

Entansif Balık Kültüründe *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss Yetiştiriciliği

*Gamze Turan¹, İlknur Ak², Semra Cirik¹, Edis Kuru¹, Aslı Kaymakçı Başaran¹

¹Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Bornova, 35100 İzmir, Türkiye
²Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Çanakkale, Türkiye
*E mail: gamze.turan@ege.edu.tr

Abstract: *Gracilaria verrucosa* (Hudson) papenfuss production in intensive fish culture. In this study, five different culture techniques of a red macroalgae *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss at a commercial marine fish farm located in Sığacık Bay (Seferihisar, İzmir) were examined. The experiment was performed between 01 April 2002 and 01 January 2003. Known five different culture techniques of *G. verrucosa* were applied at the fish cages. These are culturing the algae at bottom by tying the thalli to the natural substratums, culturing the algae at the bottom in different mesh-size net-bags, culturing the algae on the ropes near the fish cages, culturing the algae on the ropes in the fish cages and culturing the algae in the net-bags near the fish cages. During the study biomass values and water quality parameters were measured and recorded. From the result of this study, the best culture technique was determined as culturing the algae in the net-bags near the fish cages. The highest specific growth rate (5.8%/day) in November and December and the lowest specific growth rate (-9.9%/day) in July were calculated.

Key Words: *Gracilaria verrucosa*, red macroalgae, culture techniques, marine fish cages, integrated systems.

Özet: Bu çalışmada, kırmızı alglerden *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss türünün balık üretimi (*Sparus aurata*, *Dicentrarchus labrax*) yapılan ağ kafes sistemlerindeki yetiştiricilik yöntemleri araştırılmıştır. Araştırma, İzmir ili Seferihisar (Sığacık) ilçesinde bulunan özel bir ağ kafes işletmesinde 01 Nisan 2002 – 01 Ocak 2003 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada, ağ - kafes işletmesinde *Gracilaria verrucosa* alginin beş farklı yetiştiricilik tekniği denenmiştir. Bunlar; ağ kafeslerin bulunduğu koyda dipte yosun talluslarının doğal substratuma bağlanarak yetiştirilmesi, yosun talluslarının farklı göz açıklığındaki ağların içine konularak yetiştirilmesi, ağ kafeslerin yanında halatlarda yetiştirilmesi, ağ kafeslerin içinde halatlarda yetiştirilmesi ve ağ kafeslerin yanında alg talluslarının fileler içinde yetiştirilmesi şeklinde olmuştur. Deneme süresince *G. verrucosa* biyomasi ve su parametreleri ölçülmüştür. Çalışmanın sonucunda en iyi gelişim, alglerin filelerin içine konularak yapılan yetiştiricilik yönteminde olduğu ve biyomas ile su sıcaklığı arasında yakın bir ilişkinin varlığı saptanmıştır. En yüksek spesifik büyüme oranı (% 5.82 biyomas/gün) Kasım ve Aralık aylarında ölçülürken, en düşük spesifik büyüme oranı (%-9.95 biyomas/gün) Temmuz ayında ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Gracilaria verrucosa*, kırmızı makroalgler, kültür teknikleri, deniz balıkları kafesleri, entegre sistemler.

Giriş

Kırmızı Alglerden (Rhodophyta) *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss türü, İzmir ve İzmit körfezlerinde yoğun olmak üzere Türkiye kıyılarının çeşitli kesimlerinde doğal yayılış göstermektedir (Cirik 1979, Cirik ve Cirik 1999). Alg, hücre çeperlerinde polisakkarit olan agar-agar içermesi nedeniyle ticari öneme sahiptir. Agar özellikle gıda, ziraat, kozmetik ve eczacılık sanayinde kullanılmaktadır (Critchley 1991, Santelices ve Doty 1989).

