

Tropikal Bir Deniz Yosunu *Caulerpa taxifolia* Akdeniz'de Yeşil Tehdit



AKDENİZ'DE İLK KEZ 1984 yılında Monako kıyılarında saptanan *Caulerpa taxifolia*, tropikal kökenli bir yeşil yosun (alg) türüdür. Süsleyici görünümünden dolayı 1980'li yıllarda, önce Almanya ve Fransa'da sonra Monaco'da birçok tropikal akvaryumda süs bitkisi olarak kullanılmış, Fransa ve İspanya'daki akvaryumcu dükkânlarında da satılmıştır. *Caulerpa taxifolia*'nın Akdeniz'e girişinin, herhangi bir kasıt olmaksızın başta Monako Deniz Akvaryumu olmak üzere tropikal akvaryumların deşarj suyundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

1984 yılında sadece 1 m² lik bir alanda görülen *Caulerpa taxifolia*, 1990'da 3, 1991'de 30, 1992'de 470, 1993'te 1300 ve 1994'te yaklaşık 1500 hektarlık alana yayılarak günümüzde İspanya kıyılarından Hırvatistan kıyılarına değin yoğun bir dağılım göstermektedir.

Başlangıçta kıyı boyunca 1-14 m derinlikler arasında dağılım gösteren *Caulerpa taxifolia* daha sonra derinlere doğru inerek yayılmaktadır. Türün kısa mesafelerdeki yayılımı, yani

bir bölgeden kendisine yakın başka bir bölgeye geçişi su akıntılarıyla olmaktadır. *Caulerpa taxifolia*'nın küçük bir parçasının bile bitkinin yeniden gelişmesi için yeterli olabilmesi, başka bölgelere hızla yayılması açısından çok büyük önem taşımaktadır. Türün uzun mesafedeki yayılımına, daha çok yat turizminin yoğunlaştığı koylarda ya da kıyı balıkçılığının yoğun olduğu bölgelerde rastlanmaktadır. Bu gözlem balıkçı ağlarının ve tekne demirlerinin üzerinde kalabilecek küçük bir *Caulerpa taxifolia* parçasının, türün uzak mesafelere taşınımını sağladığı varsayımını doğrulamaktadır. Bu doğrultuda, *Caulerpa taxifolia*'nın ülkemizde de öncelikle yat turizminin çok yoğun olduğu Kuşadası, Bodrum, Marmaris, Fethiye, Antalya gibi güney kıyıla-



rında görülmesi beklenmeli, bu bölgeler sürekli ve düzenli olarak izlenmelidir.

Bazı Biyo-Ekolojik Özellikleri

Caulerpa cinsinin, Hint Okyanusu, Pasifik Okyanusu, Atlas Okyanusu'nun tropikal kesimleri, Kızıl Deniz ve Akdeniz olmak üzere ılıman ve tropikal denizlerde dağılım gösteren 100 civarında türü bulunmaktadır. *Caulerpa taxifolia* da; Brezilya, Venezuela, Kolombiya, Kosta Rika, Antiller, Kızıl Deniz, Somali, Kenya, Tanzanya, Madagaskar, Pakistan, Hindistan, Sri Lanka, Bangladeş, Malezya, Endonezya, Filipinler, Vietnam, Çin, Japonya, Hawaii, Fiji, Yeni Kaledonya, Avustralya gibi ülkelerin kıyılarında dağılım göstermektedir. *Caulerpa* türleri arasında morfolojik yönden ileri derecede farklılaşmalar vardır. Yüksek bitkilerde olduğu gibi kök, gövde ve yaprağa benzer kısımlar gözlenir. Oysa yosunlar sınıflamada çiçeksiz bitkiler grubuna (kriptogam) girdiklerinden bu tip yapılardan yoksundurlar ve morfolojik olarak bitkinin tümü tallus olarak adlandırılır. Tallusun silindirik ve yatay gelişen bölümü uç kısmından uzar. Aşağıya doğru renksiz, çatallı kökçük şeklindeki uzantılar *Caulerpa* türünün zemine tutunmasını sağlar. Tallusun yukarı doğru uzanan kısmı ise türlere göre çeşitli şekillerde; örneğin, *Caulerpa prolifera*'da yaprak, *Caulerpa racemosa*'da üzüm salkımı ya da *Caulerpa taxifolia*'da olduğu gibi aynı düzlemde dallanan birleşik yaprak şeklinde gelişmiştir. *Caulerpa* cinsinin Akdeniz'in yerlisi olan iki türü bulunmaktadır. Bunlar *Caulerpa prolifera* ve *Caulerpa oivieri*'dir. Ayrıca Kızıldeniz'den Süveyş Kanalı yoluyla Akdeniz'e göç ederek yerleşen (lesepsiyen tür); *Caulerpa scalpelliformis* (Türkiye ve Levantin kıyıları), *Caulerpa mexicana* (Levantin Kıyıları) ve *Caulerpa racemosa* (Türkiye'nin Doğu Akdeniz kıyıları) türleri de dağılım göstermek-

