6,2^{bc}$	$84,8 \pm 5,1^{bc}$
RDW_CV	$14,5 \pm 2,0^{a}$	$16,8 \pm 1,8^{b}$	$15,5 \pm 1,2^{ab}$	$15,4 \pm 1,6^{a}$	$15,3 \pm 1,3^{a}$	$15,2 \pm 1,3^{a}$	$15,2 \pm 1,4^{a}$
PLT	$13,2 \pm 6,5^{ab}$	$19,7 \pm 9,0^{b}$	$15,4 \pm 8,2^{ab}$	$10,7 \pm 3,5^{ab}$	$10,2 \pm 4,0^{ab}$	$9,5 \pm 5,7^{a}$	$11,9 \pm 5,6^{ab}$
MPV	$9,5 \pm 0,5$	$9,6 \pm 0,4$	$9,8 \pm 0,4$	$9,8 \pm 0,3$	$9,8 \pm 0,5$	$9,9 \pm 0,3$	$10,0 \pm 0,4$
PDW	$9,6 \pm 1,3^{a}$	$10,3 \pm 1,5^{a}$	$11,1 \pm 1,6^{ab}$	$10,3 \pm 1,9^{a}$	$9,9 \pm 1,2^{a}$	$12,1 \pm 1,6^{b}$	$11,8 \pm 1,8^{b}$

Büyüme Parametreleri Bulguları

Zencefil katkılı besleme denemesi ile ilgili olarak tespit edilen ağırlık ölçümleri Tablo 9'da, boy ölçümleri Tablo 10' da toplu olarak verilmiştir.

Tablo 9. Zencefil Katkılı Besleme Denemesi Ağırlık Ölçümleri (g)

Doz (g/kg)	Besleme Süresi (Gün)				
	7	15	25	40	60
0,0	$116,5 \pm 14,9$	$124,5 \pm 22,6$	$150,9 \pm 27,9$	$181,5 \pm 33,1^{abc}$	$211,4 \pm 39,4^{b}$
0,5	$117,6 \pm 22,2$	$128,6 \pm 20,6$	$154,6 \pm 28,0$	$184,1 \pm 26,8^{bc}$	$234,4 \pm 39,8^{c}$
1,0	$118,1 \pm 20,3$	$132,6 \pm 19,0$	$152,7 \pm 21,4$	$191,3 \pm 30,7^{c}$	$230,7 \pm 34,0^{c}$
2,5	$120,8 \pm 20,7$	$135,3 \pm 19,8$	$151,1 \pm 29,0$	$185,4 \pm 38,2^{bc}$	$230,2 \pm 41,7^{c}$
5,0	$116,6 \pm 21,2$	$128,7 \pm 22,2$	$145,3 \pm 22,6$	$167,4 \pm 31,2^{a}$	$194,3 \pm 39,9^{a}$
10,0	$118,2 \pm 20,4$	$126,3 \pm 23,5$	$149,1 \pm 28,8$	$171,5 \pm 33,0^{ab}$	$200,4 \pm 40,2^{ab}$
20,0	$115,7 \pm 17,6$	$123,3 \pm 20,6$	$146,5 \pm 25,7$	$167,5 \pm 28,8^{a}$	$191,0 \pm 41,4^{a}$

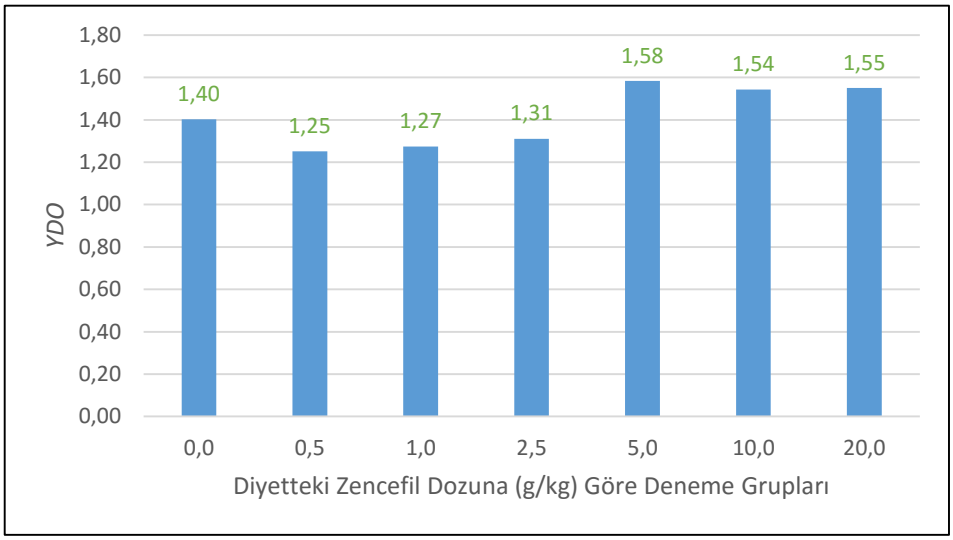
Tablo 10. Zencefil Katkılı Besleme Denemesi Toplam Boy Ölçümleri (cm)

Doz (g/kg)	Besleme Süresi (Gün)				
	7	15	25	40	60
0,0	$22,5 \pm 1,1$	$22,8 \pm 1,4$	$23,5 \pm 1,6$	$24,7 \pm 1,6^{ab}$	$26,4 \pm 1,6^{b}$
0,5	$22,6 \pm 1,2$	$23,0 \pm 1,3$	$24,0 \pm 1,5$	$24,9 \pm 1,2^{ab}$	$26,1 \pm 1,5^{ab}$
1,0	$22,5 \pm 1,0$	$23,3 \pm 1,1$	$23,6 \pm 1,4$	$25,4 \pm 1,5^{b}$	$26,1 \pm 1,5^{ab}$
2,5	$22,7 \pm 1,2$	$23,5 \pm 1,2$	$23,8 \pm 1,4$	$24,9 \pm 1,8^{ab}$	$26,0 \pm 1,6^{ab}$
5,0	$22,4 \pm 1,4$	$23,3 \pm 1,3$	$23,3 \pm 1,4$	$24,3 \pm 1,7^{a}$	$25,5 \pm 1,8^{ab}$
10,0	$22,5 \pm 1,2$	$23,1 \pm 1,5$	$23,4 \pm 1,7$	$24,5 \pm 1,6^{a}$	$25,6 \pm 1,7^{ab}$
20,0	$22,5 \pm 1,1$	$23,0 \pm 1,3$	$23,2 \pm 1,4$	$24,3 \pm 1,4^{a}$	$25,3 \pm 1,8^{a}$

Yem Değerlendirme Oranları Bulguları

Deneme boyunca balıklara vücut ağırlıklarının %2'si oranında günlük yemleme yapılmış olduğundan vücut ağırlıkları arttıkça balıklara verilen günlük yem miktarıda artmıştır.

Bu sebeple büyüme ile birlikte yem değerlendirme oranlarıda önem arzetmektedir. Deneme gruplarına ait yem değerlendirme oranları Şekil 1.'de verilmiştir. Yapılan istatiskiki çalışmalar açısından anlamlı fark oluşmamıştır.



Şekil 1. Yem Değerlendirme Oranları

Tartışma ve Sonuç

Gökkuşağı alabalıklarında zencefilin (*Z. officinale*) immunostimulant olarak kullanımına yönelik yapılan hematolojik çalışmalardan şu tespitler yapılmıştır.

Non spesifik parametrelerden *WBC* (leucocyte), *LYM* (lymphocyte), *MID* (monocyte). *GRAN* (granulocytes), *RBC* (erythrocyte), *HGB* (hemoglobin), *HCT* (hematocrit), *MCV* (mean cell volume), MCH (mean cell hemoglobin), *MCHC* (mean cell hemoglobin concentration). *RDW-SD* (red cell distribution width), *RDW-CV*, *PLT* (platelet), *MPV* (mean platelet volume), *PDW* (platelet distribution width)'nin gökkuşağı alabalıklarına 0,5 - 1,0 - 2,5 - 5,0 - 10,0 ve 20,0 g/kg dozlarda verilen zencefil katkılı yem sonuçlarına baktığımızda; 7 günlük zencefil katkılı besleme sonrası gökkuşağı alabalıklarında kan parametrelerinde önemli bir olumsuz etki olmamıştır. Yani en yüksek doz olan 20,0 g/kg, 7 gün kullanılmış olsa da kan tablosunda bir bozulma olmayacağı görülmektedir. 7 günlük besleme sonrası en iyi sonuçlar, öncelikle istatistiki öneme de sahip olan ve kontrol grubu ve diğer gruplara göre müspet sonuç alınan testler sayısal çoğunluk olarak sırasıyla 5,0 g/kg, 10,0 g/kg, 1,0 g/kg, 0,5 g/kg ve 2,5 g/kg doz gruplarında oluşmuştur. 7 gün zencefil katkılı besleme denemesi sonrasında yapılan ağırlık ölçümleri Tablo 9'da verilmiştir. 7 günlük besleme sonucu gruplar arasındaki başlangıçtaki homojen dağılım devam etmekle birlikte; 2,5 g/kg zencefil katkılı yemle beslenen grupların diğer gruplardan fazla ağırlık kazandıkları tespit edilmiştir. Ancak bu farklılığın 0,05 hata sınırları içerisinde istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür.

15 günlük zencefil katkılı besleme sonrası deneme gruplarında tüm doz gruplarında *RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC, RDW-SD* ve *RDW-CV* parametreleri istatistiki olarak homojenlik göstermiştir. Bu periyotta 20 g/kg doz grubunda kontrol grubuna göre; 10 g/kg doz grubunda düşük doz kullanılan gruplara göre menfi değişimler gözlenmeye başlanmıştır. 20 g/kg doz grubunda lizozim aktivitesi, toplam plazma proteini miktarı, *PLT* ve *MPV* kontrol grubu ve diğer gruplara göre düşük ölçülmüştür. Yine 10 g/kg doz grubunda *MPV* kontrol grubu ve diğer gruplara göre, *WBC, MID, GRAN*, düşük doz kullanılan gruplara göre düşük; *PLT* ise yüksek (*PLT* için menfi) çıkmıştır. Olumlu anlamda istatistiki açıdan da önem arzeden farklılıklar, toplam plazma proteini, *WBC, GRAN* miktarında oluşmuş olup 1 ve 2,5 g/kg doz gruplarından daha iyi sonuçlar alınmıştır. Yine *PLT, MPV, PDW* açısından düşük dozlu grupların 10 ve 20 g/kg doz gruplarından müspet olarak farklılaştıkları ve matematiksel olarak en iyi kan değerlerinin 1,0 ve 2,5 g/kg doz gruplarında oluştuğu görülmüştür.

15 gün zencefil katkılı besleme denemesi sonrasında yapılan ağırlık ölçümleri Tablo 9'da verilmiştir. 15 günlük besleme sonucunda da 2,5 g/kg zencefil katkılı yemle beslenen grupların diğer gruplardan fazla ağırlık kazandıkları tespit edilmekle beraber bu farkın istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür.

25 günlük zencefil katkılı besleme sonrası tüm gruplarda *WBC, LYM, MID, GRAN, RBC, HGB,*

HCT, PLT ve *MPW* değerlerinin homojen olduğu tespit edilmiştir. Bu parametrelerde istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte matematiksel olarak 0,5 g/kg. 1,0 g/kg ve 2,5 g/kg doz gruplarında diğerlerine göre farklılık dikkati çekmektedir. Toplam plazma protein miktarının 1,0 g/kg ve 2,5 g/kg doz grubunda istatistiki olarak yükseldiği; *MCV* miktarının 5,0 ve 10 g/kg doz gruplarında istatistiki olarak yükseldiği, *MCH* ve *MCHC* miktarının 0,5 g/kg doz grubunda istatistiki olarak yükseldiği; *RDW-CV*'nin arzu edildiği gibi 1,0 g/kg doz grubunda düştüğü görülmüştür.

25 gün zencefil katkılı besleme denemesi sonrasında yapılan ağırlık ölçümleri Tablo 9'da verilmiştir. 25 günlük besleme sonucunda 0,5 g/kg zencefil katkılı yemle beslenen grupların diğer gruplardan fazla ağırlık kazandıkları tespit edilmekle beraber bu farkın istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür. 25 gün besleme sonrasında 5 g/kg ve daha yüksek zencefil katkılı yemle beslenen gruplarda konrol grubu ve diğer gruplara göre istatistiki olarak önemli olmamakla beraber daha düşük ağırlık artışı kaydedilmiştir.

