

Su Ürünleri ve Ziraatte Yenilikçi Yaklaşımlar: Sürdürülebilirlik, Teknoloji ve Ekolojik Stratejiler

Editörler

Banu YÜCEL

Mustafa Tolga TOLON



© Copyright 2024

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Kitabevi AŞ'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanhı bandrolü ile satılmaktadır.

ISBN	Sayfa ve Kapak Tasarımı
978-625-375-095-4	Akademisyen Dizgi Ünitesi
Kitap Adı	Yayıncı Sertifika No
Su Ürünleri ve Ziraatte Yenilikçi Yaklaşımlar: Sürdürülebilirlik, Teknoloji ve Ekolojik Stratejiler	47518
Editörler	Baskı ve Cilt
Banu YÜCEL ORCID iD: 0000-0003-4911-7720 Mustafa Tolga TOLON ORCID iD: 0000-0002-2233-0663	Vadi Matbaacılık
Yayın Koordinatörü	Bisac Code
Yasin DİLMEN	TEC003120
	DOI
	10.37609/akya.3304

Kütüphane Kimlik Kartı

Ziraat ve Su Ürünleri / ed. Banu Yücel, Mustafa Tolga Tolon.
Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2024.
279 s. : şekil, tablo. ; 160x235 mm.
Kaynakça ve İndeks var.
ISBN 9786253750954

GENEL DAĞITIM

Akademisyen Kitabevi AŞ

Halk Sokak 5 / A Yenışehir / Ankara

Tel: 0312 431 16 33

siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

ÖN SÖZ

Akademisyen Yayınevi yöneticileri, yaklaşık 35 yıllık yayın tecrübesini, kendi tüzel kişiliklerine aktararak uzun zamandan beri, ticarî faaliyetlerini sürdürmektedir. Anılan süre içinde, başta sağlık ve sosyal bilimler, kültürel ve sanatsal konular dahil 3100'ü aşkın kitabı yayımlamanın gururu içindedir. Uluslararası yayınevi olmanın alt yapısını tamamlayan Akademisyen, Türkçe ve yabancı dillerde yayın yapmanın yanında, küresel bir marka yaratmanın peşindedir.

Bilimsel ve düşünsel çalışmaların kalıcı belgeleri sayılan kitaplar, bilgi kayıt ortamı olarak yüzlerce yılın tanıklarındır. Matbaanın icadıyla varoluşunu sağlam temellere oturtan kitabın geleceği, her ne kadar yeni buluşların yörüngesine taşınmış olsa da, daha uzun süre hayatımızda yer edineceği muhakkaktır.

Akademisyen Yayınevi, kendi adını taşıyan “**Bilimsel Araştırmalar Kitabı**” serisiyle Türkçe ve İngilizce olarak, uluslararası nitelik ve nicelikte, kitap yayımlama sürecini başlatmış bulunmaktadır. Her yıl mart ve eylül aylarında gerçekleşecek olan yayımlama süreci, tematik alt başlıklarla devam edecektir. Bu süreci destekleyen tüm hocalarımıza ve arka planda yer alan herkese teşekkür borçluyuz.

Akademisyen Yayınevi A.Ş.

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1	Yumuşak Kabuklu Yengeç Yetiştiriciliği	1
	<i>Halil ŞEN</i>	
Bölüm 2	Tatlı Su Akvaryum Balıklarının Üreme Davranışları, Ortamı ve Materyal Seçimleri	11
	<i>Meryem ÖZ</i>	
	<i>Dilek ŞAHİN</i>	
	<i>Ünal ÖZ</i>	
	<i>Orhan ARAL</i>	
Bölüm 3	Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Sürdürülebilirlik Ölçütleri: FCR, FIFO, FFDR Kavramları	47
	<i>Kutsal GAMSIZ</i>	
	<i>Ali Yıldırım KORKUT</i>	
Bölüm 4	Deniz Ekosisteminde Hayalet Avcılık ve Tür Çeşitliliğine Etkisi	61
	<i>Ali ULAŞ</i>	
Bölüm 5	Uzaktan Algılama ve Balıkçılıkta Kullanımı.....	75
	<i>Adnan TOKAÇ</i>	
Bölüm 6	Su Ürünleri Alanında Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Kullanımı ve Meteorolojik Verilerin Önemi.....	85
	<i>Erdem ÖZSOY</i>	
	<i>Serpil SERDAR</i>	
Bölüm 7	Su Ürünleri Muhafasazında Postbiyotikler.....	95
	<i>Esmeray KÜLEY</i>	
	<i>Yetkin SAKARYA</i>	
Bölüm 8	Fermente Deniz Ürünleri Kaynaklı Nutrasötikler	113
	<i>Hatice YAZGAN</i>	
Bölüm 9	Balık Silajı Hazırlama Yöntemleri ve Kullanım Alanları.....	139
	<i>Gülsün ÖZYURT</i>	
	<i>Yetkin SAKARYA</i>	
Bölüm 10	Balık Yağı ve Yağ Asitleri: Sağlık Faydaları ve Uygulamaları	171
	<i>Barış BAYRAKLI</i>	
Bölüm 11	Deniz Kaplumbağalarının Sürdürülebilirliği ve Türkiye Denizlerindeki Türlerin Genel Özellikleri.....	189
	<i>Akile ESENLİOĞULLARI</i>	
	<i>Zafer TOSUNOĞLU</i>	

İçindekiler

Bölüm 12	Mersin Balığının Doğal Habitatına Yeniden Kazandırılmasında Ekolojik ve Biyolojik Stratejiler	207
	<i>Barış BAYRAKLI</i>	
	<i>Hünkar Ayni DUYAR</i>	
Bölüm 13	Antalya Körfezinin Lesepsiyan (Kızıldeniz Kökenli) Balıkları	221
	<i>Kemal GÖKOĞLU</i>	
	<i>Mete KUŞAT</i>	
Bölüm 14	Bitki Gelişimini Destekleyen Rizosferik Fungi.....	237
	<i>Çiğdem KÜÇÜK</i>	
Bölüm 15	Ekstrüzyon Teknolojisi, Prensibi, Gıda Uygulamaları ve Gıda Bileşenleri Üzerine Önemli Etkileri.....	251
	<i>Selda BULCA</i>	

YAZARLAR

Dr. Öğr. Üyesi Orhan ARAL

Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Yetiştiricilik AD

Doç. Dr. Barış BAYRAKLI

Sinop Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Su Ürünleri Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Selda BULCA

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gıda Teknolojileri AD

Prof. Dr. Hünkar Avni DUYAR

Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İşleme Teknolojisi AD

Dr. Akile ESENLİOĞULLARI

Karayolları 2. Bölge Müdürlüğü

Dr. Öğr. Üyesi Kutsal GAMSIZ

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Yetiştiricilik AD

Yüksek Mühendis Kemal GÖKOĞLU

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi

Prof. Dr. Ali Yıldırım KORKUT

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Yetiştiricilik AD

Dr. Öğr. Üyesi Mete KUŞAT

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Avlama Teknolojisi AD

Prof. Dr. Çiğdem KÜÇÜK

Harran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Genel Biyoloji AD

Prof. Dr. Esmeray KÜLEY

Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İşleme Teknolojisi AD

Dr. Öğr. Üyesi Meryem ÖZ

Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Yetiştiricilik AD

Dr. Öğr. Üyesi Ünal ÖZ

Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimleri Bölümü, Balıkçılık Temel Bilimleri AD

Dr. Erdem ÖZSOY

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, İzmir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü

Prof. Dr. Gülsün ÖZYURT

Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İşleme Teknolojisi AD

Arş. Gör. Yetkin SAKARYA

Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İşleme Teknolojisi AD

Prof. Dr. Serpil SERDAR

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Yetiştiricilik AD

Doç. Dr. Dilek ŞAHİN

Sinop Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü

Yazarlar

Prof. Dr. Halil ŞEN

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi
Yetiştiricilik Bölümü, Yetiştiricilik AD

Prof. Dr. Zafer TOSUNOĞLU

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi,
Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi
Bölümü, Avlama Teknolojisi AD

Prof. Dr. Adnan TOKAÇ

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi,
Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi
Bölümü, Avlama Teknolojisi AD

Prof. Dr. Ali ULAŞ

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi,
Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi
Bölümü, Avlama Teknolojisi AD

Doç. Dr. Hatice YAZGAN

Çukurova Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü,
Veterinerlik Gıda Hijyeni ve Teknolojisi, AD

Bölüm 1

YUMUŞAK KABUKLU YENGEÇ YETİŞTİRİCİLİĞİ

Halil ŞEN¹

GİRİŞ

Yengeçler, 1,5 milyon tonun üzerinde perakende pazarlama miktarı ile dünyada avlanan tüm deniz eklembacaklıları arasında % 20'lik bir paya sahiptir. Yengeçlerin lüks tüketim gıdası olarak yer bulduğu pazarda, ihracatta %60'lık payıyla Japonya ilk sırada yer alırken Çin, Amerika ve Vietnam bu ülkeyi takip etmektedir. Yengeçler yoğun olarak, taze, donmuş ve/veya işlenmiş (pişirilmiş kiskaç eti, bacak vs) olarak satılmakta ve tüketilmektedir. Özellikle Amerika pazarında yumuşak kabuklu (soft-shell; yeni kabuk değiştirmiş) olarak yüksek fiyatlardan (taze sert kabuklu 5-7 \$/adet, soft-shell 10-15 \$/adet) alıcı bulmaktadır. En fazla talep gördüğü ülkelerin başında gelen Fransa'da fiyatı 3-6,5 €/kg, İtalya'da 9,5 €/kg ve Şili'de 8 €/kg'dan alıcı bulmaktadır. Yengeç eti, yüksek protein, düşük yağ ve karbonhidrat oranına sahip olmasının yanı sıra zengin mineral madde ve vitamin içeriği bakımından mükemmel bir gıda kaynağıdır (1-4).

Yumuşak kabuklu yengeç, terimi özel olarak herhangi bir yengeç türünü değil, eski sert dış iskeletini yeni sertleşmemiş (yumuşak) bir kabukla değiştiren, kabuk değişiminin ilk saati içinde, herhangi bir yengecin fizyolojik durumunu ifade eder (5) (Şekil 1). Kabuk değişimi eski iskeletin atılarak yerine daha büyük bir kabuğun oluşumunu ve %30-40 oranında büyümeyi sağlar (6). Yumuşak kabuklu yengeç yetiştiriciliği son yıllarda tüm dünyada yüksek pazar fiyatı ve tüketici talepleri doğrultusunda büyük ölçüde artmıştır (7,8). Ancak yengeçlerin yüksek kanibalizm yani yamyamlık özelliğinden dolayı yetiştiricilik bireysel olarak yapılmak zorundadır (9). Çamur yengeci (*Scylla spp.*) ve mavi yengeç (*Portunus spp.*) uluslararası pazarda yumuşak kabuklu yengeç olarak aranan en popüler türlerdir (9,10).

¹ Prof. Dr., Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Bölümü, Yetiştiricilik AD, halil.sen@ege.edu.tr, ORCID iD:0000-0003-0878-3583

SONUÇ

Türkiye'nin jeopolitik konumu yani hem Asya hem de Avrupa ülkelerine olan yakınlığı sebebiyle, ülkemizde var olan ekonomik yengeç türlerinin süratle ticari yetiştiricilik çalışmalarının başlatılmasına ihtiyaç vardır. Böylece ülke ekonomisine ve yeni istihdam alanlarının açılmasının yanı sıra su ürünleri sektörümüzün ürün yelpazesinin genişlemesi ve uluslararası mecrada rekabet gücümüzün artmasına da katkı yapılması mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

1. Türeli, C., Çelik, M. ve Erdem, Ü. İskenderun Körfez'indeki Mavi Yengeç (*Callinectes sapidus* Rathbun, 1896) ve Kum Yengeci (*Portunus pelagicus* Linne, 1758)'nde Et Kompozisyonu ile Veriminin Araştırılması. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*; 1998;24(2000): 195-203.
2. Skonberg, D.I. and Perkins, B.L. Nutrient composition of green crab (*Carcinus maenus*) leg meat and claw meat. *Food Chemistry*; 2002;77(4): 401-404.
3. Musaiger, A.O. and Al-Rumaidh, M.J. Proximate and mineral composition of crab meat consumed in Bahrain. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*; 2005;56(4): 231-235.
4. Jimmy, U. P., and Arazu, V. N. The proximate and mineral composition of two edible crabs *Callinectes amnicola* and *Uca tangeri* (Crustacea: Decapoda) of the Cross River, Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition*; 2012;11(1): 78-82.
5. Freeman, J. A., Kilgus, G., Laurendeau, D. and Perry, H. M. Postmolt and intermolt molt cycle stages of *Callinectes sapidus*. *Aquaculture*; 1987;61(3-4), 201-209.
6. Romano, N. and Zeng, C. The effects of salinity on the survival, growth and haemolymph osmolality of early juvenile blue swimmer crabs, *Portunus pelagicus*. *Aquaculture*; 2006;260(1-4): 151-162.
7. Gaudé, A., and Anderson, J. A. *Soft Shell Crab Shedding Systems*. SRAC Publication; 2011.
8. Tavares, C.P.d.S., Silva, U.A.T., Pereira, L.A. and Ostrensky, A. Systems and techniques used in the culture of soft-shell swimming crabs. *Reviews in Aquaculture*; 2017;10: 913-923. doi.org/10.1111/raq.12207.
9. Kennedy, V. S., and Cronin, L. E. *The Blue Crab: Callinectes sapidus*. Maryland Sea Grant College, University of Maryland, College Park, MD; 2007.
10. Shelley, C. and Lovatelli, A. *Mud crab aquaculture: a practical manual*. FAO Fisheries and aquaculture technical paper, (567), I; 2011.
11. Rashadul Islam, S.M. *Bio-Economic Evaluation of Soft Shell Crab Farming Subjected to the Removal of Chelipeds and Walking Legs or Walking Legs and Swimmerets of Mud Crabs*. Department of Aquaculture Faculty of Fisheries Chattogram Veterinary and Animal Sciences University Chattogram-4225, Bangladesh; (PhD Thesis, pp. 62); 2019.
12. Qunitio, E. T. *Soft-shell crab production using hatchery-reared mud crab*. Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center, Tigbauan, Iloilo, Philippine; 2015.

13. Hungria, D. B., dos Santos Tavares, C. P., Pereira, L. Â., de Assis Teixeira da Silva, U. and Ostrensky, A. Global status of production and commercialization of soft-shell crabs. *Aquaculture International*; 2017;25(6): 2213-2226.
14. Chang, E. S. and Mykles, D. L. Regulation of crustacean molting: a review and our perspectives. *General and comparative endocrinology*; 2011;172(3), 323-330.
15. He, J., Gao, Y., Wang, W., Xie, J., Shi, H., Wang, G. and Xu, W. Limb autotomy patterns in the juvenile swimming crab (*Portunus trituberculatus*) in earth ponds. *Aquaculture*; 2016;463: 189-192. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.05.043
16. Sagi, A., Snir, E. and Khalaila, I. Sexual differentiation in decapod crustaceans: role of the androgenic gland. *Invertebrate Reproduction & Development*; 1997; 31(1-3): 55-61.
17. Venkitraman, P.R., Jayalakshmy, K.V., Balasubramanian, T., Maheswari, N. and Nair, K.K.C. Effects of eyestalk ablation on molting and growth of penaeid prawn *Metapenaeus dobsoni* (de Man), Indian. *Journal of Experimental Biology*; 2004;42: 403-412.
18. Tamone, S. L., Adams, M. M. and Dutton, J. M. Effect of eyestalk-ablation on circulating ecdysteroids in hemolymph of snow crabs, *Chionoecetes opilio*: physiological evidence for a terminal molt. *Integrative and Comparative Biology*; 2005;45(1): 166-171.
19. Quintio, E. T. and Estepa, F. D. P. Survival and growth of mud crab, *Scylla serrata*, juveniles subjected to removal or trimming of chelipeds. *Aquaculture*; 2011;318(1-2): 229-234.
20. Food and Agriculture Organization (FAO). *Fishery and Aquaculture Statistics*, Food and Agriculture Organization of the United Nation; 2015.
22. Waiho, K., Ikhwanuddin, M., Baylon, J. C., Jalilah, M., Rukminasari, N., Fujaya, Y., and Fazhan, H. Moulting induction methods in soft-shell crab production. *Aquaculture Research*; 2021;52(9): 4026-4042. doi.org/10.1111/are.15274
23. Fujaya, Y., Rukminasari, N., Alam, N., Rusdi, M., Fazhan, H., and Waiho, K. Is limb autotomy really efficient compared to traditional rearing in soft-shell crab (*Scylla olivacea*) production? *Aquaculture Reports*; 2020;18: 100432.21. Smith, D. L. Patterns of limb loss in the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, and the effects of autotomy on growth. *Bulletin of Marine Science*; 1990;46(1), 23-36.
24. Rahman, M. R., Asaduzzaman, M., Zahangir, M. M., Islam, S. R., Nahid, S. A. A., Jahan, D. A., and Khan, M. N. A. Evaluation of limb autotomy as a promising strategy to improve production performances of mud crab (*Scylla olivacea*) in the soft-shell farming system. *Aquaculture Research*; 2020;51(6): 2555-2572.
25. Browdy, C. L., and Samocha, T. M. The effect of eyestalk ablation on spawning, molting and mating of *Penaeus semisulcatus* de Haan. *Aquaculture*; 1985; 49: 19-29. doi.org/10.1016/0044-8486(85)90187-5
26. Rana, S. Eyestalk ablation of freshwater crab, *Barytelphusa lugubris*: an alternative approach of hormonal induced breeding. *International Journal of Pure and Applied Zoology*; 2018;6:30-34.
27. Techa, J.S. and Chung, S. Ecdysteroids Regulate the Levels of Molt-Inhibiting Hormone (MIH) Expression in the Blue Crab, *Callinectes sapidus*. *PLOS ONE*; 2015;1-19. doi:10.1371/journal.pone.0117278.
28. Tamsil, A. and Hasnidar, E., 2018. The effect of molting hormone (20-hydroxyecdysone) on molting of mud crab (*Scylla olivacea* Herbst, 1976). *Ecology, Environment and Conservation*; 2018;24(2): 960-967.

29. Raghavan, S. D. A., and Ayanath, A. Effect of 20-OH ecdysone and methyl farnesoate on moulting in the freshwater crab *Travancoriana schirnerae*. *Invertebrate Reproduction and Development*; 2019;63: 309–318. doi.org/10.1080/07924259.2019.1653387
30. Rharrabe, K. Sayah, F., and Lafont, R. Dietary effects of four phytoecdysteroids on growth and development of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella*. *Journal of Insect Science*; 2010;10(1):1-12. doi.org/10.1673/031.010.1301
31. Chandrakala, M. V., Maribashetty, V. G., and Jyothi, H. K. Application of phytoecdysteroids in sericulture. *Current Science*; 1998;74: 341–346.
32. Fujaya, Y. Growth and molting of mud crab administered by different doses of vitomolt. *Jurnal Akuakultur Indonesia*; 2011;10, 24–28. [In Indonesian language]. doi.org/10.19027/jai.10.24-28.
33. Aslamyah, S., and Fujaya, Y. Stimulasi molting dan pertumbuhan kepiting bakau (*Scylla* sp.) melalui aplikasi pakan buatan berbahan dasar limbah pangan yang diperkaya dengan ekstrak bayam. *Ilmu Kelautan*; 2010; 15: 170–178. [In Indonesian language]. doi.org/10.14710/ik.ijms.15.3.170-178.
34. Sorach, K., Pratoonchat, B., Hanna, P.Y., and Suksamrarn, A. Effects of phytoecdysone on the molting period and survival rate of the blue swimming crab, *Portunus pelagicus*. *Journal of Science Technology and Humanities*; 2013;11(2): 87-94.
35. He, J., Gao, Y., Wang, W., Xie, J., Shi, H., Wang, G. and Xu, W. Limb autotomy patterns in the juvenile swimming crab (*Portunus trituberculatus*) in earth ponds. *Aquaculture*; 2016;463: 189-192.
36. Herlinah, H., Tenriulo, A., Septiningsih, E., and Suwoyo, H. S. Survival and response molting of mud crab (*Scylla olivacea*) injected with murbey (*Morus* spp.) leave extract. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*; 2015;7: 247–258. doi.org/10.29244/jitkt.v7i1.9810
37. Nikhlani, A., and Sukarti, K. Survival and metamorphosis rate of swimming crab *Portunus pelagicus* larvae with the use of phytoecdysteroid in the artificial feed. *Jurnal Akuakultur Indonesia*; 2017;16: 261–267. doi.org/10.19027/jai.16.2.261-267
38. Chung, J. S., and Webster, S. G. Dynamics of in vivo release of molt-inhibiting hormone and crustacean hyperglycemic hormone in the shore crab, *Carcinus maenas*. *Endocrinology*; 2005; 46: 5545–5551. https://doi.org/10.1210/en.2005-0859.
39. Pitts, N. L., Schulz, H. M., Oatman, S. R., and Mykles, D. L. Elevated expression of neuropeptide signalling genes in the eyestalk ganglia and Y-organ of *Gecarcinus lateralis* individuals that are refractory to molt induction. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*; 2017;214: 66–78. doi.org/10.1016/j.cbpa.2017.09.011.
40. Cadman, L. R., and Weinstein, M. P. Effects of temperature and salinity on the growth of laboratory-reared juvenile blue crabs *Callinectes sapidus* Rathbun. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*; 1988;121: 193–207. doi.org/10.1016/0022-0981(88)90088-3.
41. Ruscoe, I.M., Shelly, C.C., and Williams, G.R. The combined effects of temperature and salinity on growth and survival of juvenile mud crabs (*Scylla serrata* Forskål). *Aquaculture*; 2004;1-4: 239-247.
42. Brylawski, B. J., and Miller, T. J. Temperature-dependent growth of the blue crab (*Callinectes sapidus*): a molt process approach. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*; 2006; 63: 1298–1308. doi.org/10.1139/f06-011

43. De la Cruz-Huervana, J. J. Y., Qunitio, E. T., and Corre, V. L. Induction of moulting in hatchery-reared mangrove crab *Scylla serrata* juveniles through temperature manipulation or autotomy. *Aquaculture Research*; 2019;50: 3000–3008. doi.org/10.1111/are.14257.

Bölüm 2

TATLI SU AKVARYUM BALIKLARININ ÜREME DAVRANIŞLARI, ORTAMI VE MATERYAL SEÇİMLERİ

Meryem ÖZ¹
Dilek ŞAHİN²
Ünal ÖZ³
Orhan ARAL⁴

GİRİŞ

Sucul yaşamın gözlemlenebilmesi temeline dayanan akvaryum balıkları hobisi, günümüzde önemli ticaret hacmine sahip bir sektörün gelişmesine neden olmuştur. Akvaryum düzenleme uygulamaları, sucul canlıların doğal yaşam ortamlarındaki koşulların, en yakın biçimde uygulanabilme hedefini sağlamaya yöneliktir. Böylece yetiştiriciliği hedeflenen tür, tüm yaşamsal ihtiyaçlarının karşılanabildiği ortamlar sağlanarak kontrollü koşullar altında bulundurulabilmektedir. Kontrollü koşullar altında sürdürülebilir uygulama prensipleri ile yetiştiricilik yapılması, bu hobinin önemli bir iş kolu ve insanları sakinleştiren, dinlendiren ve eğlendiren özelliklerde olmasının yanı sıra, doğal yaşamın korunmasına önemli katkı sağlayan uygulamaları da kapsamaktadır.

Akvaryum balıkları sektöründe yetiştiricilik yolu ile üretimin payı oldukça yüksektir. Yetiştiricilik uygulamalarının temeli ise, balıkların üreme biyolojisidir. Tatlı su akvaryum balıklarının yetiştiriciliğinde, türlere özgü üreme davranışlarının bilinmesi ve üreme koşullarının sağlanması iki önemli basamaktır. Genel olarak üreme bulunduğu ortama adaptasyonda birinci rol oynayan fizyolojik bir faktördür. Akvaryum balıklarının üreme biyolojisi gerek bilimsel çalışmalar ile gerekse amatör veya ticari amaçlı uygulamalar ile yoğun biçimde araştırılmakta

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Yetiştiricilik AD, meryemoz@sinop.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-7803-8207

² Doç. Dr., Sinop Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, dsahin@sinop.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-4454-9030

³ Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimleri Bölümü, Balıkçılık Temel Bilimleri AD, unaloz@sinop.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-1918-3284

⁴ Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Yetiştiricilik AD, orhanaral@sinop.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-8550-9970

biçimde belirlenmesi ortamdaki ekolojik dengenin sağlanması için önemli bir rol oynayacaktır.

Akvaryum hobisi, çok eski tarihlerden itibaren insanların ilgisini çeken ve günümüze kadar popüleritesini sürdüren en önemli hobiler arasındadır ve günümüzde oldukça önemli bir ticaret hacmine sahip sektör durumundadır. Akvaryum balıkları yetiştiriciliği sucul canlıların gözlemlenmesine dayalı olarak ortaya çıkmış olsa da birçok akvaryum balığı türünün biyolojik ve fizyolojik özelliklerinin uygun olması nedeniyle toksikoloji, genetik, insan sağlığı üzerine olan birçok bilimsel araştırmaya konu olmuş ve bu alanlarda birçok bilimsel veri elde edilmiştir. Bu anlamda, *Danio rerio* gibi bilimsel çalışmalara konu olan model türler dış döllenme ile çoğalmaları, yaşam döngülerinin kısa olması, sık ve çok sayıda yavru vermeleri, şeffaf yumurta ve larvalara sahip olmaları, genetik yapısının insan genomu ve diğer omurgalılar ile uygunluğu gibi özellikleri taşımaktadırlar. Yetiştiricilik faaliyetleri ile üretim, doğal stoklar üzerinde yok olma baskısı yaratan doğadan toplama yöntemine karşı, zaman içerisinde artan talebin karşılanabilmesi için sürdürülebilir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Yetiştiricilik faaliyetlerinin temeli, yetiştiriciliği hedeflenen türün yaşam döngülerinin kontrollü koşullar altında sağlanabilmesidir. Bu noktada, her türün üreme biyolojisine uygun ortam koşullarının oluşturulması, eğitimli personel ve uygun üretim materyalleri ile gerçekleştirilebilir. Doğal kaynaklarımızın korunması ve önemli bir hobi ve iş alanı konumunda olan “Akvaryum Balıkçılığı”nın geliştirilmesi için, olumlu veya olumsuz yönde tetikleme potansiyelinde olan sektöre, bilimsel çalışmalarla katkı sağlanması önemlidir.

KAYNAKÇA

1. Mahadevi SF, Cheryl A, Bhosale MM. vd. Induced breeding of telescopic eye gold fish (*Carassius auratus auratus*) using synthetic hormone (WOVA-FH). *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2018;6(3): 1368-1373. E-ISSN: 2320-7078.
2. Evers HG, Pinnegar, JK, Taylor MI. Where are they all from? sources and sustainability in the ornamental freshwater fish trade. *Journal of Fish Biology*. 2019;94: 909-916. Doi: 10.1111/jfb.13930
3. Ortega-Salas AA, Reyes-Bustamante H. Initial sexual maturity and fecundity of the goldfish *Carassius auratus* (Perciformes: Cyprynidae) under semi-controlled conditions. *Revista de Biología Tropical*. 2006;54(4): 1113-1116.
4. Lorenzoni M, Corboli M, Ghetti L vd. Growth and reproduction of the goldfish *Carassius auratus*: a case study from Italy. In: Gherardi, F. (eds) *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats*. Invading Nature- Springer Series In Invasion Ecology: 2007. Doi: 10.1007/978-1-4020-6029-8_13.
5. Najim SM, Al-Mudhaffar RAA, Jassim FK. Some reproductive characters of the fantail goldfish *Carassius auratus auratus* females from rearing ponds in Basrah, Southern Iraq. *Iraqi Journal of Aquaculture*. 2012;9(1): 83- 94. Doi: 10.21276/ijaq.2012.9.1.6.

6. Bandula PP. Technical Report Of Goldfish Breeding. 2023. Doi:10.5281/zenodo.8241998
7. Balon EK. About the oldest domesticates among fishes. *Journal of Fish Biology*. 2004;65 (Supplement A), 1–27. doi:10.1111/j.1095-8649.2004.00563.x.
8. Amin R, Mazumder F, Nargis A. vd. Reproductive periodicity, fecundity and sex ratio of goldfish *Carassius auratus* (Perciformes: Cyprinidae) under laboratory condition. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*. 2013;3(1): 36-41.
9. Upadhyay B, Sarkar A. Advancement in the spawning time of goldfish *Carassius auratus* under various temperature and photoperiod shifts. *Research&Reviews in BioSciences*. 2014;9(6): 223-230.
10. Mohanta KN, Subramanian S, Komarpant N. vd. Breeding of gold fish. *Technical Bulletin*. 16, CARRResearchComplexforGoa (Indian Council of Agricultural Research)' Ela' Old Goa- 403402, Goa, India. 2008.
11. Siddiky MNSM, Mondal B. Breeding technique of gold fish, molly, guppy and its impact on economy in the rural area of the Purba Midnapore district, West Bengal, India. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research (IJAMR)*. 2016;3(8): 34-40.
12. Boston CM, Larocque SM, Tang RWK. vd. Life outside the fishbowl: Tracking an introduced population of goldfish (*Carassius auratus*) in an embayment on the Laurentian Great Lakes. *Journal of Great Lakes Research*. 2024;50: 102253. Doi: 10.1016/j.jglr.2023.102253.
13. Wang J. Synergy between dominant aquatic plants and fish in rivers in Yangzhou City. *Progress in Aqua Farming and Marine Biology*. 2019;2(1): 180018.
14. Roslan MNAM, Estim A, Maran BAV. vd. Effects of aquatic plants on nutrient concentration in water and growth performance of fantail goldfish in an aquaculture system. *Sustainability*. 2021;13: 11236. Doi: 10.3390/su132011236.
15. Indriani R, Hadiroseyani Y, Diatin I. vd. The growth performance and physiological status of comet goldfish *Carassius auratus* in aquascape with different aquatic plant species. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 2023;22 (1): 36–46. Doi: 10.19027/jai.22.1.36-46.
16. Spence R, Gerlach G, Lawrence C. vd. The behaviour and ecology of the zebrafish, *Danio rerio*. Department of Biology, University of Leicester, University Road, Leicester, UK. 2007.
17. Reed B, Jennings M. Guidance on the housing and care of zebrafish *Danio rerio*. Research Animals Department, Science Group, RSPCA. 2010. 64 p.
18. Yipel M, İlhan A. Zebra balığı (*Danio rerio*): toksikolojik çalışmalar için uygun bir model organizma. *Veteriner Farmakoloji Ve Toksikoloji Derneği Bülteni*. 2021;12(3), 161-167. Doi: 10.38137/vftd.1007548 19.
19. Wixon J. *Danio rerio*, the zebraFish. *Yeast*. 2000; 17: 225-231.
20. Whitfield TT. Zebrafish as a Model for Hearing and Deafness. *Journal of Neurobiology*. 2002;53(2): 157-171. Doi: 10.1002/neu.10123
21. Kurtzman MS, Craig MP, Grizzle BK. vd. Sexually segregated housing results in improved early larval survival in zebrafish. *Lab Animal*. 2010;39 (6): 183-189.
22. Kimmel CB, Ballard WW, Kimmel SR. vd. Stages of embryonic development of the zebrafish. *Dev Dyn*. 1995;203(3):253-310. Doi: 10.1002/aja.1002030302.
23. Laale HW. The biology and use of zebrafish, *Brachydanio rerio* in fisheries research. *Journal of Fish Biology*. 1977;10(2): 121-173. Doi: 10.1111/j.1095-8649.1977.tb04049.x

