

**Araştırma Makalesi**

**Sinop Yarımadası Kıyıları (Güney Karadeniz, Türkiye) Makroalg Topuluklarının Zamansal Değişimi**

*Ali Karaçuha<sup>a\*</sup>, Gökhan Yıldız<sup>a</sup>, Melek Ersoy Karaçuha<sup>b</sup>*

<sup>a</sup>*Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 57000 Sinop, Türkiye*

<sup>b</sup>*Sinop Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu, 57000 Sinop, Türkiye*

**Öz**

Bu çalışmada, Karadeniz'in Sinop Yarımadası çevresindeki mevcut denizel makroalg türlerinin dağılımı ve biyokütlesindeki mevsimsel değişimler incelenmiştir. Örneklemeler Eylül 2013 - Temmuz 2014 tarihleri arasında, Sinop yarımadasında seçilen 2-5 m derinliğindeki dokuz farklı istasyondan mevsimsel olarak yapıldı. Alg örnekleri tüple dalış yapılarak metal bir çerçeve (20x20cm) ile üç tekerrürlü olarak elle toplanmıştır. Araştırma sonucunda, 6'sı Chlorophyta, 6'sı Ochrophyta ve 18'i Rhodophyta olmak üzere toplam 30 takson tespit edilmiştir. İstasyonlar genelinde tespit edilen en baskın türler *Cystoseira crinita* (%53) ve *Cystoseira barbata* (%37) olup bunu *Vertebrata fucoides* ve *Ceramium* türleri izlediği tespit edilmiştir. İstasyonlar genelinde ortalama en yüksek biyokütle değeri 8861.9 gm<sup>-2</sup> (yaş ağırlık) ile Taşocağı istasyonunda, en düşük değer ise Ayı İni Koyu (4006.8 gm<sup>-2</sup>) istasyonundan elde edilmiştir. Örneklem boyunca tespit edilen biyokütle değerinin 2150.6 gm<sup>-2</sup> (Karakum istasyonu, yaz mevsimi) ile 10947.2 gm<sup>-2</sup> (Taşocağı istasyon, ilkbahar) arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Bu çalışma ile Karadeniz'in Sinop Yarımadası kıyılarındaki makroalg türleri ve biyokütlelerindeki mevsimsel değişikliklere değinerek dinamikler bilgisine katkıda bulunulmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Makroalg, mevsimsel değişim, baskınlık, biyokütle, Karadeniz

**THE TEMPORAL CHANGES OF MACROALGAE IN THE SINOP PENINSULA COAST (THE SOUTHERN BLACK SEA, TURKEY)**

**Abstract**

The distribution of marine macroalgae species in the vicinity of the Sinop Peninsula of the Black Sea and the seasonal variations in its biomass have been examined. From September 2013 to July 2014, the samples were seasonally selected from nine different stations at depths of 2-5 m chosen on the Sinop Peninsula coast. Algal samples were collected diving through with a metal frame (20x20cm) with three replicates. As a result of this study, a total of 30 taxa were identified, comprising 6 Chlorophyta, 6 Ochrophyta and 18 Rhodophyta. The dominant species in all stations were *Cystoseira crinita* (%53) and *Cystoseira barbata* (%37), represented by the *Vertebrata fucoides* and *Ceramium* species. The mean highest biomass value (8861.9 gm<sup>-2</sup> (wet weight) was obtained from Taşocağı station and the lowest from Ayı İni Bay (4006.8 gm<sup>-2</sup>) station. The biomass ranged from 2150.6 gm<sup>-2</sup> (Karakum, in summer) to 10947.2 gm<sup>-2</sup> (Taşocağı station in spring) during the sampling period. Within this study tried to contribute to

\* Sorumlu Yazar  
e-mail: ali\_karacuha@hotmail.com

**Received:** 07.03.2018  
**Accepted:** 18.10.2018

the knowledge of the dynamics by reporting to the seasonal changes in the macroalgae species and biomass of the Black Sea coast of the Sinop Peninsula.

**Keywords:** Macroalgae, seasonal variation, dominance, biomass, Black sea

## Giriş

Denizel kıyı ekosistemlerinde makroalgler, en bol bulunan ve boyut, renk, biçim ve yaşam şeklinde muazzam bir çeşitlilik gösteren kayalık substratlarının en önemli floristik grupları arasında bulunmaktadır [1-3]. Bununla birlikte, primer üretime önemli katkı sağlamakta aynı zamanda birçok canlının yaşama, barınma ve beslenme alanlarını oluşturmakta ve dolayısıyla kayalık sığ suların genel biyoçeşitliliği üzerinde de etkili bentik komüniteleri arasında yer almaktadır [4-10]. Nitekim, kıyısız bölgelerin yerleşik makroalg komüniteleri, bentik toplulukların yapısını ve işleyişini kontrol eden temel koşulları belirleyebilmek için önemli göstergeler arasında değerlendirilmektedir [2].

Son yıllarda, denizel ekosistemlere işlenmemiş ve kısmen işlenmiş evsel ve endüstriyel atıkların boşaltılması, endüstriyel ve atomik nükleer santrallerin soğutma suları ve gemi atıklarının boşaltılması, liman faaliyetleri ve diğer kıyı aktiviteleri gibi antropojenik faaliyetlerden ötürü büyük rahatsızlıkların olduğu [3, 11] dolayısıyla kirlilik etkisine bağlı olarak makroalg tür çeşitliliğinde azalma ve

komünite yapısındaki bozulmaların olduğu yapılan çeşitli araştırmalarla [12-14] bildirilmiştir. Araştırmacılar bazı makroalg türlerinin (örneğin *Codium* cinsi) bazı sahillerde gelişim gösterdiğini aksine bazı türlerin ise küresel iklim değişiklikleri, kıyı gelişimi, turizm ve çevre kirliliği gibi sebepler neticesinde kaybolduğunu [2, 15, 16] belirtmektedirler. Nitekim, böylesi hassas bölgelerin sürdürülebilir yönetiminin ancak insan etkisinden büyük oranda etkilenen ve bu anlamda anahtar rol üstlenen flora elemanlarının özellikle makroalg topluluklarının biyoçeşitlilik, dağılım ve değişim miktarları hakkında elde edilen veriler doğrultusunda gerçekleştirilebileceği ifade edilmektedir [2, 17, 18].

