

Dünyada ve Türkiye’de yapay kıyı beslemesi

Servet Karasu*

01.09.2016 Geliş/Received, 03.10.2016 Kabul/Accepted

doi: 10.16984/saufenbilder.02100

ÖZ

Kıyı beslemesi, diğer isimleriyle “kıyı dolgusu, restorasyonu”, denizden çıkartılan büyük miktarda kaliteli kumun, kumsala veya kıyından denize doğru yerleştirilerek, kıyıların korunması ve genişletilmesidir. Kıyı besleme projeleri, doğal malzeme kullanılması açısından erozyona karşı en sürdürülebilir yöntemler arasında sayılmaktadır. Yapay kıyı beslemesi dünyada birçok ülkede yaklaşık yüz yıldan beri uygulanmaktadır. Bu yöntemle sadece erozyonla mücadele değil, aynı zamanda rekreasyon amaçlı kıyıların elde edilmesi de amaçlanmaktadır. Ülkemizde, A.B.D. ve Avrupa ülkelerindeki gibi büyük ölçekli yapay kıyı besleme projeleri bulunmamaktadır. Küçük ölçekli projeler ise ne yazık ki, birkaç tane pilot proje dışında yok denecek kadar azdır. Ülkemiz kıyılarında sahil düzenlemesi denildiğinde, kıyı kesiminde dolgu yapılarak bunun üzerinde rekreasyon amaçlı tesislerin inşa edilmesi akla gelmektedir. Dünyada turizm gelirleriyle ön plana çıkan İspanya ve İtalya gibi ülkelerde turizmin sürdürülebilir olmasına önemli katkılar sağlayan kumsal beslemelerinin, ülkemiz turizm potansiyeli dikkate alındığında turizm gelirlerine önemli katkılar sağlayacağı açıktır. Bu çalışmada, Türkiye ve dünyada yapay kıyı beslemesi uygulamalarının detaylıca irdelenmesi ve ayrıca Rize için örnek bir kıyı besleme proje önerisinin özetlenmesi hedeflenmiştir. “Kıyıların çevreye uyumlu, sürdürülebilir yöntemlerle korunması” konusunda dünyadaki birçok ülkede pek çok örneğine rastlanan kumsal beslemelerinin ülkemizde uygulanması için gerekli teknik ve idari yatırımların hazırlanması gerekmektedir. Bunun için çoğunlukla doğayı tahrip eden sonuçlar doğuran sert yapılarla erozyonla mücadeleye alternatif olacak şekilde yaklaşık yüz yıldır kullanılan yapay kıyı beslemesi projelerinin önünü açacak mevzuat değişiklikleri yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: yapay kıyı beslemesi, kıyı erozyonu, yumuşak kıyı koruma yapısı

Artificial beach nourishment in the World and Turkey

ABSTRACT

Beach nourishment, which is also called as “beach fill, beach replenishment”, protects and widens beaches with high quality and huge amount of sand mining from sea. These sands are placed to shore or from shore to seaward. It is accepted that beach nourishment projects are among the most sustainable methods against the coastal erosion in terms of using natural material. This method not only controls erosion, but also aims at obtaining recreational coasts. Our country does not have a beach nourishment project in big scale like in USA and European countries. Unfortunately, the number of small scale projects is also negligible except a couple of pilot projects. When coastal regulation is discussed in our country, the construction of recreational facilities on the beach fill comes to mind. It is clear that beach nourishment will provide a significant contribution to tourism revenues considering our tourism potential like in Italy and Spain which have leading beach tourism revenues thanks to the sustainable beaches. In this study, beach nourishment applications in the world and Turkey are examined thoroughly and a recommendation for an example of beach nourishment project for Rize province is given. It is essential to prepare necessary technical and administrative investment for the application of beach nourishment in our country like the other countries in the world which have many examples of “environmental friendly and sustainable methods for the coast protection”. Legislative changes should be made to open the way for beach nourishment projects which have been using for a century and to offer an alternative to hard structures which cause the destruction of nature.

