

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÇANAKKALE BOĞAZI'NDAKİ
(ÇANAKKALE, TÜRKİYE)
BAZI KIRMIZI ALGLERDE
AGAR MİKTARLARININ
YILLIK DEĞİŞİMİ**

Selin SAĞBAŞ

Biyoloji Anabilim Dalı
Tezin Sunulduğu Tarih: 17.01.2011

Tez Danışmanı:
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ERDUĞAN

ÇANAKKALE

YÜKSEK LİSANS TEZ SINAV SONUÇ BELGESİ

SELİN SAĞBAŞ tarafından YRD. DOÇ. DR. HÜSEYİN ERDUĞAN yönetiminde hazırlanan “ÇANAKKALE BOĞAZI'NDAKİ (ÇANAKKALE, TÜRKİYE) BAZI KIRMIZI ALGLERDE AGAR MİKTARLARININ YILLIK DEĞİŞİMİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ERDUĞAN

Danışman

Doç. Dr. Nurettin ŞAHİNER

Juri Üyesi

Prof. Dr. Veysel AYSEL

Juri Üyesi

Sıra No:

Tez Savunma Tarihi: 17/01/2011

Prof. Dr. İsmail TARHAN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Hazırlanan bu Yüksek Lisans BAP tarafından 2009/138 no'lu proje ile desteklenmiştir.

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

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

Selin SAĞBAŞ

TEŞEKKÜR

Tez konusunun belirlenmesinde, çalıőmanın sonuçlandırılmasında, arazi çalışmalarında her türlü desteği benden esirgemeyen tez danıőmanım değerli hocam Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen- Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölüm BaŐkan Yardımcısı ve Biyoloji Bölümü Öğretim yesi sayın Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ERDUğAN'a, her zaman desteğini gördüğüm hocalarım Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen- Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Öğretim yesi sayın Prof. Dr. Veysel AYSEL'e, Kimya Bölümü Öğretim yesi sayın Doç. Dr. Nurettin ŞAHİNER'e, Biyoloji Bölümü Araştırma Görevlisi Rıza AKęL'e saygı ve teŐekkürlerimi sunar; arazi çalışmalarında yardımını esirgemeyen arkadaŐım Zeynep Gökçen KOçOęLU'na, çalışma arkadaŐlarım Sultan BÜTÜN, Necdet KARAKOYUN, Ahmet KAYNAK'a, tüm eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi her türlü desteği veren aileme teŐekkürlerimi sunarım.

Selin SAğBAŞ

ÖZET

ÇANAKKALE BOĞAZI'NDAKİ (ÇANAKKALE, TÜRKİYE) BAZI KIRMIZI ALGLERDE AGAR MİKTARLARININ YILLIK DEĞİŞİMİ

Selin SAĞBAŞ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ERDUĞAN

17.01.2011, 41

Yapılan çalışmada, Mayıs 2009 ile Nisan 2010 tarihleri arasında 12 ay boyunca Çanakkale Boğazı'nda seçilen istasyonlardan toplanan *Nemalion helminthoides* (Velley) Batters, *Gelidium spinosum* (S.G. Gmelin) P.C. Silva, *Gracilaria bursa-pastoris* (S.G. Gmelin) P.C. Silva, *Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V. Lamouroux, *Phyllophora crista* (Hudson) P.S. Dixon, *Peyssonniella rubra* (Greville) J. Agardh, *Lomentaria articulata* (Hudson) Lyngbye, *Ceramium* Roth., *Chondria dasyphylla* (Woodward) C. Agardh, *Palisada perforata* (Bory de Saint-Vincent) K.W.Nam, *Boergeseniella fruticulosa* (Wulfen) Kylin, *Polysiphonia morrowii* Harvey 12 farklı taksondan dondurma metodu ile elde edilen agarın veriminin mevsimsel değişimi incelenmiştir.

Elde edilen verilere göre *Gracilaria bursa-pastoris* ve *Palisada perforata* taksonları yıllık ortalama agar verimlerine göre ekonomik olarak agar üretimi için kullanılabilir algler olduğu görülmüştür.

Anahtar sözcükler: Rhodophyta, Kırmızı algler, Agar, Çanakkale Boğazı, Türkiye.

ABSTRACT

THE ANNUAL CHANGES OF AGAR AMOUNT IN SOME RED ALGAE FROM ÇANAKKALE STRAIT (ÇANAKKALE, TURKEY)

Selin SAĞBAŞ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Graduate School of Science and Engineering

Chair for Biology Thesis of Master of Science

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Hüseyin ERDUĞAN

17.01.2011, 41

In this study; Agar yield was investigated with freezing method of 12 different takson *Nemalion helminthoides* (Velley) Batters, *Gelidium spinosum* (S.G. Gmelin) P.C. Silva, *Gracilaria bursa-pastoris* (S.G. Gmelin) P.C. Silva, *Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V. Lamouroux, *Phyllophora crispa* (Hudson) P.S. Dixon, *Peyssonniella rubra* (Greville) J. Agardh, *Lomentaria articulata* (Hudson) Lyngbye, *Ceramium* Roth., *Chondria dasyphylla* (Woodward) C. Agardh, *Palisada perforata* (Bory de Saint-Vincent) K.W.Nam, *Boergeseniella fruticulosa* (Wulfen) Kylin, *Polysiphonia morrowii* Harvey collected during the 12 months between the May 2009 and April 2010 from different station of Dardanelles .

According to obtaine results of agar yield from *Gracilaria bursa-pastoris* and *Palisada perforata*; this algae were used for agar production.

Keywords: Rhodophyta, Red algae, Agar, Çanakkale strait, Turkey.

İÇERİK

TEZ SINAV SONUÇ BELGESİ.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
BÖLÜM 1-GİRİŞ.....	1
1.1. Agarın Kimyasal Yapısı ve Kalitesi.....	2
1.2. Agar Elde Edilen Deniz Yosunları.....	5
1.3. Deniz Yosunlarının Dünyada Üretimi.....	7
1.4. Agarın Kullanım Alanları	8
1.4.1. Agarın Gıda Sanayinde Kullanımı.....	8
1.4.2. Agarın Tıpta Kullanımı	9
1.4.3. Agarın Mikrobiyoloji’de Kullanımı.....	10
1.4.4. Agarın Endüstride Kullanımı.....	10
BÖLÜM 2-ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	11
BÖLÜM 3-MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1. Materyaller	14
3.1.1. Çalışmada Yer Alan Kırmızı Alglerin Toplanması.....	14
3.1.2. Çalışmada Yer Alan Kırmızı Algler	14
3.1.2.1. <i>Nemalion helminthoides</i> (Volley) Batters.....	15
3.1.2.2. <i>Gelidium spinosum</i> (S.G. Gmelin) P.C. Silva.....	16
3.1.2.3. <i>Gracilaria bursa-pastoris</i> (S.G. Gmelin) P.C. Silva	17
3.1.2.4. <i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) J.V. Lamouroux.....	18
3.1.2.5. <i>Phyllophora crispa</i> (Hudson) P.S. Dixon	19
3.1.2.6. <i>Peyssonnelia rubra</i> (Greville) J. Agardh	20

3.1.2.7. <i>Lomentaria articulata</i> (Hudson) Lyngbye	21
3.1.2.8. <i>Ceramium</i> spp. Roth	22
3.1.2.9. <i>Chondria dasyphylla</i> (Woodward) C. Agardh	23
3.1.2.10. <i>Palisada perforata</i> (Bory de Saint-Vincent) K.W.Nam.....	24
3.1.2.11. <i>Boergeseniella fruticulosa</i> (Wulfen) Kylin	25
3.1.2.12. <i>Polysiphonia morrowii</i> Harvey	25
3.2. Yöntem	26
BÖLÜM 4-ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	28
BÖLÜM 5-SONUÇ VE ÖNERİLER	34
KAYNAKLAR	38
Çizelgeler	I
Şekiller	II
Özgeçmiş	III

BÖLÜM 1**GİRİŞ**

Çağımızın önemli sorunlarından biri olan gıda ve ham madde yetersizliği, birçok alanda ekonomik açıdan tehdit edici boyutlara ulaşmıştır. Sucul organizmalar değişik kimyasal yapılarıyla en az karasal bitkiler kadar birçok sektörde kullanılmaktadır. Uzun zamandan beri alternatif yeni kaynak bulmaya yönelik olarak alglerle ilgili çalışmalar artmaya başlamıştır. Denizlerden elde edilen ürünlerin hemen her alanda kullanılması ve ekonomik getirileri sayesinde önemleri daha da artmıştır.

FAO (Food and Agriculture Organization) 2004'ün verilerine göre, dünya su ürünleri üretiminin genel durumu incelendiğinde ilk sırada 21,938 milyon ton ile tatlı su balıkları, ikinci sırada 11,784 milyon ton ile molluskalar ve üçüncü sırada 11,587 milyon ton ile su yosunları yer almaktadır. Algler ekonomik açıdan 6,22 milyar ABD \$'lık bir katkı sağlarken, deniz balıkları, molluska, kurustaseler ve diğerlerinin toplamı 17,40 milyar ABD\$'lık bir ekonomik değere sahiptir (Turan, 2007).

Deniz vejetasyonunun önemli bir kısmını algler oluşturmaktadır. Dünyada 8000'in üzerinde deniz bitkisi keşfedilmiş, bunlardan sadece kırmızı, esmer ve yeşil deniz yosunların endüstriyel olarak değerlendirildiği bilinmektedir (Atay, 1978).

Deniz yosunlarından gıda, tarım, kozmetik, tıp, eczacılık gibi çok değişik endüstri dallarında faydalanılmaktadır. Artan nüfusa paralel olarak farklı kaynakları kullanıp beslenme sorununu gidermeye yönelik çalışmalarda yosunlar önemli bir yer tutmakta ve yosunlardan faydalanma çalışmalarına ağırlık verilmeye başlandığı görülmektedir (Cirik ve Cirik, 2004).

FAO 2005 yılı verilerine göre, dünyadaki deniz bitkilerinin yetiştiricilik yoluyla üretimi 14,8 milyon tona, toplam üretim miktarı ise (yaş ağırlık olarak) 16,9 milyon tona ulaşmıştır. 2001 yılında bu miktar 10,6 milyon ton (5,7 milyar dolar) iken, 2002 yılında ise 11,6 milyon tona (6,2 milyar dolar) yükselmiştir. Sucul bitkilerin üretiminde diğer ülkelerle karşılaştırıldığında Çin 8,8 milyon ton ile ilk sırada yer almaktadır ve toplam üretimin % 71,1'lik kısmını oluşturmaktadır (Ova-Kaykaç, 2007).

Deniz yosunları karasal bitkilerden farklı olarak zengin bir fikokolloid kaynağıdır. Jelleşme özelliğine sahip bu maddeler eczacılık, endüstriyel ve yiyecek sektörlerinde geniş

uygulama alanlarına sahiptir. Bu maddelerin en önemlileri sodyum alginat, karragenan ve agar'dır. 1981'deki verilere göre dünyadaki toplam üretimi 40,000 ton civarında olan bu üç maddenin 300 milyon dolar değerinde olduğu hesaplanmıştır (FAO, 1991).

Kırmızı algler 4000'den fazla taksona sahiptir ve genellikle tropikal ve ılık sularda yayılış göstermekle beraber soğuk sularda da bulunmaktadır. Denizlerde değişik derinliklerde gelişebilirler. Işık absorbe özellikleri nedeniyle derin deniz algleri olarak bilinmektedirler. 30-60 m derinlikler arasında bol miktarda rastlanmaktadır (Güner ve Aysel, 1991). Agar ve agaroid üretiminin temel ham maddesini oluşturmakta olup, ekonomik değerleri çok yüksektir (Atay, 1978).

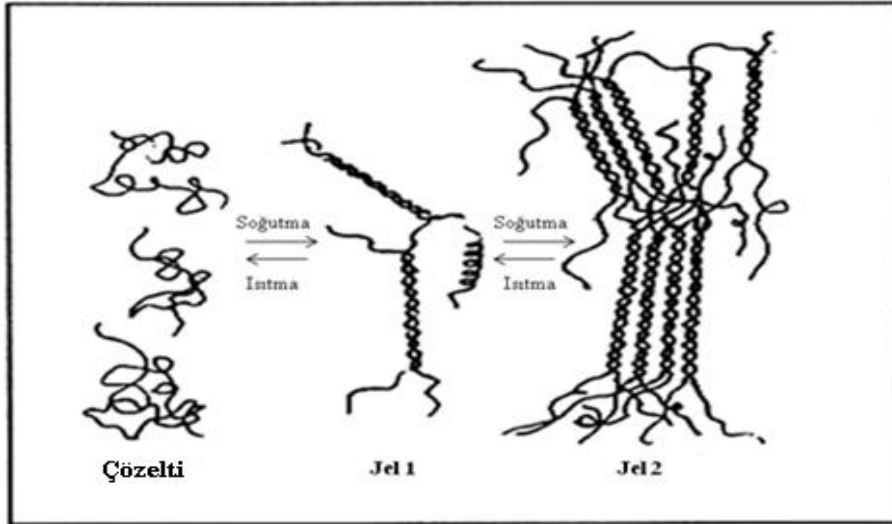
Agarın orijinal yapımı 17. yüzyıl'ın ortalarında muhtemelen 1658'de Japonlar tarafından keşfedilmiştir (Anonim, 2010a). Endüstride agar ya da agar-agar olarak bilinir. İsmi Malezya lisanından gelmekte olup, kurumuş Eucheema tozu için verilmiş bir addan gelir. 1939 yılına kadar pazarlarda Kanten adı altında Japon malı olarak tanınıyordu. Amerikada 1919 yılında ilk defa Kaliforniya'da eski Japon metodu ile elde edilmiştir. Daha sonra geliştirilerek 1923'ten itibaren Kuzey Amerika'daki agar endüstrisinin temelini teşkil etmiştir (Güner ve Aysel, 1991).

1.1. Agarın Kimyasal Yapısı ve Kalitesi

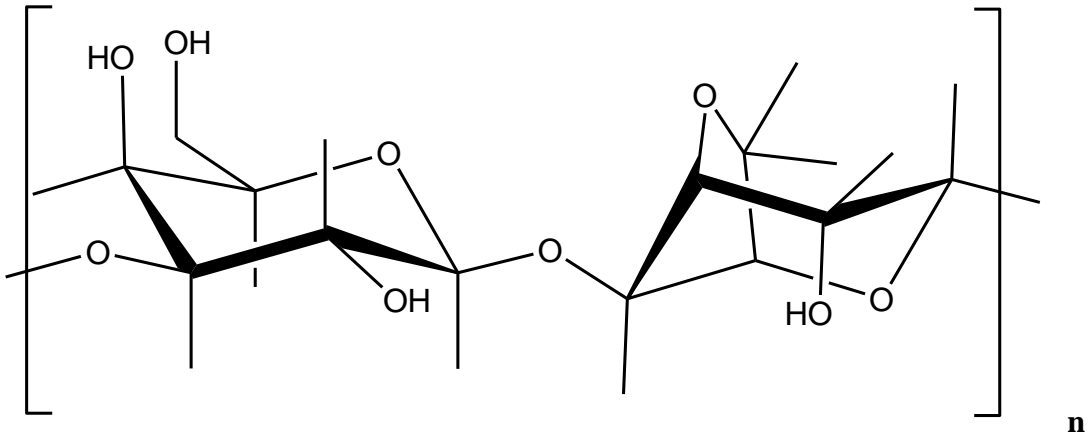
Agar, "agarofit" denilen belirli kırmızı deniz yosunlarının çeper kısmında bulunan D-galakta pironozlu mineral kompleksinin sülfürik asit esterleridir (Mouradi ve ark. 1992). 1945'de Dr. Tseng'in tanımına göre agar; kuru, şekilsiz, jelatin gibi, nitrojensiz, doğrusal bir galaktanın sülfürik asit esteridir. Soğuk suda çözünmez fakat sıcak suda çözünür (Şekil 1). Nötr bir çözeltide 80-100 °C de erir, 35-50 °C de katı bir jel haline gelir (Anonim, 2010a).

