

**KIRMIZI YOSUN (*Gelidium latifolium*, Bornet Ex
Hauck 1883)'DAN ÜRETİLEN AGAR AGARIN
MEVSİMSSEL KALİTESİNİN BELİRLENMESİ
ÖZEN YUSUF ÖĞRETMEN
DOKTORA TEZİ
SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME
TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI**

**T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KIRMIZI YOSUN (*Gelidium latifolium*, Bornet Ex Hauck 1883)'DAN ÜRETİLEN

AGAR AGARIN MEVSİMSEL KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

ÖZEN YUSUF ÖĞRETMEN

DOKTORA TEZİ

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

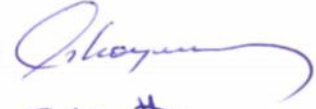
DOÇ. DR. YALÇIN KAYA

SİNOP-2015

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma, jürimiz tarafından 06/11/2015 tarihinde yapılan sınav ile Su Ürünleri
Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı'nda DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. İbrahim ERKOYUNCU



Üye : Prof. Dr. Sedat KARAYÜCEL



Üye : Doç Dr. Yalçın KAYA (Danışman)



Üye : Doç. Dr. Ferhat KALAYCI



Üye : Yrd. Doç. Dr. Serkan KORAL



ONAY :

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

03./12/2015


Doç. Dr. Yurgay KORKUT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

KIRMIZI YOSUN (*Gelidium latifolium*, Bornet Ex Hauck 1883)'DAN ÜRETİLEN AGAR AGARIN MEVSİMSEL KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET:

Yapılan çalışmada, Orta Karadeniz Bölgesi'nin Sinop ili dış liman mevkiinden 2011 ocak ve 2011 aralık ayları arasında 12 ay boyunca toplanan *Gelidium latifolium* (Bornet ex Hauck, 1883) kırmızı deniz yosunundan agar agar üretimi yapılmış ve kalite parametreleri incelenmiştir.

Çalışma süresinde agar agar verimi, erime sıcaklığı, jelleşme sıcaklığı, jel gücü, toplam sülfat, 3,6 anhidrogalaktoz değeri (3,6 AHG), ham kül, asitte çözünmeyen kül, viskozite, kurşun, civa, kadmiyum, arsenik, pH, nem, renk ve histeresis kalite parametreleri aylık ve mevsimsel olarak incelenmiştir. Erime sıcaklığı, pH, ham kül, kurşun, civa, arsenik, renk, asitte çözünmeyen kül ve nem kalite parametrelerin tüm aylarda uluslararası standartlara ve agar agarda istenilen kriterlere uygun olduğu, jelleşme sıcaklığı ve kadmiyum değerleri ise sadece birkaç ayın ölçümleri limitler üzerinde olduğu gözlemlenmiştir. Agar agar verimi, viskozite, sülfat, 3,6 AHG, histeresis ve jel gücü değerleri ise ticari agar agarlar ve daha önceki çalışmalar ile karşılaştırıldığında benzer olan ve benzer olmayan sonuçların elde edildiği tespit edilmiştir. Bu farklılıkların araştırmada kullanılan yosunun türüne, ekstraksiyon şekline ve süresine, ekstraksiyon öncesi uygulanan ön işlemlere, yosunun hasat edildiği bölgeye göre değişiklik gösterdiği bilinmektedir.

Çalışmamız sonunda *Gelidium latifolium* kırmızı deniz yosunundan elde edilen agar agarda yapılan kalite parametrelerin değerlendirilmesi sonucunda, elde edilen verilerin agar agar üretimi için uygun bulunduğu ve ileriki aşamalarda daha detaylı çalışmaların yapılarak ticari kullanım alanına göre istenen nitelikte agar agar üretimi için uygun bir zemin olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Agar agar, *Gelidium latifolium*, 3,6 anhidrogalaktoz, jel gücü, agar agar verimi, jelleşme ve erime sıcaklığı, ağır metal, pH, viskozite, toplam sülfat, ham kül, asitte çözünmeyen kül, renk analizi, histeresis, nem.

Determination of Seasonal Quality of Agar Agar produced from Red Seaweed
(*Gelidium latifolium*, Bornet Ex hauck 1883)

ABSTRACT:

In this study, production of Agar agar from red seaweed (*Gelidium latifolium*, Bornet ex Hauck, 1883) which was collected for 12 months between January 2011 and December 2011 in outer harbor area of Sinop province of Central Black Region was carried out and quality parameters were investigated.

During this study, quality parameters; agar agar yield, melting point, gelling point, gel strength, total sulfate, 3,6 anhydrogalactose value (3,6-AHG), crude ash, acid-insoluble ash, viscosity, lead, mercury, cadmium, arsenic, pH, moisture, color and hysteresis were investigated monthly and seasonal. It was observed that quality parameters; melting point, pH, crude ash, lead, mercury, arsenic, color, acid insoluble ash and moisture comply with international standards and acceptance criteria of agar agar, and quality parameters; gelling point and cadmium values were observed to be over the limits for just a few months' measurements. When agar agar yield, viscosity, sulfate, 3,6-AHG, hysteresis and gel strength values were compared with commercial agar agars and previous studies, achievement of similar and dissimilar results were obtained. It is known that, these differences vary due to type of seaweed used in the study, type and duration of extraction, pretreatment applied before extraction and the region where seaweed is harvested.

At the end of this study, as a result of evaluation of quality parameters of agar agar which was obtained from red seaweed *Gelidium latifolium*, it was found that obtained data is convenient for agar agar production and in the later stages there could be more detailed studies according to commercial use, suitable basis for production of desired quality of agar agar was established.

Key words: Agar agar, *Gelidium latifolium*, 3,6 anhydrogalactose, gel strength, agar agar yield, gelling and melting point, heavy metal, pH, viscosity, total sulfate, crude ash, acid-insoluble ash, color test, hysteresis, moisture.

TEŞEKKÜR

Çalışmamın planlanması ve yürütülmesinde bana destek olan, tüm bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan danışman hocam Doç. Dr. Yalçın KAYA'ya,

Tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. İbrahim ERKOYUNCU ve Prof. Dr. Sedat KARAYÜCEL'e,

Araştırmamda analizlerimin yapılması aşamasında laboratuvar cihazlarının kullanılmasına olanak sağlayan 19 Mayıs Üniversitesi Gıda Mühendisliği öğretim üyesi Doç Dr. Talip KAHYAOĞLU ve analizlerimin yapılmasında yardımcı olan ve yüksek özverili çalışan Araş. Gör. Abdullah KURT'a

Araştırmada analiz cihazlarının kullanılmasında olanak sağlayan Karadeniz Teknik Üniversitesi Kimya Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Halit KANTEKİN'e

Araştırmada analizlerin yapılması aşamasında tüm laboratuvar imkanlarını bana sunan ve yardımlarını esirgemeyen Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü İşleme ve Değerlendirme Bölüm Başkanı Dr. Sebahattin KUTLU'ya

Tüm tez çalışmam boyunca bana anlayış gösterip, özverili davranın şirket yöneticilerime,

Tüm öğrenim hayatım boyunca bana sabır ve sevgilerini eksik etmeyen aileme, çalışmamın başından beri bana destek olan ve manevi konuda her zaman yanımda olan eşim Neslihan ÖĞRETMEN'e sonsuz teşekkürler ederim.

ÖZEN YUSUF ÖĞRETMEN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SEMBOLLER ve KISALTMALAR LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
ÇİZELGELER LİSTESİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÖZETİ	4
2.1. Deniz Yosunlarının Genel Özellikleri ve Sınıflandırılması	4
2.1.1. Cyanophyta (Mavi-Yeşil Yosunlar)	5
2.1.2. Euglenophyta (Kamçılı Yosunlar)	5
2.1.3. Chlorophycophyta (Yeşil Yosunlar)	6
2.1.4. Chrysophycophyta (Altın Rengi Su Yosunları)	6
2.1.5. Phaeophycophyta (Kahverengi Yosunlar)	6
2.1.6. Pyrrophyta (Ateş Rengi Yosunlar)	7
2.1.7. Rhodophycophyta (Kırmızı Yosunlar)	7
2.1.7.1. <i>Gelidium latifolium</i> 'un Taksonomisi ve Biyolojisi	12
2.2. Deniz Yosunları Yetiştiriciliği ve Hasadı	13
2.2.1. Deniz Yosunlarının Yetiştiriciliği	13
2.2.2. Deniz Yosunlarının Hasadı	16
2.3. Dünyada Deniz Yosunu Ticareti	18
2.4. Yosunlarının Kullanım Alanları	24
2.4.1. Gıda Olarak Kullanımı	25
2.4.2. Gübre Olarak Kullanımı	27
2.4.3. Hayvan Gıdası Olarak Kullanımı	28
2.4.4. Biyokütle Olarak Kullanımı	28
2.4.5. Kozmetikte Kullanımı	29
2.4.6. Atık Su Alanında Kullanımı	29
2.4.7. Tıp Alanında Kullanımı	29
2.5. Deniz Yosunlarından Elde Edilen Polisakkaritler	30

2.5.1. Yeşil Deniz Yosunlarından Elde Edilen Polisakkaritler	31
2.5.1.1. Ulvan	31
2.5.1.2. Ksilan	31
2.5.1.3. Mannan	31
2.5.1.4. Arabinogalaktan	32
2.5.2. Kahverengi Deniz Yosunlarından Elde Edilen Polisakkaritler	32
2.5.2.1. Fukoidan/Fukan/Fukanoid	32
2.5.2.2. Mannitol	32
2.5.2.3. Laminarin	33
2.5.2.4. Ascophyllan	33
2.5.2.5. Alginat	33
2.5.3. Kırmızı Deniz Yosunlarından Elde Edilen Polisakkaritler	34
2.5.3.1. Karragenan	34
2.5.3.2. Porphyran	34
2.5.3.3. Ksilan	34
2.5.3.4. Furselaran	35
2.5.3.5. Phyllophoran	35
2.5.3.6. Agar agar	35
2.5.3.6.1. Agar agar Elde Edilen Deniz Yosunları	36
2.5.3.6.2. Başlıca Agar agar Üretim Metotları	39
2.5.3.6.3. Agar agar Yapısı ve Genel Özellikleri	40
2.5.3.6.3.1. Agar agarın Kimyasal Yapısı	40
2.5.3.6.3.2. Agar agarın Jelleşme Mekanizması ve Jel Gücü	41
2.5.3.6.3.3. Çözünürlük	42
2.5.3.6.3.4. Viskozite	43
2.5.3.6.3.5. Erime sıcaklığı, Jelleşme Sıcaklığı ve Hyteresis	43
2.5.3.6.4. Agar agarın Kullanım Alanları	43
2.5.3.6.4.1. Agar agarın Gıda Sanayinde Kullanımı	43
2.5.3.6.4.2. Agar agarın Tıpta ve İlaç Sektöründe Kullanımı	46
2.5.3.6.4.3. Agar agarın Mikrobiyolojide Kullanımı	46
2.5.3.6.4.4. Agar agarın Diğer Kullanım alanları	47
2.5.3.6.5. Agar agarın Dünya Pazarındaki Yeri	48
2.6. Literatür Özeti	54

3. MATERYAL VE YÖNTEM	69
3.1. Materyal	69
3.1.1. Denemede Kullanılan Yosun	69
3.1.2. Denemede Kullanılan Yosun Materyalinin Denizden Toplanmasında Kullanılan Materyaller	70
3.1.3. Agar agar Üretimi İçin Toplanan Yosun Örneklerinin Hazırlanmasında Kullanılan Materyaller	70
3.1.3.1. Kurutma Dolabı	70
3.1.3.2. Ambalaj Materyali	70
3.1.3.3. Paketleme Makinesi	72
3.1.4. Agar agar Elde Edilmesinde Kullanılan Materyaller	72
3.1.4.1. Gömlekli Isıtıcı	72
3.1.4.2. Filtre Kağıdı ve Tülbent	73
3.1.4.3. Strafor Tabak	73
3.1.4.4. Derin Dondurucu	73
3.1.4.5. Blender	74
3.1.4.6. Santrifüj Cihazı	74
3.1.4.7. Saf Su Cihazı	75
3.1.5. Agar agar Kalite Analizleri Sırasında Kullanılan Materyaller	76
3.1.5.1. Cam Boncuk	76
3.1.5.2. pH Metre	76
3.1.5.3. Kül Fırını	76
3.1.5.4. Reometre	76
3.1.5.5. Külsüz Filtre Kağıdı	77
3.1.5.6. Tekstür Analiz Cihazı	77
3.1.5.7. FT-IR Spektrofotometre	78
3.1.5.8. Hassas Termometre	79
3.1.5.9. Renk Analiz Cihazı	79
3.1.6. Araştırma Laboratuvarı	80
3.2. Yöntem	80
3.2.1. Deneme Planı	80
3.2.2. Agar agar Üretimi	82
3.2.2.1. Örneklerin Üretime Hazırlanması	82

3.2.2.2. Agar agar Üretim İşlemi	83
3.3. Analizler	88
3.3.1. Agar agar Veriminin Hesaplanması	88
3.3.2. Jelleşme Sıcaklığı Tayini	88
3.3.3. Erime Sıcaklığı Tayini	88
3.3.4. pH Tayini	89
3.3.5. Ham Kül Tayini	89
3.3.6. Viskozite Tayini	89
3.3.7. Sülfat Tayini	89
3.3.8. Jel Gücü Tayini	90
3.3.9. Ağır Metal Analizleri	90
3.3.10. 3,6 Anhidrogalaktoz (3,6 AHG) Tayini	90
3.3.11. Asitte Çözünmeyen Kül Tayini	90
3.3.12. Nem Tayini	91
3.3.13. Renk Tayini	91
3.3.14. Hyteresis	92
3.3.15. İstatistiksel Analiz	92
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	93
4.1. Agar agar Verimi	93
4.2. Jelleşme Sıcaklığı	98
4.3. Erime Sıcaklığı	103
4.4. pH	109
4.5. Ham Kül	112
4.6. Viskozite	115
4.7. Sülfat	122
4.8. Jel Gücü	124
4.9. 3,6 Anhidrogalaktoz (3,6 AHG)	130
4.10. Asitte Çözünmeyen Kül	133
4.11. Nem	135
4.12. Renk Tayini	138
4.13. Hyteresis ısısı	141
4.14. Ağır Metal Analizleri	144
4.14.1. Civa	144

4.14.2. Kadmiyum	146
4.14.3. Kurşun	149
4.14.4. Arsenik	151
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	154
6. KAYNAKLAR	161
7. EKLER	181
EK-1. <i>Gelidium latifolium</i> yosunundan yılın ilk yarısında (ocak-haziran arası) elde edilen agar agarın dinamik viskozite profilleri	181
EK-2. <i>Gelidium latifolium</i> yosunundan yılın ikinci yarısında (temmuz-aralık arası) elde edilen agar agarın dinamik viskozite profilleri	181
EK-3. Ocak ayında elde edilen agar agarın 1250 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	182
EK-4. Şubat ayında elde edilen agar agarın 1250 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	182
EK-5. Mart ayında elde edilen agar agarın 1250 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	182
EK-6. Nisan ayında elde edilen agar agarın 1250 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	183
EK-7. Mayıs ayında elde edilen agar agarın 1250 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	183
EK-8. Haziran ayında elde edilen agar agarın 1250 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	183
EK-9. Temmuz ayında elde edilen agar agarın 1250 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	184
EK-10. Ağustos ayında elde edilen agar agarın 1250 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	184
EK-11. Eylül ayında elde edilen agar agarın 1250 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	184
EK-12. Ekim ayında elde edilen agar agarın 1250 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	185
EK-13. Kasım ayında elde edilen agar agarın 1250 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	185
EK-14. Aralık ayında elde edilen agar agarın 1250 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	185
EK-15. Ocak ayında elde edilen agar agarın 930 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	186

EK-16. Şubat ayında elde edilen agar agarın 930 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	186
EK-17. Mart ayında elde edilen agar agarın 930 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	186
EK-18. Nisan ayında elde edilen agar agarın 930 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	187
EK-19. Mayıs ayında elde edilen agar agarın 930 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	187
EK-20. Haziran ayında elde edilen agar agarın 930 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	187
EK-21. Temmuz ayında elde edilen agar agarın 930 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	188
EK-22. Ağustos ayında elde edilen agar agarın 930 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	188
EK-23. Eylül ayında elde edilen agar agarın 930 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	188
EK-24. Ekim ayında elde edilen agar agarın 930 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	189
EK-25. Kasım ayında elde edilen agar agarın 930 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	189
EK-26. Aralık ayında elde edilen agar agarın 930 cm ⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrası	189
ÖZGEÇMİŞ	190

SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ

- JECFA** : Gıda Katkıları FAO/WHO Ortak Uzmanlar Komitesi
- FAO** : Gıda ve Tarım Organizasyonu
- FCC** : Gıda Kimyasal Kodeksi
- EEC** : Avrupa Ekonomik Topluluğu
- USP** : Amerikan Farmakolojisi
- WHO** : Dünya Sağlık Örgütü
- IFOP** : Balıkçılığı Geliştirme Enstitüsü
- EURL** : Avrupa Birliği Referans Laboratuvarı
- INS** : Uluslararası numaralandırma sistemi
- CAS** : Amerikan Kimya Derneği
- cP** : Centipoise
- 3,6 AHG** : 3,6 Anhidrogalaktoz
- FAME** : Yağ asidi metil ester

ŞEKİLLER LİSTESİ

		Sayfa No
Şekil 2.1.7.1.	Dünyada kırmızı yosunların yaşam alanları (Anonim, 2015n)	8
Şekil. 2.1.7.1.1.	<i>Gelidium latifolium</i> kırmızı yosunu (Anonim, 2015)	12
Şekil 2.5.3.6.3.1.1.	Agar agarın temel yapısı (Anonim, 2015ö)	40
Şekil. 2.5.3.6.3.2.1.	Agar agarın jelleşme mekanizması (FAO,1991)	41
Şekil 3.1.1.1.	Araştırmada Kullanılan <i>Gelidium latifolium</i> yosunu (Orijinal)	69
Şekil 3.1.1.2.	Araştırmanın Yürütüldüğü İstasyon	70
Şekil 3.1.3.2.1.	Paketleme materyalinin teknik özellikleri (Orijinal)	71
Şekil 3.1.3.3.1.	Vakum paketleme makinası	72
Şekil 3.1.4.1.1.	Gömlekli Isıtıcı (Orijinal)	73
Şekil 3.1.4.5.1.	Blender (Orijinal)	74
Şekil 3.1.4.6.1.	Santrifüj Cihazı (Orijinal)	75
Şekil 3.1.4.7.1.	Saf Su Cihazı (Orijinal)	75
Şekil 3.1.5.4.1.	Reometer Mars III Thermo Scientific marka reometre (Orijinal)	77
Şekil 3.1.5.6.1.	TA.XT2 Stable micro system survey marka tekstür analiz cihazı (Orijinal)	78
Şekil 3.1.5.7.1	Perkin Elmer marka FT-IR spektrofotometre (Orijinal)	78
Şekil 3.1.5.8.1.	Denemede erime ve jelleşme sıcaklığı analizlerinde kullanılan hassas termometre (Anonim, 2015aa)	79
Şekil 3.1.5.9.1.	Denemede kullanılan renk analiz cihazı (Orijinal)	79
Şekil 3.2.2.1.1.	Yosunların kurutulması (Orijinal)	82
Şekil 3.2.2.1.2.	Vakum paketlenmiş yosun örnekleri	83
Şekil 3.2.2.2.1.	Yosunların ekstrakte edilmesi (Orijinal)	83
Şekil 3.2.2.2.2.	Agar agar çözeltilerinin oda sıcaklığında jelleşmeye bırakılması (Orijinal)	84
Şekil 3.2.2.2.3.	Agar agar jellerinin derin dondurucuda dondurulması (Orijinal)	85
Şekil 3.2.2.2.4.	Dondurulan agar agar jellerinin oda sıcaklığında çözündürülmesi (Orijinal)	85
Şekil 3.2.2.2.5.	Suyu alınmış agar agar Jeli (Orijinal)	86
Şekil 3.2.2.2.6.	Kurutulmuş agar agar jeli (Orijinal)	86
Şekil 3.2.2.2.7.	Denemede uygulanan agar agar üretiminin işlem basamakları	87

Şekil 3.3.13.1.	L*, a* ve b* eksenlerinin şematik görünümü (Anonim, 2015s).	92
Şekil 4.1.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'a ait mevsimsel agar agar verimi	96
Şekil 4.1.2.	Mevsimsel olarak elde edilen agar agar verimi ile jel gücü arasındaki ilişki	97
Şekil 4.1.3.	Mevsimsel olarak elde edilen agar agar verimi ile sülfat arasındaki ilişki	98
Şekil 4.2.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın mevsimsel jelleşme sıcaklığı değerleri	101
Şekil 4.2.2.	Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın jelleşme sıcaklığı ile pH arasındaki ilişki	103
Şekil 4.2.3.	Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın jelleşme sıcaklığı ile viskozite arasındaki ilişki	103
Şekil 4.3.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın mevsimsel erime sıcaklığı değerleri	105
Şekil 4.3.2.	Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın erime sıcaklığı ile pH arasındaki ilişki	108
Şekil 4.3.3.	Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın erime sıcaklığı ile jelleşme sıcaklığı arasındaki ilişki	108
Şekil 4.4.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın mevsimsel pH değerleri	110
Şekil 4.4.2.	Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın pH ile sülfat miktarı arasındaki ilişki	112
Şekil 4.4.3.	Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın pH ile 3,6 anhidrogalaktoz arasındaki ilişki	112
Şekil 4.5.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın mevsimsel ham kül değerleri	114
Şekil 4.6.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın mevsimsel viskozite değerleri	117
Şekil 4.6.2.	Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın viskozite ile erime sıcaklığı arasındaki ilişki	120
Şekil 4.6.3.	Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın viskozite ile pH miktarı arasındaki ilişki	120
Şekil 4.6.4.	Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın viskozite ile 3,6 anhidrogalaktoz arasındaki ilişki	121
Şekil 4.6.5.	Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın viskozite ile sülfat miktarı arasındaki ilişki	121
Şekil 4.7.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın mevsimsel Sülfat değerleri	123
Şekil 4.8.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın mevsimsel jel gücü değerleri	126
Şekil 4.8.2.	Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın jel gücü değerleri ile 3,6 anhidrogalaktoz arasındaki ilişki	129
Şekil 4.9.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan mevsimsel olarak elde edilen agar agara ait FT-IR spektrofotometre ile ölçüm yapılan 3,6 AHG değerleri	132
Şekil 4.9.2.	Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın 3,6 AHG değerlerinin erime sıcaklığı ile ilişkisi	133
Şekil 4.10.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın mevsimsel asitte çözünmeyen kül miktarı değerleri	135

Şekil 4.11.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın mevsimsel nem miktarı değerleri	137
Şekil 4.12.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın aylık renk analizi değerleri	140
Şekil 4.12.2.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın mevsimsel renk analizi değerleri	140
Şekil 4.13.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın mevsimsel histeresis değerleri	143
Şekil 4.14.1.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın mevsimsel civa miktarları	146
Şekil 4.14.2.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın mevsimsel kadmiyum miktarları	148
Şekil 4.14.3.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın mevsimsel kurşun miktarları	151
Şekil 4.14.4.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın mevsimsel arsenik miktarları	153

ÇİZELGELER LİSTESİ

		Sayfa No
Çizelge 2.1.7.1.	Farklı yosun türlerine ait kimyasal kompozisyon değerleri (Serviere-Zaragoza ve ark., 2002)	9
Çizelge 2.7.1.2.	<i>Gelidium pusillum</i> yosununa ait aminoasit değerleri (mg/g proten) (Siddique ve ark., 2013)	10
Çizelge 2.1.7.3.	Farklı kırmızı yosun türlerine ait aminoasit değerleri (/100 mg toplam Azot) (Lourenco ve ark., 2002)	11
Çizelge. 2.2.1.1.	Dünya su bitkileri yetiştiriciliği değerleri (FAO, 2012)	15
Çizelge. 2.2.1.2.	Dünya kırmızı deniz yosunu yetiştiriciliği değerleri (FAO, 2012)	16
Çizelge 2.2.2.1.	Doğal stoklarda hasat edilmiş deniz yosunu ve diğer su bitkileri değerleri (Yaş ağırlık/Ton) (FAO, 2012)	17
Çizelge 2.3.1.	Dünyada deniz yosunları ihracat değerleri (ITC, 2015)	18
Çizelge 2.3.2.	Dünyada deniz yosunları ithalat değerleri (ITC, 2015)	18
Çizelge 2.3.3.	Dünyada deniz yosunu ve diğer algler (öğütülmüş olsun ya da olmasın taze ya da kurutulmuş) ihracatı değerleri (ITC, 2015)	19
Çizelge 2.3.4.	Dünyada deniz yosunu ve diğer yosunlar (öğütülmüş olsun ya da olmasın taze ya da kurutulmuş) ithalat değerleri (ITC, 2015)	19
Çizelge 2.3.5.	Türkiye’de deniz yosunu ve diğer yosunlar (öğütülmüş olsun ya da olmasın taze ya da kurutulmuş) ihracat değerleri (ITC, 2015)	20
Çizelge 2.3.6.	Türkiye’de deniz yosunu ve diğer yosunlar (öğütülmüş olsun ya da olmasın taze ya da kurutulmuş) ithalat değerleri (ITC, 2015)	20
Çizelge 2.3.7	Dünyada insan tüketimine uygun olan deniz yosunu ve diğer yosunlar ihracat değerleri (ITC, 2015)	21
Çizelge 2.3.8.	Dünyada insan tüketimine uygun olan deniz yosunu ve diğer yosunlar ithalat değerleri (ITC, 2015)	21
Çizelge 2.3.9.	Türkiye’de insan tüketimine uygun olan deniz yosunu ve diğer yosun ihracat değerleri (ITC, 2015)	22
Çizelge 2.3.10.	Türkiye’de insan tüketimine uygun olan deniz yosunu ve diğer algler ithalat değerleri (ITC, 2015)	22
Çizelge 2.3.11.	Dünyada insan tüketimine uygun olmayan deniz yosunu ve diğer algler ihracat değerleri (ITC, 2015)	23
Çizelge 2.3.12.	Dünyada insan tüketimine uygun olmayan deniz yosunu ve diğer algler ithalat değerleri (ITC, 2015)	23
Çizelge 2.3.13.	Türkiye’de insan tüketimine uygun olmayan deniz yosunu ve diğer algler ithalat değerleri (ITC, 2015)	24
Çizelge 2.4.1.	Akuakültürde üretilmiş deniz yosunlarının kullanım alanı ve cinsleri (Kraan, 2012)	25
Çizelge 2.4.1.1.	Piyasada yaygın olarak tüketilen deniz yosunları (Çaklı, 2008)	27
Çizelge 2.5.3.6.1.1.	Dünyanın farklı ülkelerinde kullanılan agar agar kaynakları (FAO, 1991)	37
Çizelge 2.5.3.6.1.2.	Dünya’da agar agar üretimi için hasat edilen yosun miktarları (Bixler ve Porse, 2010)	38

Çizelge 2.5.3.6.2.1.	Üretim sistemi ile bağlantılı belirli ticari agar agar türleri (Matsushashi, 1998)	39
Çizelge 2.5.3.6.4.1.1.	JECFA tarafından agar agara ait özellikler ve spesifikasyonlar (EURL-FA, 2014)	44
Çizelge 2.5.3.6.5.1.	Agar agar türü ve kaynağına göre yıllık üretim miktarları (Bixler ve Porse, 2010)	48
Çizelge 2.5.3.6.5.2.	Deniz yosunlarından elde edilen fikokoloidlerin satış hacmi ve ortalama satış fiyatları (Bixler ve Porse, 2010)	49
Çizelge 2.5.3.6.5.3.	2001 yılına ait ürün kategorisine göre agar agar üretim miktarları (Pawiro, 2006)	49
Çizelge 2.5.3.6.5.4.	Agar agar üretimi yapan firmaların coğrafik dağılımı (Bixler ve Porse, 2010)	50
Çizelge 2.5.3.6.5.5.	Türkiye Agar agar ithalatı değerleri (ITC, 2015)	51
Çizelge 2.5.3.6.5.6.	Türkiye Agar agar ihracat değerleri (ITC, 2015)	51
Çizelge 2.5.3.6.5.7.	Dünya agar agar ithalat değerleri (ITC, 2015)	52
Çizelge 2.5.3.6.5.8.	Dünya agar agar ihracat değerleri (ITC, 2015)	52
Çizelge 2.5.3.6.5.9.	Ülkeler bazında agar agar ithalat değerleri (ITC, 2015)	53
Çizelge 2.5.3.6.5.10.	Ülkeler bazında agar agar ihracat değerleri (ITC, 2015)	53
Çizelge 2.6.1.	Farklı bölgelerden hasat edilen <i>Gracilaria sp.</i> türü yosunların agar agar özellikleri (Orosco ve ark. 1992)	56
Çizelge 2.6.2.	Farklı <i>Gracilaria sp.</i> yosun türlerinden elde edilen agar agarın kalitesi ve verimi (Praibon ve ark., 2006)	63
Çizelge 3.2.1.1.	Deneme Planı	81
Çizelge 4.1.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel verimi	94
Çizelge 4.2.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel jelleşme sıcaklığı değerleri	99
Çizelge 4.2.2.	Farklı araştırmacılar tarafından elde edilen agar agarda jelleşme sıcaklığı değerleri.	100
Çizelge 4.3.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel erime sıcaklığı değerleri	104
Çizelge 4.3.2.	Bazı agar agar üretici firmalarının ürünlerine ait erime sıcaklığı değerleri	107
Çizelge 4.4.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel pH değerleri	109
Çizelge 4.4.2.	<i>Gracilaria sp.</i> türlerinden elde edilen agar agara ait pH miktarları (Orosco ve ark., 1992)	111
Çizelge 4.5.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel ham kül değerleri	113
Çizelge 4.5.2.	Dünyadaki bazı önemli kuruluşların agar agar için kabul ettiği ham kül miktarları	114
Çizelge 4.6.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel viskozite değerleri (cP= centipoise)	116
Çizelge 4.6.2.	Değişik bölgelerden hasat edilen farklı yosun türlerine ait viskozite değerleri (cP) (Orosco ve ark. 1992)	118
Çizelge 4.7.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agara ait aylık ve mevsimsel sülfat miktarı	122

Çizelge 4.8.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel jel gücü değerleri	125
Çizelge 4.8.2.	Farklı <i>Gracilaria sp.</i> türlerine ait farklı ekstraksiyon sıcaklığında elde edilen agar agarda jel gücü miktarları	128
Çizelge 4.9.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel 3,6 AHG değerleri	131
Çizelge 4.10.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel asitte çözünmeyen kül değerleri	134
Çizelge 4.11.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel nem değerleri	136
Çizelge 4.11.2.	Ticari öneme sahip bazı agar agar markalarına ait nem miktarları	137
Çizelge 4.12.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel renk analizi değerleri	139
Çizelge 4.13.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel hiteresis ısısı değerleri	142
Çizelge 4.13.2.	Farklı muamele yöntemleriyle <i>Gracilaria vermiculophylla</i> yosunundan elde edilen agar agarın hiteresis ısısı değerleri (Arvizu-Higuera ve ark. 2008)	144
Çizelge 4.14.1.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel civa miktarları	145
Çizelge 4.14.2.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel kadmiyum miktarları	147
Çizelge 4.14.3.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel kurşun miktarları	150
Çizelge 4.14.4.1.	<i>Gelidium latifolium</i> 'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel arsenik miktarları	152

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun giderek çoğalmasıyla beraber besin ihtiyacının artması, global iklim değişikliği ve kullanılabilir su kaynaklarının azalmasıyla birlikte karasal gıda ürünlerinde bir azalma olmuş ve bunun sonucunda insanlar denizel kaynaklı besin maddelerine yönelmişlerdir (Wong ve Cheung, 2000).

Algler, insan ve hayvan beslenmesinde kullanılan önemli biyoaktif molekül kaynaklarıdır. Son 20 yılda mikro ve makro alglerden elde edilen bu moleküller antibiyotik, antiviral, antikanserojen, antifungal, antibakteriyal, antiinflamatuvar etkilerinin yanı sıra hipokolestrolemik, enzim inhibisyonu ve diğer bazı farmakolojik etkilere sahiplerdir. Bu doğal ürünler sadece ilaç hammaddesi olarak değil, sentetik moleküllerin yapımında yapısal model olarak da görev almaktadırlar (Quinn ve ark. 1993, El-Sheekh ve ark. 2006).

Deniz yosunları yüksek protein, mineral ve vitamin kaynağı olmaları nedeniyle insan gıdası olarak da kullanılmaktadırlar (Polat ve ark. 2012). Bunun yanında Fransa'da deniz yosunlarının gıda olarak kullanılması hakkında yasal düzenleme yapılarak 12 makroalg ve 2 mikroalg türünü sebze olarak tüketmektedirler (Burtin, 2003). Ayrıca makroalgler yüksek miktarda mineral tuzlar, oligoelementler ve vitaminler içerdiklerinden dolayı Fransa, İngiltere, Norveç, İrlanda ve İzlanda'nın kıyı bölgelerinde taze ve işlenmiş olarak hayvan besiciliğinde kullanılmaktadırlar (Verkleij, 1992).

FAO 2012 değerlerine göre dünyada yetiştiricilik yolu ile 23.776.449 ton deniz yosunu hasat edilirken, doğal stoklardan sadece 1.107.381 ton deniz yosunu hasat edilmiştir. 2012 yılında dünyada en çok yetiştiriciliği yapılan deniz yosunları kırmızı deniz yosunları olmuştur (12.906.177 ton). Kırmızı deniz yosunu üretimi yapan başlıca ülkeler Çin, Şili, Endonezya ve Tayvan'dır (Cirik ve Cirik, 1999).

Deniz yosunları karasal bitkilerden farklı olarak zengin bir fikokolloid (agar, alginat, karragen) kaynağıdır. Jelleşme özelliğine sahip olan bu maddeler eczacılık, tıp, endüstriyel ve yiyecek sektörlerinde yaygın bir kullanım alanına sahiptir (Sağbaş, 2011). Yosunların yaklaşık %45'i alginat, %37'si karragen, %17'si agar agar ve %1'i diğer fikokolloidlerin elde edilmesi amacıyla toplanmaktadır (Öğretmen, 2007).

Agar agar, deniz yosunlarından elde edilen en önemli fikokolloidlerden birisidir. Kırmızı deniz yosunlarından elde edilen bu ürün kaynatıldığı zaman akıcı halde, soğuyunca jöle kıvamında olmaktadır. (Varlık ve ark. 2004). *Gelidium* (Gelidiaceae), *Gracilaria* (Gracilariaceae), *Pterocladia* (Gelidiaceae), *Ahnfeltia* (Phyllophoraceae), *Gelidiella* ve *Phyllophora* agar agar üretimi için dünyanın farklı ülkelerinde kullanılan kırmızı yosun türleridir (FAO, 1991; Sur ve Güven, 2002).

Agar agar; gıda, şekerleme ve diğer gıda kategorilerinde en çok kullanılan fikokolloidlerdendir (Anonim, 2015p). Fikokolloidlerin endüstriyel uygulamalarda genellikle gıda endüstrisinde, birleştirme, kıvam artırma, jel oluşturma, emülsiyon stabilitesi sağlama, kristalleştirmeyi sağlama, kaplama, film oluşturma ve yapıyı düzeltme gibi işlevleri vardır (Dziezak, 1991, Glicksman, 1982). Agar agar gıda endüstrisi dışında eczacılık ve tıp başta olmak üzere bir çok alanda kullanım imkanı bulunmaktadır.

2013 yılında dünyada toplam 12.349 ton agar agar ihracatı yapılmış ve 2.5 milyar dolarlık bir pazar oluşmuştur. Aynı yıl ise Amerika, Almanya ve İspanya gibi ülkeler başta olmak üzere toplamda 2.2 milyar dolarlık bir ithalat gerçekleştirmişlerdir (13.388 ton). Çin, Şili, İspanya ve Fas başı çeken ihracatçı ülkeler olarak göze çarpmaktadır. Ülkemizde ise 2013 yılında Fransa, Çin ve Endonezya başta olmak üzere toplamda 127 ton agar agar ithalatı gerçekleştirilmiştir. Bu ithalat sonrasında yaklaşık 3.8 milyon dolarlık bir döviz çıktısı olmuştur. ITC (2015)'e göre 171 ülke arasında ülkemiz 127 tonluk ithalatı ile 25. sırada yer almıştır. Aynı yıl Azerbaycan, Irak, Ukrayna, Almanya ve Polonya'ya 1'er ton olmak üzere toplamda 5 ton agar agar ihracatı yapılmıştır ve bu ihracattan 27 bin dolar elde edilmiştir (ITC, 2015).

IFOP yayınlarında Şili'nin 2013 yılının ocak- mayıs ayları arasında toplam gelirin %51,1'ini kurutulmuş deniz yosunlarından elde edildiğini bildirmiştir. Ayrıca toplam satış değerinin %24.4'sini karragen ve %15.3'ünü agar agar oluşturmaktadır (Anonim, 2015r). Yine 2012 yılında dünya genelinde deniz yosunları yetiştiriciliğinden yaklaşık 6.4 milyar dolar bir gelir elde edilmiştir (FAO, 2012).

Ülkemizde deniz yosunlarının işlendiği herhangi bir tesis bulunmamakta olup tamamen dışa bağımlı bir durum söz konusudur. Bu duruma ülke yatırımcılarımızın konu ile ilgili bilgisinin ve herhangi bir yönlendirmenin olmaması, yeterli bilimsel çalışmaların yapılmaması, gerekli stok tespitlerinin yapılmamış olması gibi birçok

etkeni sebep olarak göstermek mümkündür. Bu nedenle çalışmamız ülke üretiminde tamamen dışa bağımlı olduğumuz bir alanda yapılarak, mevcut milli kaynaklarımızın atıl durumdan potansiyel bir kaynak olması için gerekli araştırmanın yapılması ve olası bir endüstriyel oluşum için gerekli bilgileri barındıran yol gösterici bir çalışma olacağı düşünülmektedir.

En kaliteli agar agar *Gelidium* cinsi yosunlardan elde edilmektedir. Ancak bu tür yosunların kültürünün zor olması ve denizlerde yoğun popülasyonlar oluşturamaması nedeni ile *Gracilaria* cinsi yosunlar agar agar üretimi için daha fazla tercih edilmektedir. *Gelidium* türü yosunların daha iyi jelleşme özelliği vermesinden dolayı da bakteriyel amaçlı agar agar üretimi için daha fazla tercih edilir. Karadeniz kıyılarında, *Gelidium* türü kırmızı deniz yosunu, *Gracilaria* kırmızı deniz yosununa karşın daha çok yayılım göstermesi, yılın 12 ayı boyunca denizden hasat edilebileceği, en kaliteli agar agarı vermesi ve mevcut kaynakların ekonomik olarak değerlendirilmesinde ileri dönemdeki ticari çalışmalara ışık tutması düşüncesi ile çalışmada materyal olarak seçilmiştir.

Çalışmamızda Sinop İli Dış liman mevki kıyılarında yayılım gösteren ve ekonomik bir tür olan *Gelidium latifolium* kırmızı deniz yosunundan mevsimsel agar agar elde edilerek kalitesi belirlenmiştir. Çalışmada aylık olarak elde edilen agar agar örneklerinden kaliteyi belirleyici analizler yapılarak endüstriyel alanda kullanılabilirliği ve en kaliteli agar agarın hangi aylarda hasat edilen yosunlardan elde edilebileceği yapılan analizlerle tespit edilerek ticari açıdan değerlendirilmesi ve ülke ekonomisine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Deniz Yosunlarının Genel Özellikleri ve Sınıflandırılması

Deniz yosunları biyolojik ve ekolojik fonksiyonları ile deniz ekosisteminin en önemli canlı toplulukları olup, denizel canlıların beslenme, barınma ve üreme ortamlarını oluşturarak fotosentez ile ortamın oksijenasyonunu sağlamaktadırlar. Yunanca *phycos*; yosun (alg), *phyton*; bitki anlamında olup, *phycophyta* yosun şeklindeki bitkileri ifade etmektedir (Cirik ve Cirik, 1999).

Sur (2001)'in bildirdiğine göre Wuitner (1921), Kylin (1956), Fritsc (1965), Percival ve Mc Dowel (1967), Morris (1967), Martin (1968), Levring vd. (1969), Stewart (1973) ve Scheuer (1978-1981), deniz vejetasyonunun önemli bir kısmını deniz yosunları oluşturmaktadır. Deniz yosunlarının şekilleri, boyutları ve ağırlıkları çok büyük farklılıklar göstermekte olup, boyutları birkaç mikrondan 40-50 metreye kadar, ağırlıkları ise mikrogramdan tona kadar değişebilmektedir (Cirik ve Cirik, 1999).

Deniz yosunları yapılarında barındırdıkları enzimler, proteinler, vitaminler, mineraller, lipitler ve polisakkaritlerden dolayı 21. yüzyıldan itibaren gıda olarak kullanılmaya başlanmıştır (Kılınç ve ark., 2013). Deniz yosunları taze iken % 65-90 arasında su içermektedirler (Ercan, 1995 ve Atay, 1978). Yapılarında peptit, aminoasit ve diğer azotlu bileşikler bulunmaktadır (Stadler ve ark, 1987). Deniz yosunlarında proteinler kromoprotein, fikosiyanin ve fikoeritrin şeklinde bulunmaktadır. Bu yüzden hazmı kolay değildir. Yapılarında peptit, aminoasit ve diğer azotlu bileşiklerin yanında %60-70 arasında protein bulunmaktadır (Stadler ve ark, 1987). Deniz yosunlarında kül miktarı diğer besin maddelerine oranla daha fazladır. Kül miktarının kuru maddede %15-40 arasında değiştiği ve her yosunda farklı olduğu belirtilmektedir (Aysel ve ark, 1992). Deniz yosunları yağ bakımından sınıflarına göre belirli farklılıklar gösterirler. Kahverengi yosunların yağ miktarı %0.16-6.3 arasında değiştiği halde, kırmızı yosun bu oran %0.4-3.2 kadardır. Yeşil yosunlar ise yağ miktarı bakımından oldukça fakirdir (Yazıcı ve Kaynak, 2001). Kırmızı, kahverengi ve yeşil yosunlar vitamin A, E, C ve niyasin bakımından zengindirler. Vitamin B₁₂, B₁, pantotenik asit, folik asit, folinik asit miktarları yeşil ve kırmızı yosunlarda kahverengi yosunlara göre daha fazladır (Kılınç ve ark., 2013).

Yosunlar, bir tanesi prokaryotik bölüm olmak üzere toplam 7 bölüm altında sınıflandırılmaktadır (Güner ve Aysel, 1999);

- Cyanophyta (Mavi-Yeşil yosunlar)
- Euglenophyta (Kamçılı yosunlar)
- Chlorophycophyta (Yeşil yosunlar)
- Chrysophycophyta (Altın rengi su yosunlar)
- Phaeophycophyta (Kahverengi yosunlar)
- Pyrrophyta (Ateş rengi yosunlar)
- Rhodophycophyta (Kırmızı yosunlar)

2.1.1. Cyanophyta (Mavi-Yeşil Yosunlar)

Cyanophyta (Mavi-Yeşil algler) üyeleri yosunlar diğer yosun grupları arasında prokaryotik yapıda olan tek gruptur. Gerçek çekirdek ve plastidleri olmayan cyanophyta üyeleri, içerdiği klorofil-a, fikosiyanın ve fikoeritrin gibi pigment maddeleriyle bakterilerden ayrılırlar. Çekirdek zarları olmadığından DNA sitoplazma içinde dağınık halde bulunur. Klorofil ve pigment maddeleri de sitoplazma içinde dağılmıştır. Renklerinin mavi-yeşil ya da siyah-yeşil oluşu içerdikleri fikoeritrin ve fikosiyanın renginden ileri gelir. Üremeleri vejetatif ya da sporla üreme şeklindedir. Eşeyssel üremeye rastlanmaz. Hücre çeperi selüloz, pektin'dir (Oğuz, 2009). Mavi-yeşil yosunlar genellikle okyanus ve tatlı sularda bulunmaktadır. Ticari bir değeri bulunmamaktadır (Cirik ve Cirik, 1999).

2.1.2. Euglenophyta (Kamçılı Yosunlar)

Euglenophyta bölümüne ait yosunlar tek hücreli ve koloni oluşturmeyen yosunlardır. Bir ya da iki kamçılı, hücre çeperleri pektin ya da selülozdan oluşmaktadır. Çoğunlukla tatlı su ve bataklıkta yaşamaktadırlar. Genellikle serbest olarak yüzerler ancak seyrek olarak bazı hayvanların bağırsaklarında ortak yaşamaktadırlar. Kamçılı yosunların çoğunda yeşil renkli kramotofor bulunmaktadır. Asimile ürünleri nişasta, paramilum ve leukosin ile yağlardır. Klorofil a, beta karoten ve ksantofil içerirler (Güner ve Aysel, 1999).

2.1.3. Chlorophycophyta (Yeşil Yosunlar)

Bu bölümün üyeleri 9000'den fazla türe sahip olup, %90'ı tatlı sularda, %10'u denizlerde yaşamaktadır. Tek hücreli ya da koloni oluşturan ya da çok hücreli yosunlardır (Anonim, 2015z). Diğer yosun gruplarına göre kloroplastları ve içerdikleri pigment maddeleri yönünden farklılıklar göstermektedir. Klorofil a ve b bulunur (Cirik ve Cirik,1999, Anonim, 2015v.). Ayrıca beta karoten, ksantofil (lutein, neoksantin, zeoksantin, aksaksantin) gibi pigment maddeleri içermektedirler (Cirik ve Cirik, 1999). Genellikle 2 kamçı taşırlar. Fotosentez ürünü karbonhidratlarını nişasta ve yağ şeklinde depolarlar (Anonim, 2015v). Eşeyli üreme tek hücrelilerde hücre bölünmesiyle, çok hücrelilerde fragmentasyon veya mitoz bölünmeyle, eşeyli üreme ise izogami, anizogami ve oogami ile olmaktadır (Anonim, 2015l).

2.1.4. Chrysophycophyta (Altın Rengi Su Yosunları)

Bu takımına ait yosunların, tek hücreli ya da koloni oluşturan formları vardır. Eşeyli üremeleri zoosporlarla, eşeyli üremeleri ise iki kamçılı izogami ile olmaktadır (Anonim, 2015l). Klorofil a ve c, beta karoten ve ksantofil içerirler. Asimilasyon ürünleri krizolaminarin ve vakuol içindeki yağlardır (Anonim, 2015v, Anonim, 2015l).

2.1.5. Phaeophycophyta (Kahverengi Yosunlar)

Phaeophycophyta bölümüne ait yosunların birçoğu denizlerde, bir kısmı da tatlı sularda yaşayan, tallusları iplik veya şerit şeklinde olan yosunlardır. Taşıdıkları pigmentlerden dolayı fikoksantin (esmer renk maddesi) klorofile baskın geldiği için renkleri koyudur ve bu nedenle esmer yosunlar olarak adlandırılırlar (Karamanoğlu, 1997). Denizin derinliklerinde 35 metreye kadar olan alanda bulunurlar ve kayalık alanlara tutunurlar. Kahverengi yosunların bütün türleri çok hücrelidir. Bu sınıf 265 genus ve 1500-2000 türe sahiptir (Taşkın, 2005). Kayalık sahillerde, genellikle soğuk ve ılıman sularda bulunurlar. Tropik bölgelerde bulunan kahverengi yosun sayısı azdır. Çoğunluğu soğuk su türleri olup, büyük esmer su yosunları Kuzey Pasifik (*Nereocystis*, *Macrocystis*) ve Kuzey Atlantik (*Laminaria*, *Alaria*) sahilleri boyunca yayılım gösterir. Kahverengi yosunlar çok kompleks bir morfolojiye ve gelişmiş anatomik yapıya

sahiptirler. Birçok türü alginat eldesi için ve doğrudan besin maddesi olarak kullanılmaktadır (Kodalak, 2008). Ascophyllum, Laminaria ve Mycroystis türleri başlıca alginat elde etmek için kullanılan yosun türlerdir (Kraan, 2012). Üremeleri, zoosporlarla eşeysiz ve izogami, anizogami veya oogami ile eşeylidir (Anonim, 2015l). Karbonhidratlar deniz yosunlarının asıl kısmını oluşturmaktadır. Kahverengi deniz yosunlarının karbonhidratları manitol, laminarin, alginik asit, fukoidin ve selülozdur (Atay, 1978).

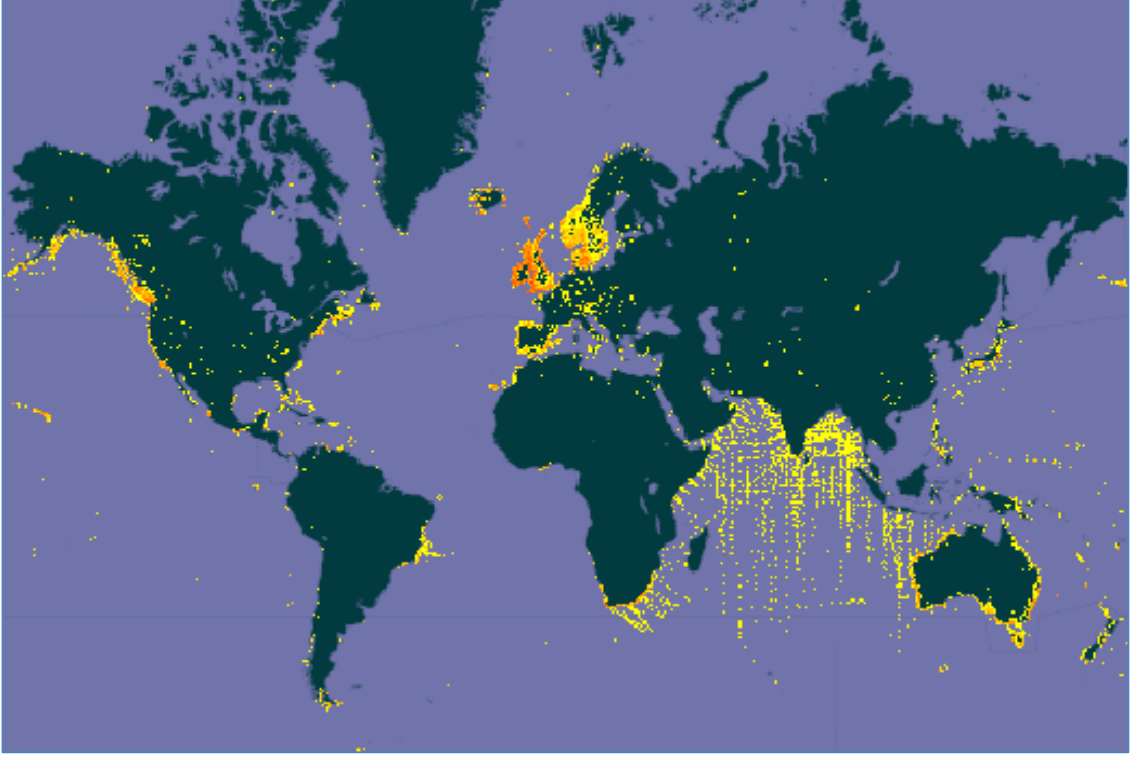
2.1.6. Pyrrophyta (Ateş Rengi Yosunlar)

Pyrrophyta bölümüne ait yosunlar tek hücreli olup, fitoplanktonların önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Stigma (Göz lekesi) ve kontraktıl koful mevcuttur. Hücrede iyi gelişmiş oldukça büyük bir çekirdek ve bir veya birden fazla çekirdekçik mevcuttur. Fotosentez ürünleri nişasta, poligülukon ve katı yağlardır. Eşeyli ve eşeysiz üreme görülmektedir (Yurdakulol ve Cansaran, 2004)

2.1.7. Rhodophycophyta (Kırmızı Yosunlar)

Kırmızı yosunlar ya da Rhodophyta, (Yunanca'da rhodos ve phytos = kırmızı bitki); deniz yosunlarının büyük bir kısmını oluşturan bir protista alemi şubesidir (Atay, 1978). Yaklaşık 5000-5500 tür ve 500-600 genusa sahiptir (Van Den Hoek ve ark., 1995).

Kırmızı yosunlar tropikal sulardan soğuk sulara dünyanın her yerinde bulunmakta olup, daha çok mercan kayalıklarında ve gelgit akıntılarının havuzlarında yaşarlar (Anonim, 2015m). Kırmızı yosunlar birincil üreticilerdendir. Diğer sucul organizmalar için yaşam alanları oluşturmakta olup, mercan resiflerinin kurulmasında ve bakımlarında önemli bir rol oynamaktadır. Mercan resiflerinde bulunan bu türler Coralline yosunu olarak tanımlanmakta olup, bu yosunlar kendi etrafında karbonat bir kabuk oluşturmaktadır (Anonim, 2015o). Şekil 2.1.7.1'de dünyada kırmızı yosunların bulunma alanları görülmektedir.



Şekil 2.1.7.1. Dünyada kırmızı yosunların yaşam alanları (Anonim, 2015n)

Kırmızı yosunların hücreleri eukaryot tip olup bir veya birden fazla çekirdek bulunmaktadır (Anonim, 2015k). Yaşam döngüleri karmaşık olup, hiçbir evresinde hareketli hücreler ve taşıyıcı hücreler bulunmamaktadır (Anonim, 2015b). Yapılarında bulunan fikoeritrin pigmenti kırmızı ışığı yansıtır ve mavi ışığı uzun dalga boyundan ve suya daha fazla nüfuz ettiği için absorbe eder. Bu pigmentler kırmızı yosunların fotosentez yapmasına ve diğer yosunlara göre daha derin sularda yaşamasına olanak sağlarlar (Anonim, 2015j). Işık absorbe özellikleri nedeniyle derin deniz yosunları olarak bilinmektedirler. 30-60 metre derinliklerde bol miktarda rastlanılmaktadırlar (Güner ve Aysel, 1999). Klorofil a ve fikobilinler olarak bilinen kırmızı pigmentleri taşırlar. Yaprak, kök ve gövde şeklinde farklılaşmalar görülmez. Gövdeleri jelatinimsi madde ile sarılmıştır. Fotosentez sonucunda bölüme özgü floride nişastası oluştururlar (Yurdakulol ve Cansaran, 2004). Yapılarında çeşitli miktarlarda mannan, ksilan, galaktan bulunan musilaj maddeler, pektik madde ve selüloz karışımları hücre çeperlerini oluşturmaktadırlar. Çeperleri kolayca jel haline dönüşebildiği için sanayide çeşitli fikokolloidlerin elde edilmesinde bu yosunlardan yararlanılır (Atay, 1978).

Denizel bitkilerin kimyasal bileşimi karasal bitkilerden farklı olup, mevsimlerden, iklim koşullarından ve bulunduğu suyun fiziksel özelliklerinden etkilenmektedir. Bu sebepten dolayı yosunların kullanım alanını belirleyebilmek için önce kimyasal yapısını bilmek gerekmektedir. Deniz yosunlarının kimyasal yapısı aynı zamanda içinde yaşadığı suyun kimyasal özelliklerini mevsimsel olarak bize yansıtmaktadır (Kaykaç, 2007). Çizelge 2.1.7.1’de farklı yosun türlerine ait kimyasal kompozisyon değerleri verilmiştir.

Çizelge 2.1.7.1. Farklı yosun türlerine ait kimyasal kompozisyon değerleri (Serviere-Zaragoza ve ark., 2002)

Yosun	Mevsimler	Protein (%)	Kül (%)	Lif (%)	Yağ (%)	Karbonhidrat (%)
<i>Eisenia arborea</i>	Sonbahar	14.9	18.2	4.7	0.9	61.4
	Kış	10.7	24.1	5.6	0.6	59.0
	İlkbahar	11.4	13.9	5.9	0.6	68.2
	Yaz	14.2	12.8	10.7	0.6	61.7
<i>Macrocystis pyrifera</i>	Sonbahar	9.1	26.5	4.8	0.7	59.0
	Kış	14.2	33.3	5.9	1.0	45.6
	İlkbahar	13.3	25.3	7.2	0.4	53.7
	Yaz	8.4	37.5	5.8	0.8	47.6
<i>Gelidium robustum</i>	Sonbahar	20.9	19.9	7.0	0.3	51.9
	Kış	18.7	7.1	6.4	1.3	66.6
	İlkbahar	18.1	9.4	4.3	1.1	67.1
	Yaz	19.0	15.8	6.2	1.0	57.9
<i>Pyllospadix torreyi</i>	Sonbahar	11.7	28.6	13.8	0.5	45.4
	Kış	13.2	10.5	16.0	0.3	60.0
	İlkbahar	13.5	15.7	17.6	0.5	52.6
	Yaz	11.7	6.9	15.1	0.5	65.8

Not: Sonuçlar kurumaddede verilmiştir.

Kırmızı yosunların yapısında glisin, alanin, beta-alanin, valin, lösin, fenilalanin, serin, tereolin, sistin, arginin, lizin, histidin, asparagin asit, ve taurin gibi aminoasitler mevcuttur (Ercan, 1995). Siddique ve ark. (2013), Bangladeş’in Martin adalarından hasat ettikleri *Gelidium pusillum* yosunundan elde ettikleri aminoasit değerleri Çizelge 2.1.7.2’de verilmiştir. Aynı çalışmada bu yosuna ait protein miktarını %11.31±1.02, yağ miktarını %2.16±0.61, karbonhidrat miktarını %40.64±2.21, lif miktarını %24.74±1.05, kül miktarını %21.15±0.74 ve nem miktarını %10.85±0.98 olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 2.1.7.2. *Gelidium pusillum* yosununa ait aminoasit değerleri (mg/g protein)
(Siddique ve ark., 2013)

Aminoasitler	Aminoasit değeri (mg/g protein)
Arginin ^a	62.7
Histidin ^a	4.6
İsolosin ^a	42.1
Lisin ^a	48.3
Lösin ^a	75.2
Methiyonin ^a	15.8
Fenilalanin ^a	31.9
Tirosin ^a	26.2
Teonin ^a	51.5
Valin ^a	44.7
Alanin ^b	51.6
Aspartik asit ^b	82.2
Gulitamik asit ^b	108.8
Glisin ^b	43.4
Prolin ^b	46.6
Serin ^b	38.2
Toplam esansiyel aminoasit	403
Toplam aminoasit (g/100g)	9.8

a: Esansiyel aminoasitler

b: Esansiyel olmayan aminositler

Lourenço ve ark. (2002) tarafından gerçekleştirilen çalışmada farklı kırmızı yosun türlerinden elde edilen aminoasit miktarları Çizelge 2.1.7.3'de verilmiştir.

Çizelge 2.1.7.3. Farklı kırmızı yosun türlerine ait aminoasit değerleri (aminoasit/100 mg toplam Azot) (Lourenco ve ark., 2002)

Amino Asit	<i>Acanthophora spicifera</i>	<i>Aglaothamnion uruguayense</i>	<i>Cryptonemia seminervis</i>	<i>Gracilaria domingensis</i>	<i>Gracilariopsis tenuifrons</i>	<i>Laurencia flagellifera</i>	<i>Plocamium brasiliense</i>	<i>Porphyra acanthophora</i>	<i>Pterocladia capillacea</i>	Ortalama
Aspartik Asit	14.4 ± 0.4	12.6 ± 1.1	10.1 ± 1.0	12.2 ± 1.2	11.5 ± 0.5	13.0 ± 0.3	12.4 ± 0.3	13.3 ± 0.9	10.7 ± 0.2	12.3 ± 1.3
Treonin	5.5 ± 0.1	5.7 ± 0.2	5.7 ± 0.4	6.1 ± 0.0	6 ± 0.4	5.5 ± 0.1	6 ± 0.1	6.2 ± 0.2	5.5 ± 0.2	5.6 ± 0.4
Serin	4.8 ± 0.	5.4 ± 0.2	4.6 ± 0.3	5.3 ± 0.5	15.2 ± 0.4	5.1 ± 0.4	6.0 ± 0.0	5.7 ± 0.3	5.3 ± 0.6	5.3 ± 0.4
Glutamik asit	16.9 ± 0.7	15.8 ± 1.0	13.0 ± 2.2	12.6 ± 0.1	13.8 ± 1.1	15.3 ± 0.7	11.2 ± 0.2	13.7 ± 0.7	15.6 ± 1.0	14.2 ± 1.8
Prolin	4.1 ± 0.3	5.1 ± 0.5	6.4 ± 0.9	5.1 ± 0.3	4.2 ± 0.3	4.2 ± 0.2	5.2 ± 0.14.	9 ± 0.14.	9 ± 0.14	9 ± 0.7
Glisin	5.0 ± 0.3	6.6 ± 0.4	5.4 ± 0.6	6.6 ± 0.7	6.3 ± 0.3	5.6 ± 0.1	6.8 ± 0.1	7.5 ± 0.4	5.3 ± 0.1	6.1 ± 0.8
Alanin	6.0 ± 0.1	7.6 ± 0.5	6.5 ± 0.8	8.1 ± 0.4	7.4 ± 0.6	6.8 ± 0.0	7.9 ± 0.1	9.4 ± 0.8	5.6 ± 0.4	7.3 ± 1.2
Valin	5.4 ± 0.5	6.1 ± 0.6	6.2 ± 0.3	5.6 ± 0.4	6.1 ± 0.4	6.0 ± 0.2	6.7 ± 0.2	6.8 ± 0.2	4.7 ± 0.0	6.0 ± 0.6
Metiyonin	0.7 ± 0.2	0.6 ± 0.2	1.0 ± 0.3	0.7 ± 0.2	1.3 ± 0.3	0.5 ± 0.0	0.4 ± 0.1	1.2 ± 0.1	1.1 ± 0.1	0.8 ± 0.3
Isolosin	4.1 ± 0.4	4.8 ± 0.1	4.6 ± 0.3	4.1 ± 0.2	4.8 ± 0.2	4.6 ± 0.0	5.4 ± 0.2	4.4 ± 0.6	3.3 ± 0.1	4.5 ± 0.6
Lösin	7.4 ± 0.5	8.0 ± 0.8	7.9 ± 0.9	8.8 ± 0.8	8.2 ± 0.3	7.7 ± 0.1	8.1 ± 0.1	8.6 ± 0.7	6.1 ± 0.3	7.9 ± 0.8
Tirosin	2.7 ± 0.3	2.6 ± 0.1	2.7 ± 0.2	2.3 ± 0.3	2.4 ± 0.1	3.7 ± 0.3	2.3 ± 0.1	2.5 ± 0.4	3.8 ± 0.0	2.8 ± 0.6
Fenilalanin	4.8 ± 0.4	5.1 ± 0.5	6.1 ± 0.7	5.7 ± 0.2	5.1 ± 0.2	4.7 ± 0.1	6.8 ± 0.1	5.0 ± 0.7	5.1 ± 0.0	5.4 ± 0.7
Histidin	1.7 ± 0.2	2.0 ± 0.0	2.2 ± 0.6	2.9 ± 0.3	2.4 ± 0.4	1.5 ± 0.0	2.1 ± 0.2	3.2 ± 0.5	4.4 ± 0.1	2.5 ± 0.9
Lisin	7.2 ± 0.9	6.6 ± 0.7	8.1 ± 0.6	5.7 ± 0.2	6.6 ± 0.7	10.2 ± 0.5	7.9 ± 0.3	6.7 ± 0.5	9.3 ± 0.1	7.6 ± 1.4
Arginin	5.1 ± 0.5	4.8 ± 0.4	7.1 ± 0.6	4.7 ± 0.6	6.0 ± 0.5	4.3 ± 0.0	6.7 ± 0.4	5.1 ± 0.1	5.1 ± 0.1	5.4 ± 1.0
Amonyak	2.1 ± 0.1	1.9 ± 0.3	2.2 ± 0.3	1.7 ± 0.1	2.0 ± 0.4	2.7 ± 0.0	1.5 ± 0.0	2.0 ± 0.1	1.4 ± 0.0	1.9 ± 0.4
TOPLAM Aminoasit	95.8	99.4	97.6	96.5	96.9	98.6	101.5	104.2	95.3	98.6

Kırmızı deniz yosunlarının en önemli karbonhidratları agar ve karragendir (Atay, 1978). Agar ve agaroid üretiminin temel ham maddesini oluşturmakta olup, ekonomik değerleri çok yüksektir (Atay, 1978). Karragenan, gıda, kozmetik ve çeşitli endüstri dallarında kullanılan önemli bir polisakkarit olup, en fazla *Eucheuma denticulaum*, *Betaphycus gelatinae* ve *Kappaphycus* türlerinden elde edilmektedir (Kılınç ve ark., 2013).

