

Mavi Karbon Eğitim Programı (BCEP)

Mavi Karbon Eğitim Programı

BCEP Eğitim Kılavuzu

Ana Yararlanıcı Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi - Türkiye

Bu eğitim materyali "Karbon Bağlayan Mavi Karadeniz (Carbon Binding Blue Black Sea - BlueC)" Projesi kapsamında hazırlanmıştır.

BCEP Eğitimci Kılavuzu

Bu eğitim materyali temel beş bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde deniz çayırlarının tanımı, küresel dağılımı ve ekosistem hizmetleri hakkında genel bilgiler verilmektedir. Özellikle karbon tutma kapasiteleri ve mavi karbon kavramı üzerinde durulmaktadır.

İkinci bölümde deniz çayırı ekosistemlerine yönelik tehditler incelenmekte; kara kaynaklı, deniz kaynaklı ve iklim kaynaklı tehditler mercek altına alınmaktadır.

Üçüncü bölümde deniz çayırı ekosistemlerinin korunmasına yönelik stratejiler, uluslararası sözleşmeler ve Akdeniz ülkelerindeki Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) uygulamaları ele alınmaktadır.

Dördüncü bölümde deniz çayırlarının haritalanması ve izlenmesine yönelik teknikler, teknolojiler ve veri yönetimi konuları işlenmektedir.

Beşinci ve son bölümde deniz çayırı ekosistemlerinin korunması için politika ve yönetim seçenekleri, restorasyon yöntemleri ve paydaş katılımı hakkında ayrıntılı bilgiler verilmektedir.

Değerli Eğitimciler,

ÇED süreçlerinde görev alan kamu ve özel sektör profesyonellerinde deniz çayırı ekosistemi bilincini ve farkındalığını artırmak amacıyla bir eğitim programı planlanmıştır. Bu programda kullanılacak eğitim materyalinin tasarımı ve geliştirilme süreci aşağıda açıklanmıştır.

İklim değişikliği, dünya genelinde deniz ekosistemlerini tehdit etmekte olup Karadeniz bölgesi çoklu antropojenik baskılar nedeniyle özellikle savunmasız durumdadır. Deniz çayırları, gezegenin en verimli doğal karbon tutma sistemlerinden birini temsil etmekte ve karbonu tropikal yağmur ormanlarından 35 kata kadar daha hızlı depolayabilmektedir. Ekolojik ve iklimsel önemlerine rağmen, Karadeniz bölgesindeki deniz çayırı çayırları kıyı geliştirme, kirlilik, yıkıcı balıkçılık uygulamaları ve iklim değişikliğinin etkileri dahil olmak üzere çok sayıda tehditle karşı karşıyadır.

Herhangi bir konuda bireyin ya da toplumun farkındalık düzeyini yükseltmek, bir anlamda bireyin veya toplumun tutumlarına, davranışlarına ve inançlarına şekil vermek demektir. ÇED süreçlerinde karar verici konumundaki profesyonellerin deniz çayırı ekosistemleri hakkında bilinçlendirilmesi, bu hassas habitatların korunması açısından kritik öneme sahiptir.

Bu eğitim programında "**Değişime Açılan Yedi Kapı**" modeli kullanılmaktadır. Model içerisinde probleme ve sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı benimsenmiştir.

Probleme dayalı öğrenme yaklaşımında katılımcılar gerçek yaşam problemleri ile karşılaşılır ve bu problemlere çözüm bulmak amacıyla iş birliği içinde çalışırlar. Bu yaklaşım, bireylerin öğrenme sürecine etkin olarak katılmalarına ve çalışmalarını kendi kendilerine yönlendirmelerine olanak sağlaması nedeniyle anlamlı ve kalıcı öğrenmelerin oluşmasına yol açmaktadır.

Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ise eğitimci ile katılımcı arasındaki etkileşime araştırma ve inceleme boyutunu eklemiştir. Bu stratejiyi kullanan eğitimciler konuyu derinlemesine, kapsamlı sunarak katılımcının kestirim gücünü artırmalı ve bu gücü test ederek konu ile ilgili kuralları kazandırmalıdır.

Değişime Açılan Yedi Kapı

1. **Bilme:** Değişimin ilk adımı. Katılımcılar deniz çayırı ekosistemlerinin önemini ve karşılaştıkları tehditleri bilmelidir.
2. **İstek:** Kendini farklı bir gelecekte hayal etme. Katılımcıların ÇED süreçlerinde deniz çayırlarının etkin bir şekilde korunduğu bir geleceği hayallerinde canlandırabilmeleri gerekir.
3. **Beceriler:** Ne yapacağını bilme. Katılımcılar deniz çayırı ekosistemlerini haritalama, izleme ve değerlendirme konularında gerekli becerilere sahip olmalıdır.
4. **İyimserlik:** Kendine güven. Katılımcılar ÇED süreçlerinde deniz çayırlarının korunmasına katkıda bulunabileceklerine inanmalıdır.
5. **Donanım:** Dışarıdan yardım alma. Katılımcılar uluslararası sözleşmeler, AB direktifleri ve ulusal mevzuat hakkında bilgi edinmelidir.
6. **Uyarıcı:** Eylemi başlatan zorlayıcı bir uyarıcı. İklim değişikliği, biyoçeşitlilik kaybı ve kıyı erozyonu gibi küresel sorunlar, deniz çayırı koruma eylemlerini başlatmak için güçlü uyarıcılardır.
7. **Pekiştirme:** Mesajları pekiştiren düzenli iletişim. İzleme programları, başarı hikayeleri ve sürekli eğitim faaliyetleri farkındalığın kalıcı olmasını sağlar.

Kazanımlar

Mavi Karbon Eğitim Programını tamamlayan katılımcıların aşağıdaki kazanımları gerçekleştirmesi beklenmektedir:

1. Deniz çayırlarının deniz ortamına uyum sağlamış çiçekli bitkiler olduğunu ve temel biyolojik özelliklerini açıklar.
2. Mavi karbon kavramını ve deniz çayırlarının karbon depolama kapasitesini tanımlar.
3. Deniz çayırlarının sağladığı ekosistem hizmetlerini (yuva alanı, su kalitesi, kıyı koruma) ve ekonomik değerini kavrar.
4. Deniz çayırlarına yönelik kara kaynaklı, deniz kaynaklı ve iklim kaynaklı tehditleri sınıflandırır.
5. Uluslararası sözleşmelerin ve ÇED süreçlerinin deniz çayırı korumasındaki rolünü açıklar.
6. Deniz çayırı haritalama ve izleme tekniklerinin temel prensiplerini bilir.
7. Deniz çayırı koruması için politika ve yönetim seçeneklerini değerlendirir ve ÇED kararlarına entegre eder.

1. Deniz çayırı nedir?

Deniz çayırları, deniz ortamına uyum sağlamış çiçekli bitkilerdir (anjiyospermiler). Tamamen tuzlu veya acı suda batık olarak yaşamaya adapte olmuşlardır. Karasal bitkiler gibi yapraklarında damarlara (bitkinin etrafında besin maddeleri ve su taşıyan iletim dokusu), gövdeye, köklere (substrata gömülü) ve çiçekler ile meyveler gibi üreme organlarına sahiptirler.

