

## Ordu Sahilinde Biyolojik Bir Durum: Yeşil Gelgit

Beyhan TAŞ<sup>1\*</sup>, Özlem YILMAZ<sup>1</sup><sup>1</sup>Ordu Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Cumhuriyet Yerleşkesi, 52200 Altınordu, Ordu.\*Sorumlu yazar tel: +90 452 234 50 10 /1656  
E-posta: beyhant@odu.edu.trGeliş Tarihi: 13.11.2015  
Kabul Tarihi: 11.01.2016

## Öz

Ötrofikasyon, sucul ekosistemlerde görülen çevre sorunlarına tipik bir örnektir. Deniz ve okyanus kıyılarında görülen gelgitler ise, genellikle koylar ve haliç sistemlerinde meydana gelen, çok çeşitli renklerde görülebilen ve ötrofikasyonla ilgili olan bir durumdur. Yeşil gelgitler, yeşil makro alglerin aşırı çoğalmasına bağlı olarak kıyılardaki büyük birikimleridir. Alg türlerinin kompozisyonu çevresel koşullara bağlı olarak değişir. *Ulva* spp. ve *Cladophora* spp. gibi bazı fırsatçı türler yeşil gelgitlerin önemli bileşenleri olarak bilinir. Yeşil gelgitler dünya çapında pek çok plajda görülür. Ordu il merkezinde bulunan Akyazı Plajı, uluslararası bir çevre ödülü olan “Mavi Bayrak” statüsü kazanmış halk plajıdır. Bu plajda 2014 yılı yaz başlangıcında (Haziran) yeşil gelgit olayı gözlenmiştir. Bu çalışmada, yeşil gelgit olayına neden olan alglerin tanımlanması ve mikrobiyolojik parametrelere göre yüzme suyu kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Karadeniz, Yeşil gelgit, Makro algler, Kontaminasyon, Mavi Bayrak.

## Abstract

**Biological a Case in the Ordu Coastal: Green Tide**

Eutrophication is a typical example for environmental problems in aquatic ecosystems. Tides occurring in sea and ocean are events associated with eutrophication, can be seen in different colors and usually the bay and estuary systems. Besides, green tides are major deposits in coastal areas resulting from the blooming of the macro green algae. Composition of algal species changes depending on environmental conditions. Some opportunistic species such as *Ulva* spp. and *Cladophora* spp. are known as an important component of green tides. Green tides can be seen many beaches around the world. The Akyazı Beach is the public beach where has won “Blue Flag” status in Ordu city. Green tides event was seen in the beach at the beginning of the summer of 2014 (June). In this research, it was aimed that the quality of bathing water according to microbiological parameters and determining the algae that cause green tides.

**Keywords:** Black Sea, Green tide, Macroalgae, Contamination, Blue Flag.

## Giriş

Üç tarafı farklı ekolojik özelliklere sahip denizlerle çevrili bir yarımada konumda olan Türkiye'de, turizm ve balıkçılık açısından önemli bir doğal kaynak olan deniz ve kıyısız

alanların korunması hem ekonomik hem de estetik açıdan önemli bir konudur. Ancak, turizm potansiyelinin yüksek olduğu ülkemizde, doğal rezervlerin ve sosyo-ekonomik

kaynakların önemli bir kısmını barındıran ve bu özelliği ile ülke ekonomisine önemli ölçüde katkıda bulunan kıyısız alanların büyük bir bölümü kirlenme baskısıyla karşı karşıyadır. Noktasal ve yayılı kaynaklardan gelen kirlilik yükü (evsel katı ve sıvı atıklar, kanalizasyon, düzensiz çöp depolama alanları, septik sızıntılar, besicilik alanlarından ve tarım arazilerinden gelen yüzeysel sular, vb.) akarsularla denizlere ulaşmaktadır. Kapalı koy, körfez, haliç gibi kıyı sularında artan besin elementlerinin konsantrasyonu alg büyümesini hızlandırırken, mikrobiyal kirliliğe de yol açmaktadır.

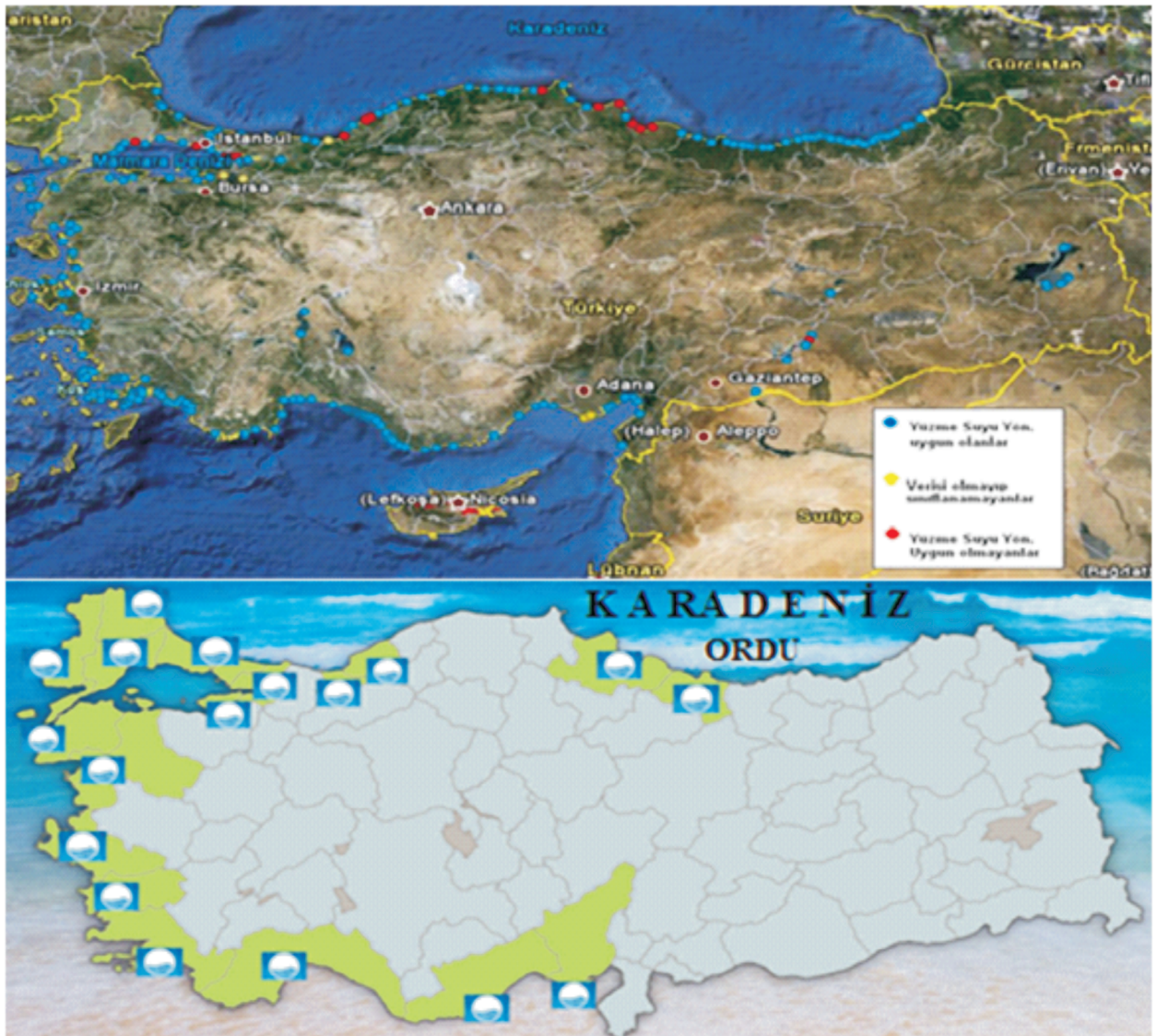
Günümüzde deniz ve kıyı kirliliğinin önlenmesi ve su kaynaklarının korunması için ilgili kurumlarca gerekli tedbirler alınmıştır. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY, 2004)'nden ayrı bir yönetmelik olarak ulusal düzeyde Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği (YSKY (76/160/AB), 2006) yayımlanarak yürürlüğe girmiş, uluslararası seviyede ise 76/160/EEC direktifi, ardından 2006/7/EC revize direktif ile tanımlanmış ve takip altına alınmıştır. Türkiye'de halk sağlığının korunması amacıyla Sağlık Bakanlığı tarafından yüzme suyu izleme çalışmaları yapılmaktadır. 2002 yılı itibarı ile Avrupa Birliği (AB) uyum programı çerçevesinde tüm kıyılarda üç parametrenin (toplam koliform, fekal koliform, fekal streptokok) izlenmesi yapılmaktadır. Su kirliliğinin “deniz ve kıyı kirliliği” boyutunda; Avrupa Çevre Eğitim Vakfı tarafından sürdürülen “Mavi Bayrak Projesi” bu vakfın koyduğu kriterlerle; ülkenin özellikle rekreasyonel amaçla kullandıkları kıyı şeritlerindeki deniz suyu kirliliğinin kontrolünde, önceliklerini belirlemelerine yardımcı olmaktadır. Türkiye 2014 yılında Avrupa'da İspanya ve Yunanistan'dan sonra Mavi Bayrak statüsüne sahip üçüncü ülke konumundadır (397 mavi bayraklı plaj), 2015 yılında bu sayı 436'ya yükselmiştir. Ordu'da 2014 yılında 1 tane olan (Merkez Ordu

