

Atatürk Üniversitesi Alabalık Dergisi
(TJAU)

The Trout Journal of Atatürk University

e ISSN

Cilt 1
2023

Sayı 2

Aralık

(Volume)

(Issue)

(December)

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ

thetrout@atauni.edu.tr

Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi 25240 Erzurum - Türkiye

Atatürk Üniversitesi Alabalık Dergisi
(TJAU)

The Trout Journal of Atatürk University

Cilt (Volume) : 1, Sayı (Issue):2, Aralık (December) 2023

The Trout Journal of Atatürk University (Atatürk Üniversitesi Alabalık Dergisi) isimli bilimsel süreli dergi, Atatürk Üniversitesi senatosunun 05.02.2021 tarih ve 5-22 sayılı kararıyla yayın hayatına ve makale kabulüne başlamıştır. The Trout Journal of Atatürk University Dergisi uluslararası, hakemli, bilimsel bir dergidir. TJAU Türkçe veya İngilizce olarak hazırlanmış orijinal araştırma makalesi, olgu sunumu, kısa makale ve derleme kabul etmektedir. TJAU yılda iki sayı (Haziran, Aralık) olarak online, açık erişimli yayınlanmaktadır. Dergi yayın işleme ve yayınlama süreçleri tamamen ücretsizdir. Değerlendirme ve yayın sürecinin hiçbir aşamasında yazarlardan ücret talep edilmez.

Atatürk Üniversitesi Alabalık Dergisi Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Su Ürünleri Avcılığı; Yumuşakça ve Kabuklu Yetiştiriciliği ve Avcılığı, Gıda İşleme, Gıda Biyoteknolojisi ve Teknolojisi, Yem ve Yem Teknolojisi, Biyoloji, Veterinerlik, Biyokimya, Zootečni, Eczacılık, Çevre Mühendisliği, Ekonomi, Limnoloji, Ekoloji, Akuatik Toksikoloji, Balık Hastalıkları, Çevre Mühendisliği, Mikrobiyoloji, Algal Biyoteknoloji, Su Kirliliği, Vahşi Hayat, Küresel Isınma, İklim Değişikliği, Sürdürülebilirlik, Genetik, Balık Besleme ve Biyokimyası ve Su Kimyası ve kirliliği, Su kaynaklarının Korunması ve İdaresi, Populasyon Dinamiği konularında bilimsel makaleler kabul edilmektedir. Dergide hakem kurulunun onayladığı araştırma makaleleri yayınlanmaktadır.

Lisans üstü tezlerinden üretilmiş olan yayınlar “Lisans üstü tezinden üretilmiştir” ibaresi ile hakemlere gönderilmektedir.

Dergide yayınlanan yazılarda ifade edilen ifadeler veya görüşler, editörler, yayın kurulu ve/veya yayıncının görüşlerini değil, yazar(lar)ın görüşlerini yansıtır; editörler, yayın kurulu ve yayıncı bu tür materyaller için herhangi bir sorumluluk veya yükümlülük kabul etmemektedir. Makale başvuruları <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjau> adresinden kabul edilmektedir. Başka iletişim araçları (mektup, e-posta vs.) ile yayın kabulü ya da yazar/hakem yazışmaları yapılmamaktadır. Makale yollandıktan sonra yazar eklenemez veya çıkartılamaz. Tüm yazarlar makalenin son halini inceleyip onaylamalıdır. Ayrıca diğer önemli hususlar dergi sayfasında verilmiştir.

Sahibi – Owner

Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi 25240-Erzurum, Türkiye

Prof. Dr. Telat YANIK

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ

thetrout@atauni.edu.tr

Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi 25240 Erzurum - Türkiye

Atatürk Üniversitesi Alabalık Dergisi

(TJAU)

The Trout Journal of Atatürk University

Cilt (Volume) : 1, Sayı (Issue):2, Aralık (December) 2023

Baş Editör - Editor in Chief

Prof. Dr. Telat Yanık

Yardımcı Baş Editör- Assistant Editor

Doç.Dr. Gökhan ARSLAN

Yardımcı Editörler / Associate Editors

Doç. Dr. Ebru Yılmaz, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi

Prof. Dr. Anca Nicoleta Sutan, Pitesti Üniversitesi, Romanya

Prof. Dr. Firuza Begham Mustafa, Malaya University, Malezya

Doç. Dr. Martha Chadyiwa, University of Johannesburg, Güney Afrika

Doç. Dr. Alina Vladutu, Pitesti University, Romanya

Doç. Dr. Stefan Mihai Petrea, Universitatea Dunarea De Jos Galati, Galați (Ugal), Romanya

Doç. Dr. Cristian Popescu, Pitesti Üniversitesi, Romanya

Dr. Öğr. Üyesi Esat Mahmut Kocaman, Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Abdulkadir Bayır, Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Carmen Georgeta Nicolae, University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest, Romanya

Doç. Dr. Crenguta Ileana Sinisi, Pitesti University, Romanya

Dr.Öğr.Üyesi Sandra Samantela, University of The Philippines Los Baños

Dr.Öğr.Üyesi Hamidreza Ahmadniaye Motlagh, Ferdowsi University of Masshad, Iran

Alan Editörleri - Section Editors

Prof. Dr. Gonca Alak, Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Ahmet Topal, Atatürk Üniversitesi Prof. Dr.

Muhammed Atamanalp, Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Arzu Uçar, Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Murat Arslan, Ataturk Üniversitesi

Doç. Dr. Veysel Parlak, Atatürk Üniversitesi

Prof. Dilek Emiroğlu, Ege Üniversitesi

Yayın Kurulu / Editorial Board

Prof. Dr. Jale KORUN, Akdeniz Üniversitesi

Doç. Dr. Stefan Mihai PETREA, Universitatea Dunarea De Jos Galati

Prof. Dr. Güzin KABAN, Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Halise İnci GÜL, Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Serap PULATSÜ, Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Mükerrerem KAYA, Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Gökhan ARSLAN, Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Ayşegül KUBİLAY, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet KOCABAŞ, Karadeniz Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Veysel PARLAK, Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK, Afyon Kocatepe Üniversitesi

Doç. Dr. Adem Yavuz SÖNMEZ, Kastamonu Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet TOPAL, Amasya Üniversitesi

Doç.Dr. Aycan MUTLU YAĞANOĞLU, Atatürk Üniversitesi

Prof.Dr.Zeynep EREN, Atatürk Üniversitesi

Dr.Hilal Bayır

Prof.Dr. Murat ÇELİK, Atatürk Üniversitesi

Dr. G. Brindha SANKARAN, Hindustan College of Art&Science

Doç. Dr. Banu KUTLU, Munzur Üniversitesi

Doç. Dr. Nedim ÖZDEMİR, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

Doç. Dr. Serdar BEKTAŞ, Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Önder YILDIRIM, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

Doç. Dr. Saltuk CEYHUN, Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Özden FAKİOĞLU, Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Vedat DAĞDEMİR, Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Nejdet GÜLTEPE, Atatürk Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Esat Mahmut KOCAMAN, Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Thavasimuthu CİTARASU, Manonmaniam Sundaranar University

Doç. Dr. Pınar OĞUZHAN YILDIZ, Atatürk Üniversitesi

Doç.Dr.Harun ARSLAN, Atatürk Üniversitesi

Arş. Gör. Sinan ÖZCAN, Atatürk Üniversitesi

Arş. Gör. Fatih KORKMAZ, Atatürk Üniversitesi

Prof.Dr.Lyudmyla KUZMYCH, Institute of Water Problems and Land Reclamation of The National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ

thetrout@atauni.edu.tr

Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi 25240 Erzurum - Türkiye

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALELERİ/RESEARCH ARTICLES

Assessing Quality Changes in Carp Fish Meatballs Enriched with Different Mustard Oil Levels.....(1-6)

Pınar OĞUZHAN YILDIZ, Tuba GÜVEN, Gökhan ARSLAN

Farklı Kültür Ortamlarının *Scenedesmus* spp. Gelişimi Üzerine Etkileri (7-16)

Selin DOĞAN, Zeliha AKYÜZ Rabia TATAR, Emirhan ÖGRÜ, Muhammet Furkan TOPAL, Yusuf GÜLŞAHİN, Gökçe KARADAYI, Mehmet KARADAYI, Özden FAKIOĞLU, Medine GÜLLÜCE

Assessing Quality Changes in Carp Fish Meatballs Enriched with Different Mustard Oil Levels

Pınar OĞUZHAN YILDIZ *¹ , Tuba GÜVEN¹ , Gökhan ARSLAN¹ 

¹ Department of Seafood Processing, Faculty of Fisheries, Atatürk University, TR-25240 Erzurum, Turkey

Abstract: This study aimed to assess the microbiological and sensory changes in carp (*Cyprinus carpio*) meatballs enriched with black mustard seed oil at different concentrations (3% and 6%). Carp fish meat was minced and divided into three distinct meatball groups, which were subsequently stored in sealed refrigerator bags at 4±1°C. Sensory (appearance, taste, smell, texture and overall acceptability) and microbiological (total aerobic mesophilic bacteria, psychrotrophic bacteria, yeast and mold) analyzes were performed on the 1st, 7th and 14th days of storage. Significant differences were observed between the control group and the essential oil added groups in terms of microbiological properties during storage (p<0.05). The results of sensory analyses showed that there were statistically significant differences between the groups, and the control group was the most preferred group across all parameters. According to the results of research, it has been determined that the addition of mustard seed essential oil reduces the number of bacteria and delays spoilage.

Keywords: *Cyprinus carpio*, Fish ball, Microbiological analysis, Mustard oil, Shelf life, Sensory changes analysis

INTRODUCTION

Carp constitute a large part of inland water fishing in Turkish. Carp (*Cyprinus Carpio*) belongs to the Cyprinidae family and is a cold-resistant fish species with high economic value that is widely found in almost all waters in Turkey. In addition, it can easily adapt to the environment and its feed intake and evaluation is high. It can develop rapidly under suitable conditions (Balık et al., 2006; Çağiltay, 2011; Süle, 2011).

It is known that fish and other aquatic products, which are not popular with consumers in Southwest Asia and Far East countries, European countries and the United States, are transformed into new products with different processing techniques. Valuable fish species are often sold as fresh, frozen fillets or as smoked, salted, marinated or canned products. However, there are many types that are traditionally processed into different shapes made from minced meat. Fish mince allows the use of fish species with low economic value, especially those that cannot find a sufficient market demand due to their bones. It converts the remaining edible parts after the fillet process into processed products such as fish mince (Yanar and Fenercioğlu, 1999; Süle, 2011).

The mustard plant, renowned for its rich content, has been employed in alternative medicine since the discovery of its anti-inflammatory properties centuries ago. Widely recognized as a spice and sauce in kitchens, mustard provides many health benefits owing to its abundant nutritional content. As a herbaceous plant with yellow flowers, it belongs

to the cruciferous family (*Brassicaceae*). The use of mustard in foods not only enhances flavor but also extends the product's shelf life due to its antimicrobial activity. Among the approximately ten different species, three are commonly used as spices: black (*Brassica nigra*), white or yellow (*Brassica alba*) and brown (*Brassica juncea*). Although yellow and brown mustard types are popular choices in many countries, black mustard, distinguished by its unique, intense, sharp, and bitter taste, boasts a higher oil content. Black mustard seed contains allyl isothiocyanate, which imparts a characteristic aroma, and various beneficial components such as amino acids, oligosaccharides, minerals, and fatty acids. In addition, mustard seeds exhibit antioxidant effects due to bioactive compounds like phenolic acid and phytin. Black mustard has a strong antimicrobial effect against bacteria, yeast and mold species, especially many food pathogens. This effect is attributed to the presence of allyl isothiocyanate, parahydroxybenzyl isothiocyanate, and glucosinolates. In traditional medicine, black mustard seeds are used as a laxative, diuretic, stimulant, emetic, appetite stimulant, anti-asthma, anti-cough, anti-congestion, anti-neuralgia and more (Mejia-Garibay et al., 2015; Gıdık, 2016; Tırançioğlu, 2017; Şahiner, 2019; Đorđević et al., 2020; Lakwani, 2021; Lakwani et al., 2022).

