

T.C.  
ÇANAKKALE ONSEKİZMART ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

*GRACILARIA VERRUCOSA* (HUDSON)  
PAPENFUSS'NİN SERA KOŞULLARINDA  
FARKLI KÜLTÜR ORTAMLARINDA  
YETİLTİRİLMESİ VE AGAR VERİMLERİNİN  
KARŞILAŞTIRILMASI

Zerrin ÇETİN

Danışman:

Prof. Dr. İbrahim ÇEKİR

Aralık, 2008

ÇANAKKALE

***GRACILARIA VERRUCOSA* (HUDSON)  
PAPENFUSS'NIN SERA KOULLARINDA  
FARKLI KÜLTÜR ORTAMLARINDA  
YETİTİLMİŞ VE AGAR VERİMLERİNİN  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi  
Su Ürünleri Anabilim Dalı**

---

**Zerrin ÇETİN**

**Danışman:  
Prof. Dr. İbrahim C R K**

**Aralık, 2008**

## ÇANAKKALE

### YÜKSEK LİSANS TEZ SINAV SONUÇ FORMU

ZERRİN ÇETİN tarafından PROF. DR. ÜKRAN ÇİRKİ yönetiminde hazırlanan “*GRACILARIA VERRUCOSA (HUDSON) PAPENFUSS*’NİN SERA KÖKULLERİNDE FARKLI KÜLTÜR ORTAMLARINDA YETİLTİLMİŞ VE AGAR VERİMLERİNİN KARILAŞTIRILMASI” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. ÜKRAN ÇİRKİ

Yönetici

Prof. Dr. Semra ÇİRKİ

Jüri Üyesi

Doç. Dr. A. Adem TEKİNAY

Jüri Üyesi

Sıra No:

Tez Savunma Tarihi: 13/01/2009

Prof. Dr. Nezihet AYDIN

Müdür

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

## TE EKKÜR

Makroalg konusunda çalı mam için beni cesaretlendiren ve çalı mam süresince bilgisini ve deste ini esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. ükran C R K'e, protein ve ya analizleri için malzeme ve laboratuvar desteklerini gördü üm Yeti tiricilik Bölüm Ba kanı Doç. Dr. A. Adem TEK NAY'a, fiktotron ünitesinde yaptı ım deneme çalı malarında yardımcı olan Doç. Dr. Tolga GÖKSAN'a, agar analizlerimde laboratuvar deste i sa layan Doç. Dr. Fatma ARIK ÇOLAKO LU'na ve Yrd. Doç. Dr. Nermin BER K'e, pigment içerikleri ve fosfor analiz lerimde yardımcı olan Ara . Gör. Özgür Emek NANMAZ'a, çalı malarım boyunca bilgi ve deste ini esirgemedi beni sabırla yönlerinden Ara . Gör. Dr. İknur AK'a ve zorlu çalı ma temposunda her zaman yanımda olup beni destekleyen sevgili e im Orhan ÇET N'e ve aileme te ekkürlerimi sunarım.

Zerrin ÇET N

**Aralık, 2008**

## S MGELER VE KISALTMALAR

<b>kg</b>	:kilogram
<b>gr</b>	:gram
<b>mg</b>	:miligram
<b>m</b>	:metre
<b>m<sup>2</sup></b>	:metrekare
<b>ml</b>	:mililitre
<b>L</b>	:litre
<b>μ</b>	:mikron
<b>μg</b>	:mikrogram
<b>μmol</b>	:mikromol
<b>μE</b>	mikroEinstein

**GRACILARIA VERRUCOSA (HUDSON) PAPPENFUSS'NIN SERA  
KO ULLARINDA FARKLI KÜLTÜR ORTAMLARINDA  
YETİTİLMESİ VE AGAR VERİMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

**ÖZET**

Deniz alglerinin kullanımı çok eski yıllara dayanmaktadır, ancak bilimsel yollarla değerlendirilmeleri son yüzyılda olmuştur. Algler yüksek besin içerikleri nedeniyle araştırmacılar tarafından nüfus artışı nedeniyle doğabilecek beslenme probleminin çözülmesi amacıyla gıda endüstrisi için önemli bir hammadde kaynağı olarak gösterilmiştir ve bu amaçla üretim çalışmalarına başlanmıştır. Gelişen teknolojiyle birlikte alglerden çeşitli ekstraksiyon ürünleri (agar-agar, aljinik asit, karragen) elde edilmiştir. Bu ürünler; tıp, gıda, eczacılık ve kozmetik gibi sanayinin çeşitli dallarında kullanım alanı bulmuştur. Kırmızı alglerden özütlenerek elde edilen agar-agarın özellikle bakteriyolojide kullanımı dünya çapında ticari önem kazanmasına neden olmuştur. Birçok ülke tarafından agar-agar hammaddesi olarak *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Pappenfuss türünün kullanılması bu algi değerlendirilmektedir. Dardanos Tesislerinde bulunan Alg Üretim Ünitesinde (Fikotron) *Gracilaria verrucosa*'nın iki farklı kültür ortamında (Conway ve Modifiye edilmiş Johnson ortamı) büyüme ve agar özellikleri belirlenmiştir. Conway ortamının kullanıldığı tanklarda spesifik büyüme hızları en yüksek ve en düşük olmak üzere sırasıyla  $3,31 \pm 0,78$  gün<sup>-1</sup> (Kasım) ve  $1,35 \pm 0,87$  gün<sup>-1</sup> (Mart), Modifiye edilmiş Johnson ortamında ise  $4,03 \pm 1,63$  gün<sup>-1</sup> (Kasım) ve  $1,21 \pm 0,34$  gün<sup>-1</sup> (Mart) olarak saptanmıştır. Agar içerikleri ise Conway ortamında  $11,22 \pm 1,54$  ile  $21,92 \pm 2,24$  arasında değişim göstermiş olup, Modifiye edilmiş Johnson ortamında ise en düşük  $9,65 \pm 1,12$  ve en yüksek  $18,64 \pm 2,38$  olarak bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Gracilaria verrucosa*, Makro alg, tank yetiştiriciliği, büyüme parametreleri, agar – agar.

Hazırlanan bu Yüksek Lisans tezi ÇOMÜ-BAP (Bilimsel Araştırmalar Projeleri) tarafından 2007/24 no'lu projeden desteklenmiştir.

**CULTIVATION OF *GRACILARIA VERRUCOSA* (HUDSON) PAPPENFUSS  
AT GREENHOUSE CONDITIONS USING DIFFERENT CULTURE  
MEDIUMS AND DETERMINATION OF AGAR YIELDS**

**ABSTRACT**

Using of seaweed go on to ancient times but their scientific utilization occurred in the last centuries. Because of seaweeds have high proximate consumption, researcher, to solve the nutrition problem which depends on increases of population, proposed them a good raw material for food industry and started the process. With developing technology, seaweeds used for to extracted products (agar-agar, alginate, carrageenan). This products have different using areas like food, pharmacy and cosmetic. Agar which extracted from red seaweed found area especially in bacteriology and have gained commercial value around the world. Use of *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Pappenfuss for raw material of agar-agar in many countries, makes this seaweeds more valuable. In this study, growing of *G. verrucosa*'s in different culture mediums (Conway and Modified Johnson medium) were examined at algae production unit located in Dardanos Campus of COMU and specialities of agar-agar were determined. Maximum and minimum specific growth rates were calculated  $3,31 \pm 0,78$  % day<sup>-1</sup> (October) and  $1,35 \pm 0,87$  % day<sup>-1</sup> (March) at Conway medium and as  $4,03 \pm 1,63$  % day<sup>-1</sup> (October) and  $1,21 \pm 0,34$  % day<sup>-1</sup> (March) at Modified Johnson Medium, respectively. Also, agar contents changed between  $11,22 \pm 1,54$  % to  $21,92 \pm 2,24$  % for Conway Medium and the highest and the lowest values were observed as  $18,64 \pm 2,38$  % and  $9,65 \pm 1,22$  % for Modified Johnson Medium.

**Key words:** *Gracilaria verrucosa*, Macro algae, tank cultivation, growth parameters, agar - agar.

The present M.Sc. thesis was supported by COMU-BAP (Scientific Research Project) under the project no of 2007/24.

## ÇER K

	Sayfa No
TEZ SINAVI SONUÇ BELGES .....	ii
TE EKKÜR.....	iii
S MGELER VE KISALTMALAR .....	iv
ÖZET .....	v
ABSTRACT .....	vi
BÖLÜM 1.....	1
ÖNCEK ÇALI MALAR .....	3
2.1. <i>Gracilaria verrucosa</i> ’nın Sistematikteki Yeri .....	3
2.2. <i>Gracilaria verrucosa</i> ’nın Biyolojik Özellikleri .....	3
2. 3. <i>Gracilaria verrucosa</i> ’nın Da ılımı ve Ekolojisi .....	5
2. 4. <i>Gracilaria verrucosa</i> ’nın Hayat Devri .....	6
2. 5. <i>Gracilaria</i> ’nın Entansif Yeti tiricili i .....	7
2. 5. 1. Halatlarda ve Sallarda Yapılan Kültür Sistemleri .....	7
2. 5. 2. Tank Kültür Sistemleri .....	8
2. 5. 3. Tank Kültür Sistemlerinde <i>Gracilaria</i> ’nın Büyümesini Etkileyen Faktörler.....	10
2. 6. <i>Gracilaria</i> ’nın Pigment Maddesi çerikleri .....	13
2. 7. <i>Gracilaria</i> ’nın Besin çerikleri .....	13
2. 8. <i>Gracilaria</i> Türlerinden Elde Edilen Ürünler .....	14
2. 8. 1. Agarın Kullanım Alanları .....	15
BÖLÜM 3.....	17
MATERYAL VE YÖNTEM .....	17
3. 1. Örneklerin Toplanması.....	17
3. 2. Yeti tiricilik Denemeleri .....	17
3. 3. Su Kalitesi Analizleri .....	19
3. 4. Spesifik Büyüme Hızı .....	20
3. 5. Pigment Maddesi Analizleri .....	20
3. 6. Besin çerikleri Analizleri .....	20
3. 6. 1. Nem Tayini .....	20
3. 6. 2. Ham Kül Tayini .....	21
3. 6. 3. Ham Ya Tayini .....	21
3. 6. 4. Protein Tayini .....	22
3. 6. 5. Fosfor Tayini .....	22
3. 7. Agar Analizleri .....	23



3. 7. 1. Agar Ekstraksiyonu .....	23
3. 7. 2. Agar Jelle me Sıcaklı ı Tayini .....	24
3. 7. 3. Agar Jel Erime Sıcaklı ı Tayini .....	24
3.8. istatistiksel Analizler .....	24
<b>BÖLÜM 4.....</b>	<b>25</b>
<b>BULGULAR .....</b>	<b>25</b>
4. 1. Su Kalitesi Parametreleri .....	25
4. 2. Spesifik Büyüme Hızları ve Biyomas Miktarları .....	27
4. 3. Toplam Klorofil ve Karotenoid çerikleri .....	29
4. 4. Besin Kompozisyonu çerikleri .....	30
4. 5. Agar çerikleri ve Özellikleri .....	32
<b>BÖLÜM 5.....</b>	<b>34</b>
<b>TARTI MA VE SONUÇ .....</b>	<b>34</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>43</b>
<b>TABLolar .....</b>	<b>I</b>
<b>EK LLER.....</b>	<b>II</b>
<b>YA AM ÖYKÜSÜ .....</b>	<b>III</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>IV</b>

## BÖLÜM 1

### G R

Çiçeksiz bitkiler (Kriptogam) grubunda yer alan deniz yosunları (Algler), biyolojik ve ekolojik fonksiyonları ile deniz ekosisteminin önemli canlı topluluklarıdır. Aynı zamanda diğer canlıların beslenme, barınma ve üreme ortamlarını oluşturmaktadırlar (Cirik ve Cirik, 1999).

Günümüzde tarımsal ve endüstriyel kaynaklar, hızla artan dünya nüfusunun gereksinimini karşılayamamaktadır. Tarım arazileri yetersiz ya da verimsiz olan ülkeler, yosunların yetiştiricilik yöntemlerini ve kullanım alanlarını geliştirmeleri ve artan yosun talebini karşılamak için yetiştiricilik çabalarına başlamışlardır. 2006 yılı verilerine göre yararlanılan yosunların % 7'si doğal kaynaklardan, % 93'ü ise yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir (FAO, 2006a).

Kırmızı algler yüksek besin içerikleri (protein, yağ asitleri ve karbonhidrat) nedeniyle, gıda endüstrisi için önemli bir hammadde kaynağı olup yoğun halde üretimleri yapılmaktadır. Kırmızı alg üretimi yapan ülkeler başlıca Çin, Endonezya, Japonya, Tayvan'dır. Özellikle gıda endüstrisinde katkı maddesi olarak kullanılan kırmızı algler, dünya alg üretiminin % 34'ünü oluşturmaktadır ve elde edilen çeşitli ekstraksiyon ürünleri (agar-agar, karragen); tıp, eczacılık ve kozmetik gibi diğer sanayi dallarında da kullanılmaktadır (Cirik ve Cirik, 1999). Bu önemli hammadde, dünya ekonomisinde 200 milyon ABD doları katkı sağlamaktadır (FAO, 2006b).

Kırmızı alglerden *Gracilaria* türleri agar-agar üretiminde en fazla tercih edilen hammadde olması nedeniyle ekonomik öneme sahiptir. 1990 yılı verilerine göre dünya genelinde *Gracilaria* üretimi 370 000 ton olduğu belirtilmektedir. 2000'li yılların başlarında Japonya'da entegre kültür sistemlerinde alg yetiştiricilik teknolojilerinin geliştirilmesi ve 2003 yılından itibaren Çin'in de *Gracilaria* kültürüne başlaması nedeniyle yıllık üretim 600 444 tona ulaşmıştır. (Perez ve diğeri, 1992, FAO, 2006a).

*Gracilaria verrucosa* ülkemizde zmir ve zmit körfezlerinde da ılım göstermektedir. Yapılan alı malara göre, zmir körfezindeki do al stokların 10 yılda 12,5 kg ya a ırlık m<sup>-2</sup>,den 6 kg ya a ırlık m<sup>-2</sup> de erine dü tü ü saptanmı tır (Çıra, 1992; Ak ve Cirik, 2004). Do al stoklardan yararlanmanın yanı sıra yeti tiricilik yoluyla *Gracilaria* üretimi gündeme gelmi olup gerek tank gerekse denizde yeti tiricilik çalı maları yapılmı tır (Cirik ve di ., 2006; Fidancı ve di ., 2005; Turan ve di ., 2006; Turan, 2007).

Geli en teknolojiyle birlikte hammadde olarak kullanılan agar-agarın aynı kalitede olmasını sa lamak amacıyla *Gracilaria* türlerinin kontrollü artlar altında yeti tiricili inin yapılması önem kazanmaktadır. Bu alı manın amacı, *Gracilaria verrucosa*'nın sera ko ullarında farklı kültür ortamları kullanarak yeti tirilmesi ile agar-agar özelliklerinin belirlenmesidir.

## BÖLÜM 2

### ÖNCEK ÇALI MALAR

#### 2.1. *Gracilaria verrucosa*'nın Sistematikteki Yeri

*Gracilaria verrucosa*, ilk kez 1750'de Donati tarafından *Ceramiantheum* adı altında isimlendirilmiştir. Daha sonra 1762'de Hudson, *Fucus verrucosus*, 1809'da Stackhouse, *Flagellaria confervoides* ve 1830'da Greville *Gracilaria confervoides* olarak adlandırmıştır. Papenfuss ilk doğru isimlendirmenin *Fucus verrucosus* (Hudson) olduğunu savunmuş ve bunları birleştirerek *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss adı altında isimlendirmiştir (Perez ve diğ., 1992). *Gracilaria gracilis* (Stackhouse) M. Steentoft, L.M. Irvine & W.F. Farnham ise 1950 yılından beri sinonimi olarak kullanılmaktadır (Guiry, 1996).



<b>Bölüm</b>	: Rhodophyta
<b>Sınıf</b>	: Rhodophyceae
<b>Alt Sınıf</b>	: Floridae
<b>Takım</b>	: Gigartinales
<b>Aile</b>	: Gracilariaceae
<b>Cins</b>	: Gracilaria
<b>Tür</b>	: verrucosa

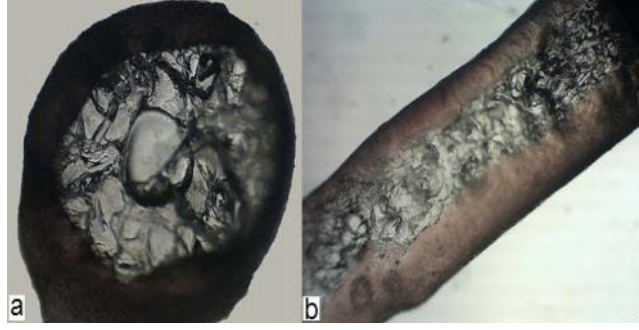
**ekil 1.** *Gracilaria verrucosa*'nın genel görünümü (Orijinal).

