

**T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
HİDROBİYOLOJİ BİLİM DALI**

**İZMİR KÖRFEZİ KIYI SULARININ MAKROFLORA İLE
KALİTE SINIFLANDIRILMASI**

Gülbahar DAĞLAR

**Danışman
Prof. Dr. Ergün TAŞKIN**

Manisa-2025

**Glbahar
DAĞLAR**

İZMİR KÖRFEZİ KIYI SULARININ MAKROFLORA İLE KALİTE SİNİFLANDIRILMASI

2025

TAAHHÜTNAME

Bu tezin Manisa Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Biyoloji Bölümü' nde akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, tezin yazımında akademik ve etik kurallara aykırı herhangi bir yapay zeka ve program kullanmadığımı beyan ederim.

Gülbahar DAĞLAR



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Gülbahar DAĞLAR

Manisa Celal Bayar Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ergün TAŞKIN

Bu çalışma Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi (SÇD, 2000/60/EC) ve Deniz Strateji Direktifi (DSÇD, 2008/56/EC) kapsamında İzmir Körfezi'nde (Ege Denizi, Türkiye) 6 istayondan (Mordoğan, Urla, İnciraltı, Bayraklı, Karşıyaka ve Foça) makroflora ile makrofit indeksler kullanılarak kıyı sularının ekolojik durum değerlendirmesini kapsamaktadır. EEI ile MA-LUSI arasındaki ilişki sonuçları test edilmiştir.

Herbir istasyondan 0-3 m arası derinlikten yaz ve sonbahar mevsimlerinde örnekleme aracı olarak 625 cm² (25x25 cm) alana sahip kuadrat kullanılarak yapılmıştır. Örnekler öncelikle laboratuvarında gruplarına ayrılmış ve tayin edilmiştir. Ekolojik kalite sınıfı belirlemede "Ekolojik Değerlendirme İndeksi" uygulanmıştır. Her bir istasyonun fiziko-kimyasal değişkenleri (pH, sıcaklık, oksijen, turbidite, kondüktivite, tuzluluk değerleri) tespit edilmiştir. Ekolojik Değerlendirme İndeksi' ne göre makrofit örnekleri iki ekolojik durum grubuna (ESG I ve ESG II) ayrılmıştır. ESG I ve ESG II mutlak bolluğu, makrofit örneklerinin ortalama yüzde örtü değeri ve EEI değerleri hesaplanmıştır. Ekolojik Değerlendirme İndeksi değerleri Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi' nin belirttiği 0 ile 1 arasındaki ekolojik kalite oranına dönüştürülmüştür. Her bir çalışma alanı beş ekolojik durum içinde sınıflandırılmıştır.

Çalışma sonucunda üç istasyonun [Foça (0,85 EEIeko), Urla (0,83 EEIeko) ve Karaburun (0,81 EEIeko)] "Çok İyi", bir istasyonun [İnciraltı 0,32 EEIeko] "Orta", bir istasyonun [Bayraklı 0,16 EEIeko] "Zayıf" ve bir istasyonun [Bostanlı 0,04 EEIeko] "Kötü" ekolojik durum sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ekolojik indeksler, Makrofit, Su Çerçeve Direktifi, Türkiye kıyı suları

2025, X+65 sayfa



ABSTRACT

M.Sc.Thesis

Glbahar DAĞLAR

**Manisa Celal Bayar University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Biology**

Supervisor: Prof. Dr. Ergn TAĞKIN

Macro algae and angiosperms are specified as one of the biological quality elements within the scope of European Union Water Framework Directive (WFD, 2000/60/EC) and Marine Strategy Directive (WSFD, 2008/56/EC). This study covers the ecological status assessment of coastal waters from 6 stations (Mordoğan, Urla, Inciraltı, Bayraklı, Karşıyaka and FoÇa) in Izmir Bay (AegeanSea, Turkey) using macro flora and macrophyte indices. The relationship between EEI and MA-LUSI wastested.

Sampling was done using a 625 cm² (25x25 cm) quadrat from 0-3 m depth in summer and autumn seasons. Samples were first grouped and determined in the laboratory. The "Ecological Evaluation Index" was applied to determine the ecological quality class. The physico-chemical variables (pH, temperature, oxygen, turbidity, conductivity, salinityvalues) of each station were determined. According to the Ecological Assessment Index, macrophyte samples were divided into two ecological status groups (ESG I and ESG II). ESG I and ESG II absolute abundance, average percent age cover value of macrophyte samples and EEI values were calculated. Ecological Assessment Index values were converted to ecological quality ratio between 0 and 1 specified by the European UnionWater Framework Directive. Each study area was classified into five ecological statuses.

As a result of the study, it was determined that three stations [Foça (0,85 EEIeco), Urla (0,83 EEIeco) and Karaburun (0,81 EEIeco)] were in the "Very Good" ecological status class, one station [İnciraltı 0,32 EEIeco] was in the "Medium" ecological status class, one station [Bayraklı 0,16 EEIeco] was in the "Poor" ecological status class and one station [Bostanlı 0,04 EEIeco] was in the "Bad" ecological status class.

Keywords: Ecological Indices, Macrophyte, Water Frame Directive, Turkish coastal waters

2025, x+65 pages



TEŐEKKÖR

Bu alıőma TÖBİTAK 121Y215 nolu proje ve TÖBİTAK MAM tarafından desteklenmiőtir. Çalıőmamın her aşamasında bana destek olan, bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren değerli danıőmanım Sayın Prof. Dr. ErgÖn TAŞKIN' a, őęrenim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen ve hep yanımda olan aileme ve eőime yÖrekten teőekkÖr ederim.

GÖlbahar DAğLAR

Manisa, 2025



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB SÇD	Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi
AB DSÇD	Avrupa Birliği Deniz Strateji Direktifi
CARLIT	Littoral Kartografi İndeksi
ALEX	Yabancı Biyotik İndeksi
BEARI	Bentik Ekolojik Değerlendirme Hızlı İndeks
DENFEI	Denizel Floristik Ekolojik İndeks
EEI	Ekolojik Değerlendirme İndeksi
EKO (EQR)	Ekolojik Kalite Oranı
ESG I	Ekolojik Durum Grubu I
ESG II	Ekolojik Durum Grubu II
E-MaQI	Uzman -Makrofit Kalite İndeksi
LUSI	Basitleştirilmiş Arazi Kullanımı İndeksinin
MaQI	Makrofit Kalite İndeksi
MARFEI	Denizel Floristik Ekolojik İndeksi
MA-LUSI	Macroalgae-Land Uses Simplified Index
MEDGIG	Akdeniz Coğrafi İnterkalibrasyon Grubu
PREI	Rapid Easy Index
POMI	Posidonia Oceanica Multivariate Index
R-MaQI	Hızlı- Makrofit Kalite İndeksi
TUBI	Türk Bentik İndeks

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.2.4.1. MARFEI için denizel makrofloranın örnek türleri ile Ekolojik Durum Grupları	16
Şekil 3.2.1. İzmir Körfezi' nde örnekleme ve çalışma istasyonlarının konum	20
Şekil 3.2.1.1. Foça genel görünümü	21
Şekil 3.2.2.1. Bostanlı genel görünümü	22
Şekil 3.2.3.1. Bayraklı genel görünümü	23
Şekil 3.2.4.1. İnciraltı genel görünümü	24
Şekil 3.2.5.1. Urla genel görünümü	25
Şekil 3.2.6.1. Karaburun-Mordoğan genel görünümü	26
Şekil 3.3.2.1. Kuadrat ile örnekleme yöntemi	27
Şekil 3.3.3.1. Makrofloranın ekolojik durum grupları	28
Şekil 3.3.3.2. ESG I ve ESG II ile Ekolojik Durum Değerlendirilmesi ve WFD dönüşümü	30
Şekil 3.3.3.3. Kıyı Suları için Ekolojik Durum Grupları	30
Şekil 3.3.3.4. Geçiş Suları için Ekolojik Durum Grupları	33
Şekil 4.2.1.1. <i>Padina pavonica</i> (sol), <i>Jania rubens</i> (sağ)	40
Şekil 4.2.1.2. <i>Erythrotrichia carnea</i> (sol), <i>Stylonema alsidii</i> (sağ)	40
Şekil 4.2.1.3. <i>Chaetomorpha aerea</i> (sol), <i>Cladophora sericea</i> (sağ)	41
Şekil 4.2.1.4. <i>Cymodocea nodosa</i> (sol), <i>Posidonia oceanica</i> (sağ)	41
Şekil 4.2.2.1. <i>Ulva rigida</i> (sol), <i>Ulva linza</i> (sağ)	43
Şekil 4.2.2.2. <i>Gracilaria gracilis</i>	43
Şekil 4.2.3.1. <i>Ectocarpus siliculosus</i> var. <i>siliculosus</i>	45
Şekil 4.2.3.2. <i>Acanthophora nayadiformis</i> (sol), <i>Ceramium diaphanum</i> (sağ)	45
Şekil 4.2.6.1. <i>Corallina officinalis</i>	50
Şekil 4.4.1. Türkiye kıyılarında birinci (2014-2016) ve ikinci çalışma (2017-2019) izleme sonuçları arasındaki ilişkiler	54
Şekil 5.1. İstasyonların EEleko değerleri ve ekolojik kalite sınıfı	58
Şekil 5.2. İstasyonların EEI ile baskı verileri (MA-LUSI) arasındaki ilişki	59

TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1.1. Ekolojik durum sınıfları	2
Tablo 1.2. AB SÇD'ye göre Ekolojik Durum Sınıfları	2
Tablo 2.2.4.1. Denizel Floristik Ekolojik İndeks'e göre ekolojik durum sınıfı ve kalite oranı	17
Tablo 3.2.1. İzmir Körfezi örnekleme noktaları, koordinatları	21
Tablo 3.3.1.1. İstasyonların fizikokimyasal değişkenleri	27
Tablo 3.3.3.1. Ekolojik değerlendirme indeksi (EEI-c) ile geçiş ve kıyı sularının sınıflandırılması	29
Tablo 3.3.3.2. Kıyı Suları için Ekolojik Durum Gruplarında Tür Sınıflandırması	31
Tablo 3.3.3.3. Geçiş Suları için Ekolojik Durum Gruplarının Tür Sınıflandırması	33
Tablo 4.1.1. 2023 yılı Ege Denizi'nde bulunan makrofitlerin durumu	37
Tablo 4.1.2. Makroalglerin istasyonlara göre dağılımı [1: Foça, 2: Bostanlı, 3: Bayraklı, 4: İnciraltı, 5: Urla, 6: Karaburun-Mordoğan]	38
Tablo 4.2.1.1. Foça istasyonunda makrofitlerin fonksiyonel grupları, ortalama örtü değerleri (%) ve ekolojik durum sınıfı	41
Tablo 4.2.2.1. Bostanlı istasyonunda makrofitlerin fonksiyonel grupları, ortalama örtü değerleri (%) ve ekolojik durum sınıfı	43
Tablo 4.2.3.1. Bayraklı istasyonunda makrofitlerin fonksiyonel grupları (ESG= EcologicalStateGroup), ortalama örtü değerleri (%) ve ekolojik durum sınıfı.	45
Tablo 4.2.4.1. İnciraltı istasyonunda makrofitlerin fonksiyonel grupları (ESG= EcologicalStateGroup), ortalama örtü değerleri (%) ve ekolojik durum sınıfı.	47
Tablo 4.2.5.1. Urla istasyonunda makrofitlerin fonksiyonel grupları (ESG=EcologicalStateGroup), ortalama örtü değerleri (%) ve ekolojik durum sınıfı.	48
Tablo 4.2.6.1. Karaburun-Mordoğan istasyonunda makrofitlerin fonksiyonel grupları (ESG= EcologicalStateGroup), ortalama örtü değerleri (%) ve ekolojik durum sınıfı.	50
Tablo 4.3.1. İstasyonlara göre MA-LUSI ve EEI değerleri, Tür sayıları, ESG I ve ESG II takson sayıları	53

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	III
TEŞEKKÜR.....	V
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	VIII
İÇİNDEKİLER.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	7
2.1. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve Makrofitler.....	7
2.2. Akdeniz’ de Geliştirilen Makrofit İndeksler.....	9
2.2.1. Makroalgler İle İlgili İndeksler.....	9
2.2.2. Türkiye Kıyı Sularında Uygulanan Makrofit Kalite İndeksleri.....	13
2.3. Tezin Amacı.....	18
3. MATERYAL VE METOTLAR.....	19
3.1. Materyal.....	19
3.2. İstasyonlar.....	19
3.2.1 FOÇA.....	21
3.2.2.BOSTANLI.....	22
3.2.3. BAYRAKLI.....	23
3.2.4. İNCİRALTI.....	24
3.2.5. URLA.....	25
3.2.6. MORDOĞAN (KARABURUN).....	26
3.3. YÖNTEM.....	26
3.3.1. Fizikokimyasal Değişkenlerin Ölçümü.....	26
3.3.2.Makroalg ve Angiosperm Örnekleme.....	27
3.3.3. Ekolojik Değerlendirme İndeksi [Ecological Evaluation Index (EEI), Orfanidis ve ark., 2001, 2011].....	28
3.3.4. Baskı-Etki Analizi (MA-LUSI).....	34
3.3. İstatistiksel Analizler.....	35
4. BULGULAR-TARTIŞMA.....	36
4.1. FLORİSTİK ÇALIŞMA.....	36

4.2. İzmir Körfezi Kıyılarında Ekolojik Durum Tespit Çalışmaları.....	39
4.2.1. Foça EEI Değerlendirmesi.....	39
4.2.2. Bostanlı EEI Değerlendirmesi.....	42
4.2.3. Bayraklı EEI Değerlendirmesi.....	44
4.2.4. İnciraltı EEI Değerlendirmesi.....	46
4.2.5. Urla EEI Değerlendirmesi.....	47
4.2.6. Karaburun-Mordoğan EEI Değerlendirmesi.....	49
4.3. MA-LUSI Değerlendirmesi.....	52
4.4. TARTIŞMA.....	53
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	56
KAYNAKLAR.....	61

1. GİRİŞ

Makrofit, su ortamlarında yaşayan büyük boyutlu bitkilerin tümüdür. Deniz çayırлары, kahverengi, kırmızı ve yeşil alglerden oluşur. Makrofitler, sucul ekosistemde bir denge unsurudur. Deniz ve tatlı su ekosistemlerinde makrofitler suda yaşayan diğer canlıların beslenme, barınma ve üreme alanları olması açısından büyük öneme sahiptir. Sürdürülebilirlik, su yönetimi ve restorasyon için en çok kullanılan ekosistemin canlı öğelerinden olan makrofitlerin temel görevlerinden biri de su kalitesinin iyileştirilmesidir (Madson ve ark., 2001). Makrofitlerin aşırı çoğalmaları sonucu olan ölüm ve çürüme olayları organik maddenin birikimi açısından olumsuz sonuçlara yola açmaktadır. Su yüzeyinde örtü oluşturup ışığın derinlere geçişini engellemekte ve bunun sonucunda fotosentezin sınırlanması su ortamında oksijensiz ortamda yaşayamayan canlıların sayısında azalmaya neden olmaktadır. İstenmeyen türlerin çoğalması ve koku problemi de ortaya çıkmaktadır (Atay, 1984).

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi su kirliliklerinin önüne geçmek, gelecekte ortaya çıkacak kirliliklere karşı önlem almak amacıyla Avrupa Birliği' ne üye ve aday ülkelerde uygulanması zorunlu olan Su Çerçeve Direktifi (SÇD) hazırlamıştır. SÇD; yerüstü ve yeraltı olmak üzere tüm kıta içi suları, geçiş sularını ve 1 deniz miline kadar olan kıyı sularını korumayı ve iyi ekolojik durum sınıfına ulaştırabilmeyi hedeflemektedir. Sucul ortamların kalitesini korumak için su kalitesi, miktarı ve yaşam alanı açısından ekosistem temelli yaklaşım benimsenmiştir.

AB Su Çerçevesi Direktifi (SÇD, 2000/60/EC) ile 2008 yılında yürürlüğe giren AB Deniz Stratejisi Yönetmeliği (DSÇD, 2008/56/EC) uygulamalarına yönelik, suculekosistemlerin ekolojik kalite durumlarının tespit edilmesi ve 5 sınıfta toplanması amaçlanmıştır.

Tablo 1.1. Ekolojik durum sınıfları (Ergene, 2014).

Çok İyi	→ Makrofite saptanabilir değişiklik yok.
İyi	→ Makrofit bolluk ve kompozisyonunda biraz değişiklik var ve üretilen gerileme ya da dengesizlik görülmektedir.
Orta	→ Makrofit kompozisyon ve bolluğu türe özgü şartlardan orta derece bozuk tip
Zayıf	→ Makrofit için bozulmamış şartlardan önemli ölçüde sapma vardır.
Kötü	→ Biyolojik toplulukların çoğu yok

Tablo1.2. AB SÇD' ye göre Ekolojik Durum Sınıfları (EDS) (SÇD, 2000/60/EC)

ÇOK İYİ	0.81-1
İYİ	0,61-0,80
ORTA	0,41-0,60
ZAYIF	0,21-0,40
KÖTÜ	0-0,20

Bu nedenle Avrupa Birliği üye ülkeleri ile Türkiye gibi aday ülkelerde su ortamlarının sınıflandırılması ve ekolojik durumlarını belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Her iki yönetmelik de sucul ekosistem durumunu belirleme ve değerlendirme konusunda çerçeve oluşturmaktadır. SÇD iyi yüzey suyu durumunu, DSÇD iyi çevresel durumu hedeflemektedir. Karasal ekosistemin ve sulak alanların ihtiyacı olan su yaşam kaynaklarının başında gelmektedir. Geleceğe yönelik öngörülerde su kaynakları için ciddi olumsuz senaryolar karşımıza çıkmaktadır. Bu anlamda SÇD iç, geçiş, kıyı ve yeraltı sularının korunması için bir çerçeve oluşturmakta olup uzun süreli korunması için sürdürülebilir su kullanımını desteklemektedir. Türkiye su kaynakları açısından bu direktifin uygulanması iyi ekolojik durumu sağlayacak, kirliliğin giderek azalmasını ve daha fazla kirliliğin önüne geçmeyi sağlayacaktır.

Bu ortamların ekolojik durumunu belirlemede fiziksel ve kimyasal parametrelerin yanı sıra biyolojik özellikleri de dikkate alınmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmalarda denizel makrofitler (makroalgler ve deniz çiçekli bitkileri) kıyı suları ve geçiş sularının ekolojik durumunun değerlendirilmesi için Avrupa Su Çerçeve Direktifi tarafından önerilen biyolojik kalite unsurlarından birisidir. Geliştirilen bu indekslerin kalibrasyonu Akdeniz eko-bölgesi için MEDGIG (MediterraneanGeographicalIntercalibrationGroup) tarafından değerlendirilmektedir. Bu nedenle "Makrofit Kalite İndeksleri (MaQI)" ve "Ekolojik Değerlendirme İndeksi (EEI)" gibi indeksler geliştirilmiştir.

Akarsuların ve göllerin, kıyı sularının ve geçiş sularının ekolojik durumunu değerlendirmek için kriterler, onların biyolojisini destekleyen biyolojik kalite unsurlarını, fiziko-kimyasal ve hidro-morfolojik unsurları çalışmaya dayanmaktadır. Su kalitesinin değerlendirilmesinde fitobentik belirleyicilerin kullanımı su sistemlerinin korunması ve restorasyonu için ortak bir Avrupa stratejisi planıyla desteklenen Su Çerçeve Direktifi' nin resmi yayınından sonra önemli bir rol üstlenmiştir.

Su, doğal ekosistemler ve insan yaşamı için hayati bir kaynaktır ve bu nedenle Avrupa Birliği (AB) Su Çerçeve Direktifi'nde de belirtildiği gibi "korunması, savunulması ve bu şekilde muamele görmesi gereken bir mirastır " (Avrupa Birliği, 2000/60/EC). Özellikle tatlı su, miktar ve kalite açısından sınırlıdır ve şu anda artan çeşitli baskılar altındadır; örneğin iklim değişikliği, aşırı kullanım ve tarım, sanayi ve haneler de dahil olmak üzere noktasal ve yaygın kaynaklardan kaynaklanan kirlenme. Suyun yüksek kalitesinin ve kimyasal kirlenmeye karşı yüksek düzeyde korumanın sağlanması, AB'nin 7. Çevresel Eylem Planı "Gezegelimizin sınırları dahilinde iyi yaşamak " şeklinde sunulan temel toplumsal hedeflerle tamamen uyumludur. Bununla tutarlı olarak, dünyanın kimyasal kirliliği çözümleme kapasitesi, eğer kabul edilemez küresel veya bölgesel değişimden kaçınılacaksa antropojenik etkinin azaltılması gereken dokuz gezegensel veya bölgesel sınırdan biri olarak önerilmiştir (Rockström ve ark., 2009).

Ekolojik ve kimyasal durumun izlenmesi, Avrupa su kütlelerindeki su kalitesinin yönetiminin temelini oluşturur. Pek çok üye devlette kapsamlı ve uyumlu bir değerlendirme için anlamlı izleme verileri sağlamaya yönelik önemli çabalara rağmen, mevcut metodolojilerin çevresel açıdan güvenli, verimli ve bilimsel açıdan sağlam olması için hala önemli iyileştirmelere ihtiyacı vardır.

Ege Denizi, Türkiye' nin batı tarafında yer alan bir denizdir. İzmir Körfezi, Ege Denizi' nin körfezlerinden biri olup, ekonomik, sosyal ve kültürel açıdan büyük bir öneme sahiptir. İzmir Körfezi' nin ekolojik durumu hakkında birçok çalışma yapılmıştır. Deniz çayırları ve deniz yosunları, denizlerin oksijen deposu olarak bilinir ve ekolojik dengeyi korumada büyük rol üstlenirler. Ancak son yıllarda özellikle turizm, sanayi, tarım, kentleşme ve ulaşım gibi sektörlerin hızla gelişmesiyle birlikte, İzmir Körfezi' nde antropojenik etkilerin arttığı gözlemlenmektedir. İstilacı türlerin varlığına dair çalışmalar yapılmıştır.

İzmir iç körfez gibi denizel bölgelerde özellikle arıtım yapmadan ya da az arıtım yaparak karasal ortamdan gelen atık suların içerisindeki fosfat ve nitrat gibi besinsel elementler, yeşil algler gibi fırsatçı türlerin aşırı çoğalmasına neden olmaktadır. Denziel makroalgler ekolojik tercihlerine göre genelde fırsatçı-toleranslı ve hassas türler olmak üzere iki grup altında toplanmaktadır. Fırsatçı-toleranslı olan türler kısa ömürlü olup besinsel elementlerin (fosfat ve nitrat) fazla olduğu bölgelerde, kendileri için uygun ortamı bulduklarında kısa ömürlü olmaları nedeniyle yıl içerisinde aşırı artış göstermektedirler. Bu türler toplansalar dahi tekrar hızla çoğalabilecektir. İzmir Körfezi' nin iç bölgelerinde de yosunların aşırı artışını önlemek için karasal ortamdan gelen atık suların iyi şekilde arıtılması sağlanarak besinsel elementlerin girişinin önlenmesi önem arz etmektedir (Taşkın, 2021).