FAO istatistiklerine göre deniz ürünlerinin 1/3'ü yetiştiricilik yoluyla elde edilmektedir (FAO 2001). 2050 yılında ihtiyacı karşılamak için su ürünleri yetiştiriciliğinin 50 milyon tona ulaşması beklenilmektedir (Troell ve diğ. 2003). Kafes sistemlerinde üretilen balık miktarı, yetiştiricilik çalışması yapılan koy veya körfezin su değişim oranına ve su kalitesine bağlı olarak sınırlı kalmaktadır (Troell ve diğ. 1997). Yetersiz su değişiminin olduğu yetiştiricilik alanlarının su kalitesi bozulmakta ve kıyasal ötrafikasyona neden olmaktadır. Ülkemizde bir çok girişimci ağ kafes sistemlerinde ekonomik

öneme sahip deniz balıkları türlerinin yetiştiriciliğini yapmaktadır.

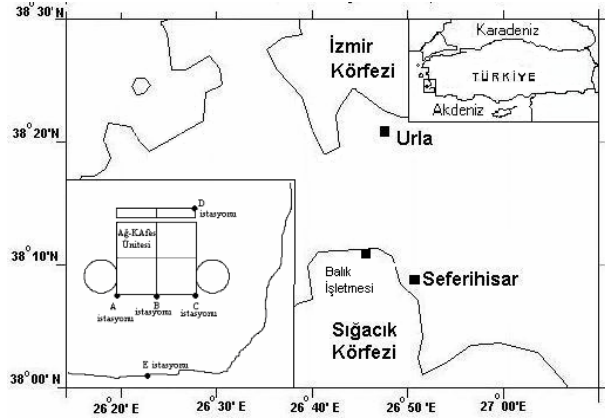
İzmir körfezinde doğal olarak dağılım gösteren *G. verrucosa* stokları son on yılda yarı yarıya azalmıştır (Ak ve Cirik 2004). Ekonomik öneme sahip olan Algin doğal stoklarından yararlanmanın yanında yetiştiriciliğinin yapılması gündeme gelmiştir.

Bu çalışmada, *G. verrucosa*'nın balık yetiştiriciliği yapılan ağ-kafes ünitelerinin bulunduğu alanlarda kültür yöntemlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Kırmızı Alglerden ekonomik öneme sahip olan *G. verrucosa* yetiştiriciliği ile ilgili çalışmalar İzmir Seferihisar mevkinde bulunan özel bir işletmenin ağ – kafes ünitelerinde Nisan ve Aralık 2002 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). İşletme İzmir Körfezinin batısında, Seferihisar ilçesi sınırları içerisindeki Sığacık mevkinde bulunmaktadır. Ağ kafes ünitesi 100 ton kapasitede olup denemelere başlanılan tarihte

kafeslerde 15 ton Çipura (*Sparus aurata*) ve Levrek (*Dicentrarchus labrax*) bulunmaktadır. Balıklar günde iki kez yemin ete dönüşüm oranı 1:2 olan pelet yemlerle elle beslenmiştir. Tesiste aylık olarak ortalama 6.48 ton balık yemi kullanılmaktadır. Hakim rüzgarlar lodos, poyraz ve güneydoğusudur. Bölge su hareketleri açısından oldukça zengindir. Bölgenin dip yapısı kumlu ve zaman zaman zemin *Posidonia oceanica* L. ile kaplıdır. Balık çiftliğinin kurulmuş olduğu alan çevresinde herhangi bir yerleşim birimi yoktur.



Şekil 1. Ağ - kafes işletmesinin yeri

G. verrucosa tallusları 20 Haziran 2002 tarihinde İzmir Körfezinden 0,5 – 1 m derinlikleri arasından toplanarak ağ - kafes ünitelerine getirilmiştir.

Ağ-kafes işletmesinde *G. verrucosa* için en uygun yetiştiricilik tekniğinin bulunması için öncelikle beş farklı teknik denenmiştir. Bunlar; ağ kafeslerin bulunduğu koyda dipte yosun talluslarının doğal substratuma bağlanarak yetiştiriciliği, yosun talluslarının farklı göz açıklığındaki ağların içine konularak yetiştiriciliği, ağ kafeslerin yanında halatlarda yetiştiriciliği, ağ kafeslerin içinde halatlarda yetiştiriciliği ve ağ kafeslerin yanında alg talluslarının fileler içinde yetiştiriciliğidir.