Bu çalışmada Sinop ili için yapılması planlanan nükleer tesisin kurulacağı İnceburun mevkiisinin kıyı bölgesinden başlanarak yarımada etrafı boyunca dağılım gösteren makroalg türleri, dağılımı ve biyokütlelerindeki mevsimsel değişimlerin mevcut durumu hakkında veri elde edilmesi amaçlanmıştır. Nitekim bir santral etrafındaki su kütlelerine soğutma suyunun salınması, mevcut alıcı sucul ekosistemleri savunmasız hale getirebilir ve

flora ile fauna üzerindeki uzun ve kısa süreli etkileri aniden istenilen seviyeden daha az duruma geçebilir [2, 3]. Bu sebeplerden dolayı, Sinop ilinde yapılması planlanan Nükleer Enerji Projesi nedeniyle bu bölgede önceden böyle çalışmaların yapılmasının büyük önem arz ettiği düşünülmektedir.

### **Materyal ve Yöntem**

Bu araştırma Eylül 2013-Temmuz 2014 tarihleri arasında Sinop Yarımadası kıyılarının 2-5 m derinliklerdeki kayalık substratlarında yer alan dokuz farklı istasyondan aylık olarak gerçekleştirilmiştir (Tablo 1, Şekil 1). Alg örnekleri tüplü dalış yapılarak metal bir çerçeve (20x20cm) ile üç tekerrürlü olarak toplanmıştır. Alınan örnekler %4 nötral formalin ilave edilmiş deniz suyu ile plastik poşetler içinde fikse edilmiştir. Laboratuvara getirilen örneklerdeki yabancı maddeler (taş, kum, hayvanlar) temizlenerek her bir türe ait birey distile su ile ayrı ayrı yıkanmış ve daha sonra kurutma kağıtları üzerine alınarak üzerindeki fazla suyun emdirilerek uzaklaştırılması sağlanmıştır. Alg örneklerinin tayininde temel kaynaklardan [19 - 23] ve yurdumuzda yapılan sistematik çalışmalardan [24 - 27], yararlanılmıştır. Toplanan örneklerin floristik listesi AlgaeBase [28]'e göre düzenlenmiştir. Teşhisi yapılan algler daha sonra yaş

ağırlıklarının belirlenmesi için 0.001 g. hassasiyetli bir terazi ile tartılmıştır. Araştırma bölgesinde tespit edilen makroalg türlerinden aylık olarak alınan verilerin mevsimsel ortalamaları alınarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Sinop kıyıları boyunca dağılım gösteren bentik alg kormunitelerinin daha iyi mevsimsel dağılım modellerini belirlemek için, her bir mevsimdeki tüm istasyonların biyokütle verileri, Bray-Curtis benzerliği [29] temel alınarak küme ve çok boyutlu ölçekleme (MDS) teknikleri kullanılarak PRIMER 5 (version 5.2.9) paket programında analiz edilmiştir.

**Tablo 1. Örneklem istasyonları**

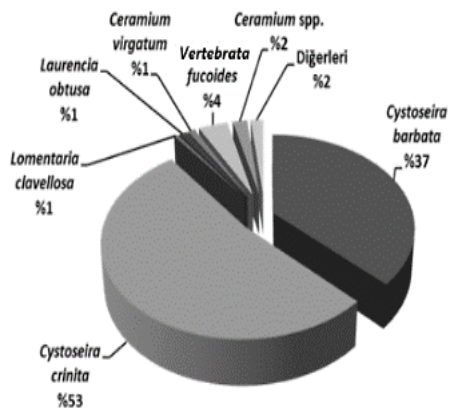
İstasyonlar	Derinlik (m)	Koordinatlar
C1 Taşocağı	2	42°01'05" N 35°10'00" E
C2 Karakum	3	42°00'58" N 35°10'58" E
C3 Gazi Kayaası	4	42°01'18" N 35°12'55" E
C4 Asma Kaya	5	42°02'21" N 35°11'35" E
C5 Ayı İni Koyu	4	42°05'47" N 34°56'60" E
C6 İnceburun-Başoz	4	42°03'37" N 34°58'58" E
C7 Başoz Koyu	5	42°05'06" N 35°01'18" E
C8 Ham silos	2	42°03'46" N 35°02'34" E
C9 Üzümlüdere-Mezbahane	5	42°02'16" N 35°09'50" E



**Şekil 1. Örneklem alanı**

## Bulgular

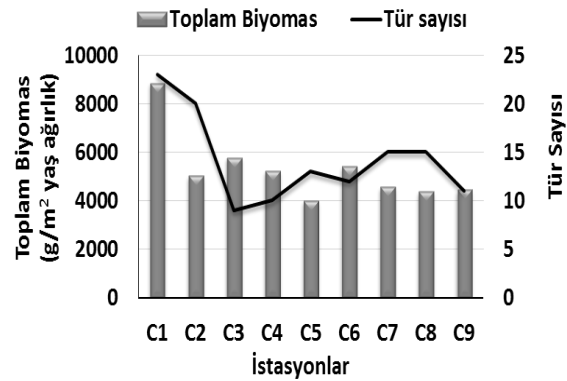
Araştırma sonucunda, 6'sı Chlorophyta, 6'sı Ochrophyta ve 18'i Rhodophyta'ya ait olmak üzere toplam 30 takson tespit edilmiştir (Tablo 2). İstasyonlar genelinde tespit edilen en baskın türler *Cystoseira crinita* Duby (%53) ve *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C.Agardh (%37) olup bunu *Vertebrata fucoides* (Hudson) Kuntze (%4) ve *Ceramium spp.* (%3) türlerinin izlediği tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Örneklem döneminde tespit edilen biyomas bakımından baskın türler.

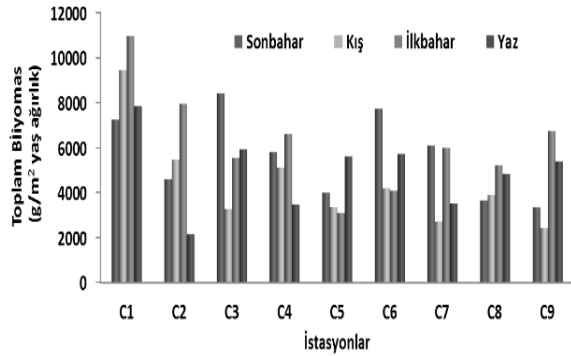
Araştırma sonunda en yüksek tür sayısı C1 (Taşocağı) istasyonundan (25 tür) elde edilmiş olup bunu 20 tür ile C2 (Karakum) istasyonu ve 15'er tür ile C7 (Başoz Koyu) ve C8 (Hamsilos) istasyonlarının izlediği tespit edilmiştir (Tablo 2, Şekil 3) Tür sayısı bakımından en düşük değer ise 9 tür ile C3 (Gazi Kayası) istasyonundan elde edilmiştir. Bununla birlikte, istasyonlar genelinde örneklem

sonunda elde edilen toplam biyokütle bakımından en yüksek değerler 8861.9 g yaş ağırlık/m<sup>2</sup> ile C1 istasyonundan elde edilmiş olup bunu 5779.6 gm<sup>-2</sup> ile C3 ve 5424.1 gm<sup>-2</sup> ile C6 (İnceburun-Başoz) istasyonlarının takip ettiği belirlenmiş olup en düşük değer ise 4006.8 gm<sup>-2</sup> ile C5 (Ayı İni Koyu/İnceburun) istasyonundan elde edilmiştir (Şekil 3).



