

Review article

**ALGLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ, KULLANIM ALANLARI VE
ECZACILIKTAKİ ÖNEMİ**

GENERAL SPECIFICATIONS, USING AREAS OF ALGAE AND THEIR
IMPORTANCE ON PHARMACY

Selin AKTAR, Gözde Elgin CEBE

Ege University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Botany,
35100 Bornova-İzmir, TURKEY

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; denizlerin en önemli canlı kaynaklarından biri olan algler hakkındaki genel bilgilerin derlenmesi ve gıda, tarım, kozmetik, tıp, eczacılık ve endüstri dallarındaki kullanımlarının vurgulanmasıdır. Algler, özellikle yeni farmasötik ajanların geliştirilmesinde önem taşıyan yüksek biyolojik aktiviteli sekonder metabolitlere sahiptirler. Eczacılıkta etkin ve yardımcı madde olarak kullanılan fikorolloidler deniz alglerinden elde edilmektedir. Algler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda antimikrobiyal, sitotoksik, antimitojenik, antikanser, antitümöral aktivitelerin varlığı ortaya konmuştur.

Kıyılarımızdaki alglere dayalı sanayi henüz yeterince gelişmemiştir. Doğal stoklardan sadece ham ürün olarak yararlanılmakta ve birkaç türün ihracatı yapılmaktadır. Pek çok alanda alglere olan gereksinim ve ilginin artmasına paralel olarak alg kültürü ve alglere yönelik sanayi gelişip yaygınlaşmalıdır.

Anahtar kelimeler: Algler, Eczacılık, Tıp

ABSTRACT

The compilation of general information about sea algae which is one of the most important living resources and emphasize the use of algae in food, agriculture, cosmetics, medicine, pharmacy industry is the main purpose of this study. Algae is particularly important in the development of new pharmaceutical agents having a high biological activity of secondary metabolites. In pharmacy, phycocolloids, which are mainly

used as an effective and auxiliary article, are obtained from sea algae. As a result of studies on the antimicrobial, antitumoral, cytotoxic, antimitogenic, anticancer activities revealed the presence of algae.

Algae-based industries shores yet sufficiently developed. Only a few species of natural stocks are used and exported as raw material. In many areas the culture of algae in parallel with an increase in the need for and interest in algae developed for the industry.

Key words: *Algae, Pharmacy, Medicine*

GİRİŞ

Algler su ortamında primer üretici canlılardır ve besin zincirinin önemli bir parçasını oluştururlar (1).

Denizlerin en önemli canlı kaynaklarından biri olan alglerden gıda, tarım, kozmetik, tıp, eczacılık ve endüstri dallarında yararlanılmaktadır. Algler, özellikle yeni farmasötik ajanların geliştirilmesinde önem taşıyan yüksek biyolojik aktiviteli sekonder metabolitlere sahiptirler (1, 2).

Eczacılıkta etkin ve yardımcı madde olarak kullanılan fikokolloidler deniz alglerinden elde edilmektedir. Algler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda antimikrobiyal, sitotoksik, antimitojenik, antikanser ve antitümöral aktivitelerin varlığı ortaya konmuştur (1, 2).

Ekolojik olarak algler yeryüzünün her yerinde bulunabilirler. Fakat %70'nin asıl yayılım alanı sulardır. Gövde ya da benzer işlevlere sahip yapıları ile deniz, göl ve nehirlerde, karada ise toprak, ağaç ve kayalara tutunarak yaşayabilirler. Hayvan ve bitkilerle simbiyotik yaşam kurabilirler. Buzla kaplı alanlarda, 70°C veya daha yüksek sıcaklıktaki kaynak sularında, çok tuzlu su ortamlarında, düşük ışık yoğunluğu ve yüksek basınç altındaki göl ve deniz ortamlarında kısaca fotosentez yapmak için ışık bulabildikleri her yerde yaşayabilirler (1, 2).

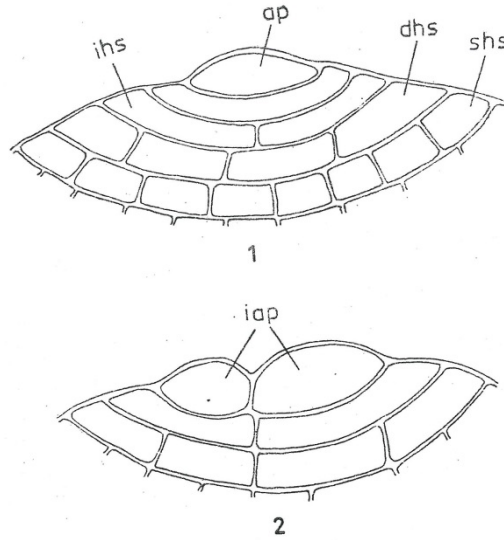
Bu çalışmanın amacı; denizlerin en önemli canlı kaynaklarından biri olan algler hakkındaki genel bilgilerin derlenmesi, alglerin tanıtılması, gıda, tarım, kozmetik, tıp, eczacılık ve endüstri dallarındaki kullanımlarının vurgulanması, alg kültürü ve alglere yönelik sanayinin önemine dikkat çekilmesidir.

Alglerin Morfolojik Özellikleri ve Üremeleri

Algler basit yapılı, klorofil içeren organizmalardır. Tek hücreli veya çok hücreli olabilirler, gruplar halinde koloni oluşturabilirler. Boyutları 3-10µ'dan 70cm uzunluğa kadar çıkabilir. Günde 50cm'e kadar uzayabildikleri bilinmektedir. Algler vejetatif üreme, eşeyli ve eşeysiz üreme olarak

üç farklı üreme sistemine sahiptirler. Bunların içinde en yaygın olanı vejetatif üremedir. Bazı türlerde ise hücreler büyüyerek koloni oluşturur ve daha sonra normal büyüme sonucu bölünürler. Bazı türlerde ise vejetatif üreme tallusun büyümesi veya ana bitkinin büyümesiyle gerçekleşir (3).

En basit şekilli türlerde vejetatif hücreler birbirine benzerlik gösterir. Her hücre bireysel olarak ikiye bölünme suretiyle çoğalabilir veya sporisit ve gametosite dönüşerek spor ve gamet verirler. Alglerdeki bu yapı “arketallus” veya “ilkel tallus” olarak adlandırılır. Bölünmeden sonra oluşan hücrelerin bir arada kalması sonucu tipik arketallus oluşur (1), (Şekil 1).



Şekil 1. 1. *Dictyota dichotoma* (Kahverengi alg) tallus ucu yüzden görünüş. ap: apikal hücre, dhs: dörtlü hücre sırası, ihs: ikili hücre sırası, shs: sekizli hücre sırası, 2. iap: ikiye bölünmüş apikal hücre (4).

Şayet yeni oluşan hücreler birbirinden ayrılırsa “ayrışmış arketallus” oluşumu gözlenir. Bölünme sonucu oluşan hücreler bir jel ile çevrili ise “yığın (palmelloid) tipli arketallus” olarak adlandırılır. Hücre bölünmeleri çok yönlü olma yerine aynı yönde gerçekleşirse tek bir hücre sırasından oluşmuş “ipliksi tallus” meydana gelir. Bu tipe “trikoid” denir. Şayet oluşan hücrelerin her biri kamçı ile hareket edebiliyorsa bu tipe “monadoid” denir (1, 5).

Bazı algler vejetatif olarak bölünemezler. Her hücre sporisite veya gametosite dönüşür. Spor veya gamet kökenli bu ayrı ayrı hücreler “kokkoid tipli arketallus” oluşturur (5, 6).

Alglerin Sudan Karaya Geçişi

Yeşil algler ve karasal bitkiler arasındaki bağlantı evrimsel filogeninin henüz ortaya çıkmadığı zamanlardan, yüzyıllar öncesinden beri bilinmektedir. 1950 yılından itibaren

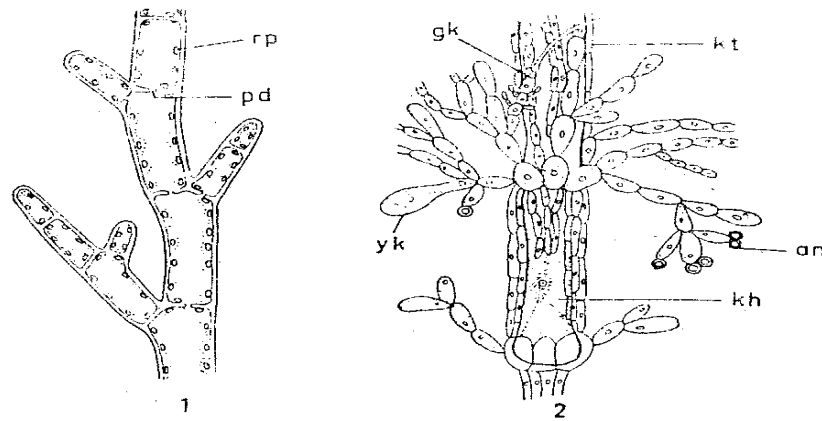
Chlorophyta ve karasal bitkilerin monofiletik bir grup olduğu bilinmektedir. Fosil verileri, morfolojik ve moleküler veriler yardımıyla tüm alglerin ve karasal bitkilerin evrimsel bağlantıları ortaya konmuştur (7, 8).

Yapılan çalışmalara göre yeşil algler bir buçuk milyar yıl öncesinde ortaya çıkmış olup karasal bitkilerin bu soydan ayrılması 425–490 milyon yıl önce gerçekleşmiştir. Stres faktörlerinin çoğaldığı dönemlerde meydana gelen yoğun seçilim baskıları canlıların çeşitlenmesinde itici bir güç olmuştur (7, 8).

