

AKÜ FEMÜBİD 18 (2018) 011001 (751-756)

AKU J. Sci. Eng. 18 (2018) 011001 (751-756)

DOI: 10.5578/fmbd.67516

Araştırma Makalesi / Research Article

## Tuz Derişiminin Denizel Kahverengi Alglerin Fotosentetik Performansı Üzerine Etkileri

Gamze YILDIZ<sup>1</sup>, Şeyma TİRYAKI<sup>1</sup><sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Bursa

e-posta: gamze@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 15.12.2017 ; Kabul Tarihi: 09.10.2018

### Özet

Intertidal bölgede yaşayan deniz yosunları yüksek ışık, kuruma, radyasyon, yüksek sıcaklık ve tuzluluk gibi çevresel streslere büyük oranda maruz kalmaktadır. Tuzluluk en önemli abiyotik streslerden biridir ve birçok açıdan deniz yosunlarının fizyolojisini etkilemektedir. Bu nedenle, bu çalışma tuzluluğun bazı denizel kahverengi alglerde (*Scytosiphon lomentaria* ve *Ectocarpus siliculosus*) fotosentetik performans üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Örnekler Marmara Denizi'nin güney kıyılarından toplanmış ve farklı tuz derişimlerinde (23, 33 ve 43 ppt) kültüre alınmıştır. Örneklerin fotosentetik performansı fotosistem II'nin değişen klorofil floresansının ölçülmesiyle belirlenmiştir. Bu çalışmada, yüksek tuz derişimine maruz kalan örneklerin Fv/Fm oranı, klorofil-a içeriği ve göreceli elektron transfer oranı farklı uygulamalar arasında istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir. Elde edilen veriler farklı tuz derişimlerine maruz kalan her iki türün, fotosentetik olarak stres altında olmadığını ve tuzluluk derişimlerine karşı toleranslı olduklarını göstermektedir.

### Anahtar kelimeler

Esmer deniz yosunu;  
Fotosentez; Klorofil-a;  
Tuzluluk

## The Effects of Salinity on Photosynthetic Performance of Brown Seaweeds

### Abstract

Macroalgae living in the intertidal zone are exposed to a wide range of environmental stress, such as high light, desiccation, radiation, high temperature and salinity. Salinity stress is one of the most significant abiotic stresses and affects to vary aspect of macroalgae physiology. Therefore, this study performed to investigate the effect of salinity on photosynthetic performance of some brown seaweeds (*Scytosiphon lomentaria* ve *Ectocarpus siliculosus*). The samples were collected from southern region of the Marmara Sea and cultivated in different salinity concentration (23, 33 and 43 ppt). Photosynthetic performances of samples were determined by measuring variable chlorophyll fluorescence of photosystem II. In this study, Fv/Fm ratio, chlorophyll-a content and relative electron transport rate of samples exposed to high salinity did not significantly differ among the different treatment. The results indicated that, both species exposed to different salinity are not photosynthetically stressed and they are tolerant to salinity changes.

### Keywords

Brown seaweeds;  
Photosynthesis;  
Chlorophyll-a; Salinity

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

### 1. Giriş

Deniz ekosisteminde, deniz yosunlarının biyoçeşitliliği, dağılımı ve fizyolojik performansları çoğunlukla çevresel faktörler tarafından kontrol edilmektedir (Karsten 2012). Özellikle intertidal deniz yosunları periyodik olarak yüksek ışık, sıcaklık, besin azlığı, kuruma ve tuzluluk derişimleri gibi çevresel etkenlere maruz kalmaktadır (Davison and Pearson 1996). Yapılan çalışmalar deniz yosunlarının büyüme, gelişme, üreme ve

fotosentez etkinliğinin çevresel derişimlerden büyük oranda etkilendiğini göstermektedir (Gevaert *et al.* 2003, Gao and Xu 2010, Yıldız ve Tiryaki 2017). Çevresel derişkenler arasında tuzluluk, osmotik strese neden olması sebebiyle en önemli stres faktörü olmaktadır.

Tuz derişimi açık okyanus sularında az çok sabit iken (33-35 ppt), kıyısularda daha fazla dalgalanmalar göstermektedir (Karsten 2012). Tuz derişimindeki bu dalgalanmalar hücre içerisinde

osmolariteyi değiştirerek organizma üzerinde stres oluşturabilmektedir. Deniz yosunları osmotik dengelerini koruyabilmek için hücrelerinin iyonik bileşenlerinde bir takım değişimler yapmakta ve bu sayede tuzluluk dalgalanmaları ile başa çıkabilmektedirler (Kirst 1990).