#### 2.2. *Gracilaria verrucosa*'nın Biyolojik Özellikleri

Hücreleri ökaryot olup bir veya birden fazla çekirdek taşırlar. Yeşil klorofil, a, d, sarı, β-karoten, kırmızı fikoeritrin ve mavi-yeşil fikosiyenin gibi çeşitli renklerde pigment maddelerini içerirler. Fikoeritrin ve fikosiyenin klorofil a ve d'nin

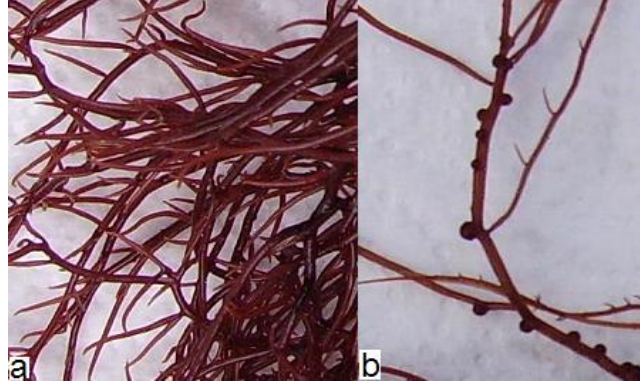
ye il renklerini örterek alge çe itli tonlarda kırmızı rengi vermektedir (Cirik ve Cirik , 1999).

Tallus dik, 5 – 30 (en fazla 60 cm) cm boyunda yuvarlak ya da basık gövdeli, çatalsı ya da her yöne dallanma gösterir ( ekil 1). Tallustan enine kesit alındı nda ortada büyük hücreler görülür ( ekil 2a). Çevresinde ise küçük hücrelerin varlı ı dikkati çeker. Boyuna kesitte santral hücrelerin yeri belli olmaz ( ekil 2b). Tallus üzerindeki tüyler ve boyuna kesit sürgün uçlarında, ortada bir apikal hücre ile onun hemen solunda bir hücreden sonra sa ında ve sonrada sa lı sollu dizili leri de i mez özellikleridir (Aysel ve Güner, 1999).



**ekil 2.** *Gracilaria verrucosa* tallusunun a. Enine kesiti, b. Boyuna kesiti (Orijinal).

Spermatogonium gruplar olu turacak biçimde tallusta yüzey hücreleri ile ilk korteks hücreleri arasındaki bölgede görülür. Tetrasporangiumlar ise tallusun üst sathında çıkıntılar olu turacak biçimde ve sapsız olarak, küçük siyah yumru gibi bulunmaktadır. Çe itli dallanma özellikleri gösteren tallus ( ekil 3a) üzerinde, karposporangiumlar ( ekil 3b) kenarlarda çıkıntılar olu turur (Aysel ve Güner, 1999).



**ekil 3.** *Gracilaria verrucosa*'nın tallus görünümüleri, **a.** Tallus dallanması, **b.** Tallus üzerindeki karposporangiumların görünümü (Orijinal).

### 2. 3. *Gracilaria verrucosa*'nın Da ılımı ve Ekolojisi

*Gracilaria verrucosa* ‰ 15 ile ‰ 50 tuzluluk aralıklarında da ılım gösteren örihalin bir organizma olup optimum ‰ 20 – ‰ 35 tuzlulukta ya amaktadır (Santelices ve Doty, 1989). Tuzlulu un ‰ 26'nın altına dü tü ü durumlarda üremede yava lama görölmektedir (Edding ve di ., 19 87). Bu türün ortamda bulunma sıcaklıkları 4 °C – 38 °C'dir. Sıcaklı ın 18 °C'nin altındaki sularda üreme organı görölmez ve sıcaklı ın 8 °C'nin altına dü mesi durumunda tutunma organlarında zayıflama ve gev eme görölür (Santelices ve Doty, 1989).

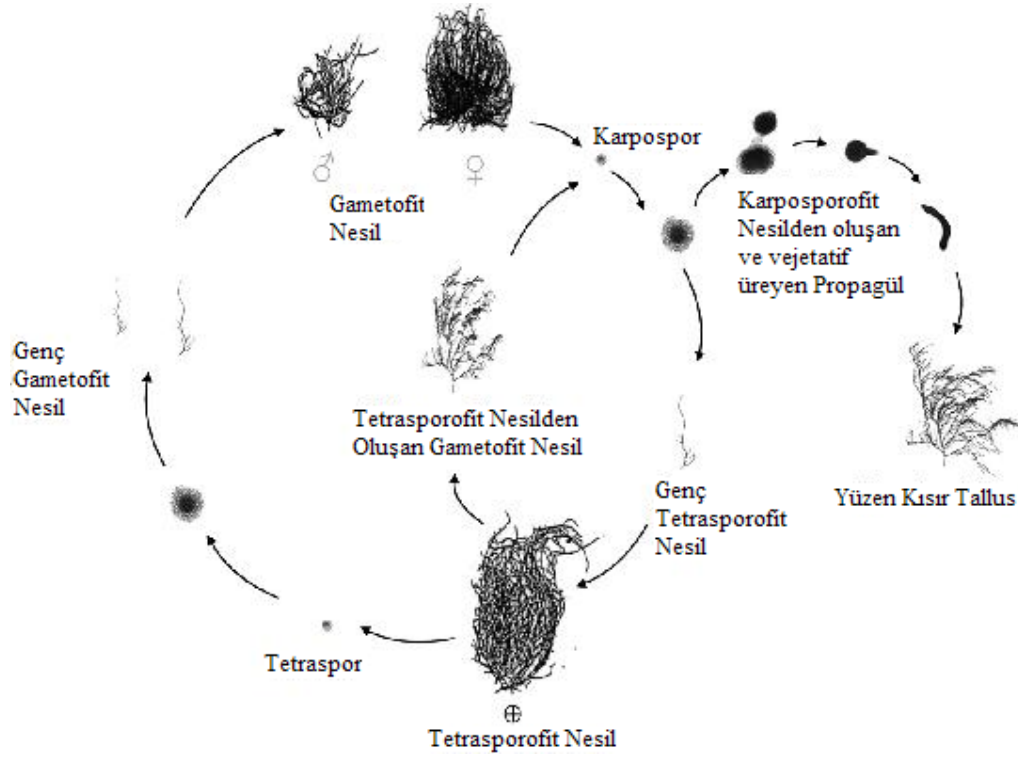
Derinlik artı na ba lı olarak *Gracilaria*'nın geli iminin yava ladı ı saptanmı tır. Aynı zamanda yeterli güne ı ı ının bulunmadı ı ortamlarda *Gracilaria*'da morfolojik ve pigment yapısında de i imler görölmekte ve do al açık kahve-ye il tonu kırmızıya dönü mekte dir. *Gracilaria* türleri kaya ve kaya çatlakları üzerinde geli se bile dalyan gibi kumlu alanları tercih ederler. Bu nedenle önemli türbidite de i imlerine kar ı dayanıklıdırlar (Cirik ve Cirik, 1999). En iyi geli mi bireylerin güçlü su akıntılarının bulundu u ancak dalga hareketlerinden korunmu bölgelerde yo un oldu u belirtilmektedir (Çıra, 1992; Ak ve Cirik, 2004).

*G. verrucosa*; ba lıca zmir ve zmit körfezleri olmak üzere Akdeniz, Ege Denizi ve Marmara'da da ılım göstermekte olup, di er sıcak denizlerde de rastlanılmaktadır. Çıra (1992), *G. verrucosa*'nın zmir Körfezindeki da ılımını belirlemek amacıyla yapmı oldu u çalı mada en yüksek 12,5 kg ya a ırlık m<sup>-2</sup>

bulundu unu tespit etmi tir. Ancak 2002 yılında zmir Körfezinde yapılan çalı manın sonucunda 6 kg ya a ırlık m<sup>-2</sup> olarak saptanarak stoklarda azalma görüldü ü rapor edilmi tir (Ak ve Cirik, 2004). Do al populasyonlardaki bu azalma nedeniyle *G. verrucosa*'nın toplanmasının yanı sıra yeti tiricili inin de yapılması gündeme gelmi tir (Cirik, 2006).

#### **2. 4. *Gracilaria verrucosa*'nın Hayat Devri**

*Gracilaria verrucosa*, üç a amalı hayat devri gösteren tipik bir kırmızı algdır. Bu üç a ama; gametofit, karposporofit, tetrasporofit olup gametofit ve sporofit morfolojik yönden tamamen birbirleriyle benzerlik göstermektedir. Gametofit fazda di i tallus, üzerinde yayılım gösteren sistokarpın bulunmasıyla ayırt edilmektedir. Erkek tallustan ortama karı an üreme hücreleri (spermasyum), di i tallustaki üreme organları (yumurta veya karpogonyum) tarafından alıkoy ulur ve döllenme di i tallus üzerinde gerçekleşir. Olu an diploid (2n) zigot haploid di i gametofit üzerinde parazitik olarak geli ir. Zigotun geli mesiyle diploid karposporofit nesil olu ur ve sistokarp olarak adlandırılan üreme organlarını meydana getiri r. Sistokarpta olu an diploid sporlar mitotik hücre bölünmesiyle büyük miktara ula ırlar. Sistokarp duvarlarının açılmasıyla birçok diploid spor serbest bırakılır. Sporların geli imi sonucu son fazdan tetrasporofit nesil olu ur. Diploid tetrasporofit nesil morfolojik olarak haploid gametofit nesile benzerdir ( ekil 4). Tetrasporofit neslin spor kesesi içinde mayotik bölünme sonucu olu an haploid tetrasporlar geli erek tekrar gam etofit nesli meydana getirirler (Cirik ve Cirik, 1999). Milena ve di ., (2006) yaptıkları çalı mada karposporofit nesilden olu an propagüllerin ço alarak olu turdukları populasyonlarının tamamen kısır oldu u ve üremenin sadece vejetatif ekilde gerçekleşti ini belirtmektedir.



ekil 4. *Gracilaria gracilis*'in hayat devri (Milena ve di ., 2006).

## 2. 5. *Gracilaria*'nın Entansif Yeti tiricili i

### 2. 5. 1. Halatlarda ve Sallarda Yapılan Kültür Sistemleri

Halat yeti tiricili i vejetatif talluslar halatın içine sokulması ya da üzerine ba lanmasıyla veya *Gracilaria* yataklarına bırakılan halatlara sporların tutturulmasıyla yapılmaktadır. kinci sistemde üretim geçici olarak durdurulabilmektedir (Perez ve di ., 1992).

*G. verrucosa*'nın balık üretimi yapılan a kafes sistemlerinde ki yeti tiricilik çalı malarında be farklı yöntem denenmi tir. Bu nlar; a kafeslerin bulundu u koyda dipte yosun talluslarının do al substratuma ba lanarak, yosun talluslarının farklı göz açıklı ındaki a ların içine konularak, a kafeslerin yanında halatlarda, a kafeslerin içinde halatlarda ve a kafeslerin yanında alg talluslarının fileler içinde yeti tirilmesi ekinde olmu tur. Çalı manın sonucunda en iyi geli im, alglerin filelerin içine



konularak yapılan yeti tiricilik yönteminde olduğu ve biyomas ile su sıcaklığı arasında yakın bir ilişkinin varlığı belirlenmiştir. En yüksek spesifik büyüme oranı (% 5,82 biyomas gün<sup>-1</sup>) Kasım ve Aralık aylarında ölçülürken, en düşük spesifik büyüme oranı (% -9,95 biyomas gün<sup>-1</sup>) Temmuz ayında ölçülmüştür (Turan ve diğeri, 2006).

İzmir Körfezi'nde *G. gracilis* ile halatlarda yapılan bir yeti tiricilik denemesinde ise su yüzeyinde 0,1-0,2 m, orta suda 0,6-0,7 m ve dibe yakın bölgede 1,1-1,2 m olmak üzere üç farklı derinlik kullanılmıştır. Su yüzeyindeki halatlarda dalgalar nedeniyle, dip kısımdaki halatlarda ise balıklar tarafından tüketilerek yada beyazlayarak 2 haftadan sonra ölümler gözlenmiştir. Orta bölümdeki halatlarda bulunan alglerde ise ağırlık artışı gözlenmiş ve büyüme oranı günde % 0,96 olarak bulunmuştur (Dural ve diğeri, 2006).

## 2. 5. 2. Tank Kültür Sistemleri

*Gracilaria* üretimi için bütün teknikleri kullanılan, her üniteden yüksek verim sağlanan kültür sistemleri olup genellikle kirli suların arıtılması ya da atık sulardaki fazla besin tuzlarının ortamdan uzaklaştırılması için tercih edilmektedir. *Gracilaria*'nın tank yeti tiriciliğinde besin tuzu ihtiyacını gidermek amacıyla azotlu gübreler (NaNO<sub>3</sub> ve NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) kullanılmaktadır (Hanisak, 1987; Santalices ve Doty 1989; Edding ve diğeri, 1987).

FAO (1990) tarafından *Gracilaria*'nın büyümesi üzerine sıcaklık, tuzluluk, azot, kültür yoğunluğu ve derinliğin etkisinin araştırıldığı çalışmada günlük büyüme hızı ortalama % 2,4 ve mevsimlere göre değişimi ise % 3,3 - % 1,5 arasında saptanmıştır. Tanklarda yapılan bir başka çalışmada *Gracilaria* var. *teniustipitata*'nın en iyi 15 -20 °C arasında büyüdüğü saptanmıştır (Chirapart ve Ohno,1993). Mwandya ve diğeri, (1999) *G. crassa*'nın polikültür yeti tiriciliği denemeleri ve günlük büyüme oranlarının % 3,44 ile % 3,52 arasında değiştiğini saptamıştır.

Azot kaynağının, N:P oranının azotun kesikli olarak verilmesinin ve aralıklarının sıklığının *G. cornea*'nin büyümesi üzerine etkileri Navarro-Angulo ve Robledo (1999) tarafından laboratuvar kültürlerinde araştırılmış olup, bu oran 10:1 olarak belirlenmiştir. Ayrıca azotun belirli aralıklarla verilmesi veya aralık sıklığının spesifik büyüme hızı üzerine etkili olmadıkları saptanmıştır. Laboratuvar koşullarında *G. verrucosa* yetiştiriciliğinin denendiği bir bakış açısı mada, Conway ortamı kullanılmış olup spesifik büyüme hızı % 1,22 olarak ölçülmüştür (Fidancı ve diğeri, 2005).

Halling ve diğeri, (2005), Som balığı ve *G. chilensis*'i kafes sistemlerinde yetiştirme yöntemleridir. Tallusların ve sporların halatlara tutturularak oluşturulan deneme grupları laboratuvar koşulları altında 30 gün süreyle 15 °C ve 53 µmol foton m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, 12:12 fotoperiyot uygulanarak yetiştirilmiştir. Bu halatlar daha sonra yetiştiricilik alanı olan kafeslerin yanına taşınmıştır. Gelişimlerine göre aylık ya da iki ayda bir hasat edilmiştir. Doğadan toplanan tallusların bulunduğu halatlarda spesifik büyüme oranı % 4,8±1,4 olarak bulunmasına karşın sporların tutunmasının sağlandığı halatlarda ise % 2,4±0,9 olarak bulunmuştur.

Choi ve diğeri, (2006), *Gracilaria verrucosa* ve *Gracilaria chorda*'nın büyümelerinde sıcaklık ve tuzluluğun etkilerini araştırmıştır. 10°, 17°, 25°, 30°, 35°C sıcaklıklarda ve ‰ 5, 15, 25, 35 tuzluluklarda 2 hafta süreyle tanklarda yetiştiriciliği yapılmıştır. 100 µmol foton m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> ışık (12:12 aydınlık: karanlık) uygulanan denemede maksimum büyüme oranlarını *G. verrucosa*'da (30°C sıcaklıkta ve ‰ 25 tuzlulukta) günde % 4,95, *G. chorda*'da ise (25°C sıcaklıkta ve ‰ 25 tuzlulukta) günde % 4,47 olarak bulunmuştur. Turan (2007), *G. verrucosa*'nın yıllık ortalama spesifik büyüme hızını % 6,54±2,15 gün<sup>-1</sup>, en düşük ve en yüksek spesifik büyüme hızlarını ise sırasıyla % 11,13±4,34 gün<sup>-1</sup> ve % 5,22±0,62 gün<sup>-1</sup> olarak saptamıştır.

### 2. 5. 3. Tank Kültür Sistemlerinde Gracilaria'nın Büyümesini Etkileyen Faktörler

#### 2. 5. 3. 1. Yo unluk

Alglerin entansif yeti tiricili inde büyüme hızı kültür yo unlu una göre de i im göstermektedir. *Gracilaria* türleri için (*G. tikvahiae*) en uygun yo unlu un 2-4 kg ya a ırlık m<sup>-2</sup> oldu u Lapointe ve Ryther (1978) tarafından saptanmıştır.

Hanisak (1987), *Gracilaria*'nın entansif yeti tiricili inde stok kültürlerin 2 kg ya a ırlık m<sup>-2</sup> olması gerekti ini bildirmi tir.