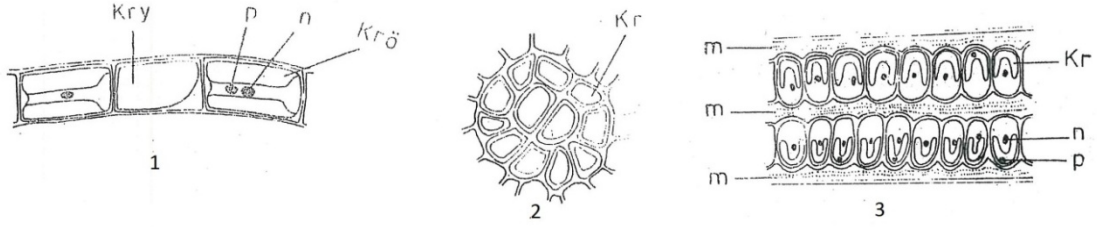
Suların gelgitlerle çekildiği Silüriyen çağının şartları, kıyılarda alglerin kuruluğa ve diğer ekstrem koşullara dayanabilecek şekilde seçilmesine neden olurken, çeşitli lagünlerin ve bataklıkların da yeni habitatlar oluşturmasına izin vermiştir. Bu seçilim baskıları bitkisel evrimin yeni bir yola girmesine yol açmıştır (7, 8).

Alglerin Sınıflandırılması

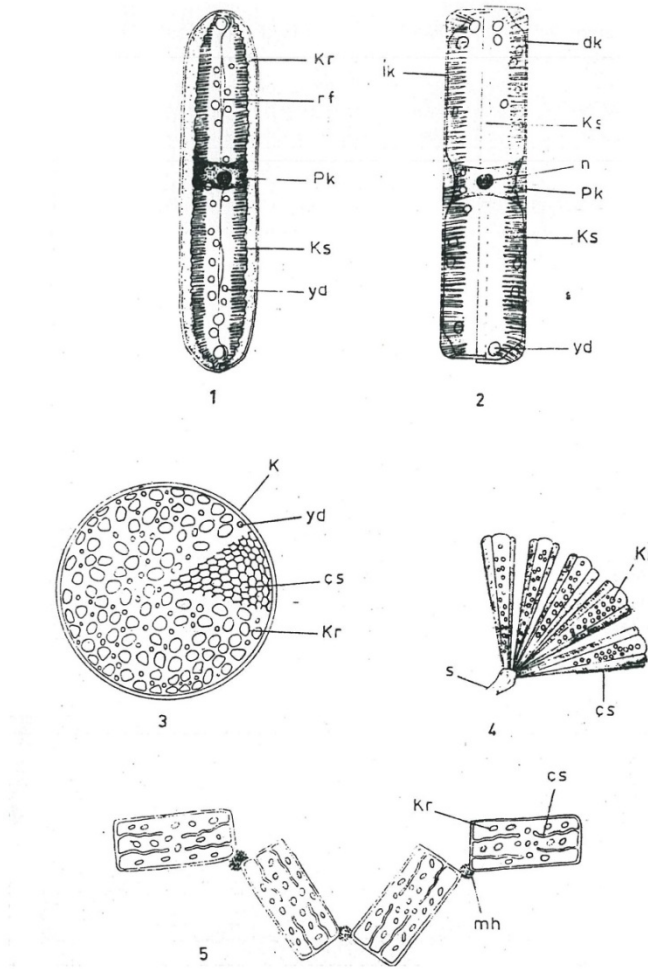
Farklı alg grupları birbirleriyle karşılaştırıldığında sitolojik, morfolojik, biyokimyasal özellikleri, üreme şekli ve hayat devirleri yönünden aralarında farklılıkların olduğu görülür (1, 9). Algler yapısal olarak prokaryotik (mikroalg) ve ökaryotik (makroalg) olmak üzere iki büyük gruba ayrılırlar. Mikroalgler “Mavi-yeşil algler (Cyanophyta)” olarak bilinirler. Makroalgler ise kamçı taşımalarına veya pigmentasyonlarına göre; Kahverengi algler (Phaeophyta), Kırmızı algler (Rhodophyta), Yeşil algler (Chlorophyta), Diyatomeler (Chrysophyta) ve Kamçılı algler (Flagellata) olarak sınıflandırılmaktadır (10), (Şekil 1, 2, 3, 4, 5).



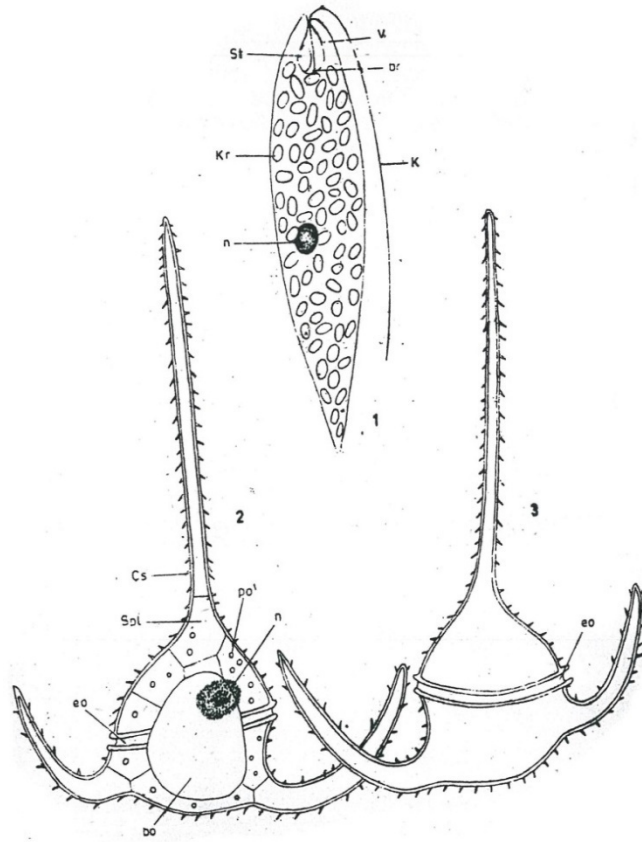
Şekil 2. 1. *Callithamnion* (Kırmızı alg) genel görünüş, 2. *Batrachospermum* (Kırmızı alg) tallus ve üreme organları. rp: kromatofor, pd: plazmodezm, an: anteridyum, gk: genç karpogon (dişi organ), kt: korteks tüpü, yk: yaşlı karpogon, kh: korteks hücresi (4).



Şekil 3. 1. *Ulothrix zonata* (Yeşil alg) tallus yüzeysel görünüş, 2. *Ulva lactuca* (Yeşil alg) tallus yüzeysel görünüş, 3. *Ulva lactuca* tallus enine kesit. Krö: kromatofor önden görünüş, Kry: kromatofor yandan görünüş, Kr: kromatofor, m: müsülaj, n: nukleus, p: pirenoid (4).



Şekil 4. Diyatome'ler. 1. *Pinnularia* yüzden görünüş ve 2. *Pinnularia* kuşaktan görünüş, 3. *Coscinodiscus*, 4. *Licmophora*, 5. *Grammatophora*. çs: çeper süsü, dk: dış kabuk, k: kabuk, Kr: kromatofor, Ks: kabuk süsü, Kş: kuşak şeridi, mh: müsülaj halkası, n: nukleus, Pk: plazma köprüsü, rf: rafe, yd: yağ damlası (4).



Şekil 5. Flagellat'lar. 1. *Euglena viridis*, 2. ve 3. *Ceratium tripos*. bc: bazal cisim, bo: boyuna oluk, Çs: çeper süsü, eo: enine oluk, K: kamçı, Kr: kromatofor, n: nukleus, po: por, St: stigma (göz noktası), V: vakuol (4).

Morfolojik yönden makroalgler “Thallophyta” olarak adlandırılır. Thallophyta grubunda gerçek anlamda kök, gövde, yaprak farklılaşması görülmediğinden bu grupta tallus yapısından bahsedilir (1).

Alglerin Sitolojik Özellikleri

Hücre Çeperi

İplikli şekilli kırmızı veya yeşil algler mikroskop altında incelendiğinde her hücrenin özgün bir çeperle çevrili olduğu görülür. Hücreler arasında dolgu maddesinin bulunduğu, en dışta ise zar gibi bir kütikulanın varlığı dikkat çeker. Bazı tek hücreli alglerde sadece kütikula hücreyi çevreler. Bazı ameboid formlarda ise çepere rastlanmaz. Alglerin hücre çeperlerinde farklı oranlarda selüloz vardır. Hücreler arası dolgu maddesi yeşil alglerde genellikle ksilan ve mannan, esmer alglerde aljinik asit, kırmızı alglerde ise agar-agar ve karragenindir. Hücreler arası iletişim, çeperde oluşan

yapılarla sağlanır. Hücre çeperinde bazı mineral maddeler birikim gösterebilir. Örneğin; bazı yeşil ve kırmızı alg gruplarında kalsiyum karbonat depolanmıştır (1, 5, 9-11).

Sitoplazma

Sitoplazma, homojen görüntüde olmayıp, endoplazmik retikulumdan oluşmuştur ve “plazmalemma” adı verilen bir membran ile çevrilidir. Viskoz yapıdaki sitoplazmanın bileşiminde lipit ve protein bulunmaktadır (1).