Keywords: artificial beach nourishment, coastal erosion, soft coastal protection structure

* Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Rize – skarasu@erdogan.edu.tr

1. YAPAY KIYI BESLEMESİ (ARTIFICIAL BEACH NOURISHMENT)

Kıyıların korunmasında ve kıyı boyunca hareket halindeki malzemenin tutulmasında çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Yapay besleme, kıyıları korumak için kıyı tahkimatları ve mahmuzlar gibi sert yapılara alternatif olarak kullanılan yumuşak bir yapı tipidir. Büyük miktarlarda ve iyi kalitedeki kumun kıyıdan açığa doğru yerleştirilmesidir [1]. Kıyı beslemesi, kıyı yenilemesi veya yapay kıyı beslemesi gibi isimler almaktadır. Yapay kıyı beslemesi genellikle erozyona maruz olan kıyılarda kıyıyı, kıyı gerisini korumak ve insanların eğlenme, dinlenme amaçlı olarak kullanımını sağlamak için yapılır.

Kıyıları için sistemdeki kum açığından dolayı meydana gelen kıyı erozyonu ciddi bir problemdir. Yapay besleme ile sisteme kum eklemek problemin çözülmesinde uygulanan tekniklerden biridir. Tahkimatlar, mahmuzlar ve kıyı duvarları gibi sert yapılarla kıyıyı korumak sadece o bölgede etkili olabilir. Ancak bu tür yapılar bitişik kıyılarda başka problemlere neden olabilirler.

Bu çalışmada öncelikli olarak yapay kıyı besleme yöntemleri kısaca özetlenmiş, daha sonra başta Amerika Birleşik Devletleri (A.B.D.) olmak üzere dünyanın birçok yöresinde etkin olarak uygulanan yapay kıyı besleme uygulamalarının yerleri ve büyüklükleri verilmiştir. Türkiye kıyılarında yapılan yapay besleme projeleri hakkında bilgi verilerek, bir proje önerisi örnek olarak sunulmuştur.

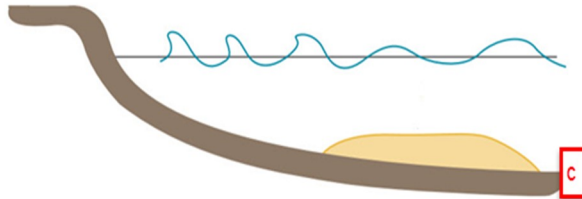
1.1. Yapay Kıyı Beslemesi Dizayn Yöntemleri (Beach Nourishment Design Methods)

Yapay besleme kıyıyı korumak, eğlenme-dinlenme amaçlı plaj oluşturmak veya her iki fonksiyonu bir arada yerine getirmek için kullanılırlar. Kıyı koruma malzemesi, genellikle kıyının denge profilinden daha dik olarak yerleştirilir. Besleme ile kıyıda meydana gelen dengesizlik, kıyı boyu ve kıyıya dik katı madde hareketi sonrası zamanla dengeye gelir. Besleme malzemesinin plaja yerleştirilmesinde değişik tasarım planları kullanılır. Kumul (dune) beslemede malzeme aktif plajın arkasına yerleştirilir (Şekil 1a). Kıyı ve profil beslemede, daha geniş bir kıyı elde etmek için besleme malzemesi plaj profili boyunca yerleştirilir (Şekil 1b). Bar beslemede ise malzeme açık denizde yapay bir bar (berm) oluşturacak şekilde yerleştirilir (Şekil 1c). Bu tür besleme yapısı, deniz tabanına konulan kum adacığı vasıtasıyla yüksek fırtına dalgalarını kırarak kıyıyı koruyan, gerektiğinde kıyıyı kumla geri besleyen doğal bir sualtı koruma yapısıdır. Bu yapılar, sakin günlerde normal boyuttaki dalgaların geçişine izin vererek, doğal su dolaşımının sürmesini sağlarlar [2].

