

Su Ürünleri Dergisi J.Fish.Aquat.Sci.	Cilt No.18/1 Vol.18/1	Özel Sayı Suppl.	33 - 51 33 - 51	İzmir – Bornova 2001 İzmir – Bornova 2001
--	--------------------------	---------------------	--------------------	--

Türkiye’de Makroskobik Alglerin Kültür Olanakları ve *Gracilaria gracilis* (Stackhouse) Steentoft, Irvine et Farnham, *Enteromorpha intestinalis* (L.) Nees İle *E. prolifera* (O.F.Müller) J.Ag. Türlerinin Kültürü

Atakan Sukatar

Ayhan Şenkardeşler

Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 35100 Bornova, İzmir, Türkiye.

Abstract : *Possibilities of Macroalgae Culture in Turkey and The Culture of Gracilaria gracilis* (Stackhouse) Steentoft, Irvine et Farnham, *Enteromorpha intestinalis* (L.) Nees and *E. prolifera* (O.F.Müller) J.Ag.. In this review, the culture methods and economic importance of macroscopic algae were given and the possibilities of macroalgae culture in Turkey were discussed. In addition, the culture conditions of the economic algae, *Gracilaria gracilis* (Stackhouse) Steentoft, Irvine et Farnham, , *Enteromorpha intestinalis* (L.) Nees and *E. prolifera* (O.F.Müller) J.Ag., in Turkish Seas were described.

Key Words : macroscopic algae, culture, mariculture, economic

Özet : Bu derlemede, makroskobik alglerin kültür yöntemlerine ve ekonomik önemlerine değinilmiş, Türkiye’de gelişim gösteren makroalglerin kültür olanakları değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, ülkemizde yayılış gösteren *Gracilaria gracilis* (Stackhouse) Steentoft, Irvine et Farnham, *Enteromorpha intestinalis* (L.) Nees ve *E. prolifera* (O.F.Müller) J.Ag. türlerinin kültür koşulları ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler : makroskobik algler, kültür, marikültür, ekonomik

Giriş

Alglerin kullanımıyla ilgili en eski bilgiler M.Ö. 2700 yıllarına rastlamaktadır ve Çinli Shen-Nung’un “Materia Medica” adlı eserinde yer almaktadır (Hoppe ve diğ., 1979). Shen-Nung’a göre, eski medeniyetlerde Yunanlı Dioscorides algleri ilaç olarak kullanmıştır. Makroskobik alglerin ve planktonun Eski Çağlarda ilaç amaçlı kullanımını Schwimmer tarafından ayrıntılı olarak anlatılmıştır (Hoppe ve diğ., 1979). Daha

sonraları, Romalılar ve Mısırlılar tarafından kozmetik amaçlı, Orta Çağ’dan bu yana, Uzak Doğu ülkelerinde gıda ve Avrupa ülkelerinde gübre olarak kullanıldığı bilinmektedir (Güner ve Aysel, 1999). 19. yüzyılda taksonominin gelişmesinin ardından, hayat evrelerinin ortaya çıkarılması amacıyla alglerin kültür çalışmalarına başlanmış olup bazı alglerin zaman zaman içinde ekonomik önem kazanmasıyla, bunların ticari kültürlerine başvurulduğu çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmektedir.

Günümüzde, birçok algin kültürü maliyetini karşılayamamakla birlikte, buradaki en önemli giderler, başta pazarlama olmak üzere kurutma, nakliye ve dış etkilerden korumadır (McHugh, 1991). Doğu Asya ülkeleri hariç diğer ülkelerde gıda sektöründe yeterli önem kazanamayan algler, tarım arazilerinin azalmasıyla, başvurulacak en önemli kaynaklar arasında gösterilmektedir. Chapman'ın (1966) yapmış olduğu bir hesaplama göre, okyanuslardaki primer üretim $5,5 \times 10^{11}$ tondur. Bir başka deyişle, o zamanın nüfusuyla karşılaştırıldığında, kişi başına yılda 100 ton primer üretim düşmektedir.

Makrobentik flora, biyoproduktivite açısından yüksek verimli olmasına karşın, tarım arazilerince fakir olan ülkelerde değerlendirilmektedir. Bu ülkeler arasında Japonya, Kore, Çin, Tayvan, Endonezya ve Tanzanya gibi ülkeler gelmektedir. Örneğin Japonya'da deniz ürünleri tüketimi 650000 ton, üretimi 615000 tondur; bu, yıllık 1.2 milyar \$'lık işlem hacmine eşittir. Bir karşılaştırma olarak, dünyada alg ürünleri eldesi için 56000 ton (kuru ağırlık) alg toplanmakta ve 113 milyon \$'lık işlem hacmi sağlanmaktadır (Ohno, 1993).

Dünya piyasalarında, alglerin gıda amaçlı kullanımı yanı sıra; alginat, karragen ve agar gibi fikokolloidlerin (alg ürünlerinin) kullanımı daha yaygındır. Fikokolloidlerin dünya çapında üretimi ve kullanımı hakkında ayrıntılı ve güvenilir bilgi ele geçirmek bazı ülkelerde oldukça zordur. İthalat/ihracat değerleri gibi önemli birçok bilgiler genelde devlet raporlarından elde edilebilir, ama bazı devletler ayrıntılı bilgi sunmamaktadır. Bunun sebeplerinden birisi de hükümetlerle endüstriler arasındaki bilgi

alışverişinin yeterli düzeyde olmamasıdır.

Ekonomik amaçlı en sık kullanılan algler; kahverengi algler (Phaeophyta, Fucophyta), kırmızı algler (Rhodophyta) ve yeşil alglerdir (Chlorophyta). Bunların oransal yıllık üretimlerinin yaklaşık % 66.5'i kahverengi, % 33.1'i kırmızı, % 0.4'ü yeşil alglere ait olduğu bilinmektedir. En fazla kültürü yapılan makroalgler ise *Macrocystis*, *Palmaria*, *Laminaria*, *Alaria*, *Sargassum*, *Undaria*, *Gracilaria*, *Gelidium*, *Gelidella*, *Gigartina*, *Kappaphycus*, *Euclidean*, *Chondrus*, *Porphyra*, *Iridaea*, *Hypnea*, *Acanthophora*, *Agardhiella*, *Plocamium*, *Monostroma*, *Ulva* ve *Enteromorpha* cinslerine ait ekonomik türleridir.

Alg üretiminde lider ülkeler Çin, Japonya, Kore, Filipinler, Rusya, Norveç ve Şili'dir. Gıda amaçlı tüketim için en fazla üretim Çin, Japonya, Kore ve Tayvan'da yapılmaktadır. Alg işletim fabrikaları ise ABD, Danimarka, Fransa, Japonya, Norveç, İspanya ve İngiltere'de yoğunlaşmıştır. Son zamanlarda, bu ülkelerdeki işletmeler, üretim yapıldığı ülkelerde fabrikalar kurarak maliyet düşürmeye çalışmaktadırlar.

Alg ve alg ürünleri endüstrisi, Uzak Doğu ülkelerinde üretilen alglere büyük önem vermektedir. Alg ürünlerinin kalitesi coğrafi olarak değişmekte olup en kalitelisi Uzak Doğu ve Güney Amerika'dan toplanan alglerden elde edilmektedir. Ayrıca, buradaki işçilik oldukça ucuzdur. Bu sebeplerle, piyasa daha ziyade bu bölgelerdeki ülkelerin ağırlık vermektedir.

Alg Ürünlerinin Dünyadaki Üretim ve Tüketim Miktarları

Türkiye'de Makroskobik Alglerin Kültür Olanakları

Alglerin besin kaynağı olarak kullanımı Uzak Doğu ülkelerinde hakimdir. Dolayısıyla, bu algler yöresel adlarıyla daha sık anılmaktadır. Örneğin; kombu *Laminaria* için, wakame *Undaria* için ve nori *Porphyra* için kullanılmaktadır (Ohno, 1993). Besin için üretilen algler, fikokolloid eldesi için üretilen alglerden daha pahalıdır. Örneğin; yenilebilir kahverengi alglerin fiyatı 7500-10000 \$/ton (kuru ağırlık) arasında değişirken, alginat ekstraksiyonu için fiyatlar 150-500 \$/ton (kuru ağırlık) arasında kalmaktadır. İyi kalitede ve işlenmiş norinin fiyatı ise 24 \$/kg'dır.