Algler (deniz yosunları) ile karıştırılmamalıdır. Alglerin yapraklarında damarları yoktur, kökleri yerine tutunma organları (holdfast) bulunur ve çiçek veya tohum üretmezler. Bu temel farklılıklar, deniz çayırlarını alglerin aksine gerçek bitkiler olarak tanımlar.

"Deniz çayırı" olarak adlandırılmalarının nedeni, çoğunun şerit benzeri, çimsi yapraklara sahip olmasıdır. Ancak farklı türlerde yaprak şekilleri oval, eğrelti otu benzeri, uzun spagetti benzeri veya şerit şeklinde olabilir. Yaprak boyutları tırnak boyutundan 7 metreye kadar değişebilir.

Dünya genelinde yaklaşık 60 deniz çayırı türü bulunmaktadır. Avrupa sularında dört tür doğal olarak yetişmektedir: *Zostera marina* (yılan otu), *Zostera noltii* (cüce yılan otu), *Cymodocea nodosa* (denizatı otu) ve *Posidonia oceanica* (Akdeniz deniz çayırı). Karadeniz'de başlıca *Zostera marina* ve *Zostera noltii* türleri bulunmaktadır.

2. Mavi karbon nedir ve deniz ayırıları nasıl karbon depolar?

"Mavi karbon" terimi, kıyısal ve deniz ekosistemlerinde (deniz ayırıları, mangrovlar, tuzlu bataklıklar) yakalanan ve depolanan karbonu ifade eder. Bu kavram, deniz ayırılarının iklim değişikliği azaltımındaki kritik rolünü tanımlamak için kullanılmaktadır.

Deniz ayırılarının Karbon Depolama Kapasitesi:

Deniz ayırıları, fotosentez yoluyla atmosferden karbondioksit alır ve bunu biyokütlelerinde (yapraklar, kökler, rizomlar) depolar. Ölen bitki materyali sedimentlere karışır ve anoksik (oksijensiz) koşullar nedeniyle karbon binlerce yıl boyunca çürümeden kalabilir.

Önemli Rakamlar:

- Deniz ayırıları karbonu tropikal yağmur ormanlarından 35 kata kadar daha hızlı depolayabilir
- Küresel olarak 19,9 Pg (petagram) organik karbon depoladıkları tahmin edilmektedir
- Mevcut kayıp oranlarıyla yılda 299 Tg (teragram) karbon salınımı tahmin edilmektedir

ÇED Süreçlerinde Önemi:

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), deniz ayırı ayırılarının dönüştürülmesi ve restorasyonundan kaynaklanan sera gazı emisyonlarının ülkelerin ulusal envanterlerinde raporlanmasını destekleyen kılavuzlar yayınlamıştır. Bu nedenle ÇED süreçlerinde proje etkilerinin karbon bütçesi açısından değerlendirilmesi gerekmektedir.

3. Deniz çayırlarının ekosistem hizmetleri nelerdir?

Deniz çayırı ekosistemleri, dünya genelinde insan refahını destekleyen çok çeşitli hizmetler sağlar. Deniz çayırı çayırlarından 100 km uzaklıkta yaşayan 1 milyardan fazla insanın bu hizmetlerden yararlandığı tahmin edilmektedir.

Yuva ve Üreme Alanı Sağlama: Deniz çayırları, barınak, beslenme ve üreme alanları sağlayarak yüksek fauna çeşitliliğine ev sahipliği yapar. Yaprak örtüsü genç balıklar için avcılardan korunma imkanı sunar ve besin zincirinin temelini oluşturur.

Su Kalitesini İyileştirme: Yaprakları ve kökleri aracılığıyla besin maddelerini ve kirleticileri filtreleyerek su kalitesini iyileştirirler. Yoğun istiridye yetiştiriciliğinden kaynaklanan amonyum için doğal biyofiltre görevi görürler. İz metalleri gibi kirleticileri binlerce yıl boyunca sedimentte depolayabilirler.

Kıyı Koruma: Akış hızını düşürerek ve dalga enerjisini azaltarak kıyı alanlarını erozyondan, sellerden ve fırtına kabarmasından korurlar. Kökleri ve rizomları sedimenti stabilize eder.

Hastalık Kontrolü: Suyun mikrobiyolojik kontaminasyonunu gidererek balıklar, insanlar ve omurgasızlar için bakteriyel patojen maruziyetini azaltırlar. Antibakteriyel ve antifungal aktiviteye sahip biyoaktif sekonder metabolitler üretirler.

Balıkçılık Desteği: Dünyanın en büyük 25 balıkçılığının beşte birinden fazlasına değerli kuluçka habitatı sağlarlar.

4. Deniz çayırları hangi canlılara kritik yaşam alanı sağlar?

Deniz çayırı ekosistemleri, birçok deniz canlısı için vazgeçilmez yaşam alanlarıdır. Bu habitatlar özellikle tehdit altındaki, nesli tükenmekte olan veya karizmatik türler için kritik öneme sahiptir.

Deniz Kaplumbağaları: Yeşil deniz kaplumbağaları (*Chelonia mydas*) deniz çayırlarını temel besin kaynağı olarak kullanır. Bu türün korunması doğrudan deniz çayırı habitatlarının korunmasına bağlıdır.

Deniz Atları (Hippocampus): Deniz atları, deniz çayırı çayırlarının karakteristik sakinleridir. *Cymodocea nodosa* türünün İngilizce'de "seahorse grass" (denizatı otu) olarak önerilmesinin nedeni budur.

Ticari Öneme Sahip Balık Türleri: Dünyanın en büyük 25 balıkçılığının beşte birinden fazlası deniz çayırı habitatlarına bağımlıdır. Bu türler arasında levrek, çipura ve birçok kıyı balıkçılığı türü bulunmaktadır.

Dugonglar ve Manatiler: Bu büyük deniz memelileri (sirenianlar) neredeyse tamamen deniz çayırlarıyla beslenirler.

Köpekbalıkları ve Vatozlar: Birçok köpekbalığı ve vatoz türü deniz çayırı çayırlarını beslenme ve üreme alanı olarak kullanır.

Omurgasızlar: Karides, yengeç, yumuşakça ve birçok omurgasız tür deniz çayırı ekosistemlerinde yaşar.

Kuşlar: Brant kazları ve çok sayıda su kuşu, deniz çayırı alanlarını beslenme habitatı olarak kullanır.

5. Deniz çayırı ekosistemlerinin ekonomik değeri nedir?

Deniz çayırı ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerlemesi, ÇED süreçlerinde maliyet-fayda analizleri için kritik öneme sahiptir.

