

İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**LİGURYA DENİZİNDE POSIDONIA OCEANICA (L.) DELİLE
ÇAYIRLARININ GÜNCEL DURUMLARININ VE ZAMAN İÇERİSİNDEKİ
DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Onur KARAYALI

Su Ürünleri Anabilim Dalı

EYLÜL 2017

İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**LİGURYA DENİZİNDE POSIDONIA OCEANICA (L.) DELİLE
ÇAYIRLARININ GÜNCEL DURUMLARININ VE ZAMAN İÇERİSİNDEKİ
DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Onur KARAYALI
(Y150107002)**

Su Ürünleri Anabilim Dalı

**Birinci Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Haşim SÖMEK
İkinci Tez Danışmanı: Dr. Monica MONTEFALCONE**

EYLÜL 2017

İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün Y150107002 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Onur KARAYALI, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "LİGURYA DENİZİNDE *Posidonia oceanica* (L.) Delile ÇAYIRLARININ GÜNCEL DURUMLARININ VE ZAMAN İÇERİSİNDEKİ DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Birinci Tez Danışmanı : **Yrd. Doç. Dr. Haşim SÖMEK**
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

İkinci Tez Danışmanı : **Dr. Monica MONTEFALCONE**
Cenova Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Berrin DURAL**
Ege Üniversitesi

Prof. Dr. Veysel AYSEL
Dokuz Eylül Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet ÇULHA
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

Teslim Tarihi : 8 EYLÜL 2017
Savunma Tarihi : 8 EYLÜL 2017

ÖNSÖZ

Bu çalışma alanında bana yol gösteren ve bu alanda yetişmemi sağlayan, yüksek lisans eğitimim boyunca yardım ve desteklerini benden esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Haşim SÖMEK'e, arazi ve laboratuvar çalışmalarımda bana her türlü yardımı sağlayan ve bilimsel açıdan üstün tecrübelerini tüm sabırla benimle paylaşan ve yetiştiren ikinci danışman hocam Dr. Monica MONTEFALCONE'ye, üstün bilgisi ve tecrübeleriyle bilimsel ve akademik yolumda bana yol gösteren ve yönlendiren Prof. Dr. Carlo Nike BIANCHI'ye, tüm arazi, laboratuvar çalışmaları ve verilerin işlenmesinde benden yardımlarını esirgemeyen doktora öğrencisi Alice OPRANDI'ye, arazi çalışmalarımızda bana yardımını sunan Fabio BENELLI'ye ve son olarak da eğitim hayatımın her aşamasında bana maddi manevi destek olan aileme de ayrıca sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Eylül 2017

Onur KARAYALI

PREFACE

I would like to thank first of all to my family for their support during all my education life, to my supervisor Asst. Prof. Haşim SÖMEK who determinedly supported and helped me during my master program and led me to be educated in this topic, to my second supervisor, Prof. Monica MONTEFALCONE who helped and educated me during laboratory studies, field activities and writing thesis with her superior experience and endless passion, to Prof. Dr. Carlo Nike BIANCHI who gave me an opportunity to study in his team at the University of Genoa and led me to follow correct way for my thesis and my academic life, also to miss Alice OPRANDI who helped me in all steps of thesis and to Fabio BENELLI for sharing his help.

September 2017

Onur KARAYALI

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR.....	vi
SEMBOLLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
EKLER LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE METOT	5
2.1. Çalışma Sahası.....	5
2.1.1. Vado Ligure	6
2.1.2. Bergeggi	7
2.1.3. Noli.....	9
2.1.4. Diano Marina	10
2.1.5. Sanremo	11
2.1.6. Ospedaletti.....	12
2.2. Örneklerin Toplanması ve Arazi Çalışması	14
2.3. Örneklerin Ölçümleri ve Analizleri	17
2.3.1. Fenolojik Analizler.....	17
2.3.2. Epifit Yoğunluğu Ölçümleri	18
2.3.3. Lepidokronolojik Analizler	18
2.4. Verilerin değerlendirilmesi ve Kullanılan İndeksler	20
2.4.1. Verilerin değerlendirilmesi	20
2.4.2. Kullanılan Tanımlayıcılar	21
2.4.3. Kullanılan İndeksler	21
2.5. Zaman İçindeki Değişimin Belirlenmesi	27
2.6. İndekslerin ve tanımlayıcıların karşılaştırılması.....	27
2.7. Alt ve Üst Limitlerin Modellenmesi	28
3. BULGULAR	30
3.1. Fenolojik Bulgular	30
3.2. Üretkenlik Hesaplamaları.....	31
3.3. Güncel ve Önceki Yıllara Ait Taban Alanı Kaplama Yüzdeleri.....	32
3.4. Zaman İçerisindeki Değişim	32
3.5. İndeks Sonuçları	42
3.6. İndeks ve Tanımlayıcıların Karşılaştırmaları	43
3.7. Modelleme Sonuçları.....	49
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	52
5. ÖNERİLER	59
6. KAYNAKLAR	60
EKLER	70
ÖZGEÇMİŞ	66

KISALTMALAR

V	: Vado Ligure Bölgesi
B	: Bergeggi Bölgesi
N	: Noli Bölgesi
D	: Diano Marina Bölgesi
S	: Sanremo Bölgesi
O	: Ospedaletti Bölgesi
PREI	: <i>Posidonia oceanica</i> Rapid Easy Index
CI	: Conservation Index
SI	: Substitution Index
PSI	: Phase Shift Index
<i>P. oceanica</i>	: <i>Posidonia oceanica</i>
DSÇD	: Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi
SÇD	: Su Çerçeve Direktifi
Y	: Yetişkin Yaprak
O	: Ortanca Yaprak
J	: Jüvenil Yaprak
N.A.	: Uygulanamaz (non available)
Kmin	: Alt limit için en sığ referans noktası
Kmax	: Alt limit için en derin referans noktası
Klow	: Üst limit için referans noktası

SEMBOLLER

%	: Yüzde
±	: Standart Hata
m	: Metre
dm	: Desimetre
km	: Kilometre
m²	: Metrekare
cm²	: Santimetrekare
mg/l	: Miligram/litre
g/m²	: Gram/Metrekare
(mg/sürgün)/yıl	: (Miligram/Sürgün)/Yıl
dm/yıl	: Desimetre
sürgün/m²	: Sürgün/Metrekare

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1.1 Tüm transektlerdeki yaprak yüzey alanı sonuçları	30
Çizelge 3.1.2: Tüm transektlerdeki yaprak biyokütlesi sonuçları	31
Çizelge 3.1.3: Tüm transektlerdeki epifit biyokütlesi sonuçları	31
Çizelge 3.2.1: Tüm transektlerdeki rizom üretimi sonuçları	32
Çizelge 3.4.1: 2010-2016 yılları arasındaki V1 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelerinin karşılaştırması	34
Çizelge 3.4.2: 2010-2016 yılları arasındaki V2 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelerinin karşılaştırması	34
Çizelge 3.4.3: 2004-2016 yılları arasındaki B1 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelerinin karşılaştırması	35
Çizelge 3.4.4: 1987-2016 yılları arasındaki B2 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcıları kaplama yüzdelerinin karşılaştırması	35
Çizelge 3.4.5: 1992-2016 yılları arasındaki N1 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelerinin karşılaştırması	36
Çizelge 3.4.6: 1990-2016 yılları arasındaki D1 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelerinin karşılaştırması	37
Çizelge 3.4.7: 1990-2016 yılları arasındaki D2 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelerinin karşılaştırması	37
Çizelge 3.4.8: 1999-2016 yılları arasındaki S1 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelerinin karşılaştırması	38
Çizelge 3.4.9: 1999-2016 yılları arasındaki S2 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelerinin karşılaştırması	38
Çizelge 3.4.10: 2007-2016 yılları arasındaki O1 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelerinin karşılaştırması	39
Çizelge 3.4.11: 2007-2016 yılları arasındaki O2 kodlu transekte ait zemin Tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelerinin karşılaştırması	40

Çizelge 3.6.1: Vado Ligure Bölgesi transektlerindeki tanımlayıcı ve indekslerin tutarlılık yönünden karşılaştırılması	41
Çizelge 3.6.2: Bergeggi Bölgesi transektlerindeki tanımlayıcı ve indekslerin tutarlılık yönünden karşılaştırılması	42
Çizelge 3.6.3: : Noli Bölgesi transektlerindeki tanımlayıcı ve indekslerin tutarlılık yönünden karşılaştırılması	43
Çizelge 3.6.4: : Diano Marina Bölgesi transektlerindeki tanımlayıcı ve indekslerin tutarlılık yönünden karşılaştırılması	44
Çizelge 3.6.5: : Sanremo Bölgesi transektlerindeki tanımlayıcı ve indekslerin tutarlılık yönünden karşılaştırılması	45
Çizelge 3.6.6: : Ospedaletti Bölgesi transektlerindeki tanımlayıcı ve indekslerin tutarlılık yönünden karşılaştırılması	46
Çizelge 3.7.1: B1 transekt'i için bulunan modelleme sonuçları	47
Çizelge 3.7.2: B1 transekt'i için modellenmiş referans alt ve üst limitlere göre güncel limitlerin konumu	47
Çizelge 3.7.3: B2 transekt'i için bulunan modelleme sonuçları	48
Çizelge 3.7.4: B2 transekt'i için modellenmiş referans alt ve üst limitlere göre güncel limitlerin konumu	48
Çizelge 3.7.5: N1 transekt'i için bulunan modelleme sonuçları	49
Çizelge 3.7.6: N1 transekt'i için modellenmiş referans alt ve üst limitlere göre güncel limitlerin konumu	49

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1.1: Ligurya Denizi'nin konumu.	5
Şekil 2.1.2: Ligurya Denizi'nde çayırkların yerleşimi	6
Şekil 2.1.1.1: Vado Bölgesindeki transektlerin konumları	7
Şekil 2.1.2.1: Bergeggi Bölgesindeki transektlerin konumları.....	8
Şekil 2.1.3.1: Noli Bölgesindeki transektlerin konumları.....	9
Şekil 2.1.4.1: Diano Marina Bölgesindeki transektlerin konumları	11
Şekil 2.1.5.1: Sanremo Bölgesindeki transektlerin konumları	12
Şekil 2.1.6.1: Ospedaletti Bölgesindeki transektlerin konumları	13
Şekil 2.2.1: Dalış esnasında notların alınması ve kuadrat çalışması.....	14
Şekil 2.2.2: <i>P. oceanica</i> yataklarının alt limit tipleri	15
Şekil 2.2.3: Örnekleme ve ölçüm planı	16
Şekil 2.3.1.1: <i>Posidonia oceanica</i> sürgün yapısı	17
Şekil 2.3.1.2: Fenolojik ölçümlerin yapılışı	18
Şekil 2.3.3.1: Lepidokronolojik analiz metodolojisi.....	19
Şekil 2.3.3.2: Lepidokronolojik analiz örneği, 3 yıllık değişim ve 3. yılda çiçek pedinkülü	19
Şekil 2.3.3.3: Lepidokronolojik analizlerin yapılışı.....	20
Şekil 2.4.3.1: PREI sınıflandırma ölçeği.....	22
Şekil 2.4.3.2: CI sınıflandırma ölçeği	23
Şekil 2.4.3.3: SI sınıflandırma ölçeği.....	24
Şekil 2.4.3.4: PSI sınıflandırma ölçeği.....	25
Şekil 2.4.3.5: Derinliğe göre sürgün yoğunluğu sınıflandırma ölçeği.....	26
Şekil 2.4.3.6: Alt limit derinliği sınıflandırma ölçeği	27

EKLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Ek 1: Transektlerden elde edilen fenolojik bulgular.....	70
Ek 2: Üretkenlik hesaplamaları sonuçları	71
Ek 3: Gözlemlenen güncel taban alanı kaplama yüzdeleri	72
Ek 4: Geçmiş yıllara ait verilerden elde edilen taban alanı kapama yüzdeleri.....	73
Ek 5: Transekt ve sınıflandırma skalalarına göre güncel verilerin renkli indeks sonuçları.....	74
Ek 6: Geçmiş yıllara ait veriden elde edilen transekt ve sınıflandırma ölçeklerine göre renkli indeks sonuçları	75

LİGURYA DENİZİNDE *Posidonia oceanica* (L.) Delile ÇAYIRLARININ GÜNCEL DURUMLARININ VE ZAMAN İÇERİSİNDEKİ DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Bu çalışma Eylül 2016 – Haziran 2017 tarihleri arasında İtalya'nın Cenova ilinde şehirsal alana yakınlığına göre 2 grup olmak üzere, 6 farklı bölgede gerçekleştirilmiştir. Her bölgede yer alan *Posidonia oceanica* çayırlarında 2 ayrı transekte çalışılmıştır. Çayırların güncel ekolojik durumlarının ve geçmiş veri ile karşılaştırılarak, zaman içindeki değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, çayırların ekolojik durumlarını belirleyebilmek için fenolojik tanımlayıcılardan yaprak yüzey alanı, yaprak biyokütlesi, yaprak sayısı ve epifit biyokütlesi kullanılmıştır. Bunun dışında üretkenliğin belirlenmesi için lepidokronolojik analizler uygulanmış ve yıllık yaprak üretimi, yıllık rizom üretimi, sürgün yaşı ve yıllık rizom büyümesi verisi elde edilmiştir. Ayrıca her transekte 1 kere olmak üzere toplam 12 adet dalış yapılmış ve dalışlar esnasında transekteki canlı *Posidonia oceanica*, ölü mat, yer değiştirici taksonların (*Cymdocea nodosa* (Ucria) Ascherson, *Caulerpa cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman ve Boudouresque, *Caulera taxifolia* (M.Vahl) C.Agardh) yüzdeleri, çayırın metrekafe başına düşen sürgün yoğunluğu, alt ve üst limit derinlikleri ve tipleri not edilmiştir. Bu veriler kullanılarak PREI, CI, SI ve PSI olmak üzere 4 adet ekolojik kalite sınıflandırma indeksi kullanılmıştır. Yoğunluk ve alt limit verisi de sınıflandırılarak indeks olarak kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda 1. ve 2. grup arasında alt limit derinliği açısından bir fark bulunamamış olup, indeks sonuçlarında ise homojen bir tablo görülmektedir. Tanımlayıcılar ayrıca incelendiğinde iki ayrı uç noktalarda bulunan Vado Ligure ve Ospedaletti bölgelerinin antropojenik baskı altında olduğu anlaşılmıştır. İndeks sonuçlarına göre PREI değerinin genel anlamda çayırların “iyi” sınıfında yer aldığını göstermekte, CI, SI ve PSI değerlerinin ise çayırların “iyi” ve “yüksek” sınıflarda olduğunu göstermiştir. İndeks olarak kullanılan alt limit derinliği S1 ve S2 (orta ve fakir) transektleri hariç her transektin “kötü” sınıfa dahil olduğunu göstermiş, yoğunluk indeksi hesaplamalarına göre ise çayırların lokal etkilerden dolayı farklı sonuçlar göstermiştir. Zaman içinde meydana gelen değişim incelendiğinde 2 grup arasında bir fark görümemiş olup 2 grupta da bazı çayırlarda canlı *Posidonia oceanica* yüzdelerinde gerilemeler görülmüştür. Bunun yanında yer değiştirici taksonların taban alanı kaplama yüzdelerinde genel olarak bir gerileme tespit edilmiştir.

**EVALUATION OF CURRENT STATUS AND CHANGE THROUGH TIME
ON *Posidonia oceanica* (L.) Delile MEADOWS IN THE LIGURIAN SEA**

ABSTRACT

This study was carried out between September 2016 –June 2017 in Genoa Italy at six region which were divided into two groups as 3-3 according to distance to urban area. The study was conducted at two different transects on *Posidonia oceanica* meadows in each region. To assess the current status of meadows and to assess the change through time were aimed. To assess the change on meadows through time, the historical data which was obtained from historical studies was used. To asses the current status of meadows, leaf surface area, leaf biomass, number of leaf and epiphyte biomass were measured for phenological descriptors. To assess the productivity of meadows, annual leaf productivity, annual rhisome productivity, age of shoot and rhisome growth were assessed by using lepidocronological analyses. 12 different transects were dived one time and during dives percentage of living *Posidonia oceanica*, dead matte, substitutes species (*Cymdocea nodosa*, *Caulerpa cylindracea*, *Caulera taxifolia*), density, lower limit depth and type of lower limit and uper limit were noted. Using this data, PREI, CI, SI, PSI ecological quaility indices were calculated. Also lower limit depth and density were used as index by classifying their values. End of the study no difference between 1st and the 2nd groups was found in terms of lower limit depth, thus, a homogeneous table is seen. When descriptors are looked, it is seen that Vado Ligure and Ospedaletti regions are under pressure. According to indices results PREI generally showed “good” status. CI, SI and PSI showed “good” and “high” status. Lower limit depth which was used as index, showed “bad” status for all meadows except 2. According to classification of density results showed different status because of the local impacts. As for the change by time, no difference between 2 groups was found. In both groups, regressions on percentages of living *Posidonia oceanica* were found. Besides that the regression was assessed on percentages of substitutes.

1. GİRİŞ

Denizel ekosistemlerin işleyişinde, kıyısal ekosistemler en önemli rolü üstlenmektedirler (Alongi, 1998). Ayrıca insan yaşamına en yüksek seviyede hizmet eden denizel ekosistemlerdir (Daily ve diğ., 1997). Kıyısal ekosistemler su kütlelerinin az olması ve karasal sistemle direkt temas halinde olmasından dolayı dış etkilere karşı çok hassastırlar (Halpern ve diğ., 2008). Bu yüzden kıyısal ekosistemler pelajik ekosistemlere göre çok daha fazla değişken özellik gösterirler.

Genel olarak global ve lokal etkiler insan etkisinden kaynaklı olduğu kadar doğal kaynaklı da olabilirler ve bu etkiler birlikte etki gösterdiklerinde, bireysel olarak gösterdikleri etkiden çok daha fazla etki gösterebilirler (Cash ve Moser, 2000; Thrush ve diğ., 2008). Global çaptaki etkiler Akdeniz ekosistemini de direkt ve dolaylı olarak etkilemektedirler, örneğin, global ısınma, CO₂ artışının sonucunda ortaya çıkan denizel asitletme ve deniz seviyesinin yükselmesi denizel biyota üzerinde çok önemli bir rol oynarlar. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki küçük değişiklikler denizel ekosistemin temel taşlarını etkileyerek büyük değişikliklere sebep olabilmektedirler. (Cushing ve Dickson, 1976; Glémarec, 1979; Southward ve Boalch, 1994; Wilkinson ve Buddemeier, 1994; Southward ve diğ., 1995; Bianchi, 1997; Hoegh-Guldberg ve Bruno, 2010).

Global etkilerin dışında, kirlilik, ötrofikasyon, istilacı yabancı türler, kıyısal alanlardaki insan faaliyetlerinin artışı, balıkçılık faaliyetleri ve demirlemeler ekosistemlere ve bentik biyotaya zarar vermekte, özellikle kıyısal alanlarda su kalitesinin düşmesine, direkt veya dolaylı olarak olumsuz sonuçlara yol açmaktadır (Meinesz ve diğ., 1991; Montefalcone, 2009). Uzun yıllardan beri evsel atıkların depolanması için orman alanlarının ve karasal diğer alanların limitlerin üzerinde kullanımı, karasal sızıntılara yol açmakta ve bununla birlikte kontrolsüz balık çiftlikleri de dünya çapında kıyısal deniz sistemlerinde nutrient artışına sebep olmaktadır (Ambasht ve Ambasht, 2003). Turistik alanlarda yoğunluk gösteren ve kontrol edilemeyen turistik deniz faaliyetleri çapalama sonucunda deniz çayırlarında ciddi yaralar meydana getirmektedirler. Bu konuda yapılan çalışmalar gerilemenin boyutunu açıkça ortaya koymaktadır (Milazzo ve diğ., 2004; Montefalcone ve diğ., 2006b; Okuş ve diğ., 2010; Okudan ve diğ., 2011).

Deniz çayırları dünyadaki okyanus tabanının %0.1-%0.2 lik bir kısmını kaplarlar, ve kıyusal ekosistemlerde anahtar rol oynayan yüksek verimlilikte ekosistemler ortaya çıkarırlar (Duarte, 2002). Deniz çayırları kıyusal deniz ekosisteminin büyük parçasını oluşturmakta olup, yüksek miktarda oksijen üretirler (Pergent ve diğ., 2014). Çayırlar insan popülasyonuna karasal, hava kalitesi, su kalitesi, denizel, fosil yakıtlar, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem sağlığı açılarından bir çok alanda hizmet ederler (Vassallo ve diğ., 2013).

Yukarıda bahsedilen global ve lokal etkilerin sonucunda, deniz çayırlarında global boyutta bir gerileme olduğu tespit edilmiştir (Orth ve diğ., 2006). Bu kaybın 1990 yılı ile 2009 yılları arasında %7 y^{-1} oranında olduğu hesaplanmıştır (Waycott ve diğ., 2009).

Akdeniz ekosistemi tür çeşitliliği açısından çok zengin bir ekosistemdir, Akdeniz havzasında 15,000 ile 20,000 arasında tür bulunduğu ve bu türlerin %25 kadarının da endemik olduğu düşünülmektedir (Bianchi ve diğ., 2012). Genel olarak biyoçeşitlilik kıyusal bölgede yoğunluk göstermekte ve derinlik arttıkça yoğunluk azalmaktadır. Akdeniz’de endemik bir fanerogam olan ve en yüksek popülasyona sahip deniz çayırı *Posidonia oceanica* (L.) Delile, 1 m ile 40 m arasındaki kıyusal alanda geniş çayırlar oluşturur ve Akdeniz tabanının 40,000 km² (Akdeniz tabanının %1-2’lik kısmı) gibi geniş bir alanını kaplar (Boudouresque ve diğ., 2006). Akdeniz’de yaşayan omurgalı ve omurgasız türlerin %20-25’lik bir kısmının bu çayırlarda bulunabildiği bilinmektedir (Molinier ve Picard, 1952; Picard, 1965; Boudouresque ve Meinesz, 1982; Boudouresque ve diğ., 1994). *P. oceanica* deniz çayırları Akdeniz’in üretkenlik anlamında en üst sıradaki ekosistemleridir (Pergent ve diğ., 1995).

P. oceanica yapısı gereği yavaş büyüyen K stratejist bir türdür. Yayılımını uzun yıllarda vejetatif üreyerek gerçekleştiren, rizom büyümesi çok yavaş olan (yılda birkaç santimetre) ve sonuçta kıyusal alanlarda dominant hale gelen fakat hızla gerileyebilen bir türdür (Boudouresque ve diğ., 1984, 2006; Meinesz ve Lefèvre, 1984; Pergent-Martini ve Pasqualini, 2000; Migliaccio ve diğ., 2005). *P. oceanica* ayrıca eşeyli üreyerek farklı alanlarda çayır oluşturabilir, ancak eşeyli üreme yapabilse de bu durum çok sık gözlenen bir durum değildir ve genel olarak sıcaklık ve solar aktivitenin etkisi ile uyarılması sonucunda görülür (Montefalcone ve diğ., 2013a). *P. oceanica* diğer deniz çayırları gibi dış etkilere karşı hassastır. *P. oceanica* türünün bu hassasiyetinin, bireysel düzeyden (tek bir sürgün) başlayarak popülasyon (*P.*

oceanica çayırı) ve komünite düzeyine (epifitler veya yer değiştirici türler) kadar farklı ekolojik organizasyon düzeylerine göre farklı derecede hassaslıklar gösterdiği düşünölmektedir. Bu organizasyon düzeyleri ayrı ayrı incelendiğinde, bir etki tipinin (çapalama, ışık geçirgenliği, dalga etkileri, v.b.) farklı düzeylerde farklı sonuçlar ortaya koyduğu gözlemlenebilmektedir (Giovannetti ve diğ., 2008). Örneğin yüksek miktardaki epifit sürgün düzeyinde gerilemeye sebep olabilirken, çayır popölasyon düzeyinde incelendiğinde sağlıklı bulunabilir.