Çekirdek

Cyanophyceae dışında bütün ökaryotik alg gruplarında hücre çekirdeği bulunmaktadır. Son yıllarda Cyanophyceae’de de çekirdek materyalinin sitoplazma içinde belirgin bir şekilde olmasa da mevcut olduğu saptanmıştır (12). Çekirdek daima sitoplazma ile çevrelenmiş haldedir. Çekirdeğin hücre içinde değişmez ve sabit bir yeri yoktur. Bulunduğu yer hücrenin genel durumu ve metabolizması ile ilgili olarak değişmektedir. Şekilleri değişkenlik göstermekte; yuvarlak, yumurtamsı, mercimek şekilli, şeritsi veya amip şeklinde olabilmektedir (1). Hücredeki çekirdek sayıları da değişkendir. Genellikle tek olduğu halde iki veya daha çok sayıda da olabilmektedir (1, 12).

Hareket Organelleri

Planktonik alglerin vejetatif hücreleri ile üreme hücreleri, kamçı şeklinde gelişen hareket organelleri taşımaktadır. “Flajel” adı verilen kamçının hücredeki yerleşimi ve morfolojisi alg gruplarına göre değişken olup, her grup için karakteristik özellikler göstermektedir. Kamçılar morfolojik olarak aynı şekilde ve eşit uzunlukta ise “izokonte”, eşit uzunlukta değil ise “heterokonte”, çok sayıda kamçı hücrenin tepe noktasından bir taç şeklinde çıkmakta ise “stefanokonte” olarak adlandırılmaktadır (1, 5).

Plastidler

Plastidler fotosentez olayında rol oynayan en önemli yapılar olup; kloroplast, kromoplast ve lökoplast olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır. Fotosentez için gerekli olan kloroplastlar; protein, lipit, renk maddesi ve inorganik maddeler içermektedir. Proteinler kuru ağırlığın %35-55’ni, lipitler %20-30’nu, klorofil ise %9’nu oluşturmaktadır. Klorofilin %75’i klorofil a, %25’i ise klorofil b’dir. Kırmızı alglerde klorofil a ve d, esmer alglerde ise klorofil a ve c bulunmaktadır.

Kloroplastlarda bulunan diğer renk maddeleri karotenoitlerdir ve kloroplastın kuru ağırlığının %4'ünü oluşturmaktadır. Karotenoitlerin %75'i karotendir (1, 9, 13).

Pirenooid

Pirenooidler, “pirenosom” adı verilen taneciklerin bileşiminden oluşan, kloroplastlarda değişik şekillerde bağlı bulunan, renksiz, granüler yapılu organellerdir. Pirenosomların değişik konumlarda bulunmasına göre piramidal, ombilik, mercimek şeklinde ve katlı olmak üzere 4 tipe ayrılmışlardır. Topak bir görünüme sahip olup etrafı farklı şekillerde amidon tanecikleriyle çevrilidir. Yeşil alglerde olduğu gibi kloroplastın içinde yer alırlarsa “intraplastidial”, esmer alglerde olduğu gibi kloroplastın dışında yer alırlarsa “ekstraplastidial” olarak tanımlanırlar (1, 5).

Vakuol

Vakuoller, sitoplazmada bulunan içi hücre özsuyu ile dolu boşluklardır. Ökaryotik alg gruplarının hepsinde gerçek ve farklı şekillerde vakuollere rastlanmakla birlikte Cyanophyceae üyelerinde psödovakuoller (yalancı vakuol) bulunmaktadır. Psödovakuoller prokaryotik alg gruplarında bulunan, kaldırma kuvveti ve mekanik gücü sağlayan yapılardır (5, 12, 14).

Vakuollerin sayısı, şekli ve hücrede bulunduğu yerler alg gruplarına göre farklılık göstermektedir. Örneğin birçok esmer alg türünde hücrede sabun köpüğü gibi çok sayıda vakuol bulunur. Sifonlu yeşil alglerde ise vakuol hücrenin merkezi kısmını olduğu gibi kaplamaktadır (1, 11).

Alglerin Biyokimyasal Özellikleri

Pigment Maddeleri

Alglerdeki pigment maddeleri 3 grupta incelenmektedir (15):

Klorofil: Klorofil a bütün alg gruplarında bulunmaktadır. Klorofil b yeşil alglerde, klorofil c esmer alglerde, klorofil d ise kırmızı alglerde mevcuttur (1, 3, 6, 7, 9-12, 16-29).

Sarı-kahverenkli karotenoit maddeler: Karoten çeşitli alg gruplarında, karoten türevi ksantofil ise Chromophycophyta (=Chromophyta) 'da bulunmaktadır (6).

Mavi, kırmızı renkli ve suda eriyebilen fikobilinler: Mavi renkli fikosiyanin ve kırmızı renkli fikoeritrin, Cyanophyceae ve Rhodophyceae'de mevcuttur (10-12, 29).

Depo maddeleri

Alglerde fotosentetik faaliyetlere göre çeşitli maddeler depolanmaktadır. Nişasta, tipik bir depo maddesidir. Lügol ile boyandığında mavi-kahverengini alır ve plastidlerde yer almaktadır (1). Cyanophyceae üyelerinde granül halinde bulunan glikojen lügol ile kahverengi-kırmızıya boyanır. Laminarin ise kahverengi algler tarafından vakuolde oluşturulmaktadır. Yağlar ise bütün alg grupları tarafından özellikle de Chromophyta üyelerince üretilmektedir (1, 11, 15).

Alglerin Ekolojisi

Fotosentez ile ilk üretimi gerçekleştiren algler, gıda zincirinin ilk halkasını oluşturdukları için deniz ekosisteminde çok önemli rolleri bulunmaktadır (23).

Algler çevrenin fiziksel ve kimyasal değişimlerine bağlı olarak coğrafik bir dağılım göstermektedir. İnsan faaliyetleri, evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklar son yıllarda ötrofikasyona (besin maddelerinin büyük oranda çoğalması sonucu bitki varlığının aşırı şekilde artması) doğrudan etkide bulunmaktadır. Bunun yanı sıra atmosferden suya karışan azot, yağmur sularının taşıdığı besin maddeleri ve drenaj yoluyla ortama taşınan maddeler kirlenme sürecini hızlandıran doğal gelişimlerdir. Ötrofikasyonun en belirgin sonuçlarından biri aşırı alg patlamalarının görülmesidir. Fitoplankton popülasyonlarının artışı suyun renginin, kokusunun ve ekolojik dengesinin bozulmasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra alglerin aşırı gelişmesi, sucul ortamdaki birçok canlı için toksik etkilere neden olduğundan ölümlere sebep olmaktadır (25, 30, 31).

Alglerin Dağılımına Etki Eden Ekolojik Faktörler

Alglerin dağılımına etki eden faktörler üç grup altında toplanmaktadır (32, 33):

1. Fiziksel Faktörler

Substrat: Substratın fiziksel yapısı, alglerin tutunup gelişmelerinde önemlidir. Substrat içinde yaşayan algler “endolitik algler”, substrat üzerinde yaşayan algler ise “epifitik algler” olarak adlandırılırlar (1, 34).

Sıcaklık: Denizlerde, mevsimsel sıcaklık farkı derinlik arttıkça azalmaktadır. Bu yüzden derinlerde sıcaklık değişimine dayanıksız algler bulunur. Buna karşın mediolittoral zonda (periyodik olarak suya girip çıkan bölge) yer alan su birikintilerinde sıcaklık değişimleri çok yüksek olduğu için, yalnızca *Ulva*, *Enteromorpha* gibi sıcaklık değişimine dayanıklı alglere

rastlanır. Akdeniz ikliminde *Bangia*, *Nemalion*, *Ulothrix* gibi ılıman veya soğuk deniz türlerine kışın, *Acetabularia*, *Anadyomene*, *Halimeda* ve *Digenea* gibi sıcak deniz türlerine ise yazın rastlanır (1, 5, 34).

Işık: Işığın dalga boyu ve miktarı alglerin derinlere doğru dağılımında önemlidir. Deniz suyundaki cansız partiküller ve planktonik organizmalar deniz suyunun ışık geçirgenliğinin azalmasına neden olur, ışık nicel ve nitel yönden değişime uğrar. Mavi ve mor ışık derine en fazla ulaşabilen ışınlardır (1, 35, 36). Deniz algleri ışığa olan toleranslarına göre “fotofil algler (ışığı seven)” ve “siyafil algler (karanlığı seven)” olmak üzere iki grupta incelenir (2).

Turbidite: Sudaki askı yükler berraklığın kaybolmasına neden olur. Buna “suların turbiditesi” denir. Turbidite, ışık şiddetini ve yayılışını sınırlar. Buna bağlı olarak birincil üretim verimi düştüğü için fotofil organizmalar ortamdan uzaklaşır (2).

2. Kimyasal Faktörler

Tuzluluk: Tuzluluk deniz organizmalarının dağılımındaki en önemli faktörlerdendir (1, 3). Deniz suyunda baskın olan NaCl, canlılarda ozmotik basıncı düzenler. N, P, S, K, Ca, Mg, Si gibi oligoelementler de canlıların fizyolojik faaliyetlerinde önemlidir. *Laminaria* gibi çeşitli alg türlerinde büyük miktarda birikime uğrayan I, Br gibi elementler ise bu bitkilerin ekonomik değerini artırır (1, 37).

pH: Deniz suyu genellikle bazik olup pH'sı 8.1-8.3 arasında değişir. Supralittoral ve mediolittoral zonda bulunan ve denizle ilişkisi az olan küvetlerde örihalin, öriterm ve öriyonik olan yeşil alglerden *Ulva* ve *Enteromorpha*'nın bol miktarda geliştiği görülür (20, 29).

Bu alglerin fotosentez faaliyeti ile CO₂'i fazla kullanması sonucu ortamdaki bikarbonat ayrışarak nötr karbonata dönüşür. Bu olay ortamdaki baziklığın artmasına, pH'nın 10'a ulaşmasına sebep olur. Bu nedenle bu tip küvetlerde kırmızı algler gibi stenoionik algler gelişemezler (1, 35, 38).