Hesaplanan Ekonomik Değer: Deniz çayırı ekosistemlerinin sağladığı hizmetlerin ekonomik değerinin ilk değerlendirmesi, minimum **15.837 €/hektar/yıl** olarak hesaplanmıştır. Bu değer, tarım arazileri için elde edilen tahminlerden **iki büyüklük sırası (yüzlerce kat) daha yüksektir.**

Ekonomik Değer Kaynakları:

Balıkçılık:

- Ticari, geçimlik ve rekreasyonel balıkçılığı destekler
- Indo-Pasifik bölgesinde günlük protein ihtiyaçlarının karşılanması için hayati önem taşır

Turizm ve Rekreasyon:

- Dalış ve şnorkel turizmi
- Yeşil kaplumbağalar ve dugonglarla etkileşim turizmi
- Kuş gözlemciliği

Kıyı Koruma:

- Dalga enerjisi azaltımı
- Erozyon önleme
- Fırtına kabarması tamponlama
- Mühendislik çözümlerine kıyasla düşük maliyetli doğal koruma

Karbon Depolama:

- Ton CO₂ başına karbon piyasa değeri
- İklim değişikliği azaltım katkısı

ÇED süreçlerinde bu değerler, proje kaynaklı habitat kaybının gerçek maliyetini ortaya koymak için kullanılmalıdır.

6. Deniz ayırları dünya genelinde ne kadar azalmıştır?

Deniz ayırları, 1930'lardan bu yana küresel olarak azalan kritik bir deniz habitatıdır. Bu kayıp oranı, deniz çayırlarının korunmasının aciliyetini vurgular.

Küresel Kayıp Oranları:

- Yılda yaklaşık **%7 oranında** kayıp yaşanmaktadır
- Bu oran, **her 30 dakikada bir futbol sahası büyüklüğünde** alan kaybı anlamına gelmektedir
- 1930'lardan bu yana ciddi kayıplar belgelenmiştir
- Birçok bölgede kayıplar kaydedilenden daha büyüktür çünkü küresel deniz çayırlarının dörtte birinden azı haritalanmıştır

Tarihsel Kayıplar: 1930'larda kuzey yarımkürede yaşanan "ürüme hastalığı" (wasting disease) salgını, *Zostera marina* popülasyonlarını harap etmiştir. Bu olay, deniz çayırlarının ekosistemlerinin kırılganlığını gösteren önemli bir tarihsel örnek olarak kabul edilmektedir.

Karadeniz'deki Durum: Karadeniz bölgesi, yarı kapalı deniz yapısı, ötrofikasyon baskısı ve kıyı geliştirme projeleri nedeniyle deniz çayırlarının kayıpları açısından özellikle risk altındadır.

ÇED Açısından Önemi: Bu kayıp oranları, kalan deniz çayırlarının her bir hektarının korunmasının kritik önemini vurgular. ÇED süreçlerinde "kaçınma" prensibi her zamankinden daha önemli hale gelmiştir.

7. Ötrofikasyon deniz çayırlarını nasıl tehdit eder?

Ötrofikasyon, tarımsal ve kentsel alanlardan gelen aşırı besin maddesi (özellikle azot ve fosfor) yüklemesinin neden olduğu, su kütlesinde aşırı bitki ve alg büyümesi durumudur. Bu süreç, deniz çayırları için en ciddi kara kaynaklı tehditlerden birini oluşturur.

Ötrofikasyonun Mekanizması:

1. Tarımsal gübreler, evsel atık sular ve endüstriyel deşarjlar yoluyla aşırı besin maddesi girişi
2. Fitoplankton ve makroalg (büyük algler) patlamaları
3. Su sütununda bulanıklık artışı
4. Deniz çayırlarına ulaşan ışık miktarının azalması
5. Fotosentezin engellenmesi ve deniz çayırı ölümü

Ötrofikasyonun Etkileri:

- Alg patlamaları deniz çayırı yapraklarını örterek ışık geçirgenliğini azaltır
- Ölen alglerin çürümesi oksijen tüketir ve hipoksi (oksijen yetersizliği) yaratır
- Sediment kalitesi bozulur
- Ekosistem dengesi değişir

ÇED Süreçlerinde Değerlendirme:

- Projenin besin maddesi deşarjı potansiyelinin analizi
- Kümülatif etkilerin (mevcut ötrofikasyon + proje etkileri) değerlendirilmesi
- Su kalitesi izleme programlarının tasarlanması
- Atık su arıtma gereksinimlerinin belirlenmesi

8. Deniz kaynaklı faaliyetler deniz çayırlarını nasıl tehdit eder?

Deniz çayırlarının tipik olarak yaşadığı sığ kıyı alanları, yüksek yoğunlukta endüstriyel ve rekreasyonel faaliyeti çeker. Bu faaliyetler doğrudan fiziksel hasar veya dolaylı bozulma yoluyla deniz çayırlarını tehdit eder.

Trol Balıkçılığı: Dip trolü, deniz tabanını tarayarak deniz çayırlarını kökünden söker. Geçiş yapılan alanlarda tam habitat yıkımı gerçekleşir. Tekrarlanan trol faaliyetleri toparlanmayı engeller.

Tarama (Dredging) Faaliyetleri:

- Doğrudan kazıma yoluyla habitat kaldırılması
- Tarama döküm alanlarında deniz çayırlarının boğulması
- İnce sedimentlerin yeniden süspansiyonu ve bulanıklık artışı
- Etkiler tarama alanından onlarca kilometre uzağa yayılabilir

Tekne Demirleme ve Pervane Hasarı:

- Demirler ve zincirlerin deniz çayırlarını sökümü
- Pervane izleri deniz çayırı çayırlarında kalıcı hasar yaratır
- Tekne trafiğinin yarattığı dalga enerjisi sediment süspansiyonuna neden olur

İstilacı Türler:

- *Caulerpa taxifolia* gibi istilacı alg türleri deniz çayırlarıyla rekabet eder
- İstilacı otlayıcılar deniz çayırı biyokütlesini azaltabilir
- Gemi balast suları yoluyla patojen ve istilacı tür girişi

Akuakültür:

- Fiziksel yer değiştirme ve gölgeleme
- Besin maddesi ve kirletici artışı
- Egzotik türlerin ve patojenlerin girişi

9. İklim değışikliğı deniz çayırlarını nasıl etkiler?

İklim değışikliğı, deniz çayırları ekosistemleri için çoklu ve birbiriyle etkileşen tehditler oluşturmaktadır. Bu tehditler küresel ölçekte etki etmekte ve yerel koruma çabalarını zorlaştırmaktadır.