Akyazı Halk Plajı) bu statüdeki plaj sayısı 2015 yılında biri iptal edilerek 3'e yükselmiştir. Şekil 1'de mavi bayraklı iller ve numune alma noktaları gösterilmiştir (URL1, 2015).

Bazı alglerin aşırı gelişmesi olarak bilinen ötrofikasyon, sucül ekosistemlerde olumsuz sonuçlar doğuran karmaşık bir süreç olup, insan ve hayvan sağlığı için bir tehdit oluşturur. Ötrofikasyonun birincil nedeni tarım ya da atık su arıtmadan kaynaklanan nütrientlerin aşırı konsantrasyonudur ve çevre sorunlarına tipik bir örnektir. Deniz ve okyanus kıyılarında görülen ve ötrofikasyonla ilişkili olan gelgitler ise, genellikle koylar ve haliç sistemlerinde meydana gelen, çok çeşitli renklerde görülebilen (kırmızı, kahverengi, altın, yeşil gelgitler) bir durumdur. “Yeşil gelgitler” (green tides) ötrofikasyon ile ilgili olarak yeşil makro alglerin büyük birikimleridir. Alg türlerinin kompozisyonu çevresel koşullara bağlı olmakla birlikte, *Ulva* spp. ve *Cladophora* spp. gibi bazı fırsatçı türler yeşil gelgitlerin önemli bileşenleri olarak bilinir. Yeşil gelgitler dünya çapında pek çok plajda görülür. Yeşil gelgitler ötrofik alanlarda, uygun hidrografik koşullar altında meydana gelen yeşil makro alg biyokütlesinin büyük birikimler meydana getirdiği bir olaydır (Schories ve Reise, 1993; Fletcher, 1996; Hernández vd., 1997; Valiela vd., 1997; Raffaelli vd., 1998; Cummins vd., 2004). Materyalin şaşırtıcı miktarları (27 kg ıslak kütle/m<sup>2</sup>'ye varan miktarlarda) sığ sularda sürüklenmekte ve dünyanın korunaklı koylarında büyük bir sorun oluşturmaktadır (Fletcher, 1996). Deniz ortamlarındaki topluluk yapısı makro alg aşırı çoğalmalarının meydana geldiği yumuşak substratlardan ziyade kayalık gelgit alanlarında daha derinlemesine incelenmiştir (Robles ve Desharnais, 2002). Kıyısız bölgenin yarı kapalı ve sığ olması, mevsimsel tabakalaşma ve açık denizle etkileşimin (akıntı rejiminin) zayıflığı ötrofikasyona duyarlılığı artıran temel faktör-

lerdir (Odabaşı ve Büyükkateş, 2009). Sıcaklık, ulvoid alglerde mevsimsel büyüme farklılıklarının itici sebeplerinden biri olarak öne sürülmekle birlikte, artan sıcaklık etkisi bazı durumlarda olumlu (Duke vd., 1989) ya da negatif (Rivers ve Peckol, 1995) etkiye sahip olabilir. Yeşil makro alg aşırı çoğalmaları, özellikle ticari balıkçılık için önemli olan diğer birincil üreticilerin gelişimini engelleyerek ve oksijensiz koşullar yaratarak deniz komünite yapısını ve fonksiyonunu büyük ölçüde değiştirmektedir (Nelson vd., 2008). Yeşil gelgitlere neden olan algler, nitrat ve ortofosfat gibi inorganik besinleri alarak diğer fotosentetik organizmaların gelişimini sınırla-

yabilir. Yeşil gelgit oluşturan algler diğer birçok türü etkileyen allelopatik bileşikler üretirler. En iyi belgelenmiş allelopatik bileşikler dimetil kükürt proponat (DMSP), dopamin ve reaktif oksijen türlerini (ROS) ve bunların yıkım ürünlerini içerir. DMSP ve dopamin herbivora karşı savunmaya katılmaktadırlar. Deniz suyuna salınan dopamin ve ROS diğer organizmalar için allelopatik ya da toksik olabilir. Böylece, makro alg aşırı çoğalmaları besin konsantrasyonları ve deniz suyundaki çözünmüş gaz konsantrasyonlarını değiştirerek yakındaki organizmalar üzerinde zararlı etkiler meydana getirebilir (Van Alstyne vd., 2015).