1. Ağ kafeslerin bulunduğu koyda dipte yosun talluslarının doğal substratuma bağlanarak yetiştiriciliği: *Gracilaria* tallusları her biri yaklaşık 1 kg civarında olan taşlara naylon ağlarla tutturulmuştur. Tallusların ortalama uzunluğu 25 cm, ağırlıkları 450 gr dır. Kayalara bağlanan talluslar işletmedeki iskelenin etrafına yerleştirilmiştir.

2. Yosun talluslarının farklı göz açıklığındaki ağların içine konularak yetiştiriciliği: *Gracilaria* tallusları 4 mm, 2mm ve tül ağ içine 450 gr konularak işletmedeki iskelenin sol tarafına yerleştirilmiştir.

3. Ağ kafeslerin yanında halatlarda yetiştiriciliği: *Gracilaria* talluslarından 50 gr lık demetler oluşturulmuştur. Halatlardan sarkan tallusun uzunluğu ortalama 6 cm dir. *Gracilaria* demetleri halatın üzerine 10 cm arayla bağlanmıştır. Halatlar ağ kafeslerin etrafına yerleştirilmiştir.

4. Ağ kafeslerin içinde halatlarda yetiştiriciliği: *Gracilaria* tallusları 50 gr tartılarak demetler oluşturulmuştur. Demetler aralarında 10 cm boşluk bırakılarak halatlara bağlanılmıştır. Halatlar ağ kafesin içine vertikal olarak yerleştirilmiştir.

5. Ağ kafeslerin yanında alg talluslarının fileler içinde

yetiştiriciliği: *Gracilaria* tallusları 450 gr olacak şekilde filelerin içine yerleştirilmiştir. Fileler ağ kafeslerin kenarlarından 70 cm, 100 cm ve 130 cm derinliklerine yerleştirilmiştir.

450 gr. *G. verrucosa*'nın içinde bulunduğu fileler ağ-kafes ünitesinin etrafındaki belirlenen beş istasyonda halatlar üzerine 70 cm, 100 cm ve 130 cm derinliklerde bulunacak şekilde bağlanarak ağırlık yardımıyla suya bırakılmışlardır. Sırasıyla A istasyonu birincisi Haziran ve Ağustos 2002 (yaz) ikincisi Eylül-Aralık 2002 (sonbahar ve kış) arasında olmak üzere iki farklı çalışma yapılmıştır.

Denemeler boyunca her iki haftada bir biyomas verileri *G. verrucosa*'nın yaş ağırlığı kağıt havlu yardımıyla suyu alındıktan sonra elektronik hassas terazide (Japon Shimatza) ölçülerek kaydedilmiştir. Elde edilen değerler üzerinde spesifik büyüme oranları aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır. Spesifik Büyüme Oranı: $(100 \ln (N_t / N_0)) / t$
N0: başlangıçtaki yaş ağırlığı ve Nt: t günündeki yaş ağırlığı vermektedir (Cirik ve Gökpinar, 1993).

Deney süresince ağ kafes ünitesinin bulunduğu yerde belirlenen 5 istasyondan ve kıydan su örnekleri alınmıştır. Su sıcaklıkları 0,1 °C duyarlı termometre yardımıyla, pH değerleri ise pH metre (Orion) ile hesaplanmıştır. Çözünmüş oksijen Winkler yöntemi ile in situ olarak, tuzluluk (‰ S) Mohr-Knudsen yöntemi kullanılarak laboratuvarında ölçülmüştür.

Suyun Nutrient analizleri (Amonyum (NH₄⁺-N), Nitrit (NO₂⁻-N), Nitrat (NO₃⁻-N) ve Fosfat (PO₄⁻-P)) kolorimetrik olarak (Egemen ve Sunlu, 1999) Spektronic 21 model spektrofotometrisi ile E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Kimya laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Büyümeye ait ortalama büyüme, nispi büyüme oranı ve spesifik büyüme oranlarına ait veriler SPSS programındaki ANOVA prosedürü kullanılarak analiz edilmiştir. Tüm veriler ortalama±standart sapma ve standart hata olarak sunulmuştur. İstasyonlara ve derinliklere bağlı büyüme ile ilgili değerler SPSS programındaki Tukey'in Multiple Comparison Testi uygulanarak karşılaştırılmış ve p≤0.05 değerleri istatistiksel yönden farklı olarak kabul edilmiştir.