Deniz Suyunda Çözünmüş Halde Bulunan Gazlar: O₂, tüm deniz canlılarında olduğu gibi alglerin dağılımında da besleyici ve sınırlayıcı etkiye sahiptir. O₂ miktarını artıran faktörlerin başında fotosentez, oksijence fakir yüzey sularının atmosfer ile ilişkide olması, akıntı ve rüzgarların etkisi gelmektedir (1, 2, 36, 39). O₂ miktarını azaltan faktörlerin başında ise bitki ve hayvanların solunumu, oksidasyon içeren çeşitli kimyasal ve biyolojik olaylar, atmosfer ile ilişkide olan ve oksijence daha zengin yüzey sularından O₂ kaybı söylenebilir. Oksijensiz zonlarda algler bulunmaz (40, 41).

CO₂ atmosferde çok düşük miktarda bulunduğu halde, sudaki yüksek çözünürlüğü nedeniyle deniz suyundaki miktarı çok daha fazladır. CO₂ miktarı derinliğe paralel olarak artış göstermektedir. Çözünmüş CO₂, organizmaların çoğunun dağılımını sınırladığı halde yüksek bitkiler ve algler fotosentez için CO₂'e ihtiyaç duyar. Yapılarında CaCO₃ içeren planktonik ve bentik alglerin morfoloji ve anatomilerinin CO₂'e bağlı olarak değiştiği yapılan gözlemlerle saptanmıştır (1, 40, 41).

Besleyici tuzlar, oligoelementler ve vitaminler: Nitrat ve fosfat gibi besleyici tuzların eksikliği fitoplankton gelişimini sınırlar, fazlalığı ise *Ulva* ve *Enteromorpha* gibi nitrofil alglerin çoğalmasına neden olur (1, 37, 42).

Bazı oligoelementler alglerin gelişimlerini destekler. Deniz suyunda bakteri faaliyetleri sonucu başta B₁₂ olmak üzere çeşitli vitaminler meydana gelir. Bazı algler gelişimleri için vitamine ihtiyaç göstermedikleri halde bazıları için B₁₂, biyotin ve tiyamin gibi vitaminler gereklidir. *Corallina*, *Halimeda*, *Lagora* ve *Diatomae* gibi bazı algler CaCO₃ ve silis depolamaktadır (1, 20, 27, 37, 38, 42-44).

3. Dinamik Faktörler

Deniz Çalkantısı (Ajitasyon): *Cytoseira fimbriata* gibi su hareketlerinin fazla olduğu ortamlarda bulunan algler küt yapılı olduğu halde, sakin sulardaki alglerin daha çok dallandıkları gözlenmiştir. Suyun çalkantısı ekolojik faktörlerin homojen hale gelmesi için önemlidir. Algler üzerinde yapılan gözlemlerde su hareketlerine bağlı olarak fotosentez ve solunum şiddetinin değiştiği gözlenmiştir (1, 23).

Deniz Seviyesi Değişimi ve Su Dışında Kalma (Emersiyon): Ayın çekim gücü, rüzgarların etkisi, hava basıncı ve kıyının konumuna bağlı olarak deniz seviyesinde periyodik değişimler görülür. *Fucus*, *Pelvetia*, *Ascophyllum* gibi bazı algler için su dışında kalma bir gereklilik olduğu halde, büyük bir çoğunluğu uzun süre su dışında kalamamaktadır (1, 11, 23, 42).

Su Hareketleri (Akıntılar, Dalgalar): Bentik algler üzerinde yapılan gözlemlerde tallus boyunun su hareketiyle ilgili olduğu saptanmıştır. Alglerin üreyip gelişmesi üzerinde su hareketleri iki şekilde etkili olabilir. Bunlardan ilki üreme hücrelerinin su hareketleriyle çeşitli yerlere taşınması ve döllenmelerinin kolaylaştırılması, diğeri ise genç bireylerin yerleşme anında oluşan negatif veya pozitif etkilerdir. Planktonik alglerin biyocoğrafik dağılımlarının akıntılarla ilgili olduğu kabul edilmektedir (1, 36).

Basınç: Hidrostatik basıncın alg dağılımı üzerine etkisi ile ilgili yapılan bir araştırmada; *Codium bursa*'nın yüzeysel formlarının birkaç cm çapında olduğu halde, 40-50m derinlerde yaşayan formlarının yaklaşık 1m çapında olduğu gözlenmiştir (1, 11, 29).

Alglerin Kimyasal İçeriği

Algler deniz ekosisteminde primer üretici canlılar olarak; içerdikleri asit, alkaloit, amin, selüloz, enzim, glikozit, iz elementler (Ga, Zn, Ni, Co, Fe, Mn, Ca, Cr, B, Na, Mg, Al, F, K) ve inorganik mineraller, lipitler, steroller, steroidler, yağ asitleri, fenolik bileşenler (şikimik asit, şikimat, fenilpropanoit, fenolik asit, kumarin, lignan, flavonoit, antosiyanin, tanen, kinon), fitohormonlar (öksin, giberellin), pigmentler, protein, peptit, aminoasit, vitaminler (C, B12, H, folik asit, nikotinik asit, pantotenik asit, B1, B2, E, K) ve uçucu bileşenler (asetik, akrilik, butirik, formik, miristik, palmitik asit, aldehit, alkol, terpen ve fenoller) ile oldukça önemli bir yere sahiptirler (7, 8, 18, 45-49).

Yapılan bir çalışmada; yeşil alglerden *Codium elongatum*'da stigmasterol, hegzadekanoinik asit ve dekortinon varlığı saptanmıştır. β -sitosterol ise bir başka yeşil alg olan *Enteromorpha intestinalis*'de tespit edilmiştir. Kırmızı alglerden *Botrocladia leptopoda* varyetelerinden doymuş ve doymamış yağ asitleri izole edilmiştir. Kahverengi alg *Iyengaria stellata*'da ise kolesterol ve farklı yeni metabolitlerin varlığı gösterilmiştir (50). Bir diğer araştırmada; alglerde yağ asitleri, steroidler, karotenoitler, polisakkaritler, lektinler, mikosporin benzeri amino asitler, halojenli bileşikler, poliketitler ve toksinlerin varlığı vurgulanmıştır (51).

Alglerin Kullanım Alanları

Denizlerin en önemli canlı kaynaklarından biri alglerdir. Alglerden tıp, eczacılık ve kozmetik, gıda, tarım ve endüstri alanlarında faydalanılmaktadır. Ayrıca algler diğer deniz canlıları için büyük önem taşımaktadır. Toprağın az, nüfusun fazla olduğu Uzakdoğu ülkelerinde alglerin 17.yy'dan bu yana önemli gıda kaynağı olduğu bilinmektedir. Bugüne kadar Batı Avrupa ülkeleri ile Amerika Birleşik Devletleri'nde algler doğrudan gıda olarak tüketilmemiş fakat biyokimyasal ve teknolojik araştırmaların yarattığı yeni olanaklarla pek çok alanda kullanılmıştır. Bunun sonucunda pek çok ülkede alglere dayalı bir endüstri gelişmiştir (30, 35, 36). Alg endüstrisinin kaynak sorunu ile karşılaşmaması için denizde doğal olarak üreyen alglerden faydalanmanın yanında bu alglerin kültürlerinden de yararlanma yoluna gidilmiştir (1, 30).

Ülkemiz denizlerinde dağılım gösteren, bileşimleri yönünden ekonomik önem taşıyan türler üzerinde yapılan araştırmalarda alglerden aljinik asit, agar, karragen, vitamin B₁₂, bazı

organik asitler ve selüloz elde edilmiştir (5, 52). Ayrıca hayvan yemi elde edilebilecek, gübre olarak kullanılabilir ve kozmetikte faydalanılabilecek türlerin kıyılarımızda varlığı saptanmıştır (11).

Alglerin Tıp ve Eczacılık Alanında Kullanımı

Alglerin; yaralanmalarda, ağır metal zehirlenmelerinde, bağışıklık sisteminin dengelenmesinde, yüksek ateşi düşürmede, kan dolaşımının düzenlenmesinde, deri rejenerasyonunda, damar tıkanıklıklarının giderilmesinde ve kolesterolü düşürmede kullanıldığı bilinmektedir (48, 53-56).

Yapılan araştırmalar sonucu 30 alg türünün bağışıklık sistemini düzenleyici etkisi saptanmıştır. Bu araştırmaların en etkileyici unsuru; her türün birçok patojene karşı olan antiviral özelliğidir. Araştırmacıların görüşüne göre; bu algler bakteri, mantar ve viral patojeniteye karşı direnç sağlamaktadır (57-59).

Bazı toplumlarda zengin lif, mineral, protein, düşük yağ ve sindirilebilir karbonhidrat içeriği sebebiyle *Ulva* türleri, düşük kalorili bir diyet olarak kilo verme amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle kıyaslı olan ülkelerde alglerin guatr tedavisinde, çeşitli böbrek rahatsızlıklarının tedavisinde ve antihelmintik olarak yaygın şekilde kullanıldığına dair bilgiler mevcuttur. Örneğin Güney Amerika'da *Ulva lactuca*, A vitamini yönünden zengin olduğu için guatra karşı direnci arttırmak amacıyla kullanılmaktadır (2, 10, 46).

Spirulina ve *Chlorella* tabletleri de vücut direncini artırıcı olarak kullanılmaktadır (2, 48, 53-56).

Fucus serratus türünden antimikrobiyal etkili maddeler elde edilmiştir. Ayrıca iyot bakımından zengin olup, guatr hastalığına ve buna bağlı gelişen obeziteye karşı kullanılmaktadır (36, 60, 61).