2.1.7.1. *Gelidium latifolium*'un Taksonomisi ve Biyolojisi

Gelidium cinsi yosunlar 124 tür altında toplanmaktadır. Dallanma düzensiz olup, gövdenin her iki yanında satır oluşturmaktadır. Tetraspor meydana getirirler (Anonim, 2015h).

Gelidium latifolium cinsi yosunlar kıkırdaksı yapıda olup, morumsu kırmızı renkli ve 20-60 mm boyundadırlar. Ana eksen omurgaya benzer, belirgin bir şekilde basık, dar, kısa dallanmalar şeklindedir (Şekil 2.1.7.1.1).



Şekil. 2.1.7.1.1. *Gelidium latifolium* kırmızı yosunu (Anonim, 2015)

Ana karakteristik özellikleri, dar ve kısa dallanma şeklinde gövde yapısı ana gövde yapısıdır. *Gelidium* cinsi yosunlar düşük gelgitli veya gelgit altı havuzlarda genellikle gölgeli ortamlarda, güney ve batı kıyılarında sıkça yayılım göstermektedir (Anonim, 2015i).

Çalışmamızda kullanılan *Gelidium latifolium* kırmızı yosununa ait bilimsel sınıflandırma aşağıda verilmiştir;

Alem	Plantae
Bölüm/ Şube	Rhodophyta
Alt bölüm/ Alt şube	Eurhodophytina
Sınıf	Florideophyceae
Alt sınıf	Rhodymeniophycidae
Takım	Gelidiales
Familiya	Gelidiaceae
Cins	<i>Gelidium</i>
Tür	<i>Gelidium latifolium</i> (Bornet ex Hauck 1883) (Anonim, 2015h)

2.2. Deniz Yosunları Yetiştiriciliği ve Hasadı

2.2.1. Deniz Yosunlarının Yetiştiriciliği

Gerek deniz yosunları, gerekse bunlardan elde edilen polisakkaritler geniş kullanım alanına sahip olmasından dolayı deniz yosunları yetiştiriciliği doğal kaynakların korunması ve ihtiyacın karşılanması için önemlidir.

Deniz yosunları yetiştiriciliği çok uzun zamandan beri yapılmaktadır. Yeni Zelanda'da kayıtlı 72 işletme bulunup bunların 12 tanesi aktif olarak çalışmaktadır (Sukatar, 2002).

Dünyada en çok kahverengi deniz yosunlarından *Macrocystis*, *Palmaria*, *Laminaria*, *Alaria*, *Sargassum* ve *Undaria*; yeşil deniz yosunlarından *Monostroma*, *Ulva* ve *Enteromorpha*; kırmızı deniz yosunlarından ise *Gracilaria*, *Gelidium*, *Gelidella*, *Gigartina*, *Kappaphycus*, *Euचेuma*, *Chondrus*, *Porphyra*, *Iridaea*, *Hypnea*,

Acanthophora, *Agardhiella* ve *Plocamiun* ekonomik türlerin yetiştiriciliği yapılmaktadır (Sukatara, 2002).

Çin, Endonezya, Filipinler, Kore ve Japonya başta olmak üzere birçok ülkede deniz yosunları yetiştiriciliği yapılmaktadır. Çizelge 2.2.1.1’de dünya su bitkileri yetiştiricilik miktarları ve elde edilen gelir ülkeler bazında verilmiştir. 2007-2012 yılları arasında dünyada yetiştirilen su bitkileri miktarının yıllık olarak arttığı görülmektedir.

Çizelge. 2.2.1.1. Dünya su bitkileri yetiştiriciliği değerleri (FAO, 2012)

Ülke	2007		2008		2009		2010		2011		2012	
	Miktar Ton	Değer, 1000\$	Miktar Ton	Değer, 1000\$	Miktar Ton	Değer, 1000\$	Miktar Ton	Değer, 1000\$	Miktar Ton	Değer, 1000\$	Miktar Ton	Değer, 1000\$
Dünya Toplamı	14.993.682	4.262.675	15.878.931	4.378.487	17.356.607	4.964.753	19.009.667	5.690.846	20.978.933	5.515.865	23.776.449	6.369.639
Çin	9.752.745	2.072.273	9.933.885	2.311.139	10.495.905	2.357.839	11.092.270	2.533.196	11.549.555	2.502.025	12.823.060	2.852.190
Endonezya	1.728.475	392.980	2.145.061	300.309	2.963.556	811.822	3.915.017	1.268.367	5.170.201	1.143.653	6.514.845	1.347.538
Filipinler	1.505.070	136.850	1.666.556	291.039	1.739.995	201.154	1.801.272	256.715	1.840.833	263.110	1.751.071	231.735
Kore	792.953	332.524	921.024	311.305	858.659	252.112	901.672	327.823	992.283	344.276	1.022.326	391.705
Japonya	513.964	1.005.664	456.337	1.020.354	456.426	1.124.385	432.796	1.176.298	349.737	1.035.391	440.750	1.277.083
Malezya	80.000	3.492	111.298	6.686	138.857	7.884	207.892	17.444	239.450	21.919	331.490	64.406
Vietnam	38 000	19.000	35.700	17.850	33.600	16.800	35.000	17.500	206.900	103.450	234.600	117.300
Zanzibar	84.850	579	107.925	1.265	102.682	1.327	125.157	1.781	130.400	1.668	150.876	1.915
Tanzanya	4.000	27	5.000	65	5.520	168	6.885	196	6.601	168	6.510	164
Şili	26.387	43.307	27.703	46.731	88.193	114.678	12.179	15.841	14.694	25.118	4.126	9.512
Tayvan, Çin	9.390	8.311	6.879	1.206	4.383	5.161	4.888	3.158	4.883	1.765	3.496	860
Güney Afrika	3.000	1.208	1.834	756	1.900	807	2.015	744	2.885	1.078	2.000	659
Rusya	300	360	260	312	739	887	614	737	821	985	1.584	1.901
Madagaskar	3 650	493	3.650	493	3.600	486	4.000	540	1.699	143	1.400	109
Brezilya	320	26	520	39	730	62	730	65	730	56
Fransa	35	16	53	30	125	66	120	61	380	336	350	286

Kırmızı deniz yosunları yetiştiriciliği değerleri incelendiğinde; 2003 yılında 3.125.513 ton olan miktar 2012 yılında yaklaşık dört kat artarak 12.906.177 tona ulaşmış ve 3.797.775.000 USD bir pazar payına sahip olmuştur (Çizelge 2.2.1.2).

Çizelge. 2.2.1.2. Dünya kırmızı deniz yosunu yetiştiriciliği değerleri (FAO, 2012)

Yıl	Miktar (Ton)	Değer (1000USD)
2003	3.125.513	1.226.162
2004	3.963.305	1.548.185
2005	4.682.490	1.699.933
2006	5.292.961	1.782.844
2007	6.071.748	2.002.990
2008	6.700.174	2.023.435
2009	8.043.083	2.654.615
2010	8.977.849	3.186.312
2011	10.841.808	3.205.885
2012	12.906.177	3.797.775

2.2.2. Deniz Yosunlarının Hasadı

Deniz yosunları hasadı genellikle el ile kıyılarda uzun saplı orak, tırmık gibi kesici ve toplayıcı özelliği bulunan aletler ile yapılmaktadır. Sığ sularda dalgıçlar dalıp yosunları elleri ile toplayarakta hasat etmektedir (Yenigül, 1979; Sukatar, 2002).

Saplı hasat araçlarının ulaşamayacağı derinliklerde bulunan yosunların hasadı ise genellikle dipte sürütülen ve toplayıcı özelliği olan aletler ile yapılmaktadır. Bu aletler tırmık, çengel, kıskaç ve trol gibi aletlerdir (Atay, 1978).

Su altında çalışan motorlu makineler ile konveyör sistemi kullanılarak da hasat işlemi gerçekleştirilmektedir (Akgüneş, 1966).

Çizelge 2.2.2.1’de doğal ortamdan hasat edilen deniz yosunu ve diğer su bitkileri oranı verilmiştir. En çok Norveç, Japonya ve Şili’de doğal ortamdan deniz yosunu hasadı yapılmıştır. 2007 ve 2012 yılları arasında yıllık ortalama 1 milyon ton yaş deniz yosunu toplanmıştır.

Çizelge 2.2.2.1. Doğal stoklarda hasat edilmiş deniz yosunu ve diğer su bitkileri değerleri (Yaş ağırlık/Ton) (FAO, 2012)

Ülke	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Avustralya	2.223	1.923	1.923*	1.923*	1.923*	1.923*
Kanada	19.382	17.715	43.300	43.301	14.824	13.833
Şili	313.551	384.563	368.032	368.580	403.496	436.035
Çin	328.600	366.100	276.170	246.620	274.060	257.640
Taiwan, Çin	177	108	213	106	61	232
Estonya	1.608	1.483	1.032	351	690	430
Fiji	200*	150	150	75	135	135*
Fransa	39.757	39.757 *	18.907	22.597	47.307	41.229
İzlanda	21.867	22.559	22.563	21.014	15.737	18.079
Hindistan	1	1		2		
Endonezya	4.643	2.917	3.030	2.697	5.479	7.641
İrlanda	29.500 *	29.500 *	29.500*	29.500 *	29.500*	29.500*
İtalya	1.400 *	1.400 *	1.400*	1.400 *	1.200*	1.200*
Japonya	103.602	104.668	104.103	97.231	87.779	98.514*
Kore	18.189	13.866	10.843	13.043	14.787	10.123
Madagaskar	800	800	800	800	815	800F
Meksiko	5.093	4.900	5.152	1.128	5.072	5.725
Fas	12.373	9.037	10.368	7.405	5.797	5.150
Yeni Zelanda	192	196	310	333	411	1.164
Norveç	134.671	154.215	160.361	158.516	152.382	140.336
Peru	10.786	13.779	5.677	4.368	5.801	3.585
Filipinler	351	388	434	473	458	405
Portekiz	495	198	351	498	461	801
Rusya	8.342	10.242	5.828	5.917	6.639	6.597
Senegal						1 028
G. Amerika	11.507	10.788	10.748	11.821	10.901	14.509
İspanya	109	97	64	124	261	525
Tanzanya	214	277	280*	287	651	456
Tonga	107	0	16	1	104	344
Ukrayna	1.892	1.947	2.179	142	1.653	60
Amerika	2.272	6.951	8.207	9.027	9.614	9.382
Dünya Toplamı	1.073.904	1.200.525	1.091.941	1.049.410	1.097.998	1.107.381

*: FAO mevcut kaynaklardan tahmini ya da varsayımlara dayalı hesaplama. Diğer değerler

2.3. Dünyada Deniz Yosunu Ticareti

Dünyada deniz yosunları ithalatı ve ihracatı değerleri incelendiğinde deniz yosunları istatistiksel açıdan 3 kalem altında verilmektedir. Bunlar;

- 1- Deniz yosunu ve diğer algler, öğütülmüş olsun ya da olmasın taze ya da kurutulmuş,
- 2- Deniz yosunu ve diğer algler, İnsan tüketimine uygun
- 3- Deniz yosunu ve diğer algler, İnsan tüketimine uygun olmayan şeklindedir.

Dünya deniz yosunu ihracat ve ithalat değerleri sırasıyla Çizelge 2.3.1. ve Çizelge 2.3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 2.3.1. Dünyada deniz yosunları ihracat değerleri (ITC, 2015)

Ürün	2010		2011		2012		2013	
	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)
Deniz yosunu ve diğer algler, öğütülmüş olsun ya da olmasın taze ya da kurutulmuş.	Değer yok	660.086	Değer yok	807.305	41.976	64.688	41.432	48.390
Deniz yosunu ve diğer algler, İnsan tüketimine uygun.					150.861	445.986	246.977	403.170
Deniz yosunu ve diğer algler, İnsan tüketimine uygun olmayan.					Değer yok	232.975	274.324	317.578

Çizelge 2.3.2. Dünyada deniz yosunları ithalat değerleri (ITC, 2015)

Ürün	2010		2011		2012		2013	
	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)
Deniz yosunu ve diğer algler, öğütülmüş olsun ya da olmasın taze ya da kurutulmuş.	370.531	712.257	474.546	881.423	30.762	74.817	10.802	17.031
Deniz yosunu ve diğer algler, İnsan tüketimine uygun.					Değer yok	546.682	228.122	598.103
Deniz yosunu ve diğer algler, İnsan tüketimine uygun olmayan.					252.076	298.474	332.902	405.853

Filipinler 2010 ve 2014 yılları arasında en fazla “Deniz yosunu ve diğer algler, öğütülmüş olsun ya da olmasın taze ya da kurutulmuş” ihracatını gerçekleştirmiştir (Çizelge 2.3.3). İthalat değerleri ise Filipinler, Çin, Japonya Fransa ve İrlanda tarafından yapılmış olduğu görülmüştür (Çizelge 2.3.4).

Çizelge 2.3.3. Dünyada deniz yosunu ve diğer algler (öğütülmüş olsun ya da olmasın taze ya da kurutulmuş) ihracatı değerleri (ITC, 2015)

İhracatçı Ülke	2010		2011		2012		2013		2014	
	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)
Filipinler	17.404	38.237	27.141	56.070	26.053	31.319	37.063	34.356	18.493	49.300
Fas	4.769	9.626	2.333	6.682	3.692	14.985	4.309	13.871	3.273	11.226
Mısır	56	232	81	240	Değer yok	77	7	65	0	0
Vietnam	Değer yok	2.145	Değer yok	2.099	0	0	10	14	0	0
İsveç	18	654	19	588	0	0	0	0	0	0
İsviçre	45	159	60	243	0	0	0	0	0	0
Tayland	269	2.334	402	4.529	0	0	0	0	0	0
Amerika	1.380	16.238	1.560	18.757	0	0	0	0	0	0
İngiltere	1.712	7.749	1.480	8.252	0	0	0	0	0	0
Tanzanya	12.182	3.293	14.773	4.318	9.815	3.393	0	0	0	0
Singapur	329	808	179	811	0	0	0	0	0	0
Türkiye	0	3	24	23	0	0	0	0	0	0

Çizelge 2.3.4. Dünyada deniz yosunu ve diğer yosunlar (öğütülmüş olsun ya da olmasın taze ya da kurutulmuş) ithalat değerleri (ITC, 2015)

İthalatçı Ülke	2010		2011		2012		2013		2014	
	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)
Filipinler	9.698	15.227	5.445	8.798	11.681	14.916	8.563	12.765	8.313	14.101
Ukrayna	704	1.216	814	1.426	503	1.167	995	2.181	0	0
Fas	38	80	74	154	448	695	778	900	713	1.261
Çin	145.866		188.347		0		0		0	
Hong kong, Çin	1.089	3.118	1.291	4.074	0	0	125	435	0	0
Taipei, Çin	15.336	38.145	17.383	43.235	16.424	43.557	0	0	0	7
Kırgızistan	1	8	2	9	14	68	34	53	0	0
Venezüella	96	154	2	5	39	31	28	44	0	0
Danimarka	8.850	13.062	6.772	10.038	0	0	0	0	0	0
Fransa	15.937	28.769	17.815	31.226	0	0	0	0	0	0
Almanya	1.038	9.380	3.574	11.240	0	0	0	0	0	0
Japonya	49.945	176.108	66.987	265.519	0	0	0	0	0	0
Amerika	28.933	77.479	31.356	89.334	0	0	0	0	0	0
Kore	11.210	17.332	18.976	23.409	0	0	0	0	0	0
Malezya	918	6.033	583	7.891	669	5.959	0	0	0	0
Norveç	7.896	10.916	8.107	11.546	0	0	0	0	0	0
İrlanda	14.558	4.551	43.599	5.267	0	0	0	0	0	0
Türkiye	15	442	68	661	0	0	0	0	0	0

Ülkemizde ise 2010 ve 2011 yıllarında Çin ve Kıbrıs'a “Deniz yosunu ve diğer algler, öğütülmüş olsun ya da olmasın taze ya da kurutulmuş” ihracatı yapmış olduğu dikkat çekmektedir (Çizelge 2.3.5). Belçika, Çin, Tayland ve İngiltere başta olmak üzere birçok ülkeden ise ithalat yapmıştır (Çizelge 2.3.6).

Çizelge 2.3.5. Türkiye’de deniz yosunu ve diğer yosunlar (öğütülmüş olsun ya da olmasın taze ya da kurutulmuş) ihracat değerleri (ITC, 2015)

İthalatçı Ülke	2010		2011		2012		2013		2014	
	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)
Çin	0	0	24	22	0	0	0	0	0	0
Kıbrıs	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0

Çizelge 2.3.6. Türkiye’de deniz yosunu ve diğer yosunlar (öğütülmüş olsun ya da olmasın taze ya da kurutulmuş) ithalat değerleri (ITC, 2015)

İhracatçı Ülke	2010		2011		2012		2013		2014	
	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)
Kore	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Belçika	1	242	0	57	0	0	0	0	0	0
Çin	5	90	11	212	0	0	0	0	0	0
Fransa	7	42	4	18	0	0	0	0	0	0
Yunanistan	1	46	1	52	0	0	0	0	0	0
İrlanda	0	0	44	32	0	0	0	0	0	0
Japonya	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0
Taipei, Çin	1	4	3	20	0	0	0	0	0	0
Hindistan	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0
İsveç	0	14	0	27	0	0	0	0	0	0
Tayland	0	0	1	137	0	0	0	0	0	0
İngiltere	0	0	4	88	0	0	0	0	0	0

İnsan tüketimine uygun olan deniz yosunu ve diğer algler ithalat ve ihracat değerlerine ancak 2013 yılında hem miktar hem de değer olarak tespit edilebilmiştir (Çizelge 2.3.7 ve Çizelge 2.3.8).

Çizelge 2.3.7. Dünyada insan tüketimine uygun olan deniz yosunu ve diğer yosunlar ihracat değerleri (ITC, 2015)

İhracatçı Ülke	2010		2011		2012		2013		2014	
	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)
Endonezya	0	0	0	0	86.817	62.631	101.547	89.904		
Madagaskar	0	0	0	0	418	193	85.770	416	617	273
Kore	0	0	0	0	27.193	157.018	26.323	135.047	22.394	135.830
Çin	0	0	0	0	21.588	131.934	14.185	70.794	12.543	66.844
Şili	0	0	0	0	5.616	10.943	5.668	12.947	3.537	8.663
Amerika	0	0	0	0	1.054	12.552	1.374	15.638	1.400	15.736
Japonya	0	0	0	0	1.020	19.334	1.312	17.294	1.211	16.467
İngiltere	0	0	0	0	875	4.060	1.032	5.079	1.106	6.184
Fransa	0	0	0	0	912	3.512	915	4.221	823	4.536
Danimarka	0	0	0	0	589	4.438	481	3.680	367	3.271
İrlanda	0	0	0	0	579	778	481	723	1.190	613
Tayland	0	0	0	0	135	3.058	443	5.164	414	4.163
Güney Afrika	0	0	0	0	286	752	368	692	1.050	1.330
İspanya	0	0	0	0	272	1.891	237	2.293	202	3.449
Rusya	0	0	0	0	96	840	133	1.312	120	1.296
Türkiye	0	0	0	0	Değer yok	0	Değer yok	0	1	11

Çizelge 2.3.8. Dünyada insan tüketimine uygun olan deniz yosunu ve diğer yosunlar ithalat değerleri (ITC, 2015)

İthalatçı Ülke	2010		2011		2012		2013		2014	
	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)
Çin	0	0	0	0	68.810	77.291	113.651	135.809	129.909	179.699
Japonya	0	0	0	0	38.245	211.399	31.999	178.544	32.910	179.173
Fransa	0	0	0	0	16.055	27.800	13.066	25.974	11.013	26.454
Kore	0	0	0	0	17.625	22.231	12.665	14.841	14.325	22.124
Amerika	0	0	0	0	7.711	52.633	6.439	64.236	7.187	63.951
Norveç	0	0	0	0	7.693	9.258	6.318	7.679	6.402	9.723
Şili	0	0	0	0	2.710	4.878	3.510	6.916	4.484	8.194
Rusya	0	0	0	0	2.835	31.540	2.978	6.612	4.383	11.331
Tayland	0	0	0	0	2.121	15.357	2.759	25.953	3.408	36.387
Avustralya	0	0	0	0	1.956	16.214	2.587	19.532	1.480	19.058
İngiltere	0	0	0	0	909	4.938	2.340	7.832	5.143	11.932
Almanya	0	0	0	0	759	6.514	1.232	10.907	1.102	5.073
Avusturya	0	0	0	0	695	1.956	1.039	3465	903	3.044
Brezilya	0	0	0	0	507	2.833	792	5.008	810	5.851
Yeni Zelanda	0	0	0	0	495	4.407	746	4.498	377	4.928
Kazakistan	0	0	0	0	327	525	358	592	290	500
Türkiye	0	0	0	0	123	333	37	530	452	557

Ülkemiz ise sadece 2014 yılında Kıbrıs'a insan tüketimine uygun olan deniz yosunu ve diğer algler ihracatını gerçekleştirebilmiş ve bu ihracat sonrasında 11.000 USD gelir elde etmiştir (Çizelge 2.3.9). Çin ve İrlanda başta olmak üzere bazı ülkelerden ithalat gerçekleştirilmiştir (Çizelge 2.3.10)

Çizelge 2.3.9. Türkiye’de insan tüketimine uygun olan deniz yosunu ve diğer yosun ihracat değerleri (ITC, 2015)

İthalatçı Ülke	2010		2011		2012		2013		2014	
	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)
Kıbrıs	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11

Çizelge 2.3.10. Türkiye’de insan tüketimine uygun olan deniz yosunu ve diğer algler ithalat değerleri (ITC, 2015)

İhracatçı Ülke	2010		2011		2012		2013		2014	
	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)
İrlanda	0	0	0	0	110	65	16	224	435	278
Çin	0	0	0	0	10	244	4	93	9	203
Kore	0	0	0	0	0	0	2	46	2	47
Taipei, Çin	0	0	0	0	3	18	5	26	5	25
Slovenya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Fransa	0	0	0	0	0	5	1	2	1	2
Hindistan	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Amerika	0	0	0	0	0	0	10	136	0	0

İnsan tüketimine uygun olmayan deniz yosunu ve diğer algler ihracat ve ithalat incelendiğinde; en fazla ihracatı Şili, Endonezya, İrlanda ve Peru gibi ülkeler tarafından yapılmış olduğu görülmektedir (Çizelge 2.3.11). En fazla ithalatın ise İrlanda ve Tayland tarafından yapılmış olduğu görülmektedir (Çizelge 2.3.12).

Çizelge 2.3.11. Dünyada insan tüketimine uygun olmayan deniz yosunu ve diğer algler ihracat değerleri (ITC, 2015)

İhracatçı Ülke	2010		2011		2012		2013		2014	
	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)
Şili	0	0	0	0	65.582	85.424	76.475	129.434	71.693	134.188
Endonezya	0	0	0	0	81.463	71.524	74.564	72.552		
İrlanda	0	0	0	0	31.829	15.904	37.757	21.339	42.154	23.033
Peru	0	0	0	0	27.120	23.369	30.996	36.342	29.025	32.899
Madagaskar	0	0	0	0	109	68	28.586	213	363	269
İzlanda	0	0	0	0	1.815	1.541	4.439	3.790	4.255	4.207
Fransa	0	0	0	0	1.407	7.946	1.819	9.698	1.619	7.293
G. Afrika	0	0	0	0	1.114	927	1.385	1.157	800	998
Çin	0	0	0	0	1.007	1.352	1.214	984	1.383	1.317
Portekiz	0	0	0	0	324	640	924	2.110	158	756
Avustralya	0	0	0	0	1.284	1.591	914	1.157	959	1.340
İspanya	0	0	0	0	428	922	757	1.980	887	2.701
Norveç	0	0	0	0	562	1.251	633	1.440	892	2.033
İngiltere	0	0	0	0	473	1.494	410	1.578	751	1.697
Amerika	0	0	0	0	344	3.873	207	2.564	282	2.926
Japonya	0	0	0	0	84	1.064	99	1.070	109	1.200

Çizelge 2.3.12. Dünyada insan tüketimine uygun olmayan deniz yosunu ve diğer algler ithalat değerleri (ITC, 2015)

İthalatçı Ülke	2010		2011		2012		2013		2014	
	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)
Çin	0	0	0	0	151.155	131.634	168.411	189.780	123.368	158.518
Şili	0	0	0	0	4.382	3.752	37.338	36.732	6.095	7.982
İngiltere	0	0	0	0	849	3.423	23.845	4.822	4.807	6.449
Amerika	0	0	0	0	19.539	43.930	23.652	50.404	18.030	47.805
İrlanda	0	0	0	0	21.505	2.933	21.505	3.030	34.140	5.340
Japonya	0	0	0	0	15.144	32.166	14.548	36.052	15.138	36.610
Avustralya	0	0	0	0	8.527	4.607	6.900	3.535	7.848	4.102
Danimarka	0	0	0	0	6.897	10.221	6.828	12.063	5.525	11.723
İspanya	0	0	0	0	5.897	16.086	5.656	16.880	6.312	21.687
G. Afrika	0	0	0	0	3.147	1.406	2.856	1.357	3.253	1.536
İtalya	0	0	0	0	1.009	2.170	1.450	2.511	1,683	3.716
Fransa	0	0	0	0	1.124	2.968	1.134	2.436	8.769	11.743
Tayland	0	0	0	0	1.222	17.050	809	12.601	98	628
Portekiz	0	0	0	0	559	1.732	768	3.370	154	728
Hollanda	0	0	0	0	430	1.898	565	1.855	1.001	3.249
Kore	0	0	0	0	551	703	397	1.274	737	1.855
Rusya	0	0	0	0	126	383	267	648	258	1.003
Türkiye	0	0	0	0	23	250	2	259	667	736

Ülkemiz ise 2012 ve 2014 yılları arasında İrlanda ve Taylan başta olmak üzere birkaç ülkeden en fazla 660 ton “İnsan tüketimine uygun olmayan deniz yosunu ve diğer algler” ithalatı yapmıştır (Çizelge 2.3.13). Herhangi ihracat değerine ise rastlanılmamıştır.

Çizelge 2.3.13. Türkiye’de insan tüketimine uygun olmayan deniz yosunu ve diğer algler ithalat değerleri (ITC, 2015)

İhracatçı Ülke	2010		2011		2012		2013		2014	
	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer (1000\$)
İrlanda	0	0	0	0	0	0	0	0	660	390
Tayland	0	0	0	0	1	185	0	104	1	118
Yunanistan	0	0	0	0	0	0	1	98	1	99
Belçika	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
İsveç	0	0	0	0	0	27	0	0	0	29
Amerika	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Kanada	0	0	0	0	20	31	0	0	3	6
Fransa	0	0	0	0	1	6	0	0	1	6
Norveç	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Kore	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Çin	0	0	0	0	0	1	1	19	0	0
İsrail	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0

2.4. Yosunlarının Kullanım Alanları

Birçok insan deniz yosunlarının ekolojik ve ticari açıdan nasıl bir öneme sahip olduğunun farkında değildir. Aslında deniz yosunları denizel gıda zincirinde çok önemli birincil üreticilerden olup, yüzyıllar boyunca, gübre, gıda, yem maddesi, biyoyakıt, kozmetik gibi birçok alanda kullanılmışlardır (Chapman, 1970).

Ekonomik amaçlı en sık kullanılan yosunlar kahverengi, kırmızı ve yeşil deniz yosunlarıdır. Bu amaçla yaygın olarak kullanılan deniz yosunları cinsleri ve kullanım amaçları Çizelge 2.4.1.’de verilmiştir.

Çizelge 2.4.1. Akuakültürde üretilmiş deniz yosunlarının kullanım alanı ve cinsleri (Kraan, 2012)

Sınıf	Cins	Kullanım alanı
<i>Chlorophyta</i>	<i>Monostroma</i>	Yenir, İnsan gıdası
	<i>Enteromorpha</i>	Yenir, İnsan gıdası
<i>Phaeophyta</i>	<i>Laminaria</i>	Yenir, İnsan gıdası, Alginat
	<i>Undaria</i>	Yenir, İnsan gıdası
	<i>Cladosiphon</i>	Yenir, İnsan gıdası
<i>Rhodophyta</i>	<i>Asparagopsis</i>	Tıp
	<i>Gelidiella</i>	Agar agar, Gıda ve Tıp
	<i>Gelidiopsis</i>	Agar agar, Gıda ve Tıp
	<i>Gelidium</i>	Agar agar, Gıda ve Tıp
	<i>Gracilaria</i>	Agar agar, Gıda ve Tıp
	<i>Pterocladia</i>	Agar agar, Gıda ve Tıp
	<i>Chondrus</i>	Karragen, İnsan gıdası
	<i>Eucheuma</i>	Karragen, İnsan gıdası
	<i>Kappaphycus</i>	Karragen, İnsan gıdası
	<i>Gigartina</i>	Karragen, İnsan gıdası
	<i>Hypnea</i>	Karragen, İnsan gıdası
	<i>Iridea</i>	Karragen, İnsan gıdası
	<i>Palmaria</i>	Hayvan yemi
<i>Porphyra</i>	İnsan gıdası	

2.4.1. Gıda Olarak Kullanımı

Gıda olarak deniz yosunu kullanımı Japonya'da dördüncü, Çin'de altıncı yüzyıla kadar dayanmaktadır. Bugün yenilebilir deniz yosunları taze, kurutulmuş yada hazır gıdalarda katkı olarak özellikle Japonya, Çin, Kore, Tayvan, Singapur, Tayland, Brunei, Kamboçya ve Vietnam gibi Aysa ülkelerinde, hem de Güney Afrika, Endonezya, Malezya, Belize, Peru, Şili, Kanada kıyıları, İskandinavya, Güneybatı İngiltere, İrlanda, Kaliforniya, Filipinler ve İskoçya'da oldukça fazla tüketilmektedirler (Kılınç ve ark., 2013).

Kırmızı deniz yosunları (Örneğin *Porphyra* sp.) toplam yağ asidi metil esterlerinin (FAME) % 48.0-51.0 oranında yüksek konsantrasyonda eikosapentaenoik asit (C20:5, ω -3), %2.1-10.9 oranında araşidonik asit (C20:4, ω -6) ve %1.3-2.5 linoleik asit (C18:2, ω -6) içerirler. Aksine kahverengi deniz yosunları (*Laminaria* sp., *Undaria* sp., *Hizikia* sp., gibi) toplam FAME nin %4.1-20.9 oranında oleik asit (C18:1, ω -9), %4-7.3 arasında linoleik asit ve %3.6-13.8 oranında α -linoleik asit (C18:3, ω -3) yüksek oranda içermesine karşın düşük miktarda eikosapentaenoik asit içerirler (%5.9-13.6) (Fleurence ve ark., 1994). Ayrıca deniz yosunları C, B vitamin kompleksi (Folik asit ve B₁₂ gibi) ve A (β -karoten gibi) vitamini bakımından zengin kaynaklardır (McDermid ve Stuercke, 2003; Takenaka ve ark., 2001; Watanabe ve ark., 2002).

Yenilebilir deniz yosunlarının kül içeriği yüksektir (%24.9-36.4). Protein miktarı ise *Laminaria* en yüksek olmak üzere %10.9 ile 25.7 arasında değişmektedir. Yağ oranı ise *Bifurcaria* (%5.6) hariç diğer türlerde % 0.3-0.9 oranında değişim göstermektedir. Sonuç olarak, deniz yosunları insan tüketimi için iyi bir mineral, protein ve lif kaynağı olarak değerlendirilebilirler (Gómez-Ordóñez ve ark., 2010). Bu yüzden yosunlar Çin, Japonya ve Kore gibi ülkelerde insan beslenmesinde yaygın olarak kullanılan faydalı besin öğeleri arasında yer almaktadırlar (Lahaye, 1991). Örneğin Japon halkı yılda kişi başına 1.6 kg'dan (kuru ağırlık) daha çok deniz yosunu tüketirler (Fleurence, 1999). Geçtiğimiz birkaç yıl içinde, Avrupa ülkelerinde deniz yosunu ürünlerinin kullanımı artmıştır. Şu anda, Avrupa'da ortalama 15-20 yenebilen deniz yosunu türü yaygın biçimde tüketim için marketlerde yer almaya başlamıştır (Dawczynski ve ark., 2007).

Mavi-yeşil algler içerisinde bulunan spirulina, yapısında %60-70 oranında protein bulundurmakta olup, günlük besinlerimizde bulunmayan birçok elementi içermekte ve besin değeri oldukça fazladır (Anonim, 2015a). Hücre duvarının %86'sı sindirilebilir polisakkaritlerden oluştuğu için sindirimi kolaydır ve bağışıklık sistemini güçlendirir (Yılmaz ve Duru, 2011). Spirulina, yeterli miktarda sebze ve meyve tüketmeyen kişilerde tablet veya toz şeklinde tüketilmekte olup, sporla uğraşan kişilerin enerji ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla tüketilmektedir (Anonim, 2015b).

Piyasalarda bol miktarda tüketilen ve kendine özgü isimlerle anılan ürünler Çizelge 2.4.1.1.'de verilmiştir.

Çizelge 2.4.1.1. Piyasada yaygın olarak tüketilen deniz yosunları (Çaklı, 2008)

Yerel Adı	Bilimsel adı	Öne Çıkan Bileşikleri
Aonori	<i>Monostroma latissimum</i> <i>Monostroma nitidum</i>	Vitamin
Awo-nori	<i>Enteromorpha</i>	Vitamin
Hijiki	<i>Hizikia fusiforme</i>	
Kombu	<i>Laminaria sp.</i>	Kalsiyum, demir ve potasyum
Nori	<i>Porphyceae</i>	A vitamini Portakaldan %50 daha fazla C vitamini ve B vitamini içerir.
Deniz Marulu	<i>Ulva lactuca</i> <i>Ulva fasciata</i>	Protein
Wakame	<i>Undaria sp.</i>	Vitamin Mineral Protein

2.4.2. Gübre Olarak Kullanımı

Deniz yosunlarının bilinen en eski kullanım sahası gübre olup, en çok Uzak Doğu'da kullanılmıştır. Avrupa'da 12. yüzyılda Fransa, İrlanda, İngiltere gibi kıyıları geniş ülkelerde bu alanda sıkça kullanılmıştır (Yazıcı ve Kaynak, 2001). Organik gübreleme olanağı sunan deniz yosunları, özellikle kahverengi deniz yosunları bu amaçla yaygın olarak kullanılmıştır.

Günümüzde deniz yosunlarının tarımda ve özellikle biyolojik tarımda verim ve kaliteyi arttırmak, bitki büyümesini düzenlemek, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığı arttırmak, toprak yapısını iyileştirmek ve hayvan besiciliği amacıyla dünyanın birçok bölgesinde kullanıldıkları bilinmektedir. Deniz yosunları ekstraktları birçok ülkede sera sebzeçiliği, meyve (turunçgiller, asma, elma, armut vb.) ve süs bitkileri (orkideler vb.) yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Yazıcı ve Kaynak, 2001).

2.4.3. Hayvan Gıdası Olarak Kullanımı

Uzun zamandır özellikle Avrupa ülkelerinde karada yıkanmış büyük kahverengi deniz yosunları kıyı bölgelerde yaşayan koyun, sığır ve at gibi hayvanlara yedirilmiştir. Bugün hayvanlar için deniz yosunlarının kullanılabilirliği deniz yosunu unu (kurutulmuş ve öğütülmüş) üretimi ile artmıştır. İlk deniz yosunu unu üreticileri içinde bulunan Norveç, *Ascophyllum nodosum* esmer deniz yosunun kullanırken, Fransa *Laminaria digitata*, İzlanda hem *Ascophyllum* hemde *Laminaria sp.*, İngiltere ise *Ascophyllum* deniz yosununu kullanmıştır (McHugh, 2003).

Balık rasyonlarında, mineral karma yerine kahverengi deniz yosunu katılmasının canlı ağırlık artışı sağladığı, yem değerlendirme sayısı, kondüsyon faktörü, dalak büyüklüğü ve sindirim organları oranı değerlerini değiştirmedeği saptanmış olup; bu durum kahverengi deniz yosununun alışılmış olan mineral karma yerine başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir (Varlık ve ark., 2004).

2.4.4. Biyokütle Olarak Kullanımı

1974 yılında Amerikan Birliği yenilenebilir metan kaynakları aramaya karar verip okyanusta çiftliklerde deniz yosunu üreten, onları hasat eden ve anaerobik fermantasyon ile metana çeviren bir projeye sponsor olmuştur. Bu proje deniz yosunlarını üreten ve hasat eden (biyokütle), diğeri ise biyokütleyi enerjiye (metan, enerji üretiminde yanabilir) dönüştürmek olarak iki bölüme ayrılmıştır. Kaliforniya sahillerinde yetişen “gaint kelp” olarak bilinen *Macrocystis pyrifera* deniz yosunu hızlı büyüme oranına sahip olduğu ve mekanik araçlar ile hasatının kolay olması nedeniyle bu proje için seçilmiştir. Daha sonra ise *Laminaria*, *Gracilaria* ve *Sargassum* türleri de çalışmaya dahil edilmiştir. *Sargassum* yosununda gaz verimi zayıf bulunmuş, *Macrocystis* için ise gaz verimi deniz yosunundaki alginat ve mannitole bağlı olarak oldukça iyi bulunmuş ve mannitol konsantrasyonunun gaz verimini arttırdığı tespit edilmiştir. *Glacilaria* için ise metan veriminin karbonhidrat içeriğinin yanında ayrıca protein içeriğiyle de bağlı olduğu tespit edilmiştir (McHugh, 2003).

2.4.5. Kozmetikte Kullanımı

Kozmetik sanayinde deniz yosunlarından daha çok bunlardan elde edilen polisakkaritler olan agar-agar, alginat ve karragen kullanılmaktadır.

Deniz yosunları ise daha çok son yıllarda özellikle Fransa'da moda olan talasoterapi (deniz terapisi) için kullanılmaktadır. Mineralce zengin deniz suyu hidroterapiyi, masaj ve çeşitli deniz çamurları ve deniz yosunu uygulamalarını kapsayan terapilere katılarak kullanılır. Uygulamalardan biriside insan vücudunu, deniz yosunu parçaları ile saran ve infrared lambalar ile vücudun ısıtıldığı uygulamaları kapsar. Bu uygulamanın romatizma ağrılarını azalttığı ve selülit uzaklaştırıldığı bildirilmektedir. Karışım ayrıca masaj kremlerine karıştırılarak cildi yumuşattığı ve elastikiyetinin hızlı bir şekilde yenilediğinden söz edilmektedir (McHugh, 2003).

2.4.6. Atık Su Alanında Kullanımı

Atık sularda deniz yosunları iki amaç için kullanılır. Bunlardan birincisi kanalizasyon ve bazı tarım atıklarının nehirlerle ya da denizlere salıverilmeden önce bileşiklerin içerdiği fosfor ve toplam nitrojeni azaltmak (Anonim, 2015a), ikincisi ise endüstriyel atık sularındaki toksik metallerin uzaklaştırılmasını sağlamaktır (McHugh, 2003).

2.4.7. Tıp Alanında Kullanımı

1750 yılında bir İngiliz doktor, guatr tedavisinde iyot yönünden zengin olan kelp (Kahverengi deniz yosunu) külünü başarılı bir biçimde kullanmıştır. Kelp 19. yy.'da ayrıca obezite tedavisinde de kullanılmıştır (Kılınç ve ark., 2013).

Chlorellin adındaki antibiyotik, *Chlorella*'dan elde edilir. Ayrıca gram (-) ve gram (+) bakterilere karşı etkili bazı antibakteriyel maddeler deniz yosunlarından elde edilir. Kahverengi deniz yosunlarından elde edilen pek çok ilaç tıp alanında kullanılmaktadır (Hoppe ve ark., 1979, Glombitza and Koch 1989, Güner ve Aysel, 1999, Pabuçcu ve Atuner, 1998, Pabuçcu ve ark., 1999).

Deniz yosunlarının karbonhidratları insan sindirim sistemi tarafından sindirilemez bu nedenle besinsel liflerdir. Toplam besinsel lif oranı 33-50 g/100g dır (kuru ağırlık). Bu nedenle deniz yosunlarının lif içeriği çoğu meyve ve sebzedden yüksektir. Deniz yosunu liflerinin insan tüketimi sağlık açısından faydalı olduğu kanıtlanmış ve faydaları bilimsel literatürlerde açıkça belirtilmektedir. Besinsel liflerin kullanımı aşağıdaki sağlık açısından teşvik edici etkileri aşağıda belirtilmiştir.

- 1- Kullanımları yararlı bağırsak florasını korur ve büyüme destekler (Fujii ve ark., 1992, Goni ve ark., 2001).
- 2- Yüksek glisemik gıdalar ile birlikte tüm glisemik yanıtı azaltır deniz yosunu lifleri hipoglisemik olarak hareket eder (Goni ve ark, 2000).
- 3- Dışkılama sayısını arttırır (Jimenez-Escrig ve Sanchez-Muniz, 2000).
- 4- Kolon kanseri riskini azaltır (Guidel-Urbano ve Goni, 2002).

2.5. Deniz Yosunlarından Elde Edilen Polisakkaritler

Deniz yosunları özellikle yapısal hücre duvarı olan hem muko polisakkaritler hem de depo polisakkaritlerini fazla miktarda içermektedirler (Kumar ve Fotedar., 2009, Murata ve Nakazoe, 2001). Polisakkaritler glikozit zincirleri ile bağlanmış basit şeker (monosakkarit) polimeridirler ve stabilizör, yoğunlaştırıcı, emülsifer, gıda, yem, içecek vb. gibi ürünlerde çok fazla ticari kullanıma sahiptirler (McHugh, 1987; Tseng, 2001; Bixler ve Porse, 2010). Deniz yosunu türlerinde toplam polisakkarit konsantrasyonu kuru ağırlığın %4-76 arasında değişmektedir (Kraan, 2012).

Endüstride yıllık olarak, doğal ortamdan ya da kültür ortamından hasat edilmiş neredeyse 20 milyon ton (yaş ağırlık) deniz yosunu kullanılır (FAO, 2012).

Polisakkaritler yeşil deniz yosunları (Chlorophycophyta), kahverengi deniz yosunları (Phaeophycophyta) ve kırmızı deniz yosunlarından (Rhodophycophyta) elde edilmektedirler.

Bu polisakkaritlerden en önemli olanları agar agar, alginat ve karragendir. Bu üç ürün için 'fikokolloid' terimi kullanılmakta olup, tahmini dünya market değerleri 1 milyar dolardır (Bixler ve Porse, 2010).

2.5.1. Yeşil Deniz Yosunlarından Elde Edilen Polisakkaritler

2.5.1.1. Ulvan

Ulvan, yeşil deniz yosunlarının (*Ulva* and *Enteromorpha*) hücre duvarlarında bulunan yapısal asit polisakkarittir (Anonim, 2015ah). Ulvan ismi Kylin tarafından tanıtilan ulvacin ve ulvin orijinal teriminden gelmektedir. Suda eriyen sülfatlı polisakkaritlerdir. Ulvales takımının hücre duvarı polisakkaritleri yosunun kuru ağırlığının %38-54'ünü temsil ederler (Kraan, 2012).

Jel oluşum mekanizması hidrojel polisakkaritlerin içinde benzersizdir. Çok komplekstir ve henüz tamamen anlaşılamamıştır (Kraan, 2012).

Ulvan; zirai, gıda ve ilaç endüstrisi için antikoagülan (heparin gibi), antioksidan, antihiperlipidemik ve antitümör aktivite gibi değerli birkaç biyolojik özelliği vardır (Anonim, 2015ah).

2.5.1.2. Ksilan

Başlıca *Codium*, *Caulerpa* ya da *Bryopsis* cinsi yeşil deniz yosunlarında elde edilir (Anonim, 2015ah). Süfatlı hücre duvarı polisakkaritidir (Percival, 1979).

Ksilan, yeni biyolojik faaliyetler ile modifiye olmuş polisakkaritlerin hazırlanması için hammadde kaynağını oluşturur. Özellikle, pıhtılaşma önleyici, antitrombotik ve antiviral özelliklere sahiptirler (Anonim, 2015ah).

2.5.1.3. Mannan

Mannan, *Codiaceae* ve *Dasycladaceae* ailesine ait birkaç yeşil deniz yosununun hücre duvarında bulunur. Mannan kimyasal yapılarındaki benzerlik nedeni ile diğer bir doğal polimer olan selüloz ile sık sık benzetilir (Anonim, 2015ah).

Mannan önemli biyolojik kristalleştirici olarak bilinirler. İmmunofarmakolojik ve tedavi edici faaliyetleri dikkate değer bir orana sahiptir (Anonim, 2015ah).

2.5.1.4. Arabinogalaktan

Yeşil deniz yosunlarından *Codium fragile* ve *Codium vermilara* türlerinden suda çözünen sülfatlı arabinogalaktanlar (AG), önemsiz $\alpha(1-4)$ D-glukanlar ve $\beta(1-4)$ D-mannanlar biyosentezidir. Arabinogalaktan 3-bağlı β -D-galaktopiranoz ve β -L-arabinopiranoz kalıntılarından oluşmuştur. Yüksek oranda sülfat içerirler (Anonim, 2015ah).

Geniş kullanım alanlarına sahiptirler. Karton üretiminde yapıştırıcı ajan, suluboya ve guaj boya bağlayıcı ajan, tekstil endüstrisinde kalınlaştırıcı olarak kullanılırlar. Arabinogalaktan ayrıca ilaç endüstrisinde hap üretiminde bağlayıcı madde ve yağ emülsiyon stabilizesi için emülsifiye edici ajan olarak kullanılır (E 409) (Anonim, 2015ah).

2.5.2. Kahverengi Deniz Yosunlarından Elde Edilen Polisakkaritler

2.5.2.1. Fukoidan/Fukan/Fukanoid

Fukoidanlar kahverengi deniz yosunlarının hücre duvarlarının büyük bir kısmını oluştururlar (%5-20 kuru ağırlık). Özellikle *Ascophyllum nodosum* ve *Fucus vesiculosus* türleri (Vera ve ark., 2011) ve *Ecklonia radiata*, *Fucus sp.*, *Laminaria sp.*, *Pelvetia sp.* türlerinde bulunur (Çaklı, 2008). Kanın pıhtılaşmasını engelleyici olarak kullanılır (Cirik, 2008). Antianjiogenik ve antitümör ajan olarak hareket edebilirler (Anonim, 2015ah).

2.5.2.2. Mannitol

Deniz yosunlarının ilk fotosentez ürünü olarak kabul edilir (Atay, 1970). Özellikle *Laminaria* ve *Ecklonia* olmak üzere birçok kahverengi deniz yosunlarında bulunan önemli bir şeker alkolüdür (Kraan, 2012).

Mannitolün kullanım alanları son derece fazladır. İlaç, sakız, boya ve cila, deri ve kağıt üretiminde, plastik endüstrisi ve patlayıcıların üretiminde kullanılırlar. Başlıca Amerika, İngiltere, Fransa ve Japonya'da üretilir. Mannitol; şeker ile yer değiştirebildiğinden şekersiz şekerleme ve çikolatanın tatlandırması gibi birçok gıda

alanında kullanılabilirler. Ayrıca mannitol gıdalardaki nem seviyesini uygun düzeyde tutarak raf ömrünü ve stabiliteyi artırır (Kraan, 2012).

2.5.2.3. Laminarin

Laminarin; (1-3) ve (1-6) β glikoz kalıntılarından oluşmuş bir glukandır. *Laminaria* türü yosunların yapraklarında ve az miktarda *Ascophyllum* ve *Fucus* türlerinde bulunur. Kuru ağırlıktaki miktarı farklı mevsimlerde ve yetiştiği alanlara göre %32'ye kadar ulaşabilir. Başlıca tıp ve ilaç endüstrisinde kullanılır (Kraan, 2012).

2.5.2.4. Ascophyllan

Alginatlarla birlikte *Fucus spiralis* ve *Ascophyllum nodosum* kahverengi deniz yosunundan elde edilen polisakkarittir. Kuru ağırlığın % 6'sı kadardır (Cirik, 2008).

2.5.2.5. Alginat

Kahverengi deniz yosunlarından elde edilen en önemli polisakkarit alginatlardır. Alginat İngiliz Kimyacı E.C.C. Stanford tarafından 1880'lerde keşfedilmiştir. Endüstriyel olarak üretimine ise 1929 yılında Kaliforniya'da başlanmıştır. Kahverengi deniz yosunlarından asit ve tuz formunda ekstrakte edilebilirler (Kraan, 2012).

Laminariales ve *Fucales* sınıfına ait türlerden elde edilirler. Alginatlar kalınlaştırıcı, jel ve film oluşturucu etkilerinden dolayı kullanılırlar. Başlıca boya, tekstil, kauçuk, kağıt, inşaat, tıp, ilaç, gıda ve kozmetik sanayinde kullanılmaktadırlar (Kodalak, 2008). Dünyanın birçok yerinde yılda yaklaşık olarak 25000 ton alginik asit üretilmektedir (McCorminck, 2001).

2.5.3. Kırmızı Deniz Yosunlarından Elde Edilen Polisakkaritler

2.5.3.1. Karragenan

Karragenan; deniz yosunlarından elde edilen, alginat ve agar agardan sonra en önemli fikokolloiddir.

Chondrus crispus ve *Gigartina stellata* başta olmak üzere Gigartinaceae ve Soliericeae kırmızı deniz yosunlarından elde edilir. Jelleştirici ve kıvam arttırıcı olarak ilk defa süt ve işlenmiş et ürünlerinde kullanılmıştır (Yılsay ve ark., 2001).

Antitümör ve antiviral özelliklere sahiptir. Ayrıca 1830'lardan beri çoğunlukla tıp alanında kullanılmaktadır. Karragenan içecek, losyon ve tıbbi kremlerde süspanse edici ve stabilizatör ajan olarak kullanılır (Kraan, 2012). Ayrıca fırıncılık, et ve balık ürünleri, süt ürünleri, jöle, tatlı ve meyveli ürünlerde, salata sosları ve alkollü içecek sanayinde de kullanılır (Yılsay ve ark, 2001).

2.5.3.2. Porphyran

Porphyra sp türlerinden sıcak su yardımıyla çıkartılmakta olup, içerik ve bileşimi her türde ayrı ayrı değişmektedir. Porphyran'ın yaklaşık %30'u *P. capensis*ten elde edilmektedir (Çaklı, 2008).

Porphyran, meth-A fibrosarcoma (Singeneik tümör) karşı fark edilir antitümör aktivite gösterir. Ayrıca sıçanlarda yapay olarak yükseltelen hipertansiyonu ve kandaki kolesterolü önemli ölçüde düşürebilir (Kraan, 2012).

2.5.3.3. Ksilan

Ksilan, hem yeşil hem de kırmızı deniz yosunlarından elde edilmektedir. Kırmızı deniz yosunlarından *Nemaliales* ve *Palmariales* türlerinden elde edilir. Orijinlerine göre β (1-3) ve/yada β (1-4)-D-ksiloz kalıntılarından meydana gelebilir ve galaktopiranoz, üronik asit, sülfat ve fosfat kalıntıları içerir (Anonim, 2015ah).

2.5.3.4. Furselaran

“Danimarka agarı” olarak bilinen furselaran; kırmızı bir deniz yosunu olan *Furcellaria fastigiata*'nın ekstraktıdır. Genellikle süt endüstrisinde jel oluşturucu olarak kullanılmaktadır. En yaygın kullanım alanı sütlü pudingler, reçeller, jöleler, marmelatlar, kaplama ve fırın ürünleridir. Ayrıca et ve balık muhafazasında da kullanılmaktadır (Yılsay ve ark., 2001).

2.5.3.5. Phyllophoran

Phyllophera rubens ve *Phyllophera nerusa* yosunlarının hammaddesidir. Sıcak suda tamamen çözülür. Agar agar ve agaroidlerin gıda teknolojisinde uygulanmasına benzer uygulama şekline sahiptir. Bakteriyolojik olarak kullanılabilir (Çaklı, 2008).

2.5.3.6. Agar Agar

Agar agar kırmızı deniz yosunlarından elde edilen en önemli fikokolloiddir. Kelime olarak Malaycada "jel" anlamına gelen "agar agar" kelimesinden gelmektedir (Anonim, 2015f).

17.yy ortalarında Japonya'nın Kyoto kentinde Tarozaemon Minoya adında bir kişi tarafından kazara keşfedilmiştir (Matsushashi, 1998). Payen (1859) tarafından Çin'e özgü gıda maddesi olarak batıda tanıtıldı ve mikrobiyolojik kullanımı ise Koch tarafından 1882 yılında ortaya konuldu (Armisen ve ark., 2000).

17. yüzyılda sadece *Gelidium amansai* yosunundan Japonya'da üretilen agar agarın daha sonra Çin ve Kore'de üretimine başlanılmıştır. Daha sonra Gracilaria deniz yosunu kullanılmaya başlanmış, ancak bu türden zayıf jel gücüne sahip agar agar elde edilmiş ve bu agaroz olarak tanımlanmıştır. 1938 yılında Yanagawa sülfatların alkali etkisini keşfederek bu işlemin jel gücünü artırdığını ve Gracilaria yosun türünden kuvvetli agar agarın üretilmesini mümkün kılmıştır. Gracilaria yosunu bünyesinde doğal olarak çok zayıf agar agar içeriği barındırdığı için Yanagawa bu alkali hidroliz metodunu kullanarak son ürünün kuvvetli bir yapıya dönüşebileceğini öğrenmiştir (Armisen ve ark. 2000).

İlyas (1989)'un bildirdiğine göre; agar agar üretmek için en uygun yosun *Gracilaria* türleri olup, agar agar verimi ve kalitesi yetiştirme oranına (Bird ve ark., 1981), mevsimsel farklılıklara (Kim ve Humm, 1965; Oza, 1978; Asare, 1980; Shi ve ark., 1983; Lahaye ve Yaphae, 1988), tür içindeki ve türler arasındaki farklılıklara (Kim ve Henriquez, 1977; Whyte ve ark., 1981; Craigie ve ark., 1984; Duckworth ve ark., 1971), hayat devrelerine (Hoyle, 1978), çevresel faktörlere (Young ve ark., 1971; Deboer, 1978; Delia ve Deboer, 1978; Hoyle, 1978; Whyte ve Engler, 1979; Bird ve ark., 1981; Doty ve Santos, 1983) ve morfolojilerine (Kim ve Henriquez, 1977; Whyte ve Englar, 1979; Patwary ve Van Der Meer, 1983; Craigie ve ark., 1984) bağlıdır. Agar agarın kalitesini belirleyen en önemli etkenlerden birisi kullanılan yosun türüdür. *Gelidium* türü yosunlar en iyi kalitede agar agar vermesi nedeni ile tercih edilmektedir. Agar agar miktarı aynı cins yosunların farklı türlerinde bile değişiklik göstermektedir (Freile-Pelegrin, 2000).

Agar agar, 1982 yılında Gıda Kimyası Kodeksi-III (1981) tarafından kırmızı deniz yosununun *Rhodophyceae* sınıfından elde edilen 'kurutulmuş hidrofilik poligalaktozit' olarak tanımlanmıştır. Elde edilen deniz yosununun kaynağı ve üretim metoduna göre agar agar, değişik karakteristik özellik göstermektedir. Çok elastik bir jel yapısından kolay kırılabilir bir yapıya kadar geniş bir özellik sahaları vardır (Poppe 1995, Carr ve ark., 1995).

Agar agar, Codex Alimentarius komisyonu tarafından gıda katkı maddeleri sınıflandırmasında 406 INS numarası ve 9002-18-0 CAS numarası ile kullanılmaktadır (CAC/MISC, 2014, Nordic, 2002).

2.5.3.6.1. Agar agar Elde Edilen Deniz Yosunları

Agarofit olarak bilinen kırmızı deniz yosunlarından *Gelidium* (Gelidiaceae), *Gracilaria* (Gracilariaceae), *Pterocladia* (Gelidiaceae), *Ahnfeltia* (Phylloporaceae), *Gelidiella* ve *Phyllophora* agar agar üretimi için dünyanın farklı ülkelerinde kullanılmaktadır (FAO, 1991; Çizelge 2.5.3.6.1.1).

Çizelge 2.5.3.6.1.1. Dünyanın farklı ülkelerinde kullanılan agar agar kaynakları (FAO, 1991)

Türler	Ülkeler
<i>Gelidiella acerosa</i>	Japonya, Hindistan, Çin
<i>Gelidium amansii</i>	Japonya, Çin
<i>Gelidium cartilagineum</i>	U.S.A., Meksika, Güney Afrika
<i>Gelidium corneum</i>	Güney Afrika, Portekiz, İspanya, Fas
<i>Gelidium liatulum</i>	Japonya
<i>Gelidium lingulatam</i>	Şili
<i>Gelidium pacificum</i>	Japonya
<i>Gelidium pristoides</i>	Güney Afrika
<i>Gelidium sesquipedale</i>	Portekiz, Fas
<i>Gracilaria spp.</i>	Güney Afrika, Filipinler, Şili, Çin, Tayvan, Hindistan, U.S.A.
<i>Pterocladia capilacea</i>	Mısır, Japonya, Yeni Zelanda
<i>Pterocladia lucida</i>	Yeni Zelanda
<i>Ahnfeltia plicata</i>	Rusya

Gracilaria cinsi deniz yosunlarından elde edilen agar agar gıda endüstrisi için önemli bir hammadde kaynağıdır (Yamada, 1976). *Gelidium* cinsi yosunlar ise en iyi kalitede agar agar vermesi nedeniyle tercih edilmekte olup, fiyatı yüksektir. (Sukatar, 2002). *Gracilaria* türü deniz yosununun fiyatı 1999 yılında 1260 USD/ton iken, 2009 yılında ise 1300 USD/ton olup, on yıl içerisinde %3 oranında fiyat artışı olmuştur (Bixler ve Porse, 2010).

1999 yılında agar agarın ana materyalinin %63'ünü *Gracilaria* kırmızı deniz yosunu oluşturmakla beraber bu oran 2009 yılında artarak %80 oranına kadar yükselmiştir. Bu oranın artışının nedeni *Gracilaria* deniz yosununun yetiştiriciliğinin yaygın bir şekilde yapılması ve fiyatının *Geldium* kırmızı deniz yosununa göre daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Dünyada *Gracilaria* ve *Gelidium* kırmızı deniz yosunlarının hasat miktarları Çizelge 2.5.3.6.1.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.5.3.6.1.2. Dünya’da agar agar üretimi için hasat edilen yosun miktarları (Bixler ve Porse, 2010)

Yosun Türü/Lokasyon	1999 yılı (Kuru ağırlık, Ton)	2009 yılı (Kuru ağırlık, Ton)
<i>Gracilaria</i>		
İspanya-Portekiz	300	200
Nambia	450	300
Şili- Peru- Arjantin	22.350	30.000
Endonezya- Çin- Vietnam	10.900	27.000
<i>Toplam</i>	34.000	57.500
<i>Gelidium</i>		
Meksika	800	800
İspanya- Portekiz- Fransa	7.400	4.000
Fas	7.000	6.000
Japonya- Kore- Endonezya	5.000	4.000
<i>Toplam</i>	20.200	14.800
<i>GENEL TOPLAM</i>	54.200	72.300

Gracilaria ve *Gelidium* türü kırmızı deniz yosunları agar agar üretiminde kullanılan başlıca yosunlardır. Gıda sınıfı agar agar üretiminde *Gracilaria* yosunu kullanılmakla birlikte Çin ve Endonezya gibi ülkelerde bu yosunların yetiştiriciliği yapılmaktadır. *Gelidium* yosun türünden elde edilen agar agar ise yüksek jelleşme yeteneğine sahip olup, bakteriyolojik alanda ve ilaç sanayinde kullanılmaktadır (Bixler ve Porse, 2010).

Ülkemizde *Gracilaria* türü kırmızı deniz yosunları Ege ve Marmara denizinde topluluk teşkil etmektedir (Şerbetçioğlu, 1988). Atay (1978)’in belirttiğine göre, Türkiye’de *Gelidium* ve *Phyllophora* kırmızı deniz yosunu agar agar üretiminde kullanılabilecek olan türleridir. *Phyllophora* genellikle Karadeniz kıyılarında yayılım göstermekte olup, Rusya ve Romanya *Phyllophora nervosa* türünden agar agar üretiminde yararlanmaktadır (Güner ve Aysel, 1999).

2.5.3.6.2. Başlıca Agar agar Üretim Metotları

Belli ticari agar agar türleri genellikle üretim metotlarına göre sınıflandırılır. Bu sınıflandırma Çizelge 2.5.3.6.2.1.'de verilmiştir (Matsushashi, 1998).

Çizelge 2.5.3.6.2.1. Üretim sistemi ile bağlantılı belirli ticari agar agar türleri (Matsushashi, 1998)

Genel Sınıflandırma	Dehidrasyon ve Üretim metodu	Yaygın İsmi
Doğal Agar	Doğal ortamda dondurma ve kurutma metodu	1- Şerit agar 2- Çubuk agar
Endüstriyel Agar	1- Mekanik dondurma sistemi 2- Basınçlı dehidrasyon sistemi (dondurmadan)	Parça agar (ya da toz) Toz agar
Rafine Agar	İkincil arıtma sistemi	Parça ya da toz agar

Agar agar çözeltilisinin dondurulması ve kurutulması işlemi, agar agar üretiminin temelini oluşturmaktadır. Doğal ortamda dondurma ile mekanik dondurma işleminde prensip olarak herhangi bir farklılık yoktur. Mekanik basınç ile dehidrasyon metodu *Gracilaria* türü deniz yosunlarının alkali ön işlem uygulamalarının birleşmesi ile geliştirilmiştir. Son ürün toz olarak elde edilir. Bir bakıma, mekanik basınç sistemi ekipman ve tesis yönünden mekanik dondurma sisteminden daha ekonomik bir sistemdir (Matsushashi, 1998).

Chapman (1970), agar agar verim ve kalitesinin, ekstaksiyon şekli, ekstraksiyondan önce uygulanan ön işlemler, ekstraksiyon süresi, ekstraksiyonda kullanılan su gibi özelliklere bağlı olarak değişiklik gösterdiğini bildirmiştir. Bununla birlikte agar agarın kalitesi ve miktarı kullanılan yosun türüne, çevresel ve fizyolojik etkilere ve mevsimlere göre değişmektedir (Sukatara, 2002).

Bugün birçok çalışma ile bu temel ekstraksiyon metotları geliştirilmiştir. Agar agar üretimi öncesi hammadde çeşitli ön işlemlerin uygulanması, farklı ekstraksiyon sıcaklıkları ve işlemler gibi birçok farklı metot denenmektedir. Bu çalışmalarda amaç ise endüstriyel olarak kullanılacak olan agar agarda en kaliteli ve verimli agar agar üretim metodunun tespit edilmesidir.

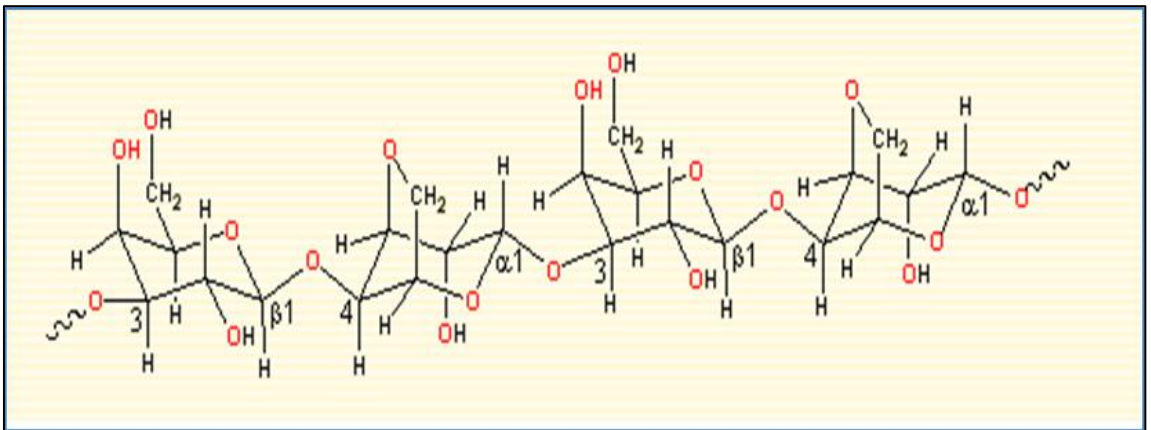
2.5.3.6.3. Agar agar Yapısı ve Genel Özellikleri

Agar agar ince tabaka ve toz halinde bulunur. Kalitesini farklılaştıran özellikler, jel kuvveti, jelleşme ve erime sıcaklığı, rengi, kül miktarı, parçacık çapı, nem miktarı ve çözünürlüğüdür (Sur, 2001).

