T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI LED IŞIK KAYNAKLARININ *CYSTOSEIRA BARBATA*'NIN BİYOMAS VE BİYOKİMYASAL İÇERİĞİNE ETKİSİ

Cenk ÖZTAŞKENT

Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: **27/06/2013**

Tez Danışmanı:

Yrd. Doç. Dr. İlknur AK

ÇANAKKALE

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

CENK ÖZTAŞKENT tarafından **YRD. DOÇ. DR. İLKNUR AK** yönetiminde hazırlanan "**FARKLI LED IŞIK KAYNAKLARININ *CYSTOSEIRA BARBATA*'NIN BİYOMAS VE BİYOKİMYASAL İÇERİĞİNE ETKİSİ"** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. İlknur AK

Danışman

Prof. Dr. Tolga GÖKSAN

Jüri Üyesi

Yrd.Doç. Dr. Hüseyin ERDUĞAN

Jüri Üyesi

Sıra No :

Tez Savunma Tarihi: 27/06/2013

Doç. Dr. Zeki KARACA

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Cenk ÖZTAŞKENT

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam süresince yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. İlknur AK ve çalışmanın yazım aşamasında yardımcı olan Uzman Dr. Yeliz ÖZÜDOĞRU' ya, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen Nihal TOPÇU'ya ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Cenk ÖZTAŞKENT

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
g	Gram
kg	Kilogram
L	Litre
mg	Miligram
m	Metre
mL	Mililitre
µ	Mikron
µmol	Mikromol
µE	Mikroeinstein
°C	Derece Santigrad
nm	Nanometre
V	Volt
eV	Elektron volt
mA	Mili amper
LED	Light Emmitting Diodes

ÖZET

FARKLI LED IŞIK KAYNAKLARININ *CYSTOSEIRA BARBATA*'NIN BİYOMAS VE BİYOKİMYASAL İÇERİĞİNE ETKİSİ

Cenk ÖZTAŞKENT

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Yrd. Doç. Dr. İlknur AK

27/06/2013, 31

Bu çalışmada, *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C. Agardh (1820) talluslarının farklı LED ışık kaynakları (sarı, mavi, yeşil, kırmızı) ve farklı ışık şiddetinde (60, 80, 100 µmol foton m^2 s^{-1}) yetiştiriciliği yapılmıştır. Grupların büyüme hızları ve biyokimyasal kompozisyonları incelenmiştir. Denemeler süresince en yüksek büyüme hızı 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde % 2,12 $gün^{-1}$ (kırmızı) olarak bulunmuştur. En yüksek biyomas veriminin 100 µmol ışık şiddetinde 104,23 g m^{-2} y.a. (kırmızı) olduğu saptanmıştır. Deneme gruplarının büyüme hızları ve biyomas verimleri arasında önemli derecede farklılıkların olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). *C. barbata* talluslarının en yüksek yağ, protein, kül ve karbohidrat içerikleri sırasıyla % 6,15±0,47 (mavi), % 17,46±0,72 (yeşil), % 42,87±0,13 (kırmızı), %57,39±1,81 (doğa)olarak belirlenmiştir. Deneme grupları arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılıkların olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Ayrıca, grupların sodyum aljinat içerikleri de çalışılmış olup en yüksek sodyum aljinat içeriği % 17,85±0,75 (60 µmol foton m^2 s^{-1} mavi) olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda kırmızı LED ışığın *C. barbata* yetiştiriciliği için mavi LED ışığın ise aljinat üretimi için uygun olduğu saptanmıştır.

Anahtar sözükler: *Cystoseira barbata,* LED Işık, Büyüme Hızı, Besin İçeriği, Aljinat İçeriği

ABSTRACT

THE EFFECT OF DIFFERENT LED LIGHT SOURCES ON BIOMASS AND BIOCHEMICAL CONTENTS OF *CYSTOSEIRA BARBATA*

Cenk ÖZTAŞKENT

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Aquaculture

Advisor: Assist. Prof. Dr. İlknur AK

27/06/2013, 31

In this study, *Cytoseira barbata* (Stackhouse) C. Agardh (1820) thallus were cultured at different LED light sources (yellow, blue, green, red) and light intensities (60, 80, 100 µmol photon m^2 s^{-1}). The growth rates and biochemical composition of the groups were monitored. During the experiments, the maximum growth rate was determined as 2,12 % day^{-1} (red) at 100 µmol photon m^2 s^{-1} light intensities. The highest biomass yield was measured as 104,23 g m^{-2} (red) at 100 µmol photon m^2 s^{-1} light intensities. The significant differences were determined in growth rates and biomass yield among the experimental groups ($p<0,05$). The highest lipid, protein, ash and carbohydrate contents of thallus of C. barbata were determined as 6,15±0,47 % (blue), % 17,46±0,72 (green), % 42,87±0,13 (red), %57,39±1,81 (nature), repectively. The statistical significant differences were determined between the groups ($p<0,05$). Also, the sodium alginate contents of the groups were studied and the highest sodium alginate content was determined 17,85±0,75 % (60 µmol photon m^2 s^{-1} blue light). At the end of the study, it was determined that the red LED light is suitable for cultivation of *C. barbata* and the blue LED light is functional for production of alginate.

Keywords: *Cystoseira barbata*, LED Light, Growth Rate, Proximate Composition, Alginate Content

İÇERİK **Sayfa**

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU....ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.... iii
TEŞEKKÜR....iv
SİMGELER VE KISALTMALAR v
ÖZET vi
ABSTRACT....vii
BÖLÜM 1- GİRİŞ....1
BÖLÜM 2- ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 2
2.1. *Cystoseira barbata*' nın Sistematikteki Yeri ve Biyolojik Özellikleri 2
2.2. LED'lerin Genel Özellikleri....2
2.3. Işık Şiddetinin Makro Algler Üzerine Etkisi....3
BÖLÜM 3- MATERYAL VE YÖNTEM 5
3.1. Materyal....5
3.2. Yöntem....5
3.2.1. Yetiştiricilik denemeleri 5
3.2.2. Su Kalitesi analizleri....7
3.2.3. Ortalama büyüme hızı....7
3.2.4. Pigment maddesi analizleri 8
3.2.5.Besin içerikleri analizleri....8
3.2.5.1. Nem tayini....8
3.2.5.2. Ham kül tayini....8
3.2.5.3. Ham yağ tayini 8
3.2.5.4. Protein tayini....9
3.2.5.5. Aljinat analizi 9
3.2.6. İstatiksel analizler 9
BÖLÜM 4- ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 10
4.1. Su Kalitesi Analizleri....10
4.2. Büyüme Hızı ve Biyomas Verimleri 11
4.3. Pigment İçerikleri 14
4.4. Besin İçerikleri 22
4.5. Sodyum Aljinat İçerikleri 25
BÖLÜM 5- SONUÇ VE ÖNERİLER 27
KAYNAKLAR 28
Çizelgeler I

Şekiller ..... **II**
Özgeçmiş ..... **III**

BÖLÜM 1
GİRİŞ

Denizel ekosistemin önemli bir parçasını oluşturan algler denizel florayı oluşturarak canlılar için beslenme, barınma ve üreme alanı oluştururlar. Çiçeksiz bitkiler grubuna giren makro algler yeşil (Chlorophyta) kırmızı (Rhodophyta) ve esmer (Phaeophyta) olmak üzere ayrılırlar (Cirik ve Cirik, 2011).

Aljinatın ham madde kaynağı olan esmer algler Asya ülkerinde % 60'lık tüketim oranına sahiptirler (Dawes, 1998). Bir poliasakkarit olan aljinat 1881 yılında keşfedildikten sonra İngiltere, Fransa, Norveç ve Almanya gibi ülkelerde bu maddenin sanayisi kurulmuştur (Round, 1962). Gelişen endüstriyle birlikte algler birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Bu nedenle, doğadan toplanılmalarının yanı sıra yetiştiricilik çalışmaları da yapılmaktadır. Makro alg yetiştiriciliği ilk defa 1670'de Japonya'nın Tokyo körfezinde yapılmaya başlanmışıtır. 1997 yılında yetiştiricilik yoluyla elde edilen dünya su bitkileri üretimi 7,234,952 ton iken 2011 yılında bu değer % 167 büyüme oranı ile 20,975,360 tona ulaşmıştır (FAO, 2012). Dünya genelinde esmer alg yetiştiriciliğinin ençok uzakdoğu ülkelerinde yapıldığı görülmektedir.

Esmer alg türlerinden biri olan *Cystoseira barbata* taksonunun pigment içeriği ve biyokimyasal kompozisyonu tuzluluk, sıcaklık ve besin tuzu gibi faktörlerden etkilenmektedir (Cirik ve ark., 2010). Makro alglerin pigment içeriğini değiştiren en önemli faktörlerden birisi ışıktır. Işık şiddeti ve dalga boyu alglerin büyüme hızını, pigment içeriğini ve biyokimyasal kompozisyonunu belirlemektedir (Hirata ve ark., 1998; Wang ve ark., 2007). LED lambalar belirli dalga boyları arasında ışık üretmeleri ve enerji tüketimlerinin düşük olmaları nedeniyle tarımsal ürünlerin yetiştiriciliğinde kullanılmaya başlanmıştır (Paudel ve ark., 2008). LED lambalar ile mikro alglerden; *Spirulina platensis, Chlorella vulgaris*, *Haematococcus pluvialis* ve *Nannochloropsis oculata* taksonlarının yetiştiricilik çalışmaları yapılmıştır ancak makro alglerin üretimi ile ilgili bir çalışma bulunamamıştır (Hirata ve ark., 1998; Katsuda ve ark., 2006; Wang ve ark., 2007; Kural, 2013).

Tez çalışması kapsamında farklı dalga boyu aralıklarındaki LED lambalar (kırmızı, mavi, yeşil, sarı) kullanılarak *C. barbata* alginin vejetatif yetiştiriciliği yapılmış, büyüme hızı, pigment maddesi içeriği ve biyokimyasal kompozisyonunda meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Makro algin en iyi büyüdüğü ve aljinat içeriğinin yüksek olduğu dalga boyu aralıkları ortaya çıkarılmış olup elde edilen sonuçların bu algin ticari amaçlı üretimi için kaynak teşkil edeceği düşünülmektedir.

BÖLÜM 2
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. *Cystoseira barbata*' nın Sistematikteki Yeri ve Biyolojik Özellikleri

Cystoseira türleri Fucales takımından olup suları daha sıcak, temiz ve oksijeni bol olan denizlerde yaygındır (Cirik ve Cirik, 2011). Yuvarlak ya da yassı tallusları dallıdır. Bazı türlerde (*Sargassum* sp.) algi su içinde dik tutmaya yarayan devamlı ya da tek tek hava keseleri vardır (Güner ve Aysel, 1999). Esmer alglerin hücre çeperlerinden aljinat, fukoidan, laminarin ve mannitol gibi polisakkaritler elde edilmektedir. Aljinat akıcı bir madde olması nedeniyle kozmetikte cilt temizlik malzemelerinde ve cilt kremlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Güner ve Aysel, 1999). Bir polisakkarit olan aljinatın miktarı ve özellikleri algin fotosentez hızına göre farklılık göstermektedir (Lobban ve Harrison, 1994).