P. oceanica çayırları dış etkilere karşı bu denli hassasiyeti sonucunda Akdeniz'in kuzeybatı havzası başta olmak üzere artarak devam eden gerileme göstermektedir (Marbà ve diğ., 1996; Boudouresque ve diğ., 2009; Montefalcone, 2009). *P. oceanica* çayırlarının bu gerilemesi farklı çalışmalarda farklı sonuçlarla ortaya koyulurken, Marbà ve diğ. (1996)'nın çalışmasına göre gerilemenin boyutu %5-8/yıl' dır. Benzer olarak Jorda ve diğ. (2012)'ye göre *P. oceanica* çayırları bu yüzyılın ortalarında (2049 ± 10) işlevselliğini yitirecektir. Coęrafik bölgelerde gözlenen lokal etkilere göre, çalışmalar farklı sonuçlar gösterse de, genel olarak Akdeniz' in kıyısız ekosistemini ayakta tutan çayırlar direkt veya dolaylı insan etkisiyle gerilemektedir (Boudouresque ve diğ., 2009). Bu gerileme Akdeniz kıyısız ekosisteminin, dolayısıyla da Akdeniz ekosisteminin tehlikede olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Tüm bu tespit edilmiş gerilemelerden dolayı, Akdeniz'in farklı ölkelerinde *P. oceanica* çayırlarını korumak amaçlı yasal düzenlemeler ve koruma planları yapılmış olup, yürütölmektedir. Su Çerçeve Direktifi 2000 yılında kıyısız suların ekolojik durumunun izlenmesi ve su kalitesinin ortaya konulabilmesi amacıyla sucul Akdeniz angiospermlerini temsilen *P. oceanica* türünü Biyolojik Kalite Elementi olarak seçmiştir (EC, 2000). Avrupa Birlięi Habitatları ve Türleri Koruma Yönetmelięince (EC Directive 92/43/EEC) *P. oceanica* öncelikli habitat olarak seçilmiş ve tüm çayırlar özel koruma alanı ilan edilmiştir (SCIs) (EEC, 1992). Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (DSCD) tüm Avrupa sularında, tüm Avrupa Birlięi üyelerine sağlıklı çevresel ekolojik statüye ulaşmak veya var olanı devam ettirmeyi 2020 yılına kadar şart koşmuştur (MSFD, 2008/56/EEC; EC 2008).

SÇD'nin de (WFD, 2000/60/EC; EC 2000) tavsiye ettiği gibi (Foden ve Brazier, 2007) ekosistemlerin durumları, belirli tanımlayıcı ve gerekli ekolojik indekslerle birlikte değerlendirilmelidir (Borja ve diğ., 2010, 2013). Diğer gereklilik ise, çayırlarda uzun zaman sürecinde meydana gelen değişiklikleri belirlemektir. Bunun için şimdiki durum ile geçmiş durumlar ve etki altında kalmamış alanlar (olabildiğince az insan etkisi altında kalmış olan

referans noktaları) karşılaştırılmalıdır. Fakat ekosistemlerin referans noktalarını belirlemek antropojenik etkilerin zaman içindeki değişimi açısından zorluklar oluşturmaktadır. Uzun zaman içerisinde çayırların kondüsyon grafiklerinde antropojenik etkiler sonucunda ciddi kaymalar görülmektedir. Bu sorunlar genel olarak “referans noktalarının zaman içindeki kayma sendromu (sliding baseline syndrome)” olarak tanımlanmaktadır (Montefalcone ve diğ., 2015). DSCD, bu referans noktalarının nasıl belirleneceğine dair önerilerde bulunmuştur; İlk olarak bakir alanların kullanılması önerilmiştir fakat bu konuda yapılan çalışmalar, kullanılan ve kullanılabilir olan bakir alanların aslında yeteri kadar bakir olmadıklarını ortaya koymaktadır (Jackson ve Sala, 2001; Stachowitsch, 2003; Duarte ve diğ., 2008). Özellikle son yıllarda belirli etkilere maruz kalmış olan kıyısız ekosistemler bu noktada karşımıza çıkmaktadır (Boudouresque ve diğ., 2006; Montefalcone ve diğ., 2015). Alternatif olarak bu bakir alanlar yerine özel deniz koruma alanları kullanılmaktadır. Fakat deniz koruma alanlarının referans noktası olarak değerlendirilmesi yararsız sonuçlar vermiştir çünkü deniz koruma alanları sıklıkla korunmamış bölgelerle aynı sonuçları göstermektedir (Montefalcone ve diğ., 2009, Parravicini ve diğ., 2013). İkincil olarak, önceki çalışmalardan elde edilen verinin kullanılması önerilmiştir fakat bu verinin dar kapsamlı olması, ulaşımının güç olması, kısmen tamamlanmamış, homojen olmayan ve standart metotların kullanılmamış olması bu noktada sorunlar oluşturmaktadır (Leriche ve diğ., 2004; Montefalcone ve diğ., 2013b; Gatti ve diğ., 2015). Tüm bu sorunlara rağmen daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen verilerin denizel ekosistemlerin zaman içindeki değişimini anlayabilmek için çok değerli oldukları bilinmektedir (Gatti ve diğ., 2015). Bu veriler genellikle son 50 yıllık süreci yansıtan, tanımlayıcı verilerdir. Son olarak bazı kavramsal zorluklar olsa da bu verideki eksik kısımların tamamlanması için tahminci modelleme çalışmaları önerilmiştir (Parravicini ve diğ., 2012; Vacchi ve diğ., 2012).

Bu tez çalışmasının amacı, Ligurya Denizinde seçilen altı adet *P. oceanica* deniz çayırının zaman içerisindeki değişimlerinin belirlenmesi ve bireyselden komüniteye farklı ekolojik organizasyon düzeyleri için kullanılan indeksler ve tanımlayıcılar ile çayırların maruz kaldığı etkileri ortaya koymaktır. Bu sebeple, öncelikli olarak çayırların güncel durumlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Değişimi tespit edebilmek için çayırlarda daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen veri ve modelleme çalışmaları ile belirlenmiş referans noktaları birlikte kullanılmıştır. Ek olarak farklı ekolojik organizasyon düzeyleri için kullanılan indeks

ve tanımlayıcıların sonuçları düzeylere göre birbirleriyle karşılaştırılarak uyumlulukları incelenmiştir.

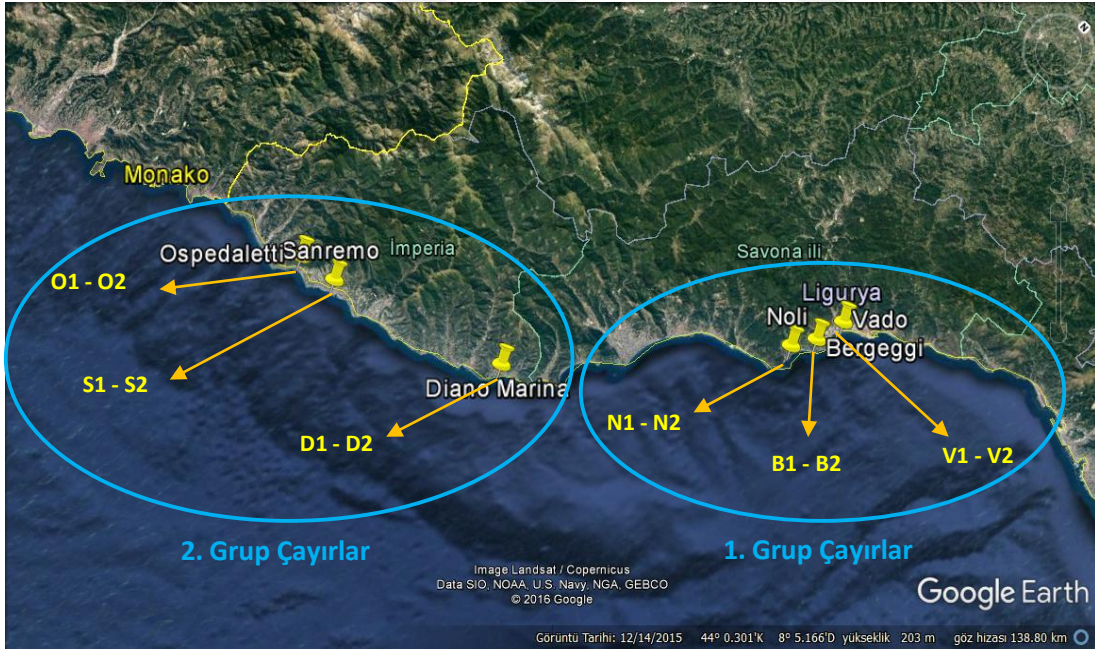
MATERYAL VE METOT

2.1 Çalışma Sahası

Ligurya bölgesi ISTAT 2011 verisine göre 1570694 nüfusa sahip önemli bir liman bölgesidir. Ligurya Bölgesi'nde (Şekil 2.1.1) 6 adet *Posidonia oceanica* çayırı, önceden yapılmış çalışmaların ulaşılabilirliğine ve insan etkisinin çayırlar üzerindeki sonuçlarını görebilmek için, çayırların yoğun yerleşim alanlarına yakınlığına göre seçilmiş olup, şehirsal alana yakınlıklarına göre iki guruba ayrılmıştır (Şekil 2.1.2). Şehirsal faaliyetin yoğun olduğu alana yakın olan 1. Grup bölgenin en yüksek nüfusa sahip ili olan Cenova iline 50 km, ikinci en yüksek nüfusa sahip şehir olan Savona iline ise sadece 20 km uzaklıktadır. Bu grupta Noli, Bergeggi ve Vado Ligure çayırları yer almaktadır. Yoğun yerleşim alanlarından uzakta bulunan 2. Grupta: Ospedaletti, Sanremo ve Diano Marina yer almaktadır. Çalışmada kullanılan transektlerin konum bilgileri geçmiş çalışmalardan elde edilmiştir fakat isim karmaşasının önlenmesi amacıyla transektlerin her biri için kodlar (örneğin; Transekt-O1 (Eski Kod veya isimlendirme) gibi) kullanılmıştır.



Şekil 2.1.1. Ligurya Denizi.



Şekil 2.1.2. Ligurya Denizi'nde çayırların dağılımı.

2.1.1. Vado Ligure Çayırnı

Bu ayır 2. grup içinde Cenova şehrine en yakın olan ayırdır. Bu ayır için yapılan ilk çalışma 2010 yılında bitirilmiş olup, (Montefalcone ve diğ., 2010) geçmiş veriler bu çalışmadan temin edilmiştir (şekil 2.1.1.1).

Transekt V-1 (T1)

Transekt başlangıç noktası koordinatı: 44°14'50.64"K - 8°27'6.48"D

Transekt bitiş noktası koordinatı: 44°14'55.68"K - 8°26'53.88"D

Yön: 300°

Uzunluk: 320 m

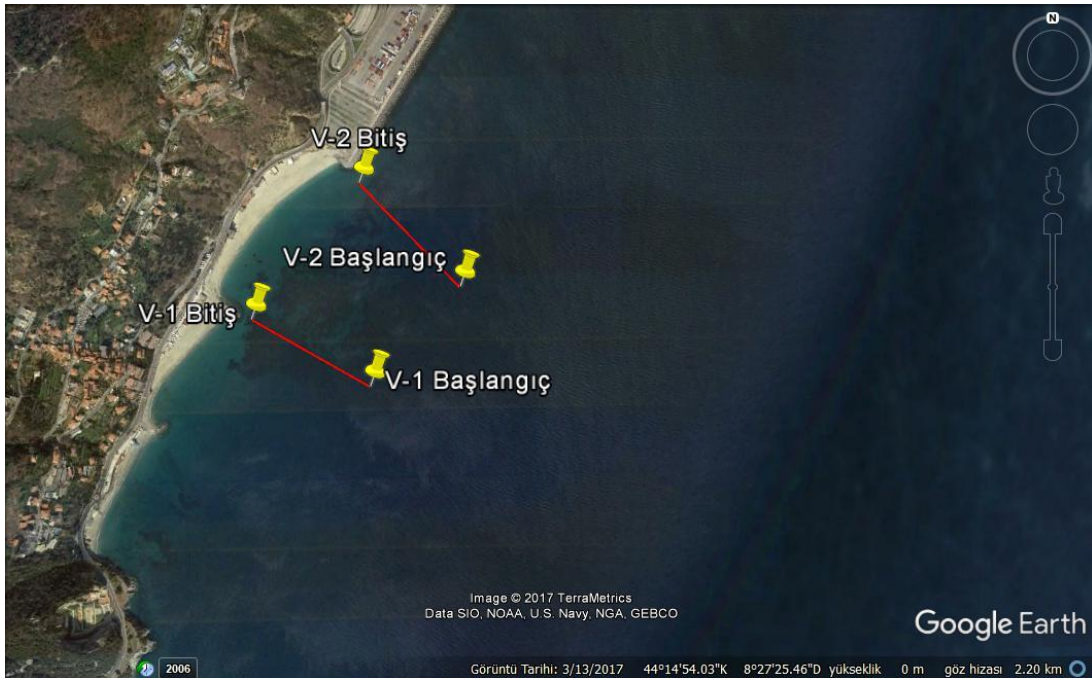
Transekt V-2 (T3)

Transekt başlangıç noktası koordinatı: 44°14'58.20"K - 8°27'15.84"D

Transekt bitiş noktası koordinatı: 44°15'6.12"K - 8°27'5.04"D

Yön: 315°

Uzunluk: 340 m



şekil 2.1.1.1. Vado Bölgesindeki transektlerin konumları.

2.1.2. Bergeggi Çayırı

Denizel koruma bölgesi olan Bergeggi Bölgesinde çalışılan iki transekte koruma bölgesi sınırları içinde yer almakta ve Vado Ligure ile Noli bölgelerinin arasında kalmaktadır. Bölgede çalışılan iki transektin arasında bir ada konumlanmakta ve zaman zaman ada ile kara arasında, kuzeydoğudan gelen güçlü akıntılar görülebilmektedir (Şekil 2.1.2.1). Bu akıntılar doğrudan B-1 kodlu transekti etkilemektedir. Bu bölgede B-1 transekti için 2004 yılından geçmişe ait tek bir veri varken (Bianchi ve diğ., 2007), B-2 transekti için 2012 (Oprandi ve diğ., 2014), 2009 (Bianchi ve diğ., 2009), 2004 (Montefalcone ve diğ., 2007a; Bianchi ve diğ., 2007), 1992 (Sandulli ve diğ., 1994) ve 1987 (Vetere ve diğ., 1987) yıllarına ait toplamda 5 ayrı dönemden veri bulunmaktadır.

Transekt B-1 (Bergeggi Est)

Transekt başlangıç noktası koordinatı: 44°14'19.31"K - 8°26'45.48"D

Transekt bitiş noktası koordinatı: 44°14'22.51"K - 8°26'39.41"D

Yön: 305°

Uzunluk: 170 m

Transekt B-2 (Pessani)

Bu transekt 1987 yılında ilk defa Prof. Daniela Pessani tarafından çalışılmıştır (Vetere ve Pessani, 1989).

Transekt başlangıç noktası koordinatı: 44°13'59.85"K - 8°26'25.64"D

Transekt bitiş noktası koordinatı: 44°14'11.72"K - 8°26'13.96"D

Yön: 325°

Uzunluk: 450 m



Şekil 2.1.2.1. Bergeggi Bölgesindeki transektlerin konumları.

2.1.3. Noli Çayırı

Bu çayır birinci grup çayırların arasında Cenova iline en uzak şehirdir. Şehire kuş uçuşu yaklaşık 50 km mesafede bulunmaktadır. Transekt N-1 için önceki yıllara ait iki ayrı veri bulunmaktadır (Bianchi ve diğ., 1992; Oprandi, 2013). Transektler Noli sahiline dik uzanmaktadır (Şekil 2.1.3.1).

Transekt N-1 (T-Nike)

Bu transekt ilk olarak 1992 yılında Prof. Carlo Nike Bianchi tarafından çalışılmıştır.

Transekt başlangıç noktası koordinatı: 44°12'12.60"K - 8°25'14.40"D

Transekt bitiş noktası koordinatı: 44°12'16.20"K - 8°25'5.40"D

Yön: 300°

Uzunluk: 230 m

Transekt N-2 (T-2)

Transekt başlangıç noktası koordinatı: 44°12'19.38"K - 8°25'14.70"D

Transekt bitiş noktası koordinatı: 44°12'22.92"K - 8°25'6.30"D

Yön: 300°

Uzunluk: 210 m



Şekil 2.1.3.1. Noli Bölgesindeki transektlerin konumları.

İkinci grup ise bölgenin en büyük şehri olan Cenova'ya 90 km uzaklıkta, bölgenin en büyük ikinci şehri olan Savona iline ise 50 km uzaklıkta yer almakta olup, 3 ayrı çayırı kapsamaktadır. Bu bölgede seçilen çayırlar insan kaynaklı etkinin daha az olduğu bilinen bir bölgededir. Her bir çayır için iki ayrı transekt seçilmiş ve bu transektlerin konumlandırılması önceki verilere göre yapılmıştır. Bu çalışmadaki konumların önceki transektler ile aynı şekilde yapılmasının amacı, çayırlarda zaman içindeki değişikliği görebilmektir.

2.1.4. Diano Marina Çayırı

Bu çayır 2. Grup olarak adlandırılan şehrsel alandan uzak Fransa sınırına 50 km mesafededir. Kullanılan en eski veri 1989 yılına ait olup, Vetere ve diğ. (1989)'den alınmıştır (Şekil 2.1.6.1).

Transekt D-1 (T-1)

Transekt başlangıç noktası koordinatı: 43°54'15.89\"K - 8° 5'48.15\"D

Transekt bitiş noktası koordinatı: 43°54'25.00\"K - 8° 5'33.00\"D

Yön: 310°

Uzunluk: 440 m

Transekt D-2 (T-2)

Transekt başlangıç noktası koordinatı: 43°54'43.72"K - 8° 6'39.33"D

Transekt bitiş noktası koordinatı: 43°55'2.00"K - 8° 6'18.00"D

Yön: 320°

Uzunluk: 740 m



Şekil 2.1.4.1. Diano Marina Bölgesindeki transektlerin konumları.

2.1.5. Sanremo Çayı

Bölge Ospedaletti'ye kıyı şeridinden doğu yönüne doğru yaklaşık 7 km uzaklıkta olup, Ospedaletti ile benzer özellikler taşımaktadır. Kullanılan önceki yıllara ait veriler 1999 yılına aittir (Montefalcone ve diğ., 2006a). İki adet transekt kullanılmış ve transektler S-1 ve S-2 olarak kodlanmıştır (Şekil 2.1.5.1).

Transekt S-1 (T-10)

Transekt başlangıç noktası koordinatı: 43° 47' 57.05" K -7° 45' 36.46" D

Transekt bitiş noktası koordinatı: 43° 48' 14" K - 7° 45' 8.82" D

Yön: 310°

Uzunluk: 820 m

Transekt S-2 (T-8)

Transekt başlangıç noktası koordinatı: 43° 47' 55.5" K - 7°44'59.80"D

Transekt bitiş noktası koordinatı: 43°48'0.60"K - 7°44'52.60"D

Yön: 310°

Uzunluk: 670 m



Şekil 2.1.5.1. Sanremo Bölgesindeki transektlerin konumları.

2.1.6. Ospedaletti Çayı

Bu bölge Fransa sınırına en yakın çalışma alanı olup sınıra yaklaşık 14 km uzaklıktadır. Bölge son 30 yıldan bu yana şehrsel ve turistik gelişmeler açısından artış göstermektedir. 2011 yılı ISTAT verilerine göre nüfus yoğunluğu 3500 civarındadır. Bu bölgede 2007 kış aylarında bir liman yapımına başlanılmış ve maddi imkânsızlıklardan dolayı halen bitirilememiştir.

Ospedaletti' de yapılmış olan geçmiş çalışma bir düzenli izleme çalışması olup veriler 2007 yılında toplanmaya başlanmış ve Prof. Montefalcone e ekibi tarafından düzenli olarak her yıl toplanmaya devam edilmiştir (Montefalcone, 2007). Tüm bu verilerin içerisinde, zaman içindeki değişikliğin net olarak görülebilmesi adına çayırdan toplanan ilk veriler karşılaştırma için kullanılmıştır. Bu çayır için önceki yıllarda toplam 6 adet transekte çalışma yürütülmüştür.

Bu 6 transekt içinde T3 (O-1) kodlu transekt, alanda yapılan liman inşaatı çalışmasına en yakın olan transekt olduğundan, çalışmanın çayır üzerindeki etkisini görebilme imkânı sunacağı öngörülerek seçilmiştir (Şekil 2.1.6.1). T6 (O-2) kodlu transekt ise önceki yıllara ait çalışmadaki transektler arasında en batıda bulunan ve en az etki altında kalmış olduğu bilinen transekt olduğundan çalışma için seçilmiştir. Bu çalışma için toplanan veriler 2016 yılının Ekim ayında elde edilmiştir.

Transekt-O1 (T3)

Transekt başlangıç noktası koordinatı: 43° 47.741'K; 7° 42.479'D

Transekt bitiş noktası koordinatı: 43° 47.875'K; 7° 42.447'D

Yön: 350°

Uzunluk: 270 m

Burada bulunan liman, O1 (Transekt 3) kodlu transektin bitiş noktasına denk gelmektedir. Bu transekt 320m den 270m ye kısalmıştır (Şekil 2.1.1.1). Bu transektin zaman içindeki değişimini ortaya koymak için kullanılan önceki yıllara ait veri 2007 yılına ait olup, liman inşaatının başlangıç tarihinden kısa bir süre önce elde edilmiştir.

Transekt O-2 (T-6)

Transekt başlangıç noktası koordinatı: 43° 47.524'K; 7° 41.946'D

Transekt bitiş noktası koordinatı: 43° 47.580'K; 7° 41.845'D

Yön: 310°

Uzunluk: 180 m



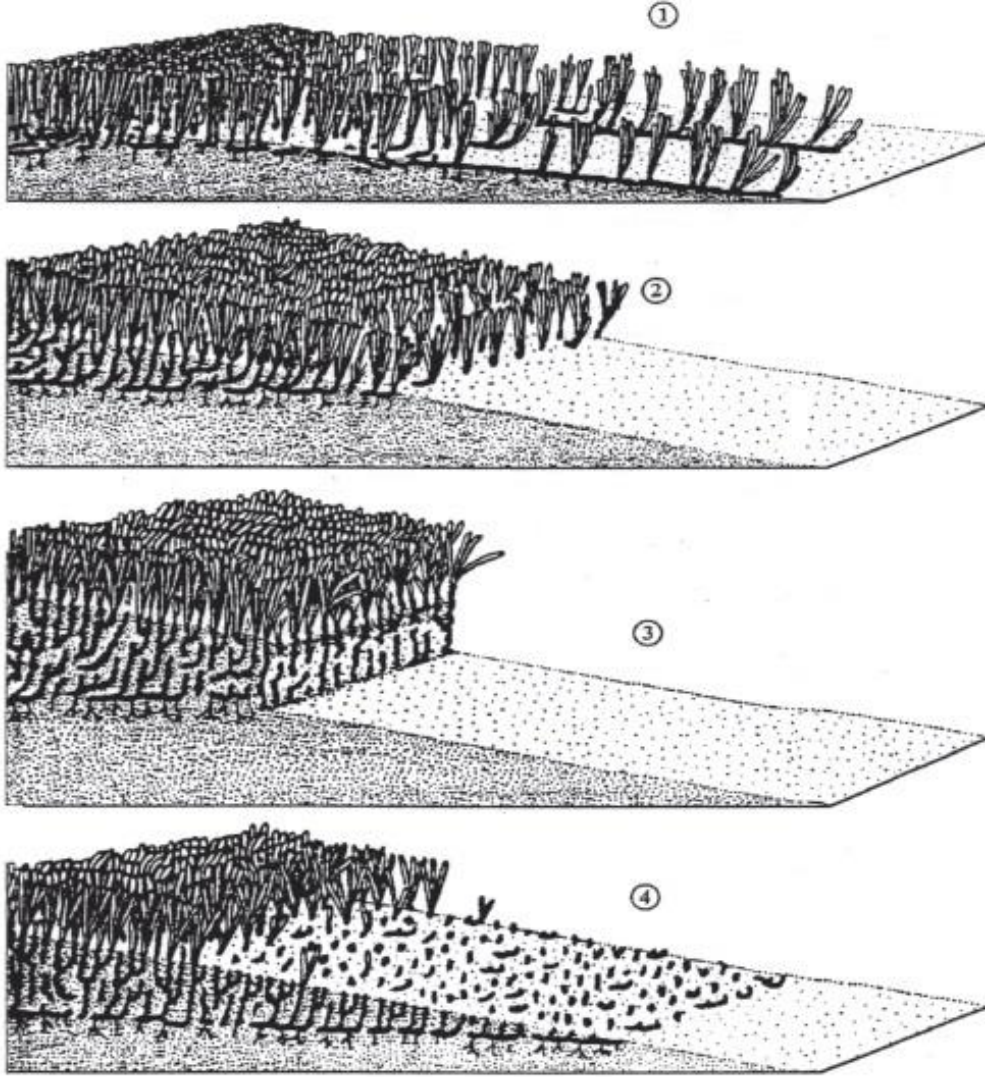
Şekil 2.1.6.1. Ospedaletti Bölgesindeki transektlerin konumları.