Alglerde bulunan fenol, flavonoid ve tanen gibi fenolik yapıdaki bileşenler antioksidan aktiviteden ve serbest radikal kovucu etkiden sorumludur (53, 62-64). Alg ekstreleri ile yapılan çalışmalarda ekstrede bulunan polifenollerin antioksidan etki gösterdiği belirtilmiştir (53, 64). Sıçanlarla yapılan bir çalışmada kırmızı ve yeşil alglerin cilt, göğüs ve barsak kanserine karşı koruyucu etki gösterdiği; bu etkinin alg ekstrelerinde yer alan fenolik bileşenlerin, sıçan karaciğerindeki antioksidan enzimlerin aktivitesini artırıp lipid oksidasyonunu azaltmasıyla gerçekleştiği tespit edilmiştir (64).

Ülkemizde bulunan *Sargassum* türlerinden olan *S. vulgare*, yapısında antilipidemik madde içermektedir. Diğer *Sargassum* türleri de antikoagülan ve analjezik özelliği olan alglerdendir. *Cytoseria barbata* da yapısında antilipidemik madde bulunan ve denizlerimizde yayılış gösteren türlerdendir. *Macrocystis pyrifera* türü B₁₂ vitamini yönünden zengin olduğundan anemide kullanılmaktadır. Kırmızı alglerden *Acanthopeltis japonica* türü besin olarak kullanılmakta olup kolesterol oranını düşürdüğü de bilinmektedir. *Porphyra atropurpurea* gibi bazı kırmızı algler ise “yara lapası” olarak kullanılmaktadır (22, 35). *Chondrus crispus* türü ise uzun süre Avrupa’da ilaç ve besin olarak kullanılmıştır. *Chondrus crispus*’dan ve *Gigartina* türlerinden elde edilen karragen, su alınca şişmesi nedeniyle mekanik laksatif etkiye sahiptir (24, 60, 65).

Alglerin eczacılıktaki önemli kullanım alanları başlıca fikokolloidleri sebebiyledir (18). Polisakkarit yapısındaki fikokolloidler higroskopik özellikleri nedeniyle emülsifiye edici, jelleştirici, stabilize edici, süspande edici ve kalınlaştırıcı etki gösterirler (49). Fikokolloidlerin kolloid yapıcı özelliklerinden dolayı vücutta ilaç absorpsiyonunu etkiledikleri bilinmektedir (19). Karadeniz’de bulunan *Phyllophora nervosa* tıp ve eczacılıkta fikokolloid kaynağı olarak kullanılmaktadır (48).

Alglerden elde edilen aljinatlar ilaç sanayinde hammadde veya yardımcı madde olarak kullanılır. Bu amaçla; bazı etken maddelerin (insülin, antibiyotik, hormon, vitamin gibi) enjektabl ve oral ilaç formlarında, yağ ve mumların sulu çözeltilerinde, tabletlerde dolgu maddesi olarak, yağlı kremlerin homojenizasyon ve stabilitesinin sağlanmasında, emülsiyon, süspansiyon, losyon, pomat, sabun, şampuan, tampon, diş macunu ve pastil yapımında, barsakta çözünen ilaç formlarının kaplanmasında kullanımları mevcuttur. Aljinatlar; flaster, sargı ve bandajların ana maddesini oluşturmaktadır (2, 66). *Sargassum natans* türü Kuzey Amerika’da emülsiyon formunda ilaçların hazırlanmasında kullanılan başlıca alglerdendir (35).

Son yıllarda algler, deriyi rejenere etme ve zengin mineral içirme özelliklerinden ötürü güzellik enstitüleri tarafından “thallassoterapi” uygulamaları amacıyla Türkiye’de de oldukça yaygın olarak kullanılmakta, alg içeren kozmetik ürünlerin çeşitliliği artmaktadır (26).

Makroalglerin Antibiyotik Aktivitesi

Antibiyotik aktiviteden sorumlu bileşikler makroalglerde yaygın olarak bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri; halojenlenmiş bileşikler, alkoller, aldehitler, terpenoitler, hidrokinonlar ve ketonlardır. Bazı steroller, heterosiklik ve fenolik bileşikler de antibiyotik özellik göstermektedir. Ancak bunların birçoğu için antibiyotik aktivite toksik konsantrasyonlarda sağlanabilmektedir (54).

1974 ve 1981 yılları arasında Roche Research Institute of Marine Pharmacology (RRIMP, Sydney, Avustralya) terapötik uygulamalar için kullanışlı yeni bileşikler bulmak amacıyla, deniz flora ve faunası üzerine yoğun araştırmalar gerçekleştirmiştir (67, 68). 4 önemli alg grubundan (Chlorophyta 26 tür, Phaeophyceae 61 tür, Rhodophyta 58 tür, Cyanophyta 7 tür) örneklerle yapılan bu çalışmalarda *in vitro* aktivitelerin büyük bir kısmının kahverengi alglerde gözlemlendiği ve *in vivo* aktivitelerin neredeyse tamamının kahverengi alglerden olan *Cystophora* türlerinden elde edildiği bildirilmiştir (9, 67-69).

Kırmızı alglerden elde edilen aktif bileşikler, genellikle halojenlenmiş ve yağda çözünür özelliktedir. *Bryopsis* türlerinden elde edilen depsipeptid kahalalid A ve F'nin *in vitro* olarak *Mycobacterium tuberculosis*'e karşı etkisi dikkat çekicidir (68).

Ascophyllum nodosum ekstrelerinden gram negatif ve gram pozitif bakterilere karşı antibiyotik etkili madde elde edilmektedir (22).

Karabay-Yavaşoğlu ve arkadaşları, *Jania rubens*'in metanol ve kloroform ekstrelerinin önemli bir inhibitör etkiye sahip olduğunu, buna karşın uçucu yağları açısından test organizmalarına karşı önemli bir etkiye rastlanmadığını belirtmişlerdir (72).

Ayrıca Özdemir ve arkadaşları, *Dictyopteris membranacea* ve *Cystoseira barbata*'nın uçucu yağları açısından test organizmalarına karşı önemli bir etkiye sahip olmadığını, bunun yanı sıra her iki alg türünün metanol ekstrelerinin hekzan ekstrelerinden daha fazla bir inhibitör etkiye sahip olduğunu rapor etmişlerdir (73).

Tüney ve arkadaşları, *Ulva rigida*'nın kuru örneklerinde *S. aureus*'a karşı aktivite gözlenmediğini buna karşın, taze örnek ekstresinin bu mikroorganizmaya karşı belirgin bir inhibitör aktiviteye sahip olduğunu belirtmişlerdir (65, 74).

Taşkın ve arkadaşları ise, Türkiye'nin Kuzey Ege kıyılarından topladıkları algler üzerinde yaptıkları çalışmada, özellikle *Corallina officinalis* türünün belirgin bir antibakteriyel aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu türden elde edilen ekstrelerin *Enterobacter aerogenes* türüne karşı 34mm'lik bir inhibisyon zonu oluşturduğu rapor edilmiştir (65, 69, 70).

Alglerin Sitotoksik, Antimitojenik, Antikanser ve Antitümör Aktivitesi

Deniz alglerinin antitümöral aktivitesi ilk kez Nakazawa tarafından sulu ekstrelerde incelenmiştir. Sulu ekstrelerin polisakkarit içeriğinin antitümör aktivite ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (60).

Noda ve arkadaşları; kırmızı, yeşil ve kahverengi alglerden oluşan 24 türün polisakkarit ve lipit fraksiyonlarının antitümör aktivitesini Ehrlich Karsinoma'ya karşı incelemişler ve *Scytosiphon lomentaria*, *Lessonia nigricans* ve *Laminaria japonica* 'nın belirgin etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu inhibisyon etkisinin fukoidan preparasyonları, karregen ve porfirandan kaynaklandığı, kahverengi alglerden elde edilen çeşitli glikolipit ve fosfolipit fraksiyonlarının da Meth-A. fibrosarkomaya karşı etkili olduğu bildirilmiştir (75-78).

Alglerden elde edilen sitotoksik ve antitümör etkili spesifik bileşikler araştırılmakta ve bildirilmektedir. *Bryopsis* türlerinden elde edilen Kahalalid F, antikanser ve antitümör özelliklere sahiptir. Bu madde akciğer, kolon ve prostat kanserinin kontrolünde etkili bulunmuş ve insan akciğer karsinomasında kullanılan terapötikler arasında olası etken bileşen olarak patentlenmiştir (19, 60, 65).

Sülfatlanmış makroalgal polisakkaritlerin de sitotoksik aktiviteleri bilinmektedir (67). Fukoidanların farelerde antitümör, antikanser, antimetastatik ve fibrinolitik özelliklerde olduğu ve hücre proliferasyonunu azalttığı bilinmektedir. Laminaranın enzimatik etkisi ile üretilen translam (1→3:1→6-β-D- glukanlar) da antitümör etkilidir (60).

Ulva türlerinin normal ya da kanserleşmiş kolonik epitelyum hücrelerine sitotoksik ve sitostatik etkisi bildirilmiştir (79, 80).

Chondria atropurpurea türünden izole edilen kondriamid A, insan nazofaringeal ve kolorektal kanser hücrelerine karşı sitotoksik etkilidir (68).

Caulerpa taxifolia türünden elde edilen kaulerpenin, birçok insan hücre hattına karşı sitotoksik, antikanser, antitümör ve antiproliferatif özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir (16).

Cystoseira mediterranea türünden elde edilen mediterraneol, mitotik hücre bölünmesinin inhibitörüdür (28, 71).