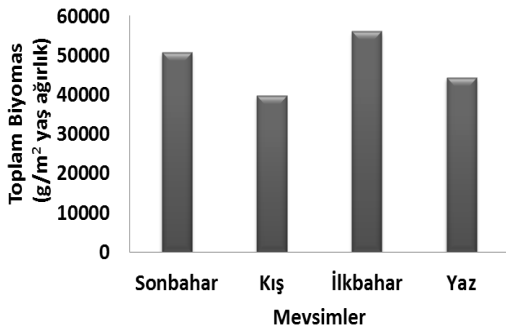
Şekil 3. Örneklem periyodu boyunca elde edilen toplam tür sayısı ve bunlara ait toplam biyomas değerlerinin istasyonlara dağılımı.

İstasyonlar mevsimsel olarak incelendiğinde toplam biyomas bakımından en yüksek değerler 10947.2 gm<sup>-2</sup> ile ilkbaharda ve 9429.8 gm<sup>-2</sup> ile kış mevsiminde C1 istasyonundan elde edilmiştir (Şekil 4). Ayrıca bunları 8402.9 gm<sup>-2</sup> ile sonbaharda C3 istasyonu ve 7938.0 gm<sup>-2</sup> ile ilkbahar mevsiminde C2 istasyonlarının izlediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte yine C2 istasyonunda yaz mevsiminde 2150.6 gm<sup>-2</sup> en düşük biyomas değerini saptanmıştır.



Şekil 4. Örneklem periyodu boyunca elde edilen toplam biyomas değerlerinin mevsimsel olarak istasyonlara dağılımı

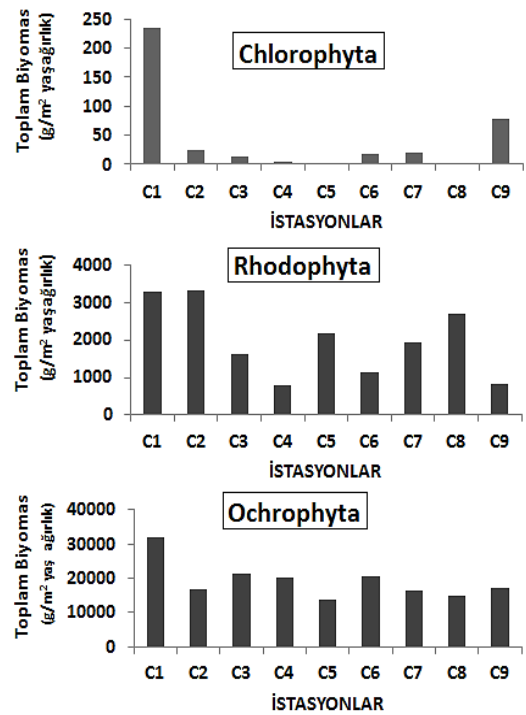
Örneklem periyodu boyunca 9 istasyondan elde edilen toplam biyomas değerlerinin mevsimlere dağılımı incelendiğinde ise en yüksek toplam biyomas değerine 56075 gm<sup>-2</sup> ile ilkbaharda rastlanmış olup en düşük değer 39784 gm<sup>-2</sup> ile kış mevsiminden elde edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Örneklem periyodu boyunca istasyonlar genelinde elde edilen toplam biyomas değerlerinin mevsimlere dağılımı.

Araştırma sonucunda Sinop kıyıları boyunca en fazla toplam biyokütle değerlerinin Ochrophyta'ya (max. 31929.6 gm<sup>-2</sup> C1 istasyonu, min. 13853 gm<sup>-2</sup> C5 istasyonu) dahil olduğu, bunu Rhodophyta'nın (max. 3383.0 gm<sup>-2</sup> C1 istasyonu, min. 787.39 gm<sup>-2</sup> C4 istasyonu)

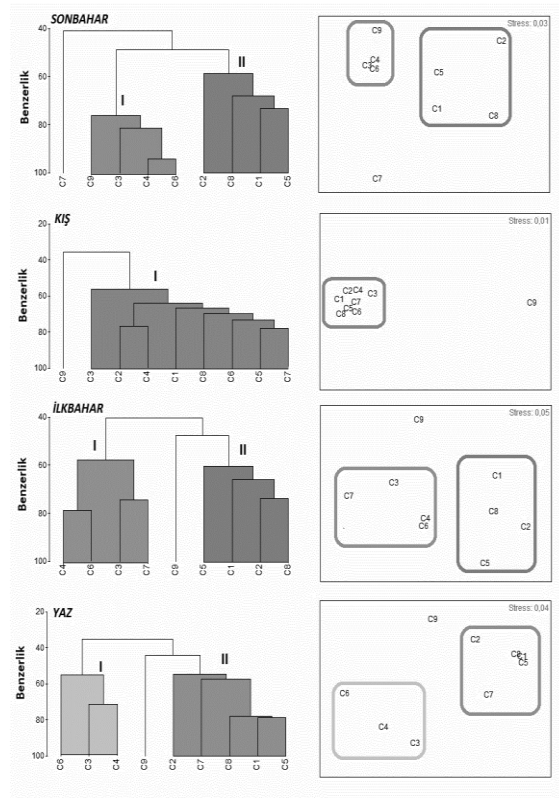
izlediği tespit edilmiştir (Şekil 6). En düşük toplam biyomas değerleri ise Chlorophyta ait türlerinden (max. 235.2 gm<sup>-2</sup> C1 istasyonu, min. 5.07 gm<sup>-2</sup> C4 istasyonu) elde edilmiştir. Bununla birlikte bu çalışmada C5 ve C8 istasyonlarından Chlorophyta'ya ait bireylere rastlanmamıştır.



Şekil 6. Örneklem periyodu boyunca elde edilen makroalg taksonlarının toplam biyomasının istasyonlara dağılımı.

