

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

(Yüksek Lisans Tezi)

**SİNOP KIYILARINDA YAYILIŞ GÖSTEREN ZOSTERA  
MARINA TAKSONUNUN HARİTALANMASI İLE  
FENOLOJİSİNDE MEVSİMSEL VE YERSEL DEĞİŞİMLER**

Gamze ATALAY

Biyoloji Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 10.0600.0000.014

Sunuş Tarihi:

2005-055 FEN

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Berrin DURAL

Bornova- İzmir

Sayın Gamze ATALAY tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “**Sinop Kıyılarında Yayılış Gösteren Zostera marina L. Taksonunun Haritalanması ile Fenolojisinde Mevsimsel ve Yersel Değişimler**” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 01.12.2006 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği ile başarılı bulunmuştur.

**Jüri Üyeleri:**

**İmza**

**Doç. Dr. Berrin DURAL**

**Prof. Dr. Hüseyin GÜNER**

**Prof. Dr. Veysel AYSEL**

**ÖZET****SİNOP KIYILARINDA YAYILIŞ GÖSTEREN ZOSTERA  
MARINA TAKSONUNUN HARİTALANMASI İLE  
FENOLOJİSİNDE MEVSİMSEL VE YERSEL DEĞİŞİMLER**

ATALAY, Gamze

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Bölümü

Tez Yöneticisi: Doç.Dr. Berrin DURAL

Eylül 2006, 76 sayfa

Bu tezde, 2005-2006 yılları arasında Sinop kıyılarında seçilen bazı istasyonlardaki *Zostera marina* türünün dağılımı, alt sınırları ve haritalanması ile fenolojik özelliklerinin derinliğe bağlı mevsimsel değişimi çalışılmıştır. Çalışma alanları GPS ile belirlenmiş, bitki örnekleri scuba dalış yöntemi ile toplanmıştır. İstasyonlarda su sıcaklığı, ışık yoğunluğu, çözülmüş oksijen, pH, tuzluluk, nitrit, nitrat, amonyum azotu, ortofosfat ve silikat derişimleri 2005 Eylül’de ölçülmüştür. Bitkilerin vejetatif ve üreme yapıları laboratuarda ve sualtında fotoğraflanmıştır. Sinop kıyıları için *Zostera marina*’nın fenoloji ve biyokütlesine ait bulgular, üç ayrı istasyonda (Sinop Liman, Hamsaros, Akliman) 3 m ve 9 m derinliklerde mevsimsel olarak araştırılmıştır. Bitkilerin alt sınırları en çok 10 m derinliğe kadar ölçülmüş ve derinliğe bağlı olarak yoğunluk değişiminde ise ilk 5 m derinliğe kadar artış, buradan itibaren 9 m derinliğe doğru düşüş olduğu tespit edilmiştir.

Bitkilere ait mevsimsel parametreler Şubat, Mayıs, Ağustos ve Kasım aylarında alınmıştır. *Z. marina*’da bitki sayısı ve yaprak sayısı, tüm mevsimler için 3 m derinlikte 9 m derinliğe göre yüksek

bulunmuştur. 3 m derinlikte en yüksek mevsimsel ortalama Sinop Limanı, onu Akliman ve az bir farkla Hamsaros izlemektedir. 9 m derinlik için mevsimsel ortalama yine Sinop Limanı'nda yüksek bulunurken, onu Hamsaros ve Akliman izlemektedir. Yaprak uzunlukları, mevsimsel ortalama da 9 m de 3 m ye göre daha yüksek bulunmuştur. İstasyonlar arasında da 3 m ve 9 m derinlikler için Akliman ve Sinop Limanı'nda değerler değişim göstermektedir. Yaprak alan indekslerinde, 9 m derinlikler 3 m ye göre daha düşük değerlerdedir. İstasyonlara göre her iki derinlik ortalaması dikkate alındığında en yüksek yine Sinop Limanı, bunu Akliman ve sonra Hamsaros takip etmektedir. Biyokütle 3 m derinlikler için istasyonlara göre karşılaştırılmış, Yaprak biyokütlesinde önemli bir fark görülmezken, rizom biyokütlesi yine en yüksek Sinop Limanı'nda bulunmuştur. Mevsimsel olarak değerlendirildiğinde yaprak ve rizom biyokütlesi yaz aylarından itibaren kasıma kadar yüksek değerlerde bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Zostera marina*, Sinop kıyıları, fenoloji, haritalama, alt sınır, derinlik, mevsimsel değişim

## **The Distribution, Fenology and Algal Flora of Seagrasses along Western Black Sea Coast (Turkey) and the Flowering and Mapping of Zosteraceae in Sinop Coast**

### **ABSTRACT**

In this thesis, the distribution, minimum limits, mapping and “phenologic” characteristics of *Zostera marina* species were studied according to depth with seasonal changes. The study was performed in some stations near Sinop coast between 2005-2006. The working areas were determined with GPS and the plant samples were collected with scuba diving. Temperature of water, intensity of light, pH, salinity, concentration of nitrite, nitrate, ammonium nitrogen, orthophosphate and silicate were determined in September 2005. Vegetative and reproduction structure of plants were photographed in the laboratory and under water. “Phenology” and biomass findings of *Zostera marina* for Sinop coast were investigated seasonally in three different stations (Sinop Port, Hamsaros, Akliman) at 3 m and 9 m. The minimum limits of plants were measured maximum at 10 m. Changes in intensity according to depth was increased until initial 5 m then, from this point decreased until 9 m.

The seasonal parameters of plants were taken in February, May, August and November. The number of plants and leaves of *Z. Marina* were greater at 3 m depth than 9 m depth. Maximum seasonal average at 3 m depth was observed in Sinop Port, then Akliman and Hamsaros. Seasonal average at 9 m depth was found, again, in Sinop Port, then Hamsaros and Akliman. The length of leaves were greater at 9 m depth than 3 m depth in seasonal average. Among the stations, the values in Akliman and Sinop Port were changing at 3 m and 9 m depth. The leaf index were less in 9 m depth. If the average depth of stations are taken into account, maximum value is in Sinop Port, then Akliman and Hamsaros. Biomass was compared at 3 m depth in each station. While the biomass of leaves were not changing, biomass of rizome was maximum in Sinop Port. The values of leaf and rhizome biomass are very high until November if it is evaluated seasonally.



## TEŐEKKÜR

Bu alıŐma Ege Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından 2005 FEN 55 numaralı proje ile maddi olarak desteklenmiŐtir. Bu nedenle adı geçen kuruma, ayrıca çalıŐmalarım süresince olanaklarından yararlandığım Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Dekanlığı'na ve Biyoloji Bölümü Botanik Anabilim Dalı Başkanlığı'na teŐekkür ederim.

ÇalıŐmalarımı yönlendiren ve deniz çayırları konusundaki bilgi ve deneyimlerini paylaşan sayın hocam Doç. Dr. Berrin DURAL'a teŐekkür ederim.

Ayrıca, bana manevi desteğini esirgemeyen aileme, özellikle dönem arkadaşım Ekrem KANDEMİR'e, Pınar Özden ZIYLAN'a ve Emine YÜRÜR'e de teŐekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>1.GİRİŞ VE LİTERATÜR ÖZETİ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. KARADENİZ HAKKINDA BİLGİLER.....</b>	<b>6</b>
2.1. Karadeniz'in Hidrolojisi.....	6
2.2. Karadeniz'in Su Kalitesi Üzerine Yapılan Diğer Bazı Çalışmalar	12
<b>3. MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>23</b>
3.1.Saha Çalışmaları.....	23
3.1.1. Suyun Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin Tespiti .....	23
3.1.2. Biyolojik Materyallerin Tespiti ve Toplanması .....	26
3.2. Laboratuar Çalışmaları ve Değerlendirme .....	28
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>30</b>
4.1. Sinop Kıyılarının Genel Özellikleri .....	30
4.2. Sinop Kıyılarında İncelenen İstasyonlar ve Genel Özellikleri....	32
4.2.1. <u>Ayancık (Ustaburnu=İstifan)</u> .....	32
4.2.2. <u>Hamsaros</u> .....	34
4.2.3. <u>Aklıman</u> .....	34
4.2.4. <u>Sinop Limanı</u> .....	36
4.2.5. <u>Gerze</u> .....	36

**İÇİNDEKİLER (devam)****Sayfa**

4.3. İstasyonlara ait Suyun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri .....	38
4.3.1. Işık Yoğunluğu .....	38
4.3.2. Çözünmüş Oksijen, <u>Sıcaklık</u> , <u>Tuzluluk</u> , <u>pH</u> , Amonyum, Nitrit, Nitrat, Fosfat ve Silikat .....	39
4.4. Bitkilerin Alt Sınırları ve GPS Ölçümünde Kullanılan Koordinat Sistemleri ile Haritalanmaları.....	40
4.4.1. Ayancık (=Ustaburnu=İstifan).....	41
4.4.2. Hamsaros .....	42
4.4.3. Akliman .....	42
4.4.4. <u>Sinop Limanı</u> .....	43
4.4.5. <u>Gerze</u> .....	44
4.5. <i>Zostera marina</i> Taksonunun Sistematiği ve Sinop Kıyı Şeridindeki Vegetasyon Yapısı .....	51
4.6. Sinop Kıyılarında <i>Zostera marina</i> Taksonunun Fenoloji ve Biyokütlesinde Yersel ve Mevsimsel Değişimler .....	60
5. Sonuç ve Öneriler .....	70
6. Kaynaklar Dizini.....	72
7. Özgeçmiş .....	76

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

2.1. Karadeniz kıyı ve merkezi akıntıları (Güner ve Aysel 1996). .....	9
3.1 . Suyun primer parametrelerinin ölçümünde kullanılan tuzluluk ölçer .....	24
3.2. LI-1400 Data Logger'ın ve LI-190 SA (terrestrial) quantum sensörünün ve uzun su altı kablosu ile LI-193 SA'nın ölçüme hazırlanması .....	24
3.3. LI-193 SA (sferik) quantum su altı sensörünün ölçme halindeki durumu .....	25
3.4. Bitkilerin ve epifitik alglerin biyomas tayinlerinde kullanılan hassas terazi .....	25
3.5. Araştırmanın yapıldığı tekne.....	26
3.6. Laboratuarda bitkilerle ilgili biyometrik çalışmalar .....	29
4.1. Ayancık (Ustaburnu=İstifan) balıkçı barınağı .....	33
4.2. Hamsaros doğal koyu.....	33
4.3. Akliman doğal koyu.....	35
4.4. Sinop Limanı.....	35
4.5. Gerze balıkçı barınağı .....	38
4.6. Sinop kıyılarında tespit edilen araştırma istasyonları .....	41
4.7. Ayancık(Ustaburnu=İstifan) Balıkçı Barınağı.....	42

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)****Sayfa**

4.8. Ayancık (Ustaburnu=İstifan) balıkçı barınağı barınağı sualtı vegetasyonu .....	42
4.9. Akliman balıkçı barınağı .....	43
4.10. Akliman balıkçı barınağı sualtı vegetasyonu.....	43
4.11. Sinop Limanı'nın vegetasyon yapısı.....	43
4.12. Sinop Limanı vegetasyon haritası.....	44
4.13. Gerze balıkçı barınağı .....	45
4.14. Gerze balıkçı barınağının vegetasyon haritası .....	45
4.15. Hamsaros ve Akliman doğal Balıkçı Barınağı .....	48
4.16. Hamsaros doğal koyunda Zosteraceae türlerinin dağılımı .....	49
4.17. Sinop Akliman balıkçı barınağında 1-14 no'lu koordinatlardaki Zosteraceae türlerinin alt sınırları ve dağılımları .....	50
4.18. Zosteraceae türlerinin derinliğe bağlı yoğunluk değişimi .....	51
4.19. <i>Z. marina</i> vejetasyonu (foto: DURAL, 2005).....	55
4.20. <i>Z. marina</i> 'da üreme sürgünleri (Sinop kıyıları).....	56
4.21. <i>Z. marina</i> 'da spata üzerinde oluşan çiçekler .....	57
4.22. <i>Z. marina</i> 'da spata üzerinde olgunlaşmış mevyalar .....	58

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

### Sayfa

4.23. Deniz çayırlarının işgal etmediği alanlarda <i>Ceramium</i> sp. ve <i>Cladophora</i> sp. ....	59
4.24. <i>Zostera marina</i> topluluğunun 3 m derinliklerdeki bitki sayısı...	61
4.25. <i>Zostera marina</i> topluluğunun 9 m derinliklerdeki bitki sayısı...	62
4.26. <i>Zostera marina</i> topluluğunun 3 m derinliklerdeki yaprak sayısı	63
4.27. <i>Zostera marina</i> topluluğunun 9 m derinliklerdeki yaprak sayısı	63
4.28. <i>Zostera marina</i> topluluğunun 3 m derinliklerdeki yaprak uzunluğu .....	64
4.29. <i>Zostera marina</i> topluluğunun 9 m derinliklerdeki yaprak uzunluğu .....	64
4.30. <i>Zostera marina</i> topluluğunun 3 m derinliklerdeki yaprak alan indeksi.....	65
4.31. <i>Zostera marina</i> topluluğunun 9 m derinliklerdeki yaprak alan indeksi.....	66
4.32. <i>Zostera marina</i> topluluğunun 3 m derinliklerdeki yaprak biyokütlesi.....	67
4.33. <i>Zostera marina</i> topluluğunun 3 m derinliklerdeki rizom biyokütlesi. .....	67

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

4.1. Sinop'ta Aylara Göre Deniz Suyu Sıcaklığı (° C) .....	31
4.2. Sinop kıyılarındaki istasyonlarda 2005 Eylül dönemine ait ölçülen ışık parametreleri .....	39
4.3. Sinop kıyılarındaki istasyonlarda 2005 Eylül dönemine ait ölçülen suyun fiziksel ve kimyasal parametreleri .....	40
4.4. Akliman doğal koyundaki koordinatlarda tespit edilen bitkilerin alt sınırları .....	47

## 1. GİRİŞ VE LİTERATÜR ÖZETİ

Deniz çiçekli bitkileri veya global bir ifadeyle deniz çayırları, gerek okyanus, gerekse kapalı veya yarı kapalı denizlerdeki kıyısal ekosistem üretimine sağladığı katkıları nedeniyle, son 40 yılı aşkın bir süredir iyi bilinen ve tanınan bir konu haline gelmiştir. Kıyıların sahil yakınlarında kapladıkları çevrelerde deniz kaplumbağaları, su kuşları, çeşitli balık türleri, mollusk türleri ile daha pek çok canlı türüne besin ortamı sağlamaktadırlar.

Deniz çiçekli bitkileri, fiziksel yapıları ve birincil üretimleri ile kompleks besin ağına önemli destek sağlamakta, hatta besin zincirinin önemli temel bileşenini oluşturmaktadır. Bu bitkiler, besinleri ve kontaminantları süzer, sedimenti sabitler ve dalga hareketlerini düzenler. Deniz çiçekli bitkileri, dünyanın diğer üretken kıyısal habitatlarından olan mangrov ve koral resifleri arasında kategorize olduğunda, tüm dünya denizlerinin kıyılarında yerleşim gösterdiklerinden ve en üstün konuma yerleşmektedirler. Buradaki habitatların yıkımı ve tür çeşitliliğindeki kayıp, güçlü şekilde deniz çayırlarının azalması ile bağlantılıdır.

Prof. Phillips deniz çayırlarını, deniz çevresi ile kara arasında tampon görevi yapan yarı geçirgen (seçici geçirgen) bir filtre olarak tanımlamış, aynı zamanda bütünleşmiş kıyı zonlarının yönetiminde ulusal değil, uluslararası bir yaklaşıma gereksinim olduğunu vurgularken, bu araştırmalarla ilgili komitelerde politikacılar, iş adamları, devlet yönetimindeki kişilerle birlikte deniz çayırı yönetimi ile ilgili ekosistem yaklaşım modellerinin geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Short ve diğerleri, 2003).

Akdeniz ülkeleri, Zosteraceae familyasının Akdeniz temsilcilerini, nadir yayılış göstermeleri nedeniyle nesli tehlike altında olan bitkiler

grubuna almışlardır. Ancak, Karadeniz'deki yayılımı, Ege ve Akdeniz'e oranla çok daha fazladır hatta diğer familyalara göre bile daha baskındır. Ancak özel alanlarda, hidrolojik koşullar nedeniyle deniz suyu özelliğinin biraz dışına çıkan yerlerde, yerini diğer türlere bırakmaktadır. Yine de Zosteraceae üyelerine bakıldığında, Karadeniz'in tüm açık ve özel kıyıları itibariyle en baskın bitki grubu olarak gösterilebilirler. Tüm bunlara karşın, çiçekli deniz bitkileriyle ilgili çalışmalarda her bir taksonun bulunduğu habitattaki ekolojik rolü, tek tek araştırılmaya değerdir. Bu amaçla çalışmada, *Zostera marina* tek ele alınarak, kendi özellikleri itibariyle bağlı olduğu alandaki biyolojik aktivitesi incelenmiştir. Her birinin ekosisteme besin zincirinde dolaylı yararı olduğu söylene de, bazı türlerin direkt faydaları olduğu çok iyi bilinmektedir. Zosteraceae, insanlar kadar bazı su kuşlarının gıdasını oluşturmayı sürdürmektedir (Mather ve diğerl. 1998).