2.5.3.6.3.1. Agar agarın Kimyasal Yapısı

Agar agar, “agarofit” denilen bazı kırmızı deniz yosunlarının çeper kısmında bulunan D-galaktapironozlu mineral kompleksinin sülfürik asit esterleridir (Mouradi-Givernaud ve ark., 1992).

Agar agar, agaroz ve agaropektin denilen iki polisakkaritten oluşmaktadır (Venugopal, 2011). Agaroz, nötral jel moleküllerinden, agaropektin ise jelimsi olmayan moleküller taşıyan sülfürik asit esterlerinden oluşmaktadır (Araki, 1965). Agar agardaki agaroz/agaropektin oranı hammaddeye göre değişmekte olup, agaroz oranı en çok %75’e çıkabilmektedir (Anonim, 2015d). Agaroz, 1-3 bağlı β -D-galaktapiranoz ve 1-4 bağlı 3,6 anhidro- α -L-galaktapiranoz içerir (Praibon ve ark., 2006, Milani ve Maleki, 2012, Venugopal, 2011, Anonim, 2015g). Agaropektin, D-galaktoz 3,6 anhidro-L-galaktoz, ester sülfat, glukuronik asit ve çok az miktarda piruvik asit içerir (Naidu, 2000). Agar agarın temel yapısı Şekil 2.5.3.6.3.1.1 de verilmiştir.

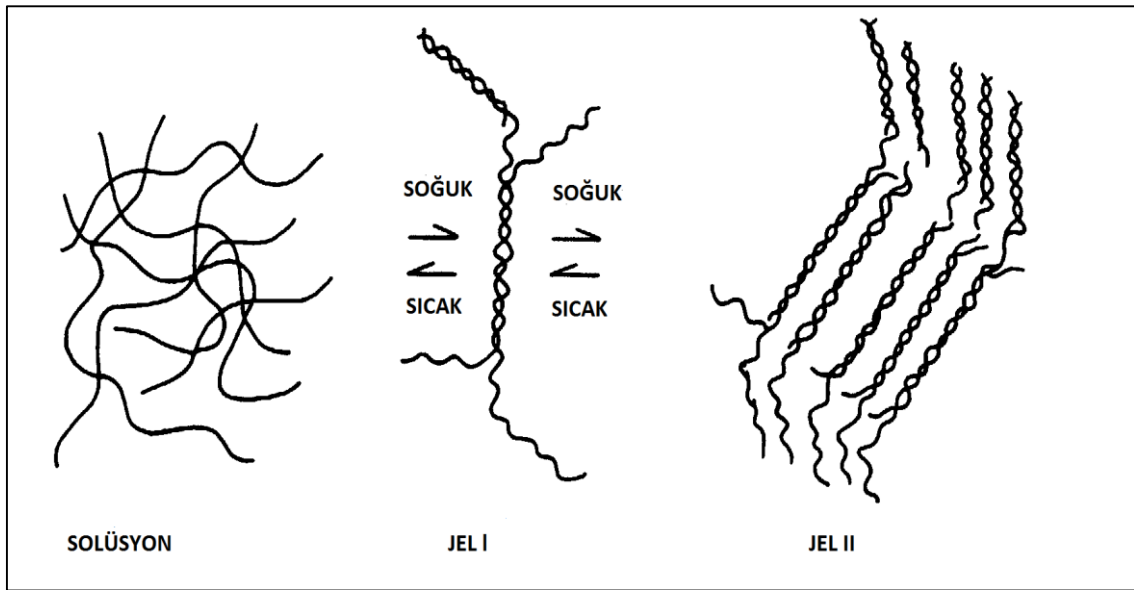


Şekil 2.5.3.6.3.1.1. Agar agarın temel yapısı (Anonim, 2015ö)

Agar agar çözeltisi donuk ve sarımsı, agaroz çözeltisi renksiz ve berraktır. Agaroz iyonik olmaması ve düşük konsantrasyonlarda jel vermemesi nedeniyle agar agarın kullanıldığı yerlerde kullanılmamaktadır (Renn, 1994).

2.5.3.6.3.2. Agar agarın Jelleşme Mekanizması ve Jel Gücü

Erime noktası sıcaklığı üzerindeki ısı dalgalanması agar agar jeli çözeltisi içerisinde düzensiz bir sargı şeklinde bulunan polimerlerin sarmal oluşturma eğilimini engeller. Agar agar jeli çözeltisinin soğuması ile polimer zincirlerindeki birleşme noktalarında, çift sarmal şeklinde 3 boyutlu bir ağ oluşur (Jel I). Agar agar jelinin daha da soğuması bu birleşme noktalarının bir araya gelmesine neden olur (Jel II). Agar agarın jelleşme mekanizması Şekil 2.5.3.6.3.2.1’de görülmektedir (FAO,1991).



Şekil. 2.5.3.6.3.2.1. Agar agarın jelleşme mekanizması (FAO, 1991)

1,4 galaktoz kalıntılarının altıncı karbonundaki (C₆) sülfat varlığı, agarozun bükülerek çift sarmal şeklini oluşturmasını engel olur (FAO, 1991).

Altıncı karbondaki (C₆) sülfat grubunun elimine edilmesi ve 3,6 anhidro formunda zincir halkasının bağlanması polimeri güçlendirir ve polimerde büyük bir

düzenlilik sağlar. Böylece çift sarmal oluşturma kapasitesinin artmasından dolayı jel gücünü artırır (FAO, 1991).

Genel manada jel gücü, agar agarda bulunan ve yüksek jelleşme yeteneği olan agaroz bileşeni tarafından belirlenir. Yüksek 3,6 anhidrogalaktoz ve düşük sülfat içeren agar agar daima yüksek jel gücü verir (FAO, 1991).

Agar agarın sülfürik ester oranı düştüğü veya 3,6 anhidro- α -L galaktoz sayısı arttığı zaman daha fazla jelleşme özelliği göstermektedir (Perez, 1992).

Agar agarın jel sertliğini etkileyen en önemli unsurlardan birisi de agar agarın elde edildiği yosun kaynağı ve ekstraksiyon şeklidir. Oluşan jel yarı saydam, tatsız ve kokusuzdur. Besin maddelerinin rengini ve kokusunu değiştirmeden jelleştirmede kullanılmaktadır. Elde edilen agar agar jelinin geri dönüşebilir özelliği vardır. Eritilip tekrar jelleştirilebilirler. Bu işlemin tekrarlanması ile agar agar özelliğini kaybetmemektedir (Kadan, 1994).

Jel gücü, agar agarın bakteriyolojik veya gıda kullanımı özelliklerini ayırt edici kalite parametresidir. Kuvvetli jel oluşturan yani jel gücü yüksek olan agar agar bakteriyolojik ve biomedikal alanında kullanılırken, jel gücü az olan agar agar ise gıda endüstrisinde kullanılır (Yaphe ve Duckwort, 1972).

Agar agarın jel oluşturma yeteneği jelatinden 10 kat daha fazladır ve bu özelliği nedeniyle mikrobiyolojik çalışmalarda, ilaç ve gıda sanayiinde oldukça fazla kullanılmaktadır (Yılsay, 2001).

2.5.3.6.3.3. Çözünürlük

Agar agar soğuk suda çözünmez, fakat oldukça fazla şişerek ağırlığının 20 katı kadar su tutar. Kaynar suda ise hızlı bir şekilde çözünür ve %0.50 kadar küçük konsantrasyonlarda bile jel oluşturur (Anonim, 2015c).

2.5.3.6.3.4. Viskozite

Agar agar çözeltilerinin viskozitesi, agar agarın elde edildiği deniz yosunu kaynağına bağlı olarak geniş ölçüde değişiklik gösterir. Jelleşme noktası üzerindeki sıcaklıklarda agar agar viskozitesi pH 4.5-9 oranına bağlı olarak sabittir. Ancak jelleşme başladığı anda sabit sıcaklıkta viskozite zamanla artar (Anonim, 2015c).

2.5.3.6.3.5. Erime sıcaklığı, Jelleşme Sıcaklığı ve Hyteresis

Agar agar oda sıcaklığında jel formunda olup, 65°C gibi yüksek sıcaklıkta bile sert kalmaktadır. Agar agar yaklaşık olarak 85°C'de erir ve 32-40°C gibi farklı sıcaklıklarda katılaşmaktadır. Bu özellik hyteresis olarak bilinmektedir. Hyteresis, erime ve jelleşme sıcaklığı arasındaki fark olup, agar agar için önemli bir özellik teşkil etmektedir (Imeson, 2011, Naidu, 2000, Armisen ve ark. 2000, Anonim, 2015f, Anonim, 2015g). Agar agarın hyteresis sıcaklığı diğer jelleşme ajanlarından daha fazladır (deniz yosununa bağlı olarak 40-60°C). Furselaran ve Kappa karregeanın hyteresis sıcaklığı 15-27 °C, iota karregeanda ise 2-5°C arasındadır (Stanley, 2006).

2.5.3.6.4. Agar agarın Kullanım Alanları

2.5.3.6.4.1. Agar agarın Gıda Sanayinde Kullanımı

Gıda Katkı Maddeleri FAO/WHO Ortak Uzmanlar Komitesi (JECFA), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından ortaklaşa yönetilen uluslararası bir uzman bilimsel komite olup, agar agarın tanımlanması ve karakteristik özellikleri gibi belirleyici kriterler yayınlamıştır (JECFA, 1997). Ayrıca agar agar için belirlenen bu özellikler EURL tarafından da onay görülerek kabul edilmiştir (EURL-FA, 2014). Bu kriterler Çizelge 2.5.3.6.4.1.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.5.3.6.4.1.1. JECFA tarafından agar agara ait özellikler ve spesifikasyonlar (EURL-FA, 2014)

Eş anlamları	Agar-agar; jel; japon agar, bengal, ceylon, Japon veya Çin balık tutkalı; Layor Carang; INS No. 406
Belirlenmesi	Agar agar, Rhodophyceae familyasından bulunun yosunlardan ekstrakte edilen koloidal bir maddedir. Agar agar bir polisakkarit olup, D ve L-galaktoz ünitelerinden oluşmaktadır. D galaktopiranoz üniteleri sülfat grubu içermemektedir. Bu polisakkaritler sodyum, magnezyum, potasyum ve kalsiyum katyonları ile ilişkilidirler.
C.A.S. numarası	9002-18-0
Tahlil	% 0.25'den fazla jel konsantrasyonundan fazla kullanılmamalıdır.
Tanımlanması	Agar agar kokusuzdur veya kendine has hafif karakteristik kokusu vardır. Agar agar genellikle ince demet halinde, zarımsı, bitişik şerit şeklinde, kesilmiş, pul veya granül toz halinde bulunur. Genellikle sarımsı turuncu, sarımsı, soluk sarı gri veya renksiz olabilir. Nemli olduğunda sert, kurutulduğunda kırılabilir yapıdadır. Toz agar agar beyaz, sarımsı beyaz veya soluk sarı beyaz renklidir.
Fonksiyonel kullanımları	Yoğunlaştırıcı, stabilizatör, emülgatör
KARAKTERİSTİKLERİ	
SAPTANMASI	
Çözünürlük	Soğuk suda çözünmez, sıcak suda çözünebilir.
Kurutma kaybı	105°C' de %22 den fazla olmamalıdır. İki tartım arasındaki fark (en az 5 saat) en az 1 mg ve kurutma işleminden önce agar agar 2-5 mm ² arasında kesilmelidir.
Toplam kül	% 6.5 dan fazla olmamalıdır.
Asitte çözülmeyen kül	% 0.5 den fazla olmamalıdır.
Yabancı çözünmeyen madde	% 1 den fazla olmamalıdır.
Arsenik	Max. 3 mg/kg
Kurşun	Max. 5 mg/kg
Nişasta ve dekstrin	Bulunmamalı
Jelatin ve diğer proteinler	Bulunmamalı
Micromikrobiyolojik kriterler	Toplam bakteri sayısı; 5000 den fazla olmamalı Maya ve küf; 500 den fazla olmamalı Coliform: Hiç olmayacak Salmonella: Hiç olmayacak

Agar agar yüksek performanslı jelleştirme ajanı olarak yüzyıllardır kullanılmaktadır. Agar agarın renksiz, kokusuz, berrak ve diğer kolloidlerin desteği olmaksızın doğal jelleşme özelliği gıda sektörü tarafından sadece stabilizatör ve jelleşme ajanı olarak değil, aynı zamanda glaze, buz tabakası, şerit jöleler, salata sosları, pasta imalatında uzun yıllar kullanılmıştır. Süt ürünlerinde pastörizasyon aşamasında kullanılır. Agar agar insan vücudu tarafından sindirilemediği için gıdalarda besin olarak kullanılmaz, daha ziyade emülgatör olarak kullanılır (Naidu, 2000).

Agar agar, reçel, jöle ve marmelatlarda jelleştirici, aynı zamanda bira, şarap ve kahve üretiminde berraklaştırıcı olarak kullanılmaktadır (Naidu, 2000).

Agar agarın jelleşme yeteneği gıdaların alkali ya da asitlik durumundan etkilenmektedir. Narenciye ve çilek gibi asitli gıdalar çok yüksek miktarda agar agara ihtiyaç duyabilirler. Kivi (çok asidik), ananas, taze incir, papaya, mango ve şeftali gibi bazı meyveler agar agarın jelleşmesini engeller. Bu gıdalar pişirilmiş olsa bile agar agarın jelleşme yeteneğini bozan enzimler içerir (Naidu, 2000).

Konserve et üretimi sırasında; etin etrafının jel ile kaplanması, etrafındaki suyun uzaklaştırılması ve bakterilerin öldürülmesi için yüksek sıcaklıklarda 1.5 saat kaynatılması gerekmektedir. Etin kutulanmasında jelatin kullanıldığı zaman bu sıcaklıkta jelatin proteas ve peptona dönüşerek soğutulma sonrasında katılaşmış eriyik halini alır. Bu amaçla agar agar kullanıldığı zaman bu problemlerle karşılaşmaz. Jelatin 25°C'de erirken, agar agar 30°C'de katılaşır, 80-90°C de eriyik hale geldiği için et endüstrisinde koruyucu olarak kullanılması çok daha sağlıklıdır. Ayrıca jelatinin pH= 6'nın altında bozulması, agar agarın ise pH= 4,5 değerinin altında bozulmamasından dolayı agar agar asitli yiyeceklerin ve meyve sularının kutulanmasında kullanılmaktadır (Kadan, 1994).

Gıda endüstrisinde ısıya karşı dirençli jel oluşturması ve jelleşme sıcaklığı ile erime sıcaklığının farklı olması özel kullanımlar için tercih edilmektedir. Bu amaçla kurabiyelerde, pudinglerde, süsleme jölelerinde, pasta dolgularında, kremalı pastalarda ve diğer benzeri gıdalarda stabilizatör olarak kullanılmaktadır. Pasta süslemelerinde (şeker kaplamaları ve kremalar) %0.2-0.5 oranında kullanımı stabiliteyi artırır ve şekerli sıvının akıp ambalaja yapışmasını engeller. %0.12 oranında kullanılan şerbetlerde ve

dondurmalarda kıvamı, homojenizeyi sağlar. Ayrıca peynirlerde yapı geliştirici ve dilimleme kalitesini artırmak amacıyla kullanılabilir (Anonim 2015ü).

2.5.3.6.4.2. Agar agarın Tıpta ve İlaç Sektöründe Kullanımı

Agar agar kabızlık giderici etkiye sahip olup kabızlık için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bağırsak aktivitesini arttırmaz ve agar agarın tedavi ediciliği nem tutma kuvvetine bağlıdır. Bağırsak sistemi içinde agar agar aktivitesi bitkisel gıdalardaki selüloza benzer ve mekaniktir. Bu da bağırsak hareketlerinin düzenlenmesine yardımcı olur. Hidrasyon sonucunda sindirim sisteminde tahriş edici olmayan bir düzelme sağlar (Naidu, 2000).

Agar agar ayrıca, radyasyonun vücutta bıraktığı etkilerin ortadan kaldırılmasında, kapsül ve tablet şeklindeki ilaçlarda ve fitillerin yapılmasında kullanılmaktadır. Protez diş hekimliğinde, agar agar diş kalıplarının hazırlanmasında kullanılmaktadır. Ayrıca agar agar kozmetik ürünlerde geniş ölçüde jelleşme bileşeni olarak kullanılır (Naidu, 2000). Kandaki glikoz konsantrasyonunu düşürdüğü ve kırmızı kan hücreleri üzerinde topaklanmayı önleyici bir etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir (Murata ve Nakazoe, 2001). Ayrıca antitümör etkiye sahiptir (Chen ve ark., 2005, Fernandez ve ark., 1989). Agar agarın besleyici değerinin olmaması ve genişleyerek mideyi doldurup açlık hissettirmesi sebebiyle şişman insanlar tarafından zayıflamak için kullanılmaktadır (Kadan, 1994).

2.5.3.6.4.3. Agar agarın Mikrobiyolojide Kullanımı

1882 yılında Robert Koch bakterilerin büyüme ortamı için katılaştırma ajanı olarak agar agar hakkında bir yayın yayımlamıştır. Bundan sonraki yıllarda agar agar yaygın bir kullanım alanına sahip olmuştur (Bridson, 1990). Bakteriyel alanda kullanılan agar agarın evrensel bir spesifikasyonu yoktur. Ancak Gelidium, Pteroclovia, Geliella gibi yosunlardan elde edilen agar agar 41°C'nin üzerinde jelleşme sıcaklığı verdiği için bu alanda tercih edilen yosunlardır (Armisen ve Galataş, 1987).

1900'lü yılların başından itibaren agar agar birçok patojen mikroorganizmaların gelişme sıcaklığında katı halde kalmasından dolayı jelleştirme ajanı olarak kullanılmaya

başlanmıştır. Agar agar aynı zamanda bakteriyel enzimlere karşı dirençlidir. Agar agarın bu özelliği mikrobiyolojik uygulamalarda kayda değer ilerlemelere yol açmıştır (Anonim, 2015c).

Agar agarın erime sıcaklığı çok önem taşımaktadır. 34-40°C arasında sıvı kalır ve birçok mikroorganizmanın hayatta kalmasına olanak sağlar (Naidu, 2000). Diğer taraftan birçok bilimsel uygulama insan vücut ısısına yakın sıcaklık (37°C) gerektirmekte olup, agar agar bu sıcaklık değerinde katılaştığı için bu sıcaklıklarda eriyik halde olan jelatin gibi diğer kalınlaştırıcılara göre daha uygun bir ortam sağlamaktadır (Anonim, 2015f).

Mikrobiyolojik kullanım için ideal bir ortam olan kuvvetli jel özelliği, berraklık mikrobiyal bozulma direnci ve kararlılık gibi karakteristik özellikleri agar agar sağlamaktadır. Buna ek olarak agar agar kültür ortamlarının oluşması için doğal toksik olmayan bir matris oluşturmaktadır. Bu benzersiz özellikler birçok mikrobiyolojik uygulamalarda agar agarı kritik bir bileşen yapmaktadır. Ayrıca agar agar mikroorganizmaların motilite testinin yapılması ve anaerobik bakterilerin yetişmesi ve izole edilmesi için düşük konsantrasyonlarda bile başarılı bir şekilde kullanılır (Naidu, 2000).

Besiyerilerinde jelleştirici olarak kullanılan agar agar, uzun ve dallanmış zincir yapısı nedeniyle birkaç istisna dışında mikroorganizmalar tarafından besin maddesi olarak kullanılmaz. Besiyerilerine amacına göre %0.05-2 gibi geniş bir sınırdan ilave edilebilir. Düşük agar agar konsantrasyonları (%0.05-0.3) genellikle hareketliliğin belirlenmesi, mikroaerofil karakterdeki bakterilerin geliştirilmesi gibi özel amaçlarla kullanılır. Standart kullanım konsantrasyonu %1-1.5 arasındadır. Yüksek konsantrasyonlar ise yüksek asitli besiyerilerinde agar agarın jelleşme özelliğini koruması amacıyla kullanılır (Anonim, 2015u).

2.5.3.6.4.4. Agar agarın Diğer Kullanım Alanları

Agar agarın matbaacılıkta, mobilyacılıkta yapıştırıcı, dericilikte sağlamlık ve parlaklık verici, film endüstrisinde inceltici ve sıcaklığa dayanıklılığı artırıcı ve vücut için kullanılan bandajların imalinde yapımında kullanılır (Öğretmen 2007).

Agar agar kağıt endüstrisinde kağıda su geçirmez özellik kazandırılmasında ve deri endüstrisinde, derinin tabaklanmasında kullanılır. Tekstil endüstrisinde, elbiselere dayanıklılık ve sağlamlık verir ve emprimeyi kolaylaştırır. Metal işlemede, çinko veya genişleyen bazı metallerin ya da kurşundan yapılmış metal objelerin yüzey kaplamalarında kullanılır (Anonim, 2015t).

2.5.3.6.5. Agar agarın Dünya Pazarındaki Yeri

Agar agar neredeyse tamamına yakını toz halinde satılmaktadır. Bununla beraber kare ve şerit agar agar gibi diğer formlarda da satışa sunulmaktadır. Çizelge 2.5.3.6.5.1’de Gracilaria yosunundan toz formda elde edilen agar agar miktarında artış, Gelidium türü yosunlardan elde edilen toz agar agar miktarında ise azalma görülmektedir. Bunun nedeni Gracilaria yosununun yetiştiricilik yolu ile üretilmesiyle birlikte fiyatının daha uygun olmasıdır (Bixler ve Porse, 2010).

Çizelge 2.5.3.6.5.1. Agar agar türü ve kaynağına göre yıllık üretim miktarları (Bixler ve Porse, 2010)

Agar türü ve kaynağı	1999 yılı		2009 yılı	
	Üretim miktarı (Ton)	Pay (%)	Üretim miktarı (Ton)	Pay (%)
<i>Toz agar, Gracilaria</i>	4.100	55	7.650	80
<i>Toz agar, Gelidium</i>	2.800	37	1.550	16
<i>Kare agar, Gelidium</i>	300	4	200	2
<i>Şerit agar, Gelidium</i>	300	4	200	2
TOPLAM	7.500	100	9.600	100

Bixler ve Porse (2010), fikokoloid endüstrinin 1999-2009 yılları arasındaki değişimlerini araştırmışlardır. Çalışmada fikokoloid ürünlerinin on yıllık periyot zamanı içerisindeki büyüme oranının beklenenden %2 daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Bu küçük orandaki düşüşün bazı pazarlardaki inişli ve çıkışlı durumlarından kaynaklandıklarını bildirmişlerdir. Buna karşın agar agar üretiminin

üretim hacminde %2.5 oranında bir büyüme olmuştur. Bazı periyotlarda agar agarın üretiminde yıllık büyüme oranı %3.1'in üzerine çıkmıştır.

Deniz yosunlarından elde edilen bazı fikokolloidlerin satış hacmi ve ortalama satış fiyatları Çizelge 2.5.3.6.5.2.'de verilmiştir.

Çizelge 2.5.3.6.5.2. Deniz yosunlarından elde edilen fikokolloidlerin satış hacmi ve ortalama satış fiyatları (Bixler ve Porse, 2010)

Fikokolloid türü	1999		2009	
	Satış hacmi (Ton)	Satış fiyatı (US.kg ⁻¹)	Satış hacmi (Ton)	Satış fiyatı (US kg ⁻¹)
Agar agar	7.500	17	9.600	18
Alginat	23.000	9	26.500	12
Karragenan	42.000	7	50.000	10.5
TOPLAM	72.500		86.100	

Çizelge 2.5.3.6.5.2'de belirtilen miktarlar hesaplandığında 1999 yılında agar agardan elde edilen satış değeri 128 milyon USD, 2009 yılında 173 milyon USD'dir.

Agar agarın %90'ı gıda endüstrisinde kullanılırken geriye kalanı bakteriyolojik uygulamalarda kullanılmaktadır (Çizelge. 2.5.3.6.5.3). Agar agarın gıda amaçlı kullanımının stabil kalması beklenmekte olup, biyoteknoloji alanında kullanılmasının artması tahmin edilmektedir (Pawiro, 2006).

Çizelge 2.5.3.6.5.3. 2001 yılına ait ürün kategorisine göre agar agar üretim miktarları (Pawiro, 2006)

<i>Kullanım alanı</i>	<i>Ton</i>	<i>Miktarı (%)</i>
Gıda	6930	91
Bakteriyolojik	700	9
Toplam	7630	100

Not: Agar agarın toplam piyasa değeri yaklaşık 137 milyar dolar.

Bazı Avrupalı agar agar üreticileri işlerini artırmak için farklı ülkelere yönelmişlerdir. Örneğin İtalya'dan B&V firması Fas ve Malezya'da üretim yapmaktadır. Hispanagar firması Çin gibi bazı deniz aşırı ülkelerde üretim faaliyetlerine başlamıştır. Asya-Pasifik bölgesinde yüzlerce küçük agar agar işletmecileri bulunmaktadır. Burada yerel veya bölgesel çok miktarda ilkel üretim yapan üreticiler bulunmaktaydı. Son 10 yıldır bu küçük işletmeler kapatılmıştır. Şimdiki zamanlarda ise özellikle Çin, Şili ve Endonezya'da mevcut kapasitelerini artırmış veya yeni inşa edilmiş agar agar üretim tesisleri bulunmaktadır. Japonya tarihsel olarak agar agarın yerli ve esas üreticisidir. Son 10 yılın başında ve sonundaki agar agar üreticilerinin coğrafi dağılımı Çizelge 2.5.3.6.5.4'de verilmiştir (Bixler ve Porse, 2010).

Çizelge 2.5.3.6.5.4. Agar agar üretimi yapan firmaların coğrafi dağılımı (Bixler ve Porse, 2010)

Bölge	1999 (Ton)	2009 (Ton)
Avrupa	1.000	700
Afrika	900	800
Amerika	2.600	2.800
Asya-Pasifik	3.000	5.300
<i>Toplam Üretim</i>	<i>7.500</i>	<i>9.600</i>
Toplam Kapasite	9.000	12.500
% Kullanım	%83	%77

ITC (International Trade Centre) değerlerine göre, Türkiye agar agar ithalatı 2013 ve 2014 yılında artış göstermiş ve 2014 yılında toplam 147 ton satış hacmine, 4.332.000 USD değere ulaşmıştır. Başta Fransa olmak üzere Almanya ve Çin başı çeken ihracatçı ülkeler olmuştur. 2010-2014 yılları arasında Türkiye agar agar ithalatı Çizelge 2.5.3.6.5.5'de verilmiştir (ITC, 2015).

Çizelge 2.5.3.6.5.5. Türkiye agar agar ithalatı değerleri (ITC, 2015)

İhracatçı Ülke	2010		2011		2012		2013		2014	
	Miktar (Ton)	Değer, (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer, (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer, (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer, (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer, (1000\$)
Fransa	23	888	31	1.336	32	1.279	53	2.232	43	1.926
Almanya	2	88	1	58	1	80	4	135	32	719
Çin	12	181	19	309	6	95	11	163	31	615
Endonezya	13	175	15	273	22	372	28	505	11	224
İspanya	6	82	3	83	2	83	7	173	9	209
İtalya	4	99	4	133	6	157	13	286	8	194
Belçika	4	148	3	152	3	143	5	206	7	285
Kore	3	45	4	71	7	133	6	111	6	115
Avusturya	1	20	0	0	0	0	0	0	1	18
Kanada	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1
Şili	3	67	4	81	1	22	0	0	0	0
Danimarka	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Fas	11	155	30	529	0	17	0	0	0	0
Hindistan	21	38	0	14	0	12	0	7	0	1
Hollanda	0	6	0	22	1	27	1	24	0	20
Tunus	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
İngiltere	2	93	1	42	0	14	0	0	0	0
Amerika	0	7	0	7	0	9	0	3	0	6
TOPLAM	105	2.095	117	3.113	82	2.441	127	3.846	147	4.332

2014 yılında 147 ton agar agar ithalatı yapılan ülkemizde, Azerbaycan, Irak ve Türkmenistan 'a toplamda 7 ton agar agar ihracatı gerçekleşmiştir. Ülkemiz agar agar ihracat oranları Çizelge 2.5.3.6.5.6'da verilmiştir.

Çizelge 2.5.3.6.5.6. Türkiye agar agar ihracat değerleri (ITC, 2015)

İthalatçı Ülke	2010		2011		2012		2013		2014	
	Miktar (Ton)	Değer, (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer, (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer, (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer, (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer, (1000\$)
Azerbaycan	4	8	4	44	1	3	1	6	4	35
Irak	0	1	1	7	1	2	1	7	2	8
Türkmenistan	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
Ukrayna	0	0	0	0	0	1	1	2	0	5
Tacikistan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Kıbrıs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Bosna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Hersek										
Sırbistan	0	2	0	6	0	0	0	0	0	1
Libya	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Özbekistan	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Avusturya	0	0	1	26	0	0	0	0	0	0
Bulgaristan	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Almanya	0	0	0	0	0	3	1	9	0	0
Yunanistan	4	5	1	4	0	0	0	0	0	0
Kazakistan	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Polonya	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Romanya	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0
Rusya	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
Suriye	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Makedonya,	0	4	0	2	0	1	0	0	0	0
TOPLAM	9	21	8	89	5	16	5	27	7	58

Dünya verilerine göre 2010 yılında 10.851 ton olan agar agar ithalat değerleri her yıl artarak 2013 yılında 13.388 ton ve 224.632,000 USD değere sahip olmuştur (Çizelge 2.5.3.6.5.7). İhracat değerleri ise 2013 yılında 12.349 ton ve 251.603,000 USD'ye ulaşmıştır (Çizelge 2.5.3.6.5.8). İspanya, Japonya ve Amerika başta olmak üzere diğer ithalatçı ülkelerin ithalat miktarları ve değeri Çizelge 2.5.3.6.5.9, ihracat değerleri ise Çizelge 2.5.3.6.5.10' verilmiştir. Agar agar ihracat payı en yüksek olan ülkeler Çin, Şili, Endonezya, İspanya ve Fas'tır.

Çizelge 2.5.3.6.5.7. Dünya agar agar ithalat değerleri (ITC, 2015)

Ürün	2010		2011		2012		2013	
	Miktar (Ton)	Değer, (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer, (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer, (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer, (1000\$)
Agar agar	10.851*	165.204*	11.303*	195.402*	11.813*	195.067*	13.388*	224.632*

*Dünya toplamı, raporlanmış ve raporlanmamış ülkeleri temsil eder.

Çizelge 2.5.3.6.5.8. Dünya agar agar ihracat değerleri (ITC, 2015)

Ürün	2010		2011		2012		2013	
	Miktar (Ton)	Değer, (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer, (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer, (1000\$)	Miktar (Ton)	Değer, (1000\$)
Agar agar	12.919*	189.082*	12.824*	212.725*	11.617*	216.758*	12.349*	251.603*

*Dünya toplamı, raporlanmış ve raporlanmamış ülkeleri temsil eder.

Çizelge 2.5.3.6.5.9. Ülkeler bazında agar agar ithalat değerleri (ITC, 2015)

İthalatçı Ülke	2010		2011		2012		2013		2014	
	Miktar Ton	Değer, 1000\$	Miktar Ton	Değer, 1000\$	Miktar Ton	Değer, 1000\$	Miktar Ton	Değer, 1000\$	Miktar Ton	Değer, 1000\$
İspanya	585	8.842	346	6.953	446	6.892	1.859	11.786	780	12.297
Japonya	1.546	34.376	1.535	39.805	1.706	45.493	1.785	46.674	1.850	49.892
Amerika	1.312	25.944	1.368	29.466	1.429	29.418	1.420	32.112	1.413	34.855
Tayland	730	8.147	616	7.923	724	9.263	695	10.119	818	11.276
Almanya	1.169	16.118	942	18.613	609	12.171	689	13.672	866	18.938
İngiltere	210	6.741	222	7.431	184	6.348	580	9.948	0	9.565
Venezüella	41	102	218	346	440	657	393	783		
Endonezya	750	3.305	904	3.743	714	964	382	1.009		
Hindistan	178	2.476	195	3.446	318	5.574	375	6.940	316	6.624
Fransa	373	7.534	557	8.933	1.106	9.922	370	9.248	392	9.702
Çin	89	2.351	134	3.747	227	5.602	348	8.473	392	10.106
Malezya	622	4.637	680	6.781	765	7.506	345	6.908	680	6.528
Şili	44	661	126	2.387	125	2.391	333	4.594	568	6.382
Rusya	469	6.078	494	7.078	269	4.315	273	4.794	577	11.756
Polonya	232	3.824	267	5.057	221	4.053	229	4.758	247	5.741
Kanada	139	1.755	148	2.097	196	2.107	196	2.615	164	2.863
Ukrayna	230	2.875	188	3.160	160	2.751	184	3.040	136	2.702
Kore	76	1.160	66	1.194	99	1.730	167	3.035	197	3.786
Taipei, Çin	125	1.239	121	1.359	136	1.465	153	1.589	124	1.513
Honkong, Çin	5	43	5	148	6	69	48	446		
Türkiye	105	2.095	117	3.113	82	2.441	127	3.846	147	4.332
Singapur	66	736	77	1.290	125	1.352	107	1.785	119	1.752
Hollanda	115	1.252	215	2.862	67	1.372	106	1.884	0	2.179
Fas	17	131	30	338	82	1.477	106	1.863	105	2.219
Danimarka	86	1.818	105	2.558	128	3.380	104	3.196	87	2.779
Belçika	67	1.937	68	2.357	52	1.556	93	2.834	163	4.620

Çizelge 2.5.3.6.5.10. Ülkeler bazında agar agar ihracat değerleri (ITC, 2015)

İhracatçı Ülke	2010		2011		2012		2013		2014	
	Miktar Ton	Değer, 1000\$	Miktar Ton	Değer, 1000\$	Miktar Ton	Değer, 1000\$	Miktar Ton	Değer, 1000\$	Miktar Ton	Değer, 1000\$
Çin	3.980	43.017	3.714	53.826	4.146	58.803	4.488	69.065	5.465	97.349
Taipei, Çin	26	154	39	193	66	267	114	361	201	578
Honkong, Çin	10	131	7	137	11	142	81	892	0	0
Şili	2.170	36.469	2.057	43.639	1.925	43.805	1.771	44.070	1.878	48.754
İspanya	1.060	22.440	933	21.501	1.044	23.408	1.153	29.536	1.309	36.498
Fas	1.005	22.968	842	21.152	937	23.980	1.066	28.779	925	25.722
Endonezya	1.721	10.693	1.873	12.627	1.292	12.861	1.056	13.084	0	0
Kore	348	9.729	386	11.825	380	12.152	478	13.143	465	12.727
Amerika	264	5.519	279	6.226	213	6.222	270	8.787	197	8.294
Hindistan	76	1.599	73	1.293	184	3.023	230	4.215	163	3.373
Portekiz	224	5.202	153	4.343	158	4.811	177	4.512	66	2.075
Singapur	28	723	43	862	58	995	79	1.577	76	1.720
Meksika	74	1.761	79	1.866	45	1.181	60	1.573	78	2.168
Kanada	3	71	10	108	15	223	41	789	92	1.933
Rusya	3	15	4	1	21	310	23	442	38	868
Malezya	259	610	61	405	52	242	10	223	11	133
Türkiye	9	21	8	89	5	16	5	27	7	58

2.6. Literatür Özeti

Güven ve ark. (1966); Türkiye'nin Şile kıyılarından topladığı *Phyllophora nervosa* yosunundan elde edilen agar agarın özellikleri incelemişler ve standart agar agar özelliklerine uyduğunu bildirmişlerdir.

Rao ve Bekheet (1976); Mısır'ın İskenderiye kıyısından hasat ettikleri *Pterocladia capillacea* yosunundan farklı işlemler uygulayarak agar agar elde etmişlerdir. Asetik asit ve sülfürik asit kullanarak pH'yı 6'da tutarak agar agar verimini sırasıyla % 10.5 ve %10.2 olarak tespit etmişlerdir. Erime sıcaklığını asetik asit kullanarak elde edilen agar agarda 88 °C, sülfürik asitte ise 89°C olarak bulmuşlardır. jel gücü, ham kül ve sülfat miktarı asetik asit kullanılan agar agarda sırasıyla 750 g/cm², % 2.85 ve % 1.15, sülfürik asitte ise 650 g/cm², % 3.8 ve %1.56 olarak tespit etmişlerdir.

Lemus ve ark. (1991), *Pterocladia capillacea*, *Gelidium floridanum*, *Gelidium serrulatum* yosunlarına farklı alkali işlemleri uygulamışlar (alkali işlemsiz, 1N NaOH, %0,25 NaOH, %40 ethanol) ve agar agar elde etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre, maksimum agar agar verimi (%40,8), erime sıcaklığı (99°C), jelleşme sıcaklığı (37,5°C) ve 3,6 anhidrogalaktoz miktarını (%47,5) *G. serrulatum* yosununda, jel gücü (1470,3 gr/cm²) ve sülfat miktarını (%3,7) *P. capillacea* yosununda tespit etmişlerdir.

Yenigül (1979); Türkiye'nin bazı kırmızı yosunlarından agar agar eldesi üzerine yaptığı çalışmada en uygun yosun-su oranı, ekstraksiyon süresi ve pH'nın saptanması için yaptığı denemede *Gracilaria* için en uygun yosun-su oranını 1/75, ekstraksiyon süresini 6 saat ve pH'ın 7 olduğunu, *Pterocladia capillacea* için en uygun yosun-su oranını 1/50, ekstraksiyon süresini 6 saat ve pH'nın 3 olduğunu, *Phyllophora nervosa* için en uygun yosun-su oranını 1/35, ekstraksiyon süresini 6 saat ve pH'yı 4 olarak tespit etmiştir.

Şebetçioğlu ve Yenigül (1990); İzmir körfezinden topladığı *Gracilaria verrucosa* türü deniz yosununun sıcaklık, zaman, çözücü miktarı, karıştırma hızı gibi katı-sıvı ekstraksiyon koşullarını incelemiştir. Sonuçta agar agar veriminin en yüksek olduğu yosun-su oranını 1/75, ekstraksiyon sıcaklığını 97 °C, ekstraksiyon süresini 6 saat ve karıştırma hızını 350 devir/dakika olarak tespit etmişlerdir.

Yenigül (1991), Türkiye'nin farklı bölgelerinden topladığı *Gracilaria* sp. yosununa farklı oranlarda (%1, %2, %3) NaOH kullanarak alkali işleme tabi tutmuş ve elde ettiği agar agarın kimyasal karakteristiklerini tespit etmiştir. Çalışmada agar agar

verimini %17,6- 40,5, jelleşme sıcaklığını 40-45°C, erim sıcaklığını 78,5-86°C, sülfat miktarını %2,8-5,8, jel gücünü 3,3-6,6 gr/cm² arasında tespit etmiştir.

Orosco ve ark. (1992), Japonya, Tayland, Malezya ve Filipinler'den hasat ettiği farklı *Gracilaria* türlerine 60°C, 70°C, 80°C ve 90°C'de alkali muamelesi uygulayarak agar agar elde etmişler ve elde ettikleri agar agarın fiziksel özelliklerini incelemişlerdir (Çizelge 2.6.1). Çalışmada *G. chorda* ve *G. fisheri* yosunlarından elde ettikleri agar agarın viskozite miktarları diğer yosunlardan elde edilen viskozite sonuçlarından düşük tespit ettiklerini bildirmişlerdir. pH değerlerini arasında ise yosunlar arasında önemli bir farklılık tespit (6.9-8.1) edilmediğini söylemişlerdir. *G. chorda* yosunundan elde edilen agar agarın fiziksel özellikleri alkali muamelesi sıcaklığının artmasıyla devamlı olarak artış gösterdiğini ve elde edilen agar agarın jel gücü, erime sıcaklığı ve jelleşme sıcaklığı değerlerinin US farmakoloji standartlarına uygun bir özellik gösterdiğini ve iyi bir agar agar kaynağı olabileceğini bildirmişlerdir. Yüksek sıcaklıklarda alkali muamelesine tabi tutulan *G. fisheri* yosununda elde edilen agar agarın özelliklerinin *G. chorda* yosunundan elde edilen agar agar özelliklerine benzer özellik gösterdiğini tespit etmişlerdir. Filipinler'den hasat edilerek 80 ve 90°C'de alkali muamelesine tabi tutulan *G. verrucosa* yosununun iyi bir özellik gösterdiğini ve jel gücü ve erime sıcaklığının belirgin bir şekilde artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Filipinler'in Cebu bölgesinden hasat edilen ve 80°C'de alkali muamelesine tabi tutulan *Gracilaria sp.* yosunundan elde edilen agar agar özelliklerinin Bohol bölgesinden hasat edilen ve 80°C'de alkali muamelesine tabi tutulan *Gracilaria verrucosa* yosununa benzer özellikler gösterdiğini fakat agar agar veriminin *G. verrucosa* yosunda daha düşük olduğunu söylemişlerdir. Ilocos Norte bölgesinden toplanan *G. coronopifolia* yosunundan elde edilen agar agarın jel gücü miktarının alkali muamelesinden sonra yavaş bir şekilde arttığını, agar agar veriminin düşük ve jelleşme sıcaklığının nispeten yüksek olduğunu söylemişlerdir.

Çizelge 2.6.1. Farklı bölgelerden hasat edilen *Gracilaria sp.* türü yosunların agar agar özellikleri (Orosco ve ark. 1992)

Yosun türü / Hasat bölgesi	Fiziksel özellikler	Alkali muamele sıcaklığı (°C)		
		60	70	80
<i>Gracilaria chordata</i> / Japonya	Agar agar verimi (%)	18.3	26.9	26.1
	Viskozite (cP)	8.1	7.0	9.9
	pH	8.1	7.7	7.7
	Jel gücü (gr/cm ²)	56	415	1139
	Jelleşme sıcaklığı (°C)	31.5	35.0	40.0
	Erime sıcaklığı (°C)	77.7	84.6	95.0
<i>Gracilaria fisheri</i> / Tayland	Agar agar verimi (%)	12.9	13.3	14.3
	Viskozite (cP)	7.0	8.0	8.5
	pH	7.8	7.9	7.8
	Jel gücü (gr/cm ²)	298	575	716
	Jelleşme sıcaklığı (°C)	37.0	39.0	41.5
	Erime sıcaklığı (°C)	83.6	88.3	89.0
<i>Gracilaria verrucosa</i> / Filipinler- Bohol	Agar agar verimi (%)	16.8	16.2	14.7
	Viskozite (cP)	23.1	61.6	18.7
	pH	7.6	7.7	7.5
	Jel gücü (gr/cm ²)	162	596	608
	Jelleşme sıcaklığı (°C)	30.0	38.0	39.0
	Erime sıcaklığı (°C)	75.7	91.6	90.2
<i>Gracilaria sp.</i> / Filipinler- Cebu	Agar agar verimi (%)	14.7	13.2	10.8
	Viskozite (cP)	11.1	22.8	19.6
	pH	7.4	7.7	7.6
	Jel gücü (gr/cm ²)	179	522	621
	Jelleşme sıcaklığı (°C)	33.5	36.5	40
	Erime sıcaklığı (°C)	76.2	88.5	90.9
<i>Gracilaria coronopifolia</i> / Filipinler- Norte	Agar agar verimi (%)	10.5	10.6	10.3
	Viskozite (cP)	12.1	23.8	16.6
	pH	7.4	8.1	7.8
	Jel gücü (gr/cm ²)	155	195	201
	Jelleşme sıcaklığı (°C)	45.0	45.0	44.0
	Erime sıcaklığı (°C)	77.5	86.5	85.2

Aynı çalışmada Malezya’da kültüre edilmiş *Gracilaria edulis* yosunundan 80°C ve 90°C’de alkali işlemi görmüş ve alkali muamelesiz olmak üzere üç farklı şekilde agar agar elde ederek fiziksel özelliklerini incelemişlerdir. Buna göre 80°C’de alkali işlemi görmüş yosundan elde edilen agar agarın verimini %19, viskozitesini 9,5 cP, pH değerini 7,8, jel gücünü 442±8 gr/cm², jelleşme sıcaklığını 53°C, erime sıcaklığını 90,7°C; 90°C’de işlem görmüş yosunda agar verimini %14,1, viskoziteyi 10,1 cP, pH değerini 7,6, jel gücünü 401±2 gr/cm², jelleşme sıcaklığını 54°C, erime sıcaklığını 93,1°C, alkali işlemi görmemiş yosundan elde edilen agar agarın verimini %24,2, viskozitesini 25,9cP, pH değerini 7,1, jel gücünü 487±10 gr/cm², jelleşme sıcaklığını 48°C, erime sıcaklığını 90,3°C olarak tespit etmişlerdir. Malezya’dan doğal koşullardan hasat ettikleri *Gracilaria edulis* yosununa 80°C’de alkali işlemi uygulandıktan sonra elde edilen agar agarın verimini %21,3, viskozitesini 7,4cP, pH değerini 7,5, jel gücünü 316±14 gr/cm², jelleşme sıcaklığını 36°C, erime sıcaklığını 78,7°C; 90°C’de alkali muamelesi görmüş yosunda agar agar verimini %20,6, viskozitesini 7,7 cP, pH değerini 7,0, jel gücünü 331±20 gr/cm², jelleşme sıcaklığını 38°C, erime sıcaklığını 81,3°C, alkali işlemi uygulanmamış ve 110°C’de ekstraksiyon işlemi uygulanmış yosunda agar agar verimi %7,8, viskozitesi 53,9cP, pH değerini 7,0, jel gücünü 276±7 gr/cm², jelleşme sıcaklığını 36°C, erime sıcaklığını 79,9°C, alkali muamelesi uygulanmamış ve 130°C’de ekstraksiyon işlemi uygulanmış yosunda ise agar agar verimini %17,9, viskozitesini 17,0cP, jel gücünü 225±4 gr/cm², jelleşme sıcaklığını 35°C, erime sıcaklığını 81,6°C olarak ifade etmişlerdir.

Price ve Bielig (1992), Avusturalya’dan hasat ettiği *Gracilaria gracilis* yosununda agar agar verimini %16,4-25 arasında tespit etmiş olup, Yaz mevsiminde topladığı yosunlardan elde ettikleri agar agar veriminin kışın toplananlardan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Yenigül (1993), Türkiye’den hasat ettiği *Gracilaria verrucosa* yosunundan elde ettiği agar agarın jelleşme özelliklerini ve mevsimsel değişimlerini incelemiştir. Agar agar verimini en yüksek Yaz mevsiminde, en düşük ise Kış mevsiminde topladığı yosunlardan elde ettiği agar agarda elde etmiştir. IR spektrofotometresi tarafından belirlemiş olduğu 3,6 anhidrogalaktoz değeri en yüksek ekim ayında hasat ettiği yosun örneklerinde tespit etmiştir. Agar agarda jel gücünü 330-1250 N m² arasında saptamıştır.

Istini ve ark. (1994), *G. chorda* yosununu 70°C ve 80°C de ekstraksiyon işlemine tabi tutmuşlar ve elde ettikleri agar agarın verimini %10,25-18,34, viskozitesini 8,2-91,4cP, jel gücünü 347±20-692±24 gr/cm² ve pH değerini 6,58-6,82 arasında tespit etmişlerdir. Kültüre edilmiş ve doğal şartlarda yetişmiş *G. fisheri* yosundan elde edilen agarın verimini %13,-15,63, jel gücünü 171±56-548±57 gr/cm², viskozitesini 2,6-79,1cP ve pH değerini 6,52-6,86 olarak saptamışlardır.

Freile- pelegrin ve ark. (1995), *Gelidium canariensis* yosunundan elde ettiği agarda verimi %16,7-32,6, jel gücünü 513-903 gr/cm², jelleşme sıcaklığını 35,7-39,3°C, erime sıcaklığını 85,1-93,7°C olarak tespit etmişlerdir.

Chirapart ve ark. (1997), Japonya'da yeni rapor edilen *Gracilaria lemaneiformis* yosununa alkali işlemi (%5 NaOH ile 80°C'de 2 saat inkübasyon) uyguladıktan sonra 0,1N, 0,01N ve 0,001N sülfürik asit, asetik asit, oksalik asit ve nitrik solüsyonlarında 1, 2, ve 3 saat sürelerle 100°C'de ekstraksiyon işlemi uygulamışlar ve elde ettikleri agar agarın kimyasal özelliklerine asit hidrolizlerinin etkisini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre, 1 saat süre ile 0,01N asetik asit hidrolizi uygulanmış yosunlardan elde edilen agar agarın jel gücünü 42,0±10,8 gr/cm², viskozitesini 1,59±0,01cP, 3,6 anhidrogalaktoz miktarını %41,8 ve sülfat miktarını %1 olarak tespit etmişlerdir. 1, 2 ve 3 saat boyunca 0,001N asetik asit hidrolizi uygulanmış yosunlardan elde edilen agar agarın jel gücünü sırasıyla 715±74,6 gr/cm², 634±48,2 gr/cm², 247±15,3 gr/cm², viskozitesini 2,47±0,05cP, 1,57±0,02cP, 1,37±0,01cP, 3,6 anhidrogalaktoz miktarını %45,2, %39,8, %38,9, sülfat miktarını %0,94, %0,96, %0,84 olarak ifade etmişlerdir. 1 saat süre ile 0,001N oksalik asit ile hidroliz edilmiş yosundan elde edilen agar agarın jel gücünü 31,2 gr/cm², viskozitesini 1,28cP, 3,6 anhidrogalaktoz miktarı %44,3, sülfat miktarını %0,94 tespit etmişlerdir. 1 ve 2 saat süre ile 0,001N sitrik asit ile hidroliz edilen yosundan elde edilen agar agarın jel gücünü sırasıyla 484±25,6 gr/cm², 135±8,6 gr/cm², viskozitesini 1,92±0,01cP, 1,57±0,01cP, 3,6 anhidrogalaktoz miktarını %40,6, %41,3, sülfat miktarını %1,11, %0,95 olarak saptamışlardır.

Roleda ve ark. (1997), *Gelidiella acerosa* yosunundan agar agar elde etmişler ve verimi %17,9±4-39,9±1, jelleşme sıcaklığını 37±0,6-45°C, jel gücünü 61±6-523±5 gr/cm², erime sıcaklığını 71±2-92±1°C, sülfat miktarını %1,6±0,2-2,2, 3,6 anhidrogalaktoz miktarını %40,2±0,7-49,7±0,8 arasında saptamışlardır.

Mollet ve ark. (1998), *Gracilaria cf. vermiculophylla*, *Gracilariopsis longissima* ve *Gracilaria gracilis* yosunlarından elde ettikleri agar agarın verim ve kalitesini belirlemişlerdir. Agar agar verimini en yüksek mart ayında gelgit altı bölgeden hasat ettikleri *Gracilaria gracilis* yosununda (%18,7), en düşük mart ayında gelgit üstü hasat ettikleri *Gracilariopsis longissima* yosununda (%8) tespit etmişlerdir. 3,6 andihroglaktoz miktarını en yüksek mart ayında gelgit altı bölgeden hasat edilen *G. gracilis* yosununda (%50,4), en düşük mart ayında gelgit altı bölgeden hasat edilen *Gs. longissima* yosununda (%31,9) elde etmişlerdir. Agar agarda sülfat miktarı en yüksek mart ayında gelgit altı bölgeden hasat edilen *G. gracilis* yosununda en düşük haziran ayında gelgit altı bölgeden hasat edilen *G. longissima* yosununda, jel gücünü en yüksek haziran ayında hasat gelgit altı bölgeden hasat edilen *G. gracilis* yosunda, en düşük mart ve haziran ayında gelgit altı bölgeden ve nisan ayında gelgit üstü bölgeden hasat edilen *Gs. longissima* yosunundan elde etmişlerdir.

Calumpong ve ark. (1999), Filipinlerin Negros adasında üç farklı istasyon tespit ederek (LB istasyonu; Lag-it, Bais şehi, CD istasyonu; Canday-ong Dumaguete şehri, MS istasyonu; Malo, Siaton) hasat ettikleri *G. arcuata*, *G. salicornia* ve *G. blodgettii* yosunlarından agar agar elde ederek mevsimsel verim ve kalitesini belirlemişlerdir. Agar agar verimini LB istasyonundan hasat edilen *Gracilaria arcuata* yosununda $7 \pm 2,9 - 21,7 \pm 0,7$, LB istasyonundan hasat edilende ise $18,3 \pm 0,5 - 2,6 \pm 0,6$ arasında tespit etmişlerdir. *G. salicornia* ve *G. blodgettii* yosununda agar agar verimleri sırasıyla $15,7 \pm 1,3 - 2,9 \pm 0,6$ ve $20,7 \pm 0,1 - 5,9$ olarak saptamışlardır. Jel gücü miktarları *G. arcuata* yosununda (LB istasyonu) 17-260 gr/cm², *G. arcuata*'da (MS istasyonu) 58-270 gr/cm², *G. salicornia*'da 29,5-147 gr/cm² ve *G. blodgettii* yosununda 29,6-235 gr/cm² olarak bildirmişlerdir. Agar agar viskozite değerleri LB istasyonunda hasat edilen *G. arcuata* yosununda 0-42 cps, MS istasyonundan hasat edilen *G. arcuata*'da 0-28,8 cps, CD istasyonundan hasat edilen *G. blodgettii* yosununda 2,5-15 cps, *G. salicornia*'da 0-47 cps olarak ifade etmişlerdir. Agar agar jelleşme sıcaklığını LB istasyonundan hasat edilen *G. arcuata* ve *G. salicornia*'da sırasıyla 38-49,5°C ve 44-53°C, CD istasyonundan hasat edilen *G. blodgettii* yosununda 42-49°C ve MS istasyonundan hasat edilen *G. arcuata*'da 42-55,5°C arasında tespit etmişlerdir. Agar agar erime sıcaklığı LB istasyonundan hasat edilen *G. arcuata* ve *G. salicornia* yosunlarında sırasıyla 59-81°C ve 64-77°C, MS istasyonundan elde ettikleri *G. arcuata*'da 54-84°C, CD istasyonundan toplanan *G. arcuata*'da 52,5-78°C olarak

belirtmişlerdir. Agar agarda sülfat miktarını *G. salicornia* yosunundan elde ettiklerinde $4,2 \pm 1,5$, *G. arcuata*'da $5,2 \pm 1,1$ ve *G. blodgettii* yosununda $5,3 \pm 1,7$ olarak bildirmişlerdir. 3,6 anhidrogalaktoz miktarlarını *G. salicornia*, *G. arcuata* ve *G. blodgettii* yosunlarından elde ettikleri agar agarda sırasıyla $13,9 \pm 2,4$, $15,3 \pm 1,8$ ve $15,1 \pm 2,6$ olarak bildirmişlerdir.

Givernaud ve ark. (1999), Fas'ın Atlantik kıyısı boyunca hasat ettiği *Gracilaria multipartita* yosununun büyüme ve agar agar kompozisyonu özelliklerini mevsimsel değişimlerini aylık olarak incelemişlerdir. Yosunlardaki büyümenin maksimum Kış mevsiminde olduğunu, baharda azaldığını ve Yaz mevsimini başında minimum seviyeye ulaştığını bildirmişlerdir. Agar agar verimi en yüksek ağustos ayında (%34), en düşük ekim ayında (%25), sülfat miktarını yıl boyunca %2,4-5 arasında tespit etmişlerdir. Agar agar jel gücünü alkali muamelesi uygulanmamış örneklerde $246-511 \text{ gr/cm}^2$ arasında, alkali ile işlem görmüş yosunlarda max. 880 gr/cm^2 olarak tespit etmişlerdir. Erime ve jelleşme sıcaklığı değerlerini sırasıyla en yüksek ağustos ve şubat aylarında, en düşük eylül ve ağustos aylarında tespit etmişlerdir. Agar agarda ham kül ve 3,6 anhidrogalaktoz miktarlarını ise sırasıyla en yüksek eylül ve aralık, en düşük ekim ve nisan aylarında bulmuşlardır.

Falshaw ve ark. (1999); üç farklı *Gracilaria* türünden agar agar elde ederek verim ve kalitesini incelemişlerdir. Elde edilen yosun türlerine göre agar agar verimini %21-37, jel gücünü 310.345 g/cm^2 , erime sıcaklığını $85-100 \text{ }^\circ\text{C}$ ve jelleşme sıcaklığını $34.5-46 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak tespit etmişlerdir.

Israel ve ark. (1999); *Gracilaria tenuistipitata*'yı laboratuvar ortamında kültüre ederek agar agar verimi ve kalitesi üzerine pH ve tuzluluğun etkisini incelemişlerdir. Agar verimi 63.4 ± 13.5 , jel gücünü $736.3 \pm 14.1-1076.6 \pm 83.5 \text{ gr/cm}^2$ olarak bildirmişlerdir.

Montano ve ark. (1999); *Gracilaria arcuata* ve *Gracilaria tenuistipitata* yosunlarından elde ettikleri agar agarın kimyasal ve jelleşme özelliklerini NMR ve kızılötesi mikroskop kullanarak belirlemişlerdir. Alkali müdahalesi ile elde ettikleri agar agarda doğal agar agardan daha düşük miktarda sülfat, yüksek miktarda 3-6 anhidrogalaktoz ve jel gücü tespit etmişlerdir.

Mouradi-Givernaud ve ark. (1999); Fas'ın Atlantik kıyısı boyunca topladıkları *Gelidium sesquipedale* yosunundan elde ettikleri agar agarın biyolojisi ve kompozisyonunu incelemişlerdir. Jelleşme ve erime sıcaklığı değerlerini sırasıyla 35-

36°C ve 89-92°C arasında tespit etmişlerdir. Jel gücünü en yüksek mayıs ve temmuz aylarında (1000 g/cm²), minimum eylül ayında (890 g/cm²) saptamışlardır. Sülfat miktarı yıl boyunca %1-1,6 arasında çok az miktarda değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca agar agar içeriğinde çok yüksek miktarda 3,6-anhidrogalaktoz olduğunu ifade etmişlerdir.

Sausa-Pinto ve ark. (1999); kültüre ettikleri *Gelidium pulchellum* 'dan elde ettiği agar agarın verimini % 31- 38.6 ve sülfat miktarını % 1.2-1.4 tespit etmişlerdir.

Villanueva ve ark. (1999); *Gelidiella acerosa* ve *Gracilaria eucheumoides* yosunlarından elde ettikleri agar agarın kimyasal kompozisyonu, jelleşme özellikleri ve veriminin mevsimsel değişimlerini incelemişlerdir. *Gracilaria eucheumoides* yosunundan elde ettikleri agar agar verimini en yüksek mayıs ayında (%29), en düşük mart ayında (%20) tespit etmişlerdir. *Gelidiella acerosa* yosununun agar agar verimini %7 (Kasım) ile %21 (Mayıs) arasında tespit etmiş olup, genellikle yağmurlu mevsimlerde daha yüksek agar agar veriminin olduğunu ifade etmişlerdir. Jej gücü miktarlarını her iki yosun türünde de temmuz ayında en yüksek değere ulaşmış olup, *Gelidiella acerosa* yosunundan elde edilen agar agarda 820 gr/cm² ve *Gracilaria eucheumoides* yosunlarından elde edilen agar agarda 430 gr/cm² olarak bulmuşlardır. *Gracilaria eucheumoides* yosunundan elde ettikleri agar agarda viskozite miktarını en düşük eylül ayında, en yüksek mayıs ayında ve 10-320cP arasında olduğunu ifade etmişlerdir. *Gracilaria eucheumoides* yosunundan elde ettikleri agar agarda erime ve jelleşme sıcaklıklarını sırasıyla 37-42°C ve 75-86°C, *Gelidiella acerosa* yosunundan elde edilen agar agarda ise 48-51°C ve >90°C olarak bildirmişlerdir. Sülfat miktarı *Gelidiella acerosa* yosunundan elde edilen agar agarda mayıs- eylül ayları arasındaki yağmurlu aylarda düşük (>%4,5), kasım (% 6,1) ve ocak (%6,6) ayları arasında ise en yüksek seviyeye ulaştığını ifade etmişlerdir. *Gracilaria eucheumoides* yosunundan elde ettikleri agar agarda ise sülfat miktarını en düşük temmuz ayında (%3,3) tespit etmişler ve yıllık ortalama %4-4,3 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. 3,6 anhidrogalaktoz miktarı *Gelidiella acerosa* ve *Gracilaria eucheumoides* yosunlarından elde edilen agar agarda sırasıyla %26-36 ve %26-31 olarak bulmuşlardır.

Freile-Pelegrin (2000), *Gracilaria cornea* yosunundan 18 ay muhafaza ederek muhafazası süresince agar agar verimini ve özelliklerini belirlemiştir. Agar agar verimini en yüksek 6. ve 13. ay sonunda (%23,1), en düşük 17. ay sonunda (%18,1)

depolanan yosun örneklerinde elde etmiştir. ilk 5 ay ve son 6 ay agar agar verimini ortalama sırasıyla $19,2 \pm 0,5$ ve $18,7 \pm 0,5$ tespit etmiştir. Ayrıca muhafaza boyunca jelleşme sıcaklığı, erime sıcaklığı ve jel gücü olumsuz etkilendiğini ifade etmiştir. Jel gücünde ilk 5 ay herhangi bir değişiklik olmadığını fakat son 6 aydan sonra olumsuz bir şekilde etkilendiğini ifade etmiştir.

Marinho- Soriana ve ark. (2001), *G. cervicornis* yosunundan elde ettiği agar agarın verimini %11-20 tespit etmiş olup, en yüksek agar agar veriminin yağmursuz mevsimlerde elde ettiklerini ifade etmişlerdir. *H. cornea* yosunundan elde ettikleri agar agarın verimini %29-41 olarak tespit etmişler ve en yüksek agar agar verimini haziran ayında olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca *H. cornea* yosundan elde edilen agar agarın ticari vasıflarda olduğunu belirtmişlerdir.

Buriyo ve Kivaisi (2003), Tanzanya kıyısı boyunca hasat ettikleri *Gracilaria salicornia* yosunundan elde ettikleri agar agarın verim ve özelliklerini belirlemişlerdir. Agar agar verimini $30,2 \pm 1,6$ - $7 \pm 2,2$, sülfat miktarını $2,8 \pm 0,83$ - $0,52 \pm 0,5$, 3,6 anhidrogalaktoz en yüksek $44 \pm 3,3$ - $16,3 \pm 1,5$ tespit etmişlerdir. Jel gücünü mart ayında Oyster Bay bölgesinden ve nisan ayında Chwaka Bay bölgesinden hasat ettikleri yosunlarda saptamışlardır.

Marinho-Soriano ve ark. (2003), *Gracilaria gracilis* ve *Gracilaria bursa-pastoris* yosunlarından elde ettikleri agar agarın verimini maksimum İlkbahar (%30) ve Yaz (%36) mevsiminde, minimum Kış (%19, %23) mevsiminde saptamışlardır. Agar agar jel gücünü *G. gracilis* yosununda 229-828 gr/cm², *G. bursa-pastoris*'de 23-168 gr/cm² arasında tespit etmişlerdir. Araştırma bulgularına göre her iki yosun türünden elde ettikleri agar agarların jelleşme sıcaklıkları, sülfat miktarı ve 3,6 anhidrogalaktoz miktarları arasında önemli değişimler ($p < 0,01$) gözlemlenmiştir. Ayrıca *G. gracilis* yosunundan elde ettikleri agar agarın *G. bursa-pastoris* yosunundan elde edilen agar agara göre daha iyi kalitede olduğu ve endüstride kullanıma uygun olduğunu ifade etmişlerdir.

Chiovitti ve ark. (2004), *Pterocladia lucida* yosunundan elde ettiği agar agarda sülfat miktarını $8,4$ - $1,3$, agar agar verimini %19-4 arasında tespit etmişlerdir.

Rath ve Adhikary (2004), *Gracilaria verrucosa* yosunundan elde ettikleri agar agarda jel gücünü 10-310 gr/cm², agar agar verimini %4,8-40, jelleşme sıcaklığını 32-

43°C, erime sıcaklığını 48-80,5°C, 3,6 anhidrogalaktoz miktarını %16-44,5 ve sülfat miktarını %1,2-6,8 olarak saptamışlardır.

