

# KIYININ VE KUMSALIN KORUMASI

Hüsniye PALANDÜZ

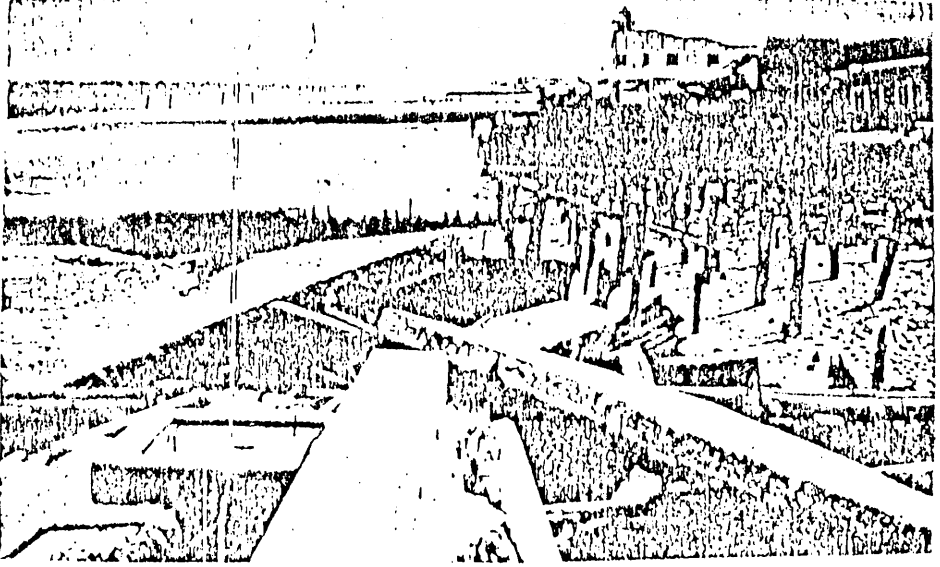
İnşaat Yüksek Mühendisi

## 1 Kıyının Koruması

İlgilenen kumsal ve kumsal düzlüğü, dalga enerjisinin çoğunu emerek dış savunma hattını; kum tepelikleri, düzlüğün üzerinden aşarak fırtına dalgalarının enerjisini emerek savunmanın son bölgesini oluştururlar. Her ne kadar kum tepelikleri, şiddetli fırtınalar sırasında aşınırlar da çoğunlukla arkalarındaki araziye tam koruma sağlayabilecek dayanıklıdırlar. Şiddetli fırtına dalgaları tarafından bozulduklarında dahi, kum tepelikleri gelecekteki fırtınalarda koruma sağlamak için kademeli olarak doğal bir biçimde yeniden birikirler (birkaç yıllık bir periyotta).

İnsan yapımı gelişim ile süre gelen denize tecavüz, çoğu kumsallarca sağlanan korumaya dikkat etmez. Geniş kum tepesi alanları, gayrimenkul yapımları için düz hale getirilmiş veya kumsal alanına kolayca geçiş ve manzara sağlamak için alçaltılmıştır. Yetersiz kum tepeleri veya benzer koruma yoksa, fırtına dalgaları kumsal cephesindeki yapılara hücum edebilir (Şekil 1) ve ard kıyıdağı mülklerde su basması ve hasar meydana gelebilir. Kıyı su basması meydana gelmese bile, fırtınanın doğurduğu yüksek kabarık sular, ve bunlarla birlikte oluşan dalgalar, kumsala çok yakın yerlerdeki yapıların altını oyabilir ve hasara uğratabilir (Şekil 2).

Büyük fırtınalar esnasında doğal koruma sistemi başarısız kaldığında, çoğunlukla düşünülen ilk çözümler, kumsal beslemesi veya yapay kum-kum tepesi meydana getirme gibi yarı-doğal yöntemlerdir. Böylesine yöntemlerde kumsal, çok etkin dalga enerji emicisi ve kum tepesi, esnek bir savunmanın son hattı olur. Aslında bu yöntemler bile, kıyı boyu sisteminde sediment temininin, desteğinin azalması ve yavaşça deniz seviyesinin yükselmesiyle oluşan kronik uzun vadeli erozyona sadece geçici bir çözüm sağlayabilir.



