

ESMER ALGLERDEN *Cystoseira barbata* (STACKHOUSE) *C. agardh*' NIN YETİŞTİRİCİLİĞİ VE KİMYASAL BİLEŞİMİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER**Şükran Cirik, Eylem Şen, İlknur Ak***

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Çanakkale

Özet:

Aljinofit alglerden *Cystoseira barbata* (Stackhouse) *C. agardh* (1820)'nin sera koşullarında iki farklı kültürde 28 gün boyunca yetiştiriciliği yapılmıştır. Birinci grup haftada bir gün 24 saat boyunca modifiye Johnson ortamında tutulduktan sonra içinde deniz suyu bulunan tanklara transfer edilmiştir. İkinci grupta modifiye Johnson ortamıyla zenginleştirilmiş tanklara alg tallusları yerleştirilmiştir. Yetiştiricilik çalışmaları süresince en yüksek büyüme hızı birinci deneme grubunda 0.03 gün^{-1} , ikinci deneme grubunda ise 0.02 gün^{-1} olarak belirlenmiştir. Deneme gruplarının büyüme hızları arasında önemli derecede farklılıklar saptanmıştır ($p < 0.05$). Yetiştirilen *C. barbata* talluslarının kimyasal içerikleri karşılaştırılmıştır. En yüksek ham protein miktarı ikinci grupta 12.01 ± 0.31 iken birinci grupta 8.13 ± 0.02 olarak bulunmuştur. Deneme gruplarının protein içerikleri arasında istatistiksel yönden önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). Ham yağ miktarı 1.68 ± 0.17 (1. grup) ile 1.59 ± 0.05 (2. grup) olarak saptanmış ve istatistiksel olarak önemli farklılıklar olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$). En yüksek ham kül ve karbonhidrat miktarları 32.44 ± 0.49 ve 49.48 ± 0.43 olarak birinci deneme grubunda saptanmıştır. Gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Denemeler sonunda hasat edilen alg talluslarının aljinat içerikleri karşılaştırılmış olup en yüksek Na aljinat içeriği ikinci deneme grubunda 26.70 ± 1.40 iken birinci deneme grubunda 14.00 ± 1.30 olarak belirlenmiştir. Deneme grupları arasında Na aljinat içerikleri açısından istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$).

Anahtar Kelimeler: *Cystoseira barbata*, Makro alg, Büyüme parametreleri, Aljinat içerikleri

* **Correspondence to:** İlknur AK, Çanakkale Onsekiz Mart, Su Ürünleri Fakültesi, Terzioğlu Kampüsü 17100 Çanakkale-TÜRKİYE

Tel: (+90 286) 2180018/1589 Fax: (+90 286) 2180543

E-mail: ilknurak@gmail.com

Abstract: Brown algae *Cystoseira barbata* (Stackhouse) *C. agardh* culture and changes in its chemical composition

The alginophyte algae *Cystoseira barbata* (Stackhouse) *C. agardh* (1820) was cultivated in two different cultures for 28 days under greenhouse conditions. First group was kept in modified Johnson medium for 24 hours once a week then transferred to tanks with sea water. In the second group algae thallus were transferred in tanks enriched with modified Johnson medium. During the cultivation, the highest growth rates were determined as 0.03 day⁻¹ for the first group, and as 0.02 day⁻¹ for the second. Significant differences were determined between the growth rates of experimental groups (p<0.05). Chemical components of cultured *C. barbata* thallus in the two experimental groups were compared. The highest amount of crude protein was found as 8.13 ±0.02 % in first group while it was 12.01 ±0.31% in the second group. Statistically significant differences were determined between the protein contents of test groups (p<0.05). The lipid concentrations was detected 1.68 ±0.17 % (1. group) and 1.59±0.05 % (2. group) and no statistically significant differences were determined (p>0.05). The highest crude ash and carbohydrate values were calculated as 32.44 ±0.49 % and 49.48 ±0.43% respectively in the first test group. Statistically significant differences were determined between the test groups (p<0.05). At the end of the experiments the alginate contents of algae thallus from two test groups were compared and the highest Na alginate content was found 26.70±1.40 % in the second group while it was 14.00 ±1.30 % in the first. Statistically significant differences were determined between the Na alginate contents of test groups (p<0.05).

Keywords: *Cystoseira barbata*, Macro algae, growth parameters, Alginate contents

Giriş

Denizel bitkiler biyolojik ve ekolojik fonksiyonları ile deniz ekosisteminin en önemli canlı gruplarından. Fotosentez olayı ile ortamın oksijenini sağlayan bu bitkiler oluşturdukları topluluklar ile diğer canlıların beslenme, barınma ve üreme ortamlarını oluştururlar (Cirik ve Cirik, 2004). Esmer alglar ekolojik önemlerinin yanı sıra aljinat gibi özütlemeye ürünlerini içermeleri nedeniyle ekonomik yönden de önem kazanmışlardır. Esmer alglerin çoğunluğu denizlerde dağılım göstermelerine rağmen sadece birkaç türü tatlı sularda bulunmaktadır (Güner ve Aysel, 1999). Fucales takıma ait *Cystoseira* cinsi çok yıllık alglerden olup Akdeniz’de yaklaşık 24 kadar türü yaşamaktadır (Cirik ve ark., 2001). Denizlerimizdeki *Cystoseira* ve *Sargassum* türlerinin de aljinat kaynağı olarak kullanılabilirliği Cirik ve Cirik (2004) tarafından bildirilmiştir.