Araki (1966)'a göre agar; agaroz ve agaropektin denilen iki polisakkaritten oluşur. Agaroz nötral jel moleküllerinden, agaropektin jelimsi olmayan moleküller taşıyan sülfürik asit esterlerinden oluşur (Anonim, 2010a). Şekil 2 'de agarobiyozun yapısı gösterilmiştir.

Son zamanlarda, C-13 NMR spektroskopinin farklı agar moleküllerinde agaroz varlığının çeşitli polisakkarit tekrar ünitelerinin açıklanmasında güçlü bir alet olduğu kanıtlanmıştır.



Şekil 1. Agarın jelleşme mekanizması.



Şekil 2. Agarobiyozun kimyasal yapısı.

Agarın kalitesini belirleyebilmek için jelleşme sıcaklığı, jel erime sıcaklığı, toplam SO_3 miktarı, jel kuvvetine bakılır. Jel kuvveti tayini için örnekler intron test cihazında ¼ inç/dak hız ile çekilir.

Agar donuk ve sarımsı, agaroz renksiz ve berraktır. Agaroz iyonik olmaması ve düşük konsantrasyonlarda jel vermesi nedeniyle agarın kullanıldığı yerlerde kullanılmaktadır (Renn, 1984).

Alglerin değişik içerikleri türe, mevsimlere, türün yaşına, yaşadığı bölgeye, alg örneklerinin hazırlanmasına ve kullanılan analiz metotlarına göre değişiklik gösterir (Turan, 2007). Agar içeriği aynı cins yosunların farklı türlerinde bile değişiklik göstermektedir. Hatta buldukları ülkeden ülkeye (Çizelge 1) göre de farklılık gösterebilmektedir (Freile-Pelegrin, 2000).

Çizelge 1. 1984'te Japonya tarafından ithal edilen agar miktarı (Anonim 2010a).

Ülke ve Bölge	<i>Gelidium</i> spp. (Ton)	<i>Gracilaria</i> spp. (Ton)
Güney Kore	112	47
Tayvan	4	77
Filipinler	3	1,470
Endonezya	62	69
Şili	303	6,128
Brezilya	20	607
Arjantin	--	58
Madagaskar	74	--
Kuzey Afrika	100	895
Sri Lanka	--	45
Taylan	--	3
Vietnam	--	15
Kuzey Kore	--	48
Toplam	678	9,462

Agar miktarı kullanılan yosun materyaline göre % 11-70 arasında değişmektedir (Sur, 2001). Agarın kalitesi ve verimini etkileyen faktörlerden bir diğeri de mevsimsel değişimlerdir. Mevsimsel değişimlerin agar verimi ve kalitesi üzerine ülkemizde de birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan *Gracilaria* türlerinden elde edilen sonuçlar çizelge 2'de verilmektedir.

Çizelge 2. Marmara ve Ege kıyılarından toplanan *Gracilaria* türlerinin agar verimi ve kalite parametreleri (Ercan, 1995).

Bölge	Agar verimi %	Jel kuvveti g/cm ²	Jelleşme sıcaklığı C°	Jel erime sıcaklığı C°	Sülfat miktarı %
İzmit	34,3	-	-	-	2,3
İzmit	25,0	3,3 (3,3)	34,0 (33,0)	73,5 (75,5)	2,8 (2,6)
İzmit	38,3	3,5 (6,6)	34,5 (36,0)	74,5 (82,0)	5,8 (1,2)
Tuzla	35,6	7,5 (12,4)	34,0 (39,0)	74,5 (84,5)	5,3 (2,1)
Bostanlı	28,5	1,7 (3,3)	39,5 (42,0)	83,5 (82,5)	5,7 (3,1)
Bandırma	25,5	3,3 (5,0)	32,5 (34,0)	82,0 (84,0)	4,9 (2,8)
Şakran	17,1	7,0 (12,5)	38,5 (235,0)	76,1 (78,0)	3,7 (2,2)

Yine agar kalitesi ve verimi ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Bunlardan *Gracilaria asiatica* taksonu ile ilgili veriler çizelge 3'te verilmektedir.

Çizelge 3. *Gracilaria asiatica* Zhang & Xia agarın mevsimsel olarak ürün miktarı ve jel kuvveti (Anonim, 2010a).

Toplanma Tarihi	Ürün (%)	Jel kuvveti (g/cm ²)
1 Ocak	20,1	20
5 Şubat	15,2	13
7 Mart	11,4	11
6 Nisan	14,3	16
4 Mayıs	20,5	34
4 Haziran	15,4	84
20 Haziran	22,8	122
8 Temmuz	26,7	195
21 Temmuz	23,1	184
5 Ağustos	21,3	148
15 Ağustos	22,0	139

1.2. Agar Elde Edilen Deniz Yosunları

Agarofit olarak bilinen alglerden özellikle *Gelidium* (Gelidiaceae), *Gracilaria* (Gracilariaceae), *Pterocladia* (Gelidiaceae), *Ahnfeltia* (Phylloporaceae), *Gelidiella* ve *Phyllophora* agar üretimi için Dünya'nın farklı ülkelerinde kullanılmaktadır (FAO, 1991; Sur ve Güven, 2002).

En kaliteli agar (jelleşme sıcaklığı, jel erime sıcaklığı, sülfat miktarı, jel kuvvetine göre) *Gelidium* cinsinden elde edilir fakat kültürü zor ve *Gracilaria* spp. taksonlarına göre denizlerde yoğun kütleler halinde bulunuşu daha azdır. Ticari alanda farklı ülkelerde ve bölgelerde kültürü yapılmaktadır. *Pterocladia* sadece belirli bölgelerde yetiştirilir ve sadece Yeni Zelanda ve Sovyet Rusya'da kullanılır. *Gracilaria* hasatı ve kültürü kolay olduğu için agar üretiminde en önemli hammadde kaynağıdır. Yaklaşık olarak 150 türden fazla üyesi olan alg, başlıca sıcak ve subtropikal zonlarda yayılış gösterir. Son verilere göre dünyada *Gracilaria* cinsinden bir yıllık agar üretimi 8,000 tondur. Son yıllarda agar

üretimi için toplanan agarofitlerin % 60'ını *Gracilaria* spp. %35'ini *Gelidium* spp. ve %3'ünü ise diğer algler oluşturmaktadır (Anonim, 2010a).

Türkiye kıyılarından Ege ve Marmara denizinde *Gracilaria* topluluk teşkil edecek biçimde yayılış göstermektedir (Şerbetçioğlu, 1988). *Gracilaria*, *Gelidium*, *Pterocladia*, *Phyllophora* ve *Hypnea* agar üretimi için uygun cinsler olarak belirtilmesine rağmen, Türkiye'de yosunlara dayalı sanayi dalı henüz gelişmemiştir. Doğal stoklardan sadece birkaç taksondan yararlanılmakta, bunlardan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, *Phyllophora nervosa* f. *breviarticulata* Kalugina toplanarak ihracatı yapılmaktadır (Cirik ve Cirik, 2004). *P. nervosa* genellikle Karadeniz'de yayılım göstermektedir. Rusya ve Romanya Karadeniz'de yayılım gösteren *P. nervosa* taksonundan yararlanılmaktadır (Güner ve Aysel, 1991). Farklı ülkelerde agar üretimi için kullanılan algler için veriler çizelge 4'te sunulmaktadır.

Çizelge 4. Dünyada agar sanayinde kullanılan algler (Ercan, 1995).

ÜLKELER	KULLANILAN MAKRO ALGLER
Arjantin	<i>Gracilaria</i>
Avustralya	<i>Gracilaria</i> , <i>Euclima</i>
Şili	<i>Gracilaria</i> , <i>Gelidium</i>
Danimarka	<i>Gracilaria</i> , <i>Furcellaria fastigita</i>
Fransa	<i>Gelidium</i>
İngiltere	<i>Gigartina</i>
Seylan	<i>Gracilaria</i> , <i>Euclima</i>
Japonya	<i>Gracilaria</i> , <i>Gelidium</i> , <i>Ceramium</i> , <i>Pterocladia</i>
Kore	<i>Gracilaria</i> , <i>Gelidium</i> , <i>Ceramium</i> , <i>Pterocladia</i>
Monako	<i>Gelidium</i>
Yeni Zelanda	<i>Pterocladia</i>
USA	<i>Gracilaria</i> , <i>Gelidium</i>
Sovyet Rusya	<i>Ahnfeltia</i> , <i>Pterocladia</i> , <i>Phyllophora</i>

1.3. Deniz Yosunlarının Dünyada Üretimi

Dawes (1998)'e göre, Dünya çapında yaklaşık 160 deniz yosunu insanlar tarafından değerlendirilmektedir. Bunların 54'ü esmer alglere, 81'i kırmızı alglere ve 5'i yeşil alglere aittir (Ova-Kayvaç, 2007).

Endüstride kullanılmak üzere yaklaşık 1 milyon ton deniz yosunu toplanmaktadır ve bunlardan 600 milyon dolar değerinde 55,000 ton hidrokolloid ürün elde edilmektedir (McHugh, 2003).

Deniz yosunlarının dünyada üretimi 1981 ile 1994 arasında 3,2 milyon tondan 7 milyon tona yükselmiştir. Bu üretimin 5,2 milyon tonu (%75) kahverengi alglerden, 1,73 milyon tonu (%25) kırmızı alglerden çok az miktarlarda ise (%0,5) yeşil alglerden elde edilmektedir (Khaled, 2005). 1993 ve 1997 yılları arasında deniz yosunlarının dünyadaki toplam üretiminin ülkelere göre dağılımı çizelge 5'te verilmektedir. Tablo 5'te görüldüğü gibi Çin'in dünyadaki toplam üretimin yarısını karşıladığı görülmektedir.

Çizelge 5. Deniz yosunlarının yıllara göre (ton olarak) dünyadaki üretimi (Khaled, 2005).

Toplandığı bölgeler	1993	1994	1995	1996	1997	% Pay
Dünyadaki toplam üretim	36,566	71,624,40	141,389,25	280,902,9	559,888,07	100,0
Çin	18,511	36,821,08	73,346,026	146,377,6	292,44,630	52,23
Kore	3,594	7,166,892	14,316,784	28,618,56	57,221,136	10,22
Japonya	3,411	6,453,944	12,418,978	24,426,74	48,476,658	8,66
Filipinler	2,704	5,031,093	9,606,416	18,666,50	36,720,567	6,56
Şili	1,241	2,403,421	4,702,937	9,243,340	18,325,732	3,27
Norveç	0,904	1,809,090	3,618,180	7,236,360	14,472,720	2,58
Endonezya	0,673	1,229,507	2,348,576	4,585,577	9,009,611	1,61
USA	0,405	0,811,944	1,623,888	3,247,572	6,494,882	1,16
Hindistan	0,437	0,831,500	1,617,900	3,190,700	6,334,700	1,13
Diğerleri	1,329	2,601,582	5,139,557	10,211,01	20,362,841	3,64

FAO'nun 2001 yılı kayıtlarına göre, Dünyada toplam 77,630 kg agar üretilmiştir. Bunun %10'unu (780 kg) Avrupa, %14'ünü (1050 kg) Afrika, %39'unu (3000 kg) Amerika ve %37'sini (2800 kg) Asya-Pasifik ülkeleri üretmiştir. Üretilen agarın % 61'i (4625 kg) *Gracilaria* ve %39'u (3005 kg) *Gelidium* cinsi yosunlarından elde edilmiştir (Anonim, 2010a).

Agarın en fazla üretim ve tüketimi Japonya tarafından yapılmaktadır. 1984'te dünyada toplan 6,700 ton agar üretilmiş, bunun 2,500 tonunu Japonlar elde etmiştir.

Japonya'dan sonra %63 ile Şile ve bunları sırasıyla %15 ile Filipin, %10 ile Kuzey Afrika ve %6 ile Brezilya takip etmektedir. (FAO, 1991).

Ülkemizde deniz yosunlarından yararlanma yönünde girişimler çok kısıtlıdır. Sadece İzmir körfezinden *Gracilaria* spp. ve *Phyllophora* spp. toplanıp yurt dışına satılmaktadır. Ülkemiz kıyılarındaki ekonomik alglerin uzun süreli üretime dayalı yeterli miktarda olup olmadıklarına dair topluluk çalışmaları son yıllarda yapılmaktadır (Sukatar, 2002).

Doğal şartlarda üretimlerine yönelik çalışmalar henüz yapılmamakla beraber, son yıllarda laboratuvar koşullarında ekonomik alglerden bazılarının üretimi ve kalitesi ile ilgili çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

1.4. Agarın Kullanım Alanları

Toplam 221 alg türü ticari olarak 35 ülkede kullanılmaktadır. Bunlardan 145 takson (79 Rhodophyta, 38 Phaeophyta, 28 Chlorophyta) gıda kaynağı olarak değerlendirilirken, 33 taksondan agar, 27 taksondan karragenan ve 41 taksondan alginat üretimi için faydalanılmakta ve bunlardan toplam 101 takson da fikokolloid endüstrisi tarafından kullanılmaktadır. Ayrıca alglerden 24 taksondan tıp alanında, 25 taksondan ziraat alanında ve 2 taksondan kağıt üretiminde faydalanılmaktadır (Turan, 2007).

1.4.1. Agarın Gıda Sanayinde Kullanımı

Kadan (1994) agarın gıda sanayinde etin paketlenmesinde jelatinin yerine kullanılabilmesini belirtmektedir. Jelatin 25 °C'de eriyik hale gelirken agar 30 °C'de katılaşır, 80-90 °C'de eriyik haline geldiği için etin muhafazasında kullanılmaktadır. Bunun yanında jelatin pH 6'nın altında bozulurken agar pH 4,5 değerinin altında bile bozulmaz (Öğretmen, 2007). Bu nedenle et muhafazasında agarın kullanılması çok daha sağlıklıdır. Normal sıcaklıkta (32 °C) ve daha sıcak olan yerlerde etin korunmasında agardan daha uygun başka bir materyal yoktur. Amerika ve Avustralya'da balık konservecilğinde de kullanılmaktadır.

Reçel ve marmelat, meyvelerin içerdiği pektin maddesinin yapışkanlık özelliğinden faydalanılarak imal edilir. Bazı meyvelerde pektin yeterli yapışkanlık özelliği göstermez. Böyle durumlarda agarın yapışkanlık özelliğinden faydalanılır ve iyi kalite reçel ve marmelat imal edilir.

Agar-agar eriyiği bira ve şarapların arıtılmasında kullanılır. Yabancı maddelerin katılaşmasını ve çökmesini sağlar.