Sekil 1. 1962 Firtinasından Sonra Hasar, Retoboth Kumsalı, Delaware (SPM,1984).



Sekil 2. Firtina Dalgaları Tarafından Aşınan Yapılar, Potham Beach, Maine (SPM,1984)

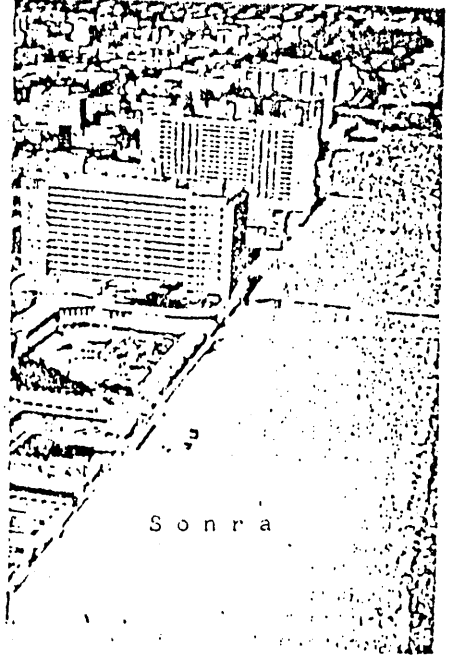
Gereken yerinden oluşma oranında kum teminini sağlamak için kumsal dolgusu yerleştirme yöntemi önemlidir. Sorun aşılakta olan bir kumsalın stabilizasyonu olduğunda, sorunlu alanın yukarı kısmında yavaş hareketli bölümünde uygun kumsal materyali stoklanabilir. Boylesine bir stoklamanın yerleştirilmesi ve yeniden doldurulması yapay kumsal beslemesi olarak ifade edilir. Aşınmış bir kumsalı restore etmek ve onu restore edilmiş pozisyonda stabilize etmek için, dolgu doğrudan aşınmış sektör boyunca yerleştirilir ve daha sonra kumsal stoklama yöntemi yoluyla suni olarak beslenir.

Yapay besleme için koşullar uygun olduğunda, kıyıya paralel uzanımlar bu yöntemle, korunmuş olan kıyının metresi başına nisbeten daha düşük bir maliyetle korunmuş olabilir. Aynı derecede önemli bir avantajda yapay beslemenin birçok erozyon problemlerinin temel sebebini ortadan kaldırmış-doğal kum temininde bir bozukluk- ve bitişik kıyıya zarardan ziyade fayda sağlamıştır. Bir başka ek konu da, genişletilmiş bir kumsal rekreasyon özelliği gibi bir değere sahip olmasıdır. En yakın kumsal restorasyon projelerinden biri Dade County, Florida'daki kumsalın 17 km'lik bir bölümü boyunca 1977 yılında başlamıştır. Bu proje Şekil 3'de gösterilmiştir.

Kumsalın ve kum tepcikleociklerinin sahildeki gelişmeleri korudukları yerlerde ek koruma işlemleri gerektirmeyebilir. Bununla beraber doğal kuvvetler erozyona neden olduklarında, fırtına dalgaları kumsalı aşabilir ve ard kıyı yapılarını hasara uğratabilir. Bundan ötürü, koruma sağlamak için inşaa edilen yapılar yapılmalıdır. Genelde, kıyı çökmesini stabilize etmek için tasarlanan önlemler ikiye ayrılır; (1) dalgaların bir liman alanına ulaşmasını engellemek için yapılar (örneğin, dalgakıranlar, deniz duvarları, perdeler, dış kaplamalar) ve, (2) kıyı boyunca materyallerin taşınmasını geciktirmek için kullanılan mahmuz ve mendirek gibi insan yapımı yapılar. Deniz duvarları veya kumsal dolguları veya her ikisinde... bunlarla birlikte kullanılabilir.