Su kalitesi parametrelerine ait veriler ortalama±standart sapma, minimum maksimum değerleri SPSS programından hesaplanmıştır.

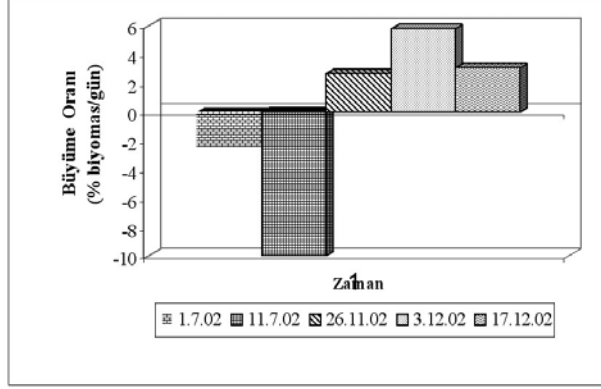
Büyüme ile ilgili veriler ile su kalitesi parametreleri arasındaki ilişkiyi bulmak için SPSS programındaki Regresyon ve Korelasyon analizleri uygulanmıştır (Özdamar, 1997).

Bulgular

Denenen beş farklı yetiştiricilik sistemi içinde, ağ kafeslerin yanında alg talluslarının fileler içinde yetiştiriciliği başarılı sonuç vermiştir. Diğer dört sistemde *G. verrucosa*'nın çeşitli predatörleri tarafından (*Salpa salpa* vb.) tarafından tüketilmesi nedeniyle yetiştiriciliği yapılamamıştır. Ağustos ayında biyomasın tamamıyla kaybedilmesinin ardından 15 Kasım 2002 tarihinde *G. verrucosa* yetiştiricilik çalışmaları tekrar başlamıştır.

G. verrucosa için en yüksek spesifik büyüme oranı 03 Aralık 2002 tarihinde %5.82 /gün ve en düşük spesifik büyüme

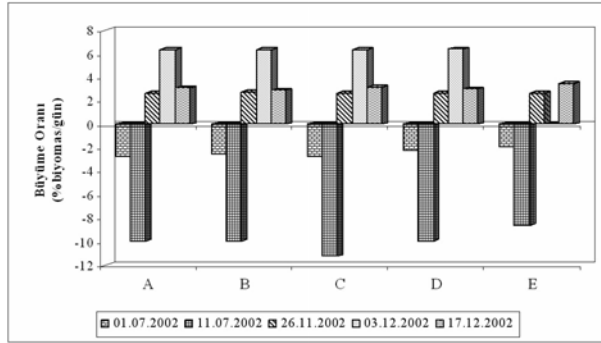
oranı 11 Temmuz tarihinde % -9.95/gün olarak bulunmuştur (Şekil 2). 26 Ekim ve 12 Aralık tarihleri dışında yapılan tüm ölçümlerde spesifik büyüme oranları istatistiksel yönden bir farklılık göstermiştir ($p \leq 0.05$). Biyomas değerlerinin yaz aylarında tüm istasyonlarda azaldığı, sonbahar ve kış aylarında arttığı saptanmıştır.



Şekil 2. Farklı tarihlerde ölçülen biyomasın istasyonlara göre ortalama büyüme oranları (% biyomas/gün).

1 Temmuz, 26 Kasım ve 3 Aralık tarihlerinde, istasyonlar arasında spesifik büyüme oranı açısından bir farklılık görülmezken ($p \geq 0.05$), 11 Temmuz ve 17 Aralık tarihlerinde istasyonlar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar tespit edilmiştir ($p \leq 0.05$) (Şekil 3).

11 Temmuz tarihinde, en yüksek spesifik büyüme oranı E istasyonunda % -8.63 ± 0.45 /gün ve en düşük oran C istasyonunda % -11.23 ± 0.77 /gün olarak ölçülmüş ve birbirinden istatistiksel yönden farklı olarak bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Bu tarihte, A, B ve D istasyonlarına ait spesifik büyüme oranları C ve E istasyonlarıyla aynıdır (Şekil 3).



Şekil 3. Araştırmada istasyonlarda gözlenen *G. verrucosa*' ya ait spesifik büyüme oranları (%biyomas/gün).

