AKUAKÜLTÜRDE ALGLERİN ÖNEMİ ve KULLANIM ALANLARI

Latife Ceyda İRKİN

İKSAD
Publishing House

AKUAKÜLTÜRDE ALGLERİN ÖNEMİ ve KULLANIM ALANLARI

Latife Ceyda İRKİN

Çanakkale, 2020

İKSAD Publishing House

Copyright © 2020 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social
Researches Publications®
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)
TURKEY TR: +90 342 606 06 75
USA: +1 631 685 0 853
E mail: iksadyayinevi@gmail.com
www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.
Iksad Publications – 2020©

ISBN: 978-625-7279-37-6
Cover Design: İbrahim KAYA
November / 2020
Ankara / Turkey
Size = 16 x 24 cm

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ 7

2. SU ÜRÜNLERİNİN MEVCUT DURUMU 10

2.1. Dünyada Su Ürünleri 10

2.2. Ülkemizde Su Ürünleri 12

3. BESLENMEDE SU ÜRÜNLERİ VE ÖNEMİ 16

3.1. Balık Tüketiminin Sağlık Açısından Faydaları 17

3.2. Dünyada ve Ülkemizde Su Ürünleri Tüketimi 21

4. ALGLER 23

4.1. Alglerin Sınıflandırılması 23

5. AKUAKÜLTÜR 54

5.1. Akuakültürün Tarihsel Gelişimi 59

5.2. Akuakültür Farklılığı 61

5.3. Neden Akuakültür? 62

5.4. Akuakültürde kullanılan katkı maddeleri 64

6. ALG: AKUAKÜLTÜRDE ALTERNATİF HAMMADDE ARAYIŞI 65

6.1. Neden alg? 67

6.2. Protein ve aminoasit içeriği 67

6.4. Lipidler 68

6.5. Formülasyonu yapılmış olan balık yemlerinde alglerin kullanımı 69

6.7. Besin Kaynağı Olarak Mikroalgler 70

6.8. Mikroalglerin üretim sistemleri 72

6.9. Yumuşakça ve Eklem Bacaklı Üretiminde Mikroalgler 74

6.10. Zooplankton ve Balık Üretiminde Mikroalgler 74

6.11. Mikroalglerde Bulunan Pigment Maddelerinin Yemlerde Kullanımı 77

6.12. Mikroalglerdeki Yağ Asitleri.....82
6.13. Mikroalglerdeki Antioksidanlar.....83
7. SONUÇ ve ÖNERİLER 85
8. REFERANSLAR 87

Tablolar Dizini

Tablo 1. Dünyada ve Ülkemizde Su Ürünleri Üretim Miktarları (milyon ton) (TÜİK 2019; FAO 2018) 11
Tablo 2. Ülkemizde Su Ürünleri Avcılığının Yıl Bazında Değerleri (TÜİK 2019).....13
Tablo 3. Ülkemizde Yetiştiriciliği Yapılan Türlerin Ton Bazında Üretim Değerleri (TUİK 2019). 14
Tablo 4. Alternatif Su Ürünlerinin Üretim Değerleri (TÜİK 2019)...15
Tablo 5. Bazı balık ve farklı et türlerinin besin değerleri (100g). 20
Tablo 6. Alg türleri ve dünya genelinde tüketilen ülkeler (MacArtain ve ark., 2007).....45

Şekiller Dizini

Şekil 4-1. Bir mikroalg türü *Chlorella* sp. 34
Şekil 4-2. Bir mikroalg türü *Spirulina* sp.....35
Şekil 4-3. Bir mikroalg türü *Haematococcus* sp 36
Şekil 4-4. Bir mikroalg türü *Haematococcus* sp 36
Şekil 4-5. Bir mikroalg türü *Scenedesmus* sp.....37
Şekil 4-6. Karragen eldesi için kullanılan tür *Chondrus crispus* 40
Şekil 4-7. Agar eldesi için kullanılan tür *Gracilaria* sp.....41
Şekil 4-8. Agar elde edilen tür *Gelidium* sp**.**.....42
Şekil 4-9. Alginat eldesi için kullanılan tür *Laminaria digitata* 43
Şekil 4-10. Funori 43
Şekil 4-11. Yem katkı maddesi olarak kullanılan tür *Cystoseira* sp. (https://commons.wikimedia.org) 48
Şekil 4-12. Kozmetikte kullanılan tür *Porphyra* sp. (http://www.seaweed.ie/aquaculture/noricultivation.php) 50
Şekil 4-13. Farmakolojide kullanılan bir tür *Fucus serratus* (https://www.pinterest.co.uk/pin/537687642993543763).....54
Şekil 5-1. Balık üretim tesisi **(** https://www.trthaber.com/haber/cevre/dunyada-ve-turkiyede-balik-yetistiriciligi-artiyor-496812.html)(Erişim: 20.10.2020) 58
Şekil 5-2. Balık üretim tesisi (https://www.trthaber.com/haber/cevre/dunyada-ve-turkiyede-balik-yetistiriciligi-artiyor-496812.html) (Erişim: 20.10.2020) 58
Şekil 6-1. *Brachionus plicatilis* (https://www.micropia.nl/en/discover/microbiology/Brachionus-plicatilis).....75
Şekil 6-2. *Artemia salina* 76

ÖNSÖZ

Akuakültür sektörü hesaplı ve kaliteli protein kaynağı olmasıyla beslenmede önemli bir yer kazanmış ve özellikle 1990'lı yıllardan günümüze gıda ürünleri arasında yükselen bir sektör haline gelmiştir. İnsanların kaliteli protein ihtiyaçlarını karşılamada önemli bir kaynak olan su ürünlerine talep her geçen gün artmaktadır. Su ürünleri avcılığında bir artışın olmaması, akuakültürü aranan bir seçenek konumuna getirmiştir. Akuakültür sektörü son yıllarda ülkemiz ekonomisinin yükselen yıldızı olarak nitelendirilmektedir. Stratejik önemi, pazarlardaki büyüme potansiyeli, ülkemizi akuakültür sektöründe güçlü bir konuma getirmektedir. Ancak ülkemizde zengin su ürünleri kaynakları bulunmasına rağmen, halkımızın su ürünleri tüketim alışkanlığının yeterli düzeyde olduğundan malesef bahsedilemez.

Türkiye'de su ürünleri yetiştiriciliğinin hızla gelişmesinin temelinde, eğitimli insan kaynağı ile son bilimsel çalışmalardan faydalanılması, uluslararası gelişmelerin yakından takip edilmesi ve birçok ülkeden daha ileri teknolojilerin kullanılmasının elzem olduğu gerçeği yatmaktadır.

Bu gereksinimlerin ışığında literatüre bir katkı sağlaması amacıyla bu kitabın hazırlanmasına karar verildi. Çalışmalarım boyunca benden bir an olsun yardımını esirgemeyen arkadaşım Sayın Dr. Şamil ÖZTÜRK'e, tüm zorlukları benimle göğüsleyen, hayatımın her anında bana koşulsuz inanan ve destek olan AİLEM'e sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Çanakkale, 2020

Latife Ceyda İRKİN

1. GİRİŞ

Beslenme, vücudun gereksinimi olan besin maddelerinin yeterli düzeyde alınması olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde insanlar, sadece doymanın değil dengeli beslenmenin önemli bir konu olduğunun farkına varmıştır. Besin öğelerinin vücuda az ya da çok miktarda alınması durumunda büyüme ve gelişme olumsuz etkilenerek sağlığın bozulmasına neden olmaktadır. Sağlıklı beslenmede hayvansal gıdaların tüketimi son derece önemlidir. Beslenmedeki önemi ve ekonomik katkısı yönünden önem taşıyan su ürünleri, gün geçtikçe ülkemizde de gelişmektedir. Giderek artan dünya nüfusunun hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında su ürünleri yetiştiriciliğinin, geleceğin vazgeçilmez sektörü olarak kabul edilmektedir. Denizlere sahip ülkemiz su ürünleri bakımından zengin bir potansiyele sahiptir. Tüm dünya ülkeleri, su kaynaklarının ve su ürünlerinin kullanımını planlayarak hem koruma hem de bu doğal kaynakların sürdürülebilirlikleri konusunda yeni politika ve stratejilere önem vermelidir.

Su ürünleri ihracatını artırmak için çevresel faktörler gözünde bulundurularak, yeni üretim alanları belirlenmeli, hedef pazarlara yönelik çalışmalar yapılarak ürün çeşitliliği arttırılmalıdır. Böylece günümüzde elde edilen su ürünleri miktarı 322 bin tondan 600 bin tona çıkarılması hedeflenmektedir. Türkiye, Avrupa Birliği'ne en çok alabalık ihraç eden ülke konumundadır. Çipura ve levrek ihracatında da ilk 5'te yer almaktadır. Ayrıca, son yıllarda, ülkemiz özellikle okyanusta Somali ve Moritanya bağlantılı avlanma ve oralarda tesisler kurarak

balıkçılığımızı sadece kendi sınırlarımızda değil, elimizdeki imkânları genişleterek o ülkelerin de kaynaklarını, kendileri için ve ticari anlamda ortaklaşa üretmek ve satmak, depolamak, pazarla buluşturmak adına da önemli çalışmalar yapmaktadır (Şahin, 2019).

Su ürünleri, denizlerde, iç sularda doğal olarak bulunan ve tesislerde üretimi yapılan su bitkileri, balıklar, yumuşakçalar, kabuklular gibi türleri ve bunlardan elde edilen besinleri içermektedir. Bu ürünler, bulundukları ekosisteme göre balıklar ve kabuklu deniz ürünleri olmak üzere 2 gruba ayrılır (Gültekin ve Akın, 2019; İşçimen, 2015).

Kabuklu deniz ürünleri, dışında kabuğu olan, omurgası olmayan deniz canlılarıdır. Kabuklular, kafadan bacaklılar ve yumuşakçalar olarak gruplandırılabilir. Kabuklular grubunda; ıstakoz, yengeç, karides, deniz kereveti, kafadan bacaklılar grubunda; ahtapot ve kalamar, yumuşakçalar grubunda ise midye, istiridye ve deniz kestanesi örnek olarak verilebilir.

Balıklar yapısal olarak, vücut yağının depolandığı yere göre; beyaz etli ve koyu renk etli balıklar olmak üzere gruplandırılabilir. Beyaz etli balıklar, yağları genellikle karaciğerde depolanmış, etleri yağsız, sindirimleri kolay olan türlerdir. Bu gruba örnek olarak, alabalık, akya, barbunya-tekir, çipura, levrek, mezgit, kalkan, karagöz, kefal, lüfer, mercan, turna verilebilir. Koyu renk ete sahip balıklar; yağları kas dokusunda depolar. Beyaz etli balıklara göre daha lezzetlidirler. Hamsi, gümüş, yılanbalığı, istavrit, izmarit, uskumru, kolyoz, somon, sardalye,

kılıç balığı, palamut, torik, tirsi, zargana ve sazan koyu renk ete sahip balıklara örnektir (İşçimen, 2019).

Su ürünleri, protein oranı yüksek, amino asit içeriği, vitamin ve mineral yönünden zengin, ayrıca çoklu doymamış yağ asitlerini içeren değerli bir besin maddesidir. İnsan sağlığı için mutlaka diyetle alınması gereken omega-3 yağ asitlerini içermekte ve düşük kolesterol ve kalori değerine sahip olmasıyla büyük önem taşımaktadır. Su ürünlerinin besleyici özelliklerinin yanı sıra sağlığın korunmasında ve birçok hastalığın tedavisinde etkili olduğu da bilinmektedir. Su ürünleri, içerdiği düşük bağ dokusuna bağlı olarak sindiriminin yüksek olmasından dolayı da çocuk ve yaşlı beslenmesinde tercih edilmektedir. Ancak ülkemizde su ürünleri tüketim alışkanlığı dünya ortalamasına göre oldukça düşük seviyelerdedir. Bu nedenle, sağlıklı ve dengeli beslenme için su ürünleri büyük öneme sahip olup bu kaynaklardan daha iyi yararlanılması ve tüketiminin yaygınlaştırılması gerekmektedir. İnsanların su ürünleri tüketiminde bilinçlendirilmesi, lezzet ve besin değeri açısından öneminin vurgulanması zamanla tüketim miktarlarını arttıracaktır.

Son yıllarda, gelişmiş ülkeler dâhil tüm dünyada, yaşam tarzıyla ilgili hastalıklar ciddi bir sorun haline gelmiştir. Epidemiyolojik ve klinik çalışmalar, diyetin yaşam tarzıyla ilgili hastalıklara duyarlılığı etkileyen ana faktörlerden biri olduğunu göstermektedir. Diyet seçimleri, bireylerin tükettiği yiyecek türleri ve miktarları, insan sağlığının ve çevresel sürdürülebilirliğin en önemli belirleyicileridir. Beslenme ve sağlık birbiriyle ilişkilidir, çünkü iyi beslenme, sağlığın temel taşıdır.

Yetersiz beslenme, bağışıklığın azalmasına, hastalığa yatkınlığın artmasına, fiziksel ve zihinsel gelişimin zarar görmesine sebep olabilir.

Su ürünleri, yeterli ve dengeli beslenmenin vazgeçilmez bir unsurudur ve dünya nüfusunun yaklaşık üçte birinin protein ihtiyacının %20'sinin sağlanmasında önemli bir katkı sağlamaktadır. Su ürünleri, karasal organizmalarda bulunmayan fonksiyonel bileşenler içerir. Bu bileşenler, başta kardiovasküler hastalıklar olmak üzere bazı kronik hastalıkların önlenmesine yardımcı çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), özellikle eikozapentaenoik ve dokozahekzaenoik asit gibi yağ asitleridir. Yine, su ürünleri protein, bütün esansiyel aminoasitler, vitaminler (Özellikle D vitamini), iyot, selenyum, magnezyum, çinko gibi mikro besin maddeleri bakımından zengin olan mucize gıdalardır (Harlıoğlu ve Kutluyer, 2016).

2. SU ÜRÜNLERİNİN MEVCUT DURUMU

2.1. Dünyada Su Ürünleri

Yetersiz beslenme ile karşı karşıya olan insan sayısı son yıllarda azalmış olsa da 821 milyon insan hâlâ yetersiz beslenmeye devam ediyor ve açlık birçok ülkede, özellikle kırsal alanlarda veya gelişmekte olan bölgelerde önemli bir problem olmaya devam ediyor (FAO, 2018). Günümüzde toplumlar nüfus artışı, iklim değişikliğinin olumsuz etkileri ve çevresel kirlenme ile mücadele ederken, 9 milyarı aşacak nüfusa gıda ve geçim kaynağı sağlama zorunluğunun sebep olacağı zorlukla karşı karşıyadır. 2016 yılından günümüze, su ürünleri üretimi, daha dengeli balık avcılık, azalan israf ve artan su ürünleri yetiştiriciliği

sebebiyle, yüzde 88'lik bölümü tüketime sunulan, 171 milyon ton ile rekor kırmıştır. Bu üretim rakamları ile kişi başına 20,3 kg'lık su ürünleri tüketimi olarak ortaya çıkmıştır. 1960'lı yıllardan günümüze balık tüketimindeki artış, iki kat yükselen sayıda artış göstermiştir. Bu durum, su ürünleri sektörünün FAO'nun, açlığın ve yetersiz beslenmenin söz konusu olmadığı bir hedefin gerçekleştirilmesi açısından olumlu bir gelişmedir (FAO, 2018).

Tablo 1. Dünyada ve Ülkemizde Su Ürünleri Üretim Miktarları (milyon ton) (TÜİK 2019; FAO 2018)

		Deniz	**İçsu**	**Toplam**	**Birim**
Dünya Su Ürünleri Üretimi (2017)	Avcılık Üretimi	80,6	11,9	**92,5**	milyon ton
	Yetiştiricilik Üretimi	30,6	49,5	**80,1**	milyon ton
	Toplam Üretim	**111,2**	**61,4**	**172,6**	milyon ton
Türkiye Su Ürünleri Üretimi (2018)	Avcılık Üretim Miktarı	283.954,8	30.139	**314.093,8**	ton
	Yetiştiricilik Üretim Miktarı	209.370	105.167	**314.537**	ton
	Toplam Üretim Miktarı	**493.324,8**	**135.306**	**628.630,8**	ton
Üretim Değeri (2018)	Avcılık Üretim Değeri	1.722,1	130,6	**1.852,7**	milyon ₺
	Yetiştiricilik Üretim Değeri	4.378,7	1.228,1	**5.606,8**	milyon ₺
	Toplam Üretim Değeri	**6.100,8**	**1.358,7**	**7.459,5**	milyon ₺
Dış Ticaret (2018)	İhracat	-	-	**177.500**	Ton
	İhracat	-	-	**952,0**	milyon $
	İthalat	-	-	**98.315**	Ton
	İthalat	-	-	**189,0**	milyon $
Tüketim (2018)	İç Tüketim	-	-	**499.461,4**	Ton
	Balık Yağı-Unu	-	-	**47.276,3**	Ton
	Fabrikalarda İşlenen Değerlendirilemeyen	-	-	**3.115,4**	Ton
	Kişi Başı Tüketim	-	-	**6,1**	kg

2.2. Ülkemizde Su Ürünleri

Su ürünleri üretiminin iki ana kaynağı vardır; deniz ve iç sularda avcılık yoluyla elde edilenler ile deniz ve iç sularda kültürü yapılan yetiştiricilik ürünleri. Su ürünleri sektörü halkın hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasına, gıda güvenliğinin sağlanmasına ve ülke ekonomisine önemli katkılar yapmaktadır.

Ülkemizde su ürünleri üretimi yıl bazında değişiklik göstermektedir. 2010-2016 yılları arasında toplam 537-704 bin ton üretim yapılmıştır. 2018 verilerine göre, ülkemizde toplam üretim 628.631 tondur. Bu üretimin, 314.537 tonu yetiştiricilik yoluyla yapılmıştır. Yetiştiricilikten elde edilen toplam ürünün %33,4'ü iç su balıkları, %66,6'sı deniz balıkları yetiştiriciliğinden oluşmaktadır. TÜİK verileri, avcılığın 1990'lı yıllardan günümüze dalgalanmalar yaşadığını, son 20 yıllık sürede av miktarının azaldığını göstermektedir. Avcılık kategorisinde deniz balıklarının yeri önemlidir. 2018 yılında toplam avcılığın %90'ı denizlerden, %71'i deniz balıklarından oluşmaktadır (TÜİK, 2019).

Tablo 2. Ülkemizde Su Ürünleri Avcılığının Yıl Bazında Değerleri (TÜİK 2019).

Yıllar	Deniz (ton)			İçsu (ton)			Toplam (ton)
	Balıklar	Diğer	Toplam	Balıklar	Diğer	Toplam	
2000	441.634	18.831	460.465	39.474	3.350	42.824	503.289
2001	464.987	19.230	484.217	39.215	4.108	43.323	527.540
2002	493.446	29.298	522.744	39.209	4.729	43.938	566.682
2003	416.126	46.948	463.074	39.873	4.825	44.698	507.772
2004	456.752	48.145	504.897	40.586	4.999	45.585	550.482
2005	334.248	46.133	380.381	42.630	3.485	46.115	426.496
2006	409.945	79.021	488.966	40.990	3.092	44.082	533.048
2007	518.201	70.928	589.129	40.213	3.108	43.321	632.450
2008	395.660	57.453	453.113	38.553	2.458	41.011	494.124
2009	380.636	44.410	425.046	35.604	3.583	39.187	464.233
2010	399.656	46.024	445.680	36.458	3.801	40.259	485.939
2011	432.246	45.412	477.658	34.328	2.769	37.097	514.755
2012	315.637	80.686	396.323	33.787	2.333	36.120	432.443
2013	295.168	43.879	339.047	32.281	2.793	35.074	374.121
2014	231.058	35.019	266.077	33.263	2.871	36.134	302.211
2015	345.765	51.966	397.731	32.376	1.800	34.176	431.907
2016	263.725	37.739	301.464	31.509	2.347	33.856	335.320
2017	269.677	52.496	322.173	29.773	2.372	32.145	354.318
2018	222.024	61.931	283.955	27.607	2.532	30.139	314.094

Tablo 3. Ülkemizde Yetiştiriciliği Yapılan Türlerin Ton Bazında Üretim Değerleri (TUİK 2019).

Yıllar	Alabalık			Çipura	Levrek
	İçsu	Deniz	Toplam		
2000	42.572	1.961	44.533	15.460	17.877
2001	36.827	1.240	38.067	12.939	15.546
2002	33.707	846	34.553	11.681	14.339
2003	39.674	1.194	40.868	16.735	20.982
2004	43.432	1.650	45.082	20.435	26.297
2005	48.033	1.249	49.282	27.634	37.290
2006	56.026	1.633	57.659	28.463	38.408
2007	58.433	2.740	61.173	33.500	41.900
2008	65.928	2.721	68.649	31.670	49.270
2009	75.657	5.229	80.886	28.362	46.554
2010	78.165	7.079	85.244	28.157	50.796
2011	100.239	7.697	107.936	32.187	47.013
2012	111.335	3.234	114.569	30.743	65.512
2013	122.873	5.186	128.059	35.701	67.913
2014	107.983	5.610	113.593	41.873	74.653
2015	101.166	6.872	108.038	51.844	75.164
2016	101.297	5.716	107.013	58.254	80.847
2017	103.705	5.952	109.657	61.090	99.971
2018	104.887	9.610	114.497	76.680	116.915

Tablo 4. Alternatif Su Ürünlerinin Üretim Değerleri (TÜİK 2019).