Mustard oil is a vegetable oil produced by squeezing the seeds of the mustard plant using various methods, and has been a preferred choice for its health benefits since ancient times up to the present day. It is rich in monounsaturated and polyunsaturated fatty acids (MUFA and PUFA), as well as omega-3 and omega-6 fatty acids (Anonymous, 2023; Đorđević et al., 2023). Black mustard oil possesses strong

*Corresponding Author: pinaroguzhan@atauni.edu.tr

Submitted date: 02 Nov 2023

Accepted date: 13 Dec 2023

antimicrobial properties due to its allyl isothiocyanate (Çoşkun, 2006).

This study aimed to determine the microbiological and sensory changes in carp (*Cyprinus carpio*) meatballs enriched with black mustard seed oil at two different concentrations (3% and 6%).

MATERIALS AND METHODS

Material

The carp fish used in the research were supplied from a local seller in Ardahan Province, and the black mustard seed oil was procured from the market.

Method

Carp fish, with an average weight of approximately 5 kg, were obtained in adherence to cold chain regulations and brought to the Atatürk University Fisheries Faculty Processing Laboratory. To prepare the fish balls, the carp fish were ground into minced meat and 10% breadcrumbs, 5% onion, 2% salt, 0.5% black pepper, 0.5% red pepper, 0.5% cumin were added and thoroughly kneaded. Then, the fish balls were divided into 3 groups: control (A), 3% black mustard seed oil addition (B) and 6% black mustard seed oil addition (C). The meatballs were packaged in sealed refrigerator bags and stored at $4\pm 1^{\circ}\text{C}$, and sensory evaluations (appearance, taste, smell, texture and overall acceptability) and microbiological analyses (total aerobic mesophilic bacteria, psychrotrophic bacteria, yeast and mold) were conducted on the 1st, 7th and 14th days of storage.

Microbiological Analysis

A meatball sample (10 g) was taken, 90 ml of sterile saline was added and homogenized in the Stomacher device (Lab Stomacher Blender 400-BA 7021 Seward Medical, England). Total aerobic mesophilic and psychrotrophic bacteria were enumerated using Plate Count Agar and incubated for 2 days at 30°C and 10 days at 4°C , respectively. Potato Dextrose Agar was used for yeast-mold counting and incubated at 25°C for 5 days. The results of the microbiological analysis are given as log cfu/g (Baumgart et al., 1986; Anonymous, 1992; Halkman, 2005).

Sensory Analysis

Meatball samples were evaluated in terms of appearance, taste, smell, texture and overall acceptability parameters by a panelist group of 8 people. Fried meatball samples were scored on a scale of 1 to 5 (Altuğ Onoğur and Elmacı, 2011).

Statistical Analysis

The study was designed following a completely randomized trial plan and conducted with two replications. Data evaluation was performed using the SPSS 17.0 program, and the results were compared using Duncan's multiple comparison tests.

RESULTS and DISCUSSION

Microbiological Analysis

These naturally occurring antimicrobial and antioxidant agents are highly complex mixtures of often hundreds of individual aromatic essential oil compounds extracted from different plant materials such as leaves, barks, stems, roots, flowers and fruits (Koç, 2023). The results of the microbiological analysis of carp (*C. carpio*) meatballs enriched with black mustard seed oil at different rates (3% and 6%) are given in Table 1. Total aerobic mesophilic bacteria are important parameters that provide information on food hygiene throughout storage and production of food (Dinçoğlu and Çalışkan, 2022). The acceptable limit for total aerobic mesophilic bacteria in fresh fish and seafood is set at $7 \log \text{cfu/g}$ (ICMSF, 1986). Notably, these limits were exceeded in the control group on the 14th day of storage. However, it was observed that the total bacterial count in the mustard oil-added groups remained below the acceptable limit throughout the storage period. This may be due to the protective role of mustard oil against spoilage bacteria (Çoşkun, 2006). Statistically significant differences were found between the groups during storage ($p < 0.05$). While the highest total aerobic mesophilic bacteria count was in the control groups, the lowest bacterial load was in the group C. Application of 6% mustard essential oil was more effective against TAMB. It has been observed that the antibacterial effect increases as the essential oil concentration increases. Essential oils are produced from parts of plants as defense mechanisms against microorganisms. Lemongrass leaf essential oil has been reported to have an important role in extending the shelf life of fish cakes by reducing the microbial load (Kamona and Alzobaay, 2021). In our research findings, it was determined that mustard oil has an inhibitory effect on bacteria depending on concentration. Similar to the present findings, Keser and İzci (2020) noted that the control samples exceeded the limit value ($7 \log \text{cfu/g}$), while the essential oil-added meatball samples did not on the 7th day of storage. Hać-Szymańczuk et al. (2021) found that the number of mesophilic aerobic bacteria increased as the storage time increased in all groups in the chicken meatballs prepared with different rosemary formulations. Dinçoğlu and Çalışkan (2022) reported a lower number of TMAB in meatball groups containing lavender essential oil compared to the control groups ($p < 0.05$). At the end of storage, it was determined that the mackerel meatball groups with herb extract (thyme, rosemary and basil) showed a significant difference ($p < 0.05$) in terms of TAMB numbers compared to the control group (Balıkcı, 2015).

Psychrotrophic bacteria play a significant role and cause changes in texture, smell and taste through the production of different metabolic compounds (aldehydes, volatile sulphides, biogenic amines and ketones) (Ozogul and Uçar, 2013). During storage, the control group (A) exhibited the highest psychrotrophic bacteria count while the group C had the lowest. The difference in mustard essential oil concentration significantly influenced the growth of psychrotrophic bacteria in the samples ($p < 0.05$). Although the number of psychrotrophic bacteria count increased in all groups during the storage period, the highest increase was

detected in the control group. The number of psychrotrophic bacteria showed significant differences according to storage days and groups ($p < 0.05$). Özalp Özen and Soyer (2017) emphasized that the addition of plant extract reduced the psychrophilic bacteria count in mackerel minced meat stored by adding different herbal extracts (green tea, grape seed and pomegranate peel). Erecevit Sönmez et al., (2020), reported that the number of psychrotrophic bacteria in carp fish prepared with different amounts of ginger (0.1%, 0.25%, 0.5%) oil was lower in the 0.5% added group than in the other groups. Şevik et al. (2022) emphasized that the addition of herbal extract reduced the total number of aerobic psychrophilic bacteria. These findings align with the results of our study.

The increase in the number of yeast and mold in the control group samples during the storage period was higher than in the mustard seed oil added groups. Yeast and mold numbers increased in all groups during the storage period. It was determined that there were significant differences between the groups during storage ($p < 0.05$). Can (2012) found that adding different amounts of eugenol (0.5% and 1%) to meatballs prepared with mirror carp reduced the number of yeast and mold compared to other groups. In another study, Can and Emir Çoban (2012) noted that applying 1% thymol reduced the number of yeast and mold compared to other groups. Erol and İlhak (2015) reported that there was a slight increase in the yeast and mold numbers of meatballs made from thymol mirror carp, although it varied according to the groups.

Table 1. Microbiological analysis results of carp (*C. carpio*) meatballs enriched with black mustard seed oil at different rates (3% and 6%) (log cfu/g).

	Days	Samples		
		A	B	C
Total aerobic	1	3.83±0.14 ^a	2.28±0.08 ^a	2.25±0.14 ^a
mesophilic bacteria	7	5.48±0.12 ^b	4.26±0.33 ^b	4.09±0.16 ^b
	14	7.07±0.98 ^c	6.43±0.14 ^c	5.94±0.08 ^c
Psychrotrophic	1	3.92±0.05 ^a	2.53±0.07 ^a	2.59±0.01 ^a
	7	5.26±0.14 ^b	4.75±0.07 ^b	4.35±0.12 ^b
	14	7.33±0.31 ^c	6.68±0.14 ^c	6.22±0.31 ^c
Yeast and mold	1	2.09±0.13 ^a	2.00±0.00 ^a	2.00±0.00 ^a
	7	2.83±0.06 ^b	2.26±0.17 ^a	2.06±0.08 ^a
	14	3.78±0.33 ^c	2.88±0.16 ^b	2.78±0.04 ^b

All values are the mean ± standard deviation. Different letters (a, d) in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$). A: control; B: 3% black mustard seed oil; C: 6% black mustard seed oil

Sensory Analysis

Sensory properties are important parameters in the acceptance of the foods by consumers (Shafaghi Rad and Nouri, 2023). Essential oils have a unique strong odor, taste and color. Oxygenated derivatives formed by oxidation of terpenes give the essential oil its unique smell, taste and therapeutic properties (Çelen, 2006). The results of sensory analysis of carp (*C. carpio*) meatballs enriched with black mustard seed oil at different rates (3% and 6%) are illustrated in Figure 1. The control group (A) samples were the most preferred by the panelists across all criteria (appearance, taste, smell, texture and overall acceptability). It is suggested that the extracts used give an unusual taste and smell to the fish, leading to a lower overall acceptability. Statistically significant differences were observed between the groups in terms of all parameters ($p < 0.05$). Sensory parameters showed a significant decrease in all sample groups parallel to the storage duration. Sinalbin (in white mustard) and sinigrin (in

black mustard) produce the pungent mustard oil (Yaralı, 2023). It was determined that essential oil concentration was given low scores by the panelists in terms of sensory parameters. Similarly, Mattje et al. (2019) reported that fish burgers containing ginger oil received low scores from panelists due to their intense ginger flavor in terms of taste and overall evaluation. In line with our study, Zhang et al. (2021) noted decreases in color, odor, texture and overall acceptability parameters in grass carp supplemented with thyme essential oil during storage. Emir Çoban and Tuna Keleştemur (2017) reported that catfish burgers prepared using essential oil received the highest score in sensory criteria when 0.4% Zataria multiflora Boiss essential oil was added. Corbo et al. (2009) emphasized that no significant difference was detected between sensory control and treated cod fish burgers at the beginning of storage. In another study, the use of rosemary extract has been reported to improve the sensory quality of mackerel burgers (Uçak et al., 2011).

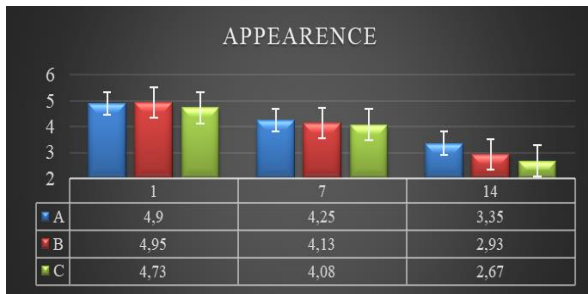


Figure 1. Changes in appearance parameters of carp (*C. carpio*) meatballs enriched with black mustard seed oil at different rates (3% and 6%) (log cfu/g). A: control; B: 3% black mustard seed oil; C: 6% black mustard seed oil



Figure 2. Changes in taste parameters of carp (*C. carpio*) meatballs enriched with black mustard seed oil at different rates (3% and 6%) (log cfu/g). A: control; B: 3% black mustard seed oil; C: 6% black mustard seed oil



Figure 3. Changes in smell parameters of carp (*C. carpio*) meatballs enriched with black mustard seed oil at different rates (3% and 6%) (log cfu/g). A: control; B: 3% black mustard seed oil; C: 6% black mustard seed oil



Figure 4. Changes in texture parameters of carp (*C. carpio*) meatballs enriched with black mustard seed oil at different rates (3% and 6%) (log cfu/g). A: control; B: 3% black mustard seed oil; C: 6% black mustard seed oil



Figure 5. Changes in overall acceptability parameters of carp (*C. carpio*) meatballs enriched with black mustard seed oil at different rates (3% and 6%) (log cfu/g). A: control; B: 3% black mustard seed oil; C: 6% black mustard seed oil

CONCLUSION

In this study, it has been determined that black mustard seed oil has positive effects on the microbiological properties of carp fish meatballs and increases their shelf life. As a result of sensory analysis, it was determined that the control group samples were liked the most in terms of all parameters, and it is predicted that this is due to the essential oil used giving the fish an unusual taste and smell. It has been observed that such important essential oils, which provide many health benefits, can be easily used in fish and fish products. It is also important to prepare such meatballs and offer them as an alternative product to individuals who do not consume fish.

COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest. All the authors read and approved the final manuscript.

ETHICAL APPROVAL

Not required.

FUNDING

There is no financial support.

CONSENT FOR PUBLICATION

Applicable.

REFERENCES

Altuğ Onoğur, T., & Elmacı, Y. (2011). Sensory Evaluation in Foods, Sidas Medya, İzmir.

- Anonymous, (1992). Compendium of methods for the microbiological examination foods. (3 th ed). Vanderzant, C. and Splittstoesser, D.F. American Public Health Association, Washington D.C. USA.
- Balık, G., Çubuk, H., Özkök, R., & Uysal, R. (2006). Some Characteristics and Size of Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) Population in the Lake Karamık (Afyonkarahisar/Turkey). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 6, 117-122.
- Balıkçı, E. (2015). The effects of thymus, rosemary and basil extracts on frozen (-18°C) and chilled (4±2°C), vacumeed mackerel balls (*Scomber scombrus*) quality parameters. Master thesis, Çukurova University. In Turkish.
- Baumgart, J., Firnhaber, J., & Spcher, G. (1993). Mikrobiologische untersuchung von lebens-mitteln behr's verlag. Hamburg, Germany.
- Can, Ö. P. (2012). Shelf Life of the Determination of Carp Balls with Added Eugenol. Journal of Natural & Applied Sciences, 16(1), 6-12 (In Turkish).
- Can, Ö.P., & Emir Çoban, Ö. (2012). The effect of thyme on the storage time of fish balls prepared from mirror carp (*Cyprinus carpio carpio* L.,1758). Etlik ve Veteriner Mikro-biyoloji Dergisi, 23(1), 9-15. (In Turkish).
- Corbo, MR., Di Giulio, S., & Conte, A. (2009). Thymol and modified atmosphere packaging to control microbiological spoilage in packed fresh cod hamburgers. International Journal of Food Science Technology, 44, 1553-1556. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01822.x>
- Coşkun, F. (2006). Natural preservatives found in foods. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2, 27-33. (In Turkish).
- Çağiltay, F. (2011). Inland fish farming. (2nd ed.). A Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara
- Çelen, S. (2006). Composition and the in vitro antibacterial and antifungal activities of the essential oils of four thymus species in Turkey. Master thesis, Balıkesir University. In Turkish.
- Dincoglu, A. H., & Caliskan, Z. (2022). Investigation of the effect of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) essential oil on microbiological, physicochemical, and sensorial properties of meatballs during shelf-life, and its inhibitory effect on *Escherichia coli* O157: H7. International Food Research Journal, 29(5), 991-1004. <https://doi.org/10.47836/ifrj.29.5.03>
- Dorđević, B. S., Troter, D. Z., Todorović, Z. B., Đalović, I. G., Stanojević, L. P., Mitrović, P. M., & Veljković, V. B. (2020). The effect of the triethanolamine: glycerol deep eutectic solvent on the yield, fatty acid composition, antioxidant activity, and physicochemical properties of black mustard (*Brassica nigra* L.) seed oil. Journal of Food Measurement and Characterization, 14, 2570-2577. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00503-3>
- Dorđević, B. S., Kostić, M. D., Todorović, Z. B., Stamenković, O. S., Veselinović, L. M., & Veljković, V. B. (2023). Triethanolamine-based deep eutectic solvents as cosolvents in biodiesel production from black mustard (*Brassica nigra* L.) seed oil. Chemical Engineering Research and Design, 195, 526-536. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2023.06.016>
- Emir Çoban, Ö., & Tuna Keleştemur, G. (2017). Qualitative improvement of catfish burger using *Zataria multiflora* Boiss. essential oil. Journal of Food Measurement and Characterization, 11, 530-537. <https://doi.org/10.1007/s11694-016-9420-2>
- Erecevit Sonmez, P., Karaton Kuzgun, N., & Kirbag, S. (2020). Quality changes and storage life of common carp (*Cyprinus carpio*) with the use of Ginger (*Zingiber officinale*) es-sential oil. Progress in Nutrition, 22(4). e2020084. <https://doi.org/10.23751/pn.v22i4.10516>
- Erol, P., & İlhak, O. İ. (2015). Effect of Sodium Lactate and Thymol on Some Microbiological, Chemical and Sensory Attributes of Fish Patty Made from Mirror Carp Meat (*Cyprinus carpio* L.). Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 12(3), 153-161 (In Turkish).
- Gıdık, B. (2016). Evaluation of Thrace Region Flora Wild Mustard (*Sinapis* sp.) Genotypes for Molecular and Morphological Characterization, Yield and Quality Characters in Field Conditions. Doctoral dissertation, Namık Kemal University]. In Turkish.
- Hać-Szymańczuk, E., Cegiělka, A., Chmiel, M., Piwowarek, K., & Tarnowska, K. (2021). Addition of different rosemary preparations (*Rosmarinus officinalis* L.) to chicken meatballs improves their quality profile. International Journal of Food Science & Technology, 56(12), 6236-6245. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15310>
- Halkman, A. K. (2005). Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara.
- ICMSF (1986). International commission on microbiological specifications for foods. Microorganism in food. (3 th ed). Toronto: University of Toronto Press.
- Kamona, Z. K., & Alzobaay, A. H. (2021). Effect of essential oil extract from lemongrass (*Cymbopogon citratus*)

- leaves on variability of some pathogenic bacteria and sensory properties of fish balls. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 52(2), 268-275.
- Lakwani, M. A. (2021). Effects of black mustard seeds (*Brassica nigra*) and nettle seed (*Urtica dioica*) oils on growth performance, digestive enzyme activity and immune responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Doctoral dissertation, Kastamonu University]. In Turkish.
- Lakwani, M. A., Kenanoğlu, O. N., Taştan, Y., & Bilen, S. (2022). Effects of black mustard (*Brassica nigra*) seed oil on growth performance, digestive enzyme activities and immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Research*, 53(1), 300-313. <https://doi.org/10.1111/are.15577>
- Mattje, L. G. B., Tormen, L., Bombardelli, M. C. M., Corazza, M. L., & Bairy, E. M. (2019). Ginger essential oil and supercritical extract as natural antioxidants in tilapia fish burger. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(5), e13942. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13942>
- Mejia-Garibay, B., Guerrero-Beltrán, J. Á., Palou, E., & López-Malo, A. (2015). Physical and antioxidant characteristics of black (*Brassica nigra*) and yellow mustard (*Brassica alba*) seeds and their products. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 65(2), 128-135.
- Ozalp Ozen, B., & Soyer, A. 2017. Bitkisel ekstraktların dondurularak depolanan uskumru (*Scomber scombrus*) kıymasındaki kalite değişimlerine etkisi. *Gıda*, 42(1), 27-36. <https://doi.org/10.15237/gida.GD16056>
- Ozogul, Y. & Uçar, Y. (2013). The Effects of Natural Extracts on the Quality Changes of Frozen Chub Mackerel (*Scomber japonicus*) Burgers. *Food Bioprocess Technology*, 6, <https://doi.org/1550-1560.10.1007/s11947-012-0794-9>
- Koç, T. (2023). Determination of microbiological and sensory properties of tea oil on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. Master thesis, Atatürk University. In Turkish.
- Shafaghi Rad, M., & Nouri, M. (2023). Inspection of *Capparis spinosa* essential oils for quality assurance of fish burgers during refrigerated storage. *Food Science & Nutrition*, 11(11), 7229-7241. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3648>
- Süle, Ö. (2011). Determination of chemical and microbiologic quality of surimi produced from *Carassius gibelio*. Master thesis, Süleyman Demirel University. In Turkish.
- Şahiner, C. (2019). The effect of different rates of pomegranate (*Punica granatum*) juice usage in sausing on the physical, chemical, microbiological and sensory quality of pike-perch (*Sander lucioperca*) marinates. Doctoral dissertation, Adnan Menderes University]. In Turkish.
- Şevik, R., Denizkara, A. J., Akarca, G., Atik, A., & Atik, İ. (2022). Physicochemical and Microbiological Properties of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Fillets Marinated with Rosemary and Laurel Essential Oils. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 31(9), 977-988. <https://doi.org/10.1080/10498850.2022.2120790>
- Tırançoğlu, M. (2017). Purification and characterization of lipase enzyme from black mustard seed (*Brassica nigra*). Master thesis, Dumlupınar University. In Turkish.
- Uçak, İ., Özogul, Y., & Durmuş, M. (2011). The effects of rosemary extract combination with vacuum packing on the quality changes of Atlantic mackerel fish burgers. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(6), 1157-1163. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02610.x>
- Yanar, Y., & Fenercioğlu, H. (1999). Sazan (*Cyprinus carpio*) Etinin Balık Köftesi Olarak Değerlendirilmesi. *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, 23, 361-365
- Yaralı, E. (2023, November). Gıda Kimyası. [https://akademik.adu.edu.tr/myo/cine/webfolders/File/ders%20notlari/Gida%20Kimyasi\(1\).pdf](https://akademik.adu.edu.tr/myo/cine/webfolders/File/ders%20notlari/Gida%20Kimyasi(1).pdf)
- Zhang, J., Li, Y., Yang, X., Liu, X., Hong, H., & Luo, Y. (2021). Effects of oregano essential oil and nisin on the shelf life of modified atmosphere packed grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*). *LWT-Food Science and Technology*, 147, 111609.

Farklı Kültür Ortamlarının *Scenedesmus* spp. Gelişimi Üzerine Etkileri

Selin DOĞAN¹, **Zeliha AKYÜZ¹**, **Rabia TATAR¹**, **Emirhan ÖGRÜ²**,
Muhammet Furkan TOPAL¹, **Yusuf GÜLŞAHİN¹**, **Gökçe KARADAYI³**,
Mehmet KARADAYI⁴, **Özden FAKIOĞLU^{5*}**, **Medine GÜLLÜCE⁴**

¹Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye

²Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği, Erzurum, Türkiye

³Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Erzurum, Türkiye

⁴Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Erzurum, Türkiye

⁵Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Erzurum, Türkiye

Özet: Bu çalışmanın amacı Chlorophyceae (Yeşil algler) grubunun endüstriyel açıdan önemli bir üyesi olan *Scenedesmus* spp. türlerinin gelişimleri üzerine farklı kültür ortamlarının etkilerinin araştırılmasıdır. Bu amaçla Erzurum il sınırları içerisinde yer alan doğal göllerden plankton kepçesi ile alınan örneklerden *Scenedesmus* spp. izole edilmiştir. *Scenedesmus* spp.'nin BBM (Bold's Basal Medium), 3N-BBM (3 Nitrogen Bold's Basal Medium), WCM (Wright's Cryptophyte Medium), BG-11 (Blue Green Algal) saf hücre kültür büyümeleri 14 günlük inkübasyon süresince takip edilmiştir. Deneme sonunda en yüksek gelişim ortalama 355×10^4 adet/ml hücre sayısı ile 3N-BBM kültür ortamında, en düşük gelişim ortalama 86×10^4 adet/ml hücre sayısı ile WCM kültür ortamında hesaplanmıştır. Sonuç olarak azot (N) ile zenginleştirilmiş kültür ortamının *Scenedesmus* spp. gelişimine pozitif etki ettiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: BBM, 3N-BBM, WCM, BG-11 Medium, *Scenedesmus* spp.