#### 2. 5. 3. 2. Fiziksel Faktörler (Sıcaklık, Tuzluluk ve I ık)

Birçok büyük ölçekli alg kültür sistemlerinde algin büyümesini sa layan fiziksel faktörlerin belirlenmesiyle mevsimsel büyüme ve verim anları potansiyel yeti tiricilik alanları belirlenebilmektedir. Hanisak ve Samuel (1983), ı ık yo unluklarını belirlemek amacıyla laboratuvar ko ullarında gerçekle tirdikleri denemede optimum ı ık yo unlu unu 100  $\mu E m^{-2} s^{-1}$  belirlerken, 500  $\mu E m^{-2} s^{-1}$  ı ık yo unlu unun ise büyüme sınırlandı rıcı saptamı lardır.

*Gracilaria* türleri örihalin ve öritermdir. Bu nedenle çok geni tuzluluk ve sıcaklık aralıklarında da ılım göstermektedirler. Optimum büyüme tuzlulu u ‰ 24 - 36 arasında olup ‰ 6-42 aralı nda ise da ılım göstermektedir. Optimum büyüme sıcaklı nın ise 24-36°C arasında oldu u bildirilmi tir (Hanisak, 1987).

Tank kültürlerinde mevsimsel olarak ı ık ve sıcaklı m *G. tikvahiae*'nin büyümesini etkiledi i Hanisak (1978) tarafından belirlenmi tir. Odum (1971), tank kültürlerinde ı ıktan optimum yararlanmak amacıyla algin fizyolojik durumunun belirlendikten sonra kültür yo unlu unun belirlenmesi gerekti ini bildirmi tir.

### 2. 5. 3. 3. Deniz Suyu İhtiyacı ve CO<sub>2</sub>

*Gracilaria* türleri su de i imine sadece besin tuzu (örne in, N, P ve iz elementler) gereksinimlerini kar ılamak için de il aynı zamanda pH ve sıcaklıktaki dalgalanmaları veya dü ük akı hızında toksik maddelerin akümü lasyonunu da engellemek amacıyla ihtiyaç duymaktadır. *G. tikvahiae*'nin büyümesini, dü ük akı hızına sahip kültürlerde CO<sub>2</sub> seviyesinin sınırlandı rdı ı ve yüksek akı oranına sahip kültürlerde verimin yükseldi i bilinmektedir (Hanisak, 1987). CO<sub>2</sub> sınırlaması oldu una dair ilk çalı malar Lapointe ve Ryther tarafından (1979) *G. tikvahiae*'nin tank kültürlerindeki pH de i imlerini ölçmeleriyle saptanmı tır. Su de i imi azaldı ında pH miktarı 9'a kadar yükselmi olup dü ük su de i imlerinde ürünün azalmasına pH'ın yükselmesinin neden oldu u dü ünü lmü tür. Blinks (1963), pH 9'da *Gracilaria*'nın fotosentez yapamadı ını bulmu olup bunun nedeninin bu pH'da CO<sub>2</sub> miktarının azalmasıyla birlikte *Gracilaria*'nın karbon kayna ı olarak bikarbonatı kullanamamasından kaynaklandı ını dü ünü mü tür. Ryther ve DeBusk (1982), pH 9'da yeti tirilen *Gracilaria tikvahiae*'nin fotosentezi pH 7,5'dakinin sadece % 19'u oldu unu bildirmi tir. Blakeslee (1986) tarafından yapılan çalı mada ise *G. tikvahiae*'nin bikarbonatı karbon kayna ı olarak kullanabildi ini ortaya çıkarmı tır.

### 2. 5. 3. 4. Tankların Karı tırılması

*Gracilaria* sp.' nin verimini etkileyen bir ba ka etken de suyun karı masına ve bitkinin askıda kalmasını sa layacak oranda havalandırmanın veya akıntının ortamda var olmasıdır. Havalandırma ve suyun karı tırılması algin tallusunu hareketlendirerek kendi kendini gölgelemesini önlemekte ve böylece alg daha çok fotosentez yapabilmektedir (Friedlander, 2001).

Hanisak ve Ryther (1986)'a göre deniz yosunlarına havalandırma uygulanmasıyla, alglerin birbirlerini gölgelemesinin engellenmesi sa lanarak ak, besin tuzu alımı ile metabolik gazların kullanım oranını arttırmaktadır. Alg hücrelerinin ve sporlarının tutunması engellenerek epifit problemi azaltılmaktadır. Deniz yosunlarının tank yeti tiricili inde paletler yardımı ile karı tırma ile aynı verim elde edilebilmektedir.

### 2. 5. 3. 5. Besin Tuzları Gereksinimleri

Sürekli besin tuzu ilavesinin epifitik alglerin ortamda yo unla masını sa layarak verimi azaltmaktadır (Hanisak, 1978). Deniz yosunları besin tuzlarını depolayabilmekte ve ortamdaki besin tuzları tükendi i zaman bu besin tuzlarını kullanabilmektedirler (Chapman ve Craigie, 1977; Hanisak, 1979, 1983). Deniz yosunu kültür sistemlerinde optimum besin tuzu yönetimi, maksimum ürünü elde etmek için yeterli besin tuzu ilavesi uygulamalarını içermelidir. Ancak epifit problemlerini de ortaya çıkarmamalıdır. Bu nedenle yeti tiricili i yapılan deniz yosununun besin tuzu ihtiyacının belirlenmesi zorunludur. Besin tuzu durumunu direk olarak belirlemek için söz konusu besin tuzlarının dokulardaki konsantrasyonu ölçülmelidir. Yosun dokularının analizi ile bu türlerin kritik besin tuzu konsantrasyonları belirlenmektedir (Hanisak, 1979, 1983). Düşük veya yüksek konsantrasyonlarda olması, besin tuzu depolanması veya besin tuzu azalmasına sebep olmaktadır. Dış ortam tanklarında yapılan yeti tiricilikte *G. tikvahiae* için kritik azot konsantrasyonu % 2 olarak bulunmu tur (Hanisak, 1987).

Navarro-Angulo ve Robledo (1999) yaptıkları çalışmada, *G. cornea*'daki en önemli azot depolama yerinin fikoeritrin olduğunu saptamışlardır. *G. cornea*'nın azot depolama kapasitesi 7 günlük süre boyunca düşük azot konsantrasyonlarında büyümesini sağlamaktadır. *G. cornea*'nın azot zenginleştirilmesini anlayarak agar sentezine ve pigment içeriğine müdahale edebilmesinin sağlanmasıyla karasul biyofiltre sistemlerinde de kullanılmasına olanak sağlayacaktır bu ara tırmacılar tarafından öngörülmü tür.

*G. tikvahiae* azot kaynağı olarak hem nitratı hem amonyumu kullanabilmekte olup (Lapointe ve Ryther, 1978), amonyumdan nitrata göre daha yüksek büyüme oranına sahip olduğunu bildirilmektedir (D'Elia ve DeBoer, 1978; Ryther ve diğ., 1981). Ayrıca *Gracilaria* türlerinin yeti tiriciliğinde azot kaynağına daha fazla yönelimlidir. Ancak *G. tikvahiae* ile yapılan bir çalışmada büyümeyi fosfatın da sınırladığını bulunmu tur (Lapointe, 1985). Büyük ölçekli kültürlerde makro ve mikro

besin tuzlarının en uygun büyüme için dengeli bir ekilde ortama verilmesi gerekmektedir (Hanisak, 1987).

## 2. 6. *Gracilaria*'nın Pigment Maddesi İçerikleri

Dawes ve di . (1999), 20 ay boyunca sürdürdükleri çalı mada dü ük besin tuzu içeren ortamların Klorofil-a ( $0,09-0,041 \text{ mg g gün ya a ırlık}^{-1}$ ) ve fikoeritrin ( $0,06-0,36 \text{ mg g gün ya a ırlık}^{-1}$ ) konsantrasyonlarının dü ük oldu unu bildirmi lerdir. Yaptıkları çalı mada subtropikal ve ılı man sıcaklıkta ya ayan *Gracilaria* türlerinin daha dü ük pigment içeri ine sahip oldu unu ancak fotosentetik etkinli inin aynı oldu unu saptamı lardır. Dere ve di . (2003), Marmara Denizi'nde da ılım gösteren *G. verrucosa*'nın protein, klorofil ve pigment içeriklerini ara tırımı olup bu de erleri sırasıyla; toplam protein  $9,40\pm 1,65 \text{ gr kg}^{-1}$  kuru a ırlık, klorofil-a  $0,16\pm 0,10 \text{ mg gr}^{-1}$  ya a ırlık ve toplam karotenoid  $0,01\pm 0,02 \text{ mg gr}^{-1}$  ya a ırlık olarak belirlemi lerdir.

## 2. 7. *Gracilaria*'nın Besin İçerikleri

Msuya ve Neori (2002), *G. crassa* türünü tank kültür sistemlerinde yeti tirerek besin madde içeriklerini do adan topladıkları alglerle kar ıla tırımı lardır. Do adan topladıkları *G. crassa*'nın; protein  $11,4\pm 2,3$ , kül  $37,7\pm 3,6$  ve fosfor de erlerini  $0,1\pm 0,5$  olarak bulmu lardır. Yeti tirilen *G. crassa*'nın protein, kül ve fosfor de erlerini ise sırasıyla  $13,2\pm 0,7$ ,  $35,3\pm 9,3$  ve  $0,04\pm 0,5$  olarak saptamı lardır. Iyas (1989), do adan topladı ı *G. verrucosa*'nın fosfor içeriklerinin  $65,56$  ile  $138,45 \text{ ppm}$  arasında de i ti ini bildirmi tir. Marrion ve di . (2005), yaptıkları çalı mada do adan topladıkları *G. verrucosa*'nın protein içeri ini  $24\pm 0,3$  bulmu lardır. Kül ve nem içeriklerini ise sırasıyla  $23,6\pm 8,2$  ve  $3\pm 0,5$  olarak belirlemi lerdir.

Khotimchenko (2005), *G. verrucosa*'nın ya içeri ini ortalama  $2,7\pm 0,7 \text{ mg gr}^{-1}$  ya a ırlık yada  $15,2\pm 2,7 \text{ mg gr}^{-1}$  kuru a ırlık olarak saptamı olup, ya içeriklerinin habitat, ya ve büyüme alanına ba lı de i im gösterebildi ini

belirtmi tir. Krishnaiah ve di . (2008), *Gracilaria sp.*'nin kül içeriklerini; 20,56±0,09 (Ocak) ve 19,62±0,25 (Temmuz) olarak saptamı lardır.

Ova Kaykaç (2007) tarafından yapılan çalı mada, *G. verrucosa*'nın besin içeriklerinin mevsimsel de i imi sırasıyla en yüksek ve en dü ük olmak üzere; nem 11,73±0,62 (yaz) ve 10,67±1,65 (sonbahar), protein 27,38±0,71 (kı ) ve 14,71±0,16 (ilkbahar), ya 1,04±0,44 (ilkbahar) ve 0,37±0,005 (yaz), kül ise 28,71±0,71(kı ) ve 19,13±0,23 (yaz) de erleri bulunmu tur.

## 2. 8. *Gracilaria* Türlerinden Elde Edilen Ürünler

Endüstride agar yada agar-agar olarak bilinen bu madde Uzak Do u'da üretilen ilk kırmızı alg ürünüdür. Agar-agarın isim kayna ı Malezya dilinde olup, jelimsi anlamına gelmektedir. Agarın ilk kez nerede üretildi i konusu bazı literatür bildiri lerinde Japonya, ço unlukla ise 17. yy'da Çin olarak geçmektedir (Aysel ve Güner, 1999). Pek çok ülke agarı *Gracilaria* türlerinde elde etmekte olup *Gracilaria verrucosa* ise kullanılan türlerin ba nda gelmektedir.

srail'de *G. conferta*'nın dı tanklardaki yeti tiricilik sistemlerinde yapılan denemede üç temel de i ken (inorganik karbon, makro besin tuzları ve mikro besin tuzları) kullanılmı olup agar içeri i ve kalitesi üzerine olan etkileri ara tırılmı tır. Amonyum ile kesikli besleme ve besin tuzu olmadan bırakma periyot ları arasında agar verimi ve kalitesi su sıcaklı na ba lı olarak etkilendi i saptanmı tır. Ayrıca karanlık safhada alglerin besin tuzsuz bırakılmasının yanı sıra sülfat eksikli i de agar içeri inin azalmasına neden oldu u bildirilmi tir (Friedlander, 2001 ).

Marinho-Soriano (2001), *G. gracilis*, *G. dura* ve *G. bursa-pastoris* olmak üzere üç farklı *Gracilaria* türünü do adan toplayarak agar içeriklerini ara tırmı tır. Bu çalı manın sonunda agar içeriklerini *G. bursa-pastoris*'te % 34,8±0,28, *G. dura*'da % 33,5±0,50 ve *G. gracilis*'te ise % 30±0,45 olarak saptamı tır. Marinho-Soriano ve Bourret (2003), *Gracilaria* türlerinden elde edilen agarın kalitesi ve mevsimin ürün üzerine etkilerini ara tırmı lardır. *G. gracilis* ve *G. bursa-pastoris*'in

kullanıldı ı çalı mada *G. gracilis*'in agar içeri i en çok ilkbaharda % 30, en az ise sonbaharda % 19 olarak saptamı lardır. *G. bursa-pastoris*'in agar içeri i ise yazın en yüksek % 36, kım ise en dü ük % 23 olarak bulunmu tur. *G. gracilis*'ten ekstrakte edilen agarın jelle me sıcaklı ı sırasıyla sonbaharda 48 °C'den ilkbaharda 37 °C'ye kadar, *G. bursa-pastoris*'ten ekstrakte edilen agarın jelle me sıcaklı ı ise yazın 34 °C'den sonbaharda 46 °C'ye kadar de i im göstermi tir.

Marinho-Soriano ve Bourret, (2005), *G. dura* ile yaptıkları çalı malarında agar içeriklerini % 32 – 35 aralı nda tespit etmi lerdir. Jelle me sıcaklıklarını ise en yüksek Ekim ayında toplanan alglerde  $43.25 \pm 2.74$  °C, Haziran ayında topladıkları alglerde ise en dü ük  $38 \pm 0.29$  °C olarak bulmu lardır. Freile-Pelegrin ve Murano, (2005), üç türden elde ettikleri agarın jelle me ve jel erime sıcaklıklarını incelemi lerdir. *G. cervicornis*'in jelle me sıcaklı ı 36-37°C, jel erime sıcaklı ı 54-67°C, *G. blodgettii*'nin jelle me sıcaklı ı 42-45°C, jel erime sıcaklı ı 86-88 °C ve *G. crassissima*'nın jelle me sıcaklı ı 40-45 °C, jel erime sıcaklı ı 80-85 °C de erleri arasında bulunmu tur. Meena ve di . (2006), do adan topladıkları alg örneklerinin agar içeriklerini belirlemi lerdir. *G. crassa*'dan elde ettikleri do al agarın miktarını %  $18 \pm 0,55$ , jelle me sıcaklı mını  $35 \pm 0,45$  °C ve jel erime sıcaklı mını  $82 \pm 0,54$  °C olarak bulmu larıdır. *G. edulis*'ten elde etikleri agarın miktarını %  $16 \pm 0,45$ , jelle me sıcaklı mını  $39 \pm 0,45$  °C, jel erime sıcaklı mını ise  $76 \pm 0,45$  °C olarak bulmu lardır. Rodriguez ve di . (2008), do adan topladıkları *G. gracilis*'in agar içerikleri ve özellikleri ile ilgili çalı ma yapmı lardır. Elde ettikleri agarın jelle me sıcaklı mını 31°C, jel erime sıcaklı mını ise 85°C olarak saptamı lardır.

### **2. 8. 1. Agarın Kullanım Alanları**

Agar, jelle tirici, yo unla tırıcı, süspansiyon haline getirici özellikleri ile pasta, reçel, marmelat yapımında jöle olu turucu, dondurmacılıkta kristal olu umunu önleyici, bira ve arapların berrakla tırılmasında ise yabancı maddelerin katıla ıp çökmesini sa layıcı olarak kullanılmaktadır (Cirik ve Cirik, 1999). Özellikle vejetaryenler için hazırlanan gıda ürünlerinde hayvansal kaynaklı jelatinlere



alternatif olarak ve gıda katkı maddesi olarak E-406 koduyla kullanılan agardan akıcılık kontrolü için de belirleyici olarak yararlanılmaktadır. Ayrıca agar, düşük pH de erlerinde bozulmaması nedeniyle asitli yiyeceklerin ve meyve sularının kutulanmasında, ekerleme sanayinde kahve jeli, meyveli ekerlemeler, krema, dondurma, çikolata, bebek mamaları, u ruplar gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Peynircilikte, mayonez ve sosların yapımında, salatalarda dayanıklılık ve sabitlik vermek için kullanılan agar, et ve balık konserveçili inde kullanıldı ı gibi özellikle kakaolu maddelerde stabilizatör olarak da yararlanılmaktadır (Aysel ve Güner, 1999).

Farklı endüstri dallarında kullanılan agardan, özellikle mobilyacılıkta yapı tırıcı, dericilikte parlaklık ve sa lamlık verici, matbaacılıkta baskıda, film endüstrisinde jelatini inceltici ve sıcaklı a dayanıklı lı nı arttırıcı olarak yararlanılmasının yanı sıra di macunlarının hazırlanmasında ve di çilikte kalıp almada agar kullanılmaktadır (Cirik ve Cirik, 1999). Kozmetik sanayinde ise emülsiyonlar için sabitle tirici olarak yararlanılmasının yanı sıra cilt k remi ve losyonların yapımında da ana maddeyi olu turur (Aysel ve Güner, 1999).