Tuzluluk değişimlerinin deniz yosunları üzerine olası fizyolojik etkileri birçok çalışma ile araştırılmıştır. Çalışmalar tuzluluk değişimlerine maruz kalan deniz yosunlarının büyüme (Bunsom and Prathep 2012), spor salınımı (Imchen 2012), fotosentetik performans (Sudhir and Murthy 2014), besin tuzlarının alınımı (Gordillo *et al.* 2002) ve pigment içeriklerinin (Yıldız and Dere 2008) değiştiğini göstermiştir. Ayrıca tuzluluk değişimlerinin deniz yosunlarında sükroz, prolin, sorbitol ve mannitol gibi (Eggert *et al.* 2007) organik osmolitlerin sentezini artırdığı da tespit edilmiştir (Kirst 1990).

Tuzluluk derişimi deniz yosunlarının dağılımını da etkileyen önemli bir abiyotik faktördür. Yapılan çalışmalar farklı deniz yosunu türlerinin farklı tuzluluk derişimlerinde optimum büyüme gösterdiğini belirtmektedir. Kaliaperumal *et al.* (2001) tarafından yapılan çalışmada 13 deniz yosunu türünün tuzluluk değişimlerine karşı farklı toleranslara sahip olduğu belirtilmiştir. Martins *et al.* (1999) *Enteromorpha* türlerinin 17-22 ppt tuzluluk derişimlerinde daha yüksek büyüme oranı gösterdiğini belirtmiştir. Benzer olarak Gordillo *et al.* (2002) tarafından da düşük tuzluluk derişimlerinde deniz yosunlarının büyüme oranında artış olduğu belirtilirken, Lee and Liu (1999) tarafından hipersalin sularda deniz yosunlarının büyüme oranında azalma olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmalar deniz yosunlarının tuzluluk değişimlerine karşı türe özgü olarak farklı sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Marmara Denizi coğrafik konumu nedeniyle 2 farklı su kütlesinin (Karadeniz ve Akdeniz) etkisi altındadır (Tuğrul ve Salihoğlu 2000). Bu nedenle Marmara Denizinin ilk 15-20 m'lik üst tabakasında Karadeniz'in az tuzlu suları bulunurken, daha derinlerde Akdeniz'in tuzlu suları bulunmaktadır. Dolayısıyla Marmara Denizi kıyılarında yayılış gösteren deniz yosunu türleri, normal deniz suyu tuzluluğu olarak bilinen 33 ppt'den daha düşük tuzluluk derişimlerinde (~20-23 ppt) yayılış

göstermektedir. Dolayısıyla, Marmara Denizi'nin intertidal zonunda yayılış gösteren deniz yosunları, sıcaklık artışı başta olmak üzere çeşitli nedenlerle daha yüksek tuz derişimlerine maruz kalmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda Marmara denizi kıyılarında yayılış gösteren esmer deniz yosunlarının doğal ortamlarından daha yüksek tuz derişimlerine maruz kaldıklarında, fotosentetik olarak nasıl etkileneceklerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, esmer deniz yosunları (Phaeophyceae) arasında Bursa kıyılarında en çok yayılış göstermeleri nedeniyle *Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link ve *Ectocarpus siliculosus* (Dillwyn) Lyngbye türleri ile çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Çalışma materyali olan *Scytosiphon lomentaria* ve *Ectocarpus siliculosus* örnekleri Şubat-2014 tarihinde Bursa-Kumyaka kıyılarından toplanmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler sentetik deniz suyu ile yıkanarak epifitleri temizlenmiş ve çalışma için sağlıklı bireyler seçilmiştir. Stres denemelerinden önce örneklerin yeni ortamlarına alışmaları için 2 gün beklenmiştir. Alışma sürecinden sonra her türe ait örnekler 1 kontrol (23 ppt; Marmara Denizi'nin doğal tuz derişimi olması sebebiyle kontrol olarak belirlenmiştir) ve 2 yüksek tuzluluk derişiminde (33 ve 43 ppt; bu derişimler Marmara Denizi'nin doğal tuz derişiminden yüksek olması nedeniyle seçilmiştir) 1 hafta süre ile 3 tekrarlı olarak kültüre alınmıştır. Kültür akvaryumlarına yaklaşık 3.5g örnek ve 10L sentetik deniz suyu konulmuş ve akvaryumların suyu iki günde bir değiştirilmiştir. Akvaryumların tuzluluğu deniz tuzu (Red Sea coral pro salt) ile istenilen derişimde hazırlanmıştır. Tuzluluk ölçümleri salinimetre ile (Hach Sension 5) yapılmıştır. Sentetik deniz suyu, 0.45µ göz açıklığına sahip filtrelerle (Whatman polycap GW) filtre edilmiş, provasoli çözeltisi ve biyotin, B<sub>12</sub>, tiyamin vitaminleri ile de zenginleştirilmiştir (Provasoli 1968). Uygulama akvaryumlarının aydınlatılması 2 adet gün ışığı (Philips master TLD 90 deluxe 36W/950) lambası ile sağlanmıştır. Kültür denemeleri sıcaklık ve ışık kontrollü kültür