Yayılımı kuzey yarı küre olan bu familya üyeleri, Türkiye'de de eskiden Karadeniz'in özellikle balıkçı aileleri tarafından "ivirya" olarak tanınmakta, yaprakları kurutulup yatak ve yastık doldurmada yararlanılmıştır. Bu bitkiler şimdilerde Karadeniz için olmasa da, Akdeniz'de nesli tükenme tehlikesi altında olan türler listesinde yer almaktadır.

Diğer çiçekli bitki türleri ise daha çok, dolaylı yoldan besin zincirine katkı sağlamaktadır. Ancak bu katkı, besin zincirine olan direkt katkıdan çok daha önemlidir. Zosteraceae üyelerinde olduğu gibi bunlar da, yüzücü su kuşlarının direkt besinini veya beslenme ortamını sağlamaktadırlar.

Bitkilerin fenolojik yapılarının belirlenmesinde temel botanik bilgilerinin önemi tartışılmaz ve bu bilgiler üzerine oturtulan ekolojik verilerle yapılan yorumlar bu ekosistemi daha iyi anlamamıza büyük katkı sağlar. Bunları yaparken, deniz çiçekli bitkileri konusunda çok eski

olduğu kadar yeni çalışma metotları ve ilgili kaynaklar sürekli takip edilmektedir. Hatta Karadeniz’de yayılım göstermese de, Akdeniz endemiği *Posidonia oceanica* zerine dahi yapılan temel alışmalar Karadeniz türleri için de zaman zaman değerlendirilmektedir. *P. oceanica*, diğer türlerle yapısal bir uygunluk taşımasa da *Z. marina* ve *Zosterella noltii* için bazı karakteristik özellikleri yansıtmaktadır. Her şeyden önemlisi, yaprakların üretken sürgünden çıkışı ve yaprak şekli az çok benzerdir. Bu alışma teknikleri diğer türlere uygulanamamakta, üretim tespitinde sadece yoğunluk, bitki boyu ve biyomas değerlerinden faydalanılmaktadır. Ancak tüm deniz çayırları için genel çalışma metodları, son yıllardaki birkaç çalışmada kapsamlı olarak verilmiştir (Phillips ve McRoy; Short ve diğerl. 2003).

Deniz ayırları ile ilgili monograf niteliğindeki eski iki kitap, pek çok deniz ayıru araştırıcıları için vazgeçilmez kaynaktır (Den Hartog 1970; Phillips ve Menez 1988), diğer bir çalışmada da belli grupların sistematiği ele alınmaktadır (Les ve diğerl. (2002). Bununla birlikte dünyanın deniz ayırlarına ait biyolojik bilgilerin derlendiği çalışma ise Larkum ve diğerl. (1989) tarafından yapılmıştır. Procaccini ve diğerl. (2003), Akdeniz havzasında içinde *Zostera* türlerinin de bulunduğu tüm deniz ayıru türlerinin durumunu özetlemişlerdir. Aynı türde tohumlarla ilgili bir çalışmada, düşük gel-git zonları ve sediment tiplerinde çimlenme denemeleri yapılmıştır (Katwijk ve Wijergangs 2004). Araştırıcılar diğer çalışmalarında da *Z. marina* taksonunun Hollanda’da Wadden Denizi’nde yeniden yerleşimi ve düzenlenmesi ile transplantasyon denemelerini yaparken, bazı önerilerde de bulunmuşlardır (Katwijk 2003; Katwijk ve Hermus 2000). Benzer bir alışma, Davis ve Short (1997), tarafından gerçekleştirilmiş, araştırıcılar *Z. marina* topluluğunda yeni transplantasyon tekniklerini açıklamışlardır. Plus ve diğerl., (2003), tarafından Fransa’nın Thau lagününde *Z.*

*marina*'da anoksik koşullar altında tam ölüm sonrasında yeniden kolonizasyon ve yenilenme araştırılmıştır. Peralta ve diğerl. (2000), İberik Yarımadası'nda *Zosterella noltii* taksonunun iki morfortipinde morfolojik ve fizyolojik farklılıkları araştırmışlardır. Afrika'da sıcak bir haliçte yapılan çalışmada *Z. capensis* türünün populasyon dinamiği araştırılmıştır (Talbot ve Bate, 1987). Bir çalışmada da, *Z. marina* bitkilerinde mevsimsel ve yersel değişimler incelenmiş, bu değişimler hava fotoğrafları ile belirlenmiştir (Frederiksen ve diğerl., 2004). Hayashida (2000), Iwachi Körfezi'ndeki *Z. marina* yataklarının vertikal ve mevsimsel dağılımlarını araştırmıştır.

Obando ve Boudouresque (1994), *Z. marina* bitkisinde net ürün ve verimlilik hesaplamalarında "Zieman yaprak markalama ve hesaplama tekniği"ne yeni gelişmeleri yerleştirmişlerdir. Jensen (1975), *Z. marina* taksonunda verimliliğin bahar ve yaz dönemlerinde yüksek olduğunu tespit etmiş ancak, yaprak ve çiçek turyonlarında 4/1 azalma görülürken, rizomda iki katına varan biyokütle bulmuştur. Fenoloji ve büyüme üzerine bir çalışmada, *Z. marina* bitkilerinin üreme ve vegetatif sürgünlerindeki değişimler araştırılmıştır (Gallegos ve diğerl. 2000). Laugier ve diğerl. (1999), Akdeniz'de *Z. marina* ve *Z. noltii* karışık populasyonunun mevsimsel dinamiğini araştırmışlardır. Mevsimsel dinamiğin çiçekli sürgünlerde araştırıldığı diğer bir çalışma ise *Z. caulescens* bitkisinde yapılmıştır (Nakaoka ve diğerl. 2003).

İngiltere lagünlerinde yapılan bir çalışmada, üç lagünde gelişen *Z. marina* bitkilerinin yapraklarında ölçülen azot değerlerinden yola çıkarak, nutrient pollusyonu, hatta kademelenmesi belirlenmeye çalışılmıştır (Lee ve diğerl. 2004). Nixon ve Oviatt (1972) tarafından yapılan bir çalışmada, *Z. marina* bitkisinde metabolik faaliyetleri belirlemek için oksijen değerlerinden yararlanılmıştır. Vermaat ve diğerl.

(2000), iki farklı tuzlulukta iki *Zosterella noltii* populasyonunun fotoperyota verdiği ters tepkileri araştırmışlardır.

Bu çalışmada, ana konuları, *Zostera marina* taksonunun Sinop kıyılarındaki yoğunluğu, ekolojisi, alt limitlere bağlı olarak dağılım haritaları, üretkenlik ve verimliliği ile yersel ve mevsimsel değişimi, bunu etkileyen faktörler belirlenip tartışılmaya çalışılmıştır. Bu konular ana başlıklar altında toplanmış ve veriler bulgular bölümünde gösterilirken, ilgili kaynaklarca da tartışılıp, değerlendirilerek sonuca gidilmiştir.

## 2. KARADENİZ HAKKINDA BİLGİLER

### 2.1. Karadeniz'in Hidrolojisi

Karadeniz, 6 ülke tarafından çevrelenmiş neredeyse kapalı bir denizdir. Batısında Bulgaristan ve Romanya, kuzeyinde Ukrayna ve Rusya Federasyonu, güneyinde Gürcistan ve Türkiye bulunmaktadır. Karadeniz güneyden Marmara ve Ege denizi bağlantısıyla Akdeniz, kuzeyden Azak denizi ile ilişki halindedir. Küçük ve sığ olan Azak denizi Rusya ve Ukrayna arasındadır. Genelde bu bölümün Karadeniz'in esas parçası olduğu düşünülmüş ve birçok çalışma bu bölgede yapılmıştır. Fakat yeni yapılan çalışmalarda Karadeniz'in tamamı dikkate alınmaya başlanmıştır. Akdeniz'e girişi Türk boğazlarıyla sınırlanmaktadır. Marmara denizine İstanbul Boğazı, Ege denizine Çanakkale Boğazı ile giriş yapar. Sığ resif bölgeleri, tüm denizi %20'sini oluşturur ve kuzey batıda kalan bu kıyılar Ukrayna, Romanya ve Bulgaristan tarafından çevrilmiştir.

Karadeniz her yıl büyük miktarda tatlı su ile nehir kaynakları tarafından beslenmektedir. Bunlardan en önemlileri ve büyükleri kuzey batıda olup Karadeniz'e %70 oranında su sağlamaktadır. Bunlar, Tuna; Dniester ve Dnieper nehirleridir. Suyun tuzluluğu diğer denizlerden düşük olduğundan, kendine gelen suyun büyük kısmını (yağmur ve nehirlerden) evaporasyon ile kaybetmektedir. ‰ 18 bir tuzlulukla Karadeniz'den Ege'ye 610 km<sup>3</sup>/yıl'lık bir yüzey akışı bulunmaktadır. Bu su kaybını kompanse etmek için Akdeniz'den (313 km<sup>3</sup>/yıl, ‰22 tuzluluk) Karadeniz'e bir dip

akıntısı bulunmaktadır. Bu tuzlu suyun dip akıntısının sürmesi orta ve dip sularının yoğunluğunu arttırarak Karadeniz'in sabit değerlerde kalmasını sağlar.

Rüzgarın, güneşin ve dalga enerjisinin ışıkça zengin taze suyun dip sulara tamamen karışması için yetersiz olduğu denizde, Akdeniz'in dip sularının düşük bir hızla buraya takviyesi ve çok tatlı suların girişi sistemin hidrografik çevresini stabil tutmaya yardımcı olmaktadır. Bu birleşme su kolonundaki organik madde çürümesi için yüksek oksijen gerektirmektedir.

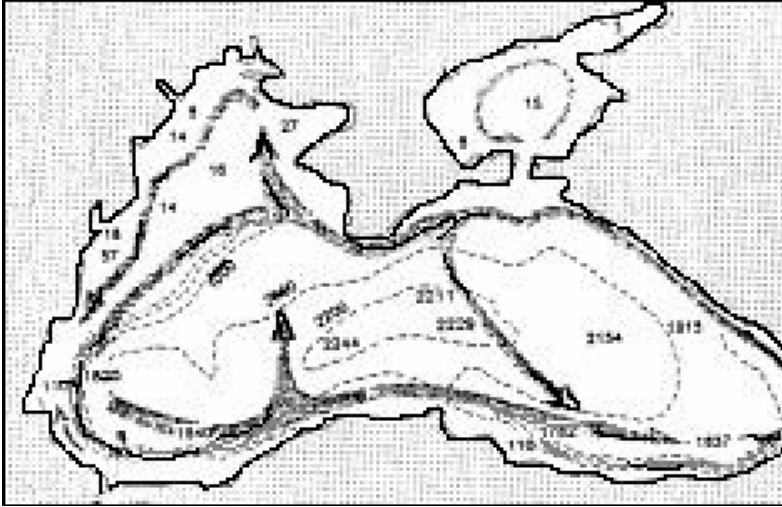
Karadeniz'in kuzey batısında bulunan Tuna nehri(tatlı su akıntısı 250km<sup>3</sup>/yıl)'nin resif bölgesine hidrografik, kimyasal ve biyolojik açıdan büyük etkileri vardır. Bulgaristan ve Romanya'nın güneyinden akan tatlı su, suyun temizlenmesinde ve farklılıklar oluşturmasında önemlidir. Front denen ve kıyı suyundan ayrılan tuzluluk bariyeri statik değildir. Karadeniz'in güçlü girdapları ve anafoları bulunmaktadır. Bunlar kıyı sularından açık denize doğru onlarca mil boyunca ani değişimlere yol açmakta ve yapıyı değiştirmektedirler. Tuna kaynağından, Karadeniz'e dökülene kadar gelişmiş endüstriye sahip bölgelerden ve yoğun yerleşim birimleri olan 12 ülkeden geçmektedir. Bu bölgelerdeki tarımsal ve endüstriyel atıklar nehre boşalır. Nehir Karadeniz'e ulaştığı zaman doğal(organik madde, besleyiciler ve Metaller) ve sentetik(organo-klor, pestisit) kaynaklar bakımından zengindir. Karadeniz'e dökülen tüm nehirlerin ortama benzer etkileri bulunmaktadır. Bu nehirler su kalitesini ve deniz yaşamını etkilemektedirler.

Karadeniz aynı zamanda göl özellikleri gösteren bir iç denizdir. Bölge olarak bol yağış alır. İrili, ufaklı çok sayıda akarsu Karadeniz'e dökülmektedir. Deniz, rüzgara bağlı yalancı sahiller(su seviyesinin alçalıp yükselmesi) oluşturur. Rüzgar yönünde kıyıdaکی sular itiş kuvvetiyle 30-50 cm arasında alçalırken, karşı sahilde aynı miktarda yükselme gösterir. Karadeniz, göllerde görülen termik katmanlara sahiptir.

Karadeniz'in yüzey suları, kuzey sahillerinden itibaren ısınmaya başlar. Nisan ayında itibaren Romanya şelfleri(bunlar çok geniş sığlık alanları) ile Karadeniz'e Kerç boğazıyla bağlı bir içi deniz olan Azak Denizi (bu denizin en derin yeri 12m'dir) çabuk ısınır. Kuzey yarı kürede akıntılar saat yelkovanı yönündedir. Karadeniz'de üç büyük akıntı mevcuttur. Bunlar; Batı Karadeniz, Romanya, Bulgaristan ve İstanbul Boğazını etkisine alan Batı Karadeniz akıntı hattı, Kerç boğazı ile İnce Burun, Bafra Burnu ile Kerempe Burnu arasında kalan Orta Karadeniz akıntı hattı ile Kafkasya sahilleriyle Doğu Karadeniz sahillerimizi etkisi altına alan Doğu Karadeniz akıntı hatlarıdır. Karadeniz sığ bir şekilde İstanbul boğazına bağlıdır. Karadeniz'in en derin yeri 2400 metredir ve Türkiye karasuları diğer ülkelere göre daha derindir.

Yüzey akıntıları, nehirlerden ve Azak Denizi'nden gelen su miktarıyla ilişkilidir. Akıntıların yönü bazı rüzgarların etkisi ve kıyı yapısı ile bağlantılıdır. İlkbaharda Avrupa'nın yüksek dağlarından eriyen karlarla taşan nehirlerin getirdiği suyun yönü bazen rüzgarların etkisiyle dahi değişim göstermez. Bu

değişim sonbaharda bariz olarak görülür. Ekim ve Kasım aylarında kuzey-güney akıntısının yönü değişir. Bu değişime bağlı olarak İstanbul Boğazı'nın ön kısmından Bulgaristan'a doğru palamut (*Sadra sadra*) göçü başlar. Ara akıntılar, Rumeli (kuzey-güney akıntısı), Anadolu, Kafkasya ve Kırım akıntıları olmak üzere 4 dairesel akıntıdır. Yüzey akıntılarının hızı, dairenin kenarına doğru 25-50 cm / sn'nin üzerinde iken, merkezde 10 cm/sn'nin altındadır. 1600 metreye kadar derin sularda, akıntının şekli 100m derinliktekine benzerdir(Güner ve Aysel 1996). Ancak kıyısız bölgede veya dibe yakın yerlerde kıyı şekli ve ip yapısının etkisiyle değişimler görülür (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Karadeniz kıyı ve merkezi akıntıları (Güner ve Aysel 1996).

Karadeniz'in merkezi kısmında yüzey suyu tuzluluğu ortalama ‰ 18-18.5 arasındadır. Bu değerler, dairesel akıntıların uçlarında en az ‰ 17.5'dir. Tuzluluk nehir sularının etkisiyle kuzey-batı bölgesinde ‰ 13-15 kıyı sularında ‰ 16-17'ye düşmektedir. Büyük nehir ağızlarında bu oranlarda yaklaşık ‰ 10'luk bir değer düşmesi saptanabilir. Hatta denizin bazı kesimleri tatlı su özelliği gösterebilir.