Eski ça lardan beri Japonya'da ba ırsak hastalıkları ve balık zehirlenmelerinde özel ilaç olarak kullanılan agar, organlardaki zehirli maddeyi toplayıp katıla tırarak dı arı a tılmasını sa ladı ı için tıpta önem kazanmı tır. Agarın besleyici de eri olmaması ve geni leme özelli i nedeniyle mideyi doldurarak açlık hissedilmemesine neden oldu u için son zamanlarda diyet yiyeceklerinde de kullanılmaktadır. Agar, vücut için kullanıla n bandajların yapımında elastikiyeti ve sarma özelli i nedeniyle kullanılmaktadır. Agarın sülfürik asit esterleri kanı dondurucu (koagülant) özellik gösterdi i için ameliyatlarda, buna paralel olarak radyasyonun vücutta bıraktı ı etkilerin ortadan kaldırıl masında, kapsül ve tablet ekindeki ilaçlarda, fitillerde de agardan yararlanılmaktadır (Kadan, 1994).

## BÖLÜM 3

### MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışması 05.11.2007-31.03.2008 tarihleri arasında iki aşamalı olarak yapılmıştır. Birinci aşamada *Gracilaria verrucosa*'nın yetiştiriciliği denenmiş olup ikinci aşamada ise elde edilen ürünün besin kompozisyonları ve agar içerikleri saptanmıştır.

#### 3. 1. Örneklerin Toplanması

Yetiştiricilik denemesi Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Dardanos Yerleşkesinde bulunan alg üretim serasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılacak olan alg tallusları, İzmir Körfezi Bostanlı mevkiinden toplanmıştır. Toplanan alg tallusları, epifitlerinden ayıklanarak arıtılmış suyla yıkanmış olup yetiştiricilik tanklarına yerleştirilmiştir.



**ekil 5.** Ayıklanan ve yıkanan alg tallusları (orijinal).

#### 3. 2. Yetiştiricilik Denemeleri

Fikotron ünitesindeki 50 L'lik polyeşter tanklara, 50µ'lık plankton bezinden süzölen deniz suyu doldurulmuştur. 0.01gr duyarlılıkta hassas terazide (Kern 440-49N) tartımı yapılan alglar tanklara 100 gr m<sup>-2</sup> ya da ağırlık olacak şekilde stoklanmıştır. İki farklı kültür ortamında yetiştiriciliği 140 gün boyunca yapılmıştır. Kültür ortamları olarak Modifiye edilmiş Johnson ortamı ve Conway ortamı kullanılmıştır (Tablo 1 ve Tablo 2) olup haftada bir tanklara ilave edilmiştir.

Tanklardaki havalandırma blower yardımıyla sağlanmıştır. Böylelikle algin kendi kendini gölgelemesi önlenerek daha çok fotosentez yapabilmesi, ayrıca besleyici elementler, O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub>'in suyun her katmanına havalandırma ile dağılması sağlanmıştır.

**Tablo 1.** Conway ortamı (1L deniz suyuna stok solusyondan 1 ml ilave edilir)

Stok Solusyon I	
NaNO <sub>3</sub>	100 gr
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	20 gr
FeCl <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O	1,3 gr
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	33,6 gr
Na.EDTA	45 gr
MnCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	0,36 gr
zElementSolusyonu	10 ml
Saf Su	1 L

z Element Solusyonu (A5)	
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	2,86 gr
MnCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	1,81 gr
ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0,222 gr
NaMoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0,39 gr
CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0,079 gr
Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0,0494 gr
Saf su	1 L

**Tablo 2.** Modifiye Edilmi Johnson Ortamı

Modifiye Edilmi Johnson Ortamı	
MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	1,5 gr L <sup>-1</sup>
KCl	0,2 gr L <sup>-1</sup>
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0,5 gr L <sup>-1</sup>
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	0,2 gr L <sup>-1</sup>
KNO <sub>3</sub>	1,0 gr L <sup>-1</sup>
NaHCO <sub>3</sub>	0,043 gr L <sup>-1</sup>
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,035 gr L <sup>-1</sup>
Demir Solüsyonu	10 ml
zelementsolüsyonu(A5)	10 ml
Demir Solusyonu	
Na <sub>2</sub> EDTA	0,189 gr
FeCl <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O	0,244 gr
Saf Su	1 L
z Element Solusyonu (A5)	
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	2,86 gr
MnCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	1,81 gr
ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0,222 gr
NaMoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0,39 gr
CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0,079 gr
Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0,0494 gr
Saf su	1 L

### 3. 3. Su Kalitesi Analizleri

Tanklarda su de i imi uygulanarak, taze su giri iyle hem karbon ihtiyacı kar ılanmı hem de pH dengelenmi tir. pH de erleri, düzenli aralıklarla pH metre (Hanna HI 8134) ile tespit edilmi tir. Ayrıca sıcaklık, ı ık ve tuzluluk ölçümleri yapılmı tir. Sera ortamında ı ık de eri, ı ık ölçer (Li -250A) yardımıyla ölçülerek

günlük ortalama ı ık iddetleri belirlenmi tir. Tuzluluk de eri ise Refraktometre (Nippon works) ile sıcaklık 1°C duyarlılıktaki termometre ile ölçülmü tür.

### 3. 4. Spesifik Büyüme Hızı

Spesifik büyüme hızları tallusların a ırlık artı ları kullanılarak hesaplanmı tir. A ırlık artı ları haftalık olarak, tallusların üzerinde bulunan su kurutma ka ıdı ile ortamdan uzakla tırıldıktan sonra hassas terazi (KERN 440-49N) ile ölçülmü tür. Spesifik büyüme hızları a a ıdaki formül kullanılarak hesaplanmı tir (Troell ve di ., 1997).

$$\text{Spesifik Büyüme Hızı} = (100 \ln (X_t/X_0))/t$$

X<sub>0</sub>: Ba langıçtaki biyomas miktarı

X<sub>t</sub>: t günündeki biyomas miktarı

t: gün

### 3. 5. Pigment Maddesi Analizleri

*Gracilaria verrucosa*'nın toplam klorofil ve karotenoid içeri inin saptanması amacıyla öncelikle pigment ekstraksiyonu uygulanmı tir. Pigment ekstraksiyonunda 5 mg alg tallusu % 90'lık aseton ve deniz kumu ile ö ütülenerek çamur haline getirilip, karanlık ve so uk bir ortamda 2-5°C de 24 saat bekletilmi tir. Ekstrakte edilen alg tallusları 1500 rpm'de 5 dakika santrifüjlenerek, toplam klorofil ve karotenoid içeri i spektrofotometrik yöntem ile belirlenmi tir. Elde edilen sonuçlar Jeffrey ve Humphrey (1975) denklemi kullanılarak hesaplanmı tir. Analizler haftalık olarak yapılarak sonuçlar belirlenmi tir

### 3. 6. Besin çerikleri Analizleri

#### 3. 6. 1. Nem Tayini

Nem tayini için 2 ve 4 gr kurutulmu ve ö ütülmü örnek, a ırlı ı bilinen nem kabına tartılmı ve 105°C'de 8 saat süreyle etüvde tutulmu tur. Desikatöre

alınarak, soğutulmuş ve tartılmıştır. Sabit tartıma gelinceye kadar işlem tekrarlanmıştır. Örnekteki nem miktarı % olarak hesaplanmıştır. Kuru madde tayininde örnekteki kuru madde miktarını saptayabilmek için 100 dereceden nem miktarı çıkarılmıştır.

### 3. 6. 2. Ham Kül Tayini

Ham kül tayini için kuru materyalin ihtiva ettiği kül içeriği AOAC (2002a) metoduna göre belirlenmiştir. 500 mg kuru örnek tartılarak bir porselen kaba konulmuş ve NÜVE marka fırında 525°C'de 8 saat yakma işlemine tabii tutulmuştur. Porselen kapların ağırlık değişimine dayanarak örneğin kül içeriği hesaplanmıştır. Örnekteki organik maddelerin tayini için 100 dereceden kül miktarı çıkarılmıştır.

### 3. 6. 3. Ham Yağ Tayini

0,5 gr kuru örnek kapaklı tüplere alınarak üzerlerine 1:2 oranında hazırlanmış metanol:kloroform karışımından 10 ml eklenerek hazırlanan örnekler ağız kapatılıp bir gece oda sıcaklığında bekletildikten sonra membran filtreden geçirilmiştir. Önceden darası alınmış balon jöjelerine süzülen örnekler içerdikleri metanol:kloroform çözeltisi evaporatörde 60°C'de kuruyana kadar uçurulmuştur. Ekstraksiyon balonu 103±2°C'ye ayarlı etüvde bekletilip desikatörde soğutulduktan sonra 0,0001 gr hassasiyetli terazide tartılarak ham yağ içerikleri % olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Folch ve diğeri, 1957).

$$\text{Ham Yağ (\%)} = [(T1 - T0) / m] * 100$$

T0: Balon jöjenin ilk ağırlığı

T1: İlemden sonra balonun ve örnekteki yağın son ağırlığı

m: Örnek ağırlığı

### 3. 6. 4. Protein Tayini

Toplam N de erleri Kjeldahl metoduyla belirlenmi tir (AOAC, 2002b). Bu metotta, alınan örnek sindirim tüpleri içerisine 500 mg 0,0001 duyarlılıkta hassas terazide (Precisa XB 220A) tartılan kuru materyal üç tekrarlı olacak şekilde yerleştirilmiştir. Sonra tüpler içerisine ne 1 adet Kjeldahl katalizör tableti (3 gr K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 105 mg CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O ve 105 mg TiO<sub>2</sub>.) atılarak 15 ml sülfürik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) örnek ve katalizör tabletin üstüne eklenmiştir. Sindirim, Gerhardt Kjeldatherm sindirim bloğunda gerçekleştirilmiştir. Sindirim tüpleri ilk önce 250 °C de 30 dakika ardından da 380 °C de 75 dakika yakılmıştır. Sindirimden sonra soğuyan örnekler, distile su ve nötrale edilmiş % 40' lik Sodyum Hidroksit (NaOH) çözeltisi ile seyreltilmiştir. Örneklerdeki inorganik amonyum 25 ml doymuş ortofosforik asit çözeltisine BDH '4,5' indikatörü eklenerek örneklerdeki inorganik amonyum toplanmıştır. Örnekler 0,1 mol/lük hidroklorik asit (HCl) ile titrasyon yapılarak kuru örneklerdeki protein oranı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Ham Protein (\%)} = [(T_t - T_b) \cdot 0,0014 \cdot 6,25] / m \cdot 100$$

T<sub>t</sub>: Titrasyonda harcanan miktar

T<sub>b</sub>: Kör örneğin titrasyonunda harcanan miktar

m: Örnek ağırlığı

### 3. 6. 5. Fosfor Tayini

Fosfor tayini için öncelikle çözeltiler hazırlanmıştır. Amonyum molibdat; 50 gr amonyum molibdat 500 ml distile suda çözülecek ve 1L'ye tamamlanmıştır. Amonyum vanadat; 25 gr amonyum vanadat 500 ml sıcak distile suda çözülüp, soğutulduktan sonra üzerine 20 ml derişik nitrik asit ilave edilerek 1L'ye distile su ile tamamlanmıştır. Standart çözelti; (1 mg "P" ml<sup>-1</sup>) 0.4393 gr mono potasyum dihidrojen fosfat 100 ml suda çözülmüştür. Çalışma çözeltisi; 0.25, 0.50, 1.00, 2.00, 3.00, 4.00 ve 5.00 ml stok çözeltisinden alınarak 10 ml'ye distile su ile

tamamlanmı tır. Hazırlanan çözeltilerin konsantrasyonu 25, 50, 100, 200, 300, 400 ve 500 µg“P” ml<sup>-1</sup>'dir. Renk (boya) çözeltisi; 500 ml amonyum molibdat çözeltisi alınarak ve üzerine 500 ml amonyum vanadat çözeltisi eklenmi tır. Standart e ri: Çalı ma çözeltilerinden 1 ml alınıp, üzerine 10 ml renk çözeltisi eklenerek karı tırılmı ve 20 dakika bekletilmi tır. Çözelti körüne kar ı 460 nm'de okuma yapılmı tır.

Örnek hazırlanmasında ise belirli miktarda kül alınıp, 1 ml 6N sitrik asit ilave edilerek 15 dakika kaynatılmı tır. Whatman-1 nolu filtre ka ıdından süzülerek, kalıntı sıcak distile su ile yıkanarak ve 50 ml'ye tamamlanmı tır. Bu çözeltiden 1 ml alınıp üzerine 20 ml renk çözeltisi ilave edilerek karı tırılmı ve 20 dakika bekletilmi tır. Çözelti körüne kar ı 460 nm'de Ra yleigh VIS model 7220G marka bir spektrofotometre ile okuma yapılmı ve fosfor miktarı standart e riden hesaplanmı tır.

### **3. 7. Agar Analizleri**

Aralık, ubat ve Mart aylarında hasat edilen alglerden örnek alınarak agar ekstraksiyonu yapılmı agar jelle me ve jel erime sıcaklıkları kar ıla tırılmı tır.

#### **3. 7. 1. Agar Ekstraksiyonu**

Agar ekstraksiyonu için 10 gr kurutulup ö ütölmü örnek alınarak, 200 ml su içinde 10 dakika bırakılmı ve 90°C'lik su banyosunda 6 saat bekletilmi tır. Örnek, naylon süzgeçten (130 µ) geçirilmi tır. Süzüntü 3000 devir dakika<sup>-1</sup>'da 3 dakika santrifüj edilerek üstteki sıvı plastik kaba aktarılmı ve -20°C'de bir gece bekletilmi tır. Çözöldükten sonra çe me suyuyla 5 dakika yıkanmı tır. 60 °C'deki etüv içinde kurularak örnekteki agar miktarı kuru maddede % olarak hesaplanmı tır.



### **3. 7. 2. Agar Jelle me Sıcaklı ı Tayini**

Jelle me sıcaklı ı tayini; Young ve Percival (1974)'in önerdi i metoda göre yapılmı tır. % 1,5'luk 10 ml agar çözültisi test tüpüne (16\*200 mm) alınarak 1L hacminde, içinde kaynar su bulunan beher içine agarın tamamı su içinde olmak ko uluyla oturtulmu tur. Beher içindeki suyun sıcaklı ı 60 °C'ye geldikten sonra tüpe küçük cam parçacıkları (yakla ık 3 mm) atılmaya ba lanarak cam parçacı ının agar çözültisi içine batmadı ı sıcaklık hassas (0,1°C ) termometre ile agarın jelle me sıcaklı ı olarak saptanmı tır. lem üç kez tekrarlanarak ortalaması alınmı tır.

### **3. 7. 3. Agar Jel Erime Sıcaklı ı Tayini**

Jel erime sıcaklı ı tayini; Young ve Percival (1974)'in önerdi i metoda göre yapılmı tır. % 1,5'luk 10 ml agar çözültisi test tüpüne (16\*200 mm) alınmı tır. Tüpün içine 5\*80 mm'lik bir cam baget yarıya kadar batırılarak tüp buzdolabında 16 saat süreyle bekletilmı tır. Tüp içindeki cam baget çıkarılarak yerine bir termometre konulmu tur. Agar yüzeyine 1-2 adet cam parçacı ı (3 mm) atılarak tüp 1L hacmindeki beher içine oturtulmu tur. Beher içindeki suyun sıcaklı ı 2 °C dakika<sup>-1</sup> olacak ekilde arttırılarak agar yüzeyindeki cam parçacıklarının, agar içine battı ı sıcaklık jel erime sıcaklı ı olarak kaydedilmı tır. lem üç kez tekrarlanarak ortalaması alınmı tır.

### **3.8. statistiksel Analizler**

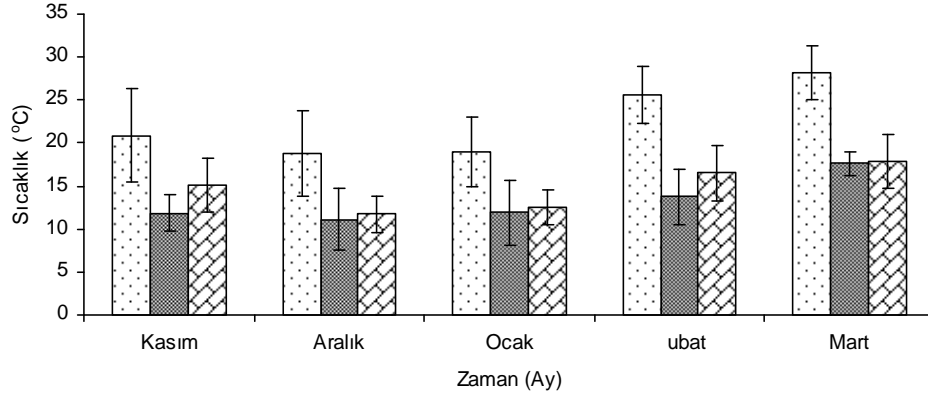
Spesifik büyüme hızları, toplam klorofil ve toplam karotenoide ait veriler SPSS programı deneme sürümünde bulunan Student-t ve ANOVA prosedürü kullanılarak % 95 (p<0,05) güven aralı ında analiz edilmi tir. Parametrik test varsayımlarını yerine getirebilmek için bazı durumlarda log veya karekök dönü üümü yapılmı tır.