Effects on Growing of *Scenedesmus* spp. use of Different Medium

The aim of this study is investigated in the effects of different medium on growing performans *Scenedesmus* spp., which is an industrially important member of the Chlorophyceae (Green algae) group. For this purpose, *Scenedesmus* spp. is isolated from natural lakes within the borders of Erzurum province by from samples taken with a plankton net. Pure cell culture growth of *Scenedesmus* spp. in BBM (Bold's Basal Medium), 3N-BBM (3 Nitrogen Bold's Basal Medium), WCM (Wright's Cryptophyte Medium), BG-11 (Blue Green Algal) was monitored during 14 days in incubation. At the end of the try has been found the highest growth in 3N-BBM culture medium with a mean cell counting of 355 cells/ml, and the lowest growth in WCM culture medium with a mean cell counting of 86 cells/ml. As a result of in this try has been determined that the culture medium enriched with nitrogen (N) is effective positive impact on growing of *Scenedesmus* spp

Keywords: BBM, 3N-BBM, WCM, BG-11 Medium, *Scenedesmus* spp.

GİRİŞ

Mikroalgler, fenotipik özellikleri bakımından tek hücreli ve çok hücreli yapıda olabilen, ototrofik veya heterotrofik özelliklerde, fotosentez yapabilen basit mikroskobik canlılardır (Plaza, 2008). Mikroalglerde aktif bir hareket gözlenmez, suyun hareketi ile hareket edebilen organizmalar olup gerçek bir embriyoya, çiçek sapına, köküne ve yapraklarına sahip değildirler. Bu canlılar fotosentez yoluyla güneş ışığı, suyu ve CO₂'i kullanarak ihtiyaçları olan

biyokütleyi sentezlerler. Genel olarak mikroalglerin bileşimi CO_{0.48}H_{1.83}N_{0.11}P_{0.01}'dir (Xu, 2014). Mikroalglerin kuru hücre ağırlıklarının yaklaşık %7-23'ünü yağlar, %5-23'ünü karbohidratlar ve %6-52'sini proteinler oluşturmaktadır (Zhu, 2015).

Mikroalgler değerli moleküllerin kaynağı ve kimyasal bileşimleri (yağ asitleri, proteinler, pigmentler, stabil izotoplar vb.) nedeniyle yetiştirilmeleri yaygınlaşmaktadır. (Brown, 1997). Bunun yanı sıra kısa sürede kolay yetiştirilebilmeleri ve çevre dostu yenilenebilir bir kaynak olması yönünden de mikroalglerin çok sayıda ticari uygulaması vardır. Başta gıda, tıbbi, nutrasötik ve kozmetik

*Corresponding Author: ozden.fakioğlu@atauni.edu.tr

Submitted date: 10 Nov 2023

Accepted date: 13 Dec 2023

endüstrilerindeki uygulamalarda kullanımları açısından oldukça kıymetlidir (Del Campo et al., 2000; Mimouni, 2012; Guedes, 2013).

Mikroalglerin birçok türü doymamış yağ asitleri, yüksek protein, β -karoten, pigment ve vitamin içeriklerinden dolayı gıda ham ve katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır (Soletto et al., 2005). İnsanlar tarafından besinsel kullanımları 2000 yıl öncesine kadar uzanmaktadır ki kıtlık sırasında Çinlilerin hayatta kalmak için *Nostoc*, *Arthrospira Spirulina* ve *Aphanizomenon* türlerini içeren bazı mavi-yeşil algleri tükettikleri bilinmektedir (Jensen, 2001).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde önemli bir rol oynayan mikroalgler aynı zamanda çiflik hayvanlarının yem formülasyonlarında besin değerini arttırmak için kullanılmaktadır (Becker, 2013; Borowitzka, 1997; Stolz, 2005).

Mikroalg Yetiştirme Ortamının Özellikleri

Mikroalgler buldukları ortam ile etkileşim halindedirler. Işık, pH, sıcaklık ve besinler mikroalglerin etkilendiği en önemli ortam parametreleridir (Tablo 1). Uygun üretim ortamının sağlanabilmesi için bu kriterlerin optimum seviyede olması önem arz etmektedir. Bu ortam parametreleri sadece fotosentezi ya da ürün verimliliği etkilemez aynı zamanda hücrel biyokimyasal kompozisyonunu da etkilemektedirler (Richmond, 2004). Mikroalg üretimine etki eden faktörler aşağıda sıralanmıştır: **1. Sıcaklık:** Sıcaklık alglerin hücre boyutunu, büyüme hızını, gerekli besinleri ve biyokimyasal bileşimini en çok etkileyen faktörlerden biridir. Maksimum sıcaklıkta büyüme hızı, sıcaklık ile artmasına rağmen bazı türlerde belirgin bir şekilde düşüş görülebilmektedir. Mikroalglerin çoğu 16-27°C arasındaki sıcaklığı tolere edebilirler. 16°C'den düşük sıcaklıklar mikroalglerin üremelerini yavaşlatırken; 35°C'den yüksek sıcaklıklar ise genellikle mikroalgler için öldürücü etkiye sahiptir (Juneja et al., 2013). **2. Işık:** Alglerin büyüme evresinde kullandıkları bir enerji kaynağıdır. Algler organik bileşikler; özellikle de şekeri CO₂'ye dönüştürmek için enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bu yüzden ışık algler için büyümede elzem bir etkidir. Alglerin büyüme hızları ve lipid üretimleri aydınlatma düzeyine göre değişiklik gösterebilmektedir (Blair et al., 2014). **3. pH:** Spesifik olarak her türün gelişebilmesi için belli bir pH aralığı bulunmasına rağmen, genellikle pH 7 ile 9 aralığı alglerin gelişmeleri için uygun olmaktadır. Alglerde pH değeri genelde besin alımıyla doğrudan ilişki içerisindedir. Ortamda karbondioksit ve nitrat bulunması pH'yı yükseltirken, amonyak ortamın pH'sını düşürmektedir (Rashid et al., 2013). **4. Tuzluluk:** Tuzluluk (NaCl), alg hücrelerinin biyokimyasal yapısını etkileyen önemli bir diğer faktördür. Yapılan çalışmalarda alglerin doğal yaşamlarından daha çok ya da daha az tuzlu ortamlarda büyüme hızlarının ve hücre bileşiminin değiştiğini göstermiştir. Ayrıca tuz stresine maruz kalan alglerin lipid içeriklerinin de arttığı görülmüştür (Zhila et al., 2011; Fabregas et al., 1984). **5. Havalandırma/Karıştırma:** Karıştırma, genellikle alglerin sedimentasyonunu önlemek için kullanılmasının yanı sıra sıcaklık ve ışığı tüm kültür içerisinde yayılmasını, kültür ortamında optimum seviyede tutulmasında ve sıcaklığın ve ışığın hücrelere eşit olarak dağılması için de uygulanmaktadır. **6. Besinler:**

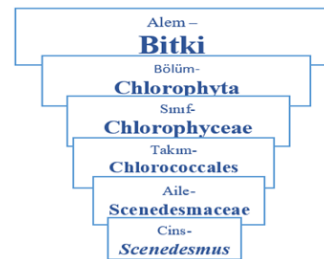
Mikroalglerin üremesinde gerekli olan besinler; makro ve mikro elementler ve vitaminlerdir. Yapılan bazı çalışmalarda alg kültür ortamlarında en az 56 elementin var olduğunu bildirmişlerdir. Bu elementlerden bazıları fosfor (P), azot (N), kobalt (Co), nikel (Ni), potasyum (K), kükürt (S), kalsiyum (Ca), sodyum (Na), magnezyum (Mg) gibi fizyolojisinin temelini oluşturmaktadır ve metabolik faaliyetler için gerekli olan elementlerdir. Azot stresine maruz kalan alglerde lipid üretiminin daha fazla olduğu, büyüme ortamında azot bulunan mikroalglerin ise monogliserit ile digliseritleri daha fazla ürettiğini tespit etmişlerdir (Becker, 1995; Jayasankar and Polywal, 2000; Sukatar, 2002; Richmond, 2004). Azot, alglerde nükleik asitlerle proteinlerin oluşumunda görev alan temel element olup; mikroalglerin bütün işlevsel ve yapısal proteinlerinin temel bileşenini oluşturur (Hu, 2008).

Tablo 1. Mikroalg kültürüne etki eden parametreler için geliştirilmiş değerler (Coutteau, 1996)

Parametreler	Arahk değerler	Optimum değerler
Sıcaklık (°C)	16-27	18-24
Tuzluluk (g/L)	12-40	20-24
Işık yoğunluğu (lux)	1,000-10,000 (hacim ve yoğunluğa bağlıdır)	2,500-5,000
Fotoperiyot (aydınlık:karanlık,saat)		16:8 (minimum) 24:0 (maksimum)
pH	7-9	8,2-8,7

Scenedesmus fizyolojik özellikleri

Biyoteknolojik çalışmalarda sıkça kullanılan Scenedesmus cinsi Chlorophyta (Yeşil Algler) bölümü, Chlorophyceae grubu ve Chlorococcales takımının bir üyesidir (Şekil 1). (Phinyo, 2017). *Scenedesmus* genel görünüşü mekik biçimindedir. Bazıları tek ve bazıları da 2, 4, 8 veya 16'lı hücrelerden oluşmaktadır. *Scenedesmus*'un temel formu dört hücreden oluşan basit bir koloni şeklindedir (Trainor, 1996). Her hücrede 1 kromatafor, 1 çekirdek ve 1 pirenoid bulunurken, hücrede göz ve kamçı yoktur.



Şekil 1. *Scenedesmus* spp. sınıflandırılması

Biyoteknolojik çalışmalar özellikle *Scenedesmus*, *Chlorella*, ve *Dunaliella* cinslerine ait türler üzerine yapılmaktadır (Ben-Amotz and Avron, 1983). Ayrıca *Scenedesmus* cinsi

üyeleri indikatör organizma olarak limnolojik çalışmalar ile su yönetimi araştırmalarında da kullanılmaktadır. Scenedesmus herbivor zooplanktonlar için iyi bilinen yem kaynağı olduğu deneylerle kanıtlanmıştır (Demirel, 2006). Buna birlikte protein içeriğinin zenginliğinden dolayı gıda maddesi olarak da kullanılmaktadır (Borowitzka, 1991; Güner and Aysel, 2006).

Scenedesmus kültür ortamından direkt etkilenmektedir. Kültür ortamındaki değişimler Scenedesmus türlerinde fizyolojik ve morfolojik değişime neden olmaktadır. Örneğin; 1. Işıklı ortam ve azalan basınç altında H₂ oluştururken; karanlık ortamlarda organik maddeden H₂ ve CO₂ ürünlerini oluşturmaktadır. 2. Kültür ortamlarında azot, fosfor ve potasyum eksikliğinde sekonder karotenoidleri (ksantsantin, astaksantin) oluşmaktadır. 3. Jelatini sıvılaştırıcı ekstrasellüler proteazı serbest bırakmaktadır (Demirel, 2006). Bu çalışmada, farklı kültür ortamlarının Scenedesmus spp. biyokütlesine etkisi araştırılarak Scenedesmus spp. büyümesini arttıracak kültür ortamının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Scenedesmus spp.