Şekil 1. Türkiye'de yüzme suyu analiz noktaları ve mavi bayraklı plajlar.

Makro alg aşırı çoğalmaları fauna komünite yapısını değiştirerek, plajlarda göze hoş görünmeyen kötü kokulu yığınlar yaratmakta ve deniz çayırlarının ortadan kalkmasından sorumlu tutulmaktadır (Valiela vd., 1997). Bazı makro alg çoğalmalarının ekstrelerinin toksik olduğu bilinmekle beraber, bu etkiler genellikle gölgeleme ve anoksi ile ilişkilidir (Nelson vd., 2003a). Sorunlu çoğalmaların tipik olarak çevre koşullarına göre baskın türlerce belirlenen (Lotze ve Schramm, 2000) monospesifik durumlar olduğu bildirilmektedir (Valiela vd., 1997). Besleyiciler çoğunlukla biyokütle değişiklikleri ile ilişkili olsa da, düşük ışıkta gelişen ulvoidler için ışık, yüksek deniz suyu azot konsantrasyonu (Coutinho ve Zingmark, 1993), tuzluluk (Josselyn, 1985), sıcaklık (Rivers ve Peckol, 1995), anoksik aşırı çoğalma kaynakları (Sfriso vd., 1987) ve otlatma da (Geertz-Hansen vd., 1993) bolluk kontrolünde rol oynayan sınırlayıcı birer faktör olabilir. Ancak, “yeşil gelgit” alglerinin genellikle tuzluluk, ışık ve sıcaklığa geniş tolerans aralıkları olduğu bildirilmiştir (Taylor vd., 2001). Yeşil gelgitler dünya okyanuslarında da bildirilmiştir (Fletcher, 1996; Blomster vd., 2002; Nelson vd., 2003b; Merceron vd., 2007). Bu yeşil gelgitler, yeşil makro alglerin yüksek konsantrasyonlarını içerir, fakat genellikle küçük boyutlarda ve kıyı alanları ile sınırlıdır. Ancak, Mayıs ve Temmuz 2008 tarihleri arasında yeşil makro alg *Ulva prolifera* O.F. Müller (daha önce *Enteromorpha prolifera* olarak bilinen), Sarı Deniz'in açıklarında, Qingdao kıyılarında, Çin yakınlarında ve Doğu Çin Denizi'nde geniş aşırı çoğalmalar meydana getirmiştir (Hu ve He, 2008; Hu vd., 2010). Yeşil gelgitlere katılan cinsler, yaşam döngüleri ve gelişimsel desenlerindeki önemli farklılıklara rağmen, yüzeysel olarak benzerdir ve alanda güvenli bir biçimde ayırt etmek imkânsız olabilir. *Ulva* spp., fragmantasyon veya üreme ile “yeşil-gelgit”

meydana getirebilen, ekolojik-sosyal sorunlar ile sonuçlanan çoğalmalar yapabilen alglerdir (Fletcher vd., 1990; Valiela vd., 1997; Bäck vd., 2000; Blomster vd., 2002).

Ordu il merkezinde bulunan Akyazı Halk Plajı, 2014 yılında uluslararası çevre ödülü olan “Mavi Bayrak” statüsü kazanmış bir plajdır. Bu plajda 2014 yılı yaz başlangıcında yeşil gelgit (green tide) olayı gözlenmiştir. Kolay ulaşım ve yoğun kullanımından dolayı, sahilde meydana gelen aşırı alg çoğalmaları vatandaşların tedirginliğine yol açmıştır. Bu çalışmada, yeşil gelgit olayına neden olan alglerin tanımlanması ve suyun mikrobiyolojik analizi yapılarak yüzme suyu kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

### Materyal ve Metot

Güney Karadeniz kıyısında hafif koy özelliği taşıyan Ordu ili sahilinde bulunan Akyazı Plajı 2050 m uzunluğunda, 15-25 m genişliğinde, şehir merkezine 2 km uzaklıktadır (Şekil 2). Yüzme alanı kodu TR5200016 ve TR5200034 olan lokalitelerden 16 Haziran 2014 tarihinde alınan alg ve su numuneleri ODÜ Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Araştırma Laboratuvarı'nda incelenmiştir. Mikroskopta (Leica DM500) aşırı çoğalan alglerin tanımlanması yapılarak (John vd., 2002), alg veri tabanından güncel sistematik durumları kontrol edilmiştir (Guiry ve Guiry, 2015).

Mavi Bayrak yüzme suyu kriterlerine göre, deniz suyu örneklerinde üç tip fekal göstergeyi analiz etmek için (toplam koliform-TK, fekal koliform-FK ve fekal streptokok-FS) alınan numuneler ise Ordu Halk Sağlığı Müdürlüğü Laboratuvarı'nda membran filtre tekniği ile incelenmiştir (APHA, 1995; TS EN ISO 7899-2, 2002; TS EN ISO 9308-1, 2014). Elde edilen sonuçlar su örneklerinin 100 ml'si için ortamdaki toplam koloni sayısı (kob/100 ml) olarak ifade edilmiştir.



Şekil 2. Araştırma alanının konumu ve genel görünümü.

## Bulgular

Erken yaz döneminde olmasına rağmen, 2014 yılı Haziran ayı ortasında Ordu Akyazı sahilinde kısa süreli meydana gelen yeşil gelgit olayında, suyun rengi değişmiş, yeşil dalgalar gözlenmiş ve sahil kıyısında makroalgler yoğun birikimler yapmıştır (Şekil 3).

Alınan numunelerde yapılan mikroskopik incelemeler sonucu, yeşil alglerden *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing ve *Ulva intestinalis* Linnaeus türlerinin aşırı artış yaptığı tespit edilmiştir. Toksik özellik taşımayan bu makroskopik türler ipliksi ve

parankimatik yapılara sahiptir (Şekil 3). Alglerin sistematik kategorileri Tablo 1'de verilmiştir.

Akyazı sahilinde yeşil gelgit olayının gözlendiği plajda üç farklı lokaliteden 16.06.2014 tarihinde alınan su numunelerinde yapılan mikrobiyolojik analizlerde; toplam koliform (TK) ve fekal streptokok (FS) tespit edilirken, fekal koliform (FK) kaydedilmemiştir.

Sayımlar sonucunda kaydedilen miktarlar Tablo 2'de verilmiştir.



Şekil 3. Plaj alanında yeşil gelgitin genel görünümü.