Bununla birlikte, Bray-Curtis Benzerlik analizine göre kış mevsimi hariç diğer mevsimlerde en az %50 benzerlik oranına göre 2 istasyon grubu (I-II) tanımlanmış ve bu topluluklar MDS analizi ile ayrılmıştır (Şekil 7). Kış mevsiminde yapılan analiz sonucunda ise C9 (Üzümlüdere- Mezbehane) istasyonu hariç

diğer istasyonların %56.31 benzerlik oranında tek grup altında toplandığı tespit edilmiştir. Bray-Curtis Benzerlik analizi sonuçlarına genel olarak bakıldığında ise C9 istasyonunun diğer gruplardan (sonbahar mevsimi hariç) ayrıldığı tespit edilmiştir (Şekil 7).



***Şekil 7. Bray-Curtis Benzerlik İndeksine göre Cluster ve MDS analiz sonuçları***

Tablo 2. Araştırma boyunca tespit edilen türler ve bunlara ait ortalama biyomas değerlerinin (gram yaş ağırlık/m<sup>2</sup>) istasyonlara göre mevsimsel dağılımları (S: Sonbahar, K: Kış, İ: İlkbahar, Y: Y.

	C1				C2				C3			
	S	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S	K	İ	Y
<b>Chlorophyta</b>												
<i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C.Agardh		3.76	2.78									
<i>Chaetomorpha cava</i> (Dillwyn) Kützting		1.84	7.33					0.50				
<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F.Müller) Kützting												
<i>Cladophora</i> spp.	42.70	53.14	87.58		0.29	22.89				13.79		
<i>Ulva inaequalis</i> Linnaeus	3.28	2.91	2.08									
<i>Ulva rigida</i> C.Agardh		3.21	24.63									
<b>Rhodophyta</b>												
<i>Agardhiella submersa</i> (Bornet & Mounier) (Bornet & Mounier)					17.55				28.59			
Feldmann-Mazoyer												
<i>Apoglossum ruscifolium</i> (Turner) J.Agardh		0.19										
<i>Callithamnion corumbosum</i> (Smith) Lyngbye												
<i>Ceramium virgatum</i> Roth	33.22				66.41							6.54
<i>Ceramium</i> spp.		1.42	2.76	0.57		48.06	188.67			29.56	1018.45	531.42
<i>Chondria capillaris</i> (Hudson) M.J.Wynne					20.78			10.60				
<i>Chondria dactylophila</i> (Woodward) C.Agardh								0.55		13.79		
<i>Corallina officinalis</i> Linnaeus	4.30				0.42			7.96				
<i>Gelidium crinale</i> (Hare ex Turner) Gaillon	4.26	0.43			1.40							
<i>Gelidium</i> spp.	8.38	13.40	4.22	8.13			28.16	1.95				
<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) J.V.Lamouroux				2.32								
<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V.Lamouroux	8.83	13.57	1.70	37.76	1.48	7.22	550.49	13.76				
<i>L. obtusa</i> var. <i>gracilis</i> (C.Agardh) Zanardini												
<i>Laurencia pinnatifida</i> (Gmelin) Lamouroux			11.06				25.76					
<i>Lomentaria clavulosa</i> (Lightfoot ex Turner) Gaillon	6.06	33.99	5.46	8.23	18.30	16.48	161.06	2.32				
<i>Polysiphonia stricta</i> (Mertens ex Dillwyn) Greville		8.06	7.27		94.02	61.27		0.77				
<i>Pterocladia capillacea</i> (S.G.Gmelin)	21.68	31.25	21.30	22.11	0.98	2.47	83.04	6.87				
Santelices & Hommersand												
<i>Verrebrata fucoides</i> (Hudson) Kuntze	306.18	965.88	1642.56	46.50	1000.60	344.76	396.42	150.64				
<b>Ochrophyta</b>												
<i>Cladostephus spongiosus</i> (Hudson) C.Agardh	4.95	1.55	0.91		6.39	53.99	190.77	13.75				
<i>Cyrtosira barbata</i> (Stackhouse) C.Agardh	4079.90	4523.46	4597.73	3424.36	3382.05	2503.48	2369.94	1759.83	4142.98	995.58	1252.88	
<i>Cyrtosira crinita</i> Duby	2712.15	3771.74	4477.31	4255.00	2443.53	4156.13			4217.54	2207.09	3266.15	5380.02
<i>Dicyota dichotoma</i> (Hudson) J.V.Lamouroux				0.91								
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbye) Link												
<i>Stilophora lanella</i> (Esper) P.C.Silva			50.48	29.10			1.40	4.08				
<b>Toplam</b>	<b>7236</b>	<b>9430</b>	<b>10947</b>	<b>7835</b>	<b>4583</b>	<b>5455</b>	<b>7938</b>	<b>2151</b>	<b>8403</b>	<b>3260</b>	<b>5538</b>	<b>5918</b>

Tablo 2 devamı

	C4				C5				C6			
	S	K	i	Y	S	K	i	Y	S	K	i	Y
<b>Chlorophyta</b>												
<i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C. Agardh												
<i>Chaetomorpha asyca</i> (Dillwyn) Kützting												
<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F. Müller) Kützting			5.07								18.82	
<i>Cladophora</i> spp.												
<i>Ulva intestinalis</i> Linnæus												
<i>Ulva rigida</i> C. Agardh												
<b>Rhodophyta</b>												
<i>Aglaonanthion tenuiscivum</i> (Bonnemaison) Feldmann-Mazoyer												
<i>Apoglossum ruscifolium</i> (Turner) J. Agardh			21.55			0.26	0.53					
<i>Callithamnion corymbosum</i> (Smith) Lyngbye				37.08	1.68				39.80		1.14	
<i>Ceramium virgatum</i> Roth	38.43											
<i>Ceramium</i> spp.		69.06	429.96			1.58	4.85			0.63	755.71	
<i>Chondria capillaris</i> (Hudson) M.J. Wynne						6.97	145.52	5.71				
<i>Chondria dasyphylla</i> (Woodward) C. Agardh												
<i>Coralina officinalis</i> Linnæus										0.61	0.31	
<i>Gelidium crinale</i> (Hare ex Turner) Gaillon					13.25	53.82	36.87	29.51			5.84	
<i>Gelidium</i> spp.												
<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) J.V. Lamouroux												
<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V. Lamouroux						5.01	23.72	6.44		104.49		49.28
<i>L. obtusa</i> var. <i>gracilis</i> (C. Agardh) Zanardini												
<i>Laurencia pinnatifida</i> (Gmelin) Lamouroux			8.08									
<i>Lomentaria clavellata</i> (Lightfoot ex Turner) Gaillon					3.43	58.12	375.54					
<i>Polysiphonia stricta</i> (Mertens ex Dillwyn) Greville												
<i>Pterocladella capillaris</i> (S.G. Gmelin) Santelices & Hommersand	1.06				9.48	50.06	17.04	68.60		25.83		1.11
<i>Verbevrata fucoides</i> (Hudson) Kuntze	154.63			27.56	956.15	10.98	242.50	45.89				144.57
<b>Ochrophyta</b>												
<i>Cladostephus spongiosum</i> (Hudson) C. Agardh	10.16	6.16		1.71					57.69	1.35	6.79	38.56
<i>Cystocleira barbata</i> (Stackhouse) C. Agardh	2704.3	1031.2			730.13	1533.29	2184.75	3571.18	3903.98	1411.48		
<i>Cystocleira crinita</i> Duby	3043.98	3837.83	6130.70	3394.62	2283.22	1628.15		1871.63	3719.98	2635.18	3295.84	5477.55
<i>Dicyota dichotoma</i> (Hudson) J.V. Lamouroux												
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbye) Link												
<i>Stilophora tenella</i> (Esper) P.C. Silva								50.89				
<b>Toplam</b>	<b>5797</b>	<b>5100</b>	<b>6595</b>	<b>3461</b>	<b>3997</b>	<b>3349</b>	<b>3082</b>	<b>5599</b>	<b>7722</b>	<b>4185</b>	<b>4078</b>	<b>5711</b>