2.2 Örneklerin Toplanması ve Arazi Çalışması

Örneklerin toplanacağı alanlar seçilirken, karşılaştırmalar için kullanılacak olan önceki yıllara ait veri ve olası antropojenik etki düzeyleri göz önüne alınmıştır. Dalışlar tüm transektler için, önceki veriden elde edilen transekt koordinatlarına göre planlanmıştır. Bu koordinatlar GPS yardımıyla bulunmuş ve pusula ile transekt yönü kontrol edilerek dalışa başlanmıştır. Dalışlar esnasında, bir dalgıç transektin başlangıç noktasından bitiş noktasına kadar 10 m veya nadiren 5 m aralıklarla işaretlenmiş ip bırakarak pusula yardımıyla yönü takip etmiştir. İkinci bir dalgıç, en fazla 10 m aralıkla derinlik, metraj ve transekt üzerinde bulunan, zemin tanımlayıcılarının (canlı *P. oceanica*, *Caulerpa taxifolia*, *Caulerpa cylindracea*, *Cymodocea nodosa*, taşlar, kum, ölü mat) kaplama yüzdelerini kaydetmiştir (Kirkman 1978, Mellors 1991). Ayrıca çayırların alt limitleri ve üst limitleri, metraj, derinlik, limit tipi de dalgıçlar tarafından kaydedilmiştir (Şekil 2.2.1) (Meinesz ve Lurent, 1978; Pergent ve diğ.,1995).



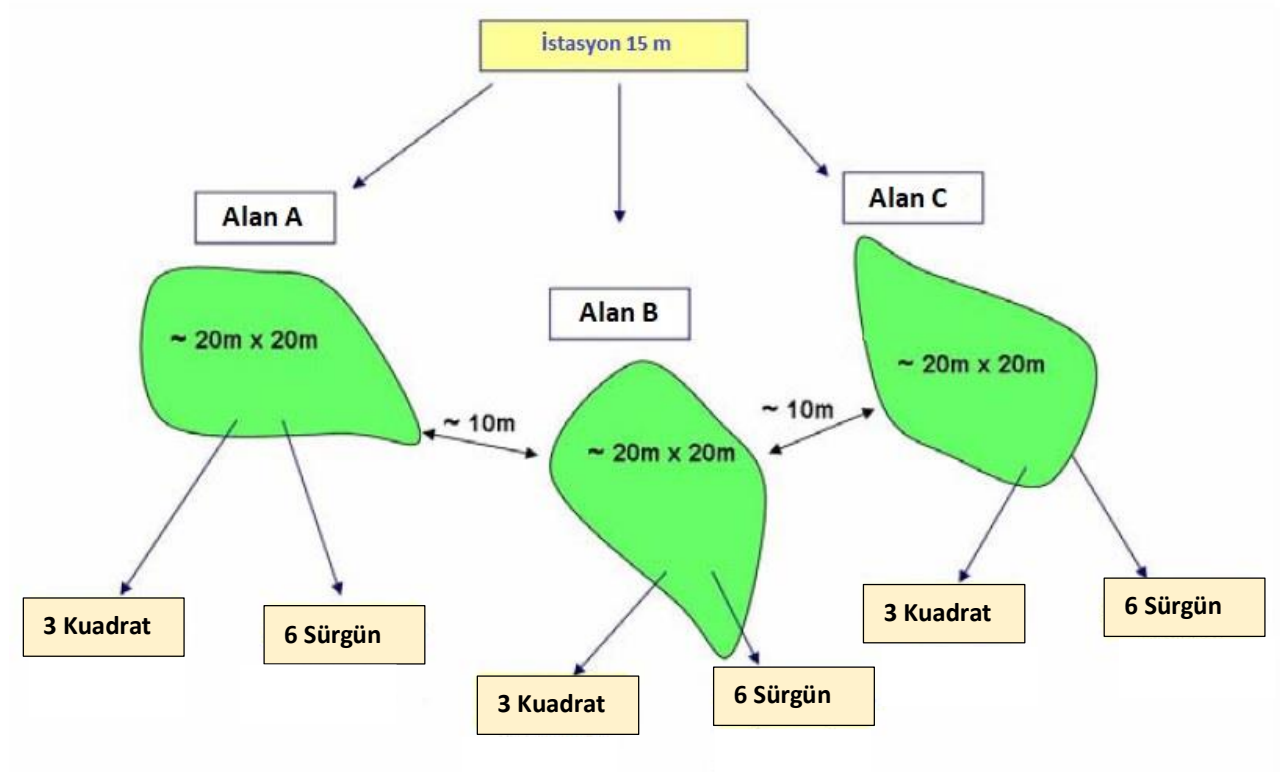
Şekil 2.2.1. Dalış esnasında notların alınması ve kuadrat çalışması.



Şekil 2.2.2. *P. oceanica* yataklarının alt limit tipleri (Pergent ve diğ., 1995).

- 1) ilerleyen limit, yüksek miktarda ilerleyici yatay rizomlar ve ölü çayır kalıntısı yok;
- 2) sabit limit, çayır keskin bir şekilde kesilir, ölü çayır kalıntısı yok;
- 3) erozyona uğramış limit, külçenin oluşturduğu basamak ve yoğunlukla düşey rizomlar;
- 4) gerileyen limit, ölü çayır kalıntılarıyla şekillenmiş.

Avrupa Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi'nin önerdiği standart örnekleme metodu dikkate alınarak, çalışmalar 15 m derinlikte yapılmıştır (ISPRA, 2009). Her örnekleme esnasında, 40 cm x 40 cm ölçüsünde 9 adet kuadrat sayımı yapılarak sürgün yoğunlukları kaydedilmiştir (Şekil 2.2.2). Ayrıca lepidokronolojik analiz ve epifit analizi için 9'ar adet olmak üzere, toplamda 18 adet sürgün rastgele toplanmıştır. Aynı sürgünlerden fenolojik analizler de gerçekleştirilmiştir. Toplanan örnekler dalış sonrasında markalanmış ve örneklerin zarar görmesini engellemek için su dolu poşetlerde dondurulmuştur.

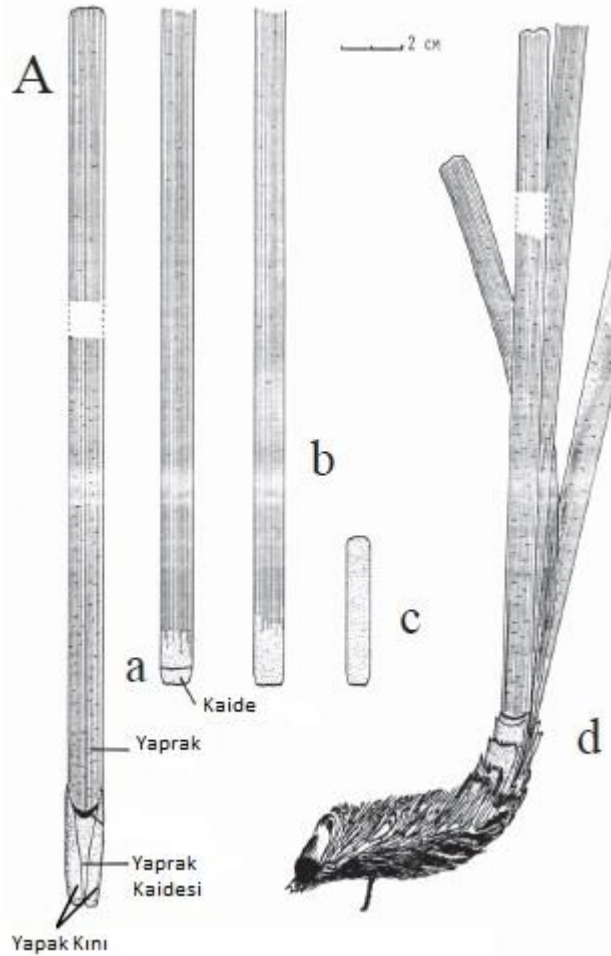


Şekil 2.2.3. Örnekleme ve ölçüm planı (Monitoraggio relativo alle praterie di *Posidonia oceanica*, 2009).

2.3. Örneklerin Ölçümleri ve Analizleri

2.3.1 Fenolojik Analizler

Fenolojik analizler Avrupa Deniz Çerçeve Direktifi'ne göre uygulanmıştır (Pergent ve Pergent-Martini 1988). Her transekt için 18 adet fenolojik analiz yapılmıştır. Fenolojik analiz kapsamında, olgun yaprak sayısı, ortanca yaprak sayısı ve juvenil yaprak sayısı kaydedilmiştir. Juvenil yapraklar için, genişlik ve uzunluk ölçümü, ortanca yapraklar için genişlik, uzunluk, yapraktaki ölü alan ve yaprak ucu şekli (Kopuk veya sağlam) kaydedilmiştir. Olgun yapraklar için kaide uzunluğu, yaprak genişliği, yaprak toplam uzunluğu, yaprak ölü alanı ve yaprak ucu şekli kaydedilmiştir. 18 sürgünün 9 tanesi numaralanarak epifitik ölçümler için ayrılmıştır (Şekil 2.3.1.1).



Şekil 2.3.1.1. *Posidonia oceanica* sürgün yapısı (Buia ve diğ., 2004).

- a) Olgun yaprak, b) Ortanca yaprak, c) Juvenil yaprak, d) Sürgün ve pullarla (eski yaprakların kalıntısı) kaplı rizom.



Şekil 2.3.1.2. Fenolojik ölçümler.

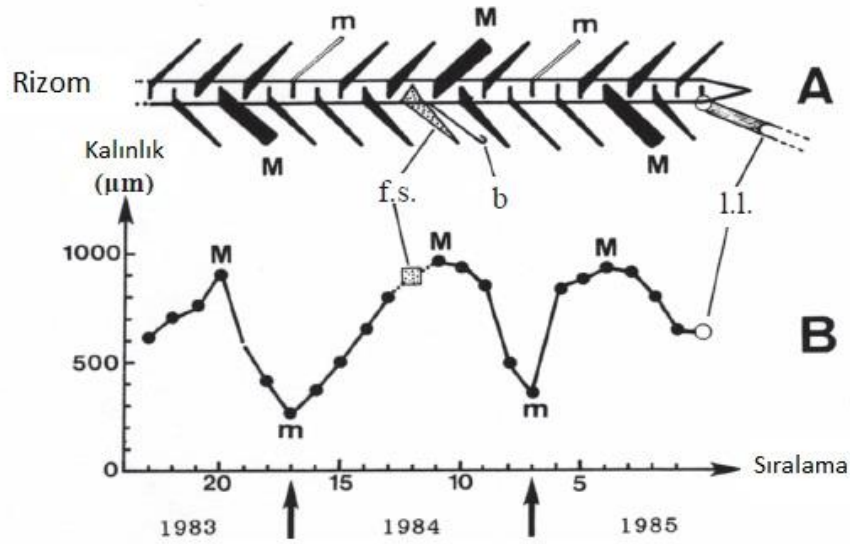
2.3.2 Epifit Yoğunluğu Ölçümleri

Her transekt için önceden fenolojik analizleri yapılmış ve numaralanmış 9 adet sürgünün en yaşlı ve diğer olgun yaprakları bisturi yardımıyla hafifçe kazınarak epifitlerinden arındırılmış, her sürgün için epifitler ayrı petri kabında en yaşlı yaprak ve diğer olgun yapraklar ayrı şekilde alüminyum folyoya sarılarak 60 C° de kurumaya bırakılmıştır. 2 gün 60 C° de bekleyen yapraklar ve epifitler hassas terazide tartılarak ağırlıkları “mg” cinsinden kaydedilmiştir (Kendrick ve Lavery, 2001).

2.3.3 Lepidokronolojik Analizler

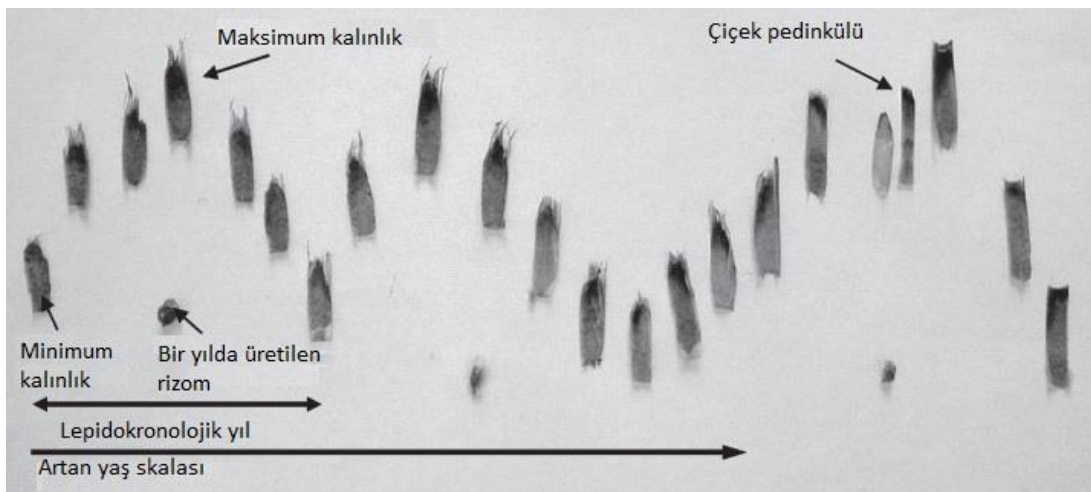
Her transekt için 9 adet sürgüne lepidokronolojik analiz uygulanmıştır. Analiz sonucunda yıllara göre üretilen rizomlar ve eski yıllara ait ölü yaprak kaideleri ayrılıp sıralanmış (Şekil 2.3.3.1 ve Şekil 2.3.3.2) ve tüm ölçüm yapılabilen kaidelerin boyları ölçülerek kaydedilmiştir. Yıllara göre ayrılan tüm rizomların boyları ölçülmüş, yıllara ve sürgün koduna göre

numaralandırılarak alüminyum folyoya sarılıp 60 C° de kurumaya bırakılmıştır. 2 gün 60 C° de bekleyen rizomlar hassas terazide (0,000 mg) “mg” cinsinden tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir (Pergent ve diğ., 1989).



Şekil 2.3.3.1. Lepidokronolojik analiz metodolojisi (Pergent ve diğ., 1989).

A =Farklı kalınlıklarda pullarla kaplı *P. oceanica* rizomu, f.s.= Çiçek pedinkülünden kalan sap. b= Çiçek yaprağı, m= Minimum kalınlık, M= Maksimum kalınlık, l.l.= Canlı yaprak, B= Kalınlık değişim skalası grafiği, m= Minimum kalınlık, M= Maksimum kalınlık (Pergent, 1990).



Şekil 2.3.3.2. Lepidokronolojik analiz örneği 3 yıllık değişim ve 3. yılda çiçek pedinkülü.



Şekil 2.3.3.3. Lepidokronolojik analizler.

2.4 Verilerin Değerlendirilmesi ve Kullanılan İndeksler

Tüm veriler öncelikle Microsoft Exel yardımıyla bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Aktarılan veriler, PREI (*Posidonia oceanica* Rapid Easy Index), CI (Conservation Index), SI (Substitution Index), PSI (Phase Shift Index) hesaplamalarında kullanılmıştır. Bu indekslerle birlikte sürgün yoğunlukları ve alt limit derinlikleri de sınıflandırılarak indeks olarak kullanılmıştır.

2.4.1 Verilerin değerlendirilmesi

Arazi çalışmalarında tanımlayıcıların transekt boyunca sahip oldukları toplam taban alanı kaplama yüzdeleri hesaplanmıştır. Toplam kaplama yüzdeleri transekt uzunlukları ile birlikte, tanımlayıcıların taban alanı kaplama miktarları metre cinsinden hesaplanmıştır.

Aynı transektler için önceki çalışmalardan elde edilen taban alanı kaplama yüzdesi verilerine de uygulanmıştır. Tanımlayıcıların o dönemlerdeki kaplama yüzdeleri ve metre cinsinden kaplama miktarları aynı yöntemle hesaplanmıştır.

Bu çalışma için elde edilen veriler ile önceki çalışmalardan elde edilen taban alanı kaplama yüzdeleri ve kaplama miktarları kıyaslanarak transekt üzerindeki tanımlayıcıların zaman içindeki değişimleri ortaya konulmuştur.

2.4.2 Kullanılan Tanımlayıcılar

Her çayırın durumunun belirlenmesi ve indekslere uygulanabilmesi için farklı düzeylerde tanımlayıcılar kullanılmıştır: Bu tanımlayıcılar sürgün düzeyinden başlayarak populasyon, komünite ve sediment tanımlayıcıları olarak farklı düzeyleri kapsayıcı şekilde seçilmiştir. Bu şekilde çayırlarda meydana gelen değişimler farklı düzeyler için belirlenmiştir.

Seçilen farklı düzeylerdeki tanımlayıcılar, indeksler yardımıyla kendi düzeyleri için ayrıca birbirlerine entegre edilerek indeksler hesaplanmıştır. Sürgün düzeyindeki tanımlayıcılar için yaprak biyometrisi, yaprak yüzey alanı, yıllık rizom ve yaprak üretim miktarları kullanılmıştır. Populasyon düzeyindeki tanımlayıcılarda sınıflandırmak üzere çayırların 15 m derinlikte m² başına düşen sürgün yoğunlukları, indekse uygulayabilmek için de ölü mat ve canlı sürgünlerin yüzey kaplama oranları karşılaştırılmıştır. Bunlarla birlikte alt limit derinliği ve yapısı da kullanılmıştır. Komünite düzeyinde ise yapraklardaki epifit kaplama alanları ve biyoması diğer yerli ve istilacı rakip türlerin yüzey kaplama oranları kullanılmıştır.

2.4.3 Kullanılan indeksler

Bu çalışmada kullanılan indeksler edilen 2016 ve 2017 yıllarına ait tüm verilere uygulanmıştır. Önceki yıllara ait veri tüm indeksler için gerekli olan bilgileri içermediğinden, verinin detayına bağlı olarak indeksler kullanılabilmiştir. İndeksler güncel verilere uygulandıktan sonra tüm indeks sonuçları transekt çapında, çayırlar arasında ve bölgeler arasında birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Aynı işlemler önceki yıllara ait veri için kullanılabilen indeksler için de uygulanmış olup, zaman içerisinde çayırlarda meydana gelen değişimler, transekt, çayır ve bölgeler arasında karşılaştırılmıştır.

PREI (*Posidonia oceanica* Hızlı Kolay İndeksi) Avrupa Su Çerçeve Direktifi tarafından kıyısal suların ekolojik durumunu sınıflandırmak için tavsiye edilmiştir (EC, 2000). İndeksi hesaplamak için 5 adet tanımlayıcı kullanılmaktadır: (1) Sürgün Yoğunluğu, (2) Yaprak yüzey alanı, (3) E/L= Epifitik biyokütle miktarı/ Yaprak biyokütle miktarı, (4) Alt limit derinliği ve (5) Alt limit tipi (ilerleyen, gerileyen, sabit) (Gobert ve diğ., 2009).

PREI Formülü:

$$EQR = (EQR' + 0,11)/(1 + 0,10). \text{ (Ekolojik Kalite Oranı)}$$

$$EQR' = (N \text{ yoğunluk} + N \text{ yaprak yüzey alanı} + N \text{ (E/L)} + N \text{ alt limit derinliği})/3,5$$

N yoğunluk: (Ölçülen yoğunluk değeri-0)/(Referans yoğunluk değeri-0).
N yaprak yüzey alanı: (Hesaplanan yaprak yüzey alanı-0)/ (Referans yaprak yüzey alanı-0).
N (E/L): (1-(epifitik biyokütlesi/ yaprak biyokütlesi)) x 0,5
N alt limit: (N'-12)/(38-12)
N': Arazi çalışması sırasında kaydedilen alt limit derinliği- λ
 λ : 0 (sabit limit)
 λ : -1 (gerileyen limit)
 λ : +1 (ilerleyen limit)

Formül sonucunda 0 ile 1,0 arasında bir değere ulaşılmakta ve bu değerler tablo 1 de gösterildiği gibi sınıflandırılmaktadır (Şekil 2.4.3.1).

EQR	Ekolojik Durum	Renk kodları
1-0,775	Yüksek	Mavi
0,774-0,550	İyi	Yeşil
0,549-0,325	Orta	Sarı
0,324-0,100	Fakir	Turuncu
<0,100-0	Kötü	Kırmızı

Şekil 2.4.3.1. PREI sınıflandırma ölçeği (Gobert ve diğ., 2009).

Conservation Index (CI) Korunum indeksi olarak da tanımlanabilecek olan CI, *P. oceanica* çayırlarının sağlık durumunu belirlemek amacıyla, Moreno ve diğ. (2001) tarafından belirlenmiştir. Bu indeks yaşayan *P. oceanica* miktarı ile ölü mat miktarını oranlar. Bununla birlikte bu indeksin, çayırlar üzerindeki insan etkisini belirlemede kullanmak için uygun olduğunu, diğer taraftan anlık verinin her zaman doğru kılavuz olmayabileceğini ve doğal olayların da ölü mat miktarının değişimine sebep olabileceğini belirtmişlerdir (Boudouresque ve diğ., 2006).

CI Formülü:

$$CI = P / (P + D)$$

P= Canlı *P. oceanica* taban alanı kaplama yüzdesi

D= Ölü mat taban alanı kaplama yüzdesi

Formül sonucunda 0 ile 1,0 arasında bir değere ulaşılmakta ve bu değerler tablo 1 de gösterildiği gibi sınıflandırılmaktadır (Şekil 2.4.3.2).

CI	Ekolojik Durum	Renk kodları
0-0,3	Yüksek	Mavi
0,3-0,5	İyi	Yeşil
0,5-0,7	Orta	Sarı
0,7-0,9	Fakir	Turuncu
≥0,9	Kötü	Kırmızı

Şekil 2.4.3.2. CI sınıflandırma ölçeği (Montefalcone ve diğ., 2009).

Substitution Index (SI) Yerine geçme indeksi anlamına gelen SI, CI ile birlikte kullanılarak ayrılarının durumunu daha iyi belirleyebilmek amacıyla Montefalcone ve diğ. (2006b) tarafından sunulmuştur. Bu indeks Akdeniz’e endemik diğeri bir deniz ayırı *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson ve *Caulerpa* genusuna ait 3 alg olan: Yerli *Caulerpa prolifera* (Forsskål) Lamouroux, yabancı ve istilacı *C. taxifolia* (Vahl) C. Agardh, *C. cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman and Boudouresque türlerinin kaplama yüzdeleri ile canlı *P. oceanica* taban alanı kaplama yüzdesini oranlar.

SI Formülü:

$$SI = S / (S + P)$$

P= Canlı *P. oceanica* taban alanı kaplama yüzdesi

S= Yer değıştiricilerin toplam taban alanı kaplama yüzdesi

Formül sonucunda 0 ile 1,0 arasında bir değere ulaşmakta ve bu değeri tablo 1 de gösterildiği gibi sınıflandırılmaktadır (Şekil 2.4.3.3).

SI	Ekolojik Durum	Renk kodları
0-0,1	Yüksek	Mavi
0,1-0,25	İyi	Yeşil
0,25-0,4	Orta	Sarı
0,4-0,7	Fakir	Turuncu
≥0,7	Kötü	Kırmızı

Şekil 2.4.3.3. SI sınıflandırma ölçeği (Montefalcone ve diğ., 2006b).

Phase Shift Index (PSI) Faz değişim indeksi olarak tanımlanabilecek olan bu indeks *P. oceanica* çayırlarında ekosistem içerisinde meydana gelen faz değişim eğrisini tanımlamak ve ölçmek için kullanılmaktadır. Montefalcone ve diğ. (2007b) tarafından sunulan PSI ölü mat ve yer değiştiricilerin taban alanı kaplama yüzdelerini, canlı *P. oceanica* taban alanı kaplama yüzdesine oranlar ve gerileme göstermiş çayırların eski hallerine dönebilme durumlarını değerlendirme imkânı sağlar (Montefalcone, 2009).

PSI Formülü:

$$PSI = \{ [D/(P + D) \cdot 1] + [Cn/(P + Cn) \cdot 2] + [Cp/(P + Cp) \cdot 3] + [Ct/(P + Ct) \cdot 4] + [Cr/(P + Cr) \cdot 5] \} / 6$$

D = Ölü matların kaplama yüzdesi.

P= Canlı *P. oceanica* kaplama yüzdesi.

Cn= *Cymodocea nodosa* kaplamayüzdesi.

Cp= *Caulerpa prolifera* kaplama yüzdesi.

Ct= *Caulerpa taxifolia* kaplama yüzdesi.

Cr= *Caulerpa racemosa* (yeni adıyla: *Caulerpa cylindracea*) kaplama yüzdesi.