2.2. LED'lerin Genel Özellikleri

LED'ler Galyum-Arsenit (GaAs), Galyum Arsenit-Fosfat (GaAsP) ya da Galyum Fosfat'tan (GaP) yapılmış p-n bağlantı (junction) yapılı malzemeler kullanılarak yapılan diyot temelli ışık yayan elektronik devre elemanlarıdır. 1950'li yılların sonlarında kullanılmaya başlanan LED' ler gösterge lambaları, hesap makineleri, geniş ilan panoları gibi yüksek parlaklık gerektiren işlerde kullanılmıştır. LED'lerin küçük yapıda olmaları, çabuk ışık verme ve uzun ömürlü olmaları gibi özellikleri bu uygulamalarda kullanılmalarını yaygınlaştırmıştır.

LED'teki eklem noktaları ileri-akım (forward-biased) yapıldığında ve elektronlar n-bölgesinden p-bölgesine doğru geçtiğinde, elektron-hol (boşluk) yeniden birleşimi (recombination) gerçekleştirerek ya kızılötesinde ya da görünür foton üretir. Bu olaya elektriksel ışıma (Electro luminescence) denir (Anonim, 2013a). LED'in diyotuna ileri yönlü gerilim uygulandığında elektronlar holler yardımıyla n-bölgesi ile p-bölgesi arasında aktif bölgede hareket ettirilir, bu da enerjinin IR veya görünür ışığa dönüşmesine neden olur. Bu elektron-hol çiftinin daha kararlı bir bağ yapısına ulaşması ve elektron volt (eV) seviyesindeki enerjinin foton yayması anlamına gelir. LED'ler üzerinden geçirdikleri akım sonrasında ışık verirler. LED'lerin birçoğu herhangi bir hasara neden olmadan sürekli olarak üzerlerinde 20mA'lık bir akım geçirebilirler. Ama her zaman nominal akım kullanmaya gerek yoktur. Bir LED daha az akım ile ışık verebilir. Nominal akım ile düşük akım arasındaki fark LED'in parlaklığını verir. LED'lerde akımı sınırlamak için seri bir direnç bağlanmalıdır (Anonim, 2013b).

Yayılan ışık spektrumu genellikle çok dardır. Elektromanyetik spektrumda yayılan her ışık genellikle bir dalga boyu ile belirtilir. Bu nedenle yayılan ışık spektrumun seçimini sınırlar. Bilinen ışık renkleri kırmızı, yeşil, kehribar, sarı, mavi ve beyazdır. Bunlardan kırmızı, yeşil, kehribar ve sarı renklerin çalışma gerilimleri yaklaşık olarak 1,8V'tur. Bunun yanında çalışma gerilimi, yapılarında kullanılan yarı iletken materyallerin kesilme-bozulma gerilimlerine göre belirlenir. Çizelge 2.1'de LED lambalarının renk, dalgaboyu ve gerilim ilişkisi verilmiştir.

Çizelge 2. 1. Piyasada bulunabilen renkler için dalga boyu aralığı, gerilim düşümü değeri (http://www.emo.org.tr'dan modifiye edimiştir)

Renkler	Dalgaboyu (nm)	Gerilim (V)
Kızılötesi	$\lambda > 760$	$\Delta V < 1,90$
Kırmızı	$610 < \lambda < 760$	$1,63 < \Delta V < 2,03$
Turuncu	$590 < \lambda < 610$	$2,03 < \Delta V < 2,10$
Sarı	$570 < \lambda < 590$	$2,10 < \Delta V < 2,80$
Yeşil	$500 < \lambda < 570$	$1,90 < \Delta V < 4,00$
Mavi	$450 < \lambda < 500$	$2,48 < \Delta V < 3,70$
Menekşe	$400 < \lambda < 450$	$2,76 < \Delta V < 4,00$
Mor	Çoklu tipler	$2,48 < \Delta V < 3,70$
Morötesi	$\lambda < 400$	$3,1 < \Delta V < 4,40$
Beyaz	Geniş spektrumlu	$\Delta V = 3,50$

2.3. Işık Şiddetinin Makro Algler Üzerine Etkisi

Algin fotosentez hızını etkileyen en önemli faktörlerden biri ışıktır (Lobban ve Harrison, 1994). Kullanılan ışık kaynağı ve şiddetine göre algin büyüme hızı ve biokimyasal kompozisyonları farklılık göstermektedir (Cirik ve ark., 2010; Ak ve Yücesan, 2012). Florasan lamba ile karşılaştırıldığında, LED lambaların floresan lambalar gibi cıva içermediği, durağan hale dönebildiği ve açılıp kapanma esnasında titreşim etkisi göstermediği saptanmıştır (Anonim, 2012b). Bu lambalar çok güçlü renkte ışık üretirken, farklı dalga boyu genişliğinde ışık yayarlar (Anonim, 2012a). LED lambalardan yayılan ışığın dalga boyu özellikle bitkilerin klorofil emisyonunu tam karşılayacak düzeyde olduğu çeşitli araştırmalarda saptanmıştır (Paudel ve ark., 2008). Bir florsan lamba veya ampule

kıyasla LED lambaların bitkisel üretimde kullanılmasının daha ekonomik olduğu düşünülmektedir (Javanmardian ve Palsson, 1991).

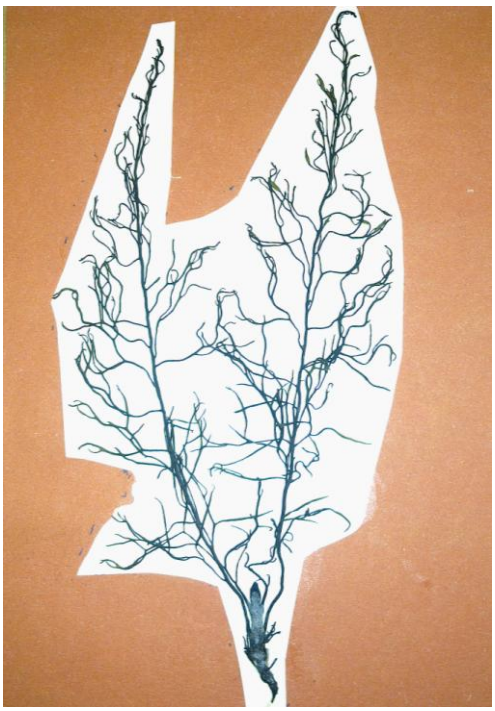
LED lambaların mikro algler üzerine etkisi ile ilgili çalışmalar son 10 yılda hız kazanmıştır. Mavi – Yeşil alglerden *Spirulina platensis*'in büyüme hızının kırmızı LED kullanıldığında yüksek, mavi LED kullanıldığında düşük olduğu belirlenmiştir (Wang ve ark., 2007). Chen ve ark. (2010), *S. platensis* büyümesinde beş farklı renkte LED (kırmızı, beyaz, yeşil, sarı ve mavi) ışık kullanmış ve kırmızı LED'in spektrum bandında en etkili emisyonu sağladığını belirtmişlerdir. Yeşil alglerden *Haematococcus pluvialis*'in astaksantin pigmenti biriktirmesine dalga boylarının etkisinin araştırıldığı bir diğer çalışmada ise farklı frekans hızına sahip mavi LED lambalar kullanılmıştır. Çalışma sonucunda 8 µmol foton m^{-2} s^{-1} ışık şiddeti uygulanan deneme grubunun en yüksek astaksantin içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Ono ve Cuello (2004) yaptıkları çalışmada mikro alg yetiştiriciliğinde vazgeçilmez kültür yöntemlerinden biri olan fotobiyoreaktörlerde LED lambalarının kullanımını incelemişlerdir. Yapılan denemede LED lambaların maliyetinin düşük ve tubüler fotobiyoreaktör içerisinde ışığın homojen olarak dağılmasını sağladığını belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda LED lambaların etkili bir şekilde fotobiyoreaktör sistemlerinde kullanılabileceğini savunmuşlardır. Makroalglerin vejetatif yetiştiriciliğinde LED lambalarının kullanımına yönelik çalışma bulunmamasına karşın spor eldesinde kullanımına yönelik çalışmalar mevcuttur (Wang ve ark., 2010a; Wang ve ark., 2010b). Esmer alglerden *Saccharina japonica* alginin spor eldesi üzerine dalga boylarının etkisinin araştırıldığı çalışmada; mavi dalga boyuna sahip LED lamba kullanımının spor üretimini arttırdığı belirlenmiştir (Wang ve ark., 2010a). *S. japonica* alginin yetiştiriciliğinde farklı LED lambalarının etkilerinin araştırıldığı bir diğer çalışmada ise dişi üreme organının mavi ışıkta beyaz ışığa göre daha kısa sürede olgunluğa eriştiği belirlenmiştir (Wang ve ark., 2010b).

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışma materyali olarak Kepez/Çanakkale mevkiinden toplanan *Cystoseira barbata* kullanılmıştır. Toplanan algler tuzlusuyla yıkanarak epifitlerinden ayrılmıştır.



Şekil 3. 1. *Cystoseira barbata* tallusu.

3.2. Yöntem

3.2.1. Yetiştiricilik denemeleri

Farklı renklerdeki LED lambalar (sarı, mavi, yeşil, kırmızı, kontrol) kullanılarak yetiştiricilik çaışmaları yapılmıştır. Denemelerde kullanılan *Cystoseira barbata* tallusları 50 g olacak şekilde tartılmış ve 3L ‘lik kültür kaplarına yerleştirilmiştir. Denemeler süresince Conway ortamı kullanılmıştır (Çizelge 3.1). ÇOMÜ Deniz Bil. ve Tek. Fak. Plankton stok biriminde gerçekleştirilen denemelerde alg talluslarının ve besin ortamının su kolonunda homojen olarak dağılması amacıyla havalandırma uygulanmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3. 2.Yetiştiricilik sisteminin genel görüntüsü.

Çizelge 3.1. Conway ortamı stok solüsyon

İnorganik Tuzlar	Miktar
$NaNO_3$	100g
$NaH_2PO_4.2H_2O$	20g
$FeCI_3.6H_2O$	1,3 g
H_3BO_3	33,6 g
Na.EDTA	45 g
$MnCI_2.4H_2O$	0,36 g
İz Element Solüsyonu	1 ml.
Distile Su	1lt
İz Element Solüsyonu	
$ZnCI_2$	2,1 g
$CoCI_2.6H_2O$	2,0 g
$(NH_4)6.Mo_7O_{24}.4H_2O$	0,9 g
$CuSO_4.5H_2O$	2,0 g
Distile Su	100 ml.

3.2.2. Su Kalitesi analizleri

Sistemde düzenli olarak sıcaklık ve pH ölçümleri yapılmıştır. Sıcaklık değeri 0,01 °C duyarlılıktaki termometre ile, pH değeri pH metre (Hanna, HI8314) ile ölçülmüş ve su değişikliği uygulanarak pH değeri sabit tutulmuştur. Tuzluluk değeri Refraktometre (Nippon optical works) ile ölçülüp ‰ 36 olarak denemeler boyunca sabit tutulmuştur.

3.2.3. Ortalama büyüme hızı

Günlük büyüme hızı tallusların ağırlıkları alınarak hesaplanmıştır. Ağırlıklar her 3 günde bir ölçülmüştür. El santifürüjünde suları giderilen talluslar hassas terazide (Kern 44049N) tartılarak ağrlıkları belirlenmiştir. Ortalama büyüme hızı eşitlik 3.1'e göre yüzde olarak hesaplanmıştır (Troell ve ark., 1997).

$$\text{Ortalama Büyüme hızı (\%)} = 100^* (\ln X_2 - \ln X_1) / (t_2 - t_1) \quad \textbf{(3.1)}$$

Eşitlik 3.1'de X_2 ve X_1 sırasıyla t_2 ve t_1 zamanlarındaki yaş ağırlıklarını (g) belirtmektedir.