Cystophora usneoides türünden elde edilen usneoidin E ve Z de, antitümör özelliklere sahiptir (81).

Alglerin Gıda Alanında Kullanımı

Makroalglerin büyük çoğunluğu gıda olarak tüketilmektedir. Uzakdoğu ülkelerinde salata şeklinde tüketildiği gibi çorbası, yemeği ve sosu da yapılmaktadır. Kırmızı alglerin besinsel analizleri yapıldığında içeriklerini karbonhidratların, proteinlerin ve yağ asitlerinin oluşturduğu

saptanmıştır. Tam bir protein kaynağı olan algler, canlılar için gerekli birçok aminoasiti de içermektedir (13, 36).

Algler, Japonya’da hazır gıda maddesi olarak “Asaksanori, Suschi, Amanori, Tjintiow, Kanten, Kombu” gibi isimler altında satılmakta, ayrıca çay olarak da tüketilmektedir. Ülkemiz denizlerinde bu amaç için kullanılabilir *Ulva, Porphyra, Gelidium, Rhodymedia, Laurencia* ve *Polysiphonia* gibi alg cinsleri yayılış göstermektedir (20).

Batıda algler insan gıdasının sınırlı bir bölümünü oluşturmakla birlikte son yıllarda alglere olan ilgi artmıştır. Bu ülkelerin mutfaklarında daha çok alglerden elde edilen, “jelatan” olarak da isimlendirilen agar-agar, karragen, aljinat gibi maddeler daha çok kullanım alanı bulmuştur. Bu maddeler jelleştirici, yoğunlaştırıcı, süspand edici özellikleri ile pasta, reçel, marmelat ve dondurma yapımında kullanılmaktadır. Endüstride sucuk ve sosis kılıflarının hazırlanmasında, balıkçılığın geliştiği Avrupa ülkelerinde ise uskumru gibi yağlı balıkların saklanmasında faydalanılmaktadır (30, 36).

Günümüzde algler birçok ülkede hayvan yemine karıştırılmakta ve çok iyi sonuçlar alınmaktadır. Örneğin Hollanda’da süt üretimi ve sütteki A vitamini oranı, alg unu karıştırılmış yemlerle çoğaltılmış, kuzuların yün ve et miktarı da %20 oranında arttırılmıştır. Kanada’da inek sütündeki yağ miktarı ve Norveç’te yumurta sarısı yine alg içeren yemlerle büyük ölçüde fazlalaştırılmıştır. Bunun nedeni alglerin besin değerlerinin yüksek olmasıdır. Bu amaçla kullanılan algler genel olarak kuru ağırlıklarının %20’si kadar proteine sahiptirler. *Cystoseira* türleri denizlerimizde bulunan ve yem sanayiinde kullanılabilir alglerdendir (5, 30, 36, 82, 83).

Alglerin Tarımda Kullanımı

Algler; toprağı havalandırıcı ve nem tutucu olmaları, azot yönünden çiftlik gübresi kadar zenginlik göstermeleri ve iz elementleri bünyelerinde bulundurmaları nedeniyle birçok ülkede gübre olarak değerlendirilmektedir. Özellikle patates üretilen, potas bakımından fakir topraklarda süperfosfat ile karıştırılan alg gübresi iyi sonuçlar vermektedir. *Cystoseira, Enteromorpha, Ulva* türleri bu amaçla kullanılabilir (2).

Alglerin Diğer Endüstri Alanlarında Kullanımı

Agar-agar: Bazı kırmızı alglerden elde edilen agar-agar; kuru, şekilsiz, kaynatma ile akıcı hale geçen, soğutulunca jel haline gelen bir karbonhidrattır. Özellikle mikrobiyolojide besi yerlerinin hazırlanmasında önemli yeri vardır. Bu madde ayrıca mobilyacılıkta yapıştırıcı,

dericilikte parlaklık ve sağlamlık verici, film endüstrisinde jelatini inceltici ve sıcaklığa dayanıklılığı arttırıcı olarak kullanılır (2, 10, 30, 84). Denizlerimizdeki, *Gelidium*, *Gracilaria*, *Hypnea*, *Pterocladia*, *Phylloplora* gibi alglerden agar elde edilebilir (36).

Aljinat: Esmer alglerden elde edilen aljinat, bileşimindeki Na^+ , K^+ ve Mg^{++} tuzları ve suda erimeyen ağır metaller nedeniyle plastik madde oluşturucu karakterdedir. Isıtıldığında yumuşak, kurutulduğunda sertleşen aljinat sıcakta koagülasyona uğramaz; soğukta ise jel haline gelmez (66). Tadı ve kokusu yoktur. Bu özellikleriyle boya, tekstil, kağıt, plastik, metalurji ve deri endüstrisinde apre edici, emülsiyon sağlayıcı olarak kullanılır (2, 36).

Endüstride fosilleşmiş alglerden de yararlanılır. Örneğin diatomelerin silis içeren kabukları öğütülerek toz hale getirilir. "Kieselguhr" adıyla anılan bu toz, kromatografide, dinamit yapımında, metallerin parlatılmasında ve termik izolatörlerde kullanılır (1, 30, 66).

Karragen: Kimyasal yapısı agar-agara çok benzeyen bu madde, kırmızı alglerden filtrasyon, ağartma ve kurutma yoluyla elde edilir. Karragen bir polisakkarit olup; bira endüstrisinde renk açıcı olarak ayrıca dondurma, pasta, diş macunu ve deterjanların hazırlanmasında kullanılır. Karragen elde edilen *Gigartina* türleri ülkemiz denizlerinde bulunmaktadır (2, 35, 52).

İyot elde edilmesi: Kırmızı alglerden *Phyllophora nervosa*, külünde %1.2 iyot içerdiği için Rusya'da iyot elde edilmesinde kullanılmaktadır. Japonya ise dünya iyot üretiminin %7'sini bu algden karşılamaktadır (36).

Funori: Kırmızı alglerden elde edilir. Kağıt ve elbiseler için yapıştırıcı olarak kullanılır. Kimyasal olarak sülfat ester grubu içermesi dışında agar-agara benzemektedir (2).

Laminaran: Kahverengi alglerin depo karbonhidrat maddesidir. Diğer glikokolloidlerden ayrılarak, viskoz ya da jel halinde eriyik oluşturur (66).

Atıkların Arıtılmasında: Evsel ve endüstriyel atıklar, çözünmüş ya da süspandede haldeki organik ve inorganik bileşikler içerir. Bu atıkların temizlenme aşamaları oksijenli bir ortamda gerçekleşir ve bu oksijenlendirme bazı algler tarafından sağlanır. Ayrıca, temizlenmesi güç olan azot ve fosfor gibi bileşikler alglerin bulunduğu tanklara alınarak, algler tarafından besin kaynağı olarak kullanılmaları suretiyle ortamdan uzaklaştırılabilmektedir (2).

Alglerin Deniz Canlıları İçin Önemi

Balıkların miktarı doğrudan suda bulunan ve yüksek besin değeri olan bitkisel plankton organizmalar ile alg populasyonlarına bağlıdır. Ayrıca algler fotosentez sonucu suyun

karbondioksit miktarını azaltmakta, oksijen miktarını yükseltmektedir. Böylece suda yaşayan hayvanların ihtiyacı olan oksijen sürekli olarak sağlanmaktadır (36).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Besin zincirinin önemli bir parçasını oluşturan algler, fotosentez yapabilmeleri nedeniyle su ortamındaki primer üretici canlılardır. Soyları 1.5 milyar yıl öncesine dayanan yeşil algler ve karasal bitkiler arasındaki bağlantı, evrimsel filogeninin henüz ortaya çıkmadığı zamanlardan beri bilinmektedir (1, 23).

Alglerin coğrafi dağılımı çevrenin fiziksel ve kimyasal değişimlerine bağlı olarak gerçekleşmektedir. Alglerin dağılımına etki eden ekolojik faktörleri; fiziksel (substrat, sıcaklık, ışık, turbidite), kimyasal (tuzluluk, pH, O₂ ve CO₂ miktarı, besleyici tuzlar, oligoelementler, vitaminler) ve dinamik faktörler (ajitasyon, deniz seviye değişimi, akıntılar, basınç) olarak saymak mümkündür (1).

Algler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda antimikrobiyal, sitotoksik, antimitojenik, antikanser ve antitümöral aktivitelerin varlığı ortaya konmuştur. Alglerde fenol, flavonoid ve tanen gibi fenolik yapıdaki bileşenlerin bulunması antioksidan aktivitenin ve serbest radikal kovucu etkinin bulunduğuna işaretler (47, 53, 62-64).

Denizlerimizde dağılım gösteren ve bileşimleri yönünden ekonomik önem taşıyan türler üzerinde yapılan çalışmalarda; alglerden aljinik asit, agar, karragen, vitamin B₁₂, bazı organik asitler ve selüloz elde edilmiştir. Algler genel olarak kuru ağırlıklarının %20'si kadar proteine sahiptirler (82). Yapılan kimyasal çalışmalar sonucunda; alglerin asit, alkaloit, amin, selüloz, enzim, glikozit, iz elementler ve inorganik mineraller, lipitler, steroller, steroidler, yağ asitleri, fenolik bileşenler, fitohormonlar, pigmentler, protein, peptit, aminoasit, vitaminler ve uçucu bileşikler (asetik, akrilik, butirik, formik, miristik, palmitik asit, aldehit, alkol, terpen ve fenoller) taşıdığı ortaya konmuştur (13, 18, 19, 22, 24, 49, 55, 58, 60, 61, 75, 76, 80, 81, 84).