24. Matthews M, Trevarrow B, Matthews J. A virtual tour of the Guide for zebrafish users. *Lab Animal*. 2002;31(3): 34-40.
25. Sipaúba-Tavaresa LH, Appolonia AM, Fernandes JBK. vd. Feed of Siamese fighting fish, *Betta splendens*, (Regan, 1910) in open pond: live and formulated diets. *Braz. J. Biol.* 2016;76(2): pp. 292-299. Doi: 10.1590/1519-6984.11514
26. Daryono BS, Koentjana JP, Perdamaian ABI. Chromosomes number and mitosis time of Siamese fighting fish (*Betta splendens* Regan, 1910). *Iran. J. Ichthyol.* 2022;9(3): 158-164.
27. Lichak MR, Barber JR, Kwon YM. vd. Care and Use of Siamese Fighting Fish (*Betta splendens*) for Research. *Comparative Medicine*. 2022;72(3): 169-180. Doi: 10.30802/AALAS-CM-22-000051.
28. Patria MP, Amanda SP, Susanti H. vd. Growth response and color brightness of betta fish (*Betta splendens* (Regan, 1910)) supplemented by spirulina powder from algae *Arthrospira maxima* (Setchell and N. L. Gardner 1917)). *J. Agr. Sci. Tech.* 2024;26(1): 73-83.
29. Yanong RPE. Reproductive Management of Freshwater Ornamental Fish. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*. 1996;5(4): 222-234.
30. Oldfield RG, Murphy EK. Life in a fishbowl: Space and environmental enrichment affect behaviour of *Betta splendens*. *Animal Welfare*. 2024;33(1): 1–10. Doi: 10.1017/awf.2024.1.
31. Reyes-Bustamante H, Ortega-Salas AA. Initial Sexual Maturity and Fecundity of Two Anabantids Under Laboratory Conditions. *North American Journal of Aquaculture*. 2002;64(3): 169-179. Doi: 10.1577/1548-8454.
32. Mişe S. Kavgacı siyam balığı (*Betta splendens* Regan, 1910)'nın köpük yuva oluşturmada su sıcaklığı, birey büyüklüğü ve ortam düzenlemesinin önemi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 28s. 2006.
33. Mişe S, Harlıoğlu M. Beta (*Betta splendens* Regan, 1910) yetiştiriciliği. *Journal of Fisheries Sciences*. 2008;2(3): 38 2-387. Doi: 10.3153/jfscm.mug.200727
34. Zworykin D, Müller J, Grundmeijer H. vd. Paternal mouthbrooding in the chocolate gourami *Sphaerichthys osphromenoides* (Osphronemidae). *Environ Biol Fish*. 2024;107: 381-389. Doi:10.1007/s10641-024-01530-5.
35. Tate M, McGoran RE, White CR. Life in a bubble: the role of the labyrinth organ in determining territory, mating and aggressive behaviours in anabantoids. *Journal of Fish Biology*. 2017; 91: 723–749. Doi:10.1111/jfb.13357.
36. Shaddock P. 2008. Guppy Color Bank. www.petbh.com.br/guppy/wp-content/uploads/2017/12/08-Guppy-Color-Bank.pdf. 235s. 2017.
37. Shahjahan R, Ahmed J, Begum RA. vd. Breeding biology of guppy fish, *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) in the laboratory. *Journal of the Asiatic Society of Bangladesh, Science*. 2013;39(2): 259-267. Doi: 10.3329/jasbs.v39i2.17866
38. Almaas AF, Harlita H. Guppy fish (*Poecilia reticulata*) behavior and growth are affected by variations in light color. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*. 2023;25(2): 131-135. Doi: 10.22146/jfs.85836
39. Şahin D, Aral O. Tuzluluk değişimlerinin lepistes *Poecilia reticulata* Peters 1860 yavruları üzerinde büyüme ve yaşama oranına etkisinin araştırılması. 2007; Ulusal Su Günleri, Antalya, Türkiye.
40. Shikano T, Nakadate M, Fujio Y. An experimental study on strain combinations in heterosis in salinity tolerance of the guppy *Poecilia reticulata*. *Fisheries sciences*. 2000;66(4): 625-632. Doi: 10.1046/j.1444-2906.2000.00102.x

41. Pethiyagoda PDRS, De Alwis SMDAU, De Silva BGDNK. Effect of selected water quality parameters on the prevalence of *Poecilia reticulata* (Guppy) population in Sri Jayewardenepura canal system. *International Journal of Multidisciplinary Studies*. (IJMS). 2021;8(11): 41-58.
42. Şahin D. The effects of different salinity on survival and growth of juvenile platy (*Xiphophorus maculatus*). 2021; International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences (FABA 2021). İzmir, Türkiye.
43. Aral O, Şahin D. Sperm Storage and Sperm Reserve Usage in Female Guppy *Poecilia reticulata*. *Journal of Academic Documents for Fisheries and Aquaculture*. 2015;2(1):161-164.
44. Mousavi-Sabet H, Azimi H, Eagderi S. vd. Growth and morphological development of guppy *Poecilia reticulata* (Cyprinodontiformes, Poeciliidae) larvae. *Poeciliid Research, International Journal of the Bioflux Society Research Article*. 2014;4(1): 24-30.
45. Tamaru CS, Cole B, Bailey R. vd. A manual for commercial production of the swordtail, *Xiphophorus helleri*. University of Hawaii Sea Grant Extension Service School of Ocean Earth Science and Technology. CTSA Publication Number 128. 2001.
46. Ortega-Salas AA, H. Reyes-Bustamante H, Reyes BH. Sex reversal, growth, and survival in the swordtail fish *Xiphophorus helleri* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) under laboratory conditions. *Cuadernos de Investigación UNED UNED* (ISSN: 1659-4266) 2013;5(2).
47. Mandal S, Das M, Mandal B. Courtship behaviors of livebearer ornamental fish *Xiphophorus hellerii* (Heckel, 1848) in aquarium condition. *SKUAST Journal of Research*. 2022;24(2): 160-173.
48. Ghughuskar MM, Sawant NH, Sahastrabuddhe VP. Breeding and seed production of swordtail fish var. Tangerine (*Xiphophorus helleri*, Heckel): as an additional income generating sources for the mariinal farmers, women shg and unemployed youths of sindhudurg district. *J. Exp. Zool. India*. 2020;23(1): 925-931.
49. Savaş E, Timur M. Çöpçü Balıklarında (*Corydoras paleatus*, Jenyns 1842) Embriyolojik ve Larval Gelişimin Mikroskopik İncelenmesi. *İstanbul Üniv. J. Fac. Vet. Med*. 2006;32(1): 47-56.
50. Ünal H, Aral O. Komando çöpçü balığı (*Corydoras paleatus* Jenyns,1842)'nın üreme ve larval gelişiminin incelenmesi. *Journal of Fisheries Sciences*. 2008;2(1): 1-18. Doi: 10.3153/jfscm.2008001
51. Rodríguez-Ithurralde D, Gabriela Puerto G, Fernández-Bornia F. Morphological development of *Corydoras* aff. *paleatus* (Siluriformes, Callichthyidae) and correlation with the emergence of motor and social behaviors. *Iheringia Série Zoologia*. 2014;104(2):189-199. Doi: 10.1590/1678-476620141042189199
52. Elfidasari D, Muthmainah HF, Wijayanti F. BioEco2019- International Biodiversity & Ecology Sciences Symposium ISBN: 978-605-80198-0-5 Publication of e-book date: 22.10.2019.
53. Moodie GEE, Power M. The reproductive biology of an armoured catfish, *Loricaria uracantha*, from Central America. *Environ. Biol. Fish*. 1982;7: 143-148, Doi: 10.1007/BF00001784
54. Page M, Mottes GB, Retzer ME. vd. Spawning habitat and larval development of *Chaetostoma stannii* (Loricariidae) from no Crucito, Venezuela. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*. 1993;4: 93-95.

55. Taylor JN. Field observations on the reproductive ecology of three species of armored catfishes (Loricariidae: Loricariinae) in Paraguay. *Copeia*. 1983; 257-259.
56. Armbruster JW, Page M. Redescription of *Aphanotorulus* (Teleostei: Loricariidae) with description of one new species, *A. ammophilus*, from the Rio Orinoco basin. *Copeia*. 1996; 379-389.
57. Sabaj MH, Armbruster JW, Page LM. Spawning in *Ancistrus* (Siluriformes: Loricariidae) with comments on the evolution of snout tentacles as a novel reproductive strategy: larval mimicry. *Ichthyol. Expior. Freshwaters*. 1999;10(3): 217-229.
58. Seyidoglu N, Yagcilar Ç. Evaluation of the gender differences and reproductive physiology of catfish (*Ancistrus cirrhosus*). *The Online Journal of Science and Technology*. 2020;10(4): 140-144.
59. Hill JE, Yanong RPE. Freshwater ornamental fish commonly cultured in Florida. 2023. 9p. <https://edis.ifas.ufl.edu>.
60. Ribeiro FAS, Fernandes JBK, Rodrigues, LA. Desempenho de juvenis de Acará-Bandeira (*Pterophyllum scalare*) com diferentes níveis de proteína bruta na dieta. *Boletim do Instituto de Pesca*. 2007;33: 195-203.
61. Alvarez-Lee L, Re AD, Diaz F. vd. Thermal biology and plasticity of the thermal metabolic scope of angelfish *Pterophyllum scalare* acclimated to different temperatures. *Int Aquat Res*. 2023;15: 263-269. Doi:10.22034/IAR.2023.1985934.1441
62. Patra S, Ghosh TK. Larval rearing of freshwater Angelfish (*Pterophyllum scalare*) fed on different diets. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*. 2015;8(6):6-11. Doi: 10.9790/2380-08610611
63. Patra S, Goswami B, Ghosh T. vd. Study on breeding behaviour of freshwater angelfish (*Pterophyllum scalare*). *ATSA Mukhapatra-Annual Technical*. 2024;28: 218-225.
64. Adel M, Saeedi AA. *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae) a new paratenic host of *Capillaria* sp. (Nematoda: Capillariidae) in Iran. *World Journal of Zoology*. 2013;8(4): 371-375. Doi: 10.5829/idosi.wjz.2013.8.4.7684
65. Ortega-Salas AA, Isabel Cortés G, Reyes-Bustamante H. Fecundity, growth, and survival of the angelfish *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae) under laboratory conditions. *Rev. Biol. Trop*. 2009;57(3): 741-747.
66. Chatterjee NR, Samiran Patra S, Talwar NA. Induced breeding of fresh water angelfish (*Pterophyllum Scalare*) using ova prim. *OSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 2013;3(3): 24-28.
67. Karşlı, Z, Şahin D, Öz M, Öz Ü, Aral O. The Effect of Dietary Supplementation of 17 α -Methyltestosterone and 17 β -Estradiol Hormones on Growth, Sex Conversion and Reproduction in Electric Yellow Cichlid (*Labidochromis caeruleus*). *Pakistan J. Zool*. 2022;54(1): 213-218. Doi: <https://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/20210105110138>
68. Hekimoğlu MA, Sönmez S. Effect of L-carnitine on colour, digestive enzymes and growth of the electric yellow cichlid, *Labidochromis caeruleus*. *Pakistan J. Zool*.2023;55(2): 773-782. Doi:10.17582/journal.pjz/20211030171043
69. Ha C, Wang Y, Yang C. vd. Analysis of bacterial community of *Labidochromis caeruleus* reared in RAS with various feeds. *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*. 2024;76(2):182-189. Doi:10.46989/001c.117554
70. Mirande JM. Weighted parsimony phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes). *Cladistics*. 2009; 25: 574-613. Doi: 10.1111/j.1096-0031.2009.00262.x
71. Çelik P, Çelik İ, Cirik Ş. Siyah Neon Tetra (*Hyphessobrycon herbertaxelrodi*) Larvalarının Allometrik Gelişimi. *Alınteri*. 2011;20(B): 25-32.

72. Kadtan NV, Shillewar KS. Reproduction of neon tetra (*Paracheirodon innesi*) under controlled conditions. *International Journal of Life Sciences Research*. 2023;11(1): 10-14.
73. Kusumah RV, Soelistyowati DT, Alimuddin A. vd. Ariations of red color coverage of cultured neon tetra (*Paracheirodon innesi*) for breeding improvement strategies. *Indonesian Aquaculture Journal*. 2021;16 (1): 1-11. Doi: 10.15578/iaj.16.1.2021.1-11
74. Cooper CJ, Mueller CA, Eme J. Temperature tolerance and oxygen consumption of two South American tetras, *Paracheirodon innessi* and *Hyphessobrycon herbertaxelrodi*. *Journal of Thermal Biology*. 2019;86: 102434. Doi: 10.1016/j.jtherbio.2019.102434
75. Zhang K, Cao P, Yin X. vd. Characterization of the complete mitochondrial genome of *Hyphessobrycon herbertaxelrodi* (Characiformes, Characidae) and phylogenetic studies of Characiformes. *Mitochondrial Dna Part B*. 2020;5(3): 3622–3624. Doi: 10.1080/23802359.2020.1831986.
76. Çelik P, Çelik İ. Embryonic development of black neon tetra *Hyphessobrycon herbertaxelrodi* Géry, 1961. *The Israeli Journal of Aquaculture–Bamidgeh*. 2022;74. Doi: 10.46989/001c.57301
77. Sugiani D, Purwaningsih U, Gardenia L. vd. A case study on mortality of neon tetra (*Paracheirodon innesi*) associated with the seasonal climate transitions in West Java–Indonesia. Ecological intensification: A new paragon for sustainable aquaculture IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 521. 2020. 012022 IOP Publishing. Doi:10.1088/1755-1315/521/1/012022.
78. Hekimoğlu MA. Akvaryum Teknolojisi. Ege Üniversitesi Yayınları. 2009;78: 360 s.
79. Saharan I. Breeding study of freshwater ornamental fish neon tetra (*Paracheirodon innesi*). *International Journal of Education and Science Research Review*. 2023;10(5): 312-317.

Bölüm 3

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÖLÇÜTLERİ: FCR, FIFO, FFDR KAVRAMLARI

Kutsal GAMSIZ¹
Ali Yıldırım KORKUT²

GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliğinde özellikle son 10 yıl sürecinde çok önemli gelişmeler gözlenmektedir. Yeni ve alternatif türlerin de yetiştiricilik sistemlerine katılması ile 2020 yılında Türkiye’de yetiştiricilik miktarlarının avcılık miktarlarını geçmesi gerçekleşmiş ve bu şekilde devam etmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Türkiye Su Ürünleri Üretim Miktarları (1).

Yıllar	AVCILIK (ton)			YETİŞTİRİCİLİK (ton)			TOPLAM (ton)
	Deniz	İçsu	Toplam	Deniz	İçsu	Toplam	
2000	460.521	42.824	503.345	35.646	43.385	79.031	582.376
2001	484.410	43.323	527.733	29.730	37.514	67.244	594.977
2002	522.744	43.938	566.682	26.868	34.297	61.165	627.847
2003	463.074	44.698	507.772	39.726	40.217	79.943	587.715
2004	504.897	45.585	550.482	49.895	44.115	94.010	644.492
2005	380.381	46.115	426.496	69.673	48.604	118.277	544.773
2006	488.966	44.082	533.048	72.249	56.694	128.943	661.991
2007	589.129	43.321	632.450	80.840	59.033	139.873	772.323
2008	453.113	41.011	494.124	85.629	66.557	152.186	646.310
2009	425.046	39.187	464.233	82.481	76.248	158.729	622.962
2010	445.680	40.259	485.939	88.573	78.568	167.141	653.080
2011	477.658	37.097	514.755	88.344	100.446	188.790	703.545
2012	396.322	36.120	432.442	100.853	111.557	212.410	644.852
2013	339.047	35.074	374.121	110.375	123.019	233.394	607.515
2014	266.078	36.134	302.212	126.894	108.239	235.133	537.345
2015	397.731	34.176	431.907	138.879	101.455	240.334	672.241
2016	301.464	33.856	335.320	151.794	101.601	253.395	588.715
2017	322.173	32.145	354.318	172.492	104.010	276.502	630.820
2018	283.955	30.139	314.094	209.370	105.167	314.537	628.631
2019	431.572	31.596	463.168	256.930	116.426	373.356	836.524
2020	331.281	33.119	364.400	293.175	128.236	421.411	785.811
2021	295.018	33.140	328.158	335.644	136.042	471.686	799.844
2022	301.747	33.256	335.003	368.742	146.063	514.805	849.808

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Yetiştiricilik AD, kutsal.gamsiz@ege.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-3277-9488

² Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Yetiştiricilik AD, ali.korkut@ege.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-1096-5725

Doğal balıklardan elde edilen balık unu ve yağının balık yemlerinde kullanımının azalması ve FIFO değerlerinin düşmesi sürdürülebilirlik için en büyük göstergelerdendir. Özellikle Tablo 6' da görüldüğü gibi toplam akuakültür üretiminde ortalama FIFO değerleri son 20 yılda 0,66' dan 0,27' e düşmüştür.

FIFO hesaplamalarındaki farklılıklar ileride sorun yaşanabileceğini göstermektedir. Bu amaçla hesaplamalarda tek bir formül altında birleşmesi daha yararlı olacaktır. Bunun yanında balık unu ve yağı verimindeki farklılıklar hesaplamalar arasındaki farklılığı da arttırmaktadır. Bu yüzden her balık unu ve yağı üretilen bölge için bu oranların belirlenmesi ve hesaplamaların bu oranlara göre yapılması gerekmektedir. Bu durum ülkemizde üretilen balık yağı ve oranları için de geçerlidir.

Su ürünleri yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliği yanında eFCR, FIFO ve FFDR değerleri doğrudan üretimin verimliliği üzerinde de etkilidir. Su ürünleri yemlerinde kullanılan hammaddeler arasında en pahalı olan hammaddelerin balık unu ve yağı olması, bu ürünlerin kullanımının azaltılması ile birlikte üretim maliyetinin de düşmesine sebep olacaktır. Ayrıca konu balık unu ve yağına alternatif ya da ikame hayvansal protein kaynaklarının kullanılması yönünden de önemli sonuçları göstermektedir. Sürdürülebilir bir su ürünleri yetiştiriciliği kapsamında tüm yaklaşımların dikkate alınması önemlidir. Ancak kesin uygulamalara geçmeden önce bilimsel araştırmaların yapılması, bunların sektöre uyumlu olup olmadığının belirlenmesi konularını göz ardı edilmemelidir.

KAYNAKÇA

1. BSGM. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, Su Ürünleri İstatistikleri. 2023, Ankara.
2. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 – Blue Transformation in action. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd0683en>
3. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. *Towards Blue Transformation*.2022. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
4. Kok B, Malcorps W, Thusty MF, et al. Fish as feed: Using economic allocation to quantify the Fish in :Fish out ratio of major fed aquaculture species. *Aquaculture*. 2020; 528, Art. No.: 735474. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735474>
5. SEAFISH. Seafish Insight : Fishmeal production and trends. *FAO SOFIA report 2022*. <https://www.seafish.org/document/?id=f7f4aa77-18e4-4635-aa88-589b1cdcda2e> [Accessed: 24th of july]
7. Fry JP, Love DC, MacDonald GK, et al. Environmental health impacts of feeding crops to farmed fish. *Environ Int*. 2016 May;91:201-14. doi: doi:10.1016/j.envint.2016.02.022. Epub 2016 Mar 11. PMID: 26970884.
8. Divu D, Rao K, Srinivasa KK, et al. Fish growth parameters and their monitoring. In: *Handbook on Opensea Cage Culture*. Central Marine Fisheries Research Institute, Karwar, 2012; pp. 112-117.

9. Iversen A, Asche, F, Hermansen, Ø, et al. Production cost and competitiveness in major salmon farming countries 2003–2018. *Aquaculture*. 2020; 522. 735089. doi:10.1016/j.aquaculture.2020.735089.
10. National Research Council (NRC). *Nutrient requirements of fish*. 2011. National Academy Press, Washington DC.
11. Robb, DH, Crampton VO. On-farm feeding and feed management: perspectives from the fish feed industry. eds. (Hasan, M.R. & New, M.B.,). *On-farm feeding and feed management in aquaculture*. 2013. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 583. Rome, FAO. 67 pp (585 pp.).
12. Glencross, BT, Bachis E, Robb D, et al. The Evolution of Sustainability Metrics for the Marine Ingredient Sector: Moving Towards Holistic Assessments of Aquaculture Feed. 2024. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*. doi: 10.1080/23308249.2024.2337426
13. Jackson A. Fish in - fish out ratios explained. *Aquaculture Europe*. 2009; 34 (3), 5–10.
14. BAP (Best Aquaculture Practice). Aquaculture facility certification, BAP farm standard. Best Aquaculture Practice. 2022. <https://www.bapcertification.org/Downloadables/pdf/GSA%20-%20Farm%20Standards-%20Issue%203.19%20-%202007-February-2023.pdf> [Accessed: 10th of July]
15. ASC (Aquaculture Stewardship Council). ASC Salmon Standard, version 1.2. Aquaculture Stewardship Council. 2009. (Online) https://www.asc-aqua.org/wp-content/uploads/2019/04/ASC-Salmon-Standard_v1.2.pdf [Accessed: 10th of July].
16. Ytrestøyl T, Aas TS, Åsgård T. Utilisation of feed resources in production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway. *Aquaculture*. 2015; 448, 365–374. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.06.023>.
17. Boyd CE, McNevin AA. Resource Use and Pollution Potential in Feed-Based Aquaculture, *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*. 2024; 32:2, 306-333, doi: 10.1080/23308249.2023.225822
18. Naylor RL, Hardy RW, Buschmann AH, et al. A 20-year retrospective review of global aquaculture. *Nature*. 2021; **591**, 551–563. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03308-6>
19. IFFO. The sources of marine ingredients: Whole fish & by-products. 2023. https://www.iffco.com/sources-marine-ingredients-whole-fish-products_ [Accessed: 1th of August]

Bölüm 4

DENİZ EKOSİSTEMİNDE HAYALET AVCILIK VE TÜR ÇEŞİTLİLİĞİNE ETKİSİ

Ali ULAŞ¹

GİRİŞ

Sentetik malzemeden yapılmış balık ağları sualtında uzun süreler çürümeden kalabilmektedir. Bu yüzden balıkçılıkta uzun süredir bir çok bölgede yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu av araçlarının sualtında çeşitli nedenlerle kaybolması, ekosistem açısından olumsuz etkiler yaratabilmektedir. (9-23). Denizlerde ve iç sularda kullanılan av takımlarının kaybolması ve bu av takımlarının suda bulunduğu sürece avcılık faaliyetine devam etmesi sonucu oluşan avcılık faaliyeti “Hayalet Avcılık” olarak isimlendirilmektedir (2). Av araçlarının birçok nedenle kaybolmaktadır. Genellikle, oşinoğrafik etkiler (fırtına, akıntı, rüzgar vb.), dipteki engeller (gemi batıkları), deniz trafiği, farklı balıkçılık yöntemlerinde saha paylaşım çatışmaları, sert kayalık zemin yapısı, balıkçılık operasyonlarındaki kişisel hatalar (şamandıralama hatası), deniz kuşları ve deniz memelilerinin yarattığı etkiler (yunus, balina, fok, vb.) aşırı balık yakalanması ve ağların dibe çökmesi, kişisel çekişmelerden art niyetli uygulamalar ve çeşitli donam hataları başlıca kayıp nedenleri olarak ifade edilmiştir (11-29-30-7-19-8-9-23).

Kaybolan av araçları, sualtında avcılık özelliklerini bir süre daha sürdürmekte, ağa yakalanan balıkları yemeye gelen daha büyük türlerin yakalanması ile kontrolsüz avcılık miktarı artmaktadır. Kaybolan av aracı yakalama özelliğini kaybedene kadar (göz açıklığı, mantar yakanın zeminde set oluşturması, parçalanma, çürüme) kontrolsüz avcılık faaliyeti devam etmektedir. Özellikle tuzaklar ile yapılan avcılıkta yakalanan türlerin çürümesi ve suya bıraktıkları koku, diğer balıkları cezbederek karnivor türlerin tuzakta yakalanmasına imkân sağlamaktadır. Çoğu zaman, tuzağı yuva olarak kullanan balıkların içine girdikten sonra çıkamayarak ölmesi de tuzağın tekrar yemlenmesine ve hayalet avcılığın tekrar tekrar ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu durum av aracı

¹ Prof. Dr., Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Avlama Teknolojisi AD, ali.ulas@ege.edu.tr, ORCID iD:0000-0001-8012-2769

KAYNAKÇA

1. Al-Masroori, H., Al-Oufia, H., McIlwama, J.L., and Mcleanb, E., 2004. Catches of lost fish traps (ghost fishing) from fishing grounds near Muscat, Sultanate of Oman. *Fisheries Research* 69: 407-414.
2. Ayaz, A., D. Acarlı, 2002. Ghost fishing (in Turkish). *Sualtı Bilim ve Teknoloji Toplantısı*, 22-24 Kasım, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul. 194-198 s.
3. Ayaz, A., Ünal, V., Özekinci, U., 2004. İzmir Körfezi'nde Hayalet Avcılığa Neden Olan Kayıp Uzatma Ağı Miktarının Tespitine Yönelik Bir Araştırma E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 21 (1-2): 35 - 38.
4. Ayaz, A., Altınağaç, U., Özekinci, U., Özen, Ö., 2006. Üstten Girişli Yuvarlak Tel Sepetlerin Hayalet Avcılık Açısından İncelenmesi, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 23 (1/3): 351 - 354.
5. Ayaz, A., Acarlı, D., Altınağaç, U., Özekinci, U., Kara, A., Özen, Ö., 2006. Ghost fishing by monofilament and multifilament gillnets in İzmir Bay, Turkey. *Fisheries Research*, 79: 267-271.
6. Ayaz, A., Ünal, V., Acarlı D., Altınağaç, U., 2010, Fishing gear losses in the Gökova Special Environmental Protection Area (SEPA), Eastern Mediterranean, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 26: 416-419.
7. Brandt, A., 1984. Fish catching methods of the world. Fishing News Books, U.K., 418 p.
8. Breen, P. A., 1987. Mortality of Dungeness crabs caused by lost trap in the Fraser River estuary, British Columbia. *North American Journal of Fisheries Management*, 7: 429-435.
9. Breen, P.A., 1990. A review of ghost fishing by traps and gillnets. In: Shomura, R.S., Godfrey, M.L.s (Eds.), *Proceeding of the Second International Conference on Marine Debris*, 2-7 April 1989, Honolulu, Hawaii. US Department of Commerce, NOAA Tech Memo NMFS, NOAA-TM-NMFS-SWFSC-154, pp. 571-599.
10. Brown, J., Macfadyen, G., Huntington, T., Magnus, J., and Tumilty, J., 2005. Ghost Fishing by Lost Fishing Gear. Final Report to DG Fisheries and Maritime Affairs of the European Commission. Fish/2004/20. Institute for European Environmental Policy / Poseidon Aquatic Resource Management Ltd.
11. Bowen, B.K., 1961. The Shark Bay fishery on snapper (*Chrysophrys unicolor*). *Fisheries Department, Western Australia, Rep. 1*: 1-15.
12. Bullimore, B., A. Newman, M.J. Kaiser, S.E. Gilbert, and K.M. Lock. 2001. A study of catches in a fleet of "ghost fishing" pots. *Fishery Bulletin*, 99 (2): 247 - 253.
13. Carr, H. A., Blot, A. J., Caruso, P. G. 1992. A study of ghost gillnets in the inshore waters of southern New England. In: MTS'92: Global Ocean Partnership. Marine Technology Society, Washington, DC, p 361-367.
14. Chopin, F., Inoue, Y., Matsushita, Y., Arimoto, T. 1996. Sources of accounted and unaccounted fishing mortality. In: Baxter B., Keller S. (eds) *Solving bycatch: considerations for today and tomorrow*. Proceedings of the Solving Bycatch Workshop, University of Alaska Sea Grant Program Report No. 96-03, 41-47.
15. Cooper, R. A., H. A. Carr, A. H. Hulbert, 1988. Manned submersible and ROV assessment of ghost gillnets on jeffriess and Stellwagen Banks, Gulf of Maine. *Research Report 88-4*. NOAA Undersea Research Program

16. Erzini K., Monterio, C.C., Ribeiro J., Santos, M.N., Gaspar, M., Monterio, P., Borges, T.C., 1997. An experimental study od gill and trammel net “ghost fishing” off the Algarve (southern portugal). *Marine Ecology Progress Series*, 158: 257-265.
17. Fosnaes, T., 1975. Newfoundland cod war over use of gill nets. *Fishing News International*, 14 (6): 40-43.
18. Godøy, H., Furevik, D. M., and Stiansen, S., 2003. Unaccounted mortality of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in deliberately lost pots off Northern Norway, *Fisheries Research*, 64, (2-3), 171-177.
19. High, W. L., 1985. Some consequences of lost fishing gear. In: R.S. Shomura, and H. O. Yoshido (editors), *Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris*, 26-29 November 1984, Honolulu, Hawaii, p. 430-437. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS, NOAA-TM-NMFS-SWFC-54.
20. Humborstad, O.B., Furevik, D.M. Lokkeborg, S. Hareide, N.R., 2000. Catches of greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) in ghost fishing gillnets on the Norwegian continental slope. *ICES CM 2000/J:8*. 10 p.
21. Jacks, G., Bystroem, M., Johansson, L., 2001. Lead emissions from lost fishing sinkers. *Boreal Environment Research*, 6: 231–236.
22. Kaiser, M.J., Bullimore, B., Newman, P., Lock, K., Gilbert, S., 1996. Catches in “ghost fishing” set nets. *Marine Ecology. Progresies Series*, 145: 11-16.
23. Laist, D.W., 1996. Marine debris entanglement and ghost fishing: a cryptic and significant type of bycatch? In Baxter B., S. Keller (eds) *Solving bycatch: considerations for today and tomorrow*. *Proceedings of the Solving Bycatch Workshop*, University of Alaska Sea Grant College Program. Report No: 96-03, p 33-39.
24. Özyurt, C.E., Akamca, E., Kiyaga, V.B., Taşlıel, A.S., 2008. İskenderun Körfezi’nde Bir Balıkçılık Sezonunda Kaybolan Sepet Tuzak Oranı ve Kayıp Nedenleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi* 25 (2): 147–151
25. Revall, A., G. Dunlin, 2003. The evolution of gill net abandoned on hard open ground in UK Waters. *Fisheries Research*, 64: 107-113.
26. Saldanha, H. J., Sancho, G., Santos, M. N., Puente, E., Ggaspara, M. N., Bilbao, A.M., Gomez, E., Arregi, L., 2003. The use of biofouling for ageing lost nets: a case study. *Fisheries Research*, 64, (2-3) : 141-150.
27. Sancho, G., Puente, E., Bilbao, A., Gomez, E., Arregi, L., 2003. Catch rates of monkfish (*Lophius spp.*) by lost tangle nets in the Cantabrian Sea (Northern Spain). *Fisheries Research* 64: 129–139.
28. Santos, M.N., Saldanha, H.J., Gaspar, M.B., and Monteiro, C.C., 2003. Hake (*Merluccius merluccius* L., 1758) ghost fishing by gill nets off the Algarve (Southern Portugal). *Fisheries Research*, 64: 119–128.
29. Smolowitz, R.J. 1978. Trap design and ghost fishing: Discussion and An overview. *Marine Fisheries Review*, 40 (5-6): 59-67.
30. Sutherland, D.L., Beardsley, G.L., Jones, R.S. 1983. Results of a suvey of south Florida fish-trap fishing grounds using a manned submersible. *Northeast Gulf Science*, 6(2): 179-183.
31. Taşlıel, A.S., 2008. Karataş ve Yumurtalıkta (İskenderun Körfezi) bir av sezonunda kaybolan av araçlarının miktarının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü.

32. Tschernij, V., Larsson, P.O. 2002. An estimation of the cod (*Gadus morhua*) catch in the bottom gill nets lost along the southern coast of Sweden. Time Session V: Unaccounted Mortality in Fisheries. ICES CM 2002CM 2002/V:24.
33. Yıldız, T., 2010, İstanbul kıyı balıkçılığında hayalet avcılığa neden olan kayıp av aracı miktarlarının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi.

Bölüm 5

UZAKTAN ALGILAMA VE BALIKÇILIKTA KULLANIMI

Adnan TOKAÇ¹

GİRİŞ

Uzaktan algılama, bir nesne, alan veya fenomenin, fiziksel olarak temas etmeden, elektromanyetik radyasyon gibi araçlar kullanarak veri toplama ve analiz etme yöntemidir (1). Bu teknik, özellikle uydu, uçak veya dronlar gibi platformlar üzerinde taşınan sensörler aracılığıyla gerçekleştirilir (2). Uzaktan algılama, yer yüzeyinin, atmosferin veya okyanusların çeşitli özelliklerini incelemek için kullanılır (3). Tarım, orman yönetimi, çevre izleme, meteoroloji, coğrafya ve şehir planlama gibi birçok alanda önemli uygulamalara sahiptir (4).

Uzaktan algılama uygulamaları balıkçılık amaçlı olarak oldukça etkili bir şekilde kullanılabilir. Uzaktan algılama teknikleri deniz yüzeyindeki ve su altındaki koşulları izlemek, balık popülasyonlarını ve göç yollarını tespit etmek, balıkçılık için en uygun alanları belirlemek gibi çeşitli amaçlarla uygulanabilme özelliğine sahiptir. Uydu verileri, deniz yüzey sıcaklığı, klorofil yoğunluğu, deniz akıntıları ve plankton dağılımı gibi parametreleri izlemek için kullanılabilir. Bu veriler, balıkların toplanma eğiliminde oldukları alanları tespit etmeye yardımcı olabilmektedir.

Balıkçılıkta uzaktan algılama teknikleri, özellikle sürdürülebilir balıkçılık yönetimi ve aşırı avlanmanın önlenmesi için günümüzde kullanılabilecek önemli araçlardan birisidir. Ayrıca, bu yöntem, balıkçılık endüstrisinin verimliliğini artırarak yakıt tüketimini azaltabilir ve çevresel etkiyi minimize edebilir.

Ancak uzaktan algılama tekniğinin etkin bir şekilde uygulanabilmesi, toplanan verilerin doğru bir şekilde işlenmesi ve yorumlanmasına bağlıdır. Bu, gelişmiş veri işleme teknikleri ve bu alanda uzmanlaşmış yetişmiş eleman ihtiyacını doğurur. Türkiye ve dünya genelinde bu konuda farklı gelişmeler ve zorluklar yaşanmaktadır. Türkiye’de uzaktan algılama teknolojilerinin kullanımı giderek artmaktadır, özellikle tarım, çevre izleme, doğal afet yönetimi ve şehir

¹ Prof. Dr., Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Avlama Teknolojisi AD, adnan.tokac@ege.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-2968-7315

için uzaktan algılama verileri kullanılarak koruma stratejileri geliştirilebilir. Deniz koruma alanlarının belirlenmesi, yasak avlanma bölgelerinin oluşturulması ve izlenmesi bu stratejilere örnek olarak verilebilir.

SONUÇ

Uzaktan algılama uygulamaları, dünya üzerindeki çeşitli süreçleri anlamak ve izlemek için kritik öneme sahiptir. Uzaktan algılama, büyük alanları hızlı ve maliyet etkin bir şekilde analiz etme yeteneği sağlar. Uzaktan algılama uygulamalarında veri işleme merkezi, toplanan verilerin yönetiminde ve analizinde kritik bir rol oynamaktadır. Bu merkezler, veri toplama, işleme, analiz ve bilgi üretme süreçlerini etkin bir şekilde yürüterek, uzaktan algılama verilerinin değerini artırır ve karar verme süreçlerine katkıda bulunur.