Balık türü İç su	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
G. Alabalığı (*O. mykiss*)	75657	78165	100239	111335	122873	107533	100411	99.712	101.761	103.192
Alabalık (*S. trutta*)	-	-	-	-	-	450	755	1.585	1.944	1.695
Aynalı sazan	591	403	207	222	146	157	206	196	233	212
Mersin balığı	-	-	-	-	-	17	28	6	13	2
Tilapiya	-	-	-	-	-	32	12	58	8	12
Deniz										
G. Alabalığı (*O. mykiss*)	5229	7079	7697	3234	5186	4812	6187	4.643	4.972	9.235
Alabalık (*S. trutta*)	-	-	-	-	-	798	685	1.073	980	375
Çipura	28362	28157	32187	30743	35701	41873	51844	58.254	61.090	76.680
Levrek	46554	50796	47013	65512	67913	74653	75164	80.847	99.971	116.915
Fangri	-	-	-	-	-	106	143	225	20	2
Minekop (Kötek)	-	-	-	-	-	39	61	20	125	30
Granyöz (Sarıağız)	-	-	-	-	-	3281	2801	2.463	697	1.486
Sinagrit	-	-	-	-	-	113	132	43	51	24
Trança	-	-	-	-	-	75	90	61	107	70
Mavi yüz. Orkinos	-	-	-	-	-	1136	1710	3.834	3.802	3.571
Midye	89	340	5			-	3	329	489	907
Diğer	2247	2201	1442	1364	1575	58	102	46	239	129
Toplam	158729	167141	188790	212410	233394	235133	240334	253.395	276.502	314.537

Avcılığının büyük kısmını oluşturan hamsi, sardalye gibi türlerin, beyaz kum midyesi, deniz salyangozu gibi kabukluların, iç sulardaki inci kefali ve gümüş gibi türlerin fiyatları düşüktür. Bu sebeple avcılık ürünlerinin miktarı daha çok olmasına rağmen değeri yetiştiricilik ürünlerine oranla daha düşük olmaktadır. Avcılıkta yıl bazında yaşanan dalgalanma, göçmen deniz balıklarından kaynaklanmaktadır. Bu balıkların avcılığı, balık biyolojisi ve sıcaklık gibi çevresel faktörlere bağlıdır. 1990'lı yıllardan 2000 yılına kadar alabalık, levrek ve çipura yetiştiriciliği artış göstermiş ancak 2000 yılında ülkemizin içinde bulunduğu ekonomik kriz nedeniyle düşüşe geçmiştir. Yetiştiricilikle üretim 2003 yılından itibaren tekrar gelişme göstermiştir. Türkiye'de en fazla yetiştiriciliği yapılan türler gökkuşağı alabalığı (tatlı su), levrek ve çipuradır (deniz). Sazan, Tilapia gibi tatlı su türleri, yumuşakçalar, kabuklular ve su bitkisi kültür yetiştiriciliği oldukça az düzeydedir (Verep ve diğ., 2017).

3. BESLENMEDE SU ÜRÜNLERİ VE ÖNEMİ

Sağlıklı bir birey olmak adına 40'ın üzerinde temel besin maddesine (vitaminler, esansiyel amino asitler, mineraller ve Omega yağ asitleri) ihtiyacımız var. Bu zorunlu kırk temel besin maddesinin neredeyse tamamına yakınını sağlayabilen tek besin kaynağı su ürünleridir. Su ürünleri, gıda güvenliğine katkıda bulunan eşsiz bir besindir. 150 gramlık balık, alınması günlük protein ihtiyacının yarısını sağlamaktadır. Proteine ek olarak, balıklar, su ürünleri ve deniz algleri esansiyel Omega-3 yağ asitleri ve biyolojik olarak kullanılabilir mikro

besinler (A, B12 ve D vitaminleri, ayrıca kalsiyum, demir, iyot, çinko, selenyum, fosfor ve çinko) içeriler (FAO, 2018).

Balık yaşamsal faaliyetlerin devamlılığını sağlar. Ayrıca bağışıklık sistemini destekleyen ve göz sağlığını koruyan A vitaminini, D vitaminini ve kanın pıhtılaşmasında görevli K vitaminini içermektedir. Ek olarak B12 ve B6 yönünden de zengindir. Ayrıca iyot, selenyum, magnezyum, fosfor ve çinko gibi mineralleri barındırır. İçeriğindeki çoklu doymamış yağ asitleri, kanser türlerine karşı (kolon, prostat ve meme kanseri gibi) koruyucu etki göstermektedir. Omega 3, antiinflamatuar etkiye sahiptir. Vücutta virüs, bakteri, parazitlerin neden olduğu enfeksiyonlara karşı bağışıklık sistemini güçlendirmektedir. İçeriğindeki çoklu doymamış yağ asitleri diyabeti olmayan kişilerde insülin direncini azaltarak diyabete yakalanma riskini azaltmaktadır. Diyabetli kişilerde iltihap görülme olasılığını düşürmektedir. Yapılan çalışmalar, tüketimdeki her 20 gramlık artışın kalp damar hastalıkları oluşma riskini yüzde 7 oranında azalttığını gösteriyor. İçerdiği EPA ve DHA ile LDL (kötü kolesterol) seviyesinin düşmesini sağlayarak, damarlarda pıhtı ve inme riskini azaltıyor (Şahin, 2019).

3.1. Balık Tüketiminin Sağlık Açısından Faydaları

Doğru besinler ile beslenmenin iyileştirilmesi toplumların öncelikli hedefleri arasındadır. “Beslenmeyi İyileştirme Yaklaşımları ve Stratejileri” başta Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve UNICEF olmak üzere, araştırmacıların ve sivil toplum örgütlerinin ilgi odağı olmuştur (Rodgers, 2015).

Günümüzde insanlar sağlıkları ile daha yakından ilgilenmektedir. Bu amaçla, sağlıklarını korumak için ilaç kullanmak yerine, doğru beslenerek sağlıklarını korumayı hedeflemektedirler. Bu yolda çözüm aradıkları ve sağlıklı, kaliteli, uygun fiyatlı, güvenli besin tüketmek istedikleri görülmektedir. Tüketicilerin aradıkları özellikleri taşıyan besinlerin başında balık ve su ürünleri gelmektedir (Dernini ve diğ., 2015, Wegener, 2014).

-Balık, yüksek kaliteli protein, iyot, çeşitli vitaminler ve mineraller dahil olmak üzere birçok önemli besin maddesince zengindir. Bu proteinler, %90'ın üzerinde sindirilebilirlik ile kolayca asimile olabilirler.

-Balık kalp krizi ve felç riskini azaltabilir. Kandaki kolesterol ve trigliserid seviyesini düşürür. Balık kalp dostu besin maddesidir. Balığın sahip olduğu Omega 3 yağ asitleri, kötü kolesterol (LDL) seviyesini düşürürken iyi kolesterol (HDL) seviyesini arttırmakta, kandaki serbest yağların (trigliserid) düşürülmesini sağlar. Tansiyonu dengede tutarak kalp yetmezliğini ve inme riskini önler, kanın akışkanlığını artırır.

-Beyin ve gözlerin gelişimi için gerekli olan Omega 3 bulunmaktadır. Dokosaheksaenoik asit (DHA) beyin hücreleri arasındaki iletişim için önemlidir. Bunama ve diğer nörolojik hastalıklara karşı koruyucudur. Özellikle çocuklarda dikkat eksikliği, konsantrasyon bozukluğu gibi durumları giderdiği, okuma becerilerinde de artış sağladığı bilinmektedir.

-Balık tüketimi yaşlılıkta beyin fonksiyonlarındaki azalmayı önler. Çağımızın hastalığı olan ve gittikçe sık görülen Alzheimer'a karşı haftada 2 kez balık tüketmek önemlidir. Balık yağının faydalarından biri Alzheimer riskini azaltmasıdır.

-Balık, depresyon tedavisine yardımcı olabilmektedir. Çoklu doymamış yağ asitleri vücuttaki hücre zarlarının yapısında olduğu gibi, beyin hücre zarlarının yapısında da mevcuttur. Bu yüzden eksikliği hücre zar yapısında bozulmalara neden olur. Sinir iletiminde aksamalar meydana gelir. Depresyonu önlemede haftada 2-3 gün balık tüketmek önemlidir.

-Balık iyi bir D vitamini kaynağıdır. Balık, yağda çözünen vitaminler, özellikle kalsiyum ve fosfor metabolizmasından sorumlu olan ve kan şekerini etkileyerek insülin seviyesini düzenleyen D3 vitamini bakımından zengindir.

-Balık Tüketimi, Tip 1 diyabet dahil otoimmün hastalık ve kanser riskini azaltır. Omega 3 diyabet riskini azaltır. İnsülinin işlevini artırıp, Tip 2 diyabete karşı kalkan görevi görür. Diyabet hastalarının ve diyabet riski taşıyan kişilerin balık tüketmesi faydalı olacaktır.

-Yapılan çalışmalar, daha fazla balık yiyen çocuklarda astım gelişme riskinin daha düşük olduğunu göstermektedir. Omega3 yağ asitleri anti-inflamatuar etki gösteren güçlü bileşenlerden biridir. Eklem romatizmasının azaltılması ve ağrıların giderilmesinde balık tüketiminin önemli yararları bulunmaktadır.

-Daha fazla balık tüketen kişilerde, görme bozukluğu ve körlüğün önde gelen nedenlerinden biri olan makülar dejenerasyonun gelişme riski daha düşüktür.

-Balık uyku kalitesini artırabilir. Genel durumunuzu iyileştirir. Balık, iyot içeren bir besin kaynağı olduğu için zekâ gelişiminde önemlidir. Çocuklarda öğrenme kabiliyetlerini arttırdığı görülmektedir. Gebeliğin ilk üç ayında düzenli balık tüketen anne adaylarının bebeklerinde öğrenme, algılama, kavrama ve tutma gibi onksiyonların daha güçlü olduğu kanıtlanmıştır.

-Balıklar lezzetli ve hazırlanması kolay besin maddesidir.

Balık ve su ürünlerinin insan sağlığı için bu kadar önemi olmasına ve her geçen gün yeni bir faydasının bulunmasına rağmen ülkemizde kişi başına balık tüketimi yıllık 5-6 kg'ın üzerine çıkmamaktadır. İnsanlarımıza balık tüketimi alışkanlığı kazandırmak için balığın beslenmedeki önemi her ortamda vurgulanmalıdır (Atar, 2018).

Tablo 5. Bazı balık ve farklı et türlerinin besin değerleri (100g).

Enerji ve besin ögeleri	Somon	Palamut	Hamsi	Dana eti (y)	Dana eti (yy)	Tavuk (but)	Tavuk (göğüs)
Enerji (kcal)	131	176	102	251	184	173	102
Protein (g)	18,4	21,5	20,1	18,2	18,9	18,1	23,1
Yağ (g)	6,3	10,0	2,3	19,2	12,5	11,2	0,7
Doymuş yağ (g)	1,6	3,1	0,8	7,8	5,4	3,4	0,2
Çoklu doymamış	1,6	3,4	0,8	0,7	0,5	2,7	0,2
Kolesterol (mg)	35	60	13	67	60	73	66
Vitamin B12 (mg)	2,0	4,0	0,0	2,9	4,0	0,0	0,0
Folik asit (mcg)	26,0	15,0	4,0	6,0	3,0	12,0	9,0
Demir (mg)	1,0	1,0	1,3	1,9	2,2	1,8	0,5
Çinko (mg)	0,8	0,6	1,7	3,7	4,8	1,6	0,7
Potasyum (mg)	371	293	383	297	274	250	330
İyot (mcg)	50	34	30	0,09	0,02	0,4	0,37

3.2. Dünyada ve Ülkemizde Su Ürünleri Tüketimi

Et türlerinden balık tüketiminin öne çıkmasına karşın, hemen tüm dünyada en fazla kırmızı et tüketilmektedir (Henchion ve diğ., 2014; Cashman ve Hayesa, 2017). Balık tüketiminin dünyada 16,3kg/yıl; gelişmiş ülkelerde 23,8kg/yıl); gelişmekte olan ülkelerde 14,3kg/yıl kadar olduğu bildirilmektedir (Hecer, 2012). Amerika'da su ürünleri tüketiminin 7,3kg/yıl, en çok tüketilen su ürünleri: somon, karides ve konserve edilmiş tuna olduğu belirtilmiştir (Shamshak ve diğ., 2019).

İnsan sağlığı üzerindeki faydalarının bilinmesine karşın, ülkemizde balık tüketimi istenilen seviyede değildir. Balık tüketimi, bölgeler arasında farklılıklar göstermektedir. Kıyı bölgelerde kişi başına 25 kg, Doğu ve Güneydoğu Bölgeleri'nde 1 kg civarındadır. Kırsala göre kentlerde daha fazla (%5) balık tüketilmektedir (Hecer, 2012; Abdikoğlu, 2015). Türkiye İstatistik Kurumu 2018 verilerine göre ülkemizde kişi başı balık tüketimi 6,1kg/yıl seviyesindedir (https://www.gidahatti.com/ 150984).

Tekirdağ'ın Süleymanpaşa İlçesi'nde tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılarak seçilen tüketiciler ile yapılan araştırmada, kişi başı tüketimi 14 kg/yıl, 38g/gün. Olan balığın en çok kış (%35), daha sonra sonbahar (%27) mevsimlerinde, 15 günde 1 kez (%60) ve taze olarak tüketildiği belirlenmiştir. Balık tüketiminin en önemli nedeni (%72) sağlıklı besin olmasına, tüketmeme nedeni yeme zorluğuna ve pahalı olmasına bağlanmıştır. Çeşit olarak en fazla tüketilen balığın hamsi (%71) ve (%62) olduğu görülmüştür (Abdikoğlu, 2015).

Çanakkale'de balık tüketim durumunun incelenmesi amacıyla yapılan çalışmada; katılımcıların beyaz eti %47,5, balığı %29,85, kırmızı eti %22,05 oranında tükettikleri tespit edilmiştir. En çok sevilen balık lüfer, en çok tüketilen balık istavrit, hamsi, sardalye ve çipuradır. Balık çoğunlukla (%65) taze tüketilmekte, pişirmede kızartma (%46) veya ızgara (%39) yöntemlerinin tercih edildiği ve ayda ortalama 1-6 kg civarında balık tüketildiği belirlenmiştir. Balık tüketim miktarını, gelir düzeyi, beslenme alışkanlıkları ve kişisel tercihlerin etkilediği görülmektedir (Çolakoğlu, 2006).

Diyarbakır'da yürütülen çalışmada, su ürünleri tüketim durumu incelenmiş, katılımcıların et grubundan birinci sırada tavuğu (%38), ikinci olarak kırmızı eti (%34), en son olarak da su ürünlerini (%28) tercih ettikleri görülmüştür. Kişi başı yıllık su ürünleri tüketimi 12,2 kg, en çok tüketilen türün hamsi (%15,5) olduğu, balığın büyük ölçüde (%84,5) taze olarak tüketildiği, pişirmede daha çok kızartma (%44,3) veya fırın (%24,8) yöntemlerinin tercih edildiği belirlenmiştir (Odabaşı, 2016).

Gelişimlerin hızla yaşandığı günümüzde en değerli kaynak zamandır. Bu sebeple, kendiliğinden bir araya gelmesi çok uzun süre alacak olan su ürünlerinin biyolojik boyutlu çalışmaları ile sosyo-ekonomik çalışmaları bir araya getirilerek, biyo-ekonomi çalışmalarına ağırlık verilmeli ve Türkiye su ürünleri sektörünün sürdürülebilir gelişimine olumlu katkılar sağlanmalıdır. Ayrıca ülkemizde su ürünlerinin daha fazla üretilmesi ve tüketilmesi konusunda bilim insanları, ilgili kurum ve kuruluşlar ve üretici birliklerinin katkıları ile her yaştaki tüketicinin

bilinçlendirilmesi son derece önem taşımaktadır.

4. ALGLER

Alglere yeryüzünün birçok alanında rastanabilir. Fakat %70'nin esas yaşam alanı sulak habitatlardır. Gövde ya da benzer işlevlere sahip kök benzeri yapılar sayesinde ile sulak alanlarda, toprak, ağaç ve kayalarda tutunarak yaşayabilirler. Diğer canlı türleri ile simbiyotik ilişki kurabilirler. Buzul alanlarda, 70°C veya üzeri sıcaklıkta, çok tuzlu ortamda, düşük ışık yoğunluğu ve yüksek basınç altındaki sularda kısaca fotosentez yapmak için ışık alabildikleri ortamlarda yaşayabilirler (Cirik ve Cirik, 2011; Gümüş, 2006).

Algler basit yapıda canlılardır ve klorofil içerirler. Tek hücreli ve çok hücrelidirler, koloni oluşturabilirler. Boyutları 3-10µ'dan 70 cm'ye kadar değişiklik göstermektedir. Algler vejetatif, eşeyli ve eşeysiz olarak çoğalırlar. Genellikle vejetatif üreme ile çoğalırlar. Bazı türler önce koloni oluşturur ve daha sonra normal büyüme sonucu bölünür. Bazı türlerde ise vejetatif üreme ana bitkinin büyümesiyle oluşur (Dural, 1989).

4.1. Alglerin Sınıflandırılması

Algler, karbodioksit ve oksijen dönüştürücüsüdür. Algler, biyomasın birincil üreticileri olan en önemli organizmalardır. Alglerin çoğu fotootrofik, bir kısmı ise heterotrofiktir. Alg grupları arasında sitolojik, morfolojik, biyokimyasal özellik, üreme şekli ve hayat devirleri yönünden farklılıkların olduğu bilinmektedir (Bowen, 1966;

Gamal, 2010). Algler yapısal olarak prokaryotik (mikroalg) ve ökaryotik (makroalg) olmak üzere ikiye ayrılır. Mikroalgler “Mavi-yeşil algler (Cyanophyta)” olarak bilinirler. Makroalgler ise kamçı yapısına ve içerdikleri pigment maddelerine göre kahverengi algler (phaeophyta), kırmızı algler (rhodophyta), yeşil algler (chlorophyta), diyatomeler ve kamçılı algler (flagelleta) olarak gruplara ayrılmaktadır.

4.1.1. Mikroalgler

Mikroalgler heterotrofik organizmalardır ve enerji ürünü olarak üretilme potansiyelleri yüksektir. Karasal bitkilerin aksine, farklı habitatlarda gelişim gösterirler (Raja, 2009). Mikroalgler ışık, karbondioksit ve besin maddelerinin yeterli düzeyde olduğu kültürlerde yaşayabilmektedir (Rosenberg ve diğ., 2008). Mikroalgler sulak alanlarda fotosentez yapabilen tek hücreli organizmalardır. Atmosferdeki oksijenin büyük kısmını mikroalgler sağlar. Zengin bir tür çeşitliliğne sahiptirler. En yaygın mikroalg türleri diatomlar (Bacillariophyceae), mavi- yeşil algler (Cyanophyta) ve altın rengi alglerdir (Chrysophyceae).

Bilim adamı Lehninger, "Mavi-yeşil algler, evrim sırasında karada toplanan ilk mikroorganizmalar olduğunu, 1883’te Krakatoa Dağı'nda oluşan bir patlama sonrası okyanustaki yaşamın tümüyle yok olmasından sonra oluşan ilk mikroorganizmanın, mavi-yeşil alglerin olduğunu savunmaktadır (Lehninger, 1975).

Mikroalgler, bakteriler gibi prokaryotik hücre yapısı olan tek gruptur. Mitokondri, kloroplast ve iç membranları yoktur. Klorofilli

organizmaların en eskileri olarak bilinirler. Morfolojik olarak basit olmalarına karşın, yüksek bir fizyolojileri ve karışık metabolizmaları nedeniyle biyolojik olarak ilginç,yapıları vardır. Genellikle, tatlı sularda ve denizlerde yaşarlar. Bazı türler planktoniktirler. Bazı türler bentik olup, suların (akarsu, göl, gölcük, bataklık) zeminlerinde yaşarlar. Planktonik türlerin bazıları, uygun şart ve mevsimlerde çok fazla çoğalarak salgıladıkları toksinlerle balıkların ve suyu içen hayvanların ölümüne neden olur. Mavi-yeşil alglerin bazı türleri nemli topraklar ve su sızdıran kayaların üzerini siyahımsı bir örtü halinde kaplarlar. Deniz kenarlarındaki kayaların üzerinde de bulunurlar. Işık şiddetine göre kromatik adaptasyon gösterdiklerinden, karanlık mağara duvarlarında yaşayan türleri de vardır. Bazı türler sıcak su kaynaklarında 75-85 ^{o}C sıcaklıkta yaşarlar. Bazı türler mantarlarla birlikte simbiyoz yaşayarak likenleri oluştururlar. Mavi-yeşil algler tek hücreli, koloni halinde ve ipliksi yapıda olabilir. En çok görülen form ipliksi yapıdır. Çoğu mavi-yeşil algler hareketsiz olmalarına rağmen, ipliksi algler hareketlidir. Azotu bağlamaları mavi-yeşil alglerin fizyolojilerinde çok önemli bir konudur. Çeşitli türleri havadaki serbest azotu bağlayabilmektedirler. Başka hiçbir alg grubunda bu özellik yoktur. Topraktaki mavi-yeşil algler, bakteriler kadar önemlidir. Mavi-yeşil algler azotu fiske ettiklerinden bulundukları yerlerde öldüklerinde toprağın azotunu ve organik maddesini arttırmaktadır. Böylelikle toprağın tükenen azotu desteklenmekte ve eklenen organik madde de humuslaşarak toprağın su tutma kapasitesini arttırdığı gibi, fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını düzenlemektedir. Bu şekilde toprak verimliliği artmaktadır. Mikroalgleri tam olarak bitkiler grubuna dahil edemeyiz. Çünkü

boyutları çok küçük ve sadece mikroskop yardımıyla görülebilirler. Okyanus sularının temizliğinden sorumludurlar. Dünyamızın oksijen ihtiyacının %90'nını karşılayabilecek güce sahiptirler.

2000 yıl önce Uzak Doğu'da kıtlık döneminde mikroalglerin besin değerinin yüksek olması sebebiyle besin olarak tüketildiği görülmektedir. Mikroalg türlerindeki protein içeriği alışılagelmiş protein kaynağı olarak tüketilen besinlerden, örneğin ettekinden daha yüksektir. Mikroalglerdeki karbonhidratlar nişasta, glikoz sakkaroz ve diğer polisakkaritler şeklinde depolnanır. Mikroalglerin yapısında Omega 3 ve Omega 6 doymamış yağ asitleri mevcuttur. Bu yağ asitleri, insan vücudunda gerçekleşen biyokimyasal süreçler için gereklidir fakat vücutta üretilemezler. Mikroalgler ayrıca sağlığımız için önemli birçok vitamin içerir.

Biyoteknolojik çalışmalarda küf ve mantarlar ile algler de kullanılmaktadır. Alglerin tercih edilme sebepleri arasında; kısa sürede ağırlıklarını yaklaşık iki katına çıkarabilmeleri, biyoteknolojik işlemlerden geçme kolaylıkları, maliyetlerinin düşük olması, çok sayıda yararlı madde ihtiva etmeleri ve çevresel faktörlere karşı gösterdikleri direnç olarak sıralanabilir.

