

## Sinop Yarımadası Kıyıları Denizel Makroalg Komünitelerinin Mevsimsel Kompozisyonu<sup>[\*]</sup>

Gökhan YILDIZ<sup>1\*</sup> Ali KARAÇUHA<sup>1</sup> Melek ERSOY KARAÇUHA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 57000 Sinop, Türkiye

<sup>2</sup>Sinop Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu, 57000 Sinop, Türkiye

\*<https://orcid.org/0000-0002-2123-0871>,

<https://orcid.org/0000-0002-0419-9964>,

<https://orcid.org/0000-0001-6210-9624>

Received date: 31.07.2019

Accepted date: 24.08.2019

Atf yapmak için: Yıldız G., Karacıha, A. & Ersoy Karacıha, M. (2019). Sinop Yarımadası Kıyıları Denizel Makroalg Komünitelerinin Mevsimsel Kompozisyonu. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(2), 285-292.

How to cite: Yıldız G., Karacıha, A. & Ersoy Karacıha, M. (2019). Seasonal Composition of Marine Macroalgae Communities of Sinop Peninsula Coast. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(2), 285-292.

**Öz:** Bu çalışmada, Sinop kıyıları üst infralittoralinde dağılım gösteren makroalglerin biyokütle değişimleri mevsimsel olarak incelenmiştir. Örneklemeler 2014 yılı boyunca dört istasyonda (Hamsilos, Akliman, DSİ, Karakum) 0-1 m derinlikteki kayalık substratlardan metal bir çerçeve (20x20cm) ile üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. Araştırma sonucunda 30 takson tespit edilmiş ve bunların gruplara göre dağılımı Rhodophyta 16, Phaeophyceae 8 ve Chlorophyta 6 şeklindedir. İstasyonlara göre, en yüksek ortalama biyokütle değeri (825.80±125.42 g/m<sup>2</sup>) Akliman, en düşük değer ise DSİ (694.17±181.25 g/m<sup>2</sup>) istasyonundan elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, istasyonlar arasında ortalama biyomas miktarı bakımından önemli bir fark yoktur (p>0.05). Örneklem boyunca tespit edilen biyokütle değerinin 935.32±16.11 g/m<sup>2</sup> (kış mevsimi) ile 588.19±85.35 g/m<sup>2</sup> (yaz mevsimi) arasında değiştiği ve kış mevsimi ile yaz mevsimi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05).

**Anahtar sözcükler:** Biyomas, Karadeniz, makroalg, Sinop.

## Seasonal Composition of Marine Macroalgae Communities of Sinop Peninsula Coast<sup>[\*]</sup>

**Abstract:** In this study, biomass changes of macroalgae, which is the distribution target in the upper infralittoral of Sinop coasts, were investigated seasonally. The samples are here in four stations (Hamsilos, Akliman, DSI, Karakum) during 2014 with three replications of a metal frame (20x20cm) from rocky substrates at a depth of 0-1 m. Rhodophyta 16, Phaeophyceae 8 and Chlorophyta 6. According to the stations, the highest average biomass value (825.80 ± 125.42 g/m<sup>2</sup>) Akliman, the lowest value was obtained from the DSI (694.17 ± 181.25 g/m<sup>2</sup>) station. There was no significant difference between structured analyzes, distributions and average biomass producers (p> 0.05). Between 935,32 ± 16,11 g/m<sup>2</sup> (winter) and 588,19 ± 85,35 g/m<sup>2</sup> (summer) and when there is a difference between winter and summer (p <0.05).

**Keywords:** Biomass, Black Sea, macroalg, Sinop

## GİRİŞ

Makroalgler, deniz çiçekli bitkileriyle birlikte makrobentik floranın önemli bir kısmını teşkil ederler. Gerçek kök, gövde ve yaprak gibi bölümleri olmayan ve tallus adı verilen vücut yapılarına sahip bitki benzeri bu canlılar içerdikleri pigment maddelerine göre; kahverengi (Phaeophyceae), kırmızı (Rhodophyta) ve yeşil algler (Chlorophyta) olmak üzere üç temel grupta toplanırlar (Hong vd., 2007). Fotosentez ile ortamın oksijenasyonunu sağlayan makroalgler, karbonu organik maddeye dönüştürmelerinin yanı sıra oluşturdukları topluluklar ile de diğer canlılar için beslenme, barınma ve üreme alanları meydana getirir (Cirik ve Cirik, 2004; Zeki, 2006). Alglerin dağılımı coğrafik bölge, mevsim, ışık, sıcaklık, tuzluluk, besin tuzları, dalga hareketleri, sedimentasyon ve kirlilik gibi koşullara bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Durmaz vd., 2008)