Alglerden elde edilen başlıca fikokolloidler üç gruba ayrılmaktadır: Alginat, karragen ve agar. Bunların yanında, çok sayıda küçük çaplı fikokolloid üretimi de söz konusudur. Lüning'e (1990) göre, alglerin yaklaşık % 45'i alginat, % 37'si karragen, % 17'si agar ve % 1'i diğer fikokolloidlerin eldesi için toplanmaktadır. 1992 yılı itibariyle 56000 ton (kuru ağırlık) alg toplanmıştır (Ohno, 1993).

En fazla işletilen fikokolloid alginattır. Alginat; ABD, İngiltere, Norveç ve Fransa'daki fabrikalarda işlenmektedir. En önemli kullanım alanları ise tekstil (% 50) ve gıda (% 30) sanayileridir. Alginat, genelde soğuk sularda yaşayan kahverengi alglerden elde edilmektedir. Ekonomik değere sahip olan kahverengi alglerin başında *Laminaria*, *Macrocystis*, *Alaria*, *Ascophyllum*, *Sargassum*, *Durvillea*, *Ecklonia*, *Lessonia* ve *Turbinaria* cinslerinin bazı türleri gelmektedir.

Karragen, kırmızı alglerden elde edilen fikokolloid olup üç tipi vardır: Kappa, iyota ve lambda-karragen. En büyük pazar payına kappa-karragen sahiptir ve ağırlıklı olarak Filipinler'deki *Kappaphycus* sp.

bireylerinden elde edilmektedir. İyota-karragen ise *Eucheuma* sp. bireylerinden elde edilmektedir (Trono, 1999). Toplanan algler ağırlıklı olarak ABD, Kanada ve Fransa'daki fabrikalarda işlenmektedir. Dünyadaki karragenofitlerin % 90'ından fazlası Uzak Doğu ülkelerinden toplanılmaktadır ve % 79.9'unu *Kappaphycus* ve *Eucheuma*, % 7.7'sini *Chondrus* cinslerinin ekonomik türleri oluşturmaktadır. Bunları *Gigartina*, *Hypnea*, *Iridaea* ve *Furcellaria* cinslerine ait bazı türleri izlemektedir (McHugh, 1991, Trono, 1999).

Agar kırmızı alglerden elde edilen fikokolloiddir. Temelde agarın üç tipi bulunmaktadır: Bakteriyolojik (mikrobakteriyolojik), şeker-reaktifi ve gıda agarı. Fiyatları ise jelin dayanıklılığına, içeriğine ve kullanım alanına göre değişmektedir. Bakteriyolojik agar daha pahalıdır ve toplam agar satışının %5'ini oluşturur; en fazla Amerika'da ve İngiltere'de talep edilmektedir. En fazla üreten ülke ise Japonya, İspanya, Meksika, Çin ve Kore'dir. Son zamanlarda Endonezya, Filipinler ve Tayland'ın da yer aldığı Asya-Pasifik bölgesi ile Afrika'nın güneyindeki bölgede bulunan ve agar içeren alg kaynakları da bilinçsiz bir şekilde tüketilmeye başlanmıştır. Ham maddenin büyük bir kısmı Japonya'ya gönderilmekte ve burada işlendikten sonra tekrar dışarıya satılmaktadır. Üretilen agarın toplam miktarının tahmin edilebilmesi, değişken olduğundan güçtür. James'a (1990) göre yıllık olarak yaklaşık 51000 ton (yaş ağırlık) ham materyalden 6600-7000 ton agar üretilmiştir. McHugh (1991), 48340 ton (yaş ağırlık) ham materyalin işlendiğini iddia etmektedir. Agarın elde edildiği algler başta *Gracilaria* (%53) ve *Gelidium* (%44) olmak üzere *Gelidella* ve *Hypnea* gibi

A. Sukatar, A. Şenkardeşler

diğer alglerdir (%3) (McHugh, 1991, Trono, 1999). *Gelidium* en iyi kalitede agar verdiği için dolayı tercih edilmektedir; kalitesinden dolayı fiyatı da yüksektir. *Gracilaria* sp., jeli az dayanıklı agar ürünleri vermektedir ve fiyatların yüksek olmaması, agar kalitesinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır (Trono, 1999). *Gracilaria* üretimi, özellikle Şili'de yapılmaktadır; bu ülke, yılda 13000 tonluk (kuru ağırlık) bir üretim ile dünya üretiminin yarısını karşılamaktadır. Şili'de bu ham materyalin yarısı doğal kaynaklardan, yarısı da kültivasyondan elde edilmektedir (McHugh, 1991).

Makroskobik Algler İçin Kültür Yöntemleri

Tank Kültürleri

Tank kültürlerine, ön araştırma veya fizyolojik deneyler ile bazı deniz canlılarının beslenmesi için başvurulmaktadır. Tankların deniz

Tablo 1. Provasoli, 1966 deniz suyu çözeltisi (Soe-Htun ve diğ., 1986).

NaCl	27.179 g/kg saf su	NaBr.....	0.086 g/kg saf su
MgCl ₂ ·6 H ₂ O	6.087 g/kg saf su	SrCl ₂	0.024 g/kg saf su
MgSO ₄ ·7 H ₂ O.....	5.738 g/kg saf su	H ₃ BO ₃	0.027 g/kg saf su
CaCl ₂ ·2 H ₂ O	1.488 g/kg saf su	NaF	0.002 g/kg saf su
K ₂ SO ₄	0.488 g/kg saf su		

Not: Çözelti 120°C'de 20 dk otoklavlanıp bir gün dinlendirilir.

Tablo 2. Ogata ve Matsui 1965 deniz suyu çözeltisi (Ohno, 1976)

NaCl ₂	23.5 g/l	NaF	3.0 mg/l
MgCl ₂	11.0 g/l	AlCl ₃ ·6 H ₂ O	3.0 mg/l
NaSO ₄	4.0 g/l	LiNO ₃	0.7 mg/l
CaCl ₂	0.7 g/l	Na ₂ MoO ₄ ·2 H ₂ O.....	0.05 mg/l
KCl	0.6 g/l	MnCl ₂ ·4 H ₂ O	0.864 mg/l
KBr.....	0.1 g/l	FeCl ₃ ·6 H ₂ O	0.772 mg/l
SrCl ₂ ·6 H ₂ O	40.0 mg/l	ZnCl ₂	0.061 mg/l
H ₃ BO ₃	30.0 mg/l	CuCl ₂ ·6 H ₂ O	0.024 mg/l
NaNO ₃	20.0 mg/l	CuSO ₄ ·5 H ₂ O	0.005 mg/l
Na ₂ HPO ₄ ·12 H ₂ O.....	10.0 mg/l		

kiyasına yakın bölgelerde bulundurulması ve su kaynağı olarak doğrudan deniz suyunun kullanılması tercih edilmektedir. Fakat, bazı durumlarda deniz suyunda azot eksikliği belirlemekte ve bu, büyümeyi sınırlandırmaktadır. Sudaki azot konsantrasyonu 3.5 µM'ın altına indiğinde azot ilavesi gerekmektedir. Normal koşullarda azotun deniz suyundaki miktarı 7.1 µM, optimum koşullarda ise 14.2 µM olması gereklidir (Lipkin, 1985). Azot kaynağı olarak, başta amonyum olmak üzere, sodyum nitrat, amonyum nitrat ve üre kullanılmaktadır ve % 10-15'lik solüsyonlarda ortama verilmektedir (Lipkin 1985, Sijian 1987).

Tanklar, deniz suyu sağlanamayacak kadar uzakta ise, Tablo 1'de verilen Provasoli, 1966'nın deniz suyu çözeltisini kullanılmaktadır (Tablo 1; Soe-Htun ve diğ., 1986). Buna alternatif olarak, Ogata ve Matsui 1965 çözeltisi de değerlendirilmektedir (Tablo 2 ve 3; Ohno, 1976).

Türkiye'de Makroskobik Alglerin Kültür Olanakları

EDTA-2 Na 6.0 mg/l

Tablo 3. Ogata ve Matsui 1965 deniz suyu çözeltisinin, konsantrasyona bağlı tuzluluğun ve pH değerinin değişimi (Ohno, 1976).