Şeker ve şekerlemelerin büyük bir kısmında agar-agar kullanılır. Agarın şekerlikte kullanılmasının başlıca amacı; şekerleme ürünlerinin su kaybını önlemesidir (Öğretmen, 2007).

Peynircilikte, mayonez ve sosların yapımında, salatalarda dayanıklılık ve sabitlik vermek için kullanılır. Ayrıca dayanıklı ekmek yapımında kullanılmaktadır.

FAO/WHO Codex Alimentarius agarın gıda sanayinde kullanımına izin vermektedir. İngiltere, Almanya, Rusya, Fransa ve Polonya gibi ülkelerde agar kullanımı yönetmelikler tarafından kabul edilmiş ve izin verilmiştir. ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından agar'a GRAS (Genel Anlamda Güvenli Görülen) derecesi verilmiştir (Armisen ve Galatas, 1985).

Değerli fikokolloidler jelleştirici, yoğunlaştırıcı, süspansiyon haline getirici özellikleri ile pasta, reçel, marmelat yapımında jöle oluşturucu, dondurmacılıkta ise kristal oluşumunu engelleyici olarak kullanılırlar (Turan, 2007).

1.4.2. Agarın Tıpta Kullanımı

McHugh (2003)'a göre, alglerin tıpta ve eczacılıkta ise sayılmayacak kadar kullanım alanı vardır. Antikoagülan, terapötik, laksatif ve bazı ağrıları kesici (böbrek, mide ağrıları gibi) olarak birçok hastalıkların tedavisinde alglerden yararlanılır. Ayrıca guatr, dizanteri gibi hastalıkların tedavisinde uzun yıllardan beri yosunlardan faydalandığı bilinir (Turan, 2007).

Sharma (1986)'a göre, agar çok eskiden beri Japonya'da bağırsak hastalıklarında, balık zehirlenmelerinde ve organlardaki zehirli maddeleri toplayıp, katılaştırıp dışarı atılmasını sağlaması nedeniyle tıpta kullanılmaktadır. Besleyici değeri olmaması nedeniyle zayıflamak amacıyla da yenmektedir. Midede genişleme özelliği nedeniyle mideyi doldurmakta ve bütün gün açlık hissedilmemektedir. Ayrıca agar, yaralarda kullanılan flasterlerin imalinde de kullanılmaktadır. Agar dişçilikte kalıp almada ve dolgu materyali olarak kullanılmaktadır. Bu tip işlerde kullanılmasının sebebi; agarın elastik oluşu ve erime-katılama sıcaklığının uygun olmasıdır. Kan durdurucu madde olarak Agar-agarın, karragenanın sülfürik esterleri kan durdurucu özellik gösterirler. Bu nedenle ameliyatlarda kullanılırlar (Öğretmen, 2007). Buna paralel olarak radyasyonun vücutta bıraktığı etkilerin ortadan kaldırılmasında, kapsül ve tablet şeklindeki ilaçlarda ve fitillerde agardan yararlanılır (Ercan, 1995).

Agar vücut için kullanılan bandajların imalinde de kullanılır. Çünkü agar bandajlarının elastikiyeti ve sarma özelliği daha iyidir. Bu nedenle vücudun her bölgesi için uygulanabilir.

1.4.3. Agarın Mikrobiyoloji’de Kullanımı

Agarın en eski kullanım yeri bakteri kültür ortamlarının hazırlanmasıdır. 1881’de Robert Rock’un geliştirdiği bu yöntem, günümüzde de geçerliliğini korumaktadır. Çünkü ancak birkaç bakteri tarafından sıvılaştırılabilen agar, birçok bakteri türü için gerekli kültür sıcaklıklarında jel olarak kullanılabilmektedir (Ercan,1995). Seçilmiş ve ayrılmış bakteriler gıda maddesi kapsayan agar jelinde üretilirler (Sharma, 1986).

1.4.4. Agarın Endüstride Kullanımı

Agar matbaacılıkta, mobilyacılıkta yapıştırıcı, dericilikte sağlamlık ve parlaklık verici, film endüstrisinde inceltici ve sıcaklığa dayanıklılık artırıcı olarak kullanılır (Anonim, 2010a). Ayrıca iyi kaliteli tutkal ve kağıt yapımında da agardan yararlanır. Tekstil alanında kumaşların üzerine yapılan renkli baskılarda agar boyanın sabitleşmesini ve dağılmamasını sağlar.

Kozmetik sanayinde emülsiyonlar için sabitleştirici olarak kullanıldığı gibi cilt kremi ve losyonların imalinde de ana maddeyi oluştururlar. Aynı biçimde geniş bir şekilde fotoğrafçılık sanayinde de yararlanılmaktadır (Öğretmen 2007).

BÖLÜM 2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Deniz algleri ile ilgili araştırmalar ve alglerin kullanımı üzerindeki çalışmalar çok uzun yıllardan beri devam etmektedir. M.Ö 2700 yıllarında Kral Shen Nung'un yosunları ilk kullanan kişi olduğu bildirilmiştir. Milattan sonraları ise tıpta ve gıda maddesi olarak Çin, Japonya ve Kore'de deniz yosunları ekonomik öneme sahip olmuşlardır (Güner ve Aysel, 1991).

Mevsimsel değişimlerin agar verimi ve kalitesi üzerine Dünya'da birçok çalışma yapılmıştır. Agarın orijinal yapımı 17. yüzyıl'ın ortalarında muhtemelen 1658'de Japonlar tarafından keşfedilmiştir (Anonim, 2010a). Amerika'da 1919 yılında ilk defa Kaliforniya'da eski Japon metodu ile elde edilmiştir. Daha sonra geliştirilerek 1923'ten itibaren Kuzey Amerika'daki agar endüstrisinin temelini teşkil etmiştir (Güner ve Aysel, 1991). Mouradi-Givernaud ve ark. (1992), yaptığı çalışmada *G. spinosum* türünde bir yıl boyunca aylık olarak agar verimine bakmışlardır. Freile-Pelegrin ve Robledo (1997), *Gracilaria cornea* J.Agardh taksonunda farklı NaOH konsantrasyonlarında alkali muamelesi uygulayıp, alkali muamelesinden elde edilen agarın kimyasal yapısı ve akışkanlık özelliklerine etkilerini incelemiş, bunun agarın kalitesinde etkili olduğu ve endüstriyel kullanımında uygulanması gerektiğini belirtmişlerdir. Mollet ve ark. (1998), *Gracilaria gracilis* (Stackhouse) M.Steentoft, L.M.Irvine & W.F.Farnham, *Gracilariopsis longissima* (S.G. Gmelin) Steentoft, L.M. Irvine and Farnham ve *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss taksonlarında agarokolloidlerin verim, kimyasal kompozisyon ve jel kuvvetlerini incelemişlerdir. Elde edilen agar verimi sırasıyla %18,7-11,2, %14,4-8, %16,5-12,2, sülfat miktarı %6,6-2,1, %6,2-1,6, %7-0,7, jel kuvveti 500-120 g/cm², 154-20 g/cm² olarak belirlenmiştir. Falshaw ve ark. (1999), yaptığı çalışmada *Gracilaria maramae* G.R.South, *Gracilaria edulis* (S.G.Gmelin) P.C.Silva ve *G. arcuata* Zanardini taksonlarında alkali uygulamasıyla elde edilen agar verimi ve kalitesini incelemişlerdir. Agar verimi %21-37, jel kuvveti 310-345 g/cm², erime sıcaklığını 85-100 C° ve jelleşme sıcaklığını 34,5-46 C° olarak tespit etmişlerdir. Givernaud ve ark. (1999), Fas kıyılarından bir yıl boyunca aylık olarak toplanan *Gracilaria multipartita* (Clemente) Harvey taksonunda agar kompozisyonunu ve özelliklerini incelemişlerdir. Agar veriminin kış aylarında (%30) maksimum, haziran ve ekim aylarında (%25) minimum olduğunu belirlemişlerdir. Jel kuvvetinin 246-511 g/cm² arasında değiştiğini alkali uygulamasından sonra 880 g/cm² yükseldiğini tespit etmişlerdir. Montano ve ark. (1999), *G. arcuata* ve

Gracilaria tenuistipitata C.F.Chang & B.M.Xia taksonlarında NMR ve IR spektroskopi kullanılarak agarın kimyasal yapısını belirlemişlerdir. Kimyasal analizlere göre alkali modifikasyonu elde edilen agarda, doğal agara göre 3,6-anhidrogalaktoz yüksek, sülfat içeriğinin düşük olduğunu görmüşlerdir. İki taksonunda jel kalitelerinin benzer olduğunu gözlemlemişlerdir. Vilanueva ve ark. (1999), *Gelidiella acerosa* (Forsskål) Feldmann & G.Hamel ve *Gracilaria eucheumoides* Harvey türlerinde mevsimsel olarak elde edilen agarın kimyasal kompozisyonu, verimini ve jel özelliklerini incelemişlerdir. *G. acerosa* türünde agar verimini Mayıs ayında en yüksek %21 olarak belirlerken, yaz ayında daha da yüksek değere ulaştığını belirlemişlerdir. Her iki agarın jel gücünün Temmuz ayında en yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Buriyo ve Kivaisi (2003), *Gracilaria salicornia* (C.Agardh) E.Y.Dawson taksonunda mevsimsel olarak agarın verimini ve jel kuvvetini incelemişlerdir. Kasım ve aralık aylarının bu türün hasatı için en verimli dönem olduğunu tespit etmişlerdir. Marinho-Soriano ve Bourret (2003), *G. gracilis* ve *G. bursa-pastoris* taksonlarındaki agarın verim ve kalitesini incelemişlerdir. *G. gracilis* taksonunda maksimum verim yaz mevsiminde (%30) ve minimum verim kış mevsiminde (%19), *G. bursa-pastoris* taksonunda maksimum verim yazın (%39), minimum verimin kışın (%23) olduğunu saptamışlardır. Vergara-Rodarte ve ark. (2010), *G. vermiculophylla* taksonundaki doğal ve alkali agarın mevsimsel olarak verimi ve kalitesini incelemişlerdir. En fazla alkali agar verimini (%17) yazın, jel kuvvetini (1.132g/cm²) sonbahar mevsimlerinde elde etmişlerdir. Alkali uygulamasında en verimli sonuç (%7) sodyum hidroksit ile 30 dk. yapılan uygulamadan sonra elde edilmiştir.

Türkiyede yapılan çalışmalarda; Güven ve ark. (1966), Türkiye'nin Şile kıyılarından topladığı *P. nervosa* taksonundan elde ettikleri agarın özelliklerini incelemişler ve standart agar özelliklerine uyduğunu bildirmişlerdir. Yenigül (1979), Türkiye'deki bazı kırmızı alglerden elde edilen agarın en uygun ekstraksiyon süresi, alg-su oranı, ve pH'nı incelemiştir. Elde edilen verilere göre; *Gracilaria spp.* cinslerinde en verimli agar ekstraksiyonunda alg-su oranının 1/75, ekstraksiyon süresinin 6 saat ve pH'nın 7 olduğunu, *Pterocladia capillacea* (S.G.Gmelin) Santelices & Hommersand taksonunda alg-su oranının 1/50, ekstraksiyon süresinin 6 saat ve pH'nın 3 olduğunu, *P. nervosa* taksonunda ise alg-su oranının 1/35, ekstraksiyon süresinin 6 saat ve pH'nın 4 olduğunu tespit etmiştir. Şerbetçioğlu (1988), Agar ekstraksiyonu için optimum koşulları incelemiş ve optimum alg/su oranını 1/75, sıcaklığının 95 °C, ekstraksiyon süresinin 4,5 saat ve karıştırma hızının 300 dev./dk. olduğunu tespit etmiştir. Yenigül (1991), Türkiye'nin 4 bölgesinden

Gracilaria spp. taksonlarını toplamış ve agar verimi, jel kuvveti, jelleşme ve erime sıcaklıkları ile sülfat içeriklerini belirlemiştir. Örneklerin fikokolloid içeriklerinin %17,1-38,3 arasında olduğunu tespit etmiştir. Yenigül (1993), farklı aylarda İzmir'den toplanan *G. verrucosa* taksonundaki agarın kimyasal ve jel özelliklerini incelemiştir. Fikokolloid içeriğinin yaz aylarında maksimum olacak şekilde %24-43 arasında değiştiğini göstermiştir. Bu çalışmada, Türkiye'deki *G. verrucosa* taksonundan elde edilen agarın optimal kimyasal ve jel özelliklerinin kışın toplanan örneklerde, alkali uygulamasından sonra olduğu göstermiştir. Sur (2001), Agar için *P. nervosa*, *G. verrucosa*, *G. latifolium*, *Ceramium rubrum* C. Agardh ve *H. musciformis* taksonlarını ve karragenan için *Grateloupia dichotoma* J.Agardh ve *Acanthophora nayadiformis* (Delile) Papenfuss taksonlarını kullanarak bunların Sepharose-2B den elde edilen fraksiyonlarını, metakromatik ve IR spektrofotometrik metod ile incelemiştir. IR spektrofotometre sonuçlarına göre agar ve karragenan arasında sülfat gruplarında benzerlikler görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre *P. nervosa* polisakkaritinin agar olduğunu tespit etmiştir. Sur ve Güven (2002), *P. nervosa* taksonunda sülfatlı polisakkaridini incelemişler, *P. nervosa* agarı ile farklı türlerden elde edilen agarı, Pasteur ve ticari agar sonuçlarıyla karşılaştırmışlardır. Sonuçlar incelendiğinde *P. nervosa* taksonundan elde edilen polisakkaridin agar olduğu gösterilmiştir. Öğretmen (2007), *P. nervosa* ve *G. latifolium* taksonlarında farklı ekstraksiyon yöntemleri ve ön işlemler uygulayarak dondurma metodu ile agar üretimi ve kalitesinin belirlenmesini araştırılmıştır. Çetin (2008), *G. verrucosa* taksonunu Çanakkale'de sera koşullarında iki farklı kültür ortamında (Conway ve Modifiye edilmiş Johnson ortamı) yetiştirerek büyüme ve agar özelliklerini karşılaştırmıştır. Agar içeriklerinin Conway ortamında % 11,22±1,54 ile % 21,92±2,24 arasında değişim gösterdiğini, Johnson ortamında ise en düşük %9,65±1,12 ve en yüksek %18,64±2,38 olduğunu tespit etmiştir.