Çevresel şartlara ve türe göre değişen büyüme hızları, uygulanan yetiştiricilik tekniğine göre de farklılık göstermektedir. Israel ve Hophy (2002) karbondioksit ile zenginleştirilen deniz suyunda *Cystoseira* sp.’nin büyüme hızının arttığını belirlerken, Baghdadli ve ark., (1990) ışık şiddeti ve sıcaklığının *C. barbata* f. *repens*’in fotosentez hızına etki ettiğini bildirmişlerdir. Lignell ve ark., (1987) kırmızı alglerden *Gracilaria*

secundata’nın büyüme hızını 250 µmolEm⁻²s⁻¹ ve 500 µmolEm⁻²s⁻¹ olmak üzere iki farklı ışık şiddetinde incelemiş ve deneme gruplarının büyüme hızlarının farklılık göstermediğini saptamışlardır. Kuru ve ark., (2008) 1.000 ve 3.000 lux ışık şiddetine maruz bırakılan *G. verrucosa* talluslarının büyüme hızlarında farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Besin tuzlarıyla farklı sürelerde zenginleştirme işlemi bir çok araştırmacı tarafından farklı alg türleri için uygulanmıştır (Lapointe, 1985; Hanisak, 1987; Delgado ve Lapointe, 1994). Hanisak (1987) *G. tikvahiae* yetiştiriciliğinde iki hafta da bir zenginleştirme işlemi uygulanan kültürlerin büyüme hızlarının ortamda sürekli besin tuzu bulunan kültürlerden fazla olduğunu ve üretim maliyetinin ve epifit probleminin zenginleştirme işlemi uygulanarak azaltılabileceğini saptamıştır. Aljinat; esmer alglerin hücre duvarından elde edilen önemli bir polisakkarit olup lifli ya da granüler toz yapıdadır (McHugh, 2003). En fazla işlenen ise fikokolloid aljinattır (Sukatar, 2002). Türleri ve buldukları bölgeye göre aljinat miktarları farklılık göstermektedir. Yetiştirilen *Cystoseira* türlerinden aljinat eldesine yönelik çalışma bulunmamakla birlikte, denizlerimizde dağılım gösteren bu türlerin aljinat içeriklerine yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Yenigül ve Sertdemir (1983) Çanakkale, Ören ve Ayvalık bölgelerinden topladıkları *C. discors*, *C. abratolifelia*, *C. crinata* ve *C. corniculata* türlerinin % 6.3 - 24.5 arasında aljinik asit içerdiğini bildirmişlerdir. Kodalak (2007) Sinop ili sahillerinden topladığı *C. barbata* talluslarının yıllık aljinat veriminin ortalama % 16.26±1.36 ile % 13.20±1.27 arasında değiştiğini bulmuştur. *Sargassum ilicifolium*, *S. polycystum*, *S. feldmannii* ve *S. cristaefolium*'un aljinat verimleri üzerine yapılan bir çalışmada ise her türün gelişme evresine ve mevsimlere göre aljinat miktarlarının farklı olduğu saptanmıştır (Calumpong ve ark., 1999). Ragaza ve Hurtado (1999) ise *Sargassum carpophyllum*, *S. ilicifolium* ve *S. siliquosum* türlerinin aylık aljinat verimleri araştırmışlardır. Ürüne ve çimlenme evresinin olduğu Şubat ayında her üç türün aljinat verimlerinin en düşük olduğu saptanırken (% 10), büyümenin yavaşladığı Kasım ve Ocak ayları arasında ise en yüksek aljinat verimi (% 41) elde edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında Çanakkale Boğazı'nda dağılım gösteren esmer alglerden *Cystoseira barbata*'nın sera koşullarında 02.01.2009 – 30.01.2009 tarihleri arasında iki farklı şekilde yetiştiriciliği yapılarak kimyasal kompozisyonlarında meydana gelen değişimleri araştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Uygulamada kullanılan *Cystoseira barbata* Çanakkale Boğazı Dardanos mevkiinden toplanmıştır. Deneme, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Dardanos Yerleşkesi'nde bulunan alg üretim serasında yapılmıştır. Deneme süresi algin yetiştiricilik yöntemi hakkında bilgi edinilmesi ve kimyasal bileşiminde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi amacıyla 28 gün (02.01.2009 ile 30.01.2009) olarak planlanmıştır. Toplanan alglerin üzerindeki epifitler ayıklanıp yıkandıktan sonra bir kısmı kurutularak besin kompozisyonu ve Na aljinat içeriklerini belirlemek amacıyla yapılan analizlerinde kullanılmış, bir kısmı ise deneme tanklarına yerleştirilmiştir. *Cystoseira barbata*'nın yetiştiriciliği iki grup oluşturularak yapılmıştır. Birinci grup her yedi günde bir gün modifiye Johnson ortamında tutulduktan sonra içinde deniz suyu bulunan tanklara 100 gr olacak şekilde taşlara bağlanarak transfer edilmiştir (1. Grup). İkinci deneme grubunda modifiye Johnson ortamı ilave edilen deniz suyunun bulunduğu tanklara alg tallusları 100 gr olacak şekilde taş-