40 günlük besleme sonrası yapılan kan tahlilleri sonucu gruplar arasında homojenlik gösteren parametrelerde azalış dikkati çekmektedir. 40 günlük zencefil katkılı besleme sonrası tüm gruplarda lizozim aktivitesi *HGB* ve *RDW-SD*'nin homojen olduğu görülmüştür. *HCT* ve *RDW-CV* değerinin tüm doz gruplarında. *MCV* değerinin ise 5,0 g/kg doz grubu dışında tüm doz gruplarında kontrol grubuna göre önemli derecede farklılaştığı görülmüştür. İstatistiki açıdan önemli olan diğer farklılıklar; protein miktarının 2,5, 5,0 ve 10,0 g/kg doz gruplarında, *LYM*'nin 5,0 ve 10,0 g/kg doz gruplarında, *PLT*'nin 1,0 g/kg doz grubunda ve *MPV*'nin 2,5 g/kg doz grubunda oluştuğu belirlenmiştir. İstatistiki açıdan önemli olmamakla birlikte *WBC, MID* ve *GRAN* değerinin 0,5, 1,0 ve 2,5 g/kg doz gruplarında, *MCH* ve *MCHC'nin* 2,5 g/kg doz grubunda, *HGB'nin* 5,0 g/kg doz grubunda kontrol grubuna göre matematiksel olarak yüksek olduğu ve *PDW* değerinin 0,5, 1,0 ve 5,0 g/kg doz gruplarında kontrol gruplarında istenildiği üzere düşük olduğu belirlenmiştir. *MID* ve *GRAN* değerlerinin 5,0, 10,0 ve 20,0 g/kg doz gruplarında; *WBC* değerinin 5,0 g/kg doz grubunda ve *MCHC* değerinin 10,0 ve 20,0 g/kg doz grubunda kontrol ve diğer gruplara göre önemli seviyede azaldığı tespit edilmiştir.

40 gün zencefil katkılı besleme denemesi sonrasında yapılan ağırlık ölçümleri Tablo 9'da verilmiştir. 40 günlük besleme sonucunda 0,5 – 1,0 ve 2,5 g/kg zencefil katkılı yemle beslenen grupların diğer gruplardan fazla ağırlık kazandıkları tespit edilmekle beraber 1,0 g/kg zencefil katkılı yemle beslenen gruplardaki farklılığın istatistiki olarak da önemli hale geldiği tespit edilmiştir. 40 gün besleme sonrasında 5 g/kg ve daha yüksek zencefil katkılı yemle beslenen gruplardaki düşük ağırlık artışı konrol grubu ile kıyaslandığında istatistiki olarak önemsiz fakat 0,5–1,0 ve 2,5 g/kg doz gruplarıyla kıyaslandığında istatistiki olarak önemli olduğu kaydedilmiştir. Bu sonuçlara göre 5 g/kg ve daha yüksek dozda zencefil katkısının 40 gün ve daha uzun sürelerde kullanılmaması gerektiği söylenebilir.

Alabalıklarda zencefil kullanımının 60 günlük besleme sonrası immun sistem göstergesi kan parametrelerinde değişimlerini tespit amacıyla yapılan çalışmalarda *LYM, MID, GRAN* ve *HGB* değerleri 20 g/kg doz grubunda; *WBC* 10,0 ve 20,0 g/kg doz gruplarında; *MCV, MCH, MCHC* ve *MPV*, 5,0, 10,0 ve 20,0 g/kg doz gruplarında kontrol grubu ve diğer gruplara göre önemli derecede düşmüştür. *PLT* değeri 10,0 ve 20,0 g/kg doz gruplarında kontrol grubu ve diğer gruplara göre menfi olarak önemli derecede yükselmiştir. Toplam plazma proteini miktarının 0,5, 1,0, 2,5, 5,0 ve 10,0 g/kg doz gruplarında; *WBC, LYM, MID, GRAN* ve *MCV*'nin 0,5 ve 2,5 g/kg doz gruplarında; *MCH* ve *MCHC*'nin 0,5 g/kg, 1,0 g/kg ve 2,5 g/kg doz gruplarında kontrol grubuna göre önemli derecede yüksek; *RDW-CD*'nin 0,5 g/kg ve 1,0 g/kg doz gruplarında düşük olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak 5,0 g/kg ve üzeri dozlarda zencefil kullanımının alabalıklarda immun sistemi olumsuz olarak, 0,5, 1,0 ve 2,5 g/kg dozlarda zencefil kullanımının immun sistemi olumlu etkilediği görülmekte ve durum daha net olarak ortaya çıkmaktadır.

Enfeksiyon sonrası iyileşme döneminde yapılan kan parametreleri sonucunda plazma proteini ve *MPV* değerleri tüm gruplarda homojen bulunurken. *RDW-CV* 0,5 g/kg doz grubu (yüksek) dışındaki tüm gruplar arasında ve PDW 10,0 ve 20,0 g/kg doz grupları (yüksek) dışındaki tüm gruplar arasında homojen bulunmuştur. Kontrol grubu *RBC, HCT* ve *RDW-SD* açısından en olumlu sonuçların alındığı grup olmuştur. Diğer testlerde ise genel olarak tüm deneme gruplarından kontrol grubuna göre daha olumlu sonuçlar alındığı görülmektedir. Lizozim aktivitesi, 1,0 g/kg doz grubu harici tüm deneme gruplarında; *WBC, LYM ve MCH* tüm deneme gruplarında; *MID* ve *GRAN* 0,5 g/kg doz grubu dışındaki tüm deneme gruplarında; *MCV* 0,5 ve 1,0 g/kg doz grubu dışındaki deneme gruplarında; *MCHC* 2,5 ve 20,0 g/kg doz grubu dışındaki deneme gruplarında kontrol grubuna göre istatistiki olarak önemli yüksek sonuçlar vermiştir. 2,5 g/kg doz grubu *MCHC* testinde hem kontrol grubuyla hem de diğer yüksek değer veren gruplarla benzerdir. En çok olumlu ve en az olumsuz sonuç 2,5 g/kg ve 5,0 g/kg doz gruplarında alınmış ve matematiksel olarak

2,5 g/kg doz grubunda daha iyi sonuçlar alınmıştır. Dolayısıyla 2,5 g/kg zencefil katkılı yemle beslenen alabalıkların enfeksiyon sürecinde daha çabuk iyileşebileceği düşünülmektedir. Bu sonuç besleme denemeleri sonuçlarıyla da uyumludur.

Immanuel vd. (2009), 4 bitkinin (*Cynodon dactylon, Aegle marmelos, Withania somnifera ve Zingibar officinale*) asetonla muamele edilmiş ekstraklarını rasyonda %1 (10,0 g/kg) olacak şekilde tilapya (*O. mossambicus*) balıklarında vücut ağırlıklarının % 5'i oranında 45 gün süreyle kullanmış, diyet gruplarında deneysel *Vibrio alginolyticus, Vibrio parahaemolyticus, Vibrio mimicus, Vibrio campbelli, Vibrio vulnificus, Vibrio harveyi ve Photobacterium damselae* enfeksiyonları oluşturmuşlar ve sonuçta en düşük ölüm oranını zencefil ekstraktı katkılı yemle beslenen grupta belirlediklerini bildirmişlerdir. Ayrıca deneme gruplarında protein, albümin, globülin, kolesterol, glikoz ve trigliserit düzeylerinin leucocrit değeri, fagositik indeks ve lizozim aktivitesi arttığı kaydedilmiştir. Bu çalışmada asetonla muamele edilen ekstrakt kullanılmış olup tür farklı olmakla birlikte kullanılan doz bizim çalışmamızda tavsiye ettiğimiz dozların üzerinde görülmektedir. Hedef tür bizim çalışmamızdan farklı olup çalışmada doz grupları arasındaki farklılıklar değil altenatif bitkiler arasındaki farklılıklar dikkate alınmıştır.

Apines-Amar vd. (2012), soğan ve zencefil'in kahverengi mermer orfozda (*Epinephelus fuscoguttatus*) büyüme, hastalık direnci ve hematoimmunolojik parametrelere etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla 44g ağırlığındaki kahverengi mermer orfozlara kırmızı soğan (20 mg/kg diyette), zencefil (20 mg/kg diyette), beta glucan (10 mg/kg diyette), C vitamini (3 mg/kg diyette) ve kontrol gruplarında 12 haftalık besleme sonrası büyüme, hematokrit, lökosit diferansiyel sayım, toplam immunoglobin, lizozim etkinliği, solunum patlaması aktivitesi ve deneysel *V. harvei* enfeksiyonuna karşı sağkalım oranlarını karşılaştırmışlardır. Sonuçta soğan ve zencefille beslenen gruplarda kontrol grubuna göre kanda hematokrit oranlarında artış, her 4 deneme grubunda en yüksek zencefil grubunda olmak üzere % monosit oranlarında ve toplam immunoglobulin miktarında artış, zencefil grubunda lizozim aktivitesinde artış, zencefil ve C vitamini gruplarında solunum patlaması aktivitesinde artış gözlemlemişlerdir. Deneysel *V. harvei* enfeksiyonuna karşı sağ kalım oranı başta soğanla beslenen grupta olmak üzere soğan, zencefil ve C vitamini takviyeli yemle beslenen gruplarda kontrol grubuna göre anlamlı bir artış olduğu, beta glukanla beslenen grupta ise anlamlı bir artış olmadığı bildirilmiştir.

Söz konusu çalışmada zencefil ve soğan'ın tek bir dozu kontrol grubuyla kıyaslanarak *Epinephelus fuscoguttatus* için immunostimulant olarak kullanılabileceği kaydedilmiştir. Doz grupları arasında bir çalışma yapılmamıştır. Tavsiye edilen doz bizim çalışmamızla örtüşmemektedir. Bu durum yine hedef türün farklı olmasından ve çalışılan türlerden birinin deniz balığı birinin Tatlısu balığı olmasından kaynaklanmaktadır.

Düğenci vd. (2003), gökkuşağı alabalıklarında (*O. mykiss*), ökse otu (*Viscum album*), ısırgan otu (*Urtica dioica*) ve zencefil (*Z. officinale*)'in bitki özlerinin immunostimulant etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla bu bitkilerin sıcak su ekstraktlarının liyofilizasyonla kurutulmuş formlarını rasyonda % 0,1 ve % 1 oranında olacak şekilde balık ağırlıklarının %2'si kadar günlük diyetle 3 hafta süreyle kullanmışlardır. Bu çalışmada verilen doz birimleri bizim çalışmamızla karşılaştırılabilmesi için % 0,1 lik doz 1 g/kg; % 1,0'lik doz 10,0 g/kg olarak ifade edilebilir. Balıkların spesifik büyüme oranları (*SGRs*), kondüsyon faktörleri (*CFs*), hücre içi ve hücre solunum patlama faaliyetleri, lökosit, fagositoz, plazma total protein düzeyleri gibi non spesifik savunma mekanizmaları parametreleri incelenmiş ve sonuç olarak deneme grupları içinde % 1 (10 g/kg ekstrakt) zencefil ekstraktı katkılı diyetle beslenen grubun bağışıklık yanıtı sergilediği rapor edilmiştir. Yine bu çalışmada kurutulmuş suda çözünen ekstrakt kullanıldığı bildirilmiş fakat ekstrakt verimi ile ilgili bilgi verilmemiştir. Dolayısıyla dozları toz zencefil ile kıyaslama imkânı net değildir. Çalışma 3 hafta sürmüş olup bizim 25 gün besleme denemelerimizle kıyasladığımızda tavsiye edilen dozlar birbirleriyle örtüşmemektedir. Bizim çalışmamızda tavsiye edilebilir dozun daha düşük çıkması bizim çalışmamızda zencefilin tozu. Söz konusu çalışmada sulu ektraktı kullanılmasıdır. Yani bitkinin direk kendisinin kullanılmasının suya geçmeyen etken maddelerinden veya bu etken maddeler arasındaki sinerjik etkiden kaynaklanmaktadır. Bu iki çalışma genel olarak alabalıklarda zencefilin kullanılabileceğini göstermekle beraber. immunostimulant etkinin hangi etken maddelerden kaynaklandığının hangi etken maddeler arasında sinerjik etkinin olduğuyla ilgili ve ekstraksiyon işlemlerinde hangi etken maddelerin inhibe olduğuyla ilgili yeni çalışmalara ihtiyaç bulunduğunu göstermektedir.

Nya ve Austin (2009), gökkuşağı alabalığında *A.hydrophila* enfeksiyonuna karşı zencefilin immunositumulant olarak kullanımını araştırmışlardır. Araştırmada 14 g ağırlığındaki gökkuşağı alabalıklarına 14 gün süreyle % 0,05, % 0,1, % 0,5 ve % 1 oranlarında toz zencefil içeren yem

verilmiş ve deneysel *A. hydrophila* enfeksiyonu oluşturulmuştur. % 0; - % 0,05 - % 0,1 - % 0,5 ve % 1 olan doz grupları bizim çalışmamızdaki formata göre düzenlendiğinde 0,0 g/kg (kontrol); 0,5 g/kg; 1,0 g/kg; 5,0 g/kg; 10,0 g/kg olarak karşımıza çıkmakta ve iki çalışmanın doz grupları örtüşmektedir. Bu çalışma 14 gün besleme + deneysel enfeksiyon + 14 gün gözlem şeklinde devam etmiş yaklaşık 1 aylık bir denemedir. Araştırma sonunda zencefille beslenen gruplarda ölüm oranında düşme, büyüme ve yem değerlendirmede önemli bir artış kaydedilmiştir. Hematolojik değerler bakımından % fagositik aktivitede tüm gruplarda doz arttıkça artış, optik dansitede tüm gruplarda artış, % tripsin inhibisyonunda tüm gruplarda artış, lizozim aktivitesinde tüm gruplarda artış, *ACH*'de tüm gruplarda azalış, *RBC* tüm gruplarda artmış, *WBC* % 0,05 dozunda azalmış, diğer deneme gruplarında artmış, *HCT* ve nötrofil miktarı tüm gruplarda artmış, *HGB, MCV, MCH, MCHC* ve trombosit oranında istatistiki olarak değişiklik olmamıştır. Lenfosit oranı en yüksek doz olan % 1 grubunda artmış, diğer gruplarda azalmış, monosit miktarı ise yüksek doz olan %1 grubunda azalmış, diğer gruplarda artmıştır. Sonuçlar bizim çalışmamızın enfeksiyon denemeleri ile kıyaslandığında önemli farklılığın sadece *RBC* miktarlarında olduğu görülmektedir. Bizim çalışmamızda *RBC* miktarlarında tüm deneme gruplarında kontrol grubuna göre bir miktar düşüş gözlenmiş. sözkonusu çalışmada ise çok önemli oranlarda *RBC* miktarlarında artış ve buna bağlı olarak *MCV* ile *MCH* değerlerinde aşırı düşüş dikkati çekmektedir. % 0,05 (0,5 g/kg) doz grubu dışındaki gruplardaki *WBC* miktarının kontrol grubuna göre yüksek olması bizim çalışmamızla örtüşmektedir. Yine *MID* ve *GRAN* grubu beyaz kürelerde tespit edilen artışlar bizim çalışmamızla örtüşmektedir. *LYM* miktarı her iki çalışmada 10 g/kg doz grubunda uyumludur. Genel olarak her iki çalışmada da hastalık devrelerinde zencefil katkılı yemlemenin balık sağlığı açısından müspet etkili olacağı değerlendirilmiştir.