Uzaktan algılama uygulamaları, çevresel izleme ve yönetimden tarıma, kentsel planlamaya kadar birçok alanda önemli katkılar sağlar. Bu teknolojiler, verimliliği artırarak, kaynakların daha sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesine olanak tanır.

Uzaktan algılama teknolojisi, balıkçılık sektöründe izleme, yönetim ve koruma stratejilerinin geliştirilmesi açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu teknoloji, balık stoklarının sürdürülebilir yönetimi, su kalitesi izleme, göç yollarının belirlenmesi ve doğal afetlerin etkilerinin izlenmesi gibi kritik alanlarda kullanılmaktadır. Uzaktan algılama, balıkçılık faaliyetlerinin daha verimli ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesine katkı sağlayarak, hem çevresel hem de ekonomik faydalar sunar.

Sonuç olarak, Türkiye’de uzaktan algılama tekniklerinin uygulanması konusunda önemli adımlar atılmakla birlikte, dünya genelindeki gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında hala gelişim potansiyeli bulunmaktadır. Veri işleme kapasitesinin artırılması, yerli yazılımların geliştirilmesi ve yetişmiş eleman açığının kapatılması için yatırımların ve eğitim imkanlarının artırılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

1. Richards, J.A. (1999) *Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction*, Springer-Verlag, Berlin, Germany, 240 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-03978-6>
2. Lillesand, Thomas M., Ralph W. Kiefer, and Jonathan W. Chipman. *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley & Sons, 2015.
3. Jensen, J.R. (2005) *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*. 3rd Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, 505-512.
4. Campbell, J.B. and Wynne, R.H., *Introduction to Remote Sensing*. Guilford Press, 2011. Edition, 667 p.

5. Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W. (2015) *Remote Sensing and Image Interpretation*. 7th Edition, Wiley, New York.
6. Jensen, J.R. (2007) *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*. 2nd Edition, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River.
7. Sabins, F.F. (1997) *Remote Sensing: Principles and Interpretation*. W. H. Freeman and Company, New York, 361.
8. Chuvieco, E. *Fundamentals of Satellite Remote Sensing: An Environmental Approach*, 2nd ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2016.

Bölüm 6

SU ÜRÜNLERİ ALANINDA COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ (CBS) KULLANIMI VE METEOROLOJİK VERİLERİN ÖNEMİ

Erdem ÖZSOY¹
Serpil SERDAR²

GİRİŞ

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), farklı amaçlara yönelik mekansal verilerin toplanmasına, analiz edilmesine ve görselleştirilmesine yardımcı olan bir sistemdir. Günümüzde CBS çok farklı disiplinlerde bilimsel amaçlı olarak veya kurumlarda farklı alanlarda yapılan işleri kolaylaştırmak, modellemek ve aynı zamanda görsellik sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. CBS ile belirlenen hedefler doğrultusunda ve güçlü birtakım çalışmalar eşliğinde mekansal verilerin toplanması, depolanması, işlenmesi ve görüntülenmesi yapılabilmektedir (1). CBS yeryüzünde meydana gelen oluşumlar ile ilgili bilgilerin bunları kullanacak kişinin ihtiyacına karşılık gelecek şekilde farklı kaynaklardan elde edilmesi, kayıtlanması, bir depo haline getirilmesi, analiz edilmesi, elde edilen bilgilerin düzenlenmesi ve sunulması aşamalarını içeren aynı zamanda donanım, yazılım ve işleme süreçlerini de kapsayan bütünlük bir yapıdır (2). CBS ilk olarak A.B.D. ve Kanada'da 1960'lı yılların başında askeri alanda veya özel sektörde kullanılmıştır. Dijital teknolojinin ilerlemesi ile birlikte 1980'li yıllarda bilgisayar kullanımının artması ve yaygınlaşması sonucunda CBS'nin kullanımı artmış ve ticari bir ürün haline gelmiştir. CBS teknikleri ve bu tekniklere bağlı hesaplamalar günümüze kadar çeşitli aşamalardan geçmiş ve birçok kişiye iş imkânı yaratılan büyük bir sektör olmuştur (3). CBS kullanımı hayatı kolaylaştırmanın yanı sıra uydu vericileri ile anlık ölçüm yapmada da kullanılabilir. Belirli bir alanın noktasal ya da çizgisel verilerinin kesit alınarak alan ölçümleri yapılabilir. Coğrafi Bilgi Sistemleri farklı teknolojiler ile uygu görüntüleri, uzaktan algılama, fotoğraf,

¹ Dr., T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, İzmir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, erdem.ozsoy@tarimorman.gov.tr, ORCID iD: 0000-0002-4753-7994

² Prof. Dr., Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Yetiştiricilik AD serpil.serdar@ege.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-4042-8995

daha önce elde edilmiş sayısal veriler verecektir. Uzaktan algılama ile bir alan hakkında çalışma yapılırken uygun materyalin olması ve onun hangi program ile yapılacağına karar vermek çalışmanın büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Çalışma yapıldıktan sonra ise çıkan harita herkes tarafından anlaşılır ve sade olmalıdır. Doğru bir CBS tekniği yapılabilmesi için farklı alanlardan alınacak sayısal veri özellikle dağılım haritalarında doğru bir sonuca ulaşma da önemlidir. Bu da kurumlar arası iletişim ve bilgi paylaşımı yapılarak daha güvenilir, daha sağlıklı ve daha etkili sonuçların bulunmasına ve modelleme ya da haritaların yapılmasına olanak sağlar. Sonuç olarak balıkçılık veya yetiştiricilik faaliyetlerinde uzun yıllara dayalı dataların CBS ile birlikte kullanılmasıyla yapılacak haritalar ve modellemeler yetiştiricilik sisteminin daha iyi konumlandırılmasına ya da doğal alanlarda yürütülecek popülasyon dinamiği çalışmalarına katkı sunacaktır.

KAYNAKÇA

1. Burrough, P.A. 1986. Principles of geographical information systems for land resources assessment. Monograph on Soils and Resources Survey No. 12. Oxford, UK, Clarendon Press.
2. Osundwa, J. 2001. the Role of Spatial Information in Natura! Resource Management, Intemational Conference on Spatial Information for Sustainable Development, October 2001, Nairobi, Proceedings of Intemational Conference on Spatial Information for Sustainable Development, 2-8.
3. Karataş, İ., Kirbaş, İ. 2015. Özgür ve açık kaynak kod coğrafi bilgi sistemi yazılımlarının karşılaştırmalı değerlendirmesi. XVII. Akademik Bilişim Konferansı (AB2015), Eskişehir, Türkiye, 68-74.
4. Güneroğlu A. 2002. Denizel Verilerin CBS ile Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
5. Meaden, G.J.; Aguilar-Manjarrez, J. 2013. Advances in geographic information systems and remote sensing for fisheries and aquaculture. Summary version.FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, 552. FAO: Rome, 452 pp.
6. Özsoy, E., Serdar, S. 2021. Evaluation of Spat Settlement of Black Mussel (*Mytilus galloprovincialis*) in Summer Season Using by Kriging Method in ArcGIS Spatial Analyst. International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences, 07-08 September 2021, İzmir, pp 57
7. Nath, R.J., Chutia, S.J., Sarmah, N., Bora, G., Chutia, A., Kuotsu, K., Dutta, R., Yashwanth, B.S., 2020. A review on applications of geographic information system (GIS) in fisheries and aquatic resources. International Journal of Fauna and Biological Studies 7, 97–102.
8. Clarke KC.1986. Advances in geographic information systems. Comput Environ Urban Syst 10:175–184.
9. Maliene V, Grigonis V, Palevic'ius V, Griffiths S. 2011. Geographic information system: old principles with new capabilities. Urb Des Int 16(1):1–6.
10. Kolios, S., Vorobev, A. V., Vorobeva, G.R., Stylios, C. 2017. GIS and Environmental Monitoring. Applications in the Marine, Atmospheric and Geomagnetic Fields.

- Geotechnologies and the Environment Series, Springer International Publishing AG 2017, pp 174.
11. Daly, C., Gibson, W.P., Taylor, G.H., Johnson, G. L., Pasteris, P., 2002. A knowledge-based approach to the statistical mapping of climate. *Climate Research*, 22: 99- 113
 12. Narrain, P. and Koroluk, R., 1999. Land Use Classification for Agri-environmental Statistic/Indicators, Statistical Commission and Economic Commission for Europe, Conference of European Statisticians, Working Paper No:13, Israel.
 13. Caddy, J.F. & Garcia, S. 1986. Fisheries thematic mapping: A prerequisite for intelligent management and development of fisheries. *Oceanographie Tropicale*, 21: 31–52.
 14. Kapetsky, J.M., McGregor, L., Nanne, E.H. 1987. A geographical information system to plan for aquaculture: a FAO-UNEP/GRID study in Costa Rica. FAO Fisheries Technical Paper No. 287. Rome, FAO.
 15. Johannessen, O.M., Kloster, K., Olaussen, T.I. & Samuel, P. 1989. Application of remote sensing to fisheries. Final Project Report to the CEC's Joint Research Centre. Oslo, Norway, CEC.
 16. Simpson, J.J. 1992. Remote sensing and geographical information systems: their past, present and future use in global marine fisheries. *Fisheries Oceanography*, 1: 238–280.
 17. Meaden, G.J. 2001. GIS in fisheries science: foundations for the new millennium. In T. Nishida, P. Kailola & C. Hollingworth, eds. Proceedings of the first international symposium on GIS in fishery science. pp. 3–29. Saitama, Japan, Fishery GIS Research Group.
 18. Valavanis, V.D. 2002. Geographic information systems in oceanography and fisheries. London, United Kingdom, Taylor & Francis.
 19. Subhendu D. 2013. Application of GIS in Mapping of Fishery Resources, ICAR-CIFE, Kolkata Centr, 142.
 20. Perez, O.M.; Ross, L.G.; Telfer, T.C.; del Campo Barquin, L.M. 2003. Water quality requirements for marine fish cage site selection in Tenerife (Canary Islands): Predictive modelling and analysis using GIS. *Aquaculture* 2003, 224, 51–68.
 21. Falconer, L., Middelboe, A.L., Kaas, H., Ross, L.G. and Telfer, T.C. 2020. Use of geographic information systems for aquaculture and recommendations for development of spatial tools. *Rev Aquacult*, 12: 664-677.
 22. Cho, Y.; Lee, W.C.; Hong, S.; Kim, H.C.; Kim, J.B. 2012. GIS-based suitable site selection using habitat suitability index for oyster farms in Geoje-Hansan Bay, Korea. *Ocean Coast. Manag.* 2012, 56, 10–16.
 23. Llorente, I.; Luna, L.2013. The competitive advantages arising from different environmental conditions in seabream, *Sparus aurata*, production in the Mediterranean Sea. *J. World Aquac. Soc.* 2013, 44, 611–627.
 24. Karthik M, J Suri, N Saharan, R.S Biradar. 2005. Brackish Water Aquaculture Site Selection in Palghar Taluk, Thane district of Maharashtra, India using the techniques of remote sensing and geographical information system, *Aquacultural Engineering*. 2005; 32:285-302.
 25. Perez, O.M.; Telfer, T.C.; Ross, L.G. 2005. Geographical information systems-based models for offshore floating marine fish cage aquaculture site selection in Tenerife, Canary Islands. *Aquac. Res.* 2005, 36, 946–961.
 26. Longdill, P.C.; Healy, T.R.; Black, K.P. 2008. An integrated GIS approach for sustainable aquaculture management area site selection. *Ocean Coast. Manag.* 2008, 51, 612–624.

27. Kamruzzaman, M.; Baker, D. 2013. Will the application of spatial multi criteria evaluation technique enhance the quality of decisionmaking to resolve boundary conflicts in the Philippines? *Land Use Policy* 2013, 34, 11–26.
28. Krois, J.; Schulte, A. 2014. GIS-based multi-criteria evaluation to identify potential sites for soil and water conservation techniques in the Ronquillo watershed, northern Peru. *Appl. Geogr.* 2014, 51, 131–142.
29. Liu, Y.; Saitoh, S.-I.; Igarashi, H.; Hirawake, T. 2014. The regional impacts of climate change on coastal environments and the aquaculture of Japanese scallops in northeast Asia: Case studies from Dalian, China, and Funka Bay, Japan. *Int. J. Remote Sens.* 2014, 35, 4422–4440.
30. Liu, Y.; Saitoh, S.-I.; Ihara, Y.; Nakada, S.; Kanamori, M.; Zhang, X.; Baba, K.; Ishikawa, Y.; Hirawake, T. 2015. Development of a three-dimensional growth prediction model for the Japanese scallop in Funka Bay, Japan, using OGCM and MODIS. *ICES J. Mar. Sci.* 2015, 72, 2684–2699.
31. Haghshenas, E.; Gholamalifard, M.; Mahmoudi, N.; Kutser, T. 2021. Developing a GIS-Based Decision Rule for Sustainable Marine Aquaculture Site Selection: An Application of the Ordered Weighted Average Procedure. *Sustainability* 2021, 13, 2672.
32. Saitoh, S.-I.; Mugo, R.; Radiarta, I.N.; Asaga, S.; Takahashi, F.; Hirawake, T.; Ishikawa, Y.; Awaji, T.; In, T.; Shima, A.S. 2011. Some operational uses of satellite remote sensing and marine GIS for sustainable fisheries and aquaculture. *ICES J. Mar. Sci.* 2011, 68, 687–695
33. Ross, L.G.; QM, E.M.; Beveridge, M.C.M. 1993. The application of geographical information systems to site selection for coastal aquaculture: An example based on salmonid cage culture. *Aquaculture* 1993, 112, 165–178.
34. Buitrago, J.; Rada, M.; Hernández, H.; Buitrago, E. 2005. A single-use site selection technique, using GIS, for aquaculture planning: Choosing locations for mangrove oyster raft culture in Margarita Island, Venezuela. *Environ. Manag.* 2005, 35, 544–556.
35. Radiarta, I.N.; Saitoh, S.-I.; Miyazono, A. 2008. GIS-based multi-criteria evaluation models for identifying suitable sites for Japanese scallop (*Mizuhopecten yessoensis*) aquaculture in Funka Bay, southwestern Hokkaido, Japan. *Aquaculture* 2008, 284, 127–135.
36. Dapuelto, G.; Massa, F.; Costa, S.; Cimoli, L.; Olivari, E.; Chiantore, M.; Povero, P. 2015. A spatial multi-criteria evaluation for site selection of offshore marine fish farm in the Ligurian Sea, Italy. *Ocean Coast. Manag.* 2015, 116, 64–77.
37. Meaden, G.J. 2004. Challenges of using geographic information systems in aquatic environments. In Fisher, W.L. and Rahel, F.J., eds. *Geographic Information Systems in Fisheries*. Bethesda, Maryland, USA: American Fisheries Society. pp. 13–48.
38. Shipley ST. 2005. GIS applications in meteorology, or adventures in a parallel universe. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 86: 171–173.
39. Wang, Y.Q. (2014) *MeteoInfo: GIS Software for Meteorological Data Visualization and Analysis*. *Meteorological Applications*, 21, 360–368.
40. Dyras I, Dobesch H, Grueter E, Perdigao A, Tveito OE, Thornes JE, Wel Fvd, Bottai L. 2005. The use of geographic information systems in climatology and meteorology: COST 719. *Meteorol. Appl.* 12: 1–5.

Bölüm 7

SU ÜRÜNLERİ MUHAFAZASINDA POSTBİYOTİKLER

Esmeray KÜLEY¹
Yetkin SAKARYA²

GİRİŞ

Balık ve balık ürünleri değerli bir besin kaynağı olarak görülmekle birlikte bozulmaya karşı oldukça hassastır. Başta balık olmak üzere gıda kayıplarını azaltmak, güvenli ve kaliteli gıdalar üretmek amacıyla koruyucu maddelerin kullanımı araştırmacıların ve endüstrinin odak noktası olmuştur. Bununla birlikte, sülfid ve benzoatların alerjik etkileri, nitrat ve nitritlerin mide kanserini teşvik edici etkileri ve sorbat aracılı nadir ürtiker ve kontakt dermatit gibi kimyasal koruyucuların yan etkileri hakkında bazı raporlar bulunmaktadır (1). Bu tür kısıtlamalar ve tüketiciler arasında taze, minimum düzeyde işlenmiş ve koruyucu içermeyen gıdaları tercih etme eğiliminin artması, gıda güvenliği güvencesinde yenilikçi katkı maddeleri olarak doğal antimikrobiyal maddelerin geliştirilmesi zorunluluğunu yaratmıştır. Gıda güvenliğini arttırmak ve raf ömrünü uzatmak için biyolojik koruyucuların kullanıldığı doğal gıda koruması, tüketici sağlığının iyileştirilmesi üzerinde de olumlu bir etkiye sahiptir. Toksik olmaması, uzun raf ömrü, standardizasyon ve taşıma kolaylığı gibi olumlu özelliklere sahip olan postbiyotikler, gıda muhafazası için uygun antioksidan ve antimikrobiyal ajanlar olarak bilinmektedir. Bu sebeple bozulmayı geciktirmek, bozulabilir gıdaların duyuşal özelliklerini değiştirmeden raf ömrünü artırmak için postbiyotik içeren antioksidan ve antimikrobiyal aktif filmler geliştirilmektedir (2).

Probiyotikler, üzerinde çokça çalışılan ve uygulanan fonksiyonel gıda bileşenleri arasındadır. Probiyotikler “yeterli miktarda uygulandığında konakçıya sağlık açısından fayda sağlayan canlı mikroorganizmalar” olarak tanımlanmaktadır (3). *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* en çok çalışılan probiyotik cinsleridir. Bununla birlikte, *Bacteroides* ve *Clostridium* cinsleri, güvenlik sorunlarına bakılmaksızın

¹ Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İşleme Teknolojisi Bölümü, İşleme Teknolojisi AD, ekuley@cu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-7886-6566

² Arş. Gör., Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İşleme Teknolojisi AD, ysakarya@cu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-5253-224X

üzerine yapılan çalışmalarda, postbiyotiklerin gıda ambalajı şeklinde yeni bir yaklaşım olarak da kullanım potansiyeline sahip olduğu belirtilmektedir. Halihazırda bilimsel literatür, potansiyel alternatif ajanlar olarak postbiyotiklerin, canlı hücrelerine göre güvenlik açısından üstünlüğe sahip olabileceğini ve klinik, teknolojik ve ekonomik yönlerden benzersiz özellikleri nedeniyle, gıda sektörünün yanı sıra sağlık yararları ve terapötik amaçlar geliştirmek için ilaç endüstrisinde de umut verici araçlar olarak uygulanabileceğini doğrulamaktadır.

İleriye dönük çalışmalarda uygun hücre suşları, aktif bileşikleri, biyolojik işlevi, gıdalarda optimum dozajları belirlenmesi ve aktif gıda ambalajı geliştirmedeki etkinliklerinin incelenmesi gerekmektedir. Öte yandan, postbiyotikler için önemli güvenlik ve düzenleme konularının ele alınması gerekmektedir. Ayrıca, endüstriyel düzeyde postbiyotik üretimi için büyük ölçekli üretim süreçlerinin tasarlanması önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

1. Sharma S. Food preservatives and their harmful effects. *International journal of scientific and research publications*. 2015;5(4): 1–2. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00029>.
2. Nikravan L, Zamanpour S, Noori SMA. Postbiotics: an innovative approach to increase shelf life and quality of foods. *Nutrition & Food Science*. 2024;54(1): 192–206. <https://doi.org/10.1108/NFS-06-2023-0138>.
3. Hill C, Guarner F, Reid G, Gibson GR, Merenstein DJ, Pot B, et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*. 2014;11(8): 506–514.
4. O'Toole PW, Marchesi JR, Hill C. Next-generation probiotics: the spectrum from probiotics to live biotherapeutics. *Nature microbiology*. 2017;2(5): 1–6. <https://doi.org/10.1038/nmicrobiol.2017.57>.
5. Nataraj BH, Ali SA, Behare PV, Yadav H. Postbiotics-parabiotics: the new horizons in microbial biotherapy and functional foods. *Microbial Cell Factories*. 2020;19(1): 168. <https://doi.org/10.1186/s12934-020-01426-w>.
6. Piqué i Clusella N, Berlanga Herranz M, Miñana i Galbis D. Health Benefits of Heat-Killed (Tyndallized) Probiotics: An Overview. *International Journal of Molecular Sciences*, 2019, vol. 20, num. 10, p. 2534. 2019; <https://doi.org/10.3390/ijms20102534>.
7. Mishra B, Mishra AK, Mohanta YK, Yadavalli R, Agrawal DC, Reddy HP, et al. Postbiotics: the new horizons of microbial functional bioactive compounds in food preservation and security. *Food Production, Processing and Nutrition*. 2024;6(1): 28. <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00200-w>.
8. Pilevar Z, Hosseini H, Beikzadeh S, Khanniri E, Alizadeh AM. Application of bacteriocins in meat and meat products: An update. *Current Nutrition & Food Science*. 2020;16(2): 120–133. <https://doi.org/10.2174/1573401314666181001115605>.
9. Novotni D, Gänzle M, Rocha JM. Composition and activity of microbiota in sourdough and their effect on bread quality and safety. *Trends in wheat and bread making*. 2021; 129–172. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821048-2.00005-2>.

10. Rathod NB, Nirmal NP, Pagarkar A, Özogul F, Rocha JM. Antimicrobial impacts of microbial metabolites on the preservation of fish and fishery products: A review with current knowledge. *Microorganisms*. 2022;10(4): 773. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10040773>.
11. Vajiha Banu HM, Sumithra P, Mohamed Mahroop Raja M, Swedha A. Postbiotic Food Packaging Based on Organic Acids. In: Dharumadurai D (ed.) *Postbiotics*. New York, NY: Springer US; 2024. p. 373–379. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-3421-9_51.
12. Hosseini SA, Abbasi A, Sabahi S, Khani N. Application of postbiotics produced by lactic acid bacteria in the development of active food packaging. *Biointerface Res Appl Chem*. 2021;12: 6164–6183. <https://doi.org/10.33263/BRIAC125.61646183>.
13. Homayouni-Rad A, Fathi-Zavoshti H, Douroud N, Shahbazi N, Abbasi A. Evaluating the role of postbiotics as a new generation of probiotics in health and diseases. *Journal of Ardabil University of Medical Sciences*. 2020;19(4): 381–399.
14. Foo HL, Loh TC, Abdul Mutalib NE, Rahim RA. The myth and therapeutic potentials of postbiotics. *Microbiome and Metabolome in Diagnosis, Therapy, and Other Strategic Applications: Academic Press*. 2019; 201–208.
15. Moradi M, Molaie R, Guimarães JT. A review on preparation and chemical analysis of postbiotics from lactic acid bacteria. *Enzyme and Microbial Technology*. 2021;143: 109722. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2020.109722>.
16. Kim SJ, Park SH, Sin HS, Jang SH, Lee SW, Kim SY, et al. Hypocholesterolemic effects of probiotic mixture on diet-induced hypercholesterolemic rats. *Nutrients*. 2017;9(3): 293. <https://doi.org/10.3390/nu9030293>.
17. Nakamura F, Ishida Y, Sawada D, Ashida N, Sugawara T, Sakai M, et al. Fragmented Lactic Acid Bacterial Cells Activate Peroxisome Proliferator-Activated Receptors and Ameliorate Dyslipidemia in Obese Mice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2016;64(12): 2549–2559. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b05827>.
18. Zakuan NM, Ling FH, Yazan LS. Anti-microbial, anti-cancer and immunomodulatory properties of proteinaceous postbiotic metabolite produced by *Lactobacillus plantarum* I-UL4. *Mal J Med Health Sci*. 2019;15: 81–84.
19. Chang HM, Foo HL, Loh TC, Lim ETC, Abdul Mutalib NE. Comparative studies of inhibitory and antioxidant activities, and organic acids compositions of postbiotics produced by probiotic *Lactiplantibacillus plantarum* strains isolated from Malaysian foods. *Frontiers in veterinary science*. 2021;7: 602280. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.602280>.
20. Bäuerl C, Coll-Marqués JM, Tarazona-González C, Pérez-Martínez G. *Lactobacillus casei* extracellular vesicles stimulate EGFR pathway likely due to the presence of proteins P40 and P75 bound to their surface. *Scientific reports*. 2020;10(1): 19237. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75930-9>.
21. Saadat YR, Khosroushahi AY, Movassaghpour AA, Talebi M, Gargari BP. Modulatory role of exopolysaccharides of *Kluyveromyces marxianus* and *Pichia kudriavzevii* as probiotic yeasts from dairy products in human colon cancer cells. *Journal of Functional Foods*. 2020;64: 103675. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103675>.
22. Balaguer F, Enrique M, Llopis S, Barrena M, Navarro V, Álvarez B, et al. Lipoteichoic acid from *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BPL1: a novel postbiotic that reduces fat deposition via IGF-1 pathway. *Microbial Biotechnology*. 2022;15(3): 805–816. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.13769>.

23. Huang FC, Huang SC. The combined beneficial effects of postbiotic butyrate on active vitamin D3-orchestrated innate immunity to *Salmonella colitis*. *Biomedicines*. 2021;9(10): 1296. <https://doi.org/10.3390/biomedicines9101296>.
24. Cortés-Martín A, Selma MV, Tomás-Barberán FA, González-Sarrías A, Espín JC. Where to Look into the Puzzle of Polyphenols and Health? The Postbiotics and Gut Microbiota Associated with Human Metabotypes. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2020;64(9): 1900952. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201900952>.
25. Liang B, Xing D. The Current and Future Perspectives of Postbiotics. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. 2023;15(6): 1626–1643. <https://doi.org/10.1007/s12602-023-10045-x>.
26. Chuah WW, Tan JS, Hazwani Oslan SN, Bothi Raja P. Enhancing food preservation with postbiotic metabolites γ -aminobutyric acid (GABA) and bacteriocin-like inhibitory substances (BLIS) produced by *Lactobacillus brevis* C23 co-cultures in plant-based medium. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*. 2024;54(4): 514–525. <https://doi.org/10.1080/10826068.2023.2252047>.
27. Sabahi S, Homayouni Rad A, Aghebati-Maleki L, Sangtarash N, Ozma MA, Karimi A, et al. Postbiotics as the new frontier in food and pharmaceutical research. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023;63(26): 8375–8402. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2056727>.
28. Bangar SP, Suri S, Trif M, Ozogul F. Organic acids production from lactic acid bacteria: A preservation approach. *Food bioscience*. 2022;46: 101615.
29. Hu C, Ren L, Zhou Y, Ye B. Characterization of antimicrobial activity of three *Lactobacillus plantarum* strains isolated from Chinese traditional dairy food. *Food Science & Nutrition*. 2019;7(6): 1997–2005. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1025>.
30. Mieszkin S, Hymery N, Debaets S, Coton E, Le Blay G, Valence F, et al. Action mechanisms involved in the bioprotective effect of *Lactobacillus harbinensis* K.V9.3.1.Np against *Yarrowia lipolytica* in fermented milk. *International Journal of Food Microbiology*. 2017;248: 47–55. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.02.013>.
31. Kim SW, Kang SI, Shin DH, Oh SY, Lee CW, Yang Y, et al. Potential of cell-free supernatant from *Lactobacillus plantarum* NIBR97, including novel bacteriocins, as a natural alternative to chemical disinfectants. *Pharmaceuticals*. 2020;13(10): 266. <https://doi.org/10.3390/ph13100266>.
32. Ibrahim OO. Classification of antimicrobial peptides bacteriocins, and the nature of some bacteriocins with potential applications in food safety and bio-pharmaceuticals. *EC Microbiol*. 2019;15(7): 591–608.
33. Chen L, Song Z, Tan SY, Zhang H, Yuk HG. Application of bacteriocins produced from lactic acid bacteria for microbiological food safety. *Current Topics in Lactic Acid Bacteria and Probiotics*. 2020;6(1): 1–8. <https://doi.org/10.35732/ctlabp.2020.6.1.1>.
34. Johnson EM, Jung DrYG, Jin DrYY, Jayabalan DrR, Yang DrSH, Suh JW. Bacteriocins as food preservatives: Challenges and emerging horizons. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2018;58(16): 2743–2767. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1340870>.
35. Raman J, Kim JS, Choi KR, Eun H, Yang D, Ko YJ, et al. Application of lactic acid bacteria (LAB) in sustainable agriculture: advantages and limitations. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022;23(14): 7784. <https://doi.org/10.3390/ijms23147784>.

36. Nieto-Lozano JC, Reguera-Useros JI, Pelaez-Martinez M del C, de la Torre AH. Effect of a bacteriocin produced by *Pediococcus acidilactici* against *Listeria monocytogenes* and *Clostridium perfringens* on Spanish raw meat. *Meat science*. 2006;72(1): 57–61. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.06.004>.
37. Rodriguez E, Calzada J, Arqués JL, Rodriguez JM, Nunez M, Medina M. Antimicrobial activity of pediocin-producing *Lactococcus lactis* on *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* O157: H7 in cheese. *International Dairy Journal*. 2005;15(1): 51–57. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2004.05.004>.
38. Ribeiro SC, O'Connor PM, Ross RP, Stanton C, Silva CC. An anti-listerial *Lactococcus lactis* strain isolated from Azorean Pico cheese produces lacticin 481. *International Dairy Journal*. 2016;63: 18–28. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.07.017>.
39. Sheoran P, Tiwari SK. Anti-staphylococcal activity of bacteriocins of food isolates *Enterococcus hirae* LD3 and *Lactobacillus plantarum* LD4 in pasteurized milk. *3 Biotech*. 2019;9(1): 8. <https://doi.org/10.1007/s13205-018-1546-y>.
40. Sofra C, Tsironi T, Taoukis PS. Modeling the effect of pre-treatment with nisin enriched osmotic solution on the shelf life of chilled vacuum packed tuna. *Journal of Food Engineering*. 2018;216: 125–131. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.08.014>.
41. Kim HJ, Lee NK, Cho SM, Kim KT, Paik HD. Inhibition of spoilage and pathogenic bacteria by lacticin NK24, a bacteriocin produced by *Lactococcus lactis* NK24 from fermented fish food. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 1999;31(4): 1035–1043.
42. Pinto AL, Fernandes M, Pinto C, Albano H, Castilho F, Teixeira P, et al. Characterization of anti-*Listeria* bacteriocins isolated from shellfish: potential antimicrobials to control non-fermented seafood. *International journal of food microbiology*. 2009;129(1): 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.11.005>.
43. Sarika AR, Lipton AP, Aishwarya MS. Biopreservative efficacy of bacteriocin GP1 of *Lactobacillus rhamnosus* GP1 on stored fish filets. *Frontiers in nutrition*. 2019;6: 29. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00029>.
44. Hua K, Cobcroft JM, Cole A, Condon K, Jerry DR, Mangott A, et al. The future of aquatic protein: implications for protein sources in aquaculture diets. *One Earth*. 2019;1(3): 316–329. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.018>.
45. Kuley E, Durmus M, Ucar Y, Kosker AR, Tumerkan ETA, Regenstein JM, et al. Combined effects of plant and cell-free extracts of lactic acid bacteria on biogenic amines and bacterial load of fermented sardine stored at 3°C. *Food bioscience*. 2018;24: 127–136. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2018.06.008>.
46. Kuley E, Yazgan H, Özogul Y, Ucar Y, Durmus M, Özyurt G, et al. Effectiveness of *Lactobacilli* cell-free supernatant and propolis extract microcapsules on oxidation and microbiological growth in sardine burger. *Food Bioscience*. 2021;44: 101417. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101417>.
47. Ozogul Y, Kuley E, Kosker AR, Uçar Y, Yazgan H, Durmuş M, et al. The impacts of biopreservation with *Lactobacillus sakei* cell-free supernatant in combination with plant-based extracts on the quality of modified atmosphere packed sea bass (*Dicentrarchus labrax*) filets. *LWT*. 2024; 116756. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116756>.
48. Islam F, Azmat F, Imran A, Zippi M, Hong W, Tariq F, et al. Role of postbiotics in food and health: a comprehensive review. *CyTA - Journal of Food*. 2024;22(1): 2386412. <https://doi.org/10.1080/19476337.2024.2386412>.