Algler, fotosentetik ya da heterotrofik (besini dışarıdan alan) yöntemlerle yetiştirilir. Denizlerde, besin yoğunluğunun düşük olduğu sularda, gün ışığının girebileceği en derin bölgelerde bulunma ihtimalleri ile, onların pratik üretimi, güneş alan göl ve havuzlarda yapılmaktadır. Algler ile ilgili çok sayıda proje bulunmaktadır.

Bunlardan birisi, büyüme hormonlarıyla ilgilidir. Yapılan bir çalışmada alglerden elde edilen büyüme hormanlarının, bitki gelişimini %23 oranında arttırdığı saptanmıştır (Tekdal ve Ünek, 2019).

Mikroalgler, besin değeri yüksek aktif bileşikler üretir. Örneğin mikroalglerin ürettiği klorofil, karotenoid gibi maddeler gıda endüstrisinde renklendirici olarak, kozmetik endüstrisinde ise gösterdikleri antioksidan özellikleri ile kullanılmaktadır (Brownlee ve diğ., 2005).

Mikroalgler yeni ilaçların keşfedilmesi amacıyla kullanılıyor. İlaçlardaki etken maddeler doğal kaynaklı olup bitkilerden, mikroorganizmalardan ve diğer canlı türlerinden sağlanır. Yapılan birçok araştırma, bazı mikroalg türlerinin yapısındaki yağ asitleri, proteinler, polisakkaritler, lipidler, vitaminler, enzimler ve aktif bileşiklerin bakterilere, virüslere, mantarlara, kansere karşı etkili olduğunu göstermiştir (Begum ve diğ., 2016).

Mikroalglerin çoğu gıda sektöründe değerlendirilmektedir. İçeriğindeki pigmentler, vitaminler sebebiyle tıpta, eczacılıkta ve kozmetik ürünlerinde kullanılırlar. Tarımda organik gübre olarak faydalanılmaktadır (Özçiçek ve diğ., 2017; Yılmaz, 2006). Ayrıca, son yıllarda, yakıt üretimi için biyokütle üretiminde değerlendirilmeye başlanmıştır (Eliçin ve diğ., 2009). Mikroalglerin ticari kullanımı besin katkı maddelerinin, antioksidanların, kozmetik ürünlerin, doğal boyaların ve çoklu doymamış yağ asitlerinin üretiminde kullanılması ile yaygınlaşmıştır (Spolaore ve diğ., 2006). Alg biyokütlesinin küresel

çaptaki yıllık üretimi yaklaşık 330 US$/kg piyasa değeri ile 5 milyon kg/yıl olduğu tahmin edilmektedir. Bu biyomasın yaklaşık beşte biri balık ve deniz kabuklularını beslemek için kullanılmaktadır (Muller-Feuga, 2004).

Mikroalglerdeki biyokimyasal süreçler dış ortam koşullardan etkilenmektedir. Araştırmalar, mikroalglerin bulunduğu ortamdaki besin, sıcaklık, pH derecesi gibi koşulları değiştirerek yapay olarak üretilmesi zor olan kimyasal maddeleri mikroalglerden elde etme yönünde ilerlemektedir.

Mucizevi varlık olarak değerlendirilen mikroalgler, süper besin ve geleceğin yakıtı olarak olarak gündemdeki yerini koruyor. İnsanların giderek sağlıklarına dikkat etmeye başladığı günümüzde, mikroalgleri tüketme fikri enterasan gelse de aslında bu fikir birçok mantıklı sebep barındırıyor. Bu canlılar oksijen üretebiliyorlar. Omega 3, 6 ve 9 yönünden inanılmaz güçlü ve balık yağına bir alternatif olarak görülüyorlar. Doğrudan plankton tüketimi ile ekosistemdeki besin zincirinde bir basamak atlamış oluyoruz. Böylece omega yağ asitleri yönünden zengin bir besin maddesini tüketmiş oluruz. Ayrıca süt ürünlerinden çok daha fazla miktarda kalsiyum içermesi açısından da ayrı bir öneme sahipler.

Günlük yaşamdan örnekler vermek gerekirse, süper besin olarak görülen *Spirulina*, toz ve tablet formunda satılmaktadır. Tablet formundaki haliyle kişinin günlük protein ihtiyacını karşılıyor. Spor esnasında daha çok yağ yakmanızı hızlandırıyor. Alerjik reaksiyonlara

karşı vücutta bariyer oluşturuyor ve ağır metallerin vücutta birikmesini engelliyor. Kanser tedavisinde de kullanılmaya başlandığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (Arslaner ve Türkoğlu, 2019).

Karşılaşılan en büyük sorun, algleri yetiştirmenin maliyetli ve emek isteyen bir sürece sahip oluşudur. Bu mikroalgler doğal ortamda yaşayan algler değildir. Gıda olarak değerlendirilmeleri ya da yakıt olarak kullanılmaları için tesislerde özel olarak üretilmeleri gereklidir (Çılgın, 2015).

Mikroorganizmaların hücre içindeki belirli miktarda bulunan proteinlere tek hücre proteini (THP) adı verilir. Patojen ve zehirli olmayan birçok mikroorganizma grubundan bu proteinler elde edilir. Elde edilen bu proteinler gıdalara protein kaynağı olarak ilave edilir. THP üretiminde kullanılan mikroorganizmalar algler, bakteriler, mayalar, küfler ve mantarlardır. Mikroalgler, THP üretiminde en çok kullanılan ve beslenmede geniş uygulama alanı bulan organizmalardır. Mikroalglerin en önemli tercih edilme nedeni fotosentez yapabilmeleridir. Alglerin üretimi için atmosferdeki CO_2 miktarı yeterli olmaz. Atmosferdeki CO_2 miktarı %0,03'tür ve bu nedenle ortamın CO_2 miktarı arttırılmalıdır. Göllerde $CaCO_3$ (kalsiyum karbonat) miktarı yüksek olduğundan, THP üretiminde göller tercih edilir. THP üretiminde en yaygın kullanılan tür *Spirulina maxima*'dır. Mikroalgler üremek için organik karbon bileşiklerine gereksinim duymazlar. Üremeleri için karbon kaynaklı bileşiklere ihtiyaç duyarlar. Gelişimleri için ise bakır, fosfat, sodyum klorür gibi iyonlar gerekir. Bu da oldukça düşük bir maliyetle üretim sağlar (Demirel ve Demirel Şentürk, 2018).

Algler karotenoid içerir. Karotenoidler, birçok bitkide, algde ve fotosentez yapabilen bakteride bulunan, doğal olarak çözünebilen bir yağ pigmentidir. Işık ve oksijen radikallerinin sebep olduğu zararlara karşı bariyer görevi görür. Karotenoidlereörnek olarak β-karoten, likopin astaksantin ve lutein verilebilir. Bu maddelerden besin renklendirmede ve gıda endüstrisinde yararlanılır (Aktar ve Cebe, 2010).

Alglerin kullanım alanlarından bir diğeri arıtma işlemidir. Alglerin üretimi için 20-30 cm derinlikte, üstü açık, beton yapıda, santrifüjleme düzenekleriyle donatılmış tatlı su havuzları gereklidir. Havuzlara geliştirilmiş alg kültürleri eklenir. Havuz ortamındaki kanalizasyon suyu türlerin gelişimi için azot ve fosfor sağlar. Ortamdaki bakteriler tarafından parçalanan organik maddeler de algler için gerekli küçük yapı taşlarına parçalanırlar. Bu işlemlerin ardından alglerin üremeleri sağlanmış olurlar. Havuzlarda, kanalizasyon sularına alternatif olarak endüstriyel ve tarım atıkları da kullanılabilir. Bu döngü vasıtasıyla atık maddeler proteine dönüşmüş ve çevre kirliliğinin önüne geçilmesi adına bir adım atılmış olur (Alçay, 2017).

Sağlıklı ve dengeli beslenmede mikroalglerin önemli bir yeri vardır. Algler, %55-60 protein, %16-50 karbonhidrat, yağ ve çeşitli vitaminleri içermektedir. Özellikle, içerdikleri vitaminler bakımından önemlidirler. A vitamini öncüsü olan β-karoten ve astaksantin alglerde bulunur. A vitamini desteği sağlayan bu organizmalar, bağışıklık sisteminin güçlenmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca B grubu vitaminleri ve E vitamini de mikroalglerde bulunmaktadır. Mavi-yeşil algler, içerdikleri

klorofil sayesinde vücudun radyasyona karşı korınmasına destek olmaktadır. Algler, kanser tedavi sürecinde, hastaların maruz kaldığı radyoaktif partikülleri vücuttan uzaklaştırarak olumlu etki yaratbiliyor. Ancak bu gibi durumlarda mutlaka hekim tavsiyesi doğrultusunda hareket edilmesi gerekmektedir. Mavi-yeşil alglerin, vücutta hızla emilir ve bağırsak sistemini dengeleyerek detoks görevi üstlenir. Gerekli mineral, vitamin ve besin dengesinin korunmasına da yardımcı olan mavi-yeşil algler, içerisinde bulundurduğu klorofil ile vücudun zararlı toksiklerden arındırılması anlamına gelen detoksifikasyon konusunda da üstün yeteneklere sahip olduğu söylenebilir (Akyıl ve diğ., 2016).

Alg ürünlerinin diyetimizde yer alması gelişim bakımından oldukça avantajlıdır. Örneğin *Spirulina*'yı et, yumurta ve soya fasulyesiyle, protein, karbonhidrat ve yağ içeriklerine göre karşılaştırmak gerekirse, protein miktarı yumurtada %45-50, ette %40-45, soya fasulyesinde %35-40 civarında iken, *Spirulina*'da bu değer %60-70 oranındadır. Karbonhidrat yumurtada %4-5, ette %1-2, soya fasulyesinde %30-35, *Spirulina*'da ise %10-15 oranındadır. Yağ: yumurtada %40-45, ette %30-35, soya fasulyesinde %15-20, *Spirulina*'da ise sadece %6-7. Kalori bakımından oldukça düşük olan bu türler, diyet listelerinde de yerini alıyor. Onlar, hem oranındadır. %60-70 oranı ile protein deposu olan *Spirulina*'nın günde sadece 10 gram alımı, aynı zamanda günlük demir ihtiyacının tamamını karşılamaktadır. Bu besleyici özellikler sebebiyle algler, alternatif gıdalar listesindeki kullanım alanlarını her geçen gün arttırmaktadır (Arslaner ve Türkoğlu, 2019).

Alglerde bulunan pigmentler (ksantofil, β-karoten, astaksantin), karbonhidrat, yağ, protein ve vitaminler sayesinde balıkların dengeli ve sağlıklı gelişimi gözlenmekte ayrıca deri ve yüzgeçlerindeki pigment miktarında artış olmaktadır. Algler gıdaların üzerinde koruyucu zar oluşturabildikleri için konservecilikte kullanılırlar. Konserve edilecek madde, ince bir tabaka halinde alginat ile kaplanır ve oda sıcaklığında bile bozulmadan kalması sağlanmış olur (Yılmaz ve diğ., 2016)

Alginatlar, ayrıca ilaç ana maddesi olarak da kullanılmaktadır. Yardımcı madde olarak da yüksek akıcılık özelliğine sahip oldukları için tercih ediliyorlar. Tabletlerde dolgu maddesi olarak ve yağ içeriği yüksek kremlerin hazırlanmasında kullanılıyorlar. Alginatlar direkt cilde sürülerek kullanıldığı gibi, ağız yoluyla da alınabilir. Dermatolojide sıkça kullanılan sargı bezinin ana maddesidir. Aynı zamanda sodyum alginat, belirli bir akıcılıkta sabit tutularak ve bazı bitkisel yağlarla karıştırılıp sıvı hale getirilen esas etkili maddelerle (insülin, antibiyotik, hormon) ile enjekte edilebilir. Sodyum alginat, zayıflama diyetlerinde de kullanılır. Kalorisi düşük olan bu jel yapıdaki madde, mide asidini koyulaştırıp tokluk hissi meydana getirir. Çeşitli aroma ve kalorisiz tatlandırıcılar eklenerek zayıflamak için ya da diyabet hastaları için kalorisiz tok tutucu bir gıda maddesi olarak değerlendirilebilir (Williams and Laurens, 2010).

Mikroalglerden elde edilen ürünlerden bir diğer ürün ağardır. Bu maddenin katılaşma özelliği vardır ve bu sebeple gıda sanayiinde kullanılmaktadır. Örneğin, pasta, marmelat, puding, dondurma, ekmek

yapımı, peynir, mayonez ve sos yapımında ayrıca alkollü içkilerde berraklaştırıcı olarak kullanılmaktadır.

Bu avantajların yanı sıra alg proteininin beslenmede kullanımını, sindirim güçlüğü, lezzet bakımından fazla ilgi görmemesi ve ürün maliyetinin yüksek olması sınırlamaktadır. Ayrıca hastalık etmeni olabilecek birçok organizma ortamda kolayca gelişebilmekte ve bu durum, alglerin gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir.

Chlorella sp. ile yapılan araştırmalar sonucunda, bu türün karaciğer üzerinde önemli etkileri olduğu görüldü (Resim 1). Bu tür, karaciğer metabolizmasıyla bağlantılı olarak kolesterol ve trigliserid seviyelerini düşürmektedir. Çin'de yapılan bir araştırmaya göre dengesiz ve yetersiz beslenme ile meydana gelen karaciğer fonksiyonlarındaki bozukluk trigliserid düzeyinin ve glikojen seviyesinin yükselmesine yol açmaktadır. %5 *Chlorella* sp. Diyete ilave edildiğinde, karaciğer yetersiz ve kötü beslenme sonucu oluşan hasardan korunabilmektedir. *Chlorella* ile *Scenedesmus* sp. birlikte tüketildiğinde, bağırsaklarda elimine edilen atık miktarında artış gözlenmektedir. *Chlorella* sp., kolon sağlığını destekleyen bakterilerden biri olan *Lactobacillus*'un büyümesini hızlandırmaktadır ve durum Japon bilim adamları tarafından kanıtlanmıştır. *Chlorella*'nın sert selüloz yapıdaki zarı, kadmiyum ve kurşun gibi ağır metalleri tutabilir ve onları vücudun dışına taşımaktadır. *Chlorella* sp.'de bulunan büyüme faktörü, hasarlı dokuların onarımını hızlandırır. *Chlorella*'nın dermatolojik hastalıklar, bağırsak problemleri, böbrek rahatsızlıkları, akciğer ve bronşlara ait problemleri iyileştirdiğine dair bulgular mevcuttur. Bu mikroalg, toksik

maddelerin vücuttan uzaklaştırılmasında önemli rol oynar. Bu, bütün olarak savunma sisteminin yeniden yapılandırılmasına ve canlandırılmasına olanak sağlar. Yapılan araştırmalar doğrultusunda, *Chlorella*'nın, diyabet hastalarının iyileşmesine katkıda bulunurken, fazla düşük oranda seyreden kan şekeri düzeyini de normal düzeye getirdiği görülmüştür. Sağlıklı vücut fonksiyonları ve düzgün çalışan bir enerji metabolizması için, kan şekeri düzeyi belirli bir referans aralığında olmalıdır. Bu mikroalg, diyabette kilit organ görevi üstlenen pankreasın fonksiyonlarını da düzenlemeye yardımcı olur. Yara iyileştirici özelliğiyle *Chlorella* sp., ülser tedavisinde kullanılmaktadır. Ürettiği antibiyotik özelliğindeki chlorellin maddesiyle, kanser hastalarında lökopeniyi önlemede, yaşlanma sürecini yavaşlatmada, soğuk algınlığından korunmada, bağışıklık faktörlerinin gelişmesinde kullanılabilir (Pulz, 1994; Soong, 1980).

Şekil 4-1. *Bir mikroalg türü Chlorella sp.*
(https://ccala.butbn.cas.cz/en/chlorella-cf-homosphaera-skuja-0)

Spirulina sp., zayıflama tedavisinde, yaraların hızla kabuk bağlamasında pomat ya da krem formunda ve cilt dokusunun gelişiminde kullanılmaktadır. Ayrıca vücut tarafından sentezlenmeyen

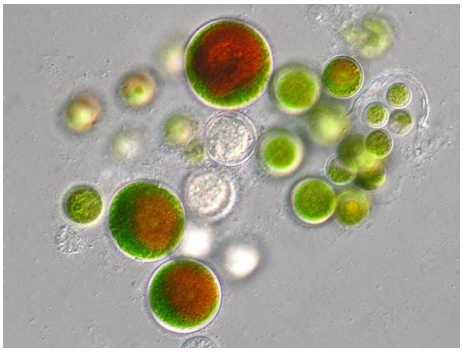
yağ asidi linolenik asit kaynağıdır. Bu yağ asidi, prostaglandinlerle birleşerek vücuttaki su konsantrasyonu, insülin ve gastrik asit sentezini etkilemektedir. *Spirulina*'nın içerdiği pigmentler büyümeyi teşvik edici özelliktedir. Sarı kuyruklu alabalıklar üzerinde yapılan bir çalışmada, 60 gün boyunca %0,5'lik *Spirulina* diyeti uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ölüm oranında %14 azalma ve gelişimde %19 artış saptanmıştır. Çiftliklerde *Spirulina* ürünleriyle beslenen balıklarda karotenoid miktarı 50. 000 ppm üzerinde görülmüştür (Tredici ve Zitelli, 1997) (Resim 2).

Şekil 4-2. *Bir mikroalg türü Spirulina sp*.

(https://tr.pinterest.com/pin/664421751260952505)

Haematococcus sp., alzhemier ve parkinson gibi nörolojik hastalıkların tedavisinde, omurilik ve sinir sistemi incinmelerinde, zarar görmüş retinanın iyileştirilmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca bu türden damar

sertliği gibi koroner rahatsızlıkları önlemede etkin bir şekilde yararlanılır. Anti-tümör ajanı olarak bağışıklık sisteminin güçlendirilmesinde etkilidir. Ayrıca antioksidan ve afrodizyak özellikleri de taşımaktadır (El- Baz ve diğ., 2017) (Resim 3).



Şekil 4-3. *Bir mikroalg türü Haematococcus sp*

Şekil 4-4. *Bir mikroalg türü Haematococcus sp*

(William Bourland, http://cfb.unh.edu/phycokey/Choices/Chlorophyceae)

Scenedesmus sp. kadın hastalıkları tedavisinde, ülser yaralarının ve egzamanın sebep olduğu semptonların iyileştirilmesinde kullanılır. Bu mikroalgle yapılan merhemlerin uygulanması ile, varis ve iyileşmeyen

yaralarda %90 oranında düzelme olduğu saptanmıştır (Ishaq ve diğr., 2016) (Resim 4).

Şekil 4-5. *Bir mikroalg türü Scenedesmus sp.*

(https://www.pinterest.de/pin/859061697641619078)

4.1.2. Makroalgler

Çok hücreli ökaryotik organizmalardır. Deniz yosunu olarak da adlandırılan bu canlılar içerdikleri önemli maddeler sebebiyle gıda, ziraat, eczacılık, tıp ve enerji gibi birçok endüstriyel alanda kullanılmaktadır. Dünya genelinde yaklaşık 290 makro alg kullanılmaktadır. Sucul ekosistemin en önemli canlılarından olan bu canlılar, heterotrofik organizmalar için besin kaynağıdır. Ayrıca fotosentez yaparak oksijen ihtiyacını da karşılamaktadırlar. Gerçek kök, gövde ve yaprak farklılaşması yoktur.

Makroalgler, uzunlukları 1-2 cm ile 40-50 m arasında değişen, canlılar için beslenme, barınma ve üreme sağlayan organizmalardır. İçerdikleri pigmentlere göre kahverengi (phaeophyceae), kırmızı (rhodophyceae) ve yeşil (chlorophyceae) algler olarak sınıflandırılmaktadır. Yeşil algler (chlorophyta), en az 20.000 türün bulunduğu geniş bir gruptur. Yapı bakımından kırmızı ve kahverengi algler kadar gelişmemişlerdir. Fakat şekil ve büyüklük bakımından en çok değişiklik gösteren türlerin bulunduğu gruptur. Hareket edebilen veya edemeyen tek hücreli, kolonial, dallanmış veya dallanmamış ipliksi, yassı ve yaprak şeklinde olabilirler. Bir kısmı mikroskobik, bir kısmı da makroskobiktir. Türlerin %10'u denizlerde, geri kalanı ise tatlı sularda yaşarlar. Denizde yaşayanların çoğu genellikle kıyı bölgelerinde, nispeten sığ seviyelerde bulunurlar. Tatlı sularda yaşayanların büyük bir çoğunluğu, özellikle tek hücreli veya koloni halinde olanlar, planktoniktirler. Bazıları bir ortama bağlı olarak, bazıları serbest olarak yaşarlar. Bazı yeşil algler çok nadir olarak nemli topraklar, kayalar ve ağaçlar üzerinde de bulunabilirler. Bazıları ise mantarlarla simbiyoz olarak yaşayarak likenlerin yapısına girerler. Nadiren ilkel hayvanların vücudunda yaşayanları da vardır.

Kahverengi algler (Phaeophyta), Genellikle makroskobik büyüklükte farklı şekillere sahip alglerdir. Hücre çeperi vardır. Dış tabaka jelatinli maddelerden, iç tabaka ise selülozdan oluşmuştur. Çok nadir olarak tatlı sularda yaşarlar. Genellikle soğuk denizlerin algleridir. Bununla birlikte, bazı türleri ılık denizlerde de yaşayabilirler. Bazı türler deniz kıyısındaki taşlara tutunmuş olarak, bazıları da diğer alglerle

topluluklar halinde yaşarlar. Deniz kıyısında hem sığ bölgelerde hem de 10-20 m derinlikte bulunabilirler.

Kırmızı algler (Rhodophyta), Diğer alglerden eşeyli üremelerindeki özellikler ve kamçılı üreme hücrelerinin olmayışı ile ayrılırlar. Hücrelerinin çeperleri selüloz ve çeşitli pektin bileşiklerden yapılmıştır. Bazı gruplarda çeper yapısında $CaCO_3$ de bulunur. 50 kadar türü tatlı sularda, özellikle iyi havalanan soğuk sulu akarsularda yaşar. Geri kalan çok büyük sayıda tür ise denizlerde yaşar. Bazıları parazitiktir. Parazit olanları çoğunlukla diğer kırmızı alglerin üzerinde yaşar. Diğer alglere oranla daha derinlerde yaşarlar. 200 m derinliklere kadar inebilmektedirler (Cirik ve Cirik, 2011).