60 gün zencefil katkılı besleme denemesi sonrasında yapılan ağırlık ölçümleri Tablo 9'da verilmiştir. 60 günlük besleme sonucunda 0,5 – 1,0 ve 2,5 g/kg zencefil katkılı yemle beslenen grupların diğer gruplardan fazla ağırlık kazandıkları, bu 3 grupta görülen müspet farklılığın kontrol grubu ve diğer gruplara göre istatistiki olarak ta önem arzettiği tespit edilmiştir. 60 gün besleme sonrasında 5 g/kg ve daha yüksek zencefil katkılı yemle beslenen gruplardaki düşük ağırlık artışı konrol grubu ile de kıyaslandığında istatistiki olarak önemli hale geldiği görülmektedir. Bu veri de 40 gün besleme denemesi sonuçlarında ifade edilen 5 g/kg ve daha yüksek dozda zencefil katkısının 40 gün ve daha uzun sürelerde kullanılmaması gerekliliğini teyit etmektedir. 60 günlük zencefil katkılı yemle besleme deneme sonrasında en fazla ağırlık artışı sonucunda 0,5 – 1,0 ve 2,5 g/ kg zencefil katkılı yemle beslenen gruplarda görülmüş olup bu gruplar arasında istatistiki olarak fark olmamakla beraber matematiksel olarak en iyi sonuç 234,4 ± 39,8 g ağılığa ulaşan 0,5 g/ kg zencefil katkılı yemle beslenen gruptan alınmıştır.

Zencefil katkılı besleme denemeleri sonucu tespit edilen toplam boy değerleri incelendiğinde 7-15-25 günlük besleme sonrasında gruplar arasında deneme başlangıcındaki homojenliğin bozulmadığı görülmektedir. Yalnız 40 günlük besleme sonrası tüm grupların kontrol grubuyla benzer olmakla birlikte. 1 g/kg doz grubunun 5,0 -10,0 ve g/kg ve daha yüksek zencefil katkılı yemle beslenen gruplardan müspet olarak farklılaştığı. 60 günlük besleme sonrası ise 20 g/kg doz grubunun kontrol grubuna göre menfi olarak farklılaştığı dikkat çekmektedir. Bu biyometrik sonuçlara göre gökkuşağı alabalıklarında immunostimulant olarak 0,5 – 1,0 ve 2,5 g/ kg yem dozlarında zencefil kullanımının büyümeyi ağırlık ve boy açısında menfi etkilemeyeceği net olarak söylenebilir. Hatta immunostimulant olarak kullanılması düşünülen bir maddenin büyümede de müspet etkisinin olacağı söylenebilir.

Materyal metodda belirtildiği üzere deneme gruplarına günlük vücut ağırlıklarının % 2'si oranında yem verilmiştir. Balıklarda ağırlık kazanımları göz önünde bulundurularak yapılan ölçümler sonucu mevcut ağırlıklarına göre gerekli günlük yem miktarları tespit edilmiş ve belirlenen miktar yem 2 öğün olarak balıklara verilmiştir. Ölçüm periyotlarında görünen ağırlık farklılıkları normal olarak kullanılan toplam yem miktarını da etkilemiştir. Dolayısıyla daha iyi büyüme görünen düşük dozlarda zencefil katkılı yemle beslenen balıklara vücut ağırlıklarına oransal olarak verilen yem miktarının artırılması, daha düşük büyüme görünen yüksek dozlarda zencefil katkılı yemle beslenen balıklara vücut ağırlıklarına oransal olarak verilen yem miktarının azaltılması gerekmiştir. Burada önemli olan nokta yem değerlendirme oranı dolayısıyla yem maliyetidir.

Çalışmada yem değerlendirme oranı deneme sonunda. 60 günlük besleme sonrasında belirlenmiştir. Yem değerlendirme oranı kontrol grubunda 1,40; 0,5 g/kg doz grubunda 1,25; 1,0 g/kg doz grubunda 1,27; 2,5 g/kg doz grubunda 1,31; 5,0 g/kg doz grubunda 1,58; 10,0 g/kg doz grubunda 1,54; 20,0 g/kg doz grubunda 1,55 olarak tespit edilmiştir. 0,05 önem seviyesi baz alındığında gruplar arasındaki bu farklılığın önemli olmadığı görülmektedir. Ancak, ortaya çıkan matematiksel

farklılığın büyüme değerlerini teyit etmesi ve yem değerlendirme oranının yükselmemiş olması üreticilere zencefil tavsiye edilmesi açısından önemlidir. Yem değerlendirme oranının düşük dozda zencefilli yemle beslenen gruplarda düşük çıkması materyal metodda verilen istatistiki analiz açısından önemsiz derecedededir fakat; daha düşük hata seviyeli çalışmalarda farklılığın önemli olması ihtimalinin yüksekliği açısından önemlidir. Bu konuda daha detaylı çalışmalar yapılabilir.

Chang vd. (2012), zencefil aktif bileşenlerinden biri olan zingeron'un Pasifik beyaz karideslerinde (*Litopenaeus vannamei*) büyüme, bağışıklık ve hastalık üzerine etkilerini incelemiştir. Deneme sonucu 2,5 ve 5,0 mg/kg diyetle beslenen karideslerde daha fazla kilo artışı ve yemden yararlanmada artış olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmada çalışılan tür farklı olmakla birlikte zencefil aktif maddesi olarak tanımlanan zingeron kullanılmıştır. Zingeron saf olarak 2,5 ve 5,0 mg/kg dozlarında kullanılmıştır. Bizim çalışmamızda ise zencefil toz olarak benzer oranlarda kullanılmış ve daha düşük dozlarda etkili sonuç alınmıştır. Her ne kadar çalışılan tür farklı ise de iki çalışmanın karşılaştırılması zencefilin yararlığının en çok bilinen etken maddesi dışındaki maddelerin veya kendi aralarında sinerjik etkilerinin olabileceğini ortaya koymaktadır. Bu sebeple değişik etken maddeler veya bunların kombinasyonlarıyla ilgili çalışmalara ihtiyaç devam edecektir. Bizim çalışmamızda toz zencefil kullanılmasının sebebi tamamen maliyetin düşük olması gerekliliği içindir.

Haghighi ve Rohani (2013); başlangıç ağırlığı 46 g. olan gökkuşağı alabalıklarına 12 hafta boyunca yemde % 1 zencefil tozu yemle besleme yaparak immunostimulant parametrelerini incelemişlerdir. Deneme sonunda % 1 zencefil kökü tozu içeren gruplarda kontrol grubuna göre *WBC, RBC, HCT* ve lizozim seviyelerinin anlamlı fark gözlendiğini ve zencefilin alabalıklarda bağışıklık sistemini uyardığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda % 1 (10 g/kg yem) zencefil dozunun büyümede yavaşlama ve kan parametrelerinde bozulmaya sebep olduğu bulunmuştur.

Hassanin vd. (2014) % 0, 0,1, 0,2, 0,3, 0,5 ve 1 oranındaki (*Z. officinale*, Roscoe) ekstraktını diyete ekleyip *Oreochromis niloticus'*un büyüme performansı ve immünolojik statüsünü incelemek için eklemişlerdir. Denemede 30±1 g ağırlığında 360 adet balık kullanmışlar ve vücut ağırlıklarının %4'ü oranında olacak şekilde 10 hafta boyunca günde 4 kez beslemişlerdir. Sonuçlar kullanılan oranların toplam vücut ağırlığı, vücut kazanımı, vücut kazanım oranı, spesifik büyüme oranının istatistiki olaran önemli olduğunu göstermiştir ($P < 0,05$). Denemede lizozim aktivitesi ve immunoglobulin M (*IgM*) değerleri anlamlı bulunmuş aynı zamanda patojenik *Aeromonas hydrophila*'ya karşı koruma da sağlamıştır.

Immanuel vd. (2009), zencefilin (*Z. officinale*) asetonla muamele edilmiş ekstraklarını rasyonda % 1 (10,0 g/kg) olacak şekilde tilapya (*O. mossambicus*) balıklarında vücut ağırlıklarının % 5'i oranında 45 gün süreyle kullanmış ve diyet gruplarında kontrol grubuna göre daha yüksek kitle artışı ve spesifik büyüme oranı kaydetmişlerdir. Bu çalışmada asetonla muamele edilen ekstrakt kullanılmış olup tür farklı olmakla birlikte kullanılan doz bizim çalışmamızda tavsiye ettiğimiz dozların üzerinde görülmektedir. Bizim çalışmamızla beraber değerlendirildiğinde zencefilin gerek maliyet gerek beklenilen yarar açısından bütün olması gerekliliği veya etken maddeler arasındaki sinerji veya inhibitör etkilerin ortaya konulması için yeni çalışmalara ihtiyaç olduğu ortaya çıkmaktadır.

Yılmaz ve Ergün (2012), Zencefil yağının levrek balıklarında kan parametreleri üzerine etkisi üzerine çalışmışlardır. 96 saat süreyle 0,01 ve 0,02 ml/L konsantrasyonlarda zencefil yağına maruz bırakılan levreklerin kan parametrelerinde olumsuzluk gözlenmediği bildirilmiştir. Fadeifard vd (2018); % 1 zencefil yağı içeren yemle 21 gün beslenen alabalıklarda hemogram parametrelerinde anlamlı farklılık olmadığını, lizozim seviyesinin kontrol grubuna göre anlamlı yükseldiğini bildirmiştir. Yine, Düğenci vd. (2003), gökkuşağı alabalıklarında (*O. mykiss*), ökse otu (*Viscum album*), ısırgan otu (*Urtica dioica*) ve zencefil (*Z. officinale*) bitki özlerinin immunostimulant etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla bu bitkilerin sıcak su ekstraktlarının liyofilizasyonla kurutulmuş formlarını rasyonda % 0,1 ve % 1 oranında olacak şekilde balık ağırlıklarının % 2'si kadar günlük diyetle 3 hafta süreyle kullanmışlardır. Deneme başında balık ağırlıkları kontrol grubu için 41,63 ± 6,72 g, % 0,1 zencefil özlü doz grubu için 41,83 ± 8,43 ve % 1,0 g zencefil özlü doz grubu için 41,63 ± 6,74 g olan başlangıç ağırlıklarının 3 hafta deneme sonunda sırasıyla 52,85 ± 8,81 g; 52,61 ± 4,63 g ve 51,72 ± 4,57 g olarak tespit edildiği ve sonuçlar arasında istatistiki fark olmadığı bildirilmiştir. Kondüsyon faktörünün de deneme sonunda % 0,1'lik doz grubunda daha yüksek olduğu fakat farkın istatistiki olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada verilen doz birimleri bizim çalışmamızla karşılaştırılabilmesi için % 0,1'lik doz 1 g/kg; % 1,0'lik doz 10,0 g/kg olarak ifade edilebilir. Yine bu çalışmada kurutulmuş suda çözünen ekstrakt kullanıldığı bildirilmiş fakat ekstrakt verimi ile ilgili bilgi verilmemiştir. Dolayısıyla dozları toz zencefil ile kıyaslama imkânı net değildir. Çalışmanın 3 hafta devam ettiği ve ağırlık kazanımları arasında fark

olmadığı bildirilmiştir. Dolayısıyla iki çalışma bu yönüyle birbirini teyit etmektedir. Bizim çalışmamızın 25. gün ağırlık ve boy sonuçlarında da henüz istatistiki bir fark oluşmamış olması; anlamlı bir fark oluşması için zencefil katkılı yemle beslemenin 25 günden fazla olması gerektiği belirlenmiştir.