lara bağlanarak yerleştirilmiştir (2. Grup). Denemeler süresince kültür ortamı olarak kullanılan Modifiye edilmiş Johnson ortamı (Johnson ve ark., 1968); 1,5 g L⁻¹ NaNO₃, 1,5 g L⁻¹ MgCl₂·6H₂O, 0,2 g KCl, 0,2 g L⁻¹ CaCl₂·2H₂O, 0,043 g L⁻¹ NaHCO₃, 0,035 g L⁻¹ K₂HPO₄ ana maddeleri ile 10 ml L⁻¹ demir solüsyonu (244 mg L⁻¹ FeCl₃·6H₂O, 189 mg L⁻¹ Na₂EDTA) ve 1 ml L⁻¹ iz element solüsyonundan (3,426 g L⁻¹ H₃BO₃, 1,215 g L⁻¹ CoCl₂·6H₂O, 0,432 mg L⁻¹ MnCl₂·4H₂O, 31,5 mg ZnSO₄·7H₂O, 31,19 mg L⁻¹ (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O) oluşmaktadır. Su değişimi ve besin tuzu ilavesi ve zenginleştirme işlemleri her hafta periyodik olarak yapılmıştır. 28 gün boyunca sürdürülen denemelerde 50 L'lik polyester tanklara 40 L deniz suyu konulmuştur. Makro alg yetiştiriciliğinde su değişiminin gerekli olduğu ve türlere göre farklılık gösterdiği çeşitli çalışmalarla (Hanisak, 1987; Rosen ve ark., 2000; Subandar ve ark., 1993) saptanmış olup, haftalık su değişimi yapılarak, alglerin hem karbon ihtiyacı karşılanmış hem de suyun pH'sı dengelenmiştir. Tanklardaki havalandırma blower yardımıyla sağlanmıştır. Böylelikle algin kendi kendini gölgelemesi önlenerek daha çok fotosentez yapabilmesi, ayrıca besleyici elementler, O₂ ve CO₂'in suyun her katmanına havalandırma ile dağılması sağlanmıştır.

Spesifik büyüme hızlarının tespiti yaş ağırlık değerlerine göre yapılmış ve bu parametreler aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Cirik ve Gökpinar, 1999).

Spesifik Büyüme hızı (gün⁻¹) = (lnX₁ -lnX₂)/(t₂ - t₁)

Formülde X₂ ve X₁ sırasıyla t₂ ve t₁ zamanlarındaki yaş ağırlıklarını (gr) belirtmektedir.

pH, sıcaklık, ışık, tuzluluk ölçümleri düzenli aralıklarla yapılmıştır. pH değeri pH metre (Hanna, HI8314), ışık değeri ışık ölçer (Li-Cor, LI-250), tuzluluk değeri refraktometre (Nippon, 508I), su sıcaklığı ise 1°C duyarlılıktaki termometre ile ölçülmüştür. Kurutulan örnekler un haline getirilmiş ve tüm analizlerde elde edilen yosun unları kullanılmıştır. Kuru örneklerdeki protein miktarı Kjeldahl metoduyla, nem ve kül değerleri AOAC (2000)'e göre, yağ miktarları ise Folch ve ark. (1957)'e göre yapılmıştır. Aljinat içeriği ise öğütücüde toz haline getirilmiş algler oda sıcaklığında 24 saat 0.2 N HCl ile yıkanmış daha sonra % 3'lük sodyum karbonat çözeltisiyle 70 °C'de 2 saat bekletilmiştir. Algler 300 µ göz açıklığına sahip plankton bezinden süzülükten

sonra, süzünüye % 5'lik HCl ilave edilerek aljinik asit çöktürülmüştür. Ele geçen aljinik asit alkolle yıkanıp etüvde (Thermo, T6) kurutulduktan sonra Na aljinat miktarı belirlenmiştir. Verilerin homojenliği test edildikten sonra (Levene) gruplar arasındaki farklılıklar Özdamar (1997)'ye göre belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dardanos Yerleşkesi'nde bulunan Sera Ünitesi'nde *Cystoseira barbata* yetiştiriciliği 28 gün boyunca gerçekleştirilmiştir. Tankların pH ve sıcaklık, tuzluluk değerleri haftada bir kez, ışık şiddetleri ise 09:00 – 17:00 arasında her saat başı ölçülmüş olup günlük ortalama ışık şiddetleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Deneme süresince tanklardaki su sıcaklığı 9.80 ± 0.20 ile 14.20 ± 0.10 °C arasında iken; pH değerleri 8.35 ± 0.02 ile 8.39 ± 0.02 arasında değişim göster-