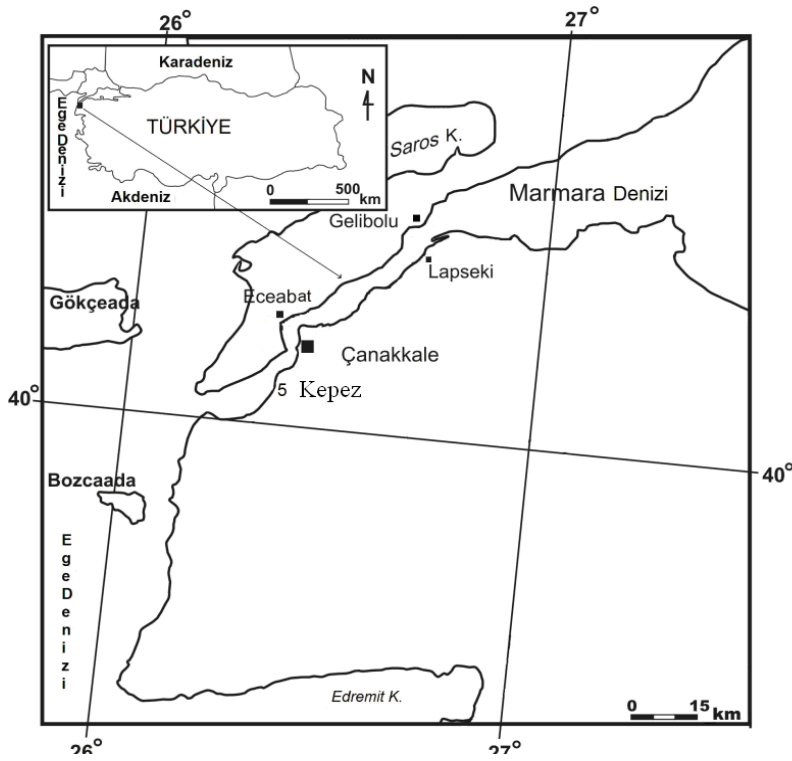
BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyaller

3.1.1. Çalışmada Yer Alan Kırmızı Alglerin Toplanması

Çalışma bölgesi olarak Çanakkale Boğazı kıyıları seçilmiştir (Şekil 3). Çanakkale Boğazı, 40° 02'- 40° 30' kuzey enlemleri ile 26° 10'-26° 45' doğu boylamları arasında yer alır. Örnekler; Eceabat, Havuzlar mevki, Yapıldak mevki, Dardanos ve Kepez olarak belirlenen 5 farklı istasyondan 0-3 m derinlikten toplanmıştır. Bu çalışmada kullanılan taksonlar Mayıs 2009 ile Nisan 2010 tarihleri arasında her ayın ortalarında olacak şekilde 12 ay boyunca toplanmıştır.



Şekil 3. Çalışma alanı

3.1.2. Çalışmada Yer Alan Kırmızı Alglar

Çalışmada materyal olarak Kırmızı alglere (*Rhodophyta*) ait *Nemalion helminthoides* (Vellay) Batters, *Gelidium spinosum* (S.G. Gmelin) P.C. Silva, *Gracilaria bursa-pastoris* (S.G. Gmelin) P.C. Silva, *Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V. Lamouroux, *Phyllophora crista* (Hudson) P.S. Dixon, *Peyssonniella rubra* (Greville) J. Agardh, *Lomentaria articulata* (Hudson) Lyngbye, *Ceramium* Roth., *Chondria dasyphylla* (Woodward) C. Agardh, *Palisada perforata* (Bory de Saint-Vincent) K.W.Nam, *Boergeseniella fruticulosa*

(Wulfen) Kylin, *Polysiphonia morrowii* Harvey taksonları seçilmiştir. Toplanan algler Çanakkale Boğazı kıyılarında en fazla bulunan örneklerdir.

3.1.2.1. *Nemalion helminthoides* (Velley) Batters

Divisio: Rhodophyta

Classis: Florideophyceae

Ordo: Nemaliales

Familia: Liagoraceae

Genus: *Nemalion*

Species: *helminthoides*



Şekil 4. *N. helminthoides* taksonunun genel görünümü (Anonim, 2011c).

Arazi çalışmalarında Mayıs Haziran aylarında çok yoğun olarak gözlemlenmiştir. Bu ayların dışında 10 ay boyunca hiç rastlanmamıştır. Çanakkale Boğazı'nda Havuzlar mevkiinde gelişme dönemlerinde oldukça yaygın olarak görülmüştür.

3.1.2.2. *Gelidium spinosum* (S.G. Gmelin) P.C. Silva

Divisio: Rhodophyta

Classis: Florideophyceae

Ordo: Gelidiales

Familia: Gelidiaceae

Genus: *Gelidium*

Species: *spinosum*



Şekil 5. *G. spinosum* taksonunun genel görünümü (Anonim, 2011b).

Gelidium genusuna ait kırmızı algler sıcak ve ılıman denizlerde bulunmaktadır. Yaklaşık olarak 40 kadar türü vardır. Boyları türlere göre 5-10 cm arasında değişmektedir (Atay, 1984). Tallusları basık ve birbirine girmiş halde bulunur. Çoğunlukla yarıdan altı seyrek olarak, baştan sona kadar yuvarlak gövdeli ve dallar uzamıştır. Agar üretiminde kullanılan en önemli kırmızı yosun cinsidir (Aysel ve ark. 1986). Çalışmada kullanılan *G. spinosum* suyun yüzeyine yakın sert kayalık zeminli bölgelerde yetişmektedir.

Arazi çalışmalarında kış ve ilkbahar aylarında toplanan bu takson yaz ve sonbahar aylarının başında hiç rastlanmamıştır. Çanakkale Boğazı'nda Yapıldak mevkiinde su yüzeyine yakın kayalıkların arasından toplanmıştır.

3.1.2.3. *Gracilaria bursa-pastoris* (S.G. Gmelin) P.C. Silva

Divisio: Rhodophyta

Classis: Florideophyceae

Ordo: Gracilariales

Familia: Gracilariaceae

Genus: *Gracilaria*Species: *bursa-pastoris*Şekil 6. *G. bursa-pastoris* taksonunun genel görünümü.

Kozmopolit bir tür olan *Gracilaria* cinsinin 160'a yakın türü dünya denizlerine yayılmıştır. Bu alg sadece sıcak ve tropikal sularda değil aynı zamanda arktik bölgelerde de bulunur. Limit dağılımın görülmesi için yılda asgari 3 ay deniz suyu sıcaklığının 20 C° veya daha fazla olması gerekir. Deniz suyu sıcaklığına yüksek tolerans gösterilmesi gereken durumlarda yaşayabilen *Gracilaria spp.* türlerinin sayısı azdır (Ercan, 1995). Tallus dik, 5 – 30 (en fazla 60 cm) cm boyunda yuvarlak ya da basık gövdeli, çatalsı ya da her yöne dallanma gösterir. Derinlik artışına bağlı olarak *Gracilaria spp.* türlerinin gelişiminin yavaşladığı saptanmıştır. Aynı zamanda yeterli güneş ışığının bulunmadığı ortamlarda *Gracilaria spp.* türlerinde morfolojik ve pigment yapısında değişimler görülmekte ve doğal açık kahve-yeşil tonu kırmızıya dönüşmektedir. *Gracilaria spp.*

türleri kaya ve kaya çatlakları üzerinde gelişse bile dalyan gibi kumlu alanları tercih ederler. Bu nedenle önemli turbidite değişimlerine karşı dayanıklıdırlar (Cirik ve Cirik, 2004). En iyi gelişmiş bireylerin güçlü su akıntılarının bulunduğu ancak dalga hareketlerinden korunmuş bölgelerde yoğun olduğu belirtilmektedir (Çetin, 2008).

Arazi çalışmalarında 12 ay boyunca gözlenmiştir. Fakat su sıcaklığının daha fazla olduğu yaz aylarında yoğun olarak yayılış gösterdiği görülmüştür. Örnekler 12 ay boyunca Yapıldak istasyonundan toplanmıştır.

3.1.2.4. *Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V. Lamouroux

Divisio: Rhodophyta

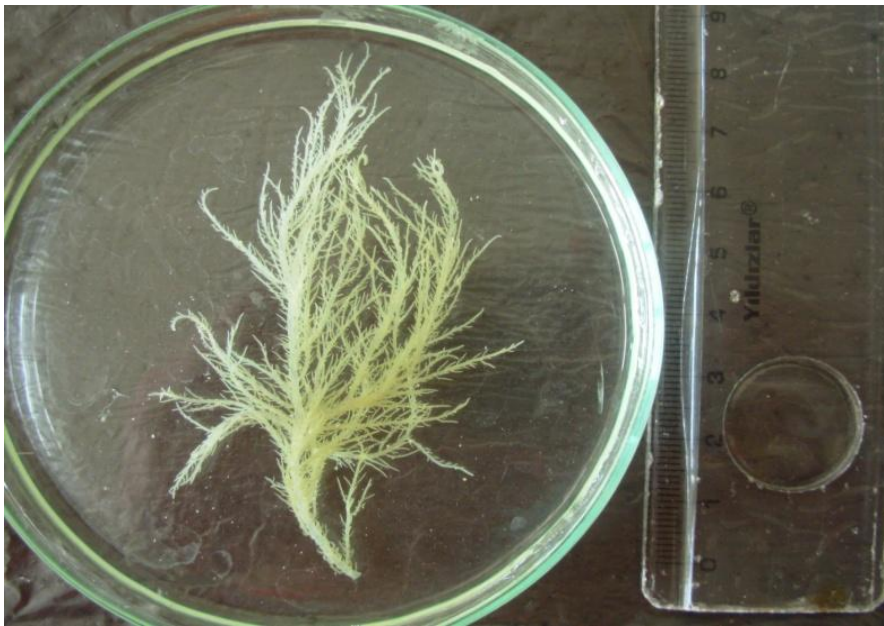
Classis: Florideophyceae

Ordo: Gigartinales

Familia: Cystocloniaceae

Genus: *Hypnea*

Species: *musciformis*



Şekil 7. *H. musciformis* taksonunun genel görünümü.

H. musciformis taksonu yaklaşık 20 cm uzunluğunda, genellikle karışık ve sık dallıdır. Bazı dallar kalın ve uçlarında tendril adı verilen çengel şeklinde yapılar vardır.

Küçük dallar tek, uzun ve sivri uçludur. Bu tür boğazlarda serbest ve dalgalı bölgelerde, sıcak sularda yayılım gösterir (Kapraun, 1980).

Arazi çalışmalarında yaz ve sonbahar aylarında çok sık rastlanılan bu takson kış ve ilkbaharda gözlenememiştir. Çanakkale Boğazı'nda Yapıldak mevki ve Dardanos kıyılarında oldukça yaygın olarak bulunmaktadır.

3.1.2.5. *Phyllophora crista* (Hudson) P.S. Dixon

Divisio: Rhodophyta

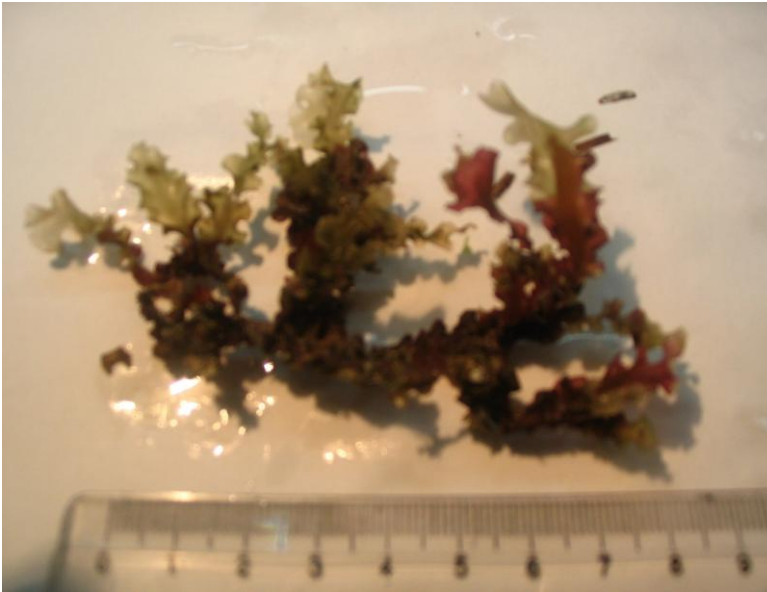
Classis: Florideophyceae

Ordo: Gigartinales

Familia: Phylloporaceae

Genus: Phyllophora

Species: *crista*



Şekil 8. *P. crista* taksonunun genel görünümü.

Bu familyaya ait yosunlarda yassı ve çatalı dallı ve spiral talluslar vardır. (Güner ve Aysel, 1991).

Arazi çalışmalarında sonbahar aylarının sonu ve kış aylarının başında seyrek olarak rastlanılan bu taksona ilkbahar ve yaz aylarında hiç rastlanmamıştır. Çanakkale Boğazı'nda Havuzlar mevki, Yeni kordon, Kepez kıyılarından 0-2 m derinliklerden toplanmıştır.

3.1.2.6. *Peyssonnelia rubra* (Greville) J. Agardh

Divisio: Rhodophyta

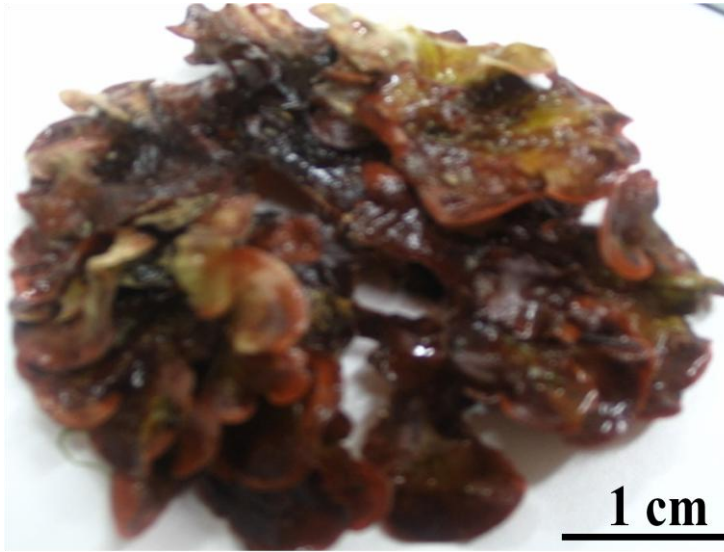
Classis: Florideophyceae

Ordo: Peyssonneliales

Familia: Peyssonneliaceae

Genus: *Peyssonnelia*

Species: *rubra*



Şekil 9. *P. rubra* taksununun genel görünümü.

Arazi çalışmalarında sadece ekim ayında gözlemlenmiştir. Kıyı kesimlerde rastlanmayan bu takson 1-3 m derinliklerden toplanmıştır. Çanakkale Boğazı'nda Havuzlar mevki ve Yeni kordonda yayılım gösterdiği görülmüştür.

3.1.2.7. *Lomentaria articulata* (Hudson) Lyngbye

Divisio: Rhodophycophyta

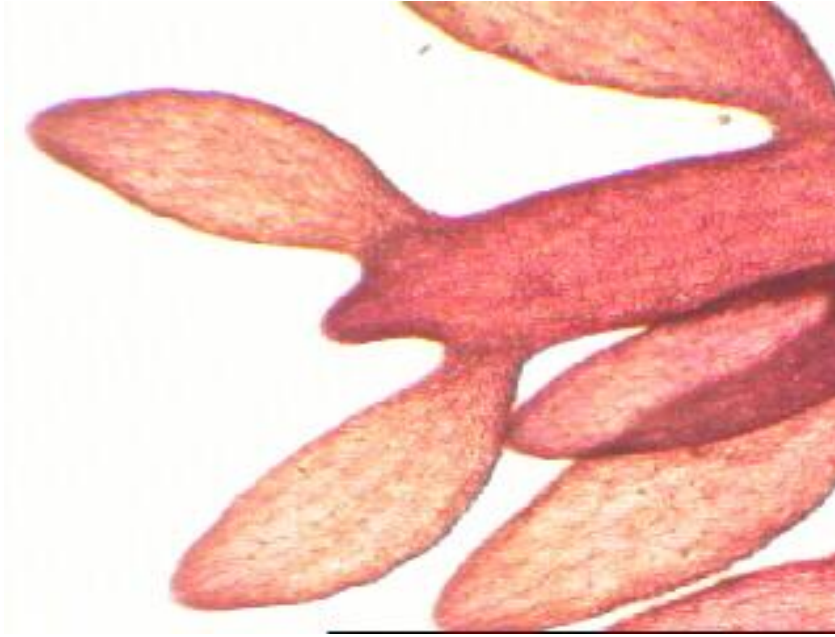
Classis: Florideophyceae

Ordo: Rhodymeniales

Familia: Lomentariaceae

Genus: *Lomentaria*

Species: *articulata*



Şekil 10. *L. articulata* taksonunun görünümü (X20).