Formül sonucunda 0 ile 1,0 arasında bir değere ulaşılmakta ve bu değerler tablo 1 de gösterildiği gibi sınıflandırılmaktadır (Şekil 2.4.3.4).

PSI	Ekolojik Durum	Renk kodları
0-0,08	Yüksek	Mavi
0,08-0,16	İyi	Yeşil
0,16-0,25	Orta	Sarı
0,25-0,5	Fakir	Turuncu
≥0,5	Kötü	Kırmızı

Şekil 2.4.3.4. PSI sınıflandırma ölçeği (Montefalcone ve diğ., 2007b).

Sürgün Yoğunluğu

Metre kare başına düşen sürgün yoğunluğu, ekosistem sağlığını belirleme için en çok kullanılan tanımlayıcıdır (Pergent-Martini ve diğ., 2005) çünkü sürgün yoğunluğu çok zamanlı olarak ölçüldüğünde çayırın dinamiği, canlılığı ve ayrıca insan etkisinden kaynaklı gerilemelerle ilgili bilgi sağlar (Buia ve diğ., 2004). Derinliğe bağlı olarak, sürgün sayısı/m² olarak yapılan sınıflandırma çizelgesi toplamda 5 adet sınıfa bölünmüştür (Şekil 2.4.3.5).

Derinlik (m)	Yüksek	İyi	Orta	Fakir	Kötü
1	> 1133	1133 to 930	930 to 727	727 to 524	< 524
2	> 1067	1067 to 863	863 to 659	659 to 456	< 456
3	> 1005	1005 to 808	808 to 612	612 to 415	< 415
4	> 947	947 to 757	757 to 567	567 to 377	< 377
5	> 892	892 to 709	709 to 526	526 to 343	< 343
6	> 841	841 to 665	665 to 489	489 to 312	< 312
7	> 792	792 to 623	623 to 454	454 to 284	< 284
8	> 746	746 to 584	584 to 421	421 to 259	< 259
9	> 703	703 to 547	547 to 391	391 to 235	< 235
10	> 662	662 to 513	513 to 364	364 to 214	< 214
11	> 624	624 to 481	481 to 338	338 to 195	< 195
12	> 588	588 to 451	451 to 314	314 to 177	< 177
13	> 554	554 to 423	423 to 292	292 to 161	< 161
14	> 522	522 to 397	397 to 272	272 to 147	< 147
15	> 492	492 to 372	372 to 253	253 to 134	< 134
16	> 463	463 to 349	349 to 236	236 to 122	< 122
17	> 436	436 to 328	328 to 219	219 to 111	< 111
18	> 411	411 to 308	308 to 204	204 to 101	< 101
19	> 387	387 to 289	289 to 190	190 to 92	< 92
20	> 365	365 to 271	271 to 177	177 to 83	< 83
21	> 344	344 to 255	255 to 165	165 to 76	< 76
22	> 324	324 to 239	239 to 154	154 to 69	< 69
23	> 305	305 to 224	224 to 144	144 to 63	< 63
24	> 288	288 to 211	211 to 134	134 to 57	< 57
25	> 271	271 to 198	198 to 125	125 to 52	< 52
26	> 255	255 to 186	186 to 117	117 to 47	< 47
27	> 240	240 to 175	175 to 109	109 to 43	< 43
28	> 227	227 to 164	164 to 102	102 to 39	< 39
29	> 213	213 to 154	154 to 95	95 to 36	< 36
30	> 201	201 to 145	145 to 89	89 to 32	< 32
31	> 189	189 to 136	136 to 83	83 to 30	< 30
32	> 179	179 to 128	128 to 77	77 to 27	< 27
33	> 168	168 to 120	120 to 72	72 to 24	< 24
34	> 158	158 to 113	113 to 68	68 to 22	< 22
35	> 149	149 to 106	106 to 63	< 63	
36	> 141	141 to 100	100 to 59	< 59	
37	> 133	133 to 94	94 to 55	< 55	
38	> 125	125 to 88	88 to 52	< 52	
39	> 118	118 to 83	83 to 48	< 48	
40	> 111	111 to 78	78 to 45	< 45	

Şekil 2.4.3.5. Derinliğe göre sürgün yoğunluğu sınıflandırma ölçeği (UNEP/MAP-RAC/SPA, 2011).

Alt Limit Derinliği

Suyun berraklığını (ışık geçirgenliği ve asılı madde konsantrasyonu) iyi bir şekilde yansıtması sayesinde alt limit derinliği, deniz ayıruları için bilinen en iyi su kalitesi tanımlayıcılarından biridir (Pregent ve diğ., 1995). Alt limit derinliği, PREI gibi bazı indeksler için bir değişken olarak kullanılırken, sınıflandırılarak kendi başına da bir indeks olarak kullanılabilir (şekil 2.4.3.6).

	Yüksek	İyi	Orta	Fakir	Kötü
Derinlik (m)	> 34.2	34.2 to 30.4	30.4 to 26.6	26.6 to 22.8	< 22.8

şekil 2.4.3.6. Alt limit derinliği sınıflandırma ölçeği (UNEP/MAP-RAC/SPA, 2009).

2.5. Zaman İçindeki Değişimin Belirlenmesi

Arazi alışmaları esnasında su altında dalgıçların transekt üzerinde her 5-10 metre için not aldığı taban alanı kaplama yüzdeleri, her zemin tanımlayıcısı (canlı *P. oceanica*, *Caulerpa taxifolia*, *Caulerpa cylindracea*, *Cymodocea nodosa*, taşlar, kum, ölü mat) için toplanarak bulunduğu transektin tamamındaki toplam kaplama yüzdeleri hesaplanmıştır. Aynı işlem önceki çalışmalar için de uygulanarak tanımlayıcılar güncel verilerle kıyaslanabilecek formata getirilmiştir. Çalışmada transekt metodu kullanıldığından tanımlayıcıların transektin tamamındaki toplam kaplama yüzdeleri veya tanımlayıcıların yüzdesinin transektin toplam uzunluğuna oranlanmasıyla elde edilen tanımlayıcının sahip olduğu toplam uzunluk hesaplanmıştır.

2.6. İndekslerin ve tanımlayıcıların karşılaştırılması

Kullanılan indeksler ve tüm tanımlayıcı sonuçlarının birbirleriyle uyumluluklarının anlaşılabilmesi için transektler ayır ayır karşılaştırılmıştır. Daha sonra bu veri grafiklendirilerek karşılaştırılmıştır. Bu grafiklerde, yaprak yüzey alanı, epifit biyokütlesi, yoğunluk ve alt limit verisi normalizasyon yapılarak 0 ile 1 arasına indirgenmiştir. Karşılaştırmanın daha anlaşılabilir olması için SI ve PSI indeks sonuçları 1'den çıkarılarak grafiklere eklenmiştir.

Kullanılan normalizasyon formülü, $(X-X_{min})/(X_{mak}-X_{min})$ şeklindedir.

2.7. Alt ve Üst Limitlerin Modellenmesi

Alt ve üst limitlerin insan kaynaklı etkiler altında olmadığı koşullardaki doğal konumlarını (referans konumlar) anlayabilmek ve güncel verilerle karşılaştırabilmek amacıyla su hareketleri, hidrodinamik yapı ve suyun ışık geçirgenliğine göre hesaplanan modelleme formülleri bulunmaktadır (Duarte 1991; Vacchi ve diğ., 2012; Vacchi ve diğ., 2014). Duarte (1991) tarafından suyun ışık geçirgenliği temel alınarak sunulan model hatalı sonuçlar verdiği için kullanılmamış, bunun yerine su hareketlerini ve hidrodinamik yapıya göre düzenlenen diğer iki model, alt limit ve üst limitlerin referans konumlarını hesaplamak için kullanılmıştır.

Üst limit hesaplamaları: *Posidonia oceanica* çayırının üst limitlerinin dalga kırılma derinliği olarak adlandırılan sahile yaklaşan dalgaların kırılmaya başladığı derinliğe bağlı referans konumun daha altında konumlanması gerektiği düşünülmektedir (Vacchi ve diğ., 2014). Kırılma derinliğinden sonra yapılması gereken ikinci hesaplama, “surf scaling index” (Dean ve Dalrymple, 2004) üzerinden hesaplanan suyun kıyısal alandaki hareketlerinin deniz zemini ile ilişkisi olacaktır.

Kırılma derinliği (d_b) ve dalga rejimi ile sahil açısını bileştiren bir hidrodinamik indeks olan “surf scaling index” (ε) hesaplamaları sırasıyla aşağıdaki eşitlikler kullanarak uygulanmıştır:

$$d_b = H_b / \gamma_b \text{ (Smith, 2003)}$$

$$\varepsilon = 0,5 H_b \omega^2 / g \tan^2 \beta \text{ (Guza ve Inman, 1975)}$$

$H_b = H_0 K_{sh} \sqrt{\phi_o / \phi_b}$ Kırılan dalga yüksekliği

H_0 = açıktaki metre cinsinden dalga yüksekliği

K_{sh} = sığlaşma katsayısı (dalga yüksekliğinin kıyısal bölgedeki değişimi)

ϕ_o ve ϕ_b = açık ve kıyısal dalgaların yaklaşım açısı, sırasıyla;

$\gamma_b = (b-a)(H_b/gT_0^2)$ = kırılma indeksi

a ve b = sahilden 5 m derinliğe kadar alanın deneysel sahil açısına bağlı katsayı

g = yerçekimi ivmesi

T_0 = saniyedeki dalga periyodu

$\omega = 2\pi/T_0$

Dalga parametreleri (H_0 ve T_0) dalga değışkenleri ise en çok görülen dalga yönü değeri (bir yıllık süreçte) (bu değeri www.regione.liguria.it ve “www.idromare.it” den alınmıştır).

Daha sonra “surf scaling index” ile çayrıların teorik üst limitlerinin ilişkilendirilmesi için (Vacchi ve diğ., 2014):

$$k_{\min} = 5,94 + 0,29\varepsilon$$

$$k_{\max} = 17,83 + 0,41\varepsilon$$

k_{\min} ve k_{\max} = dalga kırılma derinliğinden başlayan tahmini uzaklıklarıyla, üst limit aralığını oluşturan değeri.

Alt limit hesaplamaları: Tahmini alt limit hesaplamaları için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır;

$$k_{\text{low}} = 0,32 L_0 + 5,62$$

k_{low} = alt limit derinliği (m)

L_0 = açık denizdeki dalga yüksekliği (yıllık period içindeki ortalama). Bu değeri www.regione.liguria.it ve www.idomare.it” den alınmıştır.

3. BULGULAR

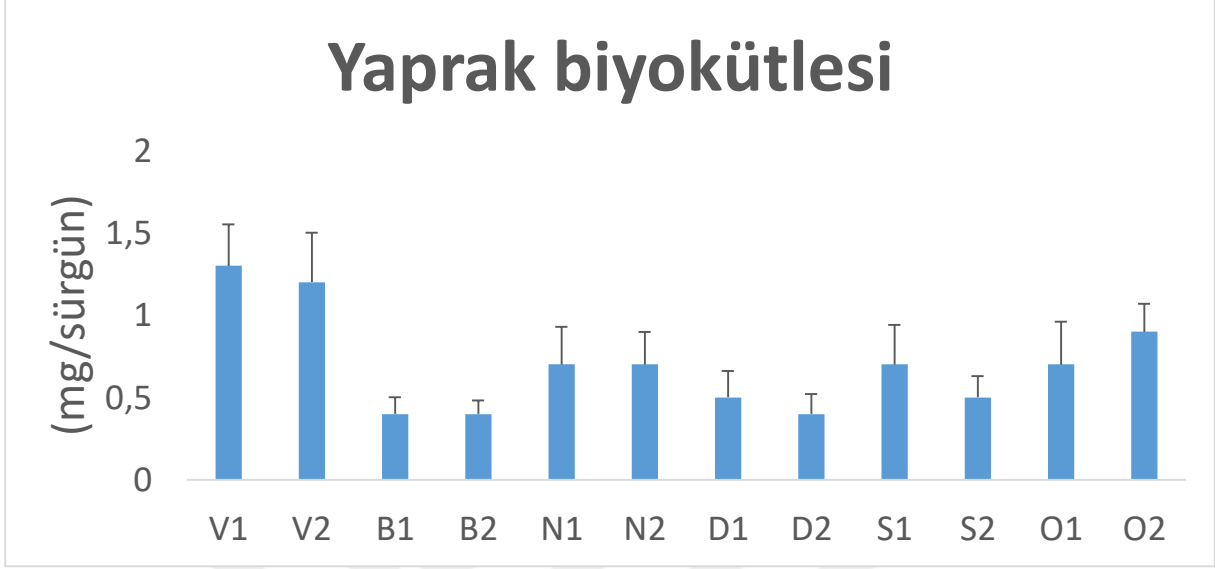
3.5. Fenolojik Bulgular

Çalışılan bölgeler içinde en geniş yaprak yüzey alanı 346,77 cm²/sürgün olarak Cenova şehrine en yakın bölge olan Vado Bölgesinde tespit edilmiştir (Çizelge 3.1.1). Aynı şekilde en yüksek yaprak biyokütlesi, toplam yaprak sayısı ve büyük farkla epifit biyokütleside Vado Bölgesinde görülmektedir (Çizelge 3.1.2 – 3.1.3). Seçilen çayırlar içerisinde şehirden en uzak noktada konumlanan Diano Marina Bölgesi için yapılan ölçümlerde yaprak yüzey alanı, toplam yaprak sayısı ve epifit biyokütlesi için en düşük değerler ölçülmüştür. 1. Grup içerisinde yer alan Bergeggi Bölgesinde yaprak biyokütlesi değerleri en düşük miktardadır. Fenolojik bulgular Ek 1’ de bölgelere ve transektlere göre verilmiştir.

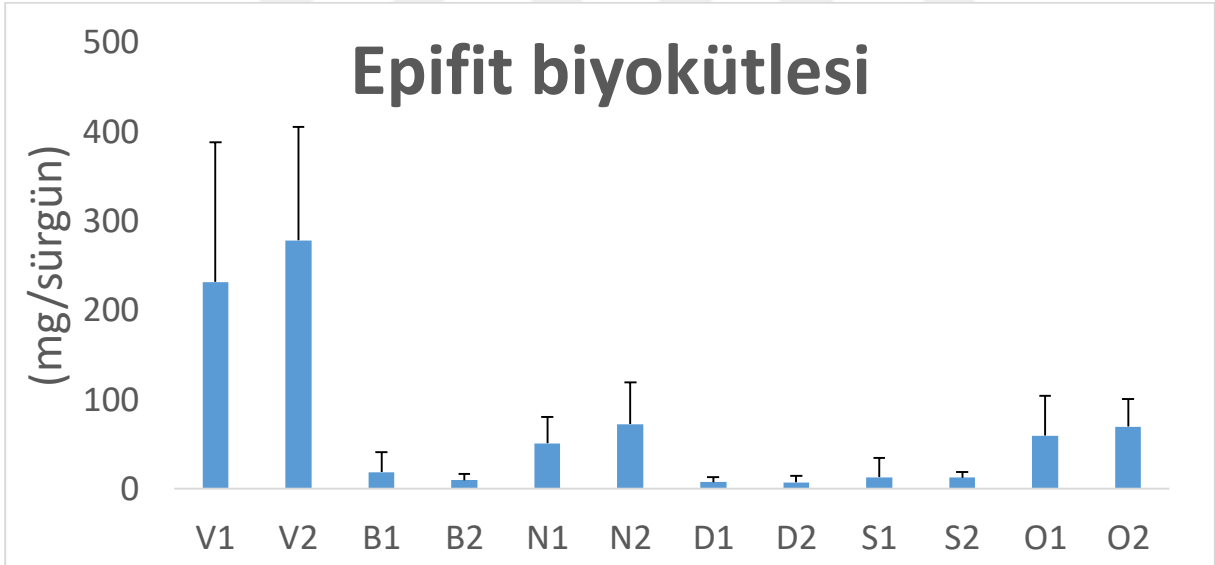
Çizelge 3.1.1. Tüm transektlerdeki yaprak yüzey alanı sonuçları.



Çizelge 3.1.2. Tüm transektlerdeki yaprak biyokütlesi sonuçları.



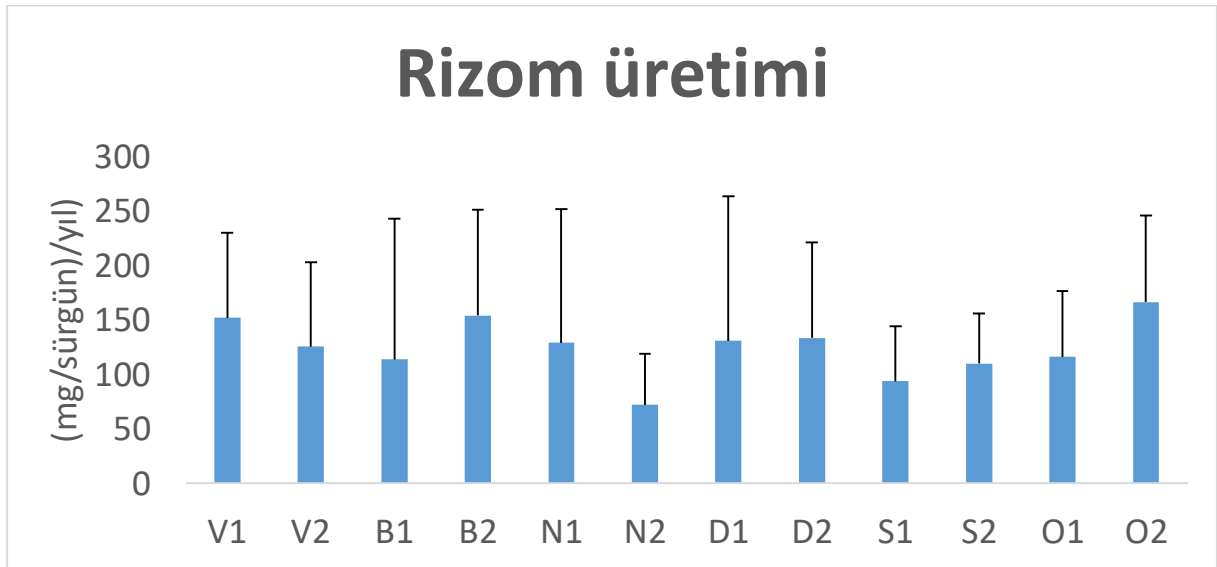
Çizelge 3.1.3. Tüm transektlerdeki epifit biyokütlesi sonuçları.



3.6. Üretkenlik Hesaplamaları

Transektlerden elde edilen örnekler için yapılan üretkenlik hesaplamalarında en yüksek yaprak ve rizom üretimi Vado bölgesinde görülmüştür. Ortalama olarak 12,1 yıl ölçülerek en yaşlı sürgün Diano Marina bölgesinde tespit edilmiş olup, yıllık rizom büyümesi değerleri içerisinde en yüksek üretim yine Vado Bölgesindeki transektlerde görülmektedir (Çizelge 3.2.1). Üretkenlik hesaplamaları sonucunda elde edilen veriler Ek 2’de bölgelere ve transektlere göre verilmiştir.

Çizelge 3.2.1. Tüm transektlerdeki rizom üretimi sonuçları.



3.7. Güncel ve Önceki Yıllara Ait Taban Alanı Kaplama Yüzdeleri

12 transekt için yapılan dalışlardan elde edilen gözlemlere göre, transekt S1 için %80,25, transekt S2 için %75,04 olarak hesaplanmış olup, Sanremo bölgesinin en yüksek miktarda canlı *Posidonia oceanica* oranına sahip olduğu belirlenmiştir. En yüksek miktarda ölü mat oranı ise %25,07 olarak D2 transektinde hesaplanmıştır. Bunun yanında aynı bölgede konumlanan D1 transektinde ise %4,89 ölü mat oranı değerlendirilmiş olup, en düşük 2. ölü mat oranına sahip transekt olarak dikkat çekmektedir. En düşük ölü mat oranı ise O2 kodlu transekte %2,36 olarak belirlenmiştir. Taban alanı kaplama yüzdeleri Ek 3’de bölgelere ve transektlere göre verilmiştir.

Noli ve Vado bölgelerinde yer alan transektlerde hiç yer değiştirici taksonla karşılaşılmamış, en çok D2 kodlu transekte olmak üzere S1, O2, B1, B2 ve D1 kodlu transektlerde yer değiştirici taksonların varlığı tespit edilmiştir.

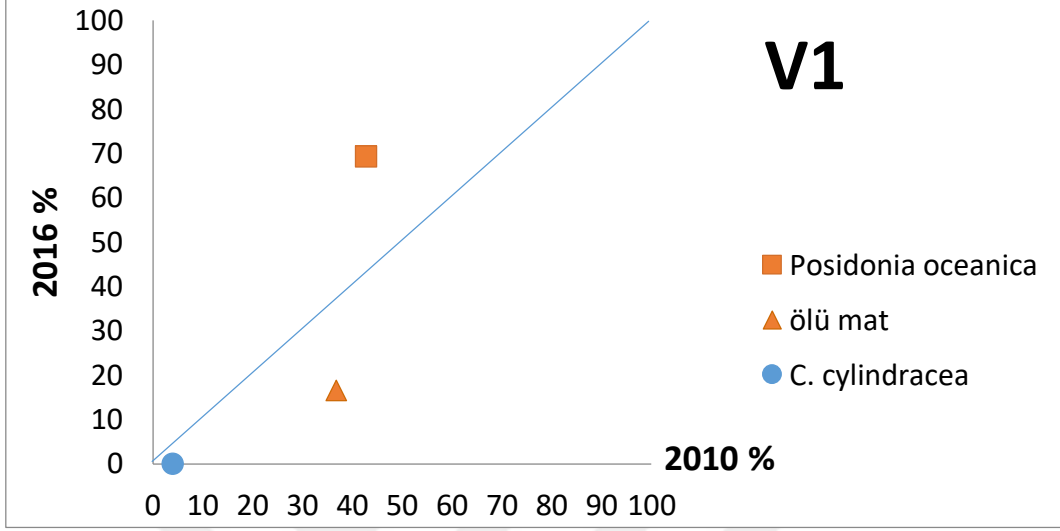
Dalışlarda yapılan kuadrat ölçümleri sonucunda 505,56 m²/sürgün olarak en yüksek yoğunluk D1 kodlu transekte, en yüksek yoğunluğa sahip bölgenin yine Diano Marina olduğu tespit edilmiştir. En düşük yoğunluk ise Vado bölgesinde V2 kodlu transekte 202,78 m²/sürgün olarak ölçülmüştür. Sanremo bölgesinde yer alan S1 transektinde 26,6 m, S2 transektinde 26,0 m olarak alt limitler ölçülmüş ve en derin alt limitler Sanremo bölgesinde gözlemlenmiştir. En sığ alt limit ise Vado bölgesinde yer alan transektlerde görülmüştür. Önceki yıllara ait veri bölgelere, transektlere ve yıllara göre Ek 4’de verilmiştir.

3.8. Zaman İçerisindeki Değişim

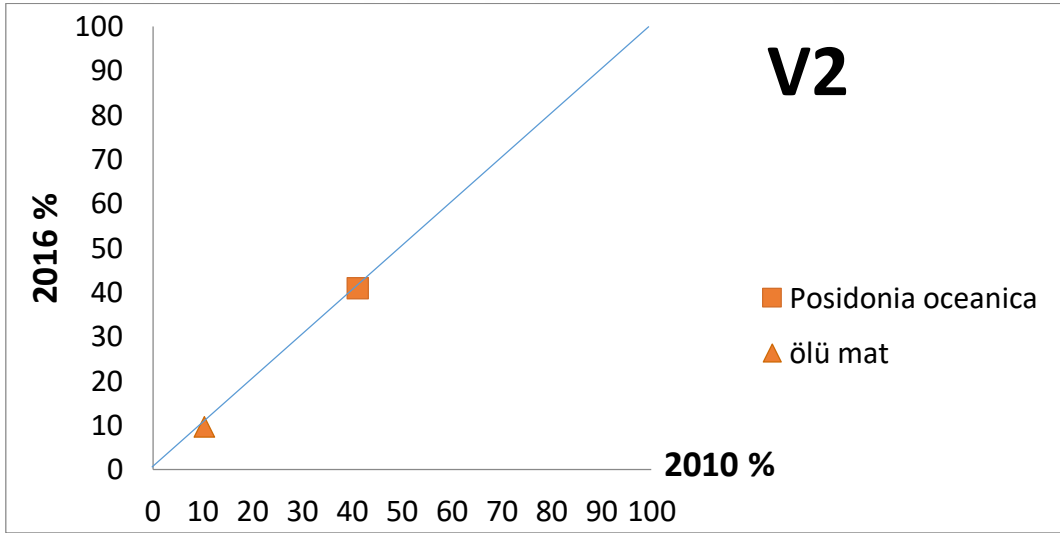
Vado Ligure ayırı:

Vado bölgesinde 2010-2016 yılları arasında V1 kodlu transekte *P. oceanica* taban alanı kaplama yüzdesinde artış görülmüş (izelge 3.4.1), diğer transekte bir değişikliğe rastlanmamıştır (izelge 3.4.2). V1 kodlu transekte ölü mat yüzdesinde düşüş tespit edilmiş diğer transekte ise bir değişiklik görülmemiştir. Bununla birlikte V1 kodlu transekte küçük bir miktarda *Caulerpa cylindracea* görülmüş olup, V2 kodlu transekte hiçbir yer değiştirici takson görülmediğinden tabloya eklenmemiştir.