Deniz Sıcaklığının Artması:

- Fotosentez, solunum ve üreme başarısı üzerinde fizyolojik etkiler
- Dağılım aralığının sınırındaki türler en fazla risk altındadır
- Sıcak dalgaları kitlesel ölümlere neden olabilir
- 1930'lardaki çürüme hastalığı salgını alışılmadık sıcak sıcaklıklarla ilişkilendirilmiştir

Okyanus Asitlenmesi:

- Artan atmosferik CO₂'nin okyanus tarafından emilimi
- Deniz suyu pH'ının düşmesi
- Kalsifiye eden organizmalar (kabuklu deniz canlıları, mercanlar) üzerinde olumsuz etkiler
- Deniz çayırlarının asitlenmeye tepkisi karmaşık ve hala araştırılmaktadır

Deniz Seviyesi Yükselişi:

- Deniz çayırları optimal derinlik zonlarını korumak için göç etme eğilimindedir
- Sertleştirilmiş kıyı şeritleri (rıhtımlar, istinat duvarları) bu göçü engelleyebilir
- "Kıyı sıkışması" fenomeni habitat kaybına yol açar
- Su berraklığındaki iyileşmeler kısmen telafi edici olabilir

Aşırı Hava Olayları:

- Kasırgalar ve şiddetli fırtınalar deniz çayırlarını kökünden söker
- Yoğun yağışlar tatlı su ve sediment akışını artırır
- Toparlanma süreci yıllar alabilir

10. Kıyı yapılaşması ve liman projeleri deniz çayırlarını nasıl etkiler?

Kıyı geliştirme projeleri, deniz çayırı habitatları üzerinde doğrudan ve dolaylı etkiler yaratır. Bu etkiler ÇED süreçlerinin odak noktasını oluşturur.

Doğrudan Etkiler:

Habitat Yıkımı:

- Arazi ıslahı (doldurma) projeleri deniz çayırı alanlarını kalıcı olarak yok eder
- Liman havuzları ve marinalar doğrudan habitat kaybına neden olur
- Altyapı inşaatı (rıhtımlar, iskeleler, dalgakıranlar) deniz tabanını değiştirir

Fiziksel Bozulma:

- İnşaat sırasında sediment süspansiyonu
- Kazık çakma ve tarama faaliyetleri
- İnşaat trafiğinden kaynaklanan hasar

Dolaylı Etkiler:

Işık Geçirgenliğinin Azalması:

- Yapılar deniz çayırı alanlarını gölgeleyebilir
- İnşaat kaynaklı bulanıklık ışık penetrasyonunu azaltır
- Kalıcı yapılar uzun süreli gölgeleme yaratır

Hidrodinamik Değişiklikler:

- Akıntı paternlerinin değişmesi
- Sediment taşınım dinamiklerinin bozulması
- Dalga enerjisi dağılımının değişmesi

Kıyı Sıkışması:

- Deniz seviyesi yükseldiğinde deniz çayırlarının iç kesimlere göç edememesi
- Yapay kıyı yapıları doğal göç yollarını engeller
- Uzun vadede habitat kaybı

ÇED Gereksinimleri: Kıyı yapılaşması ve liman altyapı projelerinin deniz çayırı habitatları üzerindeki bu potansiyel etkileri, ÇED süreçleriyle kapsamlı şekilde değerlendirilmelidir.

11. Uluslararası sözleşmeler deniz çayırı korumasında nasıl bir yasal çerçeve sağlar?

Deniz çayırı ekosistemlerinin korunması için birçok uluslararası sözleşme önemli bir yasal çerçeve sağlamaktadır. Bu sözleşmeler, ulusal mevzuatın geliştirilmesi ve ÇED süreçlerinin güçlendirilmesi için temel oluşturur.

Ramsar Sözleşmesi (Sulak Alanlar Sözleşmesi):

- Sulak alanların korunması ve akılcı kullanımını teşvik eder
- Deniz çayırı çayırları sulak alan tanımına dahildir
- Karar XIII.20 (2018): Gelgit arası sulak alanların ve deniz çayırı ekosistemlerinin korunmasını açıkça destekler

Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (CBD):

- Biyoçeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kullanımı
- Kunming-Montreal Küresel Biyoçeşitlilik Çerçevesi (Hedefler 1, 2 ve 3)
- Ulusal Biyoçeşitlilik Strateji ve Eylem Planları (NBSAPs) yükümlülüğü

Barselona Sözleşmesi:

- Akdeniz Denizi'nin kirliliğe karşı korunması
- Özel Koruma Alanları ve Biyolojik Çeşitlilik Protokolü
- Posidonia oceanica'nın açıkça korunması

İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) ve Paris Anlaşması:

- Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkılar (NDC) mekanizması
- Mavi karbon ekosistemlerinin iklim azaltımına dahil edilmesi
- IPCC sera gazı envanter kılavuzları

Dünya Deniz Çayırı Günü: 1 Mart, BM Genel Kurul Kararı 76/265 ile Dünya Deniz Çayırı Günü olarak ilan edilmiştir. Bu, deniz çayırı ekosistemlerinin küresel öneminin uluslararası düzeyde tanınmasını simgeler.

12. ÇED süreçlerinde deniz çayırları nasıl değerlendirilmelidir?

Kıyı projelerinin deniz çayırı habitatları üzerindeki potansiyel etkileri, ÇED süreçleriyle kapsamlı şekilde değerlendirilmelidir.

ÇED Çalışmasının Temel Bileşenleri:

Mevcut Durum Analizi:

- Proje alanı ve çevresindeki deniz çayırı dağılımının haritalanması
- Tür kompozisyonu ve örtü yoğunluğunun belirlenmesi
- Ekosistem sağlık durumunun değerlendirilmesi

Etki Analizi:

- Doğrudan etkiler (habitat kaybı, fiziksel hasar)
- Dolaylı etkiler (bulanıklık, gölgeleme, hidrodinamik değişiklikler)
- Kümülatif etkiler (mevcut baskılar + proje etkileri)
- Geçici ve kalıcı etkiler

Azaltma Önlemleri:

- Kaçınma stratejileri
- Minimize etme teknikleri
- Restorasyon planları
- Telafi önlemleri

İzleme Programı:

- Proje öncesi temel durum (baseline) izleme
- İnşaat dönemi izleme
- İşletme dönemi uzun vadeli izleme

AB Mevzuatı Gereksinimleri:

- Habitatlar Direktifi: Posidonia çayırları Ek I habitat tipi
- ÇED Direktifi: Belirli projelerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi
- Su Çerçeve Direktifi: İyi ekolojik durum gereksinimleri

13. Deniz Koruma Alanları (DKA) deniz çayırı korumasında nasıl kullanılır?

DKA oluşturulması, deniz çayırı ekosistemlerinin korunması için etkili bir yönetim aracıdır. Bu alanlar, habitat koruması için mekansal koruma yaklaşımının temelini oluşturur.