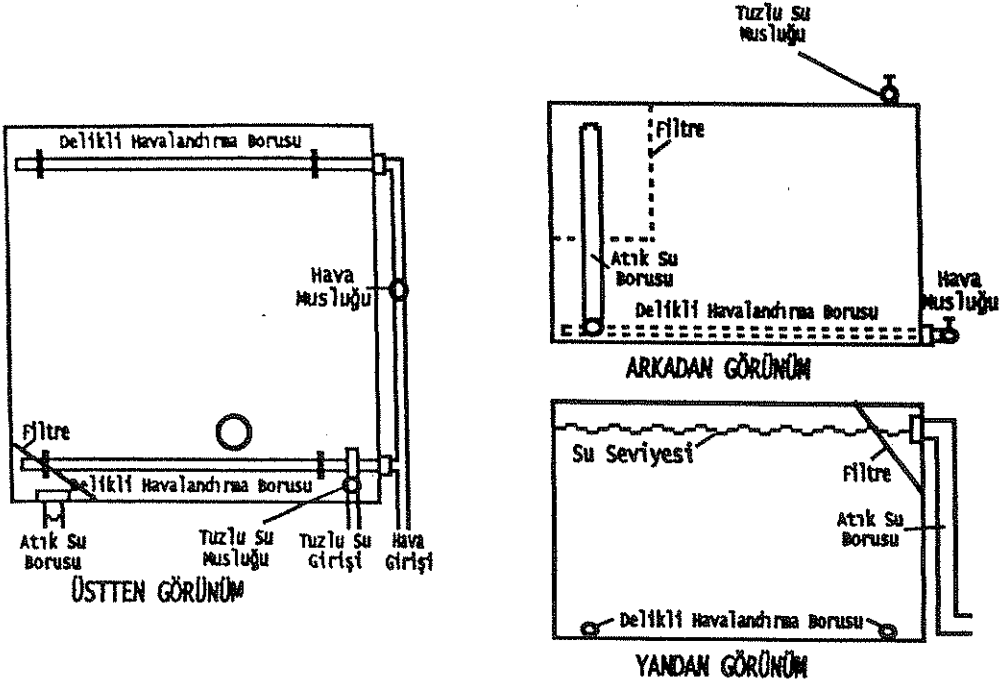
<u>Konsantrasyon</u>	<u>Salinite (‰)</u>	<u>pH</u>
0.1.....	3.3.....	7.9
0.25.....	7.8.....	7.6
0.5.....	16.5.....	7.5
1.0.....	32.8.....	7.5
1.5.....	43.8.....	7.5
2.0.....	64.6.....	7.5
2.5.....	85.2.....	7.5
3.0.....	89.5.....	7.3

Çeşitli araştırmacılar tarafından çok sayıda kültür amaçlı tank modeli önerilmiştir. Bunların arasında, en basit sistemden en kompleks sisteme kadar farklı modeller bulunmaktadır. Bu modeller, tankın işlevsel yönlerinden farklılık gösterdiği gibi, makroskobik veya mikroskobik alg üretimine bağlı olarak da çeşitlilik göstermektedir. Örneğin, basit sistemli 50 l'lik tanklara karşın, kompleks yapıdaki 1600 l'lik tanklar da bulunmaktadır. Burada Vandermeulen'in (1989) önerdiği basit tank modeline değinilmektedir (Şekil 1).

Tankın cidarı 6 mm kalınlığındaki polipropilenden yapılmıştır. Dış yüzeyi

ondüleli tutularak tankın dayanıklılığı artırılmaktadır. Tankın içi 104 x 104 x 66 cm boyutlarındadır. Bütün borular, pasolar ve musluklar polietilenden yapılmıştır, fakat hava musluğu, sağlamlık amacıyla CPVC'den üretilmiştir.

Deniz suyu, tankın üst kısmına yerleştirilmiş olan muslukla verilir. Suyun giriş hızı 0.8-3.2 l/dk arasında olması uygundur. Tanktaki suyun sıcaklığı kontrol altına alınabilmesi ve azot kaynağının ilavesi için deniz suyunun girdiği borunun önüne rezistanslı bir tank ilave edilebilir.



Şekil 1. Basit tank modeli (Vandermeulen, 1989). Bu tankın giriş vanasına küçük bir rezistanslı tank daha yerleştirilip hem sıcaklık kontrol edilebilir, hem de azot kaynağı verilebilir.

Suyun sirkülasyonu, üzerinde küçük deliklerin bulunduğu 1.27 cm çapındaki havalandırma borusu ile sağlanmaktadır. Bu borular, tankın dip kısmına iki kenara yerleştirilmelidir. Küçük deliklerden çıkan hava kabarcıkları, tankta gerekli su hareketlerini sağlayacaktır. Bunun için, 2.5 cm aralıklarla yaklaşık 1 mm çapında delikler açılır. Buradan çıkan kabarcıklar, üst yüzeye ulaştığında 7 mm çapa ulaşmaktadır.

Tankın içindeki fazlalık su, 5 cm çaplı atık su borusuyla boşalmaktadır. Bu borunun önüne, 3 mm delik çaplı 38 x 29 cm büyüklüğünde filtre yerleştirilerek, kültüre alınan alglerin atık su kanalından çıkması engellenir. Filtrenin arkasına bir termometre monte edilerek, sıcaklık kontrol edilebilir.

Tanklar, ya doğrudan güneş ışığıyla, ya da üstten soğuk ışık kaynağı ile aydınlatılmaktadır. Bunun için beyaz floresan lambalar kullanılabilir.

Bu şekilde hazırlanmış olan tankta yapılacak deneylerde, tankın türe bağlı olarak periyodik temizliğinin yapılması gerekmektedir (Vandermeulen, 1989).

Açık Alan Kültürleri

Açık alanda yapılacak kültürlerde çevre koşullarına müdahale sınırlı olmaktadır. Bu sebeple; kültür yapılacak bölgenin seçimi titiz yapılmalıdır ve kültüre alınacak algin ihtiyaçları göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin, *Gracilaria* kültüründe rüzgarın az olduğu, zemini

Türkiye’de Makroskopik Alglerin Kültür Olanakları

kumlu ve pH değeri 8.2-8.7 arasında olan bölgeler tercih edilmelidir (Lipkin, 1985).

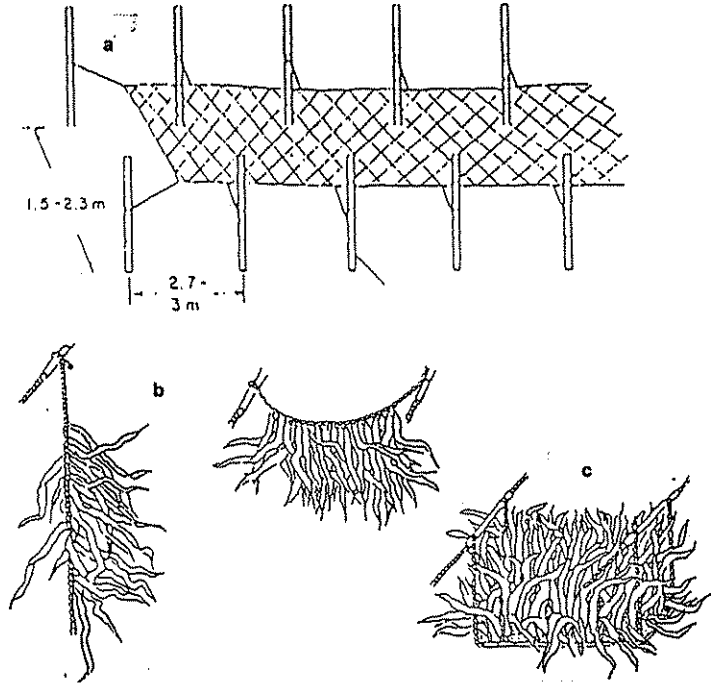
Alg çiftlikleri doğrudan denizde kurulabileceği gibi, deniz kenarına kurulacak tanklarda da yapılabilir; ancak ilki, üretim kapasitesinin fazla olmasından dolayı tercih edilmektedir.

Alg çiftliğinin kurulacağı bölge seçildikten sonra, bölge temizlenir. Bunun için, bölgede istenmeyen algler ve hareketsiz hayvanlar, substratlarıyla birlikte denizden çıkarılır, güneş altında kurutulur ve substrata kireç sürüldükten sonra tekrar denize atılır (Lipkin, 1985).

Alglerin daha çabuk gelişmesi için yapay substratlar kullanılmaktadır. Başlıca yapay substratlar; ağ, ip ve plaktır (Şekil 2). Örneğin; *Porphyra* ve *Eucheuma* kültürlerinde ağ kullanılırken, *Laminaria*

kültüründe ip, *Gracilaria* kültüründe plak tercih edilmektedir (Lipkin, 1985).