Chirapart ve ark. (2006), *Gracilaria fisheri* ve *Gracilaria tenuispitata* yosunlarından agar agar elde etmişler ve en yüksek agar agar verimini sırasıyla %43,8±1 (Şubat ayında), %39,28±0,5 (kasım ayında), jel gücünü 658,6 gr/cm², 611 gr/cm², viskoziteyi 31Pas, 39Pas olarak tespit etmişlerdir. Agar agar jelleşme sıcaklığını *Gracilaria tenuispitata* yosununda 44,5±1- 49,3±0,8°C, *Gracilaria fisheri*'de 46±1-48,8±0,8°C arasında saptamışlardır. Erime sıcaklığı, sülfat ve 3,6 anhidrogalaktoz miktarını *Gracilaria fisheri* yosununda sırası ile 81,9±0,7-84±1°C, %0,75-0,88, %15,87-23,97, *Gracilaria tenuispitata*'da ise 85±0,1-92±0,2°C, %0,63-0,77, %15,4-21,9 olarak belirlemişlerdir.

Freile-Pelegrin ve ark. (1996), *Pterocladia capillacea* yosunundan elde ettikleri agar agarın veriminin ilkbahar mevsiminin sonu ile yaz mevsimin başlangıcı arasında azaldığını tespit etmişlerdir. Agar agar jel gücü miktarının kışın arttığını aralık-şubat ayında maksimum değere ulaştığını saptamışlardır. Yaptıkları araştırmada agar agar jel gücü, verim, erime ve jelleşme sıcaklıklarında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit etmediklerini ifade etmişlerdir.

Praibon ve ark. (2006), Japonya ve Tayland'dan hasat ettikleri *G. fisheri*, *G. edulis* ve *Gracilaria sp.* türlerinden alkali muameleli ve alkali muamelesiz olmak üzere iki farklı ekstraksiyon yöntemi uygulayarak elde ettikleri agar agarın fiziksel ve kimyasal karakteristiklerini incelemişlerdir (Çizelge 2.6.2).

Çizelge 2.6.2. Farklı *Gracilaria sp.* yosun türlerinden elde edilen agar agarın kalitesi ve verimi (Praibon ve ark., 2006)

	<i>Gracilaria fisheri</i>		<i>Gracilaria edulis</i>		<i>Gracilaria sp.</i>	
	Alkali işlemsiz	Alkali işlemlili	Alkali işlemsiz	Alkali işlemlili	Alkali işlemsiz	Alkali işlemlili
Agar verimi (%)	13.33±1.78	39.55±7.59	10.90±0.92	34.34±1.74	39.42±0.71	31.30±1.79
Jel gücü (gr/cm ²)	145.61±34.55	228.27±48.18	197.08±72.87	239.95±28.35	202.31±7.39	334.50±14.1
Viskozite (cP)	18.37±0.55	4.34±0.27	22.05±2.76	8.59±0.37	57.33±3.51	5.28±0.23
Jelleşme sıcaklığı (°C)	49.25±0.96	47.00±0.00	60.20±0.45	61.00±1.00	53.40±0.55	53.6±0.89
Erime sıcaklığı (°C)	72.40±0.10	72.37±0.06	92.60±0.30	87.63±0.06	82.00±0.00	75.00±0.00
Sülfat (%)	4.56±0.14	2.80±0.04	7.54±0.18	4.92±0.07	3.75±0.06	0.40±0.04
3.6Anhidrogalaktoz	35.19 ± 0	38.88±1.88	37.03±2.83	43.06±0.41	38.11±2.84	52.55±7.24

G. fisheri yosunundan elde ettikleri agar agarın verimini yüksek olduğunu, buna karşın düşük bir jel gücü özelliği gösterdiğini tespit etmişleridir. *Gracilaria edulis* yosunundan elde edilen agar agar verimini alkali işlemi tabii tutulmuş yosunlarda 34.34 ± 1.74 , alkali işlem uygulanmayan yosunlarda 10.90 ± 0.92 tespit etmiş olup, her iki yöntemle elde edilen agar agarın jel gücünün düşük olduğunu belirtmişlerdir. En yüksek jel gücünü *Gracilaria sp.* yosunundan elde etmişlerdir. en yüksek erime ve jelleşme sıcaklığı değerlerini *Gracilaria edulis*, en düşük *Gracilaria fisheri* cinsi yosunlardan elde edilen agar agarda saptamışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre sülfat ile 3.6 anhidrogalaktoz miktarları arasında ters bir ilişki olduğunu ve alkali muamelesi uygulanan yosunların sülfat miktarlarının alkali muamelesi uygulanmayanlara göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Prasad ve ark. (2007), Hindistan'ın batı ve güneydoğu kıyılarından farklı istasyonlardan hasat ettikleri *Gelidiella acerosa* yosunundan elde ettiklerin agar agarın kalitesini incelemişlerdir. Hindistan'ın batı bölgelerden 2001 yılında hasat edilen yosunlardan elde edilen agar agarın jel gücünü $225 \pm 0,95 - 400 \pm 18,42$, agar agar verimini $21 \pm 0,96 - 24 \pm 2,06$, 3,6 anhidrogalaktoz miktarını $27 \pm 0,95 - 32 \pm 0,82$, sülfat miktarını $1 \pm 0,14 - 1,7 \pm 0,08$, jelleşme sıcaklığını $37 \pm 0,71 - 39 \pm 0,25$, erime sıcaklığını $79 \pm 0,35 - 87 \pm 0,95$ ve viskozitesini $15 \pm 0,55 - 30 \pm 0,85$ cP arasında tespit etmişlerdir. Hindistan'ın güneydoğu bölgesinden 2001 yılında hasat ettikleri yosundan elde edilen agar agarın jel gücünü $500 \pm 8,39 - 700 \pm 8,39$ gr/cm², agar agar verimini $19 \pm 0,67 - 22 \pm 0,95$, 3,6 anhidrogalaktoz miktarını $33 \pm 1,4 - 38 \pm 1,41$, sülfat miktarını $1 \pm 0,7 - 1,4 \pm 0,09$, jelleşme sıcaklığını $39 \pm 1,1 - 42 \pm 0,95$ °C, erime sıcaklığını $81 \pm 0,85 - 86 \pm 0,95$ °C ve viskozitesini $33 \pm 0,75 - 45 \pm 0,95$ cP olarak belirlemişlerdir.

Romero ve ark. (2007), *Gracilis edulis* yosunundan elde ettikleri agar agarda sülfat miktarını $2,3 \pm 0,05 - 3,21 \pm 0,04$, jel gücünü $36 \pm 7 - 226 \pm 3$ gr/cm², erime sıcaklığını $74 \pm 1,2 - 88 \pm 4$ °C ve jelleşme sıcaklığını $42 \pm 1,2 - 46 \pm 0,6$ °C olarak tespit etmişlerdir.

Arvizu- Higuera ve ark. (2008), *Gracilaria vermiculophylla* yosunundan elde ettikleri agar agarın kalitesine üzerine ekstraksiyon süresi (1.5, 2, 2.5, 3 saat) ve alkali muamele süresinin (0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3 saat) etkisini belirlemişlerdir. En yüksek yüksek agar agar verimi (%15,3) ve jel gücü (1064 g/cm²) 0.5 saat alkali muamelesi ile işlem görmüş agar agarda elde etmişlerdir. Bu değerlerin ekstraksiyon süresinin uzamasıyla birlikte azaldığını belirtmişleridir. Alkali işlem süresine göre agar agar kalitesini

incelediklerinde erime sıcaklığı, jelleşme sıcaklığı ve 3,6 anhidrogalaktoz miktarları en yüksek sırasıyla 3 saat ($99,7\pm 0,3^{\circ}\text{C}$), 1 saat ($39,6\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ ve 1 saat ($48,9\pm 1,2$), en düşük ise 0,5 saat ($94,2\pm 0,7$), 0,5 saat ($36,6\pm 1,1^{\circ}\text{C}$), 3 saat ($38,9\pm 0,7$) alkali işlemi uygulanmış yosundan elde edilen agar agarda tespit etmişlerdir. Yosunlara alkali işleminden geçirdikten sonra farklı ekstraksiyon süreleri uygulayarak agar agar kalitesini incelenmiş ve erime sıcaklığını en yüksek ($98,1\pm 1,1^{\circ}\text{C}$) 2 saat, jelleşme sıcaklığını ($37,8\pm 0,6^{\circ}$) 2 saat, 3,6 anhidrogalaktoz miktarını ($45,7\pm 2,0$) 3 saat süre ile ekstraksiyona tabi tutulmuş yosunlardan elde edilen agar agarda tespit etmişlerdir. Yosunlara herhangi bir alkali işlem uygulamadan, farklı sürelerde ekstraksiyon edilen yosunlardan elde edilen agar agarda erime sıcaklığı en yüksek ($64\pm 1,4^{\circ}\text{C}$) 2,5 saat, jelleşme sıcaklığı ($23,3\pm 1,6^{\circ}\text{C}$) 2,5 saat, 3,6 anhidrogalaktoz miktarı ($37,3\pm 0,9$) 3 saat süre ile ekstraksiyon edilen yosunlardan elde edilen agar agarda olduğunu belirtmişlerdir.

Li ve ark. (2008), *G. lemaneiformis* ve *G. asiatica* yosunlarına NA (10 gr kuru yosun 500 ml distile su içerisinde 115°C 'de 2 saat ekstraksiyon edilmiştir), AA (10 gr kuru yosun 500 ml $85\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki %5'lik NaOH solüsyon içerisinde 2 saat muamele edildikten sonra yosunlar 500 ml distile su ile yıkanmış ve $\text{pH}=6.3\pm 0.2$ olacak şekilde ayarlandıktan sonra NA metodundaki ekstraksiyon işlemleri uygulanmıştır), CA (Yosunlar %5 NaOH solüsyonu ile muamele edildikten sonra 500 ml %0.1'lik sodyum hipoklorit yıkanmış sonra 1 N HCl ile 15 dakika boyunca $\text{pH}=4.5\pm 0.3$ 'e ayarlanmış ve bu işlemlerden sonra 500 ml %0.01'lik potasyum permanganat ve 500 ml %0.2 etanoik asit ile ikinci defa ağartma işlemi uygulayarak yosunlar NA metodundaki gibi ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur.) ve PA (Zepp ve ark., 1981'in uyguladığı metottan uyarlayarak yapmışlar) şeklinde isimlendirerek farklı ekstraksiyon metotları uygulamışlar ve elde ettikleri agar agarın fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. *G. lemaneiformis* yosununa alkali muamelesi uygulamadan (NA) elde ettiği agar agarın verimini jel gücünü, 3,6 anhidrogalaktoz miktarı, toplam sülfat ve jelleşme sıcaklığı miktarlarını sırasıyla $29,7\pm 1,9$, 271 ± 38 gr/cm², $26,2\pm 2,3$, $2,96\pm 0,1$ ve $40,8\pm 1,8^{\circ}\text{C}$ olarak tespit etmişlerdir. *G. asiatica* yosunundan alkali muamelesi uygulamadan elde edilen agar agarda jel gücü ve toplam sülfat miktarını sırasıyla 465 ± 23 gr/cm² ve $2,46\pm 0,08$ olarak bulmuşlardır. *G. lemaneiformis* yosununa AA alkali metodu uygulayarak elde edilen agar agarın verimini, jel gücünü, 3,6 anhidrogalaktoz miktarını, toplam sülfat miktarını ve jelleşme

sıcaklığını sırasıyla %25,8±2,9, 1761±35 gr/cm², %39,5±1,6, %0,89±0,1, 41,7±1,1°C, CA metodu ile elde edilen agar agarda %25,4±2,6, 1707±177 gr/cm², %40,5±1,4, %0,81±0,13, 41,5±1,3, PA metodu ile edilen agar agarda ise %25,4±1,7, 1913±38 gr/cm², %41,4±0,9, %0,76±0,09, 41,2±0,9°C olarak tespit etmişlerdir. *G. asiatica* yosunundan elde edilen agar agarın jel gücü ve toplam sülfat miktarlarını AA metodu uygulanan agarda sırasıyla 1441±57 gr/cm², %1,27±0,1, CA metodunda 1282±99 gr/cm², %1,23±0,06, PA metodunda ise 1599±24 gr/cm², %1,05±0,1 olarak saptamışlardır.

Meena ve ark. (2008), Hindistan'dan hasat ettikleri farklı *Gracilaria* türünden (*G. edulis*, *G. crassa*, *G. foliifera*, *G. corticata*) değişik oranlarda NaOH ile alkali işlem görmüş (%3,%4, %6 %8 %10 %15) ve alkali işleme tabi tutulmadan elde ettikleri agar agarın verim, jel gücü ve sülfat miktarı ile metal iyon miktarlarını incelemişlerdir. Çalışmada yosunlara alkali işlem uygulamadan elde edilen agar agarın veriminin %25±0,76- 16±0,77 arasında değiştiğini en yüksek verimin *G. edulis* yosunundan elde edilen agar agarda, en düşük *G. corticata* yosunundan elde edilen agar agarda elde etmişlerdir. Alkali işlem görerek ekstraksiyon edilen yosunlardan elde edilen agar agarın verimini ise % 23±0,89-9,5±0,80 arasında tespit etmişler ve en yüksek verim %3 NaOH ile işlem görmüş *G. edulis* yosununda, en düşük verim %15 NaOH ile işlem görmüş *G. corticata* yosundan elde edilen agar agarda saptamışlardır. Alkali işlem uygulanmadan elde edilen agar agarın jel gücünü 250±15,20-100±6,19 gr/cm² arasında saptanmış olup, en yüksek jel gücünün *G. crassa* yosunundan elde edilen agar agarda, en düşük ise *G. corticata* yosunundan elde edilen agar agarda tespit etmişlerdir. Ayrıca NaOH konsantrasyonunun artması ile agar agar jel gücü miktarının arttığını bildirmişlerdir. Sülfat miktarını alkali işlemi uygulanarak elde edilen agar agarlar içerisinde en yüksek *G. corticata* yosundan elde edilen agar agarda (%6±0,15), en düşük *G. edulis* yosunundan elde edilen agar agarda (%1,3±0,088) tespit etmişlerdir. Metal iyonlarından kadmiyum ve kurşun ve arseniğin alkali işlemi görmüş *G. crassa* ve *G. edulis* yosunlarından elde edilen agar agarda bulunmadığını bildirmişlerdir.

Gonzalez- Leija ve ark. (2009), *Gracilariopsis lemaneiformis* yosunundan farklı alkali işlemler uygulayarak agar agar verim ve kalitesini tespit etmişler ve ekstraksiyon süresinin agar jel gününün artmasında önemli bir rol oynadığı görüşüne varmışlardır. Maksimum jel gücünü (954 gr/cm²) yosunlara %5'lik NaOH solüsyonunda 100°C'de 90 dakika alkali işlem uyguladıktan sonra elde etmişlerdir.

Kumar ve Fotedar. (2009), *Gracilaria ciliptonii* yosunundan elde ettikleri agar agarın fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemişler ve agar agar verimini %38,2±1,3-62,3±0,7, jel gücünü 109±2-246,7±28 gr/cm², erime sıcaklığını 76,3±5-88±2°C, jelleşme sıcaklığını 30,8±1-39,2±1,3°C ve sülfat miktarını %5±0,8-8,3±0,9 olarak belirlemişlerdir.

Li ve ark. (2009), *Gracilaria lemaneiformis* yosununa %5 ve %3'lük NaOH ile alkali işlem uygulayarak elde ettiği agar agarın verimini sırasıyla %26,8, %28,2, jel gücünü ise 1897 gr/cm², 1287 gr/cm² olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında yosuna uygulanan alkali işlemin agar agar verimi ve jel gücü üzerine önemli derecede etkisi olduğu görüşüne varmışlardır.

Rodriguez ve ark. (2009), 70°C ve 90°C'de ekstraksiyon ettiği *Gracilaria gracilis* yosunundan elde ettiği agar agarın yapısal ve fiziksel özellikleri incelemişlerdir. Araştırmada agar agar verimini %26,7-0,5, sülfat miktarını %2,12-0,33 arasında saptamışlardır. En yüksek jel gücünü (437 g/cm²) 70°C'de ekstraksiyon ettiği yosunlardan elde ettiği agar agarda tespit etmişlerdir. Erime ve jelleşme sıcaklıklarını sırasıyla 85°C ve 31°C olarak belirlemişlerdir.

Kumar ve ark. (2010), *Gracilaria ciliptonii* yosunundan elde ettiği agar agarda verimi %52±1,1-62±0,6, jel gücünü 105±14-180±4 gr/cm², jelleşme sıcaklığını 33,2±0,9- 36,7±0,2°C, erime sıcaklığını 79,9±1,3- 87,9±0,4°C ve sülfat miktarını %5±0,7-6,9±0,5 olarak tespit etmişlerdir.

Vergara- Rodarge ve ark. (2010), *G. vermiculophylla* yosununa alkali muameleli ve muamelesiz olmak üzere iki farklı işlem uygulayarak elde ettiği agar agarın mevsimsel değişimlerini gözlemlemişler ve en yüksek agar agar verimini (%29) Yaz mevsiminde hasat edilen ve alkali işlem uygulanmamış yosunlardan elde edilen agar agarda tespit etmişlerdir. Agar agar jel gücünü alkali işlem görmüş yosunlarda en yüksek İlkbahar (1132 gr/cm²), alkali muamelesiz olanda ise Yaz (170 gr/cm²) mevsiminde saptanmış olup, ortalama jel gücünü alkali işlemden geçirilmiş yosunlardan elde edilen agar agarda yüksek bulduklarını ifade etmişlerdir. Erime sıcaklığı alkali işlem görmemiş uygulanmadan elde edilen agar agarda 66-75°C, alkali işlem görmüş agarda ortalama 94°C olarak saptamışlar ve alkali işlemin erime sıcaklığını ortalama %32 oranında artırdığını tespit etmişlerdir. Agar agar jelleşme sıcaklığını alkali işlem görmemiş olarak üretilen agar agarda yol boyunca önemli varyasyonlar

gösterdiğini belirtmişler ve en yüksek Yaz (30°C), en düşük Kış mevsiminde (24°C) tespit etmişlerdir.

Vilanueva ve ark. (2010), *Gracilaria vermiculophylla* yosununu farklı oranlarda (%0,5 %, %1,5, %2,5, %3,5) NaOH ile alkali işleme tabi tuttuktan sonra değişik sürelerde (1,5 saat, 2 saat, 2,5 saat, 3 saat) ekstraksiyon etmişlerdir. Jelleşme ve erime sıcaklığında alkali muamelesine tabi tutulmamış (%0 NaOH) yosunlardan elde edilen agar agarda en düşük değerde olduğunu, alkali işleme uygulandıktan sonra %4 lük bir artış olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca çalışmada agar agar verimini %24,5±0,5-29,4±0,9, jel gücünü 394±84- 636±149 gr/cm², jelleşme sıcaklığını 35,4±1-36,2±0,9°C, erime sıcaklığını 76,2±2,5-79,7±1,5°C, sülfat miktarını %1,86±0,02-2±0,02, 3,6 anhidrogalaktoz miktarını %42,5±0,9-44,2±0,8 olarak tespit etmişlerdir.

Hurtado ve ark. (2011), Meksika'nın farklı bölgelerinden hasat ettiği *Gelidium robustum* yosunundan elde ettiği agar agarın verim ve kalitesini incelemişlerdir. Agar agar verimini %35-36, 3,6 anhidrogalaktoz miktarını %35-40, sülfat miktarını %1,2-4, jel gücünü 444-205 gr/cm², erime sıcaklığını 91,6±0,4-95,2±0,2°C, jelleşme sıcaklığını 33,3±0,2-35,3±0,1°C olarak tespit etmişlerdir.

Tello- Ireland ve ark. (2011), *Gracilaria chilensis* yosununu 40°C, 50°C, 60°C ve 70°C'de kuruttuktan sonra elde ettikleri agar agarın verimini sırasıyla %27,78±0,43, %30,06±0,16, %35,83±0,36, %40,52±0,45 tespit etmişler ve kurutmanın agar agar verimi üzerinde etkisinin olduğu görüşüne varmışlardır.

Rodríguez-Montesinos ve ark. (2013), 2003 ve 2005 yılında hasat ettikleri *Gracilaria veleroae* ve *Gracilaria vermiculophylla* yosunlarından elde ettikleri agar agarın veriminin her iki yosun türü için mevsimler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmadığını ifade etmişlerdir. Agar agar jel gücünü en düşük 2003 yılının Yaz mevsiminde hasat ettikleri *G. veleroae* yosununda (207,5 gr/cm²), en yüksek 2004 yılının Kış mevsiminde hasat ettikleri *G. vermiculophylla* yosununda (793,1 gr/cm²) elde etmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında erime sıcaklığını en yüksek *G. vermiculophylla*'da, jelleşme sıcaklığı ve 3,6 anhidrogalaktoz miktarını ise *G. veleroae* yosunundan elde ettiği agar agarda tespit etmişlerdir. Çalışmada *G. vermiculophylla* yosunundan elde edilen agar agarın kalitesinin daha yüksek olduğu ve endüstride kullanıma uygun olduğunu ifade etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

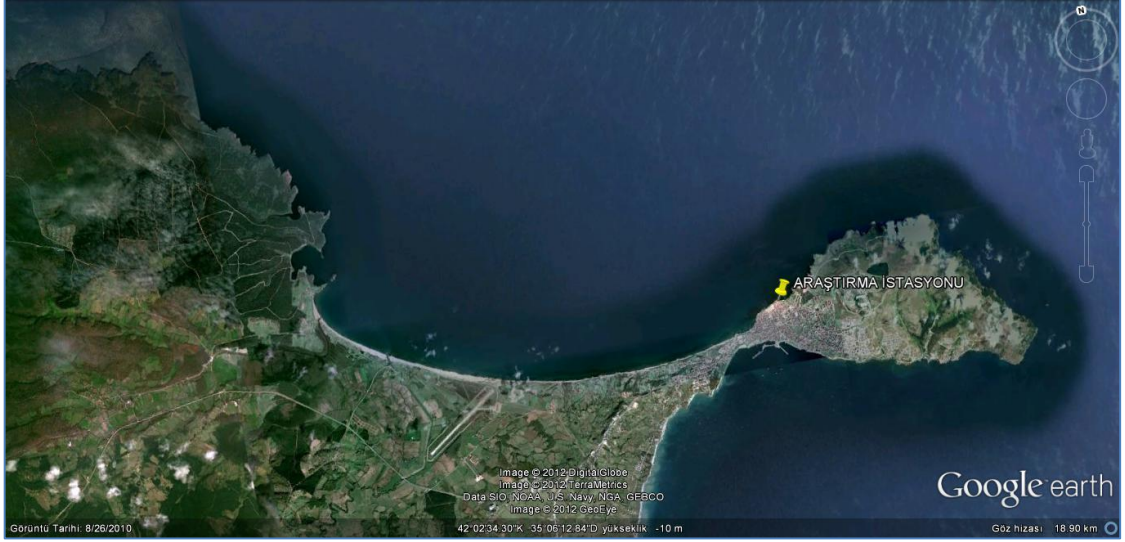
3.1. Materyal

3.1.1. Denemede Kullanılan Kırmızı Yosun

Agar agarın elde edilmesinde kullanılan *Gelidium latifolium* (Bornet Ex Hauck 1883) kırmızı deniz yosunu (Şekil 3.1.1.1), daha önceden belirlenmiş olan Sinop İli Dış Liman mevki, 42.11.2.85 "K, 35.4.40.88 "D koordinatlı istasyondan (Şekil 3.1.1.2) ortalama 1200-1500 gr yaş yosun olacak şekilde (18.01.2011-18.12.2011) toplanmıştır. Örnekleme işlemi her ayın 9-19. günleri arasında yapılmış olup, bütün aylarda yosun örnekleri başarılı bir şekilde sorunsuz toplanmıştır.



Şekil 3.1.1.1. Araştırmada kullanılan *Gelidium latifolium* yosunu (Orijinal)



Şekil 3.1.1.2. Araştırmanın yürütüldüğü istasyon

3.1.2. Denemede Kullanılan Yosun Materyalinin Denizden Toplanmasında Kullanılan Materyaller

Araştırma materyalinin denizden toplanması esnasında balık adam elbisesi, kasık çizmesi, örneklerin kayalar üzerinden kazınması için spatül ve bıçak, toplanan örneklerin deniz suyunda yıkanması için file torba kullanılmıştır.


3.1.3. Agar agar Üretimi İçin Toplanan Yosun Örneklerinin Hazırlanmasında Kullanılan Materyaller

3.1.3.1. Kurutma Dolabı

Denizden toplanan örneklerin kurutulması işleminde Nüve marka FN 500 model sterilizatör (5-250°C) kullanılmıştır.

3.1.3.2. Ambalaj Materyali

Kurutma dolabında kurutulmuş örneklerin muhafaza edilmesi amacıyla 80 mikron kalınlığında ve 330x230 mm ebatlarında polietilen vakum poşet kullanılmıştır. Kullanılan vakum poşetinin oksijen geçirgenliği 31 cm³/m² gün, karbondioksit geçirgenliği 120 cm³/m² gün ve azot geçirgenliği 7,5 cm³/m² gün dür (Şekil 3.1.3.2.1).



PRODUCT SPECIFICATIONS

Product Name: BASKILI VAKUM TORBASI

Width: 230 mm
Length: 330 mm
Thickness: 80 Microns
Weight: 73,6 (g/m²)
Yield: 66,0 (N/mm²)
Elongation: 60,0 (%)
Printed / Unprinted: Baskılı
Description of Goods: BOPA/PE VAKUM TORBASI
Structure of Goods: Bioriented Poliamid/Alçak Yoğunluklu Polietilen/Reçine

Barrier Properties:				
Properties	Unit	Method	Test Condition	Permeance
O ₂ Permeance	CC / M2 DAY	ASTM D-3985	23 °C RH%50 1 ATM	31
CO ₂ Permeance	CC / M2 DAY	ASTM D-1434	23 °C RH%50 1 ATM	120
N ₂ Permeance	CC / M2 DAY	ASTM D-1434	23 °C RH%50 1 ATM	7,5
Water Vapor Permeance	CC / M2 DAY	ASTM E-98	38 °C RH%90	8

The product is suitable for food packaging.

Sahra AŞICI

**SARAN PLASTİK AMBALAJ
SANAYİ VE TİCARET A.Ş.**
Ortaklar Caddesi Dinye Apt. No:2 K:3 D:3
34394 Mecidiyeköy - İSTANBUL
Tel:(0212)275 7104 Pbx Fax:(0212)275 69 11
Bogaziçi Kurumu: V.D. 745 002 5594

Şekil 3.1.3.2.1. Paketleme materyalinin teknik özellikleri (Orijinal)

3.1.3.3. Paketleme Makinesi

Örneklerin muhafaza edilmesinde MG 42 Model (Abant Makine) vakum paketleme makinesi kullanılmıştır (Şekil 3.1.3.3.1).



Şekil 3.1.3.3.1. Vakum paketleme makinası

3.1.4. Agar agar Elde Edilmesinde Kullanılan Materyaller

3.1.4.1. Gömlekli Isıtıcı

Agar agarın ekstraksiyonu için kurutulmuş yosun örneklerinin kaynatılması işleminde M-TOPO marka gömlekli ısıtıcı kullanılmıştır (Şekil 3.1.4.1.1)



Şekil 3.1.4.1.1. Gömlekleli ısıtıcı (Orijinal)

3.1.4.2. Filtre Kağıdı ve Tülbent

Yosunların ekstraksiyon işlemi sonrasında agar agar eriyiğinin süzülmesi işleminde kullanılmıştır.

3.1.4.3. Strafor Tabak

Ekstrakte edildikten sonra süzülen agar agar eriyiğinin katılaştırılmasında polistren strafor tabak kullanılmıştır.

3.1.4.4. Derin Dondurucu

Katılaştıran agar agar eriyiğinin dondurulmasında Bosch marka derin dondurucu (-30°C) kullanılmıştır.

3.1.4.5. Blender

Kurutulan agar agar örnekleri Waring marka HGB2WTS3 model blender ile öğütülerek toz haline getirilmiştir (Şekil 3.1.4.5.1).



Şekil 3.1.4.5.1. Blender (Orijinal)

3.1.4.6. Santrifüj Cihazı

Agar ekstraksiyon işleminden sonra agar eriyiğinin içerisinde kalan tortu kısmın alınması için Nüve marka NF800R model santrifüj kullanılmıştır (Şekil 3.1.4.6.1).



Şekil 3.1.4.6.1. Santrifüj cihazı (Orijinal)

3.1.4.7. Saf Su Cihazı

Agar agar ekstraksiyon işleminde saf suyun eldesi için Millipore RiOs 5/8/16 model saf su cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.1.4.7.1).



Şekil 3.1.4.7.1. Saf su cihazı (Orijinal)

3.1.5. Agar agar Kalite Analizleri Sırasında Kullanılan Materyaller

3.1.5.1. Cam Boncuk

Agar agar da jelleşme ve erime sıcaklığı tayinlerinde 3mm çapında cam boncuk kullanılmıştır.

3.1.5.2. pH Metre

pH ölçümü Metter Toledo Seven Multi mV/ORP marka pH metre ile yapılmıştır.

3.1.5.3. Kül Fırını

Çalışmada Protherm marka PLF110/6 model (1200°C) model kül fırını kullanılmıştır.

3.1.5.4. Reometre

Agar agar viskozitesi ölçümleri için Reometer Mars III Thermo Scientific marka reometre kullanılmıştır (Şekil 3.1.5.4.1).



Şekil 3.1.5.4.1. Reometer Mars III Thermo Scientific marka reometre (Orijinal)

3.1.5.5. Külsüz Filtre Kağıdı

Asitte çözünen kül tayini analizinde kullanılmıştır.

3.1.5.6. Tekstür Analiz Cihazı

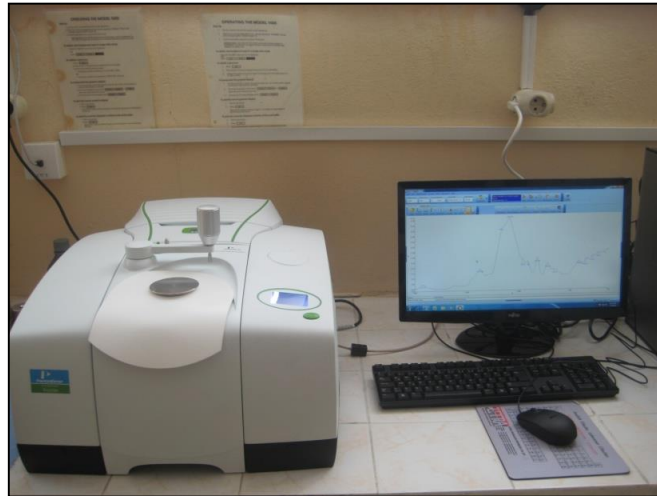
Elde edilen agar agarın jel gücünün ölçülmesinde TA.XT2 Stable micro system survey marka tekstür analiz cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.1.5.6.1).



Şekil 3.1.5.6.1. TA.XT2 Stable micro system survey marka tekstür analiz cihazı (Orijinal)

3.1.5.7. FT-IR Spektrofotometre

Agar agarda 3,6-anhidrogalaktoz ve sülfat miktarının saptanmasında Perkin Elmer marka Universal ATR Sampling Accessory model spektrofotometre kullanılmıştır (Şekil 3.1.5.7.1).



Şekil 3.1.5.7.1 Perkin Elmer marka FT-IR spektrofotometre (Orijinal)

3.1.5.8. Hassas Termometre

Agar agarda jelleşme ve erime sıcaklıkları analizlerinde TT T-ECHNI-C marka hassas termometre kullanılmıştır (Şekil 3.1.5.8).



Şekil 3.1.5.8.1. Denemede erime ve jelleşme sıcaklığı analizlerinde kullanılan hassas termometre (Anonim, 2015aa)

3.1.5.9. Renk Analiz Cihazı

Agar agarda renk ölçümünde Choroma Meter CR-400 model renk analiz cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.1.5.9.1).



Şekil 3.1.5.9.1. Denemede kullanılan renk analiz cihazı (Orijinal)

3.1.6. Araştırma Laboratuvarı

Araştırmada agar agar ekstraksiyon işlemi Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde bulunan Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Agar agar analizleri Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi Kimya Bölümü ve Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde yapılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme Planı

Araştırmada örnekleme işlemi 2011 yılının bütün aylarında yapılmış olup, tek istasyondan yılın her ayında 1200-1500 gr yaş yosun materyali toplanarak kurutma dolabında kurutulmuş ve vakum ambalajlanarak oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Toplanan yosunlardan her ay ve mevsim sonunda agar agar üretimi gerçekleştirilmiştir. Örnekleme ve agar agar üretimi işlemleri tamamlandıktan sonra agar agarda kaliteyi belirleyici analizler yapılarak, elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildikten sonra literatür verileriyle karşılaştırıp değerlendirilmiştir. Çalışmamızda deneme planı izelge 3.2.1.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.2.1.1. Deneme Planı

Deneme Planı Aşamaları	Oca.11	Şub.11	Mar.11	Nis.11	May.11	Haz.11	Tem.11	Ağu.11	Eyl.11	Eki.11	Kas.11	Ara.11	Oca.12	Şub.12	Mar.12	Nis.12	May.12	Haz.12	Tem.12	Ağu.12	Eyl.12	Eki.12	Kas.12	Ara.12
Yosunların Toplanması	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Agar Agar Üretimi	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Agar Agar veriminin hesaplanması	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Agar Agar analizlerinin yapılması																X	X	X	X	X	X	X	X	X

3.2.2. Agar agar Üretimi

3.2.2.1. Örneklerin Üretime Hazırlanması

Toplanan örnekler deniz kenarında deniz suyu ile yıkandıktan sonra Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi laboratuvarına getirilmiştir. Laboratuvara getirilen yaş yosun örnekleri, üzerinde bulunan midye kabukları, farklı tür yosunlar gibi istenmeyen yabancı maddelerden temizlenmiştir. Temizleme işlemini takiben yaş yosun örnekleri Nüve marka FN-500 model kurutucuda 60°C de 48 saat kurutulmuştur (Şekil 3.2.2.1.1).



Şekil 3.2.2.1.1. Yosunların kurutulması (Orijinal)

Temizlenen ve kurutulan yosun materyali vakum poşetlere konularak (MG 42 Model Abant makine) vakum kapama makinası ile paketlenmiştir. Paketlenen yosunlar oda sıcaklığında muhafaza edilerek saklanmıştır (Şekil 3.2.2.1.2).



Şekil 3.2.2.1.2. Vakum paketlenmiş yosun örnekleri (Orijinal)

3.2.2.2. Agar agar Üretim İşlemi

Çalışmada uygulanacak olan agar-agar üretimi Chirapart (2006) ve Şerbetçioğlu (1988)'den uyarlanarak yapılmıştır.

Agar agar üretimi için 12g kurutulmuş yosun örmeği alınarak 1000 ml lik balonjoje içerisine konulmuş ve üzerine 900 ml saf su eklenerek 95°C de 6 saat gömlekli ısıtıcıda kaynatılmıştır (Şekil 3.2.2.2.1).



Şekil 3.2.2.2.1. Yosunların ekstrakte edilmesi (Orijinal)

Kaynatma işlemi tamamlandıktan sonra yosunlar tülbentten ve filtre kağıdından (Whatman) süzülerek sıvı kısmı alınmıştır. Ayrılan sıvı kısım daha sonra 3 dakika 3000 devir/dakika santrüfuj edilerek içerisindeki tortu kısım uzaklaştırılmıştır. Santrifüjden sonra kalan sıvı kısım strafor kaplar içerisine dökülerek oda sıcaklığında jelleşmeye bırakılmıştır (Şekil 3.2.2.2.2).

Bu araştırmada “Dondurma Metodu” ile agar-agar üretimi yapılmıştır. Bu üretim tekniğine dondurma metodu denilmesinin nedeni; yosunların ekstraksiyonundan sonra elde edilen jelden suyun dondurma işlemi ile alınmasıdır.



Şekil 3.2.2.2.2. Agar agar çözeltilerinin oda sıcaklığında jelleşmeye bırakılması (Orijinal)

Jelleşen agar agar çözeltisi -25°C de 16 saat derin dondurucuda dondurulmuştur (Şekil 3.2.2.2.3). Dondurulan agar agar çözeltisi üzerindeki buz tabakası çözünene kadar oda sıcaklığında bekletilmiştir. (Şekil 3.2.2.2.4).



Şekil 3.2.2.2.3. Agar agar jellerinin derin dondurucuda dondurulması (Orijinal)



Şekil 3.2.2.2.4. Dondurulan agar agar jellerinin oda sıcaklığında çözündürülmesi (Orijinal)

Çözünen agar agar jelleri üzerinde kalan su kağıt havlu yardımı ile iyice alındıktan sonra (Şekil 3.2.2.2.5) strafor tabaklarda kurutma dolabında 60°C de 20 saat kurutulmuştur (Şekil 3.2.2.2.6).

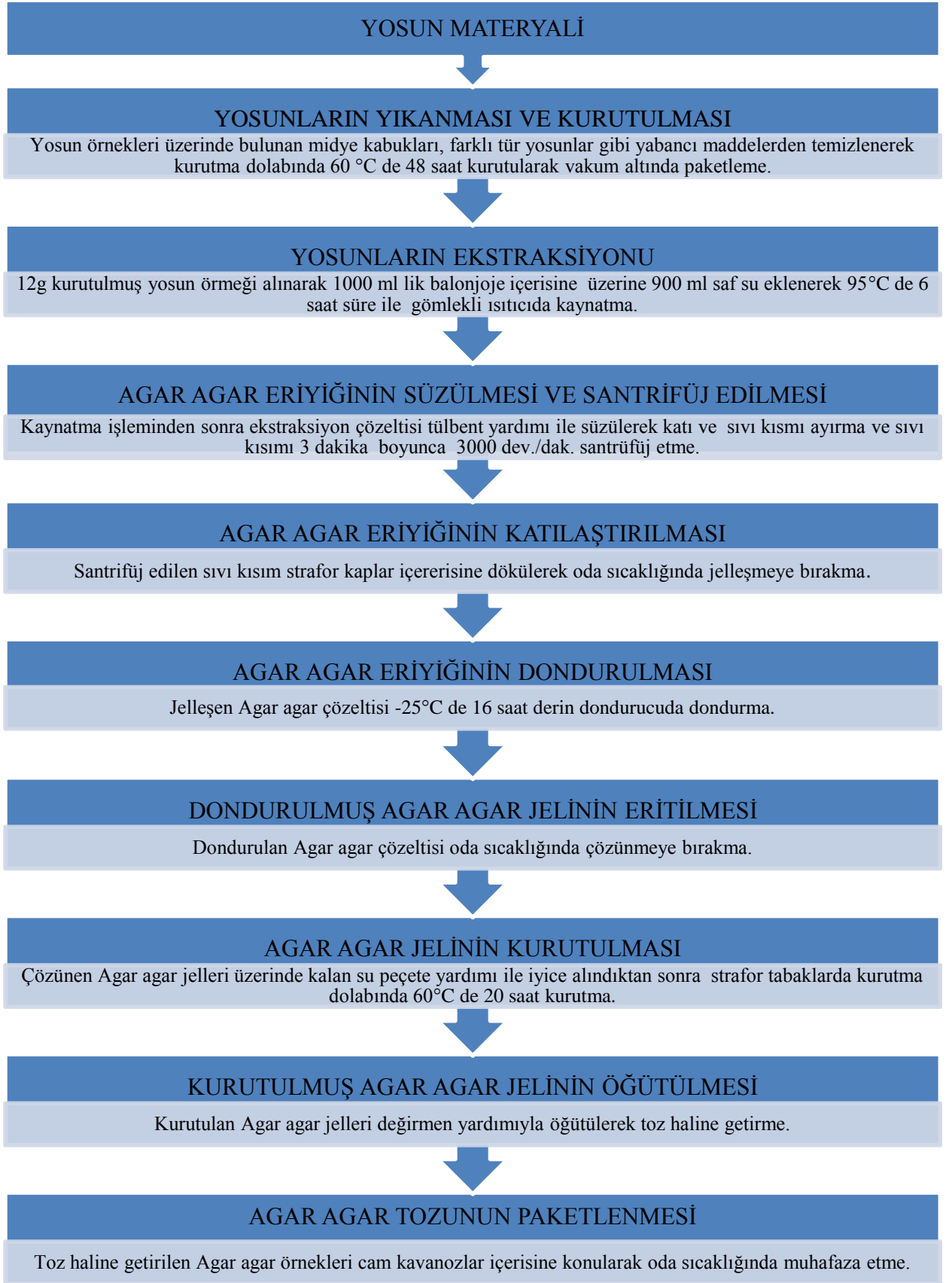


Şekil 3.2.2.2.5. Suyu alınmış agar agar jeli (Orijinal)



Şekil 3.2.2.2.6. Kurutulmuş agar agar jeli (Orijinal)

Kurutulan agar agar jelleri değirmen yardımıyla öğütülerek toz haline getirilmiş ve cam kavanozlar içerisine konularak oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Araştırmada agar agar üretim şeması Şekil 3.2.2.2.7’de verilmiştir.



Şekil 3.2.2.2.7. Denemede uygulanan agar agar üretiminin işlem basamakları

3.3. Analizler

3.3.1. Agar agar Veriminin Hesaplanması

Elde edilen agar-agar miktarı (B) ekstraksiyonda kullanılan yosun miktarına (A) bölünerek yüzde agar-agar verimi hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Agar agar verimi} = B/A \times 100$$

3.3.2. Jelleşme Sıcaklığı Tayini

Agar agarda jelleşme sıcaklığı tayini için Young (1974)'ün önerdiği yöntem uygulanmıştır. Buna göre % 1.5 oranında (1.5 g agar agar alınıp 100 ml'ye tamamlanır) agar agar çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözülden 10 ml test tüpüne alınmış ve tüp 1 litre hacminde içerisinde kaynar su bulunan beher içerisine agar agarın tamamı su içerisinde kalacak şekilde yerleştirilmiştir. Beherin içindeki suyun sıcaklığı 60 °C ye geldikten sonra, tüpe yaklaşık 3 mm çapında küçük cam parçacıkları atılmaya başlanmış ve cam parçacıklarının agar agar çözeltisi içerisine batmadığı sıcaklık hassas termometre ile ölçülmüştür. İşlem 3 kez tekrarlandıktan sonra ortalaması alınarak jelleşme sıcaklığı olarak kayıt edilmiştir.

3.3.3. Erime Sıcaklığı Tayini

Agar-agarda erime sıcaklığı tayini Young (1974)'ün önerdiği metoda göre yapılmıştır. Buna göre yine hazırlanmış olan %1.5'luk agar agar çözeltisinden 10 ml'lik kısım test tüpüne aktarılmıştır. Tüpün içine cam bir baget yarıya kadar batırılarak tüp buzdolabında 16 saat süre ile bekletilmiştir. Tüpün içerisindeki cam baget çıkartılarak yerine termometre yerleştirilerek agar-agar yüzeyine 1-2 adet cam boncuk atılmış ve tüp beher içerisine yerleştirilmiştir. Beher içindeki suyun sıcaklığı manyetik karıştırıcı ile dakikada 2°C olacak şekilde artırılarak yüzeydeki cam boncukların agar-agar içerisine battığı sıcaklık jel erime sıcaklığı olarak kaydedilmiştir. İşlem 3 kez tekrarlandıktan sonra belirlenen sıcaklıkların ortalaması alınmıştır.

3.3.4. pH Tayini

Agar-agarda pH tayini, Atay (1978)'ün belirttiği metoda göre yapılmıştır. Buna göre 4 g agar-agar 18°C lik çeşme suyunda 30 dakika yıkanmıştır. Sonra örnek 100 ml saf su bulunan erlenmayere alınmış ve ağzı mantarla kapatılıp 24 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra pH ölçümünde kullanılmıştır.

3.3.5. Ham Kül Tayini

Agar-agarda kül tayini Sukatar (2002)'nin belirttiği metoda göre yapılmıştır. Buna göre 1 g agar-agar, porselen krozede 600°C de kül fırınında 3 saat yakılarak ağırlığındaki oransal değişim % olarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{Toplam Kül Miktarı} = \frac{(M_2 - M_1)}{m} \times 100$$

M_2 = Yakmadan sonraki kroze + kül ağırlığı

M_1 = Sabit tartıma getirilen krozenin ağırlığı

m = Örnek miktarı

3.3.6. Viskozite Tayini

Viskozite tayini için %1,5 luk agar agar çözeltisi hazırlanarak 80°C deki viskozite ölçümleri (Prasad ve ark., 2007) Haake Mars III Thermo Scientific marka reometre ile koni ve tabaka sistemi (d:35 mm, $\alpha:2^\circ$) kullanılarak, 300 saniye boyunca 0–100 mm.sn⁻¹ kayma hızı aralığında tespit edilmiştir.

3.3.7. Sülfat Tayini

Agar agarda sülfat tayininde Perkin Elmer marka Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FT-IR) kullanılarak yapılmıştır. Agar agar örnekleri cihaz üzerine yerleştirilerek 650-4000 cm⁻¹ spektrum aralığında tarama yapılmıştır. Sülfat miktarı 1250/2920 cm⁻¹ spektrumundaki absorbans değeri oranı hesaplanarak kayıt altına alınmıştır (Rochas ve ark., 1986).

3.3.8. Jel Gücü Tayini

Jel gücü tayini için TA.XT2 stable micro system surrey, UK marka cihazla ölçüm yapılmıştır. Çalışmada jel gücü analizleri Romero ve ark. (2008) ile Kumar ve Fotedar (2009)'dan uyarlanılarak yapılmıştır. Ölçüm için elde edilen agar agar örneklerinden 50 ml %1.5 luk çözelti hazırlanarak bu çözelti 50 ml lik beher içerisine (yükseklik 3,5 cm, çap 5 cm) konularak 20°C de 24 saat bekletilmiştir. Daha sonra jelleşmiş agar agar örneklerine 1,27 cm çapında silindir prop ile 1 mm/sn hızla 5 mm derinliğindeki batma gücü uygulanmış ve ölçümler kayıt edilmiştir.

3.3.9. Ağır Metal Analizleri

Yürütülen çalışmada civa, kurşun, kadmiyum ve arsenik tayinleri Acme Analitik laboratuvarında ICP-MS yöntemi ile aqua regia metodu kullanılarak yapılmıştır.

3.3.10. 3,6 Anhidrogalaktoz (3,6 AHG) Tayini

Agar agarda 3,6AHG tayininde Perkin Elmer marka Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FT-IR) kullanılmıştır. Agar agar örnekleri cihaz üzerine yerleştirilerek 650-4000 cm^{-1} spektrum aralığında tarama yapılmıştır. 3,6 AHG miktarı 930/2920 cm^{-1} spektrumundaki absorbans değeri oranı hesaplanarak kayıt altına alınmıştır (Rochas ve ark., 1986).

3.3.11. Asitte Çözünmeyen Kül Tayini

Agar-agarda Çözünmeyen kül tayini İlyas (1989)'un belirttiği gibi yapılmıştır. Buna göre belirli miktardaki kül (m) bir erlenmayerin içerisine alınarak üzerine 25 ml 5 N HCl ilave edilip erlenmayerin ağzı bir saat camı ile kapatılarak (madde kaybını önlemek için) 5 dakika kaynatılmıştır. Darası belli külsüz filtre kağıdından süzülüp, kalıntı sıcak destile su ile asit reaksiyonu veremeyinceye kadar (mavi turnusol kağıdının rengini değiştirmeyene kadar) yıkanmıştır. Filtre kağıdı porselen kroze (M₁) yerleştirildikten sonra 400°C'de 2-3 saat yakılıp desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır (M₂). Asitte çözünmeyen kül hesaplanıp % olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Asitte çözünmeyen kül (\%)} = [(M_2 - M_1) / m] \times 100$$

M_2 = Asitte çözünmeyen kül+kroze ağırlığı

M_1 = Krozenin ağırlığı

m = Alınan örneğin miktarı

3.3.12. Nem Tayini

Kuru madde kapları 105°C'lik etüvde kurutularak sabit ağırlığa getirilmiştir. Daha sonra soğutulup darası alınmıştır. Darası belli tartım kapları içine agar agar örneğinden 1-2 gram tartılarak (M_1) kurutma kapları etüve yerleştirilmiş ve 105°C'de sabit tartım elde edinceye kadar kurutulmuştur. Kurutma kapları desikatörde soğutulularak tartım yapılmış (M_2).ve nem miktarı aşağıdaki eşitlikteki gibi hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

$$\text{Nem (\%)} = [(M_1 - M_2) / m] \times 100$$

M_1 = Alınan örnek ağırlığı+sabit tartıma getirilen kurutma kabının ağırlığı

M_2 = Kurutulmuş örnek+ sabit tartıma getirilen kurutma kabının ağırlığı

m = Alınan örneğin ağırlığı

3.3.13. Renk Tayini

Renk tayini için Choma meter CR-400 marka renk ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ölçüm için agar agar örnekleri petri kabı içerisine dökülmüş ve düzgün bir şekilde yayılmıştır. Daha sonra renk ölçüm cihazı kullanılarak L^* , a^* ve b^* değerleri okunmuştur. Renk okumaları aynı örnek içerisinden 4 farklı bölgeden yapılarak değerlerin ortalaması alınmıştır.

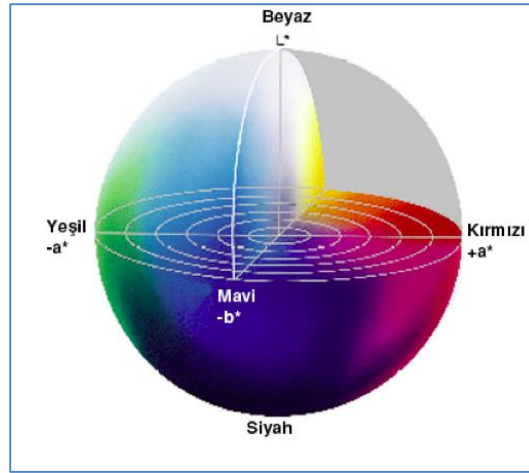
Renk analizi Commission Internationale de'Eclairge (CIE)'e göre $L^*a^*b^*$ aralık sistemiyle ifade edilmiştir. CIE, kısaltması Fransızca ismi olan Commission Internationale de'Eclairge'nin baş harflerinden oluşmaktadır ve Uluslararası aydınlatma komisyonu anlamını taşımaktadır. CIE $L^*a^*b^*$ renk aralık sistemi, üç boyutta rengi ölçmemizi sağlayan bir analiz sistemidir. Bu üç boyutlu renk aralık sistemindeki eksenler; L^* , a^* ve b^* 'dir. L^* değeri, bir nesnenin aydınlığının ölçümüdür ve 0 ile 100 değeri arasındaki bir sayı doğrudur. 0 siyah rengi tanımlarken, 100 beyazı tanımlar. a^* ve b^* değerleri, -128 ile +127 arasında değerler alır. Pozitif a^* kırmızıyı ve negatif

a* yeşili tanımlar. Pozitif b* sarıyı tanımlarken negatif b* maviyi tanımlar (Şekil 3.3.13.1). a* ve b* koordinatları nötr renkler için sıfıra yaklaşırken, daha doymuş ve keskin renkler için sayısal artış gösterir (Ermiş ve ark., 2007).

L* değeri: Parlaklık, 0 siyah; 100 beyaz

a* değeri: Kırmızı-yeşil, +a kırmızı; -a yeşil

b* değeri: Sarı-mavi, +b sarı; -b mavi



Şekil 3.3.13.1. L*, a* ve b* eksenlerinin şematik görünümü (Anonim,2015s)

3.3.14. Hyteresis

Hyteresis değeri, çalışmada elde ettiğimiz agar agarın erime sıcaklığı ve jelleşme sıcaklığı arasındaki fark hesaplanarak elde edilmiştir.

3.3.15. İstatistiksel Analiz

Çalışmamızda tüm analizler 3 paralel (Renk analizi hariç) olacak şekilde yapılmıştır. Renk analizinde ise 4 okuma yapılmıştır. Analizler sonucu elde edilen veriler, sonuçların paralellerinin ortalaması \pm standart hata olarak verilmiştir. Elde edilen verilere göre aylar ve mevsimler arasındaki ilişkiyi saptamak için One Way Analysis of Variance (ANOVA) ve 'Tukey testi' uygulanmış, önem derecesi $p < 0.05$ olarak kullanılmıştır. İstatistiksel analizler GraphPad InStat paket programı, şekiller ve çizelgeler MS Office 2007 yazılımları kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada Orta Karadeniz Bölgesi'nin Sinop ilinden hasat edilen *Gelidium latifolium* kırmızı yosunundan dondurma metodu ile doğal agar agar elde edilmiştir. Elde edilen agar agarın aylık ve mevsimsel kalitesinin belirlenmesi amacıyla agar agar verimi ve hıyteresis hesaplanmış, jelleşme sıcaklığı, erime sıcaklığı, pH, ham tayini, viskozite, sülfat, jel gücü, civa, kadmiyum, kurşun, arsenik, 3,6 anhidrogalaktoz(3,6 AHG), asitte çözünmeyen kül, nem ve renk tayinleri yapılmıştır.

4.1. Agar agar Verimi

Çalışmada *Gelidium latifolium*'a ait aylık ve mevsimsel agar agar verimi sırasıyla Çizelge 4.1.1 ve Şekil 4.1.1'de verilmiştir.

Araştırmada agar agar verimi en yüksek ocak ayında (39.26 ± 0.37), en düşük verim ise temmuz ayında (32.79 ± 0.78) olmak üzere ortalama 36.39 ± 0.33 bulunmuştur (Çizelge 4.1.1). Çalışmamızda yıl boyunca hasat edilen *Gelidium latifolium*'dan elde edilen agar agarın verimi aylık olarak incelendiğinde aylar arasındaki fark önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.1.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel verimi

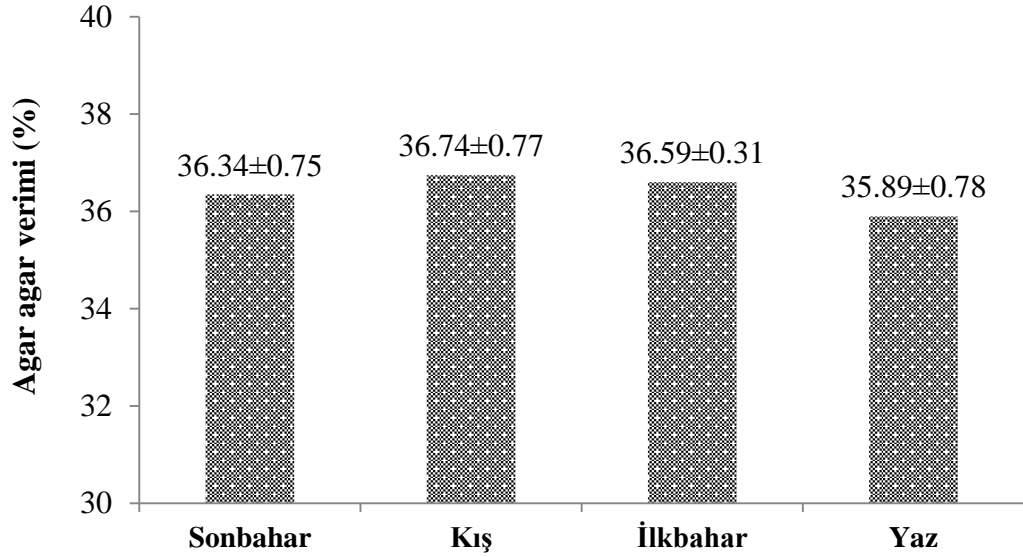
	Aylar	Agar agar Verimi (%)
Kış	Aralık	33.52±0.66 ^d
	Ocak	39.26±0.37 ^a
	Şubat	37.44±0.43 ^{ab}
	Ortalama	36.74±0.77
İlkbahar	Mart	36.96±0.11 ^{abc}
	Nisan	35.78±0.82 ^{bcd}
	Mayıs	37.05±0.30 ^{abc}
	Ortalama	36.59±0.31
Yaz	Haziran	37.64±0.99 ^{ab}
	Temmuz	32.79±0.78 ^d
	Ağustos	37.25±0.54 ^{ab}
	Ortalama	35.89±0.78
Sonbahar	Eylül	39.16±0.60 ^a
	Ekim	35.87±0.33 ^{bcd}
	Kasım	33.99±1.10 ^{cd}
	Ortalama	36.34±0.75
	Yıllık Ortalama	36.397±0.334

a, b,.....d, (↓): Farklı harf taşıyan aylar arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

Givernaud ve ark. (1999), *Gracilaria multipartita* yosunundan mevsimsel olarak elde ettikleri agar agarda verimi en yüksek ocak-mart ayları arasında (Ortalama %30), en düşük nisan-haziran aylarında elde etmişlerdir (%25). Temmuz-ağustos aylarında agar agar veriminde tekrar bir artış olduğunu (yaklaşık %34), ağustos ayından sonra ekim ayına kadar yosunların çürümesine bağlı olarak tekrar bir azalma görüldüğünü bildirmişlerdir. Gerçekleştirdiğimiz çalışmada agar agar verimi en yüksek ocak ayında, en düşük temmuz ayında tespit edilmiş olup, Givernaud ve ark. (1999)'un yaptığı çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Roleda ve ark. (1997) *Gelidiella acerosa*'da agar agar verimini ağustos ayında %17.9-33.8, kasım ayında %34.1-39.9 olarak tespit etmişlerdir. Kim ve Heneriquez (1977), Whyte ve ark. (1981), Craigie ve ark. (1984), Duckworth ve ark. (1971) e göre agar agar verimi ve kalitesi tür içindeki ve türler arasındaki farklılıklara göre değişiklik göstermektedir. Pereira-Pacheco ve ark. (2007), Meksika'nın Yukatan kıyısından hasat ettikleri *Hydropuntia cornea* yosunundan elde ettikleri agar agarda verimi en yüksek 100°C de 2 saat (%40.3±0.02) ve 100°C'de 3 saat (%43.3±0.03) ekstraksiyon sonucunda elde ettikleri agar agarda tespit etmiş olup, agar agar özellikleri üzerinde sıcaklık ve zamanın çok etkili olduğunu bildirmişlerdir. Arvizu-Higuera ve ark. (2008), *Gracilaria vermiculophylla* yosunundan elde ettikleri agar agar üzerine farklı alkali muamele süresinin etkisini incelemiş olup, en yüksek agar agar verimini 0.5 saat alkali muamele sonucunda (%15.3) tespit etmiş olup, bu değer muamele süresinin artmasıyla birlikte azaldığını bildirmişleridir. Aynı çalışmada doğal agar agar üzerine ekstraksiyon süresinin etkisini incelemişler ve agar agar verimini farklı ekstraksiyon sürelerine göre %29.7-34.6 arasında tespit etmişlerdir. En yüksek agar agar verimini 1.5 saat ekstraksiyon sonunda, en düşük ise 2.5 saat ekstraksiyon sonucunda elde etmişlerdir. Yenigül (2001), Türkiye'nin farklı bölgelerinden topladığı *Gracilaria verrucosa* yosunundan elde edilen agar agarın özelliklerini incelemiştir. Yosunlara alkali işlem uygulamadan elde ettiği agar agarda verimi %17.1-%38.1 arasında, yosunlara alkali işlem uygulayarak elde ettiği agar agarda ise agar agar verimini %25.8-40.5 arasında tespit etmiştir. Orduna- Rojas ve ark. (2008), *Gracilaria longissima* ve *Gracilaria vermiculophylla* yosunlarından elde ettikleri doğal agar agarda iki yosun arasındaki agar agar verimleri arasında istatistiksel olarak önemli farklıklar tespit ettiklerini belirtmişlerdir ($p<0.05$). Çalışmada *G. longissima* yosununun agar agar veriminin kasım ayında %46.2, şubat ayında %15 arasında değiştiğini, *G. vermiculophylla* yosununda ise eylül ayında %45.7, nisan ayında %11.6 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ortalama doğal agar agar verimini ise *G. longissima* yosununda %34.4±8.6, *G. vermiculophylla* yosununda %29.7±3.1 arasında tespit etmişlerdir.

Mevsimsel olarak elde edilen agar agar örneklerinde agar agar verimi kış mevsiminde % 36.74±0.77, yaz mevsiminde % 35.89±0.78, ilkbaharda % 36.59±0.31 ve sonbaharda % 36.34±0.75 tespit edilmiş olup, mevsimler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$) (Şekil 4.1.1).



Şekil 4.1.1. *Gelidium latifolium*'a ait mevsimsel agar agar verimi

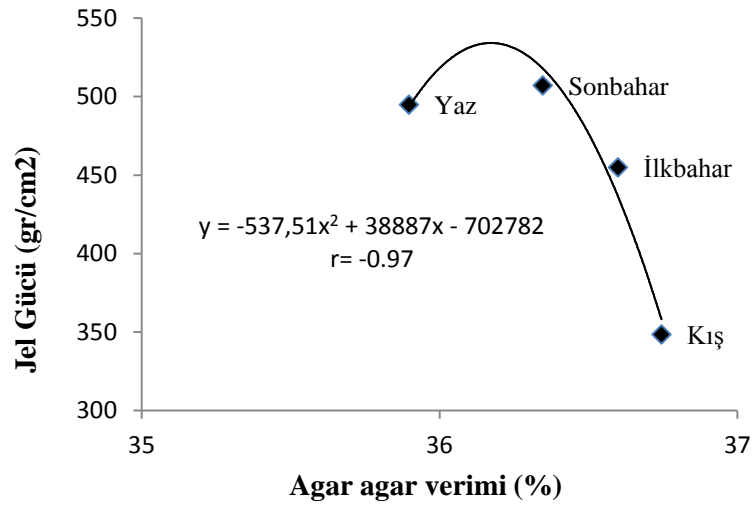
Yenigül (1993), *Gracilaria verrucosa* yosununda agar agar verimini maksimum kış mevsiminde, minimum yaz mevsiminde tespit etmiştir. Vergara-Rodarge ve ark. (2010), *Gracilaria vermiculophylla* yosunundan alkali olarak elde ettiği agar agarda en yüksek verimi yaz mevsiminde (%17), en düşük ilkbahar mevsiminde elde etmişleridir. Alkali muamelesiz elde ettikleri agar agarda ise (doğal agar agar) en yüksek verimi yaz mevsiminde (%29), en düşük kış mevsiminde elde etmişlerdir. Çalışmamız diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında agar agar veriminin mevsimsel değişiminde hem benzer olan hem de benzer olmayan sonuçlara rastlanılmıştır. Bunun nedeninin agar agar veriminin aynı cins yosunların farklı türlerinde bile değişiklik göstermesi (Freile-Pelegrin, 2000) ve yine agar agar veriminin ve kalitesinin mevsimsel farklılıklara bağlı olarak değişiklik göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Kim ve Humm 1965, Oza 1978, Asare 1980, Shi ve ark. 1983, Lahaye ve Yaphae 1988).

Yapılan diğer çalışmalarda Sousa-Pinto ve ark. (1999), kültüre edilmiş *Gelidium pulchellum*'un agar agar verimi ve büyümesi üzerine ışığın etkisini incelemiş ve %38.6 agar agar verimi elde etmiştir. Hurtado ve ark. (2011), Meksika ve Kaliforniya kıyılarında hasat ettiği *Gelidium robustum*'un agar agar kalitesi ve verimi üzerine enlemin etkisini incelemişler ve agar agar verimini %31-36 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Roleda ve ark. (1997), *Gelidiella acerosa* yosunundan elde ettikleri agar agarda verimi %17.9-39.9 arasında bulmuşlardır.

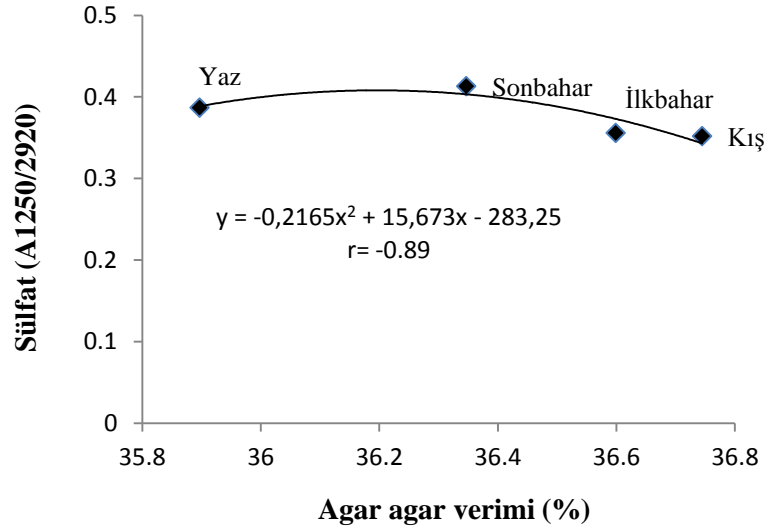
Meena ve ark. (2007), *Gracilaria dura* yosununa farklı oranlarda NaOH çözeltilisi uygulayarak alkali muamelesine tabi tutmuşlar ve agar agar verimini %22±0.95- 27±0.81 olarak tespit etmişlerdir. Falshaw ve ark. (1999), eylül ayında hasat ettikleri *G. edulis*, *G. maramae* ve *G. arcuata* yosunlarından elde ettikleri agar agarda verimi sırasıyla %37, %23 ve %21 olarak tespit etmişlerdir.