49. LeBlanc JG, Chain F, Martín R, Bermúdez-Humarán LG, Courau S, Langella P. Beneficial effects on host energy metabolism of short-chain fatty acids and vitamins produced by commensal and probiotic bacteria. *Microbial Cell Factories*. 2017;16(1): 79. <https://doi.org/10.1186/s12934-017-0691-z>.
50. Higashi B, Mariano TB, de Abreu Filho BA, Gonçalves RAC, de Oliveira AJB. Effects of fructans and probiotics on the inhibition of *Klebsiella oxytoca* and the production of short-chain fatty acids assessed by NMR spectroscopy. *Carbohydrate Polymers*. 2020;248: 116832. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116832>.
51. Gurunathan S, Thangaraj P, Kim JH. Postbiotics-Functional Food Materials. 2023; <https://doi.org/10.20944/preprints202309.2069.v1>.
52. Strandén I, Garrick DJ. Derivation of equivalent computing algorithms for genomic predictions and reliabilities of animal merit. *Journal of dairy science*. 2009;92(6): 2971–2975. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1929>.
53. De Moreno De LeBlanc A, LeBlanc JG, Perdígón G, Miyoshi A, Langella P, Azevedo V, et al. Oral administration of a catalase-producing *Lactococcus lactis* can prevent a chemically induced colon cancer in mice. *Journal of Medical Microbiology*. 2008;57(1): 100–105. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.47403-0>.
54. Thorakkattu P, Khanashyam AC, Shah K, Babu KS, Mundanat AS, Deliephan A, et al. Postbiotics: current trends in food and pharmaceutical industry. *Foods*. 2022;11(19): 3094. <https://doi.org/10.3390/foods11193094>.
55. Forkus B, Ritter S, Vlysidis M, Geldart K, Kaznessis YN. Antimicrobial probiotics reduce *Salmonella enterica* in turkey gastrointestinal tracts. *Scientific reports*. 2017;7(1): 40695. <https://doi.org/10.1038/srep40695>.
56. Osés SM, Diez AM, Gómez EM, Wilches-Pérez D, Luning PA, Jaime I, et al. Control of *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes* in suckling-lamb meat evaluated using microbial challenge tests. *Meat Science*. 2015;110: 262–269. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.08.004>.
57. Hernández-Granados MJ, Franco-Robles E. Postbiotics in human health: Possible new functional ingredients? *Food Research International*. 2020;137: 109660. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109660>.
58. Li HY, Zhou DD, Gan RY, Huang SY, Zhao CN, Shang AO, et al. Effects and mechanisms of probiotics, prebiotics, synbiotics, and postbiotics on metabolic diseases targeting gut microbiota: A narrative review. *Nutrients*. 2021;13(9): 3211. <https://doi.org/10.3390/nu13093211>.
59. Rad AH, Maleki LA, Kafil HS, Zavoshti HF, Abbasi A. Postbiotics as novel health-promoting ingredients in functional foods. *Health promotion perspectives*. 2020;10(1): 3–4. <https://doi.org/10.15171/hpp.2020.02>.
60. Aghebati-Maleki L, Hasannezhad P, Abbasi A, Khani N. Antibacterial, antiviral, antioxidant, and anticancer activities of postbiotics: a review of mechanisms and therapeutic perspectives. *Biointerface Res Appl Chem*. 2021;12(2): 2629–2645. <https://doi.org/10.33263/BRIAC122.26292645>.
61. Rad AH, Abbasi A, Kafil HS, Ganbarov K. Potential pharmaceutical and food applications of postbiotics: a review. *Current Pharmaceutical Biotechnology*. 2020;21(15): 1576–1587. <https://doi.org/10.2174/1389201021666200516154833>.
62. Aguilar-Toalá JE, Garcia-Varela R, Garcia HS, Mata-Haro V, González-Córdova AF, Vallejo-Cordoba B, et al. Postbiotics: An evolving term within the functional

- foods field. *Trends in Food Science & Technology*. 2018;75: 105–114. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.009>.
63. Cuevas-González, P. F., Liceaga, A. M., & Aguilar-Toalá, J. E. (). Postbiotics and paraprobiotics: From concepts to applications. *Food Research International*. 2020; 136: 109502. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109502>
 64. Aguilar-Toalá JE, Hall FG, Urbizo-Reyes UC, Garcia HS, Vallejo-Cordoba B, González-Córdova AF, et al. In Silico Prediction and In Vitro Assessment of Multifunctional Properties of Postbiotics Obtained From Two Probiotic Bacteria. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. 2020;12(2): 608–622. <https://doi.org/10.1007/s12602-019-09568-z>.
 65. Tiptiri-Kourpeti A, Spyridopoulou K, Santarmaki V, Ainelis G, Tompoulidou E, Lamprianidou EE, et al. Lactobacillus casei exerts anti-proliferative effects accompanied by apoptotic cell death and up-regulation of TRAIL in colon carcinoma cells. *PloS one*. 2016;11(2): e0147960. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147960>.
 66. Dinić M, Lukić J, Djokić J, Milenković M, Strahinić I, Golić N, et al. Lactobacillus fermentum postbiotic-induced autophagy as potential approach for treatment of acetaminophen hepatotoxicity. *Frontiers in Microbiology*. 2017;8: 594. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00594>.
 67. Trindade LM, Torres L, Matos ID, Miranda VC, De Jesus LCL, Cavalcante G, et al. Paraprobiotic Lacticaseibacillus rhamnosus Protects Intestinal Damage in an Experimental Murine Model of Mucositis. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. 2023;15(2): 338–350. <https://doi.org/10.1007/s12602-021-09842-z>.
 68. Kim E, Lee HG, Han S, Seo KH, Kim H. Effect of Surface Layer Proteins Derived from Paraprobiotic Kefir Lactic Acid Bacteria on Inflammation and High-Fat Diet-Induced Obesity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2021;69(50): 15157–15164. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c05037>.
 69. Parvarei MM, Fazeli MR, Mortazavian AM, Nezhad SS, Mortazavi SA, Golabchifar AA, et al. Comparative effects of probiotic and paraprobiotic addition on microbiological, biochemical and physical properties of yogurt. *Food research international*. 2021;140: 110030. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.110030>.
 70. İncili GK, Akgöl M, Karatepe P, Tekin A, Kanmaz H, Kaya B, et al. Whole-Cell Postbiotics: an Innovative Approach for Extending the Shelf Life and Controlling Major Foodborne Pathogens in Chicken Breast Fillets. *Food and Bioprocess Technology*. 2023;16(7): 1502–1524. <https://doi.org/10.1007/s11947-023-03009-0>.
 71. Homayouni-Rad A, Fathi-Zavoshti H, Douroud N, Shahbazi N, Abbasi A. Evaluating the role of postbiotics as a new generation of probiotics in health and diseases. *Journal of Ardabil University of Medical Sciences*. 2020;19(4): 381–399.
 72. Ozogul F, Tabanelli G, Toy N, Gardini F. Impact of Cell-free Supernatant of Lactic Acid Bacteria on Putrescine and Other Polyamine Formation by Foodborne Pathogens in Ornithine Decarboxylase Broth. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2015;63(24): 5828–5835. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b02410>.
 73. HOMAYOUNI RA, Oroojzadeh P, Abbasi A. The effect of yeast kluyveromyces marxianus as a probiotic on the microbiological and sensorial properties of set yoghurt during refrigerated storage. *Journal of Ardabil University of Medical Sciences*. 2020;20(2): 254–268.

74. Özogul F, Toy N, Özogul Y, Hamed I. Function of cell-free supernatants of *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus* strains on histamine formation by foodborne pathogens in histidine decarboxylase broth. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2017;41(5): e13208. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13208>.

Bölüm 8

FERMENTE DENİZ ÜRÜNLERİ KAYNAKLI NUTRASÖTİKLER

Hatice YAZGAN¹

GİRİŞ

Fermantasyon, geleneksel olarak gıdaların raf ömrünü uzatmak ve organoleptik özelliklerini iyileştirmek için kullanılan en eski üretim süreçlerinden biridir. Fermantasyon süreçleri, gıda bileşenlerinin yapısı ve profili üzerinde önemli etkiye sahip olması ve ayrıca gıdanın besin değerini ve/veya sindirilebilirliğini artırması gibi faydaları olabilmektedir (1,2). Fermente gıdalar, MÖ 8000'den beri insan besininin tamamlayıcı bir bileşeni olmuştur ve dünya gıda tüketiminin yaklaşık üçte birini oluşturmaktadır (bazı toplumlar için %40'tır) (3). Fermantasyon süreci sırasında, mikroorganizmalar tarafından antimikrobiallardan peptitlere kadar çok çeşitli ikincil metabolitler üretilir. Bu amaçla, düşük pH'a karşı yüksek toleransa sahip, Gram-pozitif, spor oluşturmeyen, kok veya çubuk, katalaz negatif, kesinlikle fermentatif mikroorganizma grubu olan laktik asit bakterileri (LAB) kullanılır (4). Bu bakteriler glikoz ve bakteriyosin, peroksit gibi gıdaların bozulmasına neden olan bakteri ve patojenlerin büyümesini önleyen antimikrobiyal maddelerden ana ürün olarak laktik asit üretmeleriyle karakterize edilirler (5). Ayrıca yağ asitleri, şekerler ve biyoaktif peptitler de dahil olmak üzere çok miktarda biyoaktif bileşik ürettikleri bilinmektedir (6). Bunun yanı sıra laktik asit bakterilerinin gıdanın nutrasötik profilini iyileştirmek için kullanımını yeni bir çalışma alanıdır (7). Fermentasyon prosesi ile etanol gibi basit bileşiklerden polisakkaritler, proteinler ve enzimler gibi karmaşık moleküllere kadar birçok biyoaktif metabolitlerin üretimi de gerçekleşmektedir (3). Bu süreçte üretilen bu biyoaktif maddeler yalnızca fermente edilen gıdanın raf ömrünü uzatmakla ve güvenliğini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda lipid modüle edici, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklara karşı bağışıklık güçlendirici, antimikrobiyal, anti-paraziter gibi etkileri ile gıdanın duyuşal özelliklerini, besin değerini ve kronik

¹ Doç. Dr., Çukurova Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Veterinerlik Gıda Hijyeni ve Teknolojisi, AD, hyazgan@cu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-7520-3342

fermente ürünlerindeki nutrasötik biyoaktif bileşiklerin içeriğini iyileştirmek ve biyojenik aminler gibi belirli toksik bileşiklerin varlığını sınırlamak için farklı analitik yaklaşımlara ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

1. Septembre-Malaterre A, Remize F, Poucheret P. Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: Changes in bioactive compounds during lactic fermentation. *Food Research International* ;2018; 104:86-99.
2. Hashemi SMB, Gholamhosseinpour A, Mousavi Khaneghah A. Fermentation of acorn dough by lactobacilli strains: Phytic acid degradation and antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*; 2019;100:144-149. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.054> (October 2018).
3. Xiang H, Sun-Waterhouse D, Waterhouse GI, et al. Fermentation-enabled wellness foods: A fresh perspective. *Food Science and Human Wellness*; 2019; 8(3): 203-243.
4. Kaban G, Kaya M. Identification of lactic acid bacteria and Gram-positive catalase-positive cocci isolated from naturally fermented sausage (sucuk). *Journal of food science*; 2008; 73(8): M385-M388.
5. De Vuyst L, Leroy F. Bacteriocins from lactic acid bacteria: production, purification, and food applications. *Journal of molecular microbiology and biotechnology*; 2007; 13(4):194-199.
6. Hayes M, García-Vaquero M. Bioactive compounds from fermented food products. In *Novel Food Fermentation Technologies*, Springer, Cham; 2016; 293-310.
7. De Marco Castro E, Shannon E, Abu-Ghannam N. Effect of fermentation on enhancing the nutraceutical properties of *arthrospira platensis* (Spirulina). *Fermentation*; 2019; 5(1):28.
8. Limón RI, Peñas E, Torino MI, et al. Fermentation enhances the content of bioactive compounds in kidney bean extracts. *Food chemistry*; 2015;172:343-352.
9. Verardo V, Gómez-Caravaca AM, Tabanelli G. Bioactive components in fermented foods and food by-products. *Foods*; 2020; 9(2), 153.
10. Yazgan H, Kuley E, Özogul Y. Investigation of bioactive compounds and antimicrobial properties of aqueous garlic extracts on important food-borne zoonotic bacteria for food applications. *Biomass Conversion and Biorefinery*; 2022; 4:1-8.
11. Chye FY, Ooi PW, Ng SY, et al. Fermentation-derived bioactive components from seaweeds: Functional properties and potential applications. *Journal of aquatic food product technology*; 2018; 27(2):144-164.
12. Maddi VS, Aragade PD, Digge VG, et al. Phcog Rev.: Short Review Importance of Nutraceuticals in Health Management. *Pharmacognosy Reviews*; 2007; 1(2).
13. Wildman RE. Nutraceuticals and functional foods. In *Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods* (pp. 3-22). CRC Press;2019.
14. Başaran AA. Nutrasötikler. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*; 2008; 28(6):146-149.
15. Kalra EK. Nutraceutical-definition and introduction. *Aaps Pharmsci*;2003; 5(3):25.
16. https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/nutraceutical-excipient-market-247060367.html?utm_source=mailchimp.com&utm_medium=email_fb_eu&utm_campaign=nutraceutical-excipient-market_060924.

17. Broncano JM, Otte J, Petrón MJ, et al. Isolation and identification of low molecular weight compounds from fermented “chorizo” sausages. *Meat Science*; 2012; 90(2): 494–501.
18. Ashraf SA, Adnan M, Patel M, et al. Fish-based bioactives as potent nutraceuticals: Exploring the therapeutic perspective of sustainable food from the Sea. *Marine Drugs*; 2020; 18(5):265.
19. Fidanbaş ZUC, Bilgin Ş, Ertan ÖO. Bazi Deniz Balıklarının Aminoasit-Yağ Asiti İçerikleri Ve Beslenme Açısından Önemi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*; 2015;11(2):45-59.
20. Luchtman DW, Song C. Cognitive enhancement by omega-3 fatty acids from childhood to old age: findings from animal and clinical studies. *Neuropharmacology*; 2013;64:550-565.
21. Wen YT, Dai JH, Gao Q. Effects of Omega-3 fatty acid on major cardiovascular events and mortality in patients with coronary heart disease: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*; (2014); 24(5):470-475.
22. Fernandes I, Pinto R. Fatty Acids Polyunsaturated as Bioactive Compounds of Microalgae: Contribution to Human Health. *Glob J Nutri Food Sci*; 2019;2 (1): GJNFS. MS. ID, 526.
23. Rai AK, Bhaskar N, Baskaran V. Bioefficacy of EPA–DHA from lipids recovered from fish processing wastes through biotechnological approaches. *Food chemistry*;2013;136(1): 80-86.
24. Holdt SL, Kraan S. Bioactive compounds in seaweed: Functional food applications and legislation. *Journal of Applied Phycology*; 2011;23(3):543–597.
25. Sharifuddin Y, Chin YX, Lim PE, et al. Potential bioactive compounds from seaweed for diabetes management. *Marine Drugs*; 2015;13(8):5447–5491.
26. Felix N, Brindo RA. Substituting fish meal with fermented seaweed, *Kappaphycus alvarezii* in diets of juvenile freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*; 2014; 1(5): 261-265.
27. Pongsetkul J, Benjakul S, Vongkamjan K, et al. Changes in lipids of shrimp (*Acetes vulgaris*) during salting and fermentation. *European Journal of Lipid Science and Technology*; 2017; 119(11), 1700253.
28. Xu Y, Li L, Mac Regenstein J. The contribution of autochthonous microflora on free fatty acids release and flavor development in low-salt fermented fish. *Food Chemistry*; 2018; 256:259-267.
29. Özyurt G, Gökdoğan S, Şimşek A, et al. Fatty acid composition and biogenic amines in acidified and fermented fish silage: a comparison study. *Archives of animal nutrition*;2016;70(1):72-86.
30. Kim HJ, Kang SG, Jaiswal L, et al. Identification of four new angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides from fermented anchovy sauce. *Applied Biological Chemistry*; 2016; 59(1): 25-31.
31. Peralta EM, Hatate H, Kawabe D, et al. Improving antioxidant activity and nutritional components of Philippine salt-fermented shrimp paste through prolonged fermentation. *Food Chemistry*; 2008; 111(1):72-77.
32. Cai L, Wang Q, Dong Z, et al. Biochemical, nutritional, and sensory quality of the low salt fermented shrimp paste. *Journal of Aquatic Food Product Technology*; 2017; 26(6):706-718.

33. Khairina R, Fitriani Y, Satrio H, Rahmi, N. (2016). Physical, chemical, and microbiological properties of "Ronto" a traditional fermented shrimp from South Borneo, Indonesia. *Aquatic Procedia*, 7, 214-220.
34. Ramezanzade L, Hosseini SF, Nikkhah M. Biopolymercoated nanoliposomes as carriers of rainbow trout skin-derived antioxidant peptides. *Food Chemistry*; 2017; 234:220-9.
35. Najafian L, Babji AS. Purification and identification of antioxidant peptides from fermented fish sauce (Budu). *Journal of Aquatic Food Product Technology*; 2019; 28(1):14-24.
36. Hayes M. Food proteins and bioactive peptides: New and novel sources, characterisation strategies and applications. *Foods*; 2018; 7(3): 38.
37. Harnedy PA, FitzGerald RJ. Bioactive proteins, peptides, and amino acids from macroalgae 1. *Journal of Phycology*; 2011; 47(2): 218-232.
38. Godinho I, Pires C, Pedro S, et al. Antioxidant Properties of Fish Protein Hydrolysates Prepared from Cod Protein Hydrolysate by *Bacillus* sp. *Applied biochemistry and biotechnology*; 2016;178(6):1095-1112.
39. Jemil I, Mora L, Nasri ., et al. A peptidomic approach for the identification of antioxidant and ACE-inhibitory peptides in sardinelle protein hydrolysates fermented by *Bacillus subtilis* A26 and *Bacillus amyloliquefaciens* An6. *Food Research International*; 2016; 89:347-358.
40. Amarowicz R, Shahidi F. Antioxidant activity of peptide fractions of capelin protein hydrolysates. *Food Chemistry*; 1997; 58(4):355e359.
41. Wu CH, Chen HM, Shiau CY. Free amino acids and peptides as related to antioxidant properties in protein hydrolysates of mackerel (*Scomber austriasicus*). *Food Research International*; 2003; 36(9e10): 949e957.
42. Jun SY, Park PJ, Jung WK, et al. Purification and characterization of an antioxidative peptide from enzymatic hydrolysates of yellowfin sole (*Limanda aspera*) frame protein. *European Food Research and Technology*; 2004; 219:20e26.
43. Mendis E, Rajapakse N, Byun HG, et al. Investigation of Jumbo squid (*Dosidicus gigas*) skin gelatin peptides for their in vitro antioxidant effects. *Life Sciences*; 2005;77: 2166e2178.
44. Rajapakse N, Jung WK, Mendis E, et al. A novel anticoagulant purified from fish protein hydrolysate inhibits factor XIIa and platelet aggregation. *Life Sciences*; 2005;76: 2607e2619.
45. Ranathunga S, Rajapakse N, Kim SK. Purification and characterization of antioxidative peptide derived from muscle of conger eel (*Conger myriaster*). *European Food Research and Technology*; 2006;222:310e315.
46. Kim SY, Je JY, Kim SK. Purification and characterization of antioxidant peptide from hoki (*Johnius balengerii*) frame protein by gastrointestinal digestion. *Journal of Nutritional Biochemistry*; 2007; 18: 31e38
47. Thiansilakul Y, Benjakul S, Shahidi F. Antioxidative activity of protein hydrolysate from round scad muscle using alcalase and flavourzyme. *Journal of Food Biochemistry*; 2007; 31: 266e287.
48. Samaranyaka AGP, Li-Chan CY. Autolysis-assisted production of fishprotein hydrolysates with antioxidant properties from Pacific hake (*Merluccius productus*). *Food Chemistry*; 2008; 107:768e776.

49. Cho SS, Lee HK, Yu CY, et al. Isolation and characterization of bioactive peptides from Hwangtae (yellowish dried Alaska pollack) protein hydrolysate. *Journal of Food Science and Nutrition*; 2008;13:196e203.
50. Slizyte R, Mozuraityte R, Martinez-Alvarez O, et al. Functional, bioactive and antioxidative properties of hydrolysates obtained from cod (*Gadus morhua*) backbones. *Process Biochemistry*; 2009;44:668e677.
51. Qian ZJ, Jung WK, Byun HG, et al. Protective effect of an antioxidative peptide purified from gastrointestinal digests of oyster, *Crassostrea gigas* against free radical induced DNA damage. *Bioresource Technology*; 2008; 99:3365e3371.
52. Je JY, Qian ZJ, Lee SH, et al. Purification and antioxidant properties of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) dark muscle peptide on free radical-mediated oxidation systems. *Journal of Medicinal Food*; 2008;11(4):629e637.
53. Klompong V, Benjakul S, Yachai M, et al. Amino acid composition and antioxidative peptides from protein hydrolysates of yellow stripe trevally (*Selaroides leptolepis*). *Journal of Food Science*; 2009;74(2):126e133.
54. Sheih IC, Wu TK, Fang TJ. Antioxidant properties of a new antioxidative peptide from algae protein waste hydrolysate in different oxidation systems. *Bioresource Technology*; 2009; 100:3419e3425.
55. Kayser H, Meisel H. Stimulation of human peripheral blood lymphocytes by bioactive peptides derived from bovine milk proteins. *FEBS letters* ; 1996; 383(1-2):18-20.
56. Seppo L, Jauhiainen T, Poussa T, Korpela R. A fermented milk high in bioactive peptides has a blood pressure-lowering effect in hypertensive subjects. *The American journal of clinical nutrition*; 2003;77(2): 326-330
57. Gibbs BF, Zougman A, Masse R, et al. Production and characterization of bioactive peptides from soy hydrolysate and soy-fermented food. *Food research international*; 2004; 37(2):123-131.
58. Koyama M, Naramoto K, Nakajima T, et al. Purification and identification of antihypertensive peptides from fermented buckwheat sprouts. *Journal of agricultural and food chemistry*; 2013; 61(12):3013-3021.
59. Karnjanapratum S, O'callaghan YC, Benjakul S, et al. Purification and identification of antioxidant peptides from gelatin hydrolysates of unicorn leatherjacket skin. *Italian Journal of Food Science*; 2017;29(1).
60. Ichimura K, Kawashima Y, Nakamura T, et al. Medaka fish, *Oryzias latipes*, as a model for human obesity-related glomerulopathy. *Biochemical and biophysical research communications*; 2013; 431(4):712-717.
61. Yin LJ, Tong YL, Jiang ST. Improvement of the functionality of minced mackerel by hydrolysis and subsequent lactic acid bacterial fermentation. *Journal of Food Science*; 2005;70(3):M172-M178.
62. Thongthai CHAUAH, Gildberg ASBJRN. Asian fish sauce as a source of nutrition. *Asian functional foods*; 2005; 215-265.
63. Iqbal M, Abbas M, Nisar J, et al. Bioassays based on higher plants as excellent dosimeters for ecotoxicity monitoring: a review. *Chemistry International*;2019; 5(1):1-80.
64. Cleveland J, Montville TJ, Nes IF, et al. Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation. *International journal of food microbiology*; 2001; 71(1), 1-20.
65. Satish Kumar R, Kanmani P, Yuvaraj N, et al. Traditional Indian fermented foods: a rich source of lactic acid bacteria. *International journal of food sciences and nutrition*;2013; 64(4):415-428.

66. Buntin N, Chanthachum S, Hongpattarakere T. Screening of lactic acid bacteria from gastrointestinal tracts of marine fish for their potential use as probiotics. *Songklanakarın Journal of Science & Technology*;2008; 30.
67. Tanasupawat S, Shida O, Okada S, et al. *Lactobacillus acidipiscis* sp. nov. and *Weissella thailandensis* sp. nov., isolated from fermented fish in Thailand. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*;2000;50(4):1479-1485.
68. Mauguin S, Novel G. Characterization of lactic acid bacteria isolated from seafood. *Journal of Applied Bacteriology*;1994;76(6):616-625.
69. Nanasombat S, Phunpruch S, Jaichalad T. Screening and identification of lactic acid bacteria from raw seafoods and Thai fermented seafood products for their potential use as starter cultures. *Songklanakarın Journal of Science & Technology*; 2012;34(3).
70. Abbasiliasi S, Tan JS, Ibrahim TAT, et al. Fermentation factors influencing the production of bacteriocins by lactic acid bacteria: a review. *Rsc Advances*; 2017;7(47):29395-29420.
71. Kuley E, Özogul F, Özogul Y, et al. The function of lactic acid bacteria and brine solutions on biogenic amine formation by foodborne pathogens in trout fillets. *Food chemistry*; 2011;129(3):1211-1216.
72. Bartkiene E, Bartkevics V, Mozuriene E, et al. The impact of lactic acid bacteria with antimicrobial properties on biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons and biogenic amines in cold smoked pork sausages. *Food Control*;2017;71:285-292.
73. Ruocco N, Costantini S, Guariniello S, et al. Polysaccharides from the marine environment with pharmacological, cosmeceutical and nutraceutical potential. *Molecules*;2016; 21(5): 551.
74. Guo MQ, Hu X, Wang C, et al. Polysaccharides: structure and solubility. *Solubility of polysaccharides*;2017;7-21.
75. Wijesekara I, Pangestuti R, Kim SK. Biological activities and potential health benefits of sulfated polysaccharides derived from marine algae. *Carbohydrate polymers*;2011;84(1): 14-21.
76. Kılınç B, Cirik S, Turan G, et al. Seaweeds for food and industrial applications. In *Food industry*. IntechOpen; 2013
77. Laurienzo P. Marine polysaccharides in pharmaceutical applications: an overview. *Marine drugs*;2010;8(9):2435-2465.
78. Cardoso MJ, Costa RR, Mano JF. Marine origin polysaccharides in drug delivery systems. *Marine drugs*; 2016;14(2):34.
79. Senni K, Pereira J, Gueniche F. Marine polysaccharides: a source of bioactive molecules for cell therapy and tissue engineering. *Marine Drugs*; 2011; 9(9):1664-1681.
80. Xie JH, Jin ML, Morris GA. Advances on bioactive polysaccharides from medicinal plants. *Critical reviews in food science and nutrition*;2016;56:S60-S84.
81. Costa LS, Fidelis GP, Cordeiro SL. Biological activities of sulphated polysaccharides from tropical seaweeds. *Biomed. Pharmacother*;2010;64:21-28.
82. Pushpamali WA., Nikapitiya C, De Zoysa M. Isolation and purification of an anticoagulant from fermented red seaweed *lomentaria catenata*. *Carbohydr. Polym*;2008;73: 274-279. doi:10.1016/j.carbpol.2007.11.029
83. Tabassum MR, Xia A, Murphy JD. Potential of seaweed as a feedstock for renewable gaseous fuel production in Ireland. *Renewable and Sustainable energy reviews*;2017;68:136-146.

84. Rodríguez-Jasso RM, Mussatto SI, Sepúlveda L. Fungal fucoidanase production by solid-state fermentation in a rotating drum bioreactor using algal biomass as substrate. *Food and Bioproducts Processing*;2013;91(4):587-594.
85. De Zoysa M, Nikapitiya C, Jeon YJ. Anticoagulant activity of sulfated polysaccharide isolated from fermented brown seaweed *Sargassum fulvellum*. *Journal of Applied Phycology*;2008;20(1):67-74.
86. Ramnani P, Chitarrari R, Tuohy K, In vitro fermentation and prebiotic potential of novel low molecular weight polysaccharides derived from agar and alginate seaweeds. *Anaerobe*; 2012;18(1):1-6.
87. Deville C, Gharbi M, Dandrifosse G, Study on the effects of laminarin, a polysaccharide from seaweed, on gut characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*;2007; 87(9):1717-1725.
88. Lean QY, Eri RD, Fitton JH. Fucoidan extracts ameliorate acute colitis. *PLoS One*;2015; 10(6):e0128453
89. Ayad R, Akkal S. Phytochemistry and biological activities of algerian *Centaurea* and related genera. In *Studies in Natural Products Chemistry*;2019;63:357-414.
90. Freile-Peegrín Y, Robledo D. Bioactive phenolic compounds from algae. *Bioactive compounds from marine foods: Plant and animal sources*;2013;113-129.
91. Mateos R, Pérez-Correa JR, Domínguez H. Bioactive Properties of Marine Phenolics. *Marine drugs*;2020;18(10):501.
92. Pangestuti R, Kim SK. Biological activities and health benefit effects of natural pigments derived from marine algae. *Journal of functional foods*;2011;3(4):255-266.
93. Dahlgren E, Enhus C, Lindqvist D. Induced production of brominated aromatic compounds in the alga *Ceramium tenuicorne*. *Environmental Science and Pollution Research*;2015; 22(22):18107-18114.
94. Maadane A, Merghoub N, Ainane T. Antioxidant activity of some Moroccan marine microalgae: Pufa profiles, carotenoids and phenolic content. *Journal of biotechnology*;2015;215:13-19.
95. Kirke DA, Rai DK, Smyth TJ. An assessment of temporal variation in the low molecular weight phlorotannin profiles in four intertidal brown macroalgae. *Algal Research*; 2019; 41:101550.
96. Papazian S, Parrot D, Burýšková B. et al. Surface chemical defence of the eelgrass *Zostera marina* against microbial foulers. *Scientific reports*;2019;9(1):1-12.
97. Parys S, Rosenbaum A, Kehraus S, et al. Evaluation of quantitative methods for the determination of polyphenols in algal extracts. *Journal of natural products*;2007;70(12): 1865-1870.
98. Marinho GS, Sørensen ADM, Safafar H, et al. Antioxidant content and activity of the seaweed *Saccharina latissima*: A seasonal perspective. *Journal of Applied Phycology*;2019;31(2):1343-1354.
99. Li J, Wei Y, Du G, et al. Anticoagulant activities of phlorotannins from *Sargassum thunbergii*. *Zhongyao Xinyao Yu Linchuang Yaoli*; 2007;18:191-194.
100. Malmvärn A, Marsh G, Kautsky L, et al. Hydroxylated and methoxylated brominated diphenyl ethers in the red algae *Ceramium tenuicorne* and blue mussels from the Baltic Sea. *Environmental science & technology*;2005; 39(9):2990-2997.
101. Kannan RR, Aderogba MA, Ndhlala AR, et al. Acetylcholinesterase inhibitory activity of phlorotannins isolated from the brown alga, *Ecklonia maxima* (Osbeck) Papenfuss. *Food research international*;2013;54(1):1250-1254.

102. Rajauria G. Optimization and validation of reverse phase HPLC method for qualitative and quantitative assessment of polyphenols in seaweed. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*;2018;148:230-237.
103. Zangrando R, Corami F, Barbaro E. Free phenolic compounds in waters of the Ross Sea. *Science of The Total Environment*; 2019;650:2117-2128.
104. Nagayama K, Iwamura Y, Shibata T. Bactericidal activity of phlorotannins from the brown alga *Ecklonia kurome*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*; 2002; 50(6):889-893.
105. Kim AR, Shin TS, Lee MS, et al. Isolation and identification of phlorotannins from *Ecklonia stolonifera* with antioxidant and anti-inflammatory properties. *Journal of agricultural and food chemistry*;2009;57(9):3483-3489.
106. Artan M, Li Y, Karadeniz F, et al. Anti-HIV-1 activity of phloroglucinol derivative, 6, 6'-bieckol, from *Ecklonia cava*. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*;2008;16(17):7921-7926.
107. Kong CS, Kim JA, Yoon NY, et al. Induction of apoptosis by phloroglucinol derivative from *Ecklonia cava* in MCF-7 human breast cancer cells. *Food and Chemical Toxicology*;2009;47(7):1653-1658.
108. Parys S, Kehraus S, Krick A, et al. In vitro chemopreventive potential of fucophloretols from the brown alga *Fucus vesiculosus* L. by anti-oxidant activity and inhibition of selected cytochrome P450 enzymes. *Phytochemistry*;2010;71(2-3):221-229.
109. Rengasamy KR, Aderogba MA, Amoo SO, et al. Potential antiradical and alpha-glucosidase inhibitors from *Ecklonia maxima* (Osbeck) Papenfuss. *Food chemistry*;2013;141(2):412-415.
110. Jung HA, Hyun SK, Kim HR, et al. Angiotensin-converting enzyme I inhibitory activity of phlorotannins from *Ecklonia stolonifera*. *Fisheries Science*;2006;72(6):1292-1299.
111. Moon C, Kim SH, Kim JC, et al. Protective effect of phlorotannin components phloroglucinol and eckol on radiation-induced intestinal injury in mice. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*;2008;22(2):238-242.
112. Rolle R, Satin M. Basic requirements for the transfer of fermentation technologies to developing countries. *International journal of food microbiology*;2002;75(3):181-187.
113. Đorđević TM, Šiler-Marinković SS, Dimitrijević-Brankovi SI. Effect of fermentation on antioxidant properties of some cereals and pseudo cereals. *Food chemistry*; 2010;119(3): 957-963.
114. Nishitani Y, Sasaki E, Fujisawa T, et al. Genotypic analyses of lactobacilli with a range of tannase activities isolated from human feces and fermented foods. *Systematic and Applied Microbiology*;2004;27(1):109-117.
115. Hur SJ, Lee SY, Kim YC, et al. Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. *Food chemistry*;2014;160:346-356.
116. Shobharani P, Halami PM, Sachindra NM. Potential of marine lactic acid bacteria to ferment *Sargassum* sp. for enhanced anticoagulant and antioxidant properties. *Journal of applied microbiology*;2013;114(1):96-107.
117. Suraiya S, Lee JM, Cho HJ. *Monascus* spp. fermented brown seaweeds extracts enhance bio-functional activities. *Food bioscience*;2018;21, 90-99.
118. Bae HN, Kim YM. Improvement of the functional qualities of sea tangle extract through fermentation by *Aspergillus oryzae*. *Fisheries and aquatic sciences*;2010;13(1):12-17.