tedir. *Caulerpa taxifolia* ise kesinlikle bir Akdeniz türü değildir ve bu türe 1984 yılından önce Akdeniz'de hiç rastlanmamıştır.

Latince *Caulerpa*, yatay gelişen gövde anlamına gelir. Stolon adı verilen tallusun bu kısmı çoğu kez 1 m den daha uzundur ve deniz zeminine köksü uzantılar ile tutunur. Üste doğru ise tallusun dikey olarak çıkan yaprağa benzer yapıları bulunur. *Caulerpa taxifolia* türünde boyları 5-65 cm arasında değişen bu yapılar aynı düzlem üzerinde gelişen çok sayıda dalcıktan oluşmuştur. Genel görünümüyle *Taxus* adlı çamgillerden bir ağacın yaprağına çok benzediğinden bu türe *taxifolia* adı verilmiştir. Estetik görünümlü bu deniz yosunu açık yeşil renklidir.

Caulerpa taxifolia'nın Akdeniz'de dağılım gösteren soyları, tropikal bölgedeki soylarına göre alışılmadık morfolojik ve fizyolojik karakterler kazanmışlardır. Örneğin tallusun bileşik yapraklar görünümündeki kesiminin ortalama boyu tropikal denizlerde 2 cm den 15 cm ye kadar değişirken, Akdeniz'de 60 cm ye kadar ulaşmaktadır. Hatta 1993 yılının güz mevsiminde 80 cm uzunluğunda yaprakları olan bireyler saptanmıştır. Ayrıca tropikal denizlerde oldukça seyrek yayılım gösterirken, Akdeniz'de m² de 14 000 yapraksı yapının üzerine çıkabilen bir dağılım yoğunluğu göstermektedir.

Caulerpa taxifolia'nın gösterdiği hızlı büyüme ve yayılmada ışığın ve sıcaklığın etkisi büyüktür. Laboratuvar koşullarında yapılan araştırmalarda türün geniş sıcaklık değişimlerine (letal sıcaklık, <+7 °C ve >+30 °C) dayanıklı olduğu bulunmuştur. Su sıcaklığının 15 °C'nin üstüne çıkmasıyla gelişimi hızlanan bu bitki canlılığını kış döneminde yavaşlamış olarak sürdürmektedir. Tür, su sıcaklığı genellikle 10-28 °C arasında değişen Akdeniz'in büyük bölümünde, yüksek bir yaşama kapasitesine sahiptir. *Caulerpa taxifo-*



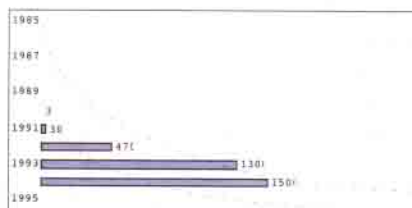
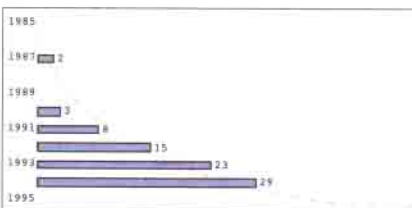
lia'nın yayılımı ile suyun niteliği ve kirliliği arasında doğrudan bir bağlantı bulunmamıştır. Sakin körfezlerde olduğu gibi dalgalı kıyılarda da bulunan *Caulerpa taxifolia* taşıdığı bu değişik ve kendine özgü biyolojik karakterlerle, Akdeniz'deki her tip ortamda, örneğin; taş, kum, çamur ve Posidonia çayırlıklarında yerleşip, hızla yayılım gösterebilmektedir.