Karadeniz'in yüzey suları yaz sonlarına doğru 25-26°C'ye kadar yükselir. Sıcak suyun katman kalınlığı, rüzgara ve düzlem akıntıları ile dip akıntılara göre değişir fakat yüzeydeki sıcak su katmanlarının altında daima 6°C'lik bir soğuk su katmanı mevcuttur. Sıcaklık dağılımının en önemli özelliği, derinliğin artmasıyla sıcaklığın hızlı bir şekilde düşmesidir. Ortalama sıcaklık yüzeyde 15.4°C iken, 50-75m'de 7°C'ye kadar düşer. Hatta yaz aylarında şiddetli doğu ve kuzey doğu yönlerinden esen rüzgarlarla bu soğuk su katmanı yüzeye kadar çıkararak şok yaratır. Bu mekanizma, Sinop yarımadasının doğuya olan Boztepe Burnu uzantısı ve Kuzey yönüne uzanan İnceburun doğal oluşumlarından kaynaklanmaktadır. Sıcak yüzey suları düzlem akıntılarıyla, 13 deniz mili genişliğindeki Sinop Limanına dolarken, dipteki soğuk su katmanını hareketlendirir. Hareketlenen soğuk su katmanı, Boztepe Burnu'nda 6 knot şiddetinde burgaç akıntılar oluşturarak İstanbul Boğazı'na, zaman zaman da İzmit Körfezi'ne kadar etkili olmaktadır. Halk arasında bu durum "deniz soğuğu" veya "kırgın" olarak isimlendirilir. Ani soğuk su, sahillerde sıcak su katmanı içinde yaşayan balık türlerini şoka sokarken, planktonik organizmalar ve larvalarında ölmesine sebep olur. Dairesel akıntılarda, 50 m derinliğe kadar sıcaklık değişimi çok az olup, iç dalgaların ve horizontal yayılımının etkisi altındadır. 50 ve 200 m derinliklerde yüksek düzeyde tuzluluk artışının bulunması, ısının daha derin sularda yayılımını önlemektedir. Bu nedenle, Karadeniz diğer derin denizlere oranla sahillerinin iklimini daha az etkilemektedir (Bogusloskij

ve ark., 1979). Su sıcaklığındaki değişimler, sahilde ve sığ bölgelerde daha fazladır. En yüksek ortalama su sıcaklığı, Karadeniz'de Ağustos ayında gözlenirken, Kerç Boğazı'nda Temmuz ayında gözlenir. En düşük su sıcaklığı, Karadeniz'de Şubat ayında, Kerç Boğazında ise Ocak ayında gözlenmektedir. Yaz aylarında yüzey sıcaklığı Ege ve Marmara Denizi'nden daha sıcak olan Karadeniz, mevsim şartları normal gittiği taktirde yine Karadeniz'den başlayarak soğur ve Aralık ortalarından itibaren yüzeyden 80 m'ye kadar 6°C sıcaklığa düşer. İstanbul Boğazı'nın her iki tarafında ve Karadeniz'in çeşitli noktalarında yapılan çalışmalarda, Haziran sonlarında İstanbul Boğazı'nın her iki tarafında yapılan ölçümlerde Karadeniz'in yüzey sıcaklığı 21°C, Marmara'nınki ise 16°C ölçülmüştür. Karadeniz'de 8 m derinlikte 14°C, 15 m'de 8°C ve 20m'den 55 m dibe kadar 6°C ölçülmüştür.

Yüzeydeki tuzluluk oranı ise yağış durumuna göre %0 16 ile %0 18 arasında değişir. 80m'de sıcaklık sabitlenir ve 8°C olur. Tuzluluk oranı da artmaya başlar. Çanağın en derin yeri olan 2400m de sıcaklık 9.9°C ölçülür ve tuzluluk oranı %0 35 ile %0 38 arasında değişir. Yüzeyden belirli bir derinliğe kadar, yani eni durumu, rüzgar şiddeti ve akıntıların etkisiyle yaşama elverişli katman derinliği, değişken olarak ölçülür. Bu derinlik, bugün için 150 ile 200m arasında kabul edilmektedir. Daha sonra Hidrojen-Sülfür dibe kadar yoğunlaşır. Bu yüzden belirlenen sınırın altında canlı yaşamı mevcut değildir.

Denizlerin sıcaklık ve tuzluluk oranları farklı olduğundan, bu iki faktör denizlerin karışmasını önler. Karadeniz suları, Ege Denizi sularından 40cm daha yüksek olmasına karşın, Karadeniz'den Marmara'ya oradan da Ege'ye bir düzlem akıntısı oluşmamaktadır. Bu iki denizin birbirine karıştığı alanlar, sıcaklık değerlerinin birbirine çok yakın olduğu noktalardır ve 16-27 metre arasında kalan 8°C suyun, Marmara Denizi'nin yüzeye yakın sularında bir katman teşkil etmektedir.

Burada, yüzeydeki su sıcaklığı 16°C ölçülürken, istasyonun en derin yerinde 15.7°C ölçülmüştür.

Karadeniz'e dökülen akarsular beraberinde taşıdıkları çamur partikülleri arasında bol miktarda besin tuzlarını da (nitrit, nitrat ve fosfat) beraberinde taşımaktadır. Karadeniz'in yüzey suları, ilkbaharı takiben yaz aylarının başında uygun sıcaklığa ulaştığında, yoğun bitkisel planktona bağlı olarak hayvansal planktonda aynı oranda ve hızlı bir artış göstermektedir. Buna balık yumurta ve larvaları da ilave edilebilir. Denizlerde ilk ve sonbahar aylarında sıcaklık değişimlerinden meydana gelen dikey su katmanı hareketi, dip ve yüzey sularının birbirine karışmasına sebep olduğundan, bu dönemde bulanıklık daha fazla artar ve görüş mesafesi kısıtlanır.

## **2.2. Karadeniz'in Su Kalitesi Üzerine Yapılan Diğer Bazı Çalışmalar**

Karadeniz'de, çevre kalitesi ve kıyı kenarları hakkında sürekli araştırma yapan bilim adamlarınca çok yönlü ve benzersiz veriler elde edilmiştir. Bu çalışmalar son yıllarda kapsamlı olarak hazırlanan bazı ülke raporlarıyla sonuçlandırılmaya çalışılmıştır. Bu raporlarda Gürcistan kıyılarının biyolojik çeşitliliği (Komakhidze ve Mamanidi, 1998) ve yine Ukrayna kıyılarının biyolojik çeşitliliği üzerine (Zeitsev ve Alexandrov 1998) kapsamlı bilgiler yer almaktadır. Özellikle Karadeniz'in biyolojik çeşitliliğindeki değişim ve azalma ile (Zeitsev ve Mamaev 1997) pollusyon hakkında da (Topping ve Mee 1998) yine pek çok ülkenin raporlarından yararlanılmıştır.

Aşağıda, Karadeniz için hazırlanan bu raporlardan elde edilen bazı bilgilere çok kısa olarak değinilmeye çalışılmıştır. Pollusyon üzerine

yapılan çalışmalarda (Topping ve Mee 1998) öncelikle amaçlanan konular aşağıdaki şekildedir.

- Karadeniz'e giren kontaminantların tespiti
- Bu ekosistemlerdeki güncel ve geçmiş kontaminantların önemli deniz bölmelerindeki konsantrasyonları
- Deniz suyu, sediment ve biyota
- Bu kontaminantların deniz yaşamına etkisi
- Verilerin toplanmasında uygulanan metodun ve stratejisinin benimsenmesi
- Gelecekte bilim adamlarına ve idarecilere geçmişte yapılmış araştırmaların tekrarlanmaması için veri tabanı oluşturulması
- Yönetilen her araştırma, Karadeniz'e kıyısı olan 6 ülkede ve bu ülkelerin hangisinin ekosisteme dolaylı bir etkisi olduğunun saptanması
- Bu gelişmeler ve ölçümlerin kontrolünün uygulanmasıyla Karadeniz'deki kirlenmeyi hafifletme.

Karadeniz kaynağı oldukça çeşitli olan etkenler tarafından her geçen gün daha da kirlenmektedir. Bunlar ağıdaki konularda özetlenmeye çalışılmıştır.

İlk konu, Karadeniz'in karaya bağlı kirletici kaynaklarını içermektedir. Ukrayna, Romanya, Rusya Federasyonu, Türkiye ile birlikte oluşturulan BSEP (Karadeniz Çevresel Programı) çalışma grubu, çevreye sıvı atıkların boşaltılmasını tahmin etmek için, WHO (Dünya Sağlık Örgütü) tarafından kullanılan hızlı değerlendirme yöntemini(tüzüğü) benimsemişlerdir. Konuyla ilgili bilgileri toplamak için çalışma grubu, WHO tüzüğüne dayanan, her bir aradeniz ülkesine bir anket göndermiştir. Sonra veriler değerlendirilmiş ve onların

bulgularının bir raporu, İstanbul'daki Program koordinasyon birimine (PCU) sunulmuştur. Karadeniz'e boşaltılan kara kaynaklarının ilk değerlendirmesinin bulgularını otörler, İstanbul'da Haziran 1996'a (PCU)'da yapılan görüşmeye özel eksperlerin raporlarına da göndermişlerdir. Tüm ülkelerin içinde sadece bir tanesi, kirleticilerin geniş çaplı bir raporunu göndermiştir. Bunlar da; biyolojik oksijen gereksinimi (BOD), toplam askıdaki katı madde (TSS, toplam nitrojen (TN) ve toplam fosfor (TP))'dur. Bu durum, bir sonraki kirletici grubunu belirlemek için değerlendirme imkanını kısıtlamıştır. Verilerin temelinde otörler, altı ülkeden dört maddenin her birinin girişini göstermişlerdir. Tüm üç kaynaktan (evsel, endüstriyel ve ulusal nehirler) bu maddelerin Karadeniz'e girişini, toplam girişin küçük bir bölümünü temsil eder. Nehirler Karadeniz'e giren toplam maddenin çoğunu içermektedir. Özellikle, Tuna nehir yükünün önemli bölümünü oluşturmaktadır. Otörler, Tuna nehrine boşaltılan TN ve TP'nin önemli bir bölümüne Romanya, Bulgaristan ve Ukrayna'nın katkı sağladığını göstermişlerdir. Aynı zamanda Dnieper nehri yoluyla da Ukrayna'nın TN ve TP deşarjı oldukça önemlidir. Bu ülkeler vasıtasıyla yapılan nispi katkılar önemli ölçüde değişebilir. Örneğin, Romanya'dan Karadeniz'e dolaylı TN girişi doğrudan girişin iki katı civarındadır. Dolaylı TP girişi doğrudan deşarjdan birkaç misli daha önemlidir.

Nitrojen oksitlerin, amonyak ve amonyum bileşiklerinin Karadeniz'e yıllık deşarjı hakkında bugüne değin yapılmış çalışmaların sonucunda bir tahmine gidilmiştir. Buna göre, evsel ve endüstriyel kaynaklardan  $NO_x$  (160 kilo) ve amonyum için (242 kilo ton), toplam giriş ise, (yıllık 642 kilo ton) olarak hesaplanmıştır.

Ötrofikasyon sonuçları hakkında, 1950'lerden önce tek tük bilgiler elde edilirken, ilk olarak 1960'lardan 1970'lerin başına kadar geniş ölçüde araştırmalara rastlanmıştır. Bu bağlamda ilk girişim, Karadeniz

ekosistemine olan etkilerin ölçülmesi olmuştur. Zaitsev ve Alexandrov (1998), deniz içinde açıkça görülen nutrient artışının büyük uluslar arası nehirlerden örneğin, Tuna nehrinde deşarjla konsantrasyon artışına sebep olduğunu, geçilen on yıldan daha az bir sürede nehirlerin girişinin nereye yöneldiği ve Romanya kıyı sularında, plankton komunitasinde etkili yapısal değişikliğe sebep olan Tuna'nın taşıdığı nutrientlerin etkisini araştırmıştır. Bu değişim küçük boyutlu makroalgleri (ör; dinoflagellat) ve patlamanın artışıyla çıplak gözle görülen tek türle dominant olan bol plankton komunitaslerini içerir. Fitoplanktondan başka türlerin de ötrofikasyondaki etkilerini belirlemiş, hipoksi durumunu yaratan bakteri ayrışmasında etkili olan zooplankton tarafından tüketilmeyen fitoplanktonun da etkilerini incelemiştir. Oksijen tüketiminin birleşimi bazen bentik omurgasızlar ve balıkların ölüm oranının artışıyla üretilen hidrojen sülfitle eş zamanlı oluşur. Bunu 1950'lerden 1970'lere kadar bitki ve hayvan komunitaslerindeki kantitatif veri değişimlerini göstererek açıklamıştır. Bu değişimler ekosistemin doğal dengesini etkilemekle kalmaz, aynı zamanda balık komunitaslerinde de kayba neden olur. Zaitsev ve Mamaev (1997), ötrofikasyon olgusunu 1950 ve 1970'ler boyunca büyük dünya denizleriyle kıyaslamıştır. Karadeniz'deki ötrofikasyon problemi, Tuna'ya kıyısı olan ve Karadeniz'e büyük oranda nutrient bırakan ilgili ülkeler arasında tekrar çözüm yolları aramakla çözülebilir.

Büyük nehirlerdeki ekstra nutrient içeriği, daha önce bahsedildiği gibi yüksek fitoplankton üretimine sebep olur. Bunların ölümü ve bakteriyel çürümesi sığ resif sularında oksijenin tüketimine neden olur. Karadeniz'in kuzeybatı resif bölgesinde çevresi 40.000km<sup>2</sup> kadar hipoksi ve hidrojen sülfitle zengin bir dip görülmektedir. Bu antropojenik etki, Karadeniz'deki anoksi için ikinci bir kaynaktır. 120 m

civarındaki derinliklerde anoksi doğaldır. Bu dünyamızdaki tüm anoksik tabakanın % 87'sini oluşturmaktadır.

Karadeniz'deki organik madde kontaminasyonu çalışmaları daha çok yenidir. Gerçekten, yapısında pestisit ve PCBs içeren sentetik kontaminantlarla (Sönobiotik maddeler) ilgili geçmiş literatürlerde çok yetersiz açıklamalar bulunmaktadır. Ancak, Karadeniz ötrofikasyona doğru bir gelişme göstermektedir ve yüzey sularında dipteki anoksik sulara ya da deniz dibine doğru yüksek bir organik madde akışı bulunmaktadır. Yine de, yaygın bir şekilde pestisit kullanılmasına rağmen ciddi bir kirlenme problemi ihtimali oldukça azdır.

Rusya\Türkiye beraberliğinde 1988'de yapılan büyük sefer sonucunda 1991'de özel bir konu olan Derin Deniz Araştırmaları basılmıştır. Bu araştırma oksijenli yüzey suları ve derin anoksik deniz diplerindeki Fe ve Mn konsantrasyonları hakkında önemli veriler vermektedir. Bu iki elementte derin denizde doyma noktasında sülfat bileşikleri halinde bulunurlar. Yüzey sularında ise metal değerleri daha düşüktür çünkü oksitlenme çok hızlı olmaktadır. Otörler Karadeniz'in batı bölgelerinden alınan verilerde Tuna ile Karadeniz'deki konsantrasyonla diğer bölgesel denizlerinkini karşılaştırmıştır. Karadeniz'deki Cd, Co, Cu ve Ni değerleri Adriyatik ve Akdeniz'deki değerlerden oldukça yüksektir. Tuna nehrinin batı kıyılarından alınan örneklerde yüksek değerler gözlemlenmiştir. Diğer bölgelerde Zn ve Pb değerleri karşılaştırıldığında önemli bir farklılık gözükmemektedir.

Radyoaktivite ile ilgili bulgular, Ostvath ve Egorov tarafından değerlendirilmiştir. Otörler, insanların maruz kaldığı üç ana radyoaktif madde belirlemiştir ve bunlara yoğunlaşmışlardır.  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239-240}\text{Pu}$ . Bu radyonüklidlerin deniz suyu, sediment ve biyotadaki konsantrasyonları çoktur. Bu verilerin çoğu, Tuna ve Dnieper'in Karadeniz'e boşaldığı kıyı bölgelerinden alınmıştır. Bunlar, Karadeniz ülkeleri ve batı ülkeleri bir arada özel çalışmalarla ayrıca Karadeniz'e kıyısı olan ülkelerin yaptıkları bireysel çalışmalarla elde edilmiştir. Silah denemeleri, güç üretimi, nükleer kazalar ve 1986'daki Çernobil faciası radyoaktivitenin en önemli nedenleridir. Örneğin, Karadeniz'de deniz suyu ve balıklarda bulunan  $^{137}\text{Cs}$  Akdeniz'e göre önemli derecede yüksektir. Buna rağmen Karadeniz'deki bu değer Baltık ve İrlanda denizlerinininkine yakındır. İnsana etkisi açısından antropojenik radyonüklidlerin dozu oldukça düşüktür. Karadeniz bölgesindeki insan popülasyonuna  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{90}\text{Sr}$ 'nin şu anki konsantrasyonlarının radyolojik bir problem oluşturması beklenmemektedir. Otörler, buna rağmen Karadeniz'de gelecekteki radyonüklid konsantrasyonlarının Dnieper'den dolayı artacağını, hem yüzey hem de taban sularının  $^{90}\text{Sr}$ 'ca zenginleşeceğini vurgulamaktadırlar. Barajlar ve kaynaklardaki bu radyoaktif birikme sel baskını ve taşkınlarla Çernobillin etki alanını artıracığını düşünüyorlar.

Lağım boşalmasının içme sularına, rekreasyonel sulara ve turizme olan çevresel etkileri de ayrıntılıca incelenmiştir. Altı Karadeniz ülkesinden alınan veriler ve bilgiler otörler tarafından geniş bir şekilde değerlendirilmiştir. Su kaynakları ve rekreasyonel sular pilot bölge çalışması olarak seçilip

mikrobiyolojik kaliteleri ölçülmüştür. Kanalizasyon sistemi döşenmemiş olan evler kendi yaptıkları fosseptik çukurlarını kullanırlar bunlarda yeraltı sularının kirlenmesinin ana kaynağıdır. Bu konuya otörler dikkat çekmektedirler. Bu durum sularını sığ kaynaklardan alan kırsal alandaki halk için önemli bir durumdur. Tarım alanlarının gübrenmesi ve dışkıları da bu kaynakları kontamine edebilir. Otörler evsel atık suların ve şehir lağımının Karadeniz'in drenaj havuzuna dökülmesinin denizdeki kirliliğin önemli bir nokta olduğunu vurgulamaktadır. Kişisel yıkama ve içme suyu olarak kullanılan suların nehirlerde de patojenlerin çoğalmasına ve nehrin fazlaca kirlenmesine neden olur. Bu tarz nehirler rekreasyonel ve turistik alan olarak kullanılan kıyı sularının kalitesini etkiler. Streptokok ve enterokoklar hastalıklara karşı yüksek korelasyon gösteren indikatör organizmalardır. Rekreasyonel sulardaki indikatör organizmaların eşik değerlerinin özet toplamını takip edebilmek için otörler ulusal otoritelerden alınan verilerle kıyaslayabilecek bilgiler toplamıştır. Bazı ülkeler bu konuyla ilgili bilgileri hem halk hem de özelleşmiş canlılar açısından reddetmiş ve bu bilgileri çıkarmışlardır.