DKA Türleri:

Tam Koruma Alanları (No-take Zones):

- Her türlü çıkartıcı faaliyetin yasak olduğu alanlar
- Deniz çayırı ekosistemlerinin tam korunması
- Bilimsel referans alanları olarak işlev

Çoklu Kullanım Koruma Alanları:

- Belirli faaliyetlere izin verilen, diğerlerinin kısıtlandığı alanlar
- Zonlama yaklaşımı
- Sürdürülebilir kullanım ile koruma dengesi

Yerel Olarak Yönetilen Deniz Alanları:

- Topluluk katılımı ile yönetilen alanlar
- Geleneksel bilginin entegrasyonu
- Yerel geçim kaynaklarının korunması

DKA Tasarım İlkeleri:

- Yeterli büyüklük (ekolojik süreçleri destekleyecek)
- Habitat temsili (farklı deniz çayırı türlerini kapsayan)
- Bağlantılılık (diğer DKA'larla ekolojik bağlantı)
- Tehditlerden uzaklık veya tehditlerin yönetimi
- Uzun vadeli yönetim ve izleme kapasitesi

ÇED ile İlişki: DKA'lar içinde veya yakınında planlanan projeler, özel ÇED gereksinimlerine tabi olabilir. AB mevzuatında Natura 2000 alanlarını etkileyen projeler için merkezi düzeyde yetkilendirme gerekebilir.

14. Deniz çayırları nasıl haritalanır ve izlenir?

Uydu görüntüleri, dronlar ve saha araştırmaları (dalış, şnorkelle gözlem) deniz çayırı alanlarının haritalanması ve izlenmesinde kullanılan temel tekniklerdir.

Optik Tabanlı Uzaktan Algılama:

Uydu Görüntüleme:

- 0,30-30 m mekansal çözünürlük
- Geniş alan kapsamı
- Düzenli tekrar ziyaret (1-17 gün)
- Su berraklığına bağlı olarak maksimum 40 m derinliğe kadar

Dronlar (İnsansız Hava Sistemleri):

- Çok yüksek çözünürlük (desimetre altı)
- Düşük maliyet ve yüksek esneklik
- Saha doğrulama verisi toplama
- Rutin izleme için aynı rotayı tekrarlayabilme

Akustik Tabanlı Teknikler:

Yan Tarama Sonar:

- Deniz tabanının akustik görüntülemesi
- Derin veya bulanık sularda avantajlı

Çoklu Işın Yankı İskandilleri:

- Üç boyutlu deniz tabanı haritalaması
- Kanopi yapısının değerlendirilmesi

Saha Araştırmaları (In Situ):

Dalış ve Şnorkelle Gözlem:

- Tür düzeyinde tanımlama
- Sürgün yoğunluğu sayımı
- Kanopi yüksekliği ölçümü
- Epifit örtüsü değerlendirmesi

Transekt ve Kuadrat Örnekleme:

- Standartlaştırılmış veri toplama
- Uzun vadeli karşılaştırma imkanı

15. Küresel deniz çayırı izleme ağları nelerdir?

SeagrassNet ve Seagrass-Watch gibi küresel izleme ağları, standart parametreler kullanarak deniz çayırlarının durumunu takip etmektedir. Bu ağlar, koordineli izlemenin gücünü ve değerini artırır.

Seagrass-Watch (1998'den beri):

- Küresel katılımcı bilimsel izleme programı
- 21 ülkede 408 saha
- Standartlaştırılmış protokoller
- Ölçümler: Yüzde örtü, tür kompozisyonu, kanopi yüksekliği, epifit örtüsü, makroalg örtüsü, sediment tane boyutu
- Değerlendirme sıklığı: Yerel kapasiteye bağlı (üç ayda bir, yılda iki kez veya yıllık)

SeagrassNet (2001'den beri):

- 33 ülkede 126 saha
- Her sahada 3 kalıcı 50 m transekt, 12 tekrarlı örnekleme pozisyonu
- Biyolojik parametreler: Tür, örtü, kanopi yüksekliği, biyokütle, çiçekler/meyveler
- Çevresel parametreler: Sıcaklık, ışık, tuzluluk, sediment özellikleri
- Web tabanlı veri raporlama sistemi (www.seagrassnet.org)

GOOS Temel Okyanus Değişkenleri (EOV):

- Küresel Okyanus Gözlem Sistemi koordinasyonu
- Deniz çayırı örtüsü ve kompozisyonu için EOV
- www.oceanbestpractices.net

ÇED Açısından Önemi: Bu ağların protokolleri, ÇED izleme programlarının tasarımı için referans oluşturur. Standartlaştırılmış yöntemler, farklı projeler ve bölgeler arasında karşılaştırılabilirlik sağlar.

16. Katılımcı bilim yaklaşımı deniz çayırı izlemesinde nasıl kullanılır?

Deniz çayırı izleme programlarında yerel topluluklar ve gönüllüler, katılımcı bilim (citizen science) yaklaşımıyla sürece dahil edilebilmektedir.

Katılımcı Bilimin Avantajları:

Veri Toplama Kapasitesi:

- Daha geniş coğrafi kapsam
- Daha sık örnekleme imkanı
- Maliyet etkinliği
- Uzun vadeli izleme sürdürülebilirliği

Toplumsal Faydalar:

- Farkındalık artışı
- Sahiplenme duygusu gelişimi
- Yönetim kararlarına destek
- Çevresel vatandaşlık

Katılımcı Bilim Programı Bileşenleri:

Eğitim ve Kapasite Geliştirme:

- Tür tanıma eğitimi
- Örnekleme tekniklerinin öğretimi
- Veri kayıt prosedürleri

Kalite Kontrol:

- Standartlaştırılmış protokoller
- Referans kartları ve kılavuzlar
- Deneyimli gözlemcilerle eşleştirme
- Veri doğrulama prosedürleri

Veri Yönetimi:

- Kullanıcı dostu veri giriş sistemleri
- Mobil uygulamalar
- Web tabanlı raporlama platformları

Paydaş Grupları:

- Yerel balıkçılar (geleneksel ekolojik bilgi)
- Dalış kulüpleri ve operatörleri
- Üniversite öğrencileri
- Çevre STK'ları
- Kıyı sakinleri

ÇED Süreçlerinde Kullanım: Katılımcı bilim verileri, ÇED temel durum değerlendirmelerini destekleyebilir ve proje sonrası izleme programlarına entegre edilebilir.

17. Deniz çayırı koruması hangi Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini destekler?

Deniz çayırı ekosistemlerinin korunması ve restorasyonu, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinden (SKH) 10'u ile ilişkili 26 hedef ve göstergenin gerçekleştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Doğrudan ilişkili SKH'ler:

SKH 13 - İklim Eylemi:

- Karbon tutma ve depolama yoluyla iklim değişikliği azaltımı
- Aşırı hava olaylarına karşı kıyı direncinin artırılması

SKH 14 - Sudaki Yaşam:

- Deniz ve kıyı ekosistemlerinin korunması
- Sürdürülebilir balıkçılık desteği
- Deniz kirliliğinin azaltılması

SKH 2 - Açlığa Son:

- Balıkçılık üretkenliğinin desteklenmesi
- Gıda güvenliğine katkı

Dolaylı ilişkili SKH'ler:

SKH 1 - Yoksulluğa Son:

- Kıyı topluluklarının geçim kaynaklarının korunması

SKH 5 - Toplumsal Cinsiyet Eşitliği:

- Kadınların yoğun olduğu kıyı geçim faaliyetlerinin desteklenmesi

SKH 6 - Temiz Su ve Sanitasyon:

- Su kalitesi iyileştirme hizmetleri

SKH 8 - İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme:

- Turizm ve balıkçılık ekonomisi

SKH 11 - Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar:

- Kıyı koruma hizmetleri

SKH 12 - Sorumlu Üretim ve Tüketim:

- Ekosistem tabanlı yönetim yaklaşımları

SKH 17 - Hedefler için Ortaklıklar:

- Uluslararası işbirliği ve bilgi paylaşımı

18. Bozulmuş deniz çayırı alanları nasıl restore edilir?

Bozulmuş deniz çayırı alanları, tohum ekimi ve fide nakli gibi çeşitli yöntemlerle restore edilebilmektedir. Ancak restorasyon, ÇED azaltma hiyerarşisinde son çare olarak değerlendirilmelidir.