Nya ve Austin (2009), gökkuşağı alabalığında *A. hydrophila* enfeksiyonuna karşı zencefilin immunositumulant olarak kullanımını araştırmışlardır. Araştırmada 14 g. ağırlığındaki gökkuşağı alabalıklarına 14 gün süreyle % 0,05, % 0,1, % 0,5 ve % 1 oranlarında toz zencefil içeren yem verilmiş ve deneysel *A. hydrophila* enfeksiyonu oluşturulmuş, 14 gün boyunca gözlem yapılıp deneme sonunda ölçümler yapılmıştır. Araştırıcılar deneme sonunda kontrol grubu için % 18,4; 0,05 doz grubu için % 19,2; 0,1 doz grubu için % 23,8; 0,5 doz grubu için % 26,2 ve 1,0 doz grubu için % 31,4'lük canlı ağırlık artışı sağlandığını ve % 0,1-0,5-1,0 doz gruplarındaki müspet farklılığın istatistiki olarak da anlamlı olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmada tüm deneme gruplarından elde edilen spesifik büyüme oranının kontrol grubundan istatistiki olarak yüksek; %1,0 doz grubu dışındaki deneme gruplarında da yem değerlendirme oranının kontrol grubuna göre istatistiki olarak düşük olduğu bildirilmiştir. % 0; 0,05, % 0,1, % 0,5 ve % 1 olan doz grupları bizim çalışmamızdaki formata göre düzenlendiğinde 0,0 g/kg (kontrol); 0,5 g/kg; 1,0 g/kg; 5,0 g/kg; 10,0 g/kg olarak karşımıza çıkmakta ve iki çalışmanın doz grupları örtüşmektedir. Bu çalışma 14 gün besleme + deneysel enfeksiyon + 14 gün gözlem şeklinde devam etmiş yaklaşık 1 aylık bir denemedir. Yaklaşık 30 gün sonra tüm 1,0 g/kg; 5,0 g/kg; 10,0 g/kg deneme gruplarındaki yüksek canlı ağırlık atışının ve 0,5 g/kg; 1,0 g/kg; 5,0 g/kg deneme gruplarında düşük yem değerlendirme oranının istatistiki olarak anlamlı olduğu ifade edilmektedir. Sonuçlar nispeten bizim çalışmamızla uyumludur. Bizim çalışmamızdaki ağırlık kazanımı açısından önemli farklılık 40. günden sonra ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada daha erken benzer sonuçların alınması denemenin enfeksiyonla devam etmesinden kaynaklanabilir. Yem değerlendirme oranının bizim çalışmamızın aksine 5,0 g/kg; 10,0 g/kg doz gruplarında da düşük çıkmasının sebebi yine bu çalışmadaki enfeksiyon parametresi olabilir. İki çalışma da düşük dozlarda alabalık yemlerinde zencefil kullanılabileceğini göstermektedir.

Haghighi ve Rohani (2013); başlangıç ağırlığı 46 g. olan gökkuşağı alabalıklarına 12 hafta boyunca yemde % 1 zencefil tozu yemle besleme yaparak immunostimulant parametrelerini incelemişlerdir. Deneme sonunda % 1 zencefil kökü tozu içeren gruplarda kontrol grubuna göre *MCV, LYM MID* değerlerinin $p > 0,05$ önem seviyesine göre menfi etkilendiği *WBC, HCT, RBC* ve lizozim seviyelerinin $p > 0,01$ önem seviyesine göre müspet olarak yüksek bulunduğunu belirterek zencefilin alabalıklarda bağışıklık sistemini uyardığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda % 1 (10 g/kg yem) zencefil dozunun büyümede yavaşlama ve kan parametrelerinde bozulmaya sebep olduğu bulunmuştur. İki çalışmada $p > 0,05$ önem seviyesine göre değerlendirildiğinde sonuçların büyük oranda birbirini teyit ettiği görülmektedir.

Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgulara göre gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) yetiştiriciliğinde 100 -250 g'lık bireylere immunostimulant olarak zencefil verilebileceği tespit edilmiştir. Tavsiye edilen dozlarda kullanılan katkıların immunostimulant etkileri yanı sıra yem değerlendirme ve büyümeye de müspet etki yapacağı deneme sonuçlarından anlaşılmıştır. Yine 14 gün boyunca zencefil katkılı diyetlerle beslenen gökkuşağı alabalıklarında oluşturulan deneysel *Y. ruckeri* enfeksiyonu sonrasında aynı yemlerle devam eden yemleme ile enfeksiyonun 20. günü yapılan analizler sonucu zencefil katkılı diyetlerle beslenen gruplarda kontrol grubuna göre daha müspet kan tabloları tespit edilmiştir. Tavsiye edilenden daha yüksek dozlarda zencefil katkısının kullanılmasının ise büyüme ve yemden yararlanmada azalma ile kan tablosunda bozulmaya sebep olduğu tespit edilmiştir. Tablo 11'de tavsiye edilen dozlar özetlenmiştir.

Tablo 11. Zencefil Kullanımı İçin Tavsiye Edilen Dozlar

Besleme Süresi	Doz							
	(g/kg) yem				(mg/kg) canlı ağırlık			
7 gün		1,0	2,5	5,0		20	50	100
15 gün		1,0	2,5			20	50	
25 gün	0,5	1,0	2,5		10	20	50	
40 gün	0,5	1,0	2,5		10	20	50	
60 gün	0,5	1,0	2,5		10	20	50	

Deneme boyunca balıklara vücut ağırlıklarının %2'si oranında günlük yemleme yapılmış olduğundan vücut ağırlıkları arttıkça balıklara verilen günlük yem miktarıda artmıştır. Bu sebeple büyüme

ile birlikte yem değerlendirme oranlarıda önem arzetmektedir. Kontrol grubunda *YDO* 1,40 iken 5,0 - 10,0 ve 20,0 g/kg zencefil katkılı besleme yapılan gruplarda 1,54 - 1,58 olarak bulunmuştur. Bu gruplarda büyümede yavaşlama ve kan tablosunda bozulma ile birlikte yem değerlendirmenin de azaldığı görülmektedir. 0,5 - 1,0 ve 2,5 g/kg zencefil katkılı besleme yapılan gruplarda ise YDO; 1,25 - 1,27 ve 1,31 olarak bulunmuştur. Bu gruplarda büyümede hızlanma ve kan tablosunda olumlu sonuçlarla ile birlikte yem değerlendirmenin de yükseldiği görülmektedir. 0,05 önem seviyesine göre gruplar arasındaki farklılık önemsiz olmakla birlikte dikkati çeken önemli matematiksel farklılık önerilen dozlarda zencefil katkılı yem kullanımıyla yem maliyetlerinin düşmesi açısından umut vericidir.

Sonuç olarak Tablo 11'de gösterildiği gibi; 7 günlük zencefil kullanımı için 1,0 - 5,0 (g/kg yem) veya 20 - 100 (mg/kg canlı ağırlık); 15 günlük kullanım için 1,0 - 2,5 (g/kg yem) veya 20 - 50 (mg/kg canlı ağırlık); 25 - 60 günlük kullanım için 0,5 - 2,5 (g/kg yem) veya 10-50 (mg/kg canlı ağırlık) dozlarının porsiyonluk alabalık yetiştiricilerine önerilebileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

Apines Amar MJS, Amar EC, Faisan JrJP, Pakıngkıng JrRV, Satoh S. 2012. Dietary onion and ginger enhance growth. hematoimmunological responses. and disease resistance in brownmarbled grouper, *Epinephelus fuscoguttatus*. Aquaculture, Aquarium, Conservation and Legislation International Journal of the Bioflux Society. 5(4):231-239.

Aydın S, Çiltaş A, Akyurt İ. 1998. Control of *Aeromonas sobria* infection with topical disinfectants in rainbow trout fry (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). Yayınlandığı yer: Fisheco 98 First International Symposium on Fisheries and Ecology; Trabzon, Turkey.

Bricknell IR, Bowden TJ, Bruno DW, MacLachlan P, Jonstone R, Ellis AE. 1999. Susceptibility of Atlantic halibut. *Hippoglossus hippoglossus* (L.) to infection with tpical and atypical *Aeromonas salmonicida*. Aquaculture. 175(1-2):1-13. doi: 10.1016/S0044-8486(99)00025-3

Chang YP, Liu CH, Wu CC, Chiang CM, Lian JL, Hsieh SL. 2012. Dietary administration of zingerone to enhance growth, non-specific immune response, and resistance to *Vibrio alginolyticus* in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) juveniles. Fish Shellfish Immun. 32(2):284-290. doi: 10.1016/j.fsi.2011.11.017

Düğenci SK, Arda N, Candan A. 2003. Some medicinal plants as immunostimulant for fish. J Ethnopharmacology. 88(1):99-106. doi: 10.1016/S0378-8741(03)00182-X

Ellis AE. 1996. Lysozyme Assay. Techniques in fish immunology. In: Stolen JS, Fletcher TC, Anderson DP, Mulswink WB, editors. Scotland: SOS Publications. s. 101-105.

Ellis AE. 1999. Immunity to bacteria in fish. Fish Shellfish Immun. 9(4):291-308. doi: 10.1006/fsim.1998.0192

Fadeifard F, Raissy M, Jafarian M, Boroujeni HR, Rahimi M, Faghani M. 2018. Effects of black seed (Nigella sativa), ginger (Zingiber officinale) and cone flower (Echinacea angustifolia) on the immune system of rainbow trout, Oncorhynchus mykiss. Arq Bras Med Ve. Zootec. 70(1):199-204. doi: 10.1590/1678-4162-8489

FAO 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture Opportunities and Challenges; [Erişim tarihi 2017 Kasım 13]. Erişim Adresi http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf

Grinde B. 1989. A lysozyme isolated from rainbow trout acts on mastitis pathogens. FEMS Microbiol Letters. 60(2):179-182. doi: 10.1111/j.1574-6968.1989.tb03441.x

Hanol Bektaş Z, Savaşer S, Akçimen U, Ceylan M, Yener O, Bulut C. 2019. Using of black cumin seed powder (*Nigella sativa*) as immunostimulant and growth promoter in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Turk J Fısh Aquat Sc. 19(12). doi: 10.4194/1303-2712-v19_12_01

Haghighi M, Rohani MS. 2013. The effects of powdered ginger (*Zingiber officinale*) on the haematological and immunological parameters of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Journal of Medicinal Plant and Herbal Therapy Research. 1(2013):8-12.

Hassanin M El-Sayed, Hakim Y, Badawi M El-Sayed. 2014. Dietry effect of ginger (*Zingiber officinale*, Roscoe) on growth performance, immune response of *Nile tilapia* (*Oreochromis niloticus*) and disease resistance against *Aeromonas hydrophila*. Abbassa Internatıonal Journal For Aquaculture. 7(1):35-52.

Immanuel G, Uma RP, Iyapparaj P, Cİtarasu T, Peter SMP, Babu MM, Palavesam A. 2009. Dietary medicinal plant extracts improve growth. immune activity and survival of tilapia *Oreochromis mossambicus*. J Fish Biol. 74(7):1462-1475. doi: 10.1111/j.1095-8649.2009.02212.x

Mastan SA, (2015). Use of Immunostimulants in aquaculture disease management. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 2(4):277-280.

Nya EJ, Austin B. 2009. Use of dietary ginger. *Zingiber officinale* Roscoe. as an immunostimulant to control *Aeromonas hydrophila* infections in rainbow trout. *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). J Fish Dis. 32(11):971-977. doi: 10.1111/j.1365-2761.2009.01101.x

Özdamar K. 2011. Paket programlar ile istatistiksel veri analizi-1. Eskişehir: VII. Baskı. Kaan Kitabevi 635 s.

Pakravan S, Hajimoradloo A, Ghorbani R. 2012. Effect of dietary willow herb. Epilobium hirsutum powder on growth performance, body composition, haematological parameters and *Aeromonas hydrophila* challenge on

common carp, *Cyprinus carpio*. Aquac Res. 43(6):861-869.
doi: 10.1111/j.1365-2109.2011.02901.x

Petrovska BB. 2012. Historical review of medicinal plants' usage. Pharmacognosy Review. 6(11):1-5.
doi: 10.4103/0973-7847.95849

Tafallaa C, Bøgwald JA, Dalmo R. 2013. Adjuvants and immunostimulants in fish vaccines: Current knowledge and future perspectives. Fish Shellfish Immun. 35(6):1740-1750.
doi: 10.1016/j.fsi.2013.02.029

Tietz NW. 1999. Text book of clinical chemistry. 3rd. United States: Sounder 1917 s.

Yılmaz S, Ergün S. 2012. Effects of garlic and ginger oils on hematological and biochemical variables of sea bass *Dicentrarchus labrax*. J Aquat Anim Health. 24(4):219-224.
doi: 10.1080/08997659.2012.711266

Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research
limnofish
http://www.limnofish.org

Adsorption Process of Ammonium by Natural Zeolite (Clinoptilolite) from Aqueous Solution for Aquaculture Application

Dilek ŞAHİN [1*] Meryem ÖZ [2] Eda SERTAŞI [3] Ünal ÖZ [2] Zafer KARSLI [1] Orhan ARAL [2]

[1]Underwater Technology Programme, Vocational School, Sinop University, 57000 Sinop, Turkey
[2]Fisheries Faculty, Sinop University, 57000 Sinop, Turkey
[3]Environmental Health Programme, Vocational School of Health Services, Sinop University, 57000 Sinop, Turkey

ABSTRACT

Ammonia is an important nutrient in primary production, but high ammonia concentration is directly or indirectly toxic to many species of aquatic organisms. Ammonia and other toxic metabolites can be managed by adsorption and ion exchange. Zeolite is naturally occurring structured, aluminosilicate with high cation exchange and ion adsorption capacity. The purpose of this study was to determine the effects of zeolite on the ammonium adsorption at different particle sizes (0.075 mm, 3-5 mm) and adsorbent dosages (5 g/l, 10 g/l, 15 g/l) from aquatic solution. This research was conducted by trial groups with 3 repetitions during 330 min. Water temperature, pH, dissolved oxygen and ammonium values were measured during the trial period at regular intervals. Depending on the relevant literature, TAN (Total Ammonium Nitrogen) and adsorption efficiency were also calculated. This study values showed a decrease of TAN concentration in all the groups with increasing contact time. For different particle size and adsorbent dosage of zeolite, the best efficiency (44.1%) is determined at added 15 g/l and 0.075 mm zeolite group ($P<0.05$). Our results revealed that zeolite might be used for ammonia removal in aquaculture.