Beslemede kullanılacak olan malzemenin besleme bölgesindeki mevcut malzeme ile çap ve diğer özellikler bakımından benzer olması istenir. Besleme malzemesinin proje bölgesine getirilmesinde değişik yöntemler kullanılmaktadır. Beslenecek kıyının ve çevresinin özelliklerine bağlı olarak denizden taranarak elde edilen besleme malzemesi hidrolik pompalarla plaja pompalanır. Başka yerlerden elde edilen malzeme kamyonlarla taşınarak besleme bölgesine getirilir veya kıyıda mahmuz vb. bir yapının memba tarafından mansap tarafına ihtiyaç duyulan miktarda kum by-pass edilir [3].

2. DÜNYADA YAPAY KIYI BESLEMESİ (BEACH NOURISHMENT IN THE WORLD)

Yapay kıyı beslemesi uygulamaları erozyonla mücadelede dünyanın birçok ülkesinde artan bir uygulama sahası bulmaktadır. Dünyada değişik ülkelerde farklı kıyı besleme tipleri ve yaklaşımları uygulanmaktadır. İlk yapay kıyı besleme projesi 1922 yılında New York Coney Island'ta yapılmıştır [4]. 1930'lu yıllardan itibaren ise kronik erozyon problemlerinin çözümü için kullanılmaya başlanmıştır. Ancak birçok proje yeteri kadar gözlemlenmemiş ve kayıtlara geçirilmemiştir. Farklı ülkelerde gerçekleştirilen yapay kıyı beslemesi uygulamalarına yönelik özet bilgiler takip eden bölümlerde sunulmuştur.



Şekil 1. Yapay kıyı beslemesi dizayn yöntemleri. Kumul (dune) besleme (üstte), kıyı ve profil besleme (ortada) ve bar (berm) besleme (altta) (Beach nourishment design methods. Dune nourishment –a, shore and profile nourishment –b and berm nourishment -c).

2.1. Amerika Birleşik Devletleri (United States of America)

Amerika Birleşik Devletleri’nde (A.B.D.) yapay kıyı besleme dizaynı için iki belirgin yaklaşım bulunmaktadır. İlki Federal hükümet dizayn yöntemi, diğeri ise yerel yönetimler tarafından özel şirketlere yaptırılan dizayn yöntemidir. Federal projelerde Coastal Engineering Manual’de (CEM) [3] yer alan yönergeler takip edilerek standart dizayn yöntemleri uygulanır. Diğer projeler ana hatlarıyla Federal projelerle benzerlik göstermesine rağmen daha esnek yönetim yaklaşımlarına sahiptirler.

A.B.D.’de 20. yüzyılın başlarında mahmuzlar ve kıyı duvarları ile yapılan kıyı koruma stratejisi zamanla yerini

yapay kıyı beslemesine bırakmıştır. 1920’li yıllar ile 2000’li yıllar arasında 200’den fazla bölgede yaklaşık 500 milyon m³ malzeme plajlara yerleştirilmiştir. Yapay kıyı beslemesinin başladığı yıllardan beri her yıl ortalama 9,2 milyon m³ kum kullanılmıştır [5]. A.B.D.’de ilk yapılan beslemeler daha çok navigasyon kanallarının taranması ile elde edilen kumların kullanımına yönelikti. Ancak 1970’li yıllardan sonra yapılan büyük besleme projeleri erozyon kontrolü ve rekreasyon amaçlı olarak projelendirilmiştir.

ABD’de yapılan kıyı besleme projeleri Atlantik, Pasifik ve Meksika körfezi kıyıları olmak üzere üç bölgede incelenebilir. New York’tan Florida’ya kadar Atlantik kıyılarında irili ufaklı çok sayıda proje yürütülmüştür. Bunların en büyüğü 1980’li yılların sonlarında 33,5 km uzunluğunda Sandy Hook’ta (New Jersey) yapılan besleme projesidir [6]. Meksika körfezi kıyılarında da çok sayıda besleme projesi yürütülmüştür. Bu projelerden en uzun süreli olanı ve en büyüğü ise 1952 yılından beri yaklaşık 7 milyon m³ kum ile beslenen 40 km kıyı uzunluğu bulunan Harrison County’dır.