Birim alandaki günlük biyomas verimi; günlük büyüme hızlarının alg talluslarının bulunduğu kapların alanına (0,002034 m^2) bölünmesi ile elde edilmiştir (Smith ve Walker, 1980).

3.2.4. Pigment maddesi analizleri

Deneme gruplarının pigment içeriğinin belirlenmesi için dört günde bir, alınan örnekler % 90'lık aseton çözeltisi içinde buzdolabında karanlık ortamda 24 saat bekletilmiştir. Daha sonra deniz kumuyla öğütülen talluslar membran filtrasyon yöntemiyle süzülmüştür. Süzüntü 1500 rpm'de 5 dakika santifirüj edilmiş ve örneklerin pigment içerikleri Jeffrey ve Humphrey (1975) denklemine göre belirlenmiştir.

3.2.5 Besin içerikleri analizleri

3.2.5.1. Nem tayini

Deneme sonunda alglerin yaş ağırlıkları alınmış ve 60 °C' de 24 saat kurutulmuştur. Kuruyan örnekler desikatörde soğutulmuştur. Daha sonra hassas terazide tartılarak ağırlıkları alınmış nem miktarı % olarak hesaplanmıştır.

3.2.5.2. Ham kül tayini

Ham kül tayini (AOAC, 2002b) yöntemine göre belirlenmiştir. Kurutulan örneklerden 0,5 g önceden darası alınmış krozelerin içine konulmuş, NÜVE marka fırında 525 °C'de 8 saat yakma işlemi gerçekleşmiştir. Daha sonra krozelerin desikatörde soğuması beklenmiş hassas terazide tartılarak ağırlıkları alınmıştır. Krozelerin ağırlık farkı göz önüne alınarak örneklerin kül içeriği hesaplanmıştır.

3.2.5.3. Ham yağ tayini

Yağ tayini için toplam yağ içeriği (Folch, 1957) yöntemi ile belirlenmiştir. Kuru örneklerden 0,5 g tartılarak üzerlerine 1:2 oranında hazırlanmış metanol: kloroform çözeltisinden 10 ml eklenmiştir. Örnekler 24 saat karanlık ortamda ağızı kapalı kaplar içinde beklemiş, daha sonra örnekler membran filtrasyon kullanılarak süzülmüştür. Süzüntüler önceden darası alınmış balon jojelere konularak içerdikleri metanol:kloroform çözeltisi 60 °C'de evaparatörde uçurulmuş ve örnekler 60 °C' de etüvde kurutulmuştur. Kuruyan örnekler desikatöre alınarak soğumaları beklenmiş ve 0,0001 g hassasiyetli terazide tartılmışlardır. Ağırlık farklarından yararlanılarak yağ miktarı % olarak eşitlik (3.2)'ye göre hesaplanmıştır (Folch ve ark., 1957).

$$Yağ(\%)=[(T1-T0)/m]*100 \quad \textbf{(3.2)}$$

Eşitlik (3.2)'de belirtilen T0: Balon jojenin ilk ağırlığı (g), T1: İşlemden sonra balonun ve örnekteki yağın son ağırlığı (g), m: Örnek ağırlığı (g) olarak gösterilmiştir.

3.2.5.4. Protein tayini

Toplam N (Azot) değerleri Kjeldahl metoduyla belirlenmiştir (AOAC, 2002a). Üç tekrarlı yapılan analizde 0,5 g kuru örnek Kjeldahl tüpleri içerisine konulmuş daha sonra örneklerin üzerine 1 adet Kjeldah katalizer tableti (3 g K_2SO_4, 105 mg $CuSO_4.5H_2O$ ve 105mg $T\dot{I}O_2$) ve 15 ml sülfürik asit (H_2SO_4) ilave edilmiştir. Kjeldahl tüpleri ilk önce 250 °C' de 30 dakika ardından da 380 °C' de 75 dakika yakılmıştır. Yakma işleminden sonra soğuyan örneklerin üzerine distile su ilave edilmiş ve % 40'lik sodyum hidroksit çözeltisi (NaOH) ile seyreltilmiştir. Örneklere 25 ml doymuş orthoborik asit çözeltisinde BDH '4,5' indikatörü eklenerek örneklerdeki inorganik amonyum toplanmıştır. Örnekler 0,1 mol luk hidroklorik asit (HCI) ile titrasyon edilmiştir ve örneklerdeki protein miktarı yüzde olarak eşitlik 3.3'e göre hesaplanmıştır.

$$\text{Ham protein (\%)} =[(Tt-Tb)*0,0014*6,25)]/M*100 \quad \textbf{(3.3)}$$

Eşitlikteki, Tt: Titrasyonda harcanan kör (g), Tb: Kör örneğin titrasyonda harcanan miktarı (g), M: Örnek ağırlığı (g) olarak gösterilmiştir.

3.2.5.5. Aljinat analizi

Toz haline getirilmiş *C.barbata* tallusları 0,2N HCI (hidroklorik asit) eklenerek oda sıcaklığında 24 saat bekletildi. Üzerine % 3'lük Na_2CO_3 (sodyum karbonat) çözeltisi eklenerek 70 °C'de 2 saat daha bekletilmiş ve 300 mµ göz açıklığındaki plankton bezinden süzülüp, süzüntüye %5'lik HCI ilave edilerek aljinik asit çöktürülmüştür. Elde edilen aljinik asit alkolle yıkanıp etüvde kurutulmuştur (Güven, 1974).

3.2.6. İstatiksel analizler

Büyüme hızı ve biyokimyasal içeriğine ait veriler tek yönlü varyans (ANOVA) kullanılarak analiz edilmiştir (Özdamar, 1997).

BÖLÜM 4
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Farklı LED ışık kaynakları kullanılarak yapılan *Cystoseira barbata* yetiştiricilik çalışmasında denemeler süresince pH, sıcaklık değerleri ölçülmüş ve büyüme hızı, pigment içeriği takip edilmiştir.

4.1. Su Kalitesi Analizleri

Deneme süresince gurupların ortalama sıcaklıkları 22,47±0,39 °C ile 25,79±1,52 °C arasında değişmiştir. 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetindeki ışık kaynakları için ortalama sıcaklık değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. En yüksek sıcaklığa bakıldığında 22,80±0,61 °C (kırmızı) ışık kaynağında büyüyen grupta olduğu görülmüştür. 80 ve 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetindeki deneme gruplarında ise en yüksek sıcaklık değerleri sırasıyla 25,27±1,89 ve 25,79±1,52 °C (kontrol) gruplarında belirlenmiştir. (Çizelge 4.2 – 4.3).

Deniz suyuna Conway ortamı ilave edilerek hazırlanan yetiştiricilik ortamlarında başlangıçta pH değeri tüm gruplar için 8,05 olarak ayarlanmış ve en yüksek pH değerinin 100 µmol ışık şiddetindeki yeşil ışıkta yetiştirilen grupta 8,22±0,13 olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3). 80 µmol ve 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetindeki en yüksek pH değerinin ise yine yeşil ışıkta yetiştirilen grupta sırasıyla 7,96±0,24, 8,05±0,09 olduğu görülmüştür (Çizelge 4.2 – 4.1).

Çizelge 4. 1. 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddeti uygulanan grubun sıcaklık ve pH değerlerinde meydan gelen değişimler (n=195)

Gruplar	Sıcaklık (°C)	pH
Kontrol	$22,75^{a}$ ±0,64	$8,04^{a}$±0,07
Sarı	$22,60^{a}$ ±0,47	$7,96^{b}$±0,15
Mavi	$22,47^{a}$ ±0,39	$7,95^{b}$±0,08
Yeşil	$22,55^{a}$ ±0,56	$8,05^{a}$±0,09
Kırmızı	$22,80^{a}$ ±0,61	$7,94^{b}$±0,07

Her bir satırda verilen farklı harfler istatistiksel fark olduğunu göstermektedir($p<0,05$).

Çizelge 4. 2. 80 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddeti uygulanan grubun sıcaklık ve pH değerlerinde meydan gelen değişimler (n=195)

Gruplar	Sıcaklık (°C)	pH
Kontrol	25,27 [a] ±1,89	7,87[a]±0,21
Sarı	24,68 [a] ±1,64	7,95[a]±0,2
Mavi	23,88 [a] ±1,24	7,88[a]±0,19
Yeşil	23,18 [a] ±1,11	7,96[a]±0,24
Kırmızı	23,63 [a] ±1,29	7,90[a]±0,17

Her bir satırda verilen farklı harfler istatistiksel fark olduğunu göstermektedir($p<0,05$).

Çizelge 4. 3. 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddeti uygulanan grubun sıcaklık ve pH değerlerinde meydan gelen değişimler (n=195)

Gruplar	Sıcaklık (°C)	pH
Kontrol	25,79 [a] ±1,52	8,08[b]±0,11
Sarı	24,84 [a] ±1,34	8,19[a]±0,13
Mavi	23,72 [a] ±1,01	8,16[ab]±0,07
Yeşil	23,27 [a] ±1,33	8,22[a]±0,13
Kırmızı	25,29 [a] ±1,89	8,15[ab]±0,13

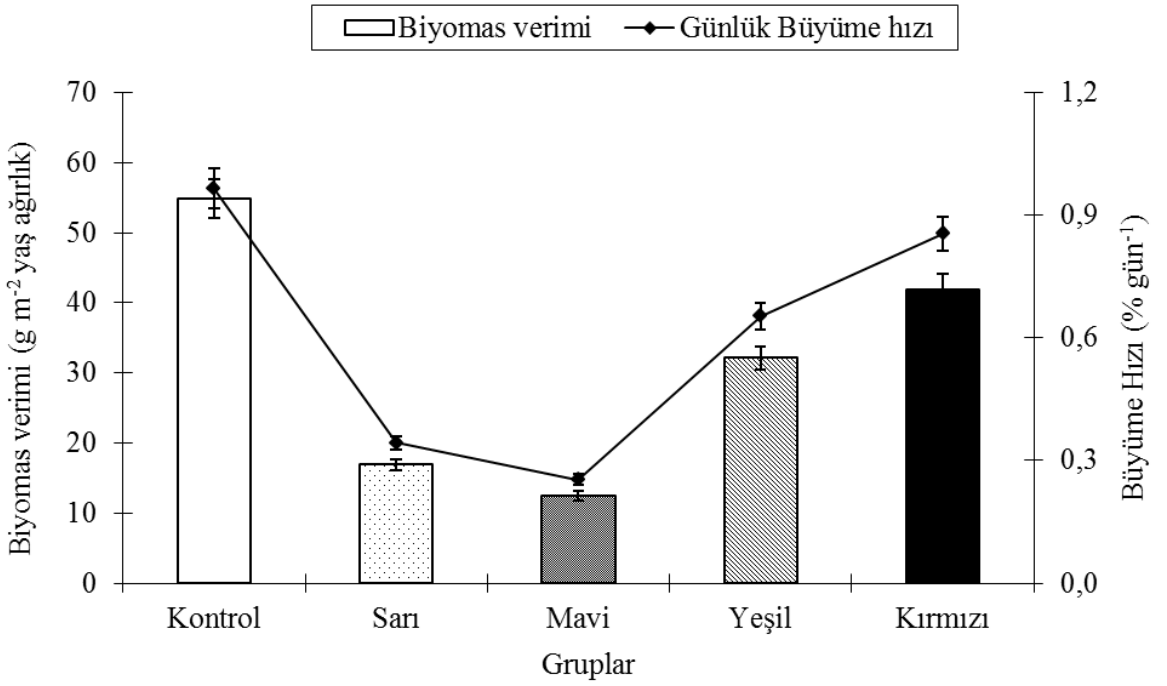
Her bir satırda verilen farklı harfler istatistiksel fark olduğunu göstermektedir($p<0,05$).