Tablo 2 devamı

	C7					C8					C9				
	S	K	İ	Y		S	K	İ	Y		S	K	İ	Y	
<b>Chlorophyta</b>															
<i>Byropsis plumosa</i> (Hudson) C.Agardh		0.16													16.58
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützting															
<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F.Müller) Kützting															
<i>Cladophora</i> spp.															0.36
<i>Ulva vaucrinialis</i> Linnæus															
<i>Ulva rigida</i> C.Agardh				19.83							2.35	1.65	27.96	28.42	
<b>Rhodophyta</b>															
<i>Aglaohamnion tenuicolum</i> (Bonnefaison) Feldmann-Mazoyer															
<i>Apoglossum vucifolium</i> (Turner) J.Agardh		0.93	1.85									1.64		3.55	
<i>Callithamnion corymbosum</i> (Smith) Lyngbye															
<i>Ceramium virgatum</i> Roth						20.93	5.60	59.87			1.40			782.25	0.75
<i>Ceramium</i> spp.		9.47	969.38	87.36											
<i>Chonaria capillaris</i> (Hudson) M.J.Wynne		2.57													
<i>Chonaria dactylophila</i> (Woodward) C.Agardh															
<i>Corallina officinalis</i> Linnæus	1.98	2.95			0.53										
<i>Gelidium crinale</i> (Hare ex Turner) Gaillon	0.33				3.53										
<i>Gelidium</i> spp.	15.60	5.92	19.20	166.10	49.83	47.86	31.31	15.40						6.80	
<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) J.V.Lamouroux								60.15							
<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V.Lamouroux	0.83	5.17		0.47	89.28	59.93	179.20	5.38							
<i>L. obtusa</i> var. <i>gracilis</i> (C.Agardh) Zanardini						52.11									
<i>Laurencia pinnatifida</i> (Gmelin) Lamouroux							153.78								
<i>Lomentaria clavellata</i> (Lightfoot ex Turner) Gaillon						1.53	299.01	71.72	68.77						
<i>Polysiphonia stricta</i> (Mertens ex Dillwyn) Gréville															
<i>Pterocladia capillacea</i> (S.G.Gmelin) Santelices & Hommersand	41.28	8.73	44.33	138.72	43.24	93.42	34.95	19.11						17.76	
<i>Verbehrata fucoides</i> (Hudson) Kuntze	0.68	42.29	273.99	92.64	223.66	176.72	398.89	457.13			0.31				
<b>Ochrophyta</b>															
<i>Cladostephus spongiosum</i> (Hudson) C.Agardh	35.48														
<i>Cystosira barbata</i> (Stackhouse) C.Agardh	5988.05	1514.27	1717.69	3012.56											
<i>Cystosira crinita</i> Duby		1101.66	2949.03			3210.89	2270.29	2365.94	2556.81	2447.38				3314.96	2786.8
<i>Dicyota dichotoma</i> (Hudson) J.V.Lamouroux									35.85						
<i>Scytochloron lomentaria</i> (Lyngbye) Link			1.57												
<i>Stilophora tenella</i> (Esper) P.C.Silva								63.85							
<b>Toplam</b>	<b>6084</b>	<b>2694</b>	<b>5977</b>	<b>3518</b>	<b>3643</b>	<b>3895</b>	<b>5196</b>	<b>4817</b>	<b>3339</b>	<b>2417</b>	<b>6723</b>	<b>5377</b>			

## Tartışma

Sinop kıyılarında gerçekleştirilen bu çalışmada, genellikle Ochrophyta'nın her mevsimde en büyük makroalg biyokütleyi oluşturduğu ve bunu sırasıyla Rhodophyta ve Chlorophyta'nın izlediği tespit edilmiştir (Şekil 6). Sinop kıyılarında genel grupların dağılım yüzdesine göre kahverengi alglerin egemen olduğu görülmüştür [14]. Nitekim, Prathep [30] diğer deniz alglerine göre, kahverengi alglerin büyük tallus boyutlarına sahip olması ve buna karşın ikinci sırada yer alan kırmızı alglerin ise çoğunlukla küçük filamentli algler arasında yer almaları nedeni ile daha yüksek biyokütleye sahip olduklarını belirtmektedir.