Önce



Sonra

Sekil 3. Kumsal Restorasyonu, Dade County, Florida (SPM,1984).

Bölgesel kıyılar boyunca erozyon süreçlerini hesaba katan kapsamlı bir plan dahilinde koordine edilmiş çalışmalar, çok daha etkin ve ekonomiktir. Perdeler, deniz duvarları ve kaplamalar olarak ifade edilen sahildeki yapılar, kullanım ve tasarımlarına dayalı olarak, ard kıyı gelişimlerini veya aşınabilir dik kıyıları (yarları) karşılayan üst kumsal için koruma sağlarlar.

Dizayn açısından küçük amaçlı değişiklikler yapılabilir, perde ve deniz duvarları buna örnek verilebilir. Perdeler, ayrıca dalga

hücumuna direnmek için tasarlanmış temelde toprak tutucu yapılardır. Aksine, deniz duvarı çoğunlukla dalga hücumuna karşı koymak için tasarlanmış yapılardır. Fakat aynı zamanda dalga güçlerine karşı koymaya çabalarken biraz toprak tutabilirler. Deniz duvarlarının arkasındaki arazi genellikle yakın zamanda oluşturulmuş bir dolgu alanıdır. Perde ve deniz duvarları, çelik kereste ve beton kazıkları gibi birçok materyalden inşa edilebilirler.

Deniz etkisine açık yerlerde perdeler tek başlarına ön kıyı erozyonu ve "flanking" 'den ötürü uzun süreli bir çözüm sağlayamazlar. Diğer koruma tipleri ile birleşmedikçe, perde, dalgaların direkt hücumuna dayanabilecek yeterlilikte bir yekpare, sağlam deniz duvarı şeklinde genişletilmelidir. Deniz duvarları dik, kavisli, kademeli veya eğimli yüzeylere sahip olabilirler. Her ne kadar deniz duvarları yüksek araziye korusalar da, çoğunlukla lokal bir problem yaratırlar. Duvara vuran dalgalar tarafından meydana getirilen suyun aşağıya doğru kuvvetleri, duvarın ön tarafından hızlı bir şekilde kum kaldırabilir. Genellikle aşırı sürüklenme ve alt oyulmasını önlemek için bir taş onluk gereklidir.

Bir kaplama, bir kumluk ya da toprak setinin varolan eğimli yüzeyini korur. Bu genellikle derecenmiş bir filtre katmanı ile bir veya daha çok ocaktan çıkarılmış taş veya hazır beton istilkam ünite katmanlarından oluşur. Sadece koruyucu bir tahkimat ve kalıcı olmayan bir yapı olduğundan dolayı değeri düşük dengeli bir eğimin uc kısmına yerleştirilmiş ise küçük bir fayda sağlar. Madenden elde edilen taşlardan yapılmış kaplamaların eğimli yüzeyleri, iyi enerji dağıtımları için kaplamaların önlerinde bulunan kumsal üzerinde düz yüzeyli bir perdeden daha az bir ters etkiye sahiptirler.

Dalgakıranlar, herhangi bir arazi şeklini ya da ardlarındaki su alanını dalgaların direkt saldırısından korumak için tasarlanmış dalga enerji bariyerleridir. Yakın yıllarda kıyıya paralel,

parçalı dalgakıranlar, sahil koruma yapılarında da kullanılmışlardır, fakat açığa inşaa edildiklerinden pahaliya mal olmaşlardır.

Dalgakıranlar, kıyı üzerinde hem faydalı hem zararlı etkilere sahiptirler. Tüm dalgakıranlar, dalga hareketini korunan taraflarda azaltıp ya da elimine ederler. Bununla beraber, sahilden açık, sökülebilir (setçched) veya sahile bağıntılı olanlarda da, dalga hareketinin azalması veya eliminasyonu aynı zamanda korunan tarafındaki kıyı boyunca taşınımını da azaltır. Sahilden açık dalgakıranlar da, sahilden yapıya doğru gelişen bir kum tümseği (tombolo) şeklinde dalgakıranın korunan tarafında bir kum birikmesi meydana gelir.