Agar agar verimi ve kalitesi kullanılan yosun türüne, çevresel ve fizyolojik etkilere, mevsimlere, yosun türüne, ekstraksiyon şekline, tuzluluk, havalandırma ve ışık gibi faktörlere göre değişiklik gösterebilmektedir (Sukatar, 2002, Kadan, 1994).

Çalışmamızda mevsimsel olarak agar agar verimi ile jel gücü ve sülfat miktarları arasında sırasıyla $r=-0.97$ ve $r= -0.89$ güçlü bir korelasyon ilişkisi bulunmuştur (Şekil 4.1.2, Şekil 4.1.3).



Şekil 4.1.2. Mevsimsel olarak elde edilen agar agar verimi ile jel gücü arasındaki ilişki



Şekil 4.1.3. Mevsimsel olarak elde edilen agar agar verimi ile sülfat arasındaki ilişki

Farklı araştırmacılardan Rao ve Kaladharan (2003) ve Li ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada agar agar verimi ile jel gücü arasında sırasıyla negatif yönlü kuvvetli bir ilişki tespit etmişlerdir (sırasıyla $r=-0.97$ ve $r= -0.89$). Villanueva ve ark. (1999) *Gracilaria eucheumatoides* yosunundan elde ettikleri agar agarda jel gücü ve agar agar verimi arasında negatif yönlü bir ilişki ($r= -0.86$), *Gelidiella acerosa* yosunundan elde edilen agar agarda sülfat ve agar agar verimi arasında negatif yönlü kuvvetli ($r= -0.88$) bir ilişki tespit etmişlerdir. Kumar ve Fotetar (2009), agar agar verimi ile sülfat miktarı arasında ekstraksiyon süresinin uzamasıyla birlikte güçlü bir negatif yönlü korelasyon ilişkisi ($r=-0.8$) tespit etmişlerdir.

4.2. Jelleşme Sıcaklığı

Çalışmada aylık olarak elde edilen agar agar örneklerine ait jelleşme sıcaklıklarının yıllık değişimleri Çizelge 4.2.1’de verilmiştir. Agar agar kalite parametrelerinden biri olan jelleşme sıcaklığı değerleri aylık olarak incelendiğinde en yüksek jelleşme sıcaklığı değerine kasım ve aralık aylarında ($47.90\pm 0.10^{\circ}\text{C}$), en düşük jelleşme sıcaklığı değerine ise nisan ayında ($40.30\pm 0.00^{\circ}\text{C}$) rastlanılmıştır. Yıllık ortalama jelleşme sıcaklığı ise $44.32\pm 0.46^{\circ}\text{C}$ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2.1).

Aylık olarak elde edilen agar agar örneklerinin jelleşme sıcaklığı değerleri istatistiksel açıdan birbirleri ile kıyaslandırıldıklarında; ocak-şubat, ocak-mayıs,

şubat-mayıs, mart-nisan, mayıs-haziran, temmuz-ağustos, eylül-ekim, ekim-kasım, ekim-aralık, kasım-aralık ayları arasında bir fark yokken ($p>0.05$), diğer tüm aylar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.2.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel jelleşme sıcaklığı değerleri

	Aylar	Jelleşme Sıcaklığı (°C)
Kış	Aralık	47.90±0.10 ^a
	Ocak	42.90±0.00 ^d
	Şubat	43.00±0.00 ^d
	Ortalama	44.60±0.82
İlkbahar	Mart	40.43±0.06 ^f
	Nisan	40.30±0.00 ^f
	Mayıs	42.23±0.03 ^{de}
	Ortalama	40.98±0.31
Yaz	Haziran	41.90±0.10 ^e
	Temmuz	45.60±0.20 ^c
	Ağustos	45.23±0.18 ^c
	Ortalama	44.24±0.59
Sonbahar	Eylül	46.93±0.48 ^b
	Ekim	47.56±0.03 ^{ab}
	Kasım	47.90±0.10 ^a
	Ortalama	47.46±0.20
Yıllık Ortalama		44.32±0.46

a, b,.....d, (↓): Farklı harf taşıyan aylar arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$)

Farklı araştırmacıların değişik türlerdeki yosunlardan elde ettikleri agar agarda jelleşme sıcaklığı değerleri Çizelge 4.2.2. de verilmiştir.

Çizelge 4.2.2. Farklı araştırmacılar tarafından elde edilen agar agarda jelleşme sıcaklığı değerleri

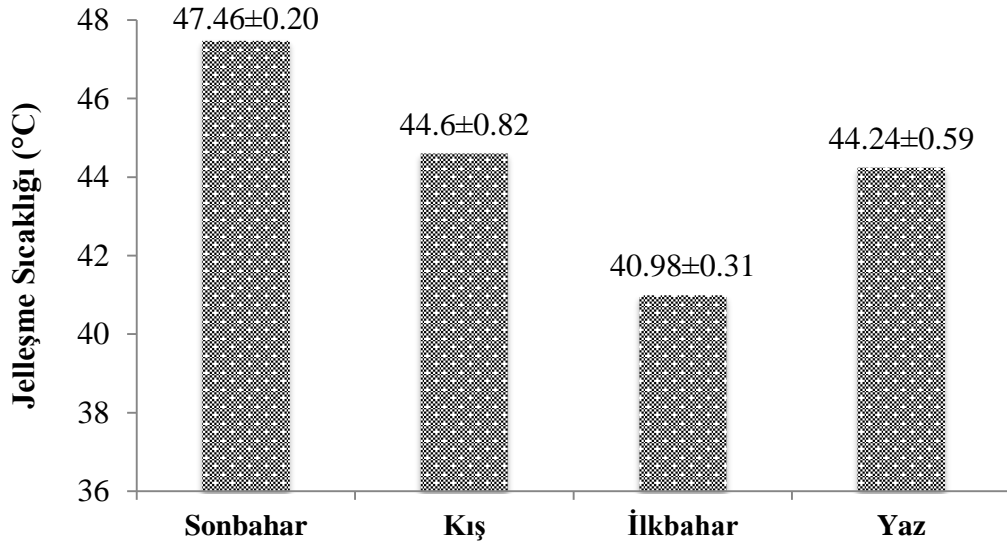
Araştırmacılar	Jelleşme sıcaklığı (°C)	Yosun Türü
Li ve ark. (2009)	41.4±0.5- 41.8±0.9	<i>Gracilaria lemaneiformis</i>
Li ve ark. (2008)	40.8±1.8- 41.7±1.1	<i>Gracilaria lemaneiformis</i>
Romero ve ark. (2008)	36.3±0.6- 40.8±0.3	<i>Gracilaria eucheumatoides</i>
Prasad ve ark. (2007)	39±0.81- 42±0.95	<i>Gelidiella acerosa</i>
Villanueva ve ark. (1999)	48- 51	<i>Gelidiella acerosa</i>
Roleda ve ark. (1997)	37- 45	<i>Gelidiella acerosa</i>
Calumpong ve ark. (1999)	38- 55.5	<i>Gracilaria arcuata</i>
	44- 53	<i>Gracilaria salicornia</i>
	42- 49	<i>Gracilaria blodgettii</i>
Armisen, 1993	42– 45°C	<i>Gelidiella</i>
	40– 42°C	<i>Gracilaria</i>
	38– 39°C	<i>Gracilariopsis</i>
	36– 38°C	<i>Gelidium</i>
	33– 35°C	<i>Pterocladia</i>

Çalışmamızda elde ettiğimiz jelleşme sıcaklığı değerleri, Çizelge 4.2.2’de belirtilen araştırmacıların elde ettiği sonuçlarla karşılaştırıldığında benzer sonuçlar göstermiştir.

Jelleşme sıcaklığını, Arvizu-Higuera ve ark. (2008), *Gracilaria vermiculophylla* kırmızı alginden elde ettiği agar agarda 20.4±0.3-39.6±0.3°C, Montano ve ark. (1999), *Gracilaria eucheumodites* kırmızı yosunundan elde ettiği agar agarda 37-42 °C tespit etmişlerdir. Tespit edilen bu değerler çalışmamızda elde edilen bulgulardan daha düşük olarak bulunmuştur. Anonim (2015ř), *Gracilaria corticata* yosunundan elde edilen agar agarda jelleşme sıcaklığını 44.0-46.4°C arasında tespit edildiğini bildirmiştir. Jelleşme sıcaklığının değişiklik göstermesinin sebepleri arasında agar agar elde edilen yosun türü, uygulanan ekstraksiyon metodu, yosunun hasat edildiği suyun çevresel ve fizyolojik faktörleri sayılabilir.

Çalışmamızda elde edilen jelleşme sıcaklığı değerleri mevsimsel olarak incelendiğinde en yüksek değere sonbahar mevsiminde (47.46±0.20°C), en düşük

değerlere ise ilkbahar mevsiminde ($40.98\pm 0.31^{\circ}\text{C}$) rastlanılmıştır. Sırası ile yaz ve kış mevsimlerine ait agar agar örneklerinde jelleşme sıcaklığı değerleri $44.24\pm 0.59^{\circ}\text{C}$ ve $44.60\pm 0.82^{\circ}\text{C}$ olarak bulunmuştur (Şekil 4.2.1). Mevsimler arasındaki ilişkiyi istatistiksel açıdan incelediğimizde ise yaz ve kış mevsimleri arasında herhangi bir farklılığa rastlanılmazken ($p>0.05$), diğer mevsimler arasında farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$)



Şekil 4.2.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın mevsimsel jelleşme sıcaklığı değerleri

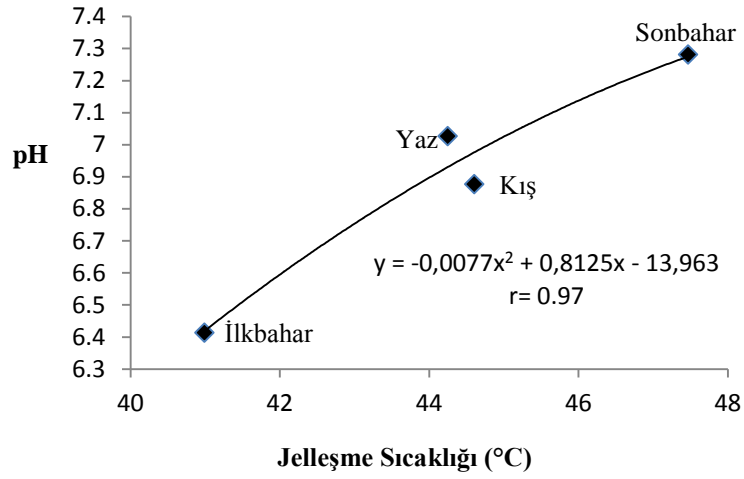
Vergara-Rodarge ve ark. (2010), *Gracilaria vermiculophylla* kırmızı deniz yosunundan alkali muamelesi uygulanmış ve uygulanmamış olarak iki farklı metot ile agar agar elde etmişlerdir. Alkali muamelesi yapılmış agar agar örneklerinde maksimum jelleşme sıcaklığını yaz mevsiminde, minimum jelleşme sıcaklığını ise çalışmamızda da tespit ettiğimiz gibi ilkbahar mevsiminde bildirmiştir. Alkali muamelesi uygulanmamış agar agar örneklerinde ise en yüksek jelleşme sıcaklığına yine çalışmamız paralelinde sonbahar mevsiminde tespit etmişlerdir. Yaz mevsiminde ise alkali muamelesi olmayan örnekler için en düşük değerleri bildirmişlerdir.

Kim ve Humm (1965), Oza (1978), Asare (1980), Shi ve ark. (1983), Lahaye ve Yaphae (1988) ye göre agar agar kalitesi mevsimsel farklılıklara, Young ve ark. (1971),

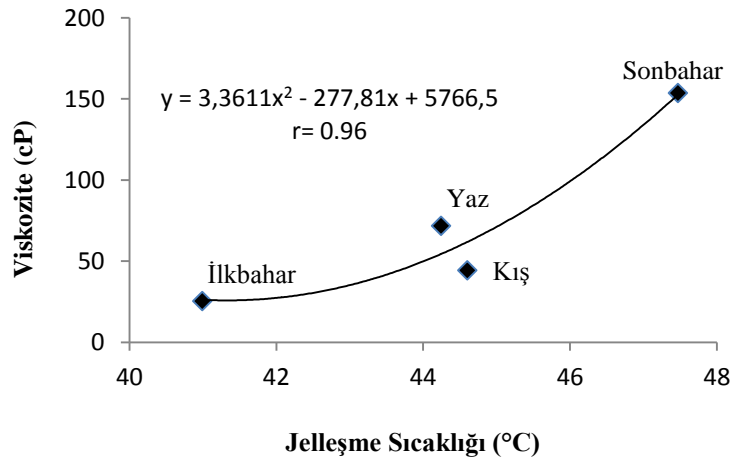
Deboer (1978), Delia ve Deboer (1978), Hoyle (1978), Wyhte ve Engler (1979)'a göre ise çevresel faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Çalışma sonuçlarımızın diğer çalışmalarla farklı sonuçlar göstermesinin nedeninin, çalışmamızın ve diğer referans çalışmaların yürütüldüğü bölgelerin farklı olması ya da farklı ekstraksiyon işlemlerinin uygulanmış olması ve farklı tür veya cinsteki yosunlardan elde edilen agar agarın kalitesi incelenmiş olmasından dolayı olduğu düşünölmektedir.

Piyasada ticari olarak agar agar üretim yapan Titan Biotech Ltd. firması bakteriyolojik alanda kullanılmak üzere ürettiği 242M ve 243M kod numaralı agar agarın jelleşme sıcaklığı 42-44°C (Anonim, 2015ac), Meron Grup isimli firmanın çeşitli amaçlar için ürettiği agar agarın jelleşme sıcaklığı 34-40°C (Anonim, 2015ab) olarak bildirilmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde elde edilen agar agar örneklerinin jelleşme sıcaklığı değerleri ile yılın ilk 6 aylık döneminde elde edilen agar agar örneklerini jelleşme sıcaklığı değerleri yukarıda belirtilen firmalar ile benzer özellik göstermekte olup, ikinci 6 aylık dönemde elde edilen agar agar örneklerin jelleşme sıcaklıkları yüksek bulunmuştur. Fakat çalışmamızda ikinci altı aylık dönemde (haziran-aralık) elde edilen agar agarın jelleşme sıcaklığı bakımından gıda alanında kullanılabileceği düşünölmektedir.

Çalışmamızda aylık olarak elde ettiğimiz agar agarın jelleşme sıcaklığı ile viskozite değerleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Jelleşme sıcaklığı değerleri ile pH ve viskozite değerleri arasında sırasıyla $y=0.1388x+0.7449$ ($r=0.92$) ve $y=0.005e^{0.2606x}$ ($r=0.91$) kuvvetli bir ilişki bulunmuştur. Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın jelleşme sıcaklığı ile pH ve viskozite miktarları arasında sırasıyla $r= 0.97$ ve $r= 0.96$ güçlü bir ilişki tespit edilmiştir (Şekil 4.2.2, Şekil 4.2.3).



Şekil 4.2.2. Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın jelleşme sıcaklığı ile pH arasındaki ilişki



Şekil 4.2.3. Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın jelleşme sıcaklığı ile viskozite arasındaki ilişki

4.3. Erime Sıcaklığı

Yıl boyunca aylık olarak örneklenen *Gelidium latifolium*'dan elde edilen agarlarda yıllık ortalama erime sıcaklığı değeri $91.41 \pm 0.42^\circ\text{C}$ olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.3.1'de aylık olarak elde edilen erime sıcaklıkları ve aylar arasındaki istatistiksel ilişki verilmiştir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgularımıza göre en düşük erime sıcaklığı değerine nisan ayında ($88.26 \pm 0.08^\circ\text{C}$) rastlanılmıştır. Nisan ayından itibaren agar agar örneklerine ait erime sıcaklığı değerleri artışa geçmiş ve kasım ayında en yüksek ($94.86 \pm 0.28^\circ\text{C}$) seviyeye ulaşmıştır.

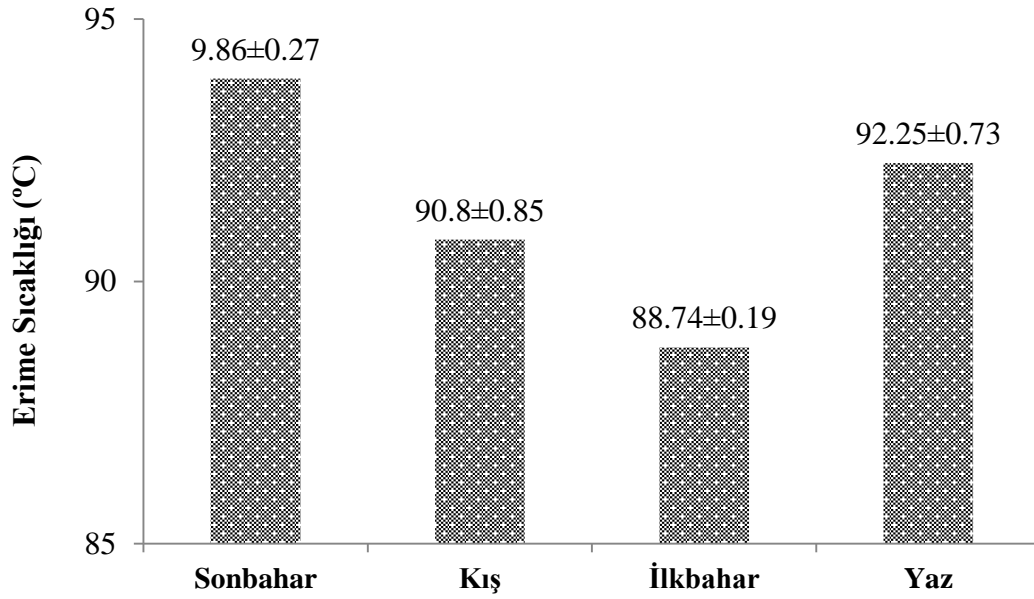
Aylık olarak elde ettiğimiz erime sıcaklığı değerleri istatistiksel olarak incelendiğinde; ocak-temmuz, mart-eylül, haziran-aralık, ekim-kasım gibi bazı aylar arasında önemli farklılıklar ($p < 0.05$) tespit edilirken, kasım-aralık, temmuz-ekim, mayıs- haziran gibi aylar arasında ise önemli bir farklılığa ($p > 0.05$) rastlanılmamıştır (Çizelge 4.3.1).

Çizelge 4.3.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel erime sıcaklığı değerleri

	Aylar	Erime Sıcaklığı ($^\circ\text{C}$)
Kış	Aralık	94.20 ± 0.37^{ab}
	Ocak	89.06 ± 0.06^{de}
	Şubat	89.13 ± 0.06^{de}
	Ortalama	90.80 ± 0.85
İlkbahar	Mart	88.53 ± 0.26^{de}
	Nisan	88.26 ± 0.08^c
	Mayıs	89.43 ± 0.06^d
	Ortalama	88.74 ± 0.19
Yaz	Haziran	89.40 ± 0.20^d
	Temmuz	94.23 ± 0.03^{ab}
	Ağustos	93.13 ± 0.16^c
	Ortalama	92.25 ± 0.73
Sonbahar	Eylül	93.46 ± 0.20^{bc}
	Ekim	93.26 ± 0.03^{bc}
	Kasım	94.86 ± 0.28^a
	Ortalama	93.86 ± 0.27
Yıllık Ortalama		91.41 ± 0.42

a, b,.....d, (↓): Farklı harf taşıyan aylar arasındaki fark önemlidir ($P < 0.05$)

Chirapart ve ark. (2006), ticari olarak piyasada agar agar üreten bazı firmaların ürünlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemiş ve erime sıcaklığını 89.8 ± 0.3 - 93.7 ± 0.6 °C arasında tespit etmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz agar agarın erime sıcaklığı ticari olarak piyasada satılan agar agarların erime sıcaklığı ile benzer özellik göstermektedir. Anonim (2015ş), *Gracilaria corticata* yosunundan elde edilen agar agarda erime sıcaklığını (85.1 - 87.8 °C) çalışmamızda elde edilen verilerden daha düşük bulmuştur.



Şekil 4.3.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın mevsimsel erime sıcaklığı değerleri

Agar agarda erime sıcaklığının en yüksek değeri sonbahar mevsiminde (93.86 ± 0.27 °C), en düşük değeri ise ilkbahar mevsiminde (88.74 ± 0.19 °C) tespit edilmiştir. Mevsimsel olarak erime sıcaklıkları kış (90.8 ± 0.85 °C) ve ilkbahar mevsiminde (88.74 ± 0.19 °C) düşük tespit edilirken, deniz suyu sıcaklıklarının yüksek olduğu yaz (92.25 ± 0.73 °C) ve sonbahar mevsiminde (93.86 ± 0.27 °C) yüksek tespit edilmiştir. Orduna-Rojas ve ark. (2008), agar agarda erime sıcaklığı değerlerinin sıcak aylarda daha yüksek olduğunu bildirmiş olup, çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Mevsimsel olarak elde ettiğimiz agar agarın erime sıcaklığı değerleri arasında sonbahar-kış, sonbahar-ilkbahar ve ilkbahar-yaz arasında önemli

farklılıklar ($p < 0.05$) tespit edilmiş, sonbahar-yaz, kış-ilkbahar ve kış-yaz mevsimleri arasında önemli bir farklılığa ($p > 0.05$) rastlanılmamıştır (Şekil.4.3.1).

Kumar ve Fotedar (2009), *Gracilaria cliftonii* kırmızı alginden farklı ekstraksiyon metotları uygulayarak elde ettikleri agar agarda erime sıcaklığını 81.8 ± 3.5 - 88.0 ± 2.0 °C olarak tespit etmişlerdir. Hurtado ve ark. (2011), Meksika ve Baja Kalifornia kıyısı boyunca hasat ettikleri *Gelidium robustum* alginden elde ettikleri agar agarda erime sıcaklığını 91.6 ± 0.4 - 95.2 ± 0.2 °C arası bulmuşlardır. Orosco ve ark. (1992), *Gracilaria chorda* alginden elde ettikleri agar agarın fiziksel karakteristiklerini incelemişler ve erime sıcaklığını 77.7 - 95.0 °C arasında tespit etmişlerdir. Falshaw ve ark. (1999), *G. edulis*, *G. maramae*, *G. arcuata* alglerinden elde ettikleri agar agarda erime sıcaklıklarını sırası ile 85 - 87.5 °C, 87 - 88.5 °C, 98 - 100 °C olarak tespit etmişlerdir. Mouradi-Givernaud ve ark. (1999), *Gelidium sesquipedale* alginden elde edilen agar agarda erime sıcaklığını 89 - 92 °C arasında bulmuşlardır. Roleda ve ark. (1997), farklı bölgelerden hasat ettikleri *Gelidiella acerosa* alginden elde ettikleri agar agarda erime sıcaklığını 71 ± 2 - 92 ± 2 °C arasında tespit etmişlerdir. Arvizu- Higuera ve ark. (2008), *Gracilaria vermiculophylla* alginden farklı ekstraksiyon metotları uygulayarak elde ettikleri agar agarda erime sıcaklığını 60.2 ± 0.5 - 99.7 ± 0.3 °C arasında tespit etmişleridir. Çalışmamızda aylık olarak elde edilen agar agarda erime sıcaklıkları 88.267 ± 0.1528 - 94.867 ± 0.4933 °C arasında tespit edilmiş olup, literatür sonuçlarıyla benzer sonuçlar göstermektedir.

Villanueva ve ark. (2010), *Gracilaria vermiculophylla* algine alkali muamelesi uygulanmış ve uygulanmamış olmak üzere iki farklı ekstraksiyon metodu denemişler ve elde ettikleri agar agarda erime sıcaklığı değerlerini sırasıyla 73.6 - 80.4 °C (%4 alkali muamelesi uygulanmış) ve 62.7 - 70.0 °C olarak tespit etmişlerdir. Romero ve ark. (2008), *Gracilaria eucheumatoides* alginden elde ettikleri agar agarda erime sıcaklığını 75.0 ± 1.3 - 81.7 ± 0.6 °C bulmuşlardır. Kumar ve ark. (2010), *Gracilaria cliftonii* alginden elde ettiği agar agarda erime sıcaklığını 79.9 ± 1.3 - 87.9 ± 0.4 °C arasında tespit etmiş olup, çalışmamızda elde ettiğimiz bulgularla farklılık göstermektedir. Erime sıcaklıklarındaki bu farklılığın Sukatar (2002) ve Kadan (1994)'ün de bildirdiği üzere agar agar üretimi sırasında uygulanan ekstraksiyon metoduna, çevresel ve fizyolojik faktörlere, su sıcaklığına ve tuzluluk gibi faktörlerin değişkenliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

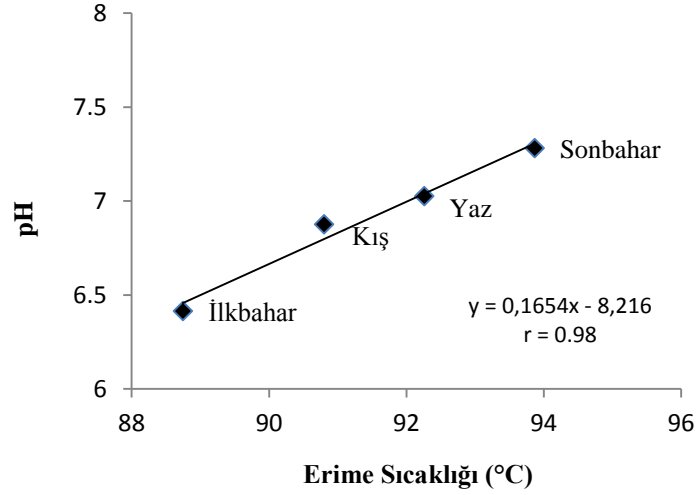
Ticari olarak piyasada satılan agar agarın erime sıcaklığı ile ilgili bir standart yoktur. Çizelge 4.3.2’de piyasada gıda, mikrobiyolojik ve çeşitli alanlarda ticari olarak satılan bazı agar agar ürünlerine ait erime sıcaklığı değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.3.2. Bazı agar agar üretici firmalarının ürünlerine ait erime sıcaklığı değerleri

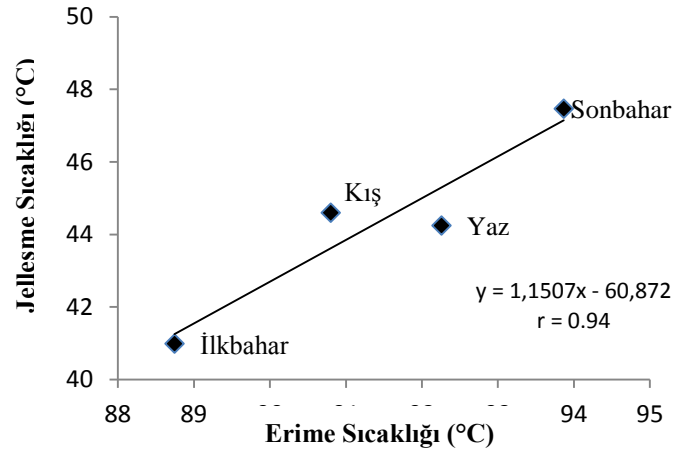
Firma adı	Erime sıcaklığı	Literatür
Meron Grup	85-95°C	Anonim, 2015ab
Titan Biotech Ltd.	85-88°C	Anonim, 2015ac
Merck	>85°C	Anonim, 2015ad
Acumedia	85-95°C	Anonim, 2015ae
Bacto Agar	88°C	Anonim, 2015af
B&V	85-95°C	Anonim, 2015ag

Çalışmamızda aylık ve mevsimsel olarak elde edilen ettiğimiz agar agar örneklerine ait erime sıcaklığı değerleri Çizelge 4.3.2’de belirtilen firmaların değerlerine benzer özellikler göstermekte olup, çalışmada elde edilen agar agar bu özellik bakımından piyasada ticari olarak satılan agar agar kalitesine sahiptir.

Çalışmamızda elde aylık olarak elde ettiğimiz erime sıcaklığı değerleri ile pH değerleri arasında $y = 0.1544x - 7.2174$ ($r = 0.93$) ve jelleşme sıcaklığı ile $y = 1.0395x - 50.699$ ($r = 0.94$) şeklinde kuvvetli bir ilişki bulunmuştur. Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın erime sıcaklığı ile pH ve jelleşme sıcaklığı arasında ise sırasıyla $r = 0.98$ ve $r = 0.94$ güçlü bir korelasyona rastlanılmıştır (Şekil 4.3.2, Şekil 4.3.3).



Şekil 4.3.2. Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın erime sıcaklığı ile pH arasındaki ilişki



Şekil 4.3.3. Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın erime sıcaklığı ile jelleşme sıcaklığı arasındaki ilişki

Farklı araştırmacılardan; Villanueva ve ark. (1999), *Gracilaria eucheumoides* yosundan elde ettikleri agar agarda erime sıcaklığı ile jelleşme sıcaklığı arasında $r= 0.69$, Sousa ve ark. (2010), *Gracilaria vermiculophylla* yosunundan elde ettikleri agar agarda erime sıcaklığı ve jelleşme sıcaklığı arasında $r= 0.72$ şeklinde bir ilişki tespit etmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar literatür değerleriyle karşılaştırıldığında hem benzer olan hem de benzer olmayan sonuçlar elde edilmiş olup, bunların uygulanan

ekstraksiyon metotları, yosun türü gibi farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.4. pH

Çalışmamızda elde edilen agar agarda yıllık olarak pH değişimi incelendiğinde ilk 6 ay içinde (ocak-haziran) pH değeri 6.25 ± 0.01 ile 6.64 ± 0.01 arasında değişmiştir. Yılın son 6 ayı (temmuz-aralık) içerisinde ise 7.13 ± 0.00 ile 7.464 ± 0.01 arasında değiştiği, yıllık ortalama pH değeri ise 6.90 ± 0.06 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4.1).

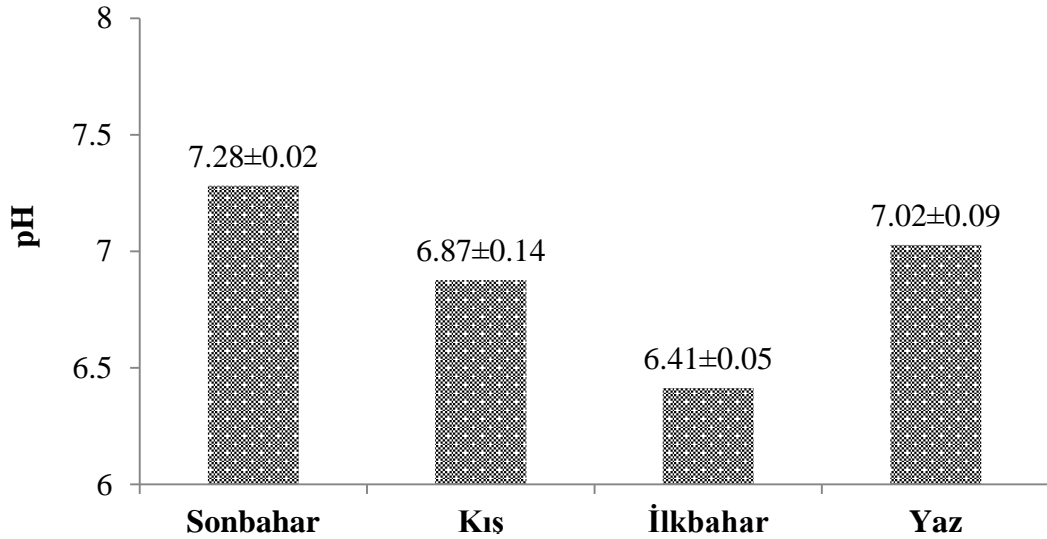
Çizelge 4.4.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel pH değerleri

	Aylar	pH
Kış	Aralık	7.46 ± 0.01^a
	Ocak	6.59 ± 0.01^d
	Şubat	6.57 ± 0.01^d
	Ortalama	6.87 ± 0.14
İlkbahar	Mart	6.25 ± 0.01^f
	Nisan	6.63 ± 0.03^d
	Mayıs	6.35 ± 0.00^e
	Ortalama	6.41 ± 0.05
Yaz	Haziran	6.64 ± 0.01^d
	Temmuz	7.13 ± 0.00^c
	Ağustos	7.30 ± 0.00^b
	Ortalama	7.02 ± 0.09
Sonbahar	Eylül	7.18 ± 0.04^c
	Ekim	7.30 ± 0.00^b
	Kasım	7.35 ± 0.00^b
	Ortalama	7.28 ± 0.02
Yıllık Ortalam		6.90 ± 0.06

a, b,.....d, (↓): Farklı harf taşıyan aylar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

Gelidium latifolium'dan elde edilen agar agarda aralık ayında en yüksek pH değeri (7.46 ± 0.01) tespit edilirken, mart ayında ise en düşük pH değeri (6.25 ± 0.01) tespit edilmiş olup, istatistiksel olarak incelendiğinde bazı aylar arasında önemli farklılıklar gözlemlenmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.4.1).

Agar agarda pH değerini Armisen ve ark. (2000), 6.8-6.18 olarak bildirmişlerdir. Israel ve ark. (1999) *Gracilaria tenuistipitata*'dan elde ettikleri agar agarda pH miktarını 6.5-8 arasında tespit etmişlerdir. Öğretmen (2007) Sinop kıyılarından topladığı *Gelidium latifolium* kırmızı alginden farklı ön işlem ve ekstraksiyon metotları uygulayarak elde ettiği agar agarda pH miktarlarını sırasıyla 6.69 ± 0.11 - 5.17 ± 0.47 olarak bildirmiştir. İstını ve ark. (1994), 70°C'de alkali muamelesi uygulayarak agar agar elde ettiği *Gracilaria sp.* türlerinde pH miktarını 6.52- 6.65 arasında, 80°C'de ekstrakte ettiğinde ise 6.52- 6.86 arasında bulmuşlardır. Araştırmacıların yaptıkları çalışmalar araştırmamızda elde ettiğimiz bulgularla benzerlik göstermektedir. Scholten ve Pierik (1998); farklı şekillerde agar agar elde ederek pH değerlerini 4.2-7.5 arasında bulmuştur.



Şekil 4.4.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın mevsimsel pH değerleri

Araştırma bulgularımızı mevsimsel olarak incelediğimizde ilkbahar da en düşük pH değeri (6.41 ± 0.05) tespit edilmiş olup, yaz mevsiminde pH değerinde artış gözlemlenmiş ve sonbaharda en yüksek seviyeye (7.28 ± 0.02) ulaşmıştır. Kış mevsiminde ise tekrar bir düşüş (6.87 ± 0.14) göstermiştir. Yaz mevsiminde ise pH

değeri 7.02 ± 0.09 olarak tespit edilmiştir. Mevsimsel olarak elde ettiğimiz agar agarın pH miktarlarını istatistiksel açıdan incelediğimizde yaz-sonbahar ve yaz-kış mevsimleri arasında herhangi bir farklılık tespit edilmezken ($p > 0.05$), sonbahar-kış, sonbahar-ilkbahar, kış-ilkbahar ve ilkbahar-yaz mevsimleri arasında ise önemli farklılıklar ($p < 0.05$) tespit edilmiştir (Şekil.4.4.1).

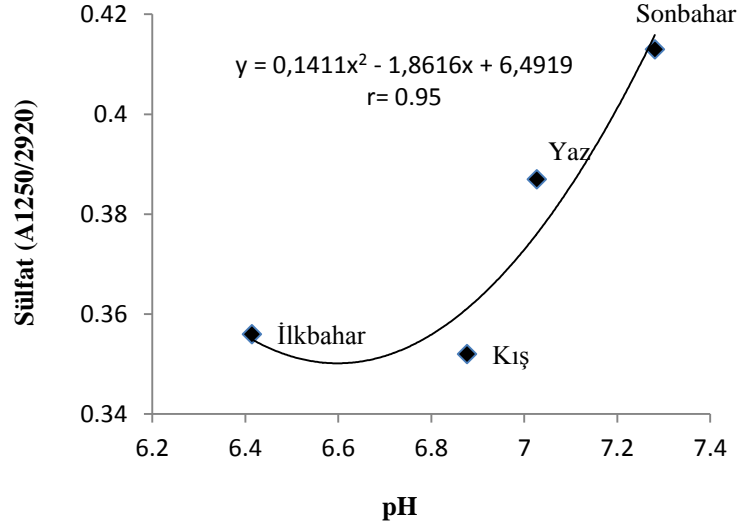
Çizelge 4.4.2.'de farklı yerlerden hasat edilen *Gracilaria sp.* türlerine değişik ekstraksiyon sıcaklıkları uygulanarak elde edilen agar agarın pH değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.4.2. *Gracilaria sp.* türlerinden elde edilen agar agara ait pH miktarları (Orosco ve ark., 1992)

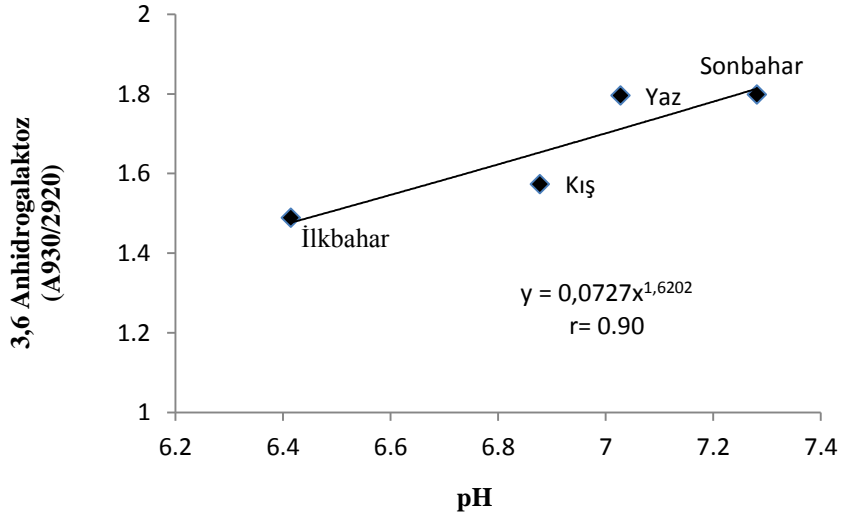
Yosun türü/ Orijini	Alkali Ekstraksiyon Sıcaklığı			
	60°C	70°C	80°C	90°C
<i>Gracilaria chorda</i> / Japonya	8.1	7.7	7.7	-
<i>Gracilaria fisheri</i> / Tayland	-	7.8	7.9	7.8
<i>Gracilaria verrucosa</i> / Filipinler- Bohol	-	7.6	7.7	7.5
<i>Gracilaria sp.</i> / Filipinler- Cebu	-	7.4	7.7	7.6
<i>Gracilaria coronopifolia</i> / Filipinler'in kuzey kıyıları	-	7.4	8.1	7.8

Çizelge 4.4.2'de görüldüğü gibi agar agarda pH değeri, uygulanan ekstraksiyon metoduna, hammadde kaynağının türüne, yosunun hasat edildiği bölgeye göre değişiklikler gösterebilmektedir. Yine Kim ve Heneriquez (1977), Whyte ve ark. (1981), Craigie ve ark. (1984), Duckworth ve ark. (1971) agar agar verimi ve kalitesinin tür içindeki ve türler arasındaki farklılıklara göre değiştirdiğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda mevsimsel olarak elde edilen agar agarın pH miktarları ile sülfat ve 3,6 AHG miktarları arasında sırasıyla $y = 0.1411x^2 - 1.8616x + 6.4919$ ($r = 0.95$) ve $y = 0.0727x^{1.6202}$ ($r = 0.90$) şeklinde bir ilişki bulunmuştur (Şekil 4.4.2, Şekil 4.4.3).



Şekil 4.4.2. Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın pH ile sülfat miktarı arasındaki ilişki



Şekil 4.4.3. Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın pH ile 3,6 anhidrogalaktoz arasındaki ilişki

4.5. Ham Kül

Araştırma bulgularımıza göre aylık olarak elde edilen agar agar örnekleri içerisinde ham kül miktarı en yüksek kasım ayında (% 4.77±0.32), en düşük temmuz ayında (% 2.82±0.07) tespit edilmiştir. Aylık olarak elde edilen agar agar örneklerinin

ham kül miktarları arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.5.1). Ortalama yıllık ham kül değeri % 3.55 ± 0.09 olarak belirlenmiştir.

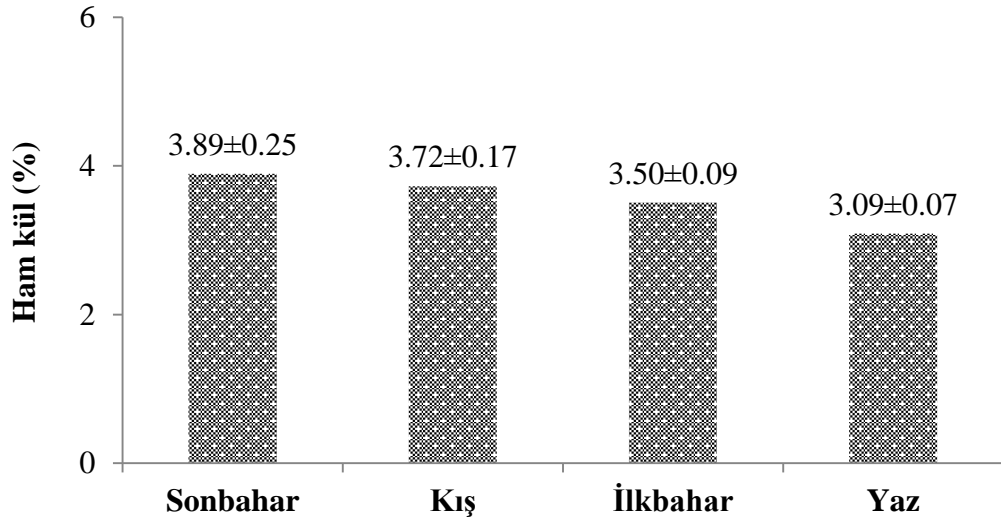
Çizelge 4.5.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel ham kül değerleri

	Aylar	Ham Kül (%)
Kış	Aralık	4.20 ± 0.42^{ab}
	Ocak	3.38 ± 0.01^{bcd}
	Şubat	3.58 ± 0.03^{bcd}
	Ortalama	3.72 ± 0.17
İlkbahar	Mart	3.81 ± 0.04^{bc}
	Nisan	3.54 ± 0.01^{bcd}
	Mayıs	3.15 ± 0.03^{cd}
	Ortalama	3.50 ± 0.09
Yaz	Haziran	3.18 ± 0.02^{cd}
	Temmuz	2.82 ± 0.07^d
	Ağustos	3.26 ± 0.11^{cd}
	Ortalama	3.09 ± 0.07
Sonbahar	Eylül	3.31 ± 0.19^{cd}
	Ekim	3.59 ± 0.03^{bcd}
	Kasım	4.77 ± 0.32^a
	Ortalama	3.89 ± 0.25
Yıllık Ortalama		3.55 ± 0.09

a, b,.....d, (↓): Farklı harf taşıyan aylar arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$)

Mevsimsel olarak ham kül miktarı en yüksek sonbahar (% 3.89 ± 0.25), en düşük yaz mevsiminde (% 3.09 ± 0.07) bulunmuştur (Şekil 4.5.1). Ayrıca mevsimsel olarak Sonbahar mevsiminden yaz mevsimine doğru kül miktarında düzenli olarak bir azalma

saptanmış olup, kış mevsiminde ham kül değeri 3.72 ± 0.17 , ilkbahar da ise 3.50 ± 0.09 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.5.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın mevsimsel ham kül değerleri

İstatistiksel açıdan mevsimsel ham kül değerleri incelendiğinde sonbahar-yaz ve kış-yaz mevsimleri arasında ki fark önemli iken ($p < 0.05$) diğer mevsimler arasındaki fark ise önemsizdir ($P > 0.05$).

Sukatar (2002), gıda endüstrisi için tercih edilen agar agarda kül içeriğini maksimum %5, Anonim (2015) ve FAO/NACA (1996) agar agar da kül içeriğinin maksimum% 6,5 geçmemesi gerektiğini bildirmiştir. Araştırma bulgularımıza göre elde ettiğimiz agar agarda ham kül miktarı 4.77 ± 0.032 - 2.82 ± 0.07 arasında tespit edilmiş olup, ham kül içeriği bakımından ticari değeri olan agar agarlar ile benzer özellik göstermiştir.

Çizelge 4.5.2. Dünyadaki bazı önemli kuruluşların agar agar için kabul ettiği ham kül miktarları

	FCC	USP	EEC	FAO
Ham Kül (% max.)	6.5	6.5	6.5	6.5

Çalışma bulgularımızdan elde ettiğimiz ham kül değerleri Çizelge 4.5.2'deki Uluslararası kuruluşların belirlemiş olduğu max. % ham kül değerlerinin altındadır.

Rao ve Bekheet (1976), Mısır'ın Alexandria kıyısı boyunca hasat ettikleri *Pterocladia capillacea* kırmızı yosunundan agar agar elde ederek, elde ettikleri bu agar agarın özelliklerini belirlemişler ve ham kül değerini % 1.7-3.8 arasında tespit etmişlerdir. Yenigül (1979), bazı kırmızı alg türlerinden agar agar üretimi hakkında yaptığı çalışmada ham kül miktarını ham agar agar, saf agar agar ve Amerikan agar agarında sırasıyla %2.52, %1.81 ve %4.64 olarak tespit etmiştir. Meena ve ark. (2007), Hindistan'dan hasat ettikleri *Gracilaria dura* yosununa farklı NaOH oranları uygulayarak ön işleme tabi tutarak agar agar elde etmişlerdir. Çalışma bulgularında agar agarda kül miktarını en düşük 0.88 ± 0.024 (NaOH miktarı %15), en yüksek 8.16 ± 0.12 (ön işlem uygulanmamış) arasında tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular literatür değerleriyle karşılaştırıldığında benzer olan ve olmayan sonuçların olduğu görülmektedir. Bu farklılıkların yosunları uygulanan ön işlemlerden, agar agar elde edilen yosun türünden ve hasat bölgesindeki suyun kimyasal özelliklerinden dolayı olabileceği düşünülmektedir.

4.6. Viskozite

Çalışmamızda aylık olarak elde edilen agar agar örneklerinin dinamik viskozite değerleri Çizelge 4.6.1'de verilmiştir. Agar agar kalite parametreleri içerisinde önemli bir yer teşkil eden viskozite değerleri aylık olarak incelendiğinde en yüksek kasım ayında (214.67 ± 15.05 cP), en düşük nisan ayında (17.28 ± 1.33 cP) tespit edilmiştir. Yıllık ortalama viskozite değeri ise 73.76 ± 59.59 cP olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.6.1).

Aylık olarak elde edilen agar agar örneklerinin viskozite değerleri kendi arasında değerlendirildiğinde önemli derecede farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 4.6.1).

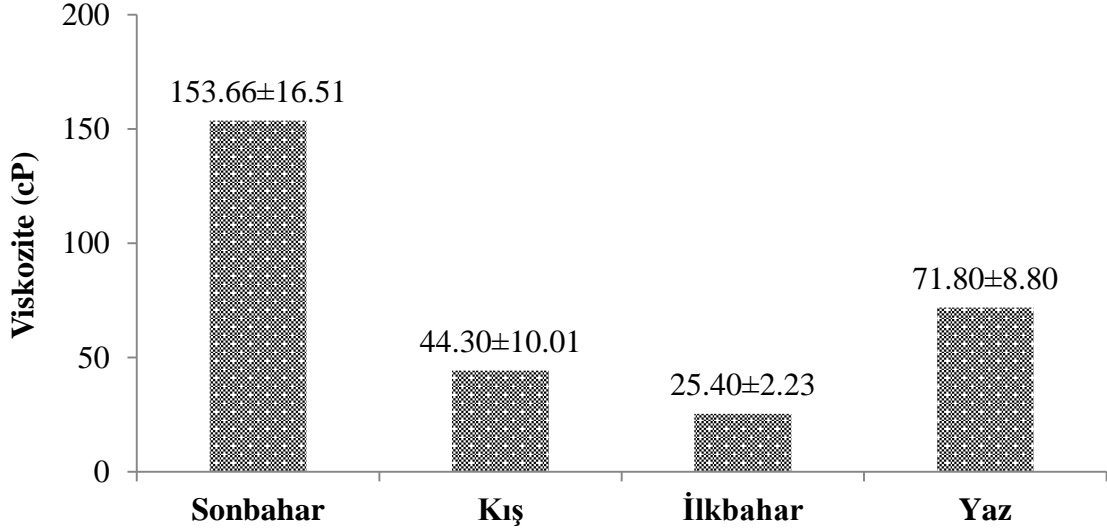
Çizelge 4.6.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel viskozite değerleri (cP= centipoise)

	Aylar	Viskozite (cP)
Kış	Aralık	84.13±2.14 ^{ab}
	Ocak	26.86±0.87 ^b
	Şubat	21.91±1.73 ^b
	Ortalama	44.30±10.01
İlkbahar	Mart	28.17±0.04 ^b
	Nisan	17.28±1.33 ^b
	Mayıs	30.76±2.64 ^{ab}
	Ortalama	25.40±2.23
Yaz	Haziran	37.84±3.02 ^b
	Temmuz	85.93±6.01 ^{ab}
	Ağustos	91.64±3.44 ^{ab}
	Ortalama	71.80±8.80
Sonbahar	Eylül	138.3±1.76 ^{ab}
	Ekim	107.9±4.63 ^{ab}
	Kasım	214.67±15.059 ^a
	Ortalama	153.66±16.51
Yıllık Ortalama		73.79±59.59

a, b,.....d, (↓): Farklı harf taşıyan aylar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

Çalışmamızda elde ettiğimiz agar agarın viskozite değerleri mevsimsel olarak incelendiğinde en yüksek sonbahar mevsiminde (153.66±16.51 cP), en düşük ilkbahar mevsiminde (25.40±2.23 cP) tespit edilmiştir. Mevsimsel olarak viskozite değerlerini incelediğimizde ilkbahar mevsiminden itibaren yaz ve sonbahar mevsimlerinde düzenli olarak yükselme eğilimi göstermiş olup, sonbahar mevsiminden sonra düzenli bir şekilde viskozite miktarı azalmıştır (Şekil 4.6.1). Mevsimsel olarak elde edilen viskozite değerlerine göre sonbahar-kış, sonbahar-ilkbahar, sonbahar-yaz ve ilkbahar-yaz

mevsimleri arasında istatistiksel olarak farklılıklar tespit edilmiş olup ($p<0.05$), kış-İlkbahar ve kış-yaz mevsimleri arasında bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).



Şekil 4.6.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın mevsimsel viskozite değerleri

Prasad ve ark. (2007), Hindistan'nın güney ve batı kıyılarından hasat ettikleri *Gelidiella acerosa* yosunundan elde ettikleri agar agarda viskozite miktarını 15 ± 0.55 - 30 ± 0.85 cP arasında tespit etmişlerdir. Meena ve ark. (2007), Hindistan sularından hasat ettiği agar agarda viskozite miktarını 32 ± 0.5 - 44 ± 0.81 cP arasında bulmuşlardır. Chirapart ve ark. (1997), *Gracilaria lemaneiformis* yosuna 0.01 N ve 0.001 N asetik asit, 0.001 N oksalik asit ve 0.001 N nitrik asit olmak üzere farklı asit işlemleri ile muamele ederek 1 saat boyunca ekstraksiyon işlemi uygulamış ve viskozite değerlerini sırasıyla 1.59 ± 0.01 cP, 2.47 ± 0.05 cP, 1.28 ± 0.0 cP, 1.92 ± 0.01 cP olarak tespit etmişlerdir. Praiboon ve ark. (2006), *Gracilaria fisheri*, *Gracilaria edulis* ve *Gracilaria sp.* yosunlarından alkali işlem uygulamadan elde ettikleri agar agarda viskozite miktarını sırasıyla 18.37 ± 0.55 cP, 22.05 ± 2.76 cP, 57.33 ± 3.51 cP, alkali işlem uygulayarak elde ettikleri agar agarda ise 4.34 ± 0.27 cP, 8.59 ± 0.37 cP, 5.28 ± 0.23 cP olarak tespit etmişleridir. Romero ve ark. (2008), *Gracilaria eucheumatoides* yosunundan elde ettikleri agar agarın 31 ay boyunca muhafaza ederek kalite değişimleri gözlemlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara en yüksek viskozite 2. ay depolama sonunda (14.5 cP) elde edilen agar agarda, en düşük 31. ay sonunda depolanan agar agarda

(1.0 cP) elde etmişlerdir. Calumpong ve ark. (1999), farklı bölgelerden hasat edilen *Gracilaria arcuata*, *Gracilaria blodgettii* ve *Gracilaria salicornia* yosunlarından elde ettikleri agar agarda viskozite miktarlarını sırasıyla 0-42 cps, 2.5-15 cps ve 0-47 cps arasında tespit etmişleridir. Istini ve ark. (1994), farklı *Gracilaria sp.* türlerine ait yosunlara 70 °C ve 80 °C ekstraksiyon sıcaklığı uygulayarak alkali işlemine tabi tutmuş ve viskozite değerini en yüksek *Gracilaria lemaneiformis* yosununda elde etmişlerdir (70°C ekstraksiyon sıcaklığında 377 cP, 80°C ekstraksiyon sıcaklığında 499 cP). Villanueva ve ark. (1999), *Gracilaria eucheumoides* yosunundan elde ettikleri agar agarda viskozite değerlerini 10- 320 cP arasında tespit etmişlerdir.

Agar agarda viskozite değeri uygulanan ekstraksiyon metoduna, kullanılan yosun türüne, hasat edilen bölgeye göre değişiklik göstermektedir. Çizelge 4.6.2' de farklı bölgelerden hasat edilen ve farklı sıcaklık derecelerinde ekstrakte edilen yosunlara ait viskozite miktarları verilmiştir (Orosco ve ark. 1992).

Çizelge 4.6.2. Değişik bölgelerden hasat edilen farklı yosun türlerine ait viskozite değerleri (cP) (Orosco ve ark. 1992)

Yosun türü	Orijin	Ekstraksiyon sıcaklığı			
		60°C	70°C	80°C	90°C
<i>Gracilaria chorda</i>	Japonya	8.1	7.0	9.9	
<i>Gracilaria fisheri</i>	Tayland	7.0	8.0	8.5	
<i>Gracilaria verrucosa</i>	Filipinler	23.1	61.6	18.7	
<i>Gracilaria sp.</i>	Filipinler	11.1	22.8	19.6	
<i>Gracilaria coronopifolia</i>	Filipinler	12.1	23.8	16.6	
<i>Gracilaria edulis</i>	Malezya			9.5	10.1
<i>Gracilaria edulis</i>	Malezya			7.4	7.7

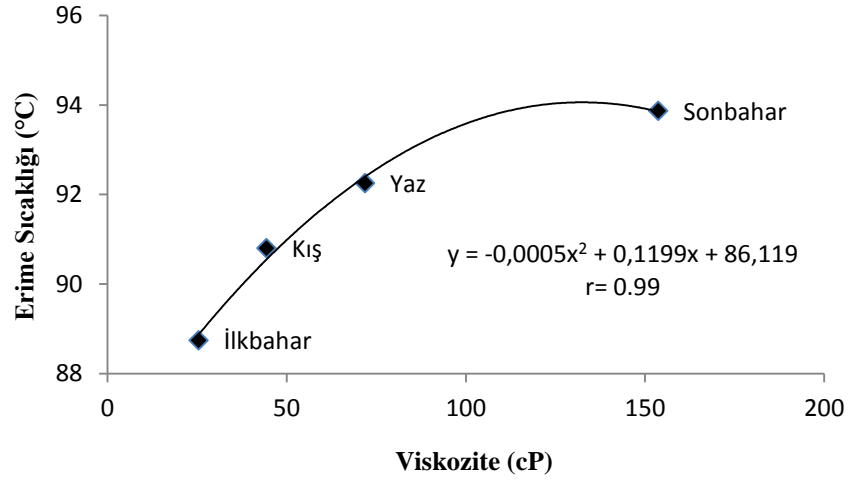
Prasad ve ark. (2007), Hindistan'ın güney kıyılarının farklı bölgelerinden 2001 yılının Şubat ayında hasat ettikleri *Gelidiella acerosa* yosununda viskozite miktarını 45 ± 0.95 - 33 ± 0.75 cP arasında, 2002 yılında farklı bölgelerden ve farklı aylarda hasat ettikleri yosunlarda ise 56 ± 0.85 - 67 ± 0.95 cP arasında tespit etmişleridir. Aynı çalışmada dinamik viskozitenin kayma hızının artmasıyla birlikte azaldığını bildirmişlerdir.

Agar agarda viskozite miktarının uluslararası bir standardı bulunmamaktadır. Armisen (1995), gıda uygulamaları için kullanılan agar agar örneklerinde düşük jel gücü ve yüksek viskoziteye sahip olmaları tercih edildiği için herhangi bir agar agar jelinin sahip olduğu özelliklerin araştırılması biyoteknolojik ve gıda uygulamalarındaki uç özelliklerinin bilinmesi gerektiğini bildirmiştir. Çalışmamızda temmuz ile aralık ayları arasında elde edilen agar agarın viskozite miktarları diğer aylara göre yüksek olup, gıda alanında kullanılabilirliği bakımından daha verimli olduğu düşünülmektedir.

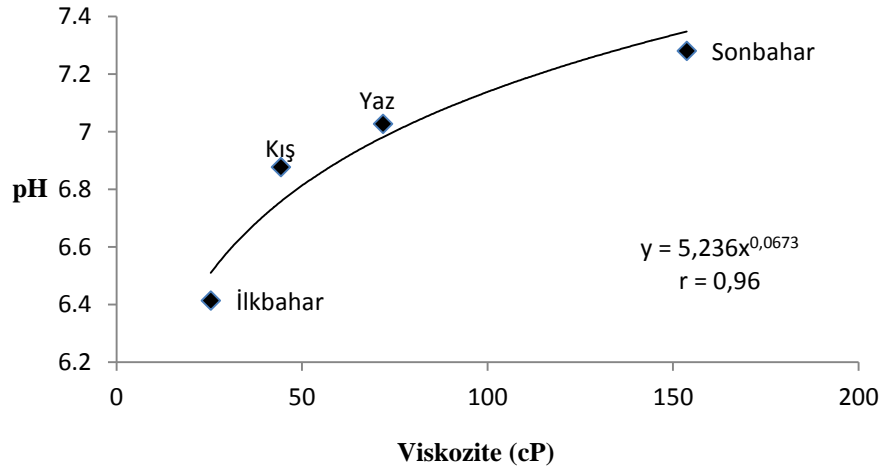
Meron Grup isimli firma internet adresinde farmakoloji alanında kullanılan agar agar özelliklerinde viskozite miktarını 75-105 cps olarak bildirmiş olup, çalışmamızda temmuz-aralık ayları arasında ve sonbahar mevsiminde elde edilen agar agarın viskozite miktarları firmanın belirtmiş olduğu bu standarda uygun özellik göstermektedir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçları literatür değerleriyle karşılaştırdığımızda benzer olan ve benzer olmayan sonuçlar elde edildiğini görmekteyiz. Bu farklılıkların Murano (1995)'in bildirdiği gibi agar agarın elde edildiği yosunun türü ve yosunun hasat edildiği suyun fiziksel ve çevresel özelliklerine ve uygulana ekstraksiyon metodu gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

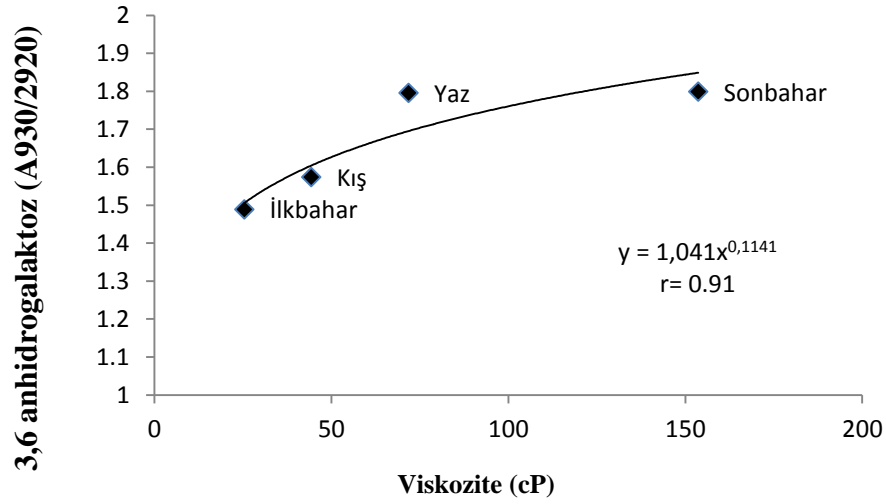
Aylık olarak elde ettiğimiz agar agarın viskozite değerleri ile erime sıcaklığı ($r=0.95$) ve pH değerleri ($r=0.86$) arasında güçlü bir korelasyon ilişkisi bulunmuştur. Aynı şekilde mevsimsel olarak elde ettiğimiz agar agar örneklerinin viskozite miktarları ile erime sıcaklığı ($r=0.99$), pH (0.96), 3,6 anhidrogalaktoz ($r= 0.91$) ve sülfat ($r= 0.94$) miktarları arasında kuvvetli bir korelasyon ilişkisi tespit edilmiştir (Şekil 4.6.2, Şekil 4.6.3, Şekil 4.6.4, Şekil 4.6.5).



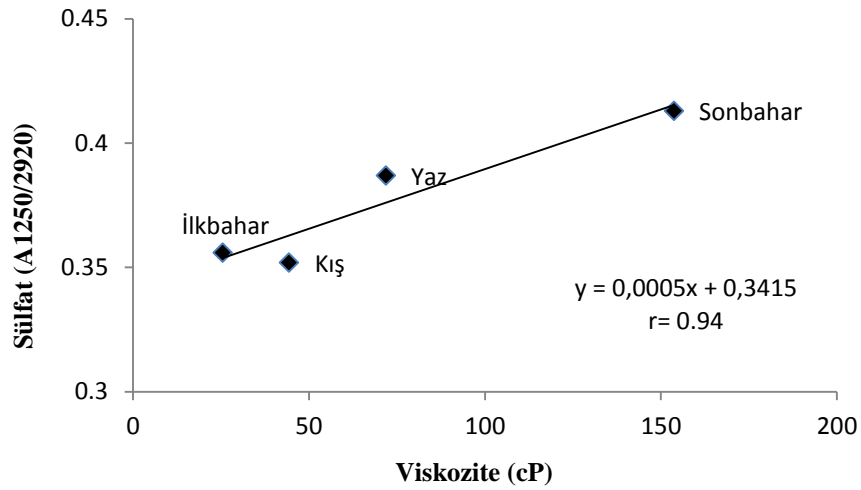
Şekil 4.6.2. Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın viskozite ile erime sıcaklığı arasındaki ilişki



Şekil 4.6.3. Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın viskozite ile pH miktarı arasındaki ilişki



Şekil 4.6.4. Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın viskozite ile 3,6 anhidrogalaktoz arasındaki ilişki



Şekil 4.6.5. Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın viskozite ile sülfat miktarı arasındaki ilişki

Romero ve ark. (2008), *Gracilaria eucheumatoides* yosunundan elde ettikleri agar agarda viskozite miktarları erime sıcaklığı değerleri arasında ($r=0.823$) yüksek derecede bir ilişki tespit etmiş olup, çalışmamızda mevsimsel olarak elde edilen agar agar ile benzerlik göstermektedir. Marinho-Soriano ve Bourret (2003), Marinho-Soriano ve ark. (2006), Romero ve ark. (2008), agar agarın kalitesinin yosun türü, ekstraksiyon metodu, hasat sonrası depolama gibi özelliklerle beraber mevsimler, coğrafik özellikler ve yosunların hayat döngüsü gibi ekolojik parametler tarafından etkilenebileceğini bildirmişlerdir. Bu sebeplerin yanında agar agar verim kalitesi üzerine ekstraksiyon

sıcaklığı ve süresi ile ekstraksiyon öncesi işlemler de büyük rol oynamaktadır (Kumar ve Fotedar, 2009, Oyieke, 1993). Literatürlerden elde edilen sonuçlar çalışmamızda elde edilen değerler kıyaslandığında benzer olan ve olmayan sonuçlar görülmektedir. Bu farklılıkların yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı olabileceği düşünülmektedir.