Kullanılan ağlar genelde 1-2 m genişliğinde ve 16-30 m boyunda olup, gözenek çapları 15 x 15 cm ile 25 x 25 cm arasında değişmektedir. Yapay substrat olarak kullanılan iplerin boyu ise 1-6 m arasında değişmektedir. Yapay substratlar genelde demir çubuklarla sabitlenmekte (Uzak Doğu’da bambu kullanılmaktadır) ve demir çubuğa sağlam bir şekilde bağlanmaktadır. Yapay substratların su yüzeyine olan derinlikleri, türün autekolojik ihtiyaçlarına bağlı olarak değişmektedir. Genç talluslar su hareketlerinden olumsuz etkilenecek olursa, ilk zamanlarda tank içinde veya denizde kurulacak havuzlarda yetiştirilmelidir.



Şekil 2. Alg kültür yöntemlerinde kullanılan yapay substratlar. a. Ağ, b. İplik, c. Plak (Cheng, 1969)

Kültüre başlamadan önce, kültüre alınacak alglerden sporlar veya zigotlar elde edilip, yapay substrata bağlanmaları sağlanmalıdır. Bunun için fertil bireyler tankların içinde bekletilir. Bu tanklara, kullanacağımız yapay substrat da yerleştirilir. Burada, kültürü yapılacak algin hayat döngüsü ve bu döngüdeki evrelerin ekolojik özellikleri iyi bilinmelidir. Bu bilgiler doğrultusunda, uygun koşullar hazırlanır ve zigot veya spor oluşacağı zaman yapay substrat tanka yerleştirilir.

Bazı türlerde (örneğin *Monostroma* sp.) tanka yerleştirmeksizin ipler doğrudan denize bırakılarak aşılama gerçekleştirilirken, bazı türlerde (örneğin *Laminaria* sp.) iki kere transplantasyon yapmak gerekebilir. Bazı türlerde ise (örneğin *Gracilaria* sp.) aşılama gerekmeksizin kesilmiş tallus parçalarından doğrudan kültür yapılmaktadır (Lipkin, 1985). Son zamanlarda ise, doku kültürü yöntemleriyle her mevsim yeni klonlar oluşturularak aşılama yapılmaktadır.

Alglerin Gelişimini Etkileyen Önemli Autekolojik Faktörler

Alglerin mevsimsel gelişimi; su sıcaklığı, ışık yoğunluğu, aydınlatma süresi, tuzluluk, suyun berraklığı, su hareketleri ve zemin ile kolerasyon gösterirken, nitrat ve fosfat miktarlarıyla göstermemektedir (Lüning, 1993). Algleri etkileyen autekolojik faktörler ise;

Su Sıcaklığı

Alglerin coğrafi dağılımını etkileyen en önemli faktörlerden birisinin sıcaklık

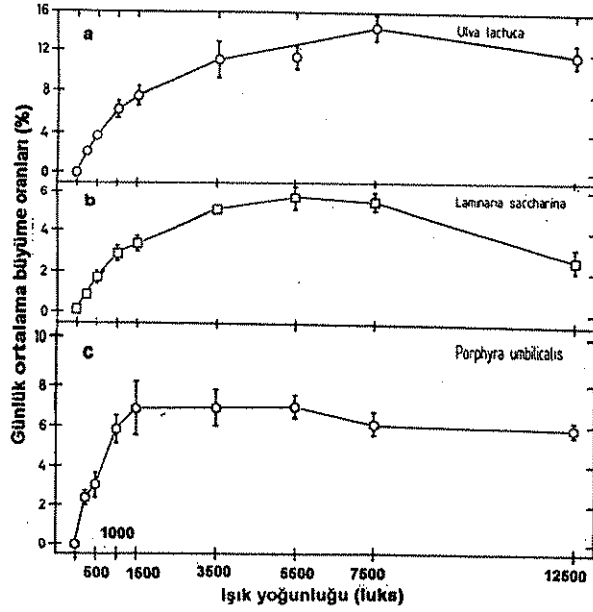
olduğu, 20. yüzyılın başından beri bilinmektedir. Fortes ve Lüning'in (1980) yaptığı deneylerde, türlerin optimum sıcaklık ihtiyacına göre, tropik ve buzlu sularda yaşayan algler hariç üç alg grubu ortaya çıkarmıştır: 1. Optimum sıcaklığı 15°C olan türler, 2. Optimum sıcaklığı 10°C olan türler, 3. Optimum sıcaklığı 10-15°C arasında olan türler. Birinci gruba giren türler sıcak sularda yayılış gösterirken, üçüncü gruba giren türler soğuk suları tercih etmektedir. İkinci gruptaki türlerden bazıları sıcak, bazıları soğuk sularda yaşamaktadır.

Işık Yoğunluğu

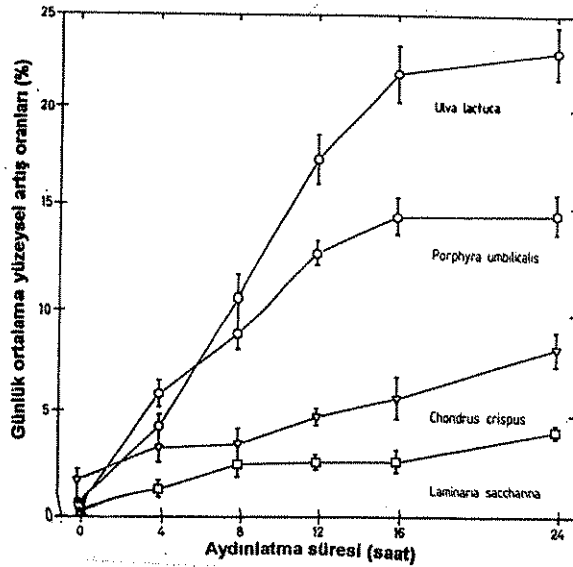
Fortes ve Lüning'in (1980) yaptığı çalışmada, uygun ışık yoğunluğunun 1000-1500 luks olduğunu belirtirken, bazı türler için optimum ışık yoğunluğunun 3500 luksa kadar çıktığını gözlemişlerdir (Şekil 3). Daha yüksek ışık yoğunluklarında büyümenin aynı hızda devam ettiği ve 7500 lukstan sonra büyümede tekrar yavaşlama belirdiği rapor etmişlerdir. Ancak, büyüme 7500 luksa kadar artış göstermesine karşın, alglerin birim alandaki klorofil içerikleri 1500 lukstan sonra düşmektedir. Bu sebeple, 1 haftalık kültürlerde yüksek ışık yoğunluğu, daha uzun süreli kültürlerde düşük ışık yoğunluğu tercih edilmelidir.

Yüksek ışık yoğunluğunda optimum büyüme gösteren türler yüzeye yakın olarak gelişirken, düşük ışık yoğunluğunda optimum büyüme gösteren türler ise daha derinlerde yaşamaktadır.

Türkiye'de Makroskopik Alglerin Kültür Olanakları



Şekil 3. Bazı alg türlerinin ışık yoğunluğu-büyüme ilişkileri. a. *Ulva lactuca*, b. *Laminaria saccharina*, c. *Porphyra umbilicalis* (Günlük % yüzey artışı; Fortes ve Lüning, 1980).



Şekil 4. Bazı alg türlerinin aydınlatma süresi-büyüme ilişkileri (Günlük % yüzey artışı; Fortes ve Lüning, 1980).

Aydınlatma Süresi

Fortes ve Lüning'e (1980) göre, aydınlatma süresi ile büyüme arasında doğru orantı vardır ve en yüksek verime 24 saatlik aydınlatmada ulaşılmaktadır. Ancak, bazı türlerde 16 saatlik aydınlatmadan sonra, büyümede belirgin bir artış görülmemektedir. Bu türlerde 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık periyotları uygulanabilir (Şekil 4).

Suyun Berraklığı

Suyun berraklığı, içindeki süspansiyon haldeki maddelere bağlı olarak değişmektedir. Bütün doğal sular belirli ölçüde süspansiyon halde maddeler taşımaktadır. Bunlar; organik maddeler, sarı renkteki gilvinler, tripton (partiküler materyal) ve planktonik organizmalardır. Bu maddelerin çökme hızı özgül ağırlıklarına ve suyun sıcaklığına bağlı olarak değişmekte olup, ışığın suya girişini etkilemektedir. Suyun berraklığı, kültürdeki yapay substratın ne kadar derinde kurulması gerektiğini belirlemektedir (Talarico ve Maranza, 2000).

Su Hareketleri Ve Zemin

Su hareketleri; dalgalar, akıntılar ve gel-git hareketlerinden oluşmaktadır. Ülkemizdeki gel-git hareketleri sınırlı olduğundan, dalgalar ve akıntılar önemli rol oynamaktadır. Suyun zemini ise kayalık, kum veya çamur olmaktadır (Güner, 1985). Kültüre alınan alg ortam koşullarından oldukça etkileneceğinden, optimum özellikler göz önüne alınarak kültür için ortam seçilmelidir.