Çizelge 3.4.1. 2010-2016 yılları arasındaki V1 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelerinin karşılaştırılması.



Çizelge 3.4.2. 2010-2016 yılları arasındaki V2 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelerinin karşılaştırılması.

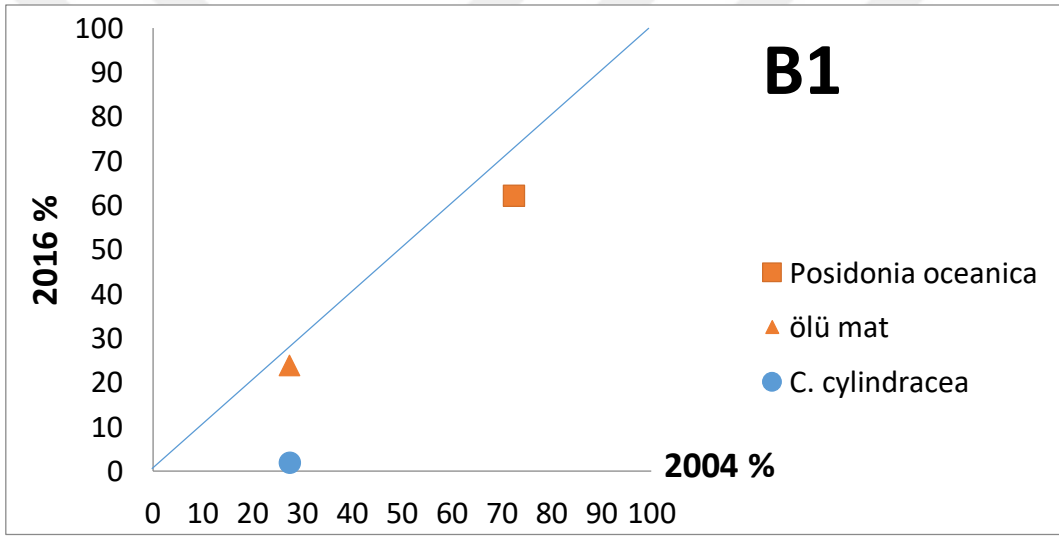


Bergeggi Çayırı:

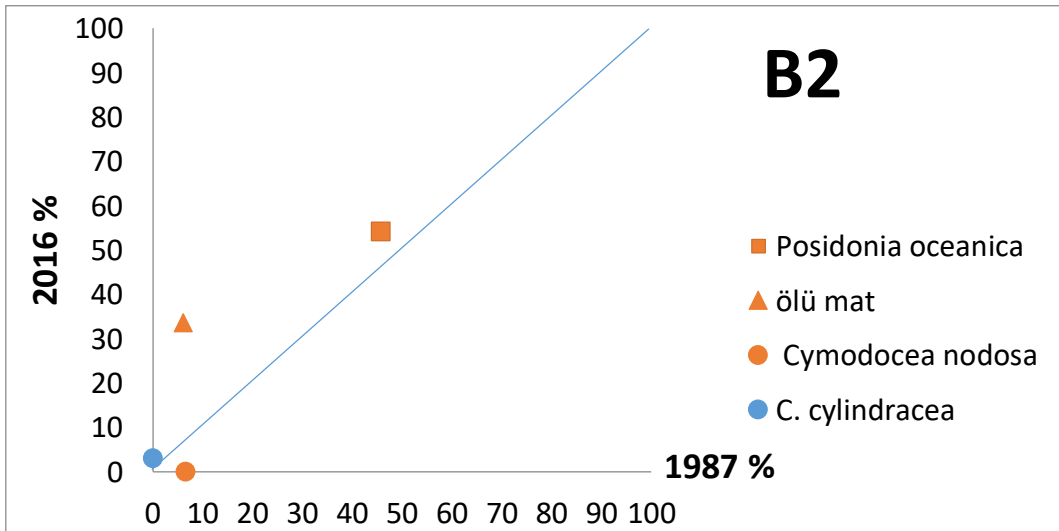
Bergeggi bölgesinde B1 kodlu transekte 2004-2016 yılları arasında *P.oceanica* yüzdesinde küçük miktarda bir gerileme tespit edilmiştir. Bunun yanında B2 kodlu transekte ise 1987-2016 yılları arasında küçük miktarda bir artış olduğu tespit edilmiştir.

Yer değiştirici taksonlar B1 kodlu transekte gerileme göstermiş fakat B2 kodlu transekte küçük miktarda bir artış olmuştur (Çizelge 3.4.3 ve Çizelge 3.4.4).

Çizelge 3.4.3. 2004-2016 yılları arasındaki B1 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelерinin karşılaştırılması.



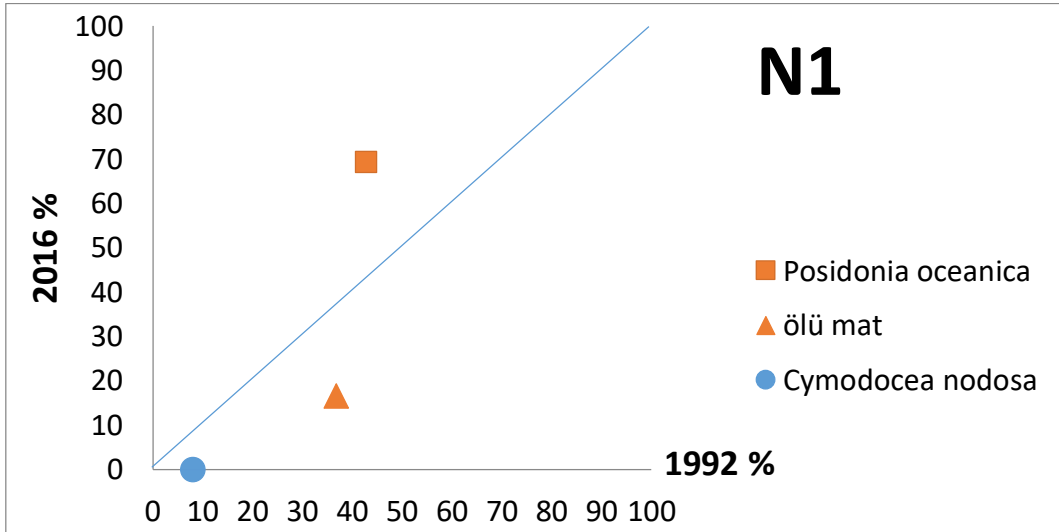
Çizelge 3.4.4. 1987-2016 yılları arasındaki B2 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelерinin karşılaştırılması.



Noli Çayırı:

Noli Bölgesinde N2 kodlu transekt için geçmiş veri bulunmadığından sadece transekt N1 için kıyaslama yapılmıştır. Bu transekte yapılan çalışmada, 1992-2016 yılları arasında *P. oceanica* miktarında %26,49'luk bir artış tespit edilmiştir. Bununla birlikte ölü mat ve yer değiştirici taksonlardan *Cymodocea nodosa* oranlarında ise düşüş tespit edilmiştir (Çizelge 3.4.5).

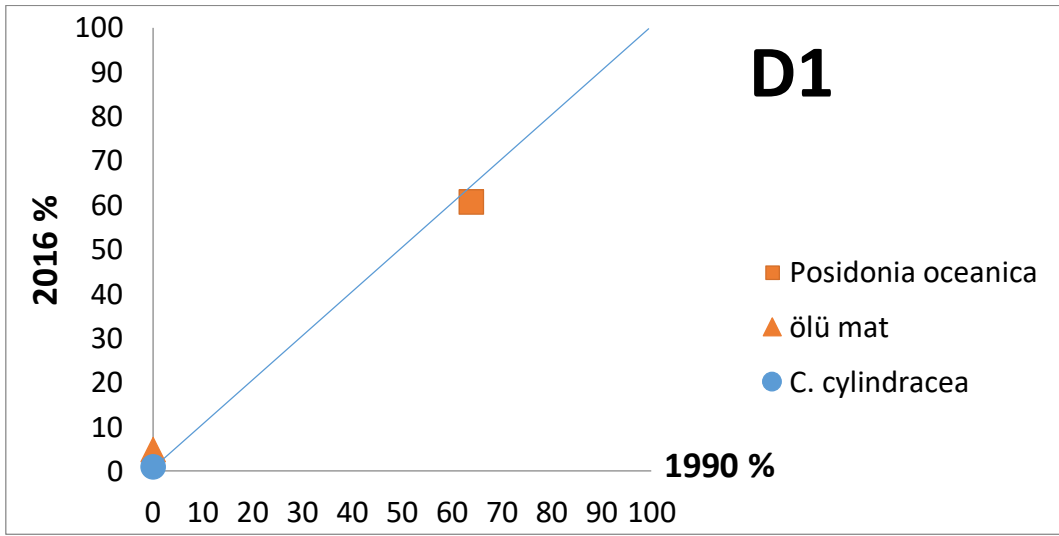
Çizelge 3.4.5. 1992-2016 yılları arasındaki N1 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelerinin karşılaştırılması.



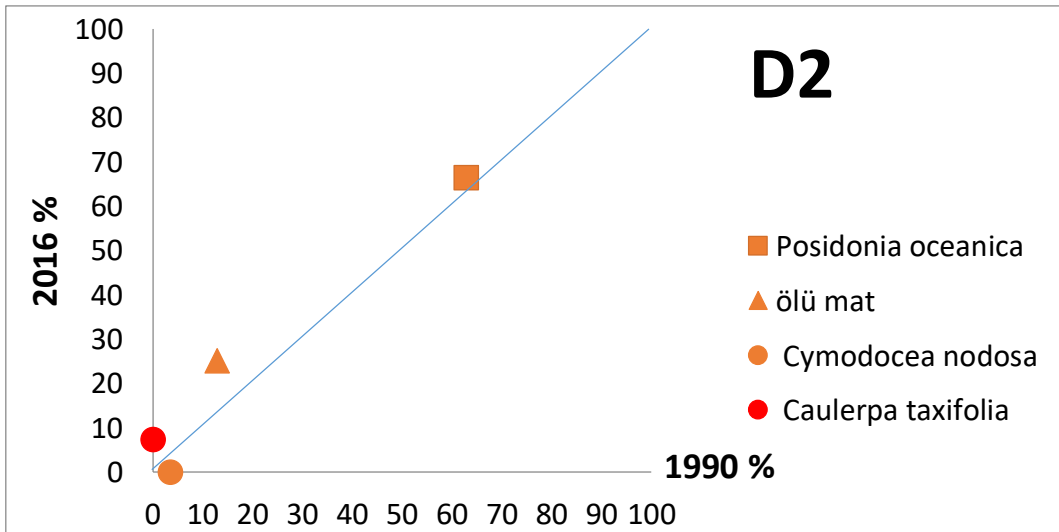
Diano Marina Çayırı:

Diano Marina Bölgesinde 1990 ve 2016 yılları arasındaki çaişmalar karşılaştırıldığında ölü mat ve *P. oceanica* oranlarında küçük miktarlarda değişiklikler tespit edilmiştir. Bunun yanında yer değiştirici taksonlarda ise D2 kodlu transekte önceki verilere göre var olmayan *Caulerpa taxifolia* bu çalışmada %7,43 oranında saptanmıştır (Çizelge 3.4.6 ve Çizelge 3.4.7).

Çizelge 3.4.6. 1990-2016 yılları arasındaki D1 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelerinin karşılaştırılması.



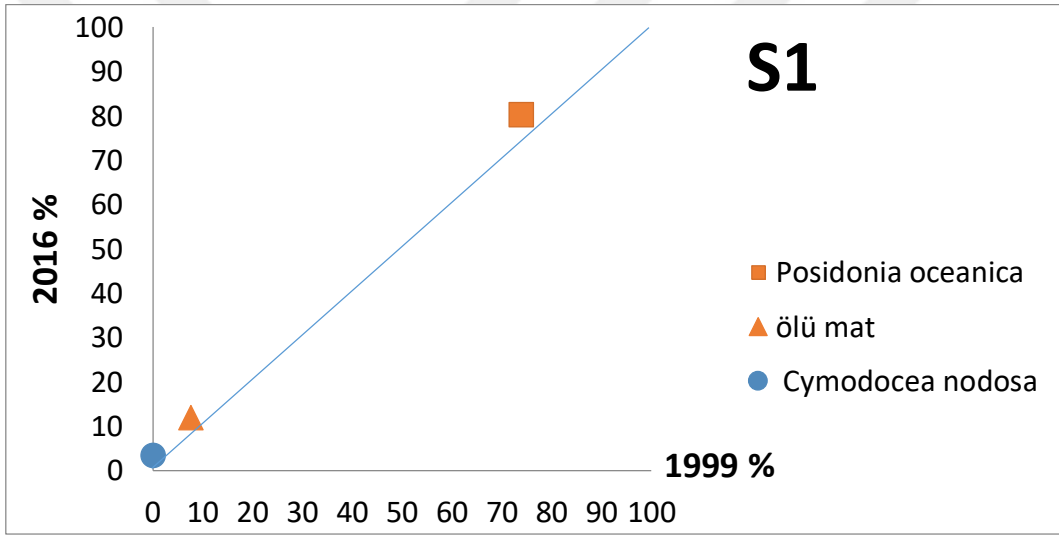
Çizelge3.4.7. 1990-2016 yılları arasındaki D2 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelerinin karşılaştırılması.



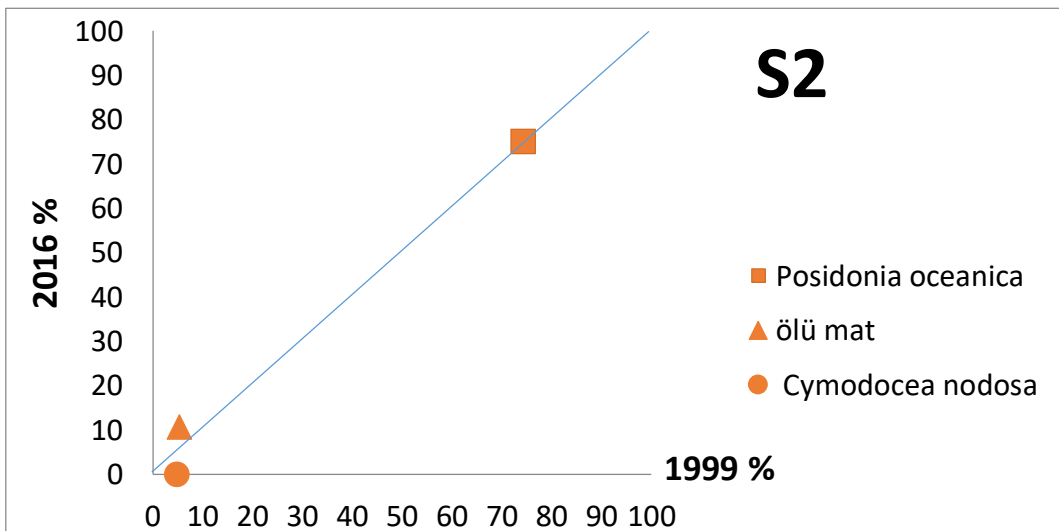
Sanremo Çayırı:

Bu bölgede 2016 yapılan çalışmalar ile 1999 yılında yapılan çalışmadan alınan verilerin karşılaştırılması sonucunda iki transekte de *P. oceanica* ve ölü mat oranlarında küçük miktarda artış tespit edilmiştir. *Cymodocea nodosa* kaplama oranlarında ise S1 kodlu transekte geçmiş verilerde %0,06 oranında iken, bu çalışmadaki veride %3,41 oranında artış tespit edilmiştir. S2 kodlu transekte ise, önceki veriye göre %4,83 oranında tespit edilmiş, fakat yapılan çalışmada rastlanmamıştır (Çizelge 3.4.8 ve Çizelge 3.4.9).

Çizelge 3.4.8. 1999-2016 yılları arasındaki S1 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelерinin karşılaştırılması.



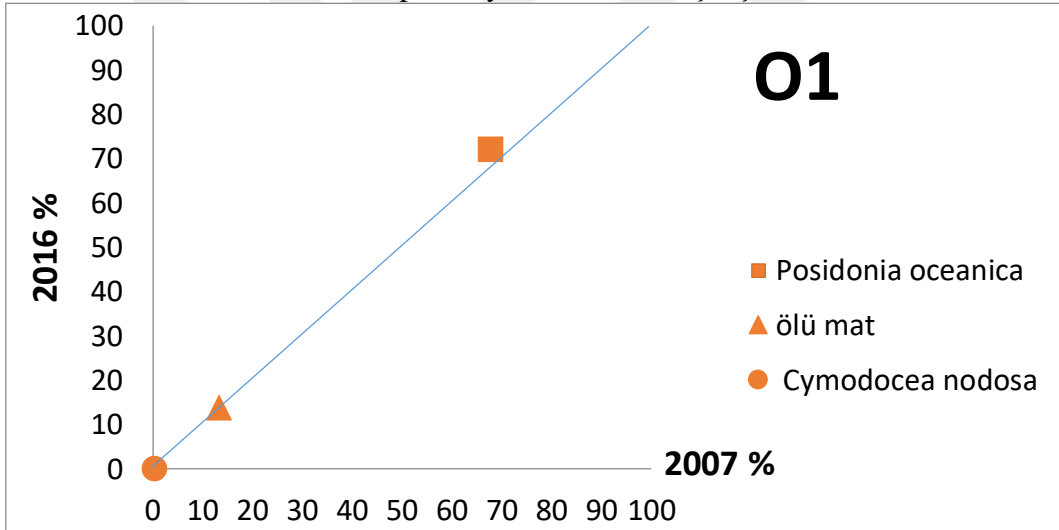
Çizelge 3.4.9. 1999-2016 yılları arasındaki S2 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelерinin karşılaştırılması.



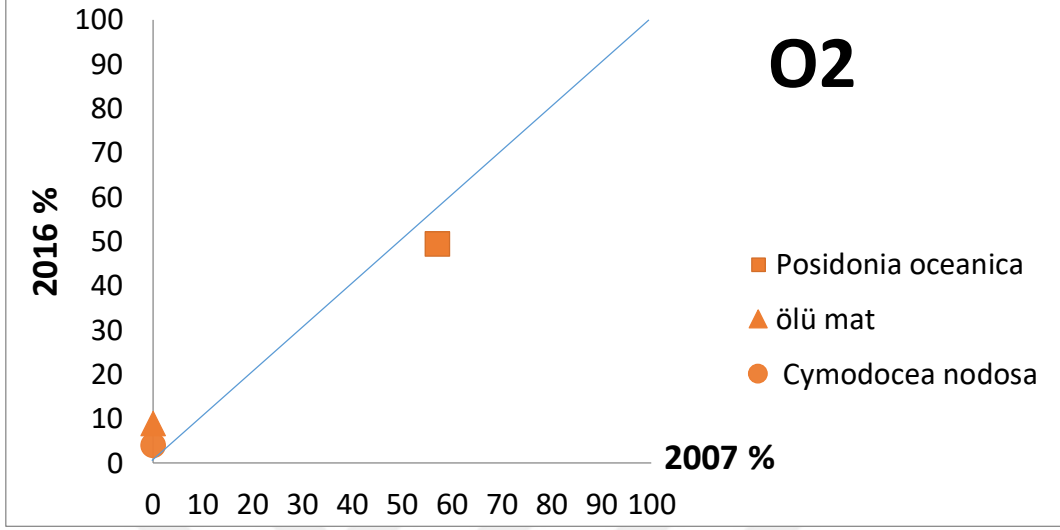
Ospedaletti Çayırı:

2007-2016 yılları arasında iki transekte yapılan karşılaştırmada ölü mat kaplama oranlarında küçük değişimler tespit edilmiş olup, *P. oceanica* kaplama oranlarında ise O1 kodlu transekte %4,31 oranında artış tespit edilmiştir. O2 kodlu transekte ise %7,8 oranında gerileme tespit edilmiştir. Yer değiştirici taksonlar O1 kodlu transekte küçük miktarda bir gerilemeyle yok olduğu, O2 kodlu transekte ise yine küçük miktarda bir artış ile daha önceki çalışmada gözlemlenmemişken bu çalışmada *Cymodocea nodosa* ile karşılaşılmıştır (Çizelge 3.4.10 ve Çizelge 3.4.11).

Çizelge 3.4.10. 2007-2016 yılları arasındaki O1 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama yüzdelerinin karşılaştırması.



Çizelge 3.4.11. 2007-2016 yılları arasındaki O1 kodlu transekte ait zemin tanımlayıcılarının kaplama yüzdelерinin karşılaştırması.



3.9. İndeks Sonuçları

Tüm transektler için elde edilen verilere uygulanan indeksler sonucunda PREI için V1, B1 ve B2 transektleri “orta” sınıfta saptanmış olup diğer transektlerin tümü “iyi” sınıfına dahil olmuştur.

CI indeks sonuçlarında ise O2 ve D1 kodlu transektlerin “yüksek” B2 kodlu transektin “orta” sınıfta olduğu tespit edilmiş olup, diğer tüm transektlerin “iyi” sınıfta olduğu belirlenmiştir. SI ve PSI indeksleri için sadece D2 kodlu transektin sınıflandırmasında “iyi” sonucu tespit edilmiş olup, diğer tüm transektlerde “yüksek” sonucu görülmektedir.

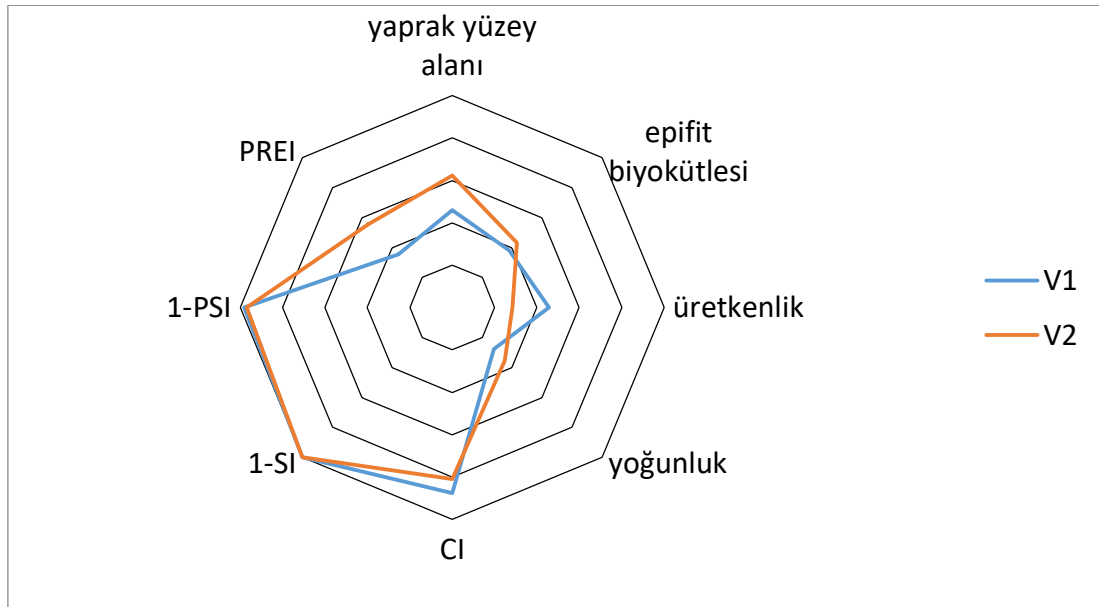
Sanremo bölgesi hariç tüm çayırların alt limitleri, kullanılan ölçekte “kötü” sınıfı sınırlarında kalmıştır. S1 kodlu transekt en derin alt limite sahip olduğundan “orta” sınıfta, S2 kodlu transekt “fakir” sınıfta yer almıştır.