Romanya'da bağımsız çalışmaların verileri muntazaman basılmış ve otörler şebeke izleme istasyonlarında geçen 30 yıldan bu yana verilerin analizlerini toplamaktadırlar. Bu veriler midye populasyonları ve kullanılan sular içindeki koliform dışkılarından oluşmuştur ki, bunlar insanların tüketiminde kullanılır. Bu çalışmaların sonuçları, kesinlikle turistik bölgelerde yüksek oranda kontaminasyon gösterdiğini vermektedir. Otörler, yaz

sezonundaki sahillerin kesinlikle kapatılması gerektiğine dikkat çekmektedir. Diğer Romen çalışmaları da insan sağlığını direk etkileyen başka problemler olduğunu açıkça göstermektedir. Örneğin, koliform dışkılarıyla birleşen yüksek orandaki patojenik mantarlar. Bazı durumlarda yazlık dinlenme tesisi olan Mangalia'da patojenik fungi toplam mantar popülasyonunun % 80'ini oluşturur. Bu sularla ilgili derinin suyla fazla teması mantar hastalıklarının riskinin artmasına sebep oluşturabilir. Fakat ne bu durumlar, ilgili deniz suyundaki miktarı hakkında bir standart belirlenmiş, ne de Avrupa Komisyonunda konusu geçmiştir. Buna rağmen, problemlerin kaynakları koliform dışkılarınıninki ile aynı gözükmekte ve lağım sisteminin bunları elemine etmesi yada tamamıya azaltması düşünülmektedir. Romanya kıyılarındaki midye türü olan *Mytilus galloprovincialis*'in fazlalığı ve bunun bakteriyel kontaminasyonu Romen otörlerince bilinen bir problemdir. Mamaia Körfezi'ndeki Eylül-Ocak ayları boyunca hakim popülasyondaki midyelerin bakteriyel kontaminasyonu için Romen otörler Fransız çalışmalarını benimsemişlerdir. Şu anda bile midyelerin bu şekilde sömürülmesinin tüm yıl boyunca sürdüğü bilinmektedir. Otörler Romanya sularındaki bu fakir sıhhi durumun Karadeniz'in hiçbir yerinde bu kadar olmadığı konusunda hem fikirdirler. Romanya sularındaki bu durum Karadeniz'in diğer kıyı sularından açık bir şekilde daha kötüdür. Kişisel temizlik için kullanılan kirli sular için otörler sağlık açısından risk taşıdığı konusunda ve kirli içme suları hakkında genel bir açıklama yapmışlardır. Bu genel açıklaması kirli suları veya lağım sularını kullanan popülasyona ne gibi hastalıklar oluşturacağını açıklayarak tamamlamışlardır. Bölgelerin kıyısız kömmunitelerinde su

kaynaklı (kolera, dizanteri, hepatit A, tifo ve ateşli humma) olarak ortaya çıkan etkilerini özetlemiştir. Tuna deltasındaki ve buradaki salgınlarla ilgili daha detaylı bilgiler de vermişlerdir. Su kaynaklı koleranın 1994'te Simferopol (Kırım) ve Odessa'da 1995'te epidemik olduğuna dikkat çekmişlerdir. Otörler, içme sularının kalitesini yükseltmek için sıhhi denetleme programlarında yardımcı indikatörleri tartışmışlardır. İçme suyu kaynaklarını geliştirmek için ve iyi verilerin toplanması için paranın gerekliliği bilinmektedir. Genel olarak dip suların kirliliği hakkında verileri almak tipik olarak güçtür ve veriler tüm Karadeniz kıyı şeridi boyunca aslında benzerdir. Hem ekonomik hem de sağlık açısından zararlı olan içme sularına borulardan sızıntı olmaktadır. Örn; su basıncı düşük olduğu zaman, dışkı ile kirlenmiş sular veya lağım suları borulardaki çatlaklardan sızmaktadır.

Üzücü bir durum da, Karadeniz ülkelerinde önemli bir kaynak olan turizmin çevresel kaliteyi azalttığına bilinmesidir. Diğer yandan da özellikle uluslar arası turistler, tatilleri boyunca çevre sağlığı ve kaynaklarının kalitesi ile ilgili şikâyetlerde bulunurken, taleplerinde isrârcı durumdadırlar. Bazı ülkeler bu problemleri iyi bir şekilde tanımlamış ve çözüm için basamaklar oluşturmuşlardır. Turistik tesislerin kalite kontrolünü yükselterek daha fazla turist çekmeyi amaçlamakta ve geliştirme projeleri üreterek lisans sertifikalarını turist servislerine yollamaktadırlar. Otörler, turistlerin su kaynakları ve çevresel kaliteden etkilendiğini her defasında vurgulamaktadırlar. Turist sezonu boyunca (Mayıstan Eylül'e kadar) 14,6 milyon m<sup>3</sup> tatlı su tüketilmekte ve 9 milyon m<sup>3</sup> atık su oluşmaktadır. Çoğu turistik aktivite,

çevresel kaynaklı olan tarım ve endüstriyel gelişmeler, yerleşik popülasyondan oldukça ayrı küçük özel bölgelerde yapılmaktadır. Yapılan tahminlere göre;

=> Bulgaristan, Romanya ve Ukrayna'nın turizmden yıllık kazançları 368 Milyon \$'dır.

=> Doğal kaynak kullanımı ve çekici olmayan bir çevre yüzünden turist kaybindan harcanan gider 100-150 Milyon \$; ve

=> Sağlığa zararlı suların kalitesi, korunma ve hijyen masrafları 280 Milyon \$ civarındadır.

Bu da, Karadeniz'de her yıl 380-430 Milyon \$'ın kaybedildiğini göstermektedir. Bu durumun da önemine otoriteler tarafından dikkat çekilmektedir.

Sonuç olarak;

Karadeniz, boğazlar yoluyla gerçekleşen deniz trafiğinden çok, kendine kıyısı olan ülkeler tarafından her geçen gün artan hızla, olumsuz şekilde etkilenmektedir. İyileştirme veya etkilerin daha aza indirilmesi konusunda çok daha ciddi çözüm ve yaptırımların sağlanmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

Karadeniz'in kuzey ülkeleri için çok yeterli olmasa da, bentik vejetasyon çalışmaları mevcuttur. Güneyde ise, Türkiye olarak algilerle ilgili eksikliklere rağmen, floristik liste

şuanda mevcuttur. Ancak bu ÷lke raporlarına girmemiştir. Hele ki, deniz çiçekli bitkileri ile ilgili bilgiler bu rapor tamamlanana ve yayınlanana kadar hatta doğu Karadeniz bölümü de araştırılıncaya kadar büyük bir eksik olarak görünecektir. Ancak Karadeniz kıyılarımızın tamamı araştırıldıktan sonra, istasyonlardan elde edilen tüm çevresel parametrelerle birlikte bitki ve alglere ait bulgular, Karadeniz'in en büyük kıyılarına sahip ÷lkemiz kıyılarının daha iyi anlaşılmasına ve ekolojik olarak daha iyi değerlendirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1.Saha Çalışmaları

Sahada (denizde, su üstünde ve su altında) suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve örneklerin toplanmasına yönelik çalışmalardır.

##### 3.1.1.Suyun Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin Tespiti

Deniz çiçekli bitkileri ve alglerin gelişim gösterdiği suya ait ana parametrelerden Sıcaklık, Doymuş Oksijen (DO), pH, Tuzluluk (%o S) WTW marka Oksijen, pH, İletkenlik ölçer cihazlarıyla (**Şekil 3.1**), Suyun ışık geçirgenliği ise LI-190 SA (Terrestrial quantum) (**Şekil 3.2**) ve LI-193 SA (su altı sferik quantum) (**Şekil 3.3**), ile her 5 saniyede bir ölçülmüştür. Su altı sensörü ile kara sensörüne ait değerler aynı anda veri kaydediciye (Data Logger) girerken, değerler bilgisayara (Windows 95 için) işlenebilmektedir. Böylece su altındaki ışık ile karasal ortamdaki ışık değerleri bir arada ölçüldüğünde kalibrasyon sağlanabilmektedir.

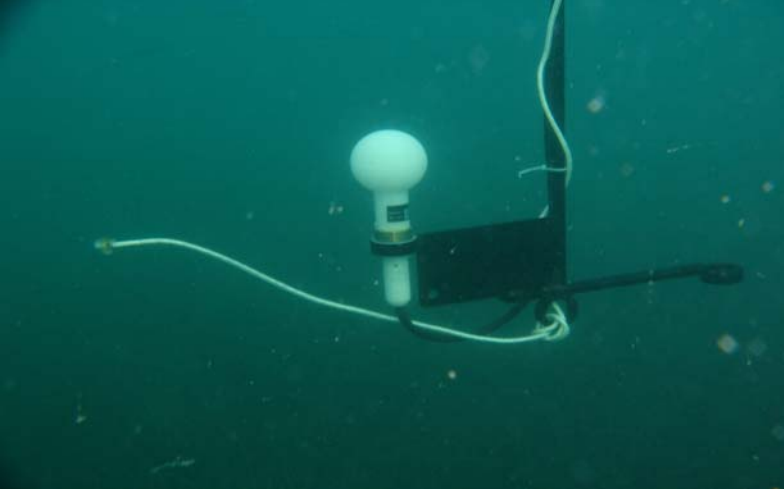
Bitkilerin biyomas ölçümlerinde maksimum 150 g min 0.001 g aralıklarda ölçüm yapabilen Sartorius Hassas Teraziden yararlanılmıştır (**Şekil 3.4**).



Şekil 3.1 . Suyun primer parametrelerinin ölçümünde kullanılan tuzluluk ölçer



Şekil 3.2. LI-1400 Data Logger'ın ve LI-190 SA (terrestrial) quantum sensörünün ve uzun su altı kablosu ile LI-193 SA'nın ölçüme hazırlanması



Şekil 3.3. LI-193 SA (sferik) quantum su altı sensörünün ölçme halindeki durumu



Şekil 3.4. Bitkilerin ve epifitik algerin biyomas tayinlerinde kullanılan hassas terazi

Nitrit ( $\text{NO}_2^-$  mg/lt), Nitrat ( $\text{NO}_3^-$  mg/lt), Amonyum ( $\text{NH}_4^+$  mg/lt), Ortofosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$  mg/lt) Silis ( $\text{Si}$  mg/lt) ise Strickland ve Parsons (1972) metoduna göre laboratuarda ölçülmüştür. Tüm bu değerler Eylül 2005 kayıtları olarak tespit edilmiştir.

### 3.1.2. Biyolojik Materyallerin Tespiti ve Toplanması

Sinop kıyılarında belirlenen istasyonlar, 140 HP gücünde 14 m boyda araştırma teknesi ile çalışılmıştır (Şekil 3.5). Ancak tekne ile ulaşılabilen bazı noktalar, ayrıca kara yoluyla araştırılmıştır. Sinop kıyılarında haritalama için tekne ile yoğun bir koordinat ve örnekleme çalışması yapılmıştır.



Şekil 3.5. Araştırmanın yapıldığı tekne

Örnekler bitkilerin inebildiği derinliğe(10m) kadar scuba dalış yöntemiyle 25x25 cm<sup>2</sup> karelerde 4 tekrarlı olarak toplanmış, % 9-10'luk formaldehitli suda fikse edilerek, daha sonra incelenmek üzere saklanmıştır. Sinop civarındaki araştırmalarda bitkiler genellikle teknede incelenerek veriler bilgisayara işlenmiştir. Örnekler farklı bitki türlerini içerdiğinden örnekleme için *Zostera marina* için 25x25 cm<sup>2</sup> karelerden yararlanılmıştır. Karışık populasyonlar her zaman sıkıntı yaratmıştır. Bunun için kareler daha özenli ve dikkatli kullanılmaya çalışılmıştır. Gözlemlerle saha bilgileri için hem su altı video kayıt ve fotoğraflarından hem de su altında not almaya yarayan yazı bloğundan yararlanılmıştır. Tüm veriler daha sonra laboratuvar bilgileri ile değerlendirilmiştir.

Sinop kıyılarındaki haritalama ve çiçeklenme çalışmaları biraz daha farklı gerçekleştirilmiştir. Tekne arkasında her an dalışa hazır bir dalgıç ardışık biçimde diğer dalgıçla koordinat ve bitki toplamak üzere dalışlar yapmıştır. Biri, bitkilerin son bulunduğu derinlik limitini tespit edip yukarıda bekleyen ve aynı noktaya ulaşan teknedeki GPS kayıt edicisine bildirirken, diğeri aynı noktanın yakın çevresinde örnekleme yapmıştır. Bu yöntem, Sgorbini ve diğeri (2002) tarafından da uygulanan bir çeşit su altında dalarak izleme yönteminin daha farklı şekilde tatbik edilmesinden ibarettir. Bu koordinat noktalarının bulunduğu her derinlik ve ait olduğu bitki yoğunluğu ölçüm ve hesaplamalardan sonra ortaya çıkmıştır. Haritalar 3 paftadan (ölçek:1:25 000) oluşmuş ve koordinatlar hesaplandıktan sonra dijital olarak işlenmiştir. Bitkilerin yayılımları da bu noktalarda ilgili olduğu koordinatlara uyumlu olarak yerleştirilmiştir. Gerçek yoğunluk değerleri ise koordinatlardaki ve yakın çevresindeki rakamsal değerlerdir.

Çiçeklenme ve mevsimsel örnekleme 3 ayrı istasyonda (Hamsilos, Sinop Liman ve Akliman) yapılmıştır. Örnekler bu istasyonlardan 1, 3, 6, 9 m derinliklerden toplanmıştır.

### **3.2. Laboratuvar Çalışmaları ve Değerlendirme**

Sahada yapılan örnekleme bir bölümü teknede imkan buldukça ölçülüp değerlendirilirken, önemli bölümü ise % 10'luk formaldehitte fiske edilerek laboratuvara getirilmiştir. Örnekler küvet içinde ayrılırken, beraberinde bulunan hemen tanınan alg örnekleri de ayıklanıp tayin edilmiş, teşhisinde zorlanılan bitkiler daha sonra incelenmek üzere fikse edilmiştir.

Deniz çiçekli bitkileri laboratuvarda fenolojik yapılarına göre ayrı ayrı incelenmişlerdir (**Şekil 3.6**). Toplanan bitkilerde önce yoğunluk tespiti (birey sayısı/m<sup>2</sup>) yapıp, toplam yaprak boyu, toplam yaprak alan indeksi (m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>) tespit yapılmıştır. Biyometrik çalışmalar sonrasında değerler mutlaka kağıt üzerine aktarıldıktan sonra bilgisayara geçilmiştir. Biyometrik analizleri biten örneklerden biyokütle tespiti rizom ve yaprak olarak (g.kuru ağı./m<sup>2</sup>) hesaplanmıştır.



Şekil 3.6. Laboratuarda bitkilerle ilgili biyometrik çalışmalar

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Akdeniz’de klimaks bitki olarak *Posidonia oceanica* bilinirken, Karadeniz’de özellikle açık kıyılarda genellikle *Zostera marina* ve subgen. *Zosterella noltii* dağılım gösterir. *Z. marina* vegetatif yapı itibariyle klimaks bir türdür. Ancak diğer türlerle de çoğu zaman iç içe gelişim göstermektedir. Özellikle ekolojik koşulların daha farklı olduğu (örn. korunaklı, yüksek besin tuzları ve düşük tuzluluk değerleri nedeniyle) balıkçı barınağı gibi doğal veya yapay koylarda diğer bazı bitki türleriyle rekabet gücünü kaybeder.

Çalışmanın içeriğindeki suya ait ekolojik bulgularla da durum desteklenmeye çalışılmıştır. Buna bağlı olarak, her ne kadar Karadeniz’in biyoçeşitlilik bakımından zenginliği, Ege ve Akdeniz kadar olmasa da, çiçekli bitki türleri çevresinde, bitkilerin bulunmadığı kıyılara oranla çok daha fazla sayıda ve çeşitte organizmalara rastlanmıştır. Çünkü, bitkilerin çeşitlilik bakımından sayısal zenginliği demek, diğer fauna ve floranın da alg ve hayvansal türlerin çeşitliliği ve populasyon zenginliği, bu da kaynaklarımızın ve onlardan yararlanma olanaklarımızın artması demektir.

##### 4.1. Sinop Kıyılarının Genel Özellikleri

Sinop kıyıları boyunca mevsimsel çalışmalar için üç balıkçı barınağı araştırma istasyonu olarak seçilmiştir. Bu istasyonların bağlı oldukları ilin kıyılarının genel özellikleri de bitki vegetasyonu ile ilişkilendirilmiştir.