## BÖLÜM 4

### BULGULAR

#### 4. 1. Su Kalitesi Parametreleri

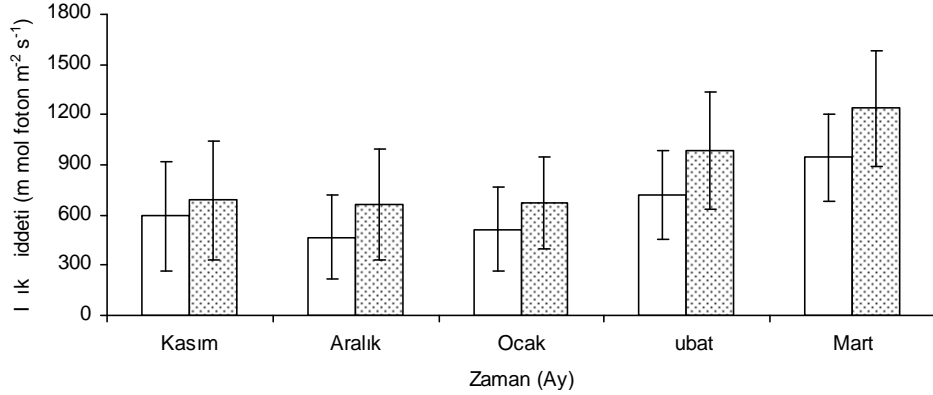
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dardanos Yerle kesinde bulunan Fikotron ünitesinde *G. verrucosa*'nın yetiştirilmesi 140 gün boyunca gerçekleştirilmiştir. Denemeler süresince tanklar, sera ve dış ortamlarda hafta bir kez olmak üzere sabah 09:00 ile akşam 17:00 saatleri arasında her saat başı sıcaklık değerleri ölçülmüş olup ortalama değerlerine ait grafik ekil 6'da gösterilmiştir. Denemeler süresince dış ortam sıcaklığı  $11,1 \pm 3,56$  ile  $17,6 \pm 1,34$  °C arasında değişim gösterirken seranın iç sıcaklığı  $18,8 \pm 5,01$  ve  $28,2 \pm 3,08$  °C arasında saptanmıştır. Tanklardaki su sıcaklığının ise  $11,8 \pm 2,11$  ile  $17,9 \pm 3,07$  °C arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.



**ekil 6.** Denemeler süresince Dış ortam (▨), Sera içi (■) ve Su sıcaklıklarında (▧) meydana gelen değişimler.

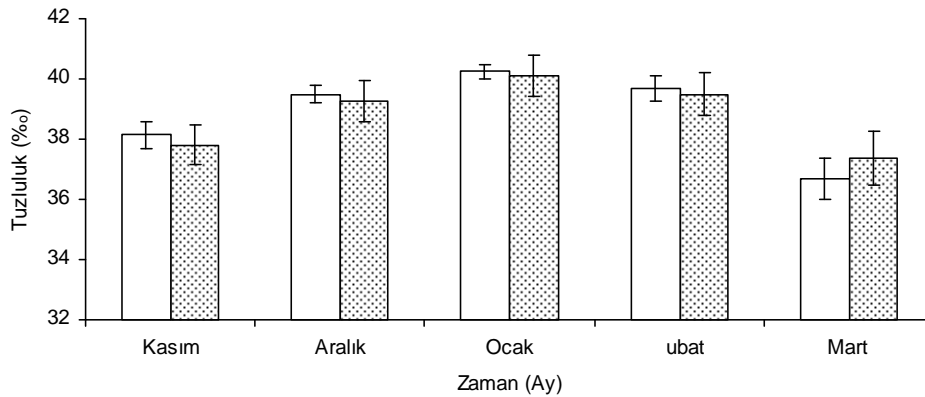
Denemeler süresince iki haftada bir olmak üzere 1000 ışık şiddetinde meydana gelen değişimler sabah 09:00 ile akşam 17:00 saatleri arasında her saat başı ölçülerek takip edilmiştir. Aylara göre Dış ortamda ve Sera içindeki ışık değişimleri ekil 7'de gösterilmektedir. En düşük ışık şiddeti hem dış ortamda hem sera içerisinde sırasıyla  $667 \pm 250$  ile  $469 \pm 125$   $\mu\text{mol foton m}^{-2} \text{s}^{-1}$  olarak Ocak ayında saptanırken en yüksek

ı ık iddetleri ise Mart ayında  $1237 \pm 345$  ile  $946 \pm 260$   $\mu\text{mol foton m}^{-2} \text{s}^{-1}$  olarak belirlenmi tir.



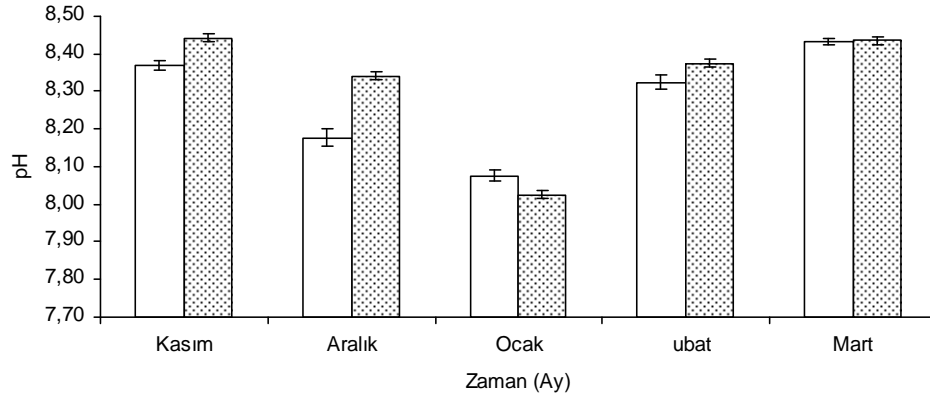
**ekil 7.** Denemeler süresince D1 ortamı (□) ve Sera içinde (▨) ı ık iddetlerinde meydana gelen de iimler.

Sera ko ullarında *G. verruosa*'nın yeti tiricili i sırasında tanklardaki tuzluluk de erleri de haftada bir kez ölçülmü tür. Aylara göre tuzluluk de iimleri ekil 8'de gösterilmektedir. Çalı maların sürdürüldü ü be ay boyunca tuzluluk miktarlarında çok fazla bir de iim olmadı ı saptanmı olup, Conway ve Modifiye edilmi Johnson ortamı için en dü ük tuzluluk de erleri ya ı ların bol oldu u Mart ayında sırasıyla %  $36,69 \pm 0,69$  ile %  $37,38 \pm 0,88$  olarak saptanmı tir. En yüksek tuzluluk ise Ocak ayında Conway ortamı için %  $40,25 \pm 0,25$  ve Modifiye edilmi Johnson ortamı için ise %  $40,13 \pm 0,69$  olarak belirlenmi tir.



**ekil 8.** Deneme süresince tuz konsantrasyonunda meydana gelen de iimler (Conway ortamı (□), Modifiye edilmi Johnson ortamı (▨)).

Be aylık çalı ma boyunca her iki deneme grubunun pH de i imleri de haftalık yapılan ölçümlerle izlenmi tir. Aylara göre pH miktarlarında meydana gelen de i imler ekil 9'da gösterilmektedir. Conway ortamında suyun pH'ı  $8,08\pm0,01$  (Ocak ayı) ile  $8,43\pm0,02$  (Mart ayı) arasında de i im gösterirken, Modifiye edilmi Johnson ortamında ise  $8,03\pm0,01$  (Ocak ayı) ile  $8,44\pm0,02$  (Kasım ve Mart ayları) arasında de i ti i belirlenmi tir.



**ekil 9.** Denemler süresince pH miktarında meydana gelen de i imler (Conway ortamı (□), Modifiye Johnson Ortamı (▨)).

#### 4. 2. Spesifik Büyüme Hızları ve Biyomas Miktarları

ki farklı kültür ortamında yeti tirilen *G. verrucosa*'nın aylara göre ortalama spesifik büyüme hızları Tablo 3'te verilmi tir. Conway ortamında yeti tirilen alg tallusları deneme süresince ortalama spesifik büyüme hızı  $\% 2,40\pm1,63$  gün<sup>-1</sup> olarak belirlenirken Modifiye Johnson ortamında ise  $\% 2,46\pm1,70$  gün<sup>-1</sup> olarak ölçülmü tür. Her iki kültür ortamı için en yüksek büyüme hızı Kasım aylarında sırasıyla  $\% 3,31\pm0,78$  ve  $\% 4,03\pm1,63$  gün<sup>-1</sup> olarak belirlenirken en dü ük büyüme hızları  $\% 1,35\pm0,87$  ve  $\% 1,21\pm0,34$  gün<sup>-1</sup> olarak Mart ayında saptanmı tir. ki farklı kültür ortamında yeti tirilen *G.verrucosa*'nın büyüme hızları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark saptanmamı tir ( $p>0,05$ ). Aylara göre büyüme oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamı tir ( $p>0,05$ ). Regresyon analizleri sonucunda *G.verrucosa*'nın büyüme hızının su sıcaklı ı ( $r=0,88$ ) ve ı ık iddeti ( $r=0,91$ ) ile aralarında kuvvetli bir ili ki saptanmı tir ( $p<0,05$ ).

Conway ve Modifiye Johnson olmak üzere iki farklı kültür ortamında yeti tirilen *G. verrucosa*'nın aylara göre biyomas miktarları Tablo 4'te verilmi tir. Kasım ayında Conway ortamında yeti tirilen alg tallusları 522,37 gr, Modifiye Johnson ortamında ise 616,12 gr a ırlı a ula mı tır. Aralık ayında Conway ve Modifiye Johnson ortamında yeti tirilen alglerin sırasıyla 658,49 gr ve 818,35 gr a ırlı a ula tıkları saptanmı tır. Ocak ayında Conway ortamında yeti tirilen alglerin 789,75 gr ve Modifiye Johnson ortamında ise 816,76 gr a ırlı a ula tı ı belirlenmi tir. ubat ayında Conway ve Modifiye Johnson ortamında yeti tirilen alglerin sırasıyla 568,83 gr ve 534,66 gr a ırlı a ula tıkları görülmü tür. Mart ayında Conway ortamında yeti tirilen alg tallusları 830,41 gr, Modifiye Johnson ortamında ise 721,32 gr a ırlı a ula mı tır. Tespit edilen biyomas miktarları spesifik büyüme hızlarıyla paralellik göstermi tir.

**Tablo 3.** Farklı kültür ortamları kullanılarak yeti tirilen *G. verrucosa*'nın aylara göre ortalama spesifik büyüme hızları (% biyomas gün<sup>-1</sup>) (N=24) ( $\pm$  standart sapma)

Aylar	Conway Ortamı	Modifiye Johnson Ortamı
Kasım	3,31 $\pm$ 0,78	4,03 $\pm$ 1,63
Aralık	1,69 $\pm$ 0,79	1,92 $\pm$ 0,50
Ocak	2,85 $\pm$ 0,70	2,93 $\pm$ 0,94
ubat	2,81 $\pm$ 0,48	2,22 $\pm$ 0,94
Mart	1,35 $\pm$ 0,87	1,21 $\pm$ 0,34

**Tablo 4.** Farklı kültür ortamlarında yeti tirilen *G. verrucosa*'nın aylara göre biyomas miktarları ( $\pm$  standart sapma)

Aylar	Conway Ortamı	Modifiye Johnson Ortamı
Kasım	522,37 $\pm$ 45,99	616,12 $\pm$ 12,15
Aralık	658,49 $\pm$ 18,52	818,35 $\pm$ 21,00
Ocak	789,75 $\pm$ 12,15	816,76 $\pm$ 21,37
ubat	568,83 $\pm$ 15,61	534,66 $\pm$ 12,15
Mart	830,41 $\pm$ 21,00	721,32 $\pm$ 12,15

### 4. 3. Toplam Klorofil ve Karotenoid erikleri

Denemeler süresince haftalık olarak grupların toplam klorofil ve toplam karotenoid içerikleri izlenmi olup Tablo 5'te gösterilmektedir. Conway ortamında yeti tirilen alglerde en yüksek toplam klorofil ve karotenoid içerikleri sırasıyla  $18,04 \pm 1,25$  ve  $6,31 \pm 0,57$   $\text{mg L}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. En düşük de erleri ise  $4,83 \pm 1,02$  ve  $2,10 \pm 0,38$   $\text{mg L}^{-1}$  olarak Mart ayında saptanmıştır. Yapılan tek yönlü ANOVA analizinde Kasım, Aralık Ocak ayları ileubat ve Mart ayları arasında istatistiksel farklılık bulunmuştur ( $p \leq 0,05$ ).

Modifiye edilmi Johnson ortamında yeti tirilen *G. verrucosa* talluslarında ise en yüksek toplam klorofil ve karotenoid içerikleri Aralık ayında  $18,18 \pm 1,03$  ile  $5,94 \pm 0,43$   $\text{mg L}^{-1}$  olarak saptanmıştır olup en düşük de erleri Mart ayında gözlemlenmiştir ( $4,25 \pm 0,82$  ve  $1,95 \pm 0,39$   $\text{mg L}^{-1}$ ). Yapılan analizlerde Kasım, Aralık Ocak ayları ileubat ve Mart ayları arasında istatistiksel yönden farklı olduğu belirlenmiştir ( $p \leq 0,05$ ). ki farklı kültür ortamında yeti tirilen *G. verrucosa*'nın toplam klorofil ve toplam karotenoid içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ).

**Tablo 5.** Farklı besin ortamlarında yeti tirilen *G. verrucosa*'nın toplam klorofil ve toplam karotenoid içerikleri ( $\text{mg L}^{-1}$ ) (N= 58) ( $\pm$  standart sapma)

Aylar	Conway Ortamı		Modifiye Johnson Ortamı	
	Toplam Klorofil	Toplam Karotenoid	Toplam Klorofil	Toplam Karotenoid
Kasım	$12,29^a \pm 1,49$	$4,30^a \pm 0,46$	$17,27^a \pm 1,15$	$5,62^a \pm 0,42$
Aralık	$18,04^a \pm 1,25$	$6,31^a \pm 0,57$	$18,18^a \pm 1,03$	$5,94^a \pm 0,43$
Ocak	$14,02^a \pm 1,46$	$5,63^a \pm 0,48$	$10,27^a \pm 0,66$	$4,17^a \pm 0,35$
ubat	$5,45^b \pm 1,14$	$2,64^b \pm 0,38$	$5,07^b \pm 1,56$	$2,60^b \pm 0,66$
Mart	$4,83^b \pm 1,02$	$2,10^b \pm 0,38$	$4,25^b \pm 0,82$	$1,95^b \pm 0,39$

\*) Farklı ortamlar ve parametreler için her satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılık göstermektedir ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4. 4. Besin Kompozisyonu erikleri

Denemenin 50., 90. ve 140. günlerinde hasat yapılımtır. Hasat edilen *G. verrucosa* tallusları kurutulularak besin kompozisyonları belirlenmiştir. Her iki ortamda yeti tirilen alglerin besin kompozisyonları Tablo 6’da verilmiştir.

Conway ortamında yeti tirilen alglerin ham protein erikleri en dk Mart ayında yapılan hasatta % 14,65±0,16 olarak saptanırken en yüksek Aralık ayında yapılan hasatta % 18,54±0,58 olarak belirlenmiştir. Yapılan ANOVA testi sonucunda hasat edilen gruplar arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılıklar saptanmıştır ( $p < 0,05$ ). Modifiye Johnson ortamında yeti tirilen alglerde de benzer bir durum gözlemlenmiştir olup en yüksek ham protein eri i Aralık ayında yapılan hasatta % 20,28±0,94 olarak belirlenirken en dk de er Mart ayında % 14,09±0,14 olarak bulunmuştur. Hasat edilen tallusların protein miktarları istatistiksel olarak farklılıklar göstermiştir ( $p < 0,05$ ). Yapılan t-testi sonucunda farklı besin ortamlarında yeti tirilen algler arasında ham protein erikleri istatistiksel olarak önemli bir fark göstermedi i saptanmıştır ( $p > 0,05$ ).