Beslenme sorununun gittikçe büyüdüğü günümüzde, alglerden yararlanma çalışmaları artmakta ve doğal olarak üreyen alglerden faydalanmanın yanında bu alglerin kültürlerinden de yararlanma yoluna gidilmektedir (1).

Deniz kıyılarının uzunluğu yönünden Türkiye, Akdeniz ülkeleri arasında en üst sırada yer aldığı halde, alglerle ilgili çalışmalar Batı Akdeniz ülkelerine oranla daha azdır (33, 85, 86). Çeşitli

türler yönünden oldukça zengin olan denizlerimizdeki algler üzerinde bugüne kadar yapılan araştırmalarda deniz florasının 1000'e yakın alg türünden oluştuğu saptanmıştır. Araştırmaların artmasıyla bu sayı günden güne çoğalmaktadır (6).

Ancak kıyılarımızdaki alglere dayalı sanayi henüz gelişmemiştir. Doğal stoklardan sadece ham ürün olarak yararlanılmakta ve birkaç türün ihracatı yapılmaktadır. Alg kültürü konusunda henüz büyük bir gelişme görülmemektedir. Ülkemiz kıyılarında belirlenen alg türlerinin stok miktarlarını saptamak amacıyla kullanılan yöntem ve teknoloji giderek gelişmektedir. Su ürünleri sektörünün ilerlemesine paralel olarak önümüzdeki yıllarda alg yetiştiriciliği ve bu alglere yönelik sanayi gelişip yaygınlaşacaktır (30).

TEŞEKKÜR

Katkıları için Yrd. Doç. Dr. Zeki HAZNEDAROĞLU'na teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

1. Cirik Ş, Cirik S, Su bitkileri I-Deniz Bitkilerinin Biyolojisi, Ekolojisi ve Yetiştirme Teknikleri, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, 58, 135-145, 2011.
2. Gümüş G, Deniz Marulunun Kimyasal Kompozisyonunun Araştırılması, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2006.
3. Dural B, Taxonomic investigation of the order Ulvales in Çandarlı Bay II. Ulvaceae A) *Ulva* L. species, Doğa Turkish Journal of Botany, 13, 474-486, 1989.
4. Zeybek N, Kriptogam'ların (Çiçeksiz Bitkilerin) Pratiği, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Baskı İşleri, İzmir, p. 17-60, 1984.
5. Guner H, Aysel V, A taxonomic study on some species *Ulva* (Chlorophyta) in Izmir Bay, Ege University Journal of Faculty of Science B1, 241-251, 1977.
6. Aysel V, Erdoğan H, Check list of Black Sea seaweeds, Turkey, Turkish Journal of Botany, 19, 545-554, 1995.
7. Chapman R L, Buchheim M A, Green algae and the evolution of land plants; inferences from nuclear-encoded rRNA gene sequences, Biosystems, 28, 127-137, 1992.
8. McCourt R M, Green algae phylogeny, Trends in Ecology&Evolution, 10, 159-163, 1995.

9. Bowen H J M, Trace Elements in Biochemistry, Academic Press, London and New York, 1966.
10. Gamal A A, Biological importance of marine algae, Saudi Pharmaceutical Journal, 18, 1-25, 2010.
11. Atay D, Deniz Yosunları ve Değerlendirme Olanakları, Başbakanlık Basımevi, Ankara, p. 128, 1978.
12. Aysel V, Gezerler-Şipal U, Marian flora of Turkish Mediterranean coast, Cyanophyceae, Chlorophyceae, Charophyceae and Angiospermae, Aegean University Journal of Fisheries Faculty, 13 (3-4), 247-257, 1996.
13. Mason C P, Studies of marine algal proteins using acrylamide gel electrophoresis, Abstracts of the IX. International Seaweed Symposium, Santa Barbara, California, Journal of Phycology, 13. Supplement, 1977.
14. Vardar Y, Bitki Morfolojisinde Temel Bilgiler, Barış Yayınları, İzmir, p. 35-38, 1979.
15. Hoult J R S, Paya M, Pharmacological and biochemical actions of simple coumarins: natural products with therapeutic potential, General Pharmacology, 27, 713-722, 1996.
16. Barbier P, Huitorel P, Amade P, Pesando D, Briand C, Peyrot V, Caulerpenyne from *Caulerpa taxifolia* has an antiproliferative activity on tumor cell line SK-N-SH and modifies the microtubule network, Life Sciences, 70, 415-429, 2001.
17. Bhaskar N, Miyashita K, Lipid composition of *Padina tetratomica* (Dictyotales), (Phaeophyta), a brown seaweed of the west coast of India, Indian Journal of Fisheries, 52, 263-268, 2005.
18. Brownlee I A, Allen A, Pearson J P, Dettmar P W, Havler M E, Atherton M R, Onsøyen E, Alginate as a source of dietary fiber, Critical Reviews of Food Science and Nutrition, 45, 497-510, 2005.
19. Bryce A J, A research & development program to assess the technical and economic feasibility of methan production on a commercial scale from giant brown kelp, Journal of Phycology, 13 (10), 1977.
20. Casal Garcia M N, Ramirez I, Leets I, Pereira A C, Quiroga M F, Antioxidant capacity, polyphenol content and iron bioavailability from algae (*Ulva sp.*, *Sargassum sp.* and *Porphyra sp.*) in human subjects, British Journal of Nutrition, 101, 79-85, 2009.

21. Stalikas C D, Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids, *Journal of Separation Science*, 30, 3268-3295, 2007.
22. Devi K, Suganthi N, Kesika P, Karutha-Pandian S, Bioprotective properties of seaweeds: in vitro evaluation of antioxidant activity and antimicrobial activity against food borne bacteria in relation to polyphenolic content, *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 8, (38), 2008.
23. Dural B, Taxonomy and Ecology of Algae in Between Eskifoça and Çeşme, PhD Thesis, Aegean University Faculty of Science, p. 278, 1990.
24. El Baky H H A, El Baz F K, El Baroty G S, Evaluation of marine alga *Ulva lactuca* L. as a source of natural preservative ingredient, *American-Euroasian Journal Agriculture and Environment Science*, 3, 434-444, 2008.
25. Eliot W, Stoching C R, Barbour M G, Rost T L, *Botany: An Introduction to Plant Biology* 6nd. Edition, Wiley, England, 1982.
26. Charlier R H, Chaineux M C P, The healing sea: a sustainable coastal ocean resource: thalassotherapy, *Journal of Coastal Research*, 25 (4), 838-856, 2009.
27. Farasat M, Khavari-Nejad RA, Nabavi SM, Namjooyan F, Antioxidant activity, total phenolics and flavonoid contents of some edible green seaweeds from Northern coasts of the Persian Gulf, *Iranian Journal of Pharmaceutical research*, 13(1), 163-70, 2014.
28. Glombitza K W, Highly hydroxylated phenols from Phaeophyceae, *Abstracts of the VII. International Seaweed Symposium*, Bangor, p. 191-204, 1974.
29. Guner H, Aysel V, Sukatar A, Ozturk M, Check list of İzmir Bay marine algae: II. Phaeophyceae, Chlorophyceae and Cyanophyceae” *Aegean University Journal of Faculty of Science*, 7 (1), 57-65, 1984.
30. Mchugh D J, *A Guide to the Seaweed Industry*, Fao Fishers, Rome, 2003.
31. Round F E, *The Biology of Algae* 2 nd. Edition, Edward Arnold, London, 1973.
32. Agardh C A, *Species Algarum Vol. I, Gryphiae*, Amsterdam, p. 1823-1828, 1969.
33. Kuitzing F T, *Species Algarum*, F.A. Brockhaus, Lipsiae, 1849.
34. Tanker N, Koyuncu M, Coşkun M, *Farmasötik Botanik*, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, No: 88, Ankara, p. 34-48, 2004.

35. Hoppe Heinz A, Levring T, Tanoka Y, Marine Algae in Pharmaceutical Science, de Gruyter, Berlin, New York. 1979.
36. Zeybek N, Zeybek U, Saygıner B, Farmasötik Botanik, Meta Basımevi, İzmir, p. 102-103, 2003.
37. Oza R M, Sreenivasa Rao P, Effects of different media on growth and sporulation of laboratory raised germlings of *Ulva fasciata* Delile, Botanica Marina XX., 7, 427-431, 1977.
38. Guner H, Aysel V, Some qualitative and quantitative studies on algal communities in Aegean and Marmara sea. 1. *Ulva lactuca* L. (Chlorophyta), Aegean University Journal of Faculty of Science, 2 (1), 55-71, 1978.
39. Kaneda T, Ando H, Component lipids of purple laver and their antioxygenic activity, Proceedings of the VII. International Seaweed Symposium, 7, 553-557, 2007.
40. Karawita R, Siriwardhana N, Lee K W, Heo M S, Yeo I K, Lee Y D, Sean Y J, Reactive oxygen species scavenging, metal chelation, reducing power and lipid peroxidation from *Hizikia fusiformis*, Food Research Technology, 220, 363-371, 2005.
41. Senevirathne M, Kim S K, Siriwardhana N, Ha J H, Lee K W, Jean Y J, Antioxidant potential of *Ecklonia cava* on reactive oxygen species scavenging, metal chelating, reducing power and lipid peroxidation inhibition, Food Science and Technology International, 12, 27-38, 2006.
42. Hassan S M, Ghareib H R, Bioactivity of *Ulva lactuca* L. acetone extract on germination and growth lettuce and tomato plants, African Journal of Biotechnology, 16, 3832-3838, 2009.
43. Harlin M M, Thorne-Miller B, Thursby G B, Ammonium uptake by *Gracillaria* (Florideophyceae) sp. and *Ulva lactuca* (Chlorophyceae) in closed system fish culture, Proceedings of the international seaweed symposium, 9, 285-292, 1978.
44. Lahaye M, Gelling properties of water soluble polysaccharides from proliferating marine green seaweeds (*Ulva* sp.), Carbohydrate Polymers, 22, 261-265, 1993.
45. Lewis E J, Gonzales E A, The protein, peptid and free amino acid contents of some species of marine algae from Bombay, Annals of Botany, 261, 301-316, 1962.