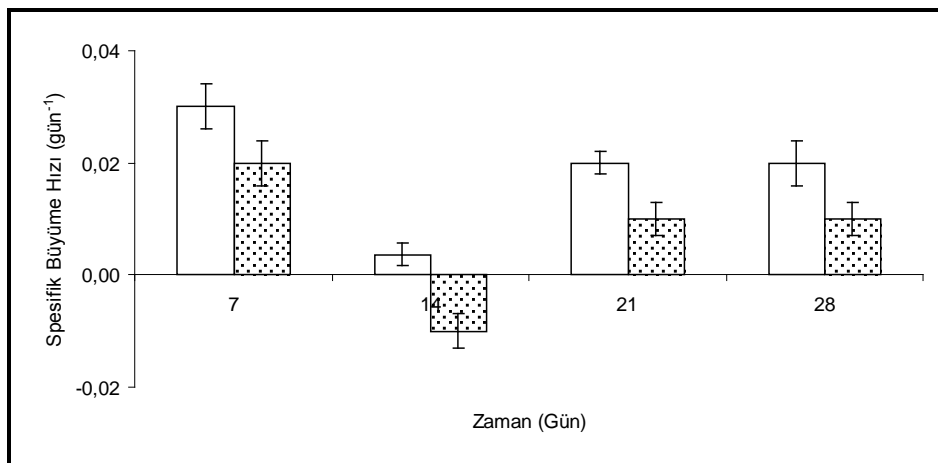
diği belirlenmiştir. Sera içerisindeki ışık şiddeti 389 ± 136 ile 515 ± 102 $\mu\text{mol foton m}^{-2} \text{s}^{-1}$ değişim gösterirken; tanklardaki suyun tuzluluk değerleri ise % 36.00 ± 0.20 ile % 37.00 ± 0.20 arasında olduğu saptanmıştır.

Deneme gruplarının spesifik büyüme hızlarında meydana gelen değişimler Şekil 1'de gösterilmiştir. Su sıcaklığının 7.40 ± 0.10 - 9.80 ± 0.20 °C arasında değiştiği 1. ve 14. günler arasında grupların spesifik büyüme hızlarında azalma saptanmıştır. Su sıcaklığının 7.40 ± 0.10 °C 'ye düştüğü 14. günde her iki grubun büyüme hızlarında azalmalar meydana gelmiştir. 28 gün süren deneme sonucunda en yüksek büyüme hızları 1. deneme grubunda $0,03 \text{ gün}^{-1}$, 2. deneme grubunda $0,02 \text{ gün}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Deneme gurupları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$).

Tablo 1. Deneme süresince tanklardaki deniz suyunun sıcaklık, tuzluluk, pH ve ışık şiddetlerinde meydana gelen değişimler (ortalama \pm SD, n=6)

Table 1. Changes of water temperature, salinity, pH and light intensity in the tank, during the experiment (mean \pm SD, n=6)

Günler	Sıcaklık (°C)	Tuzluluk (‰)	pH	Işık Şiddeti ($\mu\text{mol foton m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
1. Gün	9.80 ± 0.20	36.10 ± 0.10	8.35 ± 0.02	515 ± 102
7. Gün	7.40 ± 0.10	36.00 ± 0.20	8.38 ± 0.05	498 ± 95
14. Gün	11.30 ± 0.20	36.03 ± 0.10	8.36 ± 0.05	469 ± 114
21. Gün	13.40 ± 0.10	37.00 ± 0.20	8.35 ± 0.03	412 ± 105
28. Gün	14.20 ± 0.10	36.70 ± 0.10	8.39 ± 0.02	389 ± 136



Şekil 1. Deneme süresince grupların spesifik büyüme hızlarında meydana gelen değişimler, 1. Grup (□), 2. Grup (▨)

Figure 1. Changes in specific growth rates of groups, Group 1 (□), Group 2 (▨)