**Tablo 6.** Farklı besin ortamlarında yeti tirilen *G. verrucosa*’nın besin erikleri ( $\pm$  standart sapma) (N=5)

	Conway Ortamı			Modifiye Johnson Ortamı		
	Aralık	ubat	Mart	Aralık	ubat	Mart
Protein (%)	18,54 <sup>a</sup> ±0,58	18,04 <sup>b</sup> ±0,20	14,65 <sup>ab</sup> ±0,16	20,28 <sup>a</sup> ±0,94	17,22 <sup>b</sup> ±0,32	14,99 <sup>ab</sup> ±0,14
Fosfor (ppm)	121,11 <sup>a</sup> ±4,32	112,87 <sup>b</sup> ±3,67	105,47 <sup>c</sup> ±2,67	114,03 <sup>a</sup> ±5,44	111,32 <sup>b</sup> ±4,56	101,66 <sup>ab</sup> ±3,11
Ham Ya (%)	3,71 <sup>a</sup> ±0,10	3,21 <sup>b</sup> ±1,22	3,37 <sup>b</sup> ±0,33	2,66 <sup>a</sup> ±0,94	2,39 <sup>b</sup> ±0,77	2,63 <sup>a</sup> ±0,34
Nem (%)	11,12±0,34	11,03±0,52	11,47±0,33	11,71±0,23	11,59±0,43	10,9±0,55
Kl (%)	12,32±0,44	12,50±1,01	12,44±0,67	12,08 <sup>a</sup> ±0,11	11,25 <sup>b</sup> ±0,58	12,14 <sup>a</sup> ±0,78

\*) Farklı ortamlar ve parametreler için her satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılık göstermektedir ( $p \leq 0,05$ ).

Conway ortamında yeti tirilen *G. verrucosa* talluslarındaki fosfor miktarı 105,47±2,67 ppm ile 121,11±4,32 ppm arasında de i ti i bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizlerde hasat edilen gruplar arasında istatistiksel olarak önemli

derecede farklılıklar belirlenmi tir ( $p<0,05$ ). Modifiye edilmi Johnson ortamında ise fosfor miktarı  $101,66\pm 3,11$  ppm ile  $114,03\pm 5,44$  ppm arasında de i im gösterdi i belirlenmi tir (Tablo 6). Hasat edilen tüm gruplar arasında istatistiksel olarak önemli derece farklılıklar oldu u tespit edilmi tir ( $p<0,05$ ). ki farklı ortamda yeti tirilen alglerin fosfor miktarları arasında istatistiksel olarak önemli farklılık saptanmamı tır ( $p>0,05$ ).

ki farklı ortamda yeti tirilen *G. verrucosa*'nın ya yüzdeleri incelenmi olup, Conway ortamında yeti tirilen alglerin %  $3,21\pm 1,22$  ile %  $3,71\pm 0,10$  arasında de i im gösterdi i belirlenmi tir. Yapılan tek yönlü varyans analizlerine göre Aralık ayındaki hasat edilen talluslar ile ubat ve Mart ayında hasat edilen talluslar arasında istatistiksel yönden önemli farklılıklar tespit edilmi tir ( $p<0,05$ ). Modifiye edilmi Johnson ortamında en dü ük ya yüzdesi %  $2,39\pm 0,77$  olarak, en yüksek ya yüzdesi ise %  $2,66\pm 0,94$  olarak belirlenmi tir. Hasat zamanlarına göre ya yüzdeleri arasında istatistiksel olarak önemli derece farklılıklar saptanmı tır (Tablo 6) ( $p<0,05$ ). Farklı ortamlarda yeti tirilen deneneme gruplarının ya yüzdeleri istatistiksel olarak önemli derecede farklılıklar göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Conway ortamında yeti tirilen *G. verrucosa*'nın nem oranları %  $11,03\pm 0,52$  (Aralık) ile %  $11,47\pm 0,33$  (Mart) arasında saptanmı olup, hasat edilen aylar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamı tır ( $p>0,05$ ). Modifiye edilmi Johnson ortamında en dü ük nem miktarı %  $10,9\pm 0,55$  olarak Mart ayında saptanırken en yüksek nem oranı %  $11,71\pm 0,23$  olarak Aralık ayında ölçülmü tür. Hasat edilen ayların nem miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık saptanmamı tır ( $p>0,05$ ). Farklı ortamlarda yeti tirilen deneme gruplarının nem yüzdeleri arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamı tır ( $p>0,05$ ).

Hasat edilen talluslarının kül oranları da tespit edilmi olup, Conway ortamında yeti tirilen *G. verrucosa*'da bu oranın %  $12,32\pm 0,44$  (Aralık) ile %  $12,44\pm 0,67$  (Mart) arasında de i ti i saptanmı tır. Hasat zamanlarına göre kül oranlarının istatistiksel olarak farklılık göstermedi i bulunmu tur ( $p>0,05$ ). Modifiye edilmi Johnson ortamında yeti tirilen alglerde ise en yüksek nem oranı %



12,14±0,78 olarak Mart ayında belirlenirken, en düşük nem oranıubat ayında % 11,25±0,58 olarak hesaplanmıştır. Modifiye edilmiş Johnson ortamında yetiştirilen *G. verrucosa*'nın hasat zamanları arasında istatistiksel olarak bir farklılık belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Her iki ortamın küle oranları arasında istatistiksel olarak bir farklılık saptanmamıştır ( $p>0,05$ ).

#### 4. 5. Agar içerikleri ve Özellikleri

Hasat edilen *G. verrucosa* tallusları kurutulup toz haline getirildikten sonra agar içerikleri ile jelleştirme ve jel erime sıcaklıkları belirlenmiştir. Deneme gruplarına ait veriler Tablo 7'de gösterilmiştir. Conway ortamında yetiştirilen alglerin agar içerikleri % 11,22±1,54 ile % 21,92±2,24 arasında değişim göstermiş olup, hasat edilen aylar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Modifiye edilmiş Johnson ortamında yetiştirilen *G. verrucosa*'nın agar içeriğien düşük % 9,65±1,12 olarak Aralık ayında yapılan hasatta belirlenirken, en yüksek agar içeriği Mart ayında yapılan hasatta % 18,64±2,38 olarak saptanmıştır. Hasat yapılan ayların agar içeriklerinin istatistiksel olarak birbirlerinden farklı olduğunu saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Her iki ortamın agar oranları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunamamıştır ( $p>0,05$ ).

**Tablo 7.** Farklı ortamlarda yetiştirilen *G. verrucosa*'nın agar içerikleri (N=5) (± standart sapma)

	Conway Ortamı			Modifiye Edilmiş Johnson Ortamı		
	Aralık	ubat	Mart	Aralık	ubat	Mart
Agar içeriği (%)	11,22 <sup>a</sup> ±1,54	18,06 <sup>b</sup> ±2,54	21,92 <sup>b</sup> ±2,24	9,65 <sup>a</sup> ±1,12	16,79 <sup>b</sup> ±2,01	18,64 <sup>b</sup> ±2,38
Jelleştirme Sıcaklığı (°C)	37,20±0,24	33,00±0,32	37,00±0,40	39,00±0,35	36,00±0,20	34,00±0,32
Jel erime Sıcaklığı (°C)	83,50±0,20	85,00±0,35	84,20±0,41	86,00±0,32	85,50±0,40	86,50±0,30

\*): Farklı ortamlar ve parametreler için her satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılık göstermektedir ( $p \leq 0,05$ ).

Hasat zamanlarına göre Jel erime sıcaklıkları belirlenmiş olup Conway ortamında yeti tirilen alglerde tüm değerlerin birine yakın olduğu saptanmış olup en yüksek sıcaklık  $85,00 \pm 0,35$  °C olarak (ubat) belirlenmiştir. Hasat edilen aylar arasında istatistiksel olarak bir farklılık saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ). Modifiye edilmiş Johnson ortamında da tüm değerler birbirine yakın olduğu gözlemlenmiş olup en yüksek değer  $86,50 \pm 0,30$  °C olarak bulunmuştur. Modifiye edilmiş Johnson ortamında yeti tirilen tallusların jel erime sıcaklıkları arasında istatistiksel olarak bir farklılık saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ). Conway ortamında yeti tirilen alglerde jelleme sıcaklıkları  $37,20 \pm 0,24$  °C (Aralık) ile  $33,00 \pm 0,32$  °C (ubat) arasında değişim göstermiş olup hasat edilen aylar arasında istatistiksel olarak bir farklılık saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ). Modifiye edilmiş Johnson ortamında yeti tirilen alglerin jelleme sıcaklıkları hasat zamanlarına göre en yüksek  $39,00 \pm 0,35$  °C (Aralık) belirlenirken en düşük  $34,00 \pm 0,32$  °C (Mart) olarak bulunmuştur. Her iki ortamın jelleme sıcaklıkları arasında ise istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunamamıştır ( $p > 0,05$ ).

## BÖLÜM 5

### TARTI MA VE SONUÇ

Bu çalı ma zmir Körfezi Bostanlı mevkiinden toplanan *Gracilaria verrucosa*'nın sera ko ullarında, farklı kültür ortamlarında yeti tiricili i yapılarak agar-agar içeriklerinin kar ıla tırılması amacıyla 05.11.2007 – 31. 03. 2008 tarihleri arasında gerçekte tirilmi tir. Deneme gruplarında stok yo unlu u 100 gr ya a ırlık  $m^{-2}$  algin fizyolojik durumuna göre belirlenmi olup Lapointe ve Ryther (1978), Hanisak (1987) tarafından yapılan çalı malara benzerlik göstermektedir.

Conway ortamında yeti tirilen alg talluslarının deneme süresince ortalama spesifik büyüme hızı %  $2,40 \pm 1,63 \text{ gün}^{-1}$  olarak belirlenirken, modifiye edilmi Johnson ortamında yeti tirilen alg talluslarının ortalama spesifik büyüme hızı ise %  $2,46 \pm 1,70 \text{ gün}^{-1}$  olarak bulunmu tur. En yüksek ve en dü ük spesifik büyüme hızları sırasıyla Conway ortamında %  $3,31 \pm 0,78 \text{ gün}^{-1}$  (Kasım) ve %  $1,35 \pm 0,87 \text{ gün}^{-1}$  (Mart), modifiye edilmi Johnson ortamında ise %  $4,03 \pm 1,63 \text{ gün}^{-1}$  (Kasım) ve %  $1,21 \pm 0,34 \text{ gün}^{-1}$  (Mart) olarak tespit edilmi tir. Conway ve Modifiye edilmi Johnson ortamlarında yeti tirilen *G. verrucosa*'nın spesifik büyüme hızları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark saptanmamı tır ( $p > 0,05$ ). FAO (1990) tarafından yapılan çalı mada günlük ortalama spesifik büyüme hızı % 2,4 olarak bulunurken, spesifik büyüme hızlarının mevsimlere göre de i imi ise % 3,3 - % 1,5 arasında de i ti i saptanmı olup tespit edilen spesifik büyüme hızlarıyla benzerlik göstermektedir.

Dı ortam ve sera içinde ölçülen en yüksek ık iddetleri Mart ayında sırasıyla  $1237 \pm 345 \mu\text{mol foton } m^{-2} s^{-1}$  ve  $946 \pm 260 \mu\text{mol foton } m^{-2} s^{-1}$  olarak bulunurken en dü ük ık iddetleri ise Ocak ayında  $667 \pm 250 \mu\text{mol foton } m^{-2} s^{-1}$  ve  $469 \pm 125 \mu\text{mol foton } m^{-2} s^{-1}$  olarak ölçülmü tür. Spesifik büyüme hızları Kasım ayında en yüksek %  $3,31 \pm 0,78 \text{ gün}^{-1}$  (Conway) ve %  $4,03 \pm 1,63 \text{ gün}^{-1}$  (Modifiye Johnson), Mart ayında ise en dü ük %  $1,35 \pm 0,87 \text{ gün}^{-1}$  (Conway) ve %  $1,21 \pm 0,34 \text{ gün}^{-1}$  (Modifiye Johnson) olarak saptanmı tır. Hanisak ve Samuel (1983) *Gracilaria tikvahiae*'nin ihtiyaç duydukları ık yo unluklarını ara tırdıkları çalı malarında optimum ık yo unlu unu  $100 \mu\text{Em}^{-2} s^{-1}$  olarak belirlerken,  $500 \mu\text{Em}^{-2} s^{-1}$  ık

yo unlu unun ise büyüme sınırlandırdığını saptamırlardır. Kullanılan türün tropik olması nedeniyle bulunan değerler benzerlik göstermemesine karşın 11 ay boyunca unun artmasıyla büyümede yavaşlamanın tespit edilmesi açısından yapılan çalışmayla benzerlik göstermektedir. Yapılan Regresyon analizleri sonucunda büyüme hızının 11 ayı ile arasında istatistiksel olarak kuvvetli bir ilişki saptanmıştır ( $p<0,05$ ).

Deneme süresince tuzluluk miktarlarında çok fazla bir değişim gözlemlenmemiş olup en düşük tuzluluk değerleri Conway ve Modifiye edilmiş Johnson ortamı için yaşıların bol olduğu Mart ayında sırasıyla  $36,69\pm 0,69$  ve  $37,38\pm 0,88$  olarak bulunmuştur. En yüksek tuzluluk değerleri ise Ocak ayında  $40,25\pm 0,25$  (Conway) ve  $40,13\pm 0,69$  olarak belirlenmiştir. Santelices ve Doty (1989), *Gracilaria tikvahiae*'nin  $15$  ile  $50$  tuzluluk aralıklarında da optimum gösteren örihalin bir organizma olup optimum  $20 - 35$  ve Hanisak (1987) optimum  $24-36$  tuzlulukta yaşadığını, ayrıca türlere göre bu değerlerin farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmadaki tuzluluk konsantrasyonlarının türün büyüme aralığında olduğu saptanmıştır.

Deneme süresince tanklarda ölçülen en düşük ve en yüksek su sıcaklıkları ise sırasıyla  $11,8\pm 2,11$  ve  $17,9\pm 307^{\circ}\text{C}$  arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek sıcaklık değerleri her iki ortamdaki alglerin spesifik büyüme hızının en düşük belirlendiği Mart ayında ölçülmüştür. Yapılan regresyon analizi sonucunda büyüme hızının su sıcaklığı ( $r=0,88$ ) ile arasında kuvvetli bir ilişki saptanmıştır. Turan ve diğ. (2006), yaptıkları çalışmada en yüksek büyüme hızını su sıcaklığının azalmaya başladığı Kasım ayında belirlemiş olup, bu çalışmayla benzerlik göstermektedir. Santelices ve Doty (1989), yaptıkları çalışmada *G. verrucosa*'nın optimum olduğu ve bu tür için en uygun sıcaklıkların  $4^{\circ}\text{C} - 38^{\circ}\text{C}$  arasında olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca sıcaklığı  $18^{\circ}\text{C}$ 'nin altındaki sularda üreme organı görülmediğini ve sıcaklığın  $8^{\circ}\text{C}$ 'nin altına düşmesi durumunda tutunma organlarında zayıflama ve geveme görüldüğünü saptamırlardır. Denemede su sıcaklığının  $18^{\circ}\text{C}$ 'nin altına düşmesiyle birlikte büyüme hızlarının azalması ile üreme organları saptanamamış olup bu çalışmayla benzerlik göstermektedir. Hanisak (1987), yaptığı çalışmada *G.*

*tikvahiae*'nin 12-36 °C arasında gelişim göstermesine karşın en iyi büyümenin 24 -36 °C arasında olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada büyüme hızının en yüksek olduğu sıcaklık 15 °C olarak belirlenmiş olup çalışılan türlerin farklı olması nedeniyle optimum sıcaklık değerlerinin farklı olduğu düşünülmektedir.

Conway ortamının bulunduğu tankta, deneme boyunca, en düşük pH değeri Ocak ayında  $8,08 \pm 0,01$  ve en yüksek pH değeri Mart ayında  $8,43 \pm 0,02$  olarak belirlenmiştir. Modifiye edilmiş Johnson ortamının kullanıldığı tankta ise, en düşük pH değeri Ocak ayında  $8,03 \pm 0,01$  olarak bulunurken en yüksek pH değeri Kasım ve Mart aylarında  $8,44 \pm 0,002$  olarak saptanmıştır. LaPointe ve Ryther (1979), *Gracilaria*'nın tank kültürlerinde pH değerlerini ölçerek su değeriiminin azaldığında pH değerinin 9'a yükseldiğini belirleyerek düşük su değerimlerinde ürünün azalmasının pH'ın yükselmesine bağlı olduğunu düşünmüşlerdir. Yapılan çalışmada Conway ve Modifiye Johnson ortamlarının bulunduğu tanklardaki pH değerlerinin en yüksek bulunduğu Mart ayında en düşük spesifik büyüme hızları saptanmış olup bu çalışmayla benzerlik göstermektedir. Blinks (1963), pH 9'da *Gracilaria*'nın fotosentez yapamadığını belirtmektedir. Bu çalışmalara paralel olarak tanklarda belirlenen pH değerleri arasında fazla bir fark bulunmamasından, yapılan su değeriminin pH seviyesini dengelediği ve bu nedenle yeterli olduğu saptanmıştır.