İnsan kaynaklı uyarılar ve kıyı bölgelerindeki baskılar son yıllarda besin maddelerinin antropojenik yüklerinin artmasına yol açmaktadır. Yeşil, kahverengi ve kırmızı alglerin aşırı büyümesi, deniz ortamının besin zenginleşmesiyle ilişkilendirilmekte (Raffaelli vd., 1998) ve kıyasal deniz ekosistemlerinin ayrılmaz bir parçası olan makroalgler, bentik komuniteleri tanımlayıcı özellikleri ile kıyı sistemlerinin karakterize edilmesinde ve izlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Filho vd., 1997). Ayrıca Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi (WFD, 2000/60/EC) ile de üye ülkelerinin sucul ortamların ekolojik durumlarının belirlenmesi istenmiş ve bu sınıflandırmada bentik omurgasızlar, fitoplankton, balık, makroalgler ve angiospermlere ait türler biyolojik elementler olarak önerilmiştir (Bakır, 2015). Fakat ülkemizdeki makroalgler ile ilgili çalışmalar daha çok taksonomileri üzerine yapılmış olup kalitatif ve kantitatif yönden değerlendirme yapan araştırma sayısı oldukça azdır. Güner ve Aysel (1978)'in Ege ve Marmara Denizi'nde yaptıkları çalışma, Dural vd. (1997)'nin Hekim Adası'nda, Zeki (2006)'nin Gökova Körfezi'nde ve Turna vd. (2012)'nin Antalya Körfezi'nde yaptıkları araştırmalar bunlara örnek verilebilir. Daha önce Karadeniz'in Sinop kıyıları denizel makroalgleri hakkında yapılan biyomas çalışmaları ise sınırlı sayıdadır. İlk olarak Bat vd. (2001) tarafından Sinop Dışliman bölgesinde denize deşarj olan atık suların bölgedeki bazı algler ile bentik makrofauna üzerine olan etkisi incelenmiştir. Bu çalışmayı daha sonra Karaçuha ve Ersoy Karaçuha (2013) ve Karaçuha vd. (2018)'nin araştırmaları izlemiştir. Bu bağlamda bu çalışmanın amacı, Sinop Yarımadası sahillerindeki deniz makroalglerine ait biyokütlenin mekânsal ve zamansal varyasyonlarını analiz ederek çevresel baskıların ve diğer koşulların bu canlılar üzerindeki etkisini görmektir. Böylece bölgede yapılan ve yapılacak olan diğer araştırmalarla birlikte makroalglerin ekolojik durumları ve doğal kaynakların sürdürülebilirliği hakkında daha fazla bilgi edinileceği düşünülmektedir.

## MATERYAL ve METOT

Örnekleme alanı olarak antropojenik baskının fazla olduğu sahiller ile bu baskının daha az olduğu koylar seçilmiştir. Bu istasyonlar Sinop'un Hamsilos ile Akliman Koyu ve DSİ ile Karakum plajlarıdır (Tablo 1, Şekil 1). Hamsilos istasyonu turistik geziler dışında insan etkisine maruz kalmayan bir bölgedir. Ayrıca bu bölge Karadeniz'in Türkiye kıyılarında bulunan tek fiyordudur. Örnek toplanan alanda deniz tabanı ve kıyılar büyük kaya bloklarına sahiptir. Denizin karaya yaptığı girinti nedeni ile bölgenin akıntılardan etkilenmemesi, her mevsim örnek toplanmasını kolaylaştırmaktadır. Akliman Koyu, Hamsilos Koyu'nun 1 km kuzeyinde yer almaktadır. Örnekleme yapılan bölgenin yakınında yağışın bol olduğu zamanlarda denizle ve plajla birleşen bir dere (Sırakaraağaçlar Deresi), balıkçı barınağı olarak kullanılan doğal bir koy, piknik alanı ve yaz aylarında turistlerin ziyaret ettikleri plajlar mevcuttur. Bölge rüzgâr ve akıntılara açık, kıyılar ve taban ise kayalıktır. DSİ (Devlet Su İşleri) istasyonu, Sinop merkezine yaklaşık 5 km uzaklıkta DSİ Mobil Plajı olarak da bilinen halka açık kıyı şeridini kapsamaktadır. Kumsalda üzerinde yeşil ve kahverengi alglerin bolca görülebildiği, heyelanların azaltılması için yapılan mahmuzlar ve yer yer kaya ve kaya parçaları bulunmaktadır. Karakum, Sinop Yarımadası'nın güneydoğusunda bulunan ve yaz aylarında turistlerin en fazla ilgi gösterdiği plajlardan bir tanesidir. İç körfezde yer alan bu istasyonda yüzey ve dip akıntıları oldukça kuvvetlidir. Zemin siyah renkli kumla kaplıdır ve sahilden 8-10 m derinliğe kadar belli aralıklarla iri kaya blokları bulunmaktadır. Su kirliliği açısından DSİ gibi Karakum istasyonu da evsel atık deşarjına ve insan faaliyetlerine açık bir bölgedir.

Örnekleme 2014 yılı boyunca mevsimsel olarak (Ekim, Ocak, Nisan ve Temmuz aylarında) 0-1 m derinlikteki kayalık substratlardan 20x20 cm'lik bir kuadrat yardımı ile 3 tekerrürlü olarak toplanmıştır. Toplanan örnekler %4 formaldehit ilave edilmiş deniz suyu içeren poşetler içinde laboratuvara getirilmiştir (Vardar, 1987). Laboratuvara getirilen örnekler çeşme suyu ile yıkanarak epifit ve diğer yabancı maddelerden (kum, taş, zoobentoz) arındırılmıştır. Makroalglerin tür tayinleri için Pankow, (1990), Burrows, (1991), Ribera vd., (1992), Gallardo vd. (1993), Bressan & Babbini-Benussi, (1995), Silva vd., (1996), Van den Hoek vd., (1997), Gomez-Garreta vd., (2001) kaynaklarından yararlanılmıştır. Kuadratlardaki alg bolluğunun değerlendirilmesi kuru biyokütle ile belirlenmiştir. Her kuadratta bulunan her bir türün popülasyonu bir stereomikroskopta ayrılmış ve her bir kuadratin popülasyonları ve grupları, 60°C'de 48 saat kurutulmuş (Zhuang ve Zhang, 2001) ve bir analitik terazi üzerinde tartılmıştır. Tanımlanan türlerin taksonomik güncellemeleri için Algbase (Guiry & Guiry, 2016) veritabanından yararlanılmıştır.

**Tablo 1.** Örnekleme istasyonları.

İstasyonlar	Hamsilos	Akliman	DSİ	Karakum
Koordinatlar	42°3'35,69"N, 35°2'37,46"E	42°2'53,07"N, 35°2'46,69"E	42°0'23,78"N, 35°7'5,23"E	42°0'55,14"N, 35°11'10,14"E

**Şekil 1.** İstasyonların genel görünümü (Google Earth).

**İstatistiksel Analiz:** Elde edilen biyomas değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ile değerlendirilmiş ve Ekolojik indeksler Boudouresque, (1970) tarafından fitobenthos'a uyarlanmış yönteme dayandırılarak hesaplanmıştır. Bentik alg komünitelerinin mevsimsel dağılım modellerini belirlemek için, tüm istasyonların biyokütlevleri, Bray-Curtis benzerliğine (grup ortalama tekniği) dayanarak küme ve çok boyutlu ölçekleme (MDS) teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. İstatistiksel analizlerde SPSS 23.0 paket programı ve PRIMER 5 (version 5.2.9) paket programından yararlanılmıştır.