Sinop ili Orta Karadeniz bölgesinde Anadolu’nun en kuzey ucunu oluşturan bir yarımada üzerine olup 34° 14’-35° 26’ doğu boylamları arasında kalır. 42° 06’ kuzey enlemi Karadeniz’e giren uç noktasıdır. Karadeniz’de kıyı uzunluğu 175 km kadardır. İl kıyıları Boztepe

Yarımadası dışında çok girintili çıkıntılı değildir. Kastamonu-Sinop il sınırından Yeniköy yakınlarına dek batı-doğu doğrultusunda uzanan il kıyıları buradan başlayarak güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunu alır. İnceburun'dan başlayarak Başyoz Burnu'na dek il kıyıları yine batı doğu doğrultusunda uzanır. Daha sonra kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunu alır. Sinop Yarımadası, Boztepe Yarımadası'nın uzantısıdır ve doğuya doğru 8 km uzanır. Kıyı buralarda girintili çıkıntılı olur. Zaten araştırılan yerlerin önemli bir bölümü buradadır. Sinop Limanı da doğaldır. Bu yarımadadan sonra, kıyı Gelincik yöresinden başlayarak 15km kadar kuzey-güney doğrultusunda uzanır. Burada kıyılar çok sığdır. İl kıyıları daha sonra Kurzuvet Burnu'na dek kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanır. Buradan Samsun il sınırına dek kıyılar doğu-kuzeydoğu doğrultuludur. Sinop kıyılarının büyük bölümünde yalı yarlar vardır. Sinop'un biri kuzeybatıda, biri güneydoğuda olmak üzere rüzgarlara kapalı olan iki limanı vardır.

Merkez ilçede deniz suyu sıcaklığı 15.1 °C, en yüksek deniz suyu sıcaklığı Ağustos ayında olup 23.5 °C, en düşük deniz suyu sıcaklığı Martta olup 7.9°C olarak ölçülmüştür (**Çizelge 4.1**).

Çizelge 4.1. Sinop'ta Aylara Göre Deniz Suyu Sıcaklığı (° C)\*

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
<b>OS</b>	9,8	8,2	7,9	9,3	13,8	18,6	22,6	23,5	21,4	18,7	15,1	11,9
<b>EYS</b>	13,2	10,2	10,2	14,4	19,9	23,3	25,5	26,6	25,1	21,8	20,4	16,5
<b>EDS</b>	7	6	5,8	6,6	9,3	13,7	19,2	20,1	15	12,2	10,6	9,6

\*Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Meteoroloji Bülteni. Ankara .1974

## 4.2. Sinop Kıyılarında İncelenen İstasyonlar ve Genel Özellikleri

### 4.2.1. Ayancık (Ustaburnu=İstifan) (Şekil 4.1)

**Koordinat:** N 41° 57'53"

E 34° 30'09"

**İli:** Sinop

**İlçesi:** Ayancık

**Barınağı Yapan Kuruluş:** DHL Genel Müdürlüğü

**İnşa Tarihi:** 1984-1988

**İl Merkezine Uzaklığı (km):** 69

**İlçe Merkezine olan Uzaklığı:** 11

**En Yakın Balıkçı Barınağının Adı:** Helaldı

**Bu Barınağa olan Uzaklığı:**

**Karayolu ile (km):** 25

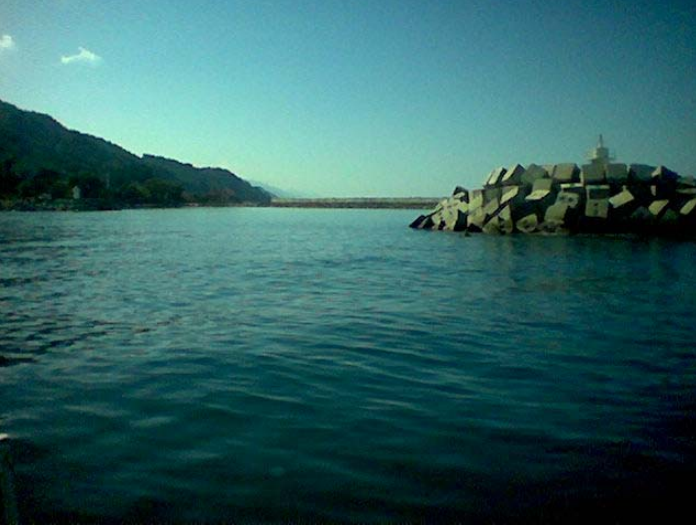
**Denizyolu ile (mil):** 5

**Ana Mendirek Boyu (m):** 640

**Tali Mendirek boyu (m):** 480

**Korunan su alanı:** 270 da

**Yapım Durumu:** Tamamlanmış eski barınak, ulaştırma amaçlı yük motorlarına ve balıkçı motorlarına hizmet vermektedir.



Şekil 4.1. Ayancık (Ustaburnu=İstifan) balıkçı barınağı



Şekil 4.2. Hamsaros doğal koyu

**4.2.2. Hamsaros (Şekil 4.2)****Koordinat:** N 42° 03'41"

E 35° 02'35"

Doğal bir koy ancak barınak olarak kullanılmamaktadır.

**4.2.3. Akliman (Şekil 4.3)****Koordinat:** N 41° 57'44"

E 34° 10'01"

**İli:** Sinop**İlçesi:** Merkez**İnşa Tarihi:** 1969**Korunan su alanı:** -**Ana Mendirek Boyu (m):** 111

**Yapım Durumu:** Tabii bir koy olması nedeniyle ulaşım sağlanmış, turizm ve balıkçılık önemli ölçüde gelişmiştir.



Şekil 4.3. Akliman doğal koyu



Şekil 4.4. Sinop Limanı

**4.2.4. Sinop Limanı (Şekil 4.4)****Koordinat:** N 41° 57'44,2"

E 34° 10'1,4"

**İli:** Sinop**İlçesi:** Merkez**Barınağı Yapan Kuruluş:** DHL Genel Müdürlüğü**İnşa Tarihi:** 1959**İl Merkezine Uzaklığı (km):** -**İlçe Merkezine olan Uzaklığı:** Merkez**En Yakın Balıkçı Barınağının Adı:** Gerze**Bu Barınağa olan Uzaklığı:****Karayolu ile (km):** 38**Denizyolu ile (mil):** 13**Rıhtım Yanaşma Boyu:** 170 m**İskele Boyu:** 260 m

**Yapım Durumu:** Tamamlanmış Liman, deniz yolu ile yük ve yolcu taşımacılığına hizmet etmektedir.

**4.2.5. Gerze (Şekil 4.5)****Koordinat:** N 41° 47'55"

E 35° 11'43"

**İli:** Sinop**İlçesi:** Gerze

**Barınağı Yapan Kuruluş:** DHL Genel M¼d¼rl¼đ¼

**İnşa Tarihi:** 1992-İnşaatı devam ediyor

**İl Merkezine Uzaklığı (km):** 38

**İlçe Merkezine olan Uzaklığı:** Merkez

**En Yakın Balıkçı Barınağının Adı:** Sinop Merkez

**Bu Barınağa olan Uzaklığı:**

**Karayolu ile (km):** 38

**Denizyolu ile (mil):** 13

**Ana Mendirek Boyu (m):** 500

**Tali Mendirek boyu (m):** 600

**Korunan su alanı:** 110 da

**Yapım Durumu:** İnşaatı devam ediyor, İnşaatın bitirilmesi halinde yøre balıkçılığı ve Karadeniz'de avlanan balıkçı filolarına önemli hizmetler vereceği beklenmektedir.



Şekil 4.5. Gerze balıkçı barınağı

### 4.3. İstasyonlara ait Suyun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

#### 4.3.1. Işık Yoğunluğu

Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR) 400-700 nm dalga boyundaki ışık spektrumunun bitkilerin fotosentez için kullandıkları kısmıdır. Fotosentetik foton akım yoğunluğu, PAR'ın akım yoğunluğu olarak tanımlanmaktadır. Modern aletler ışığı birim alandaki ( $\mu\text{mol kuant m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) PAR alanının ( $6.02 \times 10^{23}$  kuant) molü olarak ölçmektedirler.

Çizelge 4.2'de araştırılan istasyonlarda su yüzeyi ve su altındaki ışık yoğunluğu, ölçülen zaman, min ışık ihtiyacı (ışınma yüzdesi) ve azalma katsayı (Kz) verilmektedir. Buna göre; Gerze'de yüksek

**Biçimlendirilmiş:**  
Yazı tipi: 13 nk

**Biçimlendirilmiş:**  
Yazı tipi: 13 nk

**Biçimlendirilmiş:**  
Yazı tipi: 12 nk

**Biçimlendirilmiş:**  
Yazı tipi: Kalın

değerlerde ışık ölçülmüştür ( $1508,2 \mu E.m^{-2}.s^{-1}$ ). Quantum ışıma yüzdesi ise, Hamsaros'da yüksek değerde ( $\% 67,3$ ) bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Sinop kıyılarındaki istasyonlarda 2005 Eylül dönemine ait ölçülen ışık parametreleri

İstasyonlar	Derinlik (m)	H (saat)	Io	Iz	Min Işık İhtiyacı	Kz
Hamsaros	3	11:15	1424.2	959.5	67.3	0.13
Aklıman	3	10:55	1397.7	637.5	45.6	0.25
Gerze	3	10:46	1508.2	832.2	55.1	0.19

#### **4.3.2. Çözünmüş Oksijen, Sıcaklık, Tuzluluk, pH, Amonyum, Nitrit, Nitrat, Fosfat ve Silikat**

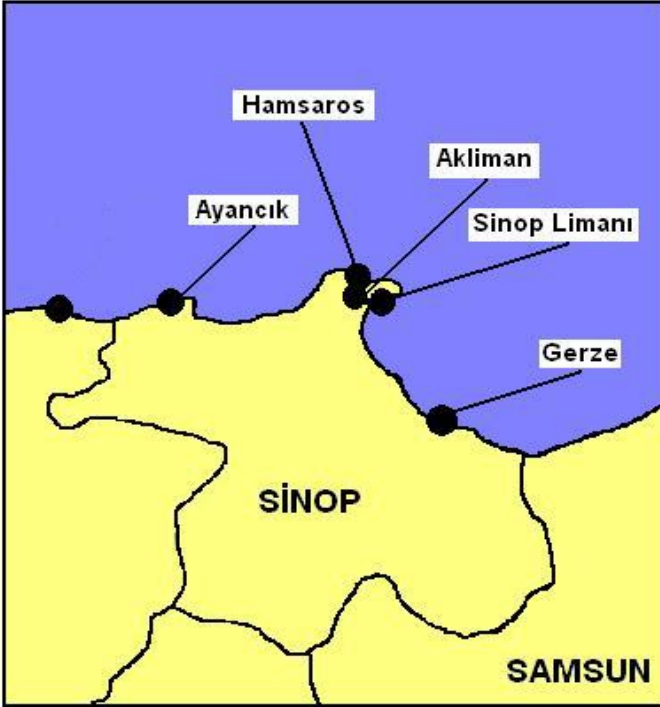
Çizelge 4.3'de üç istasyonda, Çözünmüş Oksijen (mg/l), Tuzluluk (% o), pH, Amonyum, (ug-N./lt), Nitrit (ug-N./lt), NO<sub>3</sub> (ug-N./lt), PO<sub>4</sub> (ug at./lt), SiO<sub>3</sub> (mg/lt) değerleri ölçülmüştür. Buna göre; sıcaklığın ve Oksijen değerlerin Gerze'de yüksek olduğu, tuzlulukta önemli bir değişimin olmadığı, amonyum ve nitritin yine Gerze'de yüksek, nitratın ise düşük olduğu, fosfat ve silikatın yine yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Sinop kıyılarındaki istasyonlarda 2005 Eylül dönemine ait ölçülen suyun fiziksel ve kimyasal parametreleri

İstasyonlar	DO	Sıcaklık	Tuzluluk	pH	NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> N	NO <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> N	PO <sub>4</sub>	SiO <sub>3</sub>	(°C) (‰)
Hamsaros	6.4	23	17.60	8.19	3.76	1.03	0.05	0.78	11.21
Aklıman	8.4	23.1	17.60	8.32	3.01	3.47	0.11	0.64	16.38
Gerze	8.5	25.3	17.30	8.21	10.10	3.87	0.07	0.81	17.41

#### 4.4. Bitkilerin Alt Sınırları ve GPS Ölçümünde Kullanılan Koordinat Sistemleri ile Haritalanmaları

Sinop kıyılarında beş istasyon belirlenmiştir (Şekil 4.6). Bu bölümde, istasyonlarda bulunan bitkilerin diğer türlerle olan kompozisyonu gösterilmiştir. Araştırma istasyonları genellikle karışık populasyon sergiler. Bu yönüyle *Zostera marina* taksonunun Sinop'taki bazı istasyonlarda bulunmadığı veya *Zosterella noltii* ile iç içe geliştiği görülmüştür.



Şekil 4.6. Sinop kıyılarında belirlenen araştırma istasyonları

#### 4.4.1. Ayancık (=Ustaburnu=İstifan) (Şekil 4.7 ve 4.8)

**Bitki yapısı hakkında genel bilgiler:** Hakim vegetasyon *Zostera marina*'dır. Hemen hemen tüm alan yoğun bir şekilde örtülmüştür.



Şekil 4.7. Ayancık  
(=Ustaburnu=İstifan) balıkçı



Şekil 4.8. Ayancık (Ustaburnu=İstifan)  
balıkçı barınağı barınağı sualtı  
vegetasyonu

#### 4.4.2. Hamsaros

**Bitki yapısı hakkında genel bilgiler:** Doğal bir koy olan Hamsaros sualtı vegetasyonu bakımından oldukça zengindir. Bulunan türler *Zostera marina* ile *Zosterella noltii*'dir. Doğal bir koy olduğu için DHL tarafından herhangi bir faaliyet yapılmamış ve bu yüzden barınağın hazırlanmış haritası bulunmamaktadır.

#### 4.4.3. Akliman (Şekil 4.9 ve 4.10)

**Bitki yapısı hakkında genel bilgiler:** Hamsaros gibi doğal bir koy ancak balıkçılar tarafından barınak olarak da kullanılıyor. Turizm ve balıkçılık önemli ölçüde geliştiğinden ulaşım kara ve deniz yoluyla kolaylıkla sağlanıyor. Vegetasyon gerek tür çeşitliliği gerekse populasyon bakımından oldukça zengindir. Bulunan türler barınağın ağzına doğru *Zostera marina* ve *Zosterella noltii* iç kısımlarda ise *Ruppia cirrhosa*, topluluğuna rastlanmıştır. Bu alana ait detaylı koordinat sistemlerinden oluşan vegetasyon haritası hazırlanmıştır.



Şekil 4.9. Akliman balıkçı barınağı



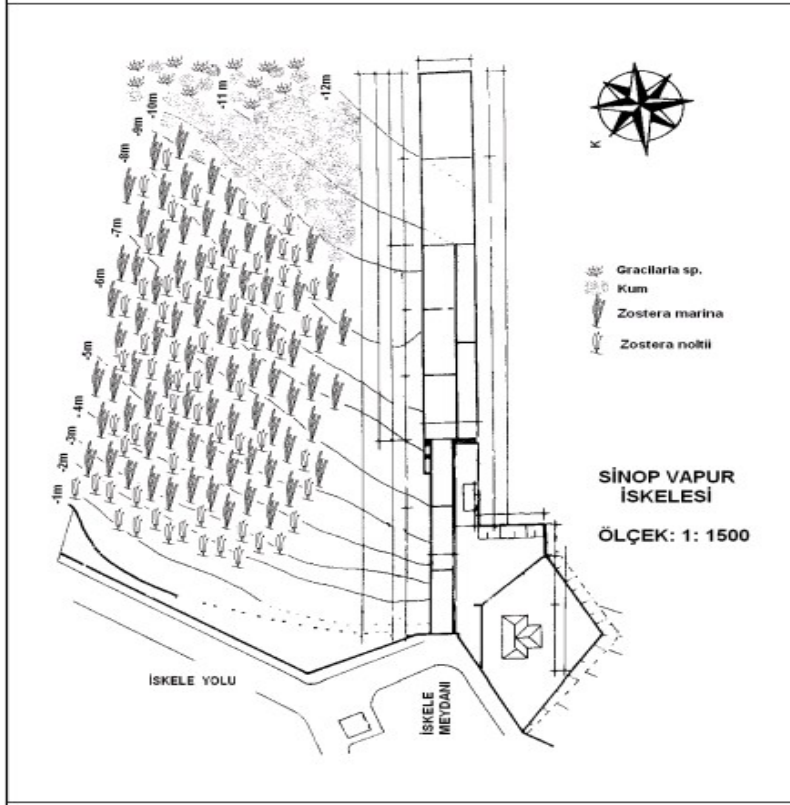
Şekil 4.10. Akliman balıkçı barınağı  
sualtı vegetasyonu

#### 4.4.4. Sinop Limanı (Şekil 4.11 ve 4.12)

**Bitki yapısı hakkında genel bilgiler:** Vegetasyon olarak *Zostera marina* ve *Zosterella noltii* topluluğuna rastlanmıştır.