Hücre şekli oval-iđ, eliptik olup; hücre 3,5-9 µm eninde ve 7-21 µm boyundadır. Scenedesmus spp. 4 hücre uzun kenarlar

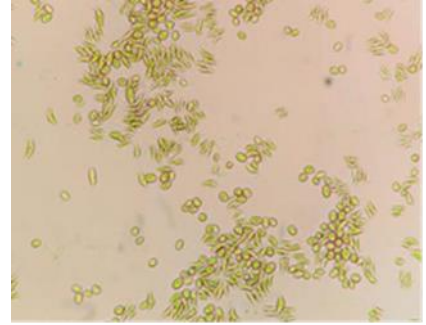
Table 2. Bold's Basal Medium (Andersen, 2005).

Bileşen	Stok solüsyonu (g/L saf su)	Kullanılan Miktar
NaNO ₃	25,00	10 mL
CaCl ₂ ·2H ₂ O	2,50	10 mL
MgSO ₄ ·7H ₂ O	7,50	10 mL
K ₂ HPO ₄	7,50	10 mL
KH ₂ PO ₄	17,50	10 mL
NaCl	2,50	10 mL
Alkaline EDTA Çözeltisi		1mL
EDTA	50,00	
KOH	31,00	
Asitlenmiş Demir Çözeltisi		1mL
FeSO ₄ ·7H ₂ O	4,98	
H ₂ SO ₄		
Boron Çözeltisi		1mL
H ₃ BO ₃	11,42	
İz Metal Solüsyon		1mL
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	8,82	
MnCl ₂ ·4H ₂ O	1,44	
MoO ₃	4,93	
CuSO ₄ ·5H ₂ O	1,57	
Co(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	0,49	

Table 3. 3N-Bold Basal Medium (Andersen, 2005).

Bileşen	Stok Solüsyon (g/400mL saf su)	Kullanılan Miktar
NaNO ₃	10,00	30 mL
CaCl ₂ ·2H ₂ O	1	10 mL
MgSO ₄ ·7H ₂ O	3	10 mL
K ₂ HPO ₄	3	10 mL
KH ₂ PO ₄	7	10 mL
NaCl	1	10 mL

boyunca düzgünce yan yana gelmiştir. Scenedesmus spp. hücresinde 1 adet kromotofor, pirenoid ve çekirdek bulunur. Kamçı bulunmaz (Şekil 2).



Şekil 2. Scenedesmus spp.

Deney Ortamı

Bu çalışmada, Scenedesmus spp. dört farklı (BBM, 3N-BBM, WCM, BG-11 M) kültür ortamında yetiştirilmiştir. Kültür ortamlarına ilişkin bilgiler aşağıda sunulmuştur (Tablo 2, Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5). Bütün kültür ortamları otoklavda sterilizasyon işlemine tabi tutulmuştur.

İz Metal Solüsyon		6 mL
Na ₂ EDTA·2H ₂ O	0,75	
FeCl ₃ ·6H ₂ O	0,097	
MnCl ₂ ·4H ₂ O	0,041	
ZnCl ₂ ·7H ₂ O	0,005	
CoCl ₂ ·6H ₂ O	0,002	
Na ₂ MoO ₄ ·6H ₂ O	0,004	
Soilwater: GR+ Medium		40 mL
CaCO ₃	1	
Sera toprağı	2000	
Vitamin B12		1 mL
HEPES tampon çözelti pH 7,8	2,4	
Cyanocobalamin	0,027	
Biotin Vitamin Solution		1 mL
HEPES tampon çözelti pH 7,8	2,4	
Biotin	0,005	
Thiamine Vitamin Solüsyon		1 mL
HEPES tampon çözelti pH 7,8	2,4	
Thiamine	0,067	

Tablo 4. WC Medium ([Andersen, 2005](#)).

Bileşen	Stok solüsyon (g/L saf su)	Kullanılan Miktar
Gliserin	-	500 mg
Tris	-	500 mg
NaNO₃	85,01	1 mL
CaCl₂ · 2H₂O	36,76	1 mL
MgSO₄ · 7H₂O	36,97	1 mL
NaHCO₃	12,60	1 mL
Na₂SiO₃ · 9H₂O	28,42	1 mL
K₂HPO₄	8,71	1 mL
İz Element Metal Solüsyon*		1 mL
Na ₂ EDTA · 2H ₂ O	-	4,36 g
FeCl ₃ · 6H ₂ O	-	3,15 g
CuSO ₄ · 5H ₂ O	10	1 mL
ZnSO ₄ · 7H ₂ O	22	1 mL
CoCl ₂ · 6H ₂ O	10	1 mL
MnCl ₂ · 4H ₂ O	180	1 mL
Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	6	1 mL
H ₃ BO ₃	-	1 g
Vitamin Solüsyon*		1 mL
Thiamine · HCl (vitamin B1)	-	100 mg
Biotin (vitamin H)	0,5	1 mL
Cyanocobalamin (vitamin B12)	0,5	1 mL

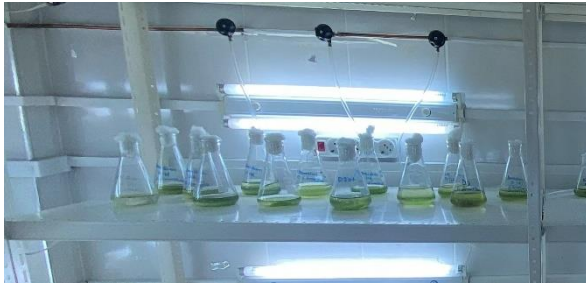
Tablo 5. BG-11 Medium (Andersen, 2005).

Solüsyon	Stok solüsyonu (g/L saf su)	Kullanılan Miktar
Fe sitrat çözeltisi		1 ml
Sitrik asit	6	1ml
Ferrik Ammonium sitrat	6	1ml
NaNO₃	-	1,5 g
K₂HPO₄ · 3H₂O	40	1ml

MgSO ₄ · 7H ₂ O	75	1ml
CaCl ₂ · 2H ₂ O	36	1ml
Na ₂ CO ₃	20	1ml
MgNa ₂ EDTA · H ₂ O	1,0	1ml
İz Element Metal Solüsyon*		1ml
H ₃ BO ₃		2,860 g
MnCl ₂ · 4H ₂ O		1,810 g
ZnSO ₄ · 7H ₂ O		0,220 g
CuSO ₄ · 5H ₂ O	79	1 mL
Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O		0,391 g
Co(NO ₃) ₂ · 6H ₂ O	49,4	1 mL

Scenedesmus spp. Kültür Ortamı

Doğadan izole edilen Scenedesmus spp. ilk olarak 100 mL'lik erlenmayerlere alınarak 25 °C'de, 3200 lux aydınlatmalı ve 110 rpm'de inkübatörde (JRS Lab 32 marka) 16:8 saat gündüz-gece fotoperiyodunda gelişimi sağlanmıştır. Deneme Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde bulunan Alg Ünitesi'ndeki (Şekil 3) 250 mL'lik erlenmayerlere aktarılmıştır (Bold, 1949; Bischoff and Bold, 1963). Her bir grup 3'er tekerrürlü yapılmıştır. Deneme süresi olan 14 gün boyunca sadece CO₂ verilmiştir. Oda sıcaklığı Arçelik marka klima ile 25 °C'ye ayarlanmıştır. Aydınlatma için sıcak-soğuk beyaz floresan lambalar kullanılmıştır. Karıştırma işlemi hava motoruna bağlı hava taşlarının yardımı ile sağlanmıştır.



Şekil 3. Alg ünitesi fotoğrafı

Hücre Sayımı

Scenedesmus spp. hücre sayımında thoma lamı kullanılmış ve 1/3 oranında seyreltilmiş örnekler 14 gün boyunca her gün 2 tekrarlı olacak şekilde sayılmıştır. Thoma lamında ml'de bulunan hücre sayısının hesaplanmasında aşağıda gösterilen formülden yararlanılmıştır:

$$\text{Hücre sayısı (adet/ml)} = A \times SF \times 10000$$

Burada; A: 16 karede sayılan mikroorganizma sayısı, SF: Seyreltme Faktörü ve 1000 ise mm³'ün çevrilmesinde kullanılan sabit sayıdır.

Spesifik Büyüme Hızı (μ)

Scenedesmus spp.'nin spesifik büyüme hızı aşağıdaki formüllerden hesaplanmıştır (Eşitlik 1 ve Eşitlik 2).

Eşitlik 1 (Cirik and Gökpınar, 1999):

$$\mu = 1/(t_1 - t_0) \cdot (3,332) \cdot (\log X/X_0)$$

Burada; μ = Spesifik büyüme hızı (gün⁻¹)
 t_1 ve t_0 = Zaman birimi (gün)
 x ve x_0 = Hücre sayısı (adet/ml)

Eşitlik 2 (Duygu, 2019);

$$\mu = \ln(X_2 - \ln X_1)/t$$

Burada; μ : Spesifik büyüme hızı (gün⁻¹)
 X_1 ve X_2 : Hücre sayısı (adet/ml)
 t = Zaman birimi (gün)

Verilerin değerlendirilmesi

Analizden elde edilecek bulguların istatistiki açıdan önemlerinin değerlendirilmesinde IBM SPSS 20 Software programı kullanılmıştır. Gruplara bağlı değişimini incelemek için One-Way (ANOVA) kullanılmış olup; önemli olan gruplar arasındaki önem düzeyi DUNCAN testiyle karşılaştırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, Erzurum İl sınırları içerisindeki doğal ve yapay göllerden izole edilen Scenedesmus spp. gelişimine farklı kültür ortamlarının etkisi araştırılmıştır. Çalışma 14 gün boyunca devam etmiştir. Deneme grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Bu çalışmada, 3N-BBM ortamı diğer kültür ortamları ile kıyaslandığında ortalama 355 adet/ml hücre sayısı ile en iyi gelişimin sağlandığı kültür ortamı olmuştur.

Bu kültür ortamını BG-11 kültür ortamı 180 adet/ml ile takip etmiştir. Scenedesmus spp. gelişimi en az WC kültür ortamında tespit edilmiştir (Tablo 6). Scenedesmus spp. pH'nın 6,4'de sabit tutulduğu, anaerobik olarak sindirilmiş mezbaha atık suyunda gelişimi araştırılmış ve yaz aylarında yetiştirilen alg kültürleri, kışın yetiştirilenlere göre 2,3-2,7 kat daha yüksek biyokütle verimliliğine sahip olduğunu bildirmişlerdir (Shayesteh et al., 2023).

Scenedesmus quadricauda'nın LC Oligo kültür ortamında biyokütle gelişimi araştırıldığı diğer bir çalışmada ise bu kültür ortamına ilk kullanımdan sonra ya nitrojen (N) ve fosfor (P) ya da ortam bileşimindeki tüm besin maddeleri eklenmiş; çalışma sonunda tüm besin maddelerinin eklendiği kültür ortamında hücre sayısında artış gözlemlendiğini saptamışlardır (Rocha et al., 2015).

Bu çalışmada 3N-BBM gelişimi en düşük gelişimin gözlemlendiği kültür ortamından yaklaşık 3 kat daha fazla biyokütle verimliliğine sahip olduğu bulunmuştur.