Kıyı bağıntılı dalgakıranlar, limanları dalga hareketinden korumayı sağlar ve yapının inşaa ve bakımını sağlayan karayla bağlantının avantajına da sahiptirler. Son yıllarda kısa sökülebilir şekilde imal edilmiş kıyıya paralel dalgakıranlar, kıyı boyunca taşınımı ters etkilememeksizin yeterli ölçüde fırtınadan korunma sağlamışlardır.

Bir liman dalgakıranında, genellikle kumun kıyı boyunca taşınması kumun biriktiği taraftan bir boru hattı ile aşınmış tarafa kum pompalanması yoluyla kumsalı ıslahı sağlanır. Bu tür bir operasyon, Santa Barbara, California ve Channel Islands Harbor, California gibi yerlerde uzun yıllar kullanılmıştır.

Sahilden açık dalgakıranlar, aynı zamanda kanalda mil, çamur birikimini kontrol için seyir yapıları ile birarada kullanılmışlardır. Sayet açık deniz dalgakıranı bir seyir açıklığından akıntı yönünde hemen yukarıya yerleştirilirse, yapı kendi korunaklı bölümünde kumu toplar, seyir kanalına girişini engeller ve birikmiş materyali kumsal boyunca akıntıya açık kumsala pompalanmak amacıyla kurulmuş bir yüzer tarama techizatıyla korunmasını sağlar. Bu yöntem Port Hueneme, California yakınında Channel Islands Limanında başarılı bir

şekilde kullanılmıştır.

Dalgakıranlar batık gemilerden betonla doldurulmuş büyük bez duvarlara kadar herşeyden yapılmış olmalarına karşın, Birleşik Devletler'de kullanılan temel materyal, alt tabakaları ve çekirdek materyali örtün kaplama taşı ile bir moloz yığını bölmesidir. Bazı Avrupa ve Japon dalgakıranlarında daha derin suda bir batık yığın temel üzerinde beton bir üst yapı kullanılır ki; böylece liman korunması için gerekli olan dolgu maddesinin genişliği ve bütün tutarı miktarı azaltılır.

Mahmuzlar (groin) genellikle, ard kıyından kıyı boyu bölgesinin içine uzanan bariyer tipi yapılardır. Mahmuzlarla korunacak kumsal boyunca, mahmuz sahası veya sistemi inşaa edilir. Mahmuzun amaçları; kumun kıyı boyunca hareketini modifiye etmek, sahilde kum biriktirmek, kum kayıplarını geciktirmektir. Bir mahmuz tarafından kumun tutulması, mahmuz ya da mahmuz sistemi diğer kaynaklardan yapay olarak kapasitesi kadar kum doldurulmadıkça bitişik yığılma yönünde kıyının yok olması pahasına olur, bu nedenle mülklere gelebilecek hasarı da önlemek için birikecek kum miktarında bazı sınırlamalar konmalıdır. Şimdiki mahmuzlar arasındaki alanı doldurmak için suni olarak kum yerleştirilir ve bu olay sıkça yapılması gereken bir şeydir ki, böylelikle yığılma yönündeki kumsallara kumun kesintisiz geçişi sağlanmış olsun.

Kereste, çelik, beton veya temel taşı kullanarak değişik birçok şekilde inşaa edilmiş olan mahmuzlar, tasarım ve yapılarına göre yüksek veya alçak, uzun veya kısa, geçirgen veya geçirgen olmayan ve sabit veya ayarlanabilir olarak sınıflandırılırlar. Sıradan veya mutedil fırtına dalgaları için kırılma bölgesine doğru uzanan yüksek bir mahmuz, başlangıçta biriken kum tutum alanını doldurana ve kum yığılma yönüne doğru mahmuzun denize olan ucunu geçene dek yolu kesilmiş bu alan dahilinde kıyı boyunca hareket eden kumun hemen hemen hepsini tutar. Alçak mahmuzlar (tepe profilleri arzu edilen kumsal boyutlarından veya doğal kumsal yüksekliğinden daha yüksek olmayan) kumu yüksek mahmuzlar gibi

tutar ve gene de bir miktar dalga enerjisi ve kum hareketinin yarıdan geçişine izin verirler.