Şekil 4.11. Sinop Limanı'nın vegetasyon yapısı



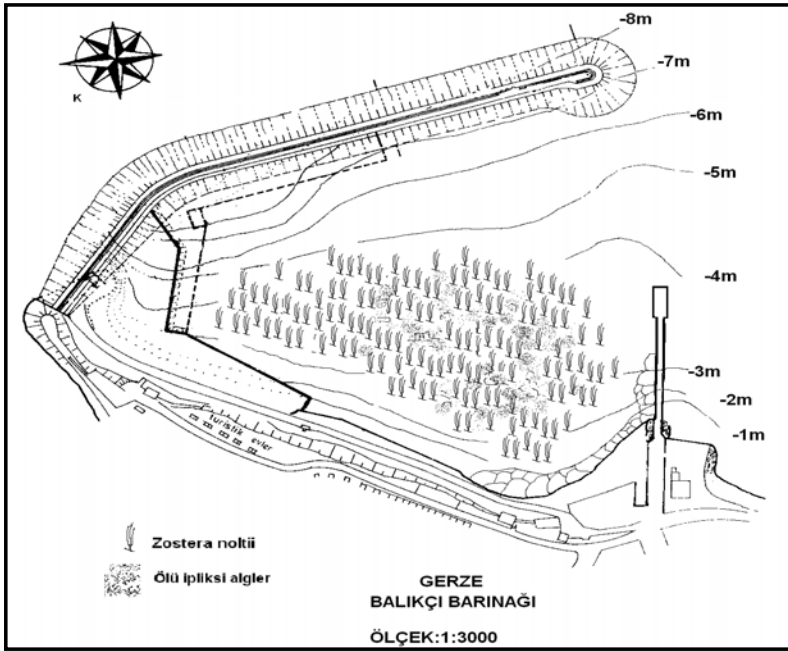
Şekil 4.12. Sinop Limanı vegetasyon haritası

#### 4.4.5. Gerze (Şekil 4.13 ve 4.14)

**Bitki yapısı hakkında genel bilgiler:** Vegetasyon olarak *Zostera marina* ve *Zosterella noltii* topluluğuna rastlanmıştır.



Şekil 4.13. Gerze balıkçı barınağı



Şekil 4.14. Gerze balıkçı barınağının vegetasyon haritası

Normal şartlarda GPS ile yapılan ölçümler Türkiye’de sıklıkla 2 adet sistem ve datuma göre yapılır. UTM ve Gauss–Krüger projeksiyon sistemlerinde WGS-84 yada ED-50 datum’una göre ölçüm yapılır. 1/1000 ve 1/5000 ölçekli paftalarda kullanılan 3 derecelik dilime göre Gauss–Krüger projeksiyon sistemidir. Burada datum değişiklik gösterir. 1/25000 ölçekli paftalarda ise 6 derecelik UTM projeksiyon sistemi kullanılır ve burada da datum değişiklik gösterir.

Bu çalışmada ölçümler 3 derecelik Gauss–Krüger projeksiyonunda WGS-84 datumunda coğrafik olarak yapılmıştır. Bizim Sinop ilindeki çalışma alanımızda ölçüm yaptığımız kıyı şeridini içine alan 1/25000 ölçekli paftalar 6 derecelik UTM projeksiyonunda ED-50 datumun da hazırlanmıştır. Görüldüğü üzere, bazı koordinat dönüşümleri ile noktaları pafta üzerine aktarılmıştır.

Öncelikle coğrafi koordinatlar, datum dönüşümü yapılarak WGS-84 den ED-50 ye çevrilmiştir.

Çizelge 4.4’de Sinop kıyıları boyunca araştırılan alanlarda bitkilerin dağılımlarını ve alt sınırlarını belirleyen 14 koordinat tespit edilmiştir. Buna göre en çok 9,4 m derinlikte *Z. marina* bitkilerine rastlanmıştır.

Çizelge 4.4. Akliman doğal koyundaki koordinatlarda tespit edilen bitkilerin alt sınırları

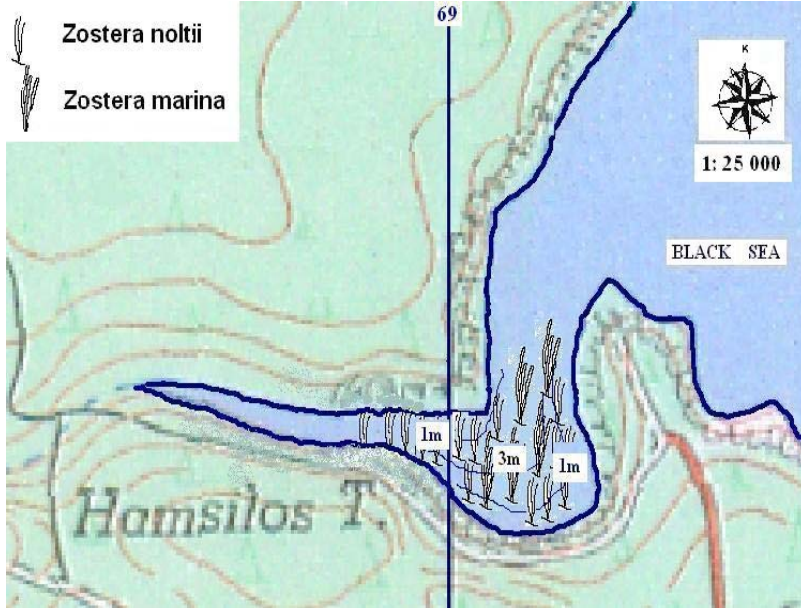
Koordinat no	Koordinat	Derinlik (m)
1	N 42°05.258' E 35°04.724'	5.6
2	N 42°05.258' E 35°04.724'	8.0
3	N 42°05.285' E 35°04.669'	8.2
4	N 42°05.285' E 35°04.669'	8.0
5	N 42°05.230' E 35°04.669'	9.4
6	N 42°05.202' E 35°04.641'	9.4
7	N 42°05.174' E 35°04.557'	7.8
8	N 42°05.146' E 35°04.502'	8.7
9	N 42°05.313' E 35°04.502'	8.0
10	N 42°05.119' E 35°04.447'	7.2
11	N 42°05.119' E 35°04.446'	6.4
12	N 42°05.091' E 35°04.446'	4.2
13	N 42°05.091' E 35°04.502'	5.4
14	N 42°05.119' E 35°04.113'	3.0

Hamsaros koyunun sığ oluşu kadar doğal ve küçük bir koy olması nedeniyle koordinat alınmasına gerek duyulmamıştır. Ancak Sinop

Liman ve Akliman ile birlikte mevsimsel olarak araştırılmıştır. Akliman'da doğal bir koydur ve bitkiler tüm alanı kaplamaktadır. Ancak koyun ağzına doğru derinlik artışı ile birlikte, Zosteraceae üyelerinin yoğunluğu dikkati çekmektedir. Koyun geniş olması ve derinlik gradientinin değişkenlik göstermesi nedeniyle fazla miktarda koordinat alınmıştır.



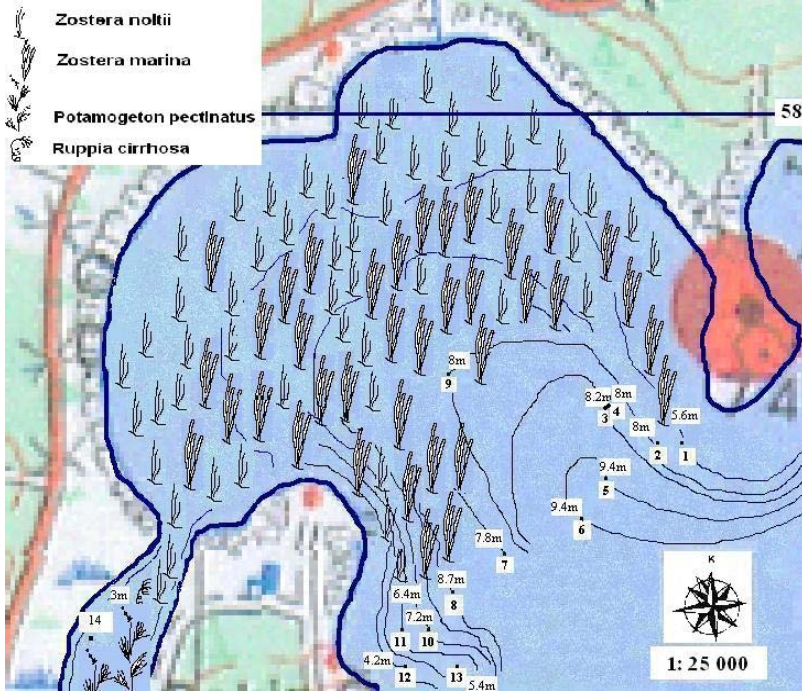
Şekil 4.15. Hamsaros ve Akliman doğal Balıkçı Barınağı



Şekil 4.16. Hamsaros doğal koyunda Zosteraceae türlerinin dağılımı

Hamsaros koyu, orta kısımlarda 3 m, iç kesimlere doğru küçük bir girintiyle devam eden ve sığlaşan yapıda doğal bir koydur. Boğaz gittikçe derinleştiğinden 10 m derinlikten itibaren bitkilere rastlanmaz (**Şekil 4.16**).

Bitkilere ait bulgular, mevsimlik değerlendirmelerde detaylandırılmıştır.

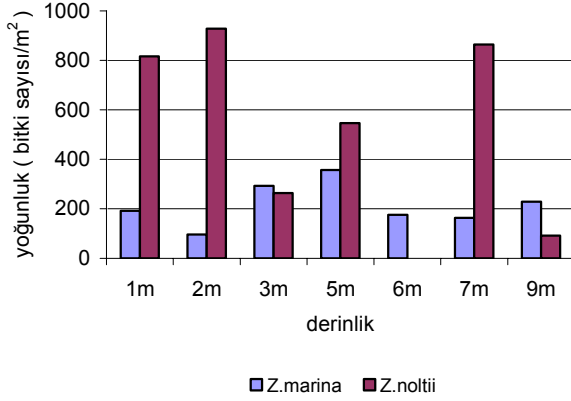


Şekil 4.17. Sinop Akliman balıkçı barınağında 1-14 no'lu koordinatlardaki Zosteraceae türlerinin alt sınırları ve dağılımları.

Akliman doğal koyu Hamsaros'a benzer bir yapı göstermez. her şeyden önce koyun karaya yakın ve sığ kesimleri diğer çiçekli bitki türleri ile kaplıdır. Koyun ortalarında ve dışında da *Z. marina* yoğun olmakla beraber karışık populasyon oluşturmaktadır. Ancak, sığlarda *Zosterella noltii* derinlerde de *Z. marina* hakim durumdadır ve alt sınır 9,4 m ile bitmektedir (Şekil 4.17).

Bu koordinatlardan alınan bitki örneklerinde derinliğe bağlı yoğunluklar tespit edilmiştir. Bu karelerde *Zosterella noltii*'de toplanmış ve ölçülmüştür. Buna göre *Zosterella noltii*'nin 1, 2, 5 ve 7 m

derinliklerde *Zostera marina* popülasyonuna göre daha yüksek yoğunluk oluşturduğu bulunmuştur (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Zosteraceae türlerinin derinliğe bağlı yoğunluk değişimi

#### 4.5. *Zostera marina* Taksonunun Sistematığı ve Sinop Kıyı Şeridindeki Vegetasyon Yapısı

Deniz çayırları, içinde Zosteraceae familyası Divisio Magnoliophyta (Angiospermler), Class (Monocotyledonae) da birleşmiştir.

Geçmişteki Zosteraceae, Cymodoceaceae ve Posidoniaceae familyalarının taksonomik durumu kargaşaya neden olmuştur. Zosteraceae ve Posidoniaceae, Potamogetonaceae'nin alt familyası olarak kalmıştır. Takhtajan (1966), Cronquist (1981), Tomlinson (1982), Dahlgren ve ark. (1985), Cook (1990) ve Kubitzki (1998) Tomlinson'un

(1982) çalışmalarını baz alarak bu üç birimi familyalardan bağımsız olarak geliştirmişlerdir.

Deniz çayırları ile ilgili ilk taksonomik çalışmalar botanikçiler tarafından Avrupa'da gerçekleştirilmiştir. Bu botanikçiler ya tam sucul bitkilerle yada deniz çayırları üzerindeki algal epifitlerle ilgilenmişlerdir. Linnaeus (1753), en iyi bilinen deniz çayırı olan *Zostera marina* taksonuna ilk bilimsel adını vermiştir. Onu, yeni türler bulan ve isimlendiren diğer bilim adamları takip etmiştir. Ascherson, ilk olarak deniz çayırı sınıflandırması ve dağılımı hakkında monografik bir derleme yapmıştır (Ascherson 1868, Ascherson ve Gürke, 1889 Ascherson 1875, Ascherson ve Graebner 1907). Araştırmacılar, bilgilerini devamlı güncellemiş ve 1906 yılında deniz çayırı dağılımı ve morfolojisini içeren modern bir kitap yayınlamıştır. Dünya çapında 8 cinse ait 32 tane tür tanımlamıştır (Ascherson, 1906). Onun sınıflandırmasını Ostenfeld (1915), Setchell (1933, 1934) ve Hartog (1970a) gibi taksonomistlerin eserleri takip etmiştir. Hartog tarafından yapılan çalışmada, bazı yeni tür ve cinslere eklemeler yapılarak "*Dünyanın Deniz Çayırları*" eseri ortaya çıkmıştır. Burada, her bir tür ve cinsin dağılımını ve ekolojisini belirleyen anahtarlar verilmiştir ve dağılım haritası yapılmıştır. Den Hartog (1970), 12 cinste 47 tür (4 tane alt tür) tanımlamış ve 2 familya (Potamogetonaceae ve Hydrocharitaceae) düzenlemiştir. Bundan sonra yeni türleri tanımlamak için birkaç tane daha taksonomik çalışma yapılmıştır (den Hartog 1970b, 1972a, b, Sachet ve Fosberg 1973, Cambridge ve Kuo 1979, Greenway, 1979 Eisman ve Mcmillan 1980, Kuo ve Cambridge 1984).

Hartog (1970), Phillips ve Menez (1988), Short ve diğerl., (2003) gibi araştırmacılar tarafından hazırlanan deniz çayırı çalışmalarında en son olarak dünya denizleri ve acı sularında 60 tür çiçekli bitki kayıt edilmiştir.

Çiçekli bitkilerin sınıflandırılmasında üremeyle ilgili yapılar petaller, sepaller, stamenler, meyve ve tohumlar kullanılmaktadır. Bununla birlikte deniz çayırlarında çiçek ve meyveler çoğunlukla toplanamamaktadır. Bu nedenle deniz çayırlarının tayinleri az yada çok vegetatif karakterler kullanılarak yapılmaktadır.

Bugüne kadar karasal çiçekli bitkiler, daha ayrı bir sistemde ele alınmaktadır. Ülkemizde de karasal çiçekli bitkilerle hatta su bitkileri ile ilgili kapsamlı çalışmalar mevcut olsa da (Seçmen ve Leblebici 1997), deniz veya acı su taksonlarını gruplandırmak oldukça zordur. Bu konuda oldukça fazla çalışma yapılmasına rağmen hala pek çok familyanın yerleşiminde sıkıntılar yaşanmaktadır. Heywood ve diğerl., (1979)' "*Flowering Plants of the World*"adlı eserinde çiçekli bitkilerin karasal türlerini ağırlıklı olarak ele alırken, Zosteraceae, Posidoniaceae, Cymodoceaceae, Zannicheliaceae, Potamogetonaceae ve Ruppiaceae familyalarını Potamogetonales değil, Najadales ordosunda toplamıştır. Yine eski botanikçilerden Pascher (1980)'in derlediği "*Orta Avrupa'nın Tatlı su Florası*" (*Süßwasserflora von Mitteleuropa*)"adlı çalışmada içinde Casper & Krauch (1980) tarafından hazırlanan Pteridophyta ve Anthophyta bölümü, acı su ve tatlı su bitkilerini geniş olarak ele almaktadır. Bu bölümde de taksonlar ana gruplarda toplanmıştır ve grupların tayin anahtarları hazırlanırken, kara, tatlı su ve acı su taksonlarının ait olduğu bazı familyalar iç içe girmiştir.

Aşağıdaki sınıflama tümüyle Womersley (1984)'in eserindeki Enid L. Robertson'un hazırladığı deniz çayırı bölümünden alınmıştır.

- DIVISIO** : **MAGNOLIOPHYTA** (Cronquist, Takhtajan ve Zimmerman (=Angiosperms))
- CLASSIS** : **LILIOPSIDA** (Cronquist, Takhtajan ve Zimmerman (=Monocotyledons))
- SUBCLASSIS** : **ALISMATIDAE** Takhtajan (=Helobiae veya Fluviales)
- ORDO** : **POTAMOGETONALES**
- FAMILYA** : **Zosteraceae**
- GENUS** : **Zostera**
- Z. marina* L. (**deniz çimeni**)
- Z. marina* var. *latifolia* Morong
- Z. marina* var. *stenophylla* Aschers.&Graebn. Z.
- hornemanniana* Tutin

Avrupa, Amerika literatüründe ve ülkemizde halk arasında deniz çimeni, botanikçiler tarafından bilinen adıyla *Z. marina* (Zoster kelimesi, şerit gibi olmasından ötürü Yunanca kuşak anlamına gelir) kapalı tohumlu bir deniz bitkisidir. *Z. marina* teknik olarak bir yosun yada makroalg değildir. Fakat yakın jeolojik çağlarda karadan denize göçmüş (sekonder su bitkisi) çiçekli bir kara bitkisidir. Karadaki akrabalarının aksine çiçekleri, ayrıntılı bir görüntüye yada böcekleri çekecek parlak renklere veya çiçekten çiçeğe polen iletecek hayvanlara ihtiyacı yoktur. Transparan yaprak kılıfı arkasında gizlenen deniz çimi çiçekleri nadiren görünür. Çiçekler ince polenlerini suya bırakırlar ve günlerce asılı kalan polenler, yapraklar ve akıntılarla yayılırlar. Yaprakları, koyu yeşil, uzun, dar ve şeritsi, uçları yuvarlanmış olup, 20-50 cm (istisnai olarak da 2 m uzunluğa sahip olanları da vardır) uzunluğundadır (**Şekil 4.19**). Yapraklarda, kök ve gövdede (rizom) su üstünde durmayı sağlayan hava

boşlukları (lacuna) vardır. Üreyen bir filizde (üreme sürgünü) karadaki çimlere benzer sayısız çiçek vardır (**Şekil 4.20**).