Keywords: Clinoptilolite, adsorption, ammonium, aquaculture

ARTICLE INFO

RESEARCH ARTICLE

Received : 03.05.2018
Revised : 12.12.2018
Accepted : 15.01.2019
Published : 27.08.2019

DOI:10.17216/LimnoFish.420380

*** CORRESPONDING AUTHOR**

dsahin@sinop.edu.tr
Phone : +90 533 483 4093

Su Ürünlerinde Doğal Zeolit (Klinoptilolit) ile Amonyum Adsorpsiyonu

Öz: Amonyak, birincil üretimde önemli bir besin maddesidir, ancak yüksek amonyak konsantrasyonu, birçok sucul organizma türüne doğrudan veya dolaylı olarak toksiktir. Amonyak ve diğer toksik metabolitler adsorpsiyon ve iyon değişimi ile yönetilebilir. Zeolit doğal olarak oluşan, yüksek katyon değişimi ve iyon adsorpsiyon kapasitesine sahip bir alüminosilikattır. Bu çalışmanın amacı, farklı partikül büyüklüğü (0,075 mm, 3-5 mm) ve adsorbant miktarına (5 g/l, 10 g/l, 15 g/l) bağlı olarak zeolit ile sucul ortamdan amonyum adsorpsiyonunun sağlanmasıdır. Araştırma, 3 tekerrürlü deneme grupları üzerinden 330 dakika boyunca yürütülmüştür. Deneme süresi boyunca, düzenli aralıklarla su sıcaklığı, pH, çözünmüş oksijen ve amonyum değerleri ölçülmüş, TAN (Toplam Amonyum Azotu) ve adsorpsiyon verimi ilgili literatüre bağlı olarak hesaplanmıştır. Çalışma değerleri artan temas süresi ile tüm gruplarda TAN konsantrasyonunun azaldığını göstermiştir. Zeolitin farklı partikül büyüklüğü ve adsorbant miktarı için en iyi verim (% 44,1) 15 g/l ve 0,075 mm zeolit grubunda belirlenmiştir ($P<0,05$). Sonuç olarak, zeolitin su ürünleri yetiştiriciliğinde amonyak giderimi için kullanılabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Klinoptilolit, adsorpsiyon, amonyum, su ürünleri

How to Cite
Şahin D, Öz M, Sertaşı E, Öz Ü, Karslı Z, Aral O. 2019. Adsorption Process of Ammonium by Natural Zeolite (Clinoptilolite) from Aqueous Solution for Aquaculture Application. LimnoFish. 5(2): 136-141. doi: 10.17216/LimnoFish.420380

Introduction

Provision of water quality for aquarium and recirculating aquaculture systems is a necessary process. One of the most important water parameters to be controlled for aquaculture is nitrogen compounds. In water, it creates inorganic compounds, mainly nitrate, nitrite, and ammonium ions. Nitrogen compounds are essential for the continuity of living organisms because nitrogen is one of the basic building blocks of living organisms. On the other hand, the presence of excessive amounts of nitrogen ions in different forms causes adverse effects on the ecosystem, as a result, damage or even kill the health of human and aquatic organisms (Gierak and Lazarska 2017).

The fish produce nitrogen wastes by catabolism of amino acids. Nitrogen assimilation is important for fish health and profitability of production (Oluwaseyi 2016). Ammonia exists in water in two forms (un-ionized ammonia NH_3 and ionized ammonium NH_4^+), especially ammonia (NH_3) is highly toxic to fish. Common concentrations of NH_4^+ in aquaculture are 1–5 mg/l. NH_4^+ concentrations in aquaculture water are significantly lower than in municipal water (Jorgersen 2002).

Until now, the basis methods used to remove ammonium from wastewater are chemical, biological and physical treatment (Bock 2016). A lot of literatures about ammonium removal with adsorption were focused on natural minerals, due to their high safety, good adsorption capacity, and cost-effectiveness. In addition, natural adsorbents are harmless to fish that can be used for treatment of aquaculture (Öz et al. 2010; Ghiasi and Jasour 2012).

Adsorption is the period in which molecules from solution accumulate on the external or/and internal surface of the porous solid (Kammerer et al. 2011). For this process different natural materials could be selected as zeolite, bentonite, barbecue bamboo charcoal, fly ash, sepiolite, fruit waste etc. In this study, we used zeolite which is a kind of natural mineral because of its cheaper cost and higher selectivity for ammonium removal.

Zeolites are crystallized hydrated aluminum silicates with a framework comprising pores coated by water and alkali and alkaline earth cations (Mazeikiene et al. 2008). One of the zeolites that have a high affinity for ammonia is clinoptilolite (Nicolae et al. 2017). Clinoptilolite ($[AlSi_5O_{12}]_2$ (K_2, Na_2, Ca) $(H_2O)_8$) is a natural zeolite species. Because of its ammonium-ion selectivity is a suitable material for ammonium removal at high and low levels of temperatures in wastewater (Inglezakis 2005; Karadağ et al. 2006).

In freshwater for ammonium adsorption process, pH and water temperature are two important parameters. For ammonia adsorption aquaculture applications, optimum removed results are obtained between approximately 6-8.5 pH and 10-27°C values (Jorgensen 2002; Iskander et al. 2014; Ismadji et al. 2016). Also, the influence of experimental conditions like; pH, adsorbent dosage, contact time, particle size, agitation speed, and initial concentration were changed trial results (Aydın Temel and Kuleyin 2016).

In this study, it was aimed to determine the effects of zeolite on the ammonium adsorption at different dosage and particle size of adsorbent at same pH, temperature, initial concentration and contact time without agitation.

Material and Methods

Natural zeolite (clinoptilolite) which was used in the present study proved that zeolite was an excellent adsorbent for ammonium removal from wastewater. Zeolite was taken from the Rota Mining Company in Manisa-Gördes in Western Anatolia. Chemical composition from manufacturer label of clinoptilolite were given in Table 1.

Table 1. Chemical composition of clinoptilolite that using in study

Oxide component	% (percentage by weight) for Clinoptilolite
SiO_2	61.28
Al_2O_3	17.79
Fe_2O_3	3.01
CaO	4.54
Na_2O	2.70
MgO	2.10
K_2O	1.24

Ammonium chloride stock solution (1000 mg/l) was prepared by dissolving NH_4Cl in deionized water. Solutions in using concentration was obtained was prepared by adding appropriate amounts of NH_4Cl stock solution of deionized water to obtain an ion range of concentration varying from 11.7 mg/l (Saltalı et al. 2007). Experimental groups were prepared by adding 2 liter of tap water in this research and trial groups with 3 repetitions were created for three different adsorbent dosages (5, 10, 15 g/l) and two particle sizes (0.075, 3-5 mm) (Saltalı et al. 2007; Mazeikiene et al. 2008; Öz et al. 2015; Aydın Temel and Kuleyin 2016) (Figure 1).

Figure 1. Experimental materials

Clinoptilolite (3-5 mm) was obtained from natural form and then experiment materials were washed in tap water until the turbidity was removed and dried at 105 °C (Mazeikiene et al. 2008). At a controlled room temperature; aeration, heating, lighting and agitation procedures were not applied during the trial period. Water temperature, pH, dissolved oxygen and NH_4^+ values were measured during the trial period. Water parameters were tested by YSI Professional Series Water Quality

Instruments (Model: PRO PLUS) hand and field measurement units (Jorgensen 2002). This study was carried out with suitable water conditions for aquaculture and electrode method where serial and practical measurements can be made in the field and in the laboratory. Prajapati (2014) reported that, when compared Nessler method with the conventional electrode method, the two measurement methods in the study gave very close values and were reliable. Electrode method was preferred in this study because it is a method that can be easily, quickly, reliable and many measurements at short period obtained data of aquaculture.

The NH_4^+ removal efficiency (%) for the trial groups was calculated by using the following equations (Alshameri et al. 2017):

Removal efficiency *(%)*$=\frac{C_0-C_e}{C_0} * 100$; where C_0 is the initial ammonium concentration (mg/l), C_e is the equilibrium ammonium concentration (mg/l).

During the study, NH_3 and TAN levels were calculated from NH_4^+, water temperature and pH values (EPA 1999; Emerson et al. 1975; Chow et al. 1997). The calculation of the ammonium concentration was given below:

The dissociation constant, K_a, of ammonium ion was expressed as

$$K_a = \frac{[NH_3][H^+]}{[NH_4^+]} \quad (1)$$

Eq (1) can be further arranged as

$$\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = \frac{K_a}{[H^+]} \quad (2)$$

Thus, the relationship between ammonia and ammonium concentrations may be described by

$$log_{10}\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = pH - pK_a \quad (3)$$

pK_a varies with solution temperature. This temperature dependence is given by Emerson et al. (1975). As follows:

$$pK_a = 0.09018 + \frac{2729.92}{(273.2+T)} \quad (4)$$

Where *T* is the solution temperature in °C. Also;

$$[NH_4^+] = [NH_3]_T - [NH_3] \quad (5)$$

$[NH_3]_T$ being the total concentration of ammonia forms.

Rearrangement of this equation of this equation yields

$$log_{10}\frac{[NH_3]}{[NH_3]_T-[NH_3]} = pH - \left[0.09018 + \frac{2729.92}{(273.2+T)}\right] \quad (6)$$

Statistical analysis of the study results was performed with "Minitab Release 17 for Windows" software. In terms of water parameters statistical significance between experimental groups were evaluated by one-way analysis of variance (ANOVA) and mean were compared using Fisher's range test at the 5 % level of significance (Zaire 2010).

Results

Before the addition of zeolite to the experiments pH, temperature, dissolved oxygen, ammonia, and TAN values were found to be approximately 7.81, 20.5 °C, 7.4 mg/l, 0.31 mg/l and 12 mg/l, respectively (P>0.05).

When the data obtained in this study were evaluated, it was found that the amount of ammonium removal by zeolite increased with decreasing adsorbent size and increasing adsorbent dosage in treatment. The pH was influenced during the experiment because of a slightly of increase in all the samples (approximately 7.81 before mixing with zeolite). TAN, NH_3, pH and dissolved O_2 values were presented in Table 2. In Table 2 all treatment groups were determined each other for different particle size and adsorbent dosage to statistically (P<0.05).

Table 2. TAN, NH_3, temperature, pH and dissolved O_2 values in groups at the end of the experiments in three different amounts and two different particle sizes of zeolite (mean±SE)

	Water Parameters				
Trial Groups	TAN	NH_3	T (°C)	pH	Dissolved O_2
0.075 mm Zeolite*	9.68±0.27^c	0.28±0.01^c	20.62±0.02	7.86±0.00^{ab}	7.45±0.01
0.075 mm Zeolite**	8.71±0.30^d	0.25±0.01^d	20.60±0.02	7.86±0.01^a	7.44±0.01
0.075 mm Zeolite***	7.99±0.35^e	0.23±0.01^e	20.58±0.03	7.86±0.01^a	7.44±0.01
3-5 mm Zeolite*	11.49±0.08^a	0.32±0.00^a	20.62±0.01	7.84±0.00^b	7.43±0.01
3-5 mm Zeolite**	10.82±0.13^b	0.30±0.00^b	20.57±0.02	7.85±0.01^b	7.44±0.01
3-5 mm Zeolite***	10.83±0.13^b	0.31±0.00^b	20.60±0.02	7.85±0.01^{ab}	7.45±0.01

*5 g/l, **10 g/l,*** 15 g/l, Means with different letter as superscript are significantly different in columns (P<0.05)

In the study, it was determined that the ammonium removal efficiency was stabilized at in 330 minutes. It was found that the TAN, NH_3 concentrations and pH values were significantly different (P<0.05), while temperature and dissolved oxygen values were nonsignificant (P>0.05) for trial groups. Ammonium removal efficiencies (%) of trial groups were given in Figure 2.