**Tablo 1.** Yeşil gelgit olayında aşırı çoğalan makroalglerin sistematik durumları

Sistematik kategoriler	<i>Cladophora glomerata</i>	<i>Ulva intestinalis</i>
Alem	Plantae	Plantae
Şube	Chlorophyta	Chlorophyta
Sınıf	Ulvophyceae	Ulvophyceae
Takım	Cladophorales	Ulvales
Aile	Cladophoraceae	Ulvaceae
Cins	<i>Cladophora</i>	<i>Ulva</i>

**Tablo 2.** Akyazı sahilindeki yüzme alanlarında deniz suyu analiz sonuçları

Lokaliteler	TK değeri (kob/ml)	FS değeri (kob/ml)
Ordu, Altınordu, TR5200016-1	0	40
Ordu, Altınordu, TR5200016-2	400	2
Ordu, Altınordu, TR5200034	110	3

## Tartışma

İklim, sahil komünitelerinin değişiminde ve fonksiyonunda önemli bir rol oynar (Cossellu ve Nordberg, 2010). Ordu Akyazı Plajı'nda ışıklandırma periyodunun arttığı ve suyun ısınmaya başladığı erken yaz döneminde yaşanan yeşil gelgit olayının her bahar ve yaz

mevsiminde dünya çapında özellikle Kuzey Amerika, Avrupa, Asya ve Avustralya'nın birçok kıyılarında gelişim gösterdiği bildirilmiştir (Morand ve Merceron, 2004; McGlathery vd., 2007; Nelson vd., 2008; Ye vd., 2011; Perrot vd., 2014).

Britanya'da, alg çoğalmalarının 1970'lerin sonlarından itibaren ilkbahar ve yaz aylarında yıllık olarak yinelenildiği belirtilmektedir (Morand ve Merceron, 2005; Charlier vd., 2007). Çoğalan türler arasında *Ulva*, *Cladophora* ve *Chaetomorpha* dikkat çekmektedir. Ancak sorunlu makroalg sahasının tipik haliyle monospesifik olduğu bildirilmektedir (Valiela vd., 1997). Örneğin, *Cladophora*'nın Güney Danimarka'da Fyn Adası'nda (Thybo-Christensen vd., 1993), *Ulva* türlerinin Britanya, Fransa ve İtalya'da Venedik Lagünü (Sfriso vd., 1992) ve Washington sahilinde (Nelson vd., 2003b), *Enteromorpha intestinalis* (L.) Nees türünün Avustralya'da (Cummins vd., 2004), *E. prolifera* (O.F. Müller) J. Agardh türünün Çin'in kuzeydoğu kıyısı sularında (Liu vd., 2009), *C. glomerata* (L.) Kütz. ve *U. intestinalis* L. türlerinin (yaz aylarında) Doğu Baltık Denizi'nde (Gübelin ve Kovalchuk, 2010) yeşil gelgit olayında sorumlu etken türler olduğu bildirilmiştir. Yine, Kuzeydoğu Pasifik kıyılarında *Ulva* türlerinin intertidal zonda hem kayalık hem de yumuşak substratlarda hakim olduğu bildirilmiştir (Nelson vd., 2003b; 2008).

Yeşil gelgit olayına sebep olan bu türlerin salinite, ışık şiddeti ve sıcaklık gibi ekolojik faktörlere toleranslarının oldukça geniş olduğu belirtilmektedir (Taylor vd., 2001). Güney Karadeniz'de kıyısı olan Ordu sahilinde yeşil gelgit olayından sorumlu türlerin baskın olarak *U. intestinalis* L. olduğu, *C. glomerata* (L.) Kütz. türünün ise daha çok epilitik formda littoral zonda yaygın olduğu gözlenmiştir. Kıyı ötrofikasyonu ve yeşil iplikli makro alglerin (özellikle *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. ve *Ulva intestinalis* (L.) yoğun gelişiminin antropojenik etki ve geniş sığ alan sonucu yaşanan bir olay olduğu belirtilmektedir (Gubelit ve Kovalchuk, 2010). Karadeniz'in az tuzlu ve su sıcaklığının çok yüksek olmaması, mevcut araştırma alanının geniş kumul sahile sahip, hem yumuşak kumul substratum hem de

kayalık sert substratlar içermesi, açık dalgalara kapalı olması ve akarsularla karasal kökenli nütrient girişinin olduğu bir bölge olması nedeniyle bu yeşil alglerin popülasyon yoğunluğu artmıştır.

Britanya'da ötrofikasyon ve yeşil gelgitin sebepleri arasında tarım ve yağmur suyu ile gübrelenen topraktan sızdırmanın ağırlıklı olduğu belirtilmektedir. Atmosferik kökenli azot fiksasyonu (mavi-yeşil algler sayesinde), deniz çiftlikleri, fazla nütrientler ve balık dışkısı gibi faktörler de bu durumu yaratabilir (Charlier vd., 2007). Kentsel, tarımsal ve endüstriyel bölgelere yakın yerlerde makro alglerin anormal çoğalmaları; en hassas alg türleri miktarında gerileme ve kaybolmaya yol açarken, dayanıklı türler açısından avantajlı olabilir.

İnsan nüfusunun artışının doğrudan bir sonucu olarak kıyı sularında özellikle akarsular yoluyla besin girdisinde de artış olmaktadır. Bu da hızlı büyüyen fırsatçı makro alg türlerin aşırı çoğalmasına yol açmaktadır. Son yıllarda kıyısız alanlarda zaman zaman hızlı büyüyen makroskobik alglerin bolluğu dikkat çekmektedir. Akyazı Plajı'nda meydana gelen yeşil gelgit olayında, yaygın olarak bulunan makroskobik yeşil alg türlerinin aşırı çoğalması ortamın ötrofik koşullara sahip olduğunu göstermektedir. *Cladophora*, (Ulvophyceae) iplikli, dallanmış, çok çekirdekli hücreler ile karakterize edilen makroskobik bir yeşil algdir. Bu alg ötrofik deniz, acısu ve tatlı su ortamlarında, ılıman ve tropikal bölgelerde, alçak ve yüksek rakımlarda dünya çapında yaygın olarak bulunan ve kıyısız alanlarda göze çarpan halı gibi, bazen yeşil gelgit ya da makro alg sahası oluştururlar. Burada besin biriktirir ve rekabeti azaltırlar (Curiel vd., 2004; Graham vd., 2009; Gubelit ve Kovalchuk, 2010; Zulkifly vd., 2013). *C. glomerata* (L.) Kütz. Ordu sahilinde özellikle kayalık zeminlere bağlı olarak yaz aylarında aşırı çoğalmalar yapar.

Bu türün kuzey Baltık Denizi'nde de yaygın alglerden biri olduğu, hızlı, fırsatçı ve 0-1 metre derinlikteki kayalık kıyılarda büyüdüğü bildirilmiştir (Ólafsson vd., 2013). *Ulva* türleri nitrofil (azot seven) alglerdendir.