Algler 28 gün sonunda tanklardan toplanmıştır. Hasat edilen *C. barbata* tallusları kurutulularak besin kompozisyonları belirlenmiştir. Her iki deneme gurubu ve doğadan toplanan alglerin besin içerikleri Tablo 2’de verilmiştir. Yetiştirilen *C. barbata* ve doğadan toplanan tallusların besin madde içerikleri karşılaştırılmış olup en yüksek ham protein miktarı 2. deneme grubunda % 12.01 ± 0.31 iken 1. deneme grubunda % 8.13 ± 0.02 ve doğada ise % 5.18 ± 0.28 ’dir. Ham yağ miktarı en yüksek % 1.68 ± 0.17 ile 1. grupta bulunmuş olup, doğadan toplanan talluslarda % 1.44 ± 0.12 , 2. deneme grubunda ise % 1.59 ± 0.05 olduğu saptanmıştır. Ham kül ve karbonhidrat miktarı % 32.44 ± 0.49 ve % 49.48 ± 0.43 olarak 1. deneme grubunda, % 30.55 ± 0.20 ve % 48.21 ± 0.49 olarak 2. deneme grubunda, % 26.32 ± 0.34 ve % 55.94 ± 0.54 olarak da doğadan toplananlarda belirlenmiştir.

Hasat edilen *Cystoseira barbata* tallusları kurutulup toz haline getirildikten sonra Na aljinat içerikleri belirlenmiştir. Her iki deneme gurubu ve doğadan toplanan alglerin Na aljinat içerikleri Tablo 2’de gösterilmiştir. Yetiştirilen alglerin en yüksek Na aljinat içeriği % 26.70 ± 1.40 ile 2. deneme grubunda belirlenmiş olup, 1. deneme grubunda % 14.00 ± 1.30 ve doğadan hasat edilenlerde % 17.30 ± 1.20 olarak saptanmıştır.

Yapılan çalışma sonucunda, 1. gruptaki alg talluslarının deneme süresince en yüksek büyüme hızı 0.03 gün^{-1} , 2. gruptakilerin ise 0.02 gün^{-1} olarak belirlenmiştir. Denemede elde edilen sonuçların Israel ve Hophy (2002)’in yaptığı çalışmayla benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Türlerine göre optimum sıcaklık aralıklarının değişmesine karşın, esmer algler soğuk sularda dağılım gösterirler (Dawes, 1987). *Laminaria saccharina* optimum 8- 15 °C aralığında yetiştiği saptanırken (Perez ve ark., 1992), *Cystoseira barbata* f. *repens*’in 15 -24 °C sıcaklık aralığında dağılım gösterdiği bildirilmiştir (Baghdadli ve ark., 1990). Çanakkale Bölgesinde dağılım gösteren ve çok yıllık alglerden olan *Cystoseira barbata* alginin optimum sıcaklık aralığı bilinmemesine karşın, yüzey suyu sıcaklığının yıl boyunca 6.50

- 25.62°C arasında değişim gösterdiği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Buyukates ve Inanmaz, 2007, Buyukates ve Inanmaz, 2009, Buyukates ve Inanmaz, 2010). Deneme sırasında su sıcaklığının azalması nedeniyle büyüme yavaşlama görülmüştür. Su sıcaklığının 10 °C’nin üzerine çıktığı 14. günden itibaren büyüme hızlarında artış gözlenmiştir. Çalışma sonucunda algin biyomas artışının 10 °C su sıcaklığından itibaren gerçekleştiği saptanmıştır. Kuru ve ark., (2008) 8.7 °C su sıcaklığında *G. verrucosa*’nın besin tuzunu kullanmadığını saptamış olup çalışmada elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. *Cystoseira barbata* yetiştiriciliğinde su sıcaklığının büyüme hızı ve ağırlık artışı üzerine etkisi olduğu bu çalışma sonucunda belirlenmiştir. Makro algler optimum pH 7.5 – 8.5 aralığında büyümektedir (Cirik ve Cirik, 2004). Denemeler sırasında her iki deneme grubunun ortalama pH değerleri 8.35 ± 0.02 ile 8.39 ± 0.02 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Tanklarda haftalık su değişimi yapılarak, taze su girişiyle hem karbon ihtiyacı karşılanmış hem de pH dengelenmiştir. Deniz suyu kullanılan kültürlerin haftalık tuzluluk değerleri birbirine yakın ölçülmüştür (Tablo 1). pH ve tuzluluk değerlerinde haftalık olarak meydana gelen değişimlerin deneme gruplarının büyüme hızları üzerinde belirgin bir etkisi olmadığı düşünülmektedir. Kıyısız alanlarda dağılım gösteren alglerin, ışık şiddetindeki değişimlerine karşı dayanıklı oldukları Dawes (1987) tarafından bildirilmiştir. Lignell ve ark., (1987) kırmızı alglerden *Gracilaria secundata*’nın büyüme hızının $250 \mu\text{molEm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve $500 \mu\text{molEm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ışık şiddetlerinde farklılık göstermediğini bildirmişlerdir. Kuru ve ark., (2008) 1.000 ve 3.000 lux ışık şiddetine maruz bırakılan *G. verrucosa* talluslarının büyüme hızlarında değişim olmadığını saptamışlardır. 28 günlük çalışma süresince hava durumuna bağlı olarak kültürlerdeki ışık şiddeti 389 ± 136 ile $515 \pm 102 \mu\text{mol foton m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değişim göstermiştir. Çalışmada ışık şiddetlerinde meydana gelen değişimlerin büyüme hızı üzerine belirgin bir etkisinin olmadığı düşünülmektedir.