WFD tarafından belirlenen en önemli eylemlerden biri Avrupa'nın her yerinin ekolojik kalitesi aynı düzeyde iyi ekolojik durum temsil etmesini sağlamak için bir Avrupa karşılaştırmalı değerlendirme veya interkalibrasyon uygulamaları gerçekleştirmektir. İyi bir ekolojik sınıf sınırları her üye devlet tarafından belirlenen değerler bu sınırların Yönetmeliğin tanımı ile tutarlı ve diğer üye ülkeler tarafından

önerilen sınırların karşılaştırılabilir olmasını sağlamak için geliştirilmiştir. Yüzey sularının ekolojik kalite durumu sınıflandırma sistemlerinin interkalibrasyonu yasal bir zorunluluktur.

İnterkalibrasyon uygulamaları sonuçlarını değerlendirmek ve Stratejik Koordinasyon Grubu veya SÇD Komitesi'ne öneriler yapmak için sorumlu olan Ekolojik Durum-Ortak Uygulama Stratejisi Çalışma Grubu A çatısı altında yürütülmektedir. İnterkalibrasyon uygulamaları biyolojik kalite unsurları için her bir üye devlet tarafından işletilen izleme sistemlerinin sınıflandırılması sonuçlarında tutarlılık ve karşılaştırılabilirlik amaçlamaktadır. Bunu başarmak için, üye her devletin yüksek-iyi durumlar arasındaki ve iyi- orta durumlar arasındaki sınırlar için SÇD' nin içinde verilen bu sınıf sınırları SÇD normal tanımları ile tutarlı Ekolojik Kalite Oranları kurması gereklidir.

Avrupa Birliği' nin gönüllülük temelinde sürece katılan Norveç ile birlikte 27 üye devletin tümü bu sürece dahil edilmişlerdir. Uzman gruplar göller, nehirler ve kıyı / geçiş suları için kurulmuş olan 14 Coğrafi İnterkalibrasyon Grubuna bölünmüştür.

Bu tez çalışması ile; AB Su Çerçeve Direktifi gereğince daha önce geliştirilen Ekolojik Değerlendirme İndeksi (EEI) kullanılarak İzmir Körfezi'nin ekolojik durumu belirlenmiştir. Orfanidis ve ark. (2001) fonksiyonel modelde köklere sahip olan bir yöntem geliştirmiştir. Ayrıca kullanılmakta olan indekslerin ülkemizde yayılım gösteren türlere göre MEDGIG tarafından ülkemizde yayılım gösteren türler dikkate alınarak indekslerin interkalibrasyonu yapılmıştır. İnsan etkinlikleriyle ilişkili doğal çevrenin bozulmasına ve çevresel değişikliklere tepki veren makrofitler kullanılarak kıyı sularında kalite hesaplanması için Ekolojik Değerlendirme İndeksi kullanılmıştır. İndekse göre makrofitlerin işlevsel ve biçimsel özelliklerine göre hassas türlerin (ESG I) ve fırsatçı toleranslı türlerin (ESG II) bulunduğu ekolojik kalite durum grupları tespit edilmiştir. Bu çalışmada Ege Denizi kıyılarının ekolojik durum sınıfı belirlenmesi amaçlanmıştır. Geç süksesyonel ve fırsatçı türler olmak üzere iki fonksiyonel grubun bulunuş yüzdesine ve makrofit ayırımına dayalı

Ekolojik Değerlendirme İndeksi uygulamıştır. ESG I grubundaki hassas türlerin yoğun olduğu ekolojik durum sınıfı "Çok İyi" veya "İyi" durumda olan bozulmamış veya az etkilenmiş bölgeler ile ESG II grubundaki fırsatçı türlerin ise "Zayıf" veya "Kötü" durumda insan etkilerinin yoğun olduğu bozulmuş bölgeler belirlenmiştir. Çalışmayı gerçekleştirmek amacıyla İzmir Körfezi'nde makroflora (makroalgler ve deniz çayırları) için örnekleme ve arazi çalışması 2023 yılında yaz ve sonbahar mevsimlerinde 6 istasyondan yapılmıştır.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve Makrofitler

Dörtte üçü sularla kaplı olan yeryuvarının atmosferindeki hayatın temel elementlerden biri oksijenin (%21 oranında) yaklaşık olarak %70-90' ı karşılayan canlı fabrikaları alglerdir. Gerçekleştirdiği fotosentez olayı neticesinde bu element atmosfere salınır. Algler ekonomik olarak da öneme sahiptirler. Laboratuvarlarda materyal olarak kullanmak için en uygun canlılardır. Tıp ve eczacılıkta kullanılmaktadırlar. Suların en önemli besin üreticileridirler. Bazı ülkelerde yiyecek maddesi olarak kullanıldığı gibi hayvan yemi olarak da ve sanayinin birçok alanında kullanılmaktadırlar. Ayrıca alglerin denize yakın bölgelerde gübre olarak da değeri büyüktür.

Oluşum zamanı açısından; algler kriptozoik (Antekambrien) diye adlandırılan ilk zamanın proterozoik denilen II. bölümünde yani ilk canlılığın oluşum döneminde ortaya çıkmışlardır. Binlerce bitki türü bu ilk atalarından gelişerek ortaya çıkmış ancak bunlardan bazıları ortadan kalkmış ya da az çok değişerek günümüze kadar gelmiş, bazıları da gelişerek ve değişerek yeni türler, yeni cinsler ortaya çıkarmıştır.

AB Su Çerçeve Direktifi (WFD, 2000/60/EC) ve AB Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (2008/56/EC) ile üye ülkelerinin sucul ekosistemlerin ekolojik kalite durumlarının tespiti ve 5 sınıf altında (kötü, zayıf, orta, iyi, çok iyi) sınıflandırılması istenmiştir. Bu sınıflandırmada denizel bentik makroomurgasızlar, fitoplankton, balık, makroalgler ve denizel fanerogamlar kıyı ve geçiş sularının ekolojik durumunun belirlenmesinde birer biyolojik element olarak önerilmiştir. Denizel bentik makroflora (deniz çayırları ve çok yıllık makroalgler) karasal baskıya karşı hassas türlerdir ve nütrient girişleri sonucu ışık azalması sonucunda hassas türler azalmakta ve fırsatçı türler (*Ulva* spp. ve *Cladophora* spp. gibi) artmakta olup ortam ötrofikasyonla sonlanmaktadır. Ekolojik sınıflandırma çalışmalarına yönelik Akdeniz'de bazı makrofit indeksler geliştirilmiştir: Ecological Evaluation Index (EEI) (Orfanidis ve ark., 2001, 2011), Posidonia oceanica multivariate index (POMI)

(Romero ve ark., 2007), CARTography of LITtoral (CARLIT) (Mangialajo ve ark., 2008), Macrophyte Quality Index (MaQI) (Sfriso ve ark., 2009) ve Posidonia oceanica Rapid Easy Index (PREI) (Gobert ve ark., 2009). Son olarak üç indeks, CARLIT, MaQI ve EEI Akdeniz eko-bölgesi için MEDGIG tarafından interkalibre edilmişlerdir. Ancak CARLIT genellikle Batı Akdeniz için kullanılırken EEI Doğu Akdeniz için kullanılmaktadır (Carletti ve Heiskanen, 2009). Türkiye kıyı ve geçiş suları için makrozoobentoz grubu ile ilgili TUBI, ALEX gibi çeşitli biyotik indeksler geliştirilmiştir (Çınar ve Bakır, 2014; Çınar ve ark., 2015). Piazzzi ve ark. (2015) ALEX indeksini geliştirerek makroalgler için uyarlamışlardır. Türkiye kıyı ve geçiş sularının makroflora ile ekolojik durum sınıflandırılmasında genellikle Ecological Evaluation Index (EEI) kullanılmakta olup nadiren de MaQI, CARLIT kullanılmaktadır (Taşkın, 2015). Deniz makrofitleri kullanılarak tahribatsız yeni bir metot ile kıyı sularının ekolojik durumunun tespit edilmesi çalışmasında, Taşkın (2020) tarafından Bentik Ekolojik Değerlendirme Hızlı İndeks (BEARI), denizel kıyı sularının ekolojik durum kalitesinin test edilmesi için önerilmiştir.

CARLIT, kıyı şeridi boyunca makrofit dağılım izlenmesine dayanır. İndeks deniz kıyı şeridi boyunca ilgili makrofit topluluklarının değişikliği ve antropojenik bozuklukları, kartografik ve GPS uygulamaları ile ilgili çeşitli araştırmaların gelişim ve uyumudur.

Sfriso ve ark. (2002, 2005, 2006) tarafından önerilen Rhodophyta / Chlorophyta (R/C) oranıdır. Rhodophyta ve Chlorophyta farklı ekolojik değerlere dayanmaktadır. Aslında, Chlorophyta, özellikle Ulvales ve Cladophorales ordolarından birçok takson, güçlü yüksek trofik durum ve kirlilik seviyeleri ile ilgilidir. Rhodophyta türlerinin çoğunluğu ise ötrofikasyon ve kirliliğe (Sfriso ve ark. 2007, 2009) daha duyarlıdır. Rhodophyta' dan bazı taksonlar (Gracilariaceae, Solieriaceae, vb.) zayıf-kötü ortamları tercih eder. İndeks iyi sonuçlar sağlamaktadır, ancak tam bir sistematik liste gerektiğinden uygulama zaman alıcı ve pahalıdır.

MA-LUSI Değerlendirmesi, MA-LUSI, LUSI indeksinden farklı olarak, denizel makroalg toplulukları üzerine etkili akuakültür, deşarj, liman ya da düzensiz

tatlısu girişleri gibi diğer bazı baskıları içermekte olup özellikle sığ sulardaki makroalg toplulukları için kullanılmaktadır (Flo 2011; Flo ve ark., 2019; MEDGIG, EC 2013).

2.2. Akdeniz’ de Geliştirilen Makrofit İndeksler

2.2.1. Makroalgler İle İlgili İndeksler

2.2.1.1. Rhodophyta/Chlorophyta Oranı

Sfriso ve ark. (2002, 2005, 2006) tarafından önerilen Rhodophyta / Chlorophyta (R/C) oranıdır. Rhodophyta ve Chlorophyta farklı ekolojik değerlere dayanmaktadır. Rhodophyta türlerinin çoğunluğu ise ötrofikasyon ve kirliliğe (Sfriso ve ark. 2007, 2009) daha duyarlıdır. Rhodophyta’dan bazı taksonlar (Gracilariaceae, Solieriaceae, vb.) zayıf-kötü ortamları tercih eder. Yeşil alg (Chlorophyta) türleri ve özellikle Cladophorales ile Ulvales ordolarının türleri etkilenmiş ve yüksek trofik ortamlarda bulunurken Kırmızı algler (Rhodophyta) ise daha çok hassas türler olup genellikle etkilenmemiş ortamlarda yayılım gösterirler (Sfriso ve Facca, 2011). Bununla birlikte bazı türleri (*Gracilaria gracilis* gibi) etkilenmiş ortamlarda bulunur.

İndeks iyi sonuçlar sağlamaktadır, ancak tam bir sistematik liste gerektiğinden uygulama zaman alıcı ve pahalıdır.

2.2.1.2. Ekolojik Değerlendirme İndeksi [Ecological Evaluation Index (EEI), Orfanidis 2011]

Geçiş ve kıyı sularının ekolojik durumunu belirlemek için tasarlanmıştır. Denizel bentik makrofitler antropojenik stres nedeniyle değişen ekosistemlerin biyoindikatörleri olarak kullanılırlar. Deniz bentik makrofitleri yapısal tabanı oluştururlar ve dünyanın en üretken ekosistemlerindendirler. Fotosentetik sesil organizmalar olarak makrofitler doğrudan abiyotik ve biyotik su ortamında cevap verirler ve böylece değişikliklerin hassas temsilcisi biyoindikatörleridirler. Doğrusal

olmayan ve doğrusal ilişkileri kullanarak, farklı mekansal ve zamansal ölçeklerde geçiş ve sahil sularının yapı ve fonksiyonlarındaki değişimlerin miktarını belirler.

Deniz ekosisteminin yapı ve fonksiyonundaki değişimler, türlerin belirlenmesine ve iki makrofit fonksiyonel grubunun veya ekolojik durum gruplarının (EcologicalStateGroups=ESG) (ESGI ve ESG II) kapsama yüzdesine dayalıdır.

Ekolojik Değerlendirme İndeksi ESG I ve ESG II nin mutlak ortalama yüzdesi 3 aralığa (0-30, >30-60, >60) bölünmüş bir matris yoluyla hesaplanır, 2 ile 10 arasında değişen bir sayı ile temsil edilir. Sonrasında bunun interkalibrasyonu yapılarak 0-1 arasında bir değere çevrilir ve bu değere göre AB Su Çerçeve Direktifi gereğince bir su kütlesinin hangi kalitede olduğu ifade edilir.

Makrofit kapsamı düşük olduğunda birçok durumda EEI uygulanamaz, çünkü bu indeks bu ekolojik grupların makrofit kapsam yüzdesine dayanmaktadır, önemsenmeyen bölgenin ekolojik durumu ne olursa olsun bu tür ortamlar "Orta" olarak değerlendirilir.

2.2.1.3. CARtography of LITtoral (CARLIT)

Littoral Cartography (CARLIT) indeksi 0-3 m arası derinliklerde hassas kommunitelerin varlığı ve oranı ile değerlendirilmektedir. Bu metot Batı Akdeniz' in kayalık kıyıları için geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Çalışma yöntemi, kıyıdan 3-4 m uzaklıktan tüm sahilin gözlenmesi temeline dayanır.

CARLIT, kıyı şeridi boyunca makrofit dağılım izlenmesine dayanır. İndeks deniz kıyı şeridi boyunca ilgili makrofit topluluklarının değişikliği ve antropojenik bozuklukları, kartografik ve GPS uygulamaları ile ilgili çeşitli araştırmaların gelişim ve uyumudur.

Ballesteros ve ark. (2007) tarafından CARLIT indeks yöntemi önerilmiş olup bu indeks daha sonra Mangialajo ve ark. (2008) tarafından revize edilmiştir. CARLIT hiç etkilenmemiş ya da az etkilenmiş ortamlarda kullanılması sırasında aşağıdaki noktalara dikkat edilmesi gerekmektedir:

- Örnekleme zamanı: Örnekleme Mayıs- Haziran arasında olmalı
- Örnekleme yeri: Littoral bölgenin 0-3 m arası derinliği arasında olmalı
- Populasyon yoğunluğu: Çalışma bölgesinde 1000 kişi/km² den çok olmamalı.
- Kıyı tipi: %10'dan fazlası yapay kıyı olmamalı.
- Liman: 3 km içerisinde liman olmamalı.
- Plaj durumu: 1 km içerisinde plaj yenilenmesi olmamalı.
- Endüstriyel Faaliyet: 3 km içerisinde endüstriyel faaliyet olmamalı.
- Kültür Balıkçılığı: 1 km içerisinde balık yetiştirme alanı olmamalı.
- Tuzdan arındırma: 1 km içerisinde tuzdan arındırma santrali olmamalı.

2.2.1.4. Yabancı Biyotik İndeks (ALEX)

Bentik topluluklar üzerindeki yabancı türlerin etkilerinin değerlendirilmesi için ALien Biotic IndEX (ALEX) geliştirilmiştir (Çınar ve Bakır 2014). Yumuşak alt bentik omurgasız tür topluluklarının biyolojik istilasını değerlendirmek için önerilmiştir. Alien species (Yabancı türler, yerli olmayan türler, egzotik türler, doğal olmayan türler), insan yardımı ile doğal ve potansiyel dağılım aralığının dışında getirilmiştir türlerdir. Bu türler 6 ana başlık altında gruplandırılabilir; dışlanan, invazif, kurulmuş, geçici, tartışmalı, kriptojenik (Zenetos ve ark., 2005). Bir bentik topluluk içinde türler dört biyocoğrafik grupta sınıflandırılabilir; yerli türler, kurulmuş türler, geçici türler ve istilacı türler. Bu sınıflandırmaya göre, bir toplum içindeki yabancı türler aşağıda belirtilen gruplardan birine dahil edilebilir:

Grup I (Yerli türler): Doğal olarak bölgede ortaya çıkan türlerdir.

Grup II (Geçici yabancı türler): Sadece bir bölgede bildirilen ve üreme ürünleri olmayan bir kaç bireyi bulunan yabancı türlerdir.

Grup III (Kurulan yabancı türler): Kendi popülasyonunu koruyabilen yabancı türlerdir.

Grup IV (İstilacı yabancı türler): Biyotik ve abiyotik engelleri aşabilen, işgal habitatlarına etkileri ile dikkat çeken ve verimli yavru üretim yoluyla coğrafi yelpazesini genişletebilen yabancı türlerdir.

Bu indeks, her bir örnek için her bir biyocoğrafik grubun bolluk yüzdelere dayanmaktadır. Geçici türler Akdeniz' de yaygın olmadığından, bu kategori kurulan türler ile birlikte kabul edilmiştir.

Formül;

$$ALienBioticIndEX (ALEX) = [(0x\%GI) + (3x(\%GII + \%GIII)) + (5x(\%GIV))]/100$$

Bu indeks aralığı değerleri 0'dan 5'e kadardır. 0 değerinin anlamı topluluğun hiçbir yabancı tür içermediği anlamına gelir, 5 değeri ise, topluluğun tamamen yabancı türler tarafından işgal edildiği anlamına gelir. Bir topluluk yabancı türlerin etkisi bakımından 5 ekolojik durum altında değerlendirilir.

1. Yüksek Durum: Herhangi bir yabancı türün olmadığı ya da bir kaç kurulan veya az sayıda birey ile istilacı türlerin olduğu bir kommünite.
2. İyi Durum: Yabancı türler olan bir kommünite, ancak hayvan popülasyonlarının (>% 50) çoğunluğu yerli türlere aittir.
3. Orta Durum: Yabancı türlerin baskın olduğu aşamadan yerli türlerin baskın olduğu aşamaya doğru değişim eğiliminde bir kommünite.
4. Zayıf Durum: Hayvan popülasyonlarının ağırlıklı olarak % 55-80 kadarını istilacı yabancı türlerin (grup IV) etkilediği bir kommünite.
5. Kötü Durum: Hayvan popülasyonlarının çoğunluğunu % 80' den fazlasını istilacı yabancı türlerin (grup IV) etkilediği bir kommünite.

Çınar ve Bakır, 2014 tarafından geliştirilen indekste kullanılan yumuşak dip makro-omurgasız topluluklarından kıyı bölgelerinde olmayan yerli türlerin yayılması biyolojik istilanın sadece bir yönüdür. Piazzzi ve ark. (2015) tarafından yapılan araştırmada (Kuzey- batı Akdeniz kıtası ve Toskano ada kıyılarında son 15 yıl içindeki çalışmalar örnek olarak kullanılmış) Çınar ve Bakır (2014) tarafından gerçekleştirilen indeksin yelpazesini genişletmek amaçlanarak sert dip makroalglerinin de kullanıldığı görülmüştür. İndeks uygulanabilirliği deniz dibindeki sert substratlara ve makroalgere uyarlanmıştır. Aynı şekilde bu çalışma içeriğinde kullanılan istilacı türler 4 grup içerisine dahil edilmiştir.

2.2.1.5. Makrofit Kalite İndeksi [Macrophyte Quality Index (MaQI), Sfriso 2011]

Bu indekste makroflora göre ortamın ekolojik durumu saptanmaktadır. Buna göre Akdeniz için belirlenen 5 kategori (Ekolojik Durumu: Kötü, Zayıf, Orta, İyi ve Çok İyi) vardır. Kesinlikle her taksonun ekolojik değerinin karşılıklı ilişkiye sahip olduğu bir indeks olan MaQI Sfriso ve ark. tarafından (2009) hazırlanmıştır. Hızlı (Rapid) ve Expert (Uzman) olmak üzere 2 aşamadan oluşmaktadır.

2.2.2. Türkiye Kıyı Sularında Uygulanan Makrofit Kalite İndeksleri

Türkiye kıyı ve geçiş sularının ekolojik durumu belirlenirken makrofit indekslerinin kullanılması çok yenidir. Eski birkaç çalışmada Rhodophyta/Chlorophyta oranı ile ortamın ekolojik durumu verilmiştir. CARLIT yöntemi genellikle Batı Akdeniz'e özgü olduğundan henüz Doğu Akdeniz kıyılarında denenmemiştir. Ecological Evaluation Index (EEI) ve Macrophyte Quality Index (MaQI) bazı çalışmalarda denenmiştir (Taşkın ve ark., 2012).

2.2.2.1. Ekolojik Değerlendirme İndeksi

Taşkın (2013) tarafından Ayvalık kıyılarında Ekolojik Değerlendirme İndeksi (EEI) ile çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışma ile Ayvalık iç ve dış körfezi olmak üzere iki istasyona ayrılmış ve ekolojik durumu tespit edilmiştir. Değerlendirme aşamasında olan bu çalışmada istasyonların makrofit örtü durumları tespit edilerek ekolojik durumları belirlenmiştir.

2.2.2.2. Makrofit Kalite İndeksi [Macrophyte Quality Index (MaQI), Sfriso 2009]

Bu indeks Öztürk ve Taşkın tarafından TÜBİTAK MAM İzleme Çalışmaları için 2011 Kasım-Aralık aylarında Marmara Denizi kıyılarında test edilmiştir.

Bu çalışmada Marmara Denizi Rapid-Makrofit Kalite İndeksine göre [RapidMacrophyteQuality Index (R-MaQI)] Ekolojik Durumu bakımından Zayıf, Orta, İyi ve Çok İyi olmak üzere 4 ana durum ve birçok bölge tespit edilmiştir.