Kıyı deniz ekosistemlerinin mevcut koşullarını gösteren temel araçlardan biri makroalg tür zenginliği olup yosun habitatlarının çevresel değişimlere karşı hassas bir şekilde tepki verdiği bilinmektedir [18, 31]. Deniz alglerinin dağılımı ve bolluğu, yerel çevre verimliliği ve yüksek sıcaklıklar, kuruma stres, otoburlar, kıyı fauna ve florası ile rekabet gibi rahatsızlıklara maruz kalma derecesinden etkilenmektedir [32, 33]. Genellikle araştırmacılar tarafından [13, 34, 35], *Ulva* gibi yaprak benzeri ve lifli deniz algleri ile *Cladophora* türlerinin kararsız ya da kirli habitatlarda baskın olduğu buna

karşın kalın dallı ve kalkerli yosunların kararlı çevresel koşullar altında geliştiği ifade edilmektedir. Sinop kıyılarında gerçekleştirilen bu çalışmada istasyonlar genelinde en baskın türlerin *Cystoseira crinita* (%53) ve *Cystoseira barbata* (%37) olduğu ve bunu *Vertebrata fucoides* ve *Ceramium* spp. türlerinin izlediği tespit edilmiştir. Nitekim Sinop kıyılarında mezbahanelerin olduğu bölgede yer alan ve şehrin en kirli istasyonlarından biri olarak gözlemlenen C9 (Üzümlüdere-Mezbehane) istasyonunda en yüksek yeşil alg biyomas oranı *Bryopsis plumosa*, *Cladophora* spp. ve *Ulva rigida* türlerinden mevsimsel toplamı 77.317 gm<sup>-2</sup> olarak elde edilmiş ve bu istasyonun 2. sırada yer aldığı tespit edilmiştir (Şekil 6). Buna karşın, örnekleme boyunca C5 (Ayı İni Koyu) ile C8 (Hamsilos) istasyonlarında yeşil alg türüne ait bireyler elde edilememiştir. Ancak bu istasyonda hiç yeşil alg türüne rastlanılmamış olmasının kısmen C5 istasyonunda örnekleme zamanında katı atıkların birikmiş olması ve örneklemelerin yapıldığı derinliklere bağlı olarak ışık geçirgenliğindeki azalmasıyla alakalı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca Karadeniz'in Türkiye kıyılarında bulunan tek fiyordur C8 (Hamsilos) istasyonunun büyük kaya bloklarından oluşan dip yapısının baskın ve büyük tallus yapılı

*Cystoseira* türleriyle kaplanmış olması, ışığa daha çok gereksinin duyan yeşil alg türlerinin yaşama şansını azalttığını düşündürmektedir. Bununla birlikte Rhodophyta türlerinin de bu istasyonda sıkça rastlanılmış olmasının örnekleme derinliğine bağlıdır. Ayrıca Rhodophyta türlerin sahip olduğu fitoeritrin pigmentleri sayesinde suyun daha derin olduğu dip bölümlerdeki düşük ışık yoğunluğunda bile iyi geliştikleri bilinmektedir [36].

Yüksek tür zenginliğinin bir parçası olan makroalgler, yosunların büyümesini etkileyen çeşitli besin maddelerinin mevcudiyeti nedeniyle mevsimsel değişiklikler altında değişkenlik göstermektedir [37]. Örnekleme periyodu boyunca 9 istasyondan elde edilen toplam biyomas değerlerinin mevsimlere dağılımı incelendiğinde en düşük değerlerin sonbahar ve kış mevsiminde olduğu ve ilkbahar ve yaz mevsiminde daha çok artış gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 5 - 6). Nitekim, kayalık kıyılardaki makroalglerin mevsimsel dağılımı ve bolluğu üzerinde ışık şiddeti [38], dalga hareketi [39] ve nütrient seviyelerinin [40, 41] de etkili olduğu bildirilmektedir. Sinop kıyılarında ilkbahar ve yaz aylarında daha yüksek tür çeşitliliğinin nedeni muhtemelen Huh [42]'un da belirttiği gibi dalga hareketlerinin yavaşlaması ayrıca ışık

penetrasyonu ve besin maddeleri seviyeleri tarafından kontrol edilen makroalg gelişiminin kış aylarında yavaşlaması [43] olarak düşünülmektedir.

Araştırma sonucunda, 6'sı Chlorophyta, 6'sı Ochrophyta ve 18'i Rhodophyta'ya ait olmak üzere toplam 30 tür tespit edilmiştir (Tablo 2). Makroalg türlerinin ve bunlara ait biyomas değerlerinin istasyonlara dağılımına göre en yüksek toplam tür sayısı (25 tür) ve biyomas değerleri (8861.9 gm<sup>-2</sup>) C1 istasyonundan elde edilmiştir. Tespit edilen tür sayısı bakımından en yüksek ikinci sırada ise C2 istasyonun yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 3). Taşocağı (C1) ve Karakum (C2) istasyonlarının tür sayısı bakımından zengin olmasının nedeni olarak bu istasyonların diğerlerine nazaran Sinop ilinin doğal koy yapısı içinde yer alması ve dolayısıyla kuvvetli dalga ve sert rüzgarlara açık olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı zamanda bu istasyonların kıyı bölgelerinin bentik dip yapısı yoğun bir şekilde irili ufaklı kaya bloklarından oluşmakta ve algler için uygun habitat ortamlarını sağlamaktadır. Bununla birlikte istasyonların yerleşim yerlerine de yakın olması bu bölgeye besin maddelerinin (fosfor, azot, vb.) girişini sağlamakta ve bundan dolayı da alglerin gelişimini desteklediği düşünülmektedir. Ayrıca

Taşocağı (C1) sahillerinde *Cystoseira barbata* ve *C. crinita* türlerinin bir arada bulunmasının da toplam biyokütle değerine önemli katkı sağladığı düşünülmektedir. Tür zenginliği açısından en düşük değer ise 9 tür ile Gazi Kayası (C3) istasyonundan elde edilmiştir (Şekil 3). Yılın her mevsimi kuvvetli dalga ve sert rüzgarlara açık olan bu istasyonda daha çok Rhodophyta'ya ait türler (5 tür) tespit edilmiş olup Chlorophyta'ya ait sadece 1 tür elde edilmiştir (Tablo 2).

Araştırmada toplam biyokütle bakımından ikinci sırayı ise 57796 gm<sup>-2</sup> ile C3 (Gazi Kayası) istasyonun aldığı ve 5424.1 gm<sup>-2</sup> ile C6 (İnceburun-Başoz) istasyonun takip ettiği belirlenmiştir. Bray-Curtis Benzerlik Analizine göre mevsimsel olarak oluşan istasyon gruplarına bakıldığında C3, C4 ve C6 istasyonlarının daima aynı grup içerisinde yer aldığı saptanmıştır. Bu istasyonlarda yeşil alglerden sadece *Cladophora* cinsine ait türlerin dağılım gösterdiği ve biyomas bakımından diğer istasyonlardan daha az olduğu (13.79 gm<sup>-2</sup> C3 kış; 5.07 gm<sup>-2</sup> C4 ilkbahar ve 18.82 gm<sup>-2</sup> C6 ilkbahar) tespit edilmiştir (Tablo 2). Bu istasyonlarda yeşil alglerin bu şekilde dağılım göstermesinin nedeni olarak istasyonlarının kuvvetli rüzgar ve dalgalara açık olmasına ve bu yüzden yeşil alg gibi narin ince yapılı