Arazi çalışmalarında ilkbahar aylarında yoğun olarak gözlemlenmiştir. Çanakkale Boğazı'nda Yapıldak mevkiinde 0-1 m derinliklerde gelişme dönemlerinde oldukça yaygın olduğu görülmüştür.

3.1.2.8. *Ceramium* spp. Roth

Divisio: Rhodophyta

Classis: Florideophyceae

Ordo: Ceramiales

Familia: Ceramiaceae

Genus: *Ceramium*

Species: *Ceramium* spp.



Şekil 11. *Ceramium ciliatum* var. *robustum* (J.Agardh) Mazoyer taksonunun genel görünümü (6.3X4) (Erduğan,1998).

Bu genus sığ sularda yılın her ayında bulunabilir. Genellikle gel-git ağzlarında yaygın olduğu görülmüştür. Maksimum vejetatif ve üreme evreleri mart ve nisan aylarında meydana gelir. Dik, ipliksi ve yaklaşık olarak 25 cm uzunluğunda tallusları vardır (Kapuraun, 1980).

Arazi çalışmalarında sonbahar ayları dışında oldukça yaygın olduğu görülmüştür. Çanakkale Boğazı'nın her bölgesinde bulunabilen alg, Yapıldak mevki ve Dardanos kıyılarında yaygın olarak gözlemlenmiştir.

3.1.2.9. *Chondria dasyphylla* (Woodward) C. Agardh

Divisio: Rhodophyta

Classis: Florideophyceae

Ordo: Ceramiales

Familia: Rhodomelaceae

Genus: *Chondria*

Species: *dasyphylla*



Şekil 12. *C. dasyphylla* taksonunda invaginasyon çukuru (X20).

C. dasyphylla taksonu morumsu kırmızı, genelde piramidal, 20 cm uzunluğunda, karşılıklı yoğun dallı, küçük dallar grup halindedir. Bu tür yaygın olarak üst sublittoral zonda, ilkbahar aylarında yayılış gösterir (Kapuraun, 1980).

Yapılan arazi çalışmalarında nisan ve mayıs aylarında oldukça sık yayılış gösteren takson diğer aylarda seyrek olarak gözlemlenmiştir. Çanakkale Boğazı'nda Yapıldak mevkiinde gelişme dönemlerinde oldukça yaygındırlar.

3.1.2.10. *Palisada perforata* (Bory de Saint-Vincent) K.W.Nam

Divisio: Rhodophyta

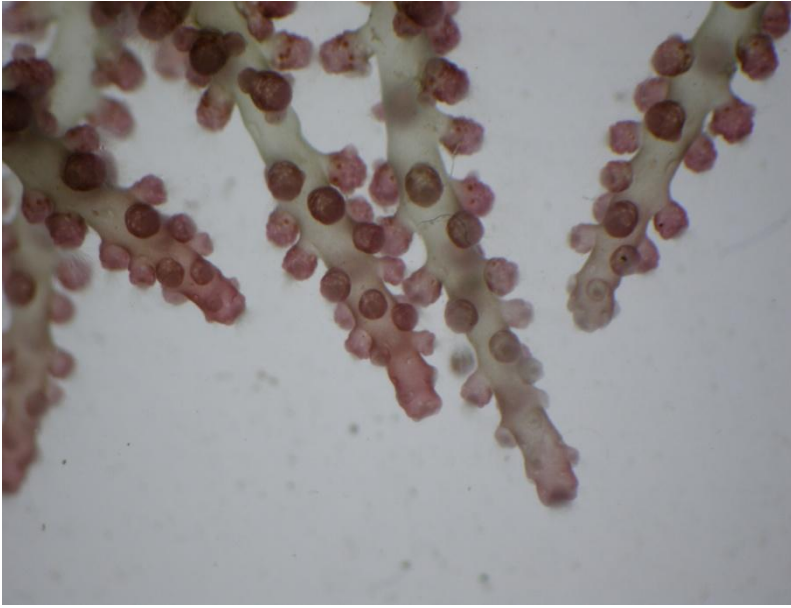
Classis: Florideophyceae

Ordo: Ceramiales

Familia: Rhodomelaceae

Genus: *Palisada*

Species: *perforata*



Şekil 13. *P. perforata* taksonunun genel görünümü (X4).

P. perforata taksonu orta kıyı zonunda genellikle kayaların üzerinde tropikal ve subtropikal sularda yayılış gösterir. Epidermal hücreler 14-40 μm uzunluğunda 20-50 μm genişliğindedir (Nam ve Saito, 1991).

Arazi çalışmalarında 12 ay süreyle toplanmıştır. Ağustos, eylül, ekim ayları dışında 9 ay boyunca Çanakkale Boğazı'nda Ecabat, Havuzlar mevkii, Yapıldak mevkii, Dardanos'ta oldukça yaygın olarak gözlemlenmiştir.

3.1.2.11. *Boergeseniella fruticulosa* (Wulfen) Kylin

Divisio: Rhodophyta

Classis: Florideophyceae

Ordo: Ceramiales

Familia: Rhodomelaceae

Genus: *Boergeseniella*

Species: *fruticulosa*



Şekil 14. *B.fruticulosa* taksonunun görünümü.

Arazi çalışmalarında kış ve ilkbahar aylarında yaygın olarak gözlemlenmiştir. Çanakkale Boğazı'nda Yapıldak mevkiinde gelişme dönemlerinde yaygın olarak görülmüştür.

3.1.2.12. *Polysiphonia morrowii* Harvey

Divisio: Rhodophyta

Classis: Florideophyceae

Ordo: Ceramiales

Familia: Rhodomelaceae

Genus: *Polysiphonia*

Species: *morrowii*



Şekil 15. *P. morrowii* taksonunun genel görünümü.

Türlerin çoğu sakin sularda, pek azı dalgalı sularda görülür. Kayalar üzerinde deniz kabukları üzerinde ve diğer makro algler üzerinde yayılış gösterenleri de bulunmaktadır (Güner ve Aysel, 1991). Bu tür kahverengimsi kırmızı renge, 10 cm uzunluğundadır. Kış ve ilkbahar mevsimlerinde yoğun olarak litoral zonda kayaların üzerinde yayılış gösterir (Kapuraun, 1980).

P. morrowii özellikle suyun gelgit bölgesindeki kayalık alanlardan başlayan yayılışını dipteki kayalar üzerinde de devam ettirmektedir. 0-1 m arasında derinlere göre daha yoğun gelişim göstermektedir (Erduğan ve ark. 2009).

Arazi çalışmalarında kış ve ilkbahar aylarının başında rastlanan bu türe yaz ve sonbahar aylarında hiç rastlanmamıştır. Çanakkale Boğazı'nda Kepez, Yapıldak mevkiinde yayılım gösterdiği görülmüştür.

3.2. Yöntem

Çalışmada kullanılan örnekler her ayın ortalarına gelecek şekilde belirtilen istasyonlardan toplanmıştır. Toplanan örnekler üzerlerinde epifit kalmayacak şekilde deniz suyu içerisinde temizlenmiştir. Tür teşhisleri yapıldıktan sonra kurutma kağıtları üzerinde oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kurutulan örnekler öğütücüden geçirilerek toz haline getirilmiştir.

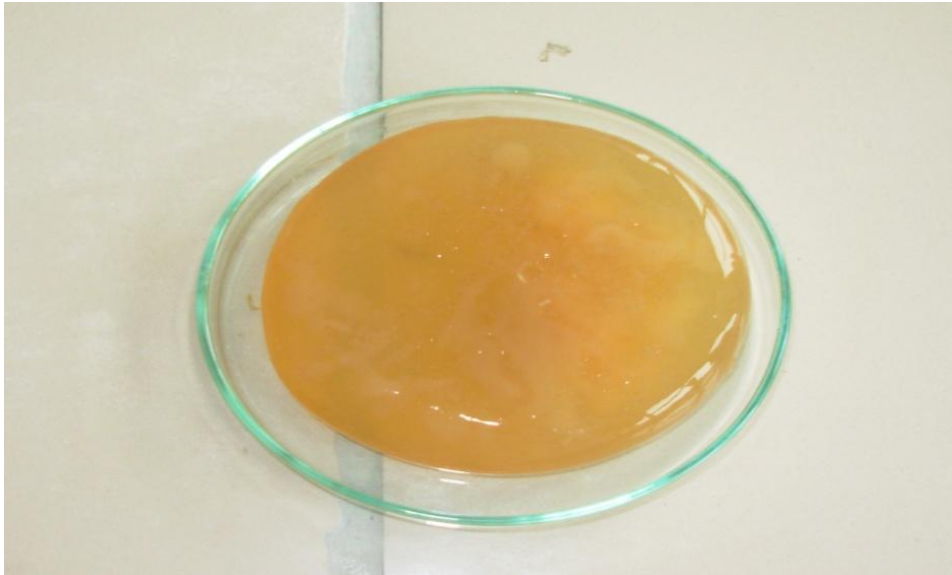
Yenigül (1979) ve Şerbetçioğlu (1988)'nin çalışmalarında kullandıkları yöntem uygulanarak ekstraksiyon yapılmıştır. Kurutulmuş toz halindeki algden 5 g. örnek alınıp

üzerine 175 ml. saf su eklenerek 95 °C'de 6 saat su banyosunda ekstraksiyon edilmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. Su banyosu.

Suya geçen agar ekstraktı yosun artığı kalmayacak şekilde tülbentten süzölmüştür. Süzöntü -10 C°'de 24 saat bekletilerek dondurulup oda sıcaklığında 1-2 saat bekletilerek suyundan ayrılması sağlanmıştır (Şekil 17). Elde edilen Agar 50 °C'lik etüvde 24 saat kurutulmuştur. Kurutulmuş olan agar toz haline getirilip tartılmıştır.

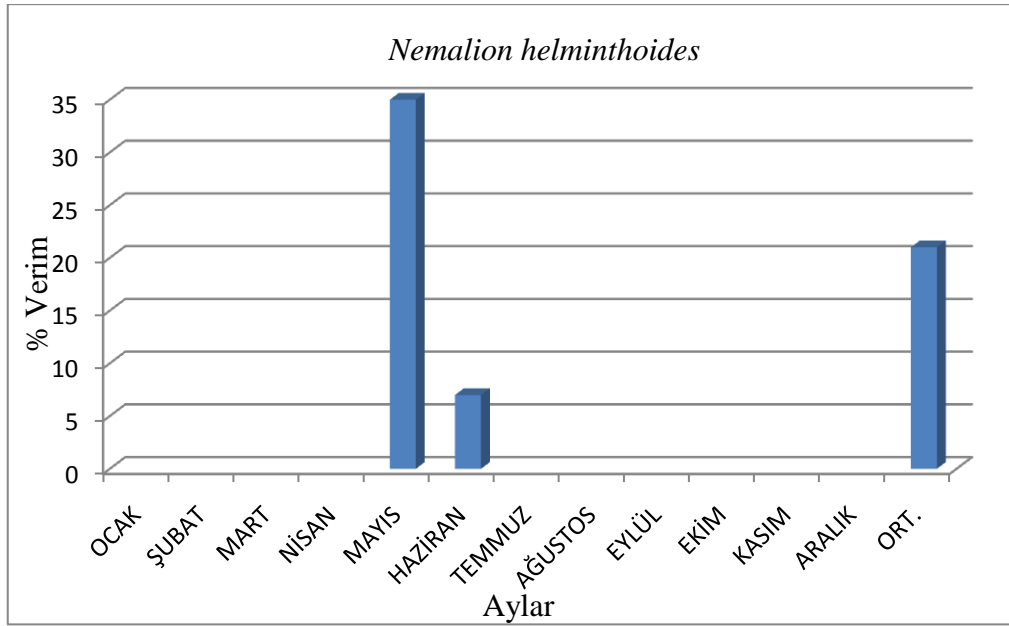
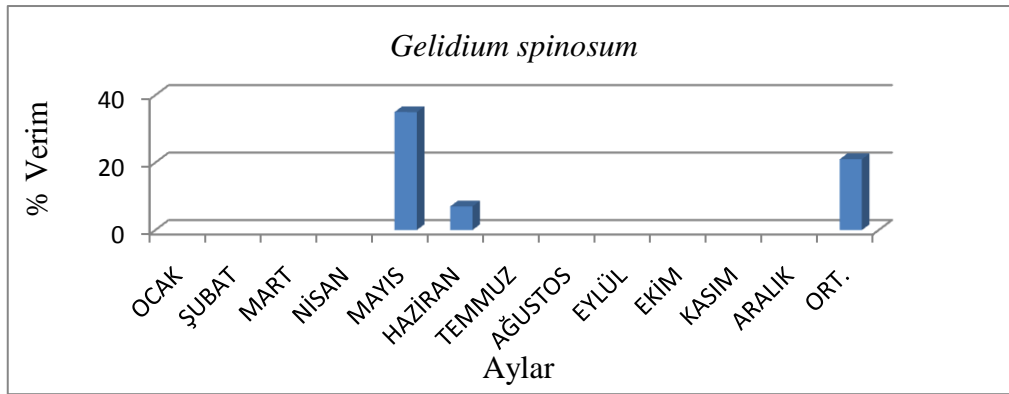
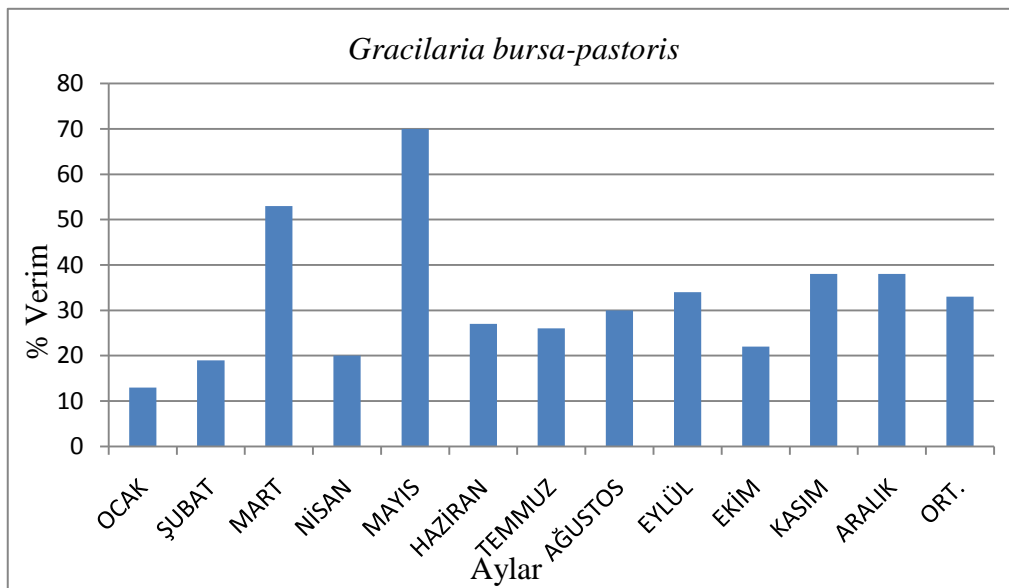