odasında, 18°C sıcaklık ve 12:12 aydınlık:karanlık ışık periyodunda yapılmıştır.

Örneklerin fotosentetik performansı modülasyonlu klorofil florometre (Walz PAM 2500) ile Hanelt *et al.* (1997) tarafından belirtilen şekilde fotosistem II'nin (PSII) klorofil floresansının ölçülmesiyle belirlenmiştir. Örneklerin fizyolojik durumu hakkında bilgi veren Fv/Fm (PS II'nin maksimum kuantum ürünü) değerleri, PAM cihazı ile ölçüm esnasında anında kaydedilmiştir. Göreceli maksimum elektron transfer oranı (ETRmax) ise Eilers and Peeters (1988) tarafından önerilen model uygulanarak hesaplanmıştır. Ölçümlerde 10dk (ön denemeler doğrultusunda) karanlıkta bekletilen örnekler üzerine, kademeli olarak artan yoğunluklarda ışık uygulanmıştır. Yapılan ön denemeler doğrultusunda Klorofil floresan ölçümleri ile fotosentetik performansın belirlenmesinde kullanılacak ışık yoğunlukları 10 kademeli olarak belirlenmiştir. Her 30 saniyede bir, doygunluk atışı uygulanarak, fotosentezin etkili kuantum ürünü ( $\Delta F/F_m'$ ) kaydedilmiştir. Sonrasında ışık yoğunluğu bir üst kademeye çıkacak şekilde ayarlama yapılarak ölçüm tamamlanmıştır.

Klorofil-a analizi için yaklaşık 0.2g örnek 3ml N,N-Dimetilformamid ile karanlık ortamda ekstre edilmiştir. Ekstrakt spektrofotometrik olarak ölçülerek Inskeep and Bloom (1985) tarafından belirtilen formül yardımıyla klorofil-a içeriği belirlenmiştir. Toplam Protein içeriği, bovine serum albumin standart eğrisi kullanılarak spektrofotometrik olarak belirlenmiştir (Bradford 1976).

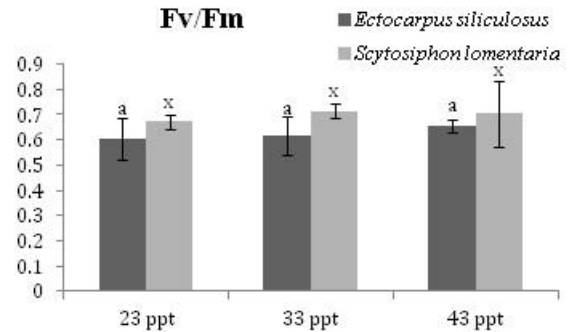
Çalışılan türlerde uygulamalar arasındaki farklılık tek yönlü varyans analizi ile belirlenmiştir. Çoklu karşılaştırma testi olarak Tukey HSD testi kullanılmıştır. Tüm testler  $\alpha < 0.05$  anlamlılık düzeyinde ve SPSS 17.0 paket programı ile yapılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Deniz yosunları ile yapılan ekofizyolojik çalışmalarda, fotosentetik performans ölçümlerinde klorofil floresan yönteminin kullanılması, son zamanlarda oldukça yaygınlaşmıştır. Bu yöntem diğer yöntemlerle