Teichberg vd. (2010) azotun ılıman kıyı bölgelerde makro alg büyümesi üzerinde ana faktör olduğunu, çözünmüş inorganik azot konsantrasyonundaki artışın makroskobik alglerin büyümesi ve bolluğu üzerinde etkili olduğunu bildirmiştir. Yine aynı araştırmacılar, yaz aylarında özellikle temmuz ayında *Ulva lactuca* L. türünün en fazla artış yaptığını belirtmişlerdir. Kış aylarında sudaki nütrient seviyesinin maksimum olmasından dolayı (Cirik ve Cirik, 1999) ışık ve sıcaklığın artmasıyla bu fırsatçı türler hızla çoğalmaktadır. Ordu Akyazı plajının yarı-kapalı ve düşük türbülanslı bir alan olması nedeniyle, burada yeşil gelgit olayı yaşanmış olabilir. Yine, Akyazı Plajı'nın doğusunda kalan Melet Irmağı Ordu ilinin en büyük akarsuyu olduğu için, özellikle tarımsal ve evsel kaynaklı nütrientleri de denize taşımaktadır. Nütrient girişi ve iklimsel faktörlerle birlikte (erken yaz döneminde ışıklanmanın ve su sıcaklığının artması), plajın önüne yapılan dalgakıranlar da suyun sirkülasyonunu azaltmış ve bu fırsatçı türlerin kısa zamanlı ve hızlı çoğalmasına yol açmıştır. Kaliforniya Körfezi'nde, tekrarlayan fitoplankton çoğalmalarının tarımsal sulama ve yüzey akışı ile bağlantılı olduğu belirtilmiştir (Beman vd., 2005). Genellikle, kıyı ötrofikasyonunun bir belirtisi olarak kabul edilen yeşil gelgit olayı kıyı ekosistemleri için kesinlikle büyük bir risk oluşturmakta ve bir sorun olarak algılanmaktadır. Çünkü alg biyomasındaki aşırı artışın; organik yük, azot, fosfor ve hidrojen sülfür kirliliği, oksijen eksikliği, ölüm ve zoobentoz göçlerine yol açması, itici bir görüntü ve koku oluşturmaları gibi çevresel etkileri söz konusudur (Norkko ve Bonsdorff, 1996; Morand ve Briand, 1999; Lehvo ve Bäck

2001; Berezina vd., 2007). Karadeniz'deki endişe verici alg büyümesi suyun ötrofikasyon nedeniyle kötüleştiğini göstermektedir. Bu olay balık ölümleri ve turizm sektöründe azalmaya yol açacağı gibi kıyısal alanın rekreasyonel kullanımını da kısıtlayacaktır. Makro alg çoğalmaları ve bu zararlı olayların yönetimi için, söz konusu kıyı sularında azot ve fosfor arzını azaltmak gerektiği belirtilmektedir (Teichberg vd., 2010).

Tarımsal alanlardan gelen yüzey suları, kanalizasyon ve fosseptiklerden sızıntılar, besicilik alanları ve doğal hayat toplam ve fekal koliform açısından sucul ekosistemlerde önemli kirletici kaynaklardır. İnsan ve hayvan dışkıyla fazla sayıda dışarı atılan koliform bakteriler, eğer standartların üzerinde suda bulunursa potansiyel olarak hastalık oluşturma yeteneğine sahiptir. Hiçbir arıtım işlemine uğramadan sucul ortamlara deşarj edilen kanalizasyonun en önemli etkilerinden birisi mikrobiyal kirlenmeye sebep olmasıdır. Yerüstü su kütlelerinde koruma bölgeleri içinde yer alan, yüzme suyu olarak tahsis edilen alanlar dahil, rekreasyon maksatlı kullanılan su kütlelerinin yüzme ve rekreasyon amacıyla sağlanması gereken kalite kriterleri söz konusudur (YSKY, 2012).

Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği (YSKY (76/160/AB), 2006)'nde, yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir su I. sınıf suyun özelliği olarak tanımlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre, I. sınıf suda mikrobiyolojik parametrelerden TK/100 ml değeri 1000 (2015 yılı için 500) (klavuz değer), FK/100 ml değeri 200 (2015 yılı için 100) (klavuz değer), FS/100 ml değeri ise 100 olarak belirtilmiştir. Yeşil gelgit olayının yaşandığı zamanda Akyazı Plajı suyunda yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçlarının "rekreasyon alanları ve yüzme suyu mikrobiyolojik kalite sınır değerleri"ni aşmadığı görülmüştür.



Yüzme suyunun TK (<500/100 ml), FK (<100/100 ml) ve FS (<100/100 ml) değerleri “Mavi Bayrak” için belirlenen limitlerde kaydedilmiş olup, bu sonuçlara göre Akyazı Plajı yüzme suyu kalitesi “iyi” olarak değerlendirilmiştir. Ordu merkezinde şehir kanalizasyonu 2011 yılından itibaren arıtılmadan derin deniz deşarj sistemine bırakılmaktaydı. Bu durum kıyısız alandaki mikrobiyolojik kirlilik kaynağını bir nevi azaltmıştır. İlde Melet Irmağı akarsu ağzında yapılan ileri atıksu arıtma tesisi ise araştırmanın yapıldığı zaman diliminde tamamlanma aşamasında olan bir projedir. 26 Haziran 2014 tarihinde faaliyete geçen tesiste günümüzde arıtılmış olan su derin deniz deşarj noktasından Karadeniz'e bırakılmaktadır. Yüzme sezonu boyunca da plaj suyunun analizleri İl Sağlık Müdürlüğü tarafından düzenli olarak yapılmaktadır. Rize ili kıyı şeridinde yapılan bakteriyolojik araştırmada, yaz mevsiminde araştırma istasyonlarının hiçbirinde ne fekal ne de toplam koliform sınır değerlerinin aşılmadığı tespit edilmiştir. Bu durumun şehir kanalizasyonunun derin deniz deşarj sistemine bırakılmasının bir sonucu olduğunu ileri sürmüşlerdir (Taşpınar vd., 2015).

Denizlerin en büyük kirlilik kaynağı karasal kökenli olup, akarsular vasıtasıyla kirlilik yükü denizlere taşınmaktadır. Üçok ve Gürkanlı (2012), Ordu sahil bölgesinde akarsu ağzlarında yaptıkları mikrobiyolojik araştırmada, Karabalçık (Perşembe) ve Tabakhane (Fatsa) derelerinin yüksek koliform yükü varlığına sahip olduğunu belirlemişlerdir. Kirlilik skalasına göre araştırma alanlarının çok kirli (>100000 koloni) olduğu görülmüştür. Aynı araştırmada, yeşil gelgit olayının yaşandığı Akyazı Plajı'nın doğusunda yer alan Melet Irmağı ile batısında bulunan Civil Deresi'nin ise orta derecede kirli olduğu ortaya konulmuştur. Bu durum akarsularımızın patojen mikroorganizmalar tarafından konta-

mine olduğunu, yüzme suyu kalitesi ve halk sağlığı bakımından plajlarımızın risk altında olduğunu göstermektedir. Nitekim araştırma alanına yakın konumda olan Melet Irmağı'nda yapılan bir araştırmada, fekal indikatör bir protozoon olan *Cryptosporidium* ve kistleri tespit edilmiştir (Kolören ve Demirel, 2013a).