Genelde; ekzotik bir tür bir bölgeye ilk kez girip yerleştiğinde, kendisini normalde doğadaki dağılımını sınırlayan ve rekabette olduğu öteki türlerden, predatörlerden, parazitlerden ve hastalık gibi olumsuz etkilerden uzaklaşmış bulur. İşte şu ana kadar Akdeniz'de *Caulerpa taxifolia*'nın dağılımını sınırlayabilecek bir predatör (herbivor=otçul) ve/veya onunla rekabet edebilecek yerli bir bitki türü/türleri yoktur. Bunun yanında *Caulerpa taxifolia* Akdeniz'de gerçekten de öteki tropikal türlere göre olağanüstü bir

canlılık ve dayanıklılık göstermiştir. Bu direncin nedeni olarak türün Akdeniz'e giriş şekli gösterilebilir. *Caulerpa taxifolia*'nın Akdeniz'de dağılım gösteren soyu, deniz akvaryumlarındaki değişik sıcaklık, ışık ve su niteliği koşullarına uyum sağlamasından dolayı bazı genetik modifikasyonlar göstermiştir. Hibridlerin canlılığı ve dayanıklılığı ile ilgili bilimsel ya da ticari amaçlarla yapılan deneyler, *Caulerpa taxifolia* bireylerinde genetik modifikasyonlara yol açtığı söylenilmektedir.

Doğal Çevreye Etkileri

Caulerpa taxifolia çoğunlukla kalıcı zeminlere yerleşerek çok sıkı bir örtü oluşturmaktadır. Bu yüzden öteki yosun topluluklarının azalmasına yol açmaktadır. Hatta birçok yosun türü, ortamdaki tümüyle uzaklaşma ya da yok olma eğilimi göstermektedir. *Caulerpa taxifolia*'nın maksimum büyüklükte olduğu yaz-sonbahar mevsimlerinde öteki yosun türlerinin azalma eğilimleri çok yüksektir. Çünkü, *Caulerpa taxifolia* yapraksı ve köksü kısımlarını uzatıp yayarak sedimentin üzerini örter. Bu yolla ışığın geçişini engeller. Ortam, diğer canlılar için ulaşılamaz bir hale gelir. Çeşitli yosun



Caulerpa taxifolia'nın 1985-1995 yılları arasında saptandığı bölge sayısı (solda) ve hektar olarak kapladığı alan (sağda).

toplulukları ışık alamadıkları için çok büyük zarar görür. *Caulerpa taxifolia*'nın baskın dağılım gösterdiği yerlerde biyolojik çeşitlilikte azalmalar meydana gelir. Akdeniz'de *Caulerpa taxifolia*'nın oluşturduğu koloniler çoğunlukla toplam canlı biyokütlenin yaklaşık %75'ine ulaşmaktadır. Böyle yerlerde Akdeniz kökenli yerli bitki topluluklarının biyokütlelerinde yoğun bir azalma ya da ortamdaki uzaklaşma eğilimi gözlenmektedir, bazılarının söz konusu ortamdaki %100 uzaklaştığı açıkça görülmektedir. Türün yayılımı bu hızla sürerse 20'den fazla komünite ve fasiesi yerini *Caulerpa taxifolia*'ya bırakacak ve giderek tek türün egemen olduğu bir dağılım gözlenecektir. Hatta soyu tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olan deniz bitkilerinden *Cystoseira* cinsine ait bazı türler için *Caulerpa taxifolia*'nın önemli bir tehdit ögesi olabileceği söylenebilir.