4.7. Sülfat

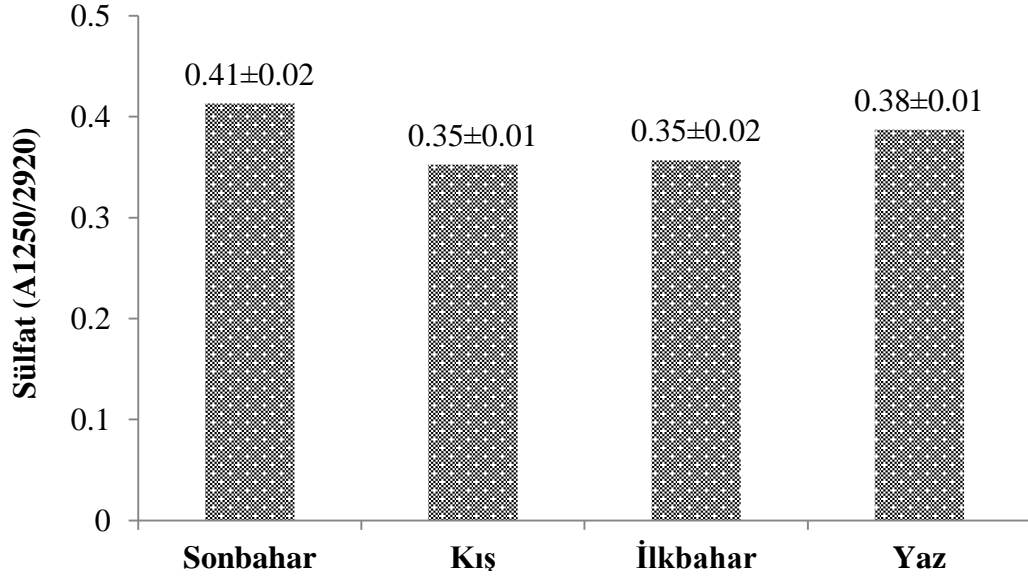
Çalışmamızda *Gelidium latifolium*'dan elde edilen agar agara ait FT-IR spektrofotometre ile ölçüm yapılan sülfat miktarları Çizelge 4.7.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.7.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agara ait aylık ve mevsimsel sülfat miktarı

	Aylar	Toplam Sülfat (A1250/2920cm⁻¹)
Kış	Aralık	0.32±0.02 ^a
	Ocak	0.35±0.02 ^a
	Şubat	0.38±0.01 ^a
	Ortalama	0.35±0.01
İlkbahar	Mart	0.42±0.01 ^a
	Nisan	0.31±0.02 ^a
	Mayıs	0.33±0.02 ^a
	Ortalama	0.35±0.02
Yaz	Haziran	0.39±0.02 ^a
	Temmuz	0.36±0.02 ^a
	Ağustos	0.40±0.02 ^a
	Ortalama	0.38±0.01
Sonbahar	Eylül	0.37±0.05 ^a
	Ekim	0.42±0.02 ^a
	Kasım	0.43±0.03 ^a
	Ortalama	0.41±0.02
Yıllık Ortalama		0.37±0.00

a, b,.....d, (↓): Farklı harf taşıyan aylar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

Çalışmada FT-IR spektrofotometre ile yapılan ölçümler sonucunda yıllık ortalama sülfat miktarı 0.37 ± 0.00 olup, en yüksek sülfat miktarı kasım ayında (0.43 ± 0.03), en düşük sülfat miktarı ise nisan ayında (0.31 ± 0.02) tespit edilmiştir. Çalışmamızda aylık olarak elde edilen agar agarın sülfat miktarları arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir ($p>0.05$).



Şekil 4.7.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın mevsimsel sülfat değerleri

Çalışmamızda elde edilen sülfat değerlerine ait bulgular mevsimsel olarak değerlendirildiğinde sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde sırası ile 0.41 ± 0.02 , 0.35 ± 0.01 , 0.35 ± 0.02 ve 0.38 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.7.1). Yapılan varyans analiz sonucunda mevsimler arasında herhangi bir önemli farka rastlanılmamıştır ($P>0.05$).

Romero ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada *Gracilaria eucheumatoides*'ten yosunundan elde ettikleri agar agarda sülfat miktarını 1.027-1.091 arasında, Yenigül (1993), *Gracilaria* yosunundan elde ettiği agar agarda sülfat miktarını 0.14-0.5 arasında tespit etmiştir. Montano ve ark. (1999), *Gracilaria arcuata* yosunundan alkali muameleli ve alkali muamelesi olmadan elde ettiği agar agarda sülfat miktarını sırasıyla 1.00 ve 1.17, *Gracilaria tenuistipitata* yosununda ise 0.84 ve 1.18 olarak tespit etmişlerdir. Anonim (2015ş), *Gracilaria corticata* yosunundan elde edilen agar agarda

sülfat miktarını %3.5-5 arasında tespit etmiş olup, en düşük sülfat miktarını kış mevsimi başlarında, en yüksek sülfat miktarını ise kış mevsimi ortalarında tespit ettiğini bildirmiştir.

Çalışmamızda elde edilen bulgular Yenigül (1993) ile benzerlik göstermektedir. Agar agarda sülfat miktarının düşük olması istenmektedir. Bu sebepten dolayı Romero ve ark. (2008) ve Montano ve ark. (1999)'un elde ettiği bulgular çalışmamızdan yüksek olması çalışmamızda elde edilen agar agarın sülfat değeri bakımından daha iyi özellikte olduğunu göstermektedir.

4.8. Jel Gücü

Çalışmamızda aylık olarak elde edilen agar agar örneklerinde en yüksek jel gücü değeri eylül ayında (591.85 ± 2.42 gr/cm²), en düşük jel gücü değeri ise ocak ayında (206.83 ± 5.36 gr/cm²) tespit edilmiştir. Yıl boyunca hasat edilen yosun örneklerinden elde edilen agar agarda ortalama jel gücü 451.00 ± 16.94 gr/cm² olarak hesap edilmiştir (Çizelge 4.8.1).

Elde edilen aylık çalışma bulgularımız istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde ağustos-şubat, ağustos-haziran, mart-nisan, mart-aralık, aralık-nisan, ekim-temmuz ayları arasında herhangi bir farklılığa rastlanılmazken ($p > 0.05$), diğer aylar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.8.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel jel gücü değerleri

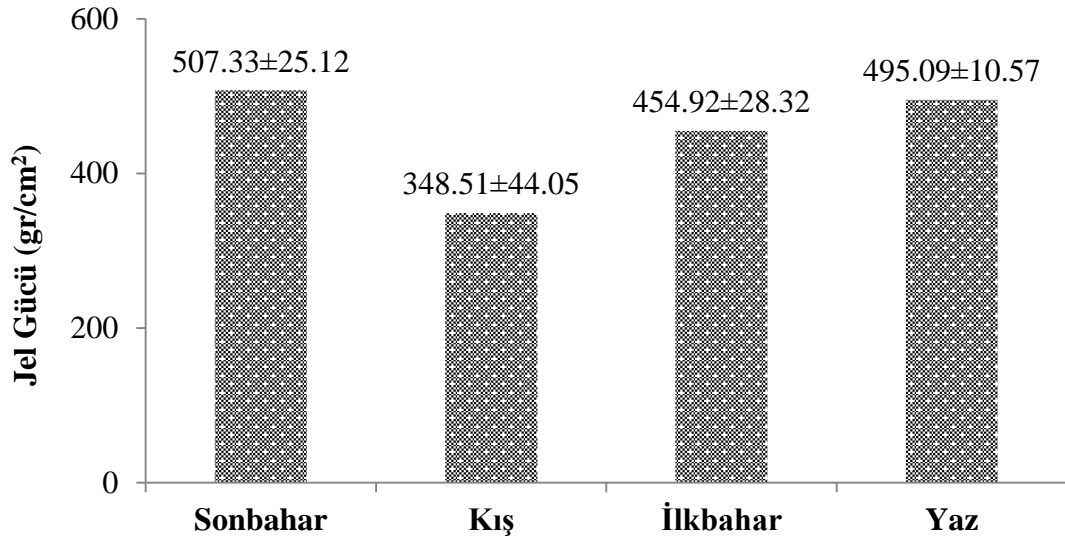
	Aylar	Jel Gücü (gr/cm²)
Kış	Aralık	393.27±2.10 ^g
	Ocak	206.83±5.36 ^h
	Şubat	493.88±2.68 ^d
	Ortalama	348.51±44.05
İlkbahar	Mart	398.49±0.87 ^g
	Nisan	394.52±3.75 ^g
	Mayıs	551.59±1.41 ^b
	Ortalama	454.92±28.32
Yaz	Haziran	512.88±3.44 ^c
	Temmuz	447.18±3.82 ^{ef}
	Ağustos	509.22±2.12 ^c
	Ortalama	495.09±10.57
Sonbahar	Eylül	591.85±2.42 ^a
	Ekim	439.84±1.77 ^f
	Kasım	467.80±3.44 ^{de}
	Ortalama	507.34±25.12
Yıllık Ortalama		451.00±16.94

a, b,.....d, (↓): Farklı harf taşıyan aylar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

Çalışmamızda elde ettiğimiz mevsimsel jel gücü değerleri incelendiğinde en düşük jel gücü değerine kış mevsiminde (348.51±44.05 gr/cm²) rastlanılmıştır. Kış mevsimini takiben ilkbaharda (454.92±28.32 gr/cm²) ve yaz (495.09±10.57 gr/cm²) mevsiminde artışa geçen jel gücü değeri sonbaharda en yüksek seviyeye ulaşmıştır (507.33±25.21 gr/cm²) (Şekil 4.8.1). Bird ve Ryther (1990) ve Christiaen ve ark. (1987) yaptıkları çalışmada deniz suyu sıcaklığı ile agar agar jel kuvvetinin ilişkili olduğunu ve sıcaklıkla beraber jel kuvvetinin artış gösterdiğini bildirmişleridir. Marinho-Soriano ve Bourret (2003), yaptıkları çalışmada *Gracilaria gracilis* yosunundan elde ettikleri agar

agarda en yüksek jel gücünü ilkbahar/yaz mevsimlerinde tespit etmişlerdir. Gerçekleştirilen çalışmada kış mevsiminden sonra deniz suyu sıcaklığının artmasıyla agar agar jel kuvvetinde artış görünmekte olup, literatürlerden elde edilen değerler ile uyuşmaktadır.

Çalışmamızda elde ettiğimiz mevsimsel bulgular istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde yaz-kış ve sonbahar-kış mevsimleri arasındaki farklılıklar tespit edilmiş olup ($p < 0.05$), kış-ilkbahar, ilkbahar-yaz, ilkbahar-sonbahar ve yaz-sonbahar mevsimleri arasında önemli bir farklılığa rastlanılmamıştır ($p > 0.05$).



Şekil 4.8.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın mevsimsel jel gücü değerleri

Istını ve ark. (1994), farklı *Gracilaria* türlerine alkali muamelesi uygulayarak 70 °C'de ekstraksiyon işlemine tabi tutmuş ve agar agar jel kuvvetini *Gracilaria chorda* yosunun genç ve olgun bireylerinde sırasıyla 467±65 gr/cm² ve 486±41 gr/cm² olarak tespit etmiştir. Ayrıca kültüre edilmiş *G. fisheri* yosununda jel kuvvetini 270±4 gr/cm², doğal yoldan topladıklarında ise 382±12 gr/cm² bulmuşlardır. *G. verrucosa* ve *G. lemaneiformis* yosunlarında jel gücünü sırasıyla 237±9 gr/cm² ve 289±1 gr/cm² olarak tespit etmişlerdir. Chirapart ve ark. (1997), *G. lemaneiformis* yosununa 0,01N asetik asit, 0,001N asetik asit, 0.001N oksaik asit ve 0.001N sitrik asit gibi farklı hidroliz yöntemleri uyguladıktan sonra alkali muamelesine tabi tutmuş ve jel gücünü sırasıyla 42.0±0.8 gr/cm², 247±15.3-715±74.6 gr/cm², 31.2±5.3 gr/cm², 135±8.6- 484±25.6 gr/cm² bulmuşlardır. Roleda ve ark. (1997), *Gelidiella acerosa*'dan elde ettiği agar

agarda jel gücünü 61- 523 gr/cm² arasında tespit etmişlerdir. Mollet ve ark. (1998), farklı aylarda hasat ettikleri *G. gracilis* ve *G. longissima* yosunlarından alkali muamelesi ile elde ettikleri agar agarda jel gücünü <20-279 gr/cm² arasında, alkali muamelesi uygulamadan elde ettikleri agar agarda ise <20-240 gr/cm² arasında bulmuşlardır. Givernaud ve ark. (1999) doğal olarak elde ettikleri agar agarda jel gücünü 246-511 gr/cm², alkali muamelesiyle elde edilen agar agarda max. 880 gr/cm², Falshaw ve ark. (1999), *Gracilaria* sp. türünden elde ettiği agar agarda 310-345 gr/cm² tespit etmişlerdir. Praiboon ve ark. (2006), *G. fisheri*, *G. edulis* ve *Gracilaria* sp. türlerinden alkali muamelesi uygulayarak elde ettikleri agar agarda sırasıyla 228.27±48.18 gr/cm², 239.95±28.35 gr/cm², 334.50±14.1 gr/cm², alkali muamelesi uygulamadan elde ettikleri agar agarda; 145.61±34.55 gr/cm², 197.08±72.87 gr/cm², 202.31±7.39 gr/cm² olarak tespit etmişlerdir. Prasad ve ark. (2007), farklı yerlerden hasat ettikleri *Gelidiella acerosa* yosununda jel gücünü 450±8.39-845±9.46 gr/cm² bulmuşlardır. Arvizu Higuera ve ark. (2008), saf olarak elde ettikleri agar agarda jel gücünü max. 72 gr/cm², alkali muamelesi uygulayarak elde ettiklerinde max. 1064 gr/cm² bulmuşlardır. Meena ve ark. (2008), *G. edulis*, *G. acerosa*, *G. folifera* ve *G. corticota* yosunlarından doğal olarak elde ettikleri agar agarda jel gücünü sırayla 100±7.30 gr/cm², 250±15.20 gr/cm², 100±856 gr/cm², 100±6.19 gr/cm², alkali muamelesi uygulayarak elde ettikleri agar agarda ise 490±8.16 gr/cm², 800±15.40 gr/cm², 135±7.63 gr/cm², 110± 6.29 gr/cm² tespit etmişlerdir. Li ve ark. (2008), *G. lemaneiformis* ve *G. asiatica* yosunlarına farklı ekstraksiyon metotları uygulayarak agar agar elde etmişler ve jel gücü miktarlarını sırasıyla 271±38- 1913±38 gr/cm² ve 465±23- 1599±24 gr/cm² olarak tespit etmişlerdir. Kumar ve ark. (2009), *Gracilaria cliftonii* yosunundan farklı metotlar kullanarak elde ettikleri agar agarda jel gücünü 117.7±1- 246.7±28 gr/cm², Hurtado ve ark. (2011), Meksika kıyıları boyunca hasat ettikleri *Gelidium robustum* yosunundan elde ettikleri agar agarda 205-444 gr/cm² tespit etmişlerdir. Calumpong ve ark. (1999), *G. arcuata* (Lag-it), *G. arcuata* (Malo), *G. salicornia* ve *G. blodgettii* yosunlarından elde ettiği agar agarda jel gücünü sırayla 17-260 gr/cm², 58-270 gr/cm², 29.5-147 gr/cm², 29.6-235 gr/cm² tespit etmişlerdir.

Orosco (1992), değişik bölgelerden hasat ettiği *Gracilaria* spp. türlerine farklı sıcaklıklarda ekstraksiyon işlemine tabi tutarak elde ettiği agar agarda jel gücü miktarları Çizelge 4.8.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.8.2. Farklı *Gracilaria sp.* türlerine ait farklı ekstraksiyon sıcaklığında elde edilen agar agar da jel gücü miktarları

Yosun türü / hasat yeri	Jel gücü (gr/cm ²)		
	70 °C	80 °C	90 °C
<i>Gracilari fisheri</i> / Tayland	298±1	575±22	716±8
<i>Gracilaria verrucosa</i> / Pilipinler, Merkez, Bohol	162±7	596±5	608±14
<i>Gracilaria spp.</i> / Pilipinler, Merkez, Cebu	179±4	522±23	621±4
<i>Gracilaria coronoifolia</i> / Pilipinler, İlocos Norte	155±8	195±1	201±5

Araştırma bulgularımızda jel gücü 206.836±5.369–591.852±2.422 gr/cm² arasında tespit edilmiş olup, bulgularımız farklı araştırmacıların bulguları ile karşılaştırıldığında benzer olan ve benzer olmayan sonuçlara rastlanılmıştır.

Jel gücünü etkileyen en önemli etkenler ise agar agarın elde edildiği yosun türü ve ekstraksiyon tarzıdır (Duckworth ve ark. 1971, Yenigül, 1993). Bunun yanında agar agar yapısında bulunan piruvat, metoksil ve sülfat gibi bazı kimyasal gruplar jel gücü gibi agar agar kalite parametreleri üzerinde önemli derecede etkilidir (Arvizu-Higuera ve ark. 2008, Hurtado ve ark. 2010).

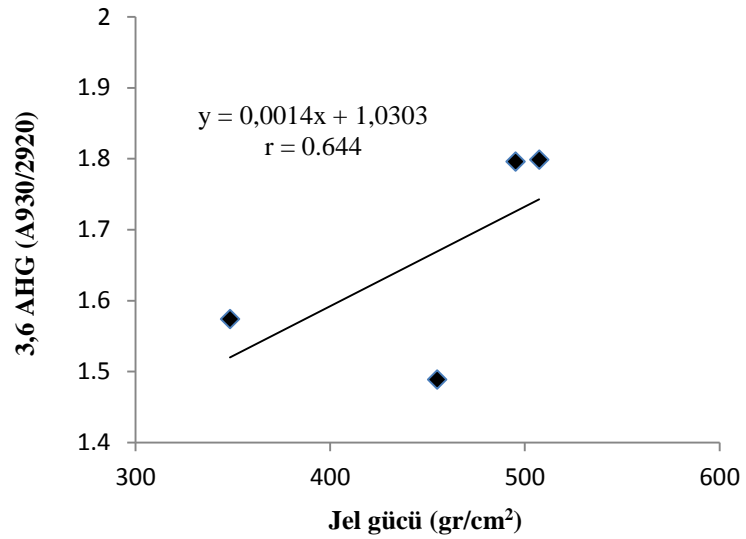
Araştırma bulgularından da anlaşıldığı gibi agar agar jel gücü miktarı; kullanılan yosun türüne, yosunlara ekstraksiyon öncesinde uygulanan işlemlere (hidroliz), uygulanan ekstraksiyon metoduna, ekstraksiyon sıcaklığına ve yosunun hasat edildiği bölge gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Çalışmamızda elde ettiğimiz jel gücü değerleri diğer araştırma bulgularıyla karşılaştırıldığında bu faktörlere nedeni ile bazı çalışmalar ile farklılık göstermiştir.

Agar agarın jel gücü miktarı ile ilgili uluslararası bir standart yoktur. Ancak agar agarın jel gücü miktarına göre kullanım alanları değişiklik göstermektedir. Armisen (1995), gıda alanında kullanılan agar agarın jel gücünün düşük olduğunu, biyoteknoloji alanında kullanılanda ise yüksek olduğunu bildirmiştir. Aynı şekilde Duckworth ve Yaphe (1971), gıda alanında düşük jel gücü özelliği gösteren agar agar kullanıldığını bildirmişleridir. Titan Biotech isimli firmanın bakteriyolojik amaçla kullanılmak üzere 243M ürün kodlu agar agarda jel gücünü 550 gr/cm² (Anonim, 2015ac), Difco Agar (granül şeklinde) isimli firmanın bakteriyolojik alanda

kullanılabilecek özellikteki bir ürününde jel kuvvetini 560 gr/cm² olduğunu bildirmiş (Anonim, 2015c) olup, mayıs-eylül ayları arasında elde ettiğimiz agar agar jel gücü bakımından bakteriyolojik alanda kullanılabilir olduğu düşünülebilir.

Yeniğül (2001), agar agar üretim aşamasında alkali işleminin jel gücü miktarını artırdığını ve ticari uygulamalarda sıkça uygulanan bir işlem olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda üretim metodunda alkali işlem uygulanmamış olmamasına rağmen elde ettiğimiz ürünün jel gücü bakımında iyi bir özellikte olduğu ve alkali işleminin uygulanmasıyla beraber çok daha iyi bir sonuç elde edilebileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda mevsimsel olarak elde edilen agar agar örneklerinde ise agar agar jel gücü miktarları ile 3,6 AHG (r=0.644) pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir (Şekil 4.8.2).



Şekil 4.8.2. Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın jel gücü değerleri ile 3,6 anhidroglaktoz arasındaki ilişki

Marinho-Soriano ve Bourret (2005), *Gracilaria dura* yosunundan elde ettikleri agar agarda 3,6 AHG ile jel gücü arasında pozitif yönlü bir korelasyon bulduklarını bildirmişlerdir. Prasad ve ark. (2007), *Gelidiella acerosa* yosunundan elde ettikleri agar agarda jel gücü- 3,6 AHG arasında r= 0.99, Sousa ve ark. (2010), *Gracilaria vermiculophylla* yosunundan elde ettikleri agar agarda jel gücü ile 3,6 AHG arasında pozitif yönlü bir ilişki (r=0.67) bulmuşlardır.

Çalışmamızda elde edilen korelasyon analizleri bazı liateratürler değerleriyle karşılaştırıldığında farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu farklılıkların yosun türlerinden, ekstraksiyon metodu ve sıcaklıklarından, yosunları uygulanan ön işlemlerden ve Arvizu-Higuera ve ark. (2008) ve Hurtado ve ark. (2011)'in belirttiği gibi agar agarın yapısında bulunan bazı kimyasal grupların etkili olduğu düşünülmektedir.

4.9. 3,6 Anhidrogalaktoz (3,6 AHG)

Çalışmada *Gelidium latifolium*'dan aylık olarak elde edilen agar agara ait FT-IR spektrofotometre ile ölçüm yapılan 3,6 AHG değerleri Çizelge 4.9.1'de verilmiştir.

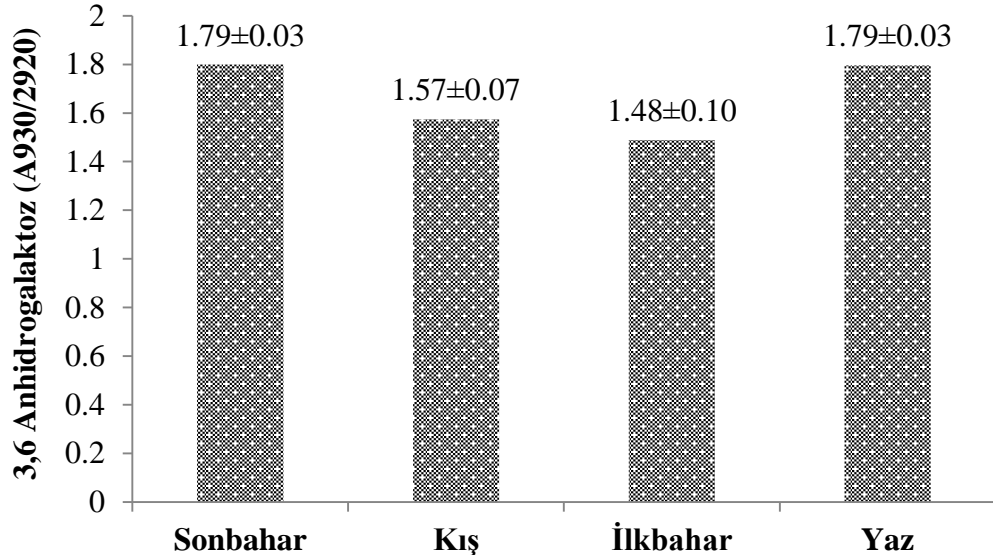
Çalışmada elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde yıllık ortalama 3,6 AHG değeri FT-IR spektrofotometre sonuçlarına göre 1.66 ± 0.04 olarak tespit edilmiştir. Aylar arasındaki ilişki istatistiksel olarak incelendiğinde mart-ağustos, mart-eylül, mart-ekim ayları arasında önemli farklılıklar ($p < 0.05$) bulunurken, diğer aylar arasındaki fark ise önemsizdir ($P > 0.05$). Örneklerde en yüksek ve en düşük 3,6 AHG değeri ekim ve mart aylarında tespit edilmiş olup, sırası ile 1.87 ± 0.02 ve 1.27 ± 0.08 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.9.1 *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel 3,6 AHG değerleri

	Aylar	3,6 AHG (A930/2920 cm⁻¹)
Kış	Aralık	1.64±0.07 ^{abc}
	Ocak	1.67±0.05 ^{ab}
	Şubat	1.40±0.17 ^{bc}
	Ortalama	1.57±0.07
İlkbahar	Mart	1.27±0.08 ^c
	Nisan	1.50±0.28 ^{abc}
	Mayıs	1.69±0.01 ^{ab}
	Ortalama	1.48±0.10
Yaz	Haziran	1.76±0.07 ^{ab}
	Temmuz	1.76±0.01 ^{ab}
	Ağustos	1.85±0.08 ^a
	Ortalama	1.79±0.03
Sonbahar	Eylül	1.84±0.04 ^a
	Ekim	1.87±0.02 ^a
	Kasım	1.67±0.01 ^{ab}
	Ortalama	1.79±0.03
Yıllık Ortalama		1.66±0.04

a, b,.....d, (↓): Farklı harf taşıyan aylar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

Mevsimsel olarak çalışma bulgularımız incelendiğinde 3,6 AHG değerleri ilkbahar mevsiminde en az (1.48±0.10) düzeyde kaldığı, yaz mevsiminde (1.79±0.03) ve sonbaharda (1.79±0.03) en yüksek değere ulaşmış, kış mevsiminde ise tekrar bir azalma (1.57±0.07) gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.9.1). Mevsimler arasındaki ilişki istatistiksel olarak değerlendirildiğinde; ilkbahar-sonbahar ve ilkbahar-yaz mevsimleri arasında önemli farklılıklar gözlemlenmişken (p<0.05) diğer mevsimler arasında ise herhangi farklılığa rastlanılmamıştır.



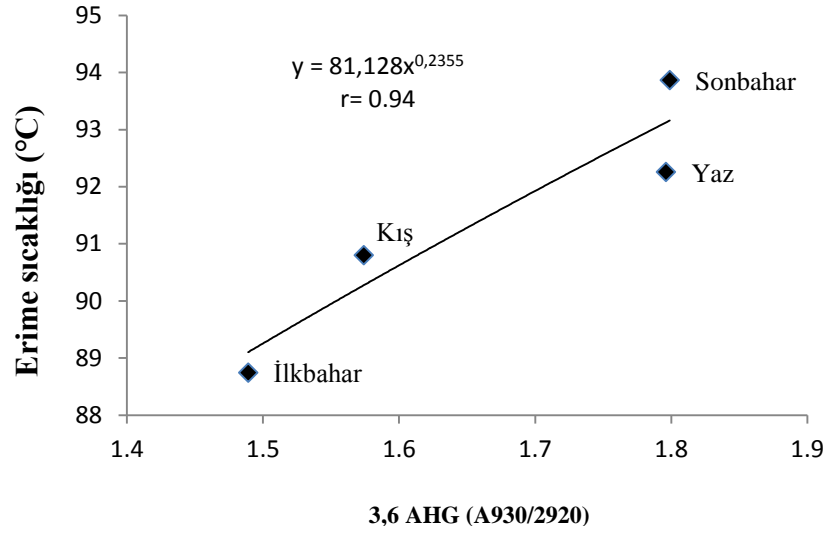
Şekil 4.9.1. *Gelidium latifolium*'dan mevsimsel olarak elde edilen agar agara ait FT-IR spektrofotometre ile ölçüm yapılan 3,6 AHG değerleri

Agar agarın 3,6 AHG içeriği için herhangi bir standart değeri yoktur. Ancak FAO (1991), yüksek 3,6 AHG ve düşük sülfat içeren agar agar daima yüksek jel gücü yeteneğine sahip olduğunu bildirmiştir.

Romero ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada 3,6 AHG değerini 1.81-2.21 arasında tespit etmiştir. Yenigül (1993), Türkiye'den hasat ettiği *Gracilaria* yosunundan elde ettiği agar agarda 3,6 AHG değerini 1.2-1.8 arasında tespit etmiştir. Montano ve ark. (1999), *Gracilaria arcuata* yosunundan alkali muameleli ve alkali muamelesi olmadan elde ettiği agar agarda 3,6 AHG miktarını sırasıyla 1.82 ve 1.73, *Gracilaria tenuistipitata* yosununda ise 1.86 ve 1.77 olarak tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile karşılaştırıldığında benzerlik göstermektedir.

Mevsimsel olarak elde edilen sonuçlara göre elde edilen agar agarın 3,6 AHG miktarı erime sıcaklığı arasında $y = 81.128x^{0.2355}$ ($r=0.94$) şeklinde güçlü bir korelasyon ilişkisi tespit edilmiştir (Şekil 4.9.2).



Şekil 4.9.2. Mevsimsel olarak elde edilen agar agarın 3,6 AHG değerlerinin erime sıcaklığı ile ilişkisi

Farklı araştırmacılar yaptıkları çalışmada 3,6 AHG ile erime sıcaklığı arasında; Sousa ve ark. (2010), *Gracilaria vermiculophylla* yosunundan elde ettikleri agar agarda $r=0.64$, Anonim (2015ş), *Gracilaria corticata* yosunundan elde edilen agar agarda $r=0.851$ ve Freile-Pelegrin (2000), *Gracilaria cornea* yosunundan elde ettiği agar agarda $r=0.59$ şeklinde ilişki tespit etmiş olup, çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

4.10. Asitte Çözünmeyen Kül

Çalışmamızda elde edilen agar agar örnekleri içerisinde asitte çözünmeyen kül miktarı en yüksek ocak ayında elde edilen örneklerde ($\%0.054 \pm 0.006$), en düşük kasım ayında elde edilen örneklerde ($\%0.011 \pm 0.004$) tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz agar agarın asitte çözünmeyen kül miktarları arasında yapılan varyans analizleri sonucuda aylar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Elde ettiğimiz agar agar örneklerine ait asitte çözünmeyen kül miktarının yıllık genel ortalaması $\%0.029 \pm 0.016$ olup, istatistiksel değerlendirmeleri Çizelge 4.10.1’de verilmiştir.

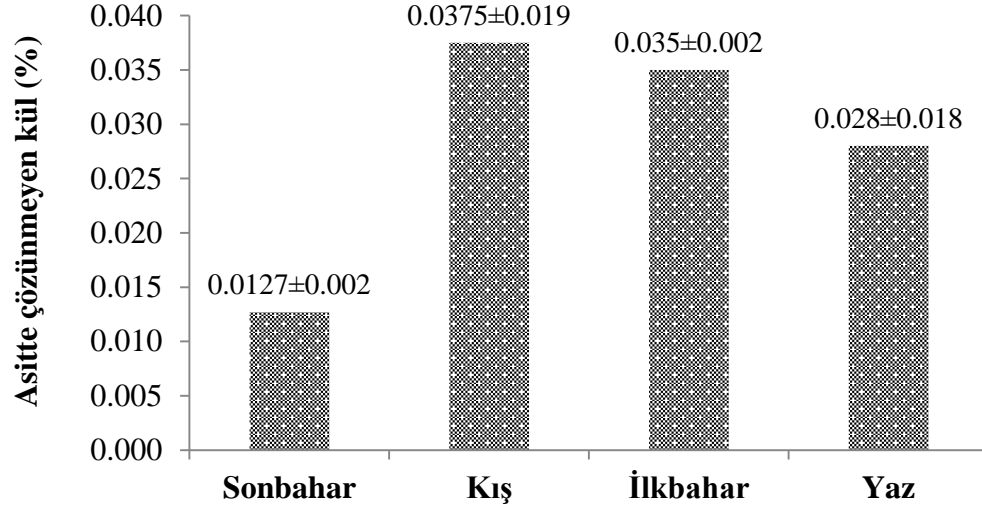
Çizelge 4.10.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel asitte çözünmeyen kül değerleri

	Aylar	Asitte Çözünmeyen Kül (%)
Kış	Aralık	0.013±0.001 ^e
	Ocak	0.054±0.006 ^a
	Şubat	0.045±0.007 ^{abc}
	Ortalama	0.037±0.019
İlkbahar	Mart	0.035±0.002 ^{bcd}
	Nisan	0.034±0.002 ^{cd}
	Mayıs	0.036±0.003 ^{bcd}
	Ortalama	0.035±0.002
Yaz	Haziran	0.051±0.009 ^{ab}
	Temmuz	0.023±0.001 ^{de}
	Ağustos	0.012±0.001 ^e
	Ortalama	0.028±0.018
Sonbahar	Eylül	0.015±0.001 ^e
	Ekim	0.013±0.001 ^e
	Kasım	0.011±0.004 ^e
	Ortlama	0.012±0.002
Yıllık Ortalama		0.029±0.016

a, b,.....d, (↓): Farklı harf taşıyan aylar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

Asitte çözünmeyen kül miktarını mevsimsel olarak ele aldığımızda en yüksek kış mevsiminde elde edilen agar agar örneklerinde (%0.37±0.019), en düşük sonbahar mevsiminde elde edilen örneklerde (%0.012±0.002) tespit edilmiştir. İlkbaharda ve yaz mevsiminde asitte çözünmeyen kül miktarları sırasıyla %0.035±0.002 ve %0.028±0.018 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.10.1). Mevsimsel olarak elde ettiğimiz agar agarın asitte çözünmeyen kül miktarını istatistiksel olarak ele aldığımızda sonbahar-kış ve sonbahar-ilkbahar mevsimleri arasında fark tespit edilirken (p<0.05), sonbahar-yaz,

kış-ilkbahar, kış-yaz ve ilkbahar-yaz mevsimleri arasında herhangi bir fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$).



Şekil 4.10.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın mevsimsel asitte çözünmeyen kül miktarı değerleri

FAO/NACA (1996), Dünyadaki önemli kuruluşlardan FCC, USP, EEC ve FAO'nun kabul ettiği agar agar standartları içerisinde asitte çözünmeyen kül miktarını max. %0.5 olarak belirlemişlerdir. Anonim (2015), E406 kod numarasıyla belirtilen agar agarda asitte çözünmeyen kül miktarının %0.5'den fazla olmaması gerektiğini bildirmiştir. Official Journal of the European Union (2012), agar agarda asitte çözünmeyen kül miktarının %0.5'ten fazla olmaması gerektiğini bildirmiştir. Yürütülen çalışmada asitte çözünmeyen kül miktarları bütün aylarda %0.5'ten düşük olup, uluslararası agar agar standartlarına uygun özellik göstermektedir.

4.11. Nem

Çalışmada *Gelidium latifolium*'dan elde edilen agar agara ait aylık nem tayini değerleri incelendiğinde ocak ayı içerisinde örneklerde en yüksek (%14,54±0,20), haziran ayı içerisindeki örneklerde ise en düşük (%8,54±0,411) nem miktarı tespit edilmiştir. Aylık olarak elde edilen agar agar örneklerimiz arasındaki % nem miktarı

istatistiksel açıdan incelendiğinde bazı aylar arasındaki fark önemli ($p<0.05$) iken bazı aylar arasındaki fark önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Yıllık ortalama $\%10.47\pm0.27$ nem miktarına sahip agar agarın aylık nem miktarları ve istatistiksel değerlendirmeleri Çizelge 4.11.1’de verilmiştir.

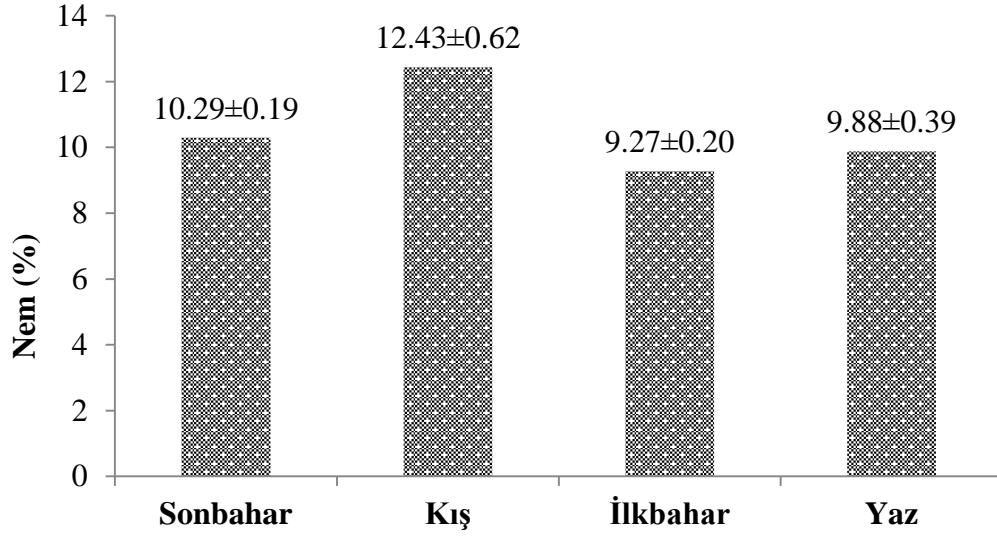
Çizelge 4.11.1. *Gelidium latifolium*’dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel nem değerleri

	Aylar	Nem (%)
Kış	Aralık	10.51 ± 0.71^{cd}
	Ocak	14.54 ± 0.11^a
	Şubat	12.25 ± 0.14^b
	Ortalama	12.43 ± 0.62
İlkbahar	Mart	9.92 ± 0.12^{cde}
	Nisan	9.25 ± 0.08^{de}
	Mayıs	8.65 ± 0.24^e
	Ortalama	9.27 ± 0.20
Yaz	Haziran	8.54 ± 0.23^e
	Temmuz	11.07 ± 0.37^{bc}
	Ağustos	10.02 ± 0.24^{cde}
	Ortalama	9.88 ± 0.39
Sonbahar	Eylül	9.92 ± 0.25^{cde}
	Ekim	10.43 ± 0.39^{cd}
	Kasım	10.52 ± 0.38^{cd}
	Ortalama	10.29 ± 0.19
Yıllık Ortalama		10.47 ± 0.27

a, b,d, (↓): Farklı harf taşıyan aylar arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$)

Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulara göre mevsimsel olarak en yüksek nem miktarı kış ($\%12.43\pm0.62$), en düşük ilkbahar ($\%9.276\pm0.20$) mevsiminde tespit

edilmiştir. Sonbahar ve yaz mevsimlerinde nem miktarı sırasıyla 10.29 ± 0.19 ve 9.88 ± 0.39 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.11.1).



Şekil 4.11.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın mevsimsel nem miktarı değerleri

Yapılan varyans analizi sonucunda sonbahar-kış, kış-ilkbahar ve kış-yaz arasında farklılıklar ($p < 0.05$) tespit edilmiş olup, sonbahar-ilkbahar, sonbahar-yaz ve ilkbahar-yaz mevsimleri arasında önemli bir farklılığa rastlanılmamıştır ($p > 0.05$).

FAO/NACA (1996), Dünyadaki önemli kuruluşlardan FCC (Food Chemical Codex), USP (The United States Pharmacopoeia), EEC (European Economic Countries) ve FAO (Food and Agriculture Organisation of United Nations)'nun kabul ettiği agar agar standartları içerisinde nem miktarını max. %20 olarak belirlemişlerdir. Anonim (2015₁), E406 kod numarasıyla belirtilen agar agarda nem miktarının %22'den fazla olmaması gerektiğini bildirmiştir. Ticari olarak piyasada satılan bazı agar agar markalarına ait % Nem miktarları Çizelge 4.11.2'de verilmiştir (Anonim, 2015c).

Çizelge 4.11.2. Ticari öneme sahip bazı agar agar markalarına ait nem miktarları

	BACTO AGAR	BBL AGAR (A Kalite)	DIFCO AGAR (Toz)	DIFCO AGAR (Teknik)	DIFCO AGAR (Yüksek kaliteli)	BBL AGAROSE
Nem (%)	17.3	<10	12.2	18.2	16.0	<10

Çalışmamızda nem miktarı % 8.54±0.23-14.54±0.11 arasında tespit edilmiş olup, FAO/NACA (1996) ve Anonim (2015ı)'nın belirtmiş olduğu standartlara uygun ve Çizelge 4.15.2'de belirtilen ticari değere sahip bazı agar agarlar ile benzer özellikler göstermektedir.

Yenigül (1979), Türkiye'de bazı kırmızı alglerden agar agar eldesi üzerine yaptığı çalışmada ham agar agar, saf agar agar ve Amerikan agar agarında nem miktarını sırasıyla %12.66, %14.2 ve %12.78 olarak tespit etmiştir. Givernaud ve ark. (1999), Fas'ın Atlantik kıyısı boyunca hasat ettiği *Gracilaria multipartita* yosununda agar agar kompozisyonunun incelemiş ve nem miktarının en yüksek kış mevsiminde olduğunu, sonbaharda azalma gösterdiğini ve yaz mevsimin başından itibaren temmuz ayında en düşük (%11.9) miktara ulaştığını ve ekim itibaren arttığını (%17.3) bildirmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular Yenigül (1979) ile benzerlik göstermektedir. Givernaud ve ark. (1999), agar agarda % 17.3 gibi yüksek nem değerleri tespit etmiş olup, bu istenmeyen bir durum olduğundan çalışmamızla benzerlik göstermemesi olumlu bir sonuç olarak değerlendirilmektedir.

4.12. Renk Tayini

Çalışmada yılın 12 ayı boyunca elde edilen *Gelidium latifolium*'dan elde edilen agar agara ait renk tayini değerleri Çizelge 4.12.1 ve Şekil 4.12.1'de verilmiştir.

Çalışmamızda elde edilen agar agar örneklerinde L (Parlaklık, 0 siyah; 100 beyaz) değeri en yüksek haziran ayında (46.20±1.63), en düşük mart ayında elde edilen örneklerde (37.79±1.19), a değeri (Kırmızı-yeşil, +a kırmızı; -a yeşil) en yüksek ocak ayında (3.65±0.095), en düşük ağustos ayında (2.79±0.04), b değeri (Sarı-mavi, +b sarı; -b mavi) en yüksek temmuz ayında (13.16±0.07), en düşük aralık ayında (11.72±0.27) tespit edilmiştir (Çizelge 4.12.1).

Çizelge 4.12.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel renk analizi değerleri

	Aylar	L*	a*	b*
Kış	Aralık	39.47±0.83 ^{de}	2.98±0.02 ^{fg}	11.72±0.15 ^e
	Ocak	42.49±0.43 ^{bcd}	3.65±0.05 ^a	13.11±0.19 ^a
	Şubat	41.09±0.65 ^{cde}	3.38±0.07 ^{bc}	12.74±0.28 ^{abc}
	Ortalama	41.02±0.54	3.33±0.10	12.52±0.23
İlkbahar	Mart	37.79±0.69 ^e	3.15±0.02 ^{def}	12.31±0.20 ^{bcde}
	Nisan	40.84±0.74 ^{cde}	3.35±0.02 ^{bcd}	12.21±0.08 ^{cde}
	Mayıs	41.81±0.89 ^{bcd}	3.54±0.60 ^{ab}	12.99±0.08 ^{ab}
	Ortalama	40.15±0.72	3.35±0.05	12.50±0.13
Yaz	Haziran	46.20±0.94 ^a	3.29±0.01 ^{cde}	12.91±0.10 ^{abc}
	Temmuz	42.6±0.57 ^{abcd}	2.95±0.01 ^{fg}	13.16±0.04 ^a
	Ağustos	42.48±0.21 ^{bcd}	2.79±0.02 ^g	12.35±0.02 ^{bcde}
	Ortalama	43.78±0.68	3.01±0.07	12.81±0.12
Sonbahar	Eylül	43.80±1.21 ^{abc}	3.14±0.04 ^{def}	12.52±0.06 ^{abcd}
	Ekim	45.43±0.45 ^{ab}	3.09±0.02 ^{ef}	12.20±0.03 ^{cde}
	Kasım	41.07±0.25 ^{cde}	3.25±0.04 ^{cde}	11.94±0.11 ^{de}
	Ortalama	43.43±0.74	3.16±0.03	12.23±0.09
Yıllık Ortalama		42.09±0.41	3.21±0.04	12.51±0.08

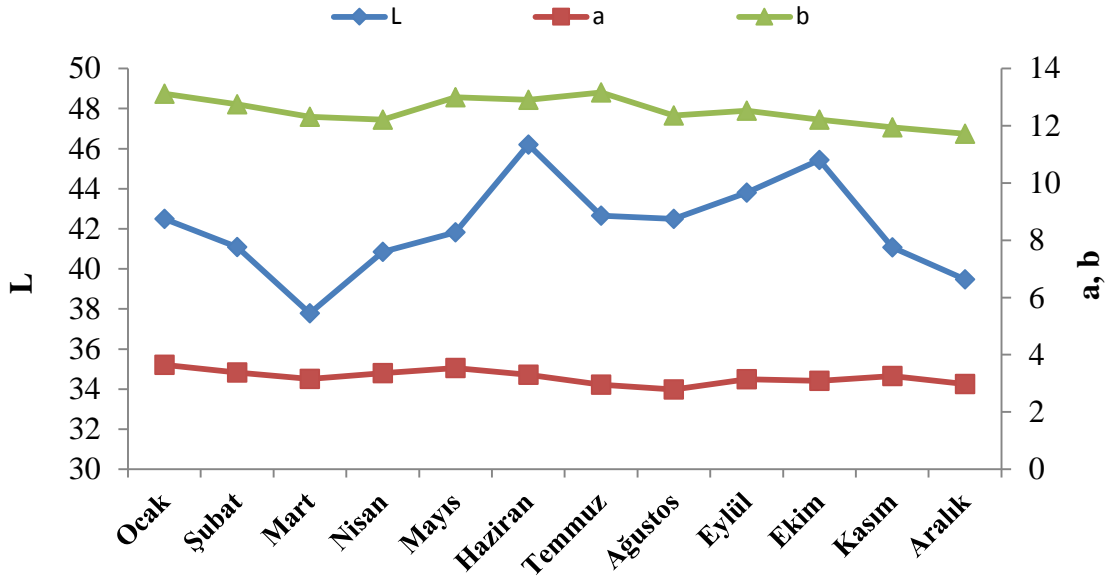
a, b,.....d, (↓): Farklı harf taşıyan aylar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

L: Parlaklık, 0 siyah; 100 beyaz)

a: Kırmızı-yeşil, +a kırmızı; -a yeşil)

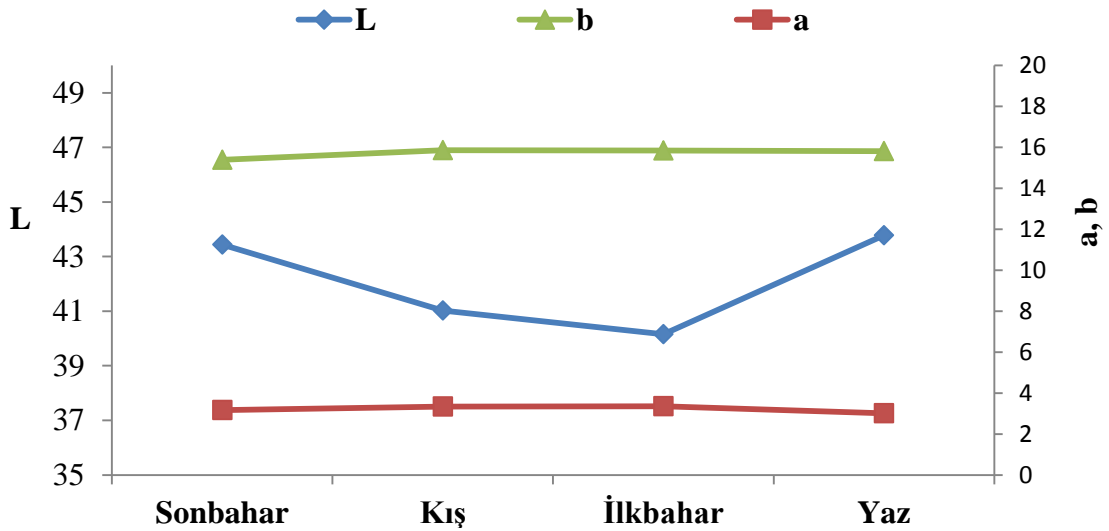
b: Sarı-mavi, +b sarı; -b mavi)

L ve a değerleri yıl boyunca inişli çıkışlı bir durum sergilemiş olup, bazı aylar arasında istatistiksel olarak farklılıklar (p<0.05) görünmüştür. b değerleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde aylar arasında bir farklılık tespit edilmemiştir (p>0.05). Şekil 4.12.1' de L, a ve b değerlerinin yıllık değişimleri görülmektedir.



Şekil 4.12.1. *Gelidium latifolium*'dan elde edilen agar agarın aylık renk analizi değerleri

L değeri en yüksek yaz mevsiminde (43.78 ± 0.68), en düşük ilkbaharda (40.15 ± 0.72) gözlenmiş olup, sonbahar ve kışın sırayla 43.43 ± 0.74 , 41.02 ± 0.54 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.12.2).



Şekil 4.12.2. *Gelidium latifolium*'dan elde edilen agar agarın mevsimsel renk analizi değerleri

a değeri en yüksek ilkbahar (3.35 ± 0.05), en düşük yaz mevsiminde (3.01 ± 0.07) tespit edilmiştir. Sonbaharda a değeri 3.16 ± 0.03 , kışın ise 3.33 ± 0.10 bulunmuştur.

b değeri maksimum yazın (12.81 ± 0.12), minimum sonbaharda (12.22 ± 0.09) tespit edilmiş olup, kışın 12.52 ± 0.23 , ilkbaharda 12.50 ± 0.13 olarak tespit edilmiştir.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda L ve a değerinde bazı mevsimler arasında farklılıklar tespit edilmiş olup ($p<0,05$), b değerinde mevsimler arasında bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

4.13. Hyteresis ısısı

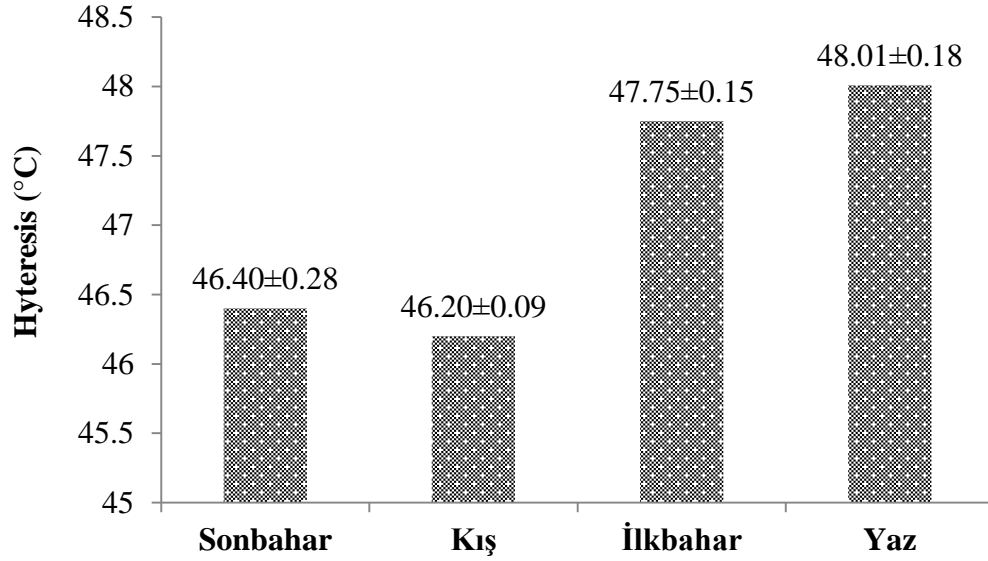
Çalışmamızda aylık olarak elde edilen agar agar örneklerine ait hyteresis ısısı değerleri Çizelge 4.13.1’de verilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre hyteresis ısısı değeri en yüksek temmuz ayında elde edilen agar agar örneklerinde ($48.63\pm0.18^{\circ}\text{C}$), en düşük ekim ayında elde edilen agar agar örneklerinde ($45.70\pm0.05^{\circ}\text{C}$) tespit edilmiştir. Aylık olarak elde edilen hyteresis ısıları arasında yapılan istatistikler neticesinde bazı aylar arasında farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.13.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel hyteresis ısısı değerleri

	Aylar	Hyteresis (°C)
Kış	Aralık	46.30±0.30 ^{cde}
	Ocak	46.16±0.06 ^{de}
	Şubat	46.13±0.06 ^{de}
	Ortalama	46.20±0.09
İlkbahar	Mart	48.10±0.20 ^{ab}
	Nisan	47.96±0.08 ^{ab}
	Mayıs	47.20±0.10 ^{bcd}
	Ortalama	47.75±0.15
Yaz	Haziran	47.50±0.17 ^{abc}
	Temmuz	48.63±0.18 ^a
	Ağustos	47.90±0.15 ^{ab}
	Ortalama	48.01±0.18
Sonbahar	Eylül	46.53±0.68 ^{cde}
	Ekim	45.70±0.05 ^e
	Kasım	46.96±0.26 ^{bcd}
	Ortalama	46.40±0.28
Yıllık Ortalama		47.09±0.93

a, b,.....d, (↓): Farklı harf taşıyan aylar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

Hyteresis ısısı değerleri mevsimsel olarak değerlendirdiğimizde en yüksek en yüksek yaz mevsiminde (48.01±0.18°C), en düşük kış mevsiminde (46.20±0.09°C) elde edilen agar agar örneklerinde elde edilmiştir. Sonbahar ve ilkbahar mevsiminde ise hyteresis ısıları sırasıyla 46.40±0.28°C ve 47.75±0.15°C olarak hesap edilmiştir. Mevsimsel olarak hyteresis ısısı incelendiğinde kış mevsiminden itibaren ilkbahar ve yaz mevsimlerinde artış göstermiş, sonbahar mevsiminde azalma eğilimi göstermiştir (Şekil 4.13.1). Mevsimsel olarak elde edilen agar agar örneklerinin hyteresis ısıları istatistiksel olarak incelendiğinde sonbahar-kış ve ilkbahar-yaz mevsimleri arasında bir farklılık tespit edilmemiş (p>0.05), sonbahar-ilkbahar, sonbahar-yaz, kış-ilkbahar ve kış-yaz mevsimleri arasında önemli derecede farklılıklar tespit edilmiştir (p<0.001).



Şekil 4.13.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın mevsimsel hyteresis değerleri

Hurtado ve ark. (2011), Meksika'nın Baja Kalifornia bölgesi kıyıları boyunca farklı bölgelerden hasat ettiği *Gelidium robustum* yosunundan elde ettikleri agar agarda hyteresis ısını 61.1±0.7-58.1±0.3°C arasında tespit etmiş olup, bölgeler arasında hyteresis ısıları arasında istatistiksel olarak farklılıklar tespit etmişlerdir. Gonzales-Leija ve ark. (2009), *Gracilaria lemaneiformis* yosununa 100°C sıcaklık uygulaması ve %5 NaOH ile alkali muamelesi uygulayarak 15, 30, 60, 90, 120 dakika sürelerde ekstraksiyon işlemine tabi tutmuş ve hyteresis ısılarını sırasıyla 57°C, 57°C, 60°C, 58°C, 49°C olarak tespit etmişlerdir. Pereira-Pacheco ve ark. (2007), Meksika'nın Yukatan kıyısından hasat ettikleri *Hydropuntia cornea* yosununa 100°C'de 3 saat ve 65 °C'de 4 saat olmak üzere farklı ekstraksiyon işlemine tabi tutmuşlar ve hyteresis ısılarını sırasıyla 47.3±1.30°C ve 47.8±0.40°C ve piyasada ticari olarak satılan ve *Gelidium robustum* yosunundan elde edilen AGARMEX marka ticari agar agarda ise hyteresis ısını 50.2±0.50°C olarak belirtmişlerdir. Freile-Pelegrin (2000), *Gracilaria cornea* yosunundan elde ettiği agar agarın depolama boyunca kalite parametrelerini incelemiş ve ilk 5 ay sonunda hyteresis ısını 50.4±1.1°C, daha sonraki aylarda hızlı düşüş göstererek 44.2-50.1°C sıcaklıkları arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir.

Arvizu-Higuera ve ark. (2008), *Gracilaria vermiculophylla* yosunundan farklı alkali muamelesi ve ekstraksiyon süreleri uygulayarak elde ettikleri agar agarda hyteresis ısıları değerleri Çizelge 4.13.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.13.2. Farklı muamele yöntemleriyle *Gracilaria vermiculophylla* yosunundan elde edilen agar agarın hyteresis ısısı değerleri (Arvizu-Higuera ve ark. 2008)

Muamele şekli	Süre (saat)	Hyteresis (°C)
<i>Alkali muamele süresinin etkisi</i>	0.5	42.7±0.6
	1.0	48.9±1.2
	1.5	46.1±2.6
	2.0	44.1±1.7
	2.5	45.5±0.5
	3.0	38.9±0.7
<i>Alkali muamelesi üzerine ekstraksiyon süresinin etkisi</i>	1.5	42.7±0.6
	2.0	44.4±0.7
	2.5	44.8±1.6
	3.0	45.7±2.0
<i>Doğal agar agar üzerine ekstraksiyonun etkisi</i>	1.5	30.5±0.3
	2.0	30.5±0.3
	2.5	34.4±0.5
	3.0	37.3±0.9

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar literatür sonuçları ile değerlendirildiğinde benzer olan ve olmayan sonuçların görülmüştür. Bu farklılıkları görülmesinin nedeni Çizelge 4.13.2’de görüldüğü gibi uygulanan ekstraksiyon metoduna ve süresine ve diğer literatür sonuçlarından da görüldüğü gibi ekstraksiyon sıcaklığı ve agar agar üretiminde kullanılan yosun türlerine göre değiştiği düşünülmektedir.

4.14. Ağır Metal Analizleri

4.14.1. Civa

Çalışmada aylık olarak elde edilen agar agar örnekleri içerisinde civa miktarı en yüksek mart ayında (0.011±0.000 ppm), en düşük ekim ayında (0.002±0.000 ppm) elde edilmiştir (Çizelge 4.14.1.1). Yıl boyunca elde edilen civa miktarları çok düşük seviyede tespit edilmiş olup, yıllık ortalama civa miktarı 0.006±0.000 dir. Aylık civa miktarları istatistiksel olarak incelendiğinde; ocak-mayıs, şubat-temmuz, şubat-eylül, kasım-nisan ve eylül-temmuz ayları arasında istatistiksel açıdan fark önemsizken (p>0.05) diğer aylar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (p<0.05).

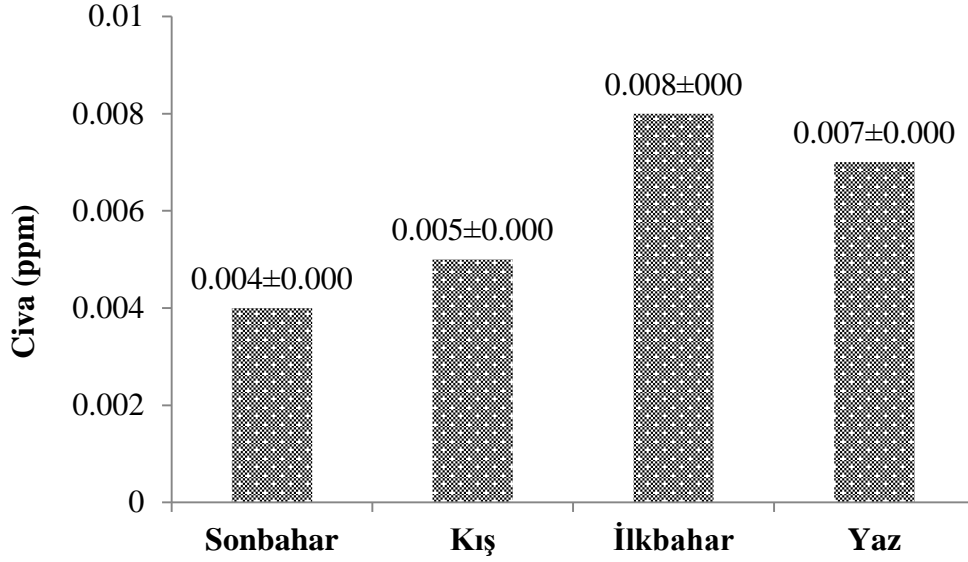
Çizelge 4.14.1.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel civa miktarları

	Aylar	Civa (ppm)
Kış	Aralık	0.004±0.000 ^g
	Ocak	0.006±0.000 ^e
	Şubat	0.005±0.000 ^f
	Ortalama	0.005±0.000
İlkbahar	Mart	0.011±0.001 ^a
	Nisan	0.007±0.000 ^d
	Mayıs	0.006±0.000 ^e
	Ortalama	0.008±0.000
Yaz	Haziran	0.008±0.000 ^c
	Temmuz	0.005±0.000 ^f
	Ağustos	0.010±0.000 ^b
	Ortalama	0.007±0.000
Sonbahar	Eylül	0.005±0.000 ^f
	Ekim	0.002±0,000 ^h
	Kasım	0.007±0.000 ^d
	Ortalama	0.004±0.000
Yıllık Ortalama		0.006±0.000

a, b,.....d, (↓): Farklı harf taşıyan aylar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

Araştırma bulgularımızdan elde edilen civa miktarı mevsimsel olarak değerlendirildiğinde en yüksek değer ilkbahar (0.008±0.000 ppm), en düşük sonbahar (0.004±0.000 ppm) mevsiminde bulunmuştur. Agar agarda civa miktarı kış mevsiminde 0.005±0.000 ppm, yaz mevsiminde ise 0.007±0.000 ppm olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.14.1.1). Mevsimsel olarak elde edilen agar agar örneklerimize ait civa miktarlarını statistiksel olarak değerlendirdiğimizde; sonbahar-kış ve ilkbahar-yaz mevsimleri arasında farklılık tespit edilmemiş olup (p>0.05), sonbahar-ilkbahar,

sonbahar-yaz, kış-ilkbahar ve kış-yaz mevsimleri arasında farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$).



Şekil 4.14.1.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın mevsimsel civa miktarları

Avrupa Birliği Komisyonu Parlamentosu, 9 Mart 2012 yılı ve 231/2012 no'lu Avrupa Birliği Resmi Gazetesinde gıda katkı maddeleri için belirlediği spesifik özelliklerde E406 kod numarası altında piyasada satılan agar agarın civa miktarını max. 1 ppm olması gerektiğini bildirmiştir (Official Journal of the European Union, 2012). Çalışmamızda elde edilen agar agar örneklerinde civa miktarları $0.011±0.000$ - $0.002±0.000$ ppm arasında tespit edilmiş olup, uluslararası agar agar standartlarına uygun özellik taşıdığı görülmektedir.

4.14.2. Kadmiyum

Çalışmamızda aylık olarak elde edilen agar agar örnekleri içerisinde kadmiyum miktarı en yüksek kasım ayında ($1.36±0.00$ ppm), en düşük haziran ayında ($0.31±0.00$ ppm) elde edilen agar agar örneklerinde tespit edilmiş olup yıllık ortalama kadmiyum miktarı ise $0.85±0.06$ ppm bulunmuştur (Çizelge 4.14.2.1). Araştırmamızda aylık olarak elde edilen agar agar örneklerinde sadece şubat-kasım ayları arasındaki örneklerde

istatistiksel olarak farklılık saptanmamış olup ($p>0.05$), diğer aylar kendi aralarında değerlendirildiğinde önemli derecede farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$).