4.2 Büyüme Hızı ve Biyomas Verimleri

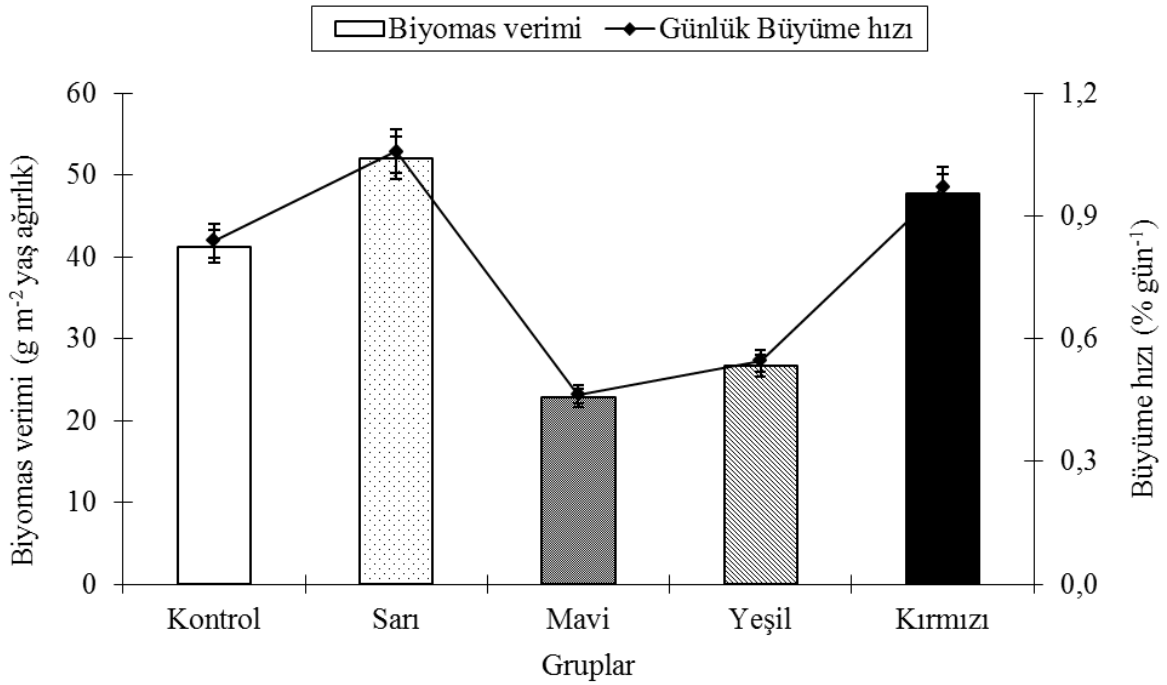
Yetiştiricilik denemesinde 60 µmol, 80 µmol, 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetine ayarlanmış sarı, mavi, yeşil, kırmızı led ışıklar kullanılırken kontrol grubunda ise aynı ışık şiddetlerine ayarlanmış floresan lamba kullanılmıştır. Farklı renk kaynaklarında büyütülen *C. barbata* talluslarının büyüme hızı ve biyomas verimlerinde meydana gelen değişimler takip edilmiştir. 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde kullanılan lambalarda büyüme hızları Şekil 4.1'de verilmiştir. Bu deneme grubunda en yüksek büyüme hızı % 0,97 $gün^{-1}$(kontrol) olarak belirlenmiştir. 80 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddeti denemesinde en yüksek büyüme hızı % 1,06 $gün^{-1}$ (sarı) olduğu saptanırken 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde ise en yüksek büyüme hızı % 2,12 $gün^{-1}$ (kırmızı) olarak bulunmuştur (Şekil 4.2 – 4.3).

Yapılan farklı ışık şiddeti çalışmasında biyomas verimlerine bakıldığında ise 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde en yüksek biyomas veriminin 54,90 g m^{-2} (kontrol) olduğu gözlemlenirken, 80 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde ise 52,11 g m^{-2} (sarı) olarak belirlenmiştir (Şekil 4.1 – 4.2). 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde en yüksek biyomas veriminin 104,23 g m^{-2} (kırmızı) olduğu saptanmıştır (Şekil 4.3). Her bir deneme grubunun biyomas verimi ve büyüme hızları arasında farklılıklar gözlenmiştir. En yüksek büyüme hızı ve biyomas verimine sahip olan grubun 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetindeki kırmızı ışık kaynağının bulunduğu çalışma olduğu belirlenmiştir.

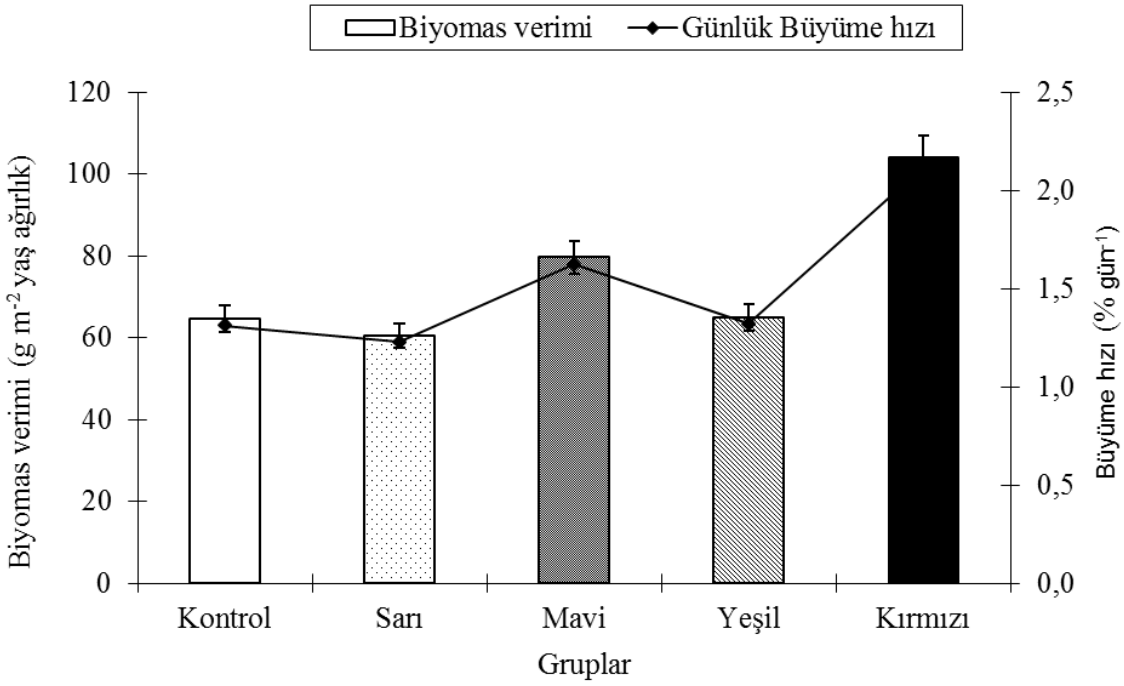
Alglerin büyümesi için gerekli olan ışık şiddeti, türlere göre farklılık göstermektedir. Işık şiddetinin büyüme üzerine optimum etkisi olmakla birlikte fazla ve şiddetli ışığın bitki üzerinde sınırlayıcı bir etkisi bulunmaktadır (Vardar ve Güven, 1996). Fotosentez hızıyla ilgili yapılan araştırmalarda, fotosentezin yeşil dalga boyundaki ışıkta en düşük oranda; kırmızı ve mor dalga boyundaki ışıkta yüksek oranda gerçekleştiği belirtilmiş (Anonim, 2013c). Yapılan tez çalışmasında tüm gruplar arasında en yüksek büyüme hızı ve biyomas veriminin kırmızı (100 µmol foton m^2 s^{-1}) LED ışık kaynağında olduğu görülmüştür. Kırmızı ışığın dalga boyu 610-760 nm arasındadır. *Cystoseira* cinsi bütün Akdeniz kıyıları boyunca kırmızı dalga boyundaki ışığın hakim olduğu infralittoral zonda dağılım göstermektedir (Cirik ve Cirik, 2011). Bu nedenle en yüksek ışık şiddetinde kırmızı ışıkta büyüme ve biyomas veriminin en fazla olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4. 1. 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde yetiştiriciliği yapılan *C. barbata* gruplarının günlük büyüme hızları (% $gün^{-1}$) ve biyomas verimi (g m^{-2}).



Şekil 4. 2. 80 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde yetiştiriciliği yapılan *C. barbata* gruplarının günlük büyüme hızları (% $gün^{-1}$) ve biyomas verimi (g m^{-2}).



Şekil 4. 3. 100 µml foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde yetiştiriciliği yapılan *C. barbata* gruplarının günlük büyüme hızları (% $gün^{-1}$) ve biyomas verimi (g m^{-2}).

4.3 Pigment İçerikleri

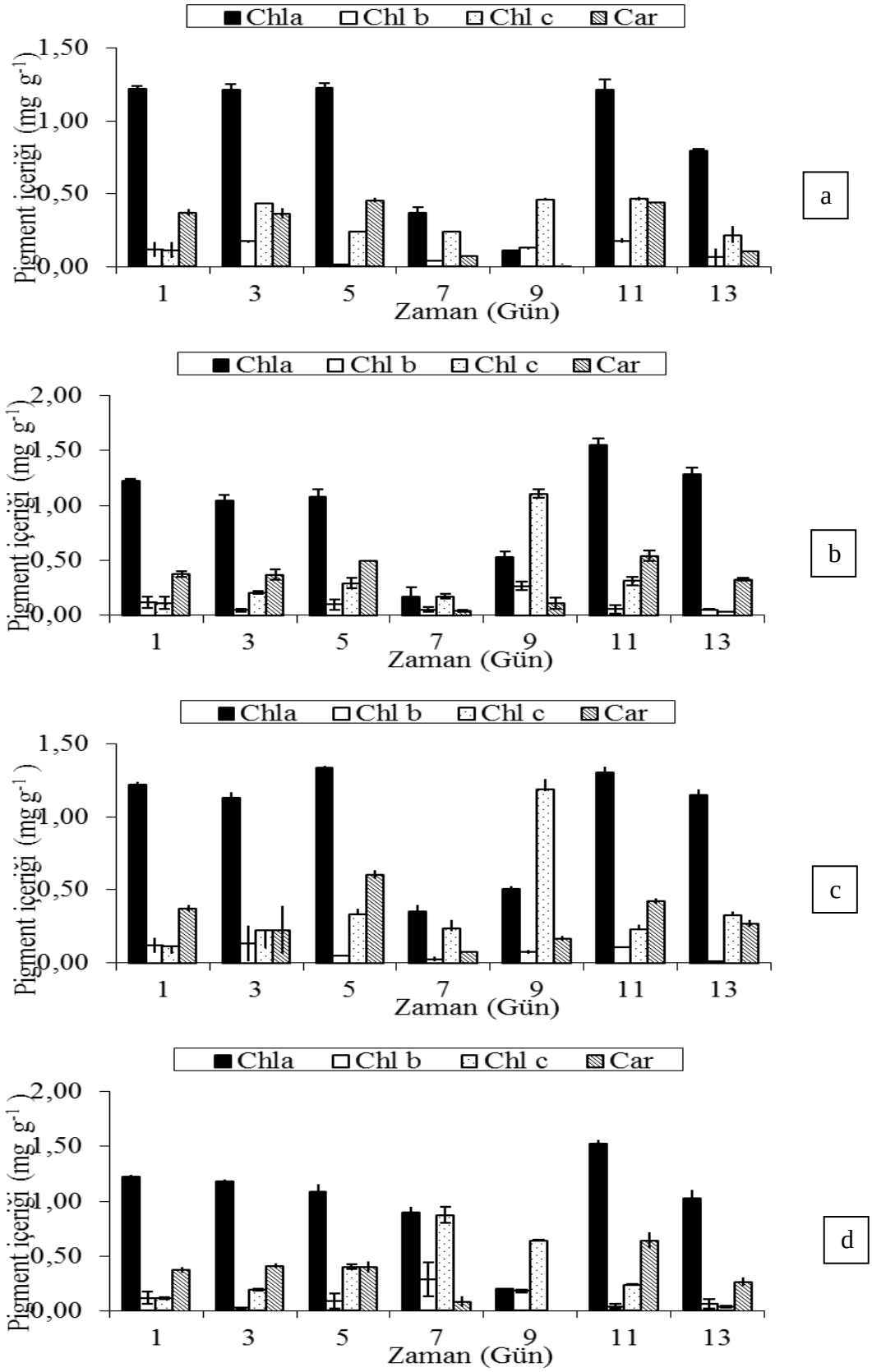
Belirli aralıklar ile alg talluslarından alınan örneklerin pigment içerikleri incelenmiştir. 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde kullanılan grupların pigment içeriklerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.4 - 4.5'da verilmiştir. En yüksek krolofil *a, b, c* ve toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 1,92 mg/g (kırmızı), 0,29 mg/g (yeşil ve kırmızı), 1,19mg/g (mavi) ve 0,78 mg/g (kırmızı) olarak belirlenmiştir.