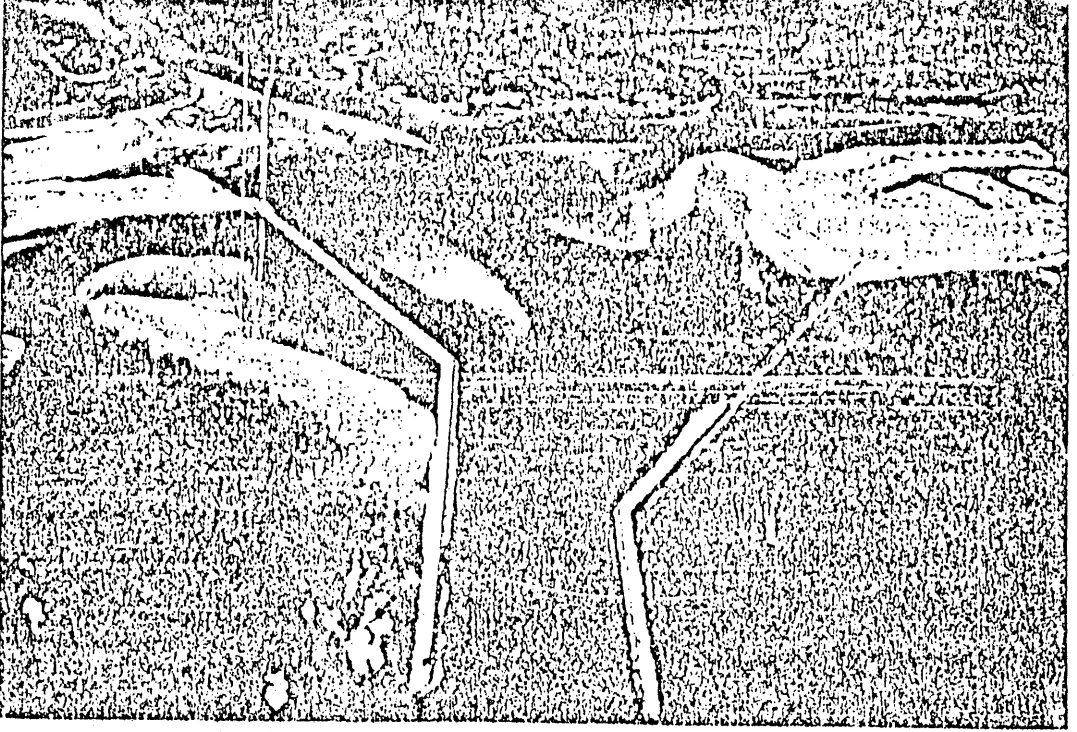
Mendirekler, geçitlerde seyir kanalının durumunu stabilize etmek, gemileri dalga kuvvetlerinden korumak ve bitişik kumsallar boyunca kumun hareketini kontrol etmek suretiyle seyir kanalı hareketini minimize etmekte kullanılan yapılardır. Bir geçit içine taşınan kum, seyre müdahale edecek şekilde ise, seyir derinliğini korumak için daha sık taramayı gerektirebilir. Birçok yerde kıyı boyunca taşınmanın geri dönüşlerinin olduğu sık görülür. Bu olayın olmaması ve bütünüyle bir kanal koruması sağlamak için mendireklerin çoğunlukla geçitin her iki yanına da yapılması gerekir. Mendirek birçok maddeden inşaa edilebilir, örneğin kereste, çelik, beton. Daha büyük birçok yapı, kaplamalı ve kum nüfusunu engellemek için daha az geçirgen olan bir çekirdek materyali yığma moloz konstrüksiyonlardır. Asıl etkiyi oluşturan yukarıya doğru sürüklenme, doğrultusundaki mendirekte kumun yığılmasına neden olur. Tümüyle geliştiğinde, doldurulmuş veya yığılmış kum, kumsalda sürüklenme yönünde yukarı doğru ve dışarıya mendireğin ucuna doğru hayli yayılır.