Hasat

Alglerin toplanması genellikle elle yapılmaktadır. Sadece Japonya'da

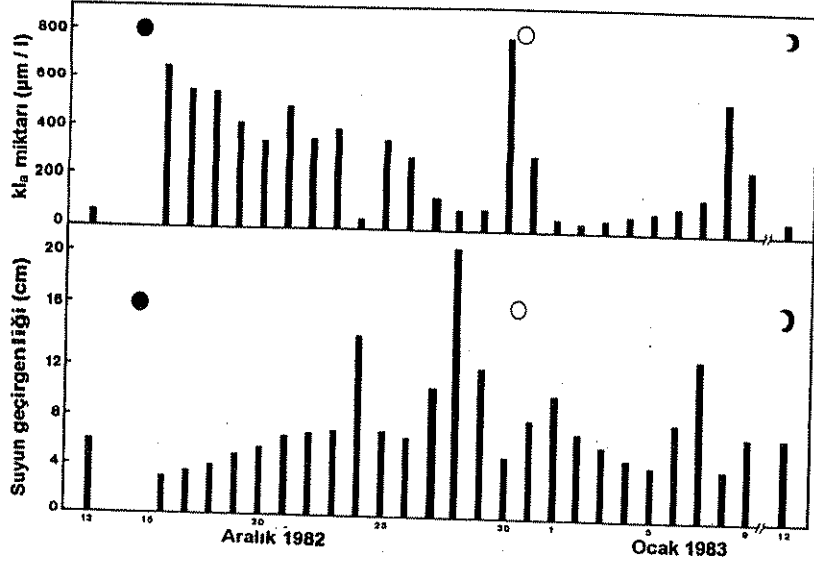
Porphyra kültürünün ve Norveç'te kahverengi algler (örneğin *Laminaria*, *Fucus*) hasatı makinelerle gerçekleştirilmektedir. Hasatta tüm alg kesilebileceği gibi, bazı türlerde (örneğin *Laminaria*; Lipkin, 1985) sadece uç kısmı kesilmektedir. Hasat edilen algler, tatlı suda yıkandıktan güneş ışığı altında kurulduktan sonra işlemeye hazır hale gelmektedir.

Enteromorpha Harv. Kültürü

Enteromorpha, denizlerimizde yaşayan yeşil alglerdendir ve Uzak Doğu'da besin olarak tüketilmektedir. Partington ve Jennings (1971), bu algin spordan çimlendikten altı hafta sonra 91 cm boya ulaşabildiğini belirtmektedir. Uzak Doğu'da ekonomik olan ve ülkemizde doğal yayılım gösteren türler, *E. intestinalis* (L.) Nees ve *E. prolifera* (O.F.Müller) J.Ag. türleridir.

Sonbaharda ve ilkbaharda akşamüstü toplanan bireyler, 20-25°C sıcaklığında suyla dolu tanklara yerleştirilir ve tank, ışık almayacak şekilde kapatılır, zira bu alg, sporlarını ve gametlerini en çok ya tam karanlıkta ya da dolunayda serbest bırakmaktadır (Şekil 5). Ertesi sabah, tanklardan alınan 5'er g.'lik (kuru ağırlık) talluslar, 200 ml deniz suyu içeren kaplara koyulup 10 dk güneş ışığı altında bekletilir. Bu aşamada, sporlar serbest kalır ve kapta yeşilimsi bir sıvı oluşur. Bu sıvılar biriktirilerek, yaklaşık 40 l deniz suyu dolu plastik tanklara 500 ml ilave edilir. Ardından tanklara kültür ağları atılır (15 x 15 cm'lik gözenekli 1.2 x 18 m boyundaki ağların kullanımı tavsiye edilmektedir), içinde elle karıştırılır ve ilk gün ışık almayacak şekilde kapatılarak, ikinci gün güneş ışığına maruz bırakılarak bekletilir. Artık zigotlar ağlara yapışmış olacağından, ağlar denize yerleştirilebilir (Pandey ve Ohno, 1985).

Türkiye 'de Makroskobik Alglerin Kültür Olanakları



Şekil 5. *Enteromorpha intestinalis* türünde Aralık ve Ocak aylarında, suyun geçirgenliğine ve klorofil a pigmentlerine göre ölçülen sporların serbest bırakılma ritimleri (Pandey ve Ohno, 1985).

Ağlar, denize çakılmış demir çubulara sağlam iplerle bağlanarak, su seviyesinin yaklaşık 1 m altında sabitlenir ve yaklaşık iki hafta sonra yeşil bir renk alır (Ohno ve diğ., 1981).

Soe-Htun ve diğ.'nin (1986) *E. prolifera* türü üzerinde yaptıkları laboratuvar deneylerinde, farklı sıcaklıklarda ve tuzluluk derecelerinde bu türün büyümesini incelemişler (Şekil 6), elde ettikleri sonuçlardan, 10 S'in altındaki ve 50 S'in üstündeki tuzlulukta bireylerin bir hafta sonra sarararak öldüğünü; 24 ve 35 S aralığında en iyi gelişimi gösterdiğini ortaya çıkarmışlardır. En ideal büyümeye 24 S'lik tuzlulukta ve 20°C'de 1.02 mm/hafta ulaşıldığını, bunun ise günlük % 93.6 değerine denk geldiğini görmüşler, tuzluluğun 15-35 S arasında ve sıcaklık 20-25°C arasında olduğu sürece büyümenin günde % 81.9-93.6 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Ancak bu

çalışma, 3 haftalık bir sürede gerçekleştirildiği için, olgun bireylerin büyüme koşulları hakkında daha fazla bilgi edinilememiştir.

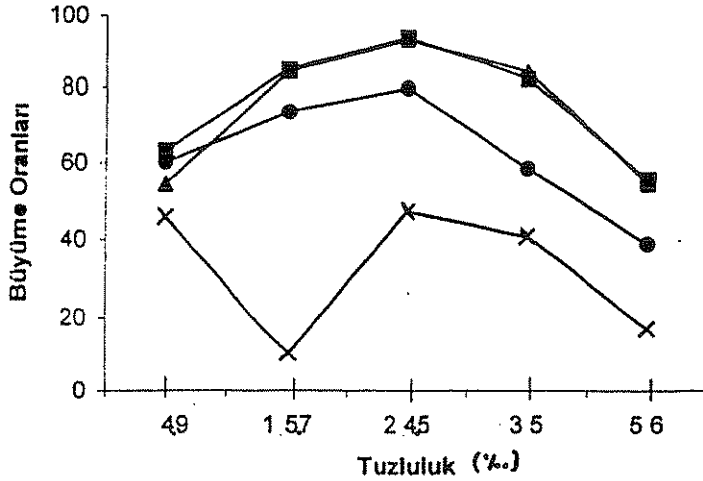
Pandey ve Ohno'nun (1985) yaptığı arazi çalışmalarında, *E. prolifera* kültürün üçüncü haftasında tallusların ortalama 2 cm'lik bir boya ve 6 g/m²'lik kuru ağırlığa ulaştığını gözlemlemişlerdir. Dokuz hafta sonunda ortalama 26.8 cm boya ve 256 g/m²'lik kuru ağırlığa ulaşıldığı, daha sonra yapılan hasatlarda ise bundan biraz daha yüksek değerlere ulaşıldığını bulmuşlardır (Şekil 7). Buradan, hasatın yaklaşık 9 hafta sonra yapılmasının uygun olacağı çıkmaktadır. Aynı araştırmacılara göre, bu durum ekolojik ortama bağlı olarak sapmalar göstermektedir.

Aynı araştırmacıların arazi çalışmalarında, *E. intestinalis* kültürün üçüncü haftasında

tallusların ortalama 5.3 cm'lik bir boya ve 5 g/m²'lik kuru ağırlığa, dokuz hafta sonunda ortalama 31.6 cm boya ve 539.86 g/m²'lik kuru ağırlığa ulaşıldığı rapor edilmiştir (Şekil 8). Buradan da, hasatın yaklaşık 9 hafta sonra yapılmasının uygun olacağı çıkmaktadır ve bu durum da ekolojik ortama bağlı olarak sapmalar göstermektedir.