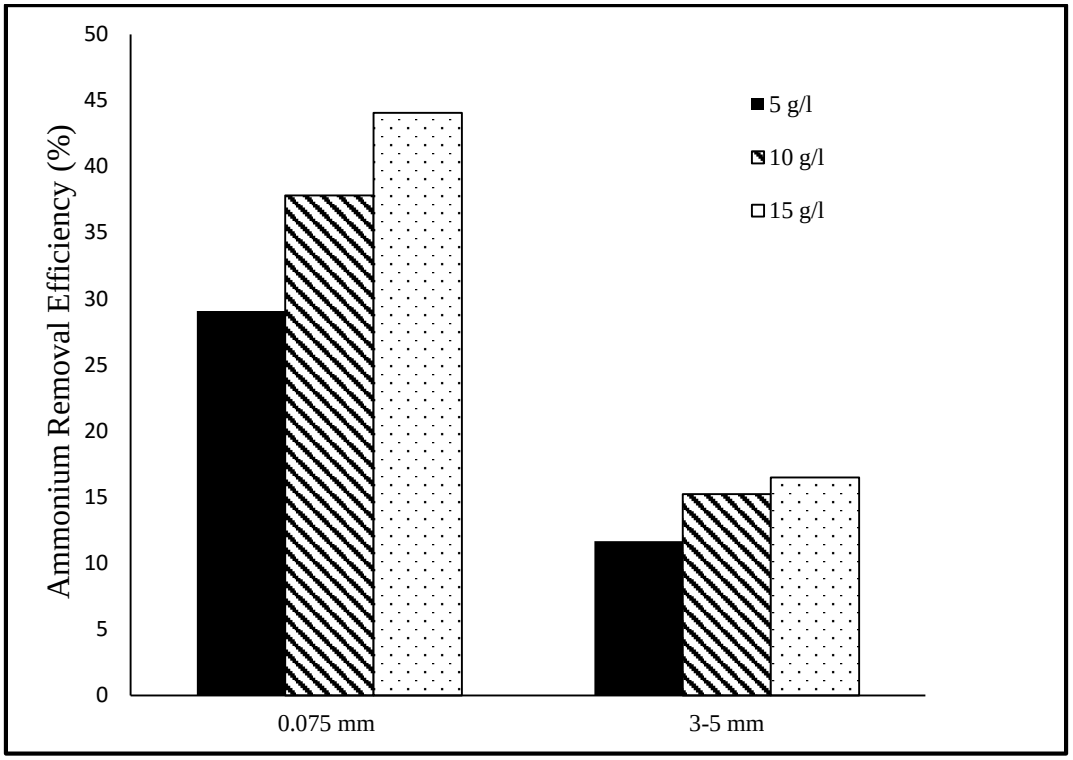


Figure 2. Ammonium removal efficiency (%) of clinoptilolite added groups in three different amounts and two different particle sizes at the end of the experiment.

As shown in Figure2, the effects of the particle size and amount of adsorbent for the removal of NH_4^+ ion. The best ammonium removal efficiency was determined at 15 g/l and 0.075 mm as 44.1 %. Also, the low ammonium efficiency fixed 11.7 % for 3-5 mm and 5 g/l (Figure 3).

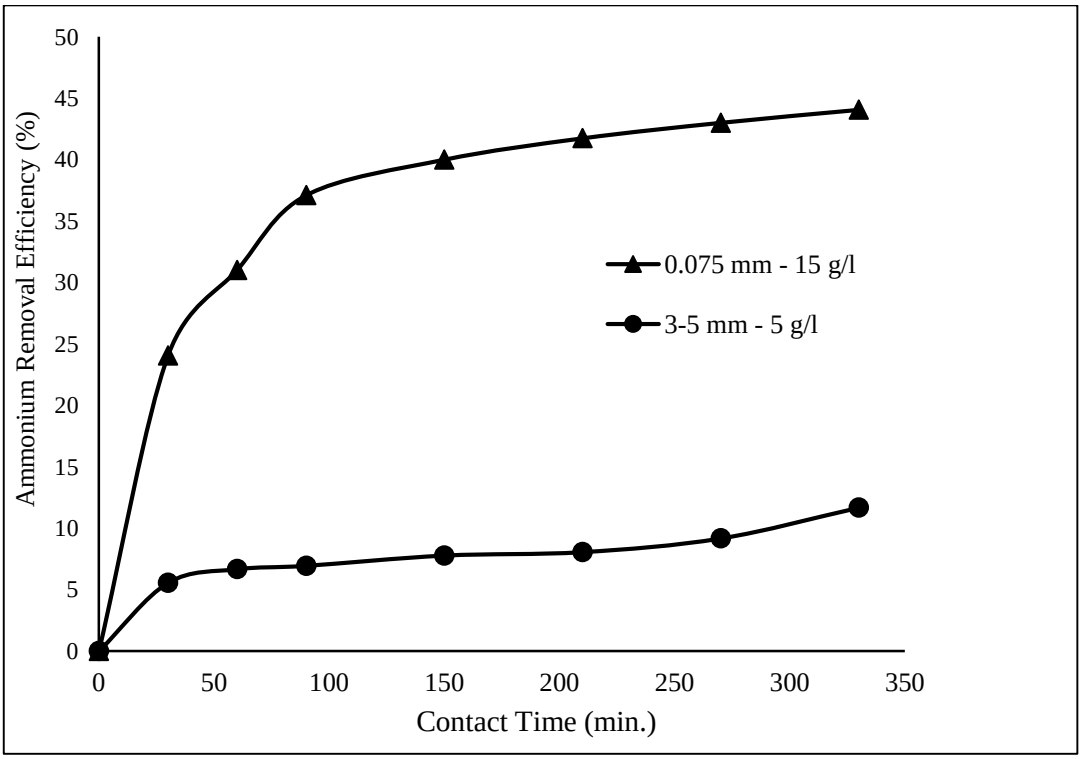


Figure 3. The NH_4^+ removal efficiency according to contact time of zeolite for low and high efficiency groups during the 330 min. at pH 7.81, 20.5°C.

Discussion

Ammonia is mainly produced through amino acid catabolism in fishes. Ingested proteins are hydrolyzed to amino acids, and the catabolism of excess amino acids leads to the release of ammonia. Aquatic organisms keep body ammonia levels low by excreting the ammonia produced through digestion and metabolism but this waste ammonia released into the water has a toxic effect on the limiting values depending on the species of aquatic organisms. Because of this situation, ammonia in the water should be kept under control. For this control, we used adsorption process with zeolite. Zeolite is an influential and low-cost as alternative adsorbent for the removal of NH_4^+-N from aquatic solution.

It was determined that removal efficiency increasing processes were mostly performed in the previous studies. The capacity of ammonium removal is affected by pH, temperature, reaction time, initial concentration, precondition to adsorbent and shaking speed. pH values for aquaculture vary from 6.5 to 8.5 (Taş et al. 2010). The highest increase in pH values determined in this study was in the group of 0.075 mm zeolite. pH of solution increases after mixing with zeolite because of calcium and magnesium carbonate compounds hydrolyze (Mazeikiene et al. 2008; Ismadji et al. 2016).

When efficiency increasing processes were applied such as initial ammonium concentration, preconditioning process and shaking speed, the efficiency varies was changed between 80-90% (Saltalı et al. 2007; Karadağ et al. 2006; Demir et al. 2002). Our study and Alshameri et al. (2014)'s study similarly showed that low initial concentration and without agitation-preconditioning were in the range of 38-81%. In the next studies, zeolite which is natural adsorbents will be modified for planing to be higher ammonium removal efficiency.

The investigation was carried out by using natural zeolite and it was determined that the amount of ammonium removal increased with decreasing adsorbent size and increasing adsorbent dosage in treatment. Comparison of experimental investigation results of two particle sizes of ammonia removal from wastewater shows that 0.075 mm size is higher efficiency than 3-5 mm particle size. This indicates that the smaller particle size has a higher ion-exchange capacity due to greater available surface area (Demir et al. 2002). This result was found to be similar to the results of the study on the effects of zeolite on the removal of ammonia from Mazeikiene et al. (2008).

In order to research the effect of adsorbent dosage on removal efficiency of NH_4^+, the experiment was conducted with dosage for 5 g/l, 10 g/l, 15 g/l. It has been found that the ammonium removal increases as the amount of adsorbent increases in two different sizes like Zabochnicka-Swiatek and Malinska (2010)'s study.

Evaluating to the experimental values, zeolite (clinoptilolite) had a good adsorption performance for NH_4^+ removal from aqueous solution to aquaculture conditions.

Acknowledgements

We would like to express our appreciation to the company, Rota Mining Company for providing us with the trial material zeolite.

References

Alshameri A, Yan C, Alani Y, Dawood AS, Ibrahim A. Zhou C, Wang H. 2014. An investigation into the adsorption removal of ammonium by salt activated Chinese (Hulaodu) natural zeolite: Kinetics, isotherms, and thermodynamics. J Taiwan Inst Chem E. 45(2):554–564. doi: 10.1016/j.jtice.2013.05.008

Alshameri A, He H, Zhu J, Xı Y, Zhu R, Ma L, Tao Q. 2017. Adsorption of ammonium by different natural clay minerals: Characterization, kinetics and adsorption isotherms. Appl Clay Sci. 159:83-93. doi: 10.1016/j.clay.2017.11.007

Aydın Temel F, Kuleyin A. 2016. Ammonium removal from landfill leachate using natural zeolite: kinetic, equilibrium, and thermodynamic studies. Desalin Water Treat. 57(50):23873-23892. doi: 10.1080/19443994.2015.1136964

Bock G. 2016. Removal of high and low levels of ammonium from industrial wastewaters [Master's Thesis]. University of Nevada. 82 p.

Chow CWK, Davey DE, Mulcahy DE. 1997. An intelligent sensor system for the determination of ammonia using flow injection analysis. Laboratory Automation and Information Management. 33(1):17-27. doi: 10.1016/S1381-141X(97)00004-X

Demir A, Gunay A, Debik E. 2002. Ammonium removal from aqueous solution by ion-exchange using packed bed natural zeolite. Water SA. 28(3):329-336.

Emerson K, Russo RC, Lunt RE, Thurston RV. 1975. Aqueous ammonia equilibrium calculations: effect of pH and temperature. J Fish Res Board Can. 32(12):2379-2383. doi: 10.1139/f75-274

EPA 1999. United States Environmental Protection Agency. Ambient water quality criteria for ammonia; [cited 2018 Feb 18]. Available from https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/20003O3L.PDF?Dockey=20003O3L.PDF

Ghiasi F, Jasour MS. 2012. The Effects of Natural Zeolite (Clinoptilolte) on Water Quality, Growth Performance and Nutritional Parameters of fresh water aquarium fish, Angel (*Pterophyllum scalare*). International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture. 2(3):22-25.

Gierak A, Lazarska I. 2017. Adsorption of nitrate, nitrite, and ammonium ions on carbon adsorbents. Adsorption Science and Technology. 35(7–8):721–727. doi: 10.1177/0263617417708085

Inglezakis VJ. 2005. The concept of ‘‘capacity’’ in zeolite ion–exchange systems. J Colloid Interf Sci. 281(1):68-79. doi: 10.1016/j.jcis.2004.08.082

Iskander AL, Khald EM, Sheta AS. 2014. Zinc and manganese sorption behavior by natural zeolite and bentonite. Annals of Agricultural Science. 56(1):43-48. doi: 10.1016/j.aoas.2011.05.002

Ismadji S, Shentong D, Soetaredj FE, Ayucıtra A, Yu WH, Zhou CH. 2016. Bentonite hydrochar composite for removal of ammonium from Koi fish tank. Appl Clay Sci. 119:146-154. doi: 10.1016/j.clay.2015.08.022

Jorgensen TC. 2002. Removal of ammonia from wastewater by ion exchange in the presence of organic compounds [Master’s Thesıs]. University of Canterbury Christchurch. 174 p.

Kammerer J, Carle R, Kammer DR. 2011. Adsorption and Ion Exchange: Basic Principles and Their Application in Food Processing. J Agr Food Chem. 59(1):22-42. doi: 10.1021/jf1032203

Karadağ D, Koç Y, Turan M, Armağan B. 2006. Removal of ammonium ion from aqueous solution using Turkish Clinoptilolite. J Hazard Mater. 136(3):604-609. doi: 10.1016/j.jhazmat.2005.12.042

Mazeikiene A, Valentukevicien M, Rimeik M, Matuzevicius AB, Dauknys R. 2008. Removal of nitrates and ammonium ions from water using natural sorbent:zeolites (clinoptilolite). J Environ Eng Landsc. 16(1):38-44. doi: 10.3846/1648-6897.2008.16.38-44

Nicolae CG, Sava SC, Marin MP, Pogurschi E, Sava BA. 2017. Innovative solutions for removing nitrogen compounds from water of recirculating aquaculture systems using clinoptilolite natural zeolites. Current Trends in Natural Sciences. 6(11):105-109.

Oluwaseyi AM. 2016. Application of dietary bentonite clay as feed additive on feed quality, water quality and production performance of African catfish (*Clarias gariepinus*) [PhD Thesis]. Stellenbosch University. 193 p.

Öz M, Sahin D, Aral O. 2010. Using of the natural zeolite clinoptilolite in transportation of fingerling trout (*Oncorynchus mykiss*, W., 1792). Journal of FisheriesSciences.com. 4 (3):264-268. doi: 10.3153/jfscom.2010028

Öz M, Sahin D, Aral O. 2015. The effect of natural zeolite clinoptilolite on aquarium water conditions. Hacettepe Journal of Biology and Chemical. 44(2):205-208. doi: 10.15671/HJBC.20164418130

Prajapati S. 2014. Cation exchange for ammonia removal from wastewater [Master’s Thesis]. Tampere University of Technology. 82 p.

Saltalı K, Sarı A, Aydın M. 2007. Removal of Ammonium ion from aqueous solution by natural Turkish (Yıldızeli) zeolite for environmental quality. J Hazard Mater. 14(1):258-263. doi: 10.1016/j.jhazmat.2006.06.124

Taş B, Candan AY, Can Ö, Topkara S. 2010. Ulugöl (Ordu)’ün Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. Journal of FisheriesSciences.com 4(3):254-263. doi: 10.3153/jfscom.2010027

Zabochnicka-Swiatek M, Malinska K. 2010. Removal of ammonia by clinoptilolite. Global Nest J. 12(3):256-261.