Algler yem ve gübre sanayii, gıda boyası ve gıda katkı maddesi olarak, kozmetik sanayii gibi farklı sektörlerde kullanılmaktadır. Uzak Doğu'da uzun yıllardır geleneksel gıda olarak tüketilmektedir. Gıda olarak tüketilen türler özellikle Phaeophyceae ve Phodophycea sınıfına aittir. Alglerden karragen (*Chondrus, Eucheuma* ve *Kappaphycus* türleri), agar-agar (*Gelidium* ve *Gracilaria* türleri) ve alginat (*Laminaria, Ascophyllum* ve *Macrocystis* türleri) gibi endüstriyel polisakkaritler elde edilir ve pazar büyüklüğü yaklaşık 1 milyar USD civarındadır (Alçay ve diğ., 2017).

Karragen**,** kırmızı alglerin hücre duvarından elde edilen bir tür polisakkarittir. Kırmızı alg *Chondrus crispus*'dan elde edilen karragen esnek yapısı nedeniyle oda sıcaklığında jel formundadır (Resim 5). Karragenin kappa, iyota ve lamda çeşitleri mevcuttur. Kappa karragen

sert ve dayanıklı formds, iyota karragen elastik ve su tutucu jel özelliğinde, lambda karragen ise jel özelliği göstermeyen ve çok iyi viskozite gösterebilen formdadır. Elde edilen karragenin %90'ı gıda ve kozmetik sektöründe, %10'u hayvan yemlerinde kullanılmaktadır. *Chondrus crispus* %70-72, *Kappaphycus* türleri ise %85-90 oranında karragen içermektedir. Karragen çoğunlukla gıda konservelerde gıda katkı maddesi olarak, salata sosu ve pasta ürünlerinde dolgu maddesi, dondurmalarda kıvam arttırıcı ve kedi köpek mamalarında kullanılmaktadır. Karragenin elde edildiği *Gigartina* türleri denizlerimizde bulunmaktadır. Yetiştiriciliğinin yapılması ile hammadde olarak kullanılabileceği düşünülmektedir (Rioux ve Turgeon, 2015; Kraan, 2012; Rodrigueza ve Montano, 2007).

Şekil 4-6. *Karragen eldesi için kullanılan tür Chondrus crispus*

(https://gulfofme.com).

Agar kırmızı alglerin hücre duvarında bulunan, agaroz ve agropektinden oluşan jel formunda bir polisakkarittir. Algler, bakteriler ve birçok mantar kültürü için laboratuvarda ve farklı kültür ortamlarında kullanılmaktadır. Gıdaların paketlenmesi, kozmetik, deri,

tekstil sanayii ve kâğıt üretiminde bu maddeden yararlanılır (Sharma, 1986). Kırmızı alglerden *Gracilaria* ve *Gelidium* türlerinden elde edilir (Resim 6, 7). Elde edilen tür ve kullanılan yönteme göre agar değişik özellikte olmaktadır. Tabaka, pul, tanecik ya da toz formunda bulunabilir. Üretilen miktarın %90'ı gıda sektöründe, %10'luk kısmı mikrobiyolojik ve biyoteknolojik uygulamalarda kullanılmaktadır değerlendirilmektedir. Gıda endüstrisinde yaygın olarak konserve üretiminde kaplama jeli olarak kullanılan agar, yüksek sıcaklığa karşı toleranslı olmasıyla pastacılık ürünlerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, su tutucu özelliği ile bayatlamayı geciktirmek amacıyla fırıncılık ürünlerinde, stabilize edici özelliği nedeniyle de eritme peynirlerinde ve berraklaştırıcı olarak meyve sularında da kullanılmaktadır (Kraan, 2012; Mouritsen, 2013).

Şekil 4-7. *Agar eldesi için kullanılan tür Gracilaria sp.*

(https://alganex.com/en_US/products_on_request/gracilaria-sp)

Şekil 4-8. Agar elde edilen tür Gelidium sp.

(https://www.naturavox.fr/agar-agar-regime-ca-marche-ou-pas)

Alginat, *Laminaria digitata* gibi kahverengi alglerden elde edilen bipolimerik yapıda bir biyomoleküldür (Resim 8). Üretilen alginatın %20'si gıda katkı maddesi, %80 sanayii alanında kullanılmaktadır. Film oluşturabilme ve su tutma özelliği sebebiyle pasta kaplamalarında kullanılan alginatlar dondurma imalatında düzgün yapı ve hacim artışı sağlamanın yanında buz kristallerinin oluşumunu da önlemektedir. Aynı zamanda jel formu alabilmeleri sebebiyle krem peynir, krem şanti, peynir ve kremalarda stabilizatörler olarak kullanılırlar. Alginatlar et ve su ürünlerinin acılaşmalarını engellemek ve buharlaşmayla olan kayıpları aza indirmek amacıyla kullanılmaktadır. Denizlerimizdeki *Cystoseira* ve *Sargassum* türlerinden alginat elde edilebilmektedir (Yılsay ve diğ., 2001; Kraan, 2012; Cirik ve Cirik, 2001).

Şekil 4-9. *Alginat eldesi için kullanılan tür Laminaria digitata*

(http://www.freenatureimages.eu/Plants/Phaeophyceae).

Funori kırmızı alglerden elde edilen bir maddedir. Kâğıt ve tekstil sanayiinde yapıştırıcı özelliğinden faydalanılır. Sülfat ester grubu içermesi ile yapı bakımından agardan ayrılır (Resim 9).

Şekil 4-10. *Funori*

(https://www.abc.net.au/news/2018-06-14/funori-is-a-seaweed-extract)

4.2. İnsan Gıdası Olarak Makroalgler

Alglerin birçok türü gıda maddesi olarak tüketilmektedir. Uzakdoğu ülkelerinde yaygın yüzyıllardır tüketilen algler gelecekte öngörülen gıda sıkıntısına karşı alternatif gıdalar listesinde yerini almıştır.

Yapılan çalışmalar alglerin yüksek ve dengeli besin içeriğine sahip olduğunu kanıtlamaktadır. Kaliteli protein, yağ ve lif içeriğinin yanında beslenmmede önem taşıyan demir, magnezyum, potasyum ve çinko gibi mineraller açısından oldukça zengindir. Aynı şekilde dikkate değer oranda K vitamini, E vitamini ve B grubu vitaminleri de içermektedir. Alglerin uygun şartlar sağlandığında günde ağırlıklarının 2-3 katına çıkabilirler. Üretimleri oldukça kolay ve düşük maliyetlidir. Bu nedenle gelecekte besin ihtiyacının karşılanmasında önemli bir alternatif kaynak görülmektedirler (Alçay ve diğ, 2017).

Küresel olarak, üretilen toplam 28 milyon ton algin 800 bin tonluk kısmı doğadan toplanmaktadır. %94'ü kültür ortamında yetiştiricilik yoluyla üretilmektedir.

Tablo 6. Alg türleri ve dünya genelinde tüketilen ülkeler (MacArtain ve ark., 2007)

Genel İsim	Tüketilen Ülke	Bilimsel Ad
Kombu/Konbu, Dashima Hai dai, Kelp, Oarweed Tangleweed, Sea Girdle Sea Tangle, Sea Ribbon	Japonya, Kore, Çin	*L. digitata, L. japonica, L. longissima, L. angustata, L. coriacea, L. ochotensis*
Nori, Mor Laver	Japonya, Kore, Çin	*Porphyra umbilicalis*
Aonori, Yeşil Laver	Japonya, Kore Cumhuriyeti	*Monostroma, Enteromorpha, Ulva spp.*
Laver	İrlanda	
Wakame	Japonya, Kore, Çin	*Undaria pinnatifida*
Limu kohu	Havai	*Asparagopsis taxiformis*
Limu kala	Havai	*Sargassum echinocarpum*
Limu wawaeiola	Havai	*Codium sp.*
Limu huluhulwaena	Havai	*Grateloupia filicina*
Limu palahalaha	Havai	*Ulva spp*
Limu manauea	Havai	*Gracilaria coronopifolia*
Limu ‘ele’ele	Havai	*Enteromorpha prolifera*
Limu lipoa	Havai	*Dictyopteris plagiogramma*
Dulse, Dillisk, Sol	İskoçya, İrlanda, İzlanda	*Rhodymenia palmata*
Hiziki	Japonya	*Hizikia fusiformis*
İrlandalı moss veya karragenan moss	İrlanda	*Chondrus crispus*
Nori, Amanori Zicai	Japonya, Çin	*Porphrya sp.*
Deniz marulu	İskandinavya, Büyük Britanya, İrlanda, Çin ve Japonya	*Ulva lactuca, Enteromorpha spp.*
Düğümlü yosun (egg wrack), Kaya otu, Norveç kelpi	Kanada, Norveç, İskoçya	*Ascophyllum nodosum*
Royal veya tatlı kombu	İrlanda, İngiltere, Avrupanın ve Kuzey Amerikanın Atlantik Kıyıları	*Laminaria saccharina*
Deniz spagettisi	Kuzeydoğu Atlantik Okyanusu ve Kuzey Denizi	*Himanthalia elongata*
Deniz üzümü veya yeşil havyar	Japonya, Filipinler	*Caulerpa lentillifera*

Algler yağ asitleri, gliserol, doğal pigmentler (beta-karoten, astaksantin, ksantofil, fikobilin) ve amino asitlerce zengindir. Ayrıca mineral, vitamin, polisakkaritler ve polifenoller gibi antibakteriyel, antifungal ve antiviral özellik gösterebilen biyoaktif bileşenler de içerir. Algler çoklu doymamış yağ asitleri için iyi bir kaynaktır. Algler, kuru ağırlıklarının %2'si kadar lipid içerir ve bu lipit içeriği çoklu-doymamış yağ asitlerinden meydana gelir (Indergaard ve Minsaas, 1991).

4.3. Alglerin Tarım ve Hayvancılıkta Kullanımı

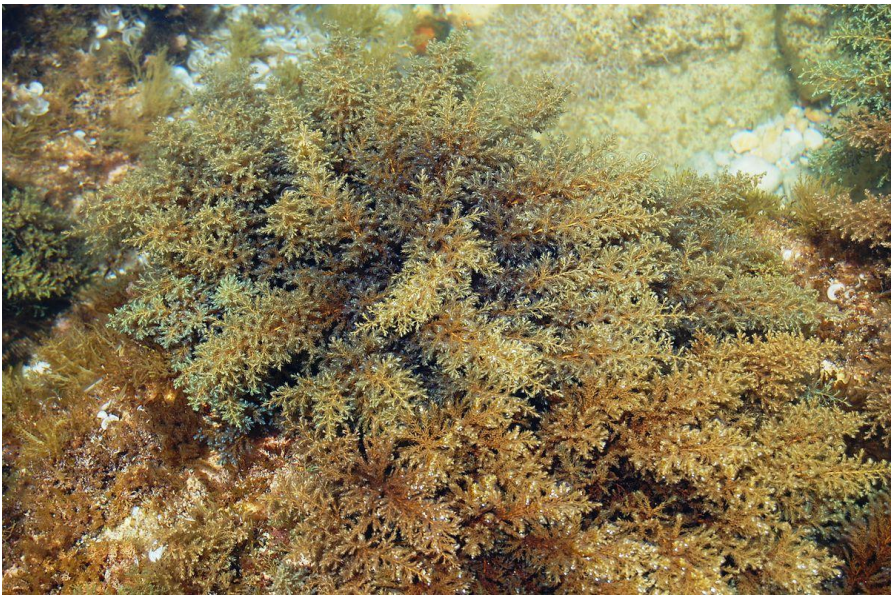
Algler uzun zamandır gübre olarak kullanılmaktadır. Toprağı havalandırıcı özelliği, nem tutma kapasitesi, azot yönünden çiftlik gübresi kadar zengin oluşu, absisik asit ve sitokinin gibi biyobileşenler içermesi nedeniyle gübre olarak birçok ülkede değerlendirilmesinin sebepleri arasında sayılabilir.

Alglerde bulunan bu biyoaktif maddeler, çimlenme, köklenme, fide oluşumu, çiçeklenme, ürün verimi, raf ömrü ve zararlılara karşı dayanıklılık gibi etkilere sahip olması açısından son derece önemlidir. Kök yapısının kuvvetlenmesi, klorofil miktarı ve yaprak dokusunda meydana gelen iyileşmede artış bu organizmaların sağladığı olumlu fiziksel etkilerden birkaçıdır.

Yüksek ve dengeli mineral içerikleri ve sindirim sisteminde optimum düzeyde emilmeleri sebebiyle algler hayvan yetiştiriciliğinde istenilen ve kullanılan bir hammadde sağlamaktadır. Alglerden elde eilen bu katkı maddelerinin yemlere ilave edilmesiyle canlının bağırsak florası düzelmekte, süt ve et verimini artmakta, büyüme performansında artış

gözlenmektedir. Büyük baş hayvanlarda iyot eksikliğine bağlı düşük süt verimi meydana gelmektedir. Yemlere yaklaşık %10 alg ilavesiyle vitamin ve mineral ihtiyaçlarının dengeli bir karşılanacağı bildirilmiştir (Blunden, 1991; Chapman ve Chapman, 1980; Cirik ve Cirik, 2011).

Su ürünleri yetiştiriciliğide makro alglerin kullanım avantajlarını belirlemek adına araştırmalar yapılmaktadır. Yemlere alg ilave edilmesiyle, balığın kas dokularındaki trigliserid ve protein miktarının arttığı, düşük yem dönüşüm oranına sahip olduğu, bağışıklık sisteminin güçlendiği, sindirim oranının arttığı ve çevreye bırakılan azot miktarında azalma olduğu belirlenmiştir. Evcil hayvanlardaki kullanımıyla bağışlık sistemleri güçlenmiş, sağlıklı ve parlak tüy oluşumu desteklenmiştir. Bir kahverengi alg türü olan *Cystoseria* sp. denizlerimizde bulunmaktadır ve yem sanayinde kullanılan alglerin başında gelmektedir. Ayrıca hayvan yemi olarak Phaeophyceae, Rhodophyceae ve bazı yeşil alg türleri besin kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Bendary ve diğ., 2013; Carillo ve diğ., 2012; Lum ve diğ., 2013).



Şekil 4-11. *Yem katkı maddesi olarak kullanılan tür Cystoseira sp.*
(https://commons.wikimedia.org)

4.4. Alglerin İlaç ve Kozmetik Alanında Kullanımı

Hamur ve toz formunda hazırlanmış olan alg özütleri kalsiyum, magnezyum ve potasyum gibi mineraller, demir ve çinko gibi iz elementler ve vitaminler sebebiyle Thalassoterapi merkezlerinde kullanılmaktadır. Agar jel oluşturma özelliği oldukça fazladır ve bu özelliği sayesinde mikrobiyolojik araştırmalarda ve ilaç sanayiinde sıklıkla kullanılmaktadır. Yüksek ölçüde su tutma özelliği sayesinde sülfamit karışımlı süspansiyonların hazırlanmasında faydalınılır (Turan, 2007).

Agar jelleri, kol altı ve güneş kremleri ve çinko oksit veya antibiyotik bazlı kremler gibi çeşitli ürünlerde de kullanılmaktadır. Kremlerin hazırlanmasında kullanılan alginatlar ciltde çabuk buharlaşabildik-lerinden bir ferahlık ve rahatlama hissi verdiği çalışmalarda

bildirilmiştir. Sabunlarda ve tıraş köpüklerinde, sodyum alginat kayganlaştırıcı ajan olarak, köpüksüz tıraş kremlerine yağlı bir özellik katmak, köpüklülerde ise köpüğün devamlılığını sağlamak için kullanılır. Saç losyonlarında, alginat tüm saça yayılarak saça parlak bir özellik kazandırmakta kolayca şekil almasını sağlar. Yara bantlarının yapımında da yapışkan özelliği nedeniyle sodyum alginattan yararlanılmaktadır. Akıcı özelliklerinden dolayı karragenler ilaç ve kozmetik sanayinde çok kullanılan maddelerdir. Diş macunlarında kıvam arttırıcı olarak kullanılır. Güneş yağlarının etken maddelerini oluşturur. Şampuan, tıraş köpüğü ve sabunlardaki köpüğün devamlılığını sağlamak, saç kremlerinde sabitleyici özelliği, yüz maskeleri gibi ürünler içinse ise emilimi arttırıcı özellikleri ile kullanılır. Karragen içeren deodorantlar, ter kokularına yol açan bakterilere karşı antibakteriyel etki yaratır (De Roeck-Holtzhuer, 1991; Mourtisen, 2013).

Kozmetik alanında kullanılan türlere *Porphyra, Gelidium, Hypnea, Halopteris, Dictyopteris, Stilophora, Sargassum, Cystoseira, Ulva, Enteromorpha, Codium, Gigartina, Gracilaria* örnek olarak verilebilir ve bütün bu türler ülkemizde bulunmaktadır (Cirik ve Cirik, 2011).

Şekil 4-12. *Kozmetikte kullanılan tür Porphyra sp.*
(http://www.seaweed.ie/aquaculture/noricultivation.php)

4.5. Alglerin Endüstriyel Alanda Kullanımı

Yüksek sıcaklıkta yumuşak, düşük sıcaklıkta sertleşen ve jel formuna dönüşen alginat, boya, tekstil, kâğıt, plastik kauçuk ve deri sanayiinde sıklıkla kullanılmaktadır. Kırmızı alglerden elde edilen agardan ise özellikle mobilya sanayiinde yapıştırıcı olarak, deri sanayiinde parlaklık ve sağlamlık verici, film endüstrisinde jelatin inceltici ve sıcaklığa olan dayanıklılığını arttırıcı olarak faydalanılmaktadır. Amonyum ve sodyum alginatlar şeffaf renktedir bu sebeple boyalara kıvamını vermek ve pigment içeriklerini korumak amacıyla katılmaktadır. Doğal kauçuğa ilave edilmesiyle, daha yumuşak bir yapı kazanmasına neden olur (Cirik ve Cirik, 2011).

Alginat kâğıt yüzeyler de kullanılmaktadır. Kâğıt yüzeye sürülen alginat, film tabakası oluşturur ve kağıtların su sızdırmaları ve üzerindeki mürekkebin dağılması önlenmektedir. Ayrıca, alginat yapı işlerinde beton karışımı içine katılarak dolgu maddesi olarak değerlendirilir. Karragen jel yapısında ve su tutma özelliğinde olmasından ötürü hava temizleyici jel ve kokularda, ayakkabı cilalarında, yangın söndürücülerde sıklıkla kullanılmaktadır (Ohshima, 1998).

Enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılan fosil bazlı yakıt rezervlerinin her geçen gün tüketilmesi ve bu yakıtların kullanımının iklim değişikliğine neden olmasıyla toplumlar yenilenebilir enerji kaynakları arayışına girmişlerdir. Yenilenebilir enerji sistemleri özellikle çevre dostu ve ekolojik denge açısından olumlu etkilere sahip olduğundan temiz enerji da bilinmektedir. Özellikle yakıt üretiminde kullanılan bitkisel bazlı alternatif hammaddeler, fotosentez yolu ile atmosferdeki karbondioksiti bağlayıp karbon döngüsüne geri kazandırdığı için, sera etkisini azaltıcı yünde etki göstermektedirler (Say ve diğ., 2010).

Biyoyakıtlar arasında sayabileceğimiz biyoetanol üretiminde şekerli ve nişastalı bitkiler kullanılmaktadır. Büyümelerinin hızlı olması, karasal bitkilerden daha fazla verimliliğe sahip olmaları, atmosferdeki karbon seviyesini azaltması, üretimlerinin ucuz ve çevreye dost olması yapılması makro algler enerji sektöründe son yıllarda tercih edilmeye başlanan türler arasındadır. Üretilen biyoetanol miktarı organizmanın

türü ve biyodönüşüm verimliliğine bağlı olarak değişmektedir (Marquez ve diğ., 2014).

4.6. Alglerin Farmakolojide Kullanımı

Farmasötikler hap ya da sıvı formlardan oluşmaktadır. Piyasada ekstrakt şeklinde biyoaktif bileşenlerin destekleyicisi olan makroalg türleri de görülmektedir ve tüketim talebine bağlı olarak piyasası her geçen gün artmaktadır. Makroalglerde tespit edilen çoklu doymamış yağ asitleri, kalp hastalıklardan astım ve artrite kadar birçok sağlık sorununda terapötik özelliğe sahip önemli organizmalardır. Eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik asit gibi birçok makroalg ürünü, biyoteknoloji şirketleri aracılığıyla pazara sunulmaktaır. Makroalg türleri, oksidatif stresin neden olduğu serbest radikallere karşı koruyucu maddeler yani antioksidanları içermektedir. Bu bileşikler nutrasötikler ve gıdalarda kullanılmaktadır (Aktar ve diğ, 2010).

Bu biyoaktif maddeler, oksidatif stresin sebep olduğu serbest radikaller ile ilgili hastalıkların ve komplikasyonların tedavisi için farmakolojide önem arz etmektedir. Günümüzde, besin değerince yüksek makroalg ürünleri ekstrakt, tablet veya kapsül formunda şeker çubukları, sakız, makarna ve meşrubat gibi ürünlerinde katkı maddesi veya gıda boyası değerlendirilmektedir. Bu maddeler, kandaki glikoz seviyesini etkilemektedir. Diyabet ve obezite rahatsızlıklarında tedavi sürecine yardımcı olarak antihiperglisemi ve anti-hiperlipidemi gibi biyolojik etkiler göstermektedirler (Plaza ve diğ, 2010).

Algler, küçük boyutlu yaralanmalarda iyileştirici, ağır metal zehirlenmelerinin semptomatik etkilerinin azaltılması, yüksek ateşi düşürme, kan dolaşımının regüle edilmesi, dermatolojik tedavi, damar tıkanıklıklarının giderilmesi ile bağışıklık sistemini ve kolesterol seviyesini dengeleyebildiği görülmektedir. Örneğin, *Fucus serratus* türünden antimikrobiyal özellikte maddeler sentezlenmiştir. Ayrıca bu tür iyot bakımından zengindir. Guatr hastalığı tedavisinde ve bu rahatsızlık sebeiyle oluşan obeziteye karşı etkilidir. Alglerde bulunan fenol, flavonoid ve tanen gibi fenolik bileşikler, antioksidan aktiviteden yani serbest radikal engelleyici etkiyle görevlidir. Bir diğer önemli alg ekstraktı olan fikokolloidler higroskopik özelliktedir. Yani bu maddeler emülsifiye edici, jelleştirici, stabilize edici, süspanse edici ve kalınlaştırıcı etliye sahiptirler. Alglerden elde edilen alginatlar farmakolojideilaç ana hammaddesi ve yardımcı bileşen olarak kullanılmaktadır. Alginatlar flaster, sargı ve bandajlar gibi dermatolojik alanda sıklıkla kullanılan ekipmanların ana maddesini sağlamaktadır (Aktar ve Cebe, 2010).