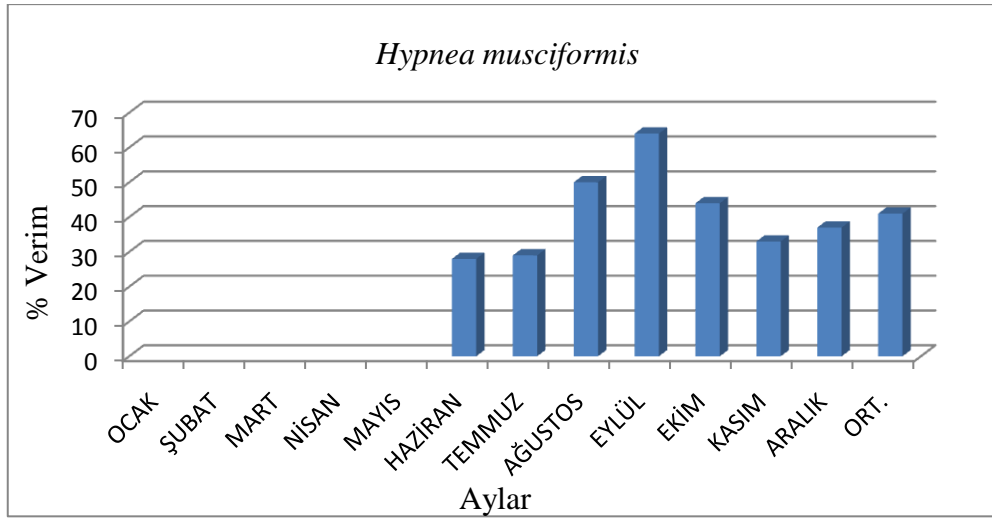
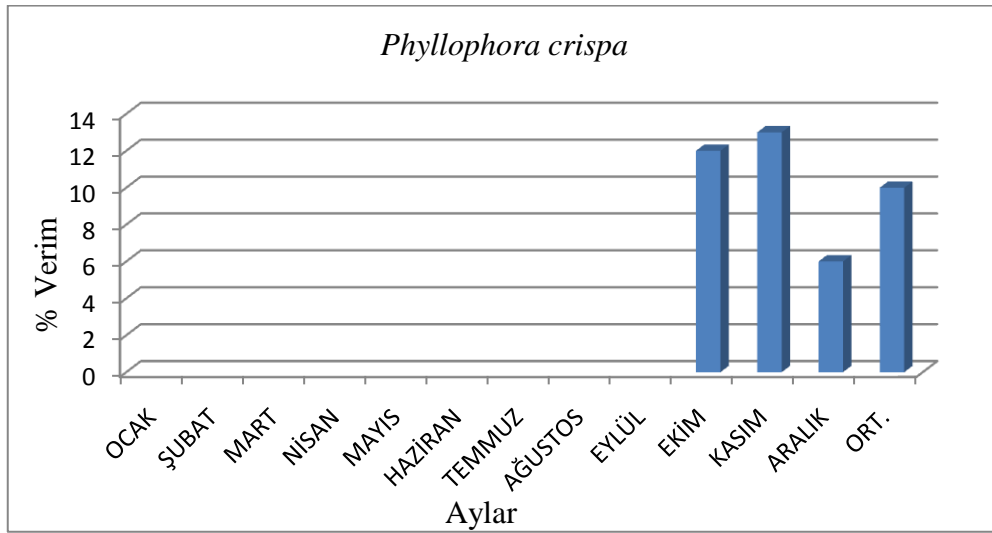
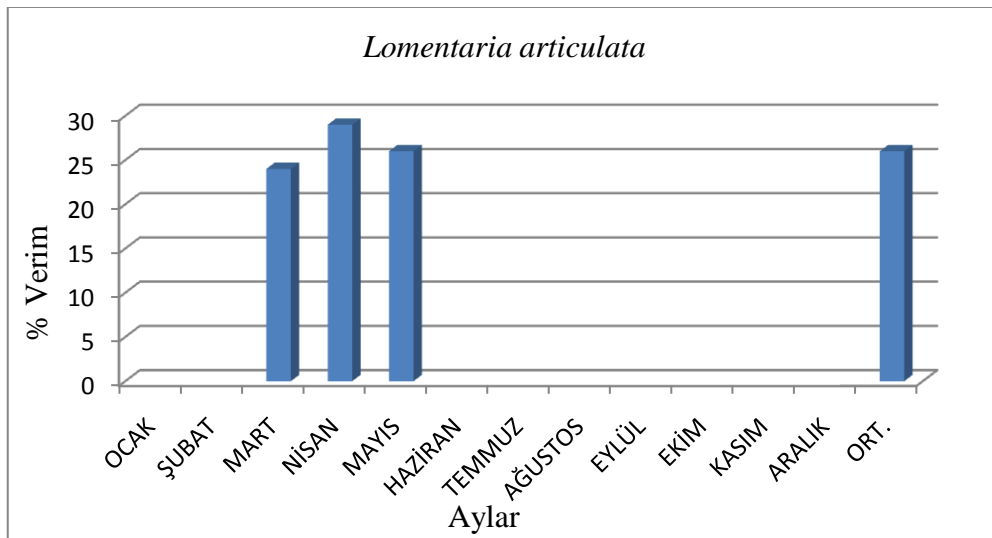
Şekil 17. Jel halindeki agar.

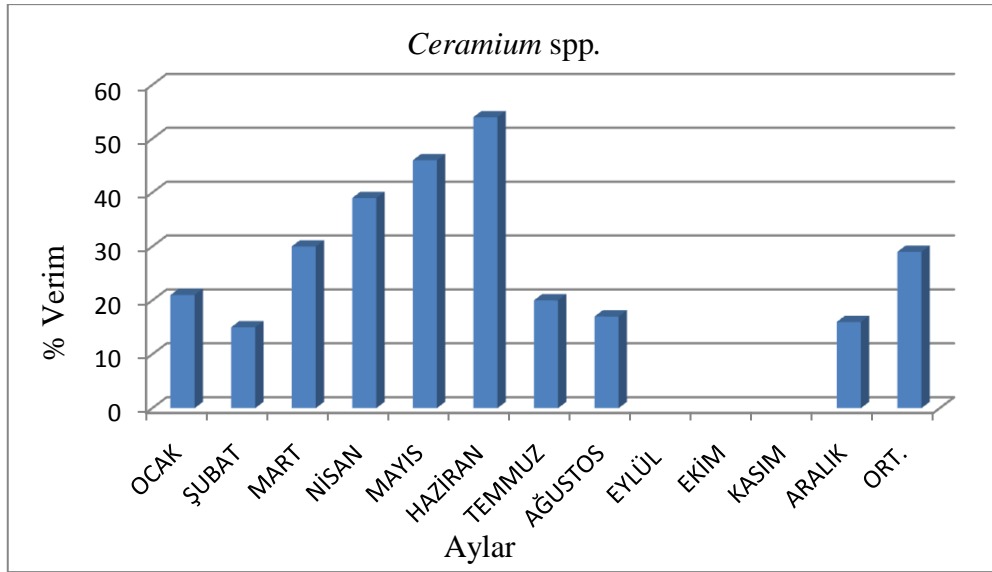
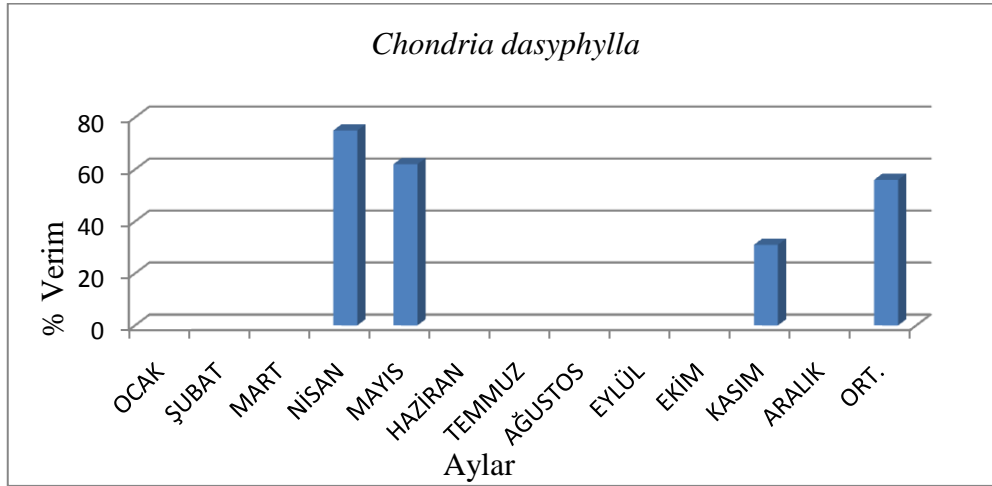
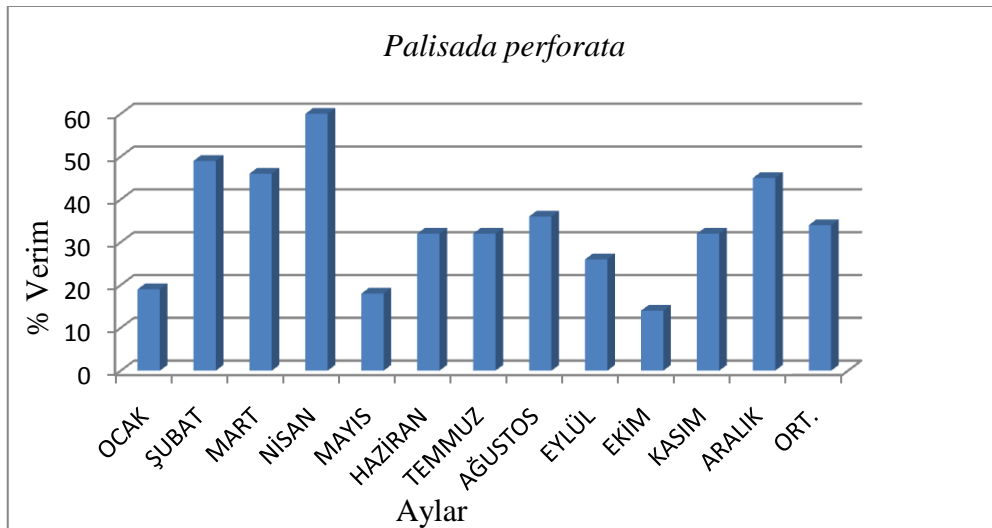
BÖLÜM 4**ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA**

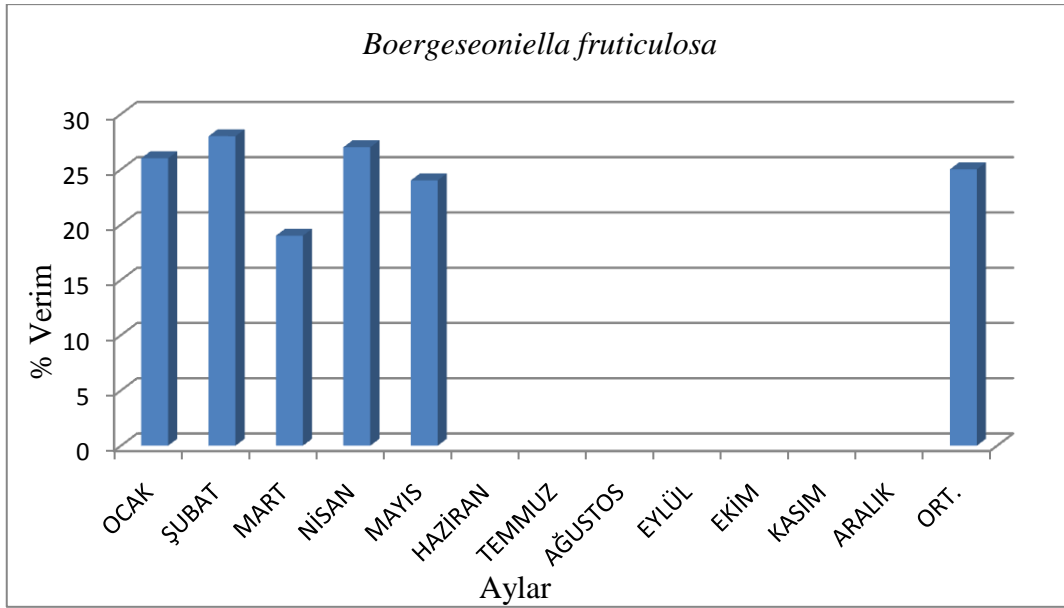
Alglerin gıda olarak kullanımı IV. Yüzyılda Japonya'ya ve Çin'de V. Yüzyıla kadar dayanır (McHugh 2003). Bu ülkelerin vatandaşlarının dünya üzerindeki diğer yerlere yoğun göç etmesi nedeniyle alglere duyulan talep başta Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa olmak üzere tüm batılı ülkelere de yayılmıştır. Özellikle son 50 yıl içinde artan talebi artık doğal stoklar karşılayamamaktadır (Turan, 2007).

Bu çalışmada Çanakkale Boğazı'nda yayılış gösteren 12 farklı kırmızı algden elde edilen agarın aylık olarak verimi incelenmiştir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre, *Nemalion helminthoides* taksonunda en yüksek verim (%35) Mayıs ayında, en düşük verim (%7) Haziran ayında (Şekil 18), *G. spinosum* taksonunda en yüksek verim (%23) Nisan ayında, en düşük verim (%7) Ekim ayında (Şekil 19), *G. bursa-pastoris* taksonunda en yüksek verim (%70) Mayıs ayında, en düşük verim (%13) Ocak ayında (Şekil 20), *H. musciformis* taksonunda en yüksek verim (%64) Eylül ayında, en düşük verim (%28) Haziran ayında (Şekil 21), *P. crispa* taksonunda en yüksek verim (%13) Kasım ayında, en düşük verim (%6) Aralık ayında (Şekil 22), *P. rubra* taksonunda ise sadece Ekim ayında (%17) oranında elde edilmiştir. *L. articulata* taksonunda en yüksek verim (%29) Nisan ayında, en düşük verim (%24) Mart ayında (Şekil 23), *Ceramium* spp. taksonunda en yüksek verim (%54) Haziran ayında, en düşük verim (%15) Şubat ayında (Şekil 24), *C. dasyphylla* taksonunda en yüksek verim (%75) Nisan ayında, en düşük verim (%31) Kasım ayında (Şekil 25), *P. perforata* taksonunda en yüksek verim (%60) Nisan ayında, en düşük verim (%14) Ekim ayında (Şekil 26), *B. fruticulosa* taksonunda en yüksek verim (%28) Şubat ayında, en düşük verim (%19) Mart ayında (Şekil 27), *P. morrowii* taksonunda en yüksek verim (%34) Mayıs ayında, en düşük verim (%17) Mart ayında (Şekil 28) elde edilmiştir.