Derinliğe bağlı yoğunluk indeksine göre 1. Grup çayırlarında yer alan V2 ve B2 transektlerinin “fakir” sınıfında olduğu tespit edilmiştir. “Yüksek” yoğunluk sınıfına dahil olan tek transekt D1 kodlu transekt olup, N1 ve D2 kodlu transektler “iyi” sınıfı sınırlarındadır. Geriye kalan tüm transektlerin “orta” sınıfta yer aldığı belirlenmiştir. Yapılan bu ve önceki çalışmalara ait verilerle hesaplanmış indeks sınıflandırma sonuçları Ek 5-6’da bölgelere, transektlere, yıllara ve sınıflandırmalara göre renklendirilerek verilmiştir.

3.10. İndeks ve Tanımlayıcıların Karşılaştırmaları

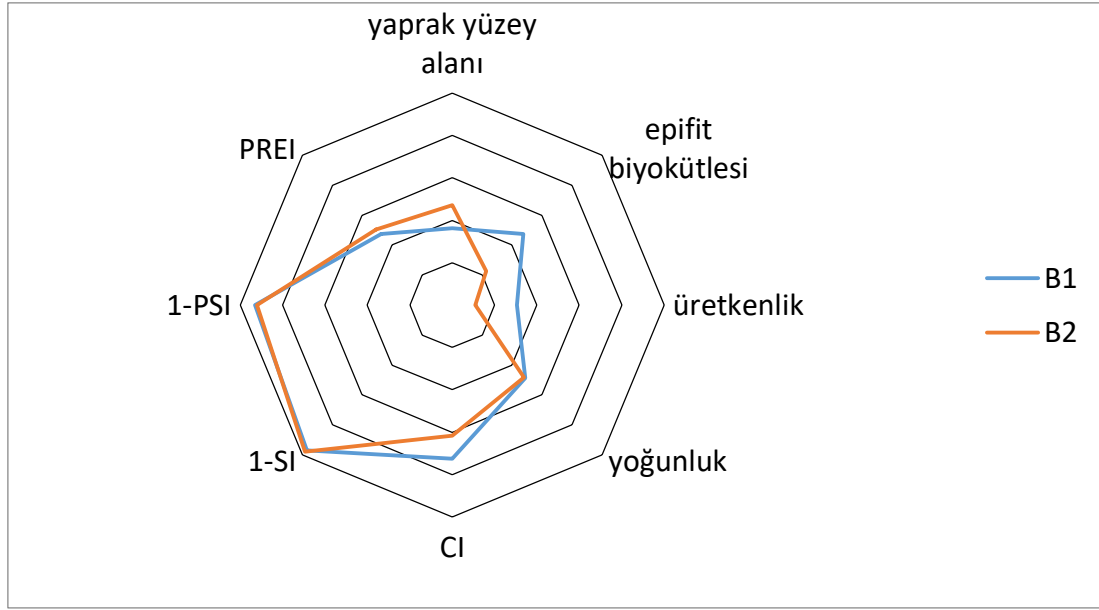
Vado Ligure Bölgesinde yer alan V1 transektinde, tanımlayıcılar üretkenlik verisi hariç olmak üzere kendi aralarında tutarlılık gösterirken, indeksler ise kendi aralarında tutarlılık göstermemiştir. Fakat tanımlayıcılar ve indeksler aralarında tutarlılık göstermemiştir (Çizelge 3.6.1).

Çizelge 3.6.1. Vado Ligure Bölgesi transektlerindeki tanımlayıcı ve indekslerin tutarlılık yönünden karşılaştırılması.



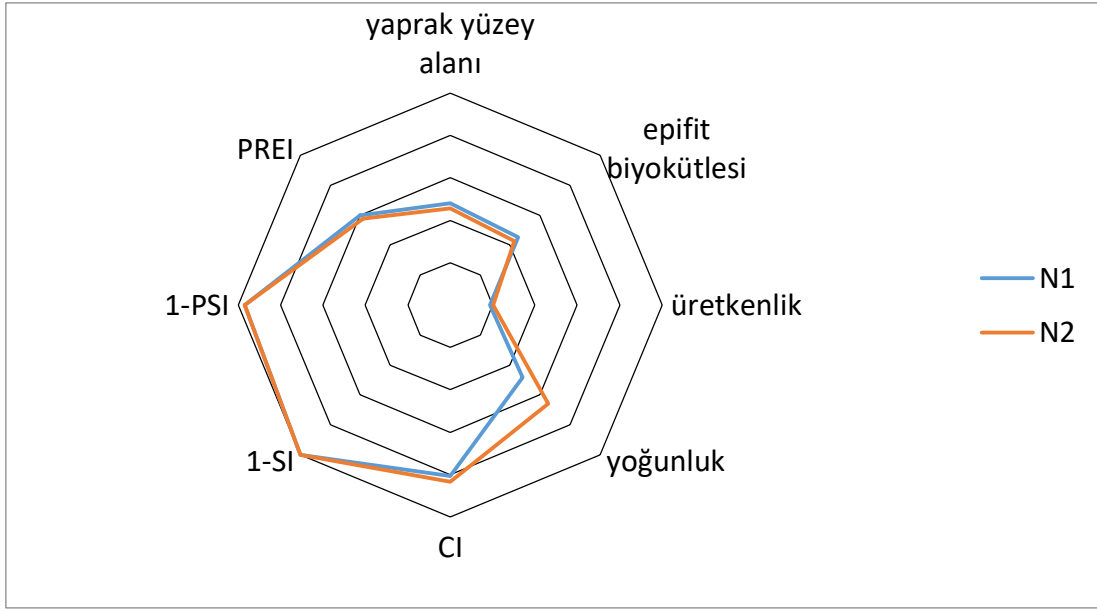
Bergeggi Bölgesinde kullanılan tanımlayıcılar indeklerle ve birbirleriyle tutarlılık göstermemektedir. İndekslerin karşılaştırmasına bakıldığında PREI diğer indekslere göre daha düşük sonuçlar verirken CI, SI ve PSI tutarlılık göstermektedir (Çizelge 3.6.2).

Çizelge 3.6.2. Bergeggi Bölgesi transektlerindeki tanımlayıcı ve indekslerin tutarlılık yönünden karşılaştırılması.



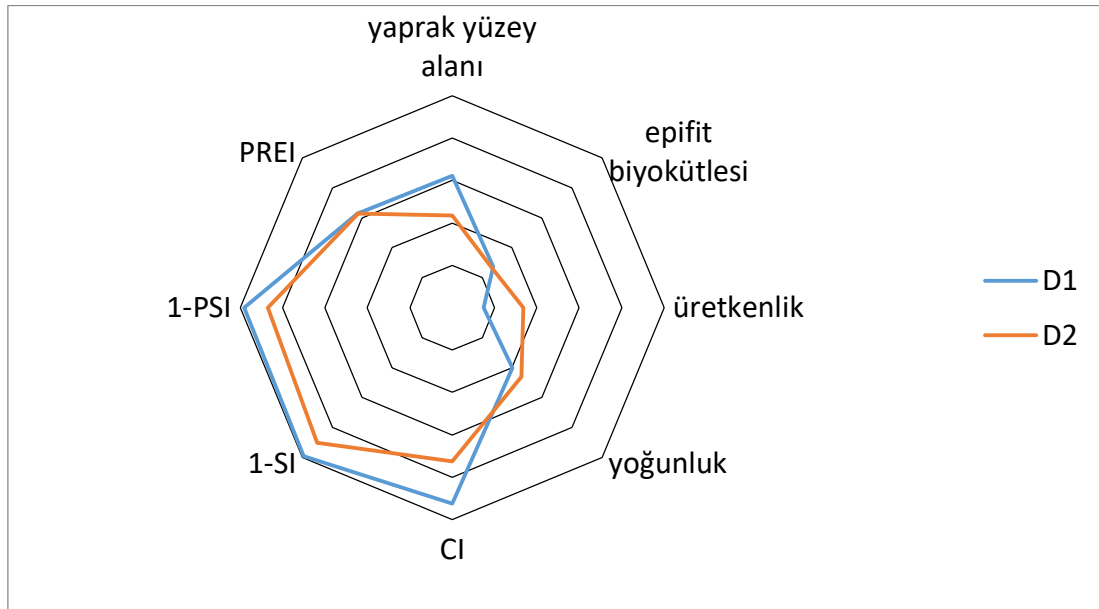
Noli Bölgesinde üretkenlik verisi dışındaki tanımlayıcılar ve PREI sonuçlarının uyumlu olduklarını fakat PSI ve SI kendi aralarında uyumlu olurken, CI sonucunun iki transekt için de tutarsız olduğu görülmektedir (Çizelge 3.6.3).

Çizelge 3.6.3. Noli Bölgesi transektlerindeki tanımlayıcı ve indekslerin tutarlılık yönünden karşılaştırılması.



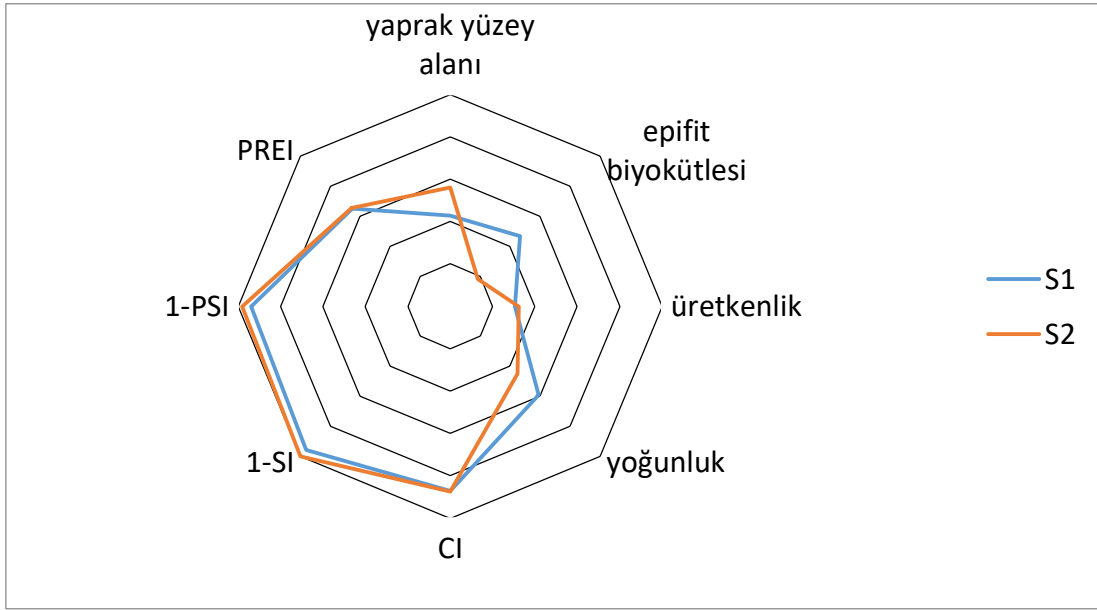
Diano Marina Bölgesinde D2 transekti için CI ve PREI sonuçları kendi aralarında, SI ve PSI iki transekte de kendi aralarında, yoğunluk, üretkenlik ve epifit biyokütlesi sonuçları ise kendi aralarında uyum göstermektedir. D1 transekti için CI, SI ve PSI kendi aralarında uyumluluk gösterirken, PREI ve yaprak yüzey alanı kendi aralarında uyumluluk göstermiştir. Diğer tanımlayıcılar ise birbirlerine uyum göstermektedirler.

Çizelge 3.6.4. Diano Marina Bölgesi transektlerindeki tanımlayıcı ve indekslerin tutarlılık yönünden karşılaştırılması.



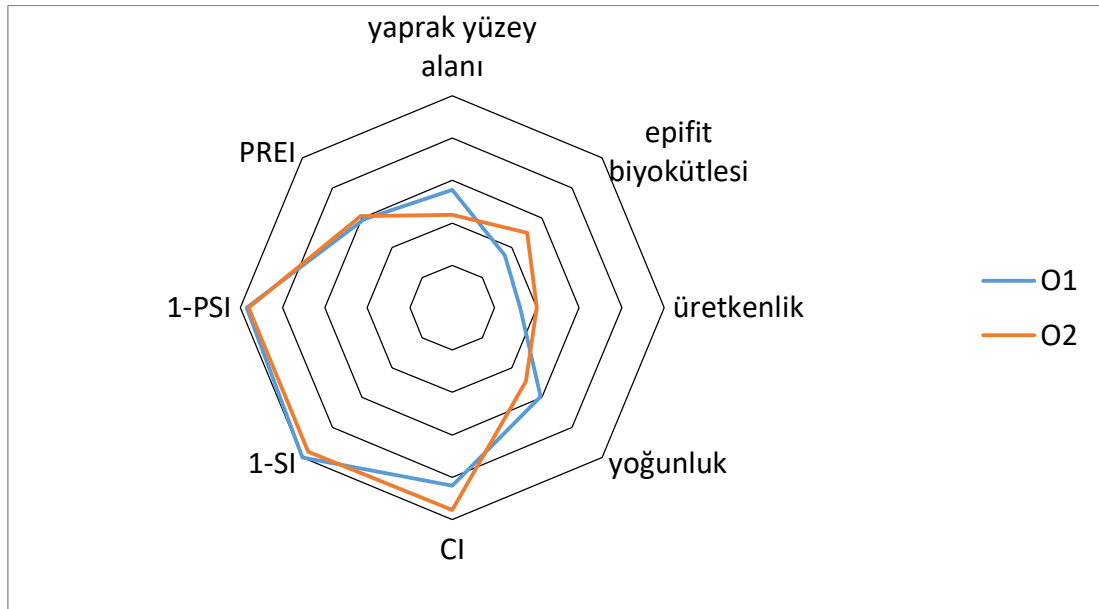
Sanremo Bölgesinde yaprak yüzey alanı yoğunluk ve PREI sonuçları birbirlerine uyumluluk gösterirken üretkenlik sonuçlarının uyumsuz olduğu görülmektedir. Bunun dışında CI, SI ve PSI birbirleriyle uyumluluk göstermektedir (Çizelge 3.6.4).

Çizelge 3.6.5. Sanremo Bölgesi transektlerindeki tanımlayıcı ve indekslerin tutarlılık yönünden karşılaştırılması.



Ospedaletti çayırında ise iki transekte (O1,O2) de CI, SI ve PSI sonuçlarının uyum içinde olduğu görülmektedir. O1 transekte bunlardan ayrı olarak yoğunluk, epifit biyokütlesi ve PREI sonuçları uyum göstermiş olup üretkenlik ve epifit biyokütlesi ise kendi aralarında uyum göstermişlerdir. O2 transetinde CI, SI ve PSI dışındaki tanımlayıcı ve PREI kendi aralarında uyum göstermektedirler (Çizelge 3.6.6).

Çizelge 3.6.6. Ospedaletti Bölgesi transektlerindeki tanımlayıcı ve indekslerin tutarlılık yönünden karşılaştırılması.



3.11. Modelleme Sonuçları

Bu çalışmada kullanılan alt ve üst limitlerin modellenmiş referans noktası verisinin alındığı orjinal çalışma halen sürmektedir. Fakat bu çalışmanın yorumlanmasına ve anlaşılmasına katkı sağlayacağından 3 adet transekt için modelleme sonuçları bu çalışmaya dahil edilmiştir. Çizelgelerdeki sıfır noktası kırılma noktasını ifade etmekte olup, diğer noktalar kırılma noktasından uzaklığı ifade etmektedir.

Bergeggi:

Transekt B1:

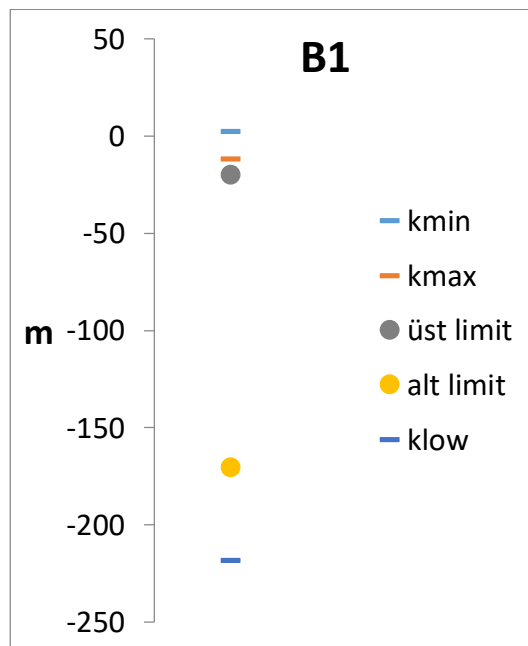
Bergeggi bölgesinde bulunan B1 transekti için yapılan modellemede üst limit kmax (üst limitin olması gereken son nokta) noktasından 20,2 m daha açıkta olduğu görülmüştür. Üst limitin de Klow (üst limitin olması gereken son nokta) noktasından 47,6 m farklı bir konumda olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.7.1. B1 transekt'i için bulunan modelleme sonuçları.

kmin	kmax	üst limit	alt limit	klow
2,2	-11,9	-20,2	-170,7	-218,3

(tüm veriler "m" olarak verilmiştir)

Çizelge 3.7.2 B1 transektinde modellenmiş referans alt ve üst limitlere göre bu çalışmadaki limitlerin konumu.



Transekt B2:

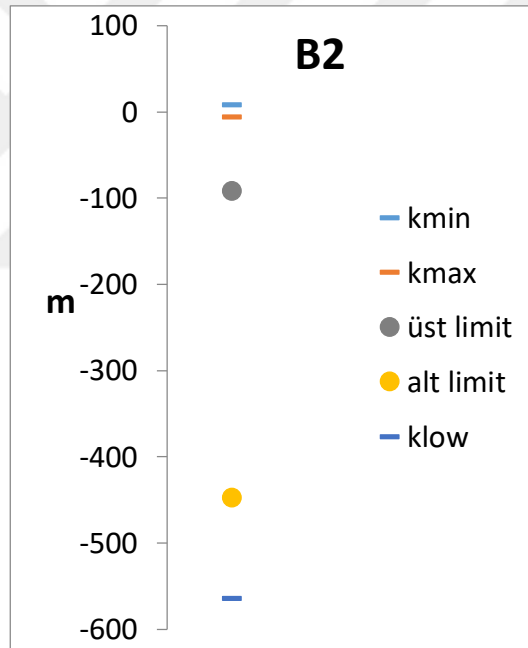
Transekt B2 için uygulanan modellemeye göre üst limitin kmax ile arasında 86,4 m olduğu tespit edilmiştir. Alt limitin ise klow arasında 116,4 m olduğu saptanmıştır.

Çizelge 3.7.3. B2 transekt'i için bulunan modelleme sonuçları.

kmin	kmax	üst limit	alt limit	klow
8,5	-5,4	-91,8	-447,3	-563,7

(tüm veriler "m" olarak verilmiştir)

Çizelge 3.7.4. B2 transekt'inde modellenmiş referans alt ve üst limitlere göre bu çalışmadaki limitlerin konumu.



Noli:

Transekt N1:

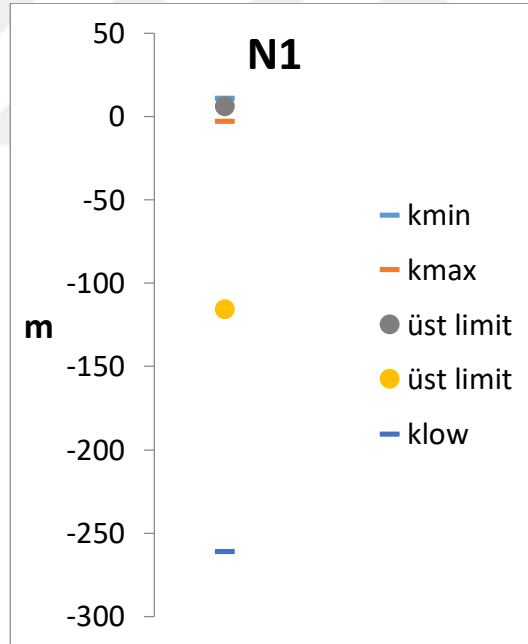
Transekt N1 için yapılan modelleme sonucunda üst limitin olması gereken doğal referans sınırları içinde olduğu görülmektedir. Fakat bunun yanında üst limit ile klow arasında 154,1 m olduğuda saptanmıştır.

Çizelge 3.7.5. N1 transekti için bulunan modelleme sonuçları.

kmin	kmax	upper limit	lower limit	klow
11,24	-2,8	6,2	-115,7	-260,8

(tüm veriler “m” olarak verilmiştir).

Çizelge 3.7.6. N1 transekt’inde, modellenmiş referans alt ve üst limitlere göre güncel limitlerin konumu.



4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bölgede ve belirlenen çayırlarda ekolojik durumu belirlemek amacı ile, güncel veriler ve hesaplamalara uygun olan geçmiş dönem verileri 6 farklı sınıflandırma indeksinde kullanılmıştır. Bu indeksler, yaprak yüzey alanı gibi bireysel tanımayıcılardan başlayarak alt limit derinliği ve alt limit tipi gibi komünite değişkenlerini de kapsayacak şekilde, aynı zamanda da Avrupa Su Çerçeve Direktifi (EC, 2000) ve Avrupa Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifinin (MSFD, 2008/56/EEC) önerileri doğrultusunda seçilmiştir.

SÇD tarafından ekolojik durumun belirlenmesi amacıyla önerilen PREI, yaprak yüzey alanı, çayır yoğunluğu, alt limit derinliği ve tipi, yapraklardaki epifit miktarı gibi değişkenleri formülde kullanmaktadır. DSÇD ise konuya, kıyısal ve pelajik ekolojinin sağlığı perspektifinde yaklaşmakta, sağlıklı bir ekolojik çevreyi amaçlamaktadır. Bu sebeple de CI, SI ve PSI gibi insan etkisinin çayırlar üzerindeki direkt etkilerinin veya çayırların bulunduğu ekosistemdeki diğer türlerle ilişkilerini ve bu ilişkilerin değişimini belirlemek için kullanılabilir indeksler geliştirilmiştir.

Bu indekslerin hesaplanabilmesi için, çayırlardan dalışlar esnasında toplanan örneklerden ve gözlemlerden tanımlayıcı veri elde edilmiştir. Elde edilen fenolojik veri çalışma bölgelerine göre incelendiğinde en düşük yaprak yüzey alanına sahip çayırların Diano Marina ve Bergeggi Bölgelerinde buldukları tespit edilmiştir (bkz. çizelge3.1.1). En yüksek değerler ise Vado Ligure ve Ospedaletti Bölgelerinden elde edilen örneklerde hesaplanmıştır. Yaprak yüzey alanı ve biyokütlesi gibi bitkinin biyometrik özellikleri birbirlerine bağlı olduğundan ve bitkinin fotosentez miktarını etkilediğinden, bu değer artışının, suyun ışık geçirgenliğinin azalmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Pergent-Martini ve diğ., 2005). Vado Ligure Bölgesinin şehirsiz alana ve limana yakınlığının bu duruma sebebiyet verebileceği, Ospedaletti Bölgesinde ise transektlerin, yerleşim alanının önünde konumlanmasının çayırların biyometrik özelliklerini etkileyebileceği sonucuna varılmaktadır. Bununla beraber çalışma sonuçlarında görülen aynı bölgelerdeki yüksek epifit biyokütlesinin ışığa fiziksel engel yaratarak bitkiye negatif etkiye bulunması olası sebeplerin başında gelmektedir (Sand-Jensen, 1977; Dalla Via ve diğ., 1998). Epifit biyokütlesi ölçümlerinde en yüksek değerler, Vado Ligure ve Ospedaletti Bölgelerinde görülmektedir (Çizelge 3.1.3). Bu durum bu bölgelerdeki çayırlarda bulunun yaprak yüzey

alanının genişliğinden ve sözü edilen bölge özelliklerinin sudaki nutrient artışına sebep olarak epifit biyokütlelerinde artışa sebep olduğu düşünülmektedir.

Bu tez çalışmasında, lepidokronolojik analiz yöntemi kullanılarak her transekte üretkenlik çalışması yapılmıştır. Yıllık rizom ve yaprak büyümeleri çayırın bulunduğu ortamdaki ışık, besin miktarı ve uygun substratla ilişkili olup (Gobert ve diğ., 2009), sonuçların karşılaştırılması bu ortam şartlarının durumunu ortaya koyabilmektedir. Yıllık büyüme verisi incelendiğinde, çalışma bölgelerindeki en yüksek büyüme verisi Vado Ligure ve Ospedaletti Bölgelerinde görülürken, en düşük sürgün yaşı da aynı bölgelerde görülmektedir. Bu yüksek büyüme hızının, bölgelerdeki ışık azlığı ve substrat bozukluğundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Sürgün yaşlarının, çayırlardaki sağlık durumuyla ilişkili olduğu ve özellikle mekanik etkiye maruz kalmadıklarından Noli ve Diano Marina bölgelerinde sürgün yaşlarının maksimum değerlere ulaştığı görülmektedir (Ek 2).