Restorasyon Yöntemleri:

Tohum Tabanlı Yaklaşımlar:

- Olgun bitkilerden tohum toplama
- Tohum saçma veya ekim
- Tohum taşıyıcı sistemler (seed carriers)
- Büyük alanlarda uygulanabilirlik

Fide Nakli (Transplantasyon):

- Sağlıklı donör çayırlardan fide çıkarma
- Bozulmuş alanlara dikim
- Plug (tıpa) veya sod (çim tabakası) yöntemleri
- Hızlı başlangıç avantajı

Habitat Modifikasyonu:

- Substrat iyileştirme
- Sediment stabilizasyonu
- Tehdit kaynaklarının giderilmesi

Başarı Faktörleri:

- **Tehditlerin önceden kaldırılması** (kritik önkoşul)
- Donör deniz çayırı yataklarına yakınlık
- Geniş ölçekli ekim (küçük yamalar başarısızlığa daha yatkın)
- Uygun saha seçimi (ışık, sediment tipi, hidrodinamik koşullar)
- Uzun süreli izleme ve bakım

Başarı Oranları: Küresel bir değerlendirmede 1.786 restorasyon denemesi incelenmiş ve başarının yukarıdaki faktörlere bağlı olarak önemli ölçüde değiştiği bulunmuştur.

ÇED Açısından Önemli Notlar:

- Restorasyon, doğal çayırların yerini tam olarak alamaz
- Başarı garantili değildir ve yıllar alabilir
- Kaçınma ve minimize etme her zaman restorasyonun önünde gelmelidir
- Restorasyon maliyetleri ÇED maliyet-fayda analizlerine dahil edilmelidir

19. ÇED süreçlerinde azaltma hiyerarşisi deniz çayırları için nasıl uygulanır?

Azaltma hiyerarşisi, ÇED'in temel prensibidir ve deniz çayırı habitatları için titizlikle uygulanmalıdır. Bu hiyerarşi, etkilerin yönetilmesinde öncelik sırasını belirler.

1. Kaçınma (En Yüksek Öncelik):

- Proje lokasyonunun deniz çayırı çayırlarından uzakta seçilmesi
- Alternatif teknolojilerin değerlendirilmesi
- İnşaat zamanlamasının hassas dönemlerden (üreme mevsimi) kaçınacak şekilde ayarlanması
- "Sıfır kayıp" hedefinin benimsenmesi
- *Deniz çayırı habitatından tamamen kaçınmak her zaman en iyi seçenektir*

2. Minimize Etme:

- Etki alanının mümkün olan en küçük düzeyde tutulması
- Sediment yayılımını önleyici silt perdeleri ve bariyerler
- Bulanıklık izleme ve eşik değer kontrolleri
- İnşaat yöntemlerinin optimizasyonu
- Gece aydınlatması ve gürültünün minimize edilmesi

3. Restorasyon:

- Geçici etkilerin giderilmesi
- Bozulan alanların rehabilitasyonu
- Uzun vadeli izleme ve bakım taahhüdü
- Başarı kriterlerinin belirlenmesi

4. Telafi/Offset (Son Çare):

- Başka bir alanda eşdeğer habitatın korunması veya yaratılması
- Net kazanç ilkesi (kaybedilenden daha fazlasının sağlanması)
- Uzun vadeli yönetim taahhüdü
- *Telafinin gerçek koruma değerinin kritik değerlendirilmesi gerekir*

Kritik İlke: Her aşama, bir sonraki aşamaya geçmeden önce tam olarak değerlendirilmelidir. Restorasyon ve telafi, kaçınma ve minimize etme seçeneklerinin yerine geçemez.

20. ÇED karar vericileri için temel öneriler nelerdir?

ÇED süreçlerinde deniz çayırı ekosistemlerinin etkin bir şekilde korunması için karar vericilerin dikkate alması gereken temel öneriler aşağıda özetlenmektedir.

Mevzuat ve Prosedür:

- ÇED prosedürlerinde deniz çayırı ekosistemlerinin açıkça belirtilmesini sağlayın
- Uluslararası sözleşmelerin (Ramsar, CBD, Barselona) gereksinimlerini uygulayın
- AB direktifleriyle uyumluluğu kontrol edin (Habitatlar, Su Çerçeve, ÇED direktifleri)

Uzman Değerlendirmesi:

- ÇED çalışmalarının deniz biyolojisi konusunda yetkin uzmanlar tarafından yapılmasını veya denetlenmesini sağlayın
- Haritalama ve izleme verilerinin kalitesini değerlendirin
- Standartlaştırılmış protokollerin kullanılmasını isteyin

Azaltma Hiyerarşisi:

- Kaçınma → Minimize etme → Restorasyon → Telafi sırasını titizlikle uygulayın
- "Sıfır kayıp" hedefini benimseyin
- Restorasyonun doğal habitatın yerini alamayacağını unutmayın

Kümülatif Etkiler:

- Birden fazla projenin kümülatif etkilerini değerlendirin
- Mevcut stres faktörlerini (ötrofikasyon, iklim değişikliği) dikkate alın
- Bölgesel ölçekte değerlendirme yapın

İzleme ve Takip:

- Proje öncesi, sırası ve sonrası için kapsamlı izleme programları talep edin
- Uzun vadeli izleme taahhütlerini güvence altına alın
- Adaptif yönetim yaklaşımını benimseyin

Paydaş Katılımı:

- Yerel toplulukları, balıkçıları ve STK'ları sürece dahil edin
- Geleneksel ekolojik bilgiyi değerlendirin
- Şeffaf karar alma süreçleri uygulayın

Bitirirken

Değerli Eğitimcimimiz,

- Eğitim programını tamamlamış bulunuyorsunuz.
- Bu sürecin etkili bir biçimde tamamlanmasından dolayı sizlere teşekkür ederiz.
- Katılımcılarınıza eğitim ile ilgili soruları veya katkıları olup olmadığını sorunuz.
- Deniz çayırı ekosistemlerinin korunması, sadece çevresel bir sorumluluk değil, aynı zamanda iklim değişikliğiyle mücadelede ve sürdürülebilir kıyı yönetiminde kritik bir araçtır.
- ÇED süreçlerinde bu ekosistemlerin etkin bir şekilde değerlendirilmesi, gelecek nesillere sağlıklı denizler bırakmanın temel adımlarından biridir.