Ayrıca *Caulerpa taxifolia*, Akdeniz ekosisteminin önemli bitki topluluğunu oluşturan *Posidonia oceanica* ile rekabet ederek bu türün dağılımını olumsuz yönde etkilemektedir. *Posidonia* çayırıkları; bazı organizmaların genç bireyleri için beslenme alanı oluşturmaları, biyolojik üretim oranı ve zengin biyolojik çeşitlilik göstermesiyle Akdeniz ekosisteminin dengesinin

korunmasında önemli bir rol oynar. *Posidonia oceanica* çayırıklarında yerleşen *Caulerpa taxifolia* toplulukları taşlık ortamlardaki topluluklarından daha yavaş yayılmaktadır. İlkbaharda *Posidonia* yığınları çok yoğundur. Bu durum *Caulerpa taxifolia* için uygun bir çevre ortamı değildir. Sonbaharda ise *Posidonia*'ların boyları daha kısadır ve *Caulerpa taxifolia* tallusları maksimum gelişmesini gösterir. Uzayan *Caulerpa* tallusları *Posidonia*'ların üstünü örterek genç bireylerin gelişimini engeller. Bu noktada yüzey alanı ve ışık için gerçekleşen rekabet *Caulerpa taxifolia*'nın lehine sonuçlanır.

Caulerpa taxifolia aynı zamanda Akdeniz'in yosun topluluklarında yaşayan küçük omurgasız canlıları da rahatsız edici bir etki göstermektedir. Konuyla ilgili araştırmalardan elde edilen bulgular, *Caulerpa taxifolia*'nın

oluşturduğu çayırıklarda yaşayan mollusk, poliket ve amfipod bireylerinin, yerli alg topluluklarında yaşayanların tersine tür çeşitliliği ve birey sayısı olarak azaldıkları doğrultusundadır.

Toksik Maddeleri

Çeşitli yosun türleri rekabette oldukları diğer organizmalar ile predatörlerinden-herbivorlardan korunmak için değişik toksik maddeler sentezlerler. *Caulerpa* genusunun böyle bir metabolizmaya sahip olduğu iyi bilinir. Araştırmacılar *Caulerpa taxifolia*'nın 9 toksik madde içerdiğini bulmuşlardır. Bunlardan caulerpenyne *Caulerpa* cinsine özgüdür. Caulerpenyne, tropikal denizlerde dağılım gösteren *Caulerpa taxifolia* türlerinde yaş ağırlığının % 0,15 'ini oluştururken, Akdeniz soyunda mevsimlere göre % 0,3'ten % 1,3 'e kadar değişen oranlar-



da bulunmaktadır. *Caulerpa taxifolia*'nın sentezlediği öteki toksinler oxytoxin I, 10-11 epoxy-caulerpenyne, taxifolial A, taxifolial B, taxifolial C, taxifolial D, caulerpenynol ve taxifolion toksinleridir. Bunlar, caulerpenyne'den çok daha az miktarda bulunurlar, fakat bazıları oldukça toksik etkiye sahip olabilir. Günümüzde bu toksik maddeler hakkında yapılan araştırmalar daha çok caulerpenyne üzerine yoğunlaştırılmıştır. Ancak halen hem caulerpenyne'nin, hem de öteki toksinler hakkında yapılması gereken birçok araştırma vardır.

Başta caulerpenyne olmak üzere bu toksinlerin olası etkileri şöyledir: Antibakteriyel, antiviral, antifungal; hücreler için toksik (cytotoxic); balıklar için toksik (ichtyotoxic); herbivorlar için iştah kesici ve defedici (kimyasal korunma).

Yayılımını Önlemeye Yönelik Çalışmalar

Eşsersiz olarak çelikleme yoluyla hızla türeyen ve gelişen, küçücük bir parça bile olsa su dışında nemli bir ortamda 10-15 gün canlı kalabildiğinden tekne çapa demirlerinde ya da balıkçı ağlarında uzun mesafelere taşınabilen, bu bitkinin oluşturduğu toplulukların yayılımını önlemeye yönelik mücadelede (eradikasyon), canlının erken saptanıp temizleme çalışmalarına derhal başlanılmasının büyük önemi vardır.

Caulerpa taxifolia'nın ortamdaki temizlenmesine yönelik değişik yöntemler araştırılmaktadır. Bunlardan en çok üzerinde durulan doğrudan toplama, mekanik toplama ve aspirasyon yöntemleriyle içinde kimyasal maddelerin bulunduğu (tuz, bakır ve diğerleri) örtülerin değişik sürelerde *Caulerpa taxifolia* topluluklarının üzerine serilmesi, elektrodializ ve biyolojik savaşım yöntemleridir. Zararlı biyolojik ve ekolojik etkileri nedeniyle son birkaç yıldan beri *Caulerpa taxifolia*'nın birçok Avrupa ülkesinde toplanması ve taşınması yasaklanmıştır.