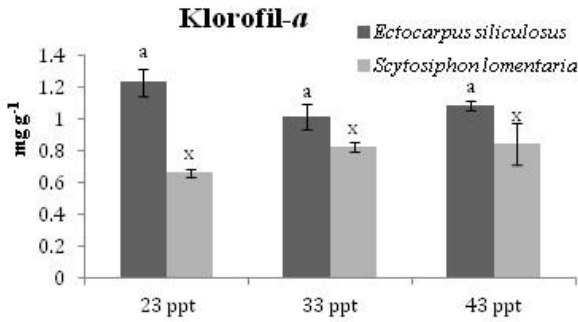
kıyaslandığında hem örnekleri strese sokmadan hızlı bir şekilde ölçüm yapması hem de çok sayıda tekrarlı ölçümlere olanak sağlaması gibi nedenlerle tercih edilmektedir.

Fotosentetik floresan parametreleri içinde Fv/Fm oranı örneklerin fizyolojik durumları hakkında bilgi veren önemli bir parametredir. Bu oran ışık yakalama sistemlerinden tepkime merkezine enerji transferinin etkinliği hakkında bilgi vermektedir. Fv/Fm oranı çeşitli alg grupları için farklı değerler göstermektedir. Stres altında olmayan esmer deniz yosunları için Fv/Fm oranı yaklaşık 0.7 civarında olmaktadır (Büchel and Wilhelm 1993). Bu çalışmada kontrol denemesi olan 23 ppt tuzluluk derişiminde kültüre alınan örneklerin Fv/Fm oranı *S. lomentaria* türünde 0.671, *E. siliculosus* türünde ise 0.603 olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Elde edilen bu veriler *S. lomentaria* türünün stres altında olmadığını, ancak *E. siliculosus* türünün stres altında olduğunu göstermektedir. *E. siliculosus* türü tal yapısı nedeniyle (ipliksi) daha hassas bir yapıya sahiptir. Bu nedenle, kontrol örneklerinde belirlenen düşük Fv/Fm oranının, *E. siliculosus* örneklerinin tal yapısı nedeniyle kültür etkisini daha fazla göstermesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Hem *S. lomentaria* hem de *E. siliculosus* türü için farklı tuzluluk derişimlerinde ölçülen Fv/Fm oranı istatistiksel olarak birbirinden farklılık göstermemiştir (sırasıyla,  $F=4.026$ ,  $p=0.078$ ;  $F=1.182$ ,  $p=0.369$ ). Bu sonuçlar uygulanan tuzluluk derişimlerinin her 2 türde de fizyolojik strese neden olmadığını düşündürmektedir.



**Şekil 1.** Farklı tuz derişimlerinde kültüre alınan örneklerin Fv/Fm oranları. ( $\pm$ standart hata, her tür için sütunlar üzerindeki harfler istatistiksel farklılıkları göstermektedir).

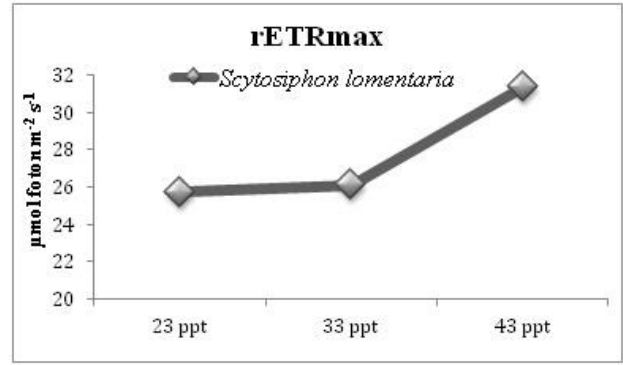
Farklı tuzluluk derişimlerine maruz kalan örneklerin klorofil-a değerleri Şekil 2'de verilmiştir. Çalışılan her 2 türe ait klorofil-a değerleri uygulamalar arasında farklılık göstermemiştir ( $F=2.673$ ,  $p=0.11$ ;  $F=1.571$ ,  $p=0.248$ ). *S. lomentaria* ve *E. siliculosus* türleri doğal olarak yayılış gösterdiği tuz derişiminden (23 ppt) daha yüksek tuz derişimine maruz kaldıklarında fotosentetik pigment derişimleri, dolayısıyla da antenna boyutu değişmemiştir.