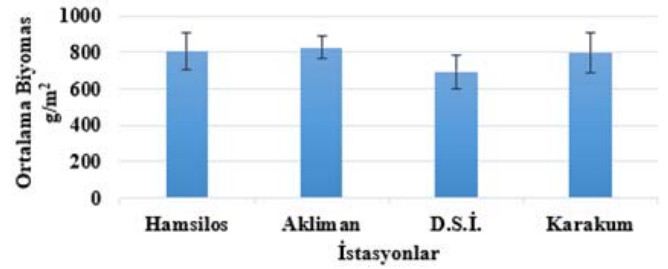
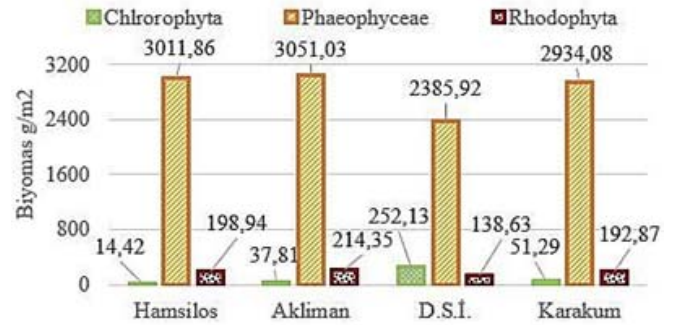
## BULGULAR

Sinop kıyılarında 2014 yılında mevsimsel olarak yürütülen bu çalışma sonunda Rhodophyta'ya ait 16, Phaeophyceae'ya ait 8 ve Chlorophyta'ya ait 6 olmak üzere toplam 30 takson tespit edilmiştir. Saptanan toplam 17 familyadan Ceramiaceae familyası 6 takson ile ilk sırayı alırken bunu 5 takson ile Rhodomelaceae familyası izlemiştir. *Cystoseira crinita* Duby, 1830 türüne tüm istasyonlarda, *Corallina officinalis* Linnaeus, 1758 türüne Hamsilos ve Akliman istasyonunda ve *Vertebrata fucoides* (Hudson) Kuntze, 1891 türüne DSİ ile Karakum istasyonunda her mevsim rastlanmıştır (Tablo 2).

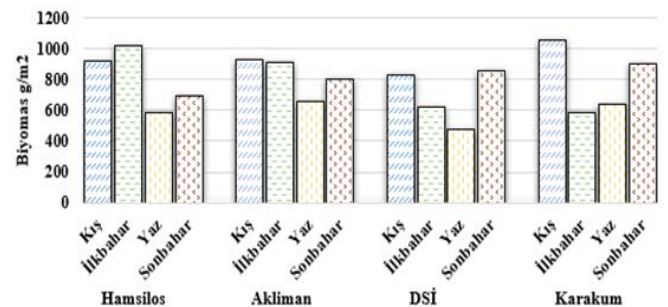
Yıl boyunca ölçülen ortalama biyomas miktarının istasyonlara göre dağılımı Şekil 2'de gösterilmiştir. Buna göre Akliman, yıllık ortalama  $825.80 \pm 125.42$  g/m<sup>2</sup> biyomas değeri ile en yüksek makroalg kütlelerinin tespit edildiği istasyon olurken,  $694.17 \pm 181.25$  g/m<sup>2</sup> ile en düşük makroalg biyoması DSİ istasyonundan elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, istasyonlar arasında ortalama biyomas miktarı bakımından önemli bir fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ).

Kahverengi algler (Phaeophyceae) dört istasyonda da en fazla kuru ağırlığa sahip alg grubudur. Kahverengi ve kırmızı alglere ait en yüksek biyomas değerleri sırasıyla  $3051.03$  g/m<sup>2</sup> ve  $214.35$  g/m<sup>2</sup> ile Akliman istasyonunda tespit

edilmiştir. Maksimum yeşil alg biyokütlesi ise ( $252.13$  g/m<sup>2</sup>) DSİ istasyonunda saptanmıştır (Şekil 3).

**Şekil 2.** Yıllık ortalama biyomasın (g/m<sup>2</sup> kuru ağırlık) istasyonlara göre dağılımı (aritmetik ortalama±standart hata).**Şekil 3.** Yıllık toplam biyomasın istasyon ve alg gruplarına göre dağılımı (g/m<sup>2</sup> kuru ağırlık).

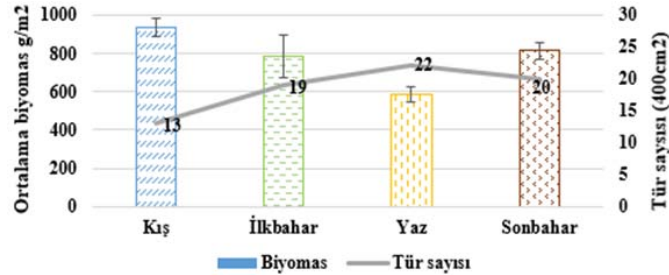
Yıllık toplam biyomasın istasyonlara göre mevsimsel dağılımı Şekil 4'te verilmiştir. Genel olarak en yüksek biyokütle miktarlarına kış mevsiminde rastlanılmış olup en yüksek biyomas değeri  $1054.71$  g/m<sup>2</sup> ile Karakum istasyonundan elde edilmiştir. İlkbahar ile birlikte alg biyokütlesinde azalma meydana gelirken, yazın minimum değerler görülmüş ve bu dönemde en düşük makroalg kütleleri  $473.85$  g/m<sup>2</sup> ile DSİ istasyonunda saptanmıştır. Bununla birlikte, sonbahar mevsimi ile toplam makroalg biyokütlesinde tekrar bir artış meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4).