Söylenecek son sözse, bu çalışmaların hepsinin uzman gözetiminde yapılmasıdır ve ancak bu şekildeki çalışmalarla başarı kazanılacaktır. Aksi halde bilinçsiz toplama yöntemleriyle ya da geç kalınmış savaşım tarzı sonuca ulaşmak olanaksızdır.

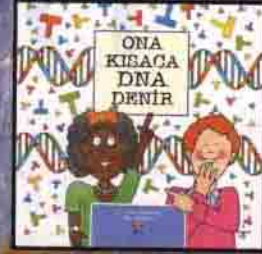
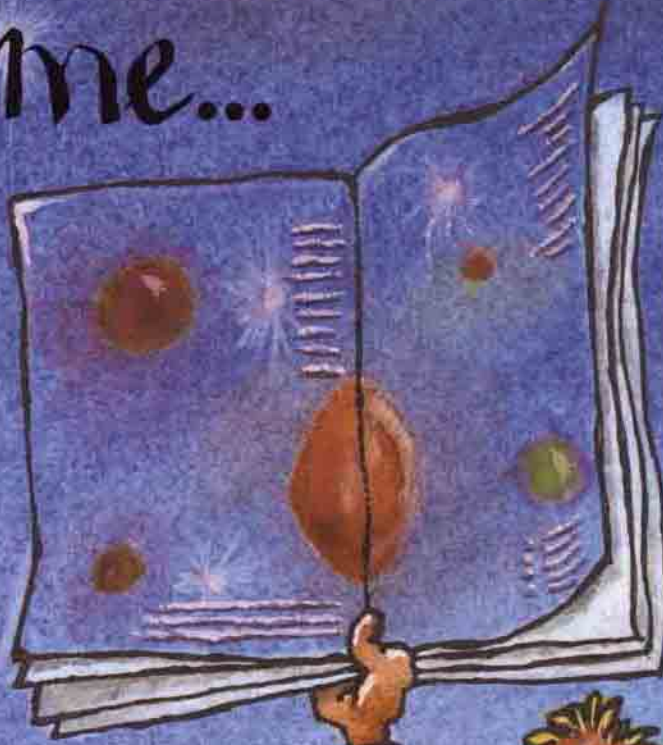
Şükran Çirikli¹, Aydın Ünlüoğlu¹
Yalçın Savaş²

¹Dokuz Eylül Univ., Deniz Bilimleri ve Tek. Ens., İsmir
²Sualtı Araştırmaları Derneği, Ankara

Kaynaklar

- Boudouresque C.E, Meinesz A. ve Graves V. (edit), "First International Workshop on *Caulerpa taxifolia*". GIS Posidonie Publ., Fr:1-392, 1994
- Meinesz A., Vaugelas J. De, Cottalorda J.M., Caye J., Charrier S., Commeau T., Delahaye L., Febvre M., Jaffrenou F., Lemee R., Molenaar H. ve Pietkiewicz D., "Suivi De L'invasion De L'algue Tropicale *Caulerpa taxifolia*, Devant Les Cotes Françaises De La Méditerranée: Situation Au 31.12.94, 1995
- Meinesz A., Cottalorda J.M., Chiaverini D., Braun M., Carvalho N., Febvre M., Izardi S., Mangialajo L., Pasterson-Setre G., Thibaut T. ve Vaugelas J. de, "Suivi de l'invasion de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia*, devant les côtes françaises de la Méditerranée: Situation au 31 décembre 1996. Éd. Laboratoire Environnement Marin Littoral, Université de Nice-Sophia Antipolis, 190 pp., 1997
- Verlaque M. ve Friayre P., "Incidence de l'algue introduite *Caulerpa taxifolia* sur le phyto-bentos de Méditerranée occidentale". Les peuplement d'algues photophiles de l'inf-ralittoral. First International Workshop on *Caulerpa taxifolia*, GIS Posidonie publ., Fr: 349-353, 1994

ucurttmadan bilime...



TÜBİTAK

popüler bilim kitapları
ÇOCUK KİTAPLIĞI