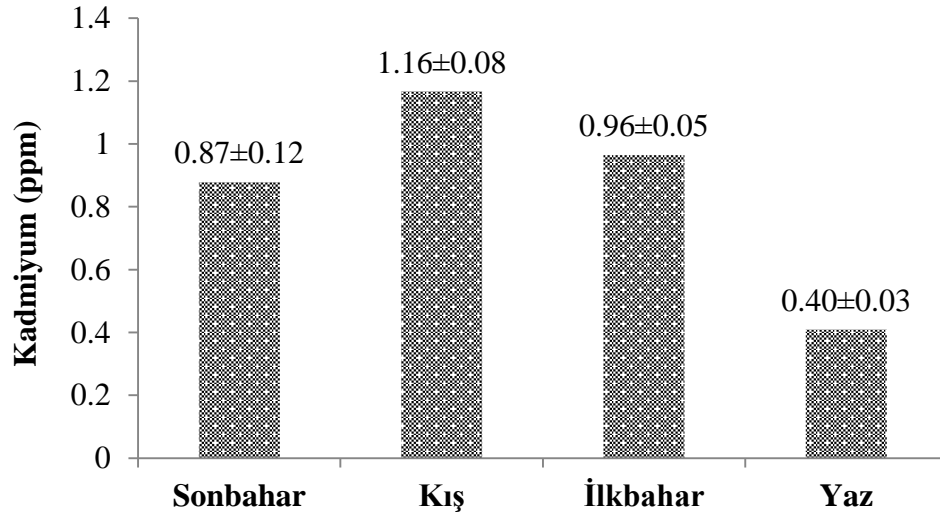
Çizelge 4.14.2.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel kadmiyum miktarları

	Aylar	Kadmiyum (ppm)
Kış	Aralık	0.84±0.01 ^e
	Ocak	1.30±0.00 ^b
	Şubat	1.34±0.01 ^a
	Ortalama	1.16±0.08
İlkbahar	Mart	0.78±0.00 ^f
	Nisan	1.15±0.00 ^c
	Mayıs	0.95±0.01 ^d
	Ortalama	0.96±0.05
Yaz	Haziran	0.31±0.00 ^k
	Temmuz	0.38±0.00 ^j
	Ağustos	0.53±0.00 ⁱ
	Ortalama	0.40±0.03
Sonbahar	Eylül	0.60±0.00 ^h
	Ekim	0.66±0.00 ^g
	Kasım	1.36±0.00 ^a
	Ortalama	0.87±0.12
Yıllık Ortalama		0.85±0.06

a, b,.....d, (↓): Farklı harf taşıyan aylar arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$)

Mevsimsel olarak kadmiyum miktarı en düşük yaz mevsiminde ($0.31±0.00$ ppm) tespit edilmiş olup, sonbaharda $0.87±0.12$ ppm'e, kış mevsiminde ise $1.16±0.08$ ppm değeri ile en yüksek seviyeye ulaşmış ve ilkbaharda yeniden bir azalma göstererek $0.96±0.05$ ppm seviyelerine inmiştir (Şekil 4.14.2.1),

Mevsimler arasındaki ilişki istatistiksel olarak değerlendirildiğinde sonbahar-kış, sonbahar-ilkbahar, ilkbahar-kış mevsimleri arasında fark tespit edilmemiş olup ($p>0.05$), sonbahar-yaz, yaz-kış, yaz-ilkbahar mevsimleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$).



Şekil 4.14.2.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın mevsimsel kadmiyum miktarları

Avrupa Birliği Komisyonu Parlamentosu, 9 Mart 2012 yılı ve 231/2012 no'lu Avrupa Birliği Resmi Gazetesinde agar agar için kadmiyum miktarının maksimum 1 ppm olması gerektiğini bildirmiştir (Official Journal of the European Union, 2012).

Meena ve ark. (2008), *Gracilaria crassa* ve *Gracilaria edulis* yosunlarından elde ettiği agar agarda kadmiyuma rastlamamıştır. Scholten ve Pierik (1998), piyasada ticari olarak satılan bazı agar agar markalarında ağır metal miktarlarını tespit etmişler ve kadmiyum miktarını 0.008-0.025 ppm olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgularda ocak, şubat, nisan ve kasım ayları dışındaki ortalama kadmiyum değerleri 0.635 ± 0.214 bulunmuş olup, Avrupa Birliği Komisyonun belirlemiş olduğu agar agar standart özelliklerine uygun özellik göstermektedir.

Fytianos ve ark. (1999) ile Mohamed ve Khaled (2005), kıyısız alanda bulunan makroalglerin deniz suyunda çözünmüş halde bulunan metalleri kolayca bünyelerine alıp biriktirdiğini ve bu sebepten dolayı deniz suyunun metal kirliliğinin göstergesi olarak

kabul kabul edildiğini bildirmişlerdir. Topçuoğlu ve ark. (2010), Sinop'tan topladığı *Ulva lactuca* ve *Antithamnion cruciatum* yosunlarında kadmiyum miktarlarını sırasıyla 21.8 ± 1.9 ve 44.6 ± 3.5 ppm gibi yüksek tespit etmişler ve Sinop'un diğer Karadeniz'e kıyısı olan diğer yerlerden daha kirli olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz agar agar örneklerinin yıllık ortalama kadmiyum miktarları 0.854 ± 0.060 ppm olup, nispeten yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçların yüksek olmasının sebebi Topçuoğlu ve ark. (2010)'un belirttiği gibi Sinop'un deniz suyunun ağır metal bakımından yüksek olmasından dolayı kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.14.3. Kurşun

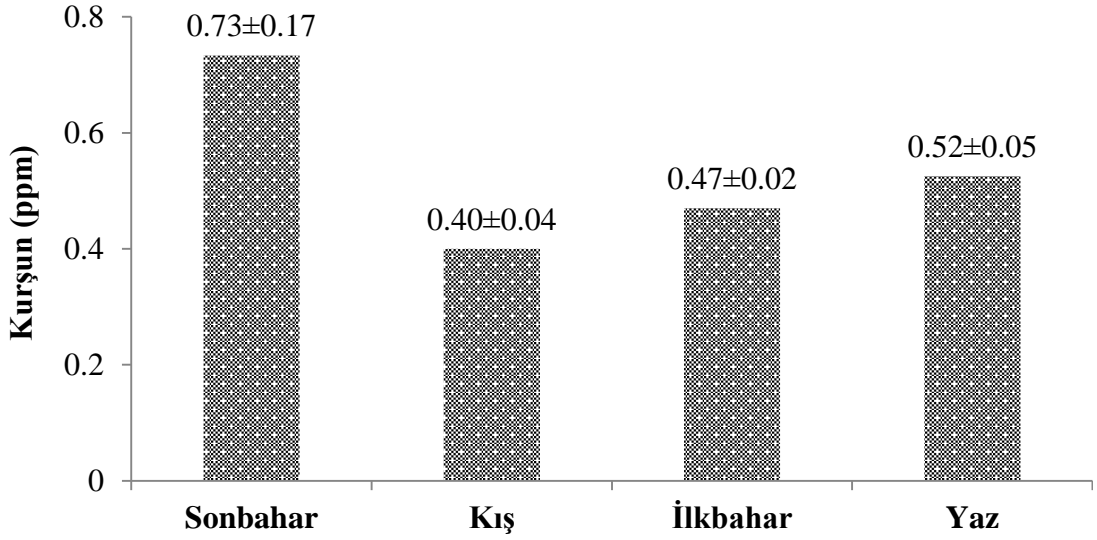
Çalışmamızda aylık olarak elde edilen agar agar örneklerinde yıllık ortalama kurşun miktarı 0.53 ± 0.04 ppm'dır. Kurşun miktarı en yüksek kasım ayında (1.41 ± 0.00 ppm) tespit edilirken, en düşük ise ocak ayı örneklerinde (0.33 ± 0.00 ppm) tespit edilmiştir (Çizelge 4.14.3.1). Araştırmamızdan elde edilen bulgulara göre nisan-eylül, mayıs-temmuz ve haziran-ekim ayları arasında elde edilen örneklerin kurşun miktarları arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0.05$), diğer aylar kendi aralarında değerlendirildiğinde önemli farklılıklar gözlemlenmiştir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.14.3.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel kurşun miktarları

	Aylar	Kurşun (ppm)
Kış	Aralık	0.28±0.00 ⁱ
	Ocak	0.33±0.00 ^h
	Şubat	0.58±0.00 ^c
	Ortalama	0.40±0.04
İlkbahar	Mart	0.54±0.00 ^d
	Nisan	0.39±0.00 ^f
	Mayıs	0.47±0.00 ^e
	Ortalama	0.47±0.02
Yaz	Haziran	0.36±0.00 ^g
	Temmuz	0.49±0.00 ^e
	Ağustos	0.71±0.00 ^b
	Ortalama	0.52±0.05
Sonbahar	Eylül	0.42±0.00 ^f
	Ekim	0.36±0.00 ^g
	Kasım	1.41±0.00 ^a
	Ortalama	0.73±0.17
Yıllık Ortalama		0.53±0.04

a, b,.....d, (↓): Farklı harf taşıyan aylar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

Çalışmamızda elde edilen kurşun miktarları mevsimsel olarak değerlendirildiğinde en yüksek değerlere sonbahar mevsiminde (0.73±0.17 ppm), rastlanırken en düşük değerlere kış mevsiminde (0.40±0.04 ppm) rastlanılmıştır (Şekil 4.14.3.1). Mevsimsel olarak kurşun miktarları ilkbahar mevsiminde 0.47±0.02 ppm, yaz mevsiminde 0.52±0.05 ppm tespit edilmiş olup, kış mevsiminden sonbahar mevsimine doğru giderek artan bir durum sergilemiştir. Yapılan varyans analizine göre bu durumun önemsiz olduğu tespit edilmiştir (p>0.05).



Şekil 4.14.3.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın mevsimsel kurşun miktarları

Meena ve ark. (2008), *Gracilaria crassa* ve *Gracilaria edulis* yosunlarından elde ettikleri agar agarda kurşun tespit etmemişlerdir.

Avrupa Birliği Parlamentosu Komisyonu (Official Journal of the European Union, 2012) ve Codex Alimentarius parlamentosu (Anonim, 2015e) agar agar standartlarına göre kurşun miktarını maksimum 5 ppm, FCC, USP ve FAO 10 ppm belirlemişlerdir (FAO/NACA, 1996). Çalışmamızda elde edilen agar agar örneklerinin kurşun miktarları uluslararası standartların belirlemiş olduğu en üst limit değerinin çok altında tespit edilmiş olup kurşun miktarı bakımından kabul edilebilir özellik göstermektedir.

4.14.4. Arsenik

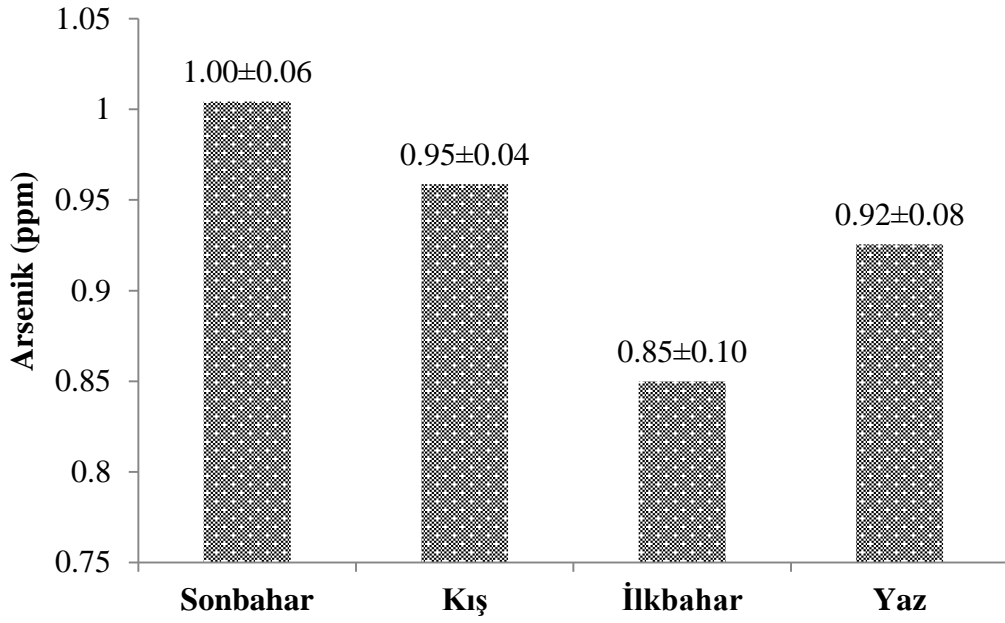
Çalışmamızda *Gelidium latifolium* yosunundan aylık olarak elde edilen agar agar örneklerinin arsenik miktarları Çizelge 4.14.4.1'de verilmiştir. Agar agar örnekleri içerisinde arsenik miktarı en yüksek mart ayında (1.23 ± 0.03 ppm), en düşük nisan ayında (0.51 ± 0.00 ppm) tespit edilmiş olup, yıllık ortalama arsenik değeri ise 0.93 ± 0.03 ppm'dir. Aylık olarak elde ettiğimiz agar agar örnekleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak değerlendirildiğinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 4.14.4.1).

Çizelge 4.14.4.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın aylık ve mevsimsel arsenik miktarları

	Aylar	Arsenik (ppm)
Kış	Aralık	0.943±0.023 ^b
	Ocak	1.133±0.033 ^a
	Şubat	0.800±0.005 ^c
	Ortalama	0.95±0.04
İlkbahar	Mart	1.237±0.031 ^a
	Nisan	0.513±0.008 ^d
	Mayıs	0.800±0.005 ^c
	Ortalama	0.85±0.10
Yaz	Haziran	0.943±0.023 ^b
	Temmuz	0.620±0.015 ^d
	Ağustos	1.213±0.008 ^a
	Ortalama	0.92±0.08
Sonbahar	Eylül	1.213±0.008 ^a
	Ekim	0.800±0.005 ^c
	Kasım	1.000±0.057 ^b
	Ortalama	1.00±0.06
Yıllık Ortalama		0.934±0.038

a, b,.....d, (↓): Farklı harf taşıyan aylar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

Yılın 12 ayı boyunca edilen *Gelidium latifolium* yosunundan elde edilen agar agar örneklerinin arsenik miktarı mevsimsel olarak incelendiğinde en yüksek sonbahar mevsiminde (1.00±0.06 ppm), en düşük ilkbahar mevsiminde (0.85 ±0.10 ppm) saptanmıştır (Şekil 4.14.4.1). Araştırmada arsenik miktarı kış mevsiminde 0.95±0.04 ppm, yaz mevsiminde 0.92±0.08 ppm tespit edilmiş olup, sonbahardan ilkbahar mevsimine doğru düzenli bir şekilde azalmış, yaz mevsiminde ise tekrar artış göstermiştir. Ancak bu değişimlerin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir (p>0.05).



Şekil 4.14.4.1. *Gelidium latifolium*'dan üretilen agar agarın mevsimsel arsenik miktarları

Uluslararası kuruluşlardan Avrupa Birliği Parlamentosu Komisyonu (Official Journal of the European Union, 2012), Codex Alimentarius parlamentosu (Anonim, 2015e), FCC, USP, EEC ve FAO (FAO/NACA, 1996) gıda katkı maddeleri sınıflandırılmasında E406 kod numasına sahip agar agarın arsenik miktarının 3 ppm'den fazla olmaması gerektiğini bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen agarın arsenik miktarları uluslararası kuruluşların belirlemiş olduğu sınır değerinin altında olup, arsenik miktarı bakımından standart agar agar özelliklerini taşımaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda Sinop İli sınırları içerisinde hasat edilen *Gelidium latifolium* türü kırmızı deniz yosunu kullanılmıştır. 2011 yılının bütün aylarında hasat edilen materyalden, yıllık olarak dondurma yöntemine göre toz agar elde edilmiştir. Elde edilen agar örneklerinin kalitesi uluslararası agar standartlarına ve ticari olarak piyasada satılan agar agarlar ile karşılaştırılmıştır. Mevcut standartlar ile elde ettiğimiz agar kalite parametreleri karşılaştırılarak hangi ay ve mevsimde Karadeniz Sinop İli kıyılarından hasat edilecek olan *Gelidium latifolium* kırmızı deniz yosunundan ne kalitede bir agar üretimini yapılabileceği tespit edilmeye çalışılmıştır. Sonuçlar aşağıda özetlenmiştir;

1. Çalışmamızda kullanılan *Gelidium latifolium* kırmızı deniz yosunundan elde edilen agar verimi % 39.268 ± 0.375 (Ocak ayı) ile 32.792 ± 0.780 (temmuz) arasında değişmek üzere % 36.397 ± 0.334 olarak bulunmuştur. Elde edilen verim miktarları dünya da agar üretiminde kullanılan diğer türler ile benzerdir. Bu sonuçlara göre Karadeniz Sinop ili kıyılarında yayılım gösteren *Gelidium latifolium* dan agar üretiminin yıl boyunca rahatlıkla yapılabileceği söylenebilir.

2. Deniz yosunlarından elde edilen agar kalitesi yosunun cinsine, türüne, yetiştiği suyun özelliklerine, uygulanan ekstraksiyon metoduna göre farklılık göstermektedir. Ticari amaçlı birçok sektörde kullanılan agarlarda jelleşme sıcaklığı değeri için uluslararası bir standart bulunmamakla birlikte piyasalarda satılan agarlarda jelleşme sıcaklığı $32-45^{\circ}\text{C}$ arasındadır. Yapılan çalışmada elde edilen agarlarda jelleşme sıcaklıkları aylık olarak $40.300 \pm 0.000^{\circ}\text{C}$ ile $47.900 \pm 0.100^{\circ}\text{C}$ arasında değişmek üzere ortalama $44.32 \pm 0.46^{\circ}\text{C}$ bulunmuştur. Eylül, ekim, kasım ve aralık ayları ile sonbahar mevsiminde piyasada satılan ticari agardan daha yüksek jelleşme sıcaklığı değerleri tespit edilmiştir.

3. Ticari amaçlı kullanılan agarlarda erime sıcaklığının en az 85°C olması istenmektedir. Bu sıcaklık altındaki erime noktaları ticari amaçlı kullanıma uygun değildir. Ticari agarlarda erime sıcaklığı $85-96^{\circ}\text{C}$ arasında değişmekte olup, yıl boyunca uygun erime sıcaklıkları sözkonusudur. Çalışmamızda elde ettiğimiz erime sıcaklıkları ise $88-94^{\circ}\text{C}$ arasında değişmektedir. Özellikle 90°C sıcaklıklar gıda endüstrisinde et ürünlerinin muhafazası için oldukça ideal sıcaklıklardır. Erime sıcaklığı

üzerinde agar agarın elde edildiği yosun cinsi, türü, hasat alanı, ekstraksiyon yöntemi gibi birçok etken etkili olmaktadır.

4. Yılın ilk yarısında agar agar örneklerimizde pH değeri 6.21 ± 0.011 ile 6.640 ± 0.013 arasında değişim gösterirken; yılın diğer ikinci yarısında artarak 7.136 ± 0.006 ile 7.464 ± 0.016 arasında değişim göstermiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda agar agarda pH değerinin 5.2 ile 8.1 arasında geniş bir yelpazede farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Yapılmış çalışmalarda pH değerinin bu denli geniş bir aralıkta bulunmasının sebebi olarak uygulanan ekstraksiyon metoduna, hammaddenin cinsine ve türüne, hasat bölgesine göre değişiklik gösterebilmektedir. Ticari olarak satılan agar agar da ise pH değeri 6-8 arasında değişmektedir. Çalışma sonucu elde ettiğimiz agar agarda pH değeri, ticari agar agarlardaki pH değeri ile benzerlik göstermiştir.

5. Çalışmamızda elde edilen agar agarda ham kül miktarı $\%2.820 \pm 0.071$ ile $\%4.779 \pm 0.329$ arasında değişmektedir. Önemli uluslararası kuruluşların (FCC, USP, EEC, FAO, AB) standartlarına göre agar agarda ham kül miktarının en çok $\% 6.5$ olması gerektiği belirlenmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre ham kül içeriği uluslararası standartlara uygundur.

6. İlkbaharda 25.409 cP olarak tespit edilen viskozite değeri yaz mevsiminde artarak sonbaharda maksimum seviyeye 153.66 cP ulaştığı kış mevsiminde ise sonbahar mevsimine oranla $1/3$ kadar azalarak 44.306 cP değerine ulaşmıştır. Araştırma sonuçları aylık olarak değerlendirildiğinde 17.287 ± 1.335 ile 214.67 ± 15.059 cP arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Agar agarda viskozite değeri ekstraksiyon sıcaklığı, uygulanan ön işlemler ve yosun türüne göre oldukça farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle araştırma sonuçları diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında benzer olan ve olmayan sonuçlar görülmüştür. Ancak yine de elde ettiğimiz viskozite değerleri diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında daha 17 cP nin üzerinde, eylül ve ekim aylarında ise 100 cP nin üzerinde kasım ayında ise 200 cP üzerinde bulunmuştur. Mevsimsel olarak ise ilkbaharda en düşük, sonbaharda ise en yüksek viskozite değerine ulaşılabilineceği bu çalışma ile tespit edilmiştir. Yine uluslararası agar agar standartlarında viskozite değeri birçok etkene bağlı olarak değişebildiği için belirli bir standart getirilmemiştir. Aylık ve mevsimsel olarak elde ettiğimiz değerler olası bir ticari amaçlı üretim yapılması durumunda; oldukça değişken olan viskozite değerlerinin

hangi zaman aralığında ne ölçüde olacağı konusunda ticari işletme için detaylı bir bilgi kaynağı olabilecektir.

7. IR spektrumlarında 1250 cm^{-1} bandı toplam sülfatı temsil etmektedir ve bu bandın 2920 cm^{-1} C-H bandına oranı toplam sülfat esterlerinin miktarı hakkında fikir vermektedir (Yenigül, 2001). Çalışmamızda elde edilen agar agar örneklerinde sülfat içeriği yıllık ortalama 0.377 ± 0.009 olarak tespit edilmiş olup, oldukça düşüktür. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda gerek aylar arasında gerekse mevsimsel olarak sülfat içeriğinde herhangi farka rastlanılmamıştır. Agar agarda sülfat içeriği jel gücü üzerinde etkili olup sülfat miktarı ne kadar düşük ise agar agarda jelleşme gücü o kadar yüksek olmaktadır. Bu nedenle sülfat miktarının agar agarda düşük olması istenmektedir ve bu çalışmada elde edilen agar agar sülfat açısından oldukça uygundur.

8. Agar agar kalitesini belirleyen en önemli özellik jel gücü miktarıdır. Jel gücünü etkileyen en önemli etkenler ise yosunun türü ve ekstraksiyon tarzıdır (Duckworth ve ark. 1971, Yenigül, 1993). Araştırmamızda jel gücü değeri 206.836 ± 5.369 ile $591.852\pm 2.422\pm\text{ gr/cm}^2$ arasında tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalar ile benzer olan ve benzer olmayan sonuçlar elde edilmiştir. Bu farklılıkların; çalışmalarda kullanılan deniz yosuna türüne, hasat bölgesine, ekstraksiyon şekline ve ekstraksiyon öncesi yapılan ön işlemlere bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir. FAO (1996), agar agar üretiminde Japon özelliklerine göre, gıdada kullanılan agar agarı 4 sınıfa ayırmış 150 gm/cm^2 ve daha fazlası üçüncü sınıf, 250 gm/cm^2 ve üzeri ikinci sınıf, 350 gm/cm^2 ve üzeri birinci sınıf 600 gm/cm^2 ve üzeri ise özel olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma sonuçlarımız FAO (1996)'ya göre değerlendirildiğinde sadece ocak ayı dışında diğer aylarda 350 gm/cm^2 ve üzeri sonuçlar elde edilmiş ve agar agar örneklerimiz jel gücü bakımından birinci sınıf özellik göstermiştir. Jel gücü için belirli bir uluslararası standart bulunmamakla birlikte ticari amaçlı satışa sunulan agar agarlar da ise jel gücü değeri $500-2000\text{ gr/cm}^2$ arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Ticari amaçlı agar agarlar ile karşılaştırıldığında da agar agar örneklerimizde en yüksek jel gücü değeri mayıs ayında 551.590 gr/cm^2 olarak bulunmuştur. Higuera ve ark.(2008), Orduna-Rojas ve ark.(2008) ve benzer birçok çalışmada daha, ekstraksiyon öncesi uygulanan alkali muamelesi ile elde edilen agar agarda jel gücü değerinin arttığını tespit etmişlerdir. Özellikle Arvizu-Higuera ve ark.(2008) doğal olarak elde ettikleri agar agar da jel gücünü 72 gr/cm^2 olarak tespit etmişler aynı örnekte alkali muamelesi uygulanarak elde edilen agar agarda ise 1064

gr/cm² tespit etmişlerdir. Ancak bunun yanında alkali muamelesinin jel gücünü arttırırken agar agar verimini ise %50 oranında düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Yenigül (2001), alkali işleminin jel gücünü arttırdığından ticari uygulamalarda vazgeçilmez standart bir işlem olduğunu bildirmektedir. Çalışma yöntemimizin doğal agar agar üretimi üzerine kurulmuş olması nedeni ile sadece mayıs, haziran, ağustos ve eylül aylarında 500 gr/cm² ve üzeri sonuçlar elde edilebilmiştir. Sonuç olarak Sinop ili kıyılarından toplanan *Gelidium latifolium* kırmızı deniz yosunundan ticari kullanım amacına uygun olarak, yüksek kalitede jel gücü elde etmek için, alkali muamelesi gibi alternatif yöntemler denenebilir.

9. Çalışmamızda elde edilen agar agarda ağır metal içerikleri kurşun, civa, kadmiyum ve arsenik miktarları açısından değerlendirilmiştir. Bu ağır metallerin seçilmesinde uluslararası standartlarda aranan ağır metal değerleri göz önünde bulundurulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, aylık ve mevsimsel olarak elde ettiğimiz agar agr örneklerinin kurşun, civa ve arsenik değerleri uluslararası standartların limitleri altında tespit edilmiştir. Kadmiyum ise ocak, şubat, nisan ve kasım aylarında ve kış mevsiminde uluslararası standart olan 1 mg/kg değerinin biraz üzerinde tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz agar agar; kurşun, civa ve arsenik bakımından üretimine uygun, kadmiyum bakımından ise belirtilen aylar ve mevsimde üretiminin yapılmasında üretici için risk teşkil edeceği tehlikenin saptanması açısından çalışma sonuçları yol gösterici nitelikte olacaktır.

10. 3,6 AHG değeri agar agarda jel gücünü etkileyen en önemli etkenlerden biridir. Artışı ile jel gücünde artış, azalması ile de gel gücünde azalma beklenir. Bunu yanında sülfat değeri de 3,6 AHG değerinin ve dolayısıyla jel gücü değerini etkileyen diğer bir faktördür. Çalışmada yıllık ortalama 3,6 AHG değeri 1.665 tespit edilmiştir. Diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında tespit edilen 3,6 AHG miktarı daha önceki sonuçlar ile paralellik gösterdiği saptanmıştır. Yine daha önceki çalışmalar değerlendirildiğinde agar agar ekstraksiyonu öncesi yapılacak ön işlemler ile sülfat içeriğinin azaltılarak 3,6 AHG değerinin arttırılabileceği görülmüştür. Bu nedenle ileride yapılacak daha detaylı çalışmalar ile bu ilişkiler daha derin olarak değerlendirilebilir.

11. Gıda katkı maddesi olarak kullanılabilen agar agarda, Avrupa Birliği Standartlarının (EURL-FA, 2014) belirlenmesi amacıyla alınan kararlar doğrultusunda, agar agarda asitte çözünmeyen kül değerinin % 0.5 den çok olmaması belirlenmiştir.

Çalışma sonuçlarına gerek aylık gerekse mevsimsel olarak bakıldığında asitte çözünmeyen kül değerlerinin %0.5 den çok daha az miktarlarda hatta iz miktarda tespit edildiği görülmüştür. Bu nedenle elde ettiğimiz agar agar örneklerinin asitte çözünmeyen kül bakımından gıda sanayinde rahatlıkla kullanılabilir özellikte olduğu görülmüştür.

12. FFC, USP, EEC ve FAO komisyonları tarafından agar agarda nem miktarını max. %20 olması gerektiğini belirlemişlerdir. Çalışma sonuçlarımız aylık olarak *Gelidium latifolium* deniz yosunundan elde edilen agar agarda nem miktarı % 8.543 ± 0.237 ile 14.548 ± 0.117 arasında değiştiğini, yıllık ortalamanın ise % 10.472 ± 0.276 olduğunu göstermiştir. Elde edilen agar agar örneklerimizin uluslararası standartlara uygun değerlerde nem bulundurduğu gözlemlenmiştir.

13. Ticari amaçlı üretimi ve satışı yapılan agar agarda renk, açık kremden beyaza, beyazdan açık sarıya, sarımtırak, açık sarı ve beyaz olmak üzere çeşitlilik göstermektedir. Renk analizinde L değeri 100 = beyaz, 0 = siyah rengi; b değeri +b ise sarı, -b ise mavi rengi; a değeri ise +a ise kırmızı, -a ise yeşil rengi vermektedir. Bu nedenle çalışma sonuçlarımız ticari agar agar rengini veren L ve b değerine göre değerlendirdiğimizde kırmızı rengi veren a değerinin $+2.790 \pm 0.025$ ile $+3.650 \pm 0.055$ arasında, sarı rengi veren b değerinin $+11.723 \pm 0.156$ ile $+13.167 \pm 0.043$ arasında ve beyazlık yani parlaklığı veren L değerinin ise 37.790 ± 0.691 ile 46.203 ± 0.944 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

14. Agar agarda erime ve jelleşme sıcaklıkları arasındaki fark olarak adlandırılan hysteresis değeri; ne kadar fazla olursa, agar agarın sanayi alanında kullanım alanı bir o kadar artmaktadır. Agar agarın, yüksek hysteresis özelliğine sahip olması, birçok alanda kullanımının tercih edilmesine neden olmaktadır. Çalışmamız sonunda hysteresis değerinin aylık olarak 45.700 ± 0.057 - $48.633 \pm 0.185^{\circ}\text{C}$ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Daha önceki çalışmalarda hysteresis ısısının 37.9 - 61.4°C arasında bir değişim gösterdiği görülmüştür. Bu farklılıkların; agar agarın elde edildiği yosun türüne, hasat alanına, ekstraksiyon süresine ve uygulanan ön işlemlere bağlı olarak değişim gösterdiği bildirilmiştir. Uluslararası bir standardı olmayan hysteresis değeri ne kadar fazla ise o kadar makuldür.

Sonuç olarak, yapılan çalışmada Sinop kıyılarında yayılım gösteren *Gelidium latifolium* kırmızı deniz yosunundan agar agar üretimi yılın 12 ayı boyunca mümkün olmuştur. Sorunsuz olarak 12 ay boyunca denizden hasat edilen hammadde stokları

üzerine kesin sonuçlar veren çalışmalar ne yazık ki bulunmamaktadır. Bu nedenle olası bir agar agar işletmesinin kurulması durumunda işletmenin ihtiyaç duyacağı hammadde miktarı karşılanamayabilir. Ayrıca deniz yosunları birçok canlı için önemli beslenme, korunma ve yavrulama alanlarını oluşturmaktadır. Bu nedenle sularımızda bulunan mevcut alg potansiyeli ister işletme ihtiyaçlarını karşılasın ister karşılamasın ekosistemdeki doğal dengenin tahrip edilmemesi gerekmektedir. Bu amaçla ekonomik değere sahip deniz yosunlarının yetiştiriciliği büyük önem kazanmaktadır. Bugün Dünya’da agar agar üretiminde kullanılan hammaddelerin bir kısmı doğal ortamdan toplanırken, büyük bir kısmı ise yetiştiricilik yolu ile karşılanmaktadır. Ülkemizde de kurulması düşünülen bir tesisin hammadde miktarının karşılanmasında bu yöntemlere başvurulması gerekmektedir. Ayrıca bu tarz işlemlerin kurulmasını teşvik amacı ile ülkemiz suları alg stokları ve ticari önem taşıyan türlerin yetiştiriciliğinin yapılabilmesi ile ilgili bilimsel çalışmaların yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Bu gün dünyada en kaliteli agar agar *Gelidium latifolium* kırmızı deniz yosunundan elde edilmektedir. Çalışma sonuçlarımız uluslararası standartlar ile karşılaştırıldığında ham kül, asitte çözünmeyen kül, nem miktarı bakımından uluslararası standartlar ile uyumluluk gösterirken ağır metal değerlerinde ise sadece kadmiyum miktarı ocak, şubat, nisan ve kasım aylarında ve kış mevsiminde standart dışı olarak tespit edilmiştir. Kadmiyum hariç (ocak, şubat, nisan ve kasım aylarında ve kış mevsiminde) diğer bu parametreler için elde ettiğimiz agar agar kalite bakımından standartlara uygunluk göstermiştir.

Agar agarın kalite parametreleri olan pH, verim, erime sıcaklığı, histeresis sıcaklığı genel anlamda ticari agar agar ile karşılaştırıldığında benzer sonuçlar saptanırken jelleşme sıcaklığının eylül, ekim, kasım ve aralık ayları ile sonbaharda yüksek olduğu görülmüştür. Diğer kalite parametreleri olan jel gücü, viskozite, sülfat ve 3,6 AHG değerleri ise birbirlerinden ve dış etkenlerden en fazla etkilenen kalite parametreleri olarak bilinmektedir. Çalışma sonuçlarımız ticari olarak değerlendirildiğinde, bu parametreler ile alakalı olarak çok kötü olmayan hatta doğal agar agara göre oldukça iyi denilebilecek sonuçlar elde edilmiştir. İstenildiği takdirde bu parametrelerin daha iyi değerler vermesinin; agar agar üretimi öncesinde, hammaddeye uygulanacak ön işlemler ile (özellikle alkali muamelesi), farklı ekstraksiyon işlemleri, farklı ekstraksiyon sıcaklıkları ve sürelerinin denenerek sağlanabileceği sonucuna varılmıştır.

Yapılan çalışmamız sonucunda *Gelidium latifolium* kırmızı deniz yosunundan agar agar elde edilmesinin mümkün olduğu ve elde edilen agar agarın kalite parametrelerinin değerlendirilmesi sonucunda ekonomik olarak bu deniz yosunundan agar agar elde edilmesinden faydalanılabileceği ve hatta farklı işlemler uygulanarak yapılacak olan üretimde, daha da iyi sonuçların elde edilebileceği görülmüştür.

6. KAYNAKLAR

Akgüneş, H. 1966. Deniz Yosunlarından Kahverengi Algler (Esmer Su Yosunları), (Kısım I), Balık ve Balıkçılık Dergisi, Etve Balık Kurumu Genel Müdürlüğü Yayınları, Cilt XIV, Sayı 1, Ocak 1966

Anonim, 2015. <http://iabserv.biologie.uni-mainz.de/iab/Institut/Lehre/exkursion/02/gel-lat-c.jpg> (Erişim tarihi: 12.03.2015)

Anonim, 2015a. <http://w3.gazi.edu.tr/~tahir/alg/kullanım.htm> (Erişim tarihi: 12.03.2015)

Anonim, 2015b. http://tr.wikipedia.org/wiki/K%C4%B1rm%C4%B1z%C4%B1_algler (Erişim tarihi: 12.03.2015)

Anonim, 2015c. http://www.bd.com/europe/regulatory/Assets/IFU/Difco_BBL/281230.pdf (Erişim tarihi: 12.03.2015)

Anonim, 2015d. http://www.hammaddeler.com/index.php?option=com_content&view=article&id=3150&Itemid=299 (Erişim tarihi: 12.03.2015)

Anonim, 2015e. <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/Additive-008.pdf> (Erişim tarihi: 12.03.2015)

Anonim, 2015f. <http://en.wikipedia.org/wiki/Agar> (Erişim tarihi: 12.03.2015)

Anonim, 2015g. <http://www.agargel.com.br/agar-tec-en.html> (Erişim tarihi: 12.03.2015)

Anonim, 2015h. <http://www.vliz.be/projects/Ocean-Ukraine/aphia.php?p=taxdetails&id=156097> (Erişim tarihi: 11.05.2015)

Anonim, 2015i. <http://www.cybercolloids.net/library/euspecs/e-406-agar> (Erişim tarihi: 12.03.2015)

Anonim, 2015i. http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=15&sk=0&from=results (Erişim tarihi: 12.03.2015)

- Anonim, 2015j.** <http://www.ucmp.berkeley.edu/protista/rhodophyta.html> (Erişim tarihi: 12.03.2015)
- Anonim, 2015k.** <http://www.seaweed.ie/algae/rhodophyta.php> (Erişim tarihi: 12.03.2015)
- Anonim, 2015l.** <http://www.volkanderinbay.com/tarimnet/bsur.asp?konuno=3> (Erişim tarihi: 12.05.2015)
- Anonim, 2015m.** <http://marinelife.about.com/od/plants/p/redalgae.htm> (Erişim tarihi: 12.03.2015)
- Anonim, 2015n.** <http://www.gbif.org/species/106> (Erişim tarihi: 12.03.2015)
- Anonim, 2015o.** <http://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Rhodophyta> (Erişim tarihi: 12.03.2015)
- Anonim, 2015ö.** <http://www1.lsbu.ac.uk/water/agar.html> (Erişim tarihi: 12.03.2015)
- Anonim, 2015p.** <http://www.semad.org/bultenler/agustos/agustos5.html> (Erişim tarihi: 12.03.2015)
- Anonim,2015r.**
<http://www.fis.com/fis/worldnews/printable.asp?id=62568&l=e&ndb=1&print=yes>
(Erişim tarihi: 12.03.2015)
- Anonim, 2015s.**
http://www.cmyklinik.com/cms/index.php?option=com_content&view=article&id=56:renk-evren-modellerinin-matbaacik-sektoeruendeki-kullanm-alanlar&catid=34:bask-oencesi&Itemid=53 (Erişim tarihi: 12.03.2015)
- Anonim, 2015ř.**
http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/3643/10/10_chapter%206.pdf (Erişim tarihi: 12.03.2015)
- Anonim, 2015t.** http://www.botanical-online.com/english/agar_agar_algae.htm (Erişim tarihi: 12.03.2015)
- Anonim, 2015u.** [file:///C:/Users/yeni%20hesap/Downloads/942300030%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/yeni%20hesap/Downloads/942300030%20(2).pdf)
(Erişim tarihi: 12.03.2015)
- Anonim, 2015ü.** <http://www.vankim.com/urunler/kivam-vericiler/agar-agar> (Erişim tarihi: 12.03.2015)

- Anonim, 2015v.** <http://algaetech.com.my/v1/2011/08/18/classification-of-algae/> (Erişim tarihi: 11.05.2015)
- Anonim, 2015y.** <http://tr.wikipedia.org/wiki/Diyatome> (Erişim tarihi: 11.05.2015)
- Anonim, 2015z.** http://tr.wikipedia.org/wiki/Ye%C5%9Fil_algler (Erişim tarihi: 11.05.2015)
- Anonim, 2015aa.** <http://www.ledfon.com/?newUrun=1&Id=1012581&CatId=bs369574&Fstate=&/TT-TECHNIC-DALDIRMA-TIPI-TERMOMETRE-VE-ZAMANLAYICI-TM979H> (Erişim tarihi: 18.05.2015)
- Anonim, 2015ab.** <http://www.indiaagar.net/specifications-of-agar-agar.htm> (Erişim tarihi: 20.05.2015)
- Anonim, 2015ac.** <http://www.titanbiotechltd.com/specifications/4/agar-agar-type-ii-bacteriological-grade/435.html> (Erişim tarihi: 20.05.2015)
- Anonim, 2015ad.** <http://www.mikrobiyoloji.org/genelpdf/920020280.pdf> Erişim tarihi: 20.05.2015)
- Anonim, 2015ae.** http://www.neogen.com/Acumedia/pdf/ProdInfo/7178_PI.pdf (Erişim tarihi: 20.05.2015)
- Anonim, 2015af.** http://www.vgdllc.com/Bacto_Agar.htm (Erişim tarihi: 20.05.2015)
- Anonim, 2015ag.** http://www.agar.com/old/agar_description.html (Erişim tarihi: 20.05.2015)
- Anonim, 2015ah.** http://www.elicityl-oligotech.com/?fond=rubrique&id_rubrique=23 (Erişim tarihi: 20.05.2015)
- Anonim, 2015ai.** <http://egemacc.com/tcpdf/examples/pdf.php?a=79&lng=1> (Erişim tarihi: 15.06.2015)
- AOAC, 1990.** Official Methods of Analysis. 15th Edition. Heldrick, K. (Ed). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Araki, C. 1965.** Some recent studies on the polysaccharides of agarophytes, In Proceedings of Fifth International Seaweed Symposium, Halifax, Nova Scotia.
- Armisen, R. Galataş, F. 1987.** Production, Properties and Uses of Agar. In: McHugh DJ (ed) Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds. Fish Tech Paper 288. FAO
- Armisen, R. 1993.** ‘Agar-Agar’. Lecture in Training Course T004 ‘Gels Thickeners and Stabilizing Agents’ held in Leatherhead, Surrey, UK on 25–8 May 1993 organised by

Leatherhead Food Research Association (a copy of the paper was delivered to the thirty delegates present).

Armisen, R. 1995. 'Worldwide use and importance of Gracilaria' Communication presented in the Workshop 'Gracilaria and its Cultivation'. Organised in the University of Trieste (Italy) 10-12 April 1994, under the auspices of COST 48 of the CCEE. Journal of Applied Phycology, 7; pp. 231-43.

Armisen, R., Galatas, F and Hispanagar, S.A. 2000. Handbook Of Hydrocolloids. Chapter 2: Agar. Abington Cambridge CB1 6AH. England

Arvizu-Higuera, D.L., Rodriguez-Montesinos, Y.E., Murillo-Alvarez, J.I., Munoz-Ochoa, M., Hernandez-Carmona, G. 2008. Effect of alkali treatment time and extraction time on agar from *Gracilaria vermiculophylla*. J. Appl. Phycol. 20: 515-519.

Asare, S.O. 1980. Seasonal changes in sulfated and 3,6-anhydrogalactose contents of phycocolloids from two red algae. Bot. Mar. 23: (9) 595-598

Atay, D. 1970. Su Ürünleri, Zootekni Dergisi, 1970, Cilt 3, Sh. 11, ANKARA

Atay, D. 1978. Deniz Yosunları ve Değerlendirme Olanakları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Başbakanlık Basımevi, 128 s., Ankara.

Aysel, V., Çetingül, V., Güner, H., ve Dural, B. 1992. Bazı kahverengi alglerin suda eriyebilir karbonhidrat ve protein miktarının tayini, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi, 9(33-36), sh. 114-123, İzmir.

Bird, K.T., Hanisak, M.D., Ryter, J. 1981. Chemical quality and production of agar extracted from *G. tikvahae* grown in different nitrogen enrichment conditions. Bot. Mar. 24: 441-444

Bird, K.T., Ryter, J.H. 1990. Cultivation of *Gracilaria verrucosa* (Gracilariales, Rhodophyta) Strain G-16 for agar. Hydrobiologia 204/205: 347-351.

Bridson, E.Y. 1990. Media in microbiology. Rev. Med. Microbiol. 1:1-9.

Bixler, H. J. And Porse, H. 2012. A decade of change in the seaweed hydrocolloids industry. Journal of Applied Phycology. 23, 321-335.

Buriyo, A.S., Kivaisi, A.K. 2003. Standing stock, agar yield and properties of *Gracilaria slicornia* harvested along the tanzanian coast. western indian Ocean J. Ma. Sci. Vol 2, No. 2, Pp. 171-178.

Burtin, P. 2003. Nutritional Value Of Seaweeds. Electronic Journal of Environmental and Food Chemistry. 2 (4): 498- 503.

- CAC/MISC, 2014.** List of Codex Specifications for Food Additives. CAC/MISC 6-2014
- Carmona, R., Vergara, J.J., Lahaye, M., Niell, F.X. 1998.** Light quality affects morphology and polysaccharide yield and composition of *Gelidium sesquipedale* (Rhodophyceae). Journal Of Applied Phycology 10: 323–331, 1998.
- Calumpong, H.P., Maypa, A., Magbanua, M., Suarez, P. 1999.** Biomass and agar assessment of three species of Gracilaria from Negros Island, Central Philippines. Hydrobiologia 398/399: 173–182
- Carr, J.M., Sufferling, K. and Poppe, J. 1995.** Hydrocolloids and their use in the confectionery industry. Food Technol., 49(7),41-42.
- Chapman, V.J. 1970.** Seaweeds and their uses. London: Methuen and Co. Ltd. 304 pp.
- Chen, H.M., Zheng, L., Yan, X.J. 2005.** The preparation and bioactivity research of agarooligosaccharides. Food Technology and Biotechnology. 43(1), 29-36.
- Chiovitti, A., McManus, L.J., Kraft, G.T., Bacic, A., Liao, M.L. 2004.** Extraction and characterization of agar from Australian *Pterocladia lucida*. Journal of Applied Phycology (16): 41-48.
- Chirapart, A., Ohno, M., Ukeda, H., Sawamura, M., Kusunose, H. 1997.** Effects of partial acid hydrolysis on physical and chemical properties of agar from a newly reported japanese agarophyte (*Gracilariopsis lemaneiformis*). Journal Of Applied Phycology 9: 73-76.
- Chirapart, A., M, Jittima., L, Khanjanapal. 2006.** Changes in yield and quality of agar from the agarophytes, *Gracilaria fisheri* and *G. tenuistipitata* var, *liui* cultivated in earthen pounds. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 40 : 529 - 540
- Christiaen, D.T., Stadler, M., Ondarza, Verdus, M.C. 1987.** Structures and functions of the polysaccharides from the cell wall of *Gracilaria verrucosa* (Rhodophyceae, Gigartinales). Hydrobiologia 151/152: 139-146.
- Cirik, Ş. ve Cirik, S. 1999.** Su Bitkileri (Deniz Bitkilerinin Biyolojisi Ekolojisi Yetiştirme Teknikleri Ders Kitabı), Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:58, İzmir.
- Craigie, J.S., Wen, Z.C., Van Der Meer, J.P. 1984.** Interspecific, intraspecific and nutritionally determined variation in the composition of agar from *Gracilaria spp.* Bot. Mar. 27: (2), 55-61

- Çaklı, Ş.** 2008. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi 2. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:77, İzmir.
- Dawczynski, C., Schubert, R. and Jahreis, G.** 2007. Amino acid, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products, J. Of Food Chemistry, 103
- Deboer, J.A.** 1978. Effects of nitrogen enrichment on growth rate and phycocolloid content in *Gracilaria foliifera* and *Neo- agardhiella baileyi* (Florideophyceae). Proc. int. Seaweed Symp. 9: 263–271.
- Delia, C.F., Deboer, J.A.** 1978. Nutritianol studies of two red algae. II. Kinetics of ammonium and nitrate uptake. J. Phycol. 14: 266-272
- Doty, M., Santos, G.A.** 1983. Agar from *Gracilaria cylindrica*. Aquatic Bot. 15: 299-306
- Duckworth, M., Hong, K.C., Yaphe, W.** 1971. The agar polisaccharides of *Gracilaria* species. Carbohydrate Res. 18: 1-9
- Dziezak, J.D.** 1991. A focus on Gums. Food Technology, 45(3): 116-132
- El-Sheekh, M.M., Osman, M.E.H., Dyab, M.A. and Amer, M.S.** 2006. Production and characterization of antimicrobial active substance from the cyanobacterium *Nostoc muscorum*. Enviromental Toxicology and Pharmocology 21. 42-50.
- Ercan, F.** 1995. İzmir Körfezi'inde makroalglerin (Rhodophyta) kültürü. Dokuzeylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Anabilim Dalı Canlı Deniz Kaynakları Programı. Yüksek Lisans Tezi. İZMİR
- Ermış, R.B., Tmel, U.B., Kam, Ö.** 2007. Hacettepe Dişheklimliği Fakültesi Dergisi. Cilt:31, Sayı:1, Sayfa: 36-41.
- EURL-FA, 2014.** Evaluation Report on the Analytical Methods submitted in connection with the Application for Authorisation of a Feed Additive according to Regulation (EC) No 1831/2003. Ref. Ares(2014)2296911 - 10/07/2014
- Falshaw, R., Furneaux, R.H., Pickering, T.D., Stevenson, D.E.** 1999. Agar From Three Fijilan *Gracilaria* Species. Botanica Marina Vol. 42, Pp. 51-59
- FAO, 1991.** Training manual on *Gracilaria* culture and seaweed processing in China. ID:69253
- FAO, 1996.** Report on a Regional Study and Workshop on the Taxonomy, Ecology and Processing of Economically Important Red Seaweeds. Annex IV-10: International and regional trade in seaweeds and seaweed products, with special reference to *Gracilaria* and agar quality standards.

- FAO/NACA, 1996.** Regional Study and Workshop on the Taxonomy, Ecology and Processing of Economically Important Red Seaweeds. NACA Environment and Aquaculture Development Series No. 3. Network of Aquaculture Centres in Asia Pacific, Bangkok, Thailand.
- FAO, 2012.** Fishery and Aquaculture Statistics. ISSN 2070-6057. Roma.
- Fernandez, L.E., Valiente, O.G., Mainardi, V., Bello, J.L., Velez, H., Rosado, A. 1989.** Isolation and characterization of an antitumor active agar-type polysaccharide of *Gracilaria dominguisis*. Carbohydrate Research. 190(1), 77-83.
- Fleurence, J., Gutbier, G., Mabeau, S., and Leray, C. 1994.** Fatty acids from 11 marine macroalgae of the French Brittany coast, Journal of Applied Phycology, 6, 527-532.
- Fleurence, J. 1999.** Seaweed proteins: Biochemical, nutritional aspects and potential uses, Trends in Food Science and Technology, 10, 25-28.
- Freile-Pelegrin, Y., Robredo, D.R., Garcia-Reina, G. 1995.** Seasonal agar yield and quality in *Gelidium canariensis* (Grunow) Seoane-Camba (Gelidiales, Rhodophyta) from Gran Canaria, Spain. Journal of Applied Phycology (7): 141-144.
- Freile-Pelegrin, Y., Robredo, D., Armisen, R., Garcia-Reina, G. 1996.** Seasonal changes of agar characteristics of two populations of *Pterocladia capillacea* in Gran Canaria, Spain. Journal Of Applied Phycology 8: 239-246
- Freile-Plegrin, Y. 2000.** Does storage time influence yield agar properties in tropical agarophyte *Gracilaria cornea*. Journal Of Applied Phycology 12: 153-158
- Fritsch, F.E. 1965.** The Structure And Reproduction Of Algae. Vol I, Cambridge At The Universty Pres, London.
- Fuji, T., Kuda, T., Saheki, K., and Okuzumi. M. 1992.** Fermentation of water-soluble polysaccharides of brown algae by human intestinal bacteria in vitro. Nippon suisan Gak 58, 149-152.
- Fytianos, K., Evgenidou, G., Zachariadas, G. 1999.** Use of macroalgae as biological indicators of heavy metal pollution in termaikos gulf, Greece. Bulletin Environmental Contamination and Toxicology. 62:630-637
- Ganesan, M., Chennur, R.K., Eswaran, K., Jha, B. 2008.** Seasonal variation in the biomass, quantity and quality of agar from *Gelidiella acerosa* (Forsskal) Feldmann et Hamel (Gelidiales, Rhodophyta) from the Gulf of Mannar Marine Biosphere Reserve, India. Phycological Research Phycological Research. Volume 56, Issue 2, pages 93–104

- Givervaud, T., Gourji, A., Mouradi-Givernaud, A., Lemoine, Y., 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.
- Glicksman, M. 1982.** Food Hydrocolloids. Vol.1-3. CRC. Press, Boca Raton.F.L.
- Glicksman, M. 1991.** Hydrocolloids and search for the 'Oil Grail'. *Food Technollogy*, 45(10): 94, 96-103
- Glombitza, K.W. and Koch, M. 1989.** Secondary metabolites of pharmaceutical potential. In *algal and Cyanobacterial Biotechnology* ed. Cresswell, R.C., Ress, T.A.V and Shah, N. Pp.161 238. Harlow, UK: Longman Scientific&Technical.
- Goni, I., Valdivieso, L., & Garcila-alonso, A. 2000.** Nori seaweed consumption modifies glycemic response in healty volunteers. *Nutrition Research*, 20, 1367-1375.
- Goni, I., Guidel-urbano, M., Bravo, L., & Saura-calixto, F. 2001.** Dietary modulation of bacterial fermentative capacity by edible seaweeds in rats. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 49, 2663-2668.
- Gómez-ordóñez, E., Jiménez-escrig & Rupérez, P. 2012.** Dietary fibre and physicochemical properties of several edible seaweeds from the Northwestern Spanish coast. *Food Research International*. 43, 2289-2294.
- Gonzalez- Leija, J.A., Hernandez-Garibay, E., Pacheco-Ruiz, I., Guardado-Puantes, J., Espinoza- Avalos, J., Lopez-Vivas, j.M., Baustista- Alcantar, J. 2009.** Optimization of the yield and quality of agar from *Gracilaria lemaneiformis* (Gracilariales) from the Gulf of California using an alkali treatment. *J.Appl Phycol* (2009) 21:321-326.
- Guidel-Urbano, M. And Goni, I. 2002.** Effect of edible seaweeds (*Undaria pinnatifida* and *Porphyra tenera*) on the metabolic activities of intestinal microflora in rats. *Nutrition Reserch*, 22: 232-331.
- Güner, H. ve Aysel, V. 1999.** Tohumuz Bitkiler Sistematığı I. Cilt (Algler), Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No:108. İZMİR.
- Güven, K.C., Çetin, E.T., Bayraktar, G. 1966.** Investigations On The Properties Of The Agar Obtained From *Phyllophora nervosa* (D.C.)Grev. *Eczacılık Bülteni* 8:10-14
- Hoppe, R.T., Cox, R.S., Fuks, Z., Price, N.M., Bagshaw, M.A. and Farber, E.M. 1979.** Electron-beam therapy for mycosis fungoides: The Stanford University experience. *CancerTreat Rep* 63:691.

- Hoyle, M.D. 1978.** Agar studies in two *Gracilaria spp.* (*G. bursapastoris* (Gmelin) Silva and *G. coronopifolia* J.Ag.) from Hawaii. I. Yield and gel strenght in the gametophyte generations. Bot. Mar. 21: (3) 343-345.
- Hurtado, M.A., Manzano-Sarabia, M., Hernandez-Garibay, E., Pacheco-Ruiz, I., Zertuche-Gonzales, J.A. 2011.** Latitudinal variations of the yield and quality of agar from *Gelidium robustum* (Gelidiales, Rhodophyta) from the main commercial harvest beds along the western coast of the Baja California Peninsula, Mexico. J. Appl Phycol (2011) 23:727-734 DOI 10.1007/s10811-010-9572-0
- Imeson, A. 2011.** Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents. ISBN: 978-1-4443-6033-2.
- Israel, A., Goss, M.M., Friedlander, M. 1999.** Effect of salinity and pH on growth and agar yield of *Gracilaria tenuistipitata var. liui* in laboratory and outdoor cultivation. Journal Of Applied Phycology 11. 543-549.
- Istını, S., Ohno, M., Kusunose, H. 1994.** Methods of analysis for agar, carrageenan and alginate in seaweed. Bull. Mar. Fish., Kochi University. No.14 pp.49-55.
- ITC, 2015.** Trade Map. Trade statistics for international business development. <http://www.trademap.org/Index.aspx?AspxAutoDetectCookieSupport=1>.
- İlyas, M. 1989.** Agar ve protein konsantresi üretiminde hammadde olarak *Gracilaria verrucosa*'nın kullanım olanakları. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi.
- JECFA, 1997.** Prepared at the 49th JECFA (1997), published in FNP 52 Add 5 superseding specifications prepared at the 44th JECFA (1995), published in FNP 52 Add 3 (1995). An ADI 'not limited' was established at the 17th JECFA (1973)
- Jiménez-Escrig, A., Sánchez-Muniz, F.J. 2000.** Dietary fibre from edible seaweeds: chemical structure, physicochemical properties and effects on cholesterol metabolism. Nutrition research. 20, 585-598.
- Kadan, G. 1994.** Kırmızı deniz yosunlarından (RHODOPHYCEA) agar agar eldesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. İZMİR.
- Karamanoğlu, K. 1997.** Farmasötik Botanik, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, Ankara.

- Kaykaç, G.O. 2007.** Bazı alg türlerinin (*Cystoseira barbata*, *Ulva rigida* ve *Gracilaria verrucosa*) tatlarındaki etkili olan aminoasitlerin mevsimsel değişimi. Çanakkale Onsekizmart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- Kılınc, B., Cirik, S., Turan, G., Tekoğlu, H., Koru, E. 2013.** Seaweeds for food and industrial applications, in: Food industry, Edited by Innocenzo Muzzalupo, Published by InTech Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia, ISBN 978-953-51-0911-2.
- Kim, C.S., Humm, H.J. 1965.** The red alga, *Gracilaria folifera* whit special referance to the cellwall polysaccharides. Bull. Mar. Sci. 15: 1036-1950
- Kim, D.H., Henriques, P. 1977.** Agar-agar from cystocarpic and tetrasporic plants of *Gracilaria verrucosa*. I- Yields and gel strenghts. J. Phy. (Sppl) 13: 35
- Kodalak, N. 2008.** Sinop kıyılarındaki “*Cystoseira barbata*” deniz yosunundan alginat üretimi üzerine bir araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Sinop
- Kraan, S. 2012.** Carbohydrates; Comprehensive studies on glycobiology and glycotecnology, Edition: 1st edition, Chapter: Algal Polysaccharides, Novel Applications and Outlook, Publisher: Intech, Editors: Chuan-Fa Chang, pp.489-532.
- Kumar, V., Fotedar, R. 2009.** Agar extraction process for *Gracilaria cliftonii* (Withell, Millar, & Kraft, 1994). Carbohydrate Polymers (78): 813-819.
- Kumar, V., Fotedar, R., Dods, K. 2010.** Effect of inland water ionic profiles on growth, chemical composition and agar characteristics of *Gracilaria cliftonii* (Withell, Miller and Kraft 1994) under laboratory conditions. Aquacult Int. 18: 869-881.
- Kylm, H. 1956.** Die Gattungen der Rhodophyceen, Malmö, Nya Litografers.
- Lahaye, M., Yappe, W. 1988.** Effects of season on the chemical structure and gel strength of *Gracilaria pseudoverrucosa* agar. Carbohydr. Polym 8: (4), 285-302
- Lahaye, M. 1991.** Marine-algae as sources of fibers-determination of soluble and insoluble dietary fiber contents in some sea vegetables. Journal of the Science of Food and Agriculture. 54(4), 587-594.
- Lemus, A., Bird, K., Kapraun, D.F., Koehn. F. 1991.** Agar yield, quality and standing crop biomass of *Gelidium serrulatum*, *Gelidium floridanum*, and *Pterocladia capillacea* in Venezuela. Food Hydrocolloids, 5(5), 469-479.
- Levring, T., Hoppe, H.A., Schmid, O.J. 1969.** Marine Algae, Cram de gruyter and Co. Hamburg.

- Li, HY., Yu, XJ., Jin, Y., Zhang, W., Liu, YL. 2008.** Development of an eco-friendly agar extraction technique from the red seaweed *Gracilaria lemaneiformis*. *Bioresource Technology* (99): 3301-3305
- Li, H., Huang, J., Xin, Y., Zhang, B., Jin, Y., Zhang, W. 2009.** Optimization and scale-up of a new photobleaching agar extraction process from *Gracilaria lemaneiformis*. *J. Appl. Phycol* 21: 247-254.
- Lourenço, S.O., Barbarino, E., De-Paula, J.C., Pereira, O.L., Marguez, U.M.L. 2002.** Amino acid composition, protein content and calculation of nitrogen-to-protein conversion factors for 19 tropical seaweeds. *Phycological Research*; 50: 233–241.
- Marinho-Soriano, E., Silva, T.S., Moreira, W.S. 2001.** Seasonal variation in the biomass and agar yield from *Gracilaria cervicornis* and *Hydropuntia cornea* from Brazil. *Bioresour Technol. Apr*; 77(2):115-20.
- Marinho-Soriano E., Bourret E. 2003.** Effects of season on the yield and quality of agar from *Gracilaria* species (Gracilariaceae, Rhodophyta). *Bioresource Technology* 90 (3):329-333.
- Marinho-Soriano, E., Bourret E. 2005.** Polysaccharides from red seaweed *Gracilaria dura* (Gracilariales, Rhodophyta). *Bioresour. Technol.* 96, 379-382.
- Marinho-Soriano, E., Fonseca, P.C., Carneiro, M.A.A., Moreira, W.S.C. 2006.** Seasonal variation in the chemical composition of tropical seaweeds. *Bioresource Tech.* 97: 2402-2406. DOI: 10.1016/j.biortech.2005.10.014
- Martin, D.F. 1968.** *Marine Chemistry Vol. I*, Marcel Dekker. Inc. New York.
- Matsushashi, T. 1998.** Polysaccharides. structural diversity and functional versatility. Marcel Dekker, INC, New York, 335-375.
- McCormick, E. 2001.** Alginate-Lifecasters' Gold. *Art Casting Journal*, September, 2001.
- Mcdermid, K. D., Stuercke, B. 2003.** Nutritional composition of edible Hawaiian seaweeds. *Journal of Applied Phycology.* 15, 513-524.
- McHugh, D.J. 1987.** Production and utilization of products from commercial seaweeds, *FAO Fisheries Technical Paper 288.* Food and Agriculture Organization of United Nations Rome.
- McHugh, D.J. 2003.** A guide to the seaweed industry. Food and agriculture Organization Of The United Nations, Rome. ISBN 92-5-104958-0

- Meena, R., Siddhanta, A.K., Prasad, K., Ramavat, B.K., Eswaran, K., Thiruppathi, S., Ganesan, M., Mantri, V.A., Subba Rao. P.V. 2007.** Preparation, characterization and benchmarking of agarose from *Gracilaria dura* of Indian waters. Carbohydrate Polymers 69 179–188
- Meena, R., Prasad, K., Ganesan, M. 2008.** Superior quality from *Gracilari* species (Gracilariales, Rhodophyta) collected from the Gulf of Mannar, India. J. Appl. Phycol (20): 397-402.
- Milani, J., Maleki, G. 2012.** Hydrocolloids in Food Industry, Food Industrial Processes-Methods and Equipment, Dr. Benjamin Valdez (Ed), ISBN: 978-953-307-905-9
- Murata, M., and Nakazoe, J. 2001.** Production and use of marine algae in Japan. Jarg-Japan Agricultural Research Quarterly. 35(4), 281-290.
- Mohamed, L.A., Khaled, A. 2005.** Comparative study of heavy metal distribution in some coastal seaweeds of Alexandria, Egypt. Chemistry and Ecology, Vol:21, No:3, 181-189.
- Mollet, J.C., Rahaoui, A., Lemoine, Y. 1998.** Yield, chemical composition and jel strenght 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., Romero, J.B. 1999.** Chemical characteristics and gelling properties of agar from Two Phippine *Gracilaria spp.* (Graciales, Rhodophyta). Journal Of Applied Phycology 11:27-340
- Morris, I. 1967.** An intraoduction to the Algae, Hutchinson Universty Library, London
- Mouradi-Givernaud, A., Givernaud, T., Morvan, H., Cosson, J. 1992.** Agar from *Gelidium latifolium* (Gelidiales) biochemical composition and seasonal variations. Bot. Mar. Vol: Pp:153-159.
- Mouradi-Givernaud, A., Hassani, L.A., Givernaud, T., Lomoine, Y., Benharbet, O. 1999.** Biology and agar composition of *Gelidium sesquipedale* harvested along the Atlantic coast of Morocco. Hydrobiologia 398/399: 391-395
- Murano, E. 1995.** Chemical structure and quality of agar from Gracilaria. J. Appl. Pycol. 7, 245-254.
- Naidu, A.S. 2000.** Natural Food Antimicrobial Systems. Chapter 16: Agar. Pomona, California. ISBN: 978-0-8493-2047-7

Nordic, 2002. Food Additives In Europe 2000. Status Of Safety Assessments Of Food Additives Presently Permitted In The EU. TemaNond 2002-560. ISBN 92-893-0829-X.

Official Journal of the European Union, 2012. Commission Regulation (EU) No 231/2012 of 9 March 2012 laying down specifications for food additives listed in Annexes II and III to Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council

Oğuz, B. 2009. Mavi-yeşil alglerde pestisid birikiminin büyüme üzerine etkisi. İstanbul Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı İç Sular Biyolojisi Programı. İstanbul.