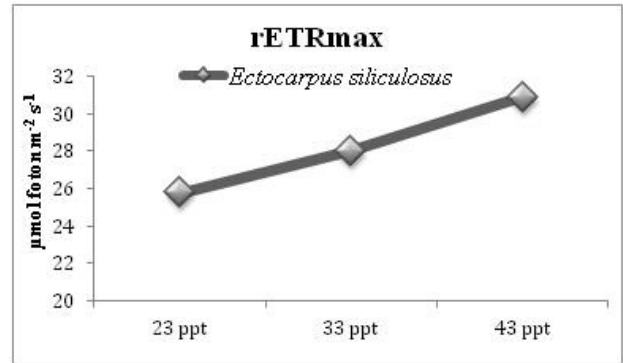
**Şekil 2.** Farklı tuz derişimlerinde kültüre alınan örneklerin Klorofil-a içerikleri ( $\pm$ standart hata, her tür için sütunlar üzerindeki harfler istatistiksel farklılıkları göstermektedir).

Bilindiği gibi, fotosentetik organizmalar tarafından absorbe edilen ışık enerjisi 3 farklı yol izlemektedir. Absorbe edilen enerjinin büyük bir kısmı fotokimyasal reaksiyonlarda kullanılırken, bir kısmı ısı şeklinde etrafa yayılmakta, geri kalan kısmı ise klorofil floresanı olarak kırmızı ışık şeklinde tekrar yayılmaktadır (Baker 2008). Bu çalışmada elde edilen pigment değerleri, yüksek tuz derişiminin, çalışılan türler tarafından absorbe edilen ışık enerjisinin, fotokimyasal reaksiyonlarda kullanılma etkinliğini değiştirmedini göstermektedir. Benzer olarak deney sürecinde ölçülen rETRmax değerlerinin de uygulamalar arasında farklılık göstermemesi bu düşüncemizi desteklemektedir (Şekil 3 ve 4). *S. lomentaria* örneklerinde 23 ppt ve 33 ppt tuz derişiminde ölçülen rETRmax değerleri birbirine çok yakın bulunurken, 43 ppt tuz derişiminde bir miktar artış göstermiştir. Ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlılık göstermemiştir ( $F=3.598$ ,  $p=0.094$ ). *E. siliculosus* türünde ise 23 ppt'den 43 ppt'ye doğru tuz derişimindeki artışla birlikte rETRmax değerleri de artış eğilimi

göstermiştir. Ancak, *S. lomentaria* örneklerinde olduğu gibi bu artış istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ( $F=0,554$ ,  $p=0.602$ ). Bulgularımız daha uzun süreli araştırmalarda istatistiksel olarak da anlamlı sonuçlar elde edileceğini ve yüksek tuzluluğun *S. lomentaria* ve *E. siliculosus* türlerinin fotosentetik etkinliğinde strese neden olmadığını düşündürmektedir.



**Şekil 3.** Farklı tuz derişimlerinde kültüre alınan *Scytosiphon lomentaria* örneklerinin rETRmax değerleri



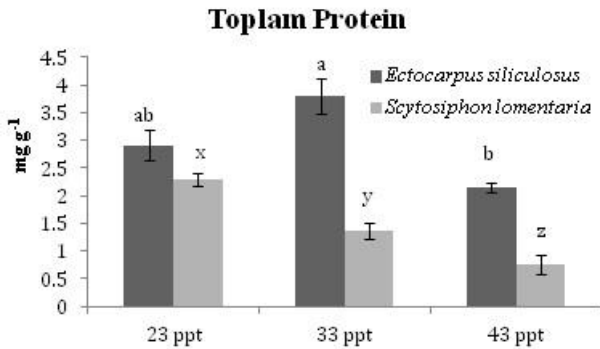
**Şekil 4.** Farklı tuz derişimlerinde kültüre alınan *Ectocarpus siliculosus* örneklerinin rETRmax değerleri

Yapılan çalışmalar deniz yosunu türlerinin tuzluluk derişimlerine karşı farklı cevaplar verdiğini göstermektedir. Bizim bulgularımızın aksine Xia et al. (2004) yüksek tuzlulukta *Ulva lactuca* türünün fotosentetik etkinliğinin azaldığını belirtmiştir. Buna karşın Yıldız ve Tiryaki (2017) *Porphyra umbilicalis* türünün fotosentetik açıdan yüksek tuzluluktan etkilenmediğini belirtirken, çalıştıkları diğer kırmızı deniz yosunu türlerinin daha hassas olduğunu belirtmiştir.