Bu bölgeler aşağıdaki gibidir:

1. **ZAYIF**: Silivri, İzmit Körfezi, Gemlik Körfezi, Küçükçekmece, Bandırma (Merkez),Haliç
2. **ORTA**: İstanbul Marmara Denizi Kıyıları, Yalova, Gebze, Bandırma Tatlısu, Mudanya,
3. **İYİ**: Tekirdağ, Denizkent (Balıkesir), Çınarcık (Yalova), Kapıdağ Yarımadası, Erdek
4. **ÇOK İYİ**: Lapseki (Çanakkale), Eceabat, İntepe, Armutlu (Yalova), Şarköy (Tekirdağ)

2.2.2.3. Baskı - Etki Analizi [Macroalgae-Land Uses Simplified Index (MA-LUSI), Flo ve ark., 2011]

Macroalgae-Land Uses Simplified Index (MA-LUSI), karasal baskı ve etkisi ile Ekolojik Kalite Oranı (EKO) arasındaki ilişkiyi hesaplamaktadır. Flo ve ark. (2011) tarafından geliştirilmiş ve özellikle sığ sulardaki makroalg kömmüniteleri için kullanılabilmektedir. MALUSI, LUSI indeksi gibi sadece baskıyı değil, makroalg kömmüniteleri üzerine etkili akuakültür, deşarj, liman ya da düzensiz tatlısu girişleri gibi diğer bazı baskıları da içermektedir (MEDGIG, 2013). MA-LUSI indeksi hesaplamalarında bazı ülkelerde geçmiş trofik durumlarını da yerel baskı olarak içermektedir. MA-LUSI değerleri Corine arazi haritası üzerinde örnekleme noktası çevresinde 3 km'lik bir tampon bölge kullanılarak hesaplanmaktadır. LUSI ve MA-LUSI indeksi bir su kütlesini etkileyen baskıların birleşimi kapsar. Bu yöntemde verilen baskılar makroalg gelişimini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen ana karakterlerdir. MA-LUSI indeksi akuakültür, liman, şehirleşme, ticaret ve endüstri, sediment besinsel element girişi, tarım, düzensiz tatlısu girişi, geçmiş trofik durum gibi baskı-etkileri içermekte olup her kategorinin bir puantajı vardır ve buradan hesaplama gerçekleştirilmektedir.

MALUSI indeksi akuakültür, sedimandan besin maddesi taşınımı, düzensiz tatlısu girişi, liman, ticaret ve endüstri, şehirleşme, tarım, tarihsel trofik durum gibi baskı etkileri kapsamakta ve her kategorinin bir puanlaması vardır.

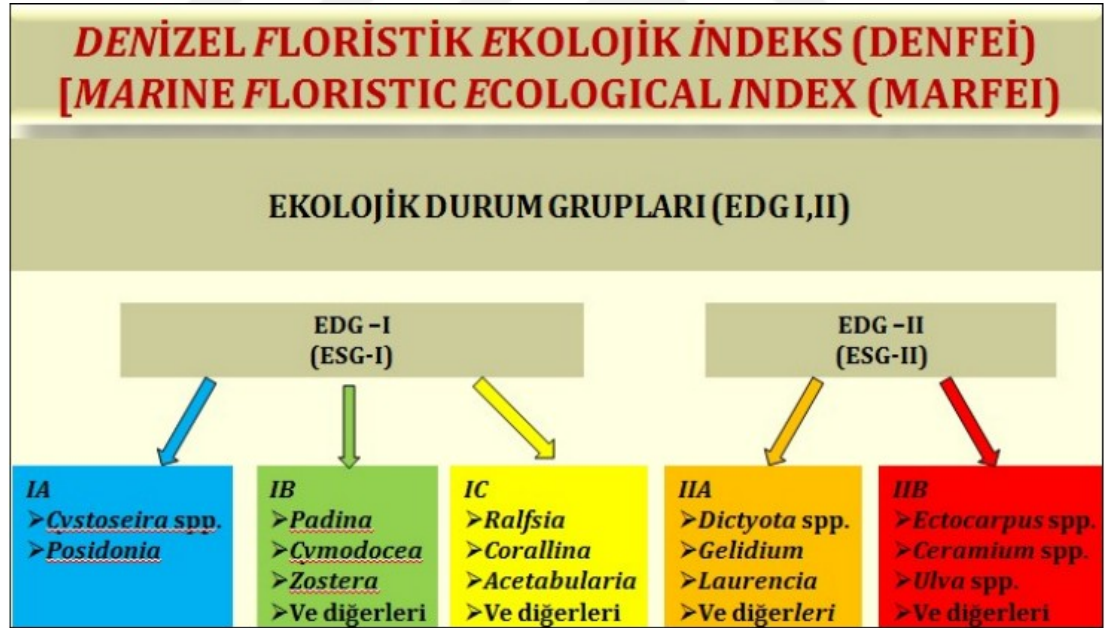
MA-LUSI indeksi, Corine arazi örtüsü haritasından test edilmiştir. Örnekleme alanlarının etrafındaki 1,5 km'lik tampon bölgeyi etkiler. MALUSI baskı indeksi ile EEI-c eqr (eqr: ekolojik kalite oranı) arasındaki ilişki de test edilmiş ve negatif doğrusal bir ilişki bulunmuştur.

Baskı değerlendirme metodolojisi Macroalg-Land Uses Simple Index (MA-LUSI) farklı bir Basitleştirilmiş Arazi Kullanımı İndeksinin (LUSI) yorumlanması.

2.2.2.4. Denizel Floristik Ekolojik İndeks [Marine Floristic Ecological Index (DENFEİ=MARFEI)]

Bu indeks Taşkın ve ark. (2018) tarafından Marmara Denizi kıyıları için önerilmiş olup üst-infralittoral ortamlarda bulunan makroflora tür çeşitliliği temel alınarak yapılmaktadır.

Bu biyotik indekste denizel makrofit türleri Orfanidis ve ark. (2011) tarafından Ekolojik Değerlendirme İndeksi (EEI) için temel alınan Ekolojik gruplar kullanılarak modifiye edilmiştir. Makroflora türleri önce, hassas olanlar Ekolojik Durum Grubu I (EDG I) ve bunlarda kendi içinde EDG IA, EDG IB ve EDG IC olmak üzere üç alt gruba ayrılmıştır. İkinci grupta ise fırsatçı toleranslı olanlar Ekolojik Durum Grubu II (EDG II) adı altında ve bunlarda kendi içinde EDG IIA ve EDG IIB olarak gruplandırılmıştır.



Şekil 2.2.4.1. MARFEI için denizel makrofloranın örnek türleri ile Ekolojik Durum Grupları (EDG) (Ecological State Group= ESG).

Ekolojik Değerlendirme İndeksi ile benzerlik gösteren bentik makrofitlerin kullanıldığı biyotik indekslerden biri olan MARFEI, kıyı ve geçiş sularının ekolojik

kalite durumlarının tespiti için önerilmiştir. Makrofitler (denizel makroalgler ve denizel fanerogamlar) 5 ekolojik kalite durum sınıfı içinde sınıflandırılmıştır:

ESG I (IA, IB, IC; *Cystoseiraspp.*, denizel fanerogamlar, kalkerli algler gibi geç gelişen türler)

ESG II (IIA, IIB; filamentli ve yaprak benzeri yeşil alg gibi fırsatçı toleranslı türler). MARFEI formülü aşağıda gösterildiği gibidir:

$$\text{MARFEI}_{\text{eko}} = (4 \times \% IA + 3 \times \% IB + 2 \times \% IC) / (1 \times IIA + 0,5 \times IIB)$$

Tablo 2.2.4.1. Denizel Floristik Ekolojik İndeks'e göre ekolojik durum sınıfı ve kalite oranı (Taşkın ve ark. 2018).

Ekolojik Durum Sınıfı	Ekolojik Kalite Oranı
Çok iyi	0.80-1
İyi	0.60-0.80
Orta	0.40-0.60
Zayıf	0.20-0.40
Kötü	0-0.20

2.2.2.5. Benthic Ecological Assessment Rapid Index [Bentik Ekolojik Değerlendirme Hızlı İndeksi (BEARI)]

Taşkın (2020) tarafından kıyı sularının ekolojik kalitesini değerlendirmek için tahribatsız bir yöntem Bentik Ekolojik Değerlendirme Hızlı İndeksi (BEARI) yeni bir indeks önerilmiştir.

Geçiş suları ve kıyıların ekolojik iyi bir kalite durumunu değerlendirmek için deniz bentik makrofitleri (makroalgler ve deniz çayırları) biyogöstergeler (Ballesteros ve ark. 2007; Orfanidis ve ark. 2001, 2011; Sfriso ve ark. 2007, 2009; Taşkın ve ark. 2018) tarafından iki gruba ayrılır. Biyotik makrofit indeksi ilk grup duyarlı, geç ardışık makroalgler (*Cystoseira spp.*, *Sargassum spp.*, *Padina spp.*, kalkerli kırmızı algler, vb.) ve deniz çayırları (*Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera spp.*) bozulmamış sularda yaygın olarak bulunur (Boudouresque

1969; Ballesteros 1990; Pergent 1991). İkinci grup ise toleranslı ve fırsatçı algler (filamentli *Cladophora*, *Ceramium*, *Ectocarpus*, *Polysiphonia*, yaprak benzeri *Ulva*, mavi yeşil alg tabakası vb.) insan etkisi altındaki kıyı sularında yaygın olarak bulunur (Orfanidis ve ark. 2003). Bu çalışmada, deniz bentik makrofitleri iki bentik ekolojik grup, BEGI (geç gelişimsel gösteren türler) ve BEGII (toleranslı ve fırsatçı türler) olarak sınıflandırılmıştır.

BEARI, kıyı sularının ekolojik kalitesinin değerlendirilmesi için geliştirilmiştir. Marmara Denizi ve Ege Denizi kıyılarından 9 farklı araştırma bölgesinden fotoğraflık örneklemeler ile yapılmıştır. Denizel makroflora, BEGI ve BEGII olmak üzere iki ekolojik gruba ayrılmıştır (Taşkın, 2020). Bu çalışmada, 3 nokta çok iyi, 3 nokta iyi, 1 nokta orta ve 2 nokta ise kötü ekolojik kalite durum sınıfında oldukları tespit edilmiştir. MALUSI ile BEARI indeksi arasındaki ilişki test edilmiş olup negatif bir doğrusal ilişki olduğu belirlenmiştir.

2.3. Tezin Amacı

Ana başlıklar ile bu tez çalışmasının amacı:

- İlk aşamada; İzmir Körfezi'nde belirlenmiş istasyonlardan makro algler ve deniz çiçekli bitkileri örneklenmiş olup laboratuvarında tür tayinlerinin yapılması.
- İkinci aşamada; Ekolojik Değerlendirme İndeksi (EEI) ile de aynı istasyonlarda kalite sınıflandırılması gerçekleştirilmesi.
- Üçüncü aşamada ise; Kıyı sularında antropojenik etkinin tespit edilmesi için baskı analizi (MA-LUSI) yapmak ve Ekolojik Değerlendirme İndeksi (EEI) ile ilişkisini test etmektir.

3. MATERYAL VE METOTLAR

3.1. Materyal

Çalışmada izlenen yöntemler sırasıyla, çalışma materyalinin elde edilmesi, elde edilen materyalin saklanması ve sistematik olarak ayrımlarının yapılarak tanımlanması, tür ve türlere ait bireylerin sayılması ve istatistiksel yöntem olarak Ekolojik Değerlendirme İndeksi'nin uygulanmasıdır.

Bu çalışmada İzmir Körfezi' nin kıyı şeridinden seçilen 6 istasyonun makrofit florası ve özellikle üst-infralittoral zon makrofit topluluklarının tür kompozisyonu ve örtü durumları üzerine araştırmalar yapılarak incelenmiştir. Saha çalışmasında bölgede seçilen 6 istasyondan 2023 yılında yaz ve sonbahar mevsimlerinde örneklemeler yapılarak buradaki makrofit toplulukların durumu ve tür çeşitliği incelenmiştir. Örneklemelerde örnekleme aracı olarak 625 cm² (25x25cm) alana sahip kuadrat kullanılmıştır. 625 cm² lik örtü içerisindeki makrofit florasındaki bireylerin yüzde dağılımlarına göre Ekolojik Değerlendirme İndeksi uygulanmıştır.

Toplanan materyal çalışma alanındaki istasyonlardan deniz suyu ile hazırlanmış %4' lük formaldehit çözeltisi içerisinde konularak saklanmıştır. Tayin edilmek için laboratuvara götürülen örnekler öncelikle taş, kum, zoobentozvb yabancı maddelerden ayıklanarak gruplara ayrılmıştır. Daha sonra stereo ve ışık mikroskopları kullanılarak tür tayinleri yapılmıştır. Son olarak kuadrat örneklemelerindeki kaplama yüzdeleri belirlenmiştir.

3.2. İstasyonlar

Örneklemeler İzmir Körfezi' nin 6 istasyonundan yaz sonbahar mevsimlerinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2.1. İzmir Körfezi’ nde örnekleme ve çalışma istasyonlarının konumu (Kaynak: Google Earth).

İzmir Körfezi, Ege Denizi’ ne açılan kapalı bir körfez olup yaklaşık olarak 60 km uzunluğunda ve kendi içerisinde üç alt bölgeye ayrılmaktadır. İzmir Körfezi’ nin en derin ve geniş olan bölgesi Dış körfez, Karaburun Yarımadası ile Gediz deltası arasında, olup kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanır. Yaklaşık 45 km uzunluğundadır. Ağız kesiminde genişlik 24 km civarındadır. Güneyde ortalama derinliği 30 m daha sığ olan Gülbahçe Koyu ile son bulur. Orta körfez ise 43 m derinliği olan geçiş zone oluşturmaktadır. Dış körfez güneydoğusunda başlarken Yenikale Fenerleri ile Urla’dan Tuzla’nın kuzeybatısına kadar devam etmektedir. Toplam 38 km uzunluğunda ve 20 km genişliğindedir. İç körfez bölgesi 38 km uzunluğunda ve oldukça sığ olup İzmir şehrinin kıyıları boyunca uzanmaktadır. İç körfezin en derin yeri 21 m, en sığ yeri ise 0,3-0,6 m ile Gediz Ağızı’ dır (Ak ve ark.2001).

Çalışma alanı olarak İzmir İç ve Orta Körfezi’ nde belirlenen 6 istasyon:

- 1) Foça 2) Bostanlı 3) Bayraklı 4) İnciraltı 5) Urla 6) Karaburun-Mordoğan
- (Tablo 3.2.1).

Tablo 3.2.1. İzmir Körfezi örnekleme noktaları, koordinatları.

Sıra No	İstasyon Adı	Örnekleme Yapılan Koordinat	
		Kuzey	Doğu
1	Foça	38°40'31"K	26°44'11"D
2	Bostanlı	38°27'54"K	27° 4'52"D
3	Bayraklı	38°27'54"K	27° 9'37"D
4	İnciraltı	38°24'50"K	27° 1'44"D
5	Urla	38°21'57"K	26°46'57"D
6	Mordoğan	38°31'7"K	26°37'35"D

3.2.1 FOÇA

Bu istasyonda örnekleme İngiliz Burnu noktasında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2.1.1.). Bu noktada deniz çayırı *Posidonia oceanica* kıyıda birinci dönemde olduğu gibi öbek öbek fasiyesler oluştururken istasyonun diğer bölümlerinde yine deniz çayırı *Cymodocea nodosa* bulunmaktadır. Taşlar ve kayalıklarda *Padina pavonica*, *Jania rubens*, *Dictyota* spp., *Phymatolithon lenormandii*, *Laurencia obtusa*, *Halopteris scoparia* bulunurken *Posidonia oceanica* kök ve yapraklarında *Peyssonenlia squamaria*, *Hydrolithon farinosum*, *Myrionema orbiculare* gözlenmiştir.



Şekil 3.2.1.1. Foça genel görünümü

3.2.2.BOSTANLI

Belediye tarafından düzenlenmiş bir rekreasyonel alan biçimindedir. Yer yer moloz taşlar ve 3-4 m' yi bulan yüksek betonlardan oluşmuş bir sahil biçimindedir (Şekil 3.2.2.1.). Bu bölgede suların yaklaşık 1 m düşey yönde çekildiği gözlenmektedir. Bu çekilme ile blokların üzerinde bulunan *Ulva* ve *Gracilaria* fasiesleri kendini göstermektedir.

Başlıca baskın makroflora türleri: *Ulva lactuca* (Şekil 4.1.7.), *Gracilaria gracilis* (Şekil 4.1.5.), *Petalonia fascia* gibi türlerdir. Cyanophyceae toksik etkiye sahip olan ipliksi *Lyngbya majuscula* türünün Ağustos ayında yapılan örneklemeler sırasında yoğun bir şekilde geliştiği saptanmıştır. Bu örtü su yüzeyinde renk değişimleri, bulanıklık yaratmış olup ağır koku yaydığı göze çarpmaktadır.



Şekil 3.2.2.1. Bostanlı genel görünümü.

3.2.3. BAYRAKLI

Örnekleme yapılan nokta Bayraklı Meles Deltası civarı olup çevre taş bloklardan oluşan bir kıyı şeridi içermektedir. Dere yataklarındaki kirlilik sorunu ve çevreye yayılan kötü kokular yıllardır çevrede yaşayan insanları rahatsız etmektedir. Belediyeye ait çöp toplama kamyonları vb. araçları, taşıdıkları pis suyu düzenli olarak dere yataklarına ve ilçede bulunan bu su kanallarına boşaltmaktadır. Denize dökülen su kanalları ve dere yataklarında tek alınan önlem deniz girişlerine konulan katı atıkların denize geçişini engelleyen dubalardır. Özellikle bu bölümde kamyon tekerleklerinden cam şişelere, onlarca katı atığın yataklarda ve kanallarda birikmiş durumdadır.

Kumluk alanlarda su derinliğinin 1 m' ye ulaştığı yerlerde kopan deniz çayırılarından *Cymodocea nodosa* (Şekil 4.2.1.4) ve aralarında zayıf *Ulva* varlığı görülmektedir. Bu çiçekli deniz bitkilerinin uçları *Cladophorales* ve *Ceramiales* ordolarına ait epifit türler ile örtülüdür.



Şekil 3.2.3.1. Bayraklı genel görünümü

3.2.4. İNCİRALTI

İnciraltı bölgesinde, Deniz Müzesi' nde demir atmış iki müze gemide denizciliğin sosyal, tarihi ve ekonomik gelişimine ilişkin objeleri sergileyen bir yerdir. İzmir Büyükşehir Belediyesi ve Güney Deniz Saha Komutanlığı işbirliğinde oluşturulan gemi müze olarak hizmet veren gemiler Ege Fırkateyni (F-256) ve Piri Reis Denizaltısı (S-343)' dır. Bu tarihi gemilerin bulunduğu iskele civarından başlayıp İnciraltı çıkış bölgesine uzanan yarımay biçiminde tekrarlayan kumluk küçük koylardan örneklemeler yapılmıştır (Şekil 3.2.4.1.).

Kumluk plajlar su içine doğru uzanırken yer yer taşlardan oluşan sert substratımlar ve kumluk alanlarda baskın olarak *Ulva* türleri vardır. Korunaklı bir alan olması nedeniyle makroflora tür çeşitliliği açısından oldukça zengindir. Makroalglerden başlıca görülen türler; *Gracilaria*, *Petalonia*, *Codium*, *Polysiphonia*, *Ceramium*' dur. Sahilde makroflora türleri yanı sıra makro faunadan *Aurilia aurata* türlerine ve *Mytilus* fasieslerine rastlanmaktadır.



Şekil 3.2.4.1. İnciraltı genel görünümü.

3.2.5. URLA

Urla, İzmir şehrinin güneybatı kesiminde Karaburun yarımadası üzerinde İzmir'e 36 km mesafede bulunur. Urla' nın kuzey kıyılarının İzmir Körfezi ve İzmir bölgesinden taşınan kirliliğin yarattığı karasal baskıyla, dolaylı bir kirlenmeye maruz kalmaktadır. Urla kuzey kıyılarının doğrudan deşarj kabul etmeyecek miktarda körfezin etkisi ile kirlenmekte olduğu belirtilmektedir. Urla İskelesi ve Karantina Adası, İzmir orta körfezde yer almaktadır.

Karantina Adası'nda örnekleme yaptığımız sahil şeridi boyunca ilk bakışta zengin bir makroflora kendini göstermektedir (Şekil 3.2.5.1). Çok yoğun ve çeşitli bir makroalg örtüsü dikkat çekicidir. Su oldukça berrak ve temiz görünmektedir. Mediolittoralden itibaren deniz içerisinde blokların, taşların üzeri makroalglerle kaplıdır. Kumluk plajlar su içine doğru uzanırken yer yer taşlardan oluşan sert substratlar ve kumluk alanlarda *Cystoseira* türleri, *Padina pavonica* gibi türler vardır. *Cystoseira barbata* türü 40-50 cm boylarda kıyılarda yüzeye çıkmış durumdadır. Yoğun şekilde *Cymodocea nodosa* fasiesleri ve üzerinde Rhodophyta filumuna ait pek çok mikroskobik epifit türler bulunmaktadır.



Şekil 3.2.5.1. Urla genel görünümü.

3.2.6. MORDOĞAN (KARABURUN)

Mordoğan (Karaburun) istasyonu merkezde bulunmaktadır (Şekil 3.2.6.1.). Mordoğan istasyonunda ESG I hassas makroalg türlerinden *Padina pavonica* (L.) Thivy, *Jania rubens* (L.) J.V. Lamouroux, *Ganonema farinosum* (J.V.Lamouroux) K.C.Fan&Y.C.Wang, *Phymatolithon lenormandii* (Aresch.) W.H.Adey ile deniz çayırı *Posidonia oceanica* (L.) Delile türlerinin varlığı ve yüksek % örtü değerlerine sahip oldukları tespit edilmiştir.



Şekil 3.2.6.1. Karaburun-Mordoğan genel görünümü.

3.3. YÖNTEM

3.3.1. Fizikokimyasal Değişkenlerin Ölçümü

Belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerinde pH, sıcaklık (°C), oksijen (mg/L), turbidite (mg/L), kondüktivite, tuzluluk (%) değerlerine bakılmıştır (Tablo 3.3.1.1).