türlerin yaşama imkanı bulamadığının düşünülmesidir. Bununla birlikte, tüm araştırma istasyonlarının baskın türlerinden olan kahverengi alg grubundan *Cystoseira* türleri bu istasyonda da baskın türlerdir. Ayrıca bu istasyonlarda kırmızı alg (Rhodophyta) türlerin biyomaslarının yeşil alg (Chlorophyta) türlerinden fazla olmasının nedeni örnekleme yapılan derinliklere (4-5m) bağlı olduğu düşünülmektedir. Araştırmada en düşük biyomas değeri ise 4006.8 gm<sup>-2</sup> ile C5 (Ayı İni Koyu/İnceburun) istasyonunda tespit edilmiştir (Şekil 3). C5 istasyonu açık denize kıyısı olan sahil kesimlerinde bulunan doğal oluşumlu oldukça küçük koydur. Dalgalara karşı korunaklı olması bölgede faaliyet gösteren balıkçı teknelerin avlamada bekleme ve saklanma yerleri haline getirmiştir. Örnekleme çalışması yapılırken koyların oldukça kirli olduğu gözlemlenmiştir. Kıyı kesiminden hemen derinliğin başlaması yeşil alg türlerine yaşama şansı vermemiş ve diğer türlerin de koyda bir iken katı çöp atıklarının fazla olmasına bağlı ışık geçirgenliğini azaltması sonucu biyomas bakımından düşük çıkmasının nedeni olarak tahmin edilmektedir.

Bu çalışma ile Sinop Yarımadası kıyılarında dağılım gösteren makroalg biyokütellerindeki mevsimsel değişiklikleri

bildirilerek dinamikler bilgisine katkı sağlanmış olup elde edilen veriler ile Sinop kıyılarında yapılması planlanan Nükleer Tesis öncesi makroalglerin mevcut durumları hakkında bir ön bilgi oluşturulmuştur. Giderek artan antropojenik kirlilik ile birlikte ileride yapılması planlanan nükleer enerji santralinden kaynaklanan olası termal deşarjın etkilerinin Sinop kıyılarındaki bentik alg komminitelerinin biyoçeşitliliği için olumsuz etkilere neden olacağı düşünülmektedir. Termik santrallerden etkilenen bölgelerde bulunan alglerin yaprağının ağarması ve hücre plazmolizine direk olarak termal atıklar neden olduğu bildirilmektedir [44]. Bu olumsuz etkiler de deniz yosunlarının hayatta kalmasını ve büyümesini azaltarak, deniz yosunları türlerinde geniş çaplı azalmalara neden olmaktadır [45]. Bu araştırma ile Sinop kıyı şeridi için gelecekteki biyolojik izleme çalışmalarına yeni başlangıç kaydı olarak yararlı olacağı düşünülmektedir.

### **TEŞEKKÜR**

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenen 113Y312 nolu projenin bir kısmını kapsamaktadır.

### **Kaynaklar**

[1] Chapman VJ, Chapman DJ, 1980. Seaweed and their uses. Chapman and Hall London. New York.

[2] Sabri H, Cherifi O, Maarouf A, Cheggour M, Bertrand M, Mandi L, 2017. Wastewater impact on macroalgae biodiversity in Essaouira coast (Morocco). *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 8(3): 857-862.

[3] Qari R, 2017. An assessment of seaweeds Diversity and Distribution at the Bench of Nathia Gali, Karachi, Pakistan. *J. Marine Sci. Res. and Dev.*, 7(3): 2-11.

[4] Terawaki T, Hasegawa H, Arai S, Ohno M, 2001. Management-free techniques for restoration of *Eisenia* and *Ecklonia* beds along the central Pacific coast of Japan. *J. Appl. Phycol.* 13: 13-17.

[5] Shaffer S, 2003. Preferential use of Nearshore Kelp Habitats by Juvenile Salmon and Forage Fish. *Proceedings of the Georgia Basin/Puget Sound Research Conference*.

[6] Mohammed AI, Fredriksen S, 2004. Production, respiration and exudation of dissolved organic matter by the kelp *Laminaria hyperborea* along the west coast of Norway. *Journal of the Marine Biological Association of the U.K.*, 84: 887-894.

[7] Lorentsen SH, Gremillet D, Nymoen GH, 2004. Annual variation in diet of breeding Great Cormorants: Does it reflect varying recruitment of Gadoids? *Waterbirds*, 27: 161-169.

[8] Williams SL, Smith JE, 2007. Aglobal review of the distribution, taxonomy and impact of introduced seaweeds. *The annual review of ecology, Evolution and Systematics*, 38: 327-59.

[9] Cacabelos E, Olabarria C, Incera M, Troncoso JS, 2010. Effects of habitat

structure and tidal height on epifaunal assemblages associated with macroalgae. Est. Coast Shelf Sci., 89: 43–52.

[10] Satheesh S, Godwin-Wesley S, 2012. Diversity and distribution of seaweeds in the Kudankulam coastal waters, South-Eastern coast of India. Biodiversity journal, 3(1): 79-84.

[11] Steffen W, Sanderson A, Tyson PD, Jager J, Matson PA, More III B, Oldfield F, Richardson K, Schellnhuber HJ, Turner II BL, Wasson RJ, 2004. Global Change and Earth System-A planet under pressure. Springer, Heidelberg, Germany.

[12] Bat L, Akbulut M, Sezgin M, Çulha M, 2001. Effects of Sewage Pollution the Structure of the Community of *Ulva lactuca*, *Enteromorpha linza* and Rocky Macrofauna in Dışlıman of Sinop. Turk J. Biol., 25: 93-102.

[13] Kim BY, Kim WS, Choi HG, 2010. Seasonal variability of seaweed biomass along the vertical shore gradients of Nachido and Odo islands, the Yellow Sea, Korea. Fish Aquat. Sci. 13: 324-331.

[14] Karaçuha A, Ersoy Karaçuha M, 2013. Changes of Macroalgae Biomass in Sinop Peninsula Coast of the Black Sea, Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 13: 725-736.

[15] Chang JS, Tsen CC, 2010. Effects of recent ecological events on the distribution and growth of macroalgae in marine waters around Taiwan. Bull. Fish. Res. Agen., 32: 11-17.

[16] Carstensen J, Krause-Jensen D, Dahl K, Henriksen P, 2008. Macroalgae and phytoplankton as indicators of ecological status of Danish coastal waters. National Environmental Research Institute,

University of Aarhus. 90 pp. - NERI Technical Report No. 683.