Tablo 2. Doğadan toplanan ve yetiştirilen *C. barbata* talluslarının ham protein, ham yağ, karbonhidrat, kül, nem ve Na aljinat içerikleri (ortalama±SD, n=3)**Table 2.** Crude protein, fat, carbohydrate, ash, moisture and Na alginate contents of *C. barbata* thallus collected from nature and cultured

	Doğadan toplanan	Gruplar		ANOVA	
		1. Grup	2. Grup	F	Prob.
Protein (%)	5.18 ^c ±0.28	8.13 ^b ±0.02	12.01 ^a ±0.31	603.82	<0.05
Ham Yağ (%)	1.44 ^a ±0,12	1.68 ^a ±0,17	1.59 ^a ±0,05	05.456	>0.05
Karbonhidrat (%)	55.94 ^a ±0,54	49.48 ^b ±0.43	48.21 ^b ±0,49	92.49	<0.05
Kül (%)	26.32 ^c ±0.34	32.44 ^a ±0.49	30.55 ^b ±0.20	223.35	<0.05
Nem (%)	9.12 ^a ±0.09	8.27 ^b ±0.09	7.64 ^c ±0.07	235.29	<0.05
Na Aljinat (%)	17.30 ^b ±1.20	14.00 ^c ±1.30	26.70 ^a ±1.40	76.44	<0.05

Makro alg kültürlerinde farklı sürelerde besin tuzu ile zenginleştirilmesi yayın olarak kullanılmaktadır. Hanisak (1987) kırmızı alg yetiştiriciliğinde iki hafta da bir zenginleştirme işlemi uygulanan kültürlerin büyüme hızlarının ortamda sürekli besin tuzu bulunan kültürlerden fazla olduğunu ve üretim maliyetinin ve epifit probleminin zenginleştirme işlemi uygulanarak azaltılabileceğini bildirmiştir. Deneme süresince en yüksek büyüme hızı her 7 günde 1 gün besin tuzu bulunan suda tutulan birinci grupta tespit edilmiştir. Denemelerde elde edilen bulgular Hanisak (1987) ile paraleldir. Kültür ortamındaki azotun artmasıyla makro alg dokularındaki azotun doygunluğa ulaştığı ve doygunluk noktasından sonra büyüme hızında azalmanın olduğu Lobban ve Harrison (1994) tarafından belirtilmiştir. Denemenin 14. gününde yapılan ölçümlerde 2. grubun büyüme hızında bir düşüş olduğu saptanmıştır. Bu durum 7. ve 14. günler arasında su sıcaklığının düşük olması (7.40±0.10 ile 11.30±0.20 °C) ve dokulardaki yüksek azot konsantrasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. 2. deneme grubu en yüksek protein içeriğine (%12.01±0.31) sahip olduğu belirlenmiş olup çalışma sonuçları Lobban ve Harrison (1994) ile benzerlik göstermektedir. Denemeler sonucunda, *C. barbata* yetiştiriciliğinde haftada bir besin tuzu kullanımının biyomas artışı için yeterli olduğu saptanmıştır.

İkinci deneme grubundaki alglerin hem doğadan toplanan talluslar hem de 1. deneme grubundaki alglerden daha fazla ham protein içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir. 1. gruptaki tallusların depoladıkları besin tuzlarını büyümeleri için kullanmaları nedeniyle 2. gruptaki alglerden daha düşük ham protein içeriğine sahip olduğu saptanmış olup elde edilen bulgular Lobban ve

Harrison (1994) ile benzerlik göstermektedir. Elde edilen sonuçlar aynı bölgede çalışan Güroy ve ark., (2007) ile farklı olduğu saptanmış olup, alglerin farklı mevsimlerden toplanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hasat edilen *Cystoseira barbata* talluslarının ham yağ oranları incelenmiş olup 1. ve 2. gruptaki alglerin ham yağ içeriklerinin arasında istatistiksel olarak farklılık olmadığı ($p>0.05$) saptanmıştır. Doğadan toplanan algler de ise ham yağ oranlarının diğer iki gruba göre benzer bulunmuştur. Alglerin yağ içerikleri mevsimlere göre farklılıklar göstermelerine karşın besin tuzuna farklı sürelerde maruz kalan tallusların yağ içeriklerinin değişmediği yapılan bu çalışma ile saptanmıştır. En yüksek ham kül ve nem miktarları 1. grupta saptanırken, bu grubun 2. grup ve doğadan toplanan talluslar ile arasında istatistiksel yönden farklılıkların olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Elde edilen sonuçlar Güroy ve ark., (2007) ile benzerlik göstermektedir. En yüksek Na aljinat içeriği 2. gruptaki talluslardan elde edilirken (% 26.70±1.4) en düşük Na aljinat içeriği 1. gruptaki alglerde (% 14.00±1.30) saptanmıştır. Denemeler sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Doğadan toplanan alglerindeki Na aljinat miktarı Kodlak (2007) ile benzer olduğu görülmüştür. Uygulanan besin tuzu rejime göre *C. barbata* talluslarındaki aljinat miktarının değiştiği bu çalışmada saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar (Boulus ve ark., 2007, Hanisak, 1987, Martinez ve Buschmann, 1996) ile benzerlik göstermektedir.