17 Aralık tarihinde ise en yüksek spesifik büyüme oranı (% 3.46 ± 0.14 /gün) E istasyonunda ve en düşük spesifik büyüme oranı (% 2.91 ± 0.16 /gün) olarak B istasyonunda ölçülmüş ve istatistiksel yönden farklı oldukları tespit edilmiştir ($p \leq 0.05$). Aynı tarihte A, C ve D için hesaplanan spesifik büyüme oranları B ve E istasyonlarına ait büyüme oranlarıyla aynıdır (Şekil 3).

Derinliğe bağlı biyomas değerlerinde ve spesifik büyüme oranlarında istatistiksel açıdan bir farklılık görülmemiştir ($p \geq 0.05$).

Ortalama Amonyum değeri $1.32 \pm 0.81 \mu\text{g.at. NH}_4^+ \cdot \text{N.L}^{-1}$ (A istasyonu) ile $0.75 \pm 1.06 \mu\text{g.at. NH}_4^+ \cdot \text{N.L}^{-1}$ (E istasyonu) arasında ölçülmüştür. İstatistiksel yönden istasyonlar arasında amonyum değeri açısından farklılık bulunamamıştır ($p \geq 0.05$). Deneme süresince en yüksek amonyum miktarı Kasım ayında $3.06 \mu\text{g.at. NH}_4^+ \cdot \text{N.L}^{-1}$ (E istasyonu) saptanmıştır. Kafeslerden uzak olan E istasyonunda amonyum miktarı diğer istasyonlara oranla daha düşük bulunmuştur.

Nitrit miktarı en yüksek A istasyonunda ($0.67 \mu\text{g.at. NO}_2^- \cdot \text{N.L}^{-1}$) Aralık ve Ocak aylarında saptanmıştır. Kasım ve Aralık aylarında E istasyonunda $\text{NO}_2^- \cdot \text{N}$ ölçülemediği. Ortalama Nitrit değeri $0.01 \pm 0.02 \mu\text{g.at. NO}_2^- \cdot \text{N.L}^{-1}$ (E istasyonu) ile $0.22 \pm 0.29 \mu\text{g.at. NO}_2^- \cdot \text{N.L}^{-1}$ (A istasyonu) arasında değişim göstermiş ve değerlerin istatistiksel açıdan farklı olmadığı tespit edilmiştir ($p \geq 0.05$).

Ortalama Nitrat ($\text{NO}_3^- \cdot \text{N}$) miktarı en yüksek A istasyonunda $0.07 \pm 0.02 \mu\text{g.at. NO}_3^- \cdot \text{N.L}^{-1}$, en düşük E istasyonunda $0.04 \pm 0.02 \mu\text{g.at. NO}_3^- \cdot \text{N.L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. A ve E istasyonları diğer istasyonlara göre nitrat yönünden istatistiksel olarak farklılık göstermektedir ($p \leq 0.05$). Deneme süresince nitrat miktarı $0.04 \mu\text{g.at. NO}_3^- \cdot \text{N.L}^{-1}$ (A istasyonu) ile $0.1 \mu\text{g.at. NO}_3^- \cdot \text{N.L}^{-1}$ (A ve D istasyonları) arasında değişim göstermiştir.

Ölçüm yapılan tarihlerde fosfat değeri $0 \mu\text{g.at. PO}_4^- \cdot \text{P.L}^{-1}$ (A istasyonu) ile $0.68 \mu\text{g.at. PO}_4^- \cdot \text{P.L}^{-1}$ (D istasyonu) arasında değişim göstermiştir. Ortalama Fosfat değerleri en yüksek, A istasyonunda $0.14 \pm 0.16 \mu\text{g.at. PO}_4^- \cdot \text{P.L}^{-1}$, en düşük D istasyonunda $0.25 \pm 0.21 \mu\text{g.at. PO}_4^- \cdot \text{P.L}^{-1}$ olarak hesaplanmış ve istatistiksel yönden eşit değerler olduğu tespit edilmiştir.

En yüksek tuzluluk miktarı % 38.61 olarak Haziran 2002 tarihinde E istasyonunda ve Temmuz 2002 tarihinde A istasyonunda, en düşük tuzluluk miktarı % 33.93 olarak Aralık 2002 tarihinde E istasyonunda ölçülmüştür.