Tablo 3.3.1.1. İstasyonların fizikokimyasal değişkenleri

İst. No	İstasyon Adı	pH	Sıcaklık(°C)	Oksijen (mg L-1)	Turbidite (NTU)	Kondüktivite (µS)	Tuzluluk (‰)
1	Foça	8,14	22,8	7,8	24,6	49,3	33,2
2	Bostanlı	8,45	24	7,8	24,5	49	33,5
3	Bayraklı	8,02	24	6	25,3	50,4	34,2
4	İnciraltı	8	23,2	5,6	25	49,8	33,8
5	Urla	8,14	25	8	25,7	51,5	35
6	Mordoğan	8,2	21,8	7,9	25,3	50,6	34,3

3.3.2.Makroalg ve Angiosperm Örneklemesi

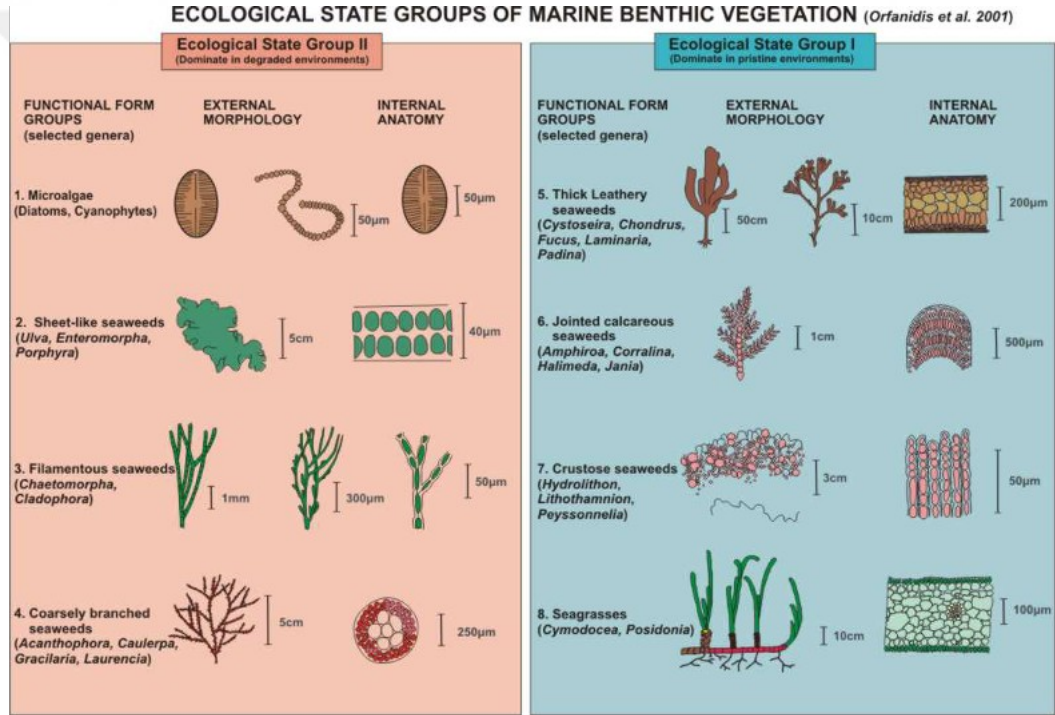
Bu çalışmada İzmir Körfezi' nin kıyı şeridinden seçilen farklı istasyonlardaki makroflora türleri, özellikle üst-infralittoral zon makrofit topluluklarının tür kompozisyonu ve % örtüsü üzerine araştırmalar yapılarak incelenmiştir. Saha çalışmasında bölgede seçilen 6 istasyondan mevsimsel örneklem yapılarak buradaki makrofit toplulukların durumu ve tür çeşitliği incelenmiştir. Yaz ve sonbahar mevsimlerinde yapılan örneklemelerde örneklem aracı olarak 625 cm² (25x25 cm) alana sahip kuadrat kullanılmıştır. Toplanan materyal çalışma alanındaki istasyonlardan deniz suyu ile hazırlanmış %4' lük formaldehit çözeltisi içerisine konularak kavanozlarda saklanmıştır. Kavanozlara etiketler yazılarak örneklem tarihleri, istasyon adı belirtilmiştir. Tayin edilmek için laboratuvara götürülen örnekler öncelikle taş, kum, zoobentozvb yabancı maddelerden ayıklanarak gruplara ayrılmıştır. Daha sonra stereo ve ışık mikroskopları kullanılarak tür tayinleri yapılmıştır. Son olarak kuadrat örneklemelerindeki kaplama yüzdeleri belirlenmiştir.



Şekil 3.3.2.1. Kuadrat ile örneklem yöntemi.

3.3.3. Ekolojik Değerlendirme İndeksi [Ecological Evaluation Index (EEI), Orfanidis ve ark., 2001, 2011]

Bu indeks kapsamında denizel bentik makrofitler iki ana ekolojik grup altında (ESG I ve ESG II) toplanmıştır (Orfanidis ve ark.,2001, 2011). İlk grup olan ESG I kalın, kalkerli, kabuksu, düşük büyüme oranlarına ve uzun yaşam döngülerine sahip algler ile deniz çayırılarını (*Posidonia oceanica* ve *Cymodocea nodosa*) içerir. İkinci grup ESG II ise düzgün ve ipliksi, yüksek büyüme oranları ve kısa yaşam döngülerine sahip, fırsatçı makroalgleri (yapraksı, filamentli ve kaba dallı türler) içerir. (Şekil 3.3.3.1)



Şekil 3.3.3.1. Makrofloranın ekolojik durum grupları (Orfanidis ve ark.,2001, 2011).

Bir Denizel Kıyı Ortamında EEI Saptanması

1. Bolluk-örtü Hesaplaması ile EEI: Üç replikatin ortalaması alınmaktadır.

%Örtü: ESG I= [(IAx1)+(IBx0.8)+(ICx0.6)] ve ESG II= [(IIAx0.8)+(IIBx1)]

Bir hiperbolik modeli indeks değerleri yaklaşık olarak ve aşağıdaki gibi sürekli sayıda ekosistem durumu ifade eder (şekil 3.3.3.2)

$$p(x,y)= a+bx(x/100)+cx(x/100)^2+dx(y/100)+ ex(y/100)^2+ fx(x/100)x(y/100)$$

$$a= 0.4680 \quad b= 1.2088 \quad c= -0.3583$$

$$d= -1.1289 \quad e= 0.5129 \quad f= -0.1869$$

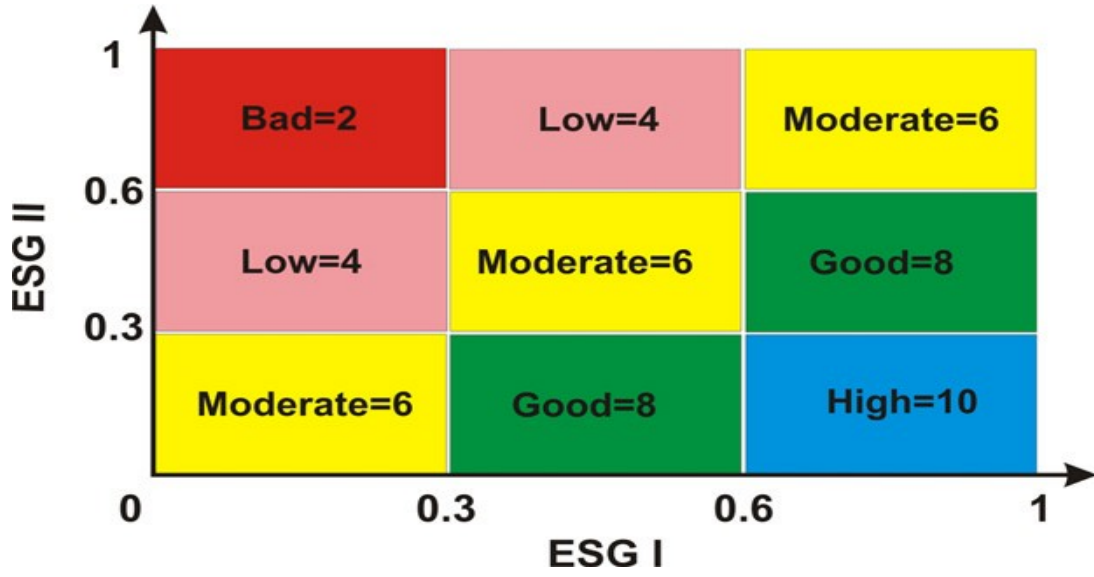
2. EEI, WFD değerlerine dđnüşürölmesi:

Birinci aşamada model ile çıkan değer EEI-c değeri olup bunun su çerçeve direktifi kapsamında 0 ve 1 arasında olan Ekolojik Kalite Oranı (EcologicalQualityRatio=EQR) aşağıdaki formöl ile yapılmaktadır. Sınıf sınır değerleri Tablo 3.3.3.1’de verilmiştir.

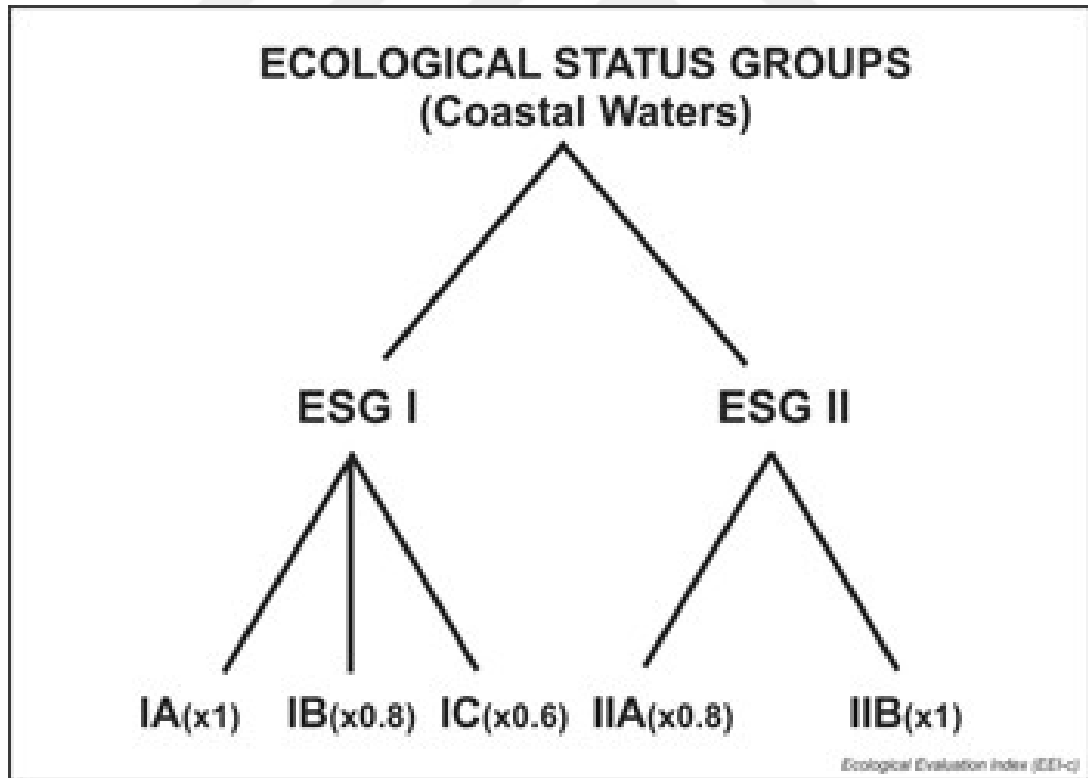
$$EEIEQR= 1.25 \times (EEIvalue/RCvalue) -0.25$$

Tablo 3.3.3.1. Ekolojik değerlendirme indeksi (EEI-c) ile geçiş ve kıyı sularının sınıflandırılması (Orfanidis ve ark. 2011).

Ekolojik Durum Sınıfı	EEI-c oranı	EEI-ceqr	Yönetim Hedefi
ÇOK İYİ	$10 \geq EEI > 8$	$1 \geq EQR > 0.75$	Sürdürülebilir
İYİ	$8 \geq EEI > 6$	$0.75 \geq EQR > 0.5$	Sürdürülebilir
ORTA	$6 \geq EEI > 4$	$0.5 \geq EQR > 0.25$	Restorasyon
ZAYIF	$4 \geq EEI > 2$	$0.25 \geq EQR > 0$	Restorasyon
KÖTÜ	2	0	Restorasyon



Şekil 3.3.3.2. ESG I ve ESG II ile Ekolojik Durum Değerlendirilmesi ve WFD dönüşümü (Orfanidis ve ark. 2011).



Şekil 3.3.3.3. Kıyı Suları için Ekolojik Durum Grupları

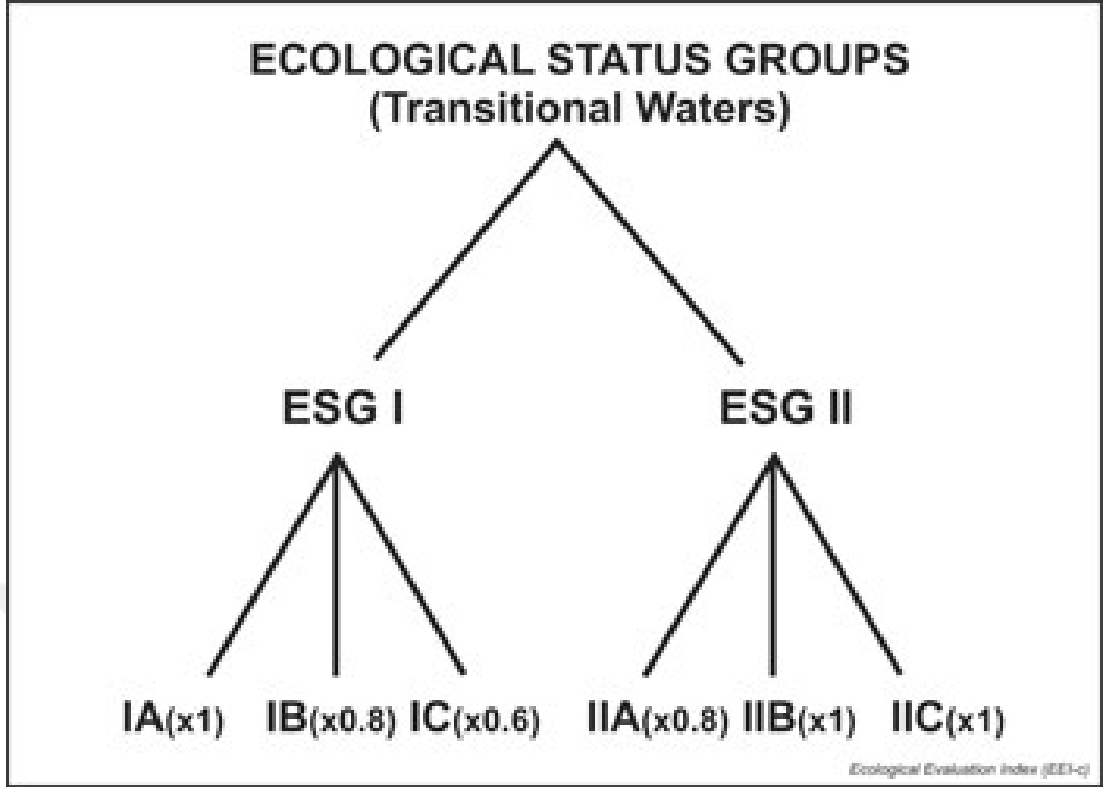
ESG I: Yavaş büyüyenler (IA), (IB), (IC)

ESG II: Hızlı büyüyenler, fırsatçı türler (IIA), (IIB).

Tablo 3.3.3.2. Kıyı Suları için Ekolojik Durum Gruplarının Tür Sınıflandırması (Orfanidis ve ark. 2011).

No	Takson	ESG	No.	Takson	ESG	No.	Takson	ESG
1	<i>Acetabularia</i>	IC	64	<i>Drachiella</i>	IIB	127	<i>Osmundea</i>	IIB
2	<i>Acinetospora</i>	IIB	65	<i>Dudresnaya</i>	IIB	128	<i>Padina</i>	IB
3	<i>Acrochaetium</i>	IIB	66	<i>Ectocarpus</i>	IIB	129	<i>Pedobesia</i>	IIB
4	<i>Acrodiscus</i>	IIB	67	<i>Entocladia</i>	IIB	130	<i>Penicillus</i>	IIB
5	<i>Acrosorium</i>	IIB	68	<i>Erythrocladia</i>	IIB	131	<i>Petalonia</i>	IIB
6	<i>Acrothamnion</i>	IIB	69	<i>Erythroglossum</i>	IB	132	<i>Peyssonnelia</i>	IC
7	<i>Aglaothamnion</i>	IIB	70	<i>Erythropeltis</i>	IIB	133	<i>Phaeophila</i>	IIB
8	<i>Aglaozonia</i>	IB	71	<i>Erythrotrichia</i>	IIB	134	<i>Phyllophora</i>	IIB
9	<i>Ahnfeltiopsis</i>	IIB	72	<i>Falkenbergia</i>	IIB	135	<i>Pleonosporium</i>	IIB
10	<i>Alsidium</i>	IIB	73	<i>Feldmannia</i>	IIB	136	<i>Plocamium</i>	IB
11	<i>Amphirhoa</i>	IC	74	<i>Flabella</i>	IC	137	<i>Pneophyllum</i>	IC
12	<i>Anadyomene</i>	IC	75	<i>Fosliella</i>	IC	138	<i>Polysiphonia</i>	IIB
13	<i>Anotrichium</i>	IIB	76	<i>Ganonema</i>	IC	139	<i>Porphyra</i>	IIB
14	<i>Antithamnion</i>	IIB	77	<i>Gastroclonium</i>	IIB	140	<i>Porphyrostromium</i>	IIB
15	<i>Antithamnionella</i>	IIB	78	<i>Gelidiella</i>	IIB	141	<i>Posidonia</i>	IA
16	<i>Asparagopsis</i>	IIB	79	<i>Gelidium</i>	IIB	142	<i>Pringsheimiella</i>	IIB
17	<i>Asperococcus</i>	IB	80	<i>Giffordia</i>	IIB	143	<i>Pseudobryopsis</i>	IIB
18	<i>Auduniella</i>	IIB	81	<i>Gigartina</i>	IIB	144	<i>Pseudochlorodesmis</i>	IIB
19	<i>Bangia</i>	IIB	82	<i>Goniotrichum</i>	IIB	145	<i>Pseudocrouania</i>	IIB
20	<i>Blastophysa</i>	IIB	83	<i>Gracilaria</i>	IIB	146	<i>Pterocladia</i>	IIB
21	<i>Blidingia</i>	IIB	84	<i>Gracilariopsis</i>	IIB	147	<i>Pterocradiella</i>	IIB
22	<i>Boergeseniella</i>	IIB	85	<i>Grateloupia</i>	IIB	148	<i>Pterosiphonia</i>	IIB
23	<i>Botryocladia</i>	IIB	86	<i>Griffithsia</i>	IIB	149	<i>Pterothamnion</i>	IIB
24	<i>Bryopsis</i>	IIB	87	<i>Gulsonia</i>	IIB	150	<i>Radicilingua</i>	IIB
25	<i>Callithamnion</i>	IIB	88	<i>Halimeda</i>	IC	151	<i>Ralfsia</i>	IC
26	<i>Caulacanthus</i>	IIB	89	<i>Haliptilon</i>	IC	152	<i>Rhizoclonium</i>	IIB
27	<i>Caulerpa</i>	IIB	90	<i>Halodictyon</i>	IIB	153	<i>Rhodophyllis</i>	IB
28	<i>Centroceras</i>	IIB	91	<i>Halopitys</i>	IB	154	<i>Rhodothamnionella</i>	IIB
29	<i>Ceramium</i>	IIB	92	<i>Halopteris</i>	IIB	155	<i>Rhodymenia</i>	IIB
30	<i>Chaaetomorpha</i>	IIB	93	<i>Halurus</i>	IIB	156	<i>Ruppia</i>	IB
31	<i>Champia</i>	IIB	94	<i>Halymenia</i>	IIB	157	<i>Rytiphlaea</i>	IB
32	<i>Chondrocanthus</i>	IIB	95	<i>Herposiphonia</i>	IIB	158	<i>Sahlingia</i>	IIB

33	<i>Chondria</i>	IIB	96	<i>Heterosiphonia</i>	IIB	159	<i>Sarconema</i>	IIB
34	<i>Chondrophycus</i>	IIB	97	<i>Hincksia</i>	IIB	160	<i>Sargassum</i>	IB
35	<i>Chondrus</i>	IA	98	<i>Hydroclathrus</i>	IIB	161	<i>Schizymenia</i>	IIB
36	<i>Choreonema</i>	IC	99	<i>Hydrolithon</i>	IC	162	<i>Schottera</i>	IIB
37	<i>Chroodactylon</i>	IIB	100	<i>Hypnea</i>	IIB	163	<i>Scinaia</i>	IIB
38	<i>Chrysymenia</i>	IIB	101	<i>Hypoglossum</i>	IIB	164	<i>Scytosiphon</i>	IIB
39	<i>Chylocladia</i>	IIB	102	<i>Jania</i>	IC	165	<i>Spermothamnion</i>	IIB
40	<i>Cladophora</i>	IIB	103	<i>Kallymenia</i>	IIB	166	<i>Sphacelaria</i>	IIB
41	<i>Cladostephus</i>	IIB	104	<i>Kuckuckia</i>	IIB	167	<i>Sphaerotrichia</i>	IIB
42	<i>Codium</i>	IIB	105	<i>Kuetzingiella</i>	IIB	168	<i>Sphondylothamnion</i>	IIB
43	<i>Colpomenia</i>	IIB	106	<i>Laurencia</i>	IIB	169	<i>Spongites</i>	IC
44	<i>Corallina</i>	IC	107	<i>Lejolisia</i>	IIB	170	<i>Spyridia</i>	IIB
45	<i>Corallophila</i>	IIB	108	<i>Liagora</i>	IC	171	<i>Stictyosiphon</i>	IIB
46	<i>Corynophlaea</i>	IIB	109	<i>Liebmannia</i>	IIB	172	<i>Stilophora</i>	IIB
47	<i>Cottoniella</i>	IIB	110	<i>Lithophyllum</i>	IC	173	<i>Stylonema</i>	IIB
48	<i>Crounia</i>	IIB	111	<i>Lobophora</i>	IIB	174	<i>Stypocaulon</i>	IIB
49	<i>Cutleria</i>	IB	112	<i>Lomentaria</i>	IIB	175	<i>Taenioma</i>	IIB
50	<i>Cyanobacteria</i>	IIB	113	<i>Lophosiphonia</i>	IIB	176	<i>Taonia</i>	IB
51	<i>Cymodocea</i>	IB	114	<i>Melobesia</i>	IC	177	<i>Titanoderma</i>	IC
52	<i>Cystoseira</i>	IA	115	<i>Mesogloia</i>	IIB	178	<i>Tricleocarpa</i>	IC
53	<i>Cystoseira barbata</i>	IB	116	<i>Mesophyllum</i>	IC	179	<i>Ulotrix</i>	IIB
54	<i>Cystoseiracompressa</i>	IB	117	<i>Monosporus</i>	IIB	180	<i>Ulva</i>	IIB
55	<i>Dasya</i>	IIB	118	<i>Monostroma</i>	IIB	181	<i>Ulvella</i>	IIB
56	<i>Dasycladus</i>	IIB	119	<i>Myriactula</i>	IIB	182	<i>Valonia</i>	IIB
57	<i>Derbesia</i>	IIB	120	<i>Myrionema</i>	IIB	183	<i>Vaucheria</i>	IIB
58	<i>Dermatolithon</i>	IC	121	<i>Nanozostera</i>	IB	184	<i>Womersleyella</i>	IIB
59	<i>Dictyopteris</i>	IIB	122	<i>Nemastomata</i>	IIB	185	<i>Wrangelia</i>	IIB
60	<i>Dictyota</i>	IIB	123	<i>Neosiphonia</i>	IIB	186	<i>Zanardinia</i>	IIB
61	<i>Digenea</i>	IB	124	<i>Neurocaulon</i>	IIB	187	<i>Zonaria</i>	IIB
62	<i>Dilophus</i>	IIB	125	<i>Nitophyllum</i>	IIB	188	<i>Zostera</i>	IB
63	<i>Dipterosiphonia</i>	IIB	126	<i>Osmundaria</i>	IIB	189		



Şekil 3.3.3.4. Geçiş Suları için Ekolojik Durum Grupları

ESG I: Yavaş büyüyenler (IA), (IB), (IC)

ESG II: Hızlı büyüyenler, fırsatçı türler (IIA), (IIB), (IIC).