Deniz yosunları yüksek protein içeriklerinden dolayı önemli bir alternatif protein kaynağıdır (Özgün

and Turan 2015). Ancak çevresel değişkenlerin deniz yosunlarının protein içeriklerini de etkilediği bilinmektedir (Mohamed *et al.* 2012). Dere *et al.* (2003) organik kirliliğin yüksek olduğu bölgelerde, yeşil deniz yosunlarının daha yüksek protein içeriğine sahip olduğunu belirtmiştir. Ayrıca farklı tuz derişimlerinde yayılış gösteren aynı türün protein içeriklerinin değiştiiğini de belirtmiştir.

Bu çalışmada, tuz derişimindeki artışla birlikte *S. lomentaria* türünün protein içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir ( $F=27.652$ ,  $p=0.0$ ) (Şekil 5). *E. siliculosus* türünde ise 43 ppt tuz derişiminde protein içeriği dramatik olarak azalmıştır ( $F=10.848$ ,  $p=0.002$ ). Çalışılan türlerin yüksek tuz derişiminde osmotik dengelerini sağlayabilmek amacıyla protein depolarının azaldığını düşünmekteyiz. Bu çalışmada örneklerin büyüme oranları ölçülmemiştir, ancak protein içeriklerindeki azalma, hipersalin ortamlarda büyümelerinin de yavaşladığını düşündürmektedir. *S. lomentaria* ve *E. siliculosus* türleri yüksek tuz derişiminden dolayı her ne kadar fotosentetik olarak etkilenmemiş olsalar da, protein içeriklerindeki azalma düşündürücü olmuştur.



**Şekil 5.** Farklı tuz derişimlerinde kültüre alınan örneklerin toplam protein içerikleri ( $\pm$ standart hata, her tür için sütunlar üzerindeki harfler istatistiksel farklılıkları göstermektedir).

## Sonuç

Yapılan çalışmadan elde edilen veriler, *S. lomentaria* ve *E. siliculosus* türlerinin fotosentetik performanslarının tuzluluk değişimlerine karşı toleranslı olduğunu göstermektedir. Bulgularımız, çalışılan türlerin intertidal zonun değişken çevresel koşullarına uyum sağlayabildiğini ve buharlaşma

gibi nedenlerle artış gösteren tuz derişimlerine karşı fotosentetik açıdan toleranslı olduğunu göstermektedir. Bu tolerans diğer türler ile rekabette önemli bir ekolojik avantaj sağlamaktadır. Ancak, yüksek tuz derişiminin etkilerini tam olarak belirleyebilmek için, daha uzun süreli çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

## 5. Kaynaklar

- Baker, N.R., 2008. Chlorophyll fluorescence: A probe of photosynthesis in vivo. *Annual Review of Plant Biology*, **59**, 89-113.
- Bradford, M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, **72**, 248-254.
- Büchel, C. and Wilhelm, C., 1993. In vivo analysis of slow chlorophyll fluorescence introduction kinetics in algae: Progress, problems and perspectives. *Photochemistry and Photobiology*, **58**, 137-148.
- Bunsom, C. and Pratthep, A., 2012. Effects of salinity, light intensity and sediment on growth, pigments, agar production and reproduction in *Gracilaria tenuistipitata* from Songkhla Lagoon in Thailand. *Phycological Research*, **60**, 169-178.
- Davison, I.R., Pearson, G.A., 1996. Stress tolerance in intertidal seaweeds. *Journal of Phycology*, **32**, 197-211.
- Dere, Ş., Dalkiran, N., Karacaoğlu, D., Yıldız, G. and Dere, E., 2003. The determination of total protein, total soluble carbohydrate and pigment contents of some macroalgae collected from Gemlik-Karacaali (Bursa) and Erdek-Ormanlı (Balıkesir) in the Sea of Marmara, Turkey. *Oceanologia*, **45**(3), 453-471.
- Eggert, A., Nitschke, U., West, J.A., Michalik, D. and Karsten, U., 2007. Acclimation of the intertidal red alga *Bangiopsis subsimplex* (Stylonematophyceae) to salinity changes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **343**, 176-186.
- Eilers, P.H.C. and Peeters, J.C.H., 1988. A model for the relationship between light intensity and the rate of photosynthesis in phytoplankton. *Ecological Modelling*, **42**, 199-215.