Chlorellin ismiyle bilinen ve yeşil alg türü *Chlorella*'dan elde edilen madde bir antibiyotik çeşididir. *Ascophyllum nodosum*, *Rhodomela larix*, *Laminaria digitata*, *Pelvetia* ve *Polysiphonia*'dan gram negatif ve gram pozitif bakterileri karşı etkili olan bazı antibakteriyel maddeler de üretilmektedir (Bai ve diğ., 2011).

Şekil 4-13. *Farmakolojide kullanılan bir tür Fucus serratus (https://www.pinterest.co.uk/pin/537687642993543763)*

5. AKUAKÜLTÜR

Akuakültür, sucul bitki ve hayvanların optimum koşulların sağlanması şartıyla insan kontrolünde besin, stok oluşturma, hobi ve bilimsel çalışmalar için üretilmesi ve büyütülmesi olarak adlandırılabilir (Çelikkale ve diğ.,1999). Beslenmede önem taşıyan ekonomik değere sahip sucul canlıların, üremesi sağlanıp sofralara gelene kadarı kapsayan zaman dilimi yetiştiricilik faaliyetleridir.

Balık üretimi, Çinliler tarafından milattan öncesi çağlarda başlamıştır. İlk zamanlar bu uygulama yarı kontrollü üretimlerle yapılmaktadır. Gelişen teknolojik yöntemler sayesinde, tam kontrollü üretimle, yani yumurta ve spermin kontrol altına alınması sonucu döllemenin

optimum şartlarda yapılmasıyla günümüzdeki konumuna gelmiştir. FAO Sofya 2020 raporu, dünyada yetiştiriciliğin 54 milyon 279 bin tona ulaştığını bildirmektedir. Bu sonuçlara eklem bacaklılar ve kabuklu canlıları da eklediğimizde sonuç 82 milyon 95 bin tona ulaşmaktadır. Dünyada yetiştiriciliğinin %90'ı Asya'da yapılmaktadır. Diğer kıtalarda ise üretim çokluğu Mısır, Şili, Hindistan, Endonezya Vietnam, Bangladeş, Norveç'te gerçekleşmektedir. Son yıllarda akuakültürde önemli bir yer edinen alg üretimi, dünya genelinde 32 milyon 386 bin ton olarak kayıtlarda yer almaktadır. Alg üretimi Çin, Endonezya, Kore ve Japonya'da yğun bir şekilde yapılmaktadır (FAO, 2020). Dünya genelinde, 2018'de toplam balık üretimi 178,5 milyon tondur. 2030'da bu rakamın 204 milyon tona ulaşacağı tahmin edilmektedir. 2018'de su ürünleri üretiminde akuakültürün payı %45-50, tüketimdeki payı %50-55 oranındadır. Yetiştiriciliğin 2030'da %32 artarak 109 milyon tonu bulacağı öngörülmektedir. 2030'da akuakültürde %60 ile en büyük üretim payının sazan ve kedi balığına ait olacağı tahmin edilmektedir. Bu türlere ek olarak alabalık, somon ve karides yetiştiriciliğinin de önem kazanacağı bildiriliyor (FAO, 2020).

Avcılık yöntemiyle elde edilen ürünlerin miktarı zirve noktasındadır. Balık stoklarını yönetmek adına avcılık faaliyetlerinin giderek azaltılması gerektiği anlaşılmaktadır. Dünya nüfusunun ihtiyaç duyacağı besini karşılama tercihinin akuakültür olacağı açıkça görülmektedir. Kontrollü koşullarda çevre dostu balık üretimi yapılarak bu önemli besin maddesini elde etmek akuakültür ile sağlanacaktır. Bu durum ülkemiz için de böyle olacaktır.

Dünya genelinde 2018'de en fazla üretim üretim sazan balığı ile olmuştur. Bu rakam 4 milyon 189 bin tondur. Somon balığı üretimi 2 milyon 435 bin tondur. Ülkemizde çokça tüketilen alabalık üretimi 848,1 bin tondur. Bu türler dışında en çok üretilen tilapya ve kedi balığı olmuştur. Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan türler çipura, levrek ve alabalıktır. Bu türler besin değeri yüksek olan karnivor canlılardır. Türlerin eşdeğer özelliği ise kaliteli sularda üretilmeleridir. Yetiştiriciliğin yapıldığı suyun fiziko-kimyasal özellikleri optimum düzeyde olmalıdır. Sudaki en ufak kirlenme büyüme parametrelerini etkileyebilmektedir. (FAO, 2020).

Ülkemizde 2019 yılında yaklaşık olarak 374 bin ton balık üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu miktarın arasında 140 bin ton levrek, 100 bin tona yakın çipura ve geri kalanı miktar alabalık olarak belirlenmiştir. Üretimi yapılan balıklar yaklaşık 100 ülkeye ihraç edilmektedir. Bu ihracattan 2019'da 1 milyar doların üzerinde döviz elde edilmiştir. İthal edilen balıklarda birinci sırada somon yer alıyor. Türkiye'de 2019'da avcılık ile 464 bin ton alınmıştır. Avcılık yoluyla en çok elde edilen türler hamsi ve sardalyadır. Ülekemizde 2019'da üretimin %55,5'ini avcılık %44,5'ini yetiştiricilik oluşturmaktadır (FAO, 2020).

Yetiştiricilik tesislerinin kuruluşunda izlenmesi gereken prosedürleri ülkemizde kanunlar yönetmelikler ve tebliğler belirlenmektedir. Üretim tesisleri sağlıklı gıda üretmek adına sıkı bir denetime tabi tutulmaktadır. Tesisler, çevre ve su ürünleri kanunu hükümlerine uyarak kurulup takipleri yapılmaktadır. Canlıların yaşam oranı ortamdaki suyun kalitesiyle doğrudan ilgilidir. Ayrıca suyun sıcaklığı, oksijen miktarıve

pH'ı gibi parametreler ile yaşam kalitelernin devamlılığı güvence altına alınmaktadır. Üretimi yapılan canlılardan ortama verilen yem ve dışkı sonucu oluşan organik atıklar su kalitesini etkilemeyecek boyutta olmasına dikkat edilmelidir. Su kalite parametreleri yıl bazında düzenli olarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na bildirilmek zorundadır.

Yetiştiriliği yapılan türler, doğal ortamında hangi besin maddelerine ihtiyaç duyuyorsa tesislerde de canlılara bu besin maddeleri sağlanmalıdır. Yetiştiricilik esnasında günlük almaları gereken protein, yağ, vitamin ve mineraller temin edilmelidir. Omnivor beslenme özelliği taşıyan türler karnivor türlere oranla günlük daha az protein miktarına ihtiyaç duyarlar. Çipura levrek ve alabalık gibi karnivor türlere yüksek protein içeren dietler uygulanmalıdır. Canlılarda oluşan besin eksikliği, sağlıksız büyüme ve görünüş, et kalitesi ve tadında istenmeyen durumlara sebebiyet verecektir. Üretimi yapılan balık türlerine göre yem formülasyonları hazırlanır ve uygulanır. Bilimsel çalışmalarda besin değeri bakımından üretimi yapılan türler ile doğal ortamından avlananlar arasında fark olmadığı bildirilmiştir. Bu farkın olmamasının önemi aldığımız besin içeriği açısından önem taşımaktadır (Resim 11, 12).

Ülkemizde sucul kaynakların yüzey alanı 25,3 milyon hektardır. Bu rakam neredeyse tarım yapılan alanlara yakındır. Fakat sucul ortamlar tarım alanları gibi etkin ve verimli kullanılmamaktadır. Bunların nedenleri arasında turizm, çevre koruma alanları, denizcilik uygulamaları, şehirleşme gibi etkenleri sayabiliriz. Denizlerimizde 425 adet üretim tesisi, iç sularda yetiştiricilik yapan 1860 adet tesis

buşunmaktadır. Bu tesislerde, toplam üretim kapasitesi yaklaşık olarak yıl bazında 486 bin 785 tondur (BSGM, 2018). 2019 yılı üretim rakamları incelendiğinde 373 bin ton tesisin tam kapasite ile üretim yapamadığı görülmektedir.

***Şekil 5-1**. Balık üretim tesisi (https://www.trthaber.com/haber/cevre/dunyada-ve-turkiyede-balik-yetistiriciligi-artiyor-496812.html)(Erişim: 20.10.2020)*

***Şekil 5-2.** Balık üretim tesisi (https://www.trthaber.com/haber/cevre/dunyada-ve-turkiyede-balik-yetistiriciligi-artiyor-496812.html) (Erişim: 20.10.2020)*

5.1. Akuakültürün Tarihsel Gelişimi

Sucul canlıların yetiştiriciliği M.Ö. 2000 yıllarında Çin'de başlamıştır. Fakat akuakültür ilk defa Mısırlılar tarafından yapılmaya başlanmıştır. M.Ö. 2500'lü yıllara ait Mısır'da insanların tilapya (*Tilapia* sp.) balıkları ile olan figürleri mezar resimlerinde bulunmuştur. Ayrıca duvar resimlerinde balık çizimlerine rastlanmıştır. M.Ö. 2000 yıllarında Japonya'da istiridye (*Ostridea* sp.) yetiştiriciliği yapıldığı anlaşılmaktadır. Ekstansif deniz çiftlikleri ise ilk defa M.Ö. 6.yy'da ortaya çıkmıştır. Kabuklu yetiştiriciliğine ait denemeler M.Ö. 5.yy'da Yunanistan'da görülmektedir. Roma döneminde istridye, levrek, kefal ve çipura yetiştiriciliğine ait denemelere rastlanmaktadır. M.Ö. 475'te Fan Lai sazan yetiştiriciliğina ait ilk bilgileri sunmaktadır. M.Ö 100'lü yıllarda Yunan medeniyetinin istiridye kültürü ile ilgili yoğun denemelerine ait çalışmalar mevcuttur. Bu teknikler İtalya'da kullanılmakta olan tekniklerin temelini meydana getirmektedir. Roma dönemlerine ait akuakültürü yansıtan izler 12.yy'da Avrupa'da tatlı su yetiştiriciliği yapılıncaya kadar devam etmiştir. Orta çağ sucul ortamlarda yıl boyunca tüketilmek üzere ile stoklanmış türlere rastlanmıştır. Yetiştiriciliği yapılan ilk balık türü soğuk suyu seven somondur. İlk somon üretim çiftliği Almanya'da 1741'de kurulmuş. Günümüzde gelişen kültür sistemleri sayesinde türün yetiştiriciliği artarak devam etmektedir (Alpbaz, 1992).

Deniz balıkları yetiştiriciliği ele alındığında ilk uygulamalar Endonezya'da 1400'lü yıllarda görülmektedir. Öncelikle süt balığı yavruları sahile yakın konumda bulunan havuz benzeri yapılarda

toplanmaktadır. Ortamdaki yoğun alg populasyonlarını tüketerek türler gelişimlerini sağlamışlardır. Havuzların gübre ilavsi ile ortamdaki yem miktarı artmıştır. Günümüzde ise dışarıdan kontrollü olarak yapılan yemleme yöntemleri ile modern balık yetiştiriciliğine devam edilmektedir. Yüzyıllar öncesine dair bilinen metodlar bugün halen yöntemler geçerliliğini korumaktadır.

15. yüzyılda Adriyatik kıyılarında vallikültür (ekstansif akuakültür) varlığına ait çalışmalar bulunmaktadır. Dini açıdan cuma günleri et yemenin yasaklanması Avrupa'da balık yetiştiriciliğinin gelişmesine katkıda bulunmuştur. 19. yüzyıldan itibaren kabuklu yetiştiriciliği Akdeniz ve Adriyatik'te popüler olmaya başlamıştır. 1960'ta Japonya'da Sarı kuyruk türünün yetiştirilmesi ile deniz balıkları üretimindeki gelişmeler ivme kazanmıştır. Sonraki yıllarda orkinos ve mercan yetiştiriciliği yoğun olarak yapılmaya başlanmıştır. Balık ve kabuklularda modern yetiştiricilik yöntemleri günümüzden otuz yıl öncesine dayanmaktadır. Bu gelişmelere Akdeniz ülkelerinin katkısı büyüktür. 2000'li yıllarda Kuzey Avrupa ülkeleri somon yetiştiriciliğinde ilerlemeler göstermiş, 1990'lı yıllarda ise Akdeniz ükeleri özellikle levrek ve çipura üretimini pozitif bir getiri olarak ekonomik sisteme kazandırmışlardır. İtalya uyguladığı geleneksel ekstansif akuakültür ile en yüksek pazar payına sahiptir. Birçok ülkede su ürünleri üretimi tarım sektörü ile karşılaştırıldığında farkedilir derecede gelişim göstermektedir.

5.2. Akuakültür Farklılığı

Karasal hayvancılık baz alındığında balık üretim tesisleri çeşitlilik bakımından daha fazladır. Sebebi ise üretimi yapılan çok tür olması ve hepsinin ayrı karakteristik yapıya sahip oluşudur. Türlerin su ihtiyaçları farklılık göstermektedir. Somon gibi karnivor türler yumurtalarını tatlı suya bırakırlar. Juvenil ve büyüme zamanında deniz suyunu tercih ederler. Yani somonlardan yumurta eldesi için tatlı su tesislerine gereksinim duyulurken, gelişim için denizel ortamın yaratılması şarttır. Türlerin gelişimi için farklı sıcaklıklar sağlanmalıdır. Tropikal balıkların üreme ve gelişim ortamları kontrollü olarak ısıtılmazsa yaşama ihtimalleri olmayabilir. Yılan balığı ve çipura gibi karnivor türlerin yemleri hayvansal protein içermelidir. Bu kural herbivor canlılar için değişmektedir. Canlıların yaşamlarınının erken evrelerindeki farklılıklar besin gereksinimlerinde farklılıklara sebep olmaktadır. Türlerin tercihleri bazen aynı ortam içerisinde toplu olarak bulunmalarına imkân tanımaktadır. Bu polikültür olarak tanımlanabilir. Bu durumun tersi monokültürdür. Monokültürde tek türün gelişimi sağlanmaktadır. Bazı durumlarda yetiştiricilik ortamı tarımsal alan ile ortaklaşa kullanılabilmektedir (örneğin; pirinç tarlalarının veya ördek havuzlarının kullanılması gibi).

Tesislerde üretim aşamasında anaç bireylerden yumurta alınmaktadır. Sonraki aşamada canlı larval süreci geçirip ön büyütmeye alınır. Sürecin sonunda paar boyutuna ulaşmaktadır. Bu süreç bazı yöntemlerle alternatif olacak şekilde yürütülebilir. Örneğin kültür ortamında alınamayan türlerin yavruları doğal ortamından temin

edilerek büyütülmesi sağlanabilir. Göç eden balık türleri yetiştiricilik tesislerinde juvenil boyuta gelene dek büyütülebilir ve daha sonraki aşama doğal ortamlarına salınmasıdır. İçgüdüsel dürtü ile bu türler daha sonra geriye dönmeeğilimi gösterirler ve bu şekilde yakalanabilmektedirler. Bu kültür orijinli yetiştiricilik olarak bilinmektedir (Sepherd ve Bromage, 1988).

Uygun ortam şartlarının bulunduğu lokasyonlarda yetiştiricilik tesisleri çeşitlilik gösterir. Bu tesisler ekstansif, mesocosm ve intensif yetiştiriciliğe uuygun olacak şekilde düzenlenmektedir.

İleri düzeyde pazar ekonomisine sahip ülkelerde yetiştiricilik belirli şartlar altında daha sağlıklı devam etmektedir. Bu şartlar üretim aşamasında uygun birimlerin kullanılması, pazarlaması yapılacak maksimum oranda ürün için verimli stok miktarı, dengeli ve sağlıklı formülasyonu yapılmış yem kullanımı, beslenme ve hasat gibi aşamalarda otomasyonun yüksek kullanımı, üretimin pazar aşamasına kadar problemsiz olarak sürdürülmesinin sağlanmasıdır.

5.3. Neden Akuakültür?

Günümüzde küresel sorunların başında artan gıda ihtiyacı ve yetersiz beslenme gelmektedir. Su ürünleri üretimi, 1945'li yıllardan itibaren ivme kazanarak 1970'li yıllarda 65 milyon ton seviyesine erişmiştir. 2000'li yıllarda artan teknolojik gelişmeler ile üretim 135-140 milyon tona ulaşmıştır. Bu miktarın %30'u yetiştiricilik faaliyetleri, %70'i ise avcılık ile elde edilmiştir. Yetiştiricilik ile sağlanan ürünlerin 2020 yılı

itibariyle avcılık ile sağlanan ürün miktarı ile eşit seviyeye geleceği, 2040 yılı itibariyle de bu miktarı aşacağı öngörülmektedir.

Dünyadaki toplam nüfusun protein ihtiyacının %6'sı balıktan sağlanmaktadır. Bu rakam toplam hayvansal proteinlerin %24'üne karşılık gelmektedir. Doğal ortamından avlanan balıklar talebi karşılayamaz duruma gelmiştir. İnsanlar su ürünlerinin çok iyi bir gıda kaynağı ve yüksek besleme kriterlerine sahip olduğunu her geçen gün daha iyi anlamaktadır. Günümüzde 200 millik Münhasır Ekonomik Bölge şartları avcılıkta kısıtlamalara sebep olmaktadır. Bu sebeple açık deniz balıkçılığı maddi açıdan pahalı bir faaliyet olarak görülmeye başlanmıştır. Kirlilik ve bilinçsizce yapılan avlanma faaliyetleri doğal stoklara zarar vermektedir. Hatta bazı türlerin nesli yok olma tehlikesi altındadır. Bu gibi durumlarda çözüm stoklara takviye yapılmasını gerektirmektedir. Avcılık sonucu elde edilen ürün miktarındaki azalış ve bunun sonucu olarak fiyatlardaki artış yetiştiricilik faaliyetlerine olan ilginin artmasına sebep olmaktadır. Su ürünlerini diyetlerinde sıklıkla tüketen toplumlar sadece av mevsiminde değil her zaman su ürünlerine ihtiyaç duymaktadırlar. Avcılıkta ürünler sadece yakalandığı mevsimde tüketilmektedir. Yetiştiricilik faaliyeti sonucu elde edilen ürünler, neredeyse tamamen kontrol altındadır. Tüm bu şartlar göz önüne alındığında, bilim ve teknoloji alanındaki gelişmeler yetiştiricilik sektöründeki problemlerin önüne geçerek kalite ve kantiteyi her geçen gün biraz daha arttıracaktır.

5.4. Akuakültürde kullanılan katkı maddeleri

Su ürünlerinin beslenmedeki yeri çok önemlidir. Bu ürünlerin tüketim süresini ve kalitesini arttırmak için birtakım katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bu maddeler, ürünlerin içine doğrudan veya dolaylı olarak eklenirler. Katkı maddeleri besinlerin görünümünü, lezzetini, besin değerini ve depolama koşullarını iyileştirmek adına uygun miktarlarda kullanılmaktadır.

Katkı maddeleri gıda kalitesini sağlaması, dayanıklılığı arttırması, atık miktarında düşüş sağlaması ve işlenmesini kolyalaştırması özellikte olmalıdır. Katkı maddeleri işleme ve üretim yanlışlarını yok etmemeli, tüketiciyi aldatmamalı ve besleyici değeri etkilememelidir (Toprak ve diğ., 2002; Anonim, 2003; Anaonim, 2006; Kotsonis ve Burdock, 2001).

Gıdalara katılan iyileştirici maddeler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

Bozulmayı önleyiciler; antimikotikler (küf önleyici maddeler), mikrop antagonistler, antioksidanlar, enzimatik bozulma önleyiciler.

Yapı ve kaliteyi arttıranlar; renklendirici maddeler, tat ve aroma verici maddeler, asit/baz yapıcı özellik gösteren maddeler, emülsifiyan maddeler.

Diğer maddeler: çözücü ve filtre edici maddeler.

Bu maddeler besin maddesindeki herhangi bir hatayı kapatmak için kullanılmamalıdırlar. Bu katkı maddelerinden, ürünün besin değerini

korumak veya arttırmak, besin kalitesini yükseltmek, israfı azaltmak, dayanma süresini uzatmak ve hazırlanma aşamasını basite indirmek amacıyla yararlanılmalıdır (Angiş ve Oğuzhan, 2008).

6. ALG: AKUAKÜLTÜRDE ALTERNATİF HAMMADDE ARAYIŞI

Algler, güneş enerjisinden etkin bir şekilde faydalana organizmalardır. Ekosistem için son derece önemli olan bu türlerin üretimine olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Bu sebeple, alg türlerinin besin içerikleri araştırılmakta, yetiştiriciliğinin yapılması faydalı ve gerekli olan türler belirlenmektedir (Richmond, 1986).

Protein miktarınca zengin gıda maddeleri elde etmek amacıyla alglerin üretilmesi her geçen gün önem ve gereklilik kazanmaktadır. Çünkü algler, besinsel öneme sahip protein, amino asit, vitamin, polisakkarit, β-karoten ve diğer karotenoidler, fikobiliprotein ve astaksantin gibi biyoaktif bileşenler içermektedir. Bunun yanonda nişasta, selüloz, hemiselülozlar ve basit monomerik yapıda olan şekerleri üretirler. Alg hücrelerindeki karbonhidratlar onları önemli besin kaynağı haline getirir. Algler, tür bazında değişebilen lipit üretir ve biriktirebilirler. Hücrelerinde bulunan lipitler gliserol, esterleştirilmiş şekerler ve farklı asit kompozisyonuna sahip olabilmektedir (TUBA, 2019).