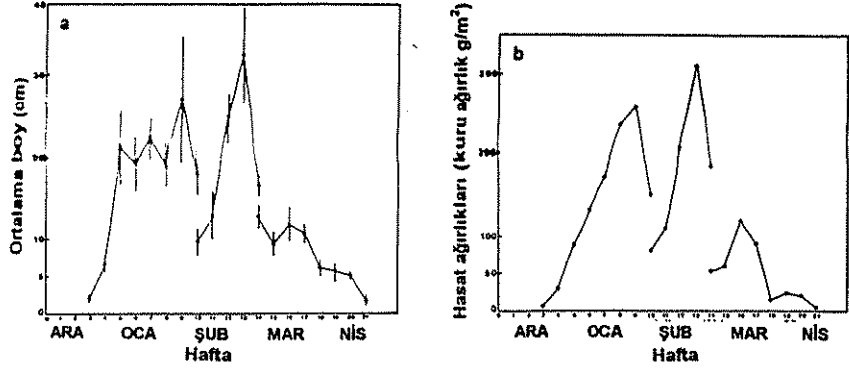
Japonya'da yapılan açık alan kültürlerinde verim 6-8 kg/ağ/sezondur (kuru ağırlık;

Pandey ve Ohno, 1985). Bu algin kültüründeki en büyük sorun, bölgede doğal yaşayan *Ulva L.* bireylerinin ağlara tutunarak gelişmesidir. Bu durumda kültürün verimi düşmektedir. Verim düşmesi, hem *Ulva* bireylerinin *Enteromorpha* bireylerinin gelişimini etkilemesinden, hem de *Ulva* bireylerinin biyoması, *Enteromorpha* bireylerine oranla % 50'den daha az olmasından kaynaklanmaktadır (Ohno ve diğ., 1981).

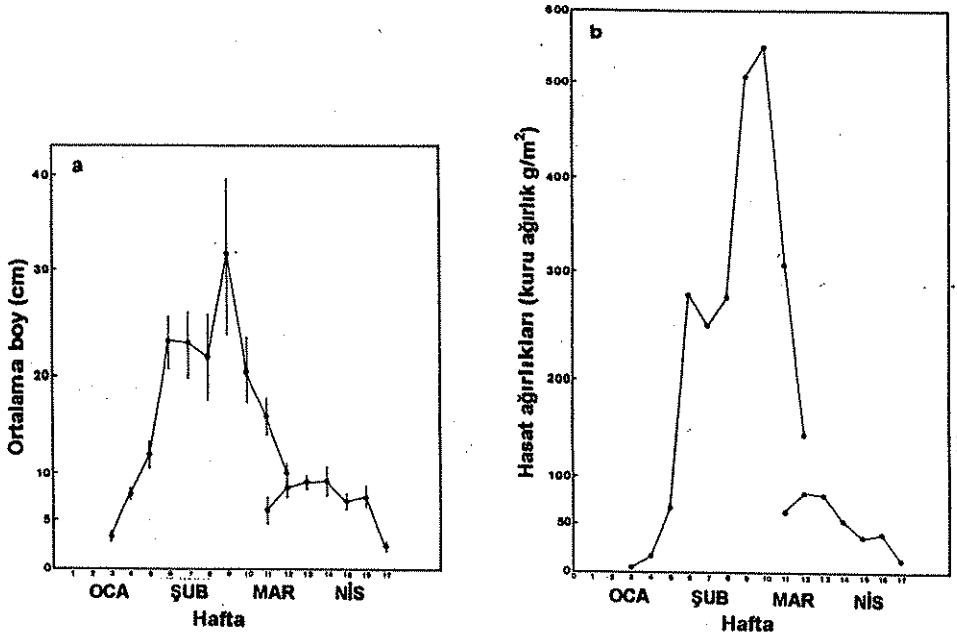


Şekil 6. *E. prolifera* türünün farklı tuzlulukta ve sıcaklıkta bir hafta boyunca gösterdikleri günlük artışlar. ●=15°C, ■=20°C, ▲=25°C, x=30°C (S, Soe-Htun ve diğ., 1986).

Türkiye 'de Makroskopik Alglerin Kültür Olanakları



Şekil 7. *E. prolifera* türünün üç hasat öncesinde büyüme davranışları. a. Tallusların ortalama boyu ve standart sapması (cm); b. Tallusların hasat ağırlıkları (Kuru ağırlık g/m²; Pandey ve Ohno, 1985).

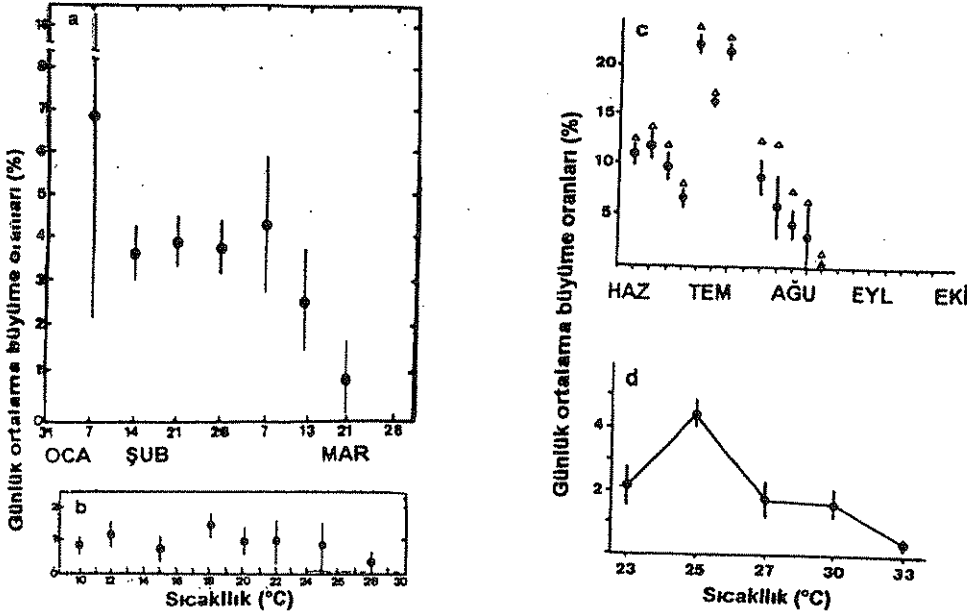


Şekil 8. *E. intestinalis* türünün üç hasat öncesinde büyüme davranışları. a. Tallusların ortalama boyu ve standart sapması (cm); b. Tallusların hasat ağırlıkları (Kuru ağırlık g/m²; Pandey ve Ohno, 1985).

Gracilaria gracilis (Stackhouse)
Steentoft, Irvine et Farnham Kültürü

Daha önceleri *G. verrucosa* (Huds.) Papef. ve *G. confervoides* Grev. olarak da bilinen bu tür, denizlerimizde yaşayan kırmızı alglerdendir ve agar içermesinden dolayı bir çok ülkede kültüre alınmaktadır. Bu cinsten elde edilen agar, dünyada elde edilen agarların yarısında fazlasını teşkil etmektedir (Smit ve

Bolton, 1999). Oldukça hızlı büyüyen bu algin (Buschmann ve diğ., 1995) boyu birkaç metre olabilmektedir. *G. gracilis*, ip ve plak üzerinde yetiştirilebileceği gibi, arazide kayalıkların arasına sıkıştırılarak da kültüre alınabilmektedir (Lipkin, 1985). İp yönteminde algler kesilerek iplerin arasına sarılırken, plak yönteminde kesilmiş algler, havuzda plakla birlikte bekletilerek plağa tutunmaları sağlanmaktadır (Şekil 2).



Şekil 9. *G. gracilis* türünün farklı araştırmacılara göre tank ve serbest arazi kültürlerinde büyüme oranları. a. Orosco ve Ohno'ya (1992) göre serbest arazi kültürlerinde büyüme oranları, b. Orosco ve Ohno'ya (1992) göre tank kültürlerinde büyüme oranları, c. Chirapart ve Ohno'ya (1993a) göre serbest arazi kültürlerinde büyüme oranları, d. Chirapart ve Ohno'ya (1993a) göre tank kültürlerinde büyüme oranları (Kuru ağırlık %).

Hareketli sulara gelişimi daha iyi olduğundan, kültürü üst infralitoral bölgede yapılmaktadır (Chirapart ve Ohno, 1993a) ve düzenek yüzeyden yaklaşık 30-50 cm derinde kurulmaktadır;

derinlere inildikçe, verim düşmektedir (Largo ve diğ., 1989).