Birçok tanımlayıcının üzerinde güçlü etkisi olduğu görülen ışık geçirgenliği özellikle alt limit derinliği üzerinde direkt etki göstermektedir (Pergent-Martini ve diğ., 2005). Ölçümü ve tespiti kolay ve güvenilir sonuçlar veren bir tanımlayıcı olan alt limit derinliği, çayırın ve çevresinin kalitesi ile ilgili bilgi vermektedir, özellikle de suyun ışık geçirgenliği ve hidrodinamik etkiler hakkında fikir vermektedir (Pergent-Martini ve diğ., 2005). Bu çalışmada tüm transektler için alt limit derinliği hidrodinamik faktörler ile ilişkilendirilebilir index olarak kullanılmış ve alt limit derinlikleri sınıflandırılmıştır. PREI sınıflandırmalarında da etkili olan alt limit derinliği Sanremo Bölgesi haricinde tüm bölgelerde “kötü” sınıf sınırları içinde kalmıştır. Sadece Sanremo Bölgesinde S1 kodlu transektin “orta”, S2 kodlu transektin “fakir” sınıfında olduğu hesaplanmıştır.

Yoğunluk ölçümlerine göre uygulanan sınıflandırmalarda, homojen sonuçlar görülmemiş ve sonuçlar bölgeden bölgeye veya transektten transekte farklılıklar göstermiştir. Bunun yanında, 2. grup çayırların, 1. grup çayırlardan daha üst sınıflara dahil olduğu hesaplanmıştır. Çayırların sürgün yoğunluklarında meydana gelen gerilemeler, suyun ışık geçirgenliğinin azalması, gömülme, trol avcılığı sebebiyle direkt zarar görme, çapalamalar ve sahil alanlarındaki yapılaşmanın etkilerinden kaynaklanabildiği bildirilmiştir (Gobert ve diğ., 2009). Çalışılan saha özellikleri incelendiğinde en düşük yoğunluk değerlerinin görüldüğü V2 ve B2 kodlu transektlerin, Ligurya bölgesindeki en büyük 2. şehri olan Savona şehrine çok yakın oldukları görülmektedir. Alt limit derinliklerinin düşük olmasından da anlaşılacağı gibi suyun ışık

geçirgenliği çayır yoğunlukları üzerinde baskı oluşturmakta, bununla beraber şehrsel sahil yapılaşması ve çapalama etkilerinin çayırlardaki sürgün yoğunluğunun düşmesine sebep olduğu düşünülmektedir.

Çalışılan çayırlar şehrsel alana yakınlığına göre iki ayrı gruba ayrılmıştır. 1. Grup içerisinde yer alan Vado ve Bergeggi Bölgelerinde yer alan B1 ve B2 transektleri çayırların ekolojik durumunu sınıflandıran PREI sınıflandırmasında “orta” sınıfta yer almıştır. Diğer bölgelerde yer alan transektlerin hepsi “iyi” sınıfta yer almıştır. PREI sınıflandırması, şehrsel alana en yakın olan 4 transektten 2 (B1, B2) tanesinin çalışılan tüm transektlerden daha düşük sınıfta yer aldığını göstermektedir.

Tüm transektlere bakıldığında hiçbir transektin PREI sınıflandırmasında “yüksek” sınıfa dahil olmadığı görülmektedir. Bu durum, alt limit derinliklerine ve tiplerine bakıldığında anlam kazanmaktadır. Çalışılan çayırların tamamında 26,6 m den daha derine uzanan alt limite rastlanamamış, ayrıca neredeyse tüm alt limit tipleri gerileyici özelliğe sahiptir.

Daha önceki çalışmalar PREI hesaplama elverişli olabilecek veri sağlayamadığından PREI sadece bu çalışmadaki verilere uygulanmıştır.

CI, SI ve PSI indeksleri çayırların ekolojik durumlarını çevresel parametreleri de kullanarak sınıflandırmaktadırlar. Bu indeksler için önceki veriler de elverişli olduğundan hem bu çalışmadaki verilere hem de önceki çalışmalardaki verilere üç indeks de uygulanmış ve sınıflandırma yapılmıştır. CI indeksi sınıflandırmasına göre çayırların güncel durumu B2 transekti haricinde “iyi” sınıfı veya “yüksek” sınıfa dahil olmuştur. CI ölü mat oranını canlı *P. oceanica* oranına oranladığından çayırların ölü mat oranlarının endişe verici miktarda olmadığı söylenebilmektedir.

Ölü çayırların yerini alan veya çayırlarda ölüme sebep olarak yerini alan ve yer değiştirici türler olarak adlandırılan türlerin, çayırlar ile ilişkisini sınıflandıran SI nin bu çalışmadaki verilere uygulanmasında D2 transekti hariç tüm transektler “yüksek” olarak adlandırılan en üst sınıfa dahil oldukları görülmektedir. D2 transekti ise “iyi” sınıfa dahil edilmiştir.

SI ve CI’ın kullandığı tanımlayıcı veriyi de kullanarak gerilemiş çayırların eski hallerine dönebilme yeteneklerini sınıflandıran PSI tüm transektlerin önceki ve bu çalışmaya ait verilere uygulanmıştır. Bu sınıflandırmaya göre; sadece D2 kodlu transekt “iyi” sınıfına dahil olurken

diğer tüm transektlerin “yüksek” sınıfında olduğu hesaplanmıştır. Bu sonuç çayırların halen geri dönebilme yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir.

DSÇD izleme çalışmalarında güncel statünün karşılaştırılabilmesi amacıyla referans durumların belirlenmesini şart koşmuştur (MSFD, 2008/56/EEC; EC 2008). Yine DSÇD referans durumlarının belirlenebilmesi için bazı önerilerde bulunmuştur. Bu önerilerden bir tanesi de önceki yıllara ait verilerin kullanılmasıdır. Bu çalışma için gerekli olan önceki yıllara ait verilerin elde edilmesi ve bu verilerin güvenilir olması DSÇD'nin de altını çizdiği önemli bir konudur. Fakat genellikle bu tür çalışmalar için önceki çalışmalara ait karşılaştırılabilir ve güvenilir veri bulmak oldukça zor bir çalışma gerektirmektedir. Hatta bu tür verilerin azlığı sebebiyle bazen mümkün olamamakta, veriler güvenilir olsa dahi genellikle referans olarak alınabilecek veri bulmak, çalışmaların zorluğunu artırmaktadır (Montefalcone ve diğ., 2013).

Kullanılan tüm tanımlayıcılar için mümkün olmasa da çalışılan çayırların zaman içerisinde nasıl bir değişiklik gösterdikleri önceki yıllara ait veriler ve gerçekleştirilen bu çalışmanın verileri karşılaştırılarak belirlenmeye çalışılmıştır.

CI önceki yıllara ait verilere uygulandığında V1, N1, S1 ve S2 transektlerinde güncel veriye kıyasla bir gerileme meydana geldiği görülmektedir. Bu gerileme çayırlarda geçmiş döneme kıyasla daha fazla ölü mat olduğu, çayırlarda ölümlerin meydana geldiğini işaret etmektedir. Uzun süreli ve birden fazla önceki yıllara ait veri bulunan Bergeggi Bölgesi, B2 transekti için ilk veri, 1987 yılında yapılan çalışmadan alınmıştır. Bölgede gerçekleştirilen ilk çalışmaya göre CI sınıflandırması 1987, 2004 ve 2009 yıllarında “iyi” sınıfta görülmüş olup 1992 yılında yapılan çalışmaya göre ise “fakir” sınıfına kadar bir gerileme tespit edilmiştir. 2012 yılında yapılan çalışmada ise “orta” sınıfa dahil olmuş ve halen “orta” sınıftaki yerini korumaktadır.

Önceki yıllara ait veri ile yapılan bu çalışma verisi kıyaslandığında B1, B2 ve N1 transektlerinde yer değiştirici tür oranlarında düşme olmuş ve bu transektlerin SI sınıflandırmasında daha iyi bir durumda olduğu belirlenmiştir. B1 transektinde 2012'de yapılan çalışmada çayır “orta” sınıfa dahil olmuş ve bir ilerleme olduğu görülmüştür. B2 transekti 1987 yılında “iyi”, 1992 yılında “yüksek”, 2004 yılında yapılan çalışmada “iyi” sınıfa girmiştir, 2009 ve 2012 yılında yapılan çalışmalarda “yüksek” sınıfına dahil olmuştur. N1 transekti 1992 yılında yapılan çalışmaya göre SI sınıflandırmasında “iyi” sınıftayken bu çalışmada ise

“yüksek” sınıfa girmiştir. Bu durumda yer değiştirici türlerdeki genel eğilimin gerileme yönünde olduğu anlaşılmaktadır.

Zemin tanımlayıcılarının taban alanı kaplama oranlarında meydana gelen değişikliği anlayabilmek için önceki ve mevcut veri tablolarına bakıldığında (Ek 3-4) özellikle şehirsiz yerleşime en yakın olan Bergeggi ve Vado Bölgelerinde yer alan transektlerden V1 ve B1 kodlu transektlerdeki yaşayan *P. oceanica* yüzdelerinde %10'un üzerinde düşüşler göze çarpmakta, diğer transektlerde ise dikkat çeken bir düşüş görülmemektedir. Aksine N1 kodlu transekte %26,49 'luk bir artış olduğu dikkat çekmekte olup, bunun yanında D1, S1 ve O1 kodlu transektlerde de küçük artışlar görülmektedir. Noli 1. Grup çayırlar arasında şehir bölgesinden en uzakta olan çayır özelliğini taşımaktadır.

Ölü mat oranlarında ise N1 kodlu transekte ciddi bir düşüş görülmektedir (Ek 3-4). Diğer transektlerde değişimler olsa da dikkat çekici bir değişim görülmemektedir.

Önceki yıllara ait verinin referans durum olarak belirlenemeyecek kadar eski olmaması sebebiyle, referans durumların tespiti için önerilen bir diğer yöntem ise modelleme çalışmalarıdır (MSFD, 2008/56/EEC). *P. oceanica* çayırlarında modelleme çalışmaları için literatürde çalışmalar bulunmaktadır (Vacchi ve diğ., 2004). Bu çalışmada da kullanılan 3 transekt için (B1, B2 ve N1), modelleme verisi Ligurya Bölgesinde halen sürmekte olan modelleme ile alt ve üst limit referans durumlarının belirlenmesi konulu bir çalışmadan alınmıştır (Çizelge 3.6.2- 3.6.4- 3.6.6). Bergeggi denizel korma bölgesi sınırları içinde kalan 2 transekte de üst ve alt limitlerin insan kaynaklı etkilerden dolayı referans konumlarının dışında kaldığı görülmektedir. Noli bölgesinde tek transekte yapılan modelleme sonucunda ise üst limit referans konumlar arasında kalırken alt limit referans konumdan çok uzakta kalmıştır. Bu durum tüm çalışma bölgelerindeki alt limitin gerilemesi sorununu bir kez daha vurgulamıştır. Bu çalışmadan da anlaşıldığı üzere üst limitler lokal baskılardan etkilenirken, çalışılan çayırların tümünde alt limitler doğal durumlarından oldukça uzaktadırlar.

Zaman içerisindeki değişimlere bakıldığında, çalışılan gruplar arasında ciddi farklılıklar olmadığı görülmüş, bunun yanında şehir etkilerine yakın çayırlar diğer çayırlara kıyasla küçük farkla da olsa daha kötü sonuçlar ortaya koymuş olup, en kötü durumdaki bölgenin denizel koruma bölgesi olmasına rağmen Bergeggi bölgesi olduğu saptanmıştır. 2. Grup çayırlarda genel olarak sonuçlar çayırların sağlığının ve buldukları ekosistemin sağlıklı olduğunu ifade

etseler de, çayırların su kolonundaki turbidite gibi geniş kapsamlı baskılardan kurtulamamış oldukları anlaşılmaktadır. Bölgeler arasında görülen farklar, çayırlar üzerindeki lokal baskılara işaret ederken, diğer bir yandan tüm çayırların geniş çaptaki baskılarla da tehdit altında olduğunu göstermektedirler.

Yoğunluk ve alt limit derinliği sınıflandırmaları da dahil edilerek tüm indekslere bakıldığında, alt limit derinliği sınıflandırmasının genel indeks sonuçlarından çok farklı olduğu dikkat çekmektedir. Bu noktada da özellikle aslında su kalitesi ile ilgili sınıflandırma yapan PREI sonuçlarında suyun ışık geçirgenliği en alt seviyede olsa bile PREI sonuçlarında dikkat çekici bir değişiklik oluşturmadığı görülmektedir. Bununla birlikte V2 kodlu transekte bakıldığında, yoğunluk sınıflandırması “fakir”, alt limit sınıflandırması “kötü” sonuç vermiş olsa da diğer tüm indeksler bu transektin “iyi” ve “yüksek” sınıflarda yer aldığını göstermektedir. Bu durumda PREI deniz suyunun ekolojik durumunu göstermek için kullanılırken çayırlarda, 40 m’nin üzerinde mesafelerde çekilmelere sebep olabilecek seviyede meydana gelen suyun ışık geçirgenliği sorununu dikkat çekici bir şekilde yansıtmadığı görülmektedir.

Buna ek olarak, yoğunluk sınıflandırma sonuçlarını özellikle CI ve PSI sınıflandırma sonuçları ile karşılaştırdığımızda sonuçların genel olarak aynı olmadığı bazı transektler yoğunluk indeksine göre “orta” veya daha düşük sınıftayken CI ve PSI indekslerinin “iyi” veya “yüksek” hesaplandığı da tespit edilmiştir.

Transektlere ve bölgelere göre tüm indeks sonuçları ve tanımlayıcıların sonuçları birbirleriyle karşılaştırılmış ve bu değişken sonuçlarının uyumluluğu ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Bu çalışmaya göre CI, SI ve PSI sonuçları genel olarak uyumluluk göstermiş, elde edilen tanımlayıcı sonuçları nispeten uyumluluk gösterdiği belirlenmiştir. PREI ise farkı seviyelerden farklı değişkenler kullandığından bazı transektlerde tanımlayıcılar ile uyumluluk göstermiş bazılarında ise indekslerle uyumlu olmadığı görülmüştür. Farklı ekolojik seviyeleri tanımlamak için seçilen bu tanımlayıcılar ve indekslerin gösterdiği uyumsuz durumlar, indekslerin birlikte kullanılmaları gerektiğini işaret etmektedir. Bu sebeple farklı ekolojik seviyelerin durumlarını ve ilişkilerini yansıtan ve sınıflandıran bu indekslerin sonuçlarına bakarak, yapılacak izleme çalışmasının amacı doğrultusunda, farklı düzeylerdeki birden fazla indeksin birlikte kullanılarak sonuçların birlikte değerlendirilmesi önerilmektedir.

Ligurya Denizinin büyük bir kısmını dahil eden bu çalışmada, yapılan tüm araştırma çalışmalarına ve önlemlere rağmen Akdeniz kıyısız ekosisteminin temel yapı taşlarından biri

olan *Posidonia oceanica* ayırklarının çeşitli lokal ve global baskılarla tehdit altında olduğu görülmektedir. nceki yıllara ait veriler de kullanılarak yapılan bu ve benzeri alışmalar (Duarte, 2002), ayırkların üzerindeki baskının yeni olmadığını ve devam edeceğini göstermektedir.

İnsan etkisi altında kalmamış ve doğal şartlarında referans durum olarak belirlenebilecek alanların varlığı da hızla azalmaktadır (Jackson ve Sala, 2001). İzleme çalışmalarını destekleyebilecek ve referans olarak kullanılabilir nitelikteki geçmişe dönük verilerin azlığı bu insan etkisinde kalmamış alanların değerini bir kez daha vurgulamaktadır. Kullanılan indekslerin sonuçlarına bakıldığında, günümüzde halen ayırkların eski hallerine dönme yeteneklerini kaybetmedikleri dşnlmekte ve gerekli önlemler alındığında *Posidonia oceanica* ayırklarının Akdeniz kıyılarında varlığını sağlıklı bir şekilde sürdürebilecekleri görülmektedir.

5. ÖNERİLER

Liguria Bölgesindeki *Posidonia oceanica* çayırının sağlık ve ekolojik durumlarının incelenmesi sonucunda;

1. *Posidonia oceanica* çayırlarında yapılacak olan çalışmalarda, ekolojik durumun belirlenmesi için, bireyselden komünite seviyesine kadar farklı indekslerin ve tanımlayıcıların birlikte kullanılması,
2. Bölgedeki çayırlar üzerindeki lokal baskıların detaylı olarak incelenmesi,
3. Lokal baskıların ortadan kalkması için önlemlerin alınması,
4. Konunun hassasiyeti ve gidişatıyla ilgili bilgilendirme çalışmaları yapılması,
5. Küresel ölçekli etkilerin önlenmesi için milletler arası uyum içinde hareket edilmesi,
6. Düzenli izleme çalışmalarını detaylandırarak mevcut deniz çayırlarının durumu hakkında daha ayrıntılı bilgi elde edilmesi,
7. Modelleme ve geçmiş veri ile karşılaştırma çalışmaları yapılarak meydana gelen kayıpların ivmesinin ve miktarının belirlenmesi,
8. Akdeniz'e kıyısı bulunan ve yüksek miktarda çayıra ev sahipliği yapan diğer ülkelerde de, konuyla ilgili bilimin ışığında ve öneriler doğrultusunda harekete geçilmesi gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Alongi, D.M.**, (1998). Coastal ecosystem processes. Coastal ecosystem processes. CRC Marine Science Series, 3. CRC Press: Boca Raton, 419.
- Ambasht, R.S., Ambasht, N.K.**, (2003). Modern trends in applied terrestrial ecology. Kluwer Academic: New York, NY, 384.
- Bianchi, C.N.**, (1997). Climate change and biological response in the marine benthos. Proceedings of the Italian Association for Oceanology and Limnology 12 (1), 3-20.
- Bianchi, C.N., Sandulli, R.**, (1992). Resoconto del sopralluogo effettuato sui fondali antistanti Noli (SV). ENEA- CRAM S. Teresa. La Spezia, Genova: 22 pp.
- Bianchi, C.N., Montefalcone, M., Morri, C.**, (2009). Contratto di ricerca relativo al monitoraggio delle praterie di *Posidonia oceanica* dell'Area Marina Protetta "Isola di Bergeggi". Relazione finale, Genova: 72 pp.
- Bianchi, C.N., Morri, C., Chiantore, M., Montefalcone, M., Parravicini, V., Rovere, A.**, (2012). Mediterranean Sea biodiversity between the legacy from the past and a future of change. In: Stambler, N. (Ed.), Life in the Mediterranean Sea: a look at habitat changes. Nova Science: New York, NY, 1–55.
- Bianchi, C.N., Morri, C., Parravicini, V., Rovere, A.**, (2007). Realizzazione di cartografia tematica sull'ambiente marino costiero di Bergeggi ed elaborazione di un piano di monitoraggio. Relazione finale, Genova: 244 pp.
- Borja, A., Elliott, M., Andersen, J.H., Cardoso, A.C., Carstensen, J., Ferreira, J.G., Heiskanen, A.S., Marques, J.C., Neto, J.M., Teixeira, H., Uusitalo, L., Uyarra, M.C., Zampoukas, N.**, (2013). Good Environmental Status of marine ecosystems: what is it and how do we know when we have attained it? Marine Pollution Bulletin 76, 16-27.
- Borja, A., Elliott, M., Carstensen, J., Heiskanen, A.S., van de Bund, W.**, (2010). Marine management- Towards an integrated implementation of the European Marine Strategy Framework and the Water Framework Directives. Marine Pollution Bulletin 60, 2175-2186.
- Borum, J. Duarte, C.M., Krause-Jensen, D. Greve, T.M.**, (2004). European seagrasses: an introduction to monitoring and management. Monitoring and Managing of European Seagrasses Project (M&MS) 88 pp.

- Boudouresque, C.F., Meinesz, A.,** (1982). Découverte de l'herbier de Posidonie. Cahier de Parc national de Port-Cros, France 4, 1-79.
- Boudouresque, C.F., Bernard, G., Bonhomme, P., Charbonnel, E., Diviacco, G., Meinesz, A., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Ruitton, S., Tunesi, L.,** (2006). Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*. Ramoge Publ.: Monaco, 200.
- Boudouresque, C.F., Bernard, G., Pergent, G., Shili, A., Verlaque, M.,** (2009). Regression of Mediterranean seagrasses caused by natural processes and anthropogenic disturbances and stress: a critical review. *Botanica Marina* 52, 395–418.
- Boudouresque, C.F., Meinesz, A., Ledoyer, M., Vitiello, P.,** (1994). Les herbiers à Phanérogames marines. In: Bellan-Santini D., Lacaze J.C. and Poizat C. (Eds), Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée, synthèse, menaces et perspectives, Muséum National d'Histoire Naturelle publ.: Paris, 98-118
- Boudouresque, C.F., Jeudy de Grissac, A., Meinesz, A.,** (1984). Relations entre la sédimentation et l'allongement des rhizomes orthotropes de *Posidonia oceanica* dans la baie d'Elbu (Corse). In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A. and Ollivier J. (Eds), First International Workshop on *Posidonia oceanica* beds. GIS Posidonie: Marseille, 185-191.
- Buia, M.C., Gambi, M.C., Dappiano, M.,** (2004). Seagrass systems. *Biologia Marina Mediterranea* 11 (suppl. 1), 133-183.
- Cash, D.W., Moser, S.C.,** (2000). Linking global and local scales: designing dynamic assessment and management processes. *Global Environmental Change* 10 (2), 109-120.
- Cushing, D.H., Dickson, R.R.,** (1976). The biological response in the sea to climatic changes. *Advanced in Marine Biology* 14, 1-122.
- Daily, G.C., Alexander, S., Ehrlich, P.R., Goulder, L., Lubchenco, J., Matson, P.A., Mooney, H.A., Postel, S., Schneider, S.H., Tilman, D., Woodwell, G.M.,** (1997). Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. *Issues in Ecology* 2, 1-16.
- Dalla Via, J., Sturmbauer, C., Schönweger, G., Sötz, E., Mathekowitsch, S., Stifter, M., Rieger, R.,** (1998). Light gradients and meadow structure in *Posidonia oceanica*: ecomorphological and functional correlates. *Marine Ecology Progress Series* 163, 267–278.

- Dean, R.G., Dalrymple, R.A.,** (2004). Coastal processes with engineering applications. Cambridge: Cambridge University Press.
- Duarte, C.M.,** (1991). Seagrass depth limits. *Aquatic Botany* 40, 363-377.
- Duarte, C.M.,** (2002). The future of seagrass meadows. *Environmental Conservation* 29 (2), 192-206.
- Duarte, C.M., Conley, D.J., Carstensen, J., Sánchez-Camacho, M.,** (2008). Return to Neverland: shifting baselines affect eutrophication restoration targets. *Estuaries and Coasts* 32 (1), 29-36.
- EC,** (2000). Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the council, of 23 October 2000, establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities* 2000 G.U.C.E. 22/12/2000, L 327.
- EC,** (2008). Directive 2008/56/EC of the European parliament and of the council, of 17 June 2008, establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). *Official Journal of the European Commission G.U.C.E.* 25/6/2008, L 164/19.
- EEC,** (1992). Council Directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. *Official Journal of the European Communities.* No L 206 of 22 July 1992.
- Foden, J., Brazier, D.P.,** (2007). Angiosperms (seagrass) within the EU Water Framework Directive: a UK perspective. *Marine Pollution Bulletin* 55, 181-195.
- Gatti, G., Bianchi, C.N., Parravicini, V., Rovere, A., Peirano, A., Montefalcone, M., Massa, F., Morri, C.,** (2015). Ecological change, sliding baselines and the importance of historical data: lessons from combining observational and quantitative data on a temperate reef over 70 years. *PLOS-One* 10 (2), e0118581.
- Giovannetti, E., Lasagna, R., Montefalcone, M., Bianchi, M., Albertelli, G., Morri, C.,** (2008). Inconsistent responses to substratum nature in *Posidonia oceanica* meadows: an integration through complexity levels. *Chemistry and Ecology* 24, 83-91.
- Glémarec, M.,** (1979). Les fluctuations temporelles des peuplements benthiques liées aux fluctuations climatiques. *Oceanologica Acta* 2 (3), 365-371.