119. Eom SH, Kim YM, Kim SK. Antimicrobial effect of phlorotannins from marine brown algae. *Food and Chemical Toxicology*;2012;50(9):3251-3255.
120. Wijesinghe WAJP, Jeon YJ. Enzyme-assisted extraction (EAE) of bioactive components: a useful approach for recovery of industrially important metabolites from seaweeds: a review. *Fitoterapia*;2012;83(1):6-12.
121. Sultana B, Anwar F, Przybylski R. Antioxidant activity of phenolic components present in barks of *Azadirachta indica*, *Terminalia arjuna*, *Acacia nilotica*, and *Eugenia jambolana* Lam. trees. *Food Chemistry*;2007,104(3):1106-1114.
122. Pompeu DR, Silva EM, Rogez H. Optimisation of the solvent extraction of phenolic antioxidants from fruits of *Euterpe oleracea* using Response Surface Methodology. *Bioresource technology*;2009;100(23):6076-6082.
123. Anwar F, Ali M, Hussain AI, et al. Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and extracts of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds from Pakistan. *Flavour and Fragrance Journal*;2009;24(4):170-176.
124. Hussain AI, Chatha SA, Noor S, et al. Effect of extraction techniques and solvent systems on the extraction of antioxidant components from peanut (*Arachis hypogaea* L.) hulls. *Food Analytical Methods*;2012;5(4):890-896.
125. Leroy F, De Vuyst L. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science & Technology*;2004;15(2):67-78.
126. Abu Yazid N, Barrena R, Komilis D, et al. Solid-state fermentation as a novel paradigm for organic waste valorization: a review. *Sustainability*;2017;9(2):224.
127. Taskila S, Ojamo H. The current status and future expectations in industrial production of lactic acid by lactic acid bacteria. In *Lactic acid bacteria-R & D for food, health and livestock purposes*. IntechOpen;2013.
128. Ricke SC. Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials. *Poultry science*;2003;82(4):632-639.
129. Costa MP, Conte-Junior CA. Leites fermentados como alimentos funcionais. *Anim. Business Brasil*;2013;3:60-65.
130. Urbach G. The flavour of milk and dairy products: II. Cheese: contribution of volatile compounds. *International Journal of Dairy Technology*;1997;50(3):79-89.
131. Horák T, Čulík J, Cejka P, et al. Analysis of free fatty acids in beer: comparison of solid-phase extraction, solid-phase microextraction, and stir bar sorptive extraction. *Journal of agricultural and food chemistry*;2009;57(23):11081-11085.
132. Jurado-Sánchez B, Ballesteros E, Gallego M. Gas chromatographic determination of 29 organic acids in foodstuffs after continuous solid-phase extraction. *Talanta*;2011;84(3): 924-930.
133. Hinton Jr A. Growth of *Campylobacter* in media supplemented with organic acids. *Journal of food protection*;2006;69(1), 34-38.
134. Conte Junior CA, de Souza VG, Batista RF, et al. Influência do ácido láctico e da embalagem em atmosfera modificada sobre a validade comercial da linguiça frescal de frango. *R. bras. Ci. Vet.*;2010;59-66.
135. Zang J, Xu Y, Xia W, et al. Quality, functionality, and microbiology of fermented fish: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*;2020;60(7):1228-1242.
136. Dittoe DK, Ricke SC, Kiess AS. Organic acids and potential for modifying the avian gastrointestinal tract and reducing pathogens and disease. *Frontiers in veterinary science*;2018;5:216.

137. Ross RP, Morgan S, Hill C. Preservation and fermentation: past, present and future. *International journal of food microbiology*;2002;79(1-2):3-16.
138. Chen YP, Rekha PD, Arun AB. Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. *Applied soil ecology*;2006;34(1):33-41.
139. Shukla S, Choi TB, Park HK, et al. Determination of non-volatile and volatile organic acids in Korean traditional fermented soybean paste (Doenjang). *Food and Chemical Toxicology*;2010;48(8-9):2005-2010.
140. Osako K, Hossain MA, Kuwahara K, et al. Quality aspect of fish sauce prepared from underutilized fatty Japanese anchovy and rabbit fish. *Fisheries science*;2005;71(6): 1347-1355.
141. Chuon MR, Shiimoto M, Koyanagi T, et al. Microbial and chemical properties of Cambodian traditional fermented fish products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*;2014; 94(6):1124-1131.
142. Zeng X, Xia W, Jiang Q, et al. Chemical and microbial properties of Chinese traditional low-salt fermented whole fish product Suan yu. *Food Control*;2013; 30(2):590-595.
143. Riebroy S, Benjakul S, Visessanguan, W, et al. Some characteristics of commercial Som-fug produced in Thailand. *Food Chemistry*;2004;88(4):527-535.
144. Wang Y, Li C, Li L, et al. Application of UHPLC-Q/TOF-MS-based metabolomics in the evaluation of metabolites and taste quality of Chinese fish sauce (Yu-lu) during fermentation. *Food chemistry*;2019;296:132-141.
145. Saini RK, Keum YS. Carotenoid extraction methods: A review of recent developments. *Food chemistry*;2018; 240, 90-103.
146. Hosseini SF, Rezaei M, McClements DJ. Bioactive functional ingredients from aquatic origin: a review of recent progress in marine-derived nutraceuticals. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*;2020;1-28.
147. Negro JJ, Garrido-Fernandez J. Astaxanthin is the major carotenoid in tissues of white storks (*Ciconia ciconia*) feeding on introduced crayfish (*Procambarus clarkii*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*;2000;126(3):347-352.
148. Gudin C. Une histoire naturelle de la mort. *L'Age d'Homme*;2005.
149. Britton G. Functions of intact carotenoids. In *carotenoids*;2008;189-212.
150. Mapelli-Brahm P, Barba FJ, Remize F, et al. The impact of fermentation processes on the production, retention and bioavailability of carotenoids: An overview. *Trends in Food Science & Technology*;2020;99:389-401.
151. Rengasamy KR, Mahomoodally MF, Aumeeruddy MZ, et al. Bioactive compounds in seaweeds: An overview of their biological properties and safety. *Food and Chemical Toxicology*;2020;135:111013.
152. Castillo R, Nègre-Sadargues G, Lenel R. General survey of the carotenoids in Crustacea. In *Carotenoid chemistry and biochemistry* ;1982;211-224. Pergamon.
153. Higuera-Ciapara I, Felix-Valenzuela L, Goycoolea FM. Astaxanthin: a review of its chemistry and applications. *Critical reviews in food science and nutrition*;2006;46(2):185-196.
154. Shahidi F, Botta JR. *Seafoods: chemistry, processing technology and quality*. Springer Science & Business Media;2012.

155. Coral G, Huberman A, de la Lanza G, et al. Muscle pigmentation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed on oil-extracted pigment from langostilla (*Pleuroncodes planipes*) compared with two commercial sources of astaxanthin. *Journal of Aquatic Food Product Technology*;1998;7(2):31-45.
156. Gupta SK, Jha AK, Pal AK, et al. Use of natural carotenoids for pigmentation in fishes;2007.
157. Vilchez C, Forján E, Cuaresma M, et al. Marine carotenoids: biological functions and commercial applications. *Marine Drugs*;2011;9(3):319-333.
158. Del Campo JA, Moreno J, Rodríguez H, et al. Carotenoid content of chlorophycean microalgae: factors determining lutein accumulation in *Muriellopsis* sp. (Chlorophyta). *Journal of Biotechnology*;2000;76(1):51-59.
159. Dharmaraj S, Ashokkumar B, Dhevendaran K. Food-grade pigments from *Streptomyces* sp. isolated from the marine sponge *Callyspongia diffusa*. *Food Research International*; 2009;42(4):487-492.
160. Del Campo JA, García-González M, Guerrero MG. Outdoor cultivation of microalgae for carotenoid production: current state and perspectives. *Applied microbiology and biotechnology*;2007;74(6):1163-1174.
161. Mortensen A. Carotenoids and other pigments as natural colorants. *Pure and Applied chemistry*;2006;78(8):1477-1491.
162. Guedes AC, Amaro HM, Malcata FX. Microalgae as sources of carotenoids. *Marine drugs*; 2011;9(4):625-644.
163. Sachindra NM, Bhaskar N, Siddegowda GS, et al. Recovery of carotenoids from ensilaged shrimp waste. *Bioresource technology*;2007;98(8):1642-1646.
164. Juan MY, Chou CC. Enhancement of antioxidant activity, total phenolic and flavonoid content of black soybeans by solid state fermentation with *Bacillus subtilis* BCRC 14715. *Food microbiology*;2020;27(5):586-591.
165. Prameela K, Murali Mohan CH, Smitha PV, et al. Bioremediation of shrimp biowaste by using natural probiotic for chitin and carotenoid production an alternative method to hazardous chemical method. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*;2010;1(3):903-910.
166. Bhaskar N, Suresh PV, Sakhare PZ, et al. Shrimp biowaste fermentation with *Pediococcus acidolactici* CFR2182: Optimization of fermentation conditions by response surface methodology and effect of optimized conditions on deproteinization/demineralization and carotenoid recovery. *Enzyme and Microbial Technology*; 2007;40(5):1427-1434.
167. Tacon AG, Metian M. Food matters: fish, income, and food supply—a comparative analysis. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*;2018; 26(1):15-28.

Bölüm 9

BALIK SİLAJI HAZIRLAMA YÖNTEMLERİ VE KULLANIM ALANLARI

Gülsün ÖZYURT¹
Yetkin SAKARYA²

GİRİŞ

Dünya genelinde milyonlarca insan için geçim kaynağı olan balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği en hızlı büyüyen gıda sektörlerinden birisidir. Yaklaşık 178 milyon ton olarak bildirilen 2020 yılı toplam su ürünleri üretiminin 157 milyon tonunun doğrudan gıda temini için, geriye kalan 20 milyon tonluk üretim miktarının ise öncelikle balık unu ve yağı üretimi ile gıda dışı ürünlerin hazırlanması için kullanıldığı bildirilmiştir (1,2). 2026 yılı sonunda balıkçılık ve kültür kaynaklı su ürünleri üretiminin 194 milyon tona ulaşması beklenmektedir (3). Su ürünleri yetiştiriciliği için ise öngörülen üretim miktarı 2030 yılına kadar 106 milyon tona ulaşacağı yönündedir (4). Bununla birlikte, su ürünleri yetiştiricilik endüstrisi, yüksek yemleme maliyetleri ve tutarsız balık unu ve balık yağı tedariki gibi büyük zorluklarla karşı karşıya gelmektedir. Yemleme giderlerinin, su ürünleri yetiştiriciliğinde toplam işletme maliyetlerinin önemli bir kısmını (yaklaşık %70'e kadar) oluşturduğu belirtilmektedir (5,6). Su ürünleri yetiştiriciliği küresel gıda üretiminde önemli bir rol oynamaktadır, özellikle küçük ölçekli işletmeler için sürdürülebilirliğin sağlanması eldeki kaynakların en iyi şekilde kullanımını gerektirmektedir. Özellikle ıskarta balık türleri ve su ürünleri işleme atıkları hayvan besleme, bitki besleme ve stimülantı amaçlı kullanılabilir çok sayıda değerli bileşen içeren önemli kaynaklardır. Dünya marketleri balık unundan daha düşük maliyetli alternatif bir yem ham maddesi arayışı içerisinde. Hali hazırda üretilen balık ununun yaklaşık %86'sı su ürünleri yetiştiriciliğinde, %9'u domuz yetiştiriciliğinde ve %5'i diğer amaçlarla (özellikle evcil hayvan yemi ve kümes hayvanı yetiştiriciliği) kullanıldığı bildirilmektedir (1). Balık silajı üretimi

¹ Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İşleme Teknolojisi AD, beklevik@cu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-1073-115X

² Arş. Gör., Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İşleme Teknolojisi AD, ysakarya@cu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-5253-224X

KAYNAKÇA

1. FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. FAO; 2022. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>. [Accessed 27th August 2024].
2. TEPGE. *Tarım Ekonomisi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE) Ürün Raporu, Su Ürünleri 2023*. TEPGE yayın no: 373, ISBN: 978-625-8451-93-1, Ankara. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepage/Belgeler/PDF%20C3%9Cr%3%BCn%20Raporlar%20C4%B1/2023%20C3%9Cr%3%BCn%20Raporlar%20C4%B1/Su%20C3%9Cr%3%BCnleri%20C3%9Cr%3%BCn%20Raporu%202023-373%20TEPGE.pdf> [Accessed 21st August 2024].
3. Ganjeh AM, Saraiva JA, Pinto CA, Casal S, Silva AM. Emergent technologies to improve protein extraction from fish and seafood by-products: an overview. *Applied Food Research*. 2023; 100339. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100339>.
4. Sarkar MSI, Hasan MM, Hossain MS, Khan M, Al Islam A, Paul SK, et al. Exploring fish in a new way: A review on non-food industrial applications of fish. *Heliyon*. 2023; <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22673>.
5. Torres JA, Chen YC, Rodrigo-Garcia J, Jaczynski J. Recovery of by-products from seafood processing streams. In: *Maximising the value of marine by-products*. Elsevier; 2007. p. 65–90.
6. Thirukumaran R, Anu Priya VK, Krishnamoorthy S, Ramakrishnan P, Moses JA, Anandharamakrishnan C. Resource recovery from fish waste: Prospects and the usage of intensified extraction technologies. *Chemosphere*. 2022;299: 134361. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134361>.
7. FAO, [ed.]. *Sustainability in action*. Rome; 2020. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>.
8. Guillen J, Holmes SJ, Carvalho N, Casey J, Dörner H, Gibin M, et al. A review of the European Union landing obligation focusing on its implications for fisheries and the environment. *Sustainability*. 2018;10(4): 900. <https://doi.org/10.3390/su10040900>.
9. Nellemann C. *The environmental food crisis: the environment's role in averting future food crises: a UNEP rapid response assessment*. UNEP/Earthprint; 2009.
10. El-Sayed AFM. Tilapia trade and marketing. *Tilapia Culture*. 2020; 261–274.
11. Arason S, Karlsdottir M, Valsdottir T, Slizyte R, Rustad T, Falch E, et al. *Maximum resource utilisation-value added fish by-products*. Nordic Council of Ministers; 2010.
12. Özyurt G, Özkütük AS, Uçar Y, Durmuş M, Özoğul Y. Fatty acid composition and oxidative stability of oils recovered from acid silage and bacterial fermentation of fish (Sea bass–Dicentrarchus labrax) by-products. *International Journal of Food Science & Technology*. 2018;53(5): 1255–1261. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13705>.
13. Özyurt G, Ozogul Y, Kuley Boga E, Özkütük AS, Durmuş M, Uçar Y, et al. The Effects of Fermentation Process with Acid and Lactic Acid Bacteria Strains on the Biogenic Amine Formation of Wet and Spray-Dried Fish Silages of Discards. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 2019;28(3): 314–328. <https://doi.org/10.1080/10498850.2019.1578314>.
14. Fagbenro OA. Preparation, properties and preservation of lactic acid fermented shrimp heads. *Food Research International*. 1996;29(7): 595–599. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(96\)00077-4](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(96)00077-4).
15. Olsen RL, Toppe J. Fish silage hydrolysates: Not only a feed nutrient, but also a useful feed additive. *Trends in food science & technology*. 2017;66: 93–97. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.003>.

16. Kuley E, Özyurt G, Özogul I, Boga M, Akyol I, Rocha JM, et al. The role of selected lactic acid bacteria on organic acid accumulation during wet and spray-dried fish-based silages. Contributions to the winning combination of microbial food safety and environmental sustainability. *Microorganisms*. 2020;8(2): 172. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8020172>.
17. Ozyurt G, Boga M, Uçar Y, Boga EK, Polat A. Chemical, bioactive properties and in vitro digestibility of spray-dried fish silages: Comparison of two discard fish (*Equulites klunzingeri* and *Carassius gibelio*) silages. *Aquaculture Nutrition*. 2018;24(3): 998–1005. <https://doi.org/10.1111/anu.12636>.
18. Özyurt G, Durmuş M, Uçar Y, Özoğul Y. The potential use of recovered fish protein as wall material for microencapsulated anchovy oil. *LWT*. 2020;129: 109554. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109554>.
19. Rai AK, Swapna HC, Bhaskar N, Halami PM, Sachindra NM. Effect of fermentation ensilaging on recovery of oil from fresh water fish viscera. *Enzyme and Microbial Technology*. 2010;46(1): 9–13. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2009.09.007>.
20. Murthy PS, Rai AK, Bhaskar N. Fermentative recovery of lipids and proteins from freshwater fish head waste with reference to antimicrobial and antioxidant properties of protein hydrolysate. *Journal of Food Science and Technology*. 2014;51(9): 1884–1892. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0730-z>.
21. Raa J, Gildberg A, Olley JN. Fish silage: a review. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*. 1982;16(4): 383–419.
22. Rusmana I, Suwanto A, Mubarik DNR. Characterization of lactic acid bacteria isolated from an Indonesian fermented fish (bekasam) and their antimicrobial activity against pathogenic bacteria. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2013;25(6): 489. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v25i6.12478>.
23. Shabani A, Boldaji F, Dastar B, Ghoorchi T, Zerehdaran S. Preparation of fish waste silage and its effect on the growth performance and meat quality of broiler chickens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2018;98(11): 4097–4103. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8926>.
24. Shabani A, Jazi V, Ashayerizadeh A, Barekatin R. Inclusion of fish waste silage in broiler diets affects gut microflora, cecal short-chain fatty acids, digestive enzyme activity, nutrient digestibility, and excreta gas emission. *Poultry science*. 2019;98(10): 4909–4918. <https://doi.org/10.3382/ps/pez244>.
25. Shabani A, Boldaji F, Dastar B, Ghoorchi T, Zerehdaran S, Ashayerizadeh A. Evaluation of increasing concentrations of fish waste silage in diets on growth performance, gastrointestinal microbial population, and intestinal morphology of broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*. 2021;275: 114874. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114874>.
26. Vidotti RM, Viegas EMM, Carneiro DJ. Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. *Animal feed science and technology*. 2003;105(1–4): 199–204.
27. Rahmi M, Faid M, Elyachioui M, Berny EH, Fakir M, Ouhssine M. Protein rich ingredients from fish waste for sheep feeding. *African Journal of Microbiology Research*. 2008;2(4): 73–77.
28. Llanes J, Toledo J. Physicochemical composition and digestibility of silages from fishery residues in the Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Cuban Journal of Agricultural Science*. 2011;45(4).

29. Vidotti RM, Pacheco MTB, Gonçaves GS. Characterization of the oils present in acid and fermented silages produced from Tilapia filleting residue Caracterização dos óleos de silagens ácidas e fermentadas produzidas com resíduos da filetagem de tilápias. 2011; <https://agris.fao.org/search/en/providers/122436/records/64747c2f425ec3c088f6c050>
30. Fagbenro OA, Jauncey K. Physical and nutritional properties of moist fermented fish silage pellets as a protein supplement for tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Animal feed science and technology*. 1998;71(1–2): 11–18.
31. Zahar M, Benkerroum N, Guerouali A, Laraki Y, El Yakoubi K. Effect of temperature, anaerobiosis, stirring and salt addition on natural fermentation silage of sardine and sardine wastes in sugarcane molasses. *Bioresource technology*. 2002;82(2): 171–176.
32. Davies SJ, Guroy D, Hassaan MS, El-Ajnaf SM, El-Haroun E. Evaluation of co-fermented apple-pomace, molasses and formic acid generated sardine based fish silages as fishmeal substitutes in diets for juvenile European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) production. *Aquaculture*. 2020;521: 735087.
33. Shirai K, Guerrero I, Huerta S, Saucedo G, Castillo A, Gonzalez RO, et al. Effect of initial glucose concentration and inoculation level of lactic acid bacteria in shrimp waste ensilation. *Enzyme and Microbial Technology*. 2001;28(4–5): 446–452.
34. Larsen JH. Fish silage technology. *Info-SAMAK International*. 2015; 20–23.
35. Inoue S, Suzuki-Utsunomiya K, Komori Y, Kamijo A, Yumura I, Tanabe K, et al. Fermentation of non-sterilized fish biomass with a mixed culture of film-forming yeasts and lactobacilli and its effect on innate and adaptive immunity in mice. *Journal of bioscience and bioengineering*. 2013;116(6): 682–687. <https://doi.org/10.1016/j.jbioso.2013.05.022>.
36. Özkütük AS, Özyurt G. Balık silajı üretimi için basit bir yöntem: İnokulum olarak yoğurt kullanımı. *Ege Journal of Fisheries & Aquatic Sciences (EgeJFAS)/Su Ürünleri Dergisi*. 2022;39(3).
37. Santana TM, Dantas F de M, Monteiro Dos Santos DK, Kojima JT, Pastrana YM, De Jesus RS, et al. Fish viscera silage: production, characterization, and digestibility of nutrients and energy for tambaqui juveniles. *Fishes*. 2023;8(2): 111. <https://doi.org/10.3390/fishes8020111>.
38. Özyurt G, Gökdoğan S, Şimşek A, Yuvka I, Ergüven M, Kuley Boga E. Fatty acid composition and biogenic amines in acidified and fermented fish silage: a comparison study. *Archives of animal nutrition*. 2016;70(1): 72–86. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2015.1117696>.
39. Tanuja S, Mohanty PK, Kumar A, Moharana A, Nayak SK. Shelf life study of acid added silage produced from fresh water fish dressing waste with and without the addition of antioxidants. *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*. 2014;5(2): 91–98.
40. Madage SSK, Medis WUD, Sultanbawa Y. Fish Silage as Replacement of Fishmeal in Red Tilapia Feeds. *Journal of Applied Aquaculture*. 2015;27(2): 95–106. <https://doi.org/10.1080/10454438.2015.1005483>.
41. Pagarkar AU, Basu S, Mitra A, Sahu NP. Preparation of bio-fermented and acid silage from fish waste and its biochemical characteristic. *Asian Journal of Microbiology Biotechnology and Environmental Sciences*. 2006;8(2): 381.

42. Raj R, Raju CV, Lakshmisha IP. Nutritional and biochemical properties of fish silage prepared as an ingredient in poultry feed. 2018; <https://doi.org/10.20546/ijc-mas.2018.705.054>.
43. Banze JF, Silva M da, Enke DBS, Fracalossi DM. Acid silage of tuna viscera: production, composition, quality and digestibility. *Boletim do Instituto de Pesca*. 2017;44: 24–34. <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2017.24.34>.
44. Raeesi R, Shabanpour B, Pourashouri P. Quality Evaluation of Produced Silage and Extracted Oil from Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Wastes Using Acidic and Fermentation Methods. *Waste and Biomass Valorization*. 2021;12(9): 4931–4942. <https://doi.org/10.1007/s12649-020-01331-8>.
45. Hasan B. Fermentation of fish silage using *Lactobacillus pentosus*. *Journal Nature Indonesia*. 2003;6(1): 11–15.
46. Ramírez JCR, Ibarra JI, Romero FA, Ulloa PR, Ulloa JA, Matsumoto KS, et al. Preparation of biological fish silage and its effect on the performance and meat quality characteristics of quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2013;56: 1002–1010.
47. Arruda LF de, Borghesi R, Oetterer M. Use of fish waste as silage: a review. *Brazilian archives of Biology and Technology*. 2007;50: 879–886. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132007000500016>.
48. Sampathkumar K, Yu H, Loo SCJ. Valorisation of industrial food waste into sustainable aquaculture feeds. *Future Foods*. 2023;7: 100240. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2023.100240>.
49. Hua K, Cobcroft JM, Cole A, Condon K, Jerry DR, Mangott A, et al. The future of aquatic protein: implications for protein sources in aquaculture diets. *One Earth*. 2019;1(3): 316–329. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.018>.
50. Dawood MAO, Koshio S. Application of fermentation strategy in aquafeed for sustainable aquaculture. *Reviews in Aquaculture*. 2020;12(2): 987–1002. <https://doi.org/10.1111/raq.12368>.
51. Colombo SM, Roy K, Mraz J, Wan AHL, Davies SJ, Tibbetts SM, et al. Towards achieving circularity and sustainability in feeds for farmed blue foods. *Reviews in Aquaculture*. 2023;15(3): 1115–1141. <https://doi.org/10.1111/raq.12766>.
52. Goddard JS, Perret JSM. Co-drying fish silage for use in aquafeeds. *Animal Feed Science and Technology*. 2005;118(3–4): 337–342.
53. Batista I. Fish silage: preparation and uses. 1987; <https://agris.fao.org/search/en/providers/122621/records/647751c65eb437ddff749feb>
54. Akhtar A, Arason S, Einarsson MI, Ehf M. Fish Silage From Side Streams Of Processing Factories As Raw Material For Aquafeed. 2017;
55. Ali MZ, Gheyasuddin S, Zaher M, Hossain MA, Islam MN. Evaluation of fish silage prepared from underutilized marine fishes as protein sources in the diet of major carp (*Cirrhinus mrigala*). 1994;
56. Fagbenro O, Jauncey K. Chemical and nutritional quality of stored fermented fish (tilapia) silage. *Bioresource technology*. 1993;46(3): 207–211.
57. Goddard JS, Al-Yahyai DSS. Chemical and nutritional characteristics of dried sardine silage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 2001;10(4): 39–50. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22673>.
58. Goddard JS, McLean E, Wille K. Co-dried sardine silage as an ingredient in tilapia, *Oreochromis aureus*, diets. 2003;

59. Vidoiti RM, Carneiro DJ, Viegas EMM. Acid and Fermented Silage Characterization and Determination of Apparent Digestibility Coefficient of Crude Protein for Pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 2002;33(1): 57–62. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2002.tb00478.x>.
60. Heras H, McLeod CA, Ackman RG. Atlantic dogfish silage vs. herring silage in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*): growth and sensory evaluation of fillets. *Aquaculture*. 1994;125(1–2): 93–106.
61. Espe M, Holen E, He J, Provan F, Chen L, Øysæd KB, et al. Hydrolyzed fish proteins reduced activation of caspase-3 in H₂O₂ induced oxidative stressed liver cells isolated from Atlantic salmon (*Salmo salar*). *SpringerPlus*. 2015;4(1): 658. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1432-6>.
62. Balogun AM, Fasakin EA, Owolanke D. Evaluation of Fish Silage/Soybean Meal Blends as Protein Feedstuff for *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) Fingerlings. *Journal of Applied Animal Research*. 1997;11(2): 129–136. <https://doi.org/10.1080/09712119.1997.9706172>.
63. Cisse A, Luquet P, Etchian A. Use of chemical or biological fish silage as feed for *Chrysichthys nigrodigitatus* (Bagridae). *Aquatic Living Resources (France)*. 1995;
64. Espe M, Haaland H, Njaa LR. Autolysed fish silage as a feed ingredient for Atlantic salmon (*Salmo salar*). 1992;
65. Lee SM, Pham MA, Shin IS. Partial Replacement of Fish Meal by Fermented Skipjack Tuna Viscera in Juvenile Olive Flounder (*Paralichthys olivaceus*) Diets. *Fisheries and Aquatic Sciences*. 2009;12(4): 305–310. <https://doi.org/10.5657/fas.2009.12.4.305>.
66. Plascencia-Jatomea M, Olvera-Novoa MA, Arredondo-Figueroa JL, Hall GM, Shirai K. Feasibility of fishmeal replacement by shrimp head silage protein hydrolysate in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L) diets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2002;82(7): 753–759. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1092>.
67. Montero D, Kalinowski T, Obach A, Robaina L, Tort L, Caballero MJ, et al. Vegetable lipid sources for gilthead seabream (*Sparus aurata*): effects on fish health. *Aquaculture*. 2003;225(1–4): 353–370. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00301-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00301-6).
68. Liang M, Wang J, Chang Q, Mai K. Effects of different levels of fish protein hydrolysate in the diet on the nonspecific immunity of Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicus* (Cuvieret Valenciennes, 1828). *Aquaculture Research*. 2006;37(1). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01392.x>.
69. Sun M, Kim YC, Okorie OE, Devnath S, Yoo G, Lee S, et al. Use of Fermented Fisheries By-products and Soybean Curd Residues Mixture as a Fish Meal Replacer in Diets of Juvenile Olive Flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 2007;38(4): 543–549. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2007.00128.x>.
70. Soltan MA, Hanafy MA, Wafa MIA. An evaluation of fermented silage made from fish by-products as a feed ingredient for African catfish (*Clarias gariepinus*). 2008;
71. Goosen NJ, De Wet LF, Görgens JF. Rainbow trout silage as immune stimulant and feed ingredient in diets for Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Aquaculture Research*. 2016;47(1): 329–340. <https://doi.org/10.1111/are.12497>.
72. Barreto-Curiel F, Parés-Sierra G, Correa-Reyes G, Durazo-Beltrán E, Viana MT. Total and partial fishmeal substitution by poultry by-product meal (petfood grade) and enrichment with acid fish silage in aquafeeds for juveniles of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 2016;44(2): 327–335. <https://doi.org/10.3856/vol44-issue2-fulltext-13>.

73. Shao J, Wang L, Shao X, Liu M. Dietary different replacement levels of fishmeal by fish silage could influence growth of *Litopenaeus vannamei* by regulating mTOR at transcriptional level. *Frontiers in Physiology*. 2020;11: 359. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00359>.
74. Sartipiyarahmadi S, Philip AJP, Forshei AN, Sveier H, Steinsund S, Kleppe M, et al. Blue mussel (*Mytilus edulis*) silage, a possible low trophic marine protein source for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*. 2024;587: 740829. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.740829>.
75. Phumee P, Koedprang W. Replacement of Fish Meal with a Combination of Fermented Fish and Soybean Meal in the Diet of Juvenile Asian Seabass, *Lates calcarifer* (Bloch, 1790). *Journal of Fisheries & Environment*. 2024;48(1).
76. Santana TM, Dantas FM, Prestes AG, Jerônimo GT, Da Costa JI, Dos Santos DKM, et al. Evaluation and economic analysis of fermented fish viscera silage in diets for tambaqui (*Colossoma macropomum*) and its effects on the physical quality of pellets, growth performance, health parameters. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2024; jpn.13999. <https://doi.org/10.1111/jpn.13999>.
77. Refstie S, Olli JJ, Standal H. Feed intake, growth, and protein utilisation by post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) in response to graded levels of fish protein hydrolysate in the diet. *Aquaculture*. 2004;239(1–4): 331–349. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.06.015>.
78. Torstensen BE, Espe M, Stubhaug I, Lie Ø. Dietary plant proteins and vegetable oil blends increase adiposity and plasma lipids in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *British Journal of Nutrition*. 2011;106(5): 633–647. <https://doi.org/10.1017/S0007114511000729>.
79. Espe M, Hevrøy EM, Liaset B, Lemme A, El-Mowafi A. Methionine intake affect hepatic sulphur metabolism in Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture*. 2008;274(1): 132–141. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.10.051>.
80. Espe M, Rathore RM, Du ZY, Liaset B, El-Mowafi A. Methionine limitation results in increased hepatic FAS activity, higher liver 18: 1 to 18: 0 fatty acid ratio and hepatic TAG accumulation in Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Amino acids*. 2010;39: 449–460. <https://doi.org/10.1007/s00726-009-0461-2>.
81. Leeson S, Summers JD. *Commercial poultry nutrition*. Nottingham university press; 2009.
82. Olsen RL, Hasan MR. A limited supply of fishmeal: Impact on future increases in global aquaculture production. *Trends in Food Science & Technology*. 2012;27(2): 120–128. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.06.003>.
83. Huntington TC, Hasan MR. Fish as feed inputs for aquaculture—practices, sustainability and implications: a global synthesis. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. 2009;518: 1–61.
84. Ologhobo AD, Balogun AM, Bolarinwa BB. The replacement value of fish silage for fish meal in practical broiler rations. *Biological wastes*. 1988;25(2): 117–125. [https://doi.org/10.1016/0269-7483\(88\)90101-2](https://doi.org/10.1016/0269-7483(88)90101-2).
85. Krogdahl Å. Fish Viscera Silage as a Protein Source for Poultry: I. Experiments with Layer-type Chicks and Hens. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 1985;35(1): 3–23. <https://doi.org/10.1080/00015128509435754>.
86. Kjos NP, Herstad O, Øverland M, Skrede A. Effects of dietary fish silage and fish fat on growth performance and meat quality of broiler chicks. *Canadian Journal of Animal Science*. 2000;80(4): 625–632. <https://doi.org/10.4141/A00-039>.

87. Balios J. Nutritional value of fish by-products, and their utilization as fish silage in the nutrition of poultry. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Environmental Science and Technology*. 2003. p. 70–76.
88. Santana-Delgado H, Avila E, Sotelo A. Preparation of silage from Spanish mackerel (*Scomberomorus maculatus*) and its evaluation in broiler diets. *Animal Feed Science and Technology*. 2008;141(1–2): 129–140. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds-2007.05.023>.
89. Al-Marzooqi W, Al-Farsi MA, Kadim IT, Mahgoub O, Goddard JS. The effect of feeding different levels of sardine fish silage on broiler performance, meat quality and sensory characteristics under closed and open-sided housing systems. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2010;23(12): 1614–1625. <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.10119>.
90. Johnson RJ, Brown N, Eason P, Sumner J. The nutritional quality of two types of fish silage for broiler chickens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1985;36(11): 1051–1056. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740361105>.
91. Ward WJ, Parrott GA, Iredale DG. Fish waste as silage for use as an animal feed supplement. 1985;
92. Reis PJ, Schinckel PG. Nitrogen utilization and wool production by sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1961;12(2): 335–352. <https://doi.org/10.1071/AR9610335>.
93. Stern MD, Varga GA, Clark JH, Firkins JL, Huber JT, Palmquist DL. Evaluation of chemical and physical properties of feeds that affect protein metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*. 1994;77(9): 2762–2786. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77219-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77219-2).
94. Santos FAP, Santos JEP, Theurer CB, Huber JT. Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: A 12-year literature review. *Journal of dairy science*. 1998;81(12): 3182–3213.
95. Mach DT, Nortvedt R. Chemical and nutritional quality of silage made from raw or cooked lizard fish (*Saurida undosquamis*) and blue crab (*Portunus pelagicus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2009;89(15): 2519–2526. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3761>.
96. Salas G, Gutiérrez E, Juárez A, Flores JP, Perea M. Use of the devil fish in animal feed as an alternative to productive diversification and mitigation of environmental damage in the South and West of México. *Journal of Agricultural Science and Technology A*. 2011;1: 1232–1234.
97. Tejeda-Arroyo E, Cipriano-Salazar M, Camacho-Díaz LM, Salem AZM, Kholif AE, Elghandour MMY, et al. Diet inclusion of devil fish (*Plecostomus* spp.) silage and its impacts on ruminal fermentation and growth performance of growing lambs in hot regions of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 2015;47(5): 861–866. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0800-0>.
98. van't Land M. *Fish silage as protein ingredient in animal feeds: the pioneering of fishery byproduct utilisation in Belgium*. [PhD Thesis] Ghent University; 2019.
99. Cho JH, Kim IH. Fish meal – nutritive value. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2011;95(6): 685–692. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2010.01109.x>.
100. Chae BJ. Impacts of Wet Feeding of Diets on Growth and Carcass Traits in Pigs. *Journal of Applied Animal Research*. 2000;17(1): 81–96. <https://doi.org/10.1080/09712119.2000.9706293>.