Orosco ve Ohno'nun (1992) 450 l'lik tanklarda 12:12 saat aydınlık:karanlık koşullarında 3250 luks'luk ışık kaynağı

Türkiye 'de Makroskopik Alglerin Kültür Olanakları

kullanılarak yaptıkları kültürde, maksimum günlük ortalama büyümenin 18°C'de % 1.54 ± 0.63 olduğunu, bu alg sıcak sularda da yaşadığından 30 ve 33°C'de yaptıkları deneylerde ortalama günlük büyümenin sırasıyla % 0.64 ± 0.3 ve % 0.79 ± 0.33 gerçekleştiğini tespit etmişlerdir. Bu değerler, arazi çalışmalarıyla kıyaslandığında çok düşük kalmaktadır. Chirapart ve Ohno (1993a) 800 l'lik tanklarda mevsim sıcaklığındaki deniz suyunda bir haftada maksimum günlük büyümenin % 4.45 ± 0.4 olarak tespit etmişlerdir (Şekil 9).

Serbest arazi çalışmalarında, Orosco ve Ohno (1992) Japonya'nın güneyinde yıllık ortalama büyümeyi % 3.86 ± 0.85 olarak rapor etmekte, Largo ve diğ. (1989) Filipinler'de % 5.0-16.4 arasında, Kalugina-Gutnik ve Mironova (1987) ise Kuzey Karadeniz sahillerinde % 1.48 olarak belirtmektedir. Bu türün en hızlı büyümesi Orosco ve Ohno'ya (1992) göre (Şubat) günlük % 6.86 ± 4.76, Chirapart ve Ohno'ya (1993a) göre % 24.35, Largo ve diğ.'ne (1989) göre % 16.4; en yavaş büyümesi Orosco ve Ohno'ya (1992) göre (Mart) % 0.76 ± 0.91, Largo ve diğ.'ne

(1989) göre % 5.0 olarak gerçekleşmektedir (Şekil 9). Orosco ve Ohno'ya (1992) göre, çalışmalarında büyümenin yavaş olması varyete farklılığından, Kalugina-Gutnik ve Mironova'ya (1987) göre ise tuzluluğun düşük olmasından kaynaklandığı belirtilmektedir.

Agar Ekstraksiyonu

Toplanan örnekler güneş ışıklarına maruz bırakılarak kurutulduktan sonra, 50'şer gr örnekler alınıp 2'şer l'lik % 5 NaOH solüsyonlarında 80°C sıcaklıklardaki su banyolarında iki saat süresince inkübe edilir ve çeşme suyunda 30 dk boyunca yıkanır. Ardından algler, 1 l'lik %1.5'lik H₂SO₄ solüsyonlarında 1 saat boyunca yavaşça karıştırılır ve 2 saat boyunca 2'şer l'lik erlenlerde 1.5 l saf suda yıkanır. Elde edilen agar muslun kumaşından süzülür ve kurutulurak toz haline getirilir (Chirapart ve Ohno, 1993b). Macchiavello ve diğ.'nin (1999) yaptıkları çalışmada, Şili'den toplanılan *G. chilensis* türünden % 59.2 oranında agar elde etmişlerdir (Tablo 4).

Tablo 4 . Macchiavello ve diğ.'nin (1999) farklı türlerden elde ettikleri agar oranları(%).

Tür	Bölge	% Agar
<i>G. chilensis</i>	Şili	59.2 ± 0.8
<i>G. tenuistipitata</i>	Çin	52.7
<i>G. gracilis</i>	Namibiya	34.4 ± 1.7
<i>G. gracilis</i>	Arjantin	26.3 ± 1.0
<i>G. caudata</i>	Brezilya	31.5 ± 0.8

Büyümeyi etkileyen en önemli faktör isopodlardır. Bunlar çoğalmaya başladıklarında bu algı aşırı tüketmekte ve kültür çalışmalarına büyük zararlar vermektedir (Chirapart ve Ohno, 1993b).

Tartışma ve Sonuç

Bu derlemede, üç tür merccek altına alınarak, hem açık arazi hem de tank kültürlerinde göstermiş oldukları ekolojik istekler incelenmiş, açık arazi koşullarındaki kuru ağırlık oranları (%) değerlendirilmiş ve ülkemizde

yapılabilecek çalışmalara bir katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

Türkiye Makroskobik Alg Florası'nın, yapılan sistematik yöndeki çalışmalar (Aysel ve diğ., 1983, Güner, 1970, 1975, Güner ve Aysel, 1977, 1996, Güner ve diğ., 1983, Güven ve Öztüğ, 1971, Zeybek, 1966, 1976, Zeybek ve Güner, 1973), tezler (Altındağ, 1976, Artuk, 1999, Aysel, 1977, 1981, Cihangir, 1983, Cirik, 1978, Dural, 1986, 1990, Düzyatan, 1999, Kurt, 1999, Öztürk, 1980, 1984, Sukatar, 1981, 1992, Taşkın, 1999) ve ağırlıklı olarak TÜBİTAK destekli projelerle (Aysel, 1992, Aysel ve diğ., 2000, Güner ve Aysel, 1978, 1987, Zeybek, 1969) hemen hemen ortaya çıktığı görülmektedir. Bu alglerin bazıları doğal olarak toplanıp işlenebilirken, çoğu ekonomik türlerin işlenecek düzeyde bol oranda geliştiği söylenemez. Diğer yandan, alglerin doğal ortamdan toplanmasıyla, üzerinde ve çevresinde gelişen denizsel organizmaların olumsuz etkileneceği açıktır. Bu nedenle, denizlerimizde yayılış gösteren ve ekonomik değeri olan makroskobik alglerin mutlak suretle kültürlerinin yapılması gerekmektedir. Bu derlemede Türkiye'de yayılış gösterip, gerek tank kültüründe, gerekse açık arazide yetiştirilebilir ve uygulanabilir olan ekonomik makroskobik türler hakkında bir ön inceleme sunulmuştur. Bunlardan en önemlileri, kanımızca *Gracilaria gracilis*, *Enteromorpha intestinalis* ve *E. prolifera* türleridir.

1966 yılında Zeybek tarafından belirtilen makroskobik algler ve bunların önemleri, bu konuya ilgi duyan araştırmacılar için bir

kaynak oluşturmuştur. Daha sonra Zeybek (1969, 1976) ve Güner (1970, 1975) ile Güven ve Öztüğ'in (1971) yaptıkları araştırmalarda, Türkiye'de gelişen makroskobik deniz alglerinin eczacılıkta kullanım olanaklarını değerlendirilmiş ve ortaya ilgi çekici bulgular sunmuşlardır. Artık, ülkemizde yayılış gösteren ve ekonomik değeri olan birçok makroskobik algin öncelikle tank kültüründe yaşam döngüleriyle ilgili veriler ve ekolojik isteklerinin saptanması ve daha sonra arazi çalışmalarına geçilerek, bunların yetiştirilmesi gerekmektedir.

Ekonomik değeri olan herhangi bir makroskobik algin doğadan toplanılarak işlenmesi veya ihraç edilmesi, diğer su ürünlerinde olduğu gibi, doğal tahribata yol açacağı ve doğal dengeyi olumsuz yönde etkileyeceği açıktır. Çünkü toplayıcılar, işlerini, alglerin üreme periyotlarını ve spor verimlilik dönemlerini bilmeksizin sürdürmektedir. Her mevsim veya her ay yapılan toplamalar sonucunda, türün devamlılığı tehlike altına girmektedir. Bu nedenlerle; geç kalmaksızın ülkemizde makroskobik alg kültürlerine geçilmesi gerekmektedir. Bu çalışmalara başlanılmasıyla, diğer ekonomik türlerin de kültüre ve ihracat olanakları araştırılacak, en azından sürekli materyal sağlanacaktır. Bu şekilde, genellikle ithal ettiğimiz bu ürünleri, ülkemiz koşullarında üreterek dışa bağımlılıktan kurtulabilecektir.

Günümüzde oldukça çeşitli alanlarda kullanımı olan alg ürünlerinin ülkemizde de üretilip işlenmesi gerekliliği düşüncesinde ve inancındayız.