Şekil 4.19. *Z. marina* vejetasyonu (foto: DURAL, 2005)



Şekil 4.20. *Z. marina*'da üreme sürgünleri (Sinop kıyıları)

Rizom 2-5 mm genişlikte ve her nodta yapraklı ve çok sayıda köklü. İnternodlar 10-35 mm boyda, yaprak kını, 5-20 cm boyda ve yaprak ayasından daha geniş. Yaprak ayası, 2 m boya kadar ulaşır ve 1,5-12 mm genişlikte; damar 5-11; obtus tipte, sık sık hafifçe mukronat. Üreme sürgünleri, 1,5 m boya kadar, tekrar tekrar dallanan çok sayıda spatallı. Spatal kın 40-85 mm boyda ve 2-4 mm genişlikte. Spadiks linear, 20 erkek 20 kadar da dişi çiçek taşıyabilir (Şekil 4.21). Meyve elipsoitten ovoide kadar, 2,5-4 mm boyda; perikarp kahverengidir (Şekil 4.22). Tohum koyu kahverengiden saman rengine kadar değişen testalı, 16-25 çeşitlilikte kostalı.



Şekil 4.21. *Z. marina* L.'da spata üzerinde oluşan çiçekler

Deniz çimeni, karada yaşayan bir bitki gibi özel bir yeraltı kökü ve gövdesine sahiptir. Gövdeden çıkan sürgünlerle vegetatif çoğalabildiği gibi tohumların filizlenmesiyle de gelişebilir ancak tohum yoluyla çoğalma daha zayıftır. Kuzeydoğu Pasifik'tekilerin çoğu vegetatif olarak çoğalır. Gelişme derinliği, ışık ve su berraklığına bağlıdır. Bazı yerlerde yetişebileceği en derin yer 6 m' dir. Fakat berrak sularda bu derinlik 30 m'ye kadar inebilir (Phillips ve Menez 1988).

*Yerel (halk arasında kullanılan) İsimler:* Genellikle deniz çimeni, yaban ördeği otu, geniş yapraklı yosun, veya çimen, Karadeniz kıyılarımızda İvirya.

Yapraklar yıl boyunca yeşil kalabilir. Yaz yaprakları sonbaharda dökülür ve genellikle yerleri daha küçük olan kış yapraklarına bırakılır. Genellikle bütün yıl süren bitkisel gelişim vasıtası ile yataklar

büyür. *Z. marina* topluluğunun birlik oluşturduğu diğer bitkiler; öncelikli olarak *Zosterella noltii* dir. Akliman'da doğal koyun orta kısımlarından itibaren çıkışına kadar sadece *Zosteraceae* türlerine rastlanmaktadır. Pek çok istasyonda dikkati çeken durum, *Ruppia*, *Zannichelia* ve *Potamogeton* türlerinin liman veya barınaklarda ki, özellikle sakin karaya yakın kesimlerde yaygın olması, liman dışına veya açığa doğru ise, *Zosteraceae* türlerinin dominant özellik göstermesidir. Burada tuzluluk faktörünün rolü olabileceği tahmin edilmektedir. Ancak istasyonların pek çok yerinde daha fazla tuzluluk tespitlerinin yapılmasına gerek duyulmuştur.



Şekil 4.22. *Z. marina* L.'da spata üzerinde olgunlaşmış mevyalar

Alg birliklerinin önemli bölümünü, yeşil ve kırmızı algler meydana getirir. Bunların da önemli bölümü yapraklardaki epifitlerdir. Diğer bir kısmı ise zaman zaman yoğun kümeler halinde bitkilerin diplerindeki boş

alanlarda görülürler. Epifitlerden *Melobesia*, *Ceramium*, *Polysiphonia* tabandaki türlerden bazılarını *Gracilaria*, *Cladophora* yine *Ceramium* türleri oluşturmaktadır (**Şekil 4.23**). Türler en yoğun olarak ilkbahar başlangıcında Ekim aylarına kadar devam eder. Ancak alglerin dönemsel baskınlık ve yoğunluğu türlere göre değişir. Yapraklarda en yoğun epifit biyoması 1-4 m derinlikler arasındadır. Alglerin önemli bölümü deniz çayırı üzerinde bulunur.

Sinop Limanı kıyılarında bitkilerin alt sınırı 12 m derinliğe kadar ulaşır. Ancak bu derinliklerde 1-2 bitki seyrek şekilde bulunur. Aynı derinliklerde *Gracilaria gracilis* kumluk zeminde üzeri çoğunlukla çamur tabakayla kaplı olmasına rağmen iyi bir gelişim göstermektedir.



Şekil 4.23. Deniz çayırlarının işgal etmediği alanlarda *Ceramium* sp. ve *Cladophora* sp.

#### 4.6. Sinop Kıyılarında *Zostera marina* Taksonunun Fenoloji ve Biyokütlesinde Yersel ve Mevsimsel Değişimler

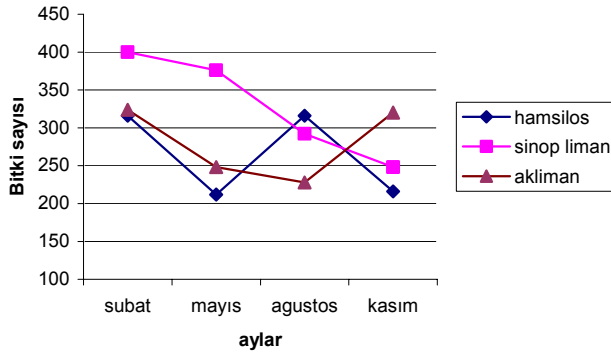
Zosteraceae üyelerinin mevsimsel değişimleri Sinop kıyılarında üç ayrı istasyonda araştırılmıştır. İstasyonlardaki bitkiler bazı yerlerde karışık bazı yerlerde homojen populasyon oluşturduklarından, *Z. marina*, bulunduğu kuadratlarda diğer türlerden bağımsız olarak ölçülmüştür. Sinop Liman, Akliman ve Hamsilos'da *Zostera marina* ve *Zosterella noltii* 3 m ve 9 m derinliklerden toplanmış, fakat bu çalışmada *Z. marina* değerlendirmeye alınmıştır. Yoğunluk, yaprak sayısı, yaprak alanı, yaprak uzunluğu ile biyokütle verileri, istasyonlara mevsimlere ve derinliklere göre karşılaştırılmıştır.

Bitkilere ait mevsimsel parametreler Şubat, Mayıs, Ağustos ve Kasım aylarında alınmıştır. Fakat su kalitesi ve özelliklerini belirleyebilecek parametreler, cihaz satın alımlarının ancak Eylül ayına yetişmesi nedeniyle sadece Eylül 2005'de alınabilmiş, bu sebeple bitkiye ait fenolojik bulguları su kalitesi değerleriyle mevsimsel olarak yorumlayabilmek mümkün olamamıştır.

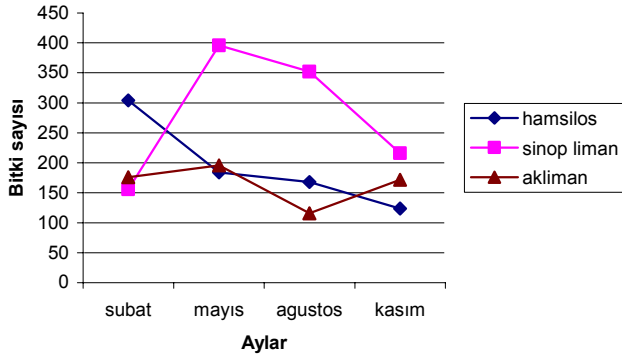
Bitkide fenolojik parametreler diğer çiçekli bitkilerden çok daha farklı tekniklerle tespit edilmiştir. Bitki, daha önce değinildiği gibi, hakim dik bir ana gövdeye sahip değildir. Rizom sürünücü olması ve buradan çıkan yaprakların şerit şeklinde büyümesi nedeniyle Akdeniz türü *Posidonia oceanica*'ya benzer bir ölçüm tekniği ile araştırılmaktadır. Ancak yapraklar yine farklı bir diziliş gösterir. En dış yaprakların kını, daha içte yer alan orta (ergin) yapraklara göre daha kısadır. Merkezdeki genç yapraklarda ise durum *Posidonia* ile aynıdır. Ancak literatürlerde *Zostera* türleri için yaprak sınıflamaları bilinse de, çalışmalarda bu sınıflamalar numaralandırılarak yapılmaktadır. Bu çalışmada gerek *Zostera marina* ve gerekse *Zosterella noltii* bitkilerinde daha çok yoğunluk, yaprak sayısı ve en çok da biyokütle üzerinde durulmaktadır.

Bitki yoğunluğu veya metrekare başına bitki sayısı, *Zostera* türleri için 3-5 m derinliklerde çok önemli olmadığı bilinmektedir. Ancak farklılığın 0,5-1 m ile 7-10 m derinlikler arasında görüldüğü, bunun ışık faktörüyle ilgili olduğu bildirilmektedir (Milchakova 1999).

*Z. marina*'da bitki sayısı, Sinop Limanı dışında diğer istasyonlarda tüm mevsimler için 3 m derinlikte 9 m derinliğe göre yüksek bulunmuştur. Ancak mevsimsel ortalama Sinop Limanı'nda yine 3 m de 9 m'ye göre yüksektir. 3m derinlikte en yüksek mevsimsel ortalama Sinop Limanı, onu Akliman ve az bir farkla Hamsaros izlemektedir. 9 m derinlik için mevsimsel ortalama yine Sinop Limanı'nda yüksek bulunurken, onu Hamsaros ve Akliman izlemektedir (**Şekil 4.24 ve 4.25**).

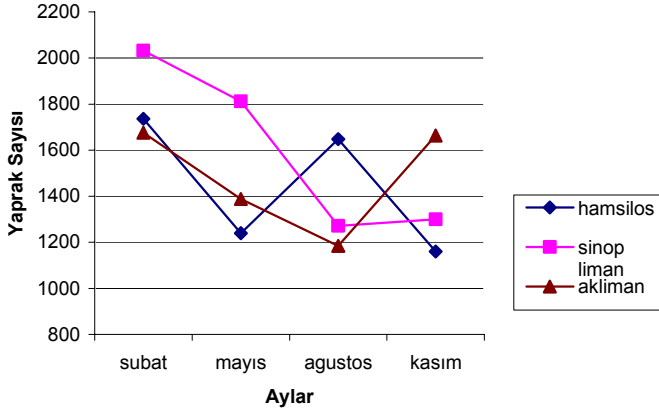


Şekil 4.24. *Zostera marina* topluluğunun 3 m derinliklerdeki bitki sayısı

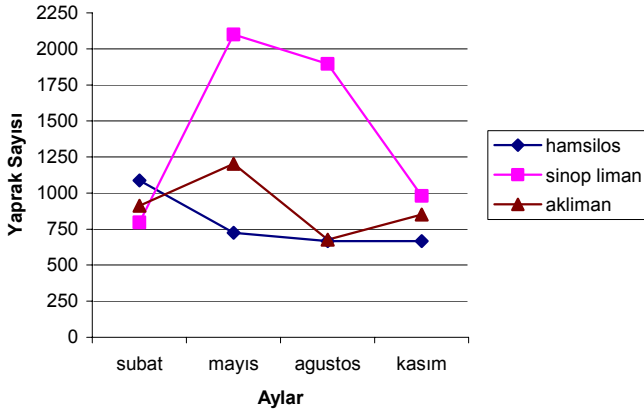


Şekil 4.25. *Zostera marina* topluluğunun 9 m derinliklerdeki bitki sayısı

Yaprak sayısı da bitki yoğunluğu ile benzer değerler göstermiştir. 3 m derinlikte 9 m ye göre mevsimsel ortalama yüksek bulunurken, Sinop Liman'da en yüksek, bunu Akliman ve Hamsaros takip etmiştir (Şekil 4.26 ve 4.27).

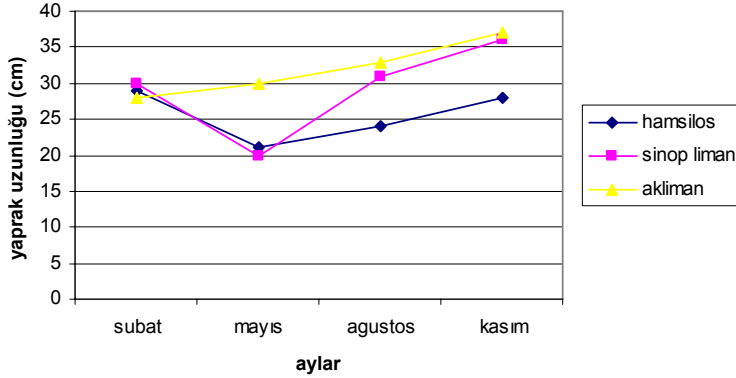


Şekil 4.26. *Zostera marina* topluluğunun 3 m derinliklerdeki yaprak sayısı

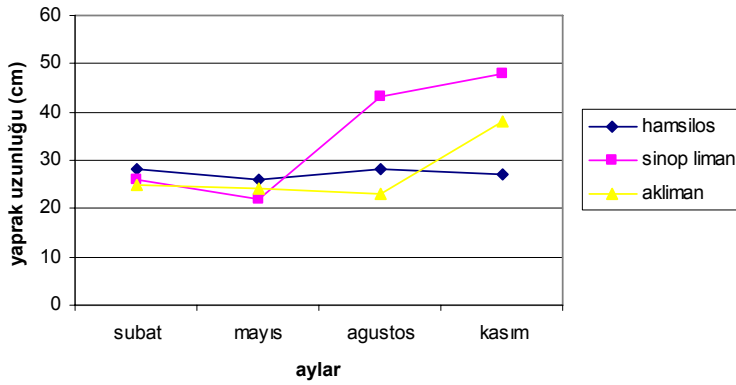


Şekil 4.27. *Zostera marina* topluluğunun 9 m derinliklerdeki yaprak sayısı

Yaprak uzunlukları, mevsimsel ortalamada 9 m de 3 m ye göre daha yüksek bulunmuştur. İstasyonlar arasında da 3 m ve 9 m derinlikler için Akliman ve Sinop Limanı'nda değerler değişim göstermektedir (Şekil 4.28 ve 4.29).

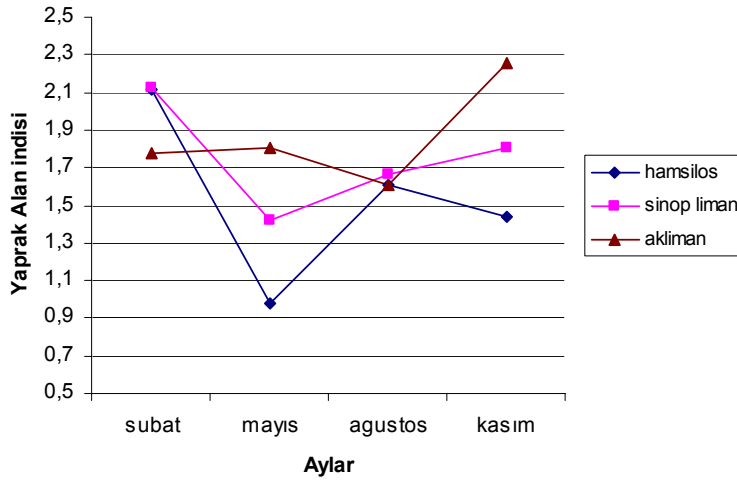


Şekil 4.28. *Zostera marina* topluluğunun 3 m derinliklerdeki yaprak uzunluğu

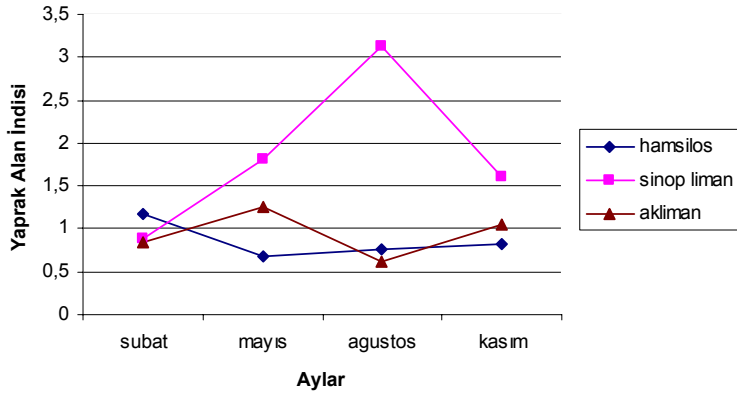


Şekil 4.29. *Zostera marina* topluluğunun 9 m derinliklerdeki yaprak uzunluğu

Yaprak alanı indeksinin bitki ve yaprak sayısı ile ilişkili olabileceği düşünülse de, alan hesaplamalarında yaprak genişliğinin önemi daha fazladır. Bu yüzden alan indeksi değerlerinin, yaprak sayısı ve bitki yoğunluğu ile paralellik göstermesi beklenmemedir. Yaprak alan indekslerinde de derinliğe bağlı önemli bir değişim görülmemesine rağmen, 9 m derinlikler 3 m ye göre daha düşük değerlerdedir. İstasyonlara göre her iki derinlik ortalaması dikkate alındığında en yüksek yine Sinop Limanı, bunu Akliman ve sonra Hamsilos takip etmektedir (Şekil 4.30 ve 4.31).