101. Ahuja I, Dauksas E, Remme JF, Richardsen R, Løes AK. Fish and fish waste-based fertilizers in organic farming–With status in Norway: A review. *Waste Management*. 2020;115: 95–112. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.025>.
102. Sansoucy R. Better feed for animals: more food for people: commentary. *World Animal Review*. 1995;82.
103. Marimuthu C, Srinivasan S, Periyasamy K, Muthusamy K, Ganeshan B, Thangavelu RD, et al. Optimizing dosage of organic fertilizer fermented fish liquid protein hydrolysate for eradication of stunted growth in paddy cultivation and yield improvement. *Int J Appl Agric Res*. 2009;4(3): 223–229.
104. Gagnon B, Berrouard S. Effects of several organic fertilizers on growth of greenhouse tomato transplants. *Canadian Journal of Plant Science*. 1994;74(1): 167–168. <https://doi.org/10.4141/cjps94-035>.
105. McDonald MA, Hawkins BJ, Prescott CE, Kimmins JP. Growth and foliar nutrition of western red cedar fertilized with sewage sludge, pulp sludge, fish silage, and wood ash on northern Vancouver Island. *Canadian Journal of Forest Research*. 1994;24(2): 297–301. <https://doi.org/10.1139/x94-042>.
106. Karim NU, Lee M, Arshad AM. The effectiveness of fish silage as organic fertilizer on post-harvest quality of pak choy (*Brassica rapa* L. subsp. *chinensis*). *European International Journal of Science and Technology*. 2015;4(5): 163–174.
107. Hepsibha BT, Geetha A. Effect of Biofertilizer (Fermented fish waste–Gunapaselam) on structure and biochemical components of *Vigna radiata* leaves. *Res J Chem Environ*. 2021;25(7).
108. Hammoutou S, Aziane A ilah, Chaouch A, El Yachioui M. Characterization, Treatment and Recovery of Fish by Product as a Stable bio-fertilizer. *International Journal of Agricultural and Life Sciences*. 2017;3(2): 164–177. <http://dx.doi.org/10.22573/spg.ijals.017.s12200081>.

Bölüm 10

BALIK YAĞI VE YAĞ ASİTLERİ: SAĞLIK FAYDALARI VE UYGULAMALARI

Bariş BAYRAKLI¹

GİRİŞ

Hamsi, somon, uskumru, çaça ve sardalya gibi yağlı balıkların dokularından elde edilen balık yağının beslenme ve sağlık alanında giderek popüleritesi artmaktadır. Omega-3 yağ asitleri bakımından zengin olan balık yağı, özellikle Eikosapentaenoik asit (EPA) ve Dokosaheksaenoik asit (DHA) bakımından çok sayıda sağlık faydası nedeniyle gelişmiş ülkelerde hızla diyetlere eklenmektedir (1-2).

Balık yağları genellikle balığı pişirmeyi, suyu ayırmayı ve yağı sulu fazdan ayırmak için santrifüjleme gibi teknikleri kullanmayı içeren çeşitli yöntemlerle çıkarılır (2). Bu yönteme ek olarak, balık yağı çıkarma işleminin verimliliğini ve kalitesini artırmak için geliştirilen birkaç alternatif çıkarma tekniği vardır. Bunlara, yağı çözmek için organik çözücülerin kullanıldığı çözücü çıkarma ve balık dokularını parçalamak ve yağı serbest bırakmak için kullanan belirli enzimlerle çıkarma dahildir. Özellikle karbondioksit kullanılarak yapılan süperkritik sıvı çıkarma, zararlı çözücülerin kullanımını en aza indirirken, omega-3 yağ asitlerinin yararlı özelliklerini koruyarak yüksek kaliteli yağ üretebilen bir yöntem olarak da ilgi görmüştür. Bu yöntemlerin her birinin kendine özgü avantajları ve dezavantajları vardır. Seçilen ekstraksiyon tekniği, nihai balık yağı ürününün kalitesini, verimini ve güvenliğini önemli ölçüde etkileyebilir. Ham balık yağı hayvan tüketimi için uygun olsa da, insan tüketimi için tasarlanan balık yağlarının ağır metalleri, PCB'leri, dioksinleri ve diğer kirleticileri ortadan kaldırmak için kapsamlı rafinasyon süreçlerinden geçmesi esastır. Rafine edilmiş nihai ürünün insan sağlığı için güvenli ve faydalı olmasını sağlar.

Son yıllarda yapılan araştırmalara göre, omega-3 katkılı diyetler kronik hastalıkları önlemede planlanırken, genel refah düzeyini desteklemede de önemi

¹ Doç. Dr., Sinop Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Su Ürünleri Bölümü, bbayrakli@sinop.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-1812-3266

Balık yağının sağlık yararlarının ötesinde, uygulamaları diyet takviyeleri, tıbbi tedaviler, nutrasötikler ve hatta kozmetikler dahil olmak üzere çeşitli alanlara uzanır. Omega-3 ile zenginleştirilmiş gıdalar için büyüyen pazar, tüketicilerin bu hayati besinleri günlük rutinlerine dahil etmelerine olanak tanıyan diyet yoluyla sağlık optimizasyonuna yönelik daha geniş bir eğilimi yansıtır. Ancak, omega-3'lerin diyet kaynakları çok önemli olsa da, herkesin ihtiyaçlarını yalnızca yiyeceklerle karşılayamayacağını kabul etmek önemlidir. Bu gibi durumlarda, yüksek kaliteli balık yağı takviyeleri yeterli alımı sağlamak için değerli bir alternatif görevi görebilir.

Omega-3 yağ asitlerini besin kaynaklarından almanın önemini vurgulamak abartılamaz. Hamsi, palamut, somon, uskumru ve sardalya gibi yağlı balıkları tüketmek yalnızca EPA ve DHA değil, aynı zamanda genel sağlığa katkıda bulunan diğer faydalı besinleri de sağlar. Yine de, vejetaryenler veya diyet kısıtlamaları olan kişiler gibi bu yiyeceklerden yeterli miktarda tüketemeyenler için takviyeler besin boşluklarını doldurmada kritik bir rol oynayabilir.

Omega-3 yağ asitlerinin dengeli bir diyetle entegre edilmesi, optimum sağlığı korumak için olmazsa olmazdır. Takviyeler gerektiğinde faydalı olabilirken, diyet kaynaklarına öncelik vermek ilk yaklaşım çizgisi olmalıdır. Omega-3 alımı hakkında bilinçli seçimler yaparak ve hem gıdayı hem de takviyeleri kapsamlı bir sağlık stratejisinin parçası olarak değerlendirerek, bireyler balık yağı ve omega-3 yağ asitlerinin sunduğu tüm fayda yelpazesinden yararlanabilirler.

KAYNAKÇA

1. Duyar HA, Bayraklı B. Fatty Acid Profiles of Fish Oil Derived by Different Techniques from By-products of Cultured Black Sea Salmon (*Oncorhynchus mykiss*) . *Journal of Agricultural Sciences (Tarım Bilimleri Dergisi)* . 2023 ;29(3):833-841 .. DOI :10 .15832/ankutbd ..1187017 .
2. Bayraklı B. A Study on Fatty Acid Composition and Quality Indicators of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) Oils From Different Factories . *Mar Sci Tech Bull.* 2023 ;12(4):522-9 .
3. Erkan N, Özden Ö. The changes of fatty acid and amino acid compositions in sea bream (*Sparus aurata*) during irradiation process . *Radiat Phys Chem.* 2007 ;76(10):1636-41 .. doi :10 .1016/j.radphyschem.
4. Bayraklı B. Monthly variations in proximate composition , fatty acid quality and amino acid score of warty crab , *Eriphia verrucosa* (Forsskal , 1775) from the Southern Coast of Black Sea , Turkey. *Pakistan J Zool* . 2021 ;53(5):1729-41 . doi :10 .17582/journal.pjz /20210318090304 .
5. Bayraklı B, Duyar HA. The Effect of Raw Material Freshness on Fish Oil Quality Produced in Fish Meal and Oil Plant. *Anatolian Env and Anim Sciences.* 2019 ;4(3):473-9.

6. Gamsız K , Korkut A , Kop A. Comparison of fatty acid compositions of commercial fish and fish by-products oils used in fish feed industry in Turkey. *Turk J Agric Food Sci Technol* . 2019 ;7(11):1941-6 . doi :10 .24925/turjaf.v7i11 .1941-1946 .2901 .
7. Mgbechidinma CL, Gang Z, Baguya EB, Zhou H, Okon SU, Zhang C. Fatty acid composition and nutritional analysis of waste crude fish oil obtained by optimized milder extraction methods. *Environ Eng Res*. 2022;28(2):220034-0. doi:10.4491/eer.2022.034.
8. Soldo B, Šimat V, Vlahović J, Skroza D, Ljubenković I, Mekinić IG. High quality oil extracted from sardine by-products as an alternative to whole sardines: production and refining. *Eur J Lipid Sci Technol*. 2019;121(7). doi:10.1002/ejlt.201800513.
9. Al-Khusaibi M, Gordon M, Lovegrove J, Niranjana K. Frying of potato chips in a blend of canola oil and palm olein: changes in levels of individual fatty acids and tocopherols. *Int J Food Sci Technol*. 2012;47(8):1701-9. doi:10.1111/j.1365-2621.2012.03024.x.
10. Guan H . Effect of fish oil on heart health: a meta-analysis . *Biomed J Sci Tech Res* . 2021 ;34(3) . doi :10 .26717/bjstr .2021 .34 .005543 .
11. Hilleman D , Teply R , Packard K . Knowledge, perceptions, and patterns of fish oil use in cardiac patients . *J Pharm Pract* . 2019 ;33(5):580-5.doi :10 .1177/0897190018824485 .
12. Suseno S, Tambunan J, Ibrahim B. Inventory and characterization of sardine (*Sardinella* sp.) oil from Java Island-Indonesia. *Adv J Food Sci Technol*. 2014;6(5):588-92. doi:10.19026/ajfst.6.79.
13. Pradhan S , Panchali T , Paul B, et al .. Anti-obesity potentiality of tapra fish (*Opisthopterus tardoore*) oil. *J Food Biochem*. 2020 ;44(11) .. doi :10 :1111/jfbc..13448 .
14. Li X, Cao J, Bai X, Zhang F. Chemical composition and thermal properties of tilapia oil extracted by different methods. *Int J Food Prop*. 2018;21(1):1575-85. doi:10.1080/10942912.2018.1503302.
15. Murage MW, Muge EK, Mbatia B, Mwaniki MW. Development and sensory evaluation of omega-3-rich Nile perch fish oil-fortified yogurt. *Int J Food Sci*. 2021;2021:1-7. doi:10 .1155/2021/8838043.
16. Honold PJ , Nouard M , Jacobsen C . Fish oil extracted from fish-fillet by-products is weakly linked to the extraction temperatures but strongly linked to the omega-3 content of the raw material . *Eur J Lipid Sci Technol* . 2015 ;118(6):874-84.doi :10 :1002/ejlt ..201500343 .
17. Hajeb P , Selamat J , Afsah-Hejri L , et al . Effect of supercritical fluid extraction on the reduction of toxic elements in fish oil compared with other extraction methods . *J Food Prot* . 2015 ;78(1):172-9.doi:10 .4315/0362-028x.jfp-14-248 .
18. Fang Y, Liu S, Hu W, et al. Extraction of oil from high-moisture tuna livers by subcritical dimethyl ether: a comparison with different extraction methods. *Eur J Lipid Sci Technol*. 2018;121(2). doi:10.1002/ejlt.201800087.
19. Yi T , Li S , Fan J , et al . Comparative analysis of EPA and DHA in fish oil nutritional capsules by GC-MS . *Lipids Health Dis* . 2014 ;13(1) . doi :10 .1186/1476 -511x -13 -190 .
20. Franklin EC, Haq M, Roy VC, et al. Supercritical CO₂ extraction and quality comparison of lipids from yellowtail fish (*Seriola quinqueradiata*) waste in different conditions. *J Food Process Preserv*. 2020;44(11). doi:10.1111/jfpp.14892.
21. Assadourian J. Health claims and doses of fish oil supplements in the US. *JAMA Cardiol*. 2023;8(10):984. doi:10.1001/jamacardio.2023.2424.

22. Parletta N , Zarnowiecki D , Cho J , et al . People with schizophrenia and depression have a low omega-3 index . *Prostaglandins Leukotrienes Essent Fatty Acids* . 2016 ;110:42-7 . doi :10 .1016/j .plefa .2016 .05 .007 .
23. Sinn N , Milte C , Street S , J et al. Effects of n -3 fatty acids EPA v DHA on depressive symptoms quality of life memory and executive function in older adults with mild cognitive impairment: a 6-month randomised controlled trial . *Br J Nutr* .. 2011 ;107(11):1682 -93.doi :10 :1017/s0007114511004788 .
24. Harauma A . Effects of varied omega-3 fatty acid supplementation on postpartum mental health and the association between prenatal erythrocyte omega-3 fatty acid levels and postpartum mental health . *Nutrients* . 2023 ;15(20):4388.doi :10 .3390/nu15204388 .
25. Ramprasath V , Eyal I , Zchut S , et al. Response to commentary on a trial comparing krill oil versus fish oil . *Lipids Health Dis* . 2014 ;13(1) . doi :10 :1186/1476 -511x -13 -17 .
26. Nichols P , Glencross B , Petrie J , et al. Readily available sources of long-chain omega-3 oils: is farmed Australian seafood a better source of the good oil than wild-caught seafood? . *Nutrients* . 2014 ;6(3):1063-79 . doi :10 .3390/nu6031063 .
27. Hwang S. Collagen hydrolysate from the scales of Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*) improve hair and skin health by alleviating oxidative stress and inflammation and promoting hair growth and extracellular matrix factors .. *Mar Drugs* .. 2023 ;21(9):475 .. doi :10 :3390/md21090475 .
28. Ablon G. A 6-month, randomized, double-blind, placebo-controlled study evaluating the ability of a marine complex supplement to promote hair growth in men with thinning hair. *J Cosmet Dermatol*. 2016;15(4):358-66. doi:10.1111/jocd.12265.
29. Li W, Yang J, Cai J, et al. Oil body-bound oleosin-RHGF-10: a novel drug delivery system that improves skin penetration to accelerate wound healing and hair growth in mice. *Int J Mol Sci*. 2017;18(10):2177. doi:10.3390/ijms18102177.
30. Dk S, Cope W, Ja R, et al. The influence of fish length on tissue mercury dynamics: implications for natural resource management and human health risk. *Int J Environ Res Public Health*. 2013;10(2):638-59. doi:10.3390/ijerph10020638.
31. Meneses H, Oliveira-da-Costa M, Basta P, et al. Mercury contamination: a growing threat to riverine and urban communities in the Brazilian Amazon. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(5):2816. doi:10.3390/ijerph19052816.
32. Hacon S, Oliveira-da-Costa M, Gama C, et al. Mercury exposure through fish consumption in traditional communities in the Brazilian northern Amazon . *Int J Environ Res Public Health* . 2020 ;17(15):5269 . doi :10 .3390/ijerph17155269 .
33. Özden Ö , Erkan N , Kaplan M , et al . Toxic metals and omega-3 fatty acids of bluefin tuna from aquaculture: health risk and benefits . *Expo Health* . 2020 ;12:9-18 . doi :10 .1007/s12403-018-0279-9 .
34. Freitas J , Lacerda E , Júnior D , et al . Mercury exposure of children living in Amazonian villages: influence of geographical location where they lived during prenatal and postnatal development . *Anais Acad Bras Ciências* . 2019 ;91(suppl 1) . doi :10 .1590/0001-3765201920180097 .
35. Elliott C. Assessing vitamins, minerals and supplements marketed to children in Canada. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(22):4326. doi:10.3390/ijerph16224326.

36. Steckling N, Blüml S, Pinheiro P, et al. The burden of chronic mercury intoxication in artisanal small-scale gold mining in Zimbabwe: data availability and preliminary estimates. *Environ Health*. 2014;13(1). doi:10.1186/1476-069x-13-111.
37. Fitzgerald A, Baralt L. Media constructions of responsibility for the production and mitigation of environmental harms: the case of mercury-contaminated fish. *Can J Criminol Crim Justice/La Rev Can Criminol Justice Pénale*. 2010;52(4):341-68.doi:10.3138/cjccj.52.4.341.
38. Bénéfice É, Luna-Monrroy S, Lopez-Rodriguez R. Fishing activity, health characteristics and mercury exposure of Amerindian women living alongside the Beni River (Amazonian Bolivia). *Int J Hyg Environ Health*. 2010;213(6):458-64. doi:10.1016/j.ijheh.2010.08.010.
39. Fitzgerald T , Gohlke J . Contaminant levels in Gulf of Mexico reef fish after the Deepwater Horizon oil spill as measured by a fishermen-led testing program . *Environ Sci Technol* . 2014 ;48(3):1993-2000 . doi :10.1021/es4051555 .
40. Perdikaris C , Nathanailides C , Gouva E , et al . Size-relative effectiveness of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) and goldfish (*Carassius auratus* Linnaeus, 1758). *Acta Veterinaria Brno*. 2010 ;79(3):481-90. doi :10.2754/avb201079030481 .
41. Costa J, Lima A, Rodrigues D, et al. Manifestações emocionais e motoras de ribeirinhos expostos ao mercúrio na Amazônia. *Rev Bras Epidemiol*. 2017;20(2):212-24. doi:10.1590/1980-5497201700020003.
42. Díez S, Esbrí J, Tobías A, et al. Determinants of exposure to mercury in hair from inhabitants of the largest mercury mine in the world. *Chemosphere*. 2011;84(5):571-7. doi:10.1016/j.chemosphere.2011.03.065.
43. Karunathilaka S, Mossoba M, Chung J, et al. Rapid prediction of fatty acid content in marine oil omega-3 dietary supplements using a portable Fourier transform infrared (FTIR) device and partial least-squares regression (PLSR) analysis. *J Agric Food Chem*. 2016;65(1):224-33. doi:10.1021/acs.jafc.6b04463.
44. Merwe S, Manley M, Wicht M. Enhancing near infrared spectroscopy models to identify omega-3 fish oils used in the nutraceutical industry by means of calibration range extension. *J Near Infrared Spectrosc*. 2018;26(4):245-61. doi:10.1177/0967033518795811.
45. Pirestani S , Sahari M , Barzegar M , et al. Lipid, cholesterol and fatty acid profile of some commercially important fish species from South Caspian Sea . *J Food Biochem* .. 2010 ;no-no .. doi :10 :1111/j..1745-4514..2010..00343.x .
46. Batičić L, Varljen N, Varljen J. *Fish lipids as a source of healthy components: fatty acids from Mediterranean fish*. Biomedical Engineering: Trends, Research and Technologies. 16 doi:10.5772/13382.
47. Huang T , Wang P , Yang S , et al. Cosmetic and therapeutic applications of fish oil's fatty acids on the skin . *Mar Drugs*. 2018 ;16(8):256 .. doi :10 :3390/md16080256 .
48. Bruun N, Shoulaifar T, Hemming J, et al. Characterization of waste bio-oil as an alternate source of renewable fuel for marine engines. *Biofuels*. 2019;13(1):21-30.doi:10.1080/17597269.2019.1628481 .
49. Tahergorabi R, Beamer S, Matak K, et al. Isoelectric solubilization/precipitation as a means to recover protein isolate from striped bass (*Morone saxatilis*) and its physicochemical properties in a nutraceutical seafood product. *J Agric Food Chem*. 2012;60(23):5979-87. doi:10.1021/jf3001197.

50. Pazhouhanmehr S, Farhoosh R, Kenari R, et al. Oxidative stability of purified common kilka (*Clupeonella cultiventris caspia*) oil as a function of the bene kernel and hull oils. *Int J Food Sci Technol*. 2014 ;50(2):396-403. doi :10 .1111/ijfs .12609 .
51. Ilievska B, Loftsson Þ, Hjalmsdóttir M, et al. Topical formulation comprising fatty acid extract from cod liver oil: development, evaluation and stability studies. *Mar Drugs*. 2016 ;14(6):105 .. doi :10 :3390/md14060105 .
52. Haiyee Z, Yahya N, Rashid N, et al. Characterisation of catfish (*Clarias batrachus*) oil: β -cyclodextrin inclusion complex. *Malays J Anal Sci*. 2016 ;20(4):838-43 . doi :10 .17576/mjas-2016-2004-17 .
53. Plans M, Wenstrup M, Rodríguez-Saona L. Application of infrared spectroscopy for characterization of dietary omega-3 oil supplements. *J Am Oil Chem Soc*. 2015 ;92(7):957-66 .. doi :10 :1007/s11746-015 -2666 -8 .
54. Colombo-Hixson S, Olsen R, Tibbetts S, et al. Evaluation of *Calanus finmarchicus* copepod meal in practical diets for juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquac Nutr*. 2012;19(5):687-700. doi:10.1111/anu.12016.
55. Quresi M, Khan Z, Ahmad F, et al. Design and performance evaluation of an indigenously developed small-scale fish-oil extraction unit; a solution for improving fish farm environments. *Polish J Environ Stud*. 2018 ;27(6):2711-8 .. doi :10 :15244/pjoes /81111 .
56. Domian E, Brynda-Kopytowska A, Marzec A. Functional properties and oxidative stability of flaxseed oil microencapsulated by spray drying using legume proteins in combination with soluble fiber or trehalose. *Food Bioprod Process*. 2017;10(7):1374-86. doi:10.1007/s11947-017-1908-1.
57. Schots P, Pedersen A, Eilertsen K, et al. Possible health effects of a wax ester rich marine oil. *Front Pharmacol*. 2020 ;11 .. doi :10 :3389/fphar..2020..00961 .
58. Bhaskar K, Sendilvelan S, Muthu V, et al. Performance and emission characteristics of compression ignition engine using methyl ester blends of jatropha and fish oil. *J Mech Eng Sci*. 2016;10(2):1994-2007. doi:10.15282/jmes.10.2.2016.4.0188.
59. Yun Y, Jang S, Kim H, et al Properties and oxidation stability of fish oil capsules manufactured with calcium alginate gels. *Korean J Fish Aquat Sci*. 2015 ;48(5):589-95 . doi :10 .5657/kfas .2015 .0589 .
60. Kalnbalkite A. The role of environmental communication in advancing sustainability in fisheries and aquaculture: a case study of Latvia. *Sustainability*. 2023;15(23):16418. doi:10.3390/su152316418.
61. Antonelli G, Chiarello E, Picone G, et al. Toward sustainable and healthy fish products—the role of feeding and preservation techniques. *Foods*. 2023;12(16):2991. doi:10.3390/foods12162991.
62. Betancor M, Li K, Sprague M, Bardal T, et al. An oil containing EPA and DHA from transgenic *Camelina sativa* to replace marine fish oil in feeds for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): effects on intestinal transcriptome, histology, tissue fatty acid profiles and plasma biochemistry. *PLoS One*. 2017;12(4):e0175415. doi:10.1371/journal.pone.0175415.
63. Bimbo F, Viscecchia R, Devitiis B, et al. How do Italian consumers value sustainable certifications on fish?—an explorative analysis. *Sustainability*. 2022;14(6):3654. doi:10.3390/su14063654.

64. Ciriminna R , Lino C , Pagliaro M . Omeg@silica: entrapment and stabilization of sustainably sourced fish oil . *ChemistryOpen* . 2021 ;10(5):581-6 . doi :10 .1002/open .202100038 .
65. Suroso A, Tandra H, Wahyudi I. The impact of sustainable certification on financial and market performance: evidence from Indonesian palm oil companies. *Int J Sustain Dev Plan.* 2021;16(8):1495-500. doi:10.18280/ijstdp.160810.

Bölüm 11

DENİZ KAPLUMBAĞALARININ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ VE TÜRKİYE DENİZLERİNDEKİ TÜRLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Akile ESENLİOĞULLARI¹
Zafer TOSUNOĞLU²

GİRİŞ

Kaplumbağa denilince özellikle sahillere yakın kesimlerde yaşayanlar için ilk akla gelen genelde deniz ortamında süzülüşleri ile hafızalara kazınan deniz kaplumbağalarıdır denebilir. Deniz kaplumbağaları milyonlarca yıl öncesinde kutuplar hariç dünya denizlerine yayılmış sürüngenler sınıfında yer alan omurgalı canlılardır. Paleotologların yapmış oldukları çalışmalar neticesinde ilk fosil kaydı ortalama 260 milyon yıl öncesini işaret etmektedir (1). Dünya denizlerinde günümüzde dağılım gösteren sekiz deniz kaplumbağası türü bulunmaktadır (2,3). Bunlar Cheloniidae familyasında *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758), *Chelonia agassizi* (Bocourt, 1868), *Natador depressus* (Garman 1880), *Caretta caretta* (Linnaeus 1758), *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus 1766), *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz 1829), *Lepidochelys kempii* (Garman 1880) ve Dermochelyidae familyasında ise *Dermochelys coriacea* (Vandelli 1761). Ancak her ne kadar bu görüş reddedilmese de bazı bilim insanlarınca *C. agassizii*, *C. mydas*'ın bir altı türü olarak nitelendirildiğinden genel olarak yedi türün varlığından söz edilmektedir.

Eski çağlardan itibaren maruz kaldıkları ekolojik koşullara uyum sağlayarak morfolojilerinde neredeyse az bir değişimle (4) günümüze kadar gelen ender canlılardan olan ve karadan sucül ortama geçtiği düşünülen deniz kaplumbağaları buna iyi bir örnek olacaktır. Bu canlılar yüzyıllardır gerek antropojenik etkiler nedeniyle olsun gerek balıkçılık faaliyetleri olsun gerekse de predatörler nedeniyle olsun popülasyonları sürekli baskılanmıştır. Cinsel olgunluğa geç ulaşan bu canlılar için öncelikli tehlike; yuvalar üzerindeki antropojenik etkiler ve balıkçılık

¹ Dr. Karayolları 2. Bölge Müdürlüğü, akileesenliogullari@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-3688-193

² Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Avlama Teknolojisi AD, zafer.tosunoglu@ege.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-1168-9611

Tüm bu bilgiler, denizel ekosistemin tamamlayıcı ve vazgeçilmez bir üyesi olan deniz kaplumbağalarının, korunması için gerekli yönetim stratejilerinin tüm paydaşlar ile birlikte belirlenmesi ve uygulanması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

TEŞEKKÜR

Deniz kaplumbağalarının sürdürülebilirliği ve Türkiye denizlerindeki türlerin genel özellikleri isimli çalışma, Ege Üniversitesi tarafından Tarım ve Orman Bakanlığı ve Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar ve Yayın Etiği Kurullarından alınan izinler kapsamında ve başta Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK 122O687 Nolu Proje) ve Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP FDK-2021-23064 Nolu Proje) tarafından sağlanan finansal desteklerle gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın saha çalışmalarında bölge birliklerine bağlı olan ve olmayan kooperatif başkanları ve balıkçılarımızla ilk önemli bağlantılarının kurulmasını, tekne, lojistik ve operasyon desteğini sağlayan başta S.S Muğla Su Ürünleri Kooperatifleri Bölge Birliği Başkanı sayın Serhat KOZİNOĞLU ve S.S. Aydın Bölgesi Su Ürünleri Kooperatifleri Bölge Birliği Başkanı sayın Özgür ATACAN'a katkılarından dolayı tüm Aydın ve Muğla kooperatif başkanlarına ve balıkçılarına teşekkür ederiz. Makalede yer alan tespit ve öneriler tamamen yazarların görüşünü yansıtmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Rubidge BS, Erwin DH, Ramezani J, et al. High-precision temporal calibration of Late Permian vertebrate biostigraphy: U-Pb zircon constraints from the Karoo Supergroup, South Africa. *Geology*. 2013;41: 363-366.
2. Lutz P.L., Musick J.A. *The Biology of Sea Turtles*. Boca Raton, Florida: CRC Press. 1997.
3. Pritchard, PCH. Evolution, Phylogeny and Current Status. In: Lutz, PL. and Musick, JA. (eds.) *The Biology of Sea Turtles*. Boca Raton London New York Washington, D.C.: CRC Press; 1997. p. 1 – 24
4. Wibbels T. Gonadal steroid endocrinology of sea turtle reproduction. *Ph.D. thesis*, 1988. Texas A&M University, College Station. Texas.
5. Casale P. *Incidental Catch of Marine Turtles in the Mediterranean Sea: Captures, Mortality, Priorities*. WWF Italy, Rome. 2008.
6. Ashe T. Carolina: Or, a Description of the Present State of That Country, and the Natural Excellencies Thereof. Birleşik Krallık: W.C., London; 1682.
7. Baran I. and Kasperek M. Marine Turtles Turkey. Status Survey 1988 and Recommendation for Conservation and Management. Hedielberg, Germany: Prepared by WWF; 1989.
8. Esenlioğulları A. Ege Denizi'nde Deniz Kaplumbağalarının Av Araçları ile Olan Etkileşimlerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama-İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, İzmir; 2018.

9. Lucchetti A., Vasapollo C., Virgili M. An interview-based approach to assess sea turtle bycatch in Italian waters. *PeerJ*, 2017;5:e3151.
10. Bolten, AB. Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. oceanic developmental stages. in Lutz, PL., Musick, J, and Wyneken J (eds.) *The Biology of Sea Turtles* içinde. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, FL. 2003. p. 243-257
11. Briscoe DK, Parker DM, Balazs GH, Kurita M, Saito T, Okamoto H, Rice M, Polovina JJ, Crowder LB. Active dispersal in loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) during the 'lost years'. *Proc. R. Soc.*, 2016. B 283: 20160690.
12. DEKAMER. *Faaliyet Raporu 2020*. (14.07.2023 tarihinde <https://www.dekamer.org.tr/documents/2019rapor.pdf> adresinden ulaşılmıştır).
13. Geldiay R, Koray T and Balık S. Status of sea turtle populations (*Caretta caretta* and *Chelonia mydas*) in the northern Mediterranean Sea, Turkey. In: Bjorndal KA (ed.) *Biology and Conservation of Sea Turtles*. Washington D.C.: Smithsonian Institute Press; 1982. p. 425-434.
14. Kaska Y, Başkale E, Katılmış Y, vd. *Köyceğiz-Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesi Tür ve Habitat İzleme Projesi Kapsamında Köyceğiz-Dalyan Kumsal Alanında Deniz Kaplumbağası (Caretta caretta, Chelonia mydas) ve Nil Kaplumbağası (Trionyx triunguis) Popülasyonlarının Araştırılması, İzlenmesi ve Korunması*. Ankara: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü; 2014
15. Budak A ve Göçmen B, *Herpetoloji*, İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları, Fen Fakültesi Yayın No. 194; 2008.
16. Kaska Y, Sözbilen D, Sarı, F, *Köyceğiz-Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesi, Dalyan (İztuzu) Kumsal Alanında 2008 Yılı İçin Deniz Kaplumbağaları (Caretta caretta, Chelonia mydas) ve Nil Kaplumbağası (Trionyx triunguis) Popülasyonlarının Korunması ve İzlenmesi Projesi*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı; 2008.
17. Yntema CL and Mrosovsky N, Critical periods and pivotal temperatures for sexual differentiation in loggerhead sea turtles. *Canadian Journal of Zoology*. 1982;60(5): 1012-1016.
18. Mrosovsky N and Yntema CL, Temperature dependence of sexual differentiation in sea turtles: implications for conservation practices. *Biological Conservation*. 1980;18(4): 271-280.
19. Mrosovsky N. Sex ratios of sea turtles, *The Journal of Experimental Zoology*, 1994;270:16-27.
20. Wibbels T. Critical approaches to sex determination in sea turtles. In: Lutz PL, Musick JA, Wyneken J (eds.) *The biology of sea turtles*. Boca Raton, F: CRC Press LLC; 2003. P. 103-134
21. WWF. Sürdürülebilir Küçük Ölçekli Balıkçılık İçin "Ortak Yönetim". Ankara: WWF-Türkiye; 2022.
22. UNEP/CBD/COP/DEC/X/2. Decision Adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. *Tenth Meeting, 18-29 October 2010*, 2010, Nagoya, Japan.
23. Viñas MJ. *Massive Iceberg Breaks Off from Antarctica*. 2017 05.01.2018 tarihinde <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2017/massive-iceberg-breaks-off-from-antarctica> adresinden ulaşılmıştır).
24. Smith B, Fricker HA, Gardner AS, et al. Pervasive ice sheet mass loss reflects competing ocean and atmosphere processes. *Science*. 2020;68: 1239-1242.