**Şekil 4.** Yıllık toplam biyomasın (g/m<sup>2</sup> kuru ağırlık) istasyon ve mevsimlere göre dağılımı.

Örnekleme dönemlerine ait ortalama biyomas ve toplam tür sayısının mevsimsel dağılımı Şekil 5'te verilmiştir. Buna göre en yüksek ortalama biyomas değeri ( $935.32 \pm 16.11$  g/m<sup>2</sup>) kış mevsiminde, en düşük değer ise ( $588.19 \pm 85.35$  g/m<sup>2</sup>) yaz mevsiminden elde edilmiştir. Kış ile yaz dönemi verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Kış döneminde toplam 13

takson teşhis edilirken, ilkbaharda 19, yazın 22 ve sonbaharda 20 taksonun tespiti yapılmıştır.

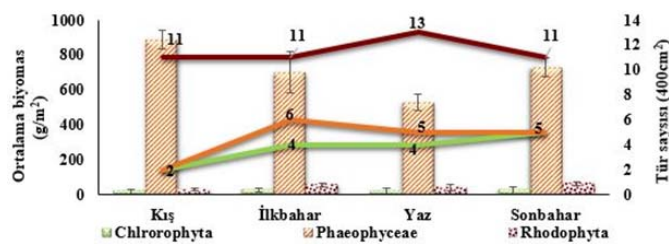
Kahverengi algler, tüm istasyonlarda yıl boyunca en fazla ortalama biyomasa sahip alg grubu olarak tespit edilmiştir. Yaz mevsiminde düşük miktarda seyreden kahverengi alg miktarının, sonbahar ile artışa geçtiği ve kışın en yüksek değerlere ulaştığı görülmüştür. Ortalama esmer alg miktarı bakımından kış mevsimi ile yaz mevsimi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). (Şekil 6).



Şekil 5. Örneklem dönemlerine ait ortalama biyomasa (g/m<sup>2</sup> kuru ağırlık) ve toplam tür sayısının mevsimsel değişimi (aritmetik ortalama±standart hata).

Kışın kırmızı algler için 27.76±7.80 g/m<sup>2</sup> ortalama biyomasa değeri; ilkbaharda 54.16±9.87 g/m<sup>2</sup>, yazın 41.46±14.75 g/m<sup>2</sup> ve sonbaharda 62.82±11.60 g/m<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Ortalama kırmızı alg miktarında meydana gelen mevsimsel değişimler istatistiksel olarak önemli değildir ( $p>0.05$ ).

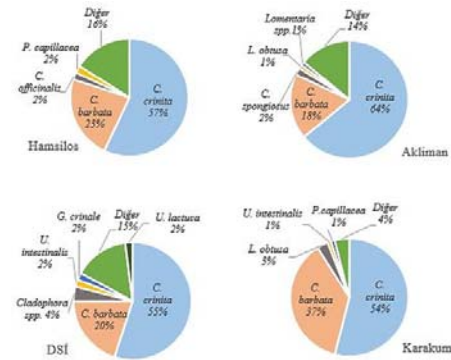
Yeşil algler tüm örneklem dönemlerinde en düşük ortalama biyomasa sahip şube olmuştur ve ilkbaharda 28.11±8.64 g/m<sup>2</sup> ile en yüksek ortalama biyomasa değeri elde edilmiştir. Yeşil alg biyomasında meydana gelen mevsimler arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ) (Şekil 6).



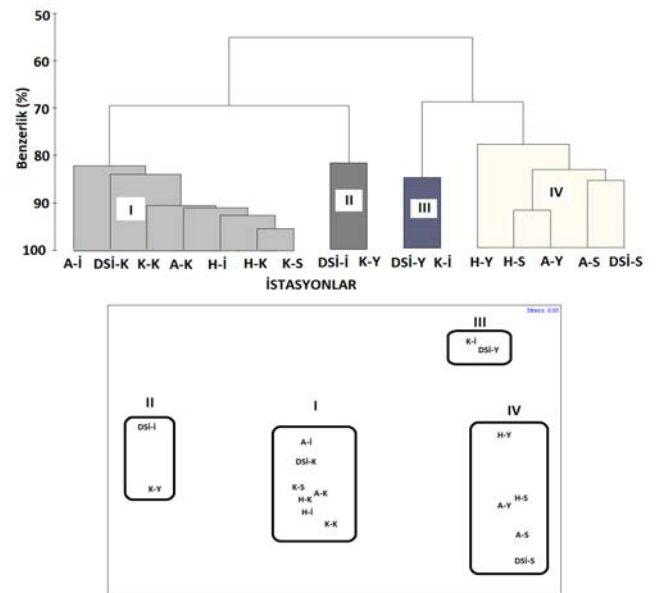
Şekil 6. Gruplara ait ortalama biyomasa (g/m<sup>2</sup> kuru ağırlık) ve tür sayılarının mevsimsel değişimi (Aritmetik ortalama±standart hata).

Örneklem dönemi boyunca teşhis edilen 30 taksonun her istasyon için baskınlık değerleri hesaplanmış ve %1'den yüksek değere sahip olanlar Şekil 7'de gösterilmiştir. Sinop kıyılarında *Cystoseira crinita* Duby ve *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C.Agardh, 1820 türlerinin Sinop kıyılarında baskın oldukları, ayrıca *C. crinita*'nın 4 istasyondaki en baskın makroalg olduğu tespit edilmiştir. *C. crinita* için dominansi değerleri Hamsilos istasyonunda %57, Akliman istasyonunda %64, DSİ istasyonunda %55 ve Karakum istasyonunda %54 olarak bulunmuştur (Şekil 7).