- Gao, K. and Xu, J., 2010. Ecological and physiological responses of macroalgae to solar and UV radiation In: Israel A, Einav R, Seckbach J (eds) *Seaweeds and their role in globally changing environments*. Springer, Dordrecht, p 183-198.
- Gevaert, F., Creach, A., Davoult, D., Migne, A., Levavasseur, G., Arzel, P., Holl, A. and Lemoine, Y., 2003. *Laminaria saccharina* photosynthesis measured in situ: photoinhibition and xanthophyll cycle during a tidal cycle. *Marine Ecology Progress Series*, **247**, 43-50.
- Gordillo, F.J.L., Dring, M.J. and Savidge, G., 2002. Nitrate and phosphate uptake characteristics of three species of brown algae cultured at low salinity. *Marine Ecology Progress Series*, **234**, 111-118.
- Hanelt, D., Melchersmann, B., Wiencke, C. and Nultsch, W., 1997. Effects of high light stress on photosynthesis of polar macroalgae in relation to depth distribution. *Marine Ecology Progress Series*, **149**, 255-266.
- Imchen, T., 2012. Effect of temperature, salinity and biofilm on the zoospores settlements of *Enteromorpha flexuosa* (Wulfen) J. Agardh. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, **41**(4), 355-358.
- Inskeep, W.P. and Bloom, P.R., 1985. Extinction Coefficients of Chlorophyll a and b in N,N-Dimethylformamide and 80% Acetone. *Plant Physiology*, **77**, 483-485.
- Kaliaperumal, N., Ezhilvalavan, R. and Ramalingam, J.R., 2001. Studies on salinity tolerance and acclimatization of some commercially important seaweeds. *Seaweed Research and Utilization*, **23**(1-2), 47-53.
- Karsten, U., 2012. Seaweed acclimation to salinity and desiccation stress. In: Wiencke C., Bischof K. (eds) *Seaweed Biology. Ecological Studies (Analysis and Synthesis)*, vol 219. Springer, Berlin, Heidelberg. 87-107pp
- Kirst, G.O., 1990. Salinity tolerance of eukaryotic marine algae. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, **41**, 21-53.
- Lee, T.M. and Liu, C.H., 1999. Correlation of decreased calcium contents with proline accumulation in the marine green macroalga *Ulva fasciata* exposed to elevated NaCl contents in seawater. *Journal of Experimental Botany*, **50**, 1855-1862.
- Martins, I., Oliveira, S.M., Flindt, M.R. and Marques, J.C., 1999. The effect of salinity on the growth rate of the macroalgae *Enteromorpha intestinalis* (Chlorophyta) in the Mondego estuary (west Portugal). *Acta Oecologica*, **20**, 259-265.
- Mohamed, S., Hashim, S.N. and Rahman, H.A., 2012. Seaweeds: a sustainable function food for complementary and alternative therapy. *Trends in Food Science Technology*, **23**, 83-96.
- Özgün, S. and Turan, F., 2015. Biochemical composition of some brown algae from İskenderun Bay, the northeastern Mediterranean coast of Turkey. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, **21**(2), 125-134.
- Provasoli, L., 1968. Media and prospects for the cultivation of marine algae: Cultures and collections of algae. Proceedings of the US-Japan Conference. Hakone. September 1966. The Japanese Society of Plant Physiologist, pp: 63-75.
- Sudhir, P. and Murthy, S.D.S., 2004. Effects of salt stress on basic processes of photosynthesis. *Photosynthetica*, **42**(4), 481-486.
- Tuğrul, S. and Salihoğlu, İ., 2000. Marmara Denizi ve Türk Boğazlar Sisteminin Kimyasal Oşinografisi, Marmara Denizi 2000 Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 11-12 Kasım 2000, İstanbul.
- Xia, J., Li, Y. and Zou, D., 2004. Effect of salinity stress on PSII *Ulva lactuca* as probed by chlorophyll fluorescence measurements. *Aquatic Botany*, **80**, 129-137.
- Yıldız, G. and Dere, Ş., 2008. Effect of salinity stress on photosynthetic pigments in *Ulva rigida* (Chlorophyta). *International Journal of Phycology and Phycochemistry*, **4**(2), 121-124.
- Yıldız, G. and Tiryaki, Ş., 2017. Kırmızı deniz yosunlarının fotosentetik performansı üzerine tuzluluğun etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **7**(1): 55-61.