Yine, Ordu ilinde 56 akarsu örneğinin 20'sinde su kaynaklı salgınlara neden olabilen *Toxoplasma gondii* parazitinin varlığı söz konusudur (Kolören ve Demirel, 2013b).

Sucul ekosistemlerde indikatör gruplarından biri de alglerdir. Aşağı Melet Irmağı'nda yapılan algolojik araştırmalarda, diyatomeleler dışındaki indikatör alglerin alanın  $\alpha$ -mezosaprobik bölge, yani III. sınıf su kalitesi özelliği taşıdığı (Taş ve Kurt, 2014), indikatör diyatomelelere göre ise alanın genelde organik kirliliğe toleranslı,  $\beta$ - $\alpha$ -mezosaprobik koşullarda bulunan türler içerdiği, bu durumun orta kirliden kirliye doğru yani II-III. sınıf su kalitesi özelliği gösterdiği belirtilmiştir (Taş vd., 2015). Tüm bu literatür bilgileri Ordu ilinde yukarı havzadan aşağı havzaya doğru akuatik sistemlerdeki mikrobiyolojik ve organik kirlilik mevcudiyetinin arttığını göstermektedir.

Deniz kirliliğini önlemek/azaltmak için Karadeniz genelinde kirlilik durumu ile ilgili çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. Bunlar: 69 noktada kirlilik izlemesi, Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği çerçevesinde 258 noktada yüzme suyu alanlarının izlenmesi, uygun çıkmayan alanlara yönelik denetim ve soruşturma çalışmalarının yapılması, kirliliğin azaltımı ve önlenmesi ile ilgili yürütülen çeşitli çalışmalar, deniz kirliliğinin önlenmesi hususunda uluslararası/bölgesel işbirliği kapsamında yapılan çalışmalar şeklindedir (Karadeniz'in Kirliliğe Karşı Korunması (Bükreş) Sözleşmesi ve Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerin taraf olduğu Akdeniz'in Deniz Çevresinin ve Kıyı Alanlarının Korunması (Barselona) Sözleşmesi). Bu sözleşmeler kapsamında her ülke denizlerin

korunması ve kirliliğin önlenmesi/azaltılması ile ilgi yaptıkları çalışmaları her yıl raporlamaktadır (ÇŞB, 2015). Ancak, Ordu ilinde kıyı şeridinde yoğun bir yerleşim söz konusudur ve kentte yapılaşma çok hızlı ilerlemektedir. Ayrıca, yaz aylarında nüfusun çok artması, akarsu çevrelerinin fındık tarım işçileri tarafından geçici yerleşke alanı olarak kullanılması, plaj alanı çevresinin rekreasyonel alan olarak yoğun kullanımı, şehir merkezinde atıksu arıtma tesisinin mevcudiyetine rağmen yukarı Melet Irmağı Havzası içinde kalan yerleşim bölgelerinde noktasal ya da yayılı kaynaklardan ırmağa çeşitli deşarjların olması, bölgenin her mevsim yağış alması gibi çeşitli faktörler dikkate alındığında kıyısal alan ve deniz, başta insan kaynaklı olmak üzere kirlilik baskısı altındadır. Kıyısal alanlarda mikrobiyal kirlilik ve yeşil gelgit olayının yaşanmaması için, kıyısal ekosistemlerde ötrofikasyona neden olabilecek tarımsal ve evsel, noktasal ya da yayılı kaynaklardan gelen nütrientlerin sudaki aşırı birikiminin önüne geçilmesi, akarsuların evsel katı ve sıvı atıklar için alıcı ortam olarak kullanılmaması, kanalizasyon şebekesinin yukarı havzalarda yer alan yerleşim alanları içinde de geliştirilmesi, foseptiklerin düzenli olarak boşaltılması ve kontrol edilmesi gibi çeşitli tedbirlerin alınması gerekir.

Son yıllarda sayıları hızla artan akarsular üzerine yapılan hidromorfolojik baskılar da azaltılmalıdır. Kıyı sularında yapılacak algolojik araştırmalarla da (fitoplankton ve makro alg) alg çoğalması durumunun izlenmesi ve kontrol edilmesi gerekir. Bu şekilde akarsu ve denizlerin su kalitesinin artırılıp, insanların yaşama ve halk sağlığı standartlarının geliştirilmesi söz konusu olur.

### Teşekkür

Mikrobiyolojik analizler için Ordu Halk Sağlığı Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- APHA, 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th ed. Washington, DC.
- Bäck, S., Lehvo, A. ve Blomster, J. 2000. Mass occurrence of unattached *Enteromorpha intestinalis* on the Finnish Baltic Sea coast. *Annales Botanici Fennici*, 37: 155-161.
- Beman, J. M., Arrigo, K. R. ve Matson, P. A. 2005. Agricultural runoff fuels large phytoplankton blooms in vulnerable areas of the ocean. *Nature*, 434: 211-214, doi:10.1038/nature03370.
- Berezina, N. A., Tsiplenkina, I. G., Pankova, E. S. ve Gubelit, J. I. 2007. Dynamics of invertebrate communities in stony littoral of the Neva Estuary (Baltic Sea) under macroalgal blooms. *Transitional Water Bulletin*, 1(1): 49-60, doi:10.1285/i1825229Xv1n1p65.
- Blomster, J., Bäck, S., Fewer, D. P., Kiirikki, M., Lehvo, A., Maggs, C. A. ve Stanhope, M. J. 2002. Novel morphology in *Enteromorpha* (Ulvoephyceae) forming green tides. *American Journal of Botany*, 89(11): 1756-1763, doi:10.3732/ajb.89.11.1756.
- Charlier, R. H., Morand, P., Finkl, C. W. ve Thys, A. 2007. Green tides on the Brittany Coasts. *Environmental Research, Engineering and Management*, 3(41): 52-59.
- Cirik, S. ve Cirik, Ş. 1999. Limnology. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No. 21, İzmir, 166 s.
- Cossellu, M. ve Nordberg, K. 2010. Recent environmental changes and filamentous algal mats in shallow bays on the Swedish west coast—a result of climate change? *Journal of Sea Research*, 63: 202-212, doi:10.1016/j.seares.2010.01.004.
- Coutinho, R. ve Zingmark, R. 1993. Interactions of light and nitrogen on photosynthesis and growth of the marine macroalga *Ulva curvata* (Kützinger) De Toni. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 167(1): 11-19, doi:10.1016/0022-0981(93)90180-V.
- Cummins, S. P., Roberts, D. E. ve Zimmerman, K. D. 2004. Effects of the green macroalga *Enteromorpha intestinalis* on macrobenthic and seagrass assemblages in a shallow coastal estuary. *Marine Ecology Progress Series*, 266: 77-87, doi:10.3354/meps266077.
- Curriel, D., Rismondo, A., Bellemo, G. ve Marzochi, M. 2004. Macroalgal biomass and species variations in the Lagoon of Venice (Northern Adriatic Sea, Italy): 1981-1998. *Scientia Marina*, 68(1): 57-67.