Orduna-Rojas, J., Garcia-Camacho, K.Y., Orozco-Meyer, P., Riosmena-Rodriguez, R., Pacheco-Ruiz, I., Zertuche-Gonzales, J.A., Meling-Lopez, A.E. 2008. Agar properties of two species Gracilariaceae from the Gulf of California, Mexico. J.Appl. phycol 20:169-175

Orosco, C.A., Anong, C., Nukaya, M., Ohno, M., Sawamura, M., Kusunose, H. 1992. Yield and physical characteristics of agar from *Gracilaria chorda holmes*: comparison whit those from southeast asian species. Nippon Suisan Gakkaishi 58 (9), 1711-1716.

Oyieke, H.A. 1993. The yield, physical and chemical properties of agar gel from *Gracilaria* species (Gracilariales, Rhodophyta) of the Kenya coast. Hydrobiologia 260/261: 613-620.

Oza, R.M. 1978. Studies on Indian *Gracilaria*. IV seasonal variation in agar and gel strenght of *G. corticata* (J.Ag) occuring on the coast Veraval. Bot. Mar. 21: (2) 165-197.

Öğretmen, Ö.Y. 2007. Orta Karadeniz bölgesinden toplanan farklı kırmızı alg türlerinden agar-agar üretimi ve kalitesinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi A.B.D. Yüksek Lisans Tezi.

Pabuçcu, K. And Altuner, Z. 1998. Planktonic algal flora of Yeşilırmak river (TokatTurkey). Bulletin of Pure and Applied Science 17, 101-112.

Pabuçcu, K., Altuner, Z. and Gör, M.Ö. 1999. Yeşilırmak Nehri (Tokat) bentik alg florası, 1st International symposium on protection of Natural Environment and

Ehrami Karaçam, Kütahya, Türkiye, 251-258.

Payen, M. 1859. ‘Sur la gelose et les nids de salangane’ C.R. Acad. Sci. Paris 1856: pp. 521-32.

Patwary, M.U., Van Der Meer, J. 1983. Genetics of *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyceae). IX. Some properties of agars extracted from morphological mutants. Bot. Mar. 26: (6) 295-299.

Pawiro, S. 2006. The Future of Mariculture: A Regional Mariculture Development of Marine Farming in the Asia-Pacific Region. FAO/NACA Regional Workshop, China. ISSN: 1813-3940.

Percival, E. ve Mc Dowell, R.H. 1967. Chemistry and enzymology of marine algal polysaccharides, Academic Press, London.

Percival, E. 1979. The polysaccharides of green, red and brown seaweeds: Their basic structure, biosynthesis and function. British Phycological Journal. 14:2, 103-117.

Pereira-Pacheco, F., Robledo, D., Rodriguez-Carvajal, L., Freile-Pelegrin, Y. 2007. Optimization of native agar extraction from *Hydropuntia cornea* from Yucatan, Mexico. Bioresource Technology 98 (2007) 1278-1284.

Perez, R. 1992. La culture des algues marines dans le monde. Institut Français de recherche pour exploitation de la mer. Pp: 294-325. Plouzane

Polat, S., Özoğlu, Y., Boğa, E.K. 2012. İskenderun Körfezi (Kuzeydoğu Akdeniz) kıyısında dağılım gösteren bazı kahverengi ve kırmızı makroalg türlerinin protein, lipid ve yağ asiti içerikleri. Journal of fisheries Science 6(2): 107-113.

Poppe, J. 1995. New approaches to gelling agents in confectionery. Manufacturing-Confectioner, 75(5), 119-126.

Praiboon, J., Chirapart, A., Akakabe, Y., Bhumibhamon, O., Kajiwara, T. 2006. Physical and chemical characterization of agar polysaccharides extracted from the Thai and Japanese species of *Gracilaria*. ScienceAsia 32 Supplement 1: 11-17.

Prasad, K., Siddhanta, A.K., Ganesan, M., Ramavat, B.K., Jha, B., Ghosh, K.P. 2007. Agars of *Gelidiella acerosa* of west and southeast coasts of India. ScienceDirect. Bioresource Technology 98 (2007) 1907-1915.

- Price, I.R., Bielig, L.M. 1992.** Agar yield of *Gracilaria edulis* (Gracilariales, Rhodophyta) in the Townsville region, Eastern tropical Australia. *Botanica Marina* Vol: 35, pp. : 457-460.
- Quinn, J., Li, H.H., Singer, J., Morimoto, B., Mets, L., Kindle, K. and Merchant, S. 1993.** The plastocyanin-deficient phenotype of *Chlamydomonas reinhardtii* Ac-208 results from a frame-shift mutation in the nuclear gene encoding preapoplastocyanin. *J. Biol. Chem.* 268, 7832-7841.
- Rao, A.V., Bekheet, I.A. 1976.** Preparation of agar-agar from the red seaweed *Pterocladia capillacea* of the coast Of Alexandria, Egypt. *Applied And Environmental Microbiology*, Vol 32, No: 4.
- Rao, C.A., Kaladharan, P. 2003.** Improvement of yield and quality of agar from *Gracilaria edulis* (Gmelin) Silva. *Seaweed Res. Utiln.*, 25 (182): 131-138.
- Rath, J., Adhikary, S.P. 2004.** Effect of alkali treatment on the yield and quality of agar from red alga *Gracilaria verrucosa* (Rhodophyta, Gracilariales) occurring at different salinity gradient of Chilika lake. *Indian Journal of Marine Sciences* Vol: 33(2), pp.; 202-205.
- Renn, D.W. 1984.** Marine algae and their role in biotechnology. In: *Biotechnology in the Marine Sciences*. R. R. Colwell, E.R.Pariser and A.J.Sinskey (eds.), John Wiley & Son, New York. pp. 191-195.
- Rochas, C., Lahaye, M. 1986.** Sulfate content of carrageenan and agar determined by infrared spectroscopy. *Bot.Mar.* 29:335-340
- Rodríguez-Montesinos, Y.E., Arvizu-Higuera, L.D., Hernandez-Carmona, G., Muñoz-Ochoa, M., Murillo-Alvarez, J.I. 2013.** Seasonal variation of the agar quality and chemical composition of *Gracilaria veleroae* and *Gracilaria vermiculophylla* (Rhodophyceae, Gracilariaceae) from Baja California Sur, Mexico. *Phycological Research* Volume 61, Issue 2, pages 116–123.
- Rodríguez, M.C., Matulewicz, M.C., Nosedá, M.D., Ducatti, D.B.R., Leonardi, P.I. 2009.** Agar from *Gracilaria gracilis* (Gracilariales, Rhodophyta) of the Patagonic coast of Argentina- Content, structure and physical properties. *Bioresource Technology* (100): 1435-1441.

- Roleda, M.Y., Ganzon- Fortes, E.T., Montano, N.E. 1997.** Agar from vegetative and tetrasporic *Gelidiella acerosa* (Gelidiales, Rhodophyta). *Botanica Marina* Vol. 40, pp. 501-506.
- Romero, J.B., Montano, M.N.E., Merca, F.E., Villanueva, R.D., Lio, M.L., Bacic, A. 2007.** Seasonal variations in the composition and gel quality of agar from *Gracilaria edulis* in the Philippines. *Botanica Marina* , Volume 50, 191-194.
- Romero, J., Villanueva, R.D., Montano, M.N.E. 2008.** Stability of agar in the seaweed *Gracilaria eucheumatoides* (Gracilariales, Rhodophyta) during postharvest storage. *Bioresource Technology* (99): 8151-8155.
- Sağbaşı, S. 2011.** Çanakkale Boğazı'ndaki (Çanakkale, Türkiye) bazı kırmızı alglerde agar miktarlarının yıllık değişimleri. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Biyoloji anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Scheuer, P.J. 1978-1981.** Marine natural products. Vol. I-IV. Academic Press New York.
- Scholten, H.J., Pierik, R.L.M. 1998.** Agar as a gelling: Chemical and physical analysis. *Plant Cell Reports* 17:230-235.
- Serviere-Zaragoza, E., Gomez-Lopez, G., Ponce-Diaz, G. 2002.** Gross chemical composition of three common macroalg and a sea grass on the Pasific coast of Baja California, Mexico. *Hidrobiologia* 12(2): 113-118.
- Shi, S.Y., Zhang, Y., Liu, W., Li, Z. 1983.** The seaosal variation in yield, physical and chemical composition of agar from *G. verrucosa*. *Ocean . Limnol. Sin.* 14: 272-278.
- Siddique, M.A.M., Khan, M.S.K., Bhuiyan, M.K.A. 2013.** Nutritional composition and amino acid profile of a sub-tropical red seaweed *Gelidium pusillum* collected from St. Martin's Islands, Bangladesh. *International Food Research Journal* 20(5): 2287-2292.
- Soratur, S.H. 2002.** Essentials of Dental Materials. ISBN: 81-7179-989-2
- Sousa, A.M.M., Alves, V.D., Morais, S., Delerue-Matos, C., Gonçalves, M.P. 2010.** Agar extraction from integrated multitrophic aquacultured *Gracilaria vermiculophylla*: Evaluation of a microwave-assisted process using response surface methodology. *Bioresource Technology* 101 3258-3267.

- Sousa-Pinto, I., Murano, E., Coelho, S., Felga, A., Pereira, R. 1999.** The effect of light on growth and agar content of *Gelidium pulchellum* (Gelidiaceae, Rhodophyta) in culture. *Hydrobiologia* 398/399: 329–338.
- Stadler, T., Mollion, J., Verdus, M.C., Karamanos, Y., Morvon, H., Christiaen, D. 1987.** *Algal Biotechnology*, Elsevier Applied Science, London.
- Stanley, N.F. 2006.** *Food polysaccharides and their Applications*. Second Edition. Chapter 7: Agars. Taylor & Francis Group, LLC, 217-238.
- Stewart, W.D.P. 1973.** *Algal physiology and biochemistry*, Vol. I-II. Blackwell Scientific Publication, Oxford, London.
- 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. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Doktora Tezi, 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.
- Şerbetçioğlu, S. 1988.** Kırmızı deniz yosunlarından agar ekstraksiyonun koşullarının incelenmesi ve endüstriyel üretime yönelik sistem seçimi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. İzmir.
- Şerbetçioğlu, S., Yenigül, M. 1990.** Kırmızı deniz yosunlarından agar ekstraksiyonunun optimum koşullarının saptanması. *Doğa-Tr. J. Of. Engineering Enviromantal Sciences* 14 568-573.
- Takenaka, S., Sugiyama, S., Ebara, S., Miyamoto, E., Abe, K. & Tamura, Y. 2001.** Feedingdried purple laver (Nori) to vitaöim B₁₂-deficient rats significantly improves vitamin B₁₂-status. *British Journal of Nutrition*. 85, 699-703.
- Taşkın, E., Öztürk M. 2005.** Kahverengi alglerin (phaeophyceae) taksonomisi Türkiye'deki türlerinin değerlendirilmesi, Ulusal Su Günleri Bildiri Özeti, Trabzon.
- Tello-Ireland, C., Lernus-Mondace, R., Vega-Galvez, A., Lopez, J. 2011.** Influence of hot-air temperature on drying kinetics, functional properties, colour,

phycobiliproteins, antioxidant capacity, texture and agar yield of alga *Gracilaria chilensis*. LWT- Food Science Technology (44): 2112-2118.

Topçuoğlu, S., Kılıç, Ö., Belivermiş, M., Ergül, H.A., Kalaycı, G. 2010. Use of marine algae as biological indicator of heavy metal pollution in Turkish marine environment. J. Blacksea/ Mediterranean Environment Vol. 16(1): 43-52.

Tseng, C.K. 2001. Algal biotechnology industries and research activities in China. Journal of Applied Phycology, 13(4), 375-380.

Van Den Hoek, C., Mann, D.G., Jahns, H.M. 1995. Algae: An Introduction to Phycology. ISBN: 0 521 31687 1.

Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S., ve Baygar, T. 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. İstanbul Üniv. Yayın No: 4465, Su Ürün. Fak., İstanbul, s.491.

Venugopal, V. 2011. Marine polysaccharides-food applications. Boca Raton, FL, USA. CRC Press Taylor and Francis Group, s. 396.

Vera, J., Castro, J., Gonzalez, A., and Moenne, A. 2011. Seaweed Polysaccharides and derived oligosaccharides stimulate defense responses and protection against pathogens in plants. marine drugs. ISSN 1660-3397, 2514-2525.

Verkleij, F. N. 1992. Seaweed extracts in agriculture and horticulture. A Review Biological Agriculture and Horticulture, 8: 309-324.

Vergara- Roderge, M.A., Hernandez- Carmona, G., Rodriguez- Montesinos, Y.E., Arvizu- Higuera, D.L., Riosmena- Rodriguez, R., Murillo- Alvarez, 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., 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 Vol.42, Pp.175-182.

Villanueva, R.D., Sousa, A.M.M., Gonçalves, M.P. 2010. Production and properties of agar from the invasive marine alga, *Gracilaria vermiculophylla* (Gracilariales, Rhodophyta). J. Appl. Phycol. (22): 211-220.

- Watanabe, F., Takenaka, S., Kittaka-katsura, H., Ebara, S. Miyamoto, E. 2002.** Characterization and bioavailability of vitamin B₁₂-compounds from edible algae. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*. 48, 325-331.
- Whyte, J.N.C., Englar, J.R. 1979.** Chemical composition of agar and cultured *Gracilaria sp.* (Florideophyceae). *Proc. Of seaweed Symp.* 9: 437-443.
- Whyte, J.N.C., Englar, J.R., Squander, R.G., Lindsay, J.C. 1981.** Seasonal variations in the biomass, quantity and quality of agar from the reproductive and vegetative stages of *Gracilaria verrucosa* type. *Bot. Mar.* 24: (9), 493-501.
- Wong, K.H., Cheung, P.C.K. 2000.** Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds Part I-proximate composition, amino acid profiles and some physico-chemical properties, *Food Chemistry*, 71: 475- 482.
- Wutner, W. 1921.** *Les Algues Marines Des Cotes De France*, P. Lechevalier, Paris.
- Yamada, N. 1976.** Current status and future prospects for harvesting and resource management of the agorophyte in Japan. *J.Fish.Res. Board.Can.* 33 Pp.1024-1030. Japan.
- Yaphe, W., Duckworth, M. 1972.** The relationship between the structure and biological properties of agars. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 7: 15-22
- Yazıcı, K., ve Kaynak, L. 2001.** Deniz yosunlarının organik tarımda kullanım olanakları. *Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu Bildirileri* 14-16 Kasım 2001.
- Yenigül, M. 1979.** Türkiye'nin bazı kırmızı yosunlarından (Rhodophyta) agar eldesi üzerine çalışmalar. *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi Seri A. Cilt: III Sayı 3-4.*
- Yenigül, M. 1991.** Production and properties native agars from *Gracilaria*. *Journal Of Faculty Of Science Ege University Series A, Vol 14*
- Yenigül, M. 1993.** Seasonal changes in the chemical and gelling characteristic of agar from *Gracilaria verrucosa* collected in Turkey. *Hydrobiologia* 260/261: 627-631.
- Yenigül, M. 2001.** Türkiye'nin kıyılarından toplanan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Pafenfuss kırmızı yosunlarından elde edilen agarın özellikleri. *J.Fish.Aquat.Sci.* Vol.18/1.

Yılmaz, H.K., Duru, M.D. 2011. Syanobakteri *Spirulina platensis*'in besin kimyası ve mikrobiyolojisi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 4(1): 31-43, ISSN 1308-0040, E-ISSN 2146-0132

Yılsay, T.Ö., Bayizit, A.A., Yılmaz, L. 2001. Alglerden elde edilen ve gıda sanayiinde kullanılan bazı stabilize edici maddeler ve fonksiyonları. J.Fish.Aquat.Sci., Vol.18/1, Suppl 233-240.

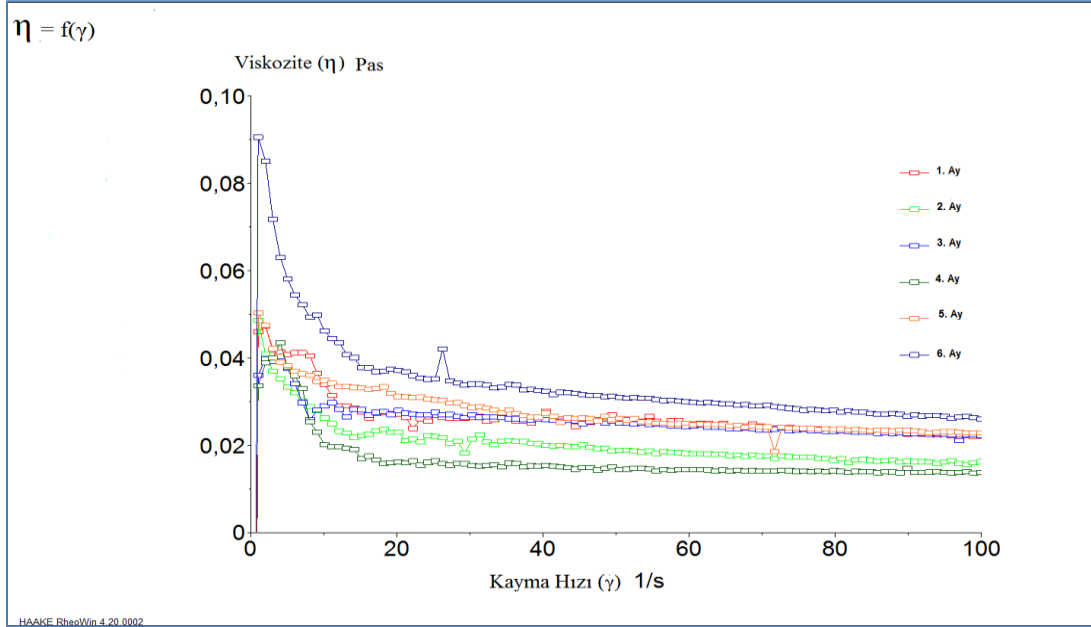
Yurdakulol, E., Cansaran, D. 2004. Tohumuz Bitkiler I Labaratuvar Klavuzu. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Yayınları No: 70. ANKARA

Young, K.S., Duckworth, M., Yaphe, W. 1971. The structure of agar III. Pyruvic acid a cammon feature of agars from different agarophytes. Carbohydrate Res. 16: 446-448.

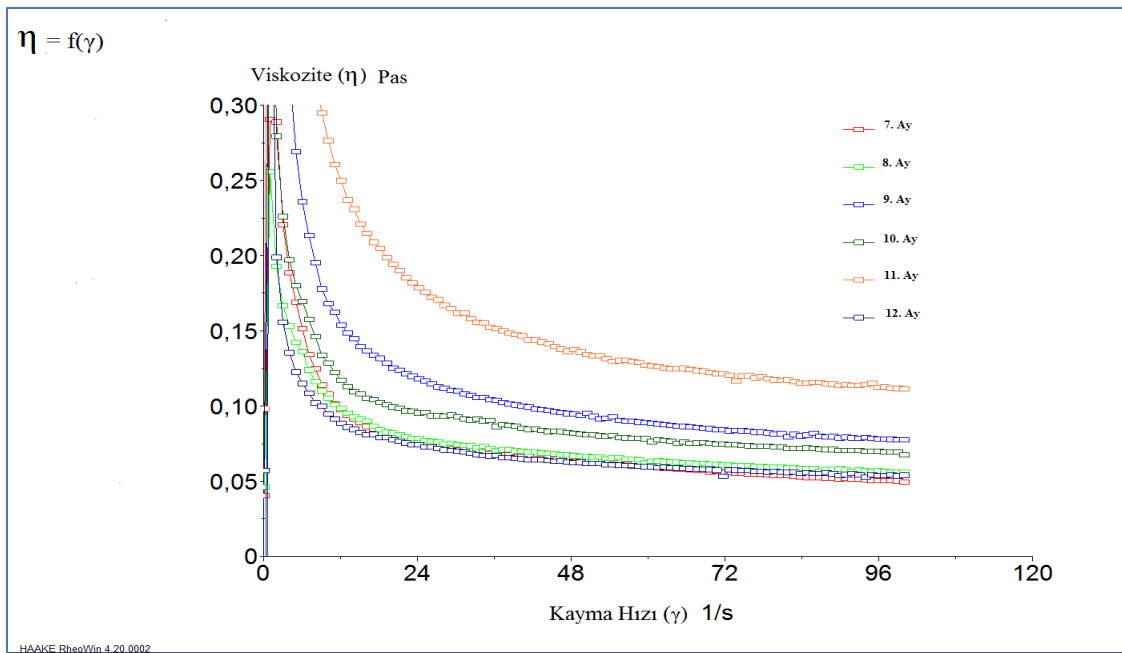
Young, K.S. 1974. An investigastion of agar from *Gracilaria sp.* Fisheries Research Board of Canada. Technical report no: 454.

7. EKLER

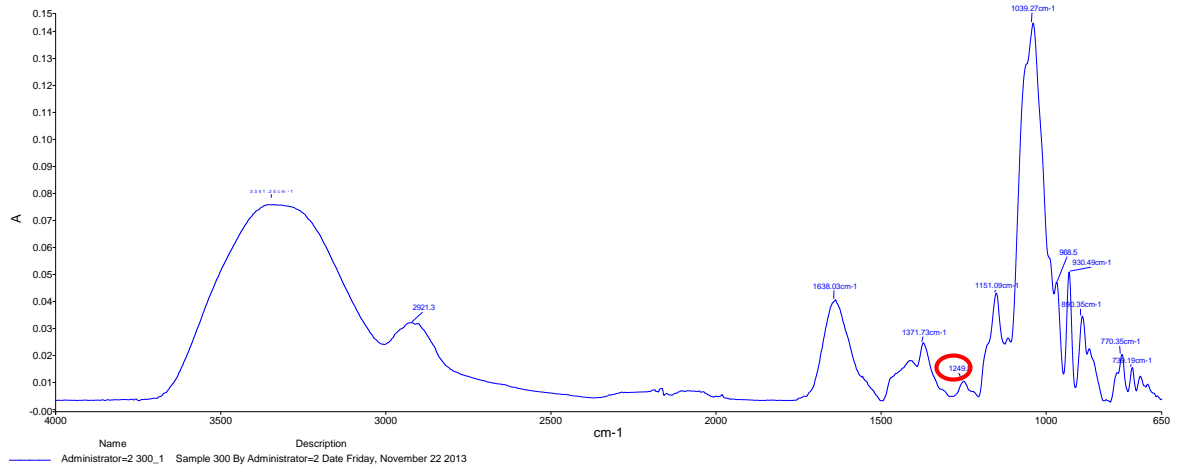
EK-1. *Gelidium latifolium* yosunundan yılın ilk yarısında (ocak-haziran arası) elde edilen agar agarın dinamik viskozite profilleri



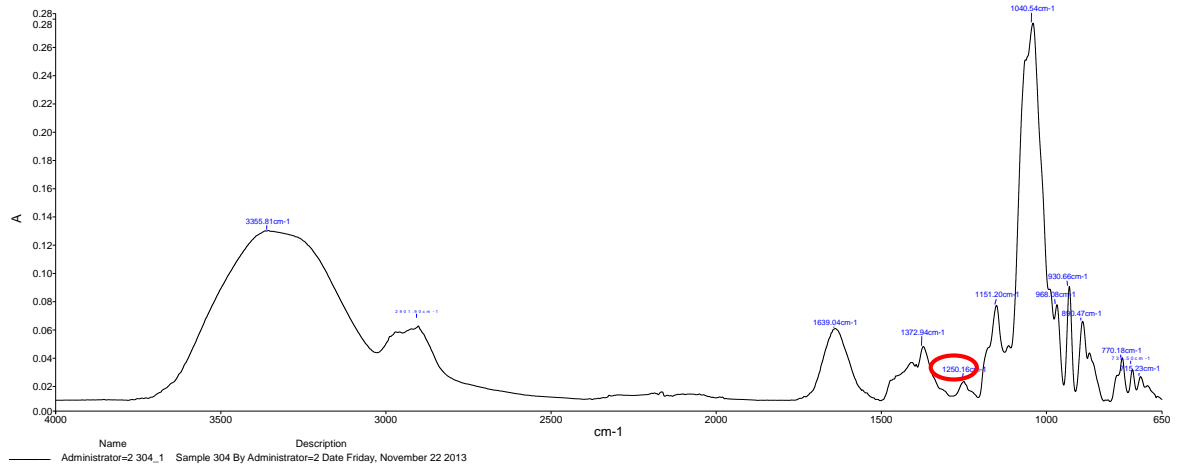
EK-2. *Gelidium latifolium* yosunundan yılın ikinci yarısında (temmuz-aralık arası) elde edilen agar agarın dinamik viskozite profilleri



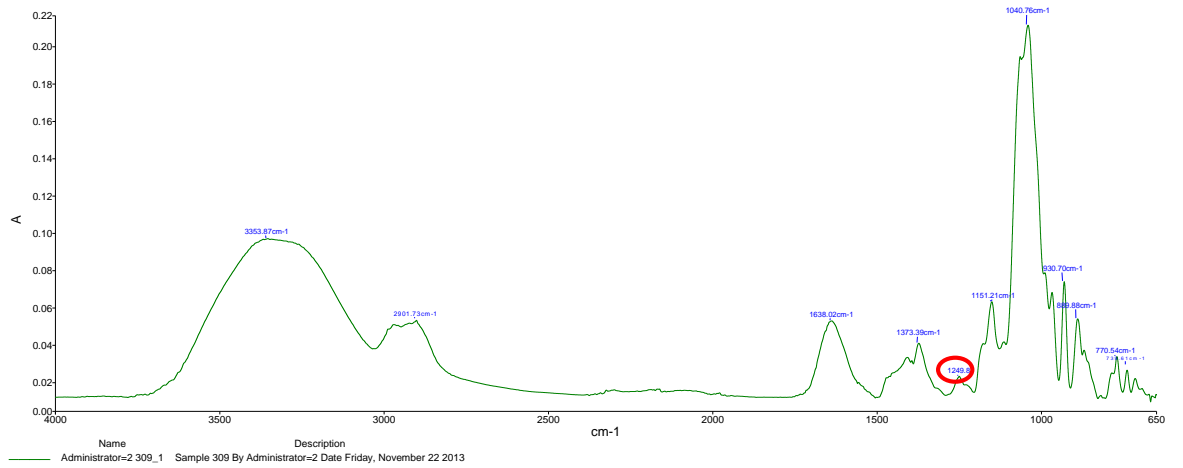
EK-3. Ocak ayında elde edilen agar agarın 1250 cm⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrasi



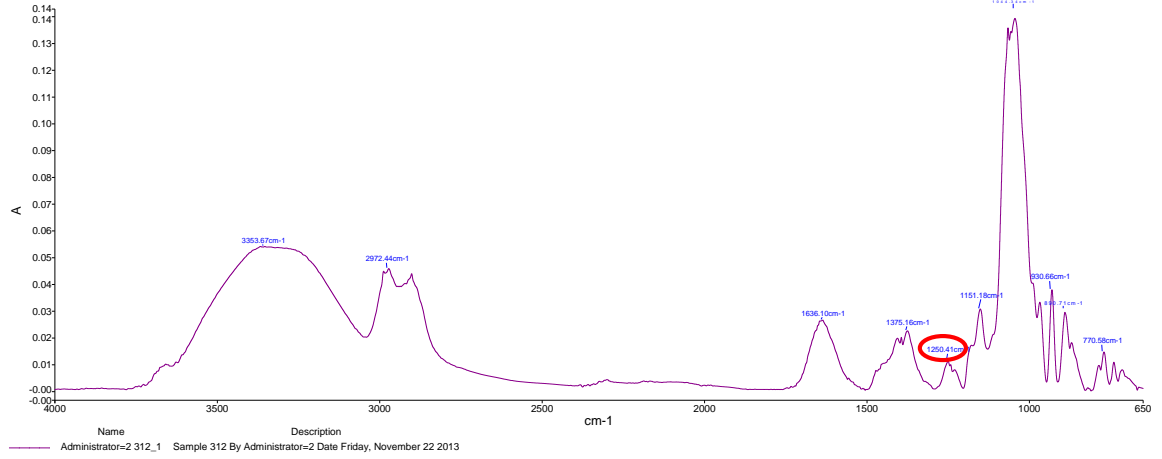
EK-4. Şubat ayında elde edilen agar agarın 1250 cm⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrasi



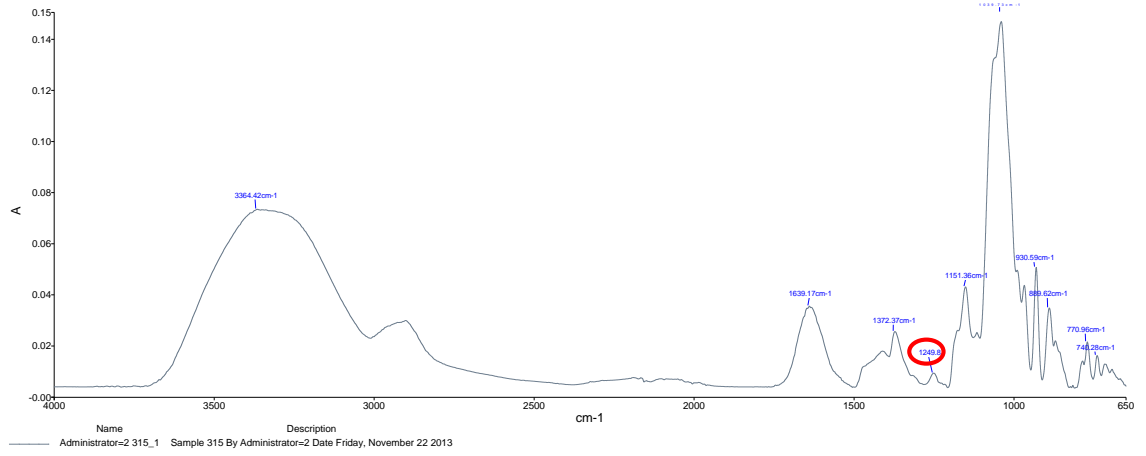
EK-5. Mart ayında elde edilen agar agarın 1250 cm⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrasi



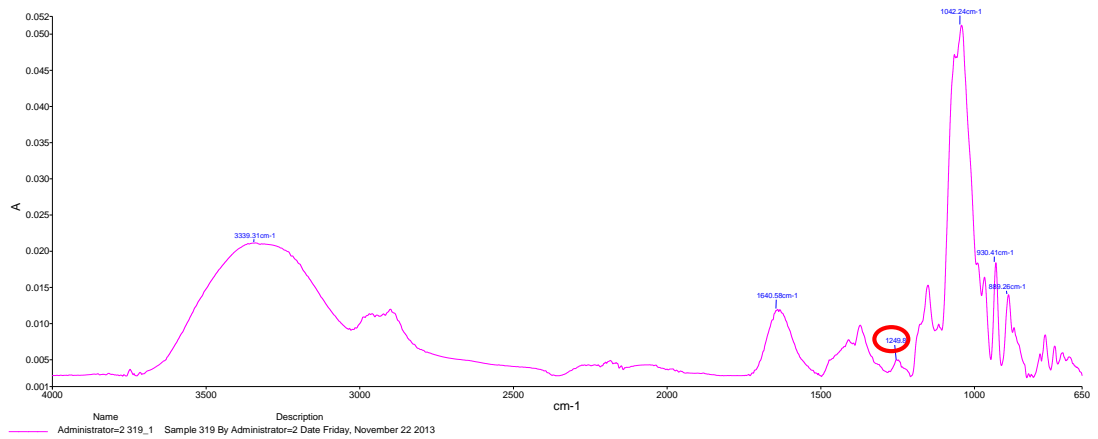
EK-6. Nisan ayında elde edilen agar agarın 1250 cm⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrasi



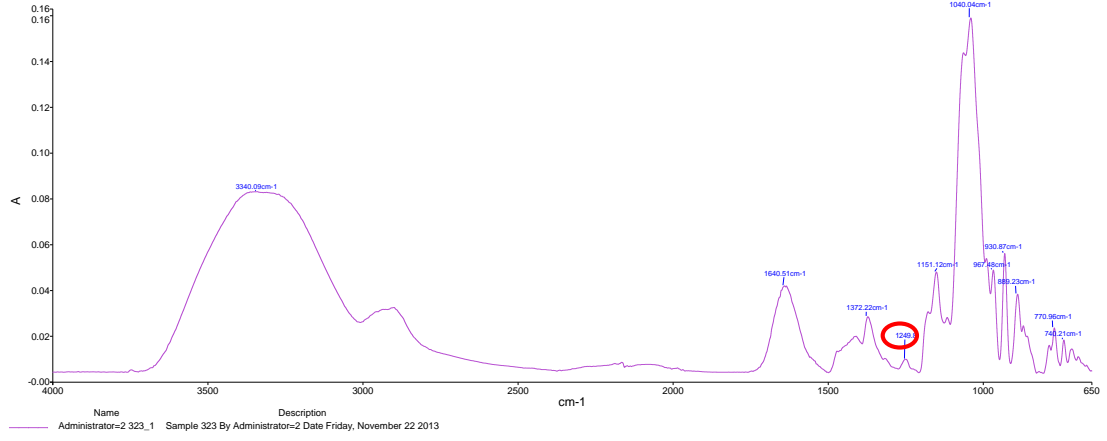
EK-7. Mayıs ayında elde edilen agar agarın 1250 cm⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrasi



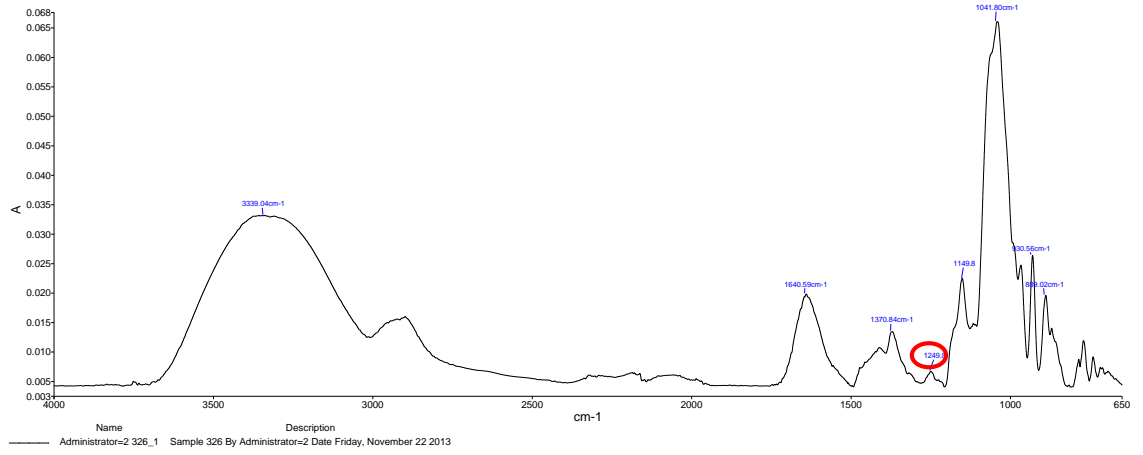
EK-8. Haziran ayında elde edilen agar agarın 1250 cm⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrasi



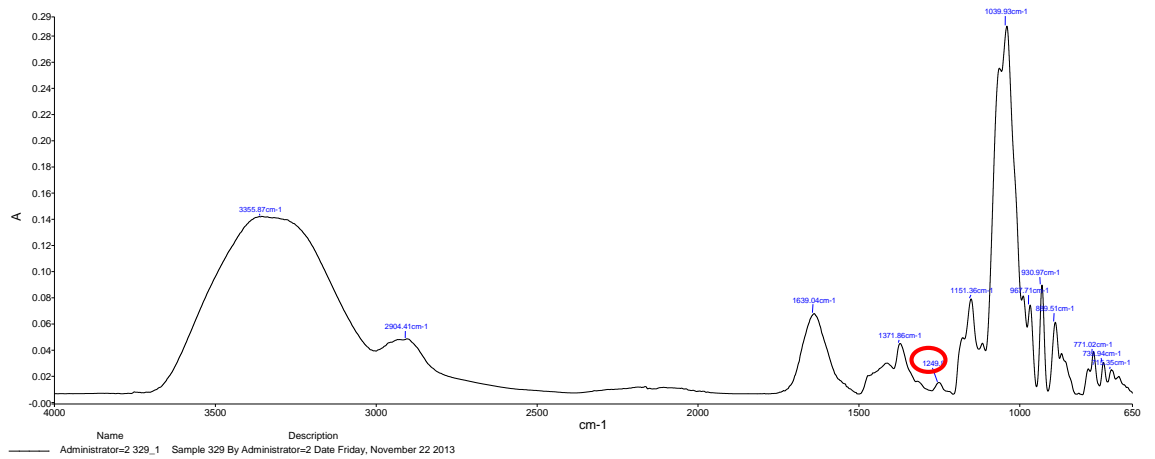
EK-9. Temmuz ayında elde edilen agar agarın 1250 cm^{-1} dalga boyundaki FT-IR spektrası



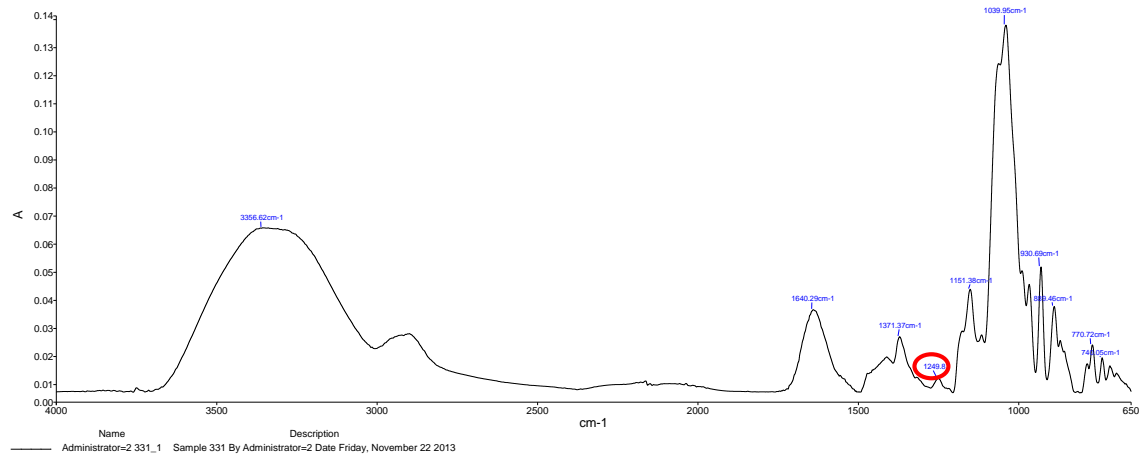
EK-10. Ağustos ayında elde edilen agar agarın 1250 cm^{-1} dalga boyundaki FT-IR spektrası



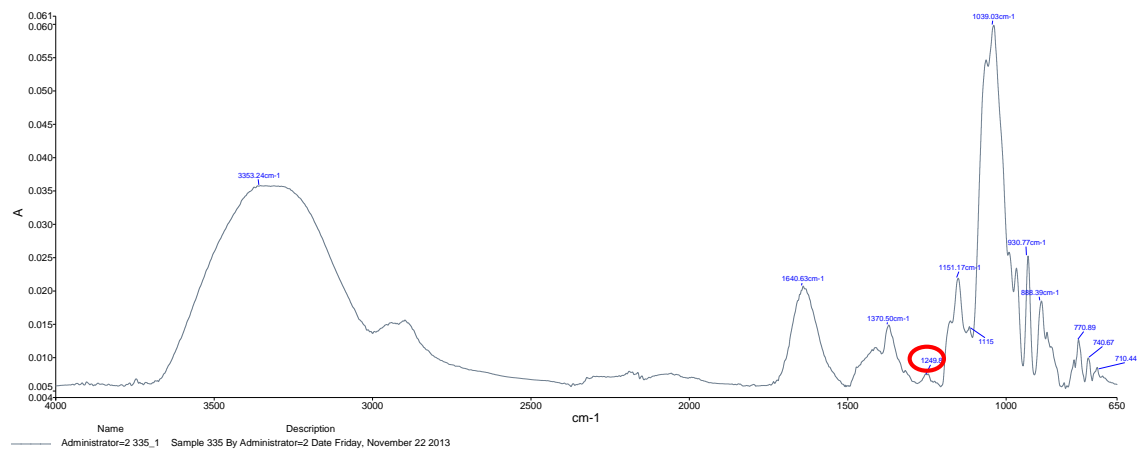
EK-11. Eylül ayında elde edilen agar agarın 1250 cm^{-1} dalga boyundaki FT-IR spektrası



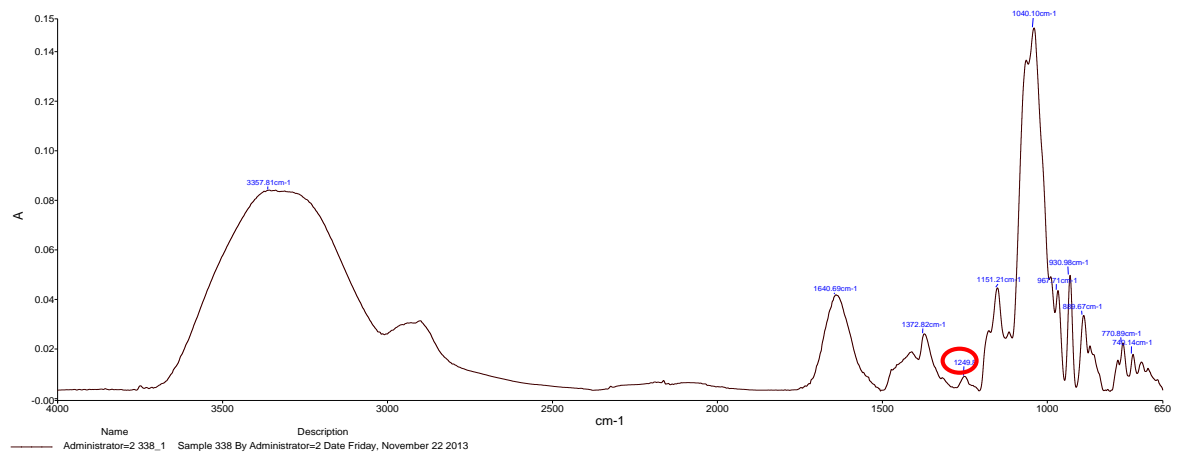
EK-12. Ekim ayında elde edilen agar agarın 1250 cm^{-1} dalga boyundaki FT-IR spektrasi



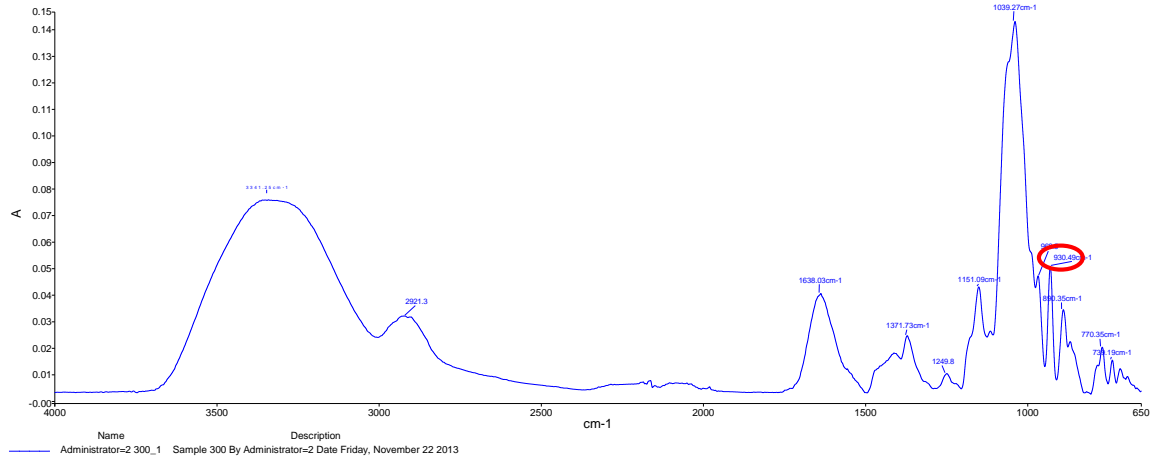
EK-13. Kasım ayında elde edilen agar agarın 1250 cm^{-1} dalga boyundaki FT-IR spektrasi



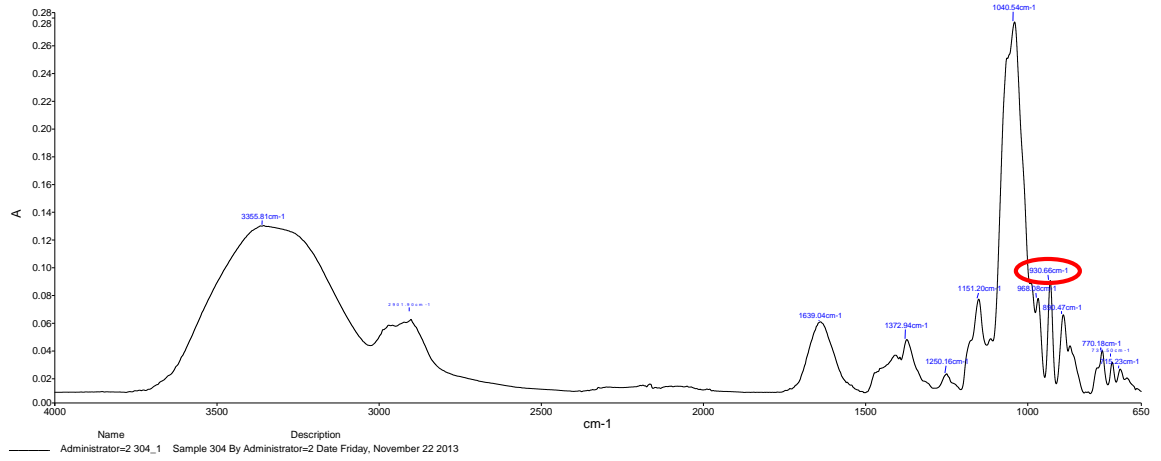
EK-14. Aralık ayında elde edilen agar agarın 1250 cm^{-1} dalga boyundaki FT-IR spektrasi



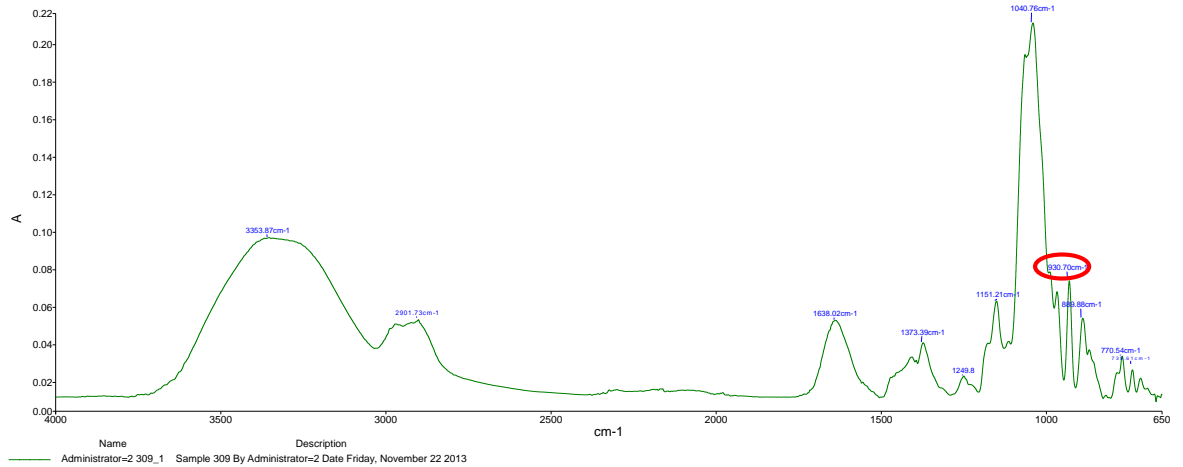
EK-15. Ocak ayında elde edilen agar agarın 930 cm⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrasi



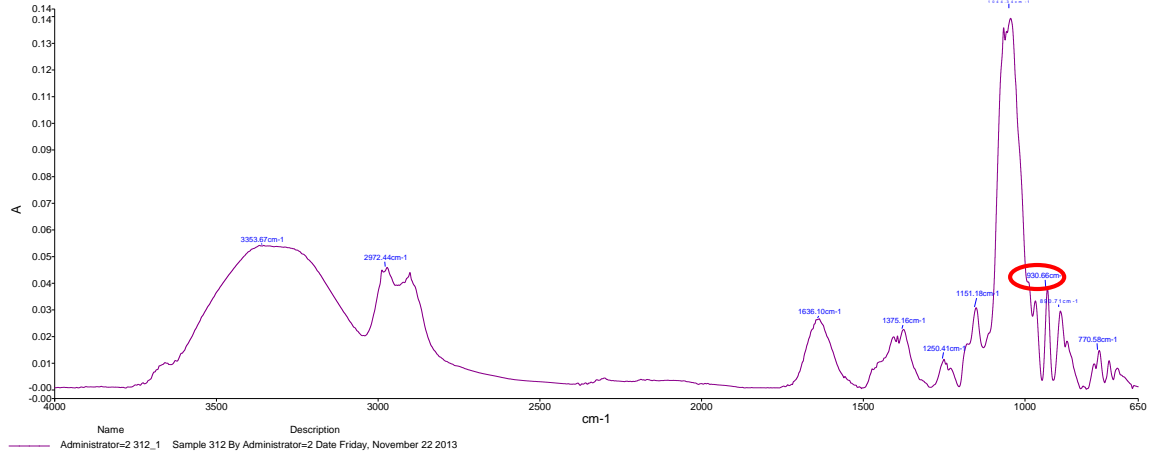
EK-16. Şubat ayında elde edilen agar agarın 930 cm⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrasi



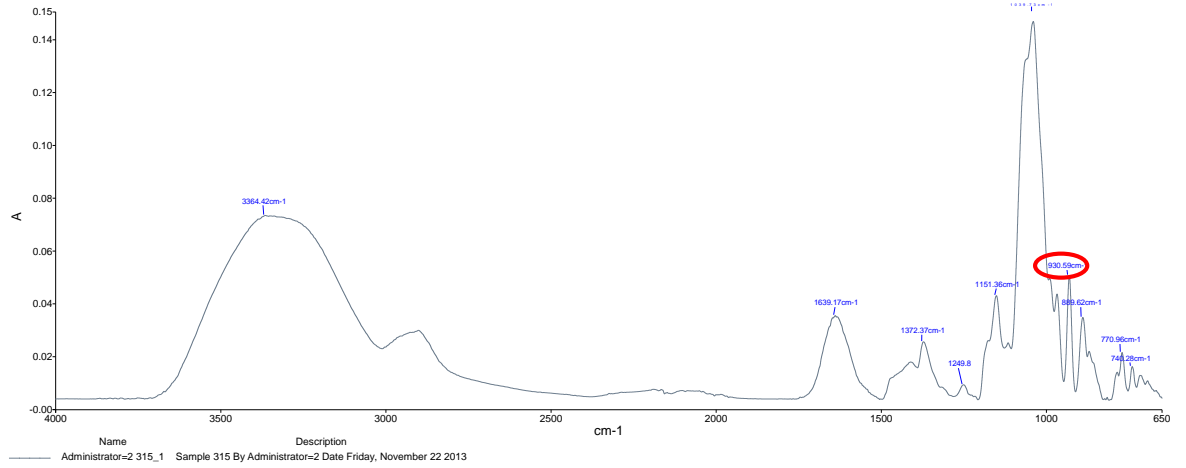
EK-17. Mart ayında elde edilen agar agarın 930 cm⁻¹ dalga boyundaki FT-IR spektrasi



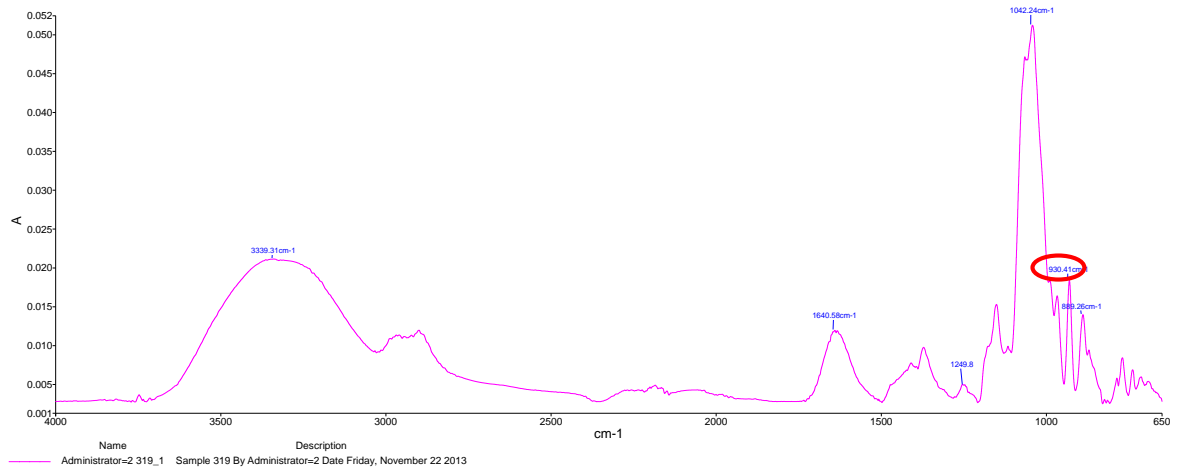
EK-18. Nisan ayında elde edilen agar agarın 930 cm^{-1} dalga boyundaki FT-IR spektrasi



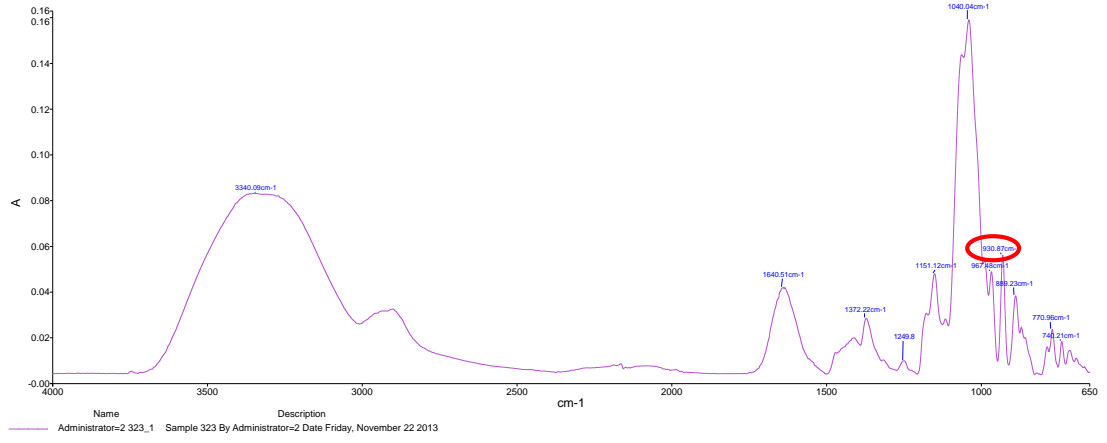
EK-19. Mayıs ayında elde edilen agar agarın 930 cm^{-1} dalga boyundaki FT-IR spektrasi



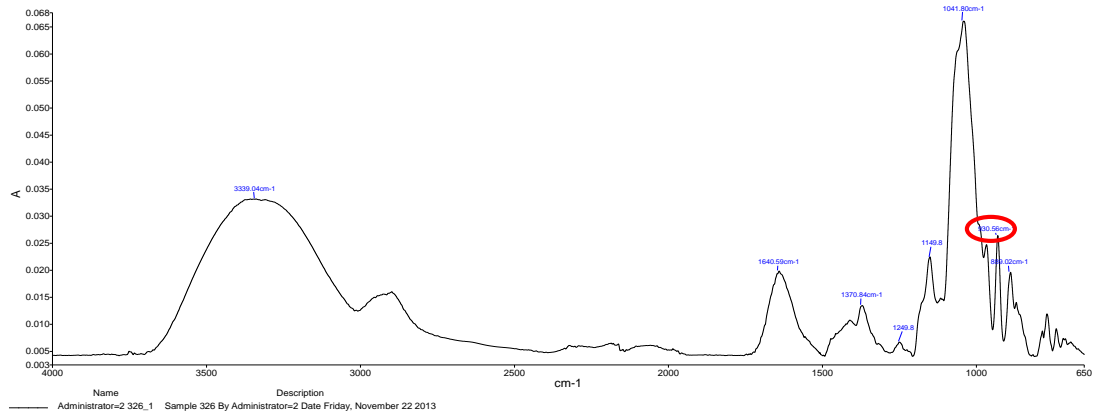
EK-20. Haziran ayında elde edilen agar agarın 930 cm^{-1} dalga boyundaki FT-IR spektrasi



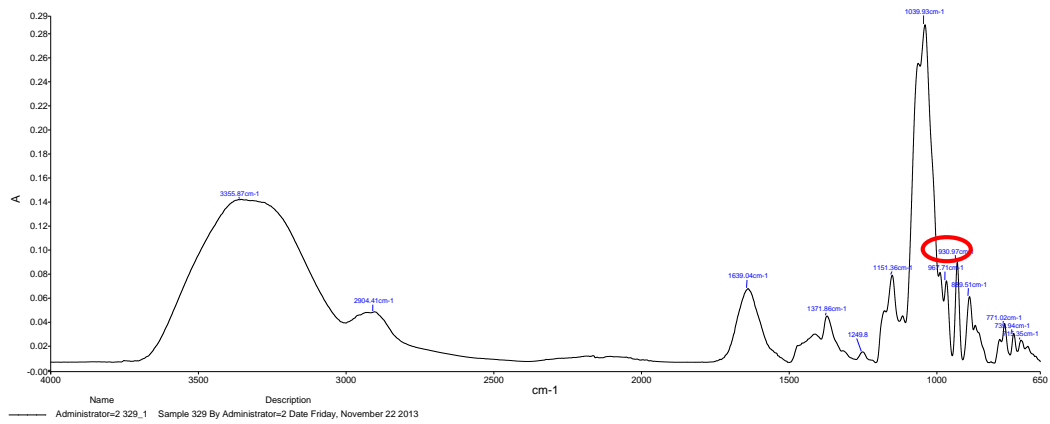
EK-21. Temmuz ayında elde edilen agar agarın 930 cm^{-1} dalga boyundaki FT-IR spektrası



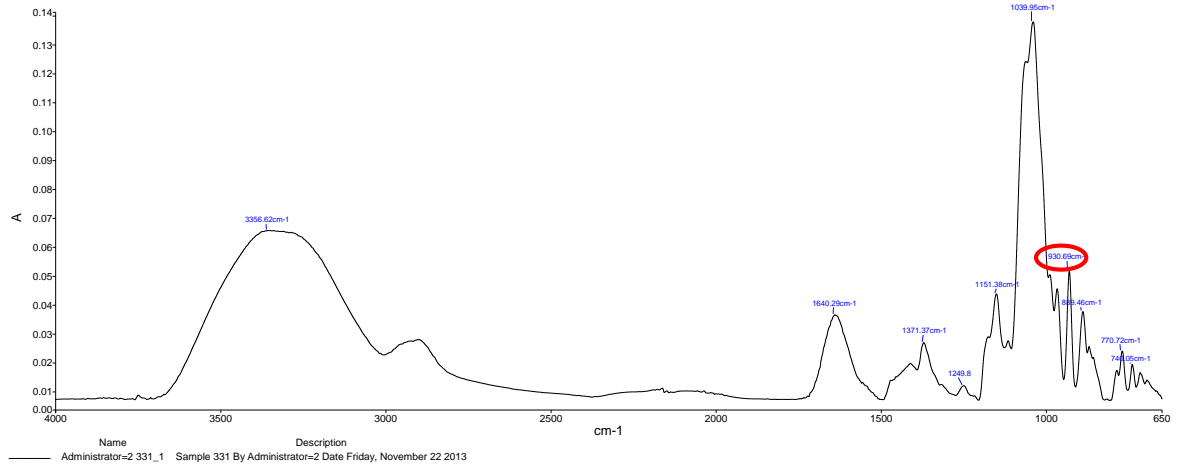
EK-22. Ağustos ayında elde edilen agar agarın 930 cm^{-1} dalga boyundaki FT-IR spektrası



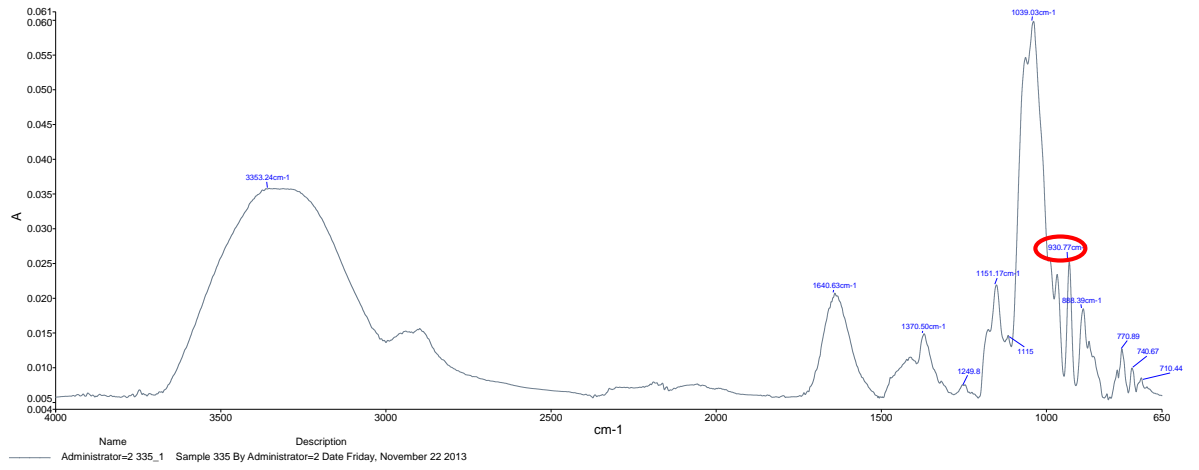
EK-23. Eylül ayında elde edilen agar agarın 930 cm^{-1} dalga boyundaki FT-IR spektrası



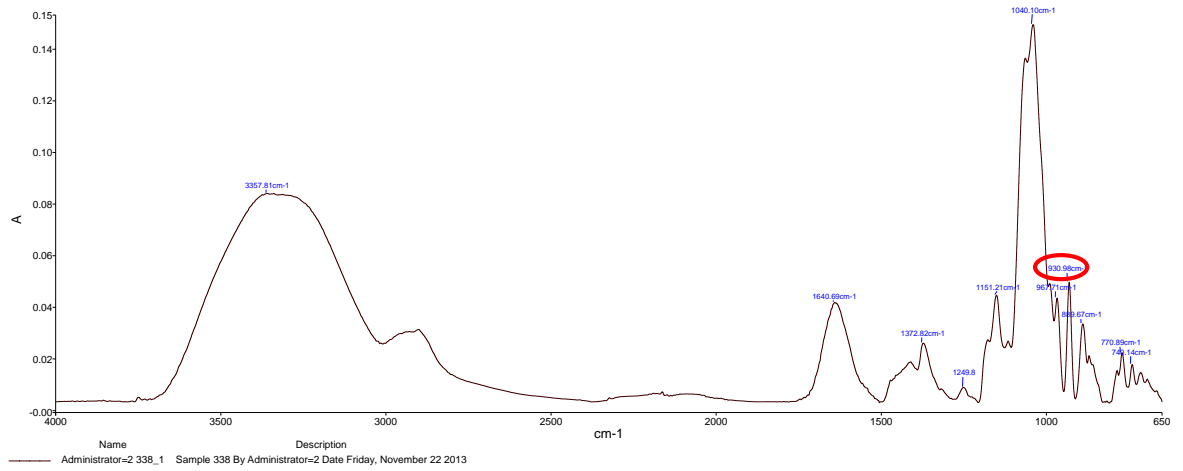
EK-24. Ekim ayında elde edilen agar agarın 930 cm^{-1} dalga boyundaki FT-IR spektrası



EK-25. Kasım ayında elde edilen agar agarın 930 cm^{-1} dalga boyundaki FT-IR spektrası



EK-26. Aralık ayında elde edilen agar agarın 930 cm^{-1} dalga boyundaki FT-IR spektrası



ÖZGEÇMİŞ

Özen Yusuf ÖĞRETMEN 1980 yılında Trabzon'da doğdu. İlk, orta, lise eğitimini Trabzon'da tamamladı. 1997 yılında girdiği Karadeniz Teknik Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinden 2001 yılında bölüm üçüncülüğü ile mezun oldu. 2006 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimini tamamladı. 2008 yılında Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi bölümü, İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı'nda Doktora eğitimine başladı. 2006 yılından itibaren özel sektörlerde üretim sorumlusu olarak görev yapmaktadır. Evli ve 2 çocuk babasıdır.