Tablo 3.3.3.3. Geçiş Suları için Ekolojik Durum Gruplarında Tür Sınıflandırması
(Orfanidis ve ark. 2011).

No..	Takson	ESG	No.	Takson	ESG
1	<i>Acanthophora</i>	IIA	32	<i>Hincksia</i>	IIB
2	<i>Acetabularia</i>	IIC	33	<i>Hydrolithon</i>	IIC
3	<i>Acrothamnion</i>	IIB	34	<i>Hypnea</i>	IIA
4	<i>Agardhiella</i>	IIA	35	<i>Lamprothamnion</i>	IB
5	<i>Alsidium</i>	IIA	36	<i>Laurencia</i>	IIA
6	<i>Anotrichium</i>	IIB	37	<i>Lithopyllum</i>	IC

7	<i>Antithamnion</i>	IIB	38	<i>Lophosiphonia</i>	IIB
8	<i>Bangia</i>	IIB	39	<i>Monostroma</i>	IIB
9	<i>Blidingia</i>	IIB	40	<i>Nanozostera</i>	IA
10	<i>Boergeseniella</i>	IIA	41	<i>Nitophyllum</i>	IIA
11	<i>Callithamnion</i>	IIB	42	<i>Phaeophyla</i>	IIB
12	<i>Ceramium</i>	IIB	43	<i>Pneophyllum</i>	IC
13	<i>Chaetomorpha</i>	IIB	44	<i>Polysiphonia</i>	IIB
14	<i>Chondria</i>	IIA	45	<i>Porphyra</i>	IIB
15	<i>Chondrophycus</i>	IIA	46	<i>Pterothamnion</i>	IIB
16	<i>Cladophora</i>	IIB	47	<i>Rhizoclonium</i>	IIB
17	<i>Cyanobacteria</i>	IIB	48	<i>Ruppia</i>	IA
18	<i>Cymodocea</i>	IA	49	<i>Rytiphelea</i>	IB
19	<i>Cystoseira</i>	IB	50	<i>Rhodophylis</i>	IIA
20	<i>Dasya</i>	IIB	51	<i>Sargassum</i>	IB
21	<i>Dictyota</i>	IIA	52	<i>Solieria</i>	IIA
22	<i>Entocladia</i>	IIB	53	<i>Sphacelaria</i>	IIA
23	<i>Erythrpeltis</i>	IIB	54	<i>Sypridia</i>	IIA
24	<i>Erythrotrichia</i>	IIB	55	<i>Stylonema</i>	IIB
25	<i>Fucus</i>	IB	56	<i>Ulotrix</i>	IIB
26	<i>Gastroclonium</i>	IIA	57	<i>Ulva</i>	IIB
27	<i>Gracilaria</i>	IIA	58	<i>Ulvella</i>	IIB
28	<i>Gracilariopsis</i>	IIA	59	<i>Undaria</i>	IB
29	<i>Griffitsia</i>	IIB	60	<i>Valonia</i>	IIB
30	<i>Halopitys</i>	IIA	61	<i>Vaucheria</i>	IIB
31	<i>Herposiphonia</i>	IIB	62	<i>Zostera</i>	IA

3.3.4. Baskı-Etki Analizi (MA-LUSI)

MALUSI indeksi marikültür, sedimandan besin maddesi taşınımı, şehirleşme, ticaret ve endüstri, tarım, düzensiz tatlısu girişi, liman, geçmiş trofik durum gibi baskı etkileri içermekte olup her kategorinin bir puanlaması mevcuttur. MA-LUSI indeksi, Corine arazi örtüsü haritasından test edilmiştir. Örnekleme alanlarının etrafındaki 1,5 km'lik tampon bölgeyi etkiler. MALUSI baskı indeksi ile EEI-ceqr (ceqr: ekolojik kalite oranı) arasındaki ilişki de test edilmiş ve negatif doğrusal bir

ilişki bulunmuştur. Baskı değerlendirme metodolojisi Macroalg-Land Uses Simple Index (MA-LUSI) farklı bir Basitleştirilmiş Arazi Kullanımı İndeksinin (LUSI) yorumlanması.

Her iki endeks su kütlesi üzerinde etkili olan baskıların bir kombinasyonudur (Flo ve ark. 2011; MEDGIG; AT, 2013). MA-LUSI indeksi baskıları içerir su kültürü, tortu besin salınımı, kanalizasyon deşarjı, düzensiz tatlı su girdileri, liman (doğrudan baskılar), kentleşme, ticaret ve sanayi, tarım (dolaylı baskılar) ve her kategorinin kendi puanları. MA-LUSI indeksi, Corine arazi örtüsü haritasından test edilmiştir. Örnekleme alanlarının etrafındaki 1,5 km'lik bir tampon bölgeyi etkiler.

Hesaplanması MA-LUSI aşağıda açıklanmıştır.

MA-LUSI Skoru = (IE + DE-A + DE-B) * Trofik Durum * Su sütunu stabilitesi

IE: Dolaylı Etkiler (Kentsel, Tarımsal ve Ticari ve endüstriyel puan)

DE-A: Doğrudan E Doğrudan Etki Kategorisi A (Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Tortu besin salım skoru)

DE-B: Doğrudan Etki Kategorisi B (Kanalizasyon deşarjı, Düzensiz tatlı su girdi ve Liman puanı)

3.3. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel Analizler PAST programı ile yapılmıştır (Hammer ve ark. 2001).

4. BULGULAR-TARTIŞMA

Bu çalışmada, İzmir Körfezi' nde (özellikle İç ve Orta bölgelerinden) altı istasyondan makroalgler ve deniz çiçekli bitkileri örneklenmiş olup, Ekolojik Değerlendirme İndeksi (EEI) kullanılarak körfezin ekolojik durumu belirlenmiştir (Orfanidis ve ark., 2011).

Ege Denizi' nde İzmir Körfezi kıyı sularında belirlenen 6 istasyondan toplanan makrofitler ESG I ve ESG II olmak üzere Ekolojik Durum Gruplarına ayrıldıktan sonra % örtü değerleri saptanmıştır. Ekolojik Değerlendirme İndeksi (EEI) ile EEI-c değeri hesaplanıp SÇD' ne göre Ekolojik Kalite Oranı ve son olarak da ekolojik kalite durum sınıfları tespit edilmiştir.

Çalışma alanlarından toplanan ve analizi yapılan makrofit örnekleri aşağıda belirtilmiştir.

4.1. FLORİSTİK ÇALIŞMA

Ege Denizi 2023 yılı 6 istasyonda kuadrat yöntemiyle makrofit tür çeşitliliği değerlendirilmesi yapılmıştır. Değerlendirme sonuçlarına göre tespit edilen 66 taksonun gruplara göre takson sayıları belirtilmiştir. 13 takson kahverengi alg (Phaeophyceae), 32 takson kırmızı alg (Rhodophyta), 18 takson yeşil alg (Chlorophyta) ve 3 takson deniz çayırı (Spermatophyta). Kırmızı alglerin tüm gruplara bakıldığında en baskın alg grubu olduğu görülmektedir (Tablo 4.1.1). Makroalglerin bulunma oranları kahverengi algler %20, kırmızı algler %48 ve yeşil algler ise %27 olarak belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmede mavi yeşil algler ve

diyatomeler ayrı bir grup olarak alınmış ve en fazla takson sayısı Urla’ da bulunurken en az takson sayısı ise Bostanlı’ da olduğu belirlenmiştir. Denizel çayırlarda ise *Posidonia oceanica* türü en baskın olup 3 istasyonda görülürken *Cymodocea nodosa* türü 2 ve *Zostera noltei* türü ise sadece 1 istasyonda görülmektedir. Makroflora türlerinin istasyonlara göre yayılışı Tablo 4.1.2.’de verilmiştir.

Tablo 4.1.1. 2023 yılında istasyonlarda tespit edilen makroflora takson sayısı.

Makroflora Grubu	Tür Sayısı
Kahverengi algler (Phaeophyceae)	13
Kırmızı algler (Rhodophyta)	32
Yeşil algler (Chlorophyta)	18
Deniz Çayırları (Spermatophyta)	3
Toplam	66

İstasyonlar tek tek incelendiğinde takson sayıları Foça istasyonu 8, Bostanlı ve Bayraklı istasyonları 2, İnciraltı istasyonu 3, Urla istasyonu 12 ve Mordoğan 7 takson kahverengi alg içermektedir. En baskın kahverengi alg takson sayısı içeren Urla istasyonu olup en az alg takson sayısı içeren istasyonlar ise Bayraklı ve Bostanlı olarak bulunmuştur. Foça istasyonu 19, Bostanlı ile Bayraklı istasyonları 8, İnciraltı istasyonu 10, Urla istasyonu 26 ve Mordoğan istasyonu 22 takson kırmızı alg içermektedir. Urla istasyonu en baskın kırmızı alg takson sayısını içerirken Bostanlı ve Bayraklı istasyonları en az kırmızı alg takson sayısına sahiptir. Foça ve İnciraltı istasyonları 9, Bostanlı istasyonu 11, Bayraklı istasyonu 8, Urla istasyonu 14 ve Mordoğan istasyonu 6 takson yeşil alg içermekte olup en az takson sayısı Mordoğan istasyonunda iken en baskın yeşil alg takson sayısı Urla istasyonunda görülmektedir. Deniz çayırları takson sayısı bakımından en fazla Urla’ da 3 takson bulunarak 2 takson ile Foça istasyonu onu takip etmekte ve 1 takson da Mordoğan istasyonunda görülmektedir. Bostanlı, Bayraklı ve İnciraltı istasyonlarında ise deniz çayırı gözlenmemiştir. Makrofloranın istasyonlara göre yayılımı Tablo 4.3.1.’ de verilmiştir.

Tablo 4.1.2. Makrofloranın istasyonlara göre dağılımı [1: Foça, 2: Bostanlı, 3: Bayraklı, 4: İnciraltı, 5: Urla, 6: Karaburun-Mordoğan].

TAKSON	ESG	1	2	3	4	5	6
<i>Ericaria crinita</i> (Duby) Molinari&Guiry	I	1	0	0	0	1	1
<i>Padina pavonica</i> (L.) Thivy	I	1	0	0	0	1	1
<i>Sargassum vulgare</i> C.Agardh	I	0	0	0	0	1	0
<i>Dictyopteris polypodioides</i> (A.P. De Candolle) J.V. Lamour.	I	1	0	0	0	0	0
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V.Lamour. var. <i>Dichotoma</i>	II	0	0	0	0	1	0
<i>Dictyota fasciola</i> (Roth) J.V.Lamour	II	1	0	0	0	1	1
<i>Dictyota spiralis</i> Mont.	II	0	0	0	0	1	0
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngb. var. <i>Siliculosus</i>	II	0	1	1	1	1	0
<i>Feldmannia irregularis</i> (Kütz.) G.Hamel	II	1	1	1	1	1	1
<i>Feldmannia mitchelliae</i> (Harvey) H.-S.Kim	II	0	0	0	0	1	0
<i>Halopteris scoparia</i> (L.) Sauv.	II	1	0	0	0	1	1
<i>Myrionema orbiculare</i> J.Agardh	II	1	0	0	0	1	1
<i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) C.Agardh	II	1	0	0	1	1	1
<i>Amphiroa beauvoisii</i> J.V.Lamouroux	I	0	0	0	1	0	0
<i>Amphiroa rigida</i> J.V.Lamour.	I	1	0	0	0	1	1
<i>Corallina officinalis</i> L.	I	0	0	0	0	1	1
<i>Ellisolandia elongata</i> (J.Ellis& Sol.) K.R.Hind& Saunders	I	0	0	0	0	1	1
<i>Ganonema farinosum</i> (J.V.Lamouroux) K.C.Fan&Y.C.Wang*	I	0	0	0	0	0	1
<i>Hydrolithon farinosum</i> (J.V. Lamour.) D.Penrose et Y.M. Chamberlain	I	0	0	0	0	1	1
<i>Jania rubens</i> (L.) J.V. Lamouroux	I	1	0	0	0	1	1
<i>Jania virgata</i> var. <i>attenuata</i> (Kütz.) E.Taşkin	I	1	0	0	0	1	1
<i>Peyssonnelia dubyi</i> P.L. &H.M.Crouan	I	0	0	0	1	0	0
<i>Peyssonnelia squamaria</i> (S.G.Gmel.) Decaisne	I	0	0	0	0	1	0
<i>Acanthophoranayadiformis</i> (Delile) Papenf.*	II	0	0	1	0	1	0
<i>Acrochaetium microscopicum</i> (Nägeli&Kütz.) Nägeli	II	1	1	1	1	1	1
<i>Anotrichium tenue</i> (C.Agardh) Nägeli	II	1	0	0	0	1	1
<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightf.) Roth	II	1	0	1	1	1	1
<i>Ceramium virgatum</i> Roth	II	0	1	0	0	0	0
<i>Chroodactylon ornatum</i> (C.Agardh) Basson	II	1	1	1	1	1	1
<i>Colaconema daviesii</i> (Dillwyn) Stegenga	II	1	0	1	1	1	1
<i>Dasya rigidula</i> (Kütz.) Ardiss.	II	1	0	0	0	1	0
<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J.Agardh	II	1	1	1	1	1	1
<i>Gayliella taylorii</i> (E.Y.Dawson) T.O.Cho&S.M.Boo	II	1	1	0	0	0	1
<i>Gracilaria gracilis</i> (Stackhouse) Steentoft, L.M. Irvine&Farnham	II	0	1	0	0	0	0
<i>Herposiphonia secunda</i> (C.Agardh) Ambronn	II	1	1	0	0	1	1
<i>Herposiphonia tenella</i> (C.Agardh) Ambronn	II	1	0	0	0	1	1
<i>Huismaniella nigrescens</i> (Feldmann) G.Furnari, Cormaci, Alongi&Perrone	II	0	0	0	0	1	0
<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V. Lamouroux	II	1	1	0	0	1	1
<i>Lophosiphonia obscura</i> (C. Agardh) Falkenb.	II	1	0	0	0	0	1
<i>Polysiphonia opaca</i> (C.Agardh) Moris & De Notaris	II	1	0	0	0	1	0
<i>Polysiphonia morrowii</i> Harvey*	II	0	1	1	0	0	0

<i>Polysiphonia scopulorum</i> Harv.	II	0	0	0	0	1	1
<i>Polysiphonia sertularioides</i> (Grateloup) J.Agardh	II	0	0	0	1	1	1
<i>Stylonema alsidii</i> (Zanard.) Drew	II	1	1	1	1	1	1
<i>Anadyomene stellata</i> (Wulfen) C.Agardh	I	0	0	0	0	1	0
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kütz.	II	1	1	1	1	0	1
<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F. Müller) Kütz.ing	II	1	1	1	1	0	1
<i>Cladophora dalmatica</i> Kütz.	II	1	0	1	1	1	0
<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kütz.	II	0	0	0	0	1	0
<i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kütz.	II	1	1	1	1	1	1
<i>Caulerpa cylindracea</i> Sonder*	II	1	0	0	0	0	0
<i>Phaeophila dendroides</i> (P.L.Crouan&H.M.Crouan) Batters	II	0	0	0	0	1	0
<i>Ulva clathrata</i> (Roth) C.Agardh	II	0	1	0	0	0	0
<i>Ulva compressa</i> L.	II	1	1	1	1	1	1
<i>Ulva intestinalis</i> L.	II	1	1	1	1	1	0
<i>Ulva lactuca</i> L.	II	0	1	0	0	0	0
<i>Ulva linza</i> L.	II	1	1	0	1	1	1
<i>Ulva polyclada</i> Kraft	II	0	1	0	0	1	0
<i>Ulva prolifera</i> O.F.Müll.	II	0	1	1	1	1	0
<i>Ulva rigida</i> C.Agardh	II	1	1	1	1	1	1
<i>Ulvella lens</i> P.L.Crouan et H.M.Crouan	II	0	0	0	0	1	0
<i>Valonia utricularis</i> (Roth) C.Agardh	II	0	0	0	0	1	0
<i>Cymodocea nodosa</i> (Ucria) Ascherson	I	1	0	0	0	1	0
<i>Posidonia oceanica</i> (L.) Delile	I	1	0	0	0	1	1
<i>Zostera noltei</i> Hornemann	I	0	0	0	0	1	0

ESG: Ekolojik Kalite Grubu, *Yabancı yayılımcı tür

4.2. İzmir Körfezi Kıyılarında Ekolojik Durum Tespit Çalışmaları

İzmir Körfezi kıyılarına altı istasyondan (Foça, Bostanlı, Bayraklı, İnciraltı, Urla, Karaburun-Mordoğan) ekolojik durum tespiti Ecological Evaluation Index (EEI) ile gerçekleştirilmiştir. EEI için örneklemeler kuadrat yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

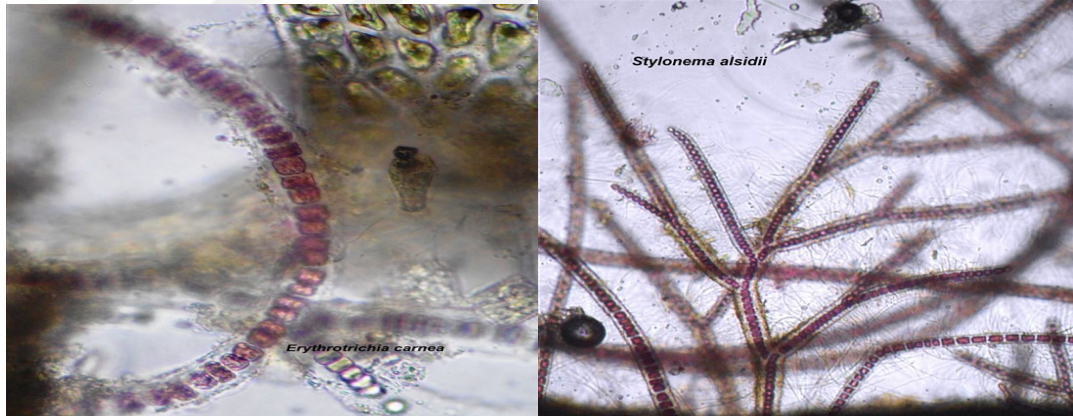
4.2.1. Foça EEI Değerlendirmesi

ESG I grubunda bulunan hassas türlerden *P.oceanica* ve *C. nodosa* (Şekil 4.2.1.4) deniz çayırı türleri ve kahverengi alglerden *Ericaria crinata* ve *Padina pavonica* yoğun olarak görülmektedir. Ayrıca kırmızı alglerden *Jania rubens* (Şekil 4.2.1.1) ise genel bakıldığında diğer ESG I grup türlerinden daha yoğun bulunmaktadır. ESG II grubundan ise kırmızı alglerden *Erythrotrichia carnea* ve *Stylonema alsidii* (Şekil 4.2.1.2) epifit türler ile yeşil alglerden *Chaetomorpha aerea*,

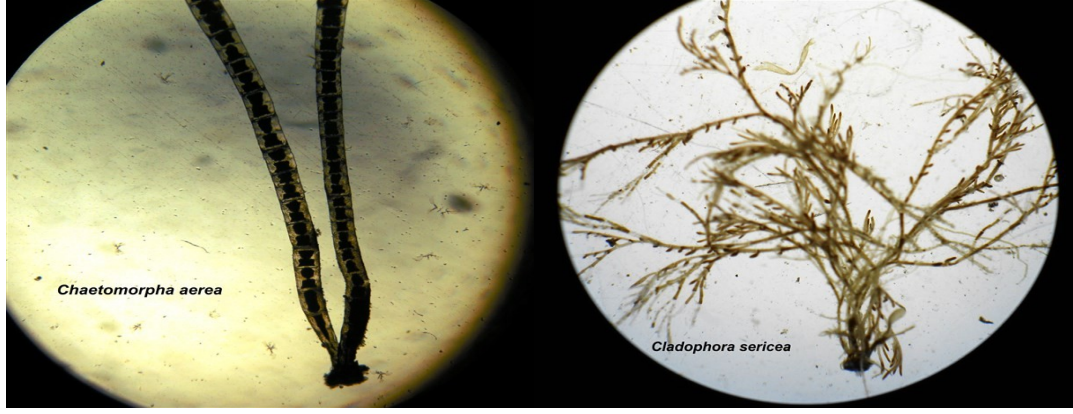
Cladophora sericea (Şekil 4.2.1.3) türleri daha az bulunmaktadır. ESG I grubunun ortalama örtü (%) değeri % 71,67 ve ESG II grubu ise ortalama değeri % 24,223 olarak hesaplanmıştır. ESG I türlerinin örnekleme alanında daha yoğun bulunduğu tespit edilmiştir. Foça istasyonunda EEI-c değeri 8,76 ve EEIeko değeri 0,85 olarak hesaplanmıştır. İstasyonun "Çok İyi" ekolojik durum sınıfında olduğu görülmüştür. Foça' da bulunan türler ve ortalama yüzde örtü değerleri Tablo 4.2.1.1' de verilmiştir.



Şekil 4.2.1.1. *Padina pavonica* (sol), *Jania rubens* (sağ)



Şekil 4.2.1.2. *Erythrotrichia carnea* (sol), *Stylonema alsidii* (sağ)



Şekil 4.2.1.3. *Chaetomorpha aerea* (sol), *Cladophora sericea* (sağ)



Şekil 4.2.1.4. *Cymodocea nodosa* (sol), *Posidonia oceanica* (sağ)

Tablo 4.2.1.1. Foça istasyonunda makrofitlerin fonksiyonel grupları (ESG= EcologicalStateGroup), ortalama örtü değerleri (%) ve ekolojik durum sınıfı.