Akuakültür hızlıca büyüyen bir sektör konumuna gelmiştir ve talebe bağlı üretim her geçen gün artmaktadır. Günümüzde protein ihtiyacı ve balık yemi maliyetleri artmış bunun sonucu olarak, yetiştiricilik sektöründe alternatif hammadde kaynakları bulma gerekliliği ortaya

çıkmıştır. Yetiştiricilikte, farklı ürünlerinden elde edilmiş unlarla hazırlanan yemlerin son derece yaygın olduğu görülmektedir. 2008'de yapılmış bir araştırmaya göre, 2006'da 3 milyon 725 bin ton balık unu üretilmiştir. Bu çalışmada, yetiştiricilik için sucul canlıların et dokusundan elde edilen hammaddelerin sürdürülemezliğinin her geçen gün daha belirgin duruma geldiğinden bahsediliyor. Yem formülasyonlarına eklenen alternatif kaynaklar rekabetçi kalemleri oluşturmaktadır. Tahıllar ve yüksek enerji sağlayan yağlı tohumlar yemlerde balık ununun yerine kullanılabilecek maliyeti düşük ürünlerdir. Balık ununa alternatif olarak kullanılabilecek bu besin maddeleri türlerin beslenme kalitesinde farklılıklar meydana getirebilmektedir (thefishsite.com).

Akuakültürde sıklıkla tercih edilen alg türleri *Chlorella, Tetraselmis, Scenedesmus, Chaetoceros, Nannochloropsis, Skeletonema* ve *Thalassiosira*'dır. Bu türler hızlı büyüme gösterip ekstrem koşullara karşı dayanıklı olan organizmalardır. Üremeleri esnasında ortam şartlarında oluşabilecek değişimlere karşı tolerans gösterebilmektedirler. Yetiştiricilikte bu türlerin esas kullanım amacı yem olarak değerlendirilmeleridir. Günümüzde alg üretiminin yaklaşık %30'u yetiştiricilikte yem olarak kullanılmaktadır. Yanısıra alg üretimde, tesislerden gelen inorganik azot ve fosfor şeklindeki parçacıklar ve içeriğinde çözünmüş halde besin bulunan atık sular kullanılmaktadır. Böylece hem alg üretimi sağlanmış olmakta hem de kirli sular arıtılmaktadır. Alglerin yetiştiricilikte kullanılması sonucu türlerde kilo artışı, trigliserid seviyesinde düzelme, kas dokularındaki protein

miktarında yükselme, rahatsızlıklara karşı direnç artışı, fizyolojik aktivite, açlık toleransı ve et kalitesinde artış meydana gelmektedir. Ayrıca karasal hayvancılıkta alg ile yem karışımı kullanımı süt verimi, sütteki yağ ve A vitamini oranı, yün ve et miktarı ile yumurta sarısının artışa sebep olmuştur (Bai ve diğ., 2011; Sirakov ve diğ., 2015).

6.1. Neden alg?

Yetiştiricilikte alg türlerinin kullanımı önem taşımaktadır. Yetiştiricilikte tanklara alg ilavesi, balıkların tankın çeperlerine çarpıp zarar görmemesini, zooplankton popülasyonda artışa ve larvaların sindirim sistemlerinin iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır. Algler, ekosistemde zooplankton ve larvaların besin zincirinde bulunduğundan yemlere eklenmeleri de faydalı olmaktadır. Çoğu kişi için sadece yosun olarak adlandırılan bu canlıların, yetiştiricilikte balık unun yerine alternatif olabileceğinin esas nedeni alglerin ekosistemdeki besin zincirinin içinde var olmalarıdır (Patil ve diğ., 2007; Raja ve Hemaiswarya, 2010).

6.2. Protein ve aminoasit içeriği

Balık unu, yüksek protein ve aminoasit içeriğiyle yemlerde en çok tercih edilen temel besin maddesidir. Bitkisel protein kaynakları yem formülasyonlarında kullanılmaktadır. Ancak lizin, methionin, treonin ve triptofan gibi aminoasitler bitkisel protein kaynaklarında düşük miktarda olabilmektedir. Tropik 20-25 tüketilebilir algin yemlere katılması ile ihtiyaç duyulan tüm protein ihtiyacının karşılanabildiği çalışmalarda bildirilmiştir (Macartain ve diğ., 2007).

Taurin

Yetiştiricilikte kullanılan en önemli maddelerden biri proteinsiz sülfonik asit olarak bilinen taurindir. Karasal ve sucul hayvanlarda bulunan bu madde karasal bitkilerde yoktur. Yapılan araştırmalarda, balıkların sağlıklı ve dengeli olarak gelişebilmesi için şekilde gerekli olan bu madde alglerde tespit edilmiştir. Taurin içeren alg türleri *Tetraselmis* sp., *Porfiridyum* sp. ve *Oxyrrhis* sp.'dir (Tzovenis ve diğ., 2009).

6.3. Pigmentler

Alglerin bazı türleri, yemlere içerdikleri pigment maddeleri nedeniyle eklenmektedir. *Hematococcus* sp., somon balığı etine pembemsi rengi veren astaksantin pigmenti için, *Spirulina* sp. ise karotenoid kaynağı olarak süs balıklarının çeşitli renkleri alması için değerlendirilmektedir (Shah ve diğ., 2016). *Dunaliella* sp. gliserol ve β-karoten üreticisidir. A vitamininin öncü maddesi β-karotendir ve eksikliği çok büyük göz problemlerine sebebiyet verir (Borowitzka ve diğ., 1984).

6.4. Lipidler

Balık unu, yemlerdeki ana protein kaynağıdır. Aynı zamanda Omega 3 ile Omega 6 yağ asitlerini de içermektedir. Algler EPA ve DHA ile araşidonik asit kaynağıdırlar. Balıkların zooplankton ile beslenmesi sürecinde, zooplanktonun temel besinini algler oluşturur. Kabuklu yetiştiriciliğinde, yemin sterol profili çok önemlidir. Fakat balık yetiştiriciliğinde bu maddenin önemi üzerinde çok durulmamaktadır.

Bu amaçla kullanılabilecek fitosterollerin etki mekanizmaları ise araştırılmayı bekleyen konular arasındadır (Koca ve Beyhan, 2014).

6.5. Formülasyonu yapılmış olan balık yemlerinde alglerin kullanımı

Alglerin yetiştiricilikte kullanımının ne kadar önemli olduğu yapılan araştırmalar ile desteklenmektedir. Akuakültürde *Chlorella* ve *Scenedesmus* sp. ile beslenen Tilapya, *Chlorella* sp. ile beslenen Kayabalığı, *Undaria* ve *Ascophyllum* türleri ile beslenen Çipura, *Ascophyllum, Phorphyra, Spirulina* ve *Ulva* türleri ile beslenen Levrek gibi türler bulunmaktadır. Alg türlerinin besleme faktörlerine olan etkisi yeterli düzeyde araştırılmamıştır Alglerin yemlerdeki kullanım alanlarını belirlemek, bilim insanları için eşsiz ve sınırsız bir araştırma alanıdır (Norambuena ve diğ., 2015).

6.6. Doğru alglerin seçimi

Üretim maliyetleri az olduğundan alglerin yem formülasyonunda kullanımları oldukça yaygındır. *Spirulina, Dunaliella* ve *Chlorella* gibi türler, havuzlarda yetiştirilebilmektedir. Kurutulup piyasaya sunulmaktadır ve içerik bakımından güvenli gıda maddeleridir. *Undaria, Durvillea* ve *Ascophyllum* türleri çok fazla miktarda üretilebilirler. İyi bir iyot kaynağıdırlar. Karasal hayvan yetiştiriciliğinde çok uzun yıllardan günümüze kadar gelen kullanımları bilinmektedir. Alglerin bir diğer kullanımı, son yıllarda çalışmalarına hızla devam edilen alternatif yakıt olarak kullanılabirliğinin denenmesidir. İçeriğindeki lipidlerin yanması sonrası kalan protein yemlerde değerlendirilebilir. Biyoyakıt eldesi için kullanılan alglerin

besleme alanında kullanımının kontaminasyona sebep olabileceği bir ihtimal olarak ayrıca değerlendirilmektedir. Balık ve kabuklu türleri yetiştiriciliğinde kullanılan alglerin üretimi kapalı devre sistemlerde gerçekleşmektedir. Alg kültürünü, kirletici etmenlerden uzak tutmak için bu sistemlerin kullanılması gereklidir. Yemlerde değerlendirilecek olan alglerin seçimi gelişigüzel yapılmamalıdır. Beslenecek olan türün ihtiyaç duyduğu besin profiline en uygun özellikte olan alg cinsi kullanılmalıdır. Protein, lipid, sterol ve PUFA gibi bileşenlerin türün içeriğindeki miktarının çok iyi bilinmesi, su ürünleri yetiştiriciliği için önemli bir adımdır. Bazı alg türlerinde yğun olarak bulunan polisakaritler besin emilimini zayıflatır ya da pelet üretiminde doğal bağlayıcı olur. Bazı alg türlerinin bünyelerinde oluşan ya da ortamdan absorbe ettikleri ağır metaller de o alglerin yemlerdeki kullanımını engelleyebilmektedir.

Sucul ekosistemde, birçok alg türü yaşamaktadır ve her bir tür, yeni bir kullanım amacına hizmet edip etmeyeceğini anlamamız için araştırılmayı beklemektedir. Bununla birlikte, bu mucizevi canlılar yetiştiriciliğin kilit noktalarından biri olarak sürdürülebilirliğin sağlanmasında önemli bir bileşen olmaya devam edecektir (thefishsite.com).

6.7. Besin Kaynağı Olarak Mikroalgler

Mikroalgler, ekosistemdeki canlıların sağlığı ve beslenme açısından önemli biyoaktif maddeler içermektedir. Kontrollü olarak yapılan alg üretimi sayesinde, yapılarında bulunan pigmentler, proteinler, vitaminler ve mineraller ile canlıların beslenmesinde, yem ve canlı yem

elde etmekte, atık suların temizlenmesinde ve gübre endüstrisinde bu canlılardan yararlanılmaktadır (Koray, 2002; Borowitzka ve diğ., 1992).

Yetiitiricilik ortamında sürdürülebilirliğin devamı genel ekonomik su yönetimi, beslenme stratejilerindeki kalite oranı, çevre dostu yemlerin kullanımı, genetik olarak uygun stokların sağlanması, iyi bir sağlık yönetiminin olmasıyla mümkün olabilmektedir. Akuakültür milat öncesi yıllardan günümüze kadar bilinen bir yöntedir. Fakat son kırk yılda yem üretimi ve beslenme araştırmaları sayesinde oldukça gelişmiştir. Akuakültürdeki üretim miktarının yaklaşık %50'si kullanılan yeme bağlıdır (New ve Wagner, 2000). Balık unu formatındaki yemler karides ve alabalık etçil türlerin beslenmesinde son derece önemlidir. Ticari yem kullanan tesisler, sazan yetiştiriciliğinde %38, karidesi yetiştiriciliğinde %83, salmon ve alabalık yetiştiriciliğinde %100 olarak belirlenmiştir (Alvarez ve diğ., 2007).

Alglerin ticari olarak kullanımı gıda katkı maddeleri, antioksidan, kozmetik açıdan değerlendirilmeleri, doğal renk verici ve yağ asitlerinin eldesi ile ilişkilidir (Spolaore ve diğ., 2006). Alg biyokütlesinin dünyada yıl bazında üretimi 330 US$/kg ve 5 milyon kg/yıl olduğu öngörülmektedir. Elde edilen biyokütlenin yüzde yirmisi balık ve kabuklu tesislerinde kullanılmaktadır (Muller-Feuga, 2004). Özellikle mikroalg türlerinden yavruların larval döneminde yararlanılmaktadır. Bu türler, *Chlorella, Tetraselmis, Isochrysis,*

Pavlova, Chaetoceros, Nannochloropsis, Spirulina, Skeletonema ve *Thalassiosira* sp.'dir.

Yetiştiricilikte kullanılan alg türünün belirlenmesinde, besin içeriği ve toksik maddeler içermemesi gibi hususlar göz önünde bulundurulmalıdır (Patil vd., 2007; Raja vd., 2004b). Akuakültürde alg türlerinin canlılara karışım olarak verilmesi bir tür ile oluşturulan diyete göre daha dengeli beslenme ve gelişim sağlamaktadır (Spolaore vd., 2006). Protein ve vitamin miktarı alglerin besin içeriğini anlamadaki en önemli faktördür. Ayrıca, çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarı da oldukça önemlidir. Alglerdeki PUFA miktarını arttırmak için değişik metodlardan yararlanılmaktadır. Işık yoğunluğu, gıda miktarı veya sıcaklık gibi koşullarda değişiklik yapılarak, lipit kompozisyonunda değişimler elde edilebilmektedir. Bu değişim ile verimlilik de artmaktadır. İşlem kontrolü adı verilen bu yöntem ile istenilen maddenin üretim optimizasyonu sağlanmış olacaktır (Hemaiswarya vd., 2011).

6.8. Mikroalglerin üretim sistemleri

Mikroalg üretiminde açık ve kapalı sistemler kullanılır. Farklı boyutlardaki havuzlar havuzlar açık sistemlere örnek olarak verilebilir (Pulz, 2001). Yaygın olarak kullanılan fotobiyoreaktörler kapalı sistemlere örnektir. Kapalı sistemler açık sistemler ile karşılaştırıldığında daha maliyetkli ve kompleks yapıdadır. Kapalı sistemler yapay ışık yardımıyla iç mekân kültür ortamı olarak

hazırlanmaktadır. Bu sebeple maliyet artmaktadır. Açık sistemlerde doğal ışıktan yararlanılır. Bu sebeple daha az maliyetlidirler.

Hangi sistemin kullanılacağının belirlenmeseinde, alg kültürü için hangi ortamın daha verimli olacağının çok iyi anlaşılmış olması gerekmektedir (Naz ve Gökçek, 2006). Ticari olarak üretilen alglerin spesifik özelliği, açık havada ve diğer canlı türleri ile kontaminasyonundan arındırılmış ortamlarda bulunmalarıdır (Borowitzka, 1997). Buna örnek olaak *Chlorella* sp. besin maddesinin yoğun olarak bulunduğu ortamlarda, *Spirulina* sp. bikarbonat konsantrasyonunun yüksek olduğu ortamda gelişim göstermektedir. *Dunaliella salina* için optimum tuzluluk 0,5-6 M'dır. (Raja, 2007a). Özel koşullar gerektirmeyen *Chaetoceros, Skeletonema, Thalassiosira, Tetraselmis* ve *Crypthecodinium cohnii* gibi türler kapalı sistemlerde üretilmektedir (Hemaiswarya vd., 2011).

Mikroalg üretiminde türün biyolojisi, ortam koşulları, maliyet giderleri ve nihai ürünün tipinin belirlenmesi gelmektedir. Büyük ölçekli yetiştiricilik sisteminde ışığın etkili kullanımı, sıcaklık, maliyet giderleri kısaca kültürde hidrodinamik dengeyi sürdürülebiliği sağlayacak koşulların çok iyi belirlenmesi gereklidir (Kargın, 2006). Sektörün daha iyi bir duruma gelebilmesi adına üretimi yapılan türlerin fiziksel özellikleri ve fizyolojisinin çok iyi anlaşılması ve fotobiyoreaktörlerin tasarımında önemli iyileştirmelerin yapılması gerekmektedir (Hemaiswarya vd., 2011).

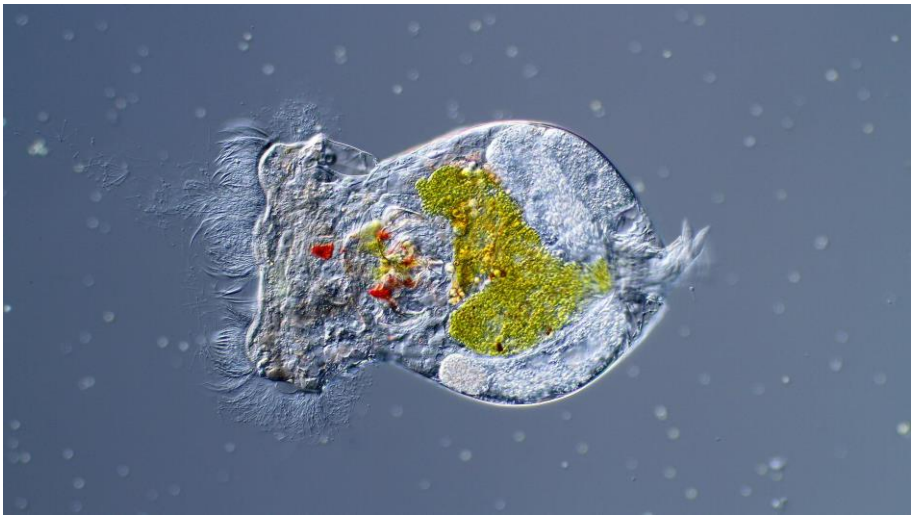
6.9. Yumuşakça ve Eklem Bacaklı Üretiminde Mikroalgler

Karides larvalarında kullanılan yemler, mikroalgler ve *Artemia*'dır. Karides larva gelişiminde ikinci aşamada mikroalglerden yararlanılmakta ve üçüncü aşamada ise zooplankton ile yemleme yapılmaktadır. Larvaların su değişimi seyrek olarak yapılmakta böylece mikroalglerin kolayca üremeleri desteklenmektedir. Aynı zamanda ortama bakteri ve gübre ilavesi yapılmaktadır (Lo´pez Elı´as ve diğ., 2003). Karides larvalarında kullanılan oalglerin üretimi zor ve maliyetli bir süreçtir (Léger ve Sorgeloos, 1992). Larva beslenmesinde kullanılan *Artemia* uygun bir yemdir ancak, kistleri maliyetli, farklı ortamlarda yetişen türleri besin içeriklerinin değişkendir. Kabuklu yetiştiriciliği yapılan tesislerde giderlerin %30'unu alg üretimi oluşturmaktadır (Lavens ve Sorgeloos, 1996). Larvaların beslenmesini sağlamak adına yüksek hacimde alg kültürleri kullanılmaktadır. Kabuklu üretiminde *Chaetoceros* sp., *Chlorella minutissima*, *Gomphonema* sp., *Isochrysis galbana*, *Nitzschia* sp., *Pavlova* sp., *Phaeodactylum tricornutum*, *Skeletonema* sp., *Thalassiosira pseudonana* ve *Tetraselmis subcordiformis* kullanılmaktadır. Bu türler, 1995'te uluslararası bir ankette işletmeler tarafından bildirilmiştir (Hemaiswarya ve diğ., 2011).

6.10. Zooplankton ve Balık Üretiminde Mikroalgler

Mikroalgler, larval beslemede zooplanktonun besinini sağlamak amacıyla yetiştiricilikte ayrı bir öneme sahiptir. Bu sebeple, alg ve zooplanktonun boyutları ile besin miktarı önemlidir. Sıklıkla tercih

edilen zooplanktonlar *Brachionus plicatilis* ve *Artemia salina*'dır (Resim 9, 10) Kladoser (*Moina macrocorpa*, *Daphnia* sp.) ve kopepod türlerinden (*Euterpina acutifrons*, *Tigriopus japonicus*) daha seyrek yararlanılmaktadır. Yetiştiricilikte genel olarak *Artemia* kullanılır. *Artemia* kistleri kuru formda satın alınmaktadır. Kistler suya bırakıldıktan yaklaşık 24 saat içinde *Artemia* çıkar ve sindirilebilir forma kavuşur. *Artemia*, protein ve enerji kaynağı olmasıyla birlikte, besin zinciri vasıtasıyla vitaminler, yağ asitleri, pigment ve sterol gibi bileşiklerin besin içeriğini meydana getirmektedir. *Rotifer* ya da *Artemia* beslenmesi için üretimi yapılan türler *Chlorella* sp., *Chlamydomonas* sp., *Nannochloris oculata*, *Nannochloropsis oculata*, *Tetraselmis tetrathele* ve *Tetraselmis chuii*'dir. *Nannochloropsis sp*. balık yetiştirme tesislerinde rotifer besini ve yeşil su tekniği için larvaların beslenmesi amacıyla kullanılmaktadır (Rodolfi ve diğ., 2003; Chakraborty ve diğ., 2007).



Şekil 6-1. *Brachionus plicatilis*
(https://www.micropia.nl/en/discover/microbiology/Brachionus-plicatilis)

Şekil 6-2. *Artemia salina*

(https://tr.pinterest.com/pin/45176802495954256/)

Yapılan çalışmalarda yemlere *Spirulina* eklenmesi ile yetiştiricilerin karşı karşıya kaldığı en büyük problemlerden biri olan hastalıklarda azalma olmuş ve bu yem ile beslenen türlerde lezzet ve deri pigmentasyonunda iyileşme gerçekleşmiştir. Ayrıca, *Spirulina* ilavesi yem arttırmış böylece yem alımı kolaylaşmış ve larvaların büyüme miktarında artış gözlenmiştir. Yemler büyük oranda tüketildiğinden yem kaybında ve de çevre kirliliğinde azalma olmuştur. *Spirulina*' nın ilavesiyle yemlerdeki maliyet/performans oranı gelişmiştir (Anonim, 2015).

Akuakültürde mikroalglerden yararlanma, canlı ve larva yetiştirme ortamının kalitesini korumak adına elzemdir. *Chlorella* sp. yağ asitleri ve vitaminlerin birincil kaynağı olarak balık yemlere eklenmektedir (Gökpınar ve diğ., 2006). Vitaminler açısından zengin olan mikroalgler, akuatik canlılar için çok önemlidir ve bu durum mikroalglerin besleyici

etki değerini belirleyen bir koşuldur. Çipura larvalarının bulunduğu tesislerde bir rotifer türü olan *Brachionus plicatilis* önemlidir. Rotifer üretiminde, maya içeren yapay yemler de kullanılmaktadır. Bu yemler fitoplanktona nazaran az verimlidir. Tatlı ve deniz suyu bulunan, fitoplanktonun kullanıldığı yetiştiricilik ortamında yaşama oranı, büyüme ve dönüşüm indeksinde daha iyi geri dönüşler sağlanmaktadır. Çipura yetiştiriciliğinde fitoplankton kullanımı mali açıdan bir zorunluluktur. Balık ve karides larvaları yetiştiriciliğinde mikroalglerin olumlu rolünün nedenleri halen tam olarak bilinmemektedir (Richmond, 2004). Su kalitesi, oksijen ve pH durumunda sabitlenme sağlansa da bu tam anlamıyla bir açıklama boyutunda olmamaktadır. Biyoaktif bileşiklerin fonksiyonu, ilk avın yakalanmasının başlaması ve diğer etkiler (probiyotik etkisi, bakteri popülasyonunun düzenlenmesi gibi) de göz önüne alınmasına rağmen, bu durum yeterince açıklanamamaktadır. (Hemaiswarya ve diğ., 2011).