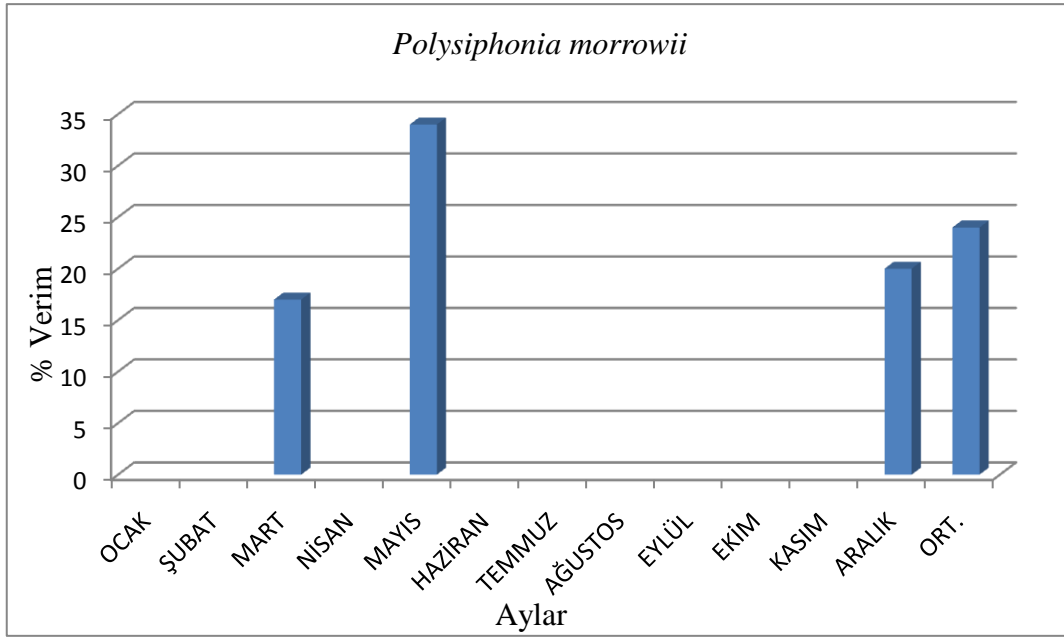
Şekil 18. *N. helminthoides* taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.Şekil 19. *G. spinosum* taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.Şekil 20. *G. bursa-pastoris* taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.

Şekil 21. *H. musciformis* taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.Şekil 22. *P. crista* taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.Şekil 23. *L. articulata* taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.

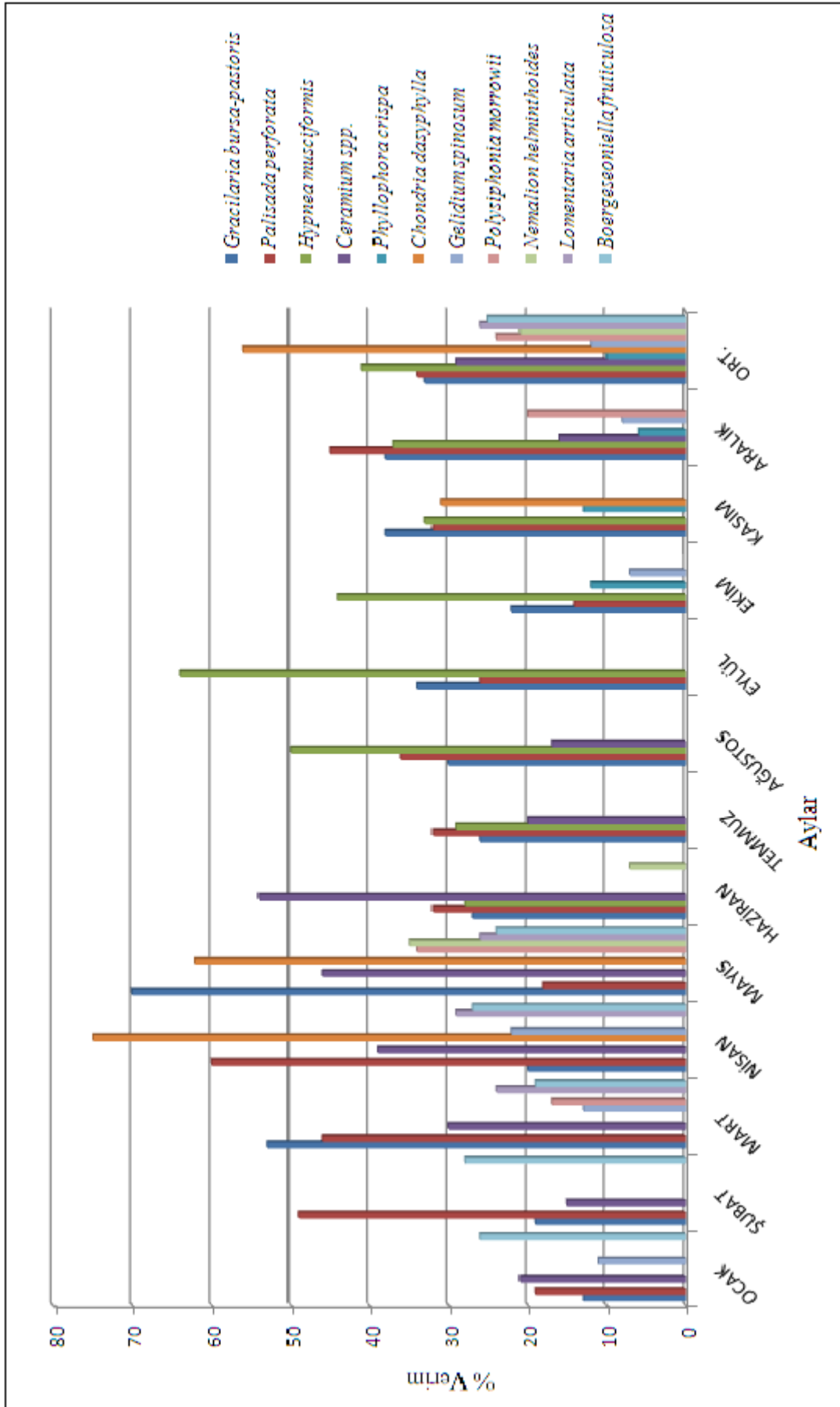
Şekil 24. *Ceramium spp.* taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.Şekil 25. *C. dasyphylla* taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.Şekil 26. *P. perforata* taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.



Şekil 27. *B. fruticulosa* taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.



Şekil 28. *P. morrowii* taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.



Şekil 29. Türlerin yıllık ortalama ve aylara göre agar verimi (%).

BÖLÜM 5 SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Çanakkale Boğazı'nda belirli istasyonlardan toplanan 12 alg örneğinden elde edilen agar miktarlarının aylık verim değişimleri saptanmıştır. Toplanan taksonlar arasında Çanakkale Boğazı'nda 12 ay boyunca bulunabilen *P. perforata* taksonundan ortalama %34, *G. bursa-pastoris* taksonundan ortalama %33 verim elde edilerek en dikkat çekici taksonlar oldukları görülmüştür.

Çalışmadaki taksonlardan elde edilen agarın aylık olarak ortalama verimleri karşılaştırıldığında en yüksek verimin 3 ay boyunca toplanan *C. dasyphylla* taksonunda %56 olduğu bunu sırasıyla 3 ay toplanan *H. musciformis* taksonunda %41, 12 ay toplanan *P. perforata* taksonunda %34, *G. bursa-pastoris* taksonunda %33, 9 ay toplanan *Ceramium* spp. taksonunda %29, 3 ay toplanan *L. articulata* taksonunda %26, 5 ay toplanan *B. fruticulosa* taksonunda %25, 3 ay toplanan *P. morrowii* taksonunda %24, 2 ay toplanan *N. helminthoides* taksonunda %21, 5 ay toplanan *G. spinosum* taksonunda %12, 3 ay toplanan *P. crista* taksonunda %10, 1 ay toplanan *P. rubra* taksonunda %17 olduğu belirlenmiştir.

Önceki çalışmalarla kıyaslandığında Yenigül (1993), yaptığı çalışmada *Gracilaria* spp. taksonlarında en yüksek agar verimi yaz aylarında (%43), en düşük agar verimi ise kış aylarında (%23) tespit etmiştir. *G. multipartita* taksonuyla yapılan çalışmada, agar kompozisyonları ve özellikleri incelenmiş, agar veriminin kış aylarında (%30) maksimum, haziran ve ekim aylarında (%25) minimum olduğu belirlenmiştir (Givernaud ve ark. 1999). Buriyo ve Kivaisi (2003) *G. salicornia* taksonunda mevsimsel olarak agarın verimini ve jel kuvvetini incelemişler, Kasım ve aralık aylarının bu taksonun hasatı için en verimli dönem olduğunu tespit etmişlerdir. Marinho-Soriano ve Bourret (2003), *G. gracilis* ve *G. bursa-pastoris* taksonunda agarın verim ve kalitesini incelemişlerdir. *G. gracilis* taksonunda maksimum verimin yaz mevsiminde (%30) ve minimum verimin kış mevsiminde (%19), *G. bursa-pastoris* taksonunda maksimum verimin yazın (%39), minimum verimin kışın (%23) olduğunu belirlemişlerdir. Vergara-Rodarte ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada *G. vermiculophylla* taksonundaki doğal ve alkali agarın mevsimsel olarak verimi ve kalitesini incelemiştir. En fazla alkali agar verimini (%17) yazın elde etmişlerdir. Bu çalışmada 12 ay boyunca elde edilen *G. bursa-pastoris* taksonunda en yüksek verim mayıs ayında (%70), en düşük verim ocak ayında (%13) elde edilmiştir.

Siddhanta ve ark (2002), yaptıkları çalışmada *Palisada perforata* taksonunda en yüksek verimi şubat ayında (%27), en düşük verimi ocak ayında (%14) tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ise 12 ay boyunca oldukça yaygın olduğu görülen *P. perforata* taksonunda en yüksek verim nisan ayında (%60), en düşük verim ekim ayında (%14) saptanmıştır.

Mouradi-Givernaud (2008), yaptıkları çalışmada *H. musciformis* taksonunda en yüksek karragenan verimini Eylül ayında (%41), en düşük verimi de Kasım ayında (%23) tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ise *H. musciformis* taksonunda en yüksek verim eylül ayında (%64), en düşük verimin ise haziran ayında (%28) tespit edilmesi diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Mouradi-Givernaud ve ark. (1993), yaptıkları çalışmada *G. latifolium* taksonunda bir yıl boyunca aylık olarak agar verimine bakmışlardır. En yüksek verimi Kasım ayında %42.5 olarak, en düşük verimi Mart ayında %25.5 olarak elde etmişlerdir. Öğretmen (2007) *P. nervosa* ve *G. latifolium* taksonlarında agar verimini incelemiştir. *P. nervosa* taksonundan elde edilen agar formları içerisinde en yüksek agar verimi manyetik karıştırıcı ile ekstraksiyon ile (PMA: %35,658±1,314), en düşük verimi ise otoklavda ekstraksiyon ile (POB: 15,281±0,304) elde etmiştir. *G. latifolium* taksonundan elde edilen agar formları içerisinde agar verimi en yüksek manyetik karıştırıcıda (GMC: %45,799±0,858), en düşük otoklavda ekstraksiyon sonunda (GOC: %37,294±0,763) elde etmiştir. Bu çalışmada ise *P. crispera* taksonunda en yüksek verim kasım ayında (%13), en düşük verim aralık ayında (%6), *G. spinosum* taksonunda en yüksek verim nisan ayında (%22), en düşük verim ekim ayında (%7) tespit edilmiştir.

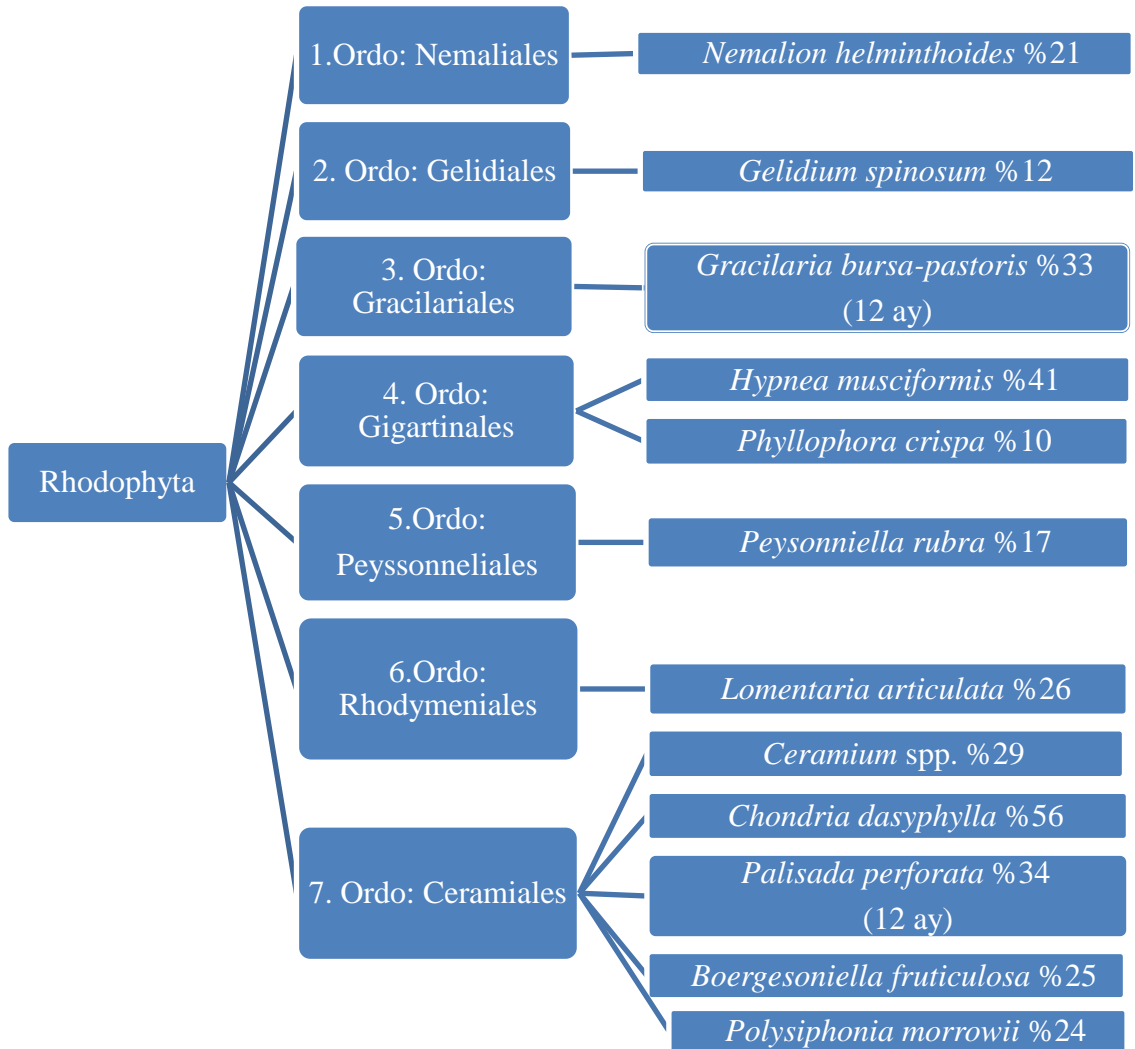
Bu çalışmada elde edilen verilerle kıyaslandığında, benzer sonuçların yanı sıra çok farklı sonuçlar da elde edildiği görülmüştür. Deniz bitkilerinin kimyasal bileşimi karasal bitkilerden farklı olup mevsimlerden, iklim koşullarından ve bulunduğu suyun fiziko-kimyasal bileşiminden etkilenmektedir (Ova-Kayvaç, 2007).