Zar JH. 2010. Biostatistical Analysis, Books a la Carte Edition (5th Edition). United State of America: Pearson 960 p.

Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research
limnofish
http://www.limnofish.org

Ayvalı Deresinin Kirlilik Potansiyelinin Belirlenmesi

Enis AKAY [1]* Selman KANDER[1] F. Olcay TOPAÇ ŞAĞBAN [2]

[1] Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 16120 Nilüfer-Bursa-Türkiye
[2] Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 16120 Nilüfer-Bursa-Türkiye

ÖZ

Nilüfer Çayı Bursa için önem arz eden bir su kütlesidir. Ancak birçok sanayi bölgesi tarafından kirletilmektedir. Bu çalışmada Nilüfer Çayı'nın bir kolu olan Ayvalı deresinin kirlilik yükünün ağır metal, anyon-katyon analizleri ve izorganik parametrelerce değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ayvalı deresinde belirlenen dört istasyondan su numuneleri polietilen kaplarla alınmıştır. Analiz sonuçları, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinin (*YSKY*) sınıf değerlerine ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliği (*TS-266*) limit değerlerine göre değerlendirilmiştir. Ayvalı deresinin *YSKY*'e göre III. ve IV. sınıf su kalitesinde olduğu görülmüştür. Nilüfer Çayı'nı etkileyen bu kirliliğin önlenebilmesi için bölgedeki sanayi atıklarının düzenli takip edilmesi ve periyodik olarak ölçümlerinin yapılması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Ayvalı Deresi, Nilüfer Çayı, ağır metal, su kirliliği.

MAKALE BİLGİSİ

KISA MAKALE

Geliş : 10.10.2018
Düzeltme : 08.11.2018
Kabul : 09.01.2019
Yayım : 27.08.2019

DOI:10.17216/LimnoFish.469252

**** SORUMLU YAZAR***

akay.enis@gmail.com
Tel : +90 505 283 4322

Determining the Pollution Potential of Ayvali Creek

Abstract: Nilufer Stream is an important water body for city of Bursa. However, the stream is polluted by many industries. This study was aimed to determine the pollution load of Ayvali creek which is a tributary of the Nilufer Stream by the analysis of heavy metals, anions-cations and trace organic pollutants. Water samples were collected by polyethylene bottles from 4 stations in Ayvali creek. The analytical results were evaluated according to the class values of the Water Quality Regulation and Regulation Concerning Water Intended for Human Consumption's (*TS-266*) limit values. The Ayvali Creek was determined to III. and IV. water quality class according to *YSKY*. In order to prevent the pollution affecting the Nilüfer Stream, industrial wastes in the surrounding area should be monitored and measured periodically.

Keywords: Ayvalı Creek, Nilufer Stream, heavy metal, water pollution.

Alıntılama
Akay E, Kander S, Topaç Şağban FO. 2019. Ayvalı Deresinin Kirlilik Potansiyelinin Belirlenmesi. LimnoFish. 5(2): 142-146. doi: 10.17216/LimnoFish.469252

Giriş

İlk zamanlarda tekstil endüstrisiyle (özellikle ipek kumaşı) başlayan sanayi, Cumhuriyet'in ilanından sonra gittikçe artmış ve tekstilin yanı sıra makine, otomotiv, deri ve gıda sanayileri olmak üzere birçok imalat sektörü Bursa'nın ekonomisini oluşturmuştur. Bu kadar büyük sanayi şehirlerinin başlıca problemi, sanayi atıklarının çevreye olumsuz etkileridir. Nilüfer Çayı da bu olumsuz etkilerin net bir şekilde görüldüğü bir su kütlesidir. Neredeyse tüm Bursa'yı dolaşan 103 km uzunluğuna sahip çay; Hasanağa Organize Sanayi Bölgesi (OSB), Nilüfer OSB, Demirci mahallesi, Yaylacık, Kayapa, Akçalar, Görükle, Samanlı, Panayır, Ahmetköy vs.'de yer alan ve arıtma tesisleri olmayan sanayi siteleri ve bu bölgelerden kaynaklanan endüstriyel nitelikli atık sular Nilüfer Çayı'nı kirleten önemli faktörlerdendir (Anonim 2009).

Nilüfer Çay'ı üzerinde birçok araştırma yapılmıştır (Anonim 1976; Yılmaz vd. 1998; Dere vd. 2006; Küçükballı 2003; Karaer ve Küçükballı 2006; Gurluk ve Ward 2008; Üstün 2011; Aksoy 2009). Ancak Nilüfer Çayı'nı besleyen Ayvalı Deresi üzerine araştırma pek yoktur (Kocaer ve Başkaya 2004; Dindar vd. 2008; Dedeoğlu 2000). Üstün (2011) 2002 ve 2007 yılları arasında Nilüfer çayında yaptığı çalışmada metal kirleticilerini incelemiş ve toplam krom (*TCr*) ve kurşun (*Pb*) seviyeleri açısından çayın "çok kirlenmiş su" sınıfına girdiğini belirtmiştir (Üstün 2011). Su kalitesinin de zamanla

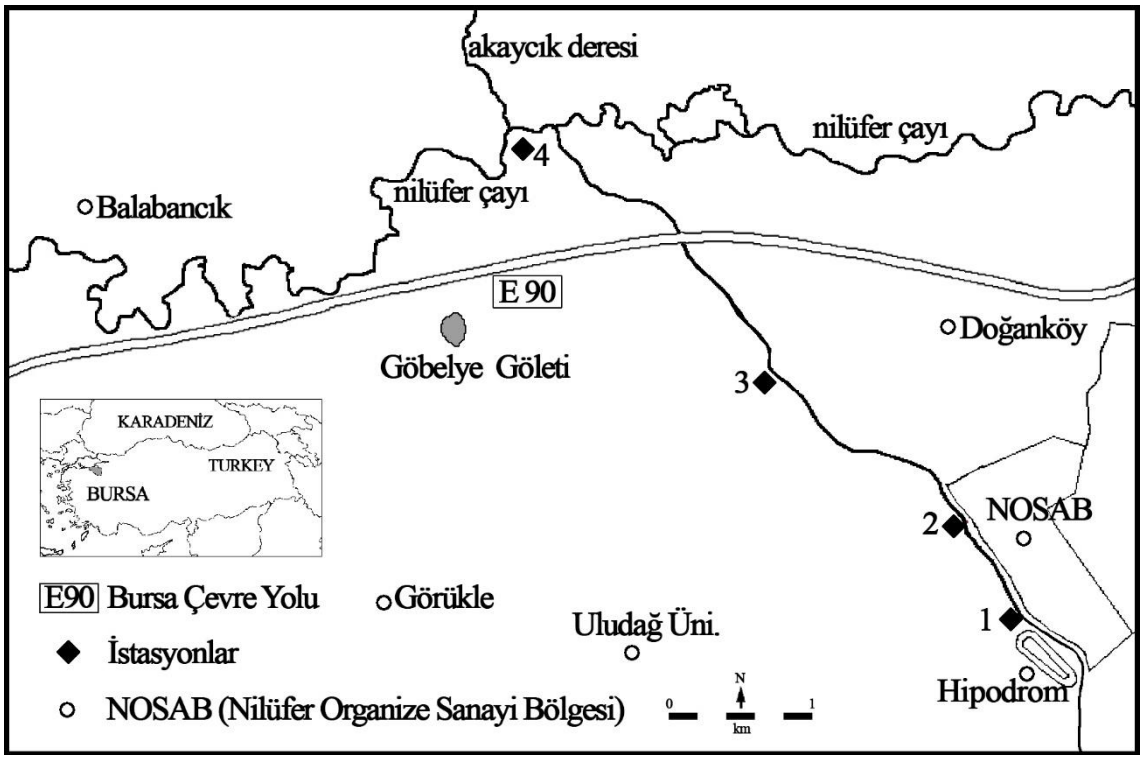
kötüleştiği tespit edilmiştir. Dere vd.'nin 2006' da yayınladıkları çalışmada Nilüfer çayının fizikokimyasal özelliklerinin yanı sıra epipelik diatome ve bakteri bolluklarını da incelemişlerdir. Fizikokimyasal ve bakteriyel değişkenlerin sonuçlarına göre kirlilik yükünün kademeli olarak membasından mansabına doğru arttığını belirlemişlerdir (Dere vd. 2006).

Ayvalı deresi Nilüfer çayını besleyen bir yan bir koldur. Bu çalışmada sanayi tesislerinin kirlilik yükünü Nilüfer çayına taşıyan Ayvalı deresinin kirlilik potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışma Alanı ve Örnekleme Noktaları

Çalışma alanı, Bursa ili sınırlarında yer alan Ayvalı deresi ve yakın çevresini kapsamaktadır. Çalışma bölgesi, sahayı tam temsil edebileceği düşünülen Özlüce Hipodrom yanı Ayvalı deresi, Nilüfer Organize Sanayi Bölgesi çıkışı Ayvalı Deresi, Batı Atık Su Arıtma Tesisi çıkışı Ayvalı Deresi, Nilüfer Çayı ve Ayvalı deresi kesişim noktası olmak üzere 4 farklı numune alım yeri belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Ayvalı deresinin örnekleme istasyonlarının genel görünümü.

Ayvalı deresine ait analiz sonuçları, Tarım ve Orman Bakanlığınca yayınlanan Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğince belirlenen Kıta içi Yerüstü Su Kaynakları sınıf değerleri (YSKY 2016) ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliği (*TS-266*) limit değerleri Tablo 1 ve 2'de verilmiştir.

Analiz

Numunelerin siyanür, toplam mangan, toplam demir, alümiyum, renk analizleri UV-VIS spektrofotometre (Hach Lange DR 6000) cihazı ile Hach 8087, 8149, 8008, 8012, 8025 metodları kullanılarak (TS266 2005) bor, antimon, arsenik, bakır, civa, kadminyum, krom, kurşun, nikel, selenyum analizleri ICP-MS (Perkin Elmer Nexion 300) cihazı ile EPA 200.8 metodu kullanılarak (Creed vd. 1994), florür, klorür, sülfat, nitrat, nitrit, amonyum, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum analizleri iyon kromatografisi (Dionex 5000) cihazı ile EPA 300.1 metodu kullanılarak (Hautman ve Munch 1997) gerçekleştirilmiştir.

Florenten, benzo [b] florenten, benzo [k] florenten, benzo [a] piren, benzo [g,h,i] perilen, indeno [1,2,3-c,d] piren poliaromatik hidrokarbonlar (*PAH*) analizleri UHPLC (Perkin Elmer Flexar) cihazı ile EPA 550.1 metodu kullanılarak (Hodgeson 1990), benzen, 1,2 dikloetan, epikloridin, tetrakloreten trikloreten, vinilklorür ve THM analizleri ise GC-MS (Perkin Elmer Clarus 680-SQ8T) cihazı ile EPA 524.2 analiz metodu kullanılarak yapılmıştır (Munch 1995).

Ayrıca pH analizi için SM 4500-H^+ B., elektriksel iletkenlik (*EC*) analizi için SM 2510 B., bulanıklık analizi için SM 2130 B., toplam sertlik analizi için SM 2340 C., ve toplam organik karbon analizi için SM 5310 C. yöntemleri kullanılmıştır (Rice vd. 2012).

Tartışma ve Sonuç

Ayvalı deresinde ağır metal, anyon-katyon analizlerinin yanı sıra ilk defa; florenten, benzo [b] florenten, benz [k] florenten, benzo [a] piren, benzo [g,h,i] perilen, indeno [1,2,3-c,d] piren *PAH* analizleri ve benzen, 1,2 dikloetan, epikloridin, tetrakloreten trikloreten, vinilklorür *VOC* ve *THM* analizleri yapılmıştır. Kanserojenik olan; *PAH, VOC* ve *THM* değerleri TSS-266 limit değerlerinin altında ölçülmüştür.

Ayvalı deresi sularının *YSKY*'e göre; azot türevlerinden, NH_4^+–N ve NO_2^-–N çoğunlukla III. ve IV. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. NH_4^+–N iyonunun bu kadar yüksek bulunması suya hayvansal atıkların veya kanalizasyonun karışması ihtimalini gösterebilir (Burkut 2018). Elektriksel iletkenlik, çözünmüş toplam madde konusunda bilgi vermesinden dolayı kirlilik için bir gösterge olarak ele alınabilir (Taşdemir ve Göksu 2001) ve *EC*' nin YSKY'e göre III. – IV. sınıf su kalitesine karşılık geldiği görülmüştür. Ayvalı Deresinde Ni, Cu, Sb, CN, Cl, Na, Fe ve Mn elementlerinin TS-266 limitlerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 1. Numunelerin analiz sonuçlarının TS-266 (2005) limit değerleri ve YSKY 2016 su kalite sınıflarıyla karşılaştırılması.