Yapılan örnekleme süresince istasyonların arasındaki genel pH değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Değerler arasında istatistik yönünden bir farklılığa rastlanmamıştır. En düşük pH miktarına 7.9 olarak Aralık ayında D istasyonundan, en yüksek pH değeri 8.7 olarak Haziran ayında E istasyonundan saptanmıştır.

Oksijenin genel ortalama değerleri $6.97 \pm 0.26 \text{ mg.L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Araştırma süresince ölçülen değerler içinde en düşük oksijen değeri 6.6 mg.L^{-1} ile Haziran ayında en yüksek 7.27 mg.L^{-1} oksijen değeri ile Ocak ayında ölçülmüştür.

Suyun sıcaklığı A istasyonunda $20.01 \pm 2.91 \text{ }^\circ\text{C}$, D istasyonunda $19.93 \pm 2.85 \text{ }^\circ\text{C}$, ve E istasyonunda $20.15 \pm 3.10 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak ölçülmüş ve istatistik analizleri bu değerler arasında bir farklılık bulunamamıştır. En yüksek su sıcaklığı Temmuz ayında $24.6 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak E istasyonunda ölçülürken, en düşük sıcaklıklar $17 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak Ocak ayında A ve D istasyonlarında kaydedilmiştir. Su parametreleri değerleri ile biyomas değerleri arasında bir ilişkinin bulunup bulunmadığını tespit etmek amacıyla yapılan Regresyon analizleri sonucu su sıcaklığı ile

biyomas değerleri arasında bir ilişkinin olduğunu ve korelasyon analizleri de bu ilişkinin oldukça yakın bir ilişki olduğunu göstermiştir ($p \leq 0.05$). Su sıcaklığı değerleri 20 °C'nin üzerine ulaştığında *G. verrucosa*'nın biyomas değerlerinde düşüşler görülürken, 20 °C ve altındaki değerlerde *G. verrucosa*'nın gelişiminin arttığı gözlenmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Çalışmada, Sığacık-Seferihisar bölgesinde özel bir balık çiftliğinde beş farklı yetiştiricilik tekniği denenerek, en iyi gelişimin elde edildiği alg talluslarının fileler içinde yetiştiriciliği üzerinde araştırma yapılmıştır. 1 Nisan 2002 ve 1 Ocak 2003 tarihleri arasında ağ kafeslerin farklı noktalarda yetiştiriciliği yapılmış olan *G. verrucosa*'nın biyomas değerleri ölçülerek farklı derinliklerin ve çevredeki su kriterlerinin algin gelişimine olan etkileri belirlenmiştir.

Araştırma bölgesinde *G. verrucosa* biyomas değerleri karşılaştırıldığında 5 farklı istasyonda ölçülen değerlerin birbirine paralel olduğu saptanmıştır. İstatistik analizleri sonucunda, *G. verrucosa*'nın biyoması yaz aylarında tüm istasyonlarda azalırken, sonbahar ve kış aylarında arttığı tespit edilmiştir. İstasyonlar arasında büyüme değerleri açısından istatistik yönünden bir farklılık bulunmamıştır. Yüzeyden 70 cm, 100 cm ve 130 cm derinliklerde yetişen *G. verrucosa* biyomas yönünden aynı miktarlara sahiptir.

G. verrucosa'nın ortalama nispi büyüme oranı yaz aylarında istasyonlara göre % -4.11 (± 0.21) ile % -5.35 (± 0.36) arasında değişirken, sonbahar ve kış aylarında %1.28 (± 0.71) ile %1.90 (± 0.67) arasında değişmiştir. Sonbahar ve kış aylarında istasyonlara bağlı nispi büyüme oranlarında istatistiksel yönden bir fark görülmezken ($p \geq 0.05$), yaz aylarında C (% -5.345 (± 0.37)) ve E (% -4.11 (± 0.21)) istasyonları arasında istatistiksel yönden bir farklılık tespit edilmiştir ($p \leq 0.05$).