Sonuç

Bu çalışma kapsamında *Cystoseira barbata*'nın sera koşullarında yetiştiriciliği denen-

miştir. Yetiştiricilik denemeleri sonucunda su sıcaklığının 10°C'nin altına düşmesiyle alglerin büyümelerin durduğu gözlenmiştir. Ayrıca hafta da bir 24 saat zenginleştirilen *C. barbata* talluslarının büyümelerinin daha hızlı olmasına karşın, en yüksek aljinat içeriği sürekli besin tuzu bulunan talluslarda saptanmıştır. Aljinat eldesi için *C. barbata* yetiştiriciliğinde algin bir yıllık bir periyotta yetiştirilerek mevsimlere göre aljinat içeriğinde meydana gelen değişimlerin araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynaklar

- AOAC, (2000). Official Methods of Analysis. 17th Edition Vol II. Assoc. Off. Anal. Chem., Wash. D.C., USA
- Baghdadli, D., Tremblin, G., Pellegrini, M., Coudret, A., (1990). Effects of environmental parameters on net photosynthesis of a free-living brown seaweed, *Cystoseira barbata* forma *repens*: determination of optimal photosynthetic culture conditions, *Journal of Applied Phycology*, **2**(3): 281-287. [doi:10.1007/BF02179786](https://doi.org/10.1007/BF02179786)
- Boulus, A., Spaneir, E., Friedlander, M., (2007). Effect of outdoor conditions on growth rate and chemical composition of *Gelidium crinale* in culture, *Journal of Applied Phycology*, **19**(5): 471-478. [doi:10.1007/s10811-007-9158-7](https://doi.org/10.1007/s10811-007-9158-7)
- Buyukates, Y., Inanmaz, O. E., (2007). Temporal variations in vertical distribution and occurrence of marine cladocerans in an urbanized harbour, Dardanelles, Turkey, *Crustaceana*, **80**(11): 1293-1302. [doi:10.1163/156854007782605583](https://doi.org/10.1163/156854007782605583)
- Buyukates, Y., Inanmaz, O.E., (2009). Cladocerans of an Urbanized Harbour: Effects of Environmental Parameters on Vertical Distribution, Occurrence, Abundance, and Seasonal Variation, *Crustaceana*, **82**(5): 543-554. [doi:10.1163/156854009x407669](https://doi.org/10.1163/156854009x407669)
- Buyukates, Y., Inanmaz, O.E., (2010). The Annual Mesozooplankton Dynamics and Influence of Environmental Parameters in an Urbanized Harbor (Kepez Harbor-Dardanelles Strait, Turkey), *Ekoloji*, **19**(74): 60-68. [doi:10.5053/ekoloji.2010.749](https://doi.org/10.5053/ekoloji.2010.749)
- Calumpong, H.P., Maypa, A.P., Magbanua, M., (1999). Population and alginate yield and quality assessment of four *Sargassum* species in Negros Island, central Philippines, *Hydrobiologia*, **398-399**: 211-215. [doi:10.1023/A:1017015824822](https://doi.org/10.1023/A:1017015824822)
- Cirik, S., Gökpinar, Ş., (1999). Plankton Bilgisi ve Kültürü. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:47, İzmir.
- Cirik, Ş., Akçalı, B., Bilecik, N., (2001). Gökova Körfezi (Ege Denizi) Deniz Bitkileri. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü Yayınları, İzmir.
- Cirik, Ş., Cirik, S., (2004). Su Bitkileri (Deniz Bitkilerinin Biyolojisi, Ekolojisi Yetiştirme Teknikleri). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, Bornova – İzmir.
- Dawes, C.J., (1987). The Biology of Commercially Important Tropical Marine Algae. In: Bird, K. T., Benson, P. H., Seaweed Cultivation for Renewable Resources. Elsevier science Publishers V.B., Amsterdam, pp. 155-191.
- Delgado, O., Lapointe, B.E., (1994). Nutrient-limited productivity of calcareous versus fleshy macroalgae in a eutrophic, carbonate-rich tropical marine environment, *Coral Reefs*, **13**(3): 151-159. [doi:10.1007/BF00301191](https://doi.org/10.1007/BF00301191)
- Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G.H.S., (1957). A Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipids from Animal tissues, *Journal of Biological Chemistry*, **226**: 497-509.
- Güner, H., Aysel, V., (1999). Tohumuz Bitkiler Sistematigi 1.Cilt (Algler). Ege Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kitaplar Serisi No:108, İzmir.
- Güroy, B.K., Cirik, S., Güroy, D., Sanver, F., Tekinay, A.A., (2007). Effects of *Ulva rigida* and *Cystoseira barbata* meals as a feed additive on growth performance, feed utilization, and body composition of *Nile tilapia*, *Oreochromis niloticus*, *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, **31**(2): 91-97.
- Hanisak, M.D., (1987). Cultivation of *Gracilaria* and other Macroalgae in Florida for Energy Production. In: Bird, K. T., Benson, P. H., Seaweed Cultivation for Renewable