80 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde yetiştirilen *C. barbata* talluslarında en yüksek krolofil *a, b, c* ve karotenoid içerikleri sırasıyla 2,01 mg/g (mavi), 0,36 mg/g (kontrol), 0,81 mg/g (kontrol) ve 0,73 mg/g (kontrol) olarak saptanmıştır (Şekil 4.6 - 4.7).

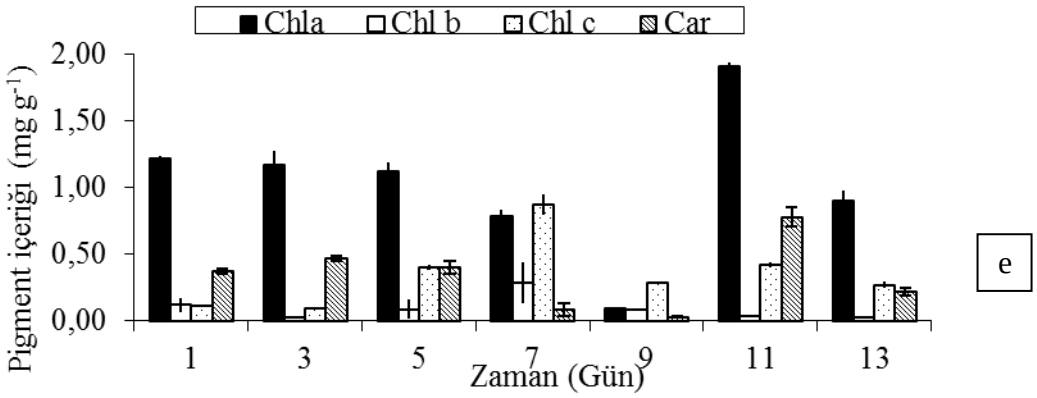
100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde yetiştirilen grupta pigment içeriklerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.8 - 4.9'da verilmiştir. Klorofil *a, b, c* ve toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 2,00 mg/g (kontrol), 0,12 mg/g (kontrol), 0,42 mg/g (kontrol) ve 0,49 mg/g (kontrol) olarak belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda en düşük ışık şiddetinde (60 µmol foton m^2 s^{-1}) yetiştirilen tallusların daha yüksek pigment içeriğine sahip olduğu belirlenirken, büyüme hızı yüksek olan grupların pigment içeriklerinin de düşük olduğu saptanmıştır. Toplam pigment konsantrasyonu; kültürdeki azot miktarı, ışık yoğunluğu ve spektral dağılım gibi çevresel faktörlerden etkilenebilmektedir (Kirk, 2011). Wheeler (1980a) yaptığı çalışmada

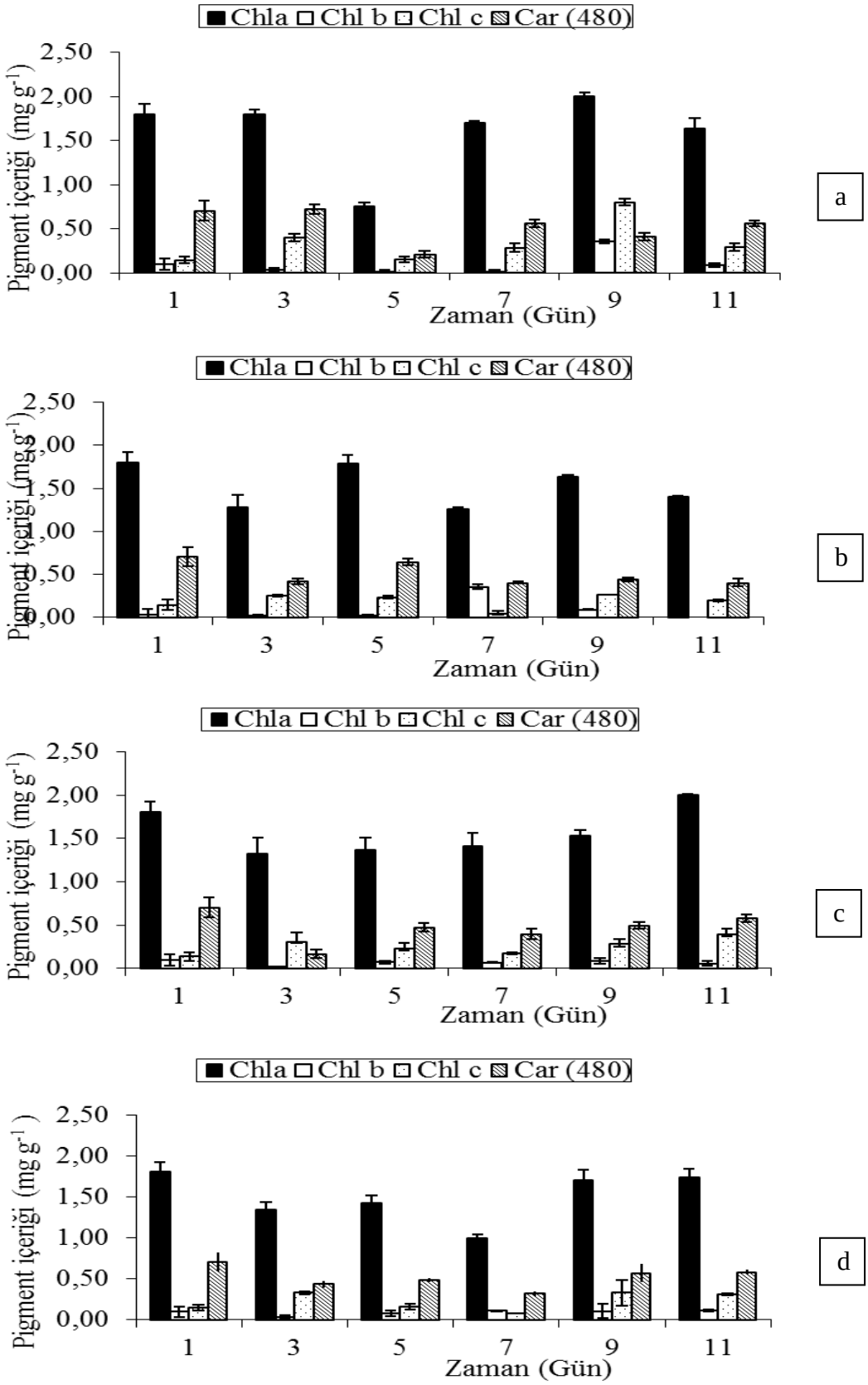
Macrocystis prifera (Phaeophyta) sporlarını 12 m derinlikte yetiştirdikten sonra tallusları 10 gün süresince 1 m derinlikte tutmuştur. Deneme süresince tallusların klorofil *a* miktarının % 52, klorofil *c* miktarının % 35 ve fukoksantin miktarının % 68 azaldığı tespit edilmiştir. Daha sonra talluslar tekrar 12 m derinliğe taşınmış ve 18 gün içerisinde tallusların pigment içerikleri artarak eski seviyelerine ulaştığı belirlenmiştir. Perez - Bermudez ve ark. (1981) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise *Dictyota dichotoma* algini yüzeyden 20 m derinliğe taşımışlar, klorofil *a* ve *c* içeriklerinin sırasıyla % 2,35 ile % 1,80 arasında artış gösterdiğini bildirmişlerdir (Kirk, 2011). Esmer alglerde, fukoksantin pigmentinin varlığına bağlı olarak spektral absorpsiyon 500 - 560 nm dalga boylarında olmaktadır (Kirk, 2011). Çalışma sonucunda elde edilen veriler ile diğer çalışmalar benzerlik göstermektedir.



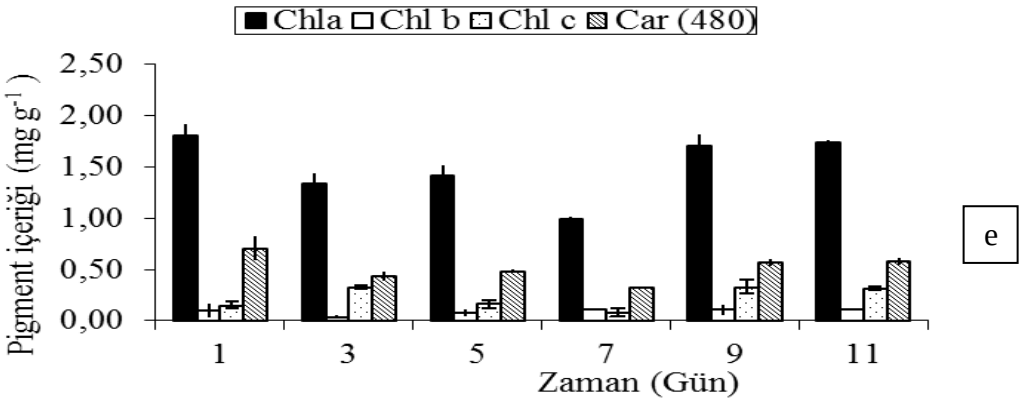
Şekil 4. 4. 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde sırasıyla a) Kontrol, b) Sarı, c) Mavi, d) Yeşil, ışıklarla yetiştiriciliği yapılan *Cystoseira barbata* gruplarının pigment içerikleri.