Kaynaklar

- Amone-Mabuto, M., Bandeira, S., da Silva, A. (2017). Long-term changes in seagrass coverage and potential links to climate-related factors: the case of Inhambane Bay, southern Mozambique. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science* 16 (2), 13–25.
- Asmala, E., Gustafsson, C., Krause-Jensen, D., Norkko, A., Reader, H., Staehr, P. A., & Carstensen, J. (2019). Role of eelgrass in the coastal filter of contrasting Baltic Sea environments. *Estuaries and Coasts*, 42(7), 1882–1895.
- Bester K (2000) Effects of pesticides on seagrass beds. *Helgoland Marine Research* 54: 95– 98
- Björk, M., Short, F., Mcleod, E., Beer, S. (Eds.), 2008. *Managing Seagrasses for Resilience to Climate Change*. IUCN, Gland, Switzerland (56 pp.).
- Bortone SA (2000) *Seagrasses - monitoring, ecology, physiology and management*. CRC Press. 318 pp
- Coles, R. and Fortes, M.D. (2001). Protecting seagrasses – approaches and methods. In *Global Seagrass Research Methods*. Short, F.T. and Coles, R.G. (eds.). Amsterdam: Elsevier. Chapter 23. pp. 445–463.
- Dawes CJ (1981) *Marine Botany*. A WileyInterscience Publication. John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore. p.478
- de los Santos, C. B., A. Scott, A. Arias-Ortiz, B. Jones, H. Kennedy, I. Mazarrasa, L. McKenzie, L. M. Nordlund, M. de la T. de la Torre-Castro, R. K. F. Unsworth & R. AmboRappe, 2020. Seagrass ecosystem services: Assessment and scale of benefits. *Out of the blue: the value of seagrasses to the environment and to people United Nations Environment* 19–21.
- Den Hartog C (1970) *The Seagrasses of the World*. North Holland Publ. Co., Amsterdam.
- Duarte, B., Martins, I., Rosa, R., Matos, A.R., Roleda, M.Y., Reusch, T.B.H. et al. (2018). Climate change impacts on seagrass meadows and macroalgal forests: An integrative perspective on acclimation and adaptation potential. *Frontiers in Marine Science* 5, 190. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00190>.
- European Commission. (2019). *The EU Blue Economy Report 2019*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Flindt, M.R., Rasmussen, E.K., Valdemarsen, T., Erichsen, A., Kaas, H. and Canal-Vergés, P. (2016). Using a GIS-tool to evaluate potential eelgrass reestablishment in estuaries. *Ecological Modelling* 338, 122–134. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2016.07.005>.
- Fourqurean, J.W., Duarte, C.M., Kennedy, H., Marbà, N., Holmer, M., Mateo, M.A. et al. (2012). Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. *Nature Geoscience* 5, 505–509.
- Goodchild, M., Huadong, G., Annoni, A., Bian, L., de Bie, K., Campbell, F. et al. (2012). Next-generation digital Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, 11088–11094. <https://doi.org/10.1073/pnas.1202383109>.
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D. and Moore, R. (2017). Google Earth Engine: planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment* 202, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>.
- Green EP, Short FT (2003) *World Atlas of Seagrasses: Present status and future conservation*. University of California Press.
- Hemminga MA, Duarte CM (2000) *Seagrass Ecology*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 298 pp
- Herr, D., Agardy, T., Benzaken, D., Hicks, F., Howard, J., Landis, E. et al. (2015). Coastal “Blue” Carbon: A Revised Guide to Supporting Coastal Wetland Programs and Projects Using Climate Finance and Other Financial Mechanisms. Gland: IUCN International Union for Conservation of Nature. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2015.10.en>.
- Hind-Ozan, E.J., and B.L. Jones. 2017. Seagrass science is growing: A report on the 12th International Seagrass Biology Workshop. *Marine Pollution Bulletin* 134: 223–227.
- Holon, F., Boissery, P., Guilbert, A., Freschet, E. and Deter, J. (2015). The impact of 85 years of coastal development on shallow seagrass beds (*Posidonia oceanica* L. (Delile)) in South Eastern France: A slow but steady loss without recovery. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 165, 204–212.
- International Finance Corporation. (2016). *Climate Investment Opportunities in Emerging Markets*. Washington D.C.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2013). *2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands*. Switzerland.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2019). Summary for Policymakers. In IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Abram, N., Adler, C., Bindoff, N.L., Cheng, L., Cheong, S.-M., Cheung, W.W.L. et al. (eds.).

Jayatilake, D. R. M. & M. J. Costello, 2018. A modelled global distribution of the seagrass biome. *Biological Conservation*. 226: 120–126.

Koch, M., Bowes, G., Ross, C. and Zhang, X-H. (2013). Climate change and ocean acidification effects on seagrasses and marine macroalgae. *Global Change Biology* 19(1), 103–132. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2012.02791.x>.

Liquete, C., Piroddi, C., Drakou, E. G., Gurney, L., Katsanevakis, S., Charef, A., & Egoh, B. (2013). Current status and future prospects for the assessment of marine and coastal ecosystem services: a systematic review. *PloS one*, 8(7), e67737.

Luque A, Templado JAy (2004) Praderas y bosques marinos de Andalucía Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.

Marbà N, Duarte CM, Cebrián J, Enríquez S, Gallegos ME, Olesen B, Sand-Jensen K (1996) Growth and population dynamics of *Posidonia oceanica* in the Spanish Mediterranean coast: elucidating seagrass decline. *Marine Ecology Progress Series* 137: 203–213.

Martin, A., Landis, E., Bryson, C., Lynaugh, S., Mongeau, A. and Lutz, S. (2016). Blue Carbon – Nationally Determined Contributions Inventory. Norway: GRID-Arendal.

McKenzie, L.J., Campbell, S.J. and Roder, C.A. (2003). *Seagrass-Watch: Manual for Mapping & Monitoring Seagrass Resources by Community (citizen) Volunteers*. Second edition. Cairns: Department of Primary Industries Queensland.

McKenzie L.J., Nordlund L.M., Jones B.L., Cullen-Unsworth L.C., Roelfsema C., Unsworth R.K.F. (2020). The global distribution of seagrass meadows. *Environmental Research Letters*.

McMahon, K., van Dijk, K.-J., Ruiz-Montoya, L., Kendrick, G.A., Krauss, S.L., Maycott, M. et al. (2014). The movement ecology of seagrasses. *Proceedings of the Royal Society B* 281, 20140878. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.0878>.