Su sıcaklığı ile biyomas değerleri arasında yakın bir ilişkinin varlığı yapılan istatistik analizler sonucunda elde edilmiştir. Sonbahar ve kış aylarında sıcaklığın azalmasıyla birlikte biyomas değerlerinde bir artış gözlenirken, su sıcaklığının arttığı yaz aylarında *G. verrucosa*'nın biyomasında önemli azalmalar kaydedilmiştir. *G. verrucosa* için optimum sıcaklık derecesi 20-28 °C olarak belirtilmesine karşın (Hansen 1984), bu çalışmada su sıcaklığının 20 °C'nin üzerine çıkmasıyla biyomas değerlerinde bir azalma görülmüş ve su sıcaklığının 20 °C'nin altına düşmesiyle birlikte tekrar biyomasta artış saptanmıştır. Biyomasta gözlenen bu azalışın nedeni sıcaklık dışında diğer biyotik ve abiyotik faktörlerin etkisinin olabileceği gözlenmiştir. Bu bakımdan, ileride yapılacak olan çalışmalarda bu faktörler de incelenmelidir. İleride yapılacak olan çalışmalarda bu faktörler de incelenmelidir.

Suyun derinliği arttıkça, *G. verrucosa*'nın gelişiminin yavaşladığı önceki çalışmalarda saptanmıştır (Cirik ve Cirik, 1999). Yeterli güneş ışığının bulunmadığı ortamlarda algin morfolojisinde ve pigment yapısında değişimler olduğu, bu nedenle bu tip ortamlarda gelişen *G. verrucosa* kırmızı renkte

ve tallusunun narin yapıda olduğu halde ışıklı ortamda kahverengi-yeşil olup tallus gelişmiş bir yapıda oldukları saptanmıştır. Bu çalışmada, yüzeyden 70, 100 ve 130 cm derinliklerde yetiştirilen *G. verrucosa* talluslarının biyomas değerlerinde ve morfolojik yapılarında bir farklılık gözlenmemiştir. İleride yapılacak olan çalışmalarda derinlik aralıkları daha farklı tutulduğunda bu farklılıkların gözlenmesi mümkün olabilir.

G. verrucosa yüksek tuzluluk değişimlerine (%o15-50) dayanıklı olan bir organizmadır (Santelices ve Doty 1989). %o 20-35 tuzluluk, türün yaşayabildiği optimal tuzluluk oranıdır. Tuzluluğun %o 26'nın altına düşmesi sonucu algin üretkenliğinde azalma başlar ve bu aşamada bitkinin steril formlarının gelişimi önem kazanmaya başlar (Hanisak 1990). Çalışma alanında tuzluluk değerleri %o 35.1 ile %o 38.61 arasında değişmiş ve %o 36 olarak ortalama değer bulunmuştur. Bu değer *G. verrucosa* için optimal tuzluluk değerinin üst sınırına yani %o 35'lik değere çok yakın bir değerdir.

G. verrucosa'nın büyümesi ortamda bulunan karbondioksit oranlarına da bağlıdır. Su değişim oranlarının düştüğü ve pH'nın 9 değerine ulaştığı kültür ortamında algin büyümesi durmaktadır. Bunun sebebi yüksek pH seviyelerinde serbest karbondioksitin az olması ve algin karbon kaynağı olarak bikarbonatı kullanma kabiliyetinden yoksun olması nedeniyle fotosentez yapamamasıdır (Chirpart ve Ohno 1993). Araştırma bölgesinde pH değerleri ortalama 8 olarak bulunmuştur.

Nitrojen *G. verrucosa* tarafından 24 saat boyunca alınabilmektedir. Diğer alglerin aksine *G. verrucosa* karanlıkta dahi nitrojeni kullanabilir (Edding ve diğ. 1987). Nitrat yönünden A ve E istasyonları birbirinden farklılık gösterirken, A ve D istasyonları ve D ile E istasyonları arasında nitrat yönünden bir farklılık tespit edilememiştir. Amonyum değerleri 0-3.06 $\mu\text{g.at NH}_4\text{-N.L}^{-1}$ değerleri arasında değişmiştir. İstasyonlar arasında amonyum açısından bir farklılık görülmemiştir. Özellikle sonbahar ve kış aylarında rastlanan yüksek değerler bölgede gözlenen yağışlarla açıklanabilir. Makro alglerden beslenme üzerindeki nitrojenin etkisi fazla olmakla birlikte, *G. verrucosa* üzerinde fosforun etkisi nitrojenden daha fazladır. İstasyonlara göre fosfat değerleri arasında istatistiksel açıdan bir farklılık görülmemiştir ($p \geq 0.05$).