- ÇŞB, 2015. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Deniz ve Kıyı Yönetimi. <http://www.csb.gov.tr/gm/cygm/index.php?Sayfa=sss#0> (erişim tarihi: 10 Kasım 2015).
- Duke, C. S., Litakerand, W. ve Ramus, J. 1989. Effect of temperature on nitrogen-limited growth rate and chemical composition of *Ulva curvata* (Ulvales: Chlorophyta). *Marine Biology*, 100(2): 143-150, doi:10.1007/BF00391953.
- Fletcher, R. L. 1996. The occurrence of “green tides”- a review. W. Schramm ve P.H. Nienhuis (eds), *Marine Benthic Vegetation: Recent changes and the effects of eutrophication*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin: 7-43.
- Fletcher, R. L., Cuomo, V. ve Palomba, I. 1990. The “green tide” problem, with particular reference to the Venice Lagoon Italy. *British Phycological Journal*, 25(1): 87.
- Geertz-Hansen, O., Sand-Jensen, K., Hansen, D. F. ve Christiansen, A. 1993. Growth and grazing control of the marine macroalga, *Ulva lactuca* L. in a eutrophic Danish estuary. *Aquatic Botany*, 46(2): 101-109, doi:10.1016/0304-3770(93)90039-Y.
- Graham, L. E., Graham, J. M. ve Wilcox, L. W. 2009. *Algae*. 2nd edition, Benjamin Cummings, San Francisco, California, USA, 720 pp.
- Gubelit, Y. I. ve Kovalchuk, N. A. 2010. Macroalgal blooms and species diversity in the transition zone of the eastern Gulf of Finland. *Hydrobiologia*, 656(1): 83-86, doi:10.1007/s10750-010-0425-2.
- Guiry, M. D. ve Guiry, G. M. 2015. *AlgaeBase*. Worldwide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org> (erişim tarihi 10 Haziran 2015).
- Hernández, I., Peralta, G., Pérez-Lloréns, J. L. Lucas, J., Vergara, J. J. ve Niell, F. X. 1997. Biomass and dynamics of growth of *Ulva* species in Palmones River Estuary. *Journal of Phycology*, 33(5): 764-772, doi:10.1111/j.0022-3646.1997.00764.x.
- Hu, C. ve He, M-X. 2008. Origin and offshore extent of floating algae in Olympic sailing area. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 89(33): 302-303, doi:10.1029/2008EO330002.
- Hu, C., Li, D., Chen, C., Ge, J., Muller-Karger, F. E., Liu, J., Yu, F. ve He, M-X. 2010. On the recurrent *Ulva prolifera* blooms in the Yellow Sea and East China Sea. *Journal of Geophysical Research*, 115: C05017, doi:10.1029/2009JC005561.
- John, D. M., Whitton, B. A. ve Brook, A. J. 2002. The freshwater algal flora of the British Isles. Cambridge University Press, UK, 714 pp.
- Josselyn, M. 1985. Do nutrients or physical factors control macroalgal growth in temperate estuaries? *Estuaries*, 8(2B): 304.
- Kolören, Z. ve Demirel, E. 2013a. Investigation on *Cryptosporidium* spp. in water samples collected from River Melet in Ordu by Loop Mediated Isothermal Amplification (LAMP). *Journal of Applied Biological Sciences*, 7(2): 28-32.
- Kolören, Z. ve Demirel, E. 2013b. Detection of *Toxoplasma gondii* in Turkish River and Drinking Water Samples by Different PCR and LAMP Methods. *Clean-Soil, Air, Water*, 41(10): 963-968, doi:10.1002/clen.201200468.
- Lehvo, A. ve Bäck, S. 2001. Survey of macroalgal mats in the Gulf of Finland, Baltic Sea. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*, 11: 11-18, doi:10.1002/aqc.428.
- Liu, D., Keesing, J. K., Xing, Q. ve Shi, P. 2009. World's largest macroalgal bloom caused by expansion of seaweed aquaculture in China. *Marine Pollution Bulletin*, 58: 888-895, doi:10.1016/j.marpolbul.2009.01.013.
- Lotze, H. K. ve Schramm, W. 2000. Ecophysiological traits explain species dominance patterns in macroalgal blooms. *Journal of Phycology*, 36(2): 287-295, doi:10.1046/j.1529-8817.2000.99109.x.
- McGlathery, K. J., Sundbäck, K. ve Anderson, I. C. 2007. Eutrophication in shallow coastal bays and lagoons: the role of plants in the coastal filter. *Marine Ecology Progress Series*, 348: 1-18, doi:10.3354/meps07132.
- Merceron, M., Antoine, V., Auby, I. ve Morand, P. 2007. In situ growth potential of the subtidal part of green tide forming *Ulva* spp. stocks. *Science of the Total Environment*, 384(1-3): 293-305, doi:10.1016/j.scitotenv.2007.05.007.
- Morand, P. ve Briand, X. 1999. Anaerobic digestion of *Ulva* sp. 2. Study of *Ulva* degradation and methanisation of liquefaction juices. *Journal of Applied Phycology*, 11: 165-177, doi:10.1023/A:1008028127701.
- Morand, P. ve Merceron, M. 2004. Coastal eutrophication and excessive growth of macroalgae. S.G. Pandalai (ed.), *Recent research developments in environmental biology*, vol 1(2), Research Signpost, Trivandrum, Kerala, India: 395-449.