6.11. Mikroalglerde Bulunan Pigment Maddelerinin Yemlerde Kullanımı

Balıkların renk oluşumu ışığın kırılma ve yansımasıyla ve alt deride bulunan pigmentlerin varlığı ile oluşur. Balıklarda 4 adet pigment maddesi bulunmaktadır. Bunlar flavin (sarı renk), melanin (kahverengi, gri ve siyah), guanin (gümüş rengi) ve karotenoid (kırmızı-sarı)'dir (Demirsoy, 1988).

Karotenoid terpen grubu bir maddedir ve sahip olduğu çift bağ renklenmeyi sağlamaktadır. Bu karotenoidler, yükseltgenmiş karotenoidlerdir. Kuş ve balıklarda bu tür karotenoidler bulunur.

Yükseltgenmiş karotenoidler astaksantin, zeaksantin ve lutein'dir. Alabalık türleri 4-4' keto formundaki karotenoidleri, sazan ve japon balıkları 3-3' hidroksi karotenoidleri bulundururlar (Torrissen ve diğ., 1989). Salmonidler, astaksantini β-karotene oranla 15-20 misli daha fazla almaktadırlar. Japon balıklarında etkili olan karotenoidler, lutein ve zeaksantindir. Astaksantine oranla 3 misli oranda absorbe edilmektedir. Karideslerde etkili olan karotenoid, astaksantindir (Yamada ve diğ., 1990). Alınan karotenoidler çeşitli doku ve organlarda (deri, pul, yüzgeç, operkulum, karaciğer, safra, yumurta, kan ve yağ dokusu) birikmektedir. Birikme oranları canlının yaşı, vücut büyüklüğü, cinsiyeti, cinsel olgunluğu gibi etmenlere bağlıdır. Üreme döneminde kaslarda birikmiş olan karotenoidler dişi bireylerde ovaryumlara, erkekler bireylerde ise deriye gönderilirler.

Torrissen (1986), astaksantinin en doğru pigment maddesi olarak bilinmesine karşın, gökkuşağı alabalığı üzerinde yaptığı çalışmada, kantaksantinin, astaksantine göre pigment oluşumunda daha etkin olduğunu bildirmiştir. Christiansen ve ark., (1988), başlangıç ağırlıkları 15-125 g olan alabalıklarda iki aylık periyotta 40 mg/kg kantaksantin kullanarak önemli derecede pigmentasyon elde ettiklerini, fakat düşük ağırlıklı bireylerde kantaksantinin az miktarda biriktiğini bildirmişlerdir.

Torrissen ve diğ., (1989), astaksantinin dokularda en çok biriktiği miktarın 10,2 mg/mg olduğunu, bu seviyeden sonra verilen karotenoidin birikimde bir artış sağlamadığını bildirmişlerdir. No ve diğ., (1991), karotenoidlerin emiliminin, sıcaklık ile bir ilgisi

olmadığını ve canlının büyüklüğü ile pigmentasyon arasında lineer bir bağlantının olduğunu göstermektedirler. *Chlorella vulgaris* ilavesi yapılan yemlerle 9 hafta süre ile beslenen çipuralarda sentetik karotenoid kaynağı, astaksantine göre benzer sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır (Gouveia ve diğ., 2002). *Haematococcus pluvialis* ve karides kabuğu unu içeren yemleri kullanarak yapılan bir araştırmada *Pagrus pagrus* türünde pigmentasyon oluşmuştur (Kalinowski ve diğ., 2005; Tejera ve diğ., 2007). Tropikal balıkların parlak ve canlı renklere sahip olması, yalnızca çiftleşme ve türlerin bir göstergesi olmayıp, ayrıca fizyolojik görevlerin de sebebidir. Akvaryum balıkları karotenoidleri algler, mercanlar ve yemlerde bulunan pigmentlerden alırlar. Kopepod, euphasia ve mikro krustaseler sucul canlıların ilk besinini oluşturmaktadırlar. Astaksantin ve tunaksantin birlikte veya ayrı olarak bütün deniz canlılarında bulunur. Tropikal akvaryum balık yetiştiriciliğinin en önemli sorunlarından birisi, canlının doğal olarak renklenmesini sağlamak ve rengin bozulmadan devamını sağlamaktır.

Bilimsel çalışmalar pigmentasyonda oluşan kayıplar sonucu türlerin yeteri kadar pazarlanamadığını göstermektedir. Çoğu karotenoid kaynağı ile bu problemin çözülmesi amacı ile çalışılmış, yalnızca *Haematococcus* türü en etkili sonuç vermiştir. Akvaryumda 30 ppm miktarında astaksantin, canlı yemlere eklendiğinde *Tetra, Çiklit, Gurami, Altın balık, Koi* ve *Danios* türlerinde renk gelişmesi gözlenmiştir (Ako ve Tamaro, 1999).

Palyaço balığı yemine 100 ppm miktarında astaksantin ilavesi (*Amphripion ocellaris* ve *Premnas biaculeatus*) sonucu yedi günlük

süreçte sarı, kestane ve siyah pigmentasyonda farkedilir derecede artış sağlamıştır. Toz formdaki %1'lik *Haematococcus* kılıçkuyruk, kırmızı velvet, rainbow köpek balığı, diskus, gurami ve rosy barbların yemlerine eklendiğinde, yedi günlük süreçte türlerin pigmentasyonunda önemli değişikliklere sebep olmuş ve büyüme oranlarında gelişme sağlamıştır.

Duncan ve diğ., (1994), tropikal akvaryum balık türlerinden tetrazon, altın mermer balığı ve altın tilapyayı kapalı devre tatlı su sisteminde farklı karotenoid oranları içeren yemlerle beslemişlerdir. Karotenoid kaynağı olarak yemlerde, 50 ve 200 ppm oranında kırmızı biberden elde edilen özüt ve *Spirulina* sp. kullanılmıştır. 10 hafta boyunca günde iki kez yemleme yapılmıştır. Değerlendirme renk standartlarına göre yapılmıştır. Karotenoid içeren yemlerle beslenen balıkların derileri karotenoid bulunmayan yemlerle beslenen kontrol grubuna göre daha güzel renklenmişlerdir. Tetrazon türünde en iyi renklenme 200 ppm oranında karotenoid içeren kırmızıbiber ekstraktı veya mavi yeşil alg katılan yemlerle beslenmede görülmüştür. 100 ve 200 ppm oranında kırmızıbiber ekstraktı içeren yemle beslenen türlerde renklenme derecesinde fark oluşmamıştır. *Spirulina* sp. ile beslenen tetrazonlarda, sarıdan portakal-kırmızı renge kadar değişebilen renkler ve kırmızı biberle beslenenlerde daha kırmızımsı-portakal rengin meydana geldiği görülmüştür. Kırmızıbiber ekstraktı ile beslenen altın mermer balıklarında portakal kırmızısı renk ile en mükemmel renklenme gözlenmiştir. Altın tilapya aynı pigment maddeleri bulunan yemlerle beslenmiş ve pigment kaynağı olan maddelerin deri pigmentasyonu

üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir. Kırmızı biberin diğer türlerde olduğu gibi tilapyada, portakal-kırmızımsı renge, *Spirulina* sp.'nın sarımsı-portakal sebep olduğu bildirilmiştir (Yeşilayer ve Doğan, 2008).

Tropikal balıklar, kuşlar ve evcil hayvanlar daha ekonomik olan *Spirulina* ürünlerini tüketmektedirler. Yüksek besin içeriği olan *Spirulina* sp.'dan ilk kez Uzak Doğu'da Koi sazanının renklenmesinde yararlanılmıştır. Süs havuzlarında bulunan bu türün kırmızı, sarı, turuncu, beyaz ve siyah renkte benekleri vardır. Asırlardır Uzak Doğu'da kültürü yapılmakta ve amatör balıkçılar tarafından beslenmektedir. Karın kısmındaki beyaz bölgenin renklenmesi, kırmızı ve sarı tonlarının artması için karoten ihtiva eden *Spirulina* sp., yeme %10-20 olarak ilave edilmelidir. Bu yöntem balıklarda renklerde belirgin olarak seçicilik miktarını arttırmaktadır.

Azalan doğal kaynakların dengelenmesi için yetiştiricilik sektörü yıl bazında %10 artış göstermektedir. Yemlere *Spirulina* sp., eklenmesi yetiştiricilerin maruz kaldığı problemleri çözmek adına önemli bir girişimdir. Tesislerde oluşabilecek enfeksiyon ve rahatsızlıklara karşı direnç gösterilmesi, doku ve deri renginde iyileşme sağlanabilmesi adına *Spirulina* kullanımı önem taşımaktadır. Araştırmacılar *Spirulina* sp. ilavesi olan diyetlerin önemli faydalarını bildirmişlerdir. Bunlar daha fazla büyüme oranı, daha yüksek kalitede renkler, daha yüksek yaşam oranları, azalan ilaç kullanımı ve atık madde miktarıdır. *Spirulina* sp. yem lezzetini arttırmakta böylece larvaların büyüme yükseltmekte ve daha az yem kaybı oluşmaktadır. *Spirulina* ilavesi

yenlerin maliyet-performans oranını geliştirmektedir. Akuakültürde ilk aşama larva evresidir. Bu dönem başarılı bir yetiştiricilik adına yorucu ve kritik bir zamandır. Türlerin yaşam oranı genellikle düşük seviyededir. *Spirulina* ilaveli yemler, türün yaşama oranını %2-10 oranında arttırmaktadır ve pazar boyuna daha hızlı gelmesini sağlar. Akvaryum balıkları için popüler yem olan *Artemia*, zooplanktonlar ve balıklar için ise *Spirulina* en doğru gıda maddesidir.

6.12. Mikroalglerdeki Yağ Asitleri

Alglerde yağ miktarı %2-5 oranındadır. Alglerde bulunan esansiyel yağ asitleri karasal bitkilere oranla daha yüksek miktardadır (Duru ve Kargın, 2013). Mikroalglerden sağlanan EPA ve DHA gibi yağ asitleri, larva gelişimi için elzemdir (Sargent vd., 1997). Yağ asit kompozisyonu, türlere göre değişiklik gösterir. Birçok mikroalg, %5-35 oranında EPA içerir. *Pavlova* sp., *Isochrysis* sp. ve *Cryptomonads* sp.'de DHA %0,5-10 oranındadır. *Nannochloropsis* sp. ve diatomlar, AA'nın %1-5 ile en yüksek miktarını içerirler. *Pavlova* sp. ve *Isochrysis* sp. gibi yağ asitleri bakımından zengin türler ile zooplanktonlar beslenir. Dengeli EPA/AA alımı, işlev hasarlarını engelleyebilir ve hastalıklar sonucu meydana gelen metabolik rahatsızlıkların tedavisinde iyileştirici olabilir (Gill ve Valivety, 1997). Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae, Eustigamatophyceae ve Prasinophyceae sınıfı gibi türlerde yüksek oranda EPA bulunmaktadır. *Nannochloropsis* türleri, akuakültürde besin olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca bu türlerden, EPA'nın ticari üretimi için faydalanılmaktadır (Apt ve Behrens, 1999).

Porphyridium purpureum'da da yüksek miktarda EPA tespit edilmiştir (Martı´nez-Ferna´ndez ve; Wen ve Chen, 2003). EPA içeren çok sayıda mikroalg tespit edilmesine rağmen, özellikle birkaç türden endüstriyel yönden yararlanılmaktadır (Raja vd., 2007b). Bunun sebebi, spesifik büyüme oranının düşük olması ve fotoototrofik koşullarda üretimi yapılan alglerin düşük hücre yoğunluğuna sahip olmalarıdır.

Kabuk değişiminde steroid hormonuna, büyüme ve yumurta üretiminde, yapısında PUFA/HUFA bulunduran enerji kaynaklarına gereksinim duyulmaktadır. Balık fosfogliseritleri, (n-3) PUFA/HUFA formundaki yağ asitlerinin %50'sini ihtiva ederler. Diatomlardaki lipitler, (n-3) PUFA/HUFA ile 20:5 (n-3) EPA bulundurmasına karşın, eser miktarda DHA içerirler. Dinoflagellatdaki lipitler, yüksek oranda DHA ve 18:5 (n-3) yağ asidi içermektedirler (Gara vd., 1998).

6.13. Mikroalglerdeki Antioksidanlar

Serbest radikallere karşı vücudumuzda savunma mekanizması oluşturan biyoaktif maddelere "antioksidan" adı verilir. Antioksidanlar, doğal antioksidanlar ve ilaçlar olarak sınıflandırılabilir. Doğal antioksidanlar, enzimler (superoksit dismutaz, katalaz, sitokrom-C-oksidaz, hidroksiperoksidaz), makromoleküller (seruloplazmin, transferrin, ferritin) ve mikromoleküllerdir (β-karoten, A vitamini, C vitamini, tokoferol, glutation, N-asetil sistein, metionin, kaptopril) (Hilmi, 1994). Tokoferol, askorbik asit, karotenoidler, bioflavonoidler ve retinoidler karasal organizmalar ile alglerde bulunan antioksidan özellikte maddelerdir (Gökpınar ve diğ., 2006).

Güçlü antioksidan etkiye sahip astaksantini biriktirebilen *Haematococcus pluvialis*'in kapalı sistemlerde üretimi yapılabilmektedir (Torzillo vd., 2003). Vitaminler yönünden iyi bir kaynak olan mikroalgler, akuakültürde kullanılan primer vitamin kaynağıdır ve bu durum alglerin besleyici değerini belirleyen önemli faktörlerden birisidir. Mikroalg türleri vitamin içeriği yönünden araştırılmıştır. *Nannochloropsis* sp., *Pavlova pinguis* ve *Tetraselmis* sp. akuatik besin zincirinde diğer canlıların primer vitamin kaynağı olmaları açısından son derece önemli türlerdir (Brown vd., 1999). *Chlorella* sp., yetiştiricilikte yağ asidi ve vitamin primer kaynağı olarak yemlere eklenmektedir. Serbest radikalleri süpürme etkisi ile yok edebilen *Chlorella* ekstraktı, alfa-tokoferol ve karotenoidler gibi lipofilik özellikte antioksidan bileşik içermektedir (Gökpınar ve diğ., 2006).

Karotenoid biriktiren türlere *Chlorella sorokiniana*, *Chlorella zofingiensis*, *Dunaliella salina* ve *Haematococcus pluvialis* örnek olarak verilebilir. *Dunaliella salina*, yüksek tuzluluğa karşı hücre dışı gliserol salgısıyla tolerans gösterebilmektedir ve yüksek oranda karotenoid içeren bir türdür. Kuru ağırlığının %2,8 oranında karotenoid ihtiva eder. Bünyesinde β-karoten, α- karoten, lutein ve likopen de biriktirebilmektedir. β-karoten gibi yağda çözünebilen maddeler serbest radikalleri yok eder ve lipofilik yapıda oldukları için serbest radikallerin hücre zararında sebep oldukları oksidatif etkiyi inhibe ederler. Ayrıca peroksidaz, super oksit dismutaz ve katalaz gibi enzimlerin onarımını sağlamakla görevlidirler (Gökpınar ve diğ., 2006).

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Mikroalglerin yüksek maliyetindeki pahalılık, tesislerde kullanımını engelleyici bir faktördür. Fakat yapılan araştırmalar ve teknolojik gelişmeler ile mikroalglerin üretim maliyetleri minimum seviyeye indirilebilmektedir. Doğru mikroalg türlerinin belirlenmesi, akuakültür sektöründe destekleyici bir etkendir. Gelişen yöntemler endüstri sektörü için iyi bir besin içeriği veya büyüme özellikleri gösteren yeni türlerin verimliliğini yükseltebilmekte ve alternatif türlerin kullanımını arttırmaktadır.

Yapılan çalışmalar, yüksek besin değeri ve fiziksel özelliklere sahip mikroalglerin, akuakültür sektöründe sağlıklı bir yetiştirme ortamı sunabileceğini göstermektedir. Yapılacak çalışmalar farklı yemlerle beslenen ve farklı kültür koşullarına sahip zooplanktonlar için gerekli besinlerin (pigmentler, steroller vb.) aktarımı konuları ile ilgili olmalıdır. Aynı zamanda yoğun ve yaygın olarak yapılan kültür koşullarında yeşil su sistemleri dönüşümünün daha iyi kavranması, larva kültüründe mikroalglerin kullanımının artışına katkıda bulunacaktır.

Alg üretimi maliyet-etkinlik oranlarından bağımsız olarak, az maliyetli biyokütle üretimi için heterotrofik metodlar ve fotobiyoreaktör kullanımı, tesislerde alg üretimi adına bir alternatif olabilmektedir. Kamçı yapısına sahip (*Isochrysis* sp. ve *Pavlova lutheri* vb.) canlıların konsantrasyonlarının arttırılması adına daha fazla araştırmaya gerek duyulmaktadır. Zooplankton miktarı artışında alglerin kullanımı,

öncelikle besin kalitesini artırmak için olmalıdır. Mikroalgler, besin zincirleri vasıtasıyla aktarılabilen besin maddeleri içermektedirler. *Thraustochytrid* sp. gibi yeni tanınan türler, oldukça yüksek DHA miktarı ve DHA: EPA oranı ile için zooplanktonun gelişmesinde etkili bir materyal olarak karşımıza çıkmaktadır. *Thraustochytrid* sp.'nin diğer beslenme özellikleri de araştırılmalıdır. Çalışmalarda, zooplankton ve balık larvaları ile mikroalgler arasındaki yağ asidi döngüsü tespit edilmiştir. Vitaminler hakkında daha literatür bulunmaktadır.

Günümüzde araştırmaların birçoğu mikroalglerin biyolojik arıtımı ve biyoyakıt üretimi ile ilgili olanlarını kapsamaktadır. Yetiştiricilikte mikroalglere gen ilavesi, türlerin yaşam kalitesini desteklemektedir. Akuakültürde kullanılan biyoteknolojik yöntemler ile türlerin büyüme ve üreme oranlarında pozitif bir etki, hastalık ve DNA hasarı gibi durumların ortaya çıkışında azalma sağlanmaktadır. Daha sağlıklı ve verimli bireyler meydana gelmekte ve soyu tükenmek tehlikesi ile karşı karşıya olan canlıların genleri koruma altına alınabilmektedir. Biyoteknolojik uygulamaların karasal hayvan yetiştiriciliğinde olduğu gibi akuakültür alanında da etkin şekilde kullanılması ile sektörün gelişmesine ve ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacaktır.

8. REFERANSLAR

Abdikoğlu Dİ (2015). Tekirdağ İli'nde balık tüketim eğilimlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi.

Ak İ, Çetin Z, Cirik Ş, Göksan T (2011a). Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss Cultu- re Using an Agricultural Organic Fertilizers. FEB 20(8a):2156-2162.

Ako H, Tamaru CS (1999). Are feeds for food fish practical for aquarium fish, International Aquafeeds, 2;30-36.

Aktar S, Cebe Ge (2010). Alglerin Genel Özellikleri, Kullanım Alanları ve Eczacılıktaki Önemi. J. Fac. Pharm, 39(3); 237-264.

Aktar S, Elgin Cebe G (2010). Alglerin Genel Özellikleri, Kullanım Alanları ve Eczacılıktaki Önemi, Ankara Ecz. Fak. Derg, 39(3):237-264.

Akyıl S, İlter I, Koç M, Kaymak-Ertekin F (2016). Alglerden Elde Edilen Yüksek Değerlikli Bileşiklerin Biyoaktif/Biyolojik Uygulama Alanları. Akademik Gıda, 14(4); 418-423.

Alçay A, Bostan K, Dinçel E, Varlık C (2017). Alglerin İnsan Gıdası Olarak Kullanımı. Aydın Gastronomy, 1(1):47-59.

Alpbaz A, Cirik S, Özden O, Temelli B, Korkut AY, Saka Ş, ve diğ., (1992). Deniz Balıkları Yetiştiriciliğinde Artemia. E.Ü. Su Ürünleri Yüksekokulu Yay.No: 32

Alvarez JS, Llamas AH, Galindo J, Fraga I, Garca T, Villarreal H (2007). Substitution of fishmeal with soybean meal in practical diets for juvenile white shrimp Litopenaeus schmitti. Aquaculture Research, 38: 689–695.

Angiş S ve Oğuzhan P (2008). Türkiye 10. Gıda Kongresi; Su Ürünlerinde Kullanılan Katkı Maddeleri, pp 603-606. Erzurum.

Anonim 2003. http://www.hekimce.com/index.php?kiid=76

Anonim 2006. Gıda Ürünleri ve Gıda Teknolojileri Fuarı. Suda Yaşam Dergisi, 12:48-54.

Anonim, 2014. Onuncu Kalkınma Planı Su Ürünleri Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Kalkınma Bakanlığı, Ankara, 80 s.

Anonim, 2017. On birinci Kalkınma Planı: Su Ürünleri Çalışma Grubu Raporu.

Anonim, Su Ürünleri Sektör Politika Belgesi 2019-2023 Ta- gem.

Anonim. (2015). Spirulina. Retrieved from http://www.algaeindustry magazine.com/special-report-spirulina-part-6 (20.10.2015).

Apt KE, Behrens PW (1999). Commercial developments in microalgal biotechnology. Journal of Phycology, 35: 215–226.

Arslaner A, Türkoğlu Z (2019). Fonksiyonel Bir Gıda Katkısı Olarak *Spirulina Platensis Spirulina Platensis* As A Functional Food Additive. 1. Uluslararası Malatya Uygulamalı Bilimler Kongresi, 308-313.

Atar HH (2018). https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/ithal-somon-yerine-yerli-hamsi-cagrisi/1326573.

Bai MD, Cheng CH, Wan HM, Lin YH (2011). Microalgal pigments potential as by products in lipid production. J. Taiwan Inst. Chem. Eng., 42(5): 783-786. 23.

Begum H, Yusof, FM, Banerjee S, Khatoon H, Shariff M (2016). Availability and utilization of pigments from microalgae. Crit Rev Food Sci Nutr. 56(13):2209-2222.

Bendary MM, Bassiouni MI, Ali MF, Gaafar HM, Shamas AS (2013). Effect of premix and seaweed additives on productive performance of lactating Friesian cows. Int. Res. J. Agric. Sci. Soil Sci. 3:174–181.