46. Serrano A, Palacios C, Roy G et al, Derivatives of gallic acid induce apoptosis in tumoral cell lines and inhibit lymphocyte proliferation, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 350, 49-54, 1998.
47. Al-Saif S S A, Abdel-Raouf N, El-Wazanani H A, Aref I A, Antibacterial substances from marine algae isolated from Jeddah coast of Red sea, Saudi Arabia, *Saudi Journal of Biological Sciences*, , 21(1), 57-64, 2014.
48. Takagi M, Seaweeds as Medicine, in *Advance of Phycology in Japan*, Tokida J, Hirose H (Eds.), Gustav Fischer Verlag, Jena, 321-327, 1975.
49. Zhou J, Ashoori F, Susuki S et al, Protective effect of chlorogenic acid on paraquat-induced in the liver of rats by carbon tetrachloride or ⁶⁰Co-irradiation, *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 15, 119-125, 1993.
50. Ali M S, Ahmad V U, Mazhar F Usmanghani K, Some chemical constituents from marine algae of Karachi coast (Arabian sea), *Turkish Journal of Chemistry*, 23, 181-183, 1999.
51. Cardozo K H M, Guaratini T, Barros M P, Falcão V R, Tonon A P, Lopes N P, Campos S, Torres M A, Souza A O, Colepicolo P, Pinto E, Metabolites from algae with economical impact, *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 146, 60-78, 2007.
52. Guven K C, Bora A, Sunam G, Alkaloid content of marine algae: I. Hordenine from *Phyllophora nervosa*, *Eczacılık Bülteni XI.*, 177-184, 1969.
53. Meenakshi S, Umayaparvathi S, Arumugam M, Balasubramanion T, In vitro antioxidant properties and FTIR analysis of two seaweeds of Gulf of Mannar, *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 66-70, 2012.
54. Orhan B S, Atici T, Brun R, Perozza R, Tasdemir D, Turkish freshwater and marine macrophyte extracts in vitro anti protozoal activity and inhibit FabI, a key enzyme of *Plasmodium falciparum* fatty acid byosynthesis, *Phytomedicine*, 13, 388-393, 2006.
55. Schwimmer M, Schwimmer D, *The Role of Algae and Plankton in Medicine*, Grune&Stratton, New York, London, p. 5-22, 1955.
56. Tanka Y, Application of metal binding properties of marine algae in medicine, In *Proceedings of the Food-drugs from the Sea Symposium*, Marine Technology Society, 351-357, 1969.

57. Ivanova V, Rouseva R, Kolarova M, Serkedjieva J, Rachev R, Manolova N, Isolation of a polysaccharid with antiviral effect from *Ulva lactuca*, Preperative Biochemistry and Biotechnology, 24, 83-97, 1994.
58. Manial A, Sujith S, Selvin J, Shakır C, Kiran G S, Sephal G, Antibacterial activity of *Falkenbergla hillebrandii* (Born) from the Indian coast against human pathogeny, Phyton-International Journal of Experimental Botany, 78, 161-166, 2009.
59. Pereira H S, Lea-o-Ferreira L R, Moussatche N, Teixeira V L, Cavalcanti D N, Costa L J, Diaz R, Frugulhetti I C, Antiviral activity of diterpenes isolated from the Brazilian marine alga *Dictyota menstrualis* against human immunodeficiency virus type 1 (HIV-1)" Antiviral Research, 64, 69-76, 2004.
60. Taskin E, Cakı Z, Ozturk M, Taskin, E, Kurt O, Antimicrobial and antitumoral activities of marine algae, International Review of Hydrobiology, 3 (1), 37-50, 2010.
61. Kumar K S, Rajagogol S V, Radical scavenging activity of green algal species, Journal of Pharmacy Research, 4, 723-725, 2011.
62. Kuda T, Tsunekawa M, Goto H, Araki Y, Antioxidant properties of four edible algae harvested in the Noto Peninsula Japan, Journal of Food Composition Analyses, 18, 625-633, 2005.
63. Li A H, Cheng C, Wang F, King-Wai C, Yue J, Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae, Food Chemistry, 102, 771-776, 2007.
64. Mason T L, Wasserman B P, Inactivation of red beet beta-glucan synthase by native and oxidized phenolic compounds, Phytochemistry, 26, 2197-2202, 1987.
65. Taskin E, Ozturk M, Taskin E, Kurt O, Antibacterial activities of some marine algae from the Aegean Sea (Turkey), African Journal of Biotechnology, 6, 24, 2746-2751, 2007.
66. Guner H, Aysel V, Tohumusuz Bitkiler I. Cilt Algler, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, p. 45-56, 1989.
67. Reichelt J L, Browitzka N A, Antimicrobial activity from marine algae. Results of a large scale screening programme, Developments in Hydrobiology, 22, 158-168, 1984.
68. Smit A J, Medicinal and pharmaceutical uses of seaweed natural products: A review, Journal of Applied Phycology, 16, 245-262, 2004.

69. Tuney I, Cadircı B H, Unal D, Sukatar A, Antimicrobial activities of the extracts of marine algae from the coast of Urla (İzmir, Turkey), *Turkish Journal of Biology*, 30, 171-175, 2006.
70. Guven K C, Ulutin Ş B, Mutluay E, Ulutin O N, Anticoagulant-antithrombin and fibrinolytic actions of extract of marine alga *Corallina rubens* L., *Pathophysiology of Haemostasis and Thrombosis*, 4 (2), 260-268, 1973.
71. Ruberto G, Barata M J, Biondi D M, Amico V, Antioxidant activity of extracts of marine algal genus *Cystoseira* in a micellar model system, *Journal of Applied Phycology*, 13, 403-407, 2001.
72. Karabay-Yavaşoğlu N U, Sukatar A, Özdemir G, Horzum Z, Antimicrobial activity of volatile components and various extracts of the red alga *Jania rubens*, *Phytotherapy Research*, 21, 153-156, 2007.
73. Özdemir G, Horzum Z, Sukatar A, Karabay-Yavaşoğlu N U, Antimicrobial activities of volatile components and various extracts of *Dictyopteris membranaceae* and *Cystoseira barbata* from the Coast of Izmir, Turkey, *Pharmaceutical Biology*, 44, 183-188, 2006.
74. Guner H, Aysel V, Sukatar A, Ozturk M, The Aegean Sea flora, Turkey I. Cyanophyta, Chlorophyta and Phaeophyta, *Turkish Journal of Botany*, 9 (2), 277-282, 1985.
75. Kumira J, Studies on the substances of anti-blood coagulation activity in marine algae. IV. in *Laminaria japonica*, *Hokkaido Journal of Medicinal Science*, 19, 427-436, 1941.
76. Le Tutour B, Benslimane F, Gouleau M, Gouygou J, Saadan B, Quemeneur F, Antioxidant and prooxidant activities of the brown algae *Laminaria digitata*, *Limnathalia elangata*, *Fucus vesiculosus*, *Fucus serratus* and *Ascophyllum nodosum*, *Journal of Applied Phycology*, 10, 121-129, 1998.
77. Manabe Y, *Laminaria* tent for gradual and safe cervical dilatation, *American Journal of Obstetrics&Gynecology*, 110 (5), 743-745, 1971.
78. Takemoto T, Daigo K, Takagi N, Studies on the hypotensive constituents of marine algae I. A new basic amino acid 'laminine' and the other basic constituents isolated from *Laminaria angustata*, *Journal of the Pharmaceutical Society of Japan*, 84, 1176-1179, 1964.

79. Harada H, Kamei Y, Selective cytotoxicity of marine algae extracts to several human leukemia cell lines, *Cytotechnology*, 25, 213-219, 1997.
80. Mayer A M S, Gustafson K R, Marine pharmacology in 2001: antitumour and cytotoxic compounds, *European Journal of Cancer*, 40, 2676-2704, 2004.
81. Tang H, Inove M, Uzawa Y, Kawamura Y, Antitumorogenic components of a seaweed *Enteromorpha clathrata*, *Biofach*, 22, 107-110, 2004.
82. Haris R S, Vitamin K in *Comprehensive Biochemistry Vol. 9: Pyrrole Pigments, Isoprenoid Compounds and Phenolic Plant Constituents*. Florkin M, Stotz E (Eds.), Elsevier, New York, 192-198, 1963.
83. Nwosu F, Morris J, Lund V A, Stewart D, Ross H A, McDougall G J, Antiproliferative and potential antidiabetic effects of phenolic rich extracts from edible marine algae, *Food Chemistry*, 126, 1006-1012, 2011.
84. Zhang J, Tiller C, Shen J, Wang C, Girouard G S, Dennis D, Barrow C J, Miao M, Ewart H S, Antidiabetic properties of polysaccharide and polyphenolic enriched fractions from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum*, *Canadian Journal of Physics and Pharmacy*, 85, 115-123, 2007.
85. Guven K C, Aktin E, Studies on antilipidemic and anticoagulant properties of the algae collected from Turkish coasts, *Botanica Marina*, VII 1/4 (1-3), 1964.
86. Salvador N, Garreta A G, Lavelli L, Ribera M A, Antimicrobial activity of Iberian macroalgae, *Scientia Marina*, 71 (1), 101-113, 2007.

Received = 01.07.2013

Accepted = 10.01.2014