Ege Denizi İstasyonlar-FOÇA			
		Fonksiyonel Grup	
	Türler/Taksa	ESG	Ortalama
	HETEROKONTOPHYTA		
	PHAEOPHYCEAE (Kahverengi Algler)		
1	<i>Ericaria crinita</i> (Duby) Molinari&Guiry	I	20,00
2	<i>Padina pavonica</i> (L.) Thivy	I	16,667
3	<i>Dictyopteris polypodioides</i> (A.P. De Candolle) J.V. Lamour.	II	0,333
4	<i>Dictyota fasciola</i> (Roth) J.V.Lamour.	II	0,500
5	<i>Feldmannia irregularis</i> (Kütz.) G. Hamel	II	0,100
6	<i>Halopteris scoparia</i> (L.) Sauv.	II	13,667
7	<i>Myrionema orbiculare</i> J.Agardh	II	0,100
8	<i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) C.Agardh	II	0,367
	RHODOPHYTA		
9	<i>Amphiroa rigida</i> J.V.Lamour.	I	0,667

10	<i>Jania virgata</i> var. <i>attenuata</i> (Kützinger) E. Taşkin	I	0,667
11	<i>Hydrolithon farinosum</i> (J.V. Lamour.) D.Penrose et Y.M. Chamberlain	I	0,333
12	<i>Jania rubens</i> (L.) J.V. Lamouroux	I	1,333
13	<i>Phymatolithon lenormandii</i> (Aresch.) W.H.Adey	I	2,000
14	<i>Acrochaetium microscopicum</i> (Nägeli) Kützinger	II	0,001
15	<i>Anotrichium tenue</i> (C.Agardh) Nägeli	II	0,033
16	<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightf.) Roth	II	0,117
17	<i>Chroodactylon ornatum</i> (C.Agardh) Basson	II	0,001
18	<i>Colaconema daviesii</i> (Dillwyn) Stegenga	II	0,010
19	<i>Dasya rigidula</i> (Kütz.) Ardiss.	II	0,033
20	<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J.Agardh	II	0,010
21	<i>Gayliella taylorii</i> (E.Y.Dawson) T.O.Cho&S.M.Boo	II	0,033
22	<i>Herposiphonia secunda</i> (C.Agardh) Ambronn	II	0,100
23	<i>Herposiphonia tenella</i> (C.Agardh) Ambronn	II	0,100
24	<i>Laurencia obtusa</i> (Huds.) J.V.Lamour.	II	0,167
25	<i>Lophosiphonia obscura</i> (C. Agardh) Falkenb.	II	0,100
26	<i>Polysiphonia opaca</i> (C.Agardh) Moris & De Notaris	II	0,067
27	<i>Stylonema alsidii</i> (Zanardini) Drew	II	0,001
CHLOROPHYTA			
28	<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kütz.	II	0,033
29	<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F. Müller) Kützinger	II	0,033
30	<i>Cladophora dalmatica</i> Kütz.	II	0,333
31	<i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kütz.	II	0,333
32	<i>Caulerpa cylindracea</i> Sonder*	II	0,333
33	<i>Ulva intestinalis</i> L.	II	0,333
34	<i>Ulva compressa</i> L.	II	1,667
35	<i>Ulva linza</i> L.	II	1,333
36	<i>Ulva rigida</i> C.Agardh	II	3,333
SPERMATOPHYTA			
37	<i>Cymodocea nodosa</i> (Ucria) Ascherson	I	10,000
38	<i>Posidonia oceanica</i> (L.) Delile	I	20,000
CYANOBACTERIA			
39	Cyanophyceae-Rivularia atra	II	0,450
BACILLARIOPHYCEAE			
40	Diatome	II	0,250
TOPLAM TAKSON SAYISI		40	
ESG I		9	71,667
ESG II		31	24,223
EEI-c		8,76	
EEI_{eqr}			0,85
Ekolojik Durum Sınıfı			ÇOK İYİ

4.2.2. Bostanlı EEI Değerlendirmesi

Ulva türleri özellikle *U. lactuca*, *U. compressa*, *U. intestinalis*, *U. rigida* ve *U. linza* (Şekil 4.2.2.1) örnekleme alanında kirliliği temsil eden türler yoğun bulunmaktadır. ESG II grubu arasında bulunan kırmızı alglerden *Gracilaria gracilis* (Şekil 4.2.2.2) türü yoğun olarak görülmüştür. Bostanlı istasyonunda % 53,06 ortalama örtü değeri hesaplanmıştır. Yalnızca ESG II grubuna ait türler görülmüştür. Ekolojik Değerlendirme İndeksi' ile hesaplandığında EEI-c değeri 2,18 ve EEI_{eqr}

değeri 0,04 ölçülmüştür. İstasyon "Kötü" ekolojik kalitede olup Bostanlı' da bulunan türler ve ortalama % örtü değerleri Tablo 4.2.2.1'de verilmiştir.



Şekil 4.2.2.1. *Ulva rigida* (sol), *Ulva linza* (sağ)



Şekil 4.2.2.2. *Gracilaria gracilis*

Tablo 4.2.2.1. Bostanlı istasyonunda makrofitlerin fonksiyonel grupları (ESG= EcologicalStateGroup), ortalama örtü değerleri (%) ve ekolojik durum sınıfı.

Ege Denizi İstasyonlar-Bostanlı			
		Fonksiyonel Grup	
	Türler/Taksa	ESG	Ortalama
	HETEROKONTOPHYTA		
	PHAEOPHYCEAE (Kahverengi Algler)		
1	<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngb. var. <i>Siliculosus</i>	II	0,08
2	<i>Feldmannia irregularis</i> (Kütz.) G.Hamel	II	0,08

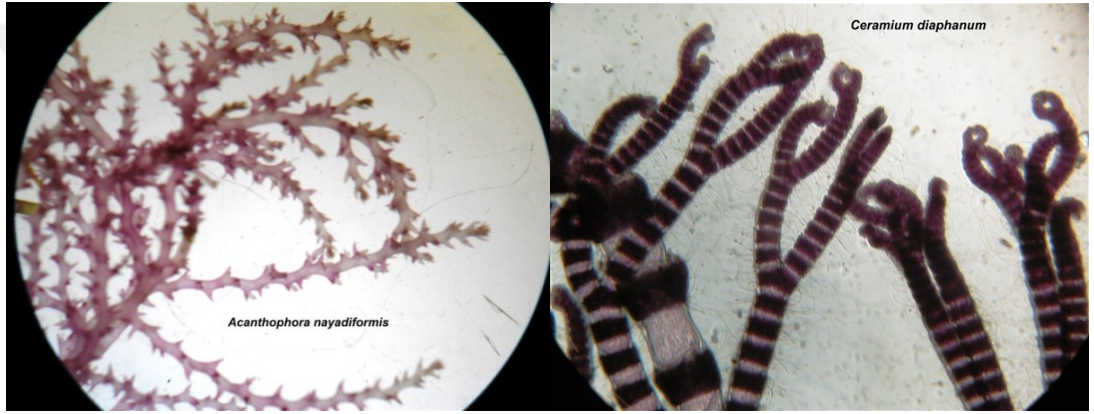
	RHODOPHYTA		
3	<i>Gracilaria gracilis</i>	II	3,33
4	<i>Polysiphonia morrowii</i> Harvey*	II	0,08
5	<i>Acrochaetium microscopicum</i> (Nägeli ex Kütz.) Nägeli	II	0,010
6	<i>Ceramium virgatum</i> Roth	II	0,08
7	<i>Chroodactylon ornatum</i> (C.Agardh) Basson	II	0,01
8	<i>Colaconema daviesii</i> (Dillwyn) Stegenga	II	0,01
9	<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J.Agardh	II	0,10
10	<i>Stylonema alsidii</i> (Zanard.) Drew	II	0,01
	CHLOROPHYTA		
11	<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kütz.	II	0,17
12	<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F. Müller) Kütz.	II	0,17
13	<i>Cladophora sericea</i> (Huds.) Kütz.	II	2,00
14	<i>Ulva clathrata</i> (Roth) C.Agardh	II	0,33
15	<i>Ulva compressa</i> L.	II	10,00
16	<i>Ulva intestinalis</i> L.	II	8,33
17	<i>Ulva lactuca</i> L.	II	6,67
18	<i>Ulva linza</i> L.	II	6,67
19	<i>Ulva rigida</i> C.Agardh	II	13,333
20	<i>Ulva polyclada</i> Kraft	II	0,17
21	<i>Ulva prolifera</i> O.F.Müll.	II	0,33
	CYANOBACTERIA		
22	Cyanophyceae	II	0,83
	BACILLARIOPHYCEAE		
23	Diatome	II	0,25
	TOPLAM TAKSON SAYISI	23	
	ESG I	0	0,00
	ESG II	23	53,06
	EEI-c	2,18	
	EEI_{eqr}	0,04	
	Ekolojik Durum Sınıfı	KÖTÜ	

4.2.3. Bayraklı EEI Değerlendirmesi

Ulva türlerinden özellikle *Ulva compressa*, *Ulva intestinalis* ve *Ulva rigida* (Şekil 4.2.2.1) örnekleme alanında baskın olup kirliliğin göstergesidir. ESG II grubu arasında yer alan Cyanophyceae türleri yoğun şekilde ve kahverengi alglerden *Ectocarpus siliculosus* var. *siliculosus* (Şekil 4.2.3.1), kırmızı alglerden *Acanthophora nayadiformis*, *Ceramium diaphanum* (Şekil 4.2.3.2) türleri ise daha az görülmektedir. Bayraklı istasyonunda % 33,06 ortalama % örtü değeri ile ESG II grubu taksonları vardır. Ekolojik Değerlendirme İndeksi' ne göre istasyonun EEI-c değeri 3,25, EEI_{eko} değeri ise 0,16 olarak ölçülmüştür. Bayraklı istasyonu "Zayıf" bir ekolojik kalite durum sınıfında olduğu görülmüştür. Bayraklı' da bulunan türler ve yüzde örtü değerleri Tablo 4.2.3.1'de verilmiştir.



Şekil. 4.2.3.1. *Ectocarpus siliculosus* var. *siliculosus*



Şekil 4.2.3.2. *Acanthophora nayadiformis* (sol), *Ceramium diaphanum* (sağ)

Tablo 4.2.3.1. Bayraklı istasyonunda makrofitlerin fonksiyonel grupları (ESG= EcologicalStateGroup), ortalama örtü değerleri (%) ve ekolojik durum sınıfı.

Ege Denizi İstasyonlar-Bayraklı			
		Fonksiyonel Grup	
	Türler/Taksa	ESG	Ortalama
	HETEROKONTOPHYTA		
	PHAEOPHYCEAE (Kahverengi Algler)		
1	<i>Ectocarpus siliculosus</i> var. <i>siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngb.	II	0,17
2	<i>Feldmannia irregularis</i> (Kütz.) G. Hamel	II	0,083
	RHODOPHYTA		
3	<i>Acanthophora nayadiformis</i> (Delile) Papenf.*	II	0,33
4	<i>Polysiphonia morrowii</i> Harvey*	II	0,08
5	<i>Acrochaetium microscopicum</i> (Nägeli ex Kütz.) Nägeli	II	0,010
6	<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightf.) Roth	II	0,08
7	<i>Chroodactylon ornatum</i> (C.Agardh) Basson	II	0,01
8	<i>Colaconema daviesii</i> (Dillwyn) Stegenga	II	0,10

9	<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J.Agardh	II	0,10
10	<i>Stylonema alsidii</i> (Zanard.) Drew	II	0,01
	CHLOROPHYTA		
11	<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kütz.	II	0,08
12	<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F. Müller) Kütz.	II	0,08
13	<i>Cladophora dalmatica</i> Kütz.	II	0,08
14	<i>Cladophora sericea</i> (Huds.) Kütz.	II	0,17
15	<i>Ulva compressa</i> L.	II	12,33
16	<i>Ulva intestinalis</i> L.	II	3,33
17	<i>Ulva rigida</i> C.Agardh	II	3,333
18	<i>Ulva prolifera</i> O.F.Müll.	II	0,17
	CYANOBACTERIA		
19	Cyanophyceae	II	12,00
	BACILLARIOPHYCEAE		
20	Diyatome	II	0,50
	TOPLAM TAKSON SAYISI	20	
	ESG I	0	0,00
	ESG II	20	33,06
	EEI-c	3,25	
	EEI_{eqr}	0,16	
	Ekolojik Durum Sınıfı	ZAYIF	

4.2.4. İnciraltı EEI Değerlendirmesi

Hassas taksonların yer aldığı ESG I grubunda kırmızı alglerden *Amphiroa beauvoisii* türü yoğun olarak bulunmaktadır. Kirlilik temsil eden *Ulva* türlerinden *Ulva compressa*, *Ulva rigida* (Şekil 4.2.2.1), *Ulva prolifera* ve *Ulva linza* yoğun bulunmaktadır. ESG I grubunun ortalama % örtü değeri %13,167 bulunurken ESG II grubunun değeri % 23,450 olarak hesaplanmıştır. ESG II türlerinin örnekleme istasyonlarında yoğun olduğu belirlenmiştir. İnciraltı istasyonunda EEI-c değeri 4,60 ve EEI_{eko} değeri 0,32 olarak hesaplanarak "Orta" ekolojik durum sınıfında olduğu belirlenmiştir. İnciraltı'nda yayılım gösteren türler ve ortalama yüzde örtü değerleri Tablo 4.2.4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.2.4.1. İnciraltı istasyonunda makrofitlerin fonksiyonel grupları (ESG= EcologicalStateGroup), ortalama örtü değerleri (%) ve ekolojik durum sınıfı.

Ege Denizi İstasyonlar-Gölbahçe K.			
		Fonksiyonel Grup	
	Türler/Taksa	ESG	Ortalama
	HETEROKONTOPHYTA		
	PHAEOPHYCEAE (Kahverengi Algler)		
1	<i>Feldmannia irregularis</i> (Kütz.) G. Hamel	II	0,083
2	<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngb. var. <i>Siliculosus</i>	II	0,167
3	<i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) C.Agardh	II	0,500
	RHODOPHYTA		
4	<i>Amphiroa beauvoisii</i> J.V.Lamouroux	I	11,667
5	<i>Peyssonnelia dubyi</i> P.L. &H.M.Crouan	I	0,500
6	<i>Phymatolithon lenormandii</i> (Aresch.) W.H.Adey	I	1,000
7	<i>Acrochaetium microscopicum</i> (Nägeli ex Kütz.) Nägeli	II	0,010
8	<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightf.) Roth	II	0,083
9	<i>Chroodactylon ornatum</i> (C.Agardh) Basson	II	0,010
10	<i>Colaconema daviesii</i> (Dillwyn) Stegenga	II	0,010
11	<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J.Agardh	II	0,010
12	<i>Polysiphonia sertularioides</i> (Grateloup) J.Agardh	II	0,067
13	<i>Stylonema alsidii</i> (Zanardini) Drew	II	0,010
	CHLOROPHYTA		
14	<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kütz.	II	0,167
15	<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F. Müller) Kütz.	II	0,167
16	<i>Cladophora dalmatica</i> Kütz.	II	0,333
17	<i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kütz.	II	0,333
18	<i>Ulva prolifera</i> O.F.Müll.	II	3,333
19	<i>Ulva intestinalis</i> L.	II	1,667
20	<i>Ulva compressa</i> L.	II	6,667
21	<i>Ulva linza</i> L.	II	2,000
22	<i>Ulva rigida</i> C.Agardh	II	6,667
	CYANOBACTERIA		
23	Cyanophyceae	II	0,450
	BACILLARIOPHYCEAE		
24	Diatome	II	0,250
	TOPLAM TAKSON SAYISI	24	
	ESG I	3	13,167
	ESG II	21	23,450
	EEI-c	4,60	
	EEI_{eqr}	0,32	
	Ekolojik Durum Sınıfı	ORTA	

4.2.5. Urla EEI Değerlendirmesi

Deniz çayırlarından *Posidonia oceanica* ve *Cymodocea nodosa* (Şekil 4.2.1.4) türleri baskındır. Kırmızı alglerden *Jania rubens*, kahverengi alglerden *Padina pavonica* (Şekil 4.2.1.1), *Ericaria crinata* ve *Sargassum vulgare* türleri yoğun olarak bulunmaktadır. ESG II grubunda bulunan yeşil alglerden *Ulva rigida* (Şekil 4.2.2.1) türleri yayılış göstermektedir. ESG I grubunun ortalama değeri %

86,42 ve ESG II grubu taksonlarının ortalama örtü değeri % 19,12 hesaplanmıştır. ESG I grubu türleri daha yoğun olarak görülmektedir. Urla istasyonu EEI-c değeri 8.64, EEIeko değeri 0.83 olarak ve "Çok İyi" ekolojik durum sınıfında olduğu görülmüştür. Urla istasyonunda bulunan türler ile % örtü değerleri Tablo 4.2.5.1. 'de sunulmuştur.

Tablo 4.2.5.1. Urla istasyonunda makrofitlerin fonksiyonel grupları (ESG= EcologicalStateGroup), ortalama örtü değerleri (%) ve ekolojik durum sınıfı.

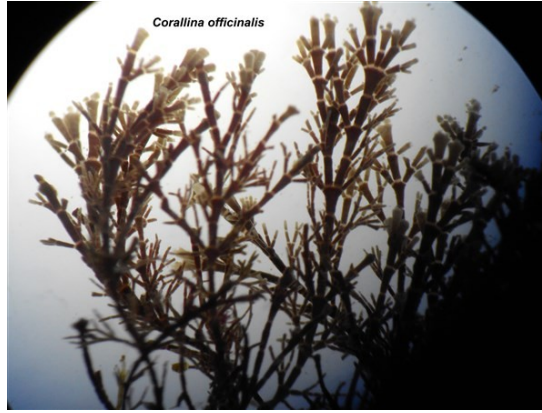
Ege Denizi İstasyonlar- URLA			
		Fonksiyonel Grup	
	Türler/Taksa	ESG	Ortalama
	HETEROKONTOPHYTA		
	PHAEOPHYCEAE (Kahverengi Algler)		
1	<i>Ericaria crinita</i> (Duby) Molinari&Guiry	I	10,00
2	<i>Padina pavonica</i> (L.) Thivy	I	5,00
3	<i>Sargassum vulgare</i> C.Agardh	I	3,33
4	<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V.Lamour. var. <i>Dichotoma</i>	II	0,33
5	<i>Dictyota fasciola</i> (Roth) J.V.Lamour.	II	0,08
6	<i>Dictyota spiralis</i> Mont.	II	0,08
7	<i>Ectocarpus siliculosus</i> . var. <i>siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngb	II	0,07
8	<i>Feldmannia mitchelliae</i> (Harvey) H.-S.Kim	II	0,07
9	<i>Feldmannia irregularis</i> (Kütz.) G. Hamel	II	0,07
10	<i>Halopteris scoparia</i> (L.) Sauv.	II	0,67
11	<i>Myrionema orbiculare</i> J.Agardh	II	0,10
12	<i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) C.Agardh	II	0,12
	RHODOPHYTA		
13	<i>Amphiroa rigida</i> J.V.Lamour.	I	0,33
14	<i>Corallina officinalis</i> L.	I	3,33
15	<i>Ellisolandia elongata</i> (J.Ellis& Sol.) K.R.Hind& Saunders	I	3,33
16	<i>Jania virgata</i> var. <i>attenuata</i> (Kütz.) E.Taşkın	I	0,33
17	<i>Hydrolithon farinosum</i> (J.V. Lamouroux) D.Penroseet Y.M. Chamberlain	I	0,25
18	<i>Jania rubens</i> (L.) J.V. Lamouroux	I	18,33
19	<i>Peyssonnelia squamaria</i> (S.G.Gmel.) Decaisne	I	0,17
20	<i>Phymatolithon lenormandii</i> (Aresch.) W.H.Adey	I	0,17
21	<i>Acanthophora nayadiformis</i> (Delile) Papenf.*	II	0,67
22	<i>Huismaniella nigrescens</i> (Feldmann) G.Furnari, Cormaci, Alongi&Perrone	II	0,17
23	<i>Acrochaetium microscopicum</i> (Nägeli&Kütz.) Nägeli	II	0,01
24	<i>Anotrichium tenue</i> (C.Agardh) Nägeli	II	0,03
25	<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightf.) Roth	II	0,17
26	<i>Ceramium codii</i> (H.Richards) G.Mazoyer	II	0,10
27	<i>Chroodactylon ornatum</i> (C.Agardh) Basson	II	0,01
28	<i>Colaconema daviesii</i> (Dillwyn) Stegenga	II	0,01
29	<i>Dasya rigidula</i> (Kütz.) Ardissonne	II	0,03
30	<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J.Agardh	II	0,01
31	<i>Herposiphonia secunda</i> (C.Agardh) Ambronn	II	0,10
32	<i>Herposiphonia tenella</i> (C.Agardh) Ambronn	II	0,10

33	<i>Heterosiphonia crispella</i> (C.Agardh) M.J.Wynne	II	0,10
34	<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V. Lamouroux	II	0,17
35	<i>Polysiphonia sertularioides</i> (Grateloup) J.Agardh	II	0,03
36	<i>Polysiphonia opaca</i> (C.Agardh) Moris & De Notaris	II	0,03
37	<i>Polysiphonia scopulorum</i> Harv.	II	0,03
38	<i>Stylonema alsidii</i> (Zanardini) Drew	II	0,01
CHLOROPHYTA			
39	<i>Anadyomene stellata</i> (Wulfen) C.Agardh	I	0,17
40	<i>Cladophora dalmatica</i> Kütz.	II	0,17
41	<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kütz.	II	0,17
42	<i>Cladophora prolifera</i> (Roth) Kütz.	II	0,17
43	<i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kütz.	II	0,17
44	<i>Phaeophila dendroides</i> (P.L.Crouan&H.M.Crouan) Batters	II	0,00
45	<i>Ulva compressa</i> L.	II	1,00
46	<i>Ulva intestinalis</i> L.	II	1,33
47	<i>Ulva linza</i> L.	II	3,33
48	<i>Ulva polyclada</i> Kraft	II	0,17
49	<i>Ulva prolifera</i> O.F.Müll.	II	0,33
50	<i>Ulva rigida</i> C.Agardh	II	8,33
51	<i>Ulvella lens</i> P.L.Crouan et H.M.Crouan	II	0,00
52	<i>Valonia utricularis</i> (Roth) C.Agardh	II	0,08
SPERMATOPHYTA			
53	<i>Cymodocea nodosa</i> (Ucria) Ascherson	I	6,67
54	<i>Zostera noltei</i> Hornemann	I	1,67
55	<i>Posidonia oceanica</i> (L.) Delile	I	33,33
CYANOBACTERIA			
56	Cyanophyceae	II	0,25
BACILLARIOPHYCEAE			
57	Diyatome	II	0,25
TOPLAM TAKSON SAYISI		57	
ESG I		15	86,42
ESG II		42	19,12
EEI-c		8,64	
EEIeqr		0,83	
Ekolojik Durum Sınıfı		ÇOK İYİ	

4.2.6. Karaburun-Mordoğan EEI Değerlendirmesi

Deniz çayırlarından *Posidonia oceanica* (Şekil 4.2.1.4) türü baskındır. Kırmızı alglerden *Phymatolithon lenormandii* ve *Corallina officinalis* (Şekil 4.2.6.1), kahverengi alglerden *Padina pavonica* (Şekil 4.2.1.1) ve *Ericaria crinata* türleri yoğun olarak bulunmaktadır. ESG II grubu içerisinde yer alan yeşil alglerden *Ulva rigida* (Şekil 4.2.2.1) türlerinin yoğun yayılım gösterdiği görülmektedir. Ekolojik Durum Grupları açısından incelendiğinde ESG I türlerinin ortalama örtü değeri % 74 ve ESG II türlerinin ortalama örtü değeri % 13,97 olup ESG I grubunda bulunan türlerin yoğun bulunduğu görülmektedir. Ekolojik Değerlendirme İndeksi açısından Karaburun-Mordoğan istasyonunda EEI-c değeri 8,47, EEIeko değeri 0,81 olarak ölçülmüş olup ekolojik durum sınıfı "Çok İyi" olarak belirlenmiştir. Urla'da

ortalama yüzde örtü değerleri ile birlikte yayılım gösteren türler Tablo 4.2.6.1. 'de verilmiştir.