Malımız gibi mendireğin asıl ters etkisi, taşınma yönündeki kumsalın erozyonudur. Bir mendireğin oluşmasından önce dalga, kesintili bir biçimde dış engel boyunca geçitten içeri taşıyarak kum taşır. Bir mendireğin varlığına bağlı olarak bu kum taşınımının azalması veya kesilmesi driftleri yeniden yerine koymak için yeterli bir doğal kum temininden yoksun bırakır.

Taşınma yönünde erozyonu minimize etmek amacıyla taşınma yönünde yukarı doğru yer alan mendirek tarafından biriktirilmiş kumu taramak ve bunu bir boru hattından (geçidi geçmek suretiyle) taşınma yönünde erozyona uğrayan kumsala pompalamak için bazı projeler geliştirilmiştir. Bu taşınma yönündeki kumsalın beslenmesini sağlar ve aynı zamanda giriş kanalının sığlaşmasını da önler. Eğer taşınma yönünün yukarısında yer alan bir mendirekte birikmiş kum mendireğin denize doğru ucuna uzanırsa, bir seyir



tehlikesi doguracak biçimde mendiregin etrafına ve kanalın içine dogru hareketlenecektir. Bu yüzden, sadece taşınma yönünde erozyonu azaltmak için değil aynı zamanda emniyetli bir seyir kanalının bakımını sağlamaya yardım için taşınma yönünün yukarısında yığılmış kum aşağı konumda yer alan kumsala bypass edilmelidir. Murrells Inlet, South Carolina'daki bu çeşit bir set mendireği Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Set Mendirek, Murrells Inlet, South Carolina, 1981  
(SPM, 1984)

## 2 Kumsalın Korunması

Kumun bol miktarlarda mevcut olduğu durumlarda, genel olarak koruyucu önlemlere gerek duyulmaz ya da bu önlemler basitleştirilmiştir. Kumul tepeleri ve geniş, hafif eğimli kumsallar söz konusu olmadığında, kıyının rekreasyonel

çekiciliğinin kaybolmasına ya da büyük ölçüde azalmasına neden olan alternatif yapılara basvurmak gerekir. Kumun birçok kıyı bölgesinde azalmakta olan bir kaynak olmasından ötürü korunması kıyı bölgelerinin korunmasında önemli bir faktördür ve planlamaya dahil edilmelidir.

Bir zamanlar kum, kıyılara, derelerden ve nehirlerden ve kıyı oluşumların doğal erozyonu yoluyla yeterli bir biçimde getirilerek temin edilmektedir. Şimdi ise su boşaltım havzalarında ve daha önce aşınmakta olan kıyıları boyunca gelişmeler, geniş kıyı alanlarının doğal jeolojik süreçlerle çok az ya da hiç kum alamadığı bir aşamaya ulaşmış durumdadır. Hem kara içi nehirler ve hem de kıyı alanlarında devam eden gelişmeler, kıyı alanlarını daha önceleri doğal erozyon süreciyle elde edilebilen sedimentten yoksun bırakmış olan erozyon kontrol yöntemleri ile beraber gelişmişlerdir. Bu yöntemler kıyı boyunca taşınan kum miktarını azaltmaktadırlar. Bu durumda kum korunmak zorundadır. Bu bitişik alanların yok olması pahasına kumsal kumunun lokal olarak stok edilmesi anlamına gelmez ancak faydasız uygulamaların elimine edilmesi ve mümkün olduğunca kıyı bölgesindeki kayıpların önlenmesi anlamına gelir.