- Resources. Elsevier science Publishers V.B., Amsterdam, pp. 191-219.
- Israel, A., Hophy, M., (2002). Growth, photosynthetic properties and Rubisco activities and amounts of marine macroalgae grown under current and elevated seawater CO₂ concentrations, *Global Change Biology*, **8**(9): 831-840. [doi:10.1046/j.1365-2486.2002.00518.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2002.00518.x)
- Johnson, M.K., Johnson, E.J., MacElroy, R.D., Speer, H.L. , Bruff, B.S., (1968). Effects of salts on the halophilic alga *Dunaliella viridis*, *Journal of Bacteriology*, **95**(4): 1461-1468.
- Kodalak, N., (2007). Sinop Kıyılarındaki "Cystoseira barbata" deniz yosunundan alginat üretimi üzerine bir araştırma, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, (Yüksek Lisans), pp: 74.
- Koru, E., Cirik, S., Turan, G., Ak, İ., Başaran, A., (2008). *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss Kültürüne Farklı Işık Yoğunluklarının Etkisi, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **25**(3): 187 - 190.
- Lapointe, B.E., (1985). Strategies for pulsed nutrient supply to *Gracilaria* cultures in the Florida Keys: Interactions between concentration and frequency of nutrient pulses, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **93**(3): 211-222. [doi:10.1016/0022-0981\(85\)90240-0](https://doi.org/10.1016/0022-0981(85)90240-0)
- Lignell, Å., Ekman, P., Pedersén, M., (1987). Cultivation Technique for Marine Seaweeds Allowing Controlled and Optimized Conditions in the Laboratory and on a Pilotscale, *Botanica Marina*, **30**(5): 417-424. [doi:10.1515/botm.1987.30.5.417](https://doi.org/10.1515/botm.1987.30.5.417)
- Lobban, C.S. , Harrison, P.J., (1994). Seaweed ecology and physiology. Cambridge University press, Cambridge.
- Martinez, L.A. , Buschmann, A.H., (1996). Agar yield and quality of *Gracilaria chilensis* (Gigartinales, Rhodophyta) in tank culture using fish effluents, *Hydrobiologia*, **327**(1): 341-345. [doi:10.1007/BF00047828](https://doi.org/10.1007/BF00047828)
- McHugh, D., (2003). A Guide to Geaweed Industry. . Fod and Agriculture Organization of the United Nations No:41, Rome.
- Özdamar, K., (1997). Paket programlar ile istatistiksel veri analizi I. Kaan Yayın evi, Eskişehir.
- Perez, R., Kaas, R., Campello, F., Arbault, S. , Barbaroux, O., (1992). La Culture Des Algues Marines Dans Le Monde. IFREMER, Plouzane.
- Ragaza, A. R. , Hurtado, A. Q., (1999). *Sargassum* Studies in Currimao, Ilocos Norte, Northern Philippines II. Seasonal Variations in Alginate Yield and Viscosity of *Sargassum carpophyllum* J. Agardh, *Sargassum ilicifolium* (Turner) C. Agardh and *Sargassum siliquosum* J. Agardh (Phaeophyta, Sargassaceae), *Botanica Marina*, **42**(4): 327-331. [doi:10.1515/BOT.1999.037](https://doi.org/10.1515/BOT.1999.037)
- Rosen, G., Langdon, C.J. , Evans, F., (2000). The nutritional value of *Palmaria mollis* cultured under different light intensities and water exchange rates for juvenile red abalone *Haliotis rufescens*, *Aquaculture*, **185**(1-2): 121-136. [doi:10.1016/S0044-8486\(99\)00343-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00343-9)
- Subandar, A., Petrell, R. , Harrison, P.J., (1993). *Laminaria* culture for reduction of dissolved inorganic nitrogen in salmon farm effluent, *Journal of Applied Phycology*, **5**(4): 455-463. [doi:10.1007/BF02182738](https://doi.org/10.1007/BF02182738)
- Sukatar, A., (2002). Alg Kültür Yöntemleri. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar serisi, Bornova-İzmir.
- Yenigül, M., Sertdemir, Ö., (1983). Alginik asit ve alginatların bazı özellikleri üzerine çalışmalar, *Doga Bilim Dergisi, Temel Bilimler*, **7**(3): 540-546.