Çevresel ve sistem değişkenleri arasında, ışık ve su sıcaklığı makroalg yetiştiriciliğinde en kritik faktörlerdir. Pek çok makroalg türünün hızlı gelişimi için gerekli olan ışık yaz aylarında bol olarak mevcuttur. Hatta bazen yaz aylarında yüksek güneş ışığı nedeniyle biyomas kayıpları oluşur. Kış aylarında ise güneş ışığının yeterli olmaması nedeniyle makroalg büyüme sürdürebilmek oldukça zordur. Işık gibi, yüzey deniz suları sıcaklığı da bölgesel ve mevsimsel farklılıklar göstermektedir. Yetiştiricilik için optimum su sıcaklığı türlere göre değişir. Yaz aylarında yoğun güneş ışığı altında artan su

sıcaklığı sığ deniz alanlarında makroalg kayıplarına neden olabilir. Kış aylarında ise düşük sıcaklık değerleri bu tip alanlarda algal büyümenin durmasına neden olur (Turan, 2007).

Ülkemizde deniz yosunlarından yararlanma yönünde girişimler çok kısıtlıdır. Sadece İzmir körfezinden *Gracilaria* spp. ve *Phyllophora* spp. toplanıp yurt dışına satılmaktadır. Ülkemiz kıyılarındaki ekonomik alglerin uzun süreli üretime dayalı yeterli miktarda olup olmadıklarına dair topluluk çalışmaları son yıllarda yapılmaktadır (Sukatar, 2002). Doğal şartlarda üretimlerine yönelik çalışmalar henüz yapılmamakla beraber, son yıllarda laboratuvar koşullarında ekonomik alglerden bazılarının üretimi ve kalitesi ile ilgili çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

Şekil 30'da toplanan taksonlar evrimsel olarak sıralanıp, taksonlardan elde edilen ortalama agar verimleri gösterilmiştir.



Şekil 30. Kırmızı alglerde (Rhodophyta) evrim sırasına göre türlerin % veriminin gösterilmesi.

Sonuç olarak elde edilen veriler değerlendirildiğinde, Çanakkale boğazı kıyılarında 12 ay bulunabilen *Gracilaria* ve *Palisada* cinslerine ait taksonların yıllık ortalama verimleri dikkate alındığında bu iki algin ekonomik olarak değerlendirilebileceği açıktır.

Çanakkale boğazı kıyılarında bu taksonların kültürü için uygun alanlar mevcuttur. Agar ihraç eden ülkelerde olduğu gibi Çanakkale boğazı kıyılarında da üretim için kültür yapılarak, bu biyozenginlik ülkemiz ekonomisine kazandırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2010a. <http://www.fao.org/docrep/x5822e/x5822e03.htm>.
- Anonim, 2010b. <http://www.fao.org/docrep/field/009/ag152e/AG152E16.htm>.
- Anonim, 2011a. http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=463.
- Anonim, 2011b. http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=1845.
- Anonim, 2011c. http://www.seaweed.ie/_images/MG3_2546.png.
- Armisen R. ve Galatas F., 1985. Production, propereties and Uses of Agar.
- Atay D., 1978. Deniz Yosunları ve Değerlendirme Olanakları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Atay D., 1984. *Bitkisel Su Ürünleri Üretim Tekniği*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 905 ders kitabı:253. Ankara.
- Aysel V., Zeybek N., Güner H. ve Sukatar A., 1986. *Türkiye'nin Bazı Derin Deniz Algler III. Rhodophyta (Kırmızı Algler)*. Türk Doğa Dergisi Cilt 10, Sayı 1.
- Buriyo A.S. ve Kivaisi A.K., 2003. Standing Stock, Agar Yield and Properties of *Gracilaria slicornia* Harvested Along The Tanzanian Coast. Western Indian Ocean *J. Ma. Sci.*, 2: 171-178.
- Çetin Z., 2008. *Gracilaria verrucosa* (hudson) papenfuss'nın Sera Koşullarında Farklı Kültür Ortamlarında Yetiştiriciliği ve Agar Verimlerinin Karşılaştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Su Ürünleri Anabilim Dalı. Çanakkale.
- Cirik S. ve Cirik S., 2004. *Su Bitkileri (Deniz Bitkilerinin Biyolojisi Ekolojisi Yetiştirme Teknikleri Ders Kitabı)*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:58, İzmir.
- FAO, 1991. Agar and Alginate Production from Seaweed in India. *Bay of Bengal Programme Post-Harvest Fisheries*, BOBP/WP/69.
- Ercan F., 1995. İzmir Körfezinde Kırmızı Makro Alglerin (Rhodophyta) Kültürü. (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Anabilim Dalı Canlı Deniz Kaynakları Programı, İzmir.
- Erdüğan H., 1998. Sinop-Trabzon Arası Deniz Alglerinin Taksonomisi. (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, İzmir.
- Erdüğan H., Akı C., Acar O., Dural B. ve Aysel V., 2009. New Record for the East Mediterranean, Dardanelles (Turkey) and its Distribution: *Polysiphonia morrowii*

- Harvey (Ceramiales, Rhodophyta) *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 9: 231-232.
- Falshaw R., Furneaux R.H., Pickering T.D. ve Stevenson D.E., 1999. Agar from Three Fijian *Gracilaria* Species. *Botanica Marina*, 42: 51-59.
- Freile-Pelegri Y. ve Robledo D., 1997. Influence of Alkali Treatment on Agar from *Gracilaria cornea* from Yucatan Mexico. *Journal of Applied Phycology*, 9: 533-539.
- Freile-Pelegri Y., 2000. Does Storage Time Influence Yield Agar Properties in Tropical Agarophyte *Gracilaria cornea*. *Journal of Applied Phycology*, 12: 153-158.
- Givervaud T., Gourji A., Mouradi-Givernaud A., Lemoine Y. ve Chiadmi N., 1999. Seasonal Variation of Growth and Agar Composition of *Gracilaria multipartita* Harwest Along The Atlantic Coast of Morocco. *Hydrobiologia*, 398/399: 167-172.
- Güner H. ve Aysel V., 1991. *Tohumusuz Bitkiler Sistematigi I. Cilt (Algler)*. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No:108.
- Güven K.C., Çetin E.T. ve Bayraktar G., 1966. Investigations on the Properties of the Agar Obtained from *Phyllophora nervosa* (D.C.) Grev. *Eczacılık Bülteni*, 8: 10-14.
- Kadan G., 1994. Kırmızı Deniz Yosunlarından (RHODOPHYCEA) Agar-Agar Eldesi. (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Kapraun D.F., 1980. *An Illustrated Guide to the Benthic Marine Algae of Coastal North Carolina I. Rhodophyta*. The University of North Carolina Press.
- Khaled M.E.A., 2005. Utilization Some of Seaweeds in Poultry Diets. (Master of Science). Department of Environment and Biological Agriculture Faculty of Agriculture Al Azhar University.
- 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.
- McHugh D.J., 2003. *A Guide to the Seaweed Industry*, FAO Fisheries Technical Paper 441. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.
- Mollet J.C., Rahaoui A. ve Lemoine Y., 1998. Yield, Chemical Composition and Gel Strength of Agarocolloids of *Gracilaria gracilis*, *Gracilariopsis longissima* and Newly Reported *Gracilaria cf. vermiculophylla* from Roscoff (Britany, France). *Journal of Applied Phycology*, 10: 59-66.

- Montano N.E., Villanueva R.D. ve Romero J.B., 1999. Chemical Characteristics and Gelling Properties of Agar from Two Philippine *Gracilaria* spp. (Graciales, Rhodophyta). *Journal of Applied Phycology*, 11: 27-34.
- Mouradi-Givernaud A., Givernaud T., Morvan H. ve Cosson J., 1992. Agar from *Gelidium latifolium* (Gelidiales) Biochemical Composition And Seasonal Variations. *Bot. Mar.*, Vol: 153-159.
- Mouradi-Givernaud A.T., Chikhaoui-khay M. ve Bannasser L., 2008. Seasonal variation of the growth, chemical composition and carragenan extracted from *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouraux harvested along the Atlantic coast of Morocco. *Academic Journal*, 2 (10) : 509-514.
- Nam K.M. ve Saito Y., 1991. Anatomical Characteristics of *Laurencia papillosa* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) from Guam and Palau. *Micronesica*, 24: 87-94.
- Ova-Kaykaç G., 2007. Bazı Alg Türlerinin (*Cystoseira barbata*, *Ulva rigida* ve *Gracilaria verrucosa*) Tatlarında Etkili Olan Aminoasitlerin Mevsimsel Değişimi. (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı. Çanakkale.
- Öğretmen Ö.Y., 2007. Orta Karadeniz Bölgesinde Toplanan Farklı Kırmızı Alg Türlerinden Agar-Agar Üretimi ve Kalitesinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşletme Teknolojileri Anabilim Dalı. Samsun.
- Renn D.W., 1984. *Marine Algae and Their Role in Biotechnology*. Biotechnology in the Marine Sciences.
- Siddhanta A.K., Goswami A.M., Shanmugam M., Mody K.H., Ramavat B.K. ve Mairh O.P., 2002. Sulphated Galactans of Marine Red Algae *Laurencia* spp. from the west coast of India. *Indian Journal of Marine Sciences*, 31 (4) : 305-309
- Sharma O. P., 1986. *Text Book of Algae*. 395 s. New Delhi.
- Sukatar A., 2002. *Alg Kültür Yöntemleri*. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No.184, İzmir.
- Sur M., 2001. Alg Polisakkaritlerinden Agar ve Karrageenan Üzerine Çalışmalar. (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul.

- Sur M. ve Güven K.G., 2002. Infrared Studies on *Phyllophora nervosa* Agar and Comparison with Various Agars and Carrageenans. *Turkish J. Marine Science*, 8: 143-156.
- Şerbetçiöğlu S., 1988. Kırmızı Deniz Yosunlarından Agar Ekstraksiyonun Koşullarının İncelenmesi ve Endüstriyel Üretime Yönelik Sistem Seçimi. (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı. İzmir.
- Turan G., 2007. Su Yosunlarının Thalassoterapi’de Kullanımı. (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı, İzmir.
- Vergara-Rodarte M.A., Hernández-Carmona G., Rodríguez-Montesinos Y.E., Arvizu Higuera D.L., Riosmena-Rodríguez R. ve Murillo-Álvarez J.I., 2010. Seasonal Variation of Agar from *Gracilaria vermiculophylla*, Effect of Alkali Treatment Time and Stability of Its Colagar. *J. Appl. Phycol.*, 22: 753–759.
- Villanueva R.D., Montano N.E., Romero J.B., Aliganga A.K.A. ve Enriquez E.P., 1999. Seasonal Variations in the Yield, Gelling Properties, and Chemical Composition of Agars from *Gracilaria eucheumoides* and *Gelidiella acerosa* (Rhodophyta) from the Philippines. *Botanica Marina*, 42: 175-182.
- Yenigül M., 1979. Türkiye’nin Bazı Kırmızı Yosunlarından (Rhodophyta) Agar Eldesi Üzerine Çalışmalar. *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi Seri A*, Cilt:III Sayı 3.
- Yenigül M., 1991. Production and Properties Native Agars from *Gracilaria*. *Journal of Faculty Science Ege University Series A*, Vol 14.
- Yenigül M., 1993. Seasonal Changes in the Chemical and Gelling Characteristics of Agar from *Gracilaria verrucosa* Collected in Turkey. *Hydrobiologia*, 260/261: 627-631.

ÇİZELGELER

Sayfa No:

Çizelge 1. 1984'te Japonya tarafından ithal edilen agar miktarı (Anonim 2010a).....	8
Çizelge 2. Marmara ve Ege kıyılarından toplanan Gracilaria türlerinin agar verimi ve kalite parametreleri (Ercan, 1995).....	8
Çizelge 3. Gracilaria asiatica Zhang & Xia agarın mevsimsel olarak ürün miktarı ve jel kuvveti (Anonim, 2010a).....	9
Çizelge 4. Dünyada agar sanayinde kullanılan algler (Ercan, 1995).....	10
Çizelge 5. Deniz yosunlarının yıllara göre dünyadaki üretimi (Khaled, 2005).....	11

ŞEKİLLER

Sayfa No:

Şekil 1. Agarın jelleşme mekanizması.....	3
Şekil 2. Agarobiyozun kimyasal yapısı.	3
Şekil 3. Çalışma alanı	14
Şekil 4. <i>N. helminthoides</i> taksonunun genel görünümü (Anonim, 2011c).....	15
Şekil 5. <i>G. spinosum</i> taksonunun genel görünümü (Anonim, 2011b).....	16
Şekil 6. <i>G. bursa-pastoris</i> taksonunun genel görünümü.	17
Şekil 7. <i>H. muscifformis</i> taksonunun genel görünümü.	18
Şekil 8. <i>P. crispera</i> taksonunun genel görünümü.	19
Şekil 9. <i>P. rubra</i> taksonunun genel görünümü.....	20
Şekil 10. <i>L. articulata</i> taksonunun görünümü (X20).....	21
Şekil 11. <i>Ceramium ciliatum</i> var. <i>robustum</i> (J.Agardh) Mazoyer taksonunun genel görünümü (6.3X4) (Erduğan, 1998).	22
Şekil 12. <i>C. dasyphylla</i> taksonunda invaginasyon çukuru (X20).....	23
Şekil 13. <i>P. perforata</i> taksonunun genel görünümü (X4).....	24
Şekil 14. <i>B. fruticulosa</i> taksonunun görünümü.	25
Şekil 15. <i>P. morrowii</i> taksonunun genel görünümü.	26
Şekil 16. Su banyosu.....	27
Şekil 17. Jel halindeki agar.	27
Şekil 18. <i>N. helminthoides</i> taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.	29
Şekil 19. <i>G. spinosum</i> taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.	29
Şekil 20. <i>G. bursa-pastoris</i> taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.	29
Şekil 21. <i>H. muscifformis</i> taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.....	30
Şekil 22. <i>P. crispera</i> taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.....	30
Şekil 23. <i>L. articulata</i> taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.....	30
Şekil 24. <i>Ceramium spp.</i> taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.....	31
Şekil 25. <i>C. dasyphylla</i> taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.....	31
Şekil 26. <i>P. perforata</i> taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.....	31
Şekil 27. <i>B. fruticulosa</i> taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.....	32
Şekil 28. <i>P. morrowii</i> taksonunda agar verimi (%) / ay grafiği.....	32
Şekil 29. Türlerin yıllık ortalama ve aylara göre agar verimi (%).	33
Şekil 30. Kırmızı alglerde (Rhodophyta) evrim sırasına göre türlerin % veriminin gösterilmesi.....	36

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER:

Adı Soyadı: Selin SAĞBAŞ

Doğum Yeri: Adana

Doğum Tarihi: 15.08.1986

EĞİTİM DURUMU:

Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü.

Yüksek Lisans Tezi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı.

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

İLETİŞİM:

E-posta Adresi: selin.sagbas@hotmail.com