Bununla birlikte, bentik alg komünitelerinin mevsimsel dağılım modellerini belirlemek için yapılan Bray-Curtis Benzerlik analizine göre %75 benzerlik oranında 4 grup (I-II-III-IV) tanımlanmış ve bu topluluklar MDS analizi ile ayrılmıştır. Gruplar benzerlik oranları incelendiğinde I. grup: %82.12, II. grup: %81.57, III. grup: %84.66 ve IV. grup: %77.74 oranında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 8).



Şekil 7. Taksonlara ait yıllık biyomasa (g/m<sup>2</sup> kuru ağırlık) istasyonlardaki baskınlığı.



Şekil 2. Bray-Curtis Benzerlik İndeksinde göre Cluster ve MDS analiz sonuçları (A: Akliman; H: Hamsilos; K: Karakum; DSİ: DSİ ve I: ilkbahar; Y: yaz; S: sonbahar; K: kış).

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Makroalgler kıyı ekosistemlerinde azot ve fosforun biyojeokimyasal döngüsü içerisinde yer almakta ve besin kirliliği ve beraberinde görülen ötrofikasyona cevap veren en önemli canlı gruplarından birini oluşturmaktadır (Atkinson ve Smith, 1983). Denizlerin üst infrolittoral bölgesinde temiz, soğuk ve kısmen dalgalı sularda gelişen *Cystoseira* cinsi algler (Sukatar, 1992; Montesanto ve Panayotidis, 2000), DSİ hariç diğer tüm istasyonlarda yoğun olarak bulunmaktadır. DSİ istasyonunda yeşil algler en yüksek biyokütleyle elde

etmiş ve *Cladophora* spp. bu bölgede her mevsim tespit edilmiştir. Ayrıca *U. intestinalis*' in en yoğun olduğu DSİ istasyonu *Ulva lactuca* Linnaeus, 1753 türünün de tespit edildiği tek bölgedir. Özellikle Chlorophyta'nın temsilcilerinden *Chaetomorpha*, *Cladophora*, *Enteromorpha* ve *Ulva* cinslerinin ötrofik sularda hızla büyüdüğü

bildirilmektedir (Raffaelli vd., 1998). Ayrıca Sukatar, (1992) ve Schramm, (1999) *U. intestinalis* ve *U. lactuca* türlerinin evsel ve endüstriyel atıklar ile kirlenen sularda yayılımının arttığını belirtmişlerdir. DSİ istasyonunun *Ulva* cinsi algler açısından zengin oluşu bölgenin nispeten kirli olduğunu işaret etmektedir.

**Tablo 2.** Tespit edilen taksonların listesi ve mevsimsel ortalama biyomas değerleri (g/m<sup>2</sup> kuru ağırlık) (I: ilkbahar; Y: yaz; S: sonbahar; K: kış).

	Hamsilos				Aklıman				DSİ				Karakum				
	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S	
<b>Chlorophyta</b>																	
<b>Bryopsidaceae</b>																	
<i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C. Agardh	-	-	0.83	3.30	-	-	3.20	2.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cladophoraceae</b>																	
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützing	-	0.10	-	-	-	1.03	-	-	-	0.93	-	0.60	-	-	-	-	-
<i>Cladophora</i> spp.	-	0.58	1.83	-	5.63	1.35	1.73	-	63.32	8.58	8.51	54.04	-	7.93	-	1.70	
<b>Ulveaceae</b>																	
<i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus	-	7.48	0.30	-	-	17.10	1.28	-	-	27.81	37.34	-	-	38.88	2.78	-	
<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.09	30.91	-	-	-	-	
<i>Ulva rigida</i> C. Agardh	-	-	-	-	1.40	0.68	-	2.23	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Phaeophyceae</b>																	
<b>Cladostephaceae</b>																	
<i>Cladostephus spongiosus</i> (Hudson) C. Agardh	-	-	3.73	2.78	-	33.23	-	29.73	-	21.19	4.88	-	-	-	-	1.48	
<b>Sargassaceae</b>																	
<i>Cystoseira barbata</i> (Stackhouse) C. Agardh	400.2	455.30	-	-	352.35	287.55	-	-	310.88	312.21	-	-	405.59	-	384.38	391.13	
<i>Cystoseira cernita</i> Duby	514.70	508.18	502.32	609.05	535.88	466.75	609.70	703.68	435.23	194.73	400.59	690.95	605.08	429.05	200.33	474.73	
<b>Dictyotaceae</b>																	
<i>Dictyota implexa</i> (Desfontaines) J.V. Lamouroux	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.38	1.08	
<i>Padina pavonica</i> (Linnaeus) Thivy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.70	0.64	
<b>Scytosiphonaceae</b>																	
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbye) Link	-	15.60	-	-	-	0.96	-	-	-	2.61	-	-	-	19.38	-	-	
<b>Sphaelariaceae</b>																	
<i>Sphaelaria cirrosa</i> (Roth) C. Agardh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.65	-	-	-	18.13	-	-	
<b>Chordariaceae</b>																	
<i>Stilophora tenella</i> (Esper) PCSilva	-	-	-	-	-	31.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