Milchakova NA, Phillips RC (2003) Black Sea seagrasses. *Marine Pollution Bulletin* 46: 695–699

Nahirnick, N.K., Reshitnyk, L., Campbell, M., Hessing-Lewis, M., Costa, M., Yakimishyn, J. et al. (2019). Mapping with confidence; delineating seagrass habitats using Unoccupied Aerial Systems (UAS). *Remote Sensing in Ecology and Conservation* 5, 121–135. <https://doi.org/10.1002/rse2.98>

Nordlund, L.M., Unsworth, R.K.F., Gullström, M. and Cullen-Unsworth, L. C. (2018). Global significance of seagrass fishery activity. *Fish and Fisheries* 19, 399–412. <https://doi.org/10.1111/faf.12259>.

O'Brien, K.R., Waycott, M., Maxwell, P., Kendrick, G.A., Udy, J.W., Ferguson, J.P. et al. (2017). Seagrass ecosystem trajectory depends on the relative timescales of resistance, recovery and disturbance. *Marine Pollution Bulletin* 134, 166–176. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.09.006>.

Ondiviela, B., Losada, I.J., Lara, J.L., Maza, M., Galván, C., Bouma, T.J. et al. (2014). The role of seagrass in coastal protection in a changing climate. *Coastal Engineering* 87, 158–168. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2013.11.005>.

Phillips RC, McRoy CP (1990) *Seagrass research methods*. Monographs on oceanographic methodology. UNESCO, Paris. 210 pp

Reynolds, L.K., Waycott, M., McGlathery, K.J. and Orth, R.J. (2016). Ecosystem services returned through seagrass restoration. *Restoration Ecology* 24(5), 583–588.

Serrano, O., Lavery, P., Masque, P., Inostroza, K., Bongiovanni, J. and Duarte, C. (2016). Seagrass sediments reveal the long-term deterioration of an estuarine ecosystem. *Global Change Biology* 22(4), 1523–1531. <https://doi.org/10.1111/gcb.13195>.

Topouzelis, K., Makri, D., Stoupas, N., Papakonstantinou, A. and Katsanevakis, S. (2018). Seagrass mapping in Greek territorial waters using Landsat-8 satellite images. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 67, 98–113. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.12.013>.

Traganos, D., Aggarwal, B., Poursanidis, D., Topouzelis, K., Chrysoulakis, N. and Reinartz, P. (2018). Towards global-scale seagrass mapping and monitoring using Sentinel-2 on Google Earth Engine: the case study of the Aegean and Ionian Seas. *Remote Sensing* 10(8), 1227. <https://doi.org/10.3390/rs10081227>.

Turner, S. and Schwarz, A.M. (2006). Management and conservation of seagrass in New Zealand: an introduction. *Science for Conservation* 264.

United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (2017). *Experimental Seagrass Ecosystem Accounts: A Pilot Study for One Component of Marine Ecosystem Accounts*.

United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC) and Short, F.T. (2018). Global Distribution of Seagrasses (version 6.0). Sixth update to the data layer used in Green and Short (2003). Cambridge. <https://data.unep-wcmc.org/datasets/7>

Unsworth, R.K.F., Collier, C.J., Waycott, M., McKenzie, L.J. and Cullen-Unsworth, L.C.A (2015). framework for the resilience of seagrass ecosystems. *Marine Pollution Bulletin* 100, 34–46.

Unsworth, R.K.F, McKenzie, L.J., Collier, C.J., Cullen-Unsworth, L.C., Duarte, C.M., Eklöf, J.S. et al. (2019). Global challenges for seagrass conservation. *Ambio* 48(8), 801–815. <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1115-y>.

van Katwijk, M.M., Thorhaug, A., Marbà, N., Orth, R.J., Duarte, C.M., Kendrick, G.A. et al. (2016). Global analysis of seagrass restoration: the importance of large-scale planting. *Journal of Applied Ecology* 53(2), 567–578. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12562>.

Veettil, B. K., R. D. Ward, M. D. A. C. Lima, M. Stankovic, P. N. Hoai & N. X. Quang, 2020. Opportunities for seagrass research derived from remote sensing: a review of current methods. *Ecological Indicators* 117: 106560.

Wolf, E., N. Arnell, P. Friedlingstein, J. M. Gregory, J. Haigh, A. Haines, E. Hawkins, G. Hegerl, B. Hoskins, G. Mace, I. C. Prentice, K. Shine, P. Smith, R. Sutton, C. Turley, H. Margue, E. Surkovic, R. Walker, A. J. Challinor, E. Dlugokencky, N. Gallo, M. Herrero, C. Jones, J. R. Porter, C. Le Quéré FRS, R. Pearson, D. Smith, P. Stott, C. Thomas, M. Urban, P. Williamson, R. Wood & T. Woollings, 2017. Climate updates: Progress since the fifth Assessment Report (AR5) of the IPCC Climate updates: what have we learnt since the IPCC 5th Assessment Report? The Royal Society, <https://eprints.whiterose.ac.uk/126326/>.

World Bank and United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2017). The Potential of the Blue Economy: Increasing Long-term Benefits of the Sustainable Use of Marine Resources for Small Island Developing States and Coastal Least Developed Countries. Washington D.C.: World Bank.

Yaakub, S.M., McKenzie, L.J., Erfemeijer, P.L., Bouma, T. and Todd, P.A. (2014). Courage under fire: seagrass persistence adjacent to a highly urbanised city-state. *Marine Pollution Bulletin* 83(2), 417-424. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.01.012>.

Teşekkür

"Karbon Bağlayan Mavi Karadeniz (BlueC) - BSB00020" Projesi Ana Yararlanıcısı Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi ve proje ortakları; Deniz Çayırıları Eğitim Programı'nın hazırlanmasında emeği geçen tüm araştırmacılara, uzmanlara ve katkı sağlayan kurum ve kişilere teşekkür eder.

- Program: (Interreg VI-B) NEXT Karadeniz Havzası Programı
- Materyal editörü: Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
- Materyal editörünün iletişim bilgileri: lhtecer@nku.edu.tr / +905556422543 / <https://www.nku.edu.tr>
- Yayın tarihi: 11 Kasım 2025
- Interreg NEXT Karadeniz Havzası Programı, Avrupa Komşuluk ve Uyum politikası çerçevesinde, Avrupa Bölgesel Kalkınma Fonu (ERDF), Komşuluk, Kalkınma ve Uluslararası İşbirliği Aracı (NDICI) ve Katılım Öncesi Aracı (IPA) tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir (bundan sonra Interreg fonları olarak anılacaktır).
- Bu yayın, Avrupa Birliği'nin mali desteğiyle hazırlanmıştır. Bu yayının içeriği tamamen Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi'nin sorumluluğundadır ve hiçbir şekilde Avrupa Birliği'nin görüşlerini yansıtmaz.

Bu eğitim materyali, mevcut literatür ve genel uygulamalar dikkate alınarak hazırlanmıştır. İçerikte yer alan bilgilerin güncelliği ve doğruluğu için azami özen gösterilmiş olmakla birlikte, ilgili mevzuat, standart ve uygulamalarda zamanla değişiklikler olabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle, materyalde sunulan bilgilerin kullanımı sonucunda ortaya çıkabilecek durumlardan hazırlayan sorumlu değildir.