Her iki ortam kullanılarak yetiştiricilik denemesi yapılan tanklarda, blower yardımıyla havalandırma uygulanmıştır. Yapılan çalışmalarda (Hanisak, 1978; Hanisak ve Ryther,1986) tank kültürlerinde havalandırmanın, alglerin birbirini gölgelemesini engelleyerek besin tuzu alımını ve metabolik gazların kullanım oranını arttırdığı, ayrıca alg hücrelerinin ve sporlarının tutunmasını engelleyerek epifit problemini azalttığı belirtilmektedir. Yetiştiricilik yapılan tanklarda bazı dönemlerde az miktarda epifit oluşumu gözlenerek havalandırma nedeniyle en az seviyede tutulmuşlardır. Alg kültür sistemlerinde optimum besin tuzu yönetimini sağlamak ve maksimum ürün elde etmek için yeterli besin tuzu ilave edilmesini gerektiğini ancak epifit problemini de ortaya çıkarmaması gerektiği Chapman ve Craigie (1977), Hanisak (1979; 1983) belirtilmektedir. Yapılan çalışmada besin tuzlarının belirli periyotlarla ve kesikli olarak verilmesinin de az miktarda epifit oluşumuna neden

oldu u ve yüksek ı k iddetine ra men büyüme hızında bir azalma gözlemlenmemi olması besin tuzu peryiotlarının yeterli oldu unu göstermektedir. Denemeler sonucunda hesaplanan büyüme hızları besin tuzlarını kesikli olarak kullanan Navarro-Angulo ve Robledo (1999)'nın saptadıkları büyüme hızlarıyla benzerlik göstermektedir.

Deneme boyunca haftalık olarak belirlenen toplam klorofil ve toplam karotenoid içerikleri Conway ortamında yeti tirilen alglerde en yüksek de erler Aralık ayında sırasıyla  $18,04 \pm 1,25$  ve  $6,31 \pm 0,57$  mg L<sup>-1</sup> olarak bulunmu tur. En dü ük de erler ise Mart ayında  $4,83 \pm 1,02$  ve  $2,10 \pm 0,38$  mg L<sup>-1</sup> olarak saptanmı tir. Yapılan tek yönlü ANOVA analizinde Kasım, Aralık, Ocak ayları ile ubat ve Mart ayları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmu tur (p > 0,05). Modifiye edilmi Johnson ortamında yeti tirilen talluslarda i se en yüksek toplam klorofil ve karotenoid içerikleri  $18,18 \pm 1,03$  ve  $5,94 \pm 0,43$  mg L<sup>-1</sup> olarak saptanmı olup en dü ük de erler Mart ayında  $4,25 \pm 0,82$  ve  $1,95 \pm 0,39$  mg L<sup>-1</sup> olarak gözlemlenmi tir. Yapılan analizlerde Kasım, Aralık, Ocak ayları ile ubat ve Mart ayları arasında istatistiksel açıdan farklı oldu u belirlenmi tir (p > 0,05). ki farklı kültür ortamında yeti tirilen *Gracilaria* talluslarının toplam klorofil ve karotenoid içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık saptanmamı tir (p > 0,05). Alglerde belirlenen en dü ük ve en yüksek de erlerin ı k yo unlu u ile ilgili oldu u dü ünülmektedir. Toplam klorofil ve karotenoid içerikleri, ı k yo unlu unun dü ük oldu u Kasım, Aralık ve Ocak aylarında yüksek, ı k yo unlu unun yüksek oldu u ubat ve Mart aylarında ise dü ük olarak saptanmı tir. Toplam klorofil ve karotenoid içerikleri ile ı k yo unlu u arasında ters orantı bulundu u belirlenmi tir. Dawes ve di . (1999), yaptıkları çalı mada dü ük besin tuzu içeren ortamların Klorofil -a ( $0,09-0,041$  mg gr gün ya a ırlık<sup>-1</sup>) ve fikoeritrin ( $0,06-0,36$  mg gr gün ya a ırlık<sup>-1</sup>) konsantrasyonlarının dü ük oldu unu bildirmilerdir. Denemede belirlenen toplam karotenoid de erinin bu çalı madan yüksek bulunmasının, yeti tiricilikte kullanılan ortamların besin tuzu içeriklerinin do al ortamdan fazla olması nedeniyle yukarıdaki çalı mayla benzerlik göstermektedir. Dere ve di . (2003), Marmara Denizi'nde da ılım gösteren *G. verrucosa*'nın klorofil ve pigment içeriklerini ara tırarak bu de erleri; (klorofil-a)  $0,16 \pm 0,10$  mg gr<sup>-1</sup> ya a ırlık ve (toplam karotenoid)  $0,01 \pm 0,02$

mg gr<sup>-1</sup> ya a ırlık olarak belirlemi lerdir. Bu alı mada kullanılan alglerin do adan toplanması nedeniyle denemede belirlenen de erler den dü ük bulundu u dü ünülmektedir.

Besin tuzu durumunu do rudan belirlemek için söz konusu besin tuzlarının dokulardaki konsantrasyonu ölçülmelidir. Alg dokularının analizi ile bu türlerin kritik besin tuzu konsantrasyonları belirlenmektedir (Hanisak, 1979, 1983). Aralık, ubat ve Mart aylarında hasat edilen alglerin protein içerikleri, Conway ortamının kullanıldı ı talluslarda en dü ük Mart ayında % 14,65±0,16 bulunurken en yüksek Aralık ayında % 18,54±0,58 olarak belirlenmi tir. Yapılan ANOVA testi sonucunda hasat edilen gruplar arasında istatistiksel olarak öne mli derecede farklılıklar saptanmı tır (p<0,05). Aynı ekilde Modifiye edilmi Johnson ortamında yeti tirilen alglerde de en dü ük Mart ayında % 14,09±0,14 olarak bulunurken, en yüksek protein içeri i Aralık ayında % 20,28±0,94 olarak belirlenmi tir. Prot ein miktarları mevsimsel olarak istatistiksel yönden farklılıklar göstermi tir (p<0,05). Yapılan t - testi sonucunda farklı besin ortamlarında yeti tirilen algler arasında ham protein içeriklerinin istatistiksel olarak önemli bir fark göstermedi i saptanmı tır (p>0,05). Msuya ve Neori (2002), yaptıkları çalı mada do adan topladıkları ve yeti tirdikleri *G. crassa*'nın protein içeri ini sırasıyla, % 11,4±2,3 ve % 13,2±0,7 olarak bulmu lardır ancak yeti tirilen *G. verrucosa* talluslarına göre daha dü ük protein içeri ine sahip oldukları saptanmı tır. Marrion ve di . (2005), do adan topladıkları *G. verrucosa*'nın protein içeri ini % 24±0,3 olarak, Ova Kaykaç (2007) ise *G. verrucosa*'nın protein içeri ini % 19,13±0,23 (ilkbahar) ve % 27,38±0,71 (kı ) olarak belirlemi olup yapılan çalı mayla protein içerikleri benzerlik göstermektedir.

Conway ortamında yeti tirilen *G. verrucosa* talluslarındaki fosfor miktarının 105,47±2,67 ppm (Mart) ile 121,11±4,32 ppm (Aralık) arasında de i ti i bulunmu tur. Yapılan istatistiksel analizlerde hasat edilen gruplar arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılıklar saptanmı tır (p<0,05). Modifiye edilmi Johnson ortamında ise fosfor miktarı 101,66±3,11 ppm (Mart) ile 114,03±5,44 ppm (Aralık) arasında de i im gösterdi i belirle nmi tir. Hasat edilen tüm gruplar arasında istatistiksel olarak önemli derece farklılıklar oldu u

saptanmı tır ( $p < 0,05$ ). ki farklı ortamda yeti tirilen alglerin fosfor miktarları arasında istatistiksel olarak önemli farklılık saptanmamı tır ( $p > 0,05$ ). ly as (1989), do adan topladı ı *G. verrucosa*'nın fosfor içeriklerinin 138,45 ppm (Haziran) ile 65,56 ppm (Eylül) arasında de i ti ini belirlemi olup, çalı mada bulunan de erlerle benzerlik göstermektedir.

*G. verrucosa*'nın ham ya oranları incelenmi olup, Conway ortamında yeti tirilen alglerin %  $3,21 \pm 1,22$  ile %  $3,71 \pm 0,10$  arasında de i im gösterdi i belirlenmi tir. Yapılan tek yönlü varyans analizlerine göre Aralık ayındaki hasat edilen talluslar ile ubat ve Mart ayında hasat edilen talluslar arasında istatistiksel yönden önemli farklılıklar saptanmı tır ( $p < 0,05$ ). Modifiye edilmi Johnson ortamında en dü ük ya yüzdesi %  $2,39 \pm 0,77$  olarak, en yüksek ya yüzdesi ise %  $2,66 \pm 0,94$  olarak belirlenmi tir. Hasat zamanlarına göre ya yüzdeleri arasında istatistiksel olarak önemli derece farklılıklar saptanmı tır ( $p < 0,05$ ). Farklı ortamlarda yeti tirilen deneneme gruplarının ya yüzdeleri istatistiksel olarak önemli derecede farklılıklar göstermektedir ( $p < 0,05$ ). Ova Kaykaç (2007) yapmı oldu u çalı mada *G. verrucosa*'nın ham ya içeriklerini en yüksek ve en dü ük olmak üzere sırasıyla %  $1,04 \pm 0,44$  (ilkbahar) ve %  $0,37 \pm 0,005$  (yaz) olarak , Khotimchenko (2005) ise ortalama  $2,7 \pm 0,7 \text{ mg g}^{-1}$  ya a ırlık yada  $15,2 \pm 2,7 \text{ mg g}^{-1}$  kuru a ırlık olarak saptamı olup, ya içeriklerinin habitat, ya ve büyüme alanına ba lı de i im gösterebildi ini belirtmi lerdir. Yeti tirilen alglerin ya yüzdelerinin bu faktörlere ba lı olarak yüksek çıktı ı dü ünülmektedir.

Conway ortamında yeti tirilen alglerin nem oranları %  $11,03 \pm 0,52$  (Aralık) ile %  $11,47 \pm 0,33$  (Mart) arasında saptanmı olup, hasat edilen aylar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamı tır ( $p > 0,05$ ). Modifiye edilmi Johnson ortamında en dü ük nem miktarı %  $10,9 \pm 0,55$  olarak Mart ayında saptanırken en yüksek nem oranı %  $11,71 \pm 0,23$  olarak Aralık ayında ölçülmü tür. Hasat edilen ayların nem miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık saptanmamı tır ( $p > 0,05$ ). Farklı ortamlarda yeti tirilen deneme gruplarının nem yüzdeleri arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamı tır ( $p > 0,05$ ). Marrion ve di . (2005), yapmı oldukları çalı mada *G. verrucosa*'nın nem içeri ini  $23,6 \pm 8,2$



olarak, Ova Kaykaç (2007) ise  $11,73 \pm 0,62$  (yaz) ile  $10,67 \pm 1,65$  (sonbahar) de i im gösterdi ini tespit etmi tir. Yapılan deneme Marrion ve di . (2005)'nin sonuçlarıyla farklılık gösterirken, Ova Kaykaç (2007)'in sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Hasat edilen talluslarının kül oranları tespit edilmi olup, Conway ortamında yeti tirilen *G. verrucosa*'da bu oranın %  $12,32 \pm 0,44$  (Aralık) ile %  $12,44 \pm 0,67$  (Mart) arasında de i ti i saptanmı tir. Hasat zamanlarına göre kül oranlarının istatistiksel olarak farklılık göstermedi i bulunmu tur ( $p > 0,05$ ). Modifiye edilmi Johnson ortamında yeti tirilen alglerde ise en yüksek kül oranı %  $12,14 \pm 0,78$  olarak Mart ayında belirlenirken, en dü ük kül oranı ubat ayında %  $11,25 \pm 0,58$  olarak hesaplanmı tir. Modifiye edilmi Johnson ortamında yeti tirilen *G. verrucosa*'nın hasat zamanları arasında istatistiksel olarak bir farklılık belirlenmemi tir ( $p > 0,05$ ). Her iki ortamın kül oranları arasında istatistiksel olarak bir farklılık saptanmamı tir ( $p > 0,05$ ). Msuya ve Neori (2002), do adan topladıkları ve yeti tirdikleri *G. crassa*'nın kül de erlerini sırasıyla  $37,7 \pm 3,6$  ve  $35,3 \pm 9,3$  olarak , Marrion ve di . (2005) ise *G. verrucosa*'da  $23,6 \pm 8,2$  olarak belirlemi lerdir. Krishnaiah ve di . (2008), *Gracilaria sp.*'nin kül içeriklerinin  $19,62 \pm 0,25$  (Temmuz) ile  $20,56 \pm 0,09$  (Ocak) arasında de i ti ini saptamı lardır. Ova Kaykaç (2007) tarafından yapılan çalı mada, *G. verrucosa*'nın en yüksek kül içeri i  $28,71 \pm 0,71$ (kı ) ve en dü ük  $19,13 \pm 0,23$  (yaz) olarak bulunmu tur. Yeti tiricili i yapılan *G. verrucosa* tallusları ile do adan toplanan tallusların kül içeriklerinin birbirlerinden farklı oldu u belirlenmi tir.

Conway ortamında yeti tirilen alglerin agar içerikleri %  $11,22 \pm 1,54$  ile %  $21,92 \pm 2,24$  arasında de i im göstermi olup, hasat edilen aylar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmı tir ( $p < 0,05$ ). Modifiye edilmi Johnson ortamında yeti tirilen *G. verrucosa*'nın agar içeri i en dü ük %  $9,65 \pm 1,12$  olarak Aralık ayında yapılan hasatta belirlenirken, en yüksek agar içeri i Mart ayında yapılan hasatta %  $18,64 \pm 2,38$  olarak bulunmu tur. Hasat yapılan ayların agar içeriklerinin istatistiksel olarak birbirlerinden farklı oldu u saptanmı tir ( $p < 0,05$ ). Her iki ortamın agar oranları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunamamı tir ( $p > 0,05$ ). Marinho-Soriano (2001), *G. gracilis*, *G. dura* ve *G. bursa-pastoris* olmak üzere üç

farklı *Gracilaria* türü ile yapılan çalışmada agar içeriklerini *G. bursa-pastoris*'te %  $34,8 \pm 0,28$ , *G. dura*'da %  $33,5 \pm 0,50$  ve *G. gracilis*'te ise %  $30 \pm 0,45$  olarak saptanmıştır. Marinho-Soriano ve Bourret (2003), *G. gracilis* ve *G. bursa-pastoris*'i kullandıkları çalışmada *G. gracilis*'in agar içeriğini en çok ilkbaharda % 30, en az ise sonbaharda % 19 olarak saptamışlardır. *G. bursa-pastoris*'in agar içeriğini ise yazın en yüksek % 36, kışın ise en düşük % 23 olarak bulmuşlardır. Marinho-Soriano ve Bourret, (2004), *G. dura* ile yaptıkları çalışmalarında agar içeriklerini % 32 – 35 aralığında tespit etmişlerdir. Meena ve diğ. (2006), doğadan topladıkları *G. crassa*'dan elde ettikleri doğal agarın miktarını %  $18 \pm 0,55$  olarak, *G. edulis*'ten elde ettikleri agarın miktarını ise %  $16 \pm 0,45$  olarak bulmuşlardır. Yapılan çalışmalarda agar miktarlarının mevsimlere bağlı olarak değiştiği görülmekte olup yapılan çalışmayla bu noktada benzerlik göstermektedir. Ayrıca alglerin protein ile agar içeriklerinin arasında ters orantı olduğu Hanisak (1987) tarafından bildirilmiş olup elde edilen sonuçlar bu açıdan incelendiğinde Aralık ayında Conway ortamında en yüksek protein oranı elde edilmesine karşın en düşük agar içeriği belirlenmiştir. Aynı şekilde Modifiye edilmiş Johnson ortamında en yüksek agar içeriğinin tespit edildiği Mart ayında en düşük protein oranı saptanmıştır.

Conway ortamında yetiştirilen alglerde en yüksek ve en düşük jel erime sıcaklıkları  $85,00 \pm 0,35$  °C (ubat) ve  $83,50 \pm 0,20$  °C (Aralık) olarak belirlenmiştir. Hasat edilen aylar arasında istatistiksel olarak bir farklılık saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ). Modifiye edilmiş Johnson ortamında ise jel erime sıcaklıklarının  $86,50 \pm 0,30$  °C (Mart) ile  $85,50 \pm 0,40$  °C arasında değişim gösterdiği bulunmuştur. Modifiye edilmiş Johnson ortamında yetiştirilen tallusların jel erime sıcaklıkları arasında istatistiksel olarak bir farklılık saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ). Conway ortamında yetiştirilen talluslarda jelleme sıcaklıkları  $37,20 \pm 0,24$  °C (Aralık) ile  $33,00 \pm 0,32$  °C (ubat) arasında değişim göstermiş olup hasat edilen aylar arasında istatistiksel olarak bir farklılık saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ). Modifiye edilmiş Johnson ortamında yetiştirilen alglerin jelleme sıcaklıkları hasat zamanlarına göre en yüksek  $39,00 \pm 0,35$  °C (Aralık) belirlenirken en düşük  $34,00 \pm 0,32$  °C (Mart) olarak bulunmuştur. Her iki ortamın jelleme sıcaklıkları arasında ise istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). Marinho-Soriano ve Bourret (2003), *G. gracilis* ve *G.*

*bursa-pastoris*'in kullandıkları çalı mada *G. gracilis*'ten ekstrakte edilen agarın jelle me sıcaklı ı sırasıyla sonbaharda 48 °C'den ilkbaharda 37 °C'ye kadar, *G. bursa-pastoris*'ten ekstrakte edilen agarın jelle me sıcaklı ı ise yazın 34 °C'den sonbaharda 46 °C'ye kadar de i im göstermi tir. Marinho-Soriano ve Bourret, (2005), *G. dura* ile yaptıkları çalı malarında jelle me sıcaklıklarını en yüksek Ekim ayında  $43.25 \pm 2.74$  °C, en dü ük ise Haziran ayında  $38 \pm 0.29$  °C olarak bulmu lardır. Freile-Pelegrin ve Murano, (2005), yaptıkları çalı mada *G. cervicornis*'in jelle me sıcaklı ı 36-37°C, jel erime sıcaklı ı 54-67°C, *G. blodgettii*'nin jelle me sıcaklı ı 42-45°C, jel erime sıcaklı ı 86-88 °C ve *G. crassissima*'nın jelle me sıcaklı ı 40-45 °C, jel erime sıcaklı ı 80-85 °C de erleri arasında bulunmu tur. Meena ve di . (2006), yaptıkları çalı mada *G. crassa*'dan elde ettikleri do al agarın jelle me sıcaklı mını  $35 \pm 0,45$  °C ve jel erime sıcaklı mını  $82 \pm 0,54$  °C olarak bulmu larıdır. *G. edulis*'ten elde etikleri agarın jelle me sıcaklı mını  $39 \pm 0,45$  °C, jel erime sıcaklı mını ise  $76 \pm 0,45$  °C olarak bulmu lardır. Rodriguez ve di ., (2008), do adan topladıkları *G. gracilis*'ten elde ettikleri agarın jelle me sıcaklı mını 31°C, jel erime sıcaklı mını ise 85°C olarak saptamı lardır. Yapılan çalı malarda agar jelle me ve jel erime sıcaklıklarının mevsimlere göre de i ti i görülmekte olup yapılan çalı mayla benzerlik göstermektedir.