Neyseki doğa, ekolojik denge kesintiye uğratılmaksızın kumsal ve kumul tepeleri için yeniden ıslah malzemesi kaynağı olarak kullanılabilir. Körfezler, lagünler, nehir ağızları ve açık deniz alanlarında geniş kumsal kumu birikintileri sağlamaktadır. Bazı bölgelerde yoğun kum tepesi birikintileri mevcuttur. Ancak bunlar bölgenin su baskını tehlikesine maruz kalmasından kaçınmak için dikkatle kullanılmalı zorundadır. Kaynak ekonomik kullanım için her zaman doğru yerlerde konumlanmış değildir, ne de daimi olarak kabul edilebilirler. Bu kaynaklar tüketildiğinde, kumsalların korunması için artan maliyetler karşılanmak zorundadır. Büyük bir olasılıkla gelecekte açık deniz birikintileri en önemli kaynak olacaktır.

İnşaa edilmiş kıyı geçitlerinde kumun mekanik olarak bypass

edilmesi de bir koruma yöntemidir. Eskiden yaygın bir işlem olan ticari amaçlarla kumsal kumu çıkartılması, kıyıda yaşayanların bu uygulamayı düzenleme gerekliliğini kavramaları sonucunda hızla azalmaktadır. Dışarıya pompalama yetisi ile donatılmış modern kepçeli tarayıcılar ve acilabilir tekneli tarayıcılar tarafından seyir kanallarında bakım taramalarından elde edilen kumun yakın kıyıya deşarjını sağlamaktadır. California sahilinde kıyıya yakın derin denizaltı kanyonlarında büyük hacimlerde kumun yitip gittiği yerlerde, kumu denizaltı kalyonuna ulaşmadan önce tutacak ve onu mekanik olarak faydalı kıyı boyu taşınımın yeniden başlatabileceği bir noktaya taşıyacak imkanlar üzerinde düşünülmektedir. Uygun otlar ve çalılar, fundalıklarla yapılan kumul bitkilendirilmesi kıyı yönünde rüzgar kökenli kayıpları azaltır ve kumul korunmasına yardımcı olur.

Kıyı mühendisliği bu sorunlarla ilgilenen bir disiplindir. Bunu yapmak için kıyı mühendisliği sadece bir çözüm tasarlamak zorunda değil, ayrıca etkin durumda olan doğal süreçleri, bunları yönlendiren rüzgar ve su kuvvetleri ve çözümü var olan kıyı sistem ve çevre üzerindeki olası etkisi konusunda bilgi sahibi olmak zorundadır. Kıyı mühendisliği önemli derecede yerel nitelikte bir disiplindir ve bir nokta için başarılı olan çözümler bir diğeri için geçerli olmayabilir.

Kıyı mühendisliğinin bu amaçlarına ulaşmak için uygulamacılar birkaç disiplini kullanmak zorundadırlar. Arazi araştırmaları ve fizik bilgisinden, proje yerinde kıyı süreçleri konusunda bir fikir geliştirirler. Daha sonra hem fiziksel hem nümerik yöntemler kullanarak olası çözümleri ve bunların etkilerini incelerler. Bununla beraber hiçbir faktör mühendis için geçmiş deneyiminden daha önemli değildir. Gerçekleştirilmiş projelerin izlenmesi bir sonrakinin planlanması yolunda muazzam yardım sağlar.

Kıyı mühendisinin çalışması üç evreye bölünür; yakın kıyı sistemi ve kıyı hattının buna tepkisi konusunda bir fikrin

geliştirilmesi; kabul edilebilir kıyı etkisinin çerçevesinde proje hedeflerini karşılamak için kıyı çalışmalarının tasarlanması; kıyı çalışmalarının icrasının idare edilmesi ve projelerin planlandıkları gibi işlediklerinden emin olmak için icraatın izlenmesidir.

Kıyı alanlarının korunması ne basit bir sorundur ne de üstesinden gelinmezdir. Bu geçen 50 yıl içerisinde önem açısından büyük artış göstermiş olan bir sorumluluk ve görevdir. Gelecekte bir gereklilik olması amaçlanmıştır. Zamanla maliyet artışı müddetce, kıyı alanları bütünüyle, eksiksiz ve ekonomik bir biçimde koruma işini yerine getirmek, dikkatli planlama, uygun ve yeterli yönetim ve eksiksiz mühendislik sayesinde olacaktır.