Analiz Adı	A1	A2	A3	A4	TS-266	YSKY 2016 - Su Kalite Parametreleri			
						I	II	III	IV
pH	7,87	8,44	7,76	7,65	6,5-9,5	6-9	6-9	6-9	6-9
RENK Pt-Co	52	450	194	1150	-	RES	RES	RES	RES
						436 nm : ≤ 1,5 RES	436 nm : 3 RES	436 nm : 4,3 RES	436 nm : >4,3 RES
						525 nm : ≤ 1,2	525 nm : 2,4	525 nm : 3,7	525 nm : >3,7
						RES	RES	RES	RES
						620 nm : ≤ 0,8	620 nm : 1,7	620 nm : 2,5	620 nm : >2,5
EC µs/cm	1013	4100	2450	2150	2500	< 400	1000	3000	> 3000
Mn µg/L	130	315	240	350	50	≤ 100	500	3000	> 3000
NO_3^- -N mg/L	0,60	7,02	3,01	0,05	50	< 3	10	20	> 20
NH_4^+-N mg/L	8,35	22,45	9,59	14,66	0,5	< 0,2	1	2	> 2
F mg/L	0,19	0,26	0,24	0,08	1,5	≤ 1	1,5	2	> 2

Sanayi de siyanürün kullanma alanları içerisinde kaplamacılık, boya üretimi, sentetik kauçuk ve plastik üretimi dikkat çekmektedir. Sanayi bölgelerinde bu alanlarda faaliyetler gösterildiği için sanayinin Ayvalı deresine bu açıdan olumsuz bir etkide bulunduğu düşünülmektedir. Cu elementi pek çok bitki için 100–1000 µg/L değerlerinde bile toksiktir (Dağdelen 2012) ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Yapılan çalışmalar bakır içerikli fungisit ve gübrelerin yaygın şekilde kullanıldığını göstermektedir (Oliveira-Filho vd. 2004). Nikel; sert, korozyona dayanıklı ve parlaklığı sebebiyle metal kaplamada önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle demir, çelik ve bakır nikelle kaplanması (Dündar vd. 2012) sebebiyle sanayi atıklarının başında gelmektedir. Demir ve mangan kayalardan ve topraktan sızma yoluyla sulara geçmektedirler. Ayrıca antropojenik olarak atıksu deşarjlarından, katı atık sızıntı sularından ve demir ile ilgili endüstrilerden kaynaklı sularda bulunabilir (Oğuz 2015).

Suda Cl' ün yüksek çıkmasının nedeninin sanayi atık suları ve tarımsal kökenli kirleticiler (Potasyumlu gübrelerin) olduğu düşünülmektedir. Bitki gelişimi için çok az miktarda gerekli olan Na+ oranı, yüksek değerlere ulaştığında hem bitkileri hem de toprak şartlarını olumsuz biçimde etkilemektedir (Kaya ve Öztürk 2003).

Cr, Ni, Cu, As, Cd ve Pb bu 6 ağır metal global olarak büyük bir problem haline gelmiştir ve antropojenik etkiler sebebiyle sularda sayıları giderek artmaktadır (Islam vd. 2015). Ülkemiz sularında da başta sanayi atıkları sebebiyle kirlilik artmıştır (Gediz Nehri: Öner ve Çelik 2011; Nilüfer Çayı: Karaer ve Küçükballı 2006; Sakarya, Kızılırmak ve Yeşilırmak: Balkıs vd. 2007)

Endüstri kaynaklı atık sulardaki kirleticiler, canlıların dokularında yoğunlaşma, su ortamında

birikme ve belirli sınırlar üstünde canlılarda doğrudan toksik etki özelliklerine sahiptirler. Ayrıca endüstriyel atık suların neden olduğu kirlilikte çevre dengesi bozulmasına daha çok rastlanmakta ve bozulma çoğunlukla geri dönüşsüz bir nitelik taşımaktadır (Tan 2006). Bu sebeple Bursa için çok önemli olan Nilüfer Çayı için bir an önce sanayi kaynaklı kirlenmeye karşı acil önlemlerin alınması gerekmektedir. Sanayi atıklarının ve atık sularının arıtımlarının düzenli takip edilmesi ve ölçümlerin yapılarak denetlenmesi büyük önem arz etmektedir. Sanayinin yanı sıra pestisit ve gübrelerin yapısında bulanan bakır, klorür, sodyum ve mangan gibi elementlerin suda normalden fazla çıkması suların tarımsal kirleticilerden de etkilenebildiğini düşündürmektedir.

Bu çalışma, bir kez yapılan örnekleme ile anlık durumu göstermiş olsa da Ayvalı deresinin kirlenme potansiyelinin ciddiyetini gözler önüne sermektedir. Bu çalışmanın daha kapsamlı (örn: aylık periyotlarla senelik izleme) gelecek çalışmalar için ön çalışma olarak değerlendirilebileceği ve bundan sonraki çalışmalara kaynak olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 2. Numunelerin analiz sonuçlarının TS-266 (2005) limit değerleri ile karşılaştırılması

İstasyonlar	1	2	3	4	TS-266 Limit Değerleri
Bulanıklık NTU	3,06	22,8	30,4	633	1
SO_4^{2-} mg/L	45	176	114	102	250
$CaCO_3$ mg/L	426	254	295	294	-
NO_2^- -N mg/L	0,07	-	0,71	-	0,5
Fe µg/L	600	400	200	250	200
Na mg/L	64,2	809,8	409,9	341,1	200
Al µg/L	34	75	25	125	200
Cl^- mg/L	58,5	856,5	445,4	364,4	250
B mg/L	0,12	0,83	0,55	0,21	1
CN µg/L	29	65	45	160	50
Sb µg/L	0,61	72,47	33,23	27,58	5
As µg/L	1,92	7,46	6,8	10,24	10
Cu mg/L	5,31	47,48	20,74	37,66	2
Hg µg/L	0,03	0,08	0,31	0,07	1
Cd µg/L	0,03	0,06	0,06	0,18	5
Cr µg/L	10,45	37,16	28,23	58,26	50
Pb µg/L	1,5	2,69	2,39	7,65	10
Ni µg/L	20,16	263,11	110,12	68,49	20
Se µg/L	0,82	1,29	0,89	0,62	10
TOK mg/L	6,28	29,5	15,9	21,3	-
PAH µg/L	0	0,075	0,025	0,05	0,1
BENZO[a]PİREN µg/L	0	0	0	0	0,01
EPİKLORİDİN µg/L	0	0	0	0	0,1
VİNİLKLORÜR µg/L	0	0	0	0	0,5
BENZEN µg/L	0	0	0	0	1
1,2-DİKLORETAN µg/L	0	0	0	0	3
TETRAKLORETEN - TRİKLORETEN µg/L	0	0	5	5	10
THM µg/L	5	10	7,5	5	100

Teşekkür

Bu çalışma, Bursa Büyükşehir Belediyesi BUSKİ Genel Müdürlüğü Arıtma Tesisleri Daire Başkanlığı'nın teknik desteği ile gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

Aksoy S. 2009. Chromium speciation and removal of Chromium(III) by complexation in Nilüfer Stream, Turkey. Asıan J Chem. 21(9):7125-7130.

Anonim 1976. Nilüfer Çayı'nın kirlenmesi üzerinde araştırma. Ankara: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su Ürünleri Genel Müdürlüğü. Rapor No: KI-613.

Anonim 2009. Temiz Nilüfer, Yeşil Bursa Paneli Sonuç Bildirgesi [Erişim tarihi 2015 Aralık 23]. Erişim Adresi http://bumiad.org/project.php?q=ct.php&q=e&q=3

Balkıs N, Topçuoğlu S, Güven KC, Öztürk B, Topaloğlu B, Kırbaşoğlu Ç, Aksu A. 2007. Heavy metals in shallow sediments from the Black Sea, Marmara Sea and Aegean Sea regions of Turkey. Journal of Black Sea/Mediterranean Environment. 13(2):147-153

Burkut E. 2018. Suda Amonyum, Nitrit ve Nitrat; [Erişim Tarihi 2018 Eylül 14]. Erişim Adresi http://www.suvecevre.com/yayin/802/suda-amonyum-nitrit-venitrat_23752.html#.XGzuzHIzbIV

Creed JT, Brockhoff CA, Martin TD. 1994. Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma - mass spectrometry; [Erişim Tarihi 2018 Ocak 08]. Erişim Adresi

https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/epa-200.8.pdf

Dağdelen E. 2012. Sulama Suyu Kalitesi/(Farklı kaynaklardan derleme ve çeviri çalışmasıdır); [Erişim Tarihi 2015 Aralık 23]. Erişim Adresi https://www.researchgate.net/publication/274582612_Sulama_Suyu_KalitesiFarkli_kaynaklardan_derleme_ve_ceviri_calismasidir

Dedeoğlu Y. 2000. Bursa yöresindeki yüzeysel suların kirletici kaynakları ile Nilüfer Çayı'nın kirlilik yüklerinin belirlenmesi ve çözüm önerileri. [Yüksek Lisans Tezi], Uludağ Üniversitesi. 122 s.

Dere Ş, Dalkıran N, Karacaoğlu D, Elmacı A, Dülger B, Şentürk E. 2006. Relationships among epipelic diatom taxa, bacterial abundances and water quality in a highly polluted stream catchment, Bursa – Turkey. Environ Monit Assess. 112(1-3):1–22. doi: 10.1007/s10661-006-0213-7

Dindar E, Topaç FO, Başkaya HS. 2008. Arıtma çamuru uygulanan topraklarda sulamadan kaynaklanan kirliliğin azot mineralizasyonuna etkisi. Ekoloji. 17(66):31-38.

Dündar MŞ, Altundağ H, Kaygaldurak S, Şar V, Acar A. 2012. Çeşitli endüstriyel atık sularda ağır metal düzeylerinin belirlenmesi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 16(1):6-12.

Gurluk S, Ward FA. 2008. Hydroeconomic modeling for water resources management: The Nilufer Basin, Turkey. Yayınlandığı yer: Third International Conference on Water Observation and Information System for Decision Support; Ohrid, Macedonia.

Hautman DP, Munch DJ. 1997. Determination of inorganic anions in drinking water by ion chromatography; [Erişim Tarihi 2017 Mart 06]. ErişimAdresihttps://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P1008RPU.PDF?Dockey=P1008RPU.PDF

Hodgeson JW. 1990. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in drinking water by liquid-solid extraction and hplc with coupled ultraviolet and fluorescence detection; [Erişim Tarihi 2018 Mart 03]. Erişim Adresi https://www.o2si.com/docs/epa-method-550.1.pdf

Islam, MS, Ahmed MK, Raknuzzaman M, Habibullah-Al-Mamun M, Islam MK. 2015. Heavy metal pollution in surface water and sediment: a preliminary assessment of an urban river in a developing country. Ecol Indic. 48:282-291. doi: 10.1016/j.ecolind.2014.08.016

Karaer F, Küçükballı A. 2006. Monitoring of water quality and assessment of organic pollution load in the Nilüfer Stream, Turkey. Environ Monit Assess. 114(1-3):391-417. doi: 10.1007/s10661-006-5029-y

Kaya N, Öztürk M. 2003. Elazığ il sınırları içerisindeki sulama sularının incelenmesi. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları. 3:87-92.

Kocaer OF, Başkaya H. S. 2004. Bursa ilinde Nilüfer-Ayvalı deresiyle sulanan ve sulanmayan tarım topraklarının bazı kimyasal özellikleri. Ekoloji. 13 (51): 33-38.

Küçükballı, A. 2003. Nilüfer Çayı Havzası su kalitesinin belirlenmesi ve bazı parametrelerin QUAL2E model ile incelenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Uludağ Üniversitesi. 183 s.

Munch JW. 1995. Measurement of purgeable organic compounds in water by capillary column gas chromatography/mass spectrometry; [Erişim Tarihi 2017 Mart 14]. Erişim Adresi https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/epa-524.2.pdf

Oğuz TC. 2015. İçme suyu arıtımında yaygın olarak karşılaşılan su kalite problemleri ve arıtımı için çözüm önerileri [Uzmanlık Tezi]. Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı. 93 s.

Oliveira-Filho EC, Lopes RM, Paumgartten FJR. 2004. Comparative study on the susceptibility of freshwater species to copper-based pesticides. Chemosphere. 56(4):369-374. doi: 10.1016/j.chemosphere.2004.04.026

Öner Ö, Çelik A. 2011. Gediz Nehri Aşağı Gediz Havzası'ndan alınan su ve sediment örneklerinde bazı kirlilik parametrelerinin incelenmesi. Ekoloji. 20(78):48-52. doi: 10.5053/ekoloji.2011.788

Rice EW, Baird RB, Eaton AD, Clesceri LS. 2012. Standard methods - for the examination of water and wastewater, water 22nd edition. USA: American Water Works Association 1496 s.

Tan A. 2006. Atık sularda bazı kirlilik parametrelerinin incelenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Trakya Üniversitesi. 94 s.

Taşdemir M, Göksu ZL. 2001. Asi Nehri'nin (Hatay, Türkiye) bazı su kalite özellikleri. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi. 18(1-2): 55-64.

TS266 2005. Türk Standartları. Sular - İnsani tüketim amaçlı sular; [Erişim Tarihi 2017 Mart 03]. Erişim Adresihttp://www.infogroup.com.tr/media/files/sular.pdf

Üstün GE. 2011. The assessment of heavy metal contamination in the waters of the Nilufer Stream in Bursa. Ekoloji. 20(81):61-66. doi: 10.5053/ekoloji.2011.819

Yılmaz A, Özer U, Torunoğlu T, Aksoy S. 1998. Evaluation of heavy metal contents, polyaromatic petroleum hydrocarbons and some inorganic pollutants in the South Marmara Rivers, Turkey. Fresen Environ Bull. 7(5-6): 269-276.

YSKY 2016. Yerüstü su kalitesi yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik; [Erişim Tarihi 2017 Temmuz 03]. Erişim Adresi http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150415-18.htm