Tablo 6. *Scenedesmus* spp. hücre sayısının kültür ortamları ve güne bağlı değişimi (n=4)

Medium Gün	Hücre sayısı (adet/ml, 10 ⁴)			
	WC*	BBM	3N-BBM	BG-11
1	10 ^{Al**}	10 ^{Am}	10 ^{Am}	10 ^{Am}
2	12 ^{Cl}	11 ^{Dm}	20 ^{Bl}	46 ^{Al}
3	27 ^{Dk}	32 ^{Cl}	60 ^{Bk}	78 ^{Ak}
4	43 ^{Dh}	58 ^{Cj}	102 ^{Aj}	93 ^{Bi}
5	30 ^{Dj}	57 ^{Ck}	186 ^{Al}	87 ^{Bj}
6	36 ^{Di}	79 ^{Cl}	342 ^{Ah}	120 ^{Bh}
7	52 ^{Dg}	91 ^{Ch}	390 ^{Ac}	189 ^{Bg}
8	85 ^{Df}	111 ^{Cg}	432 ^{Aa}	200 ^{Bf}
9	93 ^{De}	130 ^{Cc}	426 ^{Ab}	225 ^{Bc}
10	104 ^{Dd}	128 ^{Cf}	401 ^{Ac}	270 ^{Bd}
11	134 ^{Dc}	168 ^{Ca}	400 ^{Ad}	298 ^{Bb}
12	190 ^{Cb}	165 ^{Db}	390 ^{Ac}	296 ^{Bc}
13	192 ^{Ca}	160 ^{Dc}	370 ^{Ag}	296 ^{Bc}
14	189 ^{Cb}	156 ^{Dd}	375 ^{Af}	301 ^{Ba}

**A,B,C,D: Büyük harfler aynı gün içerisindeki kültür ortamları arasındaki farkı göstermektedir ve aynı satır içerisindeki farklı büyük harfler taşıyan kültür ortamları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

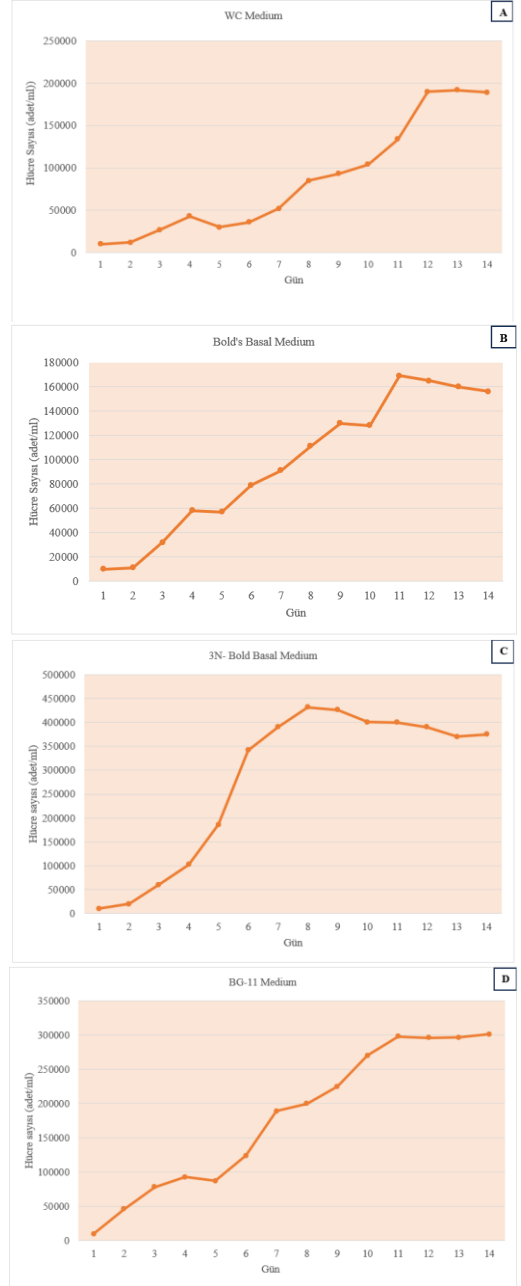
a, b,c,d,: Küçük harfler her bir kültür ortamı için günler arası farkı göstermektedir ve aynı sütundaki farklı küçük harf taşıyan günler arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

WC kültür ortamında geliştirilen *Scenedesmus* spp. hücrelerin sayımları ilk kez 24 saat sonunda thoma lamında mikroskop altında yapılmıştır. Sayımın 4. gününde hücre sayısı hızlı şekilde artmıştır ancak ilerleyen günlerde artış hızı daha yavaş şekilde olmuştur. 8. gününden sonra logaritmik bir artış gözlemlenmiştir. Maksimum hücre sayısına 12. günde (190 x10⁴ adet/ml) ulaşılmıştır. 12. günden sonra durağan fazda kalmıştır (Şekil 4).

BBM ortamında *Scenedesmus* spp. gelişimi 4. günden sonra başlamış; 6. günden 11. güne kadar doğrusal olarak artış göstermiştir. Maksimum hücre sayısına 11. günde (168 x 10⁴ adet/ml) ulaşılmıştır. 11. günden sonra durgun faza geçmiştir (Şekil 4).

Scenedesmus spp. gelişimi 3N-BBM ortamında en iyi sonucu vermiştir. Bu kültür ortamında lag fazı 4 gün sürmüştür. Log fazı hızlı ve yoğun gelişim göstererek 8. günde tamamlanmış ve en yüksek değere (430 x10⁴ adet/ml) ulaşılmıştır. Diğer günlerde her ne kadar artış ve azalışlar gösterse de durgun fazda kalmıştır (Şekil 4).

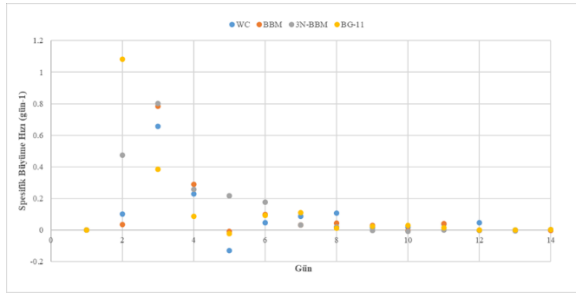
Araştırma periyodu boyunca ikinci iyi gelişimi sağlayan kültür ortamı BG-11 Medium'dur. Bu kültür ortamında lag fazı 1 gün sürmüş ve 2. Günden itibaren log fazına geçmiştir. Log fazı 11 gün sürmüş ve en yüksek hücre sayısı olan 300 X 10⁴ adet/ml değerine ulaşmıştır. Daha sonra durgun fazda deneme sonlandırılmıştır (Şekil 4). 3-NBBM kültür ortamı ile karşılaştırıldığında daha uzun süre gelişim olmasına rağmen hücre sayısı olarak bu besiyerinden 1,2 kat daha az gelişim tespit edilmiştir.



Şekil 4. Farklı kültür ortamlarında *Scenedesmus* spp. gelişim faz grafiği (A: WCM, B: BBM, C:3N-BBM, D:BG-11).

Scenedesmus spp. başta biyodizel çalışmaları (Matusanaga et al., 2009; Garcia-Moscoso et al., 2013; Yang et al., 2020) olmak üzere bir çok araştırmada en fazla kullanılan mikroalgdır. Bu çalışmalarda en önemli sorun *Scenedesmus* spp.'nin hücre gelişiminin sürdürülebilir olmasıdır. Bu nedenle farklı kültür koşulları denenmektedir (Mandal and Mallick, 2009; Baydaş, 2010; Xin et al., 2010; Xin et al., 2011; Ağırman, 2015; Liu, 2016; Çoban, 2019; Kar, 2019; Kurusakız, 2020; Özalin, 2020).

Bu araştırmada, *Scenedesmus* spp. spesifik büyüme hızı WC medium için 0,20 gün-1, BBM için 0,19 gün-1, 3N-BBM için 0,21 gün-1 ve BG-11 medium için 0,12 gün-1 olarak hesaplanmıştır (Tablo 7). *Scenedesmus* spp. uygulanan kültür ortamlarının spesifik büyüme hızına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). *Scenedesmus* spp.'nin günlere bağlı spesifik büyüme hızı değişimi şekil 5'de verilmiştir. WC, BBM ve BG-11 kültür ortamlarında 5. günde spesifik büyüme gerilemiş ve daha sonra tekrar artış tespit edilmiştir. 3N BBM ise devamlı bir artış saptanmış ancak 9. günden sonra negatif büyüme gözlemlenmiş olmasına rağmen günlük en yüksek spesifik büyüme hızına bu kültür ortamında rastlanılmıştır.



Şekil 5. *Scenedesmus* spp. spesifik büyüme hızının günlere bağlı değişimi.

Tablo 7. *Scenedesmus* spp. farklı kültür ortamlarının spesifik büyüme hızı, hücre sayıları (ORT±SD)

Besin Ortamı	Hücre sayısı (adet/ml, 10 ⁴)	Sapessifik Büyüme Hızı (saat ⁻¹)	
		0. gün	14. gün
WC	10,25±1,26	189,25±0,50	0,53
BBM	10,25±1,26	155,75±0,50	0,43
3N-BBM	10,25±1,26	374,75±0,50	1,09
BG-11	10,25±1,26	301±0,00	0,87

Duygu (2019) *Scenedesmus obliquus*'a 7 farklı kültür ortamı (Bold Wynne, Knop, Prat, Yagojinski, KANMW, KINMW, BENMW ve OBNMW) uygulaması yapmış kültür ortamlarının en büyük ve en küçük spesifik büyüme hızları sırasıyla 0,018 saat-1 ve 0,007 saat-1 olarak hesaplamışlardır.

Bu çalışmamamızda en yüksek ve en düşük spesifik büyüme hızı 1,09 saat-1 ve 0,43 saat-1 olarak saptanmıştır. Kültür ortamlarında azot eklenmesinin aynı cins üzerindeki spesifik büyüme hızını arttırdığını söyleyebiliriz.

SONUÇ

Sonuç olarak *Scenedesmus* spp. hücre gelişimine kültür ortamındaki azot (N) oranının artırılmasının hücre sayısını pozitif yönde etki ettiği tespit edilmiştir. Deneme süresi boyunca hücre sayısının 3N-BBM kültür ortamında en fazla olduğu saptanmıştır. Mikroalgler ticari olarak birçok alanda kullanılmaktadır ve mikroalg kültürlerinde en önemli sorunlardan birisi düzenli ve hızlı gelişim göstermelerinin istenmesidir. Bu çalışma ile *Scenedesmus* spp. hücre gelişimi için en uygun kültür ortamı değerlendirilmiştir. Gelecekte bu çalışmaların farklı kültür ortam denemeleri ile devam etmesinin yanı sıra hem hücre gelişimini tetikleyen mekanizmaların ortaya konulması hem de hücre organellerindeki değişimi ortaya koyacak hücre genetiği çalışmalarının yapılması tavsiye edilmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI:

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Ağırman, N. (2015). *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus*'un Gelişimi, Pigment Oluşumu, Lipit Ve Protein İçeriği Üzerine Farklı Stres Faktörlerinin Etkileri. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Andersen, R.A. (2005). *Algal Culturing Techniques* (1). San Diego, ABD: Elsevier Science Publishing Co.
- Baydaş, F. (2010). Farklı İki Mikroalg (*Scenedesmus dimorphus* ve *Chlorella vulgaris*) ve Kuru Ekmek Mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) ile Beslenen *Moina micrura* (Kurz, 1874)'nın Besin Alma Aktivitesinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Becker, E.W. (2013). *Microalgae for human and animal nutrition*. Handbook of microalgal culture: applied phycology and biotechnology, 461-503.
- Becker, E.W., (1995). *Microalgae: Biotechnology and Microbiology*. P: 293. Cambridge University Pres.
- Ben-Amotz, A., Avron, M. (1983). Accumulation of metabolites by halotolerant algae and its industrial potential. *Ann. Rev. Microbiol*, 37:95-119.
- Bischoff, H.W., Bold H.C. (1963). Filamentous and Colonial Soil Algae from Dauphin Island, Alabama. *Transactions of the American Microscopical Society*, 88(2), 240-246.