Şekil 4.2.6.1. *Corallina officinalis*

Tablo 4.2.6.1. Karaburun-Mordoğan istasyonunda makrofitlerin fonksiyonel grupları (ESG= EcologicalStateGroup), ortalama örtü değerleri (%) ve ekolojik durum sınıfı.

Ege Denizi İstasyonlar-Karaburun-Mordoğan			
		Fonksiyonel Grup	
	Türler/Taksa	ESG	Ortalama
	HETEROKONTOPHYTA		
	PHAEOPHYCEAE (Kahverengi Algler)		
1	<i>Ericaria crinita</i> (Duby) Molinari&Guiry	I	5,00
2	<i>Padina pavonica</i> (L.) Thivy	I	10,000
3	<i>Dictyota fasciola</i> (Roth) J.V.Lamour.	II	0,500
4	<i>Feldmannia irregularis</i> (Kütz.) G. Hamel	II	0,100
5	<i>Halopteris scoparia</i> (L.) Sauv.	II	1,000
6	<i>Myrionema orbiculare</i> J.Agardh	II	0,100
7	<i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) C.Agardh	II	0,500
	RHODOPHYTA		
8	<i>Amphiroa rigida</i> J.V.Lamour.	I	0,333
9	<i>Corallina officinalis</i> L.	I	3,33
10	<i>Ellisolandia elongata</i> (J.Ellis& Sol.) K.R.Hind& Saunders	I	3,33
11	<i>Jania virgata</i> var. <i>attenuata</i> (Kützling) E.Taşkın	I	0,333
12	<i>Ganonema farinosum</i> (J.V.Lamouroux) K.C.Fan&Y.C.Wang*	I	8,333
13	<i>Hydrolithon farinosum</i> (J.V. Lamour.) D.Penrose et Y.M. Chamberlain	I	0,333
14	<i>Jania rubens</i> (L.) J.V. Lamouroux	I	1,333
15	<i>Phymatolithon lenormandii</i> (Aresch.) W.H.Adey	I	8,333
16	<i>Acrochaetium microscopicum</i> (Nägeli&Kützling) Nägeli	II	0,010
17	<i>Anotrichium tenue</i> (C.Agardh) Nägeli	II	0,083
18	<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightf.) Roth	II	0,500
19	<i>Chrodactylon ornatum</i> (C.Agardh) Basson	II	0,010

20	<i>Colaconema daviesii</i> (Dillwyn) Stegenga	II	0,010
21	<i>Polysiphonia sertularioides</i> (Grateloup) J.Agardh	II	0,033
22	<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J.Agardh	II	0,010
23	<i>Gayliella taylorii</i> (E.Y.Dawson) T.O.Cho&S.M.Boo	II	0,033
24	<i>Herposiphonia secunda</i> (C.Agardh) Ambronn	II	0,100
25	<i>Herposiphonia tenella</i> (C.Agardh) Ambronn	II	0,100
26	<i>Laurencia obtusa</i> (Huds.) J.V.Lamour.	II	1,333
27	<i>Lophosiphonia obscura</i> (C. Agardh) Falkenb.	II	0,100
28	<i>Polysiphonia scopulorum</i> Harv.	II	0,100
29	<i>Stylonema alsidii</i> (Zanardini) Drew	II	0,010
	CHLOROPHYTA		
30	<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kütz.	II	0,083
31	<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F. Müller) Kützing	II	0,083
32	<i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kütz.	II	0,667
33	<i>Ulva compressa</i> L.	II	1,667
34	<i>Ulva linza</i> L.	II	1,000
35	<i>Ulva rigida</i> C.Agardh	II	5,000
	SPERMATOPHYTA		
36	<i>Posidonia oceanica</i> (L.) Delile	I	33,333
	CYANOBACTERIA		
37	Cyanophyceae	II	0,450
	BACILLARIOPHYCEAE		
38	Diyatome	II	0,250
	TOPLAM TAKSON SAYISI	38	
	ESG I	11	74,000
	ESG II	27	13,917
	EEI-c	8,47	
	EEIeqr	0,81	
	Ekolojik Durum Sınıfı	ÇOK İYİ	

Çalışma yapılan 6 istasyon ESG I ve ESG II grupları takson sayısı açısından incelendiğinde Mordoğan ve Urla istasyonları en fazla ESG I takson sayılarına sahiptir. Urla istasyonunda kırmızı alglerden *Jania rubens*, kahverengi alglerden *Padina pavonica* (Şekil 4.2.1.1), *Ericaria crinata* ve *Sargassum vulgare* türleri yoğun olarak bulunmaktadır. Mordoğan istasyonunda kırmızı alglerden *Phymatolithon lenormandii* ve *Corallina officinalis* (Şekil 4.2.6.1), kahverengi alglerden *Padina pavonica* (Şekil 4.2.1.1) ve *Ericaria crinata* türleri yoğun olarak bulunmaktadır. Bostanlı ve Bayraklı istasyonunda ise karasal baskı fazla olduğundan ESG I grubuna ait tür bulunmamıştır (Tablo 4.3.1).

Ekolojik Durum Gruplarına göre değerlendirildiğinde ESG I türlerinin ortalama örtü değeri Urla istasyonunda %86,42 (Tablo 2.5.1) ve Mordoğan istasyonunda % 74 (Tablo 4.2.6.1) olmak üzere en yüksek değerdedir. Ekolojik Değerlendirme İndeksi' ne göre Urla istasyonunda EEI-c değeri 8,64 EEIeko değeri 0,83 ve Mordoğan istasyonunda ise EEI-c değeri 8,47 EEIeko değeri 0,81 (Tablo 4.3.1) olup her iki istasyonunda "Çok İyi" ekolojik durum sınıfında olduğu belirlenmiştir. Bostanlı ve Bayraklı istasyonunda ESG II grubunda bulunan yeşil

alglerden *Ulva rigida* (Şekil 4.2.2.1) türleri yoğun yayılış göstermektedir. Kirliliği temsil eden ESG II grupları *Ulva* türleri özellikle *Ulva compressa*, *Ulva intestinalis* ve *Ulva rigida* (Şekil 4.2.2.1) Bostanlı ve Bayraklı örnekleme alanlarında daha baskın görülmektedir. Yine ESG II grubu arasında yer alan Cyanophyceae türleri bu iki istasyonda da yoğun şekilde görülürken kahverengi alglerden *Ectocarpus siliculosus* var. *siliculosus* (Şekil 4.2.3.1), kırmızı alglerden *Acanthophora nayadiformis*, *Ceramium diaphanum* (Şekil 4.2.3.2) türleri Bostanlı istasyonunda diğer göze çarpan türler arasındadır. Bostanlı istasyonunda % 53,06 Bayraklı istasyonunda % 33,06 ortalama örtü değeri ile sadece ESG II grubuna ait türler bulunmaktadır. Ekolojik Değerlendirme İndeksi' ne göre değerlendirildiğinde EEI-c değeri Bostanlı istasyonunda 2,18 Bayraklı istasyonunda ise 3,25 olup EEIeko değeri Bostanlı istasyonunun 0,04 ile "Kötü" ekolojik durum sınıfında Bayraklı istasyonunun ise 0,16 ile "Zayıf" ekolojik durum sınıfında olduğu belirlenmiştir Tablo (4.3.1).

4.3. MA-LUSİ Değerlendirmesi

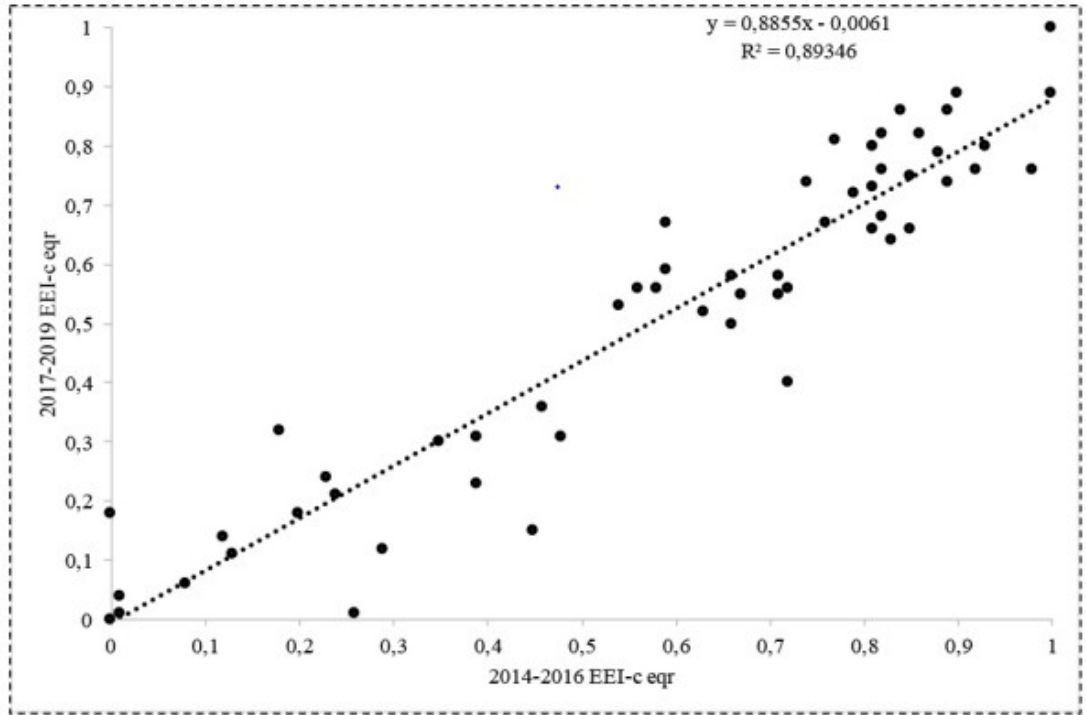
İstasyonların baskı indeks değerleri MA-LUSİ ile belirlenmiştir Tablo (4.3.1). Buna göre MA-LUSİ en yüksek 12,5 ile Bayraklı istasyonunda bulunurken bunu Bostanlı (11,25), İnciraltı (10,0), Urla (6,0), Foça (5,0) ve Mordoğan (3,9) takip etmiştir.

Tablo 4.3.1. İstasyonlara göre MA-LUSI ve EEI değerleri, Tür sayıları, ESG I ve ESG II takson sayıları

İstasyon Adı	MA-LUSI	EEI	Tür Sayısı				Toplam Tür	Ekolojik Grup Takson Sayısı	
			Phae	Rho	Chlo	Sperm		ESG I	ESG II
Foça	5	0,85	8	19	9	2	38	7	33
Bostanlı	11,25	0,04	2	8	11	0	21	0	23
Bayraklı	12,5	0,16	2	8	8	0	18	0	20
İnciraltı	10	0,32	3	10	9	0	22	3	21
Urla	6,25	0,83	12	26	14	3	55	15	42
Mordoğan	3,9	0,81	7	22	6	1	36	11	27

4.4. TARTIŞMA

Ekolojik kalite durumunun ilk kapsamlı değerlendirmesi Taşkın ve arkadaşları (2020b) tarafından ulusal izleme programı için Türkiye kıyı sularındaki makrofitler kullanılarak yapılmıştır. Çalışma 15 istasyonda yüksek ESC, 21 istasyonda iyi, 6 istasyonda orta, 10 istasyonda kötü ve 4 istasyonda kötü ESC ortaya koymuştur. Daha sonra ikinci ulusal izleme programı için 93 istasyonda ekolojik durum sınıflarını değerlendirmek üzere EEI-c test edilmiş, istasyonların çoğu Yüksek/İyi (%68,82) ekolojik durum sınıflarında, birkaç istasyon ise orta (%12,90) ve zayıf/kötü (%18,28) koşullar göstermiştir. Antalya, Dalaman, Urla, Güllük, Rize, Şile, Yakakent ve Kapıdağ iyi ekolojik durum sınıfı olarak bildirilirken (Taşkın ve ark. 2020b), bu çalışmada yüksek ekolojik durum sınıfı olarak bulunmuştur. İlk (2014-2016) ve ikinci (2017-2019) izleme sonuçları arasındaki ilişki Türkiye kıyılarında test edilmiş ve güçlü bir korelasyon bulunmuştur ($R^2= 0,89$) (Şekil 4.4.1). MA-LUSI indeksi antropojenik faaliyetlerin baskılarını değerlendirir ve rahatsız edilen sığ su makroalg toplulukları için kullanılır.



Şekil 4.4.1. Türkiye kıyılarında birinci (2014-2016) ve ikinci (2017-2019) izleme sonuçları arasındaki ilişkiler (Taşkın ve ark., 2023)

Deniz bentik makrofitleri (makroalgler ve angiospermiler) kullanılarak antropojenik etki ve baskılar Türk deniz sularında MA-LUSI' nin kullanılması ile kıyılardaki 56 istasyondan makrofit örnekleri toplanmıştır. 17 Karadeniz, 15 Marmara Denizi, 13 Ege Denizi ve 11 Akdeniz kıyı su kütlelerinde 2014-2016 yaz dönemi tüm istasyonlarda toplamda 209 makrofit bulunmuştur. Çalışma, 15 alan için yüksek, 21 alan için iyi, orta, 6 istasyon için kötü, 10 istasyon için kötü ve 4 istasyon için kötü düzeyde ekolojik durum sınıfı ortaya koymuştur.

Marmara Denizi kıyılarında MARFEI indeksi ile yapılan çalışmada Şarköy, Kapıdağ, Edincik İYİ, Marmara Ereğlisi, Bandırma, Tekirdağ, Yalova ve Armutlu ORTA, Tuzla, Kavaklıdere, Susurluk Ağız ve Kaytazdere ZAYIF, Hereke, Küçükçekmece ve Gemlik KÖTÜ bir ekolojik kalite sınıfında oldukları rapor edilmiştir. Lapseki, Şarköy, Marmara Ereğlisi İYİ, Tekirdağ, Edincik, Bandırma, Karabiga, Tuzla, Yenikapı, Değirmendere, Kavaklıdere, Çınarcık, Eskihisar,

Mudanya ve Susurluk Doğu ORTA, Susurluk Ağzı, Silivri ve Kadıköy ZAYIF, Büyükçekmece ve Hereke KÖTÜ bir ekolojik kalite sınıfında oldukları tespit edilmiştir. 2019 yılında Kapıdağ, Şarköy "ÇOK İYİ", Karabiga, Lapseki, Marmara Ereğlisi, Susurluk Doğu "İYİ", Tekirdağ, Susurluk, Eskihisar, Ağzı, Kadıköy, Kavaklıdere, Adalar, Mudanya, Çınarcık, Armutlu "ORTA", Değirmendere, Yenikapı, Silivri "ZAYIF", Büyükçekmece ve Hereke "KÖTÜ" kalite sınıfında oldukları rapor edilmiştir. 2019 yılı baskı indeksi (MA-LUSI) ile etki indeksi (EEI-c) arasındaki ilişki değerlendirmesi sonucunda negatif lineer bir ilişki bulunmuştur.

Bentik Ekolojik Değerlendirme Hızlı İndeksi (BEARI), kıyı sularının ekolojik kalitesini değerlendirmek için yeni, tahribatsız bir yöntem olarak önerilmiş olup, Ege Denizi ve Marmara Denizi kıyılarındaki 9 istasyonda test edilmiştir. Çalışma, 3 istasyon için yüksek, 3 istasyon için iyi, 1 istasyon için orta ve 2 istasyon için kötü ekolojik durum sınıfını ortaya çıkarmıştır. Hereke (Marmara Denizi) ve Bostanlı (İzmir, Ege Denizi) antropojenik aktiviteler ve en yüksek MA-LUSI indeks değerleri bulunmuştur. Bostanlı (11.25) ve Hereke (8.75) örnekleme sahalarında MA-LUSI indeksi ve BEARI test edilmiş ve negatif bir doğrusal ilişki bulunmuştur.

Türkiye kıyı sularını ekolojik kalite durumu denizel makroalgler ve denizel çiçekli bitkileri kullanılarak Taşkın ve ark. (2020) tarafından incelenmiştir. Yıkıcı bir yöntem olan Ekolojik Değerlendirme İndeksi'ni (EEI) ve tahribatsız, hızlı ve kolay uygulanabilen Bentik Ekolojik Değerlendirme Hızlı İndeksi (BEARI) kullanılmıştır. Yıkıcı indeks EEI ile yeni tahribatsız indeks BEARI arasındaki ilişki sonuçlar test edilmiş ve iyi bir korelasyon ($R^2= 0.94$, $p= 0.0018$) bulunmuştur.

Makroalgler ekolojik önemleri ve baskılara duyarlılıkları ile izleme çalışmaları için iyi ekolojik göstergeler olarak bilinmektedir (D'Archino ve Piazzzi, 2021). Makroalg toplulukları sıklıkla yıkıcı yöntemlerle incelenir, ancak yıkıcı yöntemler hassas makrofitler üzerinde kullanılmaya uygun değildir (D'Archino ve Piazzzi 2021). Ekolojik Değerlendirme İndeksi (EEI-c), Türkiye kıyı sularının makrofitlerini (makroalgler ve angiospermiler) kullanarak ekolojik durumunu değerlendirmek için uygun bir endeks olarak bildirilmiştir (Taşkın ve ark., 2020b).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Geçiş ve kıyı sularının ekolojik durumunu tahmin etmek ve restorasyon hedeflerini belirlemek için Orfanidis ve ark. (2001) tarafından geliştirilen Ekolojik Değerlendirme İndeksi, deniz bentik makrofit türleri (algler, deniz çayırları) sucul ekosistemdeki geç ardışık türlerle bozulmamış durumdan (ESG I) fırsatçı türlerle bozulmuş duruma (ESG II) geçişleri belirtmek için kullanılmıştır. İlk grup olan ESG I kalın, kalkerli, kabuksu, düşük büyüme oranlarına ve uzun yaşam döngülerine sahip algler ile deniz çayırlarını (*Posidonia oceanica* ve *Cymodocea nodosa*) içerir. İkinci grup ESG II ise düzgün ve ipliksi, yüksek büyüme oranları ve kısa yaşam döngülerine sahip, fırsatçı makroalgleri (yapraksı, filamentli ve kaba dallı türler) içerir. Deniz çayırları ilk gruba dahil edilirken, Cyanophyceae ve dallanmış tallusu olan türler ikinci gruba dahil edilmiştir. Ekolojik durumun yüksekten kötüye doğru beş kategoriye ayrılması, ESG'lerin bir matrisinde çapraz karşılaştırmayı ve sayısal bir puanlama sistemini içermektedir. Model, AB Su Çerçeve Direktifi'nin gerekliliklerini yerine getirerek bölgesel ve ulusal düzeylerde karşılaştırmalara, sıralamalara ve önceliklerin belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Modelin başarılı bir uygulaması, Makedonya ve Trakya bölgesinin (Kuzey Yunanistan) seçilmiş lagünlerinde ve Saronik Körfezi kıyı ekosistemlerinde (Orta Yunanistan) gerçekleştirilmiştir. Makedonya ve Trakya lagünleri'nde toplamda 18 takson (7 Chlorophyta, 2 Phaeophyceae ve 9 Rhodophyta) ve 2 Spermatophyta türü belirlenmiştir. En fazla takson sayısı Vassova Lagünü'nde ve en az takson Fanari Lagünü'nde kaydedilmiştir. ESG II takson bolluğu, tüm Delta Nestos lagünlerinde ESG I' takson sayısından daha yüksek bulunmuş bu eğilimin, esas olarak kışın ESG II türlerinin yüksek baskınlığından kaynaklandığı belirtilmiştir. Fanari Lagünü'nde ESG I türlerinin belirgin bir baskınlığı görülmüştür. Lagünlerin ekolojik durumu EEI kullanılarak değerlendirilmiş: üç lagün düşük (Eratino, Keramoti, Vassova), bir lagün iyi (Agiasma) ve bir lagün yüksek (Fanari) ekolojik durum kategorisine sınıflandırılmıştır. Delta Nestos havzalarının genel ekolojik durumu orta olarak değerlendirilmiştir (EEI=4.9). Saronik Körfezi'nde toplamda 47 takson belirlenmiştir (10 Chlorophyta, 14 Phaeophyceae ve 23 Rhodophyta). 17 takson ESG I de, 30 takson ESG II de sınıflandırılmıştır. ESG II türleri 2. ve 3. istasyonda baskınken, ESG I türleri 1. ve 4. İstasyonda baskın olduğu görülmüştür. Saronik

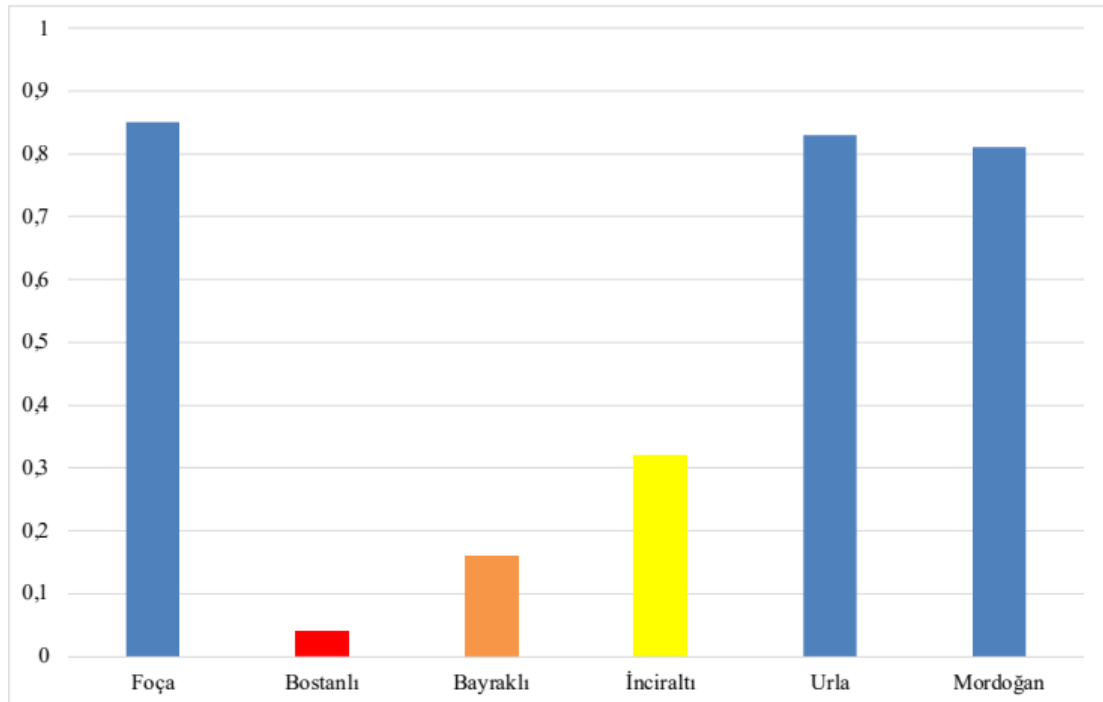
Körfezi' nin ekolojik durumu EEI kullanılarak değerlendirilmiş: bir istasyon (2.) düşük, iki istasyon orta (1. ve 3.) ve bir istasyon iyi (4.) ekolojik durum kategorisinde sınıflandırılmıştır. İç ve Dış Saronik Körfezi'nin genel ekolojik durumu sırasıyla orta (EEI=4.95) ve iyi (EEI=6.38) olarak değerlendirilmiştir.