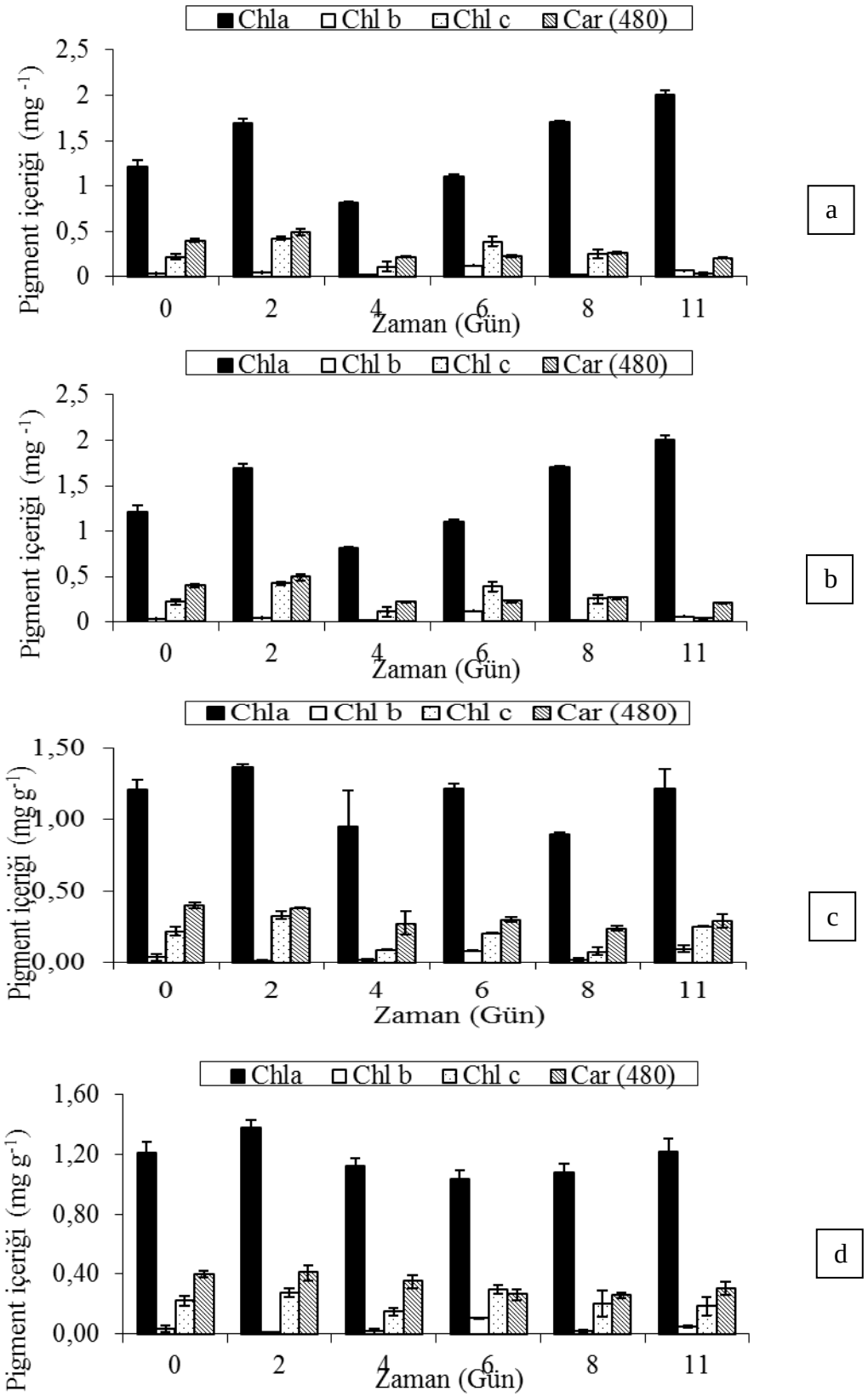
Şekil 4. 5. 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde e) Kırmızı ışıkda yetiştiriciliği yapılan *Cystoseira barbata* gruplarının pigment içerikleri.



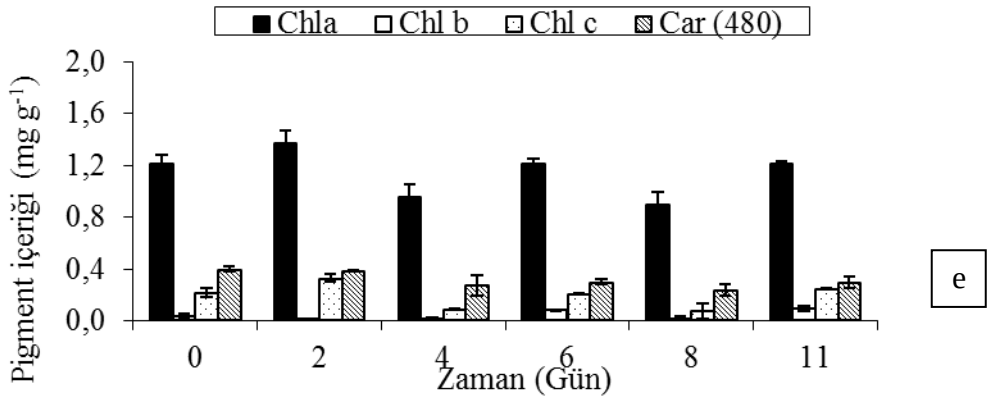
Şekil 4. 6. 80 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde sırasıyla a) Kontrol, b) Sarı, c) Mavi, d) Yeşil, ışıklarla yetiştiriciliği yapılan *Cystoseira barbata* gruplarının pigment içerikleri.



Şekil 4. 7. 80 µmol foton m2 s-1 ışık şiddetinde e) Kırmızı ışıkda yetiştiriciliği yapılan *Cystoseira barbata* gruplarının pigment içerikleri.



Şekil 4. 8. 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde sırasıyla a) Kontrol, b) Sarı, c) Mavi, d) Yeşil, ışıklarla yetiştiriciliği yapılan *Cystoseira barbata* grupların pigment içerikleri.



Şekil 4. 9. 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde , e) Kırmızı ışıkda yetiştiriciliği yapılan *Cystoseira barbata* grupların pigment içerikleri

4.4. Besin İçerikleri

Farklı ışık şiddetlerinde ve renklerdeki (sarı, mavi, yeşil, kırmızı) ışık kaynakları kullanılarak yapılan denemeler sonucunda hasat edilen *C. barbata* talluslarının besin içeriği ise Çizelge 4.5, 4.6 ve 4.7'de doğadan toplanan alglerin besin içeriği ise Çizelge 4.4'de verilmiştir. 60 µmol ışık şiddetindeki kontrol, sarı, mavi, kırmızı ve yeşil ışık kaynaklarında en yüksek yüzde yağ içeriği % 6,15±0,47 (mavi) olarak belirlenmiş olup bu değere 80 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde yapılan denemede en yüksek % 3,76±0,57 (yeşil) olarak saptanmıştır. Deneme grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde yapılan çalışmada ise en yüksek yağ içeriği % 3,57±0,02 (kontrol) olarak belirlenmiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Tez kapsamında gerçekleştirilen yetiştiricilik çalışmasında en yüksek yağ içeriği büyüme hızının az olduğu 60 µmol foton m^2 s^{-1} (mavi) ışık şiddetinde belirlenmesine karşın diğer tüm deneme gruplarında yağ içeriğinin birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. Farklı ışık türlerinin ve ışık şiddetlerinin *C. barbata* talluslarının yağ içeriğine etki etmediği düşünülmektedir.

Üç farklı ışık şiddetinde yetiştiriciliği yapılan *Cystoseira barbata* talluslarının 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetindeki en yüksek protein içeriği %16,23±0,16 (kontrol) olup, 80 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde en yüksek protein içeriği %17,46±0,72 (yeşil) olarak belirlenmiştir. 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde en yüksek protein içeriği %15,86±0,94 (kırmızı) olarak görülmüş ve gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli derecede farklar olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$). Yapılan yetiştiricilik çalışmasında kullanılan ışık şiddeti ve farklı renklerdeki LED ışık kaynaklarında protein içeriğinin doğa gruplarından yüksek olduğu görülmüş olup 80 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde yeşil ışık kaynağı en yüksek protein değerine sahip olduğu bulunmuştur. Çeşitli çalışmalarda *Cystoseira* türlerinin protein içeriği % 8,13 ile % 17,4 arasında saptanmıştır (Cirik ve ark., 2010; Çetingül ve ark., 1993; Güroy ve ark., 2007; Kaykaç, 2007; Kodalak, 2008; İrkin, 2009). Tez çalışması kapsamında elde edilen protein içeriğinin diğer çalışmalarla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Yetiştiriciliği yapılan talluslar hasat edildikten sonra belirlenen kül içeriklerinde 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde en yüksek kül içeriği % 34,76±0,58 (kontrol) olarak belirlenmiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak farklar olduğu görülmüştür ($p<0,05$). 80 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde en yüksek kül içeriği % 42,87±0,13 (kırmızı) olarak 100 µmol ışık şiddetinde ise en yüksek kül içeriğinin % 39,22±0,15 (kontrol) olduğu bulunmuştur. Gruplar arasında önemli istatistiksel farklılıklar saptanmıştır ($p<0,05$). Deneme kapsamında kullanılan ışık şiddetlerinde tüm renk grupları arasında en yüksek kül

değerlerinin istatistiksel olarak fark göstermediği bulunmuştur. Farklı kaynaklarda *C. barbata* alginin kül içeriğinin % 26,86 ile 43,6 arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir (Cirik ve ark., 2010; Kaykaç, 2007; İrkin, 2009).

Farklı renklerdeki ışık kaynaklarında yetiştiriciliği yapılan algin 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde en yüksek karbohidrat içeriğinin % 48,85±1,17 (kırmızı) olduğu belirlenmiş olup istatistiksel açıdan gruplar arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir ($p>0,05$). 80 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde en yüksek karbonhidrat içeriğinin ise % 50,16±0,23 (kontrol) olduğu ve gruplar arasında istatistiksel yönden farklar olduğu görülmüştür ($p<0,05$). 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde en yüksek karbohidrat içeriğini % 47,40±0,60 (kırmızı) olarak saptanmış ve gruplar arasında istatistiksel farklar olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Cirik ve ark., (2010) sera ortamında *C. barbata* talluslarını farklı besin rejimlerinde yertiştirmişler ve en yüksek karbohidrat içeriğini % 49,48 olarak bildirmişlerdir. Büyüme hızı düşük olan grupların karbohidrat içeriklerinin büyüme hızı yüksek olan gruplardan daha fazla olduğu denemeler sonucunda belirlenmiştir. Yetiştiricilik yoluyla elde edilen farklı alg biyomasların karbohidrat içeriklerinin düşük olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Ak ve ark., 2011; Boulus ve ark., 2007; Cirik ve ark., 2010; Martinez ve Buschmann, 1996).

60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık kaynağında yetiştiriciliği yapılan *C. barbata* talluslarının su içeriği % 84,73±0,15 (kontrol) olarak belirlenmiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklar tespit edilmemiştir ($p>0,05$). 80 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde su içeriğinin% 87,51±0,25 (yeşil) olarak görülmüş olup diğer renklerdeki ışık kaynakları arasında istatistiksel farklılık görülmüştür ($p<0,05$). 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şidetindeki su içeriklerine bakıldığında ise en yüksek değer % 87,47±3,32 (kontrol) olarak belirlenmiş olup diğer ışık kaynaklarının su içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli farklar tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4. 4. Denemeler süresince doğadan toplanan *C.barbata* talluslarının besin içerikleri

	%Yağ	%Protein	%Kül	%Karbohidrat	% Su
27.12.2012	$3,89^{a}$±0,14	$10,04^{c}$±0,01	$28,68^{c}$±0,64	$57,39^{a}$±1,81	$84,85^{a}$±0,19
10.01.2013	$3,85^{a}$±1,09	$11,29^{b}$±0,07	$39,40^{a}$±0,21	$45,45^{b}$±0,81	$84,00^{b}$±0,25
24.01.2013	$1,57^{b}$±0,09	$13,36^{a}$±0,16	$34,60^{b}$±1,16	$50,47^{b}$±1,10	$84,00^{ab}$±1,92

Her bir satırda verilen farklı harfler istatistiksel fark olduğunu göstermektedir($p<0,05$).