Blunden G (1991). Agricultural Uses of Seaweeds and Seaweed Extracts. in: Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential. Ed. Guiry, M., Blunden, G., John Wiley and Sons, New York, p: 66– 81.

Borowitzka LJ (1992). Micro-Algal Biotechnology, Cambridge Univ. Press, pp. 477.

Borowitzka LJ, Borowitzka MA, Moulton TP (1984). The mass culture of Dunaliella salina for fine chemicals: From laboratory to pilot plant. Hydrobiologia 116: 115–121.

Bostan K, Dinçel E, Varlık C (2017). Alglerin İnsan Gıdası Olarak Kullanım, Aydın Gastronomy, 1(1):47-59.

Bowen HJM (1966). Trace Elements in Biochemistry, Academic Press, London and New York.

Bromage NR, Shepherd CJ, Roberts J (1988). Farming systems and husbandry practice. In: Shepherd CJ Bromage NR, eds. Intensive Fish Farming. Oxford: BSP Professional, pp.16

Brownlee IA, Allen A, Pearson JP, Dettmar PW, Havler ME, Atherton MR, Onsøyen E. (2005). Alginate as a source of dietary fiber. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 45:497–510.

Carrillo S, Rios VH, Calvo C, Carranco ME, Casas M, Perez-Gil F (2012). n-3 fatty acid

Cashman KD, Hayesa A (2017). Red meat's role in addressing 'nut-

rients of public health concern'. Meat Science,132: 196–203.

Chakraborty RD, Chakraborty K, Radhakrishnan EV (2007). Variation in fatty acids composition of Artemia salina nauplii enriched with microalgae and baker's yeast for use in larviculture. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55: 4043–4051.

Chapman, V.J., Chapman, D.G., 1980. Seaweeds and Their Uses. 2nd Edition. London.

Christiansen J, Wallace JC (1988). Deposition of Canthaxanthin and Muscle Lipid end two Size Groups of Charr (Salvelinus alpinus, Line), Aquaculture, 69:69-78.

Cirik Ş, Cirik S (2011). Su bitkileri I-Deniz Bitkilerinin Biyolojisi, Ekolojisi ve Yetiştirme Teknikleri, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, 58:135-145. Content in eggs laid by hens fed with marine algae and sardine oil and stored at different times and temperatures. J. Appl. Phycol. 24(3):593–599.

Çelikkale MS, Düzgüneş E, Okumuş İ (1999). Türkiye Su Ürünleri Sektörü, İTO Yayınları No: 1999–2, Lebib Yalkın Yayınları ve Basım İşleri A.Ş., İstanbul, 414s.

Çılgın E (2015). 3. Nesil Biyoyakıt Teknolojisi Alglerin bir Dizel Motorunda Performans ve Egzoz Emisyonlarına Etkisinin Araştırılması. J. Inst. Sci. & Tech. 5(3): 33-41.

Çolakoğlu FA, İşmen A, Özen Ö, Çakır F, Yığın Ç, Ormancı HB (2006). Çanakkale İl'indeki su ürünleri tüketim davranışlarının değerlendirilmesi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi. 23(Suppl.1/3): 387-392.

De Roeck – Holtzhauer Y (1991). Uses of Seaweeds in Cosmetics. in: Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential. Ed. Guiry, M., Blunden, G., John Wiley and Sons, New York, p: 83– 94.

Demirel R ve Demirel Şentürk D (2018). Tek Hücre Proteinlerinin İnsan ve Hayvan Beslemede Kullanımı. Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech. 8(3): 327-336.

Demirsoy A (1988). Yaşamın Temel Kuralları, Cilt III/Kısım I, Hacettepe Üniversitesi yayınları, pp. 268.

Dernini S, Berry EM (2015). Mediterranean Diet: From a Healthy Diet to a Sustainable Dietary Pattern. Front. Nutr. 2: 15.

Duncan DL, Lovell RT, Ramboux AC (1994). Effectiveness of different carotenoid sources in enhancing pigmentation in ornamental fishes, W.A.S. World Aquaculture, 94:41-47.

Dural B (1989). Taxonomic investigation of the order Ulvales in Çandarlı Bay II. Ulvaceae A) Ulva L. species, Doğa Turkish Journal of Botany, 13:474-486.

El-Baz FK, Hanan F, Aly HF, Ali GH (2017). Haematococcus Pluvialis Modulatıng Effect On Neurotransmitters, Hormones And Oxıdatıve Damage-Assocıated With Alzheımer´s Disease in Experimental Rat´s Model. Int J Pharm Pharm Sci, 9(2);198-206.

Eliçin AK, Kılıçkan A, Avcıoğlu AO (2009). Mikroalglerden Biyodizel Üretimi. 25. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi bildiri kitabı, pp: 273 – 278. Isparta

European Commission. Horizon 2020. https://ec.europa.eu/ programmes/horizon2020.

FAO, 2016. FAO Yearbook, Fishery and Aquaculture Statistics, Rome. 104pp.

FAO, 2018. Dünyada Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Durumu, Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarının Uygulanması.

Gamal AA (2010). Biological importance of marine algae, Saudi Pharmaceutical Journal, 18, 1- 25.

Gara B, Shields RJ, McEvoy L (1998). Feeding strategies to achieve correct metamorphosis of Atlantic halibut, Hippoglossus hippoglossus L., is using enriched Artemia. Aquaculture Research, 29: 935–948.

Gill, I., & Valivety, R. (1997). Polyunsaturated fatty acids: Part 1. Occurrence, biological activities and applications. Trends in Biotechnology, 15: 401–409.

Gouveia L, Choubert G, Pereira N, Santinha J, Empis J, Gomes E (2002). Pigmentation of gilthead seabream, Sparus aurata (L.1875), using Chlorella vulgaris (Chlorophyta, volvocales) microalga, Aquaculture Research, 33:987-993.

Gökpınar Ş, Koray T, Akçiçek E, Göksan T, Durmaz Y (2006). Algal antioksidanlar. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 2 -Ek (1/1): 85-89.

Gültekin F, Akın S (2019). İşlenmiş Et Ürünleri ve Gıda Katkı Maddeleri. Journal of Halal Life Style, 1:1.

Gümüş G (2006). Deniz Marulunun Kimyasal Kompozisyonunun Araştırılması, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

Harlıoğlu A, Kutluyer F (2016). Balıklarda Sperm Kalitesine Yağ Asitlerinin Etkisi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 2(3):37-45.

Hecer C (2012). Türkiye'de balıkçılık sektörüne ve Türk Halkının su ürünleri tüketim alışkanlıklarına genel bir bakış. Uludag Univ J Fac Vet Med, 31 2: 45-49.

Hemaiswarya S, Raja R, Kumar RR, Ganesan V, Anbazhagan C (2011). Microalgae: a sustainable feed source for aquaculture. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 27: 1737–1746.

Henchion M, McCarthyb M, Resconi VC, Troy D (2014). Meat consumption: Trends and quality matters. Meat Science, 98: 561–568.

Indergaard M, Minsaas J (1991). Animal and Human Nutrition in: Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential. Ed. Guiry, M., Blunden, G., John Wiley and Sons, New York, p: 22 – 65.

Ishaq AG, Matias-Peralta HM, Basri H (2016). Bioactive Compounds from Green Microalga – Scenedesmus and its Potential Applications: A Brief Review. Pertanika J. Trop. Agric. Sci. 39(1): 1-16.

Iwamato RN, Myers JM, Hersberger WK (1990). Heritability and genetic correlatione for flesh coloration in Penreared and Caho Salmon, Aquaculture, 86:181- 190.

İşçimen B, Kutlu Y, Uyan A, Turan C (2015). Merkez-kenar uzunluğu yöntemi kullanılarak iki sırt yüzgeçli balık türlerinin sınıflandırılması. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı. Conference Paper. Researchgate, 16-19 Malatya, 2015.

Kalinowski CT, Robaina LE, FernándezPalacios H, Schuchardt HD, Izquierdo MS (2005). Effect of different carotenoidsources and their dietary levels on red porgy (Pagrus pagrus) growth and skincolour, Aquaculture, 244:223-231.

Kargın YH (2006). Mikroalg Üretimi İçin Fotobiyoreaktör Tasarımları. Ege Journal of Fisheries&Aquatic Sciences, Cilt/Volume 23, Ek/Suppl. (1/2): 327-332.

Koca S ve Beyhan T (2014). Bazı Ticari Zenginleştiricilerin *Artemia* sp.' nin Yağ Asidi Kompozisyonuna Etkileri. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 10(1): 25-32 (2014)

Koray T (2002). Denizel fitoplankton (Ders kitabı), Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, 32:147-14.

Kotsonis FN, Burdock GA, Flam WG. (2001). Food toxicology. in "Casarett & Doull's Toxicology 6th edition" Ed. C.D. Klaassen. McGraw-Hill. pp 1049-1087,New York.

Kraan S (2012). Algal Polysaccharides, Novel Applications and Outlook - Comprehensive Stu- dies on Glycobiology and Glycotechnology, Prof. Chuan-Fa Chang (Ed.), INTECH Open Access Publisher. pp: 490 – 530.

Lavens P, Sorgeloos P (1996). Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical paper. In: Lavens P, Sorgeloos P (eds) Rome. pp. 36–19.

Léger P, Bengtson DA, Sorgeloos P, Simpson KL, Beck AD (1986). The use and nutritional value of Artemia as a food source. Oceanography and Marine Biology, An Annual Review, 24: 521-623.

Lehninger AL (1975). Biochemistry. The Molecular Basis of Cell Structure and Function (2nd Edition). 1104 p. New York.

Lo´pez Elı´as JA, Voltolina D, Chavira Ortega CO, Rodrı´guez BB, Sa´enz Gaxiola LM, Esquivel BC, Nieves M (2003). Mass production of microalgae in six commercial shrimp hatcheries of the Mexican northwest. Aquacultural Engineering, 29: 155–164.

Lum KK, Kim J, Lei XG (2013). Dual potential of microalgae as a sustainable biofuel feedstock and animal feed. J. Anim. Sci. Biotechnol. 4:53.

MacArtain P, Gill CIR (2007). Mariel Brooks, M., Campbell, R., Rowland, I.R. (2007). Nutritional Value of Edible Seaweeds. Nutrition Reviews, 65(12) :535–543.

Marquez GPB, Santiañez WJE, Trono Jr, GC, Montaño MNE, Araki H, Takeuchi, H., Hasegawa T (2014). Seaweed biomass ofthe Philippines: Sustainable feedstock for biogasproduction, Renewable and Sustainable EnergyReviews, 38: 1056-1068,

Martı´nez-Ferna´ndez E, Paul C. (2007). Use of tropical microalgae as food for larvae of the black-lip pearl oyster Pinctada margaritifera. Aquaculture, 263: 220–226.

Mouritsen OG (2013). Seaweeds: Edible, Available, and Sustainable. University of Chicago Press. Chicago. pp:272.

Mouritsen OG (2013). Seaweeds: Edible, Available, and Sustainable. University of Chicago Press. Chicago. pp:272.

Muller-Feuga A. (2004). Microalgae for aquaculture: the current global situation and future trends. In: Richmond A.

Muller-Feuga, A. (2000). The role of microalgae in aquaculture: situation and trends. Journal of Applied Phycology, 12: 527–534.

Naz M, Gökçek K (2006). Fotobiyoreaktörler: Fototropik Mikroorganizmalar için Alternatif Üretim Sistemleri. Ulusal Su Günleri 2004, 6-8 Ekim 2004, İzmir.

New MB, Wagner CV (2000). Freshwater prawn culture. Blackwell Science, Oxford, pp. 1–11.

No HK, Storebakken T (1991). Pigmentation of Rainbow Trout with astaxanthin at different water temperatures, Aquaculture, 97:203-216.

Norambuena F, Hermon K, Skrzypczyk V, Emery JA, Sharon Y, Beard A, Turchini GM (2015). Algae in fish feed: performances and fatty acid metabolism in juvenile Atlantic Salmon. *PloS one*, *10*(4):e0124042.

Odabaşı Y (2016). Su ürünleri tüketim alışkanlıkları üzerine bir araştırma: Diyarbakır İli Örneği, Yüksek Lisans Tezi.

Ohshima T (1998). Recovery and use of nutraceutical products from marine resources. Food Technology, 52(6):50-55.

Özçiçek et al., (2017) Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 34(3): 347-354.

Patil V, Kallqvist T, Olsen E, Vogt G, Gislerød HR (2007). Fatty acid composition of 12 microalgae for possible use in aquaculture feed. Aquaculture International, 15: 1–9.

Plaza M, Santoyo S, Jaime L (2010). Screening for bioactive compounds from algae. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 51(2)450–455.

Pulz O (1994). Open-air and semi-closed cultivation systems for the mass cultivation of microalgae. In; Phang, S. M., Lee, K., Borowitzka, M. A., Whitton, B. (eds.), Algal Biotechnology in the Asia- Pasific Region. Institute of Advenced Studies, University of Malaya, Kuala Lumpur; 113- 117.

Pulz O (2001). Photobioreactors: production systems for phototropic microorganisms. Applied Microbiology and Biotechnology, 57: 287– 293.

Raja R, Anbazhagan C, Lakshmi D, Rengasamy R (2004b). Nutritional studies on Dunaliella salina (Volvocales, Chlorophyta) under laboratory conditions. Seaweed Resources Utilization, 26: 127–146.

Raja R, Hemaiswarya S (2010). Microalgae and immune potential a chapter in dietary components and immune function–prevention and treatment of disease and cancer. In: Watson RR, Zibadi S, Preedy VR (eds) Humana Press/Springer, ISBN: 978-1-60761-060-1, USA, pp. 517– 529.

Raja R, Hemaiswarya S, Balasubramanyam D, Rengasamy R (2007a). Protective effect of Dunaliella salina (Volvocales, Chlorophyta) on experimentally induced fibrosarcoma on wistar rats. Microbiological Research, 162: 177–184.

Raja R, Hemaiswarya S, Rengasamy R (2007b). Exploitation of Dunaliella for β-carotene production. Applied Microbiology and Biotechnology, 74: 517–523

Richmond A (1986). Handbook of Microlagal Mass Cultures of Microalgae, (ed. Richmond A), CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. (1986), pp. 285–329.

Richmond, A. (2004). Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology. Blackwell Science Ltd., pp. 1–544.

Rioux LE, Turgeon SL (2015). Seaweed carbohydratres. in: Seaweed Sustainability. Eds. Tiwari, B.K., Troy, D. J., Elsevier, USA. pp 141 - 192.

Rodgers AB. Dietary Guidelines for Americans 2015-2020 Eighth Edition, USA.

Rodolfi L, Zittelli GC, Barsanti L, Rosati G, Tredici MR (2003). Growth medium recycling in Nannochloropsis sp. mass cultivation, Biomolecular Engineering, 20:243-248.

Rodrigueza MRC, Montano MNE (2007). Bioremediation potential of three carrage- enophytes cultivated in tanks with seawater from fish farms. Journal of Applied Phycology, 19(6):755-762.

Say AN, Keriş ÜD, Şen Ü, Gürol MD (2010). Mikroalglerden Biyokütle Enerjisi Üretimi ve Türkiye. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES,10. 1-5 Aralık 2010. Bursa. P:263 – 271.

Shah MM, Liang Y, Cheng JJ, Daroch M (2016). Astaxanthin-Producing Green Microalga Haematococcus pluvialis: From Single Cell to High Value Commercial Products. *Frontiers in plant science*, *7*:531.

Shamshak GL, Anderson JL, Asche F, Garlock T, Love DC (2019). U.S. seafood consumption. J World Aquacult Soc, 1–13.

Sirakov I, Velichkova K, Stoyanova S, Staykov Y (2015). The importance of microalgae for aquaculture industry. Review, International Journal of Fisheries and Aquatic Studies; 2(4): 81-84.

Soong P (1980). Productrion and development of Chlorella and Spirulina in Taiwan. In: Shelef, G., Soeder, C. J. (Eds.), Algae Biomass. Elsevier/North Holland Biomedical Pres, Amsterdam; 97-113

Spolaore P, Joannis-Cassan C, Duran E, Isambert A (2006). Commercial applications of microalgae. Journal of Bioscience and Bioengineering, 101: 87–96.

Spolaore P, Joannis-Cassan C, Duran E, Isambert A (2006). Commercial applications of microalgae. Journal of Bioscience and Bioengineering, 101: 87–96.

Şahin K (2019). TÜBA-GIDA ve BESLENME ÇALIŞMA GRUBU: Su Ürünleri ve Sağlık. TUBA raporları. Sayfa 5.

Tejera N, Cejas JR, Rodriguez C, Bjerkeng B, Jerez S, Bolanos A, Lorenzo A (2007). Pigmentation, carotenoids, lipid peroxides and lipidcomposition of skin of red porgy (Pagrus pagrus) fed diets supplemented withdifferent astaxanthin sources, Aquaculture, 270:218-230.

Tekdal D ve Ünek C (2019). Türkiye’de Bazı Ekstrem Çevre Koşullarında Yaşayan Mikroalgal sensu lato Biyoçeşitliliğin Önemi. Bağbahçe Bilim Dergisi. 66-72.

Toprak İ, Şentürk Ş, Yüksel B, Özer H, Çakır B, Bideci A (2002). Gıda katkı maddeleri. Ankara T.C. Sağlık Bakanlığı Hacettepe Üniv.

Temel Sağlık Hizmetleri Beslenme ve Diyetetik Genel Müdürlüğü Bölümü.

Torrissen OJ (1986). Pigmentation of Salmonids a camparasion of astaxanthin and canthaxanthin as pigment for Rainbow Trout, Aquaculture, 53:271-278.

Torrissen OJ, Hardy RW, Shearer KD (1989). Pigmentation of salmonids carotenoids deposition and metabolism, Aquatic Sciences, 1:209-225.

Tredici MR, Zitelli GC (1997). Cultivation of Spirulina (Arthrospira) platensis in flat plate reactors. In: Vonshak, A. (ed.), Spirulina platensis (Arthrospira): Physiology, cell-biology and biotechnology. Taylor and Francis, London; 117-130.

Turan G (2007). Su Yosunlarının Thalassoterapi'de Kullanımı. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim dalı, Yetiştiricilik Bölümü. Doktora tezi. pp.20 -25

TÜİK, 2018a. Dış Ticaret İstatistikleri, http:// www.tuik.gov.tr/ PreTablo.do alt_id=1046. TÜİK, 2019. Su Ürünleri İstatistikleri, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do alt_id=1005.

Tzovenis I, Fountoulaki E, Dolapsakis N (2009). Screening for marine nanoplanktic microalgae from Greek coastal lagoons (Ionian Sea) for use in mariculture. J Appl Phycol 21:457.

Verep B, Hasanoğlu H, Mutlu T (2017). Alabalık Çiftlikleri Atık Sularının Bırakıldığı Akarsuyun Fizikokimyasal Su Kalitesine Etkileri Üzerine Bir Durum Çalışması Bülent. Journal Of Anatolian Environmental&Animal Sciences. 2; 2: 38-42.

Wegener G (2014). 'Let food be thy medicine, and medicine be thy food': Hippocrates revisited. Acta Neuropsychiatr, 26(1):1-3.

Wen ZY, Chen F (2003). Heterotrophic production of eicosapentaenoic acid by microalgae. Biotechnology Advances, 21: 273–294.

Williams PJLB, Laurens LML (2010). “Microalgae as biodiesel and biomass feedstocks: Review and analysis of the biochemistry, energetics and economics”, Energy and Environmental Science, 3 (5):554-590.

Yamada S, Tanaka Y, Sameshima M, Ito Y (1990). Pigmentation of prawn (Penaeus japonicus) with carotenoids; I. Effect of dietary astaxanthin, β-carotene and canthaxanthin on pigmentation, Aquaculture, 87;323-330.

Yeşilayer N, Doğan G, Erdem M (2008). Balık yemlerinde doğal karotenoid kaynaklarının kullanımı, Journal of Fisheries Sciences, 2(3):241-251.

Yılmaz HK (2006). Mikroalg Üretimi İçin Fotobiyoreaktör Tasarımları. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 23(1/2): 327-332.

Yılmaz HK, Dikbaş MD, Murat Bilgüven M (2016). Siyanobakterilerden Elde Edilen Pigment Maddeleri ve Kullanım Alanları, UÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 30(1):139-155

Yılsay TÖ, Bayizit AA, Yılmaz L (2001). Alglerden Elde Edilen ve Gıda Sanayiinde Kullanılan Bazı Stabilize Edici Maddeler ve Fonksiyonları. E.U. Su Ürünleri Dergisi. 18(1):233 – 240.

Su ürünleri üretimi azaldı, kişi başına tüketim artışta. Gıda Hattı Dergisi. 20.10.2020. https://www.gidahatti.com/ 150984.

http://akuaturk.com/2012/11/akuakulturun-tanimi-tarihi-ve-avantajlari-yetistiricilik/

http://www.algaeindustrymagazine.com/specialreport-spirulina-part-6, 2013.

http://www.fao.org/publications/sofia/2020/en/

https://thefishsite.com/articles/the-use-of-algae-in-fish-feeds-as-alternatives-to-fishmeal

FAO, 2019. Fisheries and Aquaculture Statistics, http://www. fao.org/fishery/ statistics/en.

http://suurunlerifakultesi.blogspot.com/2012/11/akuakulturun-tanm-tarihi-ve-avantajlar.html).

(https://ccala.butbn.cas.cz/en/chlorella-cf-homosphaera-skuja-0)

(https://tr.pinterest.com/pin/664421751260952505)

(William Bourland, http://cfb.unh.edu/phycokey/Choices/Chlorophyceae)

(https://www.pinterest.de/pin/859061697641619078)

(https://www.abc.net.au/news/2018-06-14/funori-is-a-seaweed-extract)

(http://www.freenatureimages.eu/Plants/Phaeophyceae)

(https://commons.wikimedia.org)

(http://www.seaweed.ie/aquaculture/noricultivation.php)

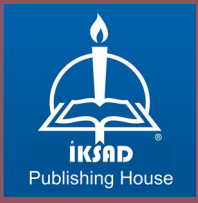
(https://gulfofme.com)

(https://alganex.com/en_US/products_on_request/gracilaria-sp)

(https://www.pinterest.co.uk/pin/537687642993543763)

(https://www.micropia.nl/en/discover/microbiology/Brachionus-plicatilis)

(https://tr.pinterest.com/pin/45176802495954256/)



ISBN: 978-625-7279-37-6