- Blair, M. F., Kokabian, B., & Gude, V. G. (2014). Light and growth medium effect on *Chlorella vulgaris* biomass production. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2(1), 665–674. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2013.11.005>.
- Blair, M.F., Kokabian, B., Gude, V.G. (2014). Light and growth medium effect on *Chlorella vulgaris* biomass production. *J. Environ. Chem. Eng.*, 2 (1), 665-674.
- Bold H.C. (1949). The Morphology of *Chlamydomonas chlamydogama*, Sp. Nov. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 76(2), 101-108.
- Borowitzka, L.J. (1991). Development of western biotechnology's algal β -carotene plant. *Bioresource technology*, 38(2-3), 251-252.
- Borowitzka, M. A. (1997). Microalgae for aquaculture: Opportunities and constraints. *Journal of Applied Phycology*, 9(5), 393–401. <https://doi.org/10.1023/A:1007921728300>.
- Brown, M. R., Jeffrey, S. W., Volkman, J. K., & Dunstan, G. A. (1997). Nutritional properties of microalgae for mariculture. *Aquaculture*, 151(1–4), 315–331. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(96\)01501-3](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01501-3).
- Cirik, S. & Gökpinar, Ş. (1999). *Plankton Bilgisi ve Kültürü*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi ders kitabı, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
- Çoban, A. (2019). Farklı Azot Kaynaklarının *Scenedesmus acutus* meyân'ın Gelişimi, Lipit ve Protein Miktarı Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Del Campo, J. A., Moreno, J., Rodríguez, H., Angeles Vargas, M., Rivas, J., & Guerrero, M. G. (2000). Carotenoid content of chlorophycean microalgae: factors determining lutein accumulation in *Muriellopsis* sp. (Chlorophyta). *Journal of Biotechnology*, 76(1), 51–59. [https://doi.org/10.1016/S0168-1656\(99\)00178-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1656(99)00178-9).
- Demirel, Z. (2006). Eğirdir Gölünden İzole Edilen Yeşil Mikroalg (Chlorophyta) *Scenedesmus protuberans* Fris.'in Antimikrobiyal ve Antioksidan Özelliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Duygu, D. Y. (2019). Growth Kinetics of *Scenedesmus obliquus* strains in different nutrient media. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 5(2), 95-103. <https://doi.org/10.17216/limnofish.514166>.
- Fabregas, J., Toribio, L., Abalde, J., Cabezas, B., Herrero, C. (1984). *Aquacultural Engineering Approach to biomass production of the marine microalga Tetraselmis suecica (kylin) butch using common garden fertilizer and soil extract as cheap nutrient supply in batch cultures*, 6(2):141-150.
- Garcia-Moscoco, J.L., Obeid, W., Kumar, S., Hatcher, P.G. (2013). Flash hydrolysis of microalgae (*Scenedesmus* sp.) for protein extraction and production of biofuels intermediates. *The Journal of Supercritical Fluids*, 82, 183-190.
- Guedes, A.C., Gião, M.S., Seabra, R., Ferreira, A.S., Tamagnini, P., Moradas-Ferreira, P., & Malcata, F.X. (2013). Evaluation of the antioxidant activity of cell extracts from microalgae. *Marine drugs*, 11(4), 1256-1270.
- Güner, H., Aysel A., (2006). *Tohumuz Bitkiler Sitematiği*. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar serisi, no:108 VI. Baskı, 1.cilt, 117-120,
- Hu, Q., Sommerfeld M., Jarvis, E., Ghirardi, M., Posewitz, M., Seibert, M., Darzins, A. (2008). Microalgal triacylglycerols as feedstocks for biofuel production: perspectives and advances. *Plant J*, 54(4):621-39.
- Jayasankar, R., & Polywal, K. (2000). Seasonal variation in the essential micro-nutrients of *Gracilaria* spp. of Tamil Nadu coast. *Indian Journal of Fisheries*, 47(4), 349-354.
- Jensen, G.S. (2001). Blue-green algae as an immunoenhancer and biomodulator. *J. Am. Nutraceutical Assoc.*, 3, 24-30.
- Juneja, A., Ceballos, R. M., & Murthy, G. S. (2013). Effects of environmental factors and nutrient availability on the biochemical composition of algae for biofuels production: A review. *Energies*, 6(9), 4607–4638.
- Kar, F. (2019). *Scenedesmus dimorphus* Biyofilm Kültürlerinde Azot Açlığının Lipid Üretimi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.
- Kurusakız, M. (2020). *Scenedesmus intermedius* ve *Scenedesmus planctonicus* Alg Türlerinde Azota Bağlı Lipit İçeriğindeki Değişimlerin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale.
- Liu, J., Qiu, W., Song, Y. (2016). Stimulatory effect of auxins on the growth and lipid productivity of *Lopez*, B. R., Palacios, O. A., Bashan, Y., Hernandez-Sandoval, F. E., De-Bashan L. E. (2019). Riboflavin and lumichrome exuded by the bacterium *Azospirillum brasilense* promote growth and changes in metabolites in *Chlorella sorokiniana*

- under autotrophic conditions. *Algal Research*, 44,1-8.
- Mandal, S., Mallick, N. (2009). Microalga *Scenedesmus obliquus* as a potential source for biodiesel production. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 84, 281-291.
- Matsunaga, T., Matsumoto, M., Maeda, Y., Sugiyama, H., Sato, R., Tanaka, T. 2009. Characterization of marine microalga, *Scenedesmus* sp. strain JPCC GA0024 toward biofuel production, *Biotechnology letters*, 31(9), 1367-1372.
- Mimouni, V., Ulmann, L., Pasquet, V., Mathieu, M., Picot, L., Bougaran, G., ... & Schoefs, B. (2012). The potential of microalgae for the production of bioactive molecules of pharmaceutical interest. *Current pharmaceutical biotechnology*, 13(15), 2733-2750.
- Özalm, G. (2020). *Scenedesmus regularis* ve *Scenedesmus obliquus* Alg Türlerinde Azota Bağlı Lipit İçeriğindeki Değişimlerin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale Üniversitesi , Kırıkkale.
- P. Coutteau. (1996). "Micro-Algae," In: P. Lavens and P. Sorgeloos, Eds., *Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture*, FAO Fisheries Technical Paper No. 361, Laboratory of Aquaculture & Artemia Reference Center, University of Gent, Belgium.
- Phinyo, K., Pekkoh, J., & Peerapornpisal, Y. (2017). Distribution and ecological habitat of *Scenedesmus* and related genera in some freshwater resources of Northern and North-Eastern Thailand. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 18(3), 1092-1099.
- Plaza, M., Cifuentes, A., & Ibáñez, E. (2008). In the search of new functional food ingredients from algae. *Trends in Food Science and Technology*, 19(1), 31–39.
- Rashid, N., Rehman, M. S. U., Memon, S., Ur Rahman, Z., Lee, K., & Han, J. I. (2013). Current status, barriers and developments in biohydrogen production by microalgae. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, 571–579.
- Richmond, A. (Ed.). (2004). *Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology* (Vol. 577). Oxford: Blackwell science.
- Rocha, G.S., Pinto, F.H.V., Melão, M.G.G., & Lombardi, A.T. (2015). Growing *Scenedesmus quadricauda* in used culture media: is it viable?. *Journal of applied phycology*, 27, 171-178. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-014-0320-8>.
- Shayesteh, H., Raeisossadati, M., Vadiveloo, A., Bahri, P.A., & Moheimani, N. R. (2023). Culture depth effect on *Scenedesmus* sp. growth, photo-physiology and nutrient removal rate in anaerobically digested abattoir effluent. *Journal of applied phycology*, 35(2), 567-580. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-023-02915-2>.
- Shayesteh, H., Raeisossadati, M., Vadiveloo, A., Bahri, P.A., & Moheimani, N.R. (2023). Culture depth effect on *Scenedesmus* sp. growth, photo-physiology and nutrient removal rate in anaerobically digested abattoir effluent. *Journal of applied phycology*, 35(2), 567-580.
- Soletto, D., Binaghi, L., Lodi, A., Carvalho, J. C. M., & Converti, A. (2005). Batch and fed-batch cultivations of *Spirulina platensis* using ammonium sulphate and urea as nitrogen sources. *Aquaculture*, 243(1–4), 217–224.
- Stolz, P., & Obermayer, B. (2005). Manufacturing microalgae for skin care. *Cosmetic and toiletries*, 120(3), 99-106.
- Sukatar, A., (2002). Alg Kültür Yöntemleri. Ege Üni. Fen Fak. Kitapları Serisi No:184, syf: 104.
- Trainor, F. R. (1996). Reproduction in *Scenedesmus*. *Algae. The Korean Journal of Phycology*, 11(2), 183-201.
- Xin, L., Hong-Ying, H., Ke, G., Ying-Xue, S. (2010). Effects of different nitrogen and phosphorus concentrations on the growth, nutrient uptake, and lipid accumulation of a freshwater microalga *Scenedesmus* sp., *Bioresource Technology*, 101, 5494-5500.
- Xin, L., Hong-Ying, H., Yu-Ping, Z. (2011). Growth and lipid accumulation properties of a freshwater microalga *Scenedesmus* sp. under different cultivation temperature. *Bioresource Technology*, 102(3), 3098-3102.
- Xu, M., Bernards, M., & Hu, Z. (2014). Algae-facilitated chemical phosphorus removal during high-density *Chlorella emersonii* cultivation in a membrane bioreactor. *Bioresource technology*, 153, 383-387.
- Zhila, N.O, Kalacheva, G.S., Volova, T.G., (2011). Influence of nitrogen deficiency on biochemical composition of the green alga *Botryococcus*. *J Appl Phycol*, 17:309–315.
- Zhu, L. (2015). Biorefinery as a promising approach to promote microalgae industry: An innovative framework. *Renewable and sustainable energy reviews*, 41, 1376-1384.
- Badger, M.R., & Price, G.D. (1994). The role of carbonic anhydrase in

photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 45, 369-392.
<https://doi.org/10.1146/annurev.pp.45.060194.002101>.

Atatürk Üniversitesi Alabalık Dergisi (TJAU)

Yazım Kuralları

The Trout Journal of Atatürk University (TJAU) (Atatürk Üniversitesi Alabalık Dergisi) yılda iki kez (Haziran ve Aralık) yayınlanmaktadır. Derginin yayın dili İngilizce ve Türkçedir. Özgün araştırma makaleleri; daha önce yayınlanmamış ve 7500 kelimeyi veya 25 makale sayfasını geçmemesi gereken orijinal tam uzunlukta araştırma makaleleri (tablo ve çizimler dahil), Derleme makaleleri; topikal konularda ve 10.000 kelimeye veya 25 el yazması sayfaya kadar (tablolar ve şekiller dahil) Kısa iletişimler; ön nitelikte olabilecek çalışmaları tanımlamak (tercihen tablolar ve şekiller dahil olmak üzere en fazla 3000 veya 10 el yazması sayfa) olmalıdır.

Tüm çalışmalar, en az 2 nitelikli hakem tarafından hakem değerlendirme sürecine tabi tutulur. Gönderilen çalışmalar, baş editör tarafından nihai onay alındıktan sonra yayınlanır. Makaleler bildiri olarak sunulabilir ancak bildiri kitapçığında kaynak gösterilerek sadece özet yayınlanabilir. Makalenin tümü ya da bir bölümü kaynak gösterilmeden hiçbir yerde kullanılamaz. Makale boyunca referanslar, tablo başlıkları ve şekil başlıkları da dahil olmak üzere 12 punto (Times New Roman tercih edilir), ve A4 boyutlu kâğıdın her iki tarafında 25 mm kenar boşlukları olmalıdır. Yazı aralığı 1,5 boşluk olmalıdır.