- Gobert, S., Sartoretto, S., Rico-Raimondino, V., Andral, B., Chery, A., Lejeune, P., Boissery, P.,** (2009). Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the water framework directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index: PREI. Marine Pollution Bulletin 58, 1727-1733.
- Guza, R.T., Inman, D.L.,** (1975). Edge waves and beach cusps. Journal of Geophysical Research 80, 2997-3012.
- Halpern, B.S., Walbridge, S., Selkoe, K.A., Kappel, C.V., Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, C.F., Casey, K.S., Ebert, C., Fox, H.E., Fujita, R., Perry, D., Selig, E.R., Spalding, M., Steneck, R., Heinemann, R., Lenihan, H.S., Madin, E.M.P., Matthew, T.,** (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. Science 319, 948-952.
- Hoegh, G.O., Bruno, J.F.,** (2010). The impact of climate change on the World's marine ecosystems. Science 32 (8), 1523-1528.
- ISPRA** (2009) - Monitoraggio relativo alle praterie di *Posidonia oceanica*. Roma, ISPRA. MARANO G., PASTORELLI A.M., UNGARO N. (1998) – Canale d'Otranto: Ambiente e Comunità Biologiche. Biol. Mar. Mediterr., 5 (1), 1-10.
- Jackson, J.B.C., Sala, E.,** (2001). Unnatural oceans. Scientia Marina 65, 273-281.
- Jordà, G., Marbà, N., Duarte, C.M.,** (2012). Mediterranean seagrass vulnerable to regional climate warming. Nature Climate Change 2, 821-824.
- Kendrick, G.A., Lavery, P.S.,** (2001). Assessing biomass, assemblage structure and productivity of algal epiphytes on seagrasses. Global Seagrass Research Methods. Elsevier, Amsterdam, 199-222.
- Kirkman, H.,** (1978). Decline of seagrass in northern areas of Moreton Bay, Queensland. Aquatic Botany 5, 63-76.
- Leriche, A., Boudouresque, C.F., Bernard, G., Bonhomme, P., Denis, J.,** (2004). A one-century suite of seagrass bed maps: can we trust ancient maps? Estuarine, Coastal and Shelf Science 59, 353-362.
- Lopez y Royo, C., Casazza, G., Pergent-Martini, C., Pergent, G.** (2010). A biotic index using the seagrass *Posidonia oceanica* (BiPo), to evaluate ecological status of coastal waters. Ecological Indicators, 10(2), 380-389.
- Marbà, N., Duarte, C.M., Cebrián, J., Gallegos, M.E., Olesen, B., Sand-Jensen, K.,** (1996). Growth and population dynamics of *Posidonia oceanica* on the

- Spanish Mediterranean coast: elucidating seagrass decline. *Marine Ecology Progress Series* 137, 203–213.
- Meinesz, A., Laurent, R.,** (1978). Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* dans les Alpes- Maritimes (France), Campagne Poseidon 1976. *Botanica Marina* 21, 513-526.
- Meinesz, A., Lefèvre, J.R.,** (1984). Regeneration d'un herbier à *Posidonia oceanica* quarante années après sa destruction par une bombe dans la rade de Villefranche (Alpes Maritimes). In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A. and Olivier J. (Eds), First International Workshop on *Posidonia oceanica* bed. GIS Posidonie: Marseille, 39-44.
- Meinesz, A., Lefevre, J.R., Astier, J.M.** (1991). Impact of coastal development on the infralittoral zone along the southeastern Mediterranean shore of continental France. *Marine Pollution Bulletin* 23, 343-347.
- Mellors, J.E.,** (1991). An evaluation of a rapid visual technique for estimating seagrass biomass. *Aquatic Botany* 42 (1), 67-73.
- Migliaccio, M., De Martino, F, Silvestre, F., Procaccini, G.,** (2005). Meadow-scale genetic structure in *Posidonia oceanica*. *Marine Ecology Progress Series* 304, 55-65.
- Milazzo, M., Badalamenti, F., Ceccherelli, G., Chemello, R.,** (2004). Boat anchoring on *Posidonia oceanica* beds in a marine protected area (Italy, western Mediterranean): effect of anchor types in different anchoring stages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 299 (1), 51-62.
- Molinier, R., Picard, J.,** (1952). Recherches sur les herbiers de Phanérogames marines du littoral méditerranéen français. *Annales de l'Institut Océanographique* 27 (3), 157-234.
- Montefalcone, M.,** (2007). Relazione finale per l'anno zero del piano di monitoraggio della prateria di *Posidonia oceanica* presente sui fondali dell'area di progettazione del parco e marina di Baiaverde, Ospedaletti (IM), Genova: 98 pp.
- Montefalcone, M.,** (2009). Ecosystem health assessment using the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: a review. *Ecological Indicators* 9 (4), 595-604.
- Montefalcone, M., Albertelli, G., Bianchi, C.N., Mariani, M., Morri, C.,** (2006a). A new synthetic index and a protocol for monitoring the status of *Posidonia oceanica* meadows: a case study at Sanremo (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 16 (1), 29-42.

- Montefalcone, M., Albertelli, G., Morri, C., Parravicini, V., Bianchi, C.N.,** (2009). Legal protection is not enough: *Posidonia oceanica* meadows in marine protected areas are not healthier than those in unprotected areas of the northwest Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin* 58, 515–519.
- Montefalcone, M., Bianchi, C.N., Morri, C., Albertelli, G.,** (2010). Monitoraggio della prateria di *Posidonia oceanica* nell'Area di Vado Ligure (SV). Relazione finale, Genova: 100 pp.
- Montefalcone, M., Giovannetti, E., Lasagna, R., Parravicini, V., Morri, C., Albertelli, G.,** (2007a). Analisi diacronica della prateria di *Posidonia oceanica* nell'Area Marina Protetta di Bergeggi. *Biologia Marina Mediterranea* 14 (2), 82-83.
- Montefalcone, M., Giovanetti, E., Morri, C., Peirano, A., Bianchi, C.N.,** (2013a). Flowering of the seagrass *Posidonia oceanica* in the Ligurian Sea: is there a link with solar activity? *Mediterranean Marine Science* 14 (2), 416-423.
- Montefalcone, M., Lasagna, R., Bianchi, C.N., Morri, C., Albertelli, G.,** (2006b). Anchoring damage on *Posidonia oceanica* meadow cover: a case study in Prelo Cove (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Chemistry and Ecology* 22 (1), 207-217.
- Montefalcone, M., Morri, C., Peirano, A., Albertelli, G., Bianchi, C.N.,** (2007b). Substitution and phase-shift in *Posidonia oceanica* meadows of NW Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 75, 63-71.
- Montefalcone, M., Rovere, A., Parravicini, V., Albertelli, G., Morri, C., Bianchi, C.N.,** (2013b). Evaluating change in seagrass meadows: a time-framed comparison of Side Scan Sonar maps. *Aquatic Botany* 104, 204-212.
- Montefalcone, M., Vacchi, M., Morri, C., Ferrari, M., Bianchi, C.N.,** (2015). Seagrass ecosystems status between the sliding baseline syndrome and the need for reference conditions. *PeerJ PrePrints*, DOI [org/10.7287/peerj.preprints.1018v1](https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.1018v1).
- Moreno, D., Aguilera, P.A., Castro, H.,** (2001). Assessment of the conservation status of seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows: implications for monitoring strategy and the decision-making process. *Biological Conservation* 102, 325-332.

- Okuş, E., Zeki, S., Demir, V., Demirel, N., Yüksek, A., Yılmaz, I.N., Aslan-Yılmaz, A., Karhan, S.U., Müftüoğlu, A.E., Tural, U., Murat, E., Gazioglu, C.,** (2010). Anchor damage on *Posidonia oceanica* (L.) Delile beds in the Gokova Bay. 39th CIESM Congress (Mediterranean Science Commission), 10-14 May 2010, Venice, Italy.
- Okudan, E.S., Demir V., Kalkan, E., ve Karhan, S.Ü.,** (2011). Anchoring damage on seagrass meadows (*Posidonia oceanica* (L.) Delile) in Fethiye-Göcek specially protected area (Eastern Mediterranean Sea, Turkey). *Journal of Coastal Research* 61, 417-420.
- Oprandi, A.,** (2013). Status of *Posidonia oceanica* meadows between Capo Vado and Capo Noli: diachronic analysis and influence of hydrodynamic constrains through the application of a predictive model. Master thesis in Marine Science, University of Genoa: 126 pp.
- Oprandi, A., Montefalcone, M., Vacchi, M., Coppo, S., Diviacco, G., Morri, C., Ferrari, M., Bianchi, C.N.,** (2014). Combining modelling and historical data to define the status of *Posidonia oceanica* meadows. In: Langar H., Bouafif C., Ouerghi A. (Eds), *Proceedings of the 5th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation* (Portorož, Slovenia, 27-28 October 2014). UNEP/MAP – RAC/SPA, RAC/SPA publ.: Tunis, 119-124.
- Orth, R.J., Carruthers, T.J.B., Dennison, W.C., Duarte, C.M., Fourqurean, J.W., Heck, Jr. K.L., Hughes, A.R., Kendrick, G.A., Kenworthy, W.J., Olyarnik, S., Short, F.T., Waycott, M., Williams, S.L.,** (2006). A global crisis for seagrass ecosystems. *Bioscience* 56, 987-996.
- Parravicini, V., Micheli, F., Montefalcone, M., Morri, C., Villa, E., Castellano, M., Povero, P., Bianchi, C.N.,** (2013). Conserving biodiversity in a human-dominated world: degradation of marine sessile communities within a protected area with conflicting human uses. *PLOS-One* 8 (10), e75767.
- Parravicini, V., Rovere, A., Vassallo, P., Micheli, F., Montefalcone, M., Morri, C., Paoli, C., Albertelli, G., Fabiano, M., Bianchi, C.N.,** (2012). Understanding relationships between conflicting human uses and coastal ecosystems status: a geospatial modeling approach. *Ecological Indicators* 19, 253-263.
- Pergent, G.,** (1990). Lepidochronological analysis in the seagrass *Posidonia oceanica*: a standardized approach. *Aquatic Botany* 37, 39-54.

- Pergent, G., Pergent-Martini, C.,** (1988). Phenologie de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile dans le bassin Méditerranéen. *Annales de l'Institut Oceanographique*. 64(2):79–100.
- Pergent, G., Boudouresque, C.F., Crouzet, A., & Meinesz, A.,** (1989). Cyclic changes along *Posidonia oceanica* rhizomes (lepidochronology): present state and perspectives. *Marine Ecology*, 10(3), 221-230.
- Pergent, G., Hocein, B., Bianchi, C.N., Boudouresque, C.F., Buia, M.C., Clabaut, P., Harmelin-Vivien, M., Mateo, M.A., Montefalcone, M., Morri, C., Orfanidis, S., Pergent-Martini, C., Semroud, R., Serrano, O., Verlaque, M.,** (2014). Climate change and Mediterranean seagrass meadows: a synopsis for environmental managers. *Mediterranean Marine Science* 15 (2), 462-473.
- Pergent, G., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C.F.,** (1995). Utilisation de l'herbier à Posidonie comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. *Mésogée* 54, 3-27.
- Pergent-Martini, C., Pasqualini, V.,** (2000). Seagrass population dynamics before and after the setting up of a wastewater treatment plant. *Biologia Marina Mediterranea* 7, 405-408.
- Pergent-Martini, C., Leoni, V., Pasqualini, V., Ardizzone, G.D., Balestri, E., Bedini, R., Belluscio, A., Belsher, T., Borg, J., Boudouresque, C.F., Boumaza, S., Bouquegneau, J.M., Buia, M.C., Calvo, S., Cebrian, J., Charbonnel, E., Cinelli, F., Cossu, A., Maida, G., Dural, B., Francour, P., Gobert, S., Lepoint, G., Meinesz, A., Molenaar, H., Mansour, H.M., Panayotidis, P., Peirano, A., Pergent, G., Piazzì, L., Pirrotta, M., Relini, G., Romero, J., Sanchez-Lizaso, J.L., Semroud, R., Shembri, P., Shili, A., Tomasello, A., Velimirov, B.,** (2005). Descriptors of *Posidonia oceanica* meadows: use and application. *Ecological Indicators* 5, 213-230.
- Picard, J.,** (1965). Importance, répartition et rôle du matériel organique végétal issu des prairies de posidonies. Rapport de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée 18 (2), 91-92.
- Sand-Jensen, K.,** (1977). Effect of epiphytes on eelgrass photosynthesis. *Aquatic Botany* 3, 55–63.

- Sandulli, R., Bianchi, C.N., Cocito, S., Morgigni, M., Peirano, A., Sgorbini, S., Silvestri, C., Morri, C.,** (1994). Status of some *Posidonia oceanica* meadows on the Ligurian coast influenced by the “Haven” oil spill. In: Albertelli G., Cattaneo-Vietti R., Picazzo M. (Eds.), Atti del 10° Congresso dell’Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia A.I.O.L., Genova: 277- 286.
- Smith, M.J.,** (2003). Surf zone hydrodynamics. In: Demirbilek, Z. (Ed.), Coastal Engineering Manual, Part II, Coastal Hydrodynamics, Engineer manual 1110–2- 1100. US Army corps of Engineers: Washington, DC (Chapter II-4).
- Southward, A.J., Boalch, G.T.,** (1994). The effect of changing climate on marine life: past events and future predictions. Exeter Maritime Studies 9, 101-143.
- Southward, A.J., Hawkins, S.J., Burrows, M.T.,** (1995). Seventy years of changes in the distribution and abundance of zooplankton and intertidal organisms in the western English Channel in relation to rising sea temperature. Journal of Thermal Biology 20, 127-155.
- Stachowitsch, M.,** (2003). Research on intact marine ecosystems: a lost era. Marine Pollution Bulletin 46, 801-805.
- Thrush, S.F., Hewitt, J.E., Hickey, C.W., Kelly, S.,** (2008). Multiple stressor effect identified from species abundance distribution: interaction between human contaminants and species habitat relationship. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 366, 160-168.
- UNEP/MAP-RAC/SPA,** (2009). Rapport sur le projet Med*Posidonia*. In: Rais C., Pergent G., Dupuy de la Grandrive R., Djellouli A. (Eds.), Document d’information pour la neuvième réunion des points focaux nationaux pour les ASP, Floriana-Malte. 3-6 Juin 2009, CAR/ASP Publ.: UNEP(DEPI)/MED WG.331/Inf.11, 1-107 + annex.
- Vacchi, M., Montefalcone, M., Bianchi, C.N., Morri, C., Ferrari, M.,** (2012). Hydrodynamic constraints to the seaward development of *Posidonia oceanica* meadows. Estuarine, Coastal and Shelf Science 97, 58-65.
- Vacchi, M., Montefalcone, M., Schiaffino, C.F., Parravicini, V., Bianchi, C.N., Morri, C., Ferrari, M.,** (2014). Towards a predictive model to assess the natural position of the *Posidonia oceanica* seagrass meadows upper limit. Marine Pollution Bulletin 83 (2): 458–466.

- Vassallo, P., Paoli, C., Rovere, A., Montefalcone, M., Morri, C., Bianchi C.N.,** (2013). The value of the seagrass *Posidonia oceanica*: a natural capital assessment. *Marine Pollution Bulletin* 75, 157-167.
- Vetere, M., Pessani, D.,** (1987). Morfologia e fruttificazione della prateria di *Posidonia oceanica* di Bergeggi (Liguria). *Oebalia* 15 (1), 351-354.
- Vetere, M., Pessani, D., Gruppo Biologia Marina SSP,** (1989). La prateria di *Posidonia oceanica* di Diano Marina (Liguria): la struttura a “cordoni”. *Oebalia* 15 (1) 345-350.
- Waycott, M., Duarte, C.M., Carruthers, T.J.B., Orth, R.J., Dennison, W.C., Olyarnik, S., Calladine, A., Fourqurean, J.W., Heck, Jr. K.L., Hughes, A.R., Kendrick, G.A., Kenworthy, W.J., Short F.T., Williams, S.L.,** (2009). Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (30), 12377-12381.
- Wilkinson, C.R., Buddemeier, R.W.,** (1994). Global climate change and coral reefs: implications for people and reefs. Report of the UNEP-IOC-ASPEI-IUCN Global Task Team on the implications of climate change on coral reefs. IUCN: Gland, Switzerland,134.

EKLER

Ek 1. Transektlerden elde edilen fenolojik bulgular.

	Vado		Bergeggi		Noli		Diano Marina		Sanremo		Ospedaletti	
	V1	V2	B1	B2	N1	N2	D1	D2	S1	S2	O1	O2
Yaprak yüzey alanı (cm ² /sürgün)	346,77 (±29,96)	314,73 (±76,05)	128,86 (±29,96)	124,74 (±31,33)	173,39 (±29,96)	192,73 (±53,08)	116,44 (±29,96)	102,12 (±29,98)	196,27 (±29,96)	138,72 (±38,22)	190,67 (±56,00)	217,66 (±35,31)
Yaprak biyokütlesi (mg/sürgün)	1,3 (±0,25)	1,2 (± 0,30)	0,4 (± 0,10)	0,4 (± 0,08)	0,7 (±0,23)	0,7 (±0,20)	0,5 (± 0,16)	0,4 (± 0,12)	0,7 (± 0,24)	0,5 (± 0,13)	0,7 (± 0,26)	0,9 (± 0,17)
Sürgün başına toplam yaprak sayısı (Y+O+J)	7,9 (± 1,8)	8,1 (±1,4)	7,5 (± 1,3)	7,4 (± 1,0)	7,4 (± 1,2)	7,7 (± 1,3)	7,0 (± 1,3)	6,9 (± 1,0)	7,4 (± 1,3)	7,3 (± 1,2)	7,3 (± 1,1)	7,7 (±1,1)
Epifit biyokütlesi (mg/sürgün)	231,23 (±156,13)	277,73 (±127,25)	18,26 (± 22,64)	9,36 (± 7,10)	50,69 (± 29,11)	71,93 (± 46,72)	7,30 (±5,33)	6,92 (±7,03)	12,70 (±21,60)	12,21 (± 5,98)	59,03 (± 44,62)	69,16 (± 31,02)

Ek 2. Üretkenlik hesaplamaları sonuçları.

	1. Grup Çayırlar						2. Grup Çayırlar					
	Vado		Bergoggi		Noli		Diano Marina		Sanremo		Ospedaletti	
	V1	V2	B1	B2	N1	N2	D1	D2	S1	S2	O1	O2
Yaprak üretimi (g/m ²)/yıl	1033,64	942,44	436,36	287,59	192,13	141,69	238,53	245,10	353,51	359,79	793,22	238,32
Rizom üretimi (mg/sürgün)/ yıl	151,9 (± 78,1)	125,3 (± 77,7)	113,8 (±129,3)	154,1 (± 96,8)	129,0 (±122,8)	71,9 (±46,7)	130,6 (±132,9)	133,3 (±88,0)	93,7 (±50,5)	109,9 (±46,0)	116,0 (±60,7)	166,3 (±79,8)
Sürgün yaşı	4,8 (±1,09)	7,4 (± 2,60)	9,6 (±5,39)	7,2 (±2,95)	12,0 (±4,21)	12,7 (±5,20)	12,1 (±5,37)	10,0 (±3,61)	5,6 (±1,13)	8,3 (±4,03)	8,8 (±3,80)	6,1 (±4,59)
Yıllık rizom büyümesi (dm/yıl)	12,4 (± 6,2)	10,4 (± 6,3)	7,3 (±4,0)	8,3 (±3,5)	8,7 (±4,1)	6,9 (±3,6)	7,0 (±3,7)	9,1 (±4,7)	7,8 (±3,0)	8,4 (±2,8)	7,1 (±3,0)	10,0 (±4,5)

Ek 3. Bu çalışmada gözlemlenen taban alanı kaplama yüzdeleri.

	1. Grup Çayırlar						2. Grup Çayırlar					
	Vado		Bergeggi		Noli		Diano Marina		Sanremo		Ospedaletti	
	V1	V2	B1	B2	N1	N2	D1	D2	S1	S2	O1	O2
% Zemin tanımlayıcıları												
<i>Posidonia oceanica</i>	71,92	40,86	62,19	54,00	69,29	66,70	60,68	66,42	80,25	75,04	72,04	49,31
Dead matte	10,19	9,71	23,75	33,67	16,61	13,33	4,89	25,07	11,98	10,63	13,70	2,36
<i>Cymodocea nodosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,41	0,00	0,00	2,08
<i>Caulerpa cylindracea</i>	0,00	0,00	1,91	0,83	0,00	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Caulerpa taxifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,43	0,00	0,00	0,00	0,00
Yoğunluk (sürgün/m ²)	319,44 (±71,56)	202,78 (±57,89)	286,11 (±41,67)	250,00 (±68,89)	419,44 (±122,97)	305,56 (±88,19)	505,56 (±105,90)	413,89 (±112,58)	308,33 (±75,00)	355,56 (±115,77)	308,33 (±75,00)	361,11 (±63,87)
Üst limit derinliği (m)	6,5	7,5	9,2	5,5	4,1	6,4	9,5	9	5,5	9	7,5	8
Alt limit derinliği (m)	16,2	15,5	17	21,5	20,2	21	20,5	22,5	26,6	26	22,5	17,2

Ek 4. Önceki yıllara ait verilerden elde edilen taban alanı kapama yüzdeleri.

	1. Grup Çayırlar									2. Grup Çayırlar					
	Vado		Bergeggi						Noli	Diano Marina		Sanremo		Ospedaletti	
% Zemin tanımlayıcıları	V1-2010	V2- 2010	B1-2004	B2 2012	B2-2009	B2- 2004	B2- 1992	B2- 1987	N1- 1992	D1-1990	D2- 1990	S1-1999	S2-1999	O1-2007	O2-2007
<i>Posidonia oceanica</i>	89,81	41,07	72,50	49,33	63,54	53,50	35,92	45,83	42,80	63,86	62,84	73,95	74,38	67,73	57,11
Dead matte	6,92	10,36	27,50	31,25	25,42	21,75	37,25	6,08	36,80	0,00	12,91	7,55	5,25	13,20	0,00
<i>Cymodocea nodosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,08	1,50	6,58	8,00	0,00	0,68	0,06	4,83	0,31	0,00
<i>Caulerpa cylindracea</i>	0,38	0,00	27,50	1,17	0,00	3,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Caulerpa taxifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yoğunluk (sürgün/m ²)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	500,0 (±45,41)	555,00 (±217,63)	N.A.	N.A.
Üst limit derinliği (m)	7,6	6,5	N.A.	9,6	7	N.A.	7,1	8	4,7	9,5	8	6	9,3	9,1	10,4
Alt limit derinliği (m)	15,5	15,9	16	20,3	20	20,3	20,5	20	21,6	20,5	23	26,6	25,2	22,8	19,1

Ek 5. Transekt ve sınıflandırma ölçeklerine göre güncel verinin renkli indeks sonuçları.

	1. Grup Çayırlar						2. Grup Çayırlar					
	Vado		Bergeggi		Noli		D. Marina		Sanremo		Ospedaletti	
	V1	V2	B1	B2	N1	N2	D1	D2	S1	S2	O1	O2
PREI	0,64	0,56	0,48	0,51	0,60	0,58	0,63	0,63	0,65	0,66	0,59	0,61
CI	0,88	0,81	0,72	0,62	0,81	0,83	0,93	0,73	0,87	0,88	0,84	0,95
SI	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,01	0,10	0,04	0,00	0,00	0,04
PSI	0,02	0,03	0,07	0,08	0,03	0,03	0,02	0,13	0,06	0,02	0,03	0,04
Alt Limit	15,5	16,2	17	21,5	20,2	21	20,5	22,5	26,6	26	22,5	17,2
Yoğunluk	319,44	202,78	286,11	250,00	419,44	305,56	505,56	413,89	308,33	355,56	308,33	361,11

Ek 6. Geçmiş yıllara ait verilerden elde edilen transekt ve sınıflandırma ölçeklerine göre renkli indeks sonuçları.

	1. Grup Çayırılar									2. Grup Çayırılar					
	Vado		Bergeggi						Noli	D. Marina		Sanremo		Ospedaletti	
	V1 2010	V2 2010	B1 2004	B2 2012	B2 2009	B2 2004	B2 1992	B2 1987	N1 1992	D1 1990	D2 1990	S1 1999	S2 1999	O1 2007	O2 2007
CI	0,93	0,80	0,73	0,61	0,71	0,71	0,49	0,88	0,54	1,00	0,83	0,91	0,93	0,84	1,00
SI	0,00	0,00	0,28	0,02	0,00	0,11	0,04	0,13	0,16	0,00	0,01	0,00	0,06	0,00	0,00
PSI	0,02	0,03	0,28	0,08	0,05	0,14	0,12	0,12	0,21	0,00	0,04	0,02	0,06	0,03	0,00
Alt Limit	15,5	15,9	16	20,3	20	20,3	20,5	20	21,6	20	23	26,6	25,2	22,8	19,1
Yoğunluk	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	500,00	555,00	N.A.	N.A.