25. NASA. *Ice Sheets*. 2023 (25.01.2024 tarihinde <https://climate.nasa.gov/vital-signs/ice-sheets/#:~:text=Antarctica%20is%20losing%20ice%20mass%20%28melting%29%20at%20an,tons%20per%20year%2C%20adding%20to%20sea%20level%20rise>. adresinden ulaşılmıştır).
26. Bull JJ. *Evolution of sex determining mechanisms*. Menlo Park, California: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc; 1983.
27. Mrosovsky N. Thermal Biology of Sea Turtles. *American Zoologist*, 1980;20(3): 531-547.
28. Pieau C. and Mrosovsky N. Transitional range of temperature, pivotal temperatures and thermosensitive stages for sex determination in reptiles. *Amphib. Reptil.* 1991;12: 169-179.
29. Howard R, Bell I and Pike DA. Thermal tolerances of sea turtle embryos: Current understanding and future directions. *Endanger. Species Res.* 2014;26: 75-86.
30. Laloë JO, Cozens J, Renom B. Et al. Climate change and temperature-linked hatchling mortality at a globally important sea turtle nesting site. *Glob. Chang. Biol.* 2017;23: 4922-4931.
31. Blechschmidt J, Wittmann MJ and Blüml C. Climate change and green sea turtle sex ratio—preventing possible extinction. *Genes*. 2020;11(5): 588. <https://doi.org/10.3390/genes11050588>
32. DEKAMER. *Hayat Döngüsü 2023*. (10.12.2023 tarihinde <https://www.dekamer.org.tr/hayat-dongusu.html> adresinden ulaşılmıştır).
33. IPCC. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report*. In: *Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]*. 2023, IPCC, Geneva, Switzerland, (pp. 1-34). doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001
34. Groombridge B. Marine turtles in the Mediterranean: distribution, population status, conservation, *Nature and Environment Series*, No. 48. Strasbourg; 1990.
35. Casale P. and Tucker AD. *Caretta caretta* (amended version of 2015 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T3897A119333622*. (22.08.2023 tarihinde <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RTLS.T3897A119333622.en>. adresinden ulaşılmıştır).
36. Seminoff JA. (Southwest Fisheries Science Center, U.S.), 2004. *Chelonia mydas*, *The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T4615A11037468*. (13.07.2023 tarihinde <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T4615A11037468.en>. adresinden ulaşılmıştır).
37. Clusa M, Carrerasa C, Pascual M, et al. Mitochondrial DNA reveals Pleistocenic colonisation of the Mediterranean by loggerhead turtles (*Caretta caretta*). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 2013;439: 15-24.
38. Hathaway RR. Sea turtles: unanswered questions about sea turtles in Turkey. *Balık ve Balıkçılık*, 1972;20: 1-8.
39. Yerli SV ve Demirayak F. Türkiye’de deniz kaplumbağaları ve üreme kumsalları üzerine bir değerlendirme-95, DHKD, Kıyı Yönetimi Bölümü, Rapor No: 96/4. 1996. İstanbul (ISBN 975-96081-0-3).
40. Clusa M, Carreras C, Pascual M, et al. Fine-scale distribution of juvenile Atlantic and Mediterranean loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea. *Marine Biology*. 2014;161: 509-519.

41. DiMatteo A, Cañadas A, Roberts J, et al. Basin-wide estimates of loggerhead turtle abundance in the Mediterranean Sea derived from line transect surveys. *Front. Mar. Sci.* 2022;9:930412.
42. Kasperek M, Godley BJ, Broderick AC. Nesting of the green turtle, *Chelonia mydas*, in the Mediterranean: a review of status and conservation needs. *Zoology in the Middle East.* 2001;24: 45-74.
43. Sürücü B, Çetinkaplan B, İnanç S, et al. Deniz kaplumbağa yuvalama bölgeleri dışında yuva; Kuşadası (Aydın)'da, İribaş deniz kaplumbağa yuvaları. *5'inci Ulusal Deniz Kaplumbağaları Sempozyumu*, 6 - 08 Aralık 2017, Aydın, Türkiye, (ss. 47)
44. Yalçın Özdilek Ş, Kirbeci S, Yalçın S, et al. The first record of loggerhead turtle (*Caretta caretta*) nesting on the Northernmost Aegean Coast, Turkey. *Natural and Engineering Sciences.* 2020;5(3): 198-203.
45. National Marine Fisheries Service and U.S. Fish and Wildlife Service. Endangered Species. Act status review of the leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*). Report to the National. 2020.
46. CITES. Identification guide – turtles and tortoises: guide to the identification of turtles and tortoises species controlled under the convention on international trade in endangered species of wild fauna and Flora. Canada. 2009.
47. Marco A, Patino-Martínez J, Ikarán M, et al. Tortuga laúd – *Dermochelys coriacea*. En: Salvador A, and Marco A (eds.) *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales: 2016. 28p.
48. Rostal DC, Grumbles JS, Palmer KS, et al. Changes in Gonadal and Adrenal Steroid Levels in the Leatherback Sea Turtle (*Dermochelys coriacea*) during the Nesting Cycle. *General and Comparativ. Endocrinology.* 2001;122(2): 139-147
49. Hilterman ML, Govers E. Nesting and nest success of the leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) in Suriname, 1999-2005. *Chelon. Conserv. Biol.* 2007;6: 87-100.
50. TUDAV. *Türkiye Deniz ve İçsularında Koruma Altındaki Türler 2023*. (12/12/2023 tarihinde <https://tudav.org/calismalar/balikcilik/surdurulebilir-balikcilik/turkiye-deniz-ve-icsularinda-koruma-altindaki-turler/> adresinden ulaşılmıştır).
51. Wallace BP, Sotherland PR, Tomillo PS, et al. Egg components, egg size, and hatchling size in leatherback turtles. *Comp. Biochem. Physiol. A-Mol. Integr. Physiol.* 2006;145: 524-532.
52. Wallace BP, Tiwari M, Girondot M. *Dermochelys coriacea* 2013a. The Red List of Threatened Species 2013:e.T6494A43526147. (22/08/2022 tarihinde <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T6494A43526147.en> adresinden ulaşılmıştır).
53. Wallace BP, Tiwari M, Girondot M. *Dermochelys coriacea* (Southwest Indian Ocean subpopulation) 2013b. The Red List of Threatened Species 2013:e.T46967863A46967866. (22.08.2022 tarihinde <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T46967863A46967866.en> adresinden ulaşılmıştır).
54. Wallace BP, Tiwari M, Girondot M. *Dermochelys coriacea* (East Pacific Ocean subpopulation) 2013c. The Red List of Threatened Species 2013:e.T46967807A46967809. (22/08/2022 tarihinde <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T46967807A46967809.en> adresinden ulaşılmıştır).
55. Aguirre AA, Spraker TT, Chave A, et al. Pathology of fibropapillomatosis in olive ridley turtles *Lepidochelys olivacea* nesting in Costa Rica. *Journal of Aquatic Animal Health.* 1999;11: 283-289.

56. Anonim. *Trionyx Triunguis*'in Türkiye'de Değerlendirilmesi 2024. (29.01.2024 tarihinde <https://medasset.org/portfolio-item/assessment-of-trionyx-triunguis-in-turkey/> adresinden ulaşılmıştır).
57. Taşkavak E, Akçınar SC. Marine records of the Nile soft-shelled turtle, *Trionyx triunguis* from Turkey. *Marine Biodiversity Records*. 2009; 2: e9.
58. Gautier A. Animal Mummies and Remains from the Necropolis of El Kab (Upper Egypt). *Archaeofauna*. 2005;14: 139-170.
59. Houlihan PF. *The Animal World of the Pharaohs*. 1st ed. American University: Cairo Press; 1995.
60. European Reptile and Amphibian Specialist Group, *Trionyx triunguis* (Mediterranean subpopulation) 1996. The IUCN Red List of Threatened Species 1996: e. T22200A9364253. (29/01/2024 tarihinde <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T22200A9364253.en> adresinden ulaşılmıştır).
61. Polat F. Nest, Population and Conservation Parameters for Nile Softshell Turtle in Antalya, Turkey. 2023. (29/01/2024 tarihinde <https://www.rufford.org/projects/fatih-polat/nest-population-and-conservation-parameters-nile-softshell-turtle-antalya-turkey/> adresinden ulaşılmıştır).
62. Casale P, Broderick AC, Camiñas JA, et al. Mediterranean sea turtles: current knowledge and priorities for conservation and research. *Endangered Species Research*. 2018;36: 229-267.
63. Durmuş H ve Oruç A. Çıralı, Maden Koyu, Beycik Bükü, Küçük Boncuk Koyu ve Mehmetli Bükü Kumsalları Deniz Kaplumbağası (*Caretta caretta*) ve Yumuşak Kabuklu Deniz Kaplumbağası (*Trionyx triunguis*) Popülasyonlarının Araştırılması ve Korunması. WWF-Türkiye. 2010.
64. Esenlioğulları A. Güney Ege'de Deniz Kaplumbağalarının Korunmasında Balıkçıların Ekolojik Bilgi ve Değerleri ile Tutum ve Davranışlarının Analizi. Doktora Tezi. İzmir: Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama-İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı; 2023.
65. Barbato M, Barría C, Bellodi A. Et al. The use of fishers' Local Ecological Knowledge to reconstruct fish behavioural traits and fishers' perception of conservation relevance of elasmobranchs in the Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science*. 2021;22(3): 603-622.
66. Mallat PH. Marine Turtles: The Guardians of the Mediterranean Sea. 2022. (30.01.2024 tarihinde <https://earthjournalism.net/stories/marine-turtles-the-guardians-of-the-mediterranean-sea> adresinden ulaşılmıştır).
67. 6/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2024/20). (11.08.2024 tarihinde <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2024/08/20240811-3.htm> adresinden ulaşılmıştır).

Bölüm 12

MERSİN BALIĞININ DOĞAL HABİTATINA YENİDEN KAZANDIRILMASINDA EKOLOJİK VE BİYOLOJİK STRATEJİLER

Barış BAYRAKLI¹
Hünkar Avni DUYAR²

GİRİŞ

Mersin balıkları (Acipenseridae), tüm dünyada bilinen büyük bir ekolojik ve ekonomik öneme sahip dünya üzerinde bilinen en eski balık türlerinden biridir (1). Ancak bu ikonik tür, habitat kaybı, aşırı avcılık, kirlilik ve barajlar nedeniyle ciddi bir yok olma tehdidine maruz bırakılmıştır (2, 3). Türün korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla son yıllarda anaç yetiştiriciliği ve yavru üretim projeleri önem kazanmıştır. Bu bölümün temel hedefi, doğal ortamlarında popülasyonları hızla azalan mersin balıklarını desteklemek, ekosistem dengesini sağlamaya çalışmak ve türün uzun vadede korunmasına katkıda bulunmaktır.

Bu bölümde, mersin balıklarını koruma faaliyetlerini yürüten kişilere metin içerisinde “korumacı” olarak nitelendirilecektir. Yine bu bölümde, yetiştirilen mersin balığı yavrularının doğaya salınmasında yapılması gereken dikkatli planlamada ve stratejik yaklaşımda karşılaşılan karmaşık süreç anlatılmaya çalışılacaktır. Bu sürecin başarısı, hem çevresel faktörlerin hem de biyolojik gerekliliklerin doğru bir şekilde değerlendirilmesine bağlıdır (4, 5). Dikkatli planlama ve stratejik öngörü ile yürütülmezse, bu çabalar mersin balığı türlerinin iyileşmesine yardımcı olmak yerine istemeden azalmasına yol açabilir. Yavru balıkların doğal yaşama adaptasyon süreçleri, habitat seçimi, genetik çeşitliliğin korunması ve stoklama stratejileri gibi unsurlar bu sürecin en kritik adımları arasında yer alır. Ayrıca, doğaya bırakılan yavru balıkların karşı karşıya kalacağı riskler ve tehditlerin de göz önünde bulundurulması gerekir (6). Özellikle su kirliliği, yasadışı balıkçılık ve doğal yırtıcılar gibi faktörler, bu balıkların hayatta kalma oranlarını ciddi şekilde etkileyebilir (7).

¹ Doç. Dr., Sinop Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Su Ürünleri Bölümü, bbayrakli@sinop.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-1812-3266

² Prof. Dr., Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İşleme Teknolojisi AD, had052@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-2560-5407

SONUÇ

Mersin balıklarının doğal yaşam alanlarına salınması, bu popülasyonların korunması için hayati önem taşımaktadır, çünkü bu onlara doğal ekosistemlerinde gelişme ve su ortamlarının genel biyolojik çeşitliliğine katkıda bulunma fırsatı sağlar. Ancak bu tür doğaya bırakımların başarısı, salım zamanlaması, gençlerin sağlığı ve büyüklüğü ve salım alanının ekolojik koşulları dahil olmak üzere birkaç kritik faktöre bağlıdır. Özellikle su sıcaklıklarının uygun olduğu ve besin kaynaklarının bol olduğu gibi optimum mevsimsel koşullarda mersin balığı yavrularını salmak, hayatta kalma ve vahşi doğaya başarılı bir şekilde entegre olma şanslarını önemli ölçüde artırabilir (48). Salınan balıkların sağlıklı ve uygun büyüklükte olmasını sağlamak, yırtıcı hayvanlara ve çevresel stres faktörlerine karşı dayanıklılıklarını daha da artırabilir ve nihayetinde popülasyon için daha iyi sonuçlara yol açabilir (49).

Mersin balığı koruma çabalarına yönelik gelecekteki projeksiyonlar, salınan popülasyonların uzun vadeli başarısını değerlendirmek için kapsamlı izleme ve değerlendirme stratejilerini içermelidir. Bu, doğaya salıverme programlarının etkinliğini belirlemek için hayatta kalma oranlarını, üreme başarısını ve genel popülasyon dinamiklerini izlemeyi içerir (50). Ek olarak, uzun vadeli koruma stratejileri, serbest bırakılan mersin balıkları ile ekosistemleri arasındaki etkileşimlerin yanı sıra kirlilik ve habitat bozulması gibi çevresel değişikliklerin hayatta kalmaları üzerindeki etkilerini anlamaya odaklanmalıdır (51). Hem mersin balıklarının biyolojik ihtiyaçlarını hem de serbest bırakıldıkları ekolojik bağlamı dikkate alan bütünsel bir yaklaşım benimseyerek, korumacılar bu eski balık popülasyonlarının nesiller boyunca sürdürülebilirliğini sağlamak için daha etkili stratejiler geliştirebilirler. Sonuç olarak, mersin balıklarının doğal yaşam alanlarına başarılı bir şekilde entegre edilmesi, yalnızca bu türlerin iyileşmesine katkıda bulunmakla kalmaz, aynı zamanda yaşadıkları ekosistemlerin sağlığını ve dayanıklılığını da artırır.

KAYNAKÇA

1. Antognazza CM, Vanetti I, Santis VD, et al. Genetic investigation of four beluga sturgeon (*Huso huso* L.) broodstocks for its reintroduction in the Po River basin. *Environments*. 2021;8(4):25. doi:10.3390/environments8040025.
2. Hu Y, Liu X, Yang J, et al. Development of Twenty-Two Novel Cross-Species Microsatellite Markers for Amur sturgeon (*Acipenser schrenckii*) from Chinese Sturgeon (*Acipenser sinensis*) via next-Generation Sequencing. *Turk J Fish Aquat Sci* . 2019 ;19(2). doi :10 .4194/1303-2712-v19_2_10 .

3. Braaten PJ, Fuller DB, Lott RD, et al. Natural growth and diet of known-age pallid sturgeon (*Scaphirhynchus albus*) early life stages in the upper Missouri River basin, Montana and North Dakota. *J Appl Ichthyol*. 2012;28(4):496-504. doi:10.1111/j.1439-0426.2012.01964.x.
4. Akers M, Quinlan HR, Johnson A, et al. Parentage analysis reveals unequal family sizes during hatchery production. *Fishes*. 2023;8(3):140. doi:10.3390/fishes8030140.
5. Khoroshailo TA , Alekseeva YA , Garmaev BD , et al. Influence of environmental factors on the development and conservation of sturgeon young . *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* . 2021 ;839(4):042025 . doi :10 .1088/1755-1315/839/4/042025 .
6. Hoñt Ş, Paraschiv M, Iani M, et al. Detailed analysis of beluga sturgeon (*Huso huso*) and stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*) migration in the lower Danube River. *Turk J Zoologie* . 2019;43(5):457-64 . doi:10 .3906/zoo-1902-32.
7. Pendleton RM , Standley CR , Higgs A , et al . Acoustic telemetry and benthic habitat mapping inform the spatial ecology of shortnose sturgeon in the Hudson River , New York , USA . *Trans Am Fish Soc* . 2018 ;148(1):35-47 . doi :10 .1002/tafs .10114 .
8. Dittman D. Spawning habitat selection and egg deposition by reintroduced lake sturgeon in a tributary to Cayuga Lake, NY. *EEB*. 2024;2024:1-12. doi:10.11648/j.eeb.20240901.12.
9. Moore M, Paukert C, Owens S, et al. Habitat selection in a southern lake sturgeon population: implications of temporal, spatial, and ontogenetic variation for restoration. *Restor Ecol*. 2021;30(7). doi:10.1111/rec.13602.
10. Elliott C, DeLonay A, Chojnacki K, et al. Characterization of pallid sturgeon (*Scaphirhynchus albus*) spawning habitat in the lower Missouri River. *J Appl Ichthyol*. 2020;36(1):25-38. doi:10.1111/jai.13994.
11. Eder B, Neely B, Haas J, et al. Resource selection by juvenile pallid sturgeon (*Scaphirhynchus albus*) in the channelized Missouri River, Nebraska, USA. *J Appl Ichthyol*. 2016;32(4):629-35. doi:10.1111/jai.13096.
12. Kroboth P, Hann D, Colvin M, et al. Pallid sturgeon seasonal habitat selection in a large free-flowing river, the lower Mississippi River. *J Appl Ichthyol*. 2020;36(2):131-41. doi:10.1111/jai.14000.
13. Phelps Q , Tripp S , Garvey J , et al . Habitat use during early life history infers recovery needs for shovelnose sturgeon and pallid sturgeon in the middle Mississippi River . *Trans Am Fish Soc* . 2010 ;139(4):1060-8 . doi :10 .1577/t09-199 .1 .
14. Damstra R, Galarowicz T. Summer habitat use by lake sturgeon in Manistee Lake, Michigan. *Trans Am Fish Soc*. 2013;142(4):931-41. doi:10.1080/00028487.2013.788562.
15. McDermid J, Wozney K, Kjartanson S, et al. Quantifying historical, contemporary, and anthropogenic influences on the genetic structure and diversity of lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) populations in northern Ontario. *J Appl Ichthyol*. 2011;27:12-23. doi:10.1111/j.1439-0426.2011.01825.x.
16. Wan Q, Fang S, Li Y. The loss of genetic diversity in Dabry's sturgeon (*Acipenser dabryanus*) as revealed by DNA fingerprinting. *Aquat Conserv Mar Freshw Ecosyst*. 2003;13(3):225-31. doi:10.1002/aqc.575.
17. Fopp-Bayat D, Furgala-Selezniow G. Zastosowanie mikrosatelitarnego DNA w genetycznym monitoringu hodowli jesiotra rosyjskiego (*Acipenser gueldenstaedti*) i sterleta (*Acipenser ruthenus*). *Pol J Nat Sci*. 2010;25(2):173-81. doi:10.2478/v10020-010-0014-x.

18. Fopp-Bayat D, Kuciński M, Liszewski T, et al. Genetic protocol of Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus*) fry for restocking the Vistula River, Poland. *Surv Fish Sci*. 2015;2(1). doi:10.18331/sfs2015.2.1.1.
19. Wozney K, Haxton T, Kjartanson S, et al. Genetic assessment of lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) population structure in the Ottawa River. *J Appl Phycol*. 2010 ;90(2):183-95. doi :10 .1007/s10641-010-9730-x.
20. Witzemberger K, Hochkirch A. Ex situ conservation genetics: a review of molecular studies on the genetic consequences of captive breeding programmes for endangered animal species. *Biodivers Conserv*. 2011 ;20(9):1843-61. doi :10 .1007/s10531-011-0074-4.
21. Welsh A, Jackson J. The effect of multi-year vs single-year stocking on lake sturgeon (*Acipenser fulvescens* Rafinesque, 1817) genetic diversity. *J Appl Ichthyol*. 2014 ;30(6):1524-30. doi :10 .1111/jai .12544.
22. DeHaan P, Libants S, Elliott R, et al. Genetic population structure of remnant lake sturgeon populations in the Upper Great Lakes Basin. *Trans Am Fish Soc*. 2006;135(6):1478-92. doi:10.1577/t05-213.1.
23. Welsh A, McLeod D. Detection of natural barriers to movement of lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) within the Namakan River, Ontario. *Can J Zool*. 2010 ;88(4):390-7. doi :10 .1139/z10-009.
24. Katalinas C, Brenkert K, Darden T, et al. A genetic assessment of a red drum (*Sciaenops ocellatus*) stock enhancement program. *J World Aquacult Soc*. 2017 ;49(3):523-39. doi :10 .1111/jwas .12442.
25. Hazlerigg C, Lorenzen K, Thorbek P, et al. Density-dependent processes in the life history of fishes: evidence from laboratory populations of zebrafish (*Danio rerio*). *PLoS One*. 2012;7(5):e37550. doi:10.1371/journal.pone.0037550.
26. Vasilakopoulos P, Maravelias C, Tserpes G. The alarming decline of Mediterranean fish stocks. *Curr Biol*. 2014;24(14):1643-8. doi:10.1016/j.cub.2014.05.070.
27. Lu Y, Zhu W, Li Q, et al. Impact of low-head dam removal on river morphology and habitat suitability in mountainous rivers. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(18):11743. doi:10.3390/ijerph191811743.
28. Qi C, Xie C, Tang R, et al. Effect of stocking density on growth, physiological responses, and body composition of juvenile blunt snout bream, *Megalobrama amblycephala*. *J World Aquacult Soc*. 2016;47(3):358-68. doi:10.1111/jwas.12278.
29. Colloca F, Cardinale M, Maynou F, et al. Rebuilding Mediterranean fisheries: a new paradigm for ecological sustainability. *Fish Fish*. 2011;14(1):89-109. doi:10.1111/j.1467-2979.2011.00453.x.
30. Su M, Zhou J, Duan Z, Zhang J. Transcriptional analysis of renal dopamine-mediated Na⁺ homeostasis response to environmental salinity stress in *Scatophagus argus*. *BMC Genomics*. 2019;20(1). doi:10.1186/s12864-019-5795-x.
31. Chemagin A. *Winter refuge for freshwater fish*. E3S Web Conf. 2023;390:07008. doi:10.1051/e3sconf/202339007008.
32. Uusi-Heikkilä S, Whiteley A, Kuparinen A, et al. The evolutionary legacy of size-selective harvesting extends from genes to populations. *Evol Appl*. 2015;8(6):597-620. doi:10.1111/eva.12268.
33. Kuchko T, Matrosova S, Vapirov V. *Evaluation of the effectiveness of feed additives in the diet of trout*. Bio Web Conf. 2023;64:02003. doi:10.1051/bioconf/20236402003

34. Sbragaglia V, Alós J, Fromm K, et al. Experimental size-selective harvesting affects behavioral types of a social fish. *Trans Am Fish Soc.* 2019;148(3):552-68. doi:10.1002/tafs.10160.
35. Hunt T, Allen M, Douglas J, et al. Evaluation of a sport fish stocking program in lakes of the southern Murray–Darling Basin, Australia. *North Am J Fish Manag.* 2010;30(3):805-11. doi:10.1577/m09-207.1.
36. Johnston F, Allen M, Beardmore B, et al. How ecological processes shape the outcomes of stock enhancement and harvest regulations in recreational fisheries. *Ecol Appl.* 2018;28(8):2033-54. doi:10.1002/eap.1793.
37. Sandhu S. Revisiting the role of behavior-mediated structuring in the survival of populations in hostile environments. *Commun Biol.* 2024;7(1). doi:10.1038/s42003-023-05731-z.
38. Sahashi G, Morita K, Ohnuki T, et al. An evaluation of the contribution of hatchery stocking on population density and biomass: a lesson from masu salmon juveniles within a Japanese river system. *Fish Manag Ecol.* 2015;22(5):371-8. doi:10.1111/fme.12136.
39. Koehn J, Todd C. Balancing conservation and recreational fishery objectives for a threatened fish species, the Murray cod (*Maccullochella peelii*). *Fish Manag Ecol.* 2012;19(5):410-25. doi:10.1111/j.1365-2400.2012.00856.x.
40. Thiem J, Wooden I, Baumgartner L, et al. Recovery from a fish kill in a semi-arid Australian river: can stocking augment natural recruitment processes? *Austral Ecol.* 2016;42(2):218-26. doi:10.1111/aec.12424.
41. Moy K. Alternative conservation outcomes from aquatic fauna translocations: losing and saving the running river rainbowfish. *Aquat Conserv Mar Freshw Ecosyst.* 2023;33(12):1445-59. doi:10.1002/aqc.4023.
42. Yao W. Stocking to offset negative effects of dam construction and balance the ecosystem. *Fish Manag Ecol.* 2023;30(6):627-47. doi:10.1111/fme.12623.
43. Obolski U, Abelson A. Potential contribution of fish restocking to the recovery of deteriorated coral reefs: an alternative restoration method? *PeerJ.* 2016;4:e1732. doi:10.7717/peerj.1732.
44. Tennant L, Ward D, Gibb A. Comparison of electrofishing and pit antennas for detection of hatchery-reared roundtail chub (*Gila robusta*) stocked into a desert stream. *J Arizona-Nevada Acad Sci.* 2022;49(2). doi:10.2181/036.049.0209.
45. Davis M. Fish stress and mortality can be predicted using reflex impairment. *Fish Fish.* 2010;11(1):1-11. doi:10.1111/j.1467-2979.2009.00331.x.
46. Nordberg B, Mandeville E, Walters A, et al. Historical data provide important context for understanding declines in cutthroat trout. *North Am J Fish Manag.* 2021;41(3):809-19. doi:10.1002/nafm.10593.
47. Sguotti C, Otto S, Frelat R, et al. Catastrophic dynamics limit Atlantic cod recovery. *Proc R Soc B Biol Sci.* 2019;286(1898):20182877. doi:10.1098/rspb.2018.2877.
48. Baird S, Steel A, Cocherell D, et al. Experimental assessment of predation risk for juvenile green sturgeon (*Acipenser medirostris*) by two predatory fishes. *J Appl Ichthyol.* 2019;36(1):14-24. doi:10.1111/jai.13990.
49. Caroffino D, Sutton T, Elliott R, et al. Predation on early life stages of lake sturgeon in the Peshtigo River, Wisconsin. *Trans Am Fish Soc.* 2010;139(6):1846-56. doi:10.1577/t09-227.1.

50. Madin E, Gaines S, Warner R. Field evidence for pervasive indirect effects of fishing on prey foraging behavior. *Ecology*. 2010;91(12):3563-71. doi:10.1890/09-2174.1.
51. Parvin A. Impact of sub-acute exposure to Nuvan on serum lipoproteins of catfish (*Clarias batrachus*) and their potential effects indirectly on human health. *Int J Sci Res Arch*. 2024;11(2):484-93.doi:10 .30574/ijsra .2024 .11 .2 .0434 .

Bölüm 13

ANTALYA KÖRFEZİNİN LESEPSİYAN (KIZILDENİZ KÖKENLİ) BALIKLARI

Kemal GÖKOĞLU¹
Mete KUŞAT²

GİRİŞ

Süveyş Kanalı'nın 1869 yılında açılmasından sonra Kızıldeniz ile Akdeniz arasında bir bağlantı kurulmuştur. Bu kanal ayrıca, Hint Okyanusu ile Akdeniz'in de bağlantısı olmuştur. Küresel ısınma ve diğer bazı nedenlerden dolayı Akdeniz'in suyunun fizikokimya özellikleri değişime uğramış Kızıldeniz ile Akdeniz arasındaki eşik azalmıştır. Eşikteki bu bariyerin azalması Süveyş Kanalı aracılığı ile Akdeniz'e İndo-Pasifik orijinli birçok organizmanın göçünü teşvik etmiştir. Bu göçler nedeniyle Levantin Denizi olarak bilinen doğu Akdeniz'in biyolojik çeşitliliği sürekli değişim göstermektedir (1).

Bilindiği üzere denizlerdeki doğal resifler (kayalık, taşlık), sonradan yapılan inşaat alanları ve çeşitli üniteler biyolojik çeşitliliğin bolluğunu artırarak, besin zincirinin gelişmesine, her canlının beslenebileceği, saklanabileceği ve yaşamını idame ettirebileceği alanlar oluşturur (2).

Antalya Körfezi Türkiye'de balıkçılığın yapıldığı önemli bölgelerden birisidir (3). Jeolojik açıdan Antalya Körfezi incelendiğinde Karpuz Kaldıran (Lara) ile Side Feneri arasındaki alanın 2 deniz mili açığında doğal resif alanı yoktur. Bu bölgenin dip yapısı kumlu, kumlu-çamurlu, milli-çamurlu ve düz bir yapı sergilemektedir. Derinliğin tedrici olarak arttığı bu bölge, trol avcılığı için uygun alanları oluşturmaktadır (4).

* Bu çalışma Kemal GÖKOĞLU'nun "Antalya Körfezi'nde bulunan bir deniz akvaryumunun su alım ünitesini resif olarak kullanan makro faunanın belirlenmesi" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

¹ Yüksek Mühendis, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Gokoglu@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0002-2944-7768

² Dr. Öğr. Üyesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Avlama Teknolojisi AD, metekusatmail.com, ORCID iD: 0000-0002-9269-207x

ettiği homojenliğe bağlı olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle araştırmamızda homojenlik oranı $J' = H'/H_{max}$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Homojenlik oran değeri 0 ile 1 arasında değişir (25). Bu değer araştırmamızda $J=0,54121$ olarak hesaplanmıştır. Türlerin yine birkaç familya içerisinde yoğunlaşması durumunda değer 0'a, eşit dağılımlarda ise 1'e yaklaşım gösterdiği bildirilmektedir.

Elde ettiğimiz değerlere göre araştırılan alandaki balıkların yüksek bir çeşitlilik ve tür zenginliği sergilediği ve sayılarında da homojenliğin olmadığı görülmektedir.

KAYNAKÇA

1. Golani, D. & Sonin, O. New records of the Red Sea fishes, Pterois miles (Scorpaenidae) and Pteragogus pelycus (Labridae) from the eastern Mediterranean Sea. *Japanese Journal of Ichthyology*. 1992; 39 (2), 167-169. DOI:org/10.11369/jji1950.39.167
2. Barros, F., Underwood, A. J. & Lindegarth, M. The influence of rocky reefs on structure of benthic macrofauna in near by soft-sediments. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2001;52, 191-199. DOI.org/10.1006/ecss.2000.0734
3. Kuşat, M. & Koca, H.U. Antalya körfezinde avcılık ile yakalanan balık türleri ve bunların işlenerek değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. *BİBAD* 2; 2009. p.38-44.
4. Yeşilçimen, H. Ö. & Kuşat, M. Monthly change of economic fish species caught by bottom trawl fishing from Antalya bay. *Journal of Fisheries Sciences Com*. 2011; 5 (2), 115-121. DOI: 10.3153/jfscm.2011014
5. Sirkecioğlu, A. N., Bayır, A., Aras, N, M. & Haliloğlu, H. İ. Türkiye'deki doğal ve kültür balıkçılığının mevcut durumu (1990-2000), dünyadaki yeri, problemleri ve çözüm önerileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2002; 33(3), 337-343.
6. Acar, D., Örcen, S., Vardar, M., Sarkınç, M., Çağatay, M.N., Sari, E., Kılıç, Ö., Belivermiş, M., Sezer, N. Environmental adaptation of *Balanus sp.* species in estuary of Istanbul (Haliç). *18 th Paleontology-Stratigraphy Workshop with International Participation*. 2017.
7. Bilecenoğlu, M., Kaya, M., Cihangir, B., & Çiçek, E. An updated checklist of the marine fishes of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*. 2014; 38(6), 901-929.
8. Akşiray, F. *Türkiye deniz balıkları ve tayin anahtarı. II. Baskı*. İ.Ü. Rektörlüğü Yayınları No:3490. Kardeşler Basımevi. 1987.
9. Whitehead, P. J. P., Bauchot, M. L., Hureau, J., Nielsen, J. & Tortonese, E. *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Volume I, II, III. Unesco. U.K. 1986. p.1473
10. Golani, D., Öztürk, B. & Başusta, N. Fishes of the eastern Mediterranean. *Turkish marine Research Foundation*. Istanbul, Turkey. 2006;No: 24. p. 259.
11. Shannon, C.E., Weaver, W. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press. Urbana. 1949. p. 125.
12. Berger W. H. & Parker F.L. Diversity of planktonic foraminifera in deep-sea sediments. *Science*, 1970; 168, 1345-1347;DOI: 10.1126/science.168.3937.1345
13. Gökoğlu, M. Phaselis'in Yeni Konukları ve Phaselislilerin Tüketmediği Balıklar. *Phaselis II*, 2016;1-7. DOI: 10.18367/Pha.16001

14. Gökoğlu, M., Teker, S. Kumluca Artificial Reef and Fish Species Which Settled To This Reef. *The 2nd Internatinal Conference On Agriculture and Life Sciences "Icoals, Tiran, Arnavutluk, 7-9 Mayıs 2018; 2018.p.110-110.*
15. Turan C., Erguden D., Uygur N., Gurlek M., Erdogan Z.A., Sonmez B., Uyan A., Karan S., Dogdu S.A. First record of the Indian Ocean twospot cardinalfi sh, *Cheilodipterus novemstriatus* (Actinopterygii: Perciformes: Apogonidae), from Turkish marine waters. *Acta Ichthyol. Piscat.*2015; 45 (3) p.319–322.
16. Gürlek, M., Ergüden, D., Uyan, A., Dođdu, S.A., Yađlıođlu, D., Öztürk, B. & Turan, C. First record redlionfish *Pterois volitans* (Linnaeus, 1785) in the Mediterranean Sea. *Natural and Engineering Sciences.* 2016; 1 (3), 27-32. DOI:10.28978/nesciences.286308
17. Gökoğlu, M., Teker, S., Julian, D. Westward Extension of the Lionfish *Pterois volitans* Linnaeus, 1758 along the Mediterranean Coast of Turkey. *Natural and Engineering Sciences.* 2017 2 (2), ;67-72. DOI:10.28978/nesciences.329313
18. Ayas, D., Ađilkaya, G.Ş. & Yağlıoğlu, D. New record of the redlionfish, *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758), in the Northeastern Mediterranean Sea. *Düzce University Journal of Science & Technology.* 2018;6, 871-877. DOI: 10.29130/dubited.362703
19. Gökoğlu; M. & Teker, S. First record of Forskal's goatfish *Parupeneus forsskalii* (Perciformes: Mullidae) in the Gulf of Antalya. In: New Mediterranean Biodiversity Records (July 2016). (T. Dalians, O. Akyol, N. Babali, M. Bariche, F. Crocetta, et al. Eds.), *Mediterranean Marine Science.* 2016;17(2),608-626. DOI: 10.12681/mms.1734
20. Turan, C. & Yađlıođlu, D. First record of the Spiny blaasop *Tylerius spinosissimus* (Regan, 1908) (Tetraodontidae) from theTurkish coasts. *Medit. Mar. Sci.*2011; 12/1, 247-252. DOI:org/10.12681/mms.63
21. Bilecenoğlu, M. Kızıldeniz göçmeni balon balığı (*Torquigener flavimaculosus* Hardy & Randall, 1983), Türkiye kıyılarından ilk gözlemler. *Sualtı Dünyası Dergisi;* 2003; 74, 38-39.
22. Uiblein, F. & Gouws, G. A new goat fish species of the genus *Upeneus* (Mullidae) based on molecular and morphological screening and subsequent taxonomic analysis. *Marine Biology Research;* 2014;10 (7), 655–681. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/17451000.2013.850515>
23. Pavlov, D.A. & Emel Yanova, N.G. Variation of freckled goatfish *Upeneus tragula* (Mullidae): Color morphs off honthom (Gulf of Thailand, South China Sea). *Journal of Ichthyology;*2018; 58 (3), 371–381. DOI:10.1134/S003294521803012
24. Washington, H. G. Diversity, biotic and similarity indices, a review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Research;* 1984;18, 653-694. DOI:org/10.1016/0043-1354(84)90164-7
25. Avşar, N., Aksu, A. & Dinçer, F. Erdek Körfezi (GB Marmara Denizi) bentik foraminifer toplulukları. *Yer Bilimleri;* 2006; 27 (3), 125-141.