**Tablo 2'nin devamı**

	Hamsilos				Aklıman				DSİ				Karakum				
	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S	
<b>Rhodophyta</b>																	
<b>Ceramiaceae</b>																	
<i>Ceramium circinatum</i> (Kützing) J. Agardh	-	-	-	-	-	6.00	5.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Ceramium deslongchampsii</i> Chauvin ex Duby	-	-	-	0.65	-	-	-	14.78	-	-	-	-	-	-	7.60	9.48	
<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightfoot) Roth	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.45	-	
<i>Ceramium tenerimum</i> (Martens) Okamura	-	-	-	-	-	12.06	-	11.45	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Ceramium</i> spp.	4.88	-	-	-	3.85	-	-	-	-	24.33	-	-	0.48	-	1.35	-	
<i>Ceramium virgatum</i> Roth	4.05	14.06	0.08	9.24	2.08	4.46	-	13.54	1.39	4.83	1.81	8.81	6.05	3.90	-	8.48	
<b>Corallinaceae</b>																	
<i>Corallina officinalis</i> Linnaeus	-	5.65	58.74	9.71	0.75	0.83	4.49	6.41	-	0.60	-	3.03	-	-	-	-	
<b>Gelidiaceae</b>																	
<i>Gelidium crinale</i> (Hare ex Turner) Gaillon	-	0.50	-	2.25	-	-	0.33	0.75	5.53	-	-	47.43	-	-	-	-	
<b>Rhodomelaceae</b>																	
<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V. Lamouroux	-	6.11	3.83	-	-	28.49	6.63	14.11	-	-	-	-	4.84	63.84	21.23	7.42	
<i>Laurencia obtusa</i> var. <i>gracilis</i> (C. Agardh) Zanardini	-	-	-	13.79	-	-	-	0.50	-	-	-	-	-	-	-	0.55	
<i>Laurencia pinnatifida</i> (Gmelin) Lamouroux	-	6.34	-	-	-	11.00	-	-	-	-	-	-	-	-	9.45	-	
<i>Verrebrata fucoides</i> (Hudson) Kuntze	-	-	0.70	1.13	0.16	7.86	-	3.03	1.96	7.59	0.63	16.62	3.74	3.43	1.33	2.68	
<i>Polysiphonia stricta</i> (Dillwyn) Greville	-	-	-	-	0.25	-	-	0.65	-	-	-	-	-	0.63	1.73	-	
<b>Lomentariaceae</b>																	
<i>Lomentaria clavellosa</i> (Lightfoot ex Turner) Gaillon	-	-	-	-	14.88	-	-	-	0.63	-	-	1.85	-	-	-	-	
<i>Lomentaria</i> spp.	-	-	-	-	14.63	-	23.85	-	-	-	-	-	-	-	0.60	-	
<b>Pterocladaceae</b>																	
<i>Pterocladia capillacea</i> (S.G. Gmelin) Santelices & Hommersand	0.35	4.14	10.48	42.26	-	-	1.33	-	11.59	-	-	-	28.93	-	-	0.68	

İstasyonun plaj olarak kullanılması, tatil sezonu süresince turistlerin bölgede konaklamaları, atık kanalizasyon sularının bölgeye yakın alanlardan denize karışması ve civarda tarım arazileri ile atıksu deşarjı yapan bir derenin bulunması bu kirliliğin nedenleri olarak sıralanabilir.

Yıllık makroalg kütesinin gruplara dağılımı incelendiğinde yıl boyunca yoğun şekilde bulunan kahverengi algler, özellikle büyük tallusa sahip *Cystoseira* grubu alglerin varlığından dolayı en yüksek biyokütle elde etmiş, bunu küçük iplikli yapıya sahip kırmızı algler ile az sayıdaki yeşil algler takip etmiştir. Biyokütle verileri açısından ortaya çıkan farkların öncelikle yapısal özelliklerden daha sonra biyokütle değerlerinin mevsimlere bağlı olarak değişmesinden, özellikle kış aylarında ışık şiddetindeki azalma, dalga hareketleri, sürüklenme gibi sebeplerden (Lüning, 1990; Gaylord vd., 1994) kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kış mevsimi bölge genelinde en yüksek biyomas değerinin tespit edildiği mevsim olarak belirlenmiştir. Esmer alglerin biyomas miktarında meydana gelen mevsimsel değişimler toplam biyomas miktarını da benzer şekilde etkilemiştir. Bu durumda biyomas miktarının sıcaklık ile ters orantılı olarak değiştiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada sıcaklık ile bu bağlantının oluşmasındaki temel neden ise Sinop kıyılarında yoğun olarak bulunan alglerin (*C. crinita* ve *C. barbata*) Kuşat vd., (2015)'nin belirttiği üzere soğuk sularda iyi gelişim göstermeleri olarak düşünülmektedir. Yeşil ve kırmızı alglere ait biyomas miktarındaki değişimler ise düzensiz bulunmuş ve minimum değerler esmer alglerin aksine kış mevsiminde saptanmıştır. Bu durumun nedenin ise ışık şiddeti ve su sıcaklığında azalmaya bağlı olarak alg vejetasyonunun mevsimsel değişimi olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada teşhisi yapılan alglerden *Pterocladia capillacea* (S.G.Gmelin) Santelices & Hommersand, 1997, *Laurencia obtusa* (Hudson) J.V.Lamouroux, 1813 ve *Ulva intestinalis* Linnaeus, 1753 türünün en az baskınlık değerine sahip türler olduğu görülmüştür. Ayrıca *C. crinita* ve *C. barbata* türünün biyomas değeri bakımından araştırma bölgesinde yüksek oranlara sahip olduğu ve özellikle *C. crinita*'nın araştırma alanından elde edilen en baskın tür olduğu tespit edilmiştir. *Cystoseira* türleri Karadeniz'deki ötrafikasyona karşı daha toleranslı türler olup bozulmamış ekolojik koşullarda topluluklar oluşturmaktadır (Berov vd., 2018). Bu durum genel olarak istasyonların temiz olduğunu göstermektedir. Karaçuha ve Ersoy Karaçuha, (2013)'nin Hamsilos (42°03'38"N, 35°02'39"E) ve Karakum (42°00'54"N, 35°11'30"E) istasyonlarında 0-0,5 m arasındaki kayalık substratlarında en baskın türün benzer şekilde *C. crinita* olmasına karşın *C. barbata* türüne hiç rastlanmadığını bildirmişlerdir. Fakat Kodalak (2008) bu çalışmada olduğu gibi Karakum istasyonunda *C. barbata* türünün de bulunduğunu rapor

etmiştir. Yine Karaçuha ve Ersoy Karaçuha, (2013) Akliman istasyonunda (42°03'03"N, 35°02'36"E) en baskın türün *C. barbata* olduğunu fakat burada da *C. crinita*'ya rastlanılmadığı bildirmişlerdir. Bu araştırmalar arasında ortaya çıkan farkın, istasyonların farklı koordinat ve derinliklere sahip alanlarından örnekleme yapılmış olmasından ileri geldiği düşünülmektedir.