Bu tez çalı ması kapsamında agarofit alglerden *Gracilaria verrucosa*'nın Türkiye sera ko ullarında yeti tiricili i denenmi tir. ki farklı kültür ortamının kullanıldı ı çalı malarda yeti tirilen alglerin büyüme özellikleri ve agar içerikleri belirlenmi tir.

## KAYNAKLAR

- Ak . ve Cirik S., 2004. Distribution of *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss (Rhodophyta) in Izmir Bay (Eastern Aegean Sea). *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 7 (11): 2022-2023.
- ANONYMOUS, 2002a. AOAC Ashes content. 920.153. Official method of analysis (17 th ed.). Gaithersburg, Maryland: Association of Official Analytical Chemists.
- ANONYMOUS, 2002b. AOAC Protein content. 960.39. Official method of analysis (17 th ed.). Gaithersburg, Maryland: Association of Official Analytical Chemists.
- Aysel V. ve Güner H., 1999. *Tohumuz Bitkiler Sistemati i*. E. Ü. Fen Fak. Yay. Bornova. I. Cilt (108): 198-220.
- Blakeslee M., 1986. Determination of Carbon Concentration Effects of Photosynthesis: a pH Independent Approach. *Nova Hedwigia* 83: 79-94.
- Blinks L. R., 1963. The Effect of pH Upon the Photosynthesis of Littoral Marine Algae. *Phycologia* 57: 126-136.
- Chapman A. R. O. ve Craige J. S., 1997. Seasonal Growth by *Laminaria longicrursis*: Relations With Dissolved Inorganic Nutrients and Internal Reserves of Nitrogen. *Mar. Biol.* 40: 197-205.
- Chirapart A. ve Ohno M., 1993. Growth in tank culture of species of *Gracilaria* from the Southeast Asian waters. *Botanica Marina*, 36: 9 -13.
- Choi H. G., Kim Y. S., Kim J. H., Lee S. J., Park E. J., Ryu J. ve Nam K. W., 2006. Effects of temperature and salinity on the growth of *Gracilaria*

*verrucosa* and *G. chorda*, with the potential for mariculture in Korea, *Journal of Applied Phycology*. (18):269–277.

Cirik S., Turan G., Ak . ve Koru E., 2006. *Gracilaria verrucosa* (Rhodophyta) Culture in Turkey. *International Conferance on Coastal Oceanography & Sustainable Marine Aquaculture*, Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia 154-157.

Cirik . ve Cirik S., 1999. *Su Bitkileri (Deniz bitkilerinin biyolojisi, ekolojisi, yeti tirme teknikleri )*. E.Ü. Su Ürünleri Fak. Yay. 158 – 166.

Çıra E., 1992. zmir Körfezi'nde *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss'ın Da ılımı. E.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans tezi. Bornova.

Dawes C. J., Orduña-Rojas J. ve Robledo D., 1999. Response of the Tropical Red Seaweed *Gracilaria cornea* to temperature, salinity and irridence. *Jornal of Applied Phycology* 10: 419-425.

D'Elia C. ve DeBoer J., 1978. Nutritional Studies of Two Red Algae. II. Kinetics of Ammonium and Nitrate Uptake. *J. Phycol.* 14: 266-272.

Dere ., Dalkıran N., Karacao lu D., Yıldız G. ve Dere E., 2003. The determination of total protein, total soluble carbohydrate and pigment contents of some macroalgae collected from Gemlik-Karacaali (Bursa) and Erdek-Ormanlı (Balıkesir) in the Sea of Marmara, Turkey. *Oceanologia* 45 (3): 453-471.

Dural B., Demir N. ve Sunlu U., 2006. A Pilot-scale Unit for Suspended Cultivation of *Gracilaria gracilis* in zmir Bay, Aegean Sea-Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 9 (6): 1043-1046.

Edding M., Leon C. ve Ambler R., 1987. Growth of *Gracilaria* sp. in the laboratory. *Hydrobiologia* 151/152: 375-37.

- ANONYMOUS, 1990. FAO, (February 12, 2002). Training Manual On *Gracilaria* Culture and Seaweed Processing in China 1990, February 12, 2002  
<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB730E/AB730E00.htm>.
- ANONYMOUS, 2006a. FAO, (September 17, 2008). World Fisheries Production, by Capture and Aquaculture, September 17, 2008  
<ftp://ftp.fao.org/fi/stat/summary/a-0a.pdf>.
- ANONYMOUS, 2006b. FAO, (September 17, 2008). World Aquaculture Production by Culture Environment, September 17, 2008  
<ftp://ftp.fao.org/fi/stat/summary/a-0a.pdf>.
- Fidancı Z., Çirik . ve Ak ., 2005. *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss Tank Kültür Sistemlerindeki Yeti tiricili i. XIII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- 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. *J. Biol. Chem.* 226:497-509.
- Freile-Pelegrín Y. ve Murano E., 2005. Agars from three species of *Gracilaria* (Rhodophyta) from Yucatán Peninsula, *Bioresource Technology* 96: 295-302.
- Friedlander M., 2001. Inorganic nutrition in pond cultivated *Gracilaria conferta* (Rhodophyta): nitrogen, phosphate and sulfate. *Journal of Applied Phycology*. 13: 279-286.
- Guiry M. D., (30 March 1996). *Gracilaria gracilis* (Stackhouse) M. Steentoft, L.M. Irvine & W.F. Farnham. Retrieved November, 20, 2008, from [http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species\\_id=18](http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=18).
- Halling C., Aroca G., Cifuentes M., Buschmann A. H. ve Troell M., 2005. Comparison of spore inoculated and vegetative propagated cultivation

methods of *Gracilaria chilensis* in an integrated seaweed and fish cage culture, *Aquaculture International* 13: 409–422.

Hanisak M. D., 1978. Cultivation and Bioenergetics of the Agarophyte *Gracilaria tikvahiae*. *International Council for the Exploration of the Sea*, Code Number C. M. 1979/F: 24: 8.

Hanisak M. D., 1987. Cultivation of *Gracilaria* and Other Macroalgae in Florida for Energy Production. In: Bird K. T. ve Benson P. H., Eds. *Seaweed Cultivation for Renewable Resources*. U. S. A. p: 191-207.

Hanisak M. D., 1979. Nitrogen Limitation of *Codium fragile* ssp. *tomentosoides* as Determined by Tissue Analysis. *Mar. Biol.* 50: 333-337.

Hanisak M. D., 1983. The Nitrogen Relationships of Marine Macroalgae. In: Carpenter E. J. and Capone D. G., Eds, *Nitrogen in the Marine Environment*. Academic Press, New York. 699-730.

Hanisak M. D. ve Ryther J. H., 1986. The Experimental Cultivation of the Red Seaweed *Gracilaria tikvahiae* as an “Energy Crop”: An Overview. *Nova Hedwigia*. 83: 212- 217.

Hanisak M. D. ve Samuel M. A., 1983. The Influence of Major Environmental Factors on the Growth of *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyceae) in Culture. *J. Phycol.* 19: 6.

Iyas M., 1989. Agar ve Protein Konsantresi Üretiminde Hammadde Olarak *Gracilaria verrucosa*'nın (Hudson) Papenfuss Kullanım Olanakları. E. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. zmir.

Jeffery S. W. ve Humphrey G. F., 1975. New Spectrophotometric Equations for Determining Chlorophylls A, B, C1 and C2 in Higher -Plants, Algae and Natural Phyoplankton. *Biochem. Physiol. Pflanzen.* 167: 191-194.

- Kadan G., 1994. Kırmızı Deniz Yosunlarından Agar-Agar eldesi. D.E.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. zmir.
- Khotimchenko S. V., 2005. Lipids From the Marine Alga *Gracilaria verrucosa*. *Chemistry of Natural Compounds*, 41(3): 285-288.
- Krishnaiah D. ve Sarbatly R., 2008. Mineral Content of Some Seaweeds from Sabah's South China Sea, *Asian Journal of Scientific Research* 1 (2):166-170.
- Lapointe B. E., 1985. Strategies For Pulsed Nutrient Supply to *Gracilaria* Cultures in the Florida Keys: Interactions Between Concentration and Frequency of Nutrient Pulses. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 93: 211-222.
- Lapointe B. E. ve Ryhther J. H., 1978. Some Aspects of the Growth and Yield of *Gracilaria tikvahiae* in Culture. *Aquaculture* 15: 185-193.
- Lapointe B. E. ve Ryhther J. H., 1979. The Effects of Nitrogen and Seawater Flow Rate on the Growth and Biochemical Composition of *Gracilaria prolifera* var. *angustissima* in Mass Outdoor Culture. *Bot. Mar.* 22: 529-537.
- Marinho-Soriano E., 2001, Agar polysaccharides from *Gracilaria* species (Rhodophyta, Gracilariaceae), *Journal of Biotechnology*, 89: 81-84.
- Marinho-Soriano E. ve Bourret E., 2003. Effects of season on the yield and quality of agar from *Gracilaria* species (Gracilariaceae, Rhodophyta), *Bioresource Technology* 90: 329-333.
- Marinho-Soriano E. ve Bourret E., 2005. Polysaccharides from the red seaweed *Gracilaria dura* (Gracilariales, Rhodophyta), *Bioresource Technology*. 96: 379-382.



- Marrion O., Fleurence J., Schwertz A., Guéant J. L., Mamelouk L., Ksouri J. ve Villaume C., 2005. Evaluation of protein *in vitro* digestibility of *Palmaria palmata* and *Gracilaria verrucosa*, *Journal of Applied Phycology*. 17: 99-102.
- Meena R., Prasad K. ve Siddhanta A. K., 2006. Studies on “sugar-reactivity” of agars extracted from some Indian agarophytes, *Food Hydrocolloids*. 20: 1206–1215.
- Milena P., De Masi F. ve Gargiulo G. M., 2006. Alternative pathways in the life history of *Gracilaria gracilis* (Gracilariales, Rhodophyta) from North eastern Sicily (Italy), *Aquaculture*. 261: 1003–1013.
- Msuya F. E. ve Neori A., 2002. *Ulva reticulata* and *Gracilaria crassa*: Macroalgae That Can Biofilter Effluent from Tidal Fishponds in Tanzania, Western Indian Ocean, *J. Mar. Sci.* 1(2): 117–126.
- Mwandya A. W., Mtolera M. S. P., Pratap H. B. ve Jiddawi N. S., 1999. Macroalgae as biofilters of dissolved inorganic nutrients in an integrated mariculture tank system in Zanzibar. *CSA Illumina*. 159-170.
- Navarro-Angulo L. ve Robledo D., 1999. Effects of Nitrogen Source, N:P Ratio and N-Pulse Concentration and Frequency on the Growth of *Gracilaria cornea* (Gracilariales, Rhodophyta) in Culture. *Hydrobiologia* 398/399: 315-320.
- Odum E. P., 1971. *Fundamentals of Ecology* (Third Edition). W. B. Saunders Company, Philadelphia.
- Ova Kaykaç G., 2007. Bazı Alg Türlerinin (*Cystoseira barbata*, *Ulva rigida* ve *Gracilaria verrucosa*) Tatlarında etkili olan Aminoasitlerin Mevsimsel

De i imi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale.

Perez R., Kaas R., Campello F., Arbault S. ve Barbaroux O., 1992. *La Culture Des Algues Marines Dans Le Monde*. Ed. Perez R., IFREMER, France. 296- 327.

Rodríguez M. C., Matulewicz M. C., Nosedá M. D., Ducatti D. R. B. ve Leonardi P. I., 2008. Agar from *Gracilaria gracilis* (Gracilariales, Rhodophyta) of the Patagonic Coast of Argentina—Content, Structure and Physical Properties, *Bioresource Technolog.* 1-7.

Ryther J. H., Corwin N., DeBusk T. A. ve Williams L.D., 1981. Nitrogen Uptake and Storage by the Red Alga *Gracilaria tikvahiae* (McLachlan, 1979). *Aquaculture*. 26: 107-115.

Ryther J. H. ve DeBusk T. A., 1982. Significance of Carbon Dioxide and Bicarbonate-Carbon Uptake in Marine Biomass Production. Energy from Biomass and Waste VI. Institute of Gas Technology, Chicago. 221-236.

Santelices B. ve Doty M., 1989. A Review of *Gracilaria* Farming. *Aquaculture*. 78: 68-133.

Troell M., Halling C., Nilson A., Buschman A.H., Kautsky N. ve Kautsky L., 1997. Integrated mariculture of *Gracilaria chilensis* (Gracilariales, Rhodophyta) and salmon cages for reduced environmental impact and increased economic output. *Aquaculture*. 156: 45-61.

Turan G., Ak ., Cirik S., Koru E. ve Ba aran A. K., 2006. Entansif Balık Kültüründe *Gracilaria verrucosa* (Huson) Papenfuss Yeti tiricili i. *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*. 23 (1/2): 305-309.

Turan G., 2007. Su yosunlarının Thalassoterapi’de kullanımı. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı. Doktora Tezi. İzmir.

Young M. ve Percival E., 1974. Carbonhidrates of Brown Seaweed. *Carbonhydrate Res.* 12: 121-133.

## TABLULAR

## Sayfa

Tablo 1. Conway ortamı.....	18
Tablo 2. Modifiye Edilmi Johnson Ortamı.....	19
Tablo 3. Farklı kültür ortamları kullanılarak yeti tirilen <i>G. verrucosa</i> 'nın aylara göre ortalama spesifik büyüme hızları.....	28
Tablo 4. Farklı kültür ortamlarında yeti tirilen <i>G. verrucosa</i> 'nın aylara göre biyomas miktarları.....	28
Tablo 5. Farklı besin ortamlarında yeti tirilen <i>G. verrucosa</i> 'nın toplam klorofil ve toplam karotenoid içerikleri.....	29
Tablo 6. Farklı besin ortamlarında yeti tirilen <i>G. verrucosa</i> 'nın besin kompozisyonları.....	30
Tablo 7. Farklı ortamlarda yeti tirilen <i>G. verrucosa</i> 'nın agar içerikleri.....	32

**EK LLER****Sayfa No**

ekil 1. <i>Gracilaria verrucosa</i> 'nın genel görünü ü.....	3
ekil 2. <i>Gracilaria verrucosa</i> tallusunun a. Enine kesiti, b. Boyuna kesiti.....	4
ekil 3. <i>Gracilaria verrucosa</i> 'nın tallus görünümleri .....	5
ekil 4. <i>Gracilaria gracilis</i> 'in hayat devri (Milena ve di ., 2006).....	7
ekil 5. Ayıklanan ve yıkanan alg tallusları.....	17
ekil 6. Denemeler süresince Dı ortam, Sera içi ve Su sıcaklıklarında meydana gelen de i imler.....	25
ekil 7. Denemeler süresince Dı ortam ve Sera içinde ı ık iddetlerind e meydana gelen de i imler.....	26
ekil 8. Deneme süresince tuz konsantras yonunda meydana gelen de i imler... ..	26
ekil 9. Denemler süresince pH miktar ında meydana gelen de i imler.....	27

## YA AM ÖYKÜSÜ

Frankfurt, Almanya 1980 doğumlu olan Zerrin ÇETİN, liseyi Bandırma Mehmet Gönenç Lisesinde tamamladı. 2001 yılında girdiği Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinden 2005 yılında mezun oldu. 2006 yılından itibaren Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine devam etmektedir.

## EKLER



**Resim 1.** Deneme düzeneğinin genel görünümü.



**Resim 2.** *Gracilaria verrucosa*'dan elde edilen agar.



**Resim 3.** *Gracilaria verrucosa*'dan elde edilen jel ve kuru agar.