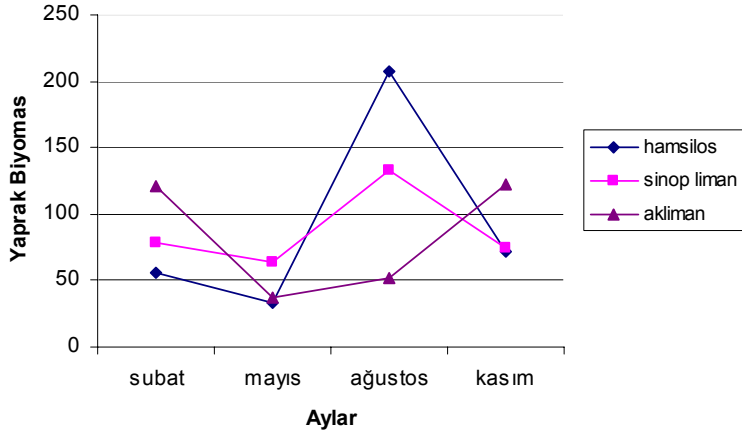


Şekil 4.30. *Zostera marina* topluluğunun 3 m derinliklerdeki yaprak alan indeksi

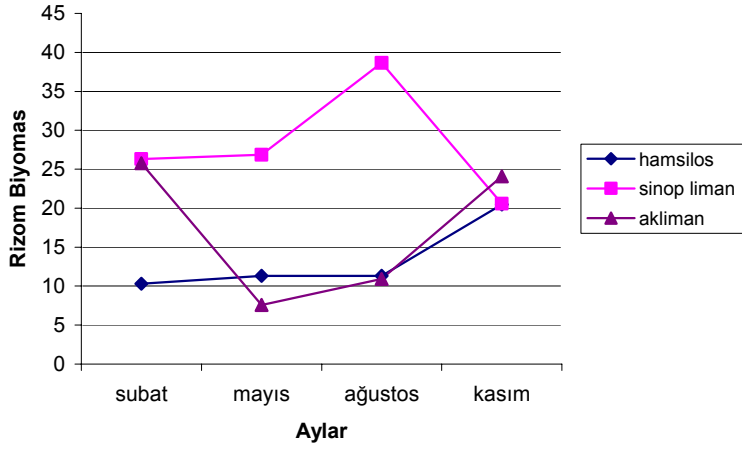


Şekil 4.31. *Zostera marina* topluluğunun 9 m derinliklerdeki yaprak alan indeksi

Biyokütle 3 m derinlikler için istasyonlara göre karşılaştırılmış, Yaprak biyokütlesinde önemli bir fark görülmezken, rizom biyokütlesi yine en yüksek Sinop Limanı'nda bulunmuştur. Mevsimsel olarak değerlendirildiğinde yaprak ve rizom biyokütlesi yaz aylarından itibaren Kasıma kadar yüksek değerlerde bulunmuştur (Şekil 4.32 ve 4.33).



Şekil 4.32. *Zostera marina* topluluğunun 3 m derinliklerdeki yaprak biyokütlesi



Şekil 4.33. *Zostera marina* topluluğunun 3 m derinliklerdeki rizom biyokütlesi

Jensen (1975), rizom ve yaprak biyokütlesi ile ilgili mevsimsel bulgularında, yaz aylarında yaprak biyokütle artışının daha yüksek olduğunu, rizomun sonbahar dönemine kadar artıp sonradan azaldığını göstermiştir. Gallegos ve diğerl (2000)'de, sürgün sayısının, metrekare başına Ocak'ta 2334 olduğunu bildirilmektedirler. Burada, en soğuk dönemin Aralık-Mayıs arası olduğu, ancak aylık sıcaklık değişimlerinin verilmediği görülmektedir. Bu çalışmada yataklar 2 m ve 4 m derinliklerde araştırılmış, değerlerin Ocakta yüksek çıkması, yaz ve sonbahar döneminin uzantısını, Mayıs'ta düşük çıkması da Ocaktan itibaren devam eden düşük sıcaklıkların sonucunda bitkilerin Mayıs'a kadar düşük verimlilikte devam edip sonuçlandığını göstermektedir. Ancak *Zostera* üyelerinde bu tip fenolojik çalışmalara bakıldığında, örneklemelerin tüm yıl boyunca yapılmadığı görülmektedir. Bu çalışmada da bitkiler Aralık-Mayıs arası toplanmış, fenolojik parametreler yaprak alan indisi dışında bitki başına düşen miktarlar olarak verilmektedir. Yaprak alan indisi, bulgularımızla paralellik gösterir.

Milchakova (1999) tarafından, *Z. marina*, taksonunun kirli ve temiz sularda biyomas ve yoğunluk bulgularında da önemli farklılıklar olduğu belirtilmektedir. Yine araştırmacı, yeni nesil gövdelerin Ocak ayında ortaya çıktığı Şubattan itibaren büyüdüğü, Mart-Nisan ayında çiçeklendiği, Mayıs-Haziran'da tomurcuklandığını belirtmektedir.

*Zostera caulescens*'te tüm yıl boyunca fenolojik parametrelerin verildiği çalışma, Nakaoka ve diğerl., (2003) tarafından yapılmış, araştırmacılar sürgün yoğunluğunu, ilkbahar ve yazın yüksek bulmuşlar, yaprak uzunluğu yerine ise sürgün boyu değerlendirilmiş ve yüksek değerler Ağustos'tan Kasıma kadar tespit edilmiştir. Hayashida (2000), *Zostera marina* gelişimi için 7-10 m derinliklerin en iyi olduğunu vurgulamıştır. Bizim bulgularımızda en dikkati çeken değerler biyokütle

verileridir. Ağustostan Kasıma kadar biyokütle artışı tüm istasyonlarda 3 m derinlik için paralellik göstermektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Bitkilerin Sinop kıyıları boyunca iyi bir dağılım ve gelişim göstermesi, çalışmayı Karadeniz'in bu kıyılarında yapılmasını yararlı ve uygun kılmıştır. Bu sebeple, Zosteraceae familyasının korunaklı kıyıları boyunca geniş dağılım göstermesi ve dalgalanmalara açık olan bölgelerde, diğer türlere göre önemini daha çok arttırmaktadır.

2. Sinop sahili boyunca araştırılan istasyonlardaki suya ait fiziksel ve kimyasal parametreler aynı dönemde ve aynı derinlikte olması nedeniyle, farklı derinlikler arasında ve mevsimsel karşılaştırma imkanını kısıtlamıştır.

3. Bitkilerin vegetasyon yoğunluğu ve kompozisyonu, istasyonların eski veya doğal hatta yeni veya yapay olarak yapılanmalarıyla aynı zamanda taban yapısı ve su hareketleriyle de ilişkilidir.

4. İster doğal ister yapay yolla oluşmuş olsun, liman, balıkçı barınağı, koy vb. alanlarda karadan dışa veya denize doğru, Zosteraceae üyeleri baskınlık gösterir. Sinop Limanı gibi, limanlar korunaklı değilse, Zosteraceae dışında diğer türlerin yayılımı oldukça zayıftır.

5. Bu çalışma, Karadeniz deniz çiçekli bitkilerinin araştırılmasına öncülük etmesi nedeniyle önemli olduğu kadar, bundan sonraki çalışmaların daha kapsamlı yapılması gerekliliğini sergilemiştir.

6. Bitkilerin yayılımı ve vegetasyon yapısı, kıyıların su kalitesi hakkında önemli ipuçları vermesi bakımından önem taşımaktadır. Aynı zamanda Türkiye denizlerinin verimliliğinde ve besin zincirindeki rolü tartışılmaz olan bu bitkilerin tüm Türkiye kıyıları boyunca araştırılmasına önem verilmesi zorunluluktur.



## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Boguslosky, S.G., Y.M.Beljakov & V.A. Zavarov. On the peculiarities of the hydrological regime of the Black Sea. Kiev. Naukova: 11-24, (1979).
- Davis R.C., Short F.T., Restoring eelgrass. *Zostera marina* L., habitat using a new transplanting technique: The horizontal rhizome method, Aquatic Botany, 59, 1-15, (1997)
- Den Hartog, C. The Seagrasses of the World. North Holland Publishing Company, Amsterdam, 275 pp.+ 31 plates (1970).
- Frederiksen M., Krause-Jensen D., Holmer M., Laursen J.S., Spatial and temporal variation in eelgrass (*Zostera marina*) landscapes: influence of physical setting, Aquatic Botany , 78, 147-165, (2004).
- Gallegos-Santamaria Abraham Noe, Lizaso-Sanchez Luis Jose, Pico-Felix Fernando Esteban. Phenology and growth cycle of annual subtidal eelgrass in a subtropical locality. Aquatic Botany 66, 329-339 (2000).
- Hayashida F., Vertical distribution and seasonal variation of eelgrass beds in Iwachi Bay, Izu Peninsula, Japan., Hydrobiologia, 428, 179-185, (2000).
- Heywood V.H. Moore D.M. Flowering Plants of the World. Monocotyledons I.B.K.Richardson & W.T. Stearn. Print II.335 pp. (1979).
- Jensen K.S. Biomass, Net Production and Growth Dynamics in an Eelgrass (*Z. marina* L.) Population in Vellerup Vig, Denmark. Ophelia 14: 185-201. (1975).
- Katwijk M M., Reintroduction of eelgrass (*Zostera marina* L.) in the Dutch Wadden Sea : a research overview and mangement vision, Department of Environmental Studies, Universty of Nijmegen, (2003).
- Katwijk M.M., Hermus D.C.R., Effects of water dynamics on *Zostera marina*: transplantation experiments in the intertidal Dutch Wadden Sea, Marine Ecology progress Series, 208, 107-118, (2000).

- Katwijk, M.M., Wijgerts, L.J.M., Effects of locally varying exposure, sediment type and low-tide water cover on *Zostera marina* recruitment from seed, *Aquatic Botany*, 80, 1-12, (2004).
- Komakhidze A., Mazmanidi N., Black Sea Biological Diversity Georgia. GEF Black Sea Environmental Programme. Ed. Komakhidze A., Mazmanidi N., Vol:8, Unit. Nat. Publ. New York, (1998), pp. 167.
- Larkum A.W.D. , McComb A.J. Shepherd S.A. *Biology of Seagrasses. Aquatic Plant Studies 2.* Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo, 841pp. (1989)
- Laugier T., Rigollet V., Casabianca M.L., Seasonal dynamics in mixed eelgrass beds, *Zostera marina* L. And *Z. noltii* hornem., in a Mediterranean coastal lagoon (Thau lagoon, France ), *Aquatic Botany*, 63, 51-69, (1999).
- Lee Seop-Kun, Short T., Burdick D.M. Development of a nutrient pollution indicator using the seagrass , *Zostera marina*, along nutrient gradients in three New England estuaries. *Aquatic Botany* 78: 197-216. (2004)
- Les D H., Moody M L., Jacobs S W L., Bayer R J., Systematic of Seagrasses (Zosteraceae), *Systematic Botany*, 27(3), pp: 468-484, (2002).
- Mather R.G., Montgomery W.I., Portig A.A., Exploitation of Intertidal *Zostera* Species by Brent Geese ( *Branta Bernicla Hrota*): Why Dig for Your Diner, *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 147-152, (1998).
- Milchakova N.A., On the status of seagrass communities in the Black Sea, *Aquatic Botany*, 65, 21-32, (1999).
- Nakaoka M., Kouchi N., Aioi K., Seasonal dynamics of *Zostera caulescens*: relative importance of flowering shoots to net production, *Aquatic Botany*, 77, 277-293, (2003).
- Nixon S.W., Oviatt C.A., Preliminary measurement of midsummer metabolism in beds of eelgrass, *Zostera marina*, *Ecology* 53: 1,(1972).

- Obando-Ibarra, S.E. & Boudouresque Ch.F. An improvement of the Zieman leaf marking technique for *Zostera marina* growth and production assesment. *Aquatic Botany*, 47, 293-302 (1994).
- Pasher D.H. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Pteridophyta und Anthophyta.I.Teil: Lycopodiaceae bir Orchidaceae. S.J.Casper &H.D.Krausch. 403 pp.Gustav Fisher Verlag Stuttgart New York. (1980).
- Peralta G., Perez-Llorens J.L., Hernandez I., Brun F., Vergara J.J., Bartual A., Galvez J.A., Garcia C.M. Morphological and physiaological differences between two morphotypes of *Z.noltii* Hornem. From the south-western Iberian Peninsula. *Helgol. Mar.Res.* 54:80-86, (
- Plus M., Deslous-Paoli J.M. Dagault F., Seagrass ( *Zostera marina* L. ) bed recolonisation after anoxia- induced full mortality, *Aquatic Botany*, 77, 121-134, (2003).
- Phillips, C.R.; Menez, E.G. Seagrasses. Washington, D.C. 104 pp. (1988).
- Philips R.C., McRoy C.P., Seagrass research methods, Unesco, France 206 pp. (1990).
- Procaccini G., Buia M C., Gambi M C., Perez M., Pergent G., Pergent-Martini C., Romero J., World Atlas of Seagrasses, ed: Gren P E.,Short T F., University Of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, (2003), pp: 48.
- Seçmen Ö. Leblebici E. Türkiye Sulak Alan Bitkileri ve Bitki Örtüsü. E.Ü.Fen Fak. Yayınları. No.158. İzmir 404 sayfa, 411 Şekil (1997).
- Sgorbini S., Peirano A., Cocito S., Morgigni M., An underwater tracking system for mapping marine communities: an application to *Posidonia oceanica*, *Oceanologica Acta*, 25, 135-138, (2002).
- Short F.T., Coles G.R., Short C.A., Global Seagrass Research Methods. Elsevier Science B.V., Amsterdam, (2003), pp. 473.
- Strickland J.D.H. & Parsons T.R., A practical handbook of Seawater Analysis. 2<sup>nd</sup> Ed. -Bull.Fish.Res.Board.Can. No:167. pp:310, (1972).

- Talbot M.M.B., Bate G.C., The Distribution Net Biomass off the Seagrass *Zostera capensis* in A Warm-Temperate Estuary, *Botanica Marina*, Vol:30, 91-99, (1987).
- Topping G., Mee D.L., Black Sea Pollution Assessment. GEF Black Sea Environmental Programme. Ed. Mee D.L., Topping G., Vol: 10, Unit. Nat. Publ. New York, (1998), pp.380.
- Vermaat, J.E., Verhagen, F.C.A., Leidenburg, D., Contrasting response in two population of *Zostera noltii* Hornem. To experimental photoperiod manipulation at two salinities, *Aquatic Botany*, 67, 179-189, (2000).
- Womersley H:B.S. The Marine Benthic Flora of Southern Australia. Part I. 329 pp. (1984).
- Zaitsev Y.P., Mamaev V., Biological Diversity in the Black Sea. A Study of Change and Decline. GEF Black Sea Environmental Programme. Ed. Zaitsev Y., Mamaev V., Vol: 3, Unit. Nat. Publ. New York, (1997), pp. 208.
- Zaitsev Y.P., Alexandrov B.G., Black Sea Biological Diversity (Ukraine). GEF Black Sea Environmental Programme. Ed. Zaitsev Y.P., Alexandrov B.G., Vol:7, Unit. Nat. Publ. New York, (1998), pp. 35

## ÖZGEÇMİŞ

### Gamze ATALAY

22.06.1982 İzmit/Kocaeli ilinde doğdum. Orta öğrenimini Özel Atafen kolejinde tamamladım. 2000 yılında Ege üniversitesi Biyoloji Bölümünde lisans öğrenimine başladım. 2004 Haziran'da lisans eğitimini tamamlayıp Biyolog unvanını almaya hak kazandım ve aynı yıl içinde Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Bölümünde yüksek lisansa başladım. 2006 Güz döneminde yüksek lisans eğitimimi tamamlayacağım.

7-11 Nisan 2004 tarihleri arasında Denizli'de düzenlenen "III. Ulusal Sınır Bilimleri Kongresi"ne katıldım. Avrupa Komisyonu ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından desteklenen Türkiye İş Kurumu tarafından yürütülen Aktif İşgücü Programları Projesi Yeni Fırsatlar Programı "Biyologları Mesleki Gelişim Projesi" kapsamında düzenlenen Hidrobiyoloji kurs programını başarı ile tamamlayarak Biyologlar Derneği Eğitimci Sertifikası aldım. 2005 yılında Türkiye Biyologlar Derneği İzmir Şubesi Yönetim Kurulunda Sekreter olarak göreve başladım. Türkiye Biyologlar Derneği İzmir Şubesi kapsamında 15-16 Nisan 2006 tarihlerinde Kuşadası'nda "Biyologlar Günü" kutlama organizasyonunu düzenledim. 1-21 Eylül 2006 tarihleri arasında Türkiye Biyologlar Derneği ve Dicle Üniversitesi tarafından Diyarbakır'da düzenlenen "VI. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi"nde sekreter olarak görev aldım. "VI. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongre" kitabının editörlüğünü yaptım. Bu kongre sonucu sertifika almaya hak kazanmıştır.

Türkiye Biyologlar Derneği İzmir Şubesinde çalışmalarına devam etmekteyim.