Çizelge 4. 5. 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde yetiştiriciliği yapılan *C. barbata* talluslarının besin içerikleri (± standar sapma) (n=3)

	%Yağ	%Protein	%Kül	%Karbohidrat	% Su
Kontrol	$4,91^{a}$±0,04	$16,23^{a}$±0,16	$34,76^{ab}$±0,58	$44,10^{a}$±0,76	$84,73^{a}$±0,15
Sarı	$5,32^{a}$±0,79	$15,31^{a}$±0,39	$35,30^{a}$±0,12	$44,06^{a}$±1,19	$84,62^{a}$±0,21
Mavi	$6,15^{a}$±0,47	$15,66^{a}$±0,63	$33,37^{bc}$±0,07	$44,82^{a}$±1,39	$84,36^{a}$±0,16
Yeşil	$4,33^{a}$±0,03	$15,62^{a}$±0,08	$33,03^{bc}$±0,50	$47,02^{a}$±1,17	$84,10^{a}$±0,23
Kırmızı	$4,51^{a}$±0,20	$13,47^{b}$±0,15	$33,17^{c}$±0,12	$48,85^{a}$±1,17	$84,25^{a}$±0,22

Her bir satırda verilen farklı harfler istatistiksel fark olduğunu göstermektedir($p<0,05$).

Çizelge 4. 6. 80 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde yetiştiriciliği yapılan *C. barbata* talluslarının besin içerikleri (± standart sapma) (n=3)

	%Yağ	%Protein	%Kül	%Karbohidrat	%Su
Kontrol	$3,43^{a}$±0,01	$16,36^{a}$±0,28	$30,05^{e}$±0,07	$50,16^{a}$±0,23	$84,88^{bc}$±0,06
Sarı	$2,97^{a}$±0,05	$16,13^{a}$±0,42	$33,13^{d}$±0,10	$47,78^{b}$± 0,47	$84,97^{b}$±0,08
Mavi	$2,95^{a}$±0,85	$16,28^{a}$±0,11	$38,86^{b}$±0,03	$41,91^{d}$±0,77	$84,66^{bc}$±0,32
Yeşil	$3,76^{a}$±0,57	$17,46^{a}$±0,72	$34,09^{c}$±0,36	$44,68^{c}$±0,21	$87,51^{a}$±0,25
Kırmızı	$3,55^{a}$±0,60	$15,34^{a}$±1,10	$42,87^{a}$±0,13	$38,25^{e}$±0,63	$84,95^{b}$±0,28

Her bir satırda verilen farklı harfler istatistiksel fark olduğunu göstermektedir ($p<0,05$).

Çizelge 4. 7. 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde yetiştiriciliği yapılan *C. barbata* talluslarının besin içerikleri (± standar sapma) (n=3)

	%Yağ	%Protein	%Kül	%Karbohidrat	%Su
Kontrol	$3,57^{a}$±0,02	$15,58^{ab}$±0,10	$39,22^{a}$±0,15	$41,63^{c}$±0,03	$87,47^{a}$±3,32
Sarı	$3,44^{ab}$±0,12	$14,40^{ab}$±1,16	$38,26^{ab}$±0,25	$43,90^{c}$± 1,28	$86,99^{a}$±1,23
Mavi	$3,02^{b}$±0,03	$14,76^{ab}$±0,08	$38,27^{ab}$±0,48	$43,96^{c}$±0,53	$85,36^{a}$±4,48
Yeşil	$3,51^{a}$±0,23	$15,34^{ab}$±0,02	$36,67^{bc}$±0,00	$44,49^{bc}$±0,21	$86,26^{a}$±2,40
Kırmızı	$2,28^{c}$±0,02	$15,86^{a}$±0,94	$34,47^{d}$±0,32	$47,40^{b}$±0,60	$85,61^{a}$±3,42

Her bir satırda verilen farklı harfler istatistiksel fark olduğunu göstermektedir ($p<0,05$).

4.5 Sodyum Aljinat İçerikleri

Farklı ışık şiddetlerinde (60 µmol, 80 µmol, 100 µmol foton m^2 s^{-1}), farklı renklerde (sarı, mavi, yeşil, kırmızı) LED ışık kaynakları kullanılarak yapılan *C. barbata* yetiştiricilik çalışması sonunda hasat edilen biyomasın % Na aljinat miktarlarındaki değişimleri incelenmiştir. 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetindeki Na aljinat miktarında en yüksek % 17,85±0,75 (mavi) görülürken, 80 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetindeki aljinat miktarı en yüksek 15,97±0,32 (mavi) olduğu belirlenmiştir. 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetindeki % Na aljinat miktarı ise en yüksek 12,78±0,31 (sarı) olarak saptanmıştır (Çizelge 4.7). Denemeler süresince doğadan toplanan tallusların aljinat içeriklerinin ise % $10,58^{ab}$±0,88 ile $15,81^{a}$±0,51 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. *C. barbata* talluslarının sodyum aljinat içeriğinin mevsimlere ve beslenme rejimine göre % 7,21 ile 27,65 arasında değişim gösterdiği çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Cirik ve ark., 2010; Kodalak, 2008; Koçoğlu, 2010). Tez çalışması sonucunda büyüme hızının düşük olduğu grupların sodyum aljinat içeriklerinin de daha yüksek olduğu belirlenmiş olup elde edilen bulgular Cirik ve ark., (2010) ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4. 8. Denemeler süresince doğadan toplanan *C.barbata* talluslarının % Na aljinat içerikleri

Tarih	% Na aljinat
27.12.2012	$14,86^{abc}$±1,05
10.01.2013	$15,81^{a}$±0,51
24.01.2013	$10,58^{ab}$±0,88

Her bir satırda verilen farklı harfler istatistiksel fark olduğunu göstermektedir ($p<0,05$).

Çizelge 4. 9. Farklı şiddetlerde ve farklı renklerde LED ışık kaynaklarında yetiştirilen *C. barbata* talluslarının % Na aljinat içerikleri (± standart hata) (n=3)

	60 µmol foton $m^2 s^{-1}$	80 µmol foton $m^2 s^{-1}$	100 µmol foton $m^2 s^{-1}$
Kontrol	$14,09^{bc}$±0,71	$14,59^{ab}$±0,06	$7,68^{b}$± 0,18
Sarı	$12,72^{c}$±1,17	$7,78^{c}$±0,08	$12,78^{a}$±0,31
Mavi	$17,85^{a}$±0,75	$15,97^{a}$±0,32	$10,76^{ab}$±1,67
Yeşil	$12,81^{bc}$±0,95	$13,31^{b}$±0,25	$11,73^{ab}$±1,61
Kırmızı	$16,18^{ab}$±0,06	$15,50^{a}$±0,24	$11,24^{ab}$±0,34

Her bir satırda verilen farklı harfler istatistiksel fark olduğunu göstermektedir ($p<0,05$).

BÖLÜM 5
SONUÇ VE ÖNERİLER

Cystoseira barbata'nın pigment içeriği ve biyokimyasal kompozisyonu tuzluluk, sıcaklık ve besin tuzu gibi faktörlerden etkilenmektedir (Cirik ve ark., 2010). Makro alglerin pigment içeriğini değiştiren en önemli faktörlerden birisi de ışıktır. Işık şiddeti ve dalga boyu alglerin büyüme hızını, pigment içeriğini ve biyokimyasal kompozisyonunu değiştirmektedir (Hirata ve ark., 1998; Wang ve ark., 2007). LED lambalar tarımsal ürünlerin yetiştiriciliğinde belirli dalga boyları arasında ışık üretmeleri ve enerji tüketimlerinin düşük olmaları nedeniyle kullanılmaya başlanmıştır (Paudel ve ark., 2008).

Bu çalışmada LED lambalar (kırmızı, mavi, yeşil, sarı) kullanılarak *C. barbata*'nın vejetatif yetiştiriciliği yapılarak büyüme hızı, pigment maddesi içeriği ve biyokimyasal kompozisyonunda meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Farklı LED ışık kaynaklarında ve farklı ışık şiddetlerinde yetiştiriciliği yapılan *C. barbata* talluslarının en yüksek büyüme hızı ve biyomas veriminin 100 µmol foton m^2 s^{-1} (kırmızı) ışık şiddetinde olduğu saptanmıştır. En yüksek yüzde yağ içeriğini 60 µmol foton m^2 s^{-1} (mavi) ışık şiddetinde bulunmuş olup en yüksek protein, kül ve kuru ağırlık 80 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde sırasıyla (yeşil, kırmızı ve yeşil) olarak saptanmıştır. Farklı renklerdeki LED ışık kaynaklarında yetiştiriciliği yapılan algin karbohidrat içeriğinin 60 µmol foton m^2 s^{-1} (doğa) olduğu belirlenmiş ve % Na aljinat miktarına bakıldığında ise en yüksek 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde 16,18±0,06 (kırmızı) olduğu bulunmuştur. Çalışma sonucunda, kırmızı LED ışık kaynaklarının kullanımının algin büyüme hızı ve biyomas verimini arttırdığı belirlenirken, tallusların aljinat içeriklerinin ise mavi LED ışık kullanılarak yükseltildiği belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda elde edile bulgular sonucunda aşağıdaki öneriler sunulmuştur.

- Denizel ortamda yetiştiricilik çalışmaları yapılabilir.
- Algin denizel ortamda derinliğe bağlı olarak yetiştiricilik çalışmaları yapılabilir.
- Bu alg sporları üzerine farklı renklerdeki LED ışık kaynaklarının etkisi araştırılabilir.

LED lambalar, diğer lamba türlerinden daha az enerji harcaması ve daha dayanıklı olması nedeniyle günümüzde bir çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak makro alg türlerinin yetiştiriciliğinde bu lambaların kullanımına yönelik çok az çalışma bulunmaktadır. Bu tez kapsamında elde edilen bulgular sonucunda yetiştirilecek olan makro alg türüne ve elde edilmek istenen ürüne göre farklı renklerdeki ışık kaynaklarının kullanılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Ak İ., Çetin Z., Cirik Ş.ve Göksan T., 2011. *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss Culture Using an Agricultural Organic Fertilizers. *Fresenius Environmental Bulletin*, 8a: 2156-2162.

Ak İ. ve Yücesan M., 2012. Effect of Light Intensity on the Pigment Composition of *Gracilaria verrucosa* (Rhodophyta). *Fresenius enviromental bulletin by PSP*, 21 (28): 2126-2131.

Anonim, 2012a. http://tr.wikipedia.org/wiki/LED_lamba

Anonim,2012b.http://eklite.com/bunlari_biliyormusunuz/15/led-aydinlatma-ve ozellikleri. html

Anonim, 2013a http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu

Anonim, 2013b http://www.bcae1.com/led.htm

Anonim,2013c,http://tr.wikipedia.org/wiki/Fotosentez#Fotosentez_h.C4.B1z.C4.B1n.C4.B1_etkileyen_etkenler

AOAC, 2002a. Ashes Content. 920.153. Official method of analysis (17 th ed.). Gaithersburg, Maryland: Association of Official Analytical Chemists.

AOAC, 2002b. Protein Content. 960.39. Official method of analysis (17 th ed.). Gaithersburg, Maryland: Association of Official Analytical Chemists.

Boulus A., Spaneir E. ve 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.

Chen H.B., Wu J.Y., Wang C.F., Fu C.C., Shieh C.J., Chen C.I., Wang C.Y. ve Liu Y.C., 2010. Modeling on Chlorophyll *a* and Phycocyanin Production by *Spirulina platensis* Under Various Light-Emitting Diodes. *Biochemical Engineering Journal*, 53: 52–56.