Teşhis edilen alglere ait takson sayılarının kışın 13, ilkbaharda 19, yazın 22 ve sonbaharda 20 olduğu tespit edilmiştir. Toplam 30 taksondan 9'una her mevsim rastlanmıştır. Bunlar kırmızı alglerden *Ceramium virgatum* Roth, 1797, *C. officinalis*, *L. obtusa*, *V. fucoides*, *Polysiphonia stricta* (Mertens ex Dillwyn) Greville, 1824, *P. capillacea*, esmer alglerden *C. barbata*, *C. crinita* ve yeşil alglerden *Cladophora* spp.'dir. *Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link, 1833, *Sphacelaria cirrosa* (Roth) C.Agardh, 1824 ve *Stilophora tenella* (Esper) P.C.Silva, 1996 türlerine sadece ilkbaharda rastlanırken *Ceramium diaphanum* (Lightfoot) Roth, 1806 türüne sadece yaz mevsiminde rastlanmıştır. Bazı türlerin yaşam süresinin mevsimlik olduğu (Sukatar, 1992), ayrıca makroalglerin yaşamak ve büyümek için belirli oranlarda besin elementlerine gereksinim duymasının yanı sıra (Sterner & Hessen, 1994) spor salınımları için de her türün optimum bir sıcaklığa ihtiyaç duyduğu, bu nedenle büyüme hızının yüzey suyu sıcaklığına bağlı olarak değiştiği rapor edilmektedir (Kim, 1970). Bu bağlamda makroalg komüniteleri kompozisyonunda meydana gelen mevsimsel değişimler değişen ortam şartlarının doğal bir sonucudur. Nitekim, birçok çalışmada gösterildiği gibi, çok yıllık makroalgler, fotoperiyod ve sıcaklık gibi çevresel faktörler tarafından tetiklenen, belirgin bir büyüme ve dinlenme dönemine sahiptirler (Neto, 2000).

Sonuç olarak bu araştırma ile Karadeniz'in Sinop kıyılarında dağılım gösteren makroalg komünitelerinde zamansal ve mekânsal açıdan ortaya çıkan biyokütle farklılıkları ortaya konmaya çalışılmıştır. Buna göre *Cystoseira* grubu algler istasyonlarda her mevsim yoğun olarak tespit edilirken soğuk ve temiz sularda daha iyi geliştikleri bu çalışmada da ortaya çıkmıştır. Yeşil alg miktarının DSİ istasyonunda antropojenik baskının artışına paralel olarak diğer bölgelere oranla daha yüksek biyokütle değerlerini elde etmesi dikkat çekmektedir. Deniz kirliliği, ekolojik dengeyi tahrip ederek doğal kaynakların sürdürülebilirliği bakımından büyük tehdit oluşturma ve gıda zinciri yoluyla da bu kirlenmeden tüm canlı sistemler payına düşeni almaktadır. Kuşkusuz daha geniş bir alanda gerçekleştirilecek biyomas çalışmalarının artması ile hem makroalg komünitelerinin mevcut durumları hakkında bilgi edinilebilecek hem de bu canlıların izlenmeleri ile bahsi geçen olumsuzlukların önüne geçme imkânı sağlanmış olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Atkinson, M.J. & Smith, S.V. (1983).** C:N:P ratios of benthic marine plants. *Limnology and Oceanography*, **28**(3), 568-574.
- Bakır, N. (2015).** *Su çerçeve direktifine göre biyolojik kalite unsuru: Makrofit*. TC. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, 175 s.
- Bat, L., Akbulut, M., Sezgin, M. & Çulha, M. (2001).** Effect of sewage pollution the structure of the community of *Ulva lactuca*, *Enteromorpha linza* and rock macrofauna in Dışlıman of Sinop. *Turkish Journal of Biology*, **25**, 93-102.
- Boudouresque, C.F. (1970).** *Recherches sur bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles en Méditerranée occidentale (fraction algale)*. MSc Thèse. Université d'Aix- Marseille II.
- Bray, J.R. & Curtis, J.T. (1957).** An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, **27**, 325-349.
- Bressan, G. & Babbini-Benussi, L. (1995).** Inventario delle Corallinales del Mar Mediterraneo: Considerazioni tassonomiche. *Giornale Botanico Italiano*, **129**, 367-390.
- Burrows, E.M. (1991).** *Seaweeds of the British Isles. 2. Chlorophyta*. Natural History Museum, London, 238.
- Cirik, Ş. & Cirik, S. (2004).** *Su bitkileri (deniz bitkilerinin biyolojisi, ekolojisi yetiştirme teknikleri)*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları: 58, Ders Kitabı, Bornova-İzmir, 188 s.
- Dural, B., Aysel, V., Lök, A. & Güner, H. (1997).** Benthic Algal Flora of the Natural and Artificial Substrate of Hekim Island (Izmir, Turkey). *Arc. für Hydrobiol. Suppl.* 119, *Algological Studies* **85**, 31-48.
- Durmaz, Y., Duyar H.A., Gökpınar Ş., Öğretmen Y.Ö. & Bandarra N. (2008).** *Ulva* spp. (Sinop, Karadeniz) türünün yağ asitleri,  $\alpha$ -tokoferol ve toplam pigment miktarının araştırılması, *Journal of Fisheries Sciences.com*, **2**(3), 350-356.
- Filho, G.M.A., Karez, C.S., Andrade, L.R., Yoneshigue-Valentin, Y. & Pfeiffer, W.C. (1997).** Effects on growth and accumulation of zinc in six seaweed species. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **37**, 223-228.
- Gallardo, T., Gomez Garreta, A., Ribera, M.A., Cormaci, M., Furnari, G., Giaccone, G. & Boudouresque, Ch.F. (1993).** Check-list of Mediterranean Seaweeds. II. Chlorophyceae Wille s.l. *Botanica Marina*, **36**(5), 399 – 421
- Gaylord, B., Blanchette, C.A. & Denny, M.W. (1994).** Mechanical consequences of size in wave-swept algae. *Ecological Monographs*, **64**, 287-313.
- Gomez Garreta, A., Gallardo, T., Ribera, M.A., Cormaci, M., Furnari, G., Giaccone, G. & Boudouresque, Ch.F. (2001).** Check-list of Mediterranean Seaweeds. III. Rhodophyceae Rabenh. I. Ceramiales Oltm. *Botanica Marina*, **44**, 425-460
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2016).** *Algae Base*. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway. [http://www.algaebase.org/](http://www.algaebase.org;); (19.03.2016).
- Güner, H. & Aysel, V. (1978).** Ege ve Marmara Denizi'ndeki alg toplulukları üzerinde kalitatif ve kantitatif çalışmalar 2. Dictyopteris membranacea (Stackh.) Batt. topluluğu. *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi S.B.* **3**(1-4), 85-93.
- Hong, D.D., Hien, H.M. & Son, P.N. (2007).** Seaweeds from Vietnam used for functional food, medicine and biofertilizer. *Journal of Applied Phycology*, **19**, 817-826.
- 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. Doi: 10.4194/1303-2712-v13\_4\_18
- Karaçuha, A., Yıldız, G. & Ersoy Karaçuha, M. (2018).** Sinop yarımadası kıyıları (Güney Karadeniz, Türkiye) makroalg topluluklarının zamansal değişimi. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **3**(2), 23-38.
- Kim, D.H. (1970).** Economically important seaweeds in Chile. - I. Gracilaria. *Botanica Marina*, **13**, 140-162.
- Kodalak, N. (2008).** *Sinop kıyılarındaki "Cystoseira barbata" deniz yosunundan alginat üretimi üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye, 74s.
- Kuşat, M., Turna, İ.İ., Koca, H.U. & Yıldırım, U.G. (2015).** Antalya kayalık kıyıları makrobentik biyotasının mevsimsel değişimi. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, **11**(1), 28-36.
- Lüning, K. (1990).** *Seaweeds, Their Environment, Biogeography and Ecophysiology*, John Wiley & Sons Inc., USA, 531p.
- Montesanto, B. & Panayotidis, P. (2000).** The *Cystoseira* spp. communities from the Aegean Sea (north-east Mediterranean), *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **80**, 357-358.
- Neto, A.I. (2000).** Ecology and dynamics of two intertidal algal communities on the litoral of the island of Saõ Miguel (Azores). *Hydrobiologia*, **432**, 135-147.
- Official Journal of the European Union, (2008).** Directives Directive 2008/56/Ec of The European Parliament And of The Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of

- marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). *L* **164**, 19-40.
- Pankow, H. (1990).** *Ostsee-Algenflora*. Jena, Gustav Fischer Verlag, 648 p.
- Pielou, E.C. (1975).** *Ecological diversity*. Wiley-InterScience Publ., London.
- Raffaelli, D., Raven, J.A. & Poole, L.J. (1998).** Ecological impact of mass blooms of benthic algae', *Marine Biology and Oceanography. Ann. Rev.* **36**, 97-25.
- Ribera, M.A., Gomez Garreta, A., Gallardo, T., Cormaci, M., Furnari, G. & Giaccone, G. (1992).** Check-list of Mediterranean Seaweeds. I. Fucophyceae (Warming 1884). *Botanica Marina*, **36**, 109-130.
- Schramm, W. (1999).** Factors influencing seaweed responses to eutrophication: some results from EU-project EUMAC. *Journal of Applied Phycology*, **11**, 69-78.
- Shannon, C.E. & Weaver, V. (1949).** *A mathematical theory of communication*, Univ. Press. Illinois, Urbana.
- Silva, P.C., Basson, P.W. & Moe, R.L. (1996).** *Catalogue of the Benthic Marine Algae of the Indian Ocean*, California pres., 1259pp.
- Sturner, R.W. & Hessen, D.O. (1994).** Algal nutrient limitation and the nutrition of aquatic herbivores. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, **25**, 1-29. Doi: 10.1146/annurev.es.25.-110194.000245
- Sukatar, A. (1992).** *Güney Ege (Çeşme- Marmaris arası) kıyılarındaki ekonomik değeri olan alglerin ekolojisi*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye, 142s.
- Turna, İ.İ., Durucan, F. & Kuşat, M. (2012).** Çayağzı Deresi'nin (Antalya) ekonomik yeşil algleri konusunda bir ön çalışma. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, **8**(1), 57-62.
- Van den Hoek, C., Mann, D.G. & Jahns, H.M. (1997).** *Algae an introduction to phycology*, Cambridge University Press, 627p.
- Vardar, Y. (1987).** *Botanikte preparasyon tekniği*, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, No: 1, İzmir, 66s.
- Zampoukas, N., Palialexis, A., Duffek, A., Graveland, J., Giorgi, G. & Hagebro, C. (2014).** Technical guidance on monitoring for the Marine Strategy Framwwork Directive. EC JRC Scientific and Policy Reports, 1-166.
- Zeki, S. (2006).** *Gökova Özel Çevre Koruma Bölgesi güneyi üst infralittoral makroalgleri üzerine araştırmalar*. İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 61 s.
- Zhuang, S.H. & Zhang, M. (2001).** *Biodiversity investigation*. II. The biodiversity in intertidals of Yantai littoral regions. Shandong Map Publisher, Jinan.

**\*Corresponding author's:**

Gökhan YILDIZ

Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Sinop, Türkiye

✉E-mail: gyildiz@ogr.sinop.edu.tr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2123-0871>