Türkiye 'de Makroskobik Alglerin Kültür Olanakları

Kaynakça

- Altındağ, S. 1976. Some *Ceramium* species of West Black Sea Region, Thesis.
- Artuk, A. 1998. Algal flora between Karaburun and Küçükbahçe coasts (Karaburun Peninsula, İzmir, Türkiye), Thesis.
- Aysel, V. 1977. Some *Polysiphonia* species of İzmir Bay, Thesis.
- Aysel, V. 1981. Taxonomy and ecology of the family Rhodomelaceae in infralittoral zone of Aegean Sea.
- Aysel, V. 1992. Algae flora of Mediterranean, E.Ü. Araştırma Fonu, Proje No : 1988/019
- Aysel V., H.Güner, A.Sukatar, M.Öztürk. 1983. Check list of İzmir Bay marine algae I.Rhodophyceae., Ege Univ. Jour. Fac. Sci. Ser.B. 7 (1):47-56.
- Aysel, V., A.Sukatar, B.Dural, H.Erduğan. 2000. Algae flora of Turkish Coasts of Black Sea, TBAG-1325 Nolu Proje
- Cheng, T.H. 1969. Production of kelp – a major aspect of China's exploitation of the sea, Econ.Bot. 23 (3): 215-236.
- Chirapart, A., M.Ohno. 1993a. Growth in tank culture of species of *Gracilaria* from the Southeast Asian Waters, Botanica Marina 36: 9-13.
- Chirapart, A., M.Ohno. 1993b. Seasonal variation in the physical properties of agar and biomass of *Gracilaria* sp. (*chorda* type) from Tosa Bay, southern Japan, Hydrobiologia 260/261: 541-547.
- Cihangir, B. 1983. Corallinaceae of İzmir Bay, Thesis.
- Cirik, Ş. 1978. Recherches sur la vegetation Marine de Cotes Turques de la mer Egee. Etudes particulieres des Peyssonneliales, Thesis.
- Düzyatan, K.Ç. 1998. Algae flora in infralittoral zone of Sığacık Körfezi (Aegean Sea, Türkiye), Thesis.
- Fortes M.D., K.Lüning. 1980. Growth rates of North Sea macroalgae in relation to temperature, irradiance and photoperiod, Helgolaender Meeresuntersuchungen 34: 15-29.
- Dural, B. 1986. The morphology, anatomy and taxonomy of Ulvales (Chlorophyceae) in Çandarlı Bay, Thesis.
- Dural, B. 1990. The taxonomy and ecology of the algae between Eski Foça and Çeşme, Thesis.
- Güner, H. 1970. A study of taxonomy and ecology of coastal algae of Aegean Sea, E.Ü.F.F. İl.Rap.Ser. 76: 1-77.
- Güner, H. 1975. The seagrass formation of the sandy-muddy ground in İzmir Bay and their algal flora, TÜBİTAK V. Bilim Kongresi, Ankara, TB TAK 357: 276-277.
- Güner, H. 1985. Hydrobotanic, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Güner, H., V.Aysel. 1977. A taxonomic research of some species *Ulva* (Chlorophyta) in İzmir Bay, E.Ü.F.F.D.S.B. 1 (3): 241-251
- Güner, H., V.Aysel. 1978. The quantitative and qualitative evaluation of some algal communities in infralittoral zone of Aegean and Marmara Sea, TBAG - 174 Nolu Proje
- Güner, H., V.Aysel. 1987. A taxonomical and ecological research of coastal algae of Marmara Sea, TBAG-599 Nolu Proje.

- Güner, H., V.Aysel. 1996. Marine benthic vegetation, Chapter 18 TURKEY in Ecological studies Vol. 123, Schramm/Nienhuis (eds) Springer-Verlag Berlin Heidelberg pp.: 421-432
- Güner H., V.Aysel. 1999. Systematic of Cryptogamic Plants, Chapter I: Algae, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Güner H., V.Aysel, A.Sukatar, M.Öztürk. 1983. Check-list of İzmir Bay marine algae II.Phaeophyceae, Chlorophyceae and Cyanophyceae, Ege Univ. Jour. Fac. Sci. Ser.B. 7 (1): 57-65
- Güven K.C., F.Öztiğ. 1971. Über die marine Algen der Küsten der Türkei, Bot.Mar. 14: 177-184.
- Hoppe, H.A., T.Levring, Y.Tonaka (ed.), 1979. Marine algae in pharmaceutical Science, Berlin.
- Kalugina-Gutnik, A.A., N.V.Mironova. 1987. The seasonal dynamics of growth of the red alga *Gracilaria verrucosa* in the Black Sea, Akademya Navk USSR, Biologia Morya 4: 53-61.
- Kurt, O. 1999. Main benthic algae of rocky coasts of Dikili Bay (Ege Denizi, Türkiye), Thesis.
- Largo, B.D., P.T.Bacolod, M.A.V.Cusi, C.A. Orosco, M.Ohno, 1989. Growth rate of *Gracilaria verrucosa* and *G. salicornica* in an intertidal and semi-enclosed pond system in the Visayas, Philippines, Bull.Mar.Sci.Fish. 11: 95-100.
- Lipkin, Y. 1985. Outdoor cultivation of sea vegetables, Plant and Soil 89: 159-183.
- Lüning, K. 1993. Environmental and internal control of seasonal growth in seaweeds, Hydrobiologia 260/261: 1-14.
- Macchiavello, J., R.Saito, G.Garófalo, E.C.Oliviera. 1999. A comparative analysis of agarans from commercial species of *Gracilaria*, Hydrobiologia 398/399: 397-400.
- McHugh, D.J. 1989. World-wide distribution of commercial resources of seaweeds including *Gelidium*, Hydrobiologia 211:19-29.
- Ohno, M. 1993. Cultivation methods and physiological aspect for edible seaweeds in Japan, Serie Ocasional 2: 163-170.
- Ohno, M., O.P.Mairh, V.D.Chauhan, A.Tewari, R.M.Oza, H.V.Joshi, R.S.Pandey, P.S.Rao. 1981. Mass cultivation of green alga *Enteromorpha* on the coast of Okha, India, Rep. Usa mar.biol.Inst. 3: 51-59
- Orosco, C.A., M.Ohno. 1992. Growth rate of *Gracilaria* species (Gracilariales, Rhodophyta) from Tosa Bay, southern Japan, Jpn.J.Phycol (Sôrui) 40: 239-244.
- Öztürk, M. 1980. Distribution and taxonomy of some Dictyotaceae (Phaeophyta) members in İzmir Bay, Thesis.
- Öztürk, M. 1984. Distribution and taxonomy of Phaeophyta (Brown algae) members in Aegean and Mediterranean coasts of Turkey, Thesis.
- Pandey, R.S., M.Ohno. 1985. An ecological study of cultivated *Enteromorpha*, Rep. Usa mar.biol.Inst. 7: 21-31.
- Partington A., F.J.Jennings. 1971. Growing *Enteromorpha* in laboratories, J.Appl. Ecol. 8 (8): 269-271.
- Sijian, L. 1987. Study on the commercial cultivation of *Gracilaria* in South China, Chin.J.Oceanol.Limnol. 5 (3)
- Smit A.J., J.J.Bolton. 1999. Organismic determinants and their effects on growth and regeneration of *Gracilaria gracilis*, J.Appl.Plycol. 11: 293-299.

Türkiye'de Makroskopik Alglerin Kültür Olanakları

- Soe-Htun, U., M.Ohno, S.Mizuta. 1986. Effects of salinity and temperature on the growth of the green alga, *Enteromorpha prolifera*, in culture, Rep. Usa mar.biol.Inst. 8: 9-13.
- Sukatar, A. 1981. Systematic of some *Laurencia* Lam. (Rhodophyta, Ceramiales) species distributed in İzmir Bay, Thesis.
- Sukatar, A. 1992. Ecology of economical algae in South Aegean coasts (between Çeşme-Marmaris), Thesis.
- Vandermeulen, H. 1989. A low-maintenance tank for the mass culture of seaweed, Aquacultural Engineering 8: 67-71.
- Talarico, L., G.Maranzana. 2000. Light and adaptive responses in red marine macroalgae: An overview, J.Photochem.Photobio.Bio. 56: 1-11.
- Taşkın, E. 1999. Macroalgae of İskenderun Bay (Hatay Coast), Thesis.
- Torono, G.C. 1999. Diversity of the seaweed flora of the Philippines and its utilisation, Hydrobiologia 398/399: 1-6.
- Zeybek, N. 1966. Some algae of Aegean coasts, E.Ü.F.F. İl.Rap.Ser. 14
- Zeybek, N. 1969. Marine algae of Turkey: 1. Coasts along Bodrum-Finike Bay, 2. Aegean Sea-Edremit. Saroz-Bay-Şile, TÜBAG 124 no'lu proje.
- Zeybek, N. 1976. Marine algae of Turkey: a. Aegean Sea-Edremit and Saroz Bay, b. Black Sea region, coasts along Şile-İğneada, E.Ü.F.F. Sist.Bot.Kürs., Bornova, İzmir.
- Zeybek, N., H.Güner. 1973. Marine algae of Bozcaada and Çanakkale region, E.Ü.F.F.İl.Rap.Ser. 145.