Cirik Ş., Çetin Z., Ak İ., Cirik S. ve Göksan T., 2010. Greenhouse Cultivation of *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss and Determination of Chemical Composition. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10: 559-564.

Cirik S. ve Cirik Ş., 2011. *Su Bitkileri (Deniz Bitkilerinin Biyolojisi, Ekolojisi Yetiştirme teknikleri)* (3.baskı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları. 61-72.

Cirik Ş., Şen E. ve Ak İ., 2010. Esmer Alglerden *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C. agardh' nın Yetiştiriciliği ve Kimyasal Bileşiminde Meydana Gelen Değişimler. *Journal of Fisheries Sciences*, 4 (4): 354-361.

Çetingül V., 1993. Ekonomik Değerdeki Bazı Deniz Alglerinin Kimyasal İçeriklerinin Saptanması. (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı, Bornova, İzmir.

Çetingül V., 1996. *Cystoseira barbata* (Good et Woodw.) C.Ag., (Fucales, Fucophyceae)' nın Aminoasit İçeriklerinin Saptanması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 13 (1-2) 119-121.

Dawes C.J., 1981. *Marine Botany*. University of South Florida, A Wiley-Interscience Publication, USA. 130-134.

FAO, (2012). The State at World Fisheries and Aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture department, Roma. 40-42.

Folch J., Lees M. ve 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. ve Aysel V., 1999. *Tohumsuz Bitkiler Sistemetiği 1.Cilt (Algler)* (4.). Ege üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi. İzmir, 170-197.

Güroy B. K., Cirik Ş., Güroy D., Sanver F. ve Tekinay A.A., 2007. Effect of *Ulva rigida* and *Cystoseira barbata* Meals as a Feed Additive on Growth Performance, Feed Utilization, and Body Composition of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus. Turkısh Journal of Veterınary & Anımal Scıences,* 31(2): 91-97.

Güven K.C., 1974. Türkiye Algleri Üzerinde Kimyasal, Farmokolojik ve Ekolojik Araştırmalar. Türkiye Bilimsel Araştırma Projesi. TBAG-101.

Hirata S., Taya M. ve Tone S., 1998. Continuous Culture of *Spirulina platensis* Under Photoautotrophic Conditions with Change in Light Intensity, *Journal of Chemıcal Engıneerıng of Japan,* 31: 636–639.

Javanmardian M. ve Palsson B.Ø., 1991. High-density Photoautotrophic Algal Cultures: Design, Construction, and Operation of a Novel Photobioreactor System, *Biotechnology and Bioengineering*, 38: 1182–1189.

Jeffery S.W. ve Humphrey G.F. (1975). New Spectrophotometric Equations for Determining Chlorophylls *a*, *b*, c_1, and c_2 in Higher Plants, Algae and Natural Phytoplankton. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen* 167: 191-194.

Katsuda T., Shimahara K., Shiraishi H., Yamagami K., Ranjbar R.ve Katoh S., 2006. Effect of Flashing Light From Blue Light Emitting Diodes on Cell Growth and Astaxanthin Production of *Haematococcus pluvialis*. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 5: (102) 442–446.

Kirk J.T.O., 2011. *Light Photosynthesis in Aquatic Ecosystems*. Cambridge University Press, New York. pp395.

Koçoğlu Z.G., 2010. Çanakkale Boğazındaki Bazı Kahverengi Alglerde Alginat Miktarının Yıllık Değişimi (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Çanakkale.

Kodalak N., 2008. Sinop Kıyılarındaki "*Cystoseira barbata*" Deniz Yosunundan Aljinat Üretimi Üzerine Araştırma (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su ürünleri Avlama ve işleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Samsun.

Kural Ö., 2013. *Nannochloropsis oculata* (Droop) Hibbert (eustigmatophyceae)'in LED Lambalar ile Büyüme ve Yağ Biriktirme Özelliklerinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, Çanakkale.

Latife C.İ., 2009. Çanakkale Boğazında Yayılış Gösteren Makro Alglerin Kimyasal Komposizyonunun Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Çanakkale.

Lobban C.S. ve Harrison P.J., 1994. *Seaweed Ecology and Physiology*. Cambridge University Press. United States of Amerika. 123-159.

Martinez A. Ve Buschmann A.H., 1996. Agar Yield and Quality of *Gracilaria chilensis* (Gigartinales, Rhodophyta) in Tank Culture Using Fish Effluents. *Hydrobiologia*, 341-345.

Ono E. ve Cuello J.L., 2004. Design Parameters Of Solar Concentrating Systems for CO_2-Mitigating Algal Photobioreactors Energy. *The International Journal*, 29: 1651-1657.

Ova Kaykaç G., 2007. Bazı Alg Türlerinin (*Cystoseira barbata, Ulva rigida* ve *Gracilaria verrucosa*) Tatlarında etkili olan Aminoasitlerin Mevsimsel Değişimi (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Çanakkale.

Özdamar K., 1997. *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi I*. Kaan Yayın evi, Eski-şehir.

Perez-Bermudez P., Garcia-Carrascosa M., Cornejo M. J. ve Segura J., 1981. Water-Depth Effects in Photosynthetic Pigment Content of the Benthic Algae *Dictyota dichotoma* and *Udotea petiolata*. *Aquatic Botany*, 11: 373–377.

Paudel P.R., Kataoka I. ve Mochioka R., 2008. Effect of Red and Blue-Light-Emitting Diodes on Growth and Morphogenesis of Grapes. *Plant Cell Tissue Organ Culture* 92: 147–153.

Round F.E. (1962). The biology of the Algae. Edward Arnold Ltd.

Smith F.A. ve Walker N.A., 1980. Photosynthesis by Aquatic Plants: Efects of Unstirred Layers in Relation to Assimilation of CO_2 and HCO_3 and Carbon İsotopic Discrimination. *New Phytologist*, 86: 245-259.

Troell M., Halling C., Nilson A., Bushmann A.H., Kautsky N. ve Kautsky L., 1987. Integrated Marine Cultivation of *Gracilaria chilensis* (Gracilariales, Rhosdophyta) and Salmon Cages for Reduced Environmentalm in İmpact and İncreased Economic Output Aqauculture, 156: 45-61.

Vardar Y., Güven A., 1996. Bitki Fizyolojisine Giriş (12. Baskı). Barış yayınları, İzmir. 158-165.

Wang C., Fu C.C. ve Liu Y.C., 2007. Effects of Using Light-emitting Diodes on the Cultivation of *Spirulina platensis*. *Biochemical Engineering Journal*, 37: 21–25.

Wang W.J., Sun X.T., Wang G.C., Xu P., Wang X.Y., Lin Z. L. ve Wang 2010 a. Effect of Blue Light on Indoor Seedling Culture of *Saccharina japonica* (Phaeophyta). *Journal Applied Phycology*, 22: 737–744.

Wang W.J., Sun X.T. ve Wang F.J., 2010 b. Effect of Blue Light on on Early Sporophyte Development *Saccharina japonica* (Phaeophyta). *Marine Biology*, 157: 1811–1817.

Wheeler W.N., 1980a. Effects of Boundary Layer Transport on the Fixation of Carbon by the Giant Kelp *Macrocystis pyrifera*. *Marine Biology*, *56*: 103–110.

Wheeler W.N., 1980b. Pigment Content and the Photosynthetic Rate of the Fronds of *Macrocystis pyrifera*. *Marine Biology*, *56*: 97-102.

http://www.emo.org.tr/ekler/956c5080dc82dda_ek.pdf?tipi=2&turu=X&sube=7

ÇİZELGELER **Sayfa No**

Çizelge 2. 1. Piyasada bulunabilen renkler için dalga boyu aralığı, gerilim düşümü değeri (http://www.emo.org.tr'dan modifiye edimiştir) 3
Çizelge 3.1. Conway ortamı stok solüsyon 7
Çizelge 4. 1. 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddeti uygulanan grubun sıcaklık ve pH değerlerinde meydan gelen değişimler (n=195) 10
Çizelge 4. 2. 80 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddeti uygulanan grubun sıcaklık ve pH değerlerinde meydan gelen değişimler (n=195) 11
Çizelge 4. 3. 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddeti uygulanan grubun sıcaklık ve pH değerlerinde meydan gelen değişimler (n=195) 11
Çizelge 4. 4. Denemeler süresince doğadan toplanan *C.barbata* talluslarının besin içerikleri 23
Çizelge 4. 5. 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde yetiştiriciliği yapılan *C. barbata* talluslarının besin içerikleri (± standar sapma) (n=3) 24
Çizelge 4. 6. 80 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde yetiştiriciliği yapılan *C. barbata* talluslarının besin içerikleri (± standart sapma) (n=3) 24
Çizelge 4. 7. 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde yetiştiriciliği yapılan *C. barbata* talluslarının besin içerikleri (± standar sapma) (n=3) 25
Çizelge 4. 8. Denemeler süresince doğadan toplanan *C.barbata* talluslarının % Na aljinat içerikleri 26
Çizelge 4. 9. Farklı şiddetlerde ve farklı renklerde LED ışık kaynaklarında yetiştirilen *C. barbata* talluslarının % Na aljinat içerikleri (± standart hata) (n=3) 26

ŞEKİLLER **Sayfa No**

Şekil 3. 1. *Cystoseira barbata* tallusu. 5
Şekil 3. 2.Yetiştiricilik siteminin genel görüntüsü. 6
Şekil 4. 1. 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde yetiştiriciliği yapılan *C. barbata* gruplarının günlük büyüme hızları (% $gün^{-1}$) ve biyomas verimi (g m^{-2}). 13
Şekil 4. 2. 80 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde yetiştiriciliği yapılan *C. barbata* gruplarının günlük büyüme hızları (% $gün^{-1}$) ve biyomas verimi (g m^{-2}). 13
Şekil 4. 3. 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde yetiştiriciliği yapılan *C. barbata* gruplarının günlük büyüme hızları (% $gün^{-1}$). 14
Şekil 4. 4. 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde sırasıyla a) kontrol, b) sarı, c) mavi, d) yeşil, ışıklarla yetiştiriciliği yapılan *Cystoseira barbata* gruplarının pigment içerikleri. 16
Şekil 4. 5. 60 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde e) kırmızı ışıkda yetiştiriciliği yapılan *Cystoseira barbata* gruplarının pigment içerikleri. 17
Şekil 4. 6. 80 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde sırasıyla a) kontrol, b) sarı, c) mavi, d) yeşil, ışıklarla yetiştiriciliği yapılan *Cystoseira barbata* gruplarının pigment içerikleri. 18
Şekil 4. 7. 80 µmol foton m2 s-1 ışık şiddetinde e) kırmızı ışıkda yetiştiriciliği yapılan *Cystoseira barbata* gruplarının pigment içerikleri. 19
Şekil 4. 8. 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde sırasıyla a) kontrol, b) sarı, c) mavi, d) yeşil, ışıklarla yetiştiriciliği yapılan *Cystoseira barbata* grupların pigment içerikleri. 20
Şekil 4. 9. 100 µmol foton m^2 s^{-1} ışık şiddetinde , e) kırmızı ışıkda yetiştiriciliği yapılan *Cystoseira barbata* grupların pigment içerikleri. 21

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER:

Adı Soyadı: Cenk ÖZTAŞKENT
Doğum Yeri: İstanbul
Doğum Tarihi: 01.05.1988

EĞİTİM DURUMU:

Lisans öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Yüksek Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı
Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

İLETİŞİM:

E-posta: cenk-88@ hotmail.com