- Morand, P. ve Merceron, M. 2005. Macroalgal population and sustainability. *Journal of Coastal Research*, 21(5): 1009-1020, doi:10.2112/04-700A.
- Nelson, T. A., Nelson, A. V. ve Tjoelker, M. 2003a. Seasonal and spatial patterns of "green tides" (Ulvoid algal blooms) and related water quality parameters in the coastal waters of Washington State, USA. *Botanica Marina*, 46(3): 263-275, doi:10.1515/BOT.2003.024.
- Nelson, T. A., Nelson, A. V. ve Tjoelker, M. 2003b. Seasonal patterns in ulvoid algal biomass, productivity, and key environmental factors in the Northeast Pacific. *Botanica Marina*, 46(3): 263-275, doi:10.1515/BOT.2003.024.
- Nelson, T. A., Haberlin, K., Nelson, A. V., Ribarich, H., Hotchkiss, R., Van Alstyne, K. L., Buckingham, L., Simunds, D. J. ve Fredrickson, K. 2008. Ecological and physiological controls of species composition in green macroalgal blooms. *Ecology*, 89: 1287-1298, doi:10.1890/07-0494.1.
- Norkko, A. ve Bonsdorff, E. 1996. Population responses of coastal zoobenthos to stress induced by drifting algal mats. *Marine Ecology Progress Series*, 140: 141-151.
- Odabaşı, S. ve Büyükkateş, Y. 2009. Klorofil-a, çevresel parametreler ve besin elementlerinin günlük değişimleri: Sarıçay akarsuyu örneği (Çanakkale, Türkiye). *Ekoloji*, 19(73): 76-85, doi:10.5053/ekoloji.2009.7310.
- Ólafsson, E., Aarnio, K., Bonsdorff, E. ve Arroyo, N. L. 2013. Fauna of the green alga *Cladophora glomerata* in the Baltic Sea: density, diversity, and algal decomposition stage. *Marine Biology*, 160: 2353-2362, doi:10.1007/s00227-013-2229-1.
- Perrot, T., Rossi, N., Ménesguen, A. ve Dumas, F. 2014. Modelling green macroalgal blooms on the coasts of Brittany, France to enhance water quality management. *Journal of Marine Systems*, 132: 38-53, doi:10.1016/j.jmarsys.2013.12.010.
- Raffaelli, D. G., Raven, J. A. ve Poole, L. J. 1998. Ecological impact of green macroalgal blooms. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 36: 97-125.
- Rivers, J. S. ve Peckol, P. 1995. Summer decline of *Ulva lactuca* (Chlorophyta) in a eutrophic embayment: interactive effects of temperature and nitrogen availability? *Journal of Phycology*, 31(2): 223-228, doi:10.1111/j.0022-3646.1995.00223.x.
- Robles, C. ve Desharnais, R. 2002. History and Current Development of a paradigm of predation in rocky intertidal communities. *Ecology*, 83(6): 1521-1536, doi:10.2307/3071971
- Schories, D. ve Reise, K. 1993. Germination and anchorage of *Enteromorpha* spp. in sediments of the Wadden Sea. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 47(3): 275-285, doi:10.1007/BF02367169.
- Sfriso, A., Marcomini, A. ve Pavoni, B. 1987. Relationships between macroalgal biomass and nutrient concentrations in a hypertrophic area of the Venice Lagoon. *Marine Environmental Research*, 22(4): 297-312, doi:10.1016/0141-1136(87)90005-5.
- Sfriso, A., Marcomini, A., Pavoni, B. ve Orio, A. A. 1992. Macroalgae, nutrient cycles, and pollutants in the Lagoon of Venice. *Estuaries*, 15(4): 517-528, doi:10.2307/1352394.
- SKKY, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Resmi Gazete Tarihi: 31.12.2004, Sayısı: 25687.
- Taş, B. ve Kurt, I. 2014. Aşağı Melet Irmağı'nın (Ordu) diatomlar dışındaki epipelik alglerinin çeşitliliği. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi (KFBD)*, 4(11): 49-63.
- Taş, B., Yılmaz, Ö. ve Kurt, I. 2015. Aşağı Melet Irmağı (Ordu, Türkiye)'nda su kalitesinin göstergesi olan epipelik diatomlar. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(7): 610-616.
- Taşpınar, B., Verep, B., Terzi, E. ve Çetindemir, D. 2015. Rize ili kıyı şeridinde bakteriyolojik kirliliğin araştırılması. *Yunus Araştırma Bülteni*, 2015 (2): 17-27, doi: 10.17693/yunus.31530.
- Taylor, R., Fletcher, R. L. ve Raven, J. A. 2001. Preliminary studies on the growth of selected 'green tide' algae in laboratory culture: Effects of irradiance, temperature, salinity and nutrients on growth rate. *Botanica Marina*, 44(4): 327-336, doi:10.1515/BOT.2001.042.
- Teichberg, M., Fox, M. T., Olsen, Y. O., Valiela, I., Martinetto, P., Iribarne, O., Muto, E. Y., Petti, M. A. V., Corbisier, T. N., Soto-Jime'nez, M., Pa'ez-Osuna, F., Castro, P., Freitas, H., Zitelli, A., Cardinaletti, M. ve Tagliapietra, D., 2010. Eutrophication and macroalgal blooms in temperate and tropical coastal waters: nutrient enrichment experiments with *Ulva* spp. *Global Change Biology*, 16: 2624-2637, doi:10.1111/j.1365-2486.2009.02108.x.

- Thybo-Christensen, M., Rasmussen, M. B. ve Blackbum, T. H. 1993. Nutrient fluxes and growth of *Cladophora sericea* in a shallow Danish bay. *Marine Ecology Progress Series*, 100: 273-281.
- TS EN ISO 7899-2, 2002. Su Kalitesi. Bağırsak enterokoklarının tespiti ve sayımı-Bölüm 2: Membran süzme yöntemi.
- TS EN ISO 9308-1, 2014. Su Kalitesi. *Escherichia coli* ve koliform bakterilerin sayımı-Bölüm 1: Düşük bakterili zemin florali sular için membranla süzme yöntemi.
- URL1, 2015. Mavi Bayrak Türkiye, [http:// www.mavibayrak.org.tr/tr/Default.aspx](http://www.mavibayrak.org.tr/tr/Default.aspx) (erişim tarihi:10 Kasım 2015).
- Üçok, M. C. ve Gürkanlı, Ç. T. 2012. Ordu sahil bölgesinde koliform ve *E. coli* tayini. *Mavi Yaşam Dergisi*, 3(2): 11-12.
- Valiela, I., McClelland, J., Hauxwell, J., Behr, P. J., Hersh, D. ve Foreman, K. 1997. Macroalgal blooms in shallow estuaries: Controls and ecophysiological and ecosystem consequences. *Limnology and Oceanography*, 42(5): 1105-1118, doi:10.4319/lo.1997.42.5\_part\_2.1105
- Van Alstyne K. L., Nelson, T. A. ve Ridgway, R. L. 2015. Environmental chemistry and chemical ecology of "green tide" seaweed blooms. *Integrative and Comparative Biology*, 55(3): 518-52, doi:10.1093/icb/icv035.
- Ye, N., Zhang, X., Mao, Y., Xu, D., Zou, J., Zhuang, Z. ve Wang, Q. 2011. 'Green tides' are overwhelming the coastline of our blue planet: taking the world's largest example. *Ecological Research*, 26: 477-485, doi:10.1007/s11284-011-0821-8.
- YSKY (76/160/AB), 2006. Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Resmi Gazete Tarihi: 09.01.2006, Sayısı: 26048.
- YSKY, 2012. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Resmi Gazete Tarihi: 30.11.2012, Sayısı: 28483.
- Zulkifly, S. B., Graham, J. M., Young, E. B., Mayer, R. J., Piotrowski, M. J., Smith, I. ve Graham, L. E. 2013. The genus *Cladophora* Kützing (Ulvophyceae) as a globally distributed ecological engineer. *Journal of Phycology*, 49: 1-17, doi:10.1111/jpy.12025.