Makale metni aşağıdaki başlıklardan oluşmalıdır;

Başlık

Yazar isimleri, bağlı oldukları kurumlar Sorumlu yazarın e-postası

Ana metin

Özet (100-350 kelime) Anahtar kelimeler (3-5 kelime)

Giriş

Materyal ve Metot Sonuçlar ve Tartışma Teşekkürler (gerekirse) Kaynaklar

Resim yazısı içeren tablo(lar) (metinde uygun konumda)

Resim yazısı içeren şekil(ler) (metinde uygun konumda)

Ve ekler (varsa)

Bildiriler Türkçe yada İngilizce olarak yazılmalıdır. Metninizi kelime işlem yazılımı kullanarak hazırlanmalı ve ".doc" veya ".docx" formatlarında kaydedilmelidir. Kaynaklar APA 7 formatına göre yazılmalıdır.

Makale içinde sadece çizelge ve şekil ifadeleri kullanılmalı, kullanılan her çizelge ve şekle makale içinde atıf yapılmalıdır. Çizelge başlığı, içeriği ve dip not 10 punto, dik, sola dayalı olmalıdır. Çizelge içindeki en küçük yazı karakteri 8 punto olmalıdır. Başlık çizelgenin üstüne Çizelge 1. şeklinde koyu yazılmalı, başlık kısmı cümlelerin ilk harfi büyük diğerlerinin tümü küçük normal kalınlıkta yazılmalı, cümle sonunda nokta olmamalıdır. Çizelge başlığı ve içeriğinin satır aralığı üstten ve alttan 0 pt olmalıdır. Çizelge sütunlarına ait ilk satırlar koyu ve kelimelerin baş harfi büyük olmalıdır.

Tablolar kesinlikle yatay sayfa yapısında ayarlanmamalıdır. Dikey sayfaya sığmayan tablolar bölünerek iki ayrı tablo olarak verilmelidir. Çizelge satır ve sütunlarındaki değerler yazılırken değerlerin başında veya sonunda space tuşu kullanılarak kesinlikle boşluk verilmemelidir. Şekil başlıkları ise Şekil 1. biçiminde 10 pt yazıldıktan sonra ilk kelimenin baş harfi büyük diğer tüm harfleri küçük normal kalınlıkta yazılmalı, başlık sonuna nokta konulmamalıdır. Şekil başlığı şeklin altında yer almalıdır. Kullanılan şekillerin kalitesi uygun olmalıdır (en az 300 dpi), karışık matematiksel denklemler, karışık kimyasal yapılar gibi gösterimler kalitesi yüksek vektör veya bitmap resimler halinde olmalıdır.

Makale içinde yer alan tüm bilimsel kısaltmalar Uluslararası Birimler Sistemi (International System of Units)'ne göre verilmelidir. Rakamsal gösterimlerde ondalık ayraç olarak nokta (örneğin: 1.25), bindelik ayraç olarak ise virgül (örneğin: 2,000,000) kullanılmalıdır. Bindelik ifadelerden metin içinde kaçınılmalıdır (örneğin: 2,455,632 yerine yaklaşık 2.5 milyon). Bu gibi büyük sayıların tam değerlerinin çizelgeler içerisinde verilmesi karışıklığı engelleyecektir.

Sayı ile birimi arasında 1 boşluk bırakılmalıdır (10 kg gibi), % işaretinden sonra boşluk bırakılmamalıdır (%35).

YAZARLARA ÖNEMLİ NOT

Tüm yazarlar:

Sunulan makalenin yazar(lar)ın orijinal çalışması olduğunu, tüm yazarların bu çalışmaya bireysel olarak katılmış olduklarını ve bu çalışma için her türlü sorumluluğu aldıklarını, sunulan makalenin tüm yazarlarından makaleyle ilgili tüm mali hakları Atatürk Üniversitesi Alabalık

Dergisine devrettiklerini, formlardaki taahhütleri kabul ettiklerini, doğmuş veya doğabilecek tüm uyuşmazlıklardan sorumlu olacaklarını, tüm yazarların sunulan makalenin son halini gördüklerini ve onayladıklarını, tüm yazarlarla ilgili e-mail ve posta adreslerinin dergi sistemine doğru girildiğini (sonradan olan değişikliklerin ivedi olarak bildirilmesini), makalenin yazılması sırasında kullanılan metin işleme çizim fotoğraflama analiz gibi her türlü bilgisayar programının telif haklarını çiğnemediklerini, makalenin başka bir yerde basılmadığını veya basılmak için sunulmadığını, makalede bulunan metnin şekillerin ve dokümanların diğer şahıslara ait olan telif haklarını ihlal etmediğini, sunulan makale üzerindeki mali haklarını özellikle işleme, çoğaltma, temsil, basım yayım, dağıtım ve internet yoluyla iletim de dahil olmak üzere her türlü umuma iletim haklarını Atatürk Üniversitesi Alabalık Dergisi yetkili makamlarınca sınırsız olarak kullanılmak üzere Atatürk Üniversitesi Alabalık Dergisine devretmeyi kabul ve taahhüt eder. Buna rağmen yazar(lar)ın veya varsa yazar(lar)ın işvereninin patent hakları, yazar(lar)ın gelecekte kitaplarında veya diğer çalışmalarında makalenin tümünü ücret ödemeksizin kullanma hakkı, makaleyi satmamak koşuluyla kendi amaçları için çoğaltma hakkı gibi fikri mülkiyet hakları saklıdır. Bununla beraber yazar(lar) makaleyi çoğaltma, postayla veya elektronik yolla dağıtma hakkına sahiptir. Makalenin herhangi bir bölümünün başka bir yayında kullanılmasında Atatürk Üniversitesi Alabalık Dergisi'nin yayıncı kuruluş olarak belirtilmesi ve dergiye atıfta bulunulması şartıyla izin verilir. Sorumlu yazar olarak, telif hakkı ihlali nedeniyle üçüncü şahıslarca istenecek hak talebi veya açılacak davalarda Atatürk Üniversitesi Alabalık Dergisi ve dergi editörlerinin hiçbir sorumluluğunun olmadığını, tüm sorumluluğun sorumlu yazara ait olduğu taahhüt edilir. Ayrıca makalede hiçbir suç unsuru veya kanuna aykırı ifade bulunmadığını, araştırma yapılırken kanuna aykırı herhangi bir malzeme ve yöntem kullanılmadığı, çalışma ile ilgili tüm yasal izinlerin alındığı ve etik kurallara uygun hareket edildiği taahhüt edilir. Yayınlanan makalelere ayrıca telif ücreti ödenmez.

The Trout Journal of Atatürk University (TJAU)

Author Guidelines

General Rules

The Trout Journal of Atatürk University (TJAU) is published twice a year (June and December). The publication language of the journal is English and Turkish.

All studies are subject to the referee evaluation process by at least 2 qualified referees. Submitted studies are published after final approval by the editor-in-chief.

Articles can be presented in symposiums, but only the abstract can be published by citing the source in the proceeding's book let. All or part of the article cannot be used anywhere without showing the source.

Article Types

Original research articles; review articles, short communication. Original research articles; Original full-length research articles (including tables and drawings) that have not been previously published and should not exceed 7500 words or 25 article pages Review articles; Short communications on topical topics and up to 10,000 words or 25 manuscript pages (including tables and figures); Identify works that may be of a preliminary nature (preferably no more than 3000 or 10 manuscript pages, including tables and figures).

Preparation of Manuscripts:

Papers should be written in Turkish or English. Prepare your text using word processing software and write ". doc" or ". docx" formats.

Manuscripts should be structured in the following order;

Title

Author names, affiliations

Corresponding author's e-mail

Main text

Abstract (100-350 words)

Keywords (3-5 words)

Introduction,

Material and Method,

Results and Discussion

Acknowledgments (if necessary)

References

Table(s) with captions (in appropriate position in text)

Figure(s) with captions (in appropriate position in text)

And attachments (if any).

References throughout the manuscript should be 12 pt (Times New Roman preferred), including table captions and figure captions, and 25 mm margins on each side of A4 size paper. The spacing should be 1.5 spaces.

In particular, it is preferable not to use hyphenated words. Genus and species names should be given in italics.

All pictures, figures and tables should be placed at the appropriate points in the text, not at the end of the text. (Details on the preparation of pictures and tables are listed below).

References

The references to be given in the References section should be listed as "7th Edition of APA Citation".

Figures and Tables

Only table and figure expressions should be used in the manuscript, and each table and figure must be cited in the manuscript. The font of figure title, contents, and footnote must be 10-points, normal, and left-justified. The smallest font character in the figure must be 8-points. The title should be written in bold on the top of the figure; The first letter of the title should be uppercase, and following letters must be lowercase in normal thickness, the sentence must not be finished by a dot. The line spacing of the figure title and its contents should be 0 pt from the top and bottom. The first lines of the table columns must be bold and the initial of the words should be uppercase.

Tables should never be adjusted in the horizontal page structure. Tables that do not fit on the vertical page should be divided and given as two separate tables. While writing the values in the table rows and columns, spaces should never be given at the beginning or end of the values by using the space key. Figure titles should be written as "Figure 1" with 10-point, the initial letter should be uppercase and all other letters should be written in lowercase with normal thickness, and the dot should not be placed at the end of the title. Figure title should be below the figure. The quality of the figures must be suitable (at least 300 dpi); Complicated mathematical equations, complicated chemical structures should be in high-quality vector or bitmap images, etc.

All scientific abbreviations contained in the article should be given according to the International System of Units. In numerical notation, the dot should be used as decimal separator in numeric notation (for example 1.25), and the comma should be used as a thousand separator (for example 2,000,000). The numerical expressions of thousands should be avoided in the text (for example approximately 2.5 milli on instead of 2,455,632). Giving the exact values of such large numbers in tables prevent confusion.

There should be one space between number and unit (e.g. 10 kg), no space should be present before the symbol % (e.g. 35%).

IMPORTANT NOTE TO AUTHORS

All authors:

That the submitted article is the original work of the author (s), that all the authors participated in this study individually and took all responsibility for this study, that all the authors of the submitted article have transferred all financial rights related to the article to the Trout Journal of Atatürk University, that they will be responsible for all disputes that may arise or may arise, that all authors have seen and approved the final version of the submitted article, that the e-mail and postal addresses of all the authors have been entered into the journal system (notification of the subsequent changes as soon as possible), that the text used during the writing of the article is analyzed. do not infringe the copyrights of any computer programs, that the article has not been printed or made available elsewhere, and that the text contained in the to use the financial rights of the submitted article, including processing, reproduction, representation, printing, distribution and transmission via the Internet, by the competent authorities of The Trout Journal of Atatürk University. However, the intellectual property rights of the author (s) or, if any, the employer's patent rights, and the author (s) 's right to use the entire article at no cost in their future books or other work, and the right to reproduce the article for their own purposes, provided that it does not sell, are reserved. The author (s), however, have the right to

reproduce, distribute by mail or electronic means. The use of any part of the article in another publication is permitted, provided The Trout Journal of Atatürk University is referred to as the publisher and that the journal is cited. As the responsible author, it is assured that The Trout Journal of Atatürk University and journal editors have no responsibility for the rights or claims to be filed by third parties due to copyright infringement and that all responsibility belongs to the responsible author. In addition, it is assured that there are no criminal elements or unlawful statements in the article, that no illegal materials and methods are used during the research, that all legal permissions related to the work are obtained and that ethical rules are followed. No copyright fee is paid to published articles.