Bölüm 14

BİTKİ GELİŞİMİNİ DESTEKLEYEN RİZOSFERİK FUNGİ

Çiğdem KÜÇÜK¹

GİRİŞ

Dünya nüfusunun 2050 yılında yaklaşık 9 milyara ulaşması beklenmektedir [1]. Nüfusu beslemek için bitkisel üretimin de artması gerekmektedir [1]. Uygulanan kimyasal gübreler, verimi artırmakla birlikte; toprak yapısının bozulması, toprak ve su kirliliği, doğal mikrobiyal popülasyonun değişimine neden olmaktadır. Tarımda kullanılan kimyasalların zararlı etkilerinden kaçınmak için alternatif yaklaşımların uygulanması gerekir. Hem çevresel hem de ekonomik fayda sağlayan çevre merkezli bir yaklaşıma daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır (2).

Küf ve mayalar, topraktan atmosfere kadar ekosistemlerde farklı alanları işgal ederek besin döngüsü gibi önemli ekolojik ilişkilere katılırlar. Birçok ortamda bu mantarlar bitkilerle simbiyotik ortaklık kurarlar. Funguslar, selüloz, kitin veya her ikisinden oluşan bir hücre duvarının varlığı ile karakterize edilen, heterotrofik ökaryotik organizmaların çeşitli bir grubudur [3]. Bu organizmalar bir çekirdeğe sahiptirler, klorofilden yoksundurlar (bu nedenle fotosentetik değildirler), eşeyli veya eşeysiz olarak (sporlar aracılığıyla) ürerler ve dallanmış, iplikli somatik yapılara sahiptirler [4]. Çıplak gözle görülemeyen mikroskobik fungi (misel mantarları veya küfler) ve kolaylıkla görülebilen makroskobik mantarlar (makromantarlar) vardır; bir hücreden (tek hücreli) veya çok sayıda hücreden (çok hücreli) oluşabilirler [4]. Morfolojik özellikleri ve son derece yüksek metabolik çeşitliliği ile donanmış fungi, çok sayıda ekolojik nişi ele geçirmiş ve diğer canlı organizmalarla bütün bir etkileşim dünyası oluşturmuştur [5]. Fungus habitatları toprak, su ve zorlu ortamları içerir ve halihazırda tanımlanmış olan yaklaşık 120.000 mantar türü ile dünyada 2.2–3.8 milyon fungus türünün olduğu tahmin edilmektedir [5]. Fungi, ekosistemin işleyişinde yeri doldurulamaz roller oynamakta, organik maddenin ayrışmasına katkıda bulunmakta ve

¹ Prof. Dr., Harran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Genel Biyoloji AD, ckucuk@harran.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-5688-5440

teşvik eden fungi tarafından yürütülen bazı faaliyetlerin incelenmesi önemlidir. Biyoteknolojik uygulamalardaki son gelişmeler, bitki büyümesini teşvik eden funginin üretiminde faydalı olabilir. Sinerjistik faaliyetler gerçekleştiren bitki büyümesini teşvik eden özelliklerin genetik değişimi ve yukarı regülasyonu, aşılama tarafından geliştirilmiş işlevler üretebilir. Genetiği değiştirilmiş suşun genetik stabilitesini ve ekolojik korunmasını ölçmek için periyodik olarak çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

1. World Population Prospect: 2019. New York: Population Division, Department of Economic and Social Affairs, United Nations; 2019. p. 2
2. Hyakumachi M. Plant-growth-promoting fungi from turf grass rhizosphere with potential for disease suppression. *Soil Microorganisms*; 1994. 44:53-68
3. Aly AH, Debbab A, Proksch P. Fungal endophytes: Unique plant inhabitants with great promises. *Applied Microbiology and Biotechnology*; 2011. 90:1829-1845
4. Bent E. Induced systemic resistance mediated by plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and fungi (PGPF). In: Tuzun S, Bent E, editors. *Multigenic and Induced Systemic Resistance in Plants*. New York: Springer; 2006. pp. 225-258
5. Hyakumachi M, Kubota M. Fungi as plant growth promoter and disease suppressor. In: Arora DK, editor. *Mycology Series*. Vol. 21. *Fungal Biotechnology in Agricultural, Food, and Environmental Applications*. New York: Marcel Dekker; 2004. pp. 101-110
6. Adedayo AA, Babalola OO. Fungi That Promote Plant Growth in the Rhizosphere Boost Crop Growth. *J Fungi (Basel)*; 2023. 9,239.
7. Argumedo-Delira R, Gomez-Martinez MJ, Mora-Delgado J. Plant Growth Promoting Filamentous Fungi and Their Application in the Fertilization of Pastures for Animal Consumption. *Agronomy*; 2022. 12(12), 3033
8. Devi R, Kaur T, Kour D, Rana KL, Yadav A, Yadav, A.N. Beneficial fungal communities from different habitats and their roles in plant growth promotion and soil health. *Microb. Biosyst.*; 2020. 5, 21-47.
9. Da Silva JM, Montaldo YC, de Almeida ACPS, Dalbon VA, Acevedo JPM, dos Santos, TMC, de Andrade Lima, GS Rhizospheric fungi to plant growth promotion: A review. *J. Agric. Stud.*; 2021. 9, 411-425.
10. Hossain M, Sultana F. Application and Mechanisms of Plant Growth Promoting Fungi (PGPF) for Phytostimulation. 2020. DOI: 10.5772/intechopen.92338
11. Vinale F, Sivasithamparam K, Ghisalberti EL, Marra R, Woo SL, Lorito M. *Trichoderma*-Plant-Pathogen Interactions. *Soil Biol. Biochem.*; 2008. 40, 1-10
12. Khan RAA, Najeeb S, Hussain S, Xie B, Li Y. Bioactive Secondary Metabolites from *Trichoderma* spp. against Phytopathogenic Fungi. *Microorganisms*; 2020. 8, 817.
13. Chowdhary K, Kaushik N. Biodiversity Study and Potential of Fungal Endophytes of Peppermint and Effect of Their Extract on Chickpea Rot Pathogens. *Arch. Phytopathol. Plant Prot.*; 2018. 51, 139-155.
14. Souza ADL, Rodrigues-Filho E, Souza AQL, Pereira JO, Calgarotto AK, Maso V, Marangoni S, Da Silva SL Koninginins, Phospholipase A2 Inhibitors from Endophytic Fungus *Trichoderma koningii*. *Toxicon.*; 2008. 51, 240-250.

15. Küçük Ç, Kıvanç M. Isolation of *Trichoderma* spp. and Determination Their Antifungal and Biochemical, Physiological Feature. *Turk J Biol.*; 2003. 27, 247-253.
16. Vinayarani, G.; Prakash, H.S. Fungal Endophytes of Turmeric (*Curcuma longa* L.) and Their Biocontrol Potential against Pathogens *Pythium aphanidermatum* and *Rhizoctonia solani*. *World J. Microbiol. Biotechnol.*; 2018. 34, 49.
17. Coppola M, Cascone P, Chiusano ML, Colantuono C, Lorito M, Pennacchio F, Rao R, Woo SL, Guerrieri E, Digilio MC. *Trichoderma harzianum* Enhances Tomato Indirect Defense against Aphids. *Insect Sci.*; 2017. 24, 1025–1033
18. Lysoe E, Dees MW, Brurberg MBA. Three-Way Transcriptomic Interaction Study of a Biocontrol Agent (*Clonostachys rosea*), a Fungal Pathogen (*Helminthosporium solani*), and a Potato Host (*Solanum tuberosum*). *Molecular Plant-Microbe Interactions*;30, 646–655.
19. Palmieri D, Ianiri G, Del Grosso C, Barone G, De Curtis F, Castoria R, Lima G. Advances and Perspectives in the Use of Biocontrol Agents against Fungal Plant Diseases. *Horticulturae*; 2022. 8, 577.
20. Wang, J.; Li, T.; Liu, G.; Smith, J.M.; Zhao, Z. Unraveling the Role of Dark Septate Endophyte (DSE) Colonizing Maize (*Zea mays*) under Cadmium Stress: Physiological, Cytological and Genic Aspects. *Sci. Rep.*; 2016. 6, 22028.
21. Guzman-Guzman P, Kumar A, Santos-Villalobos SdL, Parra-Cota FI, Orozco-Mosqueda MdC, Fadji AE, Hyder S, Babalola OO, Santoyo G. *Trichoderma* Species: Our Best Fungal Allies in the Biocontrol of Plant Diseases—A Review. *Plants*; 2023. 12, 432.
22. Sharma P, Singh SP. Chapter 11—Role of the Endogenous Fungal Metabolites in the Plant Growth Improvement and Stress Tolerance. In *Fungi Bio-Prospects in Sustainable Agriculture, Environment and Nano-Technology*; Sharma VK, Shah MP, Parmar S, Kumar A, Eds.; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2021; pp. 381–401. ISBN 978-0-12-821734-4.
23. Giehl A, dos Santos AA, Cadamuro RD, Tadioto V, Guterres IZ, Zuchi IDP, Minussi GA, Fongaro G, Silva IT, Alves SL. Biochemical and Biotechnological Insights into Fungus-Plant Interactions for Enhanced Sustainable Agricultural and Industrial Processes. *Plants*; 2023. 2(14), 2688
24. Leitao AL, Enguita FJ. Gibberellins in *Penicillium* strains: Challenges for endophyte-plant host interactions under salinity stress. *Microbiol. Res.*; 2016. 183, 8–18.
25. Altaf MM, Imran M, Abulreesh HH, Khan MSA, Ahmad I. Diversity and applications of *Penicillium* spp. in plant-growth promotion. In *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering*; Gupta VK, Rodriguez-Couto S, Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2017. pp. 261–276.
26. Argumedo-Delira R, Gomez-Martinez MJ, Mora-Delgado J. Plant Growth Promoting Filamentous Fungi and Their Application in the Fertilization of Pastures for Animal Consumption. *Agronomy*; 2022. 12(12), 3033
27. Hung R, Rutgers SL. Chapter 17—Applications of *Aspergillus* in plant growth promotion. In *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering*; Gupta VK, Ed.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2016. pp. 223–227
28. Elsharkawy MM. Plant growth-promoting *Phoma* spp. In *Phoma: Diversity, Taxonomy, Bioactivities, and Nanotechnology*; Rai, M., Zimowska, B., Kovics, G.J., Eds.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2022. pp. 301–309.

29. Li Z, Bai T, Dai L, Wang F, Tao J, Meng S. A study of organic acid production in contrasts between two phosphate solubilizing fungi: *Penicillium oxalicum* and *Aspergillus niger*. Scientific Reports; 2016. 6:25313
30. Wakelin SA, Gupta VVSR, Harvey PR, Ryder MH. The effect of *Penicillium* fungi on plant growth and phosphorus mobilization in neutral to alkaline soils from southern Australia. Canadian Journal of Microbiology; 2007. 53, 106-115
31. Hoyos-Carvajal L, Orduz S, Bissett J. Growth stimulation in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by *Trichoderma*. Biological Control; 2009. 51,409-416
32. Shivanna MB, Meera MS, Kubota M, Hyakumachi M. Promotion of growth and yield in cucumber by zoysiagrass rhizosphere fungi. Microbes and Environments; 2005. 20(1), 34-40
33. Behie SW, Zelisko PM, Bidochka MJ. Endophytic insect-parasitic fungi translocate nitrogen directly from insects to plants. Science; 2012. 336, 1576-1577
34. Contreras-Cornejo HA, Macias-Rodriguez LI, Cortes-Penagos C, Lopez-Bucio J. *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. Plant Physiology; 2009. 149, 1579-1592
35. You YH, Kwak TW, Kang SM, Lee MC, Kim JG. *Aspergillus clavatus* Y2H0002 as a new endophytic fungal strain producing gibberellins isolated from *Nymphoides peltata* in fresh water. Mycobiology; 2015. 43, 87-91
36. Saxena S. Applied Microbiology. India: Springer Pvt. Ltd; 2015. p. 190
37. Zhang S, Gan Y, Xu B. Mechanisms of the IAA and ACC-deaminase producing strain of *Trichoderma longibrachiatum* T6 in enhancing wheat seedling tolerance to NaCl stress. BMC Plant Biology; 2019. 19,1-18
38. Waweru B, Turoop L, Kahangi E, Coyne D, Dubois T. Non-pathogenic *Fusarium oxysporum* endophytes provide field control of nematodes, improving yield of banana (*Musa* sp.). Biological Control; 2014. 74,82-88
39. Vujanovic V, Goh YK. qPCR quantification of *Sphaerodes mycoparasitica* biotrophic mycoparasite interaction with *Fusarium graminearum*: in vitro and in planta assays. Archives of Microbiology; 2012. 194(8), 707-717
40. Khan AL, Hamayun M, Kim YH, Kang SM, Lee IJ. Ameliorative symbiosis of endophyte (*Penicillium funiculosum* LHL06) under salt stress elevated plant growth of glycine max L. Plant Physiology and Biochemistry; 2011. 49, 852-862
41. Bae H, Sicher RC, Kim MS, Kim SH, Strem MD, Melnick RL. The beneficial endophyte *Trichoderma hamatum* isolate DIS 219b promotes growth and delays the onset of the drought response in *Theobroma cacao*. Journal of Experimental Botany; 2009. 60, 3279-3295
42. Guler NS, Pehlivan N, Karaoglu SA, Guzel S, Bozdeveci A. *Trichoderma atroviride* ID20G inoculation ameliorates drought stress-induced damages by improving antioxidant defence in maize seedlings. Acta Physiologiae Plantarum; 2016. 38,132.
43. Ahmad P, Hashem A, Abd-Allah EF, Alqarawi AA, John R, Egamberdieva D. Role of *Trichoderma harzianum* in mitigating NaCl stress in Indian mustard (*Brassica juncea* L.) through antioxidative defense system. Frontiers in Plant Science; 2015, 6,868
44. Kanchiswamy CN, Malnoy M, Maffei ME. Chemical diversity of microbial volatiles and their potential for plant growth and productivity. Frontiers in Plant Science; 2015. 6, 151

45. Yamagiwa Y, Toyoda K, Inagaki Y, Ichinose Y, Hyakumachi M, Shiraishi T. *Talaromyces wortmannii* FS2 emits β -caryophyllene, which promotes plant growth and induces resistance. *Journal of General Plant Pathology*; 2011. 77, 336-341
46. Naznin HA, Kiyohara D, Kimura M, Miyazawa M, Shimizu M, Hyakumachi M. Systemic resistance induced by volatile organic compounds emitted by plant growth-promoting fungi in *Arabidopsis thaliana*. *PLoS One*; 2014. 9(1):e86882

Bölüm 15

EKSTRÜZYON TEKNOLOJİSİ, PRENSİBİ, GIDA UYGULAMALARI VE GIDA BİLEŞENLERİ ÜZERİNE ÖNEMLİ ETKİLERİ

Selda BULCA¹

GİRİŞ

Ekstrüzyon işlemi, çeşitli gıda ürünlerinin, gıda içeriklerinin ve yemlerin üretiminde uzun yıllardan beri kullanılan önemli bir tekniktir. Gıda işlemedeki başarısı esas olarak karmaşık malzemeleri sürekli olarak işleyebilme yeteneğinden ve çok yönlülüğünden kaynaklanmaktadır. Ayrıca ekstrüzyon prosesi, enerji açısından en verimli ve çevre dostu proseslerden biri olarak popülerlik kazanmaya devam etmektedir. Günümüzdeki mevcut araştırmalar bu tekniğin kullanım potansiyelini artırarak ve bunun daha da önemli hale gelmesini sağlamıştır. Bu zamana kadar, ekstrüzyon tekniği doğrudan ekstrüde atıştırmalıklar, tüketime hazır ve kahvaltılık tahıllar, atıştırmalık ürünler, bebek mamaları, önceden pişirilmiş unlar, hazır konsantreler, fonksiyonel bileşenler, çıtır ekmek, galeta unu, dokulu bitkisel proteinler, şekerleme ürünleri ve diğerleri ile emülsiyon ve macunların üretiminde kullanılmıştır (Gu, Kowalski ve Ganjyal, 2017; Lazou ve Krokida, 2017; Riaz, 2019).

Çeşitli ekstrüde gıda ürünlerinin, özellikle atıştırmalıkların artan tüketimi, üreticileri dünyanın çeşitli bölgelerinde gerekli ham ve yeni maddeleri aramaya ve bulmaya veya ekstrüde edilmiş atıştırmalık ürünlerini bu bölgelerden tedarik etmek durumunda bırakmıştır. Ayrıca iklim değişiklikleri bazı hammaddelerin üretiminde azalmaya yol açmış, dolayısıyla ekstrüde ürün üreticileri hammadde tedarikinde sıkıntı ve artan talebi karşılamakta zorluklarla karşı karşıya kalmıştır. Enerji maliyetleri yükseldikçe ve/veya en azından nispeten yüksek yüzdelerde dalgalandıkça ve hammaddeler ve diğer bileşenler fiyatlarında artış oldukça, üreticiler ya kar marjlarındaki düşüş eğilimini kabul edip uygulama ya da yeni ürün geliştirmeye yönelmiştir. Bunlardan ikincisine, aynı zamanda ürün yeniliğine de

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gıda Teknolojileri AD, sbulca@adu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-7405-2872

için gelecekte ekstrüzyonda katma değer ve yan ürün atıklarının kullanımı teşvik edilmelidir. Ekstrüzyonla pişirme, gelecekte en önemli gıda işleme teknolojisi olma potansiyeline sahiptir.

KAYNAKÇA

- Alonso, R., & Marzo, A. A. F. 2000. Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. *Food Chemistry*, 68, 159–165.
- Alonso, R., Orue, E., Zabalza, M. J., Grant, G., & Marzo, F. 2000. Effect of extrusion cooking on structure and functional properties of pea and kidney bean proteins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 397–403.
- Alonso, R., Rubio, L. A., Muzquiz, M., & Marzo, F. 2001. The effect of extrusion cooking on mineral bioavailability in pea and kidney bean seed meals. *Animal Feed Science and Technology*, 94, 1–13.
- Anton, A. A., Fulcher, R. G., & Arntfield, S. D. 2009. Physical and nutritional impact of fortification of corn starch-based extruded snacks with common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour: effects of bean addition and extrusion cooking. *Food Chemistry*, 113(4), 989–996.
- Areas, J. A. G., Rocha-Olivieri, C. M., Marques, M. R. 2016. Extrusion cooking: Chemical and nutritional changes. In B. Caballero, P. M. Finglas, & F. Toldra (eds.), *Encyclopedia of food and health* (pp. 569–575). Cambridge, MA: Academic Press.
- Arora, B., Yoon, A., Sriram, M., Singha, P., Rizvi, S. S. H. 2020. Reactive extrusion: A review of the physicochemical changes in food systems. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 64: 102429
- Arribas, C., Cabellos, B., Sanchez, C., Cuadrado, C., Guillamon, E., Pedrosa, M. M. 2017. The impact of extrusion on the nutritional composition, dietary fiber and in vitro digestibility of gluten-free snacks based on rice, pea and carob flour blends. *Food & Function*, 18, 3654–3663
- Aune, D., Chan, D. S.M., Lau, R., Vieira, R., Greenwood, D. C., Kampman, E., Norat, T. 2011. Dietary fibre, whole grains, and risk of colorectal cancer: Systematic review and dose-response metaanalysis of prospective studies. *British Medical Journal*, 343, 6617–6637.
- Backus R. G., Boshold R. F., Johannisson T. G. 1984. Drawing, extruding and upsetting. In: Wick C, Benedict J. T., Veilleux R. F., editors. *Tool and manufacturing engineering handbook*, vol 2. 4th ed. Dearborn, MI: Society of Manufacturing Engineers; p. 11–13.
- Bairagi, S., Mishra, A. K., Mottaleb, K. A. 2022. Impacts of the covid-19 pandemic on food prices: Evidence from storable and perishable commodities in india. *PloS One* 17 (3): e0264355
- Bamidele, O. P., Emmambux, M. N. 2021. Encapsulation of bioactive compounds by “extrusion” technologies: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 61 (18): 3100–3118.
- Beck, S. M., Knoerzer, K., Arcot, J. 2017. Effect of low moisture extrusion on a pea protein isolate’s expansion, solubility, molecular weight distribution and secondary structure as determined by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). *Journal of Food Engineering*, 214, 166–174.

- Beckman, J., Baquedano, F., Countryman, A. 2021. The impacts of Covid-19 on gdp, food prices, and food security. *Q Open 1* (1): qoab005.
- Beninger, C. W., Hosfield, G. L. 2003. Antioxidant activity of extracts, condensed tannin fractions, and pure flavonoids from *Phaseolus vulgaris* L. Seed coat color genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(27), 7879-7883
- Bjorck, I., Asp, N. G. 1983. The effects of extrusion cooking on nutritional value—A literature review. *Journal of Food Engineering*, 2, 281–308.
- Brennan, C., Brennan, M., Derbyshire, E., & Tiwari, B. K. 2011. Effects of extrusion on the polyphenols, vitamins and antioxidant activity of foods. *Trends in Food Science & Technology*, 22, 570–575.
- Camire, M. E., Chaovanalikit, A., Dougherty, M. P., & Briggs, J. L. 2002. Blueberry and grape anthocyanins as breakfast cereal colorants. *Journal of Food Science*, 67(1), 438-441
- Camire, M. E., Dougherty, M. P., & Briggs, J. L. 2007. Functionality of fruit powders in extruded corn breakfast cereals. *Food Chemistry*, 101(2), 765-770.
- Camire, M. E., Violette, D., Dougherty, M. P., McLaughlin, M. A. 1997. Potato peel dietary fiber composition: Effects of peeling and extrusion cooking processes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 1404–1408.
- Cassagnau, P., Bounor-Legare, V., Vergnes, B. 2019. Experimental and modelling aspects of the reactive extrusion process. *Mechanics & Industry* 20 (8):8: 803.
- Castro, N., Durrieu, V., Raynaud, C., Rouilly, A., Rigal, L., Quillet, C. 2016. Melt extrusion encapsulation of flavors: A review. *Polymer Reviews* 56 (1):1: 137–186.
- Chakraborty, S. K., Kumbhar, B. K., Chakraborty, S., & Yadav, P., 2011. Influence of processing parameters on textural characteristics and overall acceptability of millet enriched biscuits using response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology*, 48(2), 167–174
- Chakraborty, S. K., Singh, D. S., & Chakraborty, S., 2009. Extrusion: A novel technology for manufacture of nutritious snack foods. *Journal of Beverage and Food World*, 42, 23–26.
- Chaovanalikit, A., Dougherty, M. P., Camire, M. E., Briggs, J. 2003. Ascorbic acid fortification reduces anthocyanins in extruded blueberry-corn cereals. *Journal of Food Science*, 68(6), 2136-2140
- Dar, A. H., Sharma, H. K., & Kumar, N. 2014. Effect of extrusion temperature on the microstructure, textural and functional attributes of carrot pomace-based extrudates. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38, 212–222
- de la Rosa-Millan, J., Heredia-Olea, E., Perez-Carrillo, E., Guajardo-Flores, D., Serna-Saldivar, S. O. 2019. Effect of decortication, germination and extrusion on physicochemical and in vitro protein and starch digestion characteristics of black beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *LWT - Food Science and Technology*, 102, 330–337
- de Pilli, T., Giuliani, R., Carbone, B. F., Derossi, A., Severini, C. 2005. Study on different emulsifiers to retain fatty fraction during extrusion of fatty flours. *Cereal Chemistry*, 82, 494–498
- Di Crosta, A., Ceccato, I., Marchetti, D., La Malva, P., Maiella, R., Cannito, L., Cipi, M., Mammarella, N., Palumbo, R., Verrocchio, M. C. et al. 2021. Psychological factors and consumer behavior during the covid-19 pandemic. *PloS One* 16 (8): e0256095
- Diamond America. Food extrusion equipment. [cited 2018 June 1]. Available from: <http://daextrusion.com/applications/food-extruders/>

- Dlamini, N. R., Taylor, J. R. N., & Rooney, L. W. 2007. The effect of sorghum type and processing on the antioxidant properties of african sorghum-based foods. *Food Chemistry*, 105(4), 1412-1419.
- Emin, M. A. 2022. 7 – key technological advances of extrusion processing. In *Food engineering innovations across the food supply chain*, edited by P. Juliano, R. Buckow, M. H. Nguyen, K. Knoerzer, and J. Sellahewa, 131–48. Cambridge, Massachusetts: Academic Press
- Fellows, P. J. 2009. *Food processing technology: Principles and practice* (3rd ed.). Boca Raton, FL: Woodhead Publishing
- Fellows, P. J. 2009. *Food processing technology: Principles and practice* (3rd ed.). Boca Raton, FL: Woodhead Publishing
- Galanakis, C. M., M. Rizou, T. M. S. Aldawoud, I. Ucak, and N. J. Rowan. 2021. Innovations and technology disruptions in the food sector within the covid-19 pandemic and post-lockdown era. *Trends in Food Science & Technology* 110: 193–200
- Garcia-Amezquita, L. E., Tejada-Ortigoza, V., Serna-Saldivar, S. O., Welti-Chanes, J. (2018). Dietary fiber concentrates from fruit and vegetable by-products: Processing, modification, and application as functional ingredients. *Food and Bioprocess Technology*, 11, 1439–1463.
- Gu, B.-Y., Kowalski, R. J., Ganjyal, G. M. 2017. *Food extrusion processing: An overview*
- Häusling, M., B. Biteau, S. Wiener, P. Holmgren, T. Metz, and F. Guerreiro. 2022. Motion for a resolution on the need for urgent eu action to ensure food security in light of russian aggression against ukraine, and a long-term action plan on developing eu food autonomy (2022/2593(rsp)). European parliament.
- Huang, Y. L., & Ma, Y. S. 2016. The effect of extrusion processing on the physicochemical properties of extruded orange pomace. *Food Chemistry*, 192, 363–369
- Hyvärinen, M., Jabeen, R., Kärki, T. 2020. The modelling of extrusion processes for polymers—a review. *Polymers* 12 (6): 1306
- Khanal, R. C., Howard, L. R., Brownmiller, C. R., Prior, R. L. 2009. Influence of extrusion processing on procyanidin composition and total anthocyanin contents of blueberry pomace. *Journal of Food Science*, 74(2), H52-H58
- Khanal, R., Howard, L., Prior, R. 2009. Procyanidin content of grape seed and pomace, and total anthocyanin content of grape pomace as affected by extrusion processing. *Journal of Food Science*, 74(6), H174-H182
- Lai, L. S., Kokini, J. L. 1991. Physicochemical changes and rheological properties of starch during extrusion (a review). *Biotechnology Progress*, 7, 251–266
- Lazou, A, Krokida, M. K. 2017. Extrusion for microencapsulation. In *Thermal and non-thermal encapsulation methods*, 1st ed., edited by M. K. Krokida, 137–71. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Madhujith, T., & Shahidi, F. 2005. Antioxidant potential of pea beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Food Science*, 70(1), S85-S90
- Makowska, A., Mildner-Szkudlarz, S., Obuchowski, W. 2013. Effect of brewer's spent grain addition on properties of corn extrudates with an increased dietary fibre content. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 63, 19–24.
- Manthey, F. A., & Hall, C. A. 2007. Effect of processing and cooking on the content of minerals and protein in pasta containing buckwheat bran flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 2026–2033.

- Moad, G. 2011. Chemical modification of starch by reactive extrusion. *Progress in Polymer Science* 36 (2):2: 218–237.
- Moscicki, L. 2016. Extrusion cooking: Principles and practice. In B. Caballero, P. M. Finglas, & F. Toldra (eds.), *Encyclopedia of food and health* (pp. 576–580). Cambridge, MA: Academic Press.
- Özer, E. A., İbanoğlu, Ş., Ainsworth, P., & Yağmur, C. 2004. Expansion characteristics of a nutritious extruded snack food using response surface methodology. *European Food Research and Technology*, 218(5), 474–479.
- Panyam, D., Kilara, A. 1996. Enhancing the functionality of food proteins by enzymatic modification. *Trends in Food Science & Technology*, 7, 120–125.
- Prabha, K. P., Ghosh, A. S., Joseph, R. M., Krishnan, R., Rana, S. S., Pradhan. R. C. 2021. Recent development, challenges, and prospects of extrusion technology. *Future Foods* 3: 100019.
- Ralet, M. C., Valle, G. D., & Thibault, J. F. 1993. Raw and extruded fibre from pea hulls. Part I: Composition and physicochemical properties. *Carbohydrate Polymers*, 20, 17–23
- Rashid, S., Rakha, A., Anjum, F. M., Ahmed, W., Sohail, M. 2015. Effects of extrusion cooking on the dietary fibre content and Water Solubility Index of wheat bran extrudates. *International Journal of Food Science & Technology*, 50, 1533–1537.
- Redgwell, R. J., Curti, D., Robin, F., Donato, L., & Pineau, N. 2011. Extrusion-induced changes to the chemical profile and viscosity generating properties of citrus fiber. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 8272–8279
- Riaz, M. N. 2019. Food Extruders. In *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering*, 3rd ed., edited by Kutz, M.
- Sandrin, R., Caon, T., Zibetti, A.W.,&de Francisco, A. 2018. Effect of extrusion temperature and screw speed on properties of oat and rice flour extrudates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98, 3427–3436.
- Sarka, E., Slukova, M., Smrckova, P. 2020. New food compositions to increase the content of phenolic compounds in extrudates. *Czech Journal of Food Sciences* 38 (6): 347–358.
- Silva, A. C. C., Areas, E. P. G., Silva, M. A., & Areas, J. A. G. 2010. Effects of extrusion on the emulsifying properties of rumen and soy protein. *Food Biophysics*, 5, 94–102
- Singh, S., Gamlath, S., & Wakeling, L. (2007). Nutritional aspects of food extrusion: A review. *International Journal of Food Science & Technology*, 42, 916–929.
- Threapleton, D. E., Greenwood, D. C., Evans, C. E. L., Cleghorn, C. L., Nykjaer, C., Woodhead, C., Burley, V. J. 2013. Dietary fibre intake and risk of cardiovascular disease: Systematic review and meta-analysis. *British Medical Journal*, 347, 6879–6991.
- Tumuluru, J. S., Sokhansanj, S., Bandyopadhyay, S., Bawa, A. S. 2013. Changes in moisture, protein, and fat content of fish and rice flour coextrudates during single-screw extrusion cooking. *Food and Bioprocess Technology*, 6, 403–415
- Vasanthan, T., Gaosong, J., Yeung, J., & Li, J. 2002. Dietary fiber profile of barley flour as affected by extrusion cooking. *Food Chemistry*, 77, 35–40.
- Wang, P., Fu, Y., Wang, L., Saleh, A. S. M., Cao, H., & Xiao, Z. (2017). Effect of enrichment with stabilized rice bran and extrusion process on gelatinization and retrogradation properties of rice starch. *Starch/Staerke*, 69, 1600201.

- Zhang, B., Liu, G., Ying, D., Sanguansri, L., & Augustin, M. A. 2017. Effect of extrusion conditions on the physico-chemical properties and in vitro protein digestibility of canola meal. *Food Research International*, 100, 658–664
- Zhong, L., Fang, Z., Wahlqvist, M. L., Hodgson, J. M., & Johnson, S. K. 2019. Extrusion cooking increases soluble dietary fibre of lupin seed coat. *LWT – Food Science and Technology*, 99, 547–554
- Zielinski, H., Michalska, A., Piskula, M. K., Kozłowska, H. 2006. Antioxidants in thermally treated buckwheat groats. *Molecular Nutrition & Food Research*, 50, 824–832