[17] Boero F, 1994. Fluctuations and variations in coastal marine environments. P.S.Z.N. I: Marine Ecology, 15: 3–25.

[18] Occhipinti-Ambrogi A, Savini D, Forni G, 2005. Macrobenthos community structural changes off Cesenatico coast (Emilia Romagna, Northern Adriatic), a six-year monitoring programme. Sci. Total Environ., 353(1-3): 317-328.

[19] Oltmanns, F., 1922 a. Morphologie und Biologie der Algen Chrysophyceae – Chlorophyceae, Jena Verlag von Gustav Fischer, 459 p., Deutschland.

[20] Oltmanns, F., 1922 b. Morphologie und Biologie der Algen Phaeophyceae–Rhodophyceae, Jena Verlag von Gustav Fischer, 439 p., Deutschland.

[21] Frithsch, F.E., 1945. The Structure and Reproduction of the Algae Vol. II, Foreword, Phaeophyceae, Rhodophyceae, Myxophyceae, At the University Pres. 939 p., Cambridge.

[22] Frithsch, F.E., 1965. The Structure and Reproduction of the Algae Vol. I, Chlorophyceae, Xanthophyceae, Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae, Chloromonadinea, Euglenineae, At the University Pres. 791 p., Cambridge.

[23] Güner, H., Aysel, V., 1991. Tohumuz Bitkiler Sistematigi. 1. Cilt (Algler). Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, No.108. Bornova, İzmir.

[24] Ünal, A., 1973. Türkiye'nin Deniz Algleri Teşhis Anahtarı. Gürsoy Matbaacılık San. 17s., Ankara.

- [25] Öztürk, M.,1984. Türkiye'nin Ege ve Akdeniz Kıyılarındaki Phaeophyta (Kahverengi Algler) Üyelerinin Yayılımı ve Taksonomisi Ege Üniv., Fen Fak. Biyoloji Böl. Botanik Anabilim Dalı, 117 s., Doktora Tezi.
- [26] Dural, B., Güner, H., Aysel, V., 1989. Çandarlı Körfezi Ulvales Ordosu Üzerinde Taksonomik Çalışmalar, II. Ulvaceae B., Enteromorpha Link Türleri I.Bölüm linza Grubu DOĞA TU Botanik D. 13 (2), 223-238.
- [27] Dural, B., 1990. Çandarlı Körfezi'nde Yayılış Gösteren Ulvales'in Bazı Üyeleri Üzerinde Taksonomik Çalışmalar, II. Ulvaceae B., Enteromorpha Link Türleri II.Bölüm prolifera, clathrata ve intestinalis Grupları Doğa- Turkish Journal of Botany, 15, 1-9.
- [28] Guiry MD, Guiry GM.2018. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>;  
searched on 11 May 2018.
- [29] Bray JR, Curtis JT, 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecol. Monogr., 27: 325–349.
- [30] Prathep A, 2005. Spatial and temporal variations in diversity and percentage cover of macroalgae at Sirinart marine national park, Phuket Province, Thailand. Sci. Asia 31: 225-233.
- [31] Wells E, Wilkionson M, Wood P, Scanlan C, 2007. The use of macroalgal species richness and composition on intertidal rocky seashores in the assessment of ecological quality under the European water framework directive. Mar. Pollut. Bull., 55: 151-161.
- [32] Figueiredo MAO, Creed JC, 2009. Marine Algae and Plants. In: Kleber Del Claro, Paulo S. Oliveira and Victor Rico-Gray (Eds), Tropical Biology and Conservation Management. Botany Vol. IV, Encyclopedia of Life Support Systems. Eolss Publishers Co. Ltd; Oxford, United States.
- [33] Pawar PR, 2017. Distribution pattern & species diversity of seaweeds at Uran (Vavi, Mumbai), West coast of India. International Journal of Pure and Applied Zoology, 5(1): 25-32.
- [34] Littler MM, Littler DS, 1984. Relationships between macroalgal functional form groups and substrata stability in a subtropical rocky-intertidal system. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 74: 13-34.
- [35] Choi HG, Lee KH, Wan XQ, Yoo HI, Park HH, Kim JH, Chung IK. 2008. Temporal variations in seaweed biomass in Korean coasts: Woejodo and Jusamdo, Jeonbuk. Algae 23: 335-342.
- [36] Asmida I, Noor Akmal AB, Ahmad I, Sarah Dıyana M, 2017. Biodiversity of Macroalgae in Blue Lagoon, the Straits of Malacca, Malaysia and Some Aspects of Changes in Species Composition. Sains Malaysiana, 46(1): 1–7.
- [37] Elser JJ, Bracken MES, Cleland EE, Gruner DS, Harpole WS, Hillebrand H, Ngai JT, Seabloom EW, Shurin JB, Smith, JE, 2007. Global analysis of nitrogen and phosphorus limitation of primary producers in freshwater, marine and terrestrial ecosystems. Ecology Letters 10: 1135-1142.

[38] Lünning K, 1993. Environmental and internal control of seasonal growth in seaweeds. *Hydrobiology*, 260/261: 1-14.

[39] Denny MW, 1988. *Biology and the mechanisms of the waveswept environment*. Princeton University Press. Princeton.

[40] Yates JL, Peckol P, 1993. Effects of nutrient availability and herbivory on polyphenolics in the seaweed *Fucus vesiculosus*. *Ecology* 74 (6): 1757– 1766.

[41] Lapointe BE, Barile PJ, Yentsch CS, Littler MM, Littler DS, Kakuk B, 2004. The relative importance of nutrient enrichment and herbivory on macroalgal communities near Norman’s Pond Cay, Exumas Cays, Bahamas: a “natural” experiment. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 29: 275-301.

[42] Huh MK, 2015. Spatial and temporal variability of seaweeds at Hwadang-ri, Jinhae Bay, Korea. *Protistology*, 9(2): 79– 87.

[43] Gagne JA, Mann KH, Chapman ARO, 1982. Sesonal pattern of growth and stroge in *Laminaria lonngicruris* in relation to differing pattern of availability of nitrogen in the water. *Mar. Biol.*, 69: 91-101.

[44] Lobban CS, Harrison PJ, Duncan MJ, 1985. *The physiological ecology of seaweeds*. Cambridge University Press, New York.

[45] Wood EJF, Zieman JC, 1969. The effects of temperature on estuarine plant communities. *Chesapeake Sci.*, 10(3–4): 172–174.