Orfanidis ve ark. tarafından 2001 yılında yapılan bu çalışmada geliştirilen ekolojik değerlendirme modeli, Avrupa ve dünya çapındaki geçiş ve kıyı su yöneticileri için değerli bir araç olabileceği belirtilmiştir. Onlara, bölgesel ve ulusal düzeylerde hızlı bir şekilde ve deniz yosunu veya deniz çayırı taksonomisi konusunda uzmanlaşmış bilgiye ihtiyaç duymadan karşılaştırma, sıralama ve öncelik belirleme olanağı sağlayacağı belirtilmiştir. Modelin kullanımı, mevcut ekolojik durumun kapsamlı ve nesnel bir resmini sağlayabilirken, bir izleme programı çevresel bozulma veya iyileştirmenin analizine olanak sağlayabilmektedir. Deniz bentik makrofitleri, işlevsel form özelliklerine göre, zıt ekolojik durumları temsil eden iki ekolojik grupta sınıflandırılmıştır. Önerilen ESG' ler arasındaki belirsiz sınırlar nedeniyle, belirli miktarda araştırma gereksinimi olduğu belirtilmiştir. Önerilen EEI, su ekosistemlerini yüksekten kötüye beş ekolojik kategoride sınıflandırılmıştır ve kesin sınırlarının test edilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Ege Denizi kıyılarında TÜBİTAK desteği ile yürütülen "Ege Denizi Makroflora Tür Çeşitliliği ve Ekolojik Kalite Durumunun Belirlenmesi" başlıklı proje ile Edirne'den Muğla'ya kadar kıyının taranarak, denizel makroalg ve denizel çayırlarının tespiti yapılmıştır. Yapılan araştırmada tür ve türaltı seviyede 470 denizel makroalg ve deniz çayırı türü rapor etmişlerdir. Bu taksonlardan 29' unun yabancı tür olduğuna dikkat çekilmiştir. Bu çalışma sonucunda Ege Denizi kıyılarında ciddi bir antropojenik baskının olduğunu, deşarj sularının, endüstriyel ve evsel atıkların, balıkçılık faaliyetlerinin, liman faaliyetlerinin baskısını suyun altında gördüklerini belirtmişlerdir. Deniz çayırları ile gölgelik oluşturan türler ve biyoçeşitliliğimizi korumaya yönelik stratejiler geliştirmemiz gerektiği ifade edilmiştir. Küresel ısınmanın artık hissedilebilir şekilde olduğunu anlaşılmaktadır. Karasal kısımda kirliliği önlemek için deniz çayırlarının, alglerin bulunduğu yerlerde balıkçılık faaliyetlerini 40 m ve altı derinliğe çekmek gerekmektedir. Bunun yanı sıra marina

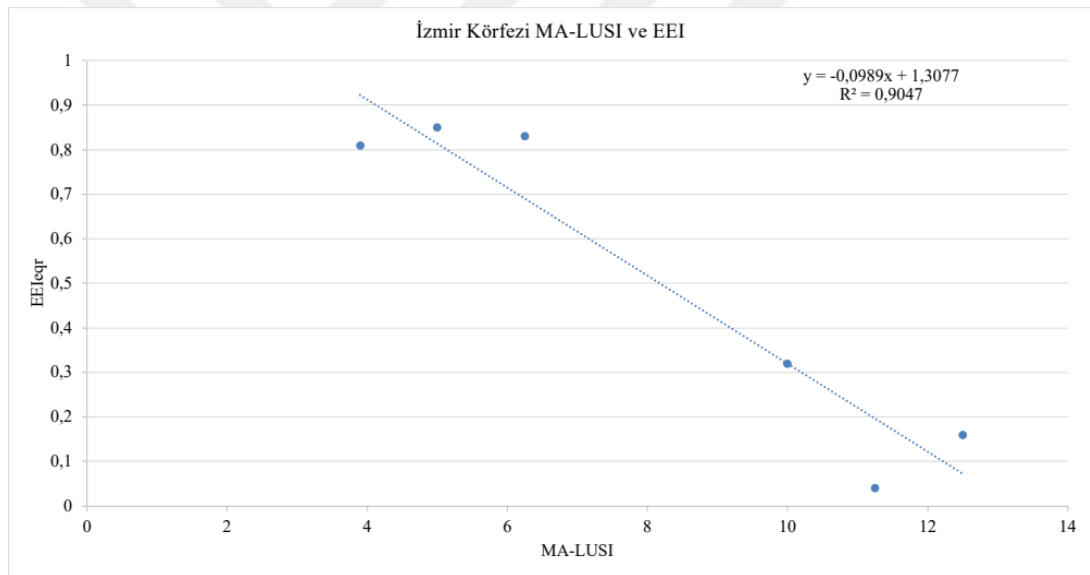
ve limanları, deniz çayırlarının olduğu yerlerde yapmamamız, gemilerde ekolojik çapaların kullanılması önem arz etmektedir (Taşkın, 2024).

Bu çalışmada ise Ege Denizi kıyılarına ait 6 istasyonun [Foça, Bostanlı, Bayraklı, İnciraltı, Urla, Mordoğan] makroflora (denizel makroalgler ve denizel fanerogamlar) ile ekolojik kalite durumunun belirlenmesi amacıyla ABSÇD’negöre geliştirilen bir makrofit indeks Ekolojik Değerlendirme İndeksi (EEI) kullanılmıştır. 2023 yılı yaz ve sonbahar mevsimlerinde örneklemeler yapılarak buradaki makrofit toplulukların durumu ve tür çeşitliği incelenmiştir. Örneklemelerde örnekleme aracı olarak 625 cm² (25x25cm) alana sahip kuadrat kullanılmıştır. 625 cm² lik örtü içerisindeki makrofit florasındaki bireylerin yüzde dağılımlarına göre Ekolojik Değerlendirme İndeksi uygulanmıştır. Toplanan makroflora türlerinden hassasolanlar ESG I grubu ile fırsatçı ve toleranslı olanlar ise ESG II grubu olmak üzere iki ana ekolojik gruba altında sınıflandırılmıştır. Ekolojik Değerlendirme İndeksi’ndeile her istasyonun ESG I ve ESG II % olarak ortalama örtü değerleri tespit edilmiştir. Sonrasında bulunan EEI-c değeri ile ekolojik kalite oranı hesaplanarak istasyonların ekolojik kalite durum sınıfı bulunmuştur (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. İstasyonların EEIeko değerleri ve ekolojik kalite sınıfı.

Sonuç olarak denizel bentik makrofitler çevresel etkiler ve antropojenik baskılar etkisiyle yayılış göstermektedir. Fırsatçı türler karasal baskıların olduğu bölgelerde yoğun iken etkilenmemiş bölgelerde hassas türler yoğundur. Bu çalışmada Ege Denizi kıyılarına ait 6 istasyonda [Foça, Bostanlı, Bayraklı, İnciraltı, Urla, Mordoğan] 2023 yılı yaz ve sonbahar mevsimlerinde makrofitlerin kuadrat yöntemi ile örnekleme yapılmış olup Ekolojik Değerlendirme İndeksi' ne göre hesaplama yapılarak kalite durumu belirlenmiştir. İndeks modeline göre ESG I ve ESG II ortalama % örtü değerleri hesaplanmıştır. Ortalama yüzde örtü değerleri ESG I ve ESG II ortalama değerlerine göre bulunduktan sonra 0-10 arası EEI-c değerleri tespit edilmiştir. Bu EEI-c değerleri AB SÇD' ne göre 0 ile 1 arasındaki ekolojik kalite oranlarına dönüştürülmüştür. Her istasyon için ayrı ayrı "Çok İyi, İyi, Orta, Zayıf, Kötü" olmak üzere ekolojik kalite durum sınıfları belirlenmiştir.



Şekil 5.2. İstasyonların EEI ile baskı verileri (MA-LUSI indeksi) arasındaki ilişki

MA-LUSI indeksi doğrudan (deniz kültürü, sediment besin salınımı, kanalizasyon çıkışı, düzensiz tatlı su girişleri, liman) ve dolaylı baskıları (kentleşme, ticaret ve sanayi, tarım) içerir. Her baskı türünün kendine özgü puanları vardır. MA-LUSI tüm örneklenen istasyonlar için test edilmiştir.

Bu çalışma ile Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi (SÇD, 2000/60/EC) ve Deniz Strateji Direktifi (DSÇD, 2008/56/EC) kapsamında İzmir Körfezi'nde (Ege

Denizi, Türkiye) 6 istayondan (Mordoğan, Urla, İnciraltı, Bayraklı, Karşıyaka ve Foça) makroflora ile makrofit indeksler kullanılarak kıyı sularının ekolojik durum değerlendirmesi yapılmış olup EEI ile yeni tahribatsız indeks MA-LUSI arasındaki ilişki sonuçlar test edilmiş ve negatif bir korelasyon ($R^2= 0,9047$) bulunmuştur (Şekil 5.2).

Çalışma sonucunda üç istasyonun [Foça (0,85 EEIeko), Urla (0,83 EEIeko) ve Karaburun (0,81 EEIeko)] "Çok İyi", bir istasyonun [İnciraltı 0,32 EEIeko] "Orta", bir istasyonun [Bayraklı 0,16 EEIeko] "Zayıf" ve bir istasyonun [Bostanlı 0,04 EEIeko] "Kötü" ekolojik durum sınıfında olduğu belirlenmiştir. Ekolojik Değerlendirme İndeksi EEIeko sonuçları 0,50' den yüksek ise çok iyi veya iyi ekosistemlerin sürdürülebilirliğini belirtmektedir. EEIeko değerlerine bakıldığında Foça, Urla ve Karaburun istasyonlarının sürdürülebilir yönetim hedefinin korunması gerekir. Baskı ve çıkar grupları kadar kişisel çıkarların da yoğun faaliyet gösterdiği kıyı alanlarının en az olumsuzlukla etkilenmesini sağlamak için geliştirilen modeller daha da artırılmalıdır. Kıyısız şehirleşme potansiyel açısından toplumların geçmişten günümüze her zaman tercih ettikleri alanlar olmuştur. Sanayi ve turizm gibi sektörler insanların kıyılara göçünü hızlandırmıştır. Kıyılarda ise toplum yararı gözönünde bulundurularak kıyı doldurma işlemleri yapılmış, bu çalışmalar ile doğal çevreye büyük ölçüde zarar verilmiştir. Böylece kıyılardaki doğal yaşamın dengesi bozulmuştur. Ayrıca yoğun şehirleşme, sanayileşme ve taşımacılıkla birlikte kıyılarda ciddi çevre kirliliği baskısı oluşmuştur. Sonuçlara göre Bostanlı istasyonunun liman varlığı, şehirleşme, endüstriyel faaliyetlerin fazla olması, Gediz Nehri' nin getirdiği kirleticiler ve antropojenik aktivitelerden en çok etkilenen istasyon olduğu görülmektedir. Bostanlı istasyonu ile birlikte Bayraklı ve İnciraltı istasyonlarında daha yüksek kaliteye ulaşılması için gerekli önlemler alınmalı ve restorasyon gereklidir. Su kaynaklarının kullanımı ve yönetiminde restorasyon, su kalitesinin iyileştirilmesi, su tüketiminin sanayi, tarım ve doğa ihtiyaçlarına göre yeniden düzenlenmesi ve yönetimi oldukça önem arz etmektedir. Su kaynaklarının yönetiminde iki ana unsuru kaynaklarını korumak ve sürdürülebilir bir şekilde kullanımını yönetmektir.

KAYNAKLAR

AB SÇD (2000). Directive 2000/60 EC of the European Parliment and of the Council of 20 October 2000 establishing a framework for Community action in the Field of Water Policy Offical Journal of the European Communities, Brussels, 72 pp.

Atay, D. (1984). Bitkisel Su Ürünleri ve Üretim Tekniği.

Ak, Y., & Hoşsucu, B. (2001). İzmir Körfezi Kemikli Balıklarına Ait Pelajik Yumurta ve Larvaların Tür Çeşitliliği, Dağılımı ve Bolluğu. *Su Ürünleri Dergisi*, 18(1).

Ballesteros, E., Torras, X., Pinedo, S., García, M., Mangialajo, L., de Torres, M. (2007) A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55: 172-180.

Badreddine, A., Abboud-Abi Saab, M., Gianni, F., Ballesteros, E., & Mangialajo, L. (2018). First assessment of the ecological status in the Levant Basin: Application of the CARLIT index along the Lebanese coastline. *Ecological indicators*, 85, 37-47.

Bayrak Arslan, A. (2015). Su Çerçeve Direktifine göre biyolojik kalite unsuru: bentik makroomurgasız. *T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Uzmanlık Tezi. 120p.*

Carletti, A., & Heiskanen, A. S. (2009). Water Framework Directive intercalibration technical report part 3: coastal and transitional waters. *JRC Scientific and Technical Reports*, 244.

Çınar, M. E., & Bakır, K. (2014). ALienBioticIndEX (ALEX)–A new index for assessing impacts of alien species on benthic communities. *Marine pollution bulletin*, 87(1-2), 171-179.

Çınar, M. E., Bakır, K., Öztürk, B., Katağan, T., Dağlı, E., Açık, Ş., ... & Bakır, B. B. (2015). TUBI (TURkishBenthic Index): A new biotic index for assessing impacts of organic pollution on benthic communities. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 21(2), 135-168.

Çoker, T. (2003). *Themorphology and ecology of the pelagiceggs and larvae of teleost fishes in İzmir Bay (In Turkish)*. EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (Doctoral dissertation, Doktora Tezi, 539 s).

Edward, G. B., & David, C. S. (2010). A Key to the More Frequently Occurring Freshwater Algae. *FreshwaterAlgae: Identification and Use as Bioindicators*. C_.

Ergene, A. Module 1: Water Framework Directive, Relation of WFD with Daughter Directives, RBMP planning, Water Bodies, Typology, Characterization Ecological Status (2014) Su Çerçeve Direktifinin Uygulaması ve Nehir Havza Yönetim Planlarının Hazırlanması Konusunda Eğiticilerin Eğitimi Projesi. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Antalya.

European Environment Agency. (2012). *European waters-assessment of status and pressures*. Office for Official Publ. Of the European Union.

Fakıoğlu, Ö., & Demir, N. (2011). Göllerin ekolojik durumunun değerlendirilmesinde fitoplankton topluluklarının kullanılması. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 3(1), 99-106.

Flo, E., Camp, J., Garcés, E. (2011). Assessment Pressure methodology, Land Uses Simplified Index (LUSI). (Personal communication WFD-CIS- phase II, Technical paper).

Flo, E., Garcés, E., & Camp, J. (2019). Land Uses Simplified Index (LUSI): Determining land pressures and their link with coastal eutrophication. *Frontiers in Marine Science*, 6, 18.

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(11), 1727-1733.

Hammer, Ø., & Harper, D. A. (2001). Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4(1), 1.

Kalyoncu, H., Barlas, M., & Ertan, Ö. (2009). Aksu Çayı' nın su kalitesinin biyotik indekslere (diyatomlara ve omurgasızlara göre) ve fizikokimyasal parametrelere göre incelenmesi, organizmaların su kalitesi ile ilişkileri. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 2(1), 14-

Madsen, J. D., Chambers, P. A., James, W. F., Koch, E. W., & Westlake, D. F. (2001). The interaction between water movement, sediment Dynamics and submersed macrophytes. *Hydrobiologia*, 444, 71-84

Mangialajo, L., Sartoni, G., & Giovanardi, F. (2008). Quaderno Metodologico sull'elemento biologico MACROALGHE e sul calcolo dello stato ecologico secondo la metodologia CARLIT. *ISPRA-Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale*, 105.

Nikolic, V., Zuljevc, A., Antolic, B (2011) Macroalgae as bioindicators in the Adriatic Sea: the application of CARLIT and EEI methods. *European Journal of Phycology* 46: 181-181.

Orfanidis, S., Panayotidis, P., & Stamatis, N. (2001). Ecological evaluation of transitional and coastal waters: a marine benthic macrophytes-based model. *Mediterranean marine science*, 2(2), 45-66.

Orfanidis, S., Panayotidis, P., & Stamatis, N. (2003). An insight to the ecological evaluation index (EEI). *Ecological indicators*, 3(1), 27-33.

Orfanidis, S., & Panayotidis, P. (2005, October). Implementation of Water Framework Directive (WFD) for coastal waters by using the Ecological Evaluation Index-EEI: the case of Kavala's and Maliakos Gulfs, Greece. In *12th Panhellenic Congress Ichthyologists* (pp. 13-16).

Orfanidis, S., Stamatis, N., Tsiagga, E. (2005). Ecological status assessment of Delta Nestos Lagoons by using biological and chemical indicators in agreement to Water Framework Directive (WFD 2000/60). *Proceedings 12th Panhellenic Congress of Ichthyologists*, Drama, Greece, pp. 245-248 (In Greek with English summary).

Orfanidis, S., Panayotidis, P., & Ugland, K. (2011). Ecological Evaluation Index continuous formula (EEI-c) application: a step forward for functional groups, the formula and reference condition values. *Mediterranean marine science*, 12(1), 199-232.

Panayotidis, P., Montesanto, B., & Orfanidis, S. (2004). Use of low-budget monitoring of macroalgae to implement the European Water Framework Directive. *Journal of Applied Phycology*, 16, 49-59.

Personnic, S., Boudouresque, C. F., Astruch, P., Ballesteros, E., Blouet, S., Bellan-Santini, D., ... & Ruitton, S. (2014). An ecosystem-based approach to assess the status of a Mediterranean ecosystem, the *Posidonia oceanica* seagrass meadow. *Plo Sone*, 9(6), e98994.

Piazzzi, L., Gennaro, P., & Ceccherelli, G. (2015). Suitability of the ALien Biotic IndEX (ALEX) for assessing invasion of macroalgae across different Mediterranean habitats. *Marine Pollution Bulletin*, 97(1-2), 234-240.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., ... Foley, J. (2009). Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, 14 (2). <http://www.jstor.org/stable/26268316>

Romero, J., Martínez-Crego, B., Alcoverro, T., Pérez, M., (2007). A multivariate index based on the seagrass *Posidonia oceanica* (POMI) to assess ecological status of coastal waters under the water framework directive (WFD) *Marine Pollution Bulletin* Volume 55, Issues 1–6, 196-204

Sahtiyancı, Ö. H. (2014). Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Çevresel Hedefler ve Önlemler Programı: Büyük Menderes Havzası Örneği. *Uzmanlık Tezi, TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara*

Sfriso, A., Facca, C., Ghetti, P. F. (2007). Rapid Quality Index, based mainly on Macrophyte Associations (R-MaQI), to assess the ecological status of the transitional environments. *Chemistry and Ecology* 23: 1–11. <https://doi.org/10.1080/02757540701702918>

Sfriso, A., Facca, C., & Ghetti, P. F. (2009). Validation of the Macrophyte Quality Index (MaQI) set up to assess the ecological status of Italian marine transitional environments. *Hydrobiologia*, 617, 117-141.

Sfriso, A., & Facca, C. (2011). Macrophytes in the anthropic constructions of the Venicelittorals and their ecological assessment by an integration of the “CARLIT” index. *Ecologica indicators*, 11(3), 772-781.

Sungur, Ö. (2019). *Ege denizi makrofit biyotik indeks ile su kalitesi* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Taşkın, E. (2015). Ecological Status of the Coastal Waters of Ayvalık (Aegean Sea, Turkey) Assessed Using the EEI Method. *Ekoloji Dergisi*, 24(95).

Taşkın, E., Tsiamis, K., & Orfanidis, S. (2018). Ecological quality of the Sea of Marmara (Turkey) assessed by the marine floristic ecological index (MARFEI). *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 24(2), 97-114.

Taşkın, E. (2020). A new non-destructive method for the assessment of the ecological status of coastal waters by using marine macrophytes. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment* 26(1): 48–58.

Taşkın, E., Tan, İ., Minareci, O., Minareci, E., Atabay, H., Polat Beken, Ç. (2020a). The pressures and the ecological quality status of the Marmara Sea (Türkiye) by using marine macroalgae and angiosperms. 8th International Symposium on Monitoring of Mediterranean coastal areas: Problems and measurement techniques. pp. 632-638.

Taşkın, E., Tan, İ., Minareci, E., Minareci O, Çakır M et al.(2020b). Ecological quality status of the Turkish coastal waters by using marine macrophytes (macroalgae and angiosperms). *Ecological indicators* 112: 106107. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106107>

Taşkın, E. (2021) Deniz yosunu İzmir Körfezi'nde yeniden yayılıyor

<https://www.aa.com.tr/tr/gundem/deniz-yosunu-izmir-korfezinde-yeniden-yayiliyor/2409647>

Taşkın, E., Tan, I., Cakir, M., Sungur, Ö., Minareci, O., Minareci, E., & Atabay, H. (2023). Ecological quality status of the Turkish coastal waters by using a marine macrophytic biotic index (EEI-c). *Turkish Journal of Botany*, 47(1), 34-49.

Taşkın, E. (2024) *Ege' de Tehlike Altında*. <https://www.aydinlik.com.tr/haber/egede-tehlike-altinda-498582>

TUBİTAK-MAM, ÇSB (2015). *Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme İşi 2014-2016 Ege Denizi Özet Raporu*. Kocaeli: TÜBİTAK-MAM Matbaası, 26-31.

TUBİTAK-MAM, ÇŞİDB (2021). *Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2019 Marmara Denizi Özet Raporu*. Kocaeli: TÜBİTAK-MAM Matbaası.

Yorulmaz, B. (2006). Eşen Çayı (Kocaçay) su kalitesinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan incelenmesi.

Zenetos, A., Vardala-Theodorou, E., & Alexandrakakis, C. (2005). Update of the marine Bivalvia Mollusca checklist in Greek waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85(4), 993-998.