Büyük kapasiteli yosun çiftliklerinde makro ve mikro besinleri içeren gübre türü besinlerin mutlaka verilmesi gerektiği bildirilmektedir (Mollion 1984). Bu bakımdan, balık çiftliğindeki yemlemenin etkisiyle suya ulaşan besin tuzları *G. verrucosa*' tarafından değerlendirilerek başarılı bir şekilde üretimi sağlanmıştır. Akuakültür yapılan kıyısız bölgelerdeki balık çiftliklerinde ekosistemin sağlıklı bir şekilde çalışması için *G. verrucosa*'nın olduğu modeller geliştirilerek entegre sistemler kurulmalıdır. Yoğun akuakültür sistemlerinde alg kültürünün yapılması hem ekonomik hem de çevresel yönden pek çok avantajlar sağlayacaktır. Öncelikle bu konuda yapılacak olan bilimsel çalışmalara desteğin artırılması ve elde edilen sonuçların uygulamaya geçirilmesi gerekmektedir.

Kaynakça

- Ak, İ., S. Cirik. 2004. Distribution of *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss (Rhodophyta) in Izmir Bay (Eastern Aegean Sea). Pakistan Journal of Biological Sciences 7(11):2022-2023.
- Cirik, Ş. 1979. Analyse Bibliographique des Travaux sur les Phanerogrames et les Algues Marines Benthiques des côtes de Turquie (1843-1978) Rev. Bio. Eco. Medit, 4:93-100.
- Cirik, Ş., S.Cirik. 1999. Aquatic Plants (ecology, biology and culture techniques of marine plants) Ege University Fisheries Faculty Periodicals. Bornova 58:135-155 (in Turkish)
- Cirik, S., Ş.Gökpınar. 1993. Plankton and it's culture. Ege University Fisheries Faculty Periodicals. Bornova 38:217 (in Turkish)
- Chirapart, A., M. Ohno. 1993. Growth in tank culture of species of *Gracilaria* from the Southeast Asian waters. Botanica Marina, 36: 9 -13
- Critchley, A.T. 1991. *Gracilaria* (Rhodophyta, Gracilariales): An Economically important agarophyte. Kochi University pres. 89-107
- Edding, M., C. Leon, R. Ambler. 1987. Growth of *Gracilaria* sp. In the laboratory. Hydrobiologia 151/152, 375-37
- Egemen, Ö., U. Sunlu. 1999. Water quality. Ege University Fisheries Faculty Periodicals. Bornova 14:20-25 (in Turkish)
- FAO, 2001. The Satate of World Fisheries and Aquaculture 2000. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome.
- Hanisak, D.M. 1990. Cultivation of *Gracilaria verrucosa* and other macro algae in Florida for energy production. Elsevier. pp. 307-310.
11. Hansen, J. 1984. Strain selection and physiology in the development of *Gracilaria* mariculture, Hydrobiologia 116/117, 89-94.
- Mollion, J. 1984. Seaweed cultivation for phycocolloid in the Mediterranean. Hydrobiologia 116/117, 288-291
- Özdamar, K. 1997. Statistical data analysis by PC programs. I. Anadolu University Periodicals. Eskişehir. 1001:125-130 (in Turkish)
- Santelices, B., M. Doty. 1989. A review of *Gracilaria* farming. Aquaculture. 78: 68-133.
- Troell, M., C. Halling, A. Nilsson, A.H. Buschmann, N. Kautsky, L. Kautsky. 1997. Integrated marine cultivation of *Gracilaria chilensis* (Gracilariales, Rhodophyta) and salmon cages for reduced environmental impact and increased economic output, Aquaculture 156, 45-61.
- Troell, M., C. Halling, A. Neori, T. Chopin, A.H. Buschmann, L. Kautsky, N. Kautsky, C. Yarish. 2003. Integrated mariculture: asking the right questions, Aquaculture 226, 69 – 90.