A.B.D.’nin Pasifik kıyıları ise daha büyük ve uzun periyodlu dalgaların etkisi altındadırlar. Yüksek burun ve falezlerden kopan malzemelerden oluşan plajlar bulunmaktadır. Pasifik kıyılarında yapılan kıyı beslemelerinin çoğu Kaliforniya eyaletinde yer almaktadır [7]. Kaliforniya kıyılarında yapılan kıyı besleme projelerinin %85’i ise Güney Kaliforniya kıyılarında gerçekleştirilmiştir. Oregon eyaleti kıyılarında herhangi bir besleme projesi rapor edilmemiştir. Washington eyaleti kıyılarında ise sadece iri çakıllarla yapılan bir tek besleme projesi bulunmaktadır. [8].

A.B.D.’nin New England kıyıları, doğu kıyıları, Meksika körfezi, Great Lakes ve batı kıyıları dikkate alındığında besleme projelerine başlanılmasından 1996 yılına kadar 418 plajda toplam 1448 kez besleme yapılmıştır ve 1996 yılı fiyatlarıyla 3,3 milyar dolar harcanmıştır. Doğu kıyıları yapay besleme projelerinin en çok olduğu bölgedir. Doğu kıyılarında yer alan ve barrier adaları olarak adlandırılan kıyı bölgelerinde 147 farklı noktada toplam 264 milyon m³ besleme yapılmıştır [9]. Doğu kıyılarını takiben 145 milyon m³’le en çok malzeme batı kıyılarında yer alan 36 plaja yerleştirilmiştir [10]. Meksika körfezi kıyılarındaki 60 plaja 58 milyon m³ [11], Great Lakes’te yer alan 58 plaja yaklaşık olarak 20 milyon m³ [12], New England kıyılarında yer alan 117 plaja ise 10 milyon m³ kum yerleştirilmiştir [13]. Besleme projelerinin yarısından fazlasının son 20 yılda yapılması dikkat çekicidir. Besleme malzemesinin fiyatları en ucuz olarak doğu kıyılarında 4\$/m³ iken New England kıyılarında yaklaşık maliyet 10\$/m³ civarlarına kadar yükselmektedir. 2000’li yıllara kadar ABD

kıyılarında yapılan besleme projelerinin sayıları, hacimleri ve yaklaşık maliyetleri Tablo 1'de verilmiştir [14].

Tablo 1. A.B.D. kıyılarında yapılan besleme projeleri sayıları, hacimleri ve maliyetleri (Summary of volume, cost, and number of beach nourishment projects in the US)

Bölge	Proje sayısı	Besleme sayısı	Toplam hacim (milyon m ³)	Toplam Yaklaşık fiyat (milyon \$ 1996 Yılı fiyatı)
Doğu (Atlantik) kıyıları	147	572	264	1,740
Batı (Pasifik) kıyıları	36	143	145	950
Meksika Körfezi kıyıları	60	158	58	362
Great Lakes	58	416	20	196
New England Kıyıları	117	159	10	140
Toplam	418	1,448	497	3,388

A.B.D. kıyılarına, kıyı besleme projelerinin başlangıcından itibaren 3 milyar doların üzerinde harcama yapılarak yaklaşık 500 milyon m³ kum yerleştirilmiştir.

Özellikle A.B.D'nin batı bölgelerinde yapılmış olan barajlar katı maddeleri önemli ölçüde tutarak, kıyılara gelen kum miktarını azaltmış ve dolayısıyla yapay besleme ihtiyacını da büyük ölçüde artırmıştır. Geçtiğimiz yüzyıl içinde A.B.D. kıyılarından yaklaşık olarak 1 milyar m³ kumun insan kaynaklı yapılar (barajlar, kıyı duvarları vb.) nedeniyle kaybedildiği tahmin edilmektedir. Yıllık ortalama kayıp yaklaşık 10 milyon m³'tür [15]. Bu miktarın ancak yarısı periyodik beslemelerle kıyılara geri konulmuştur, ancak halen yarısı net katı madde açığı olarak dikkat çekmektedir.

2.2. Avrupa Ülkeleri (European Countries)

Birçok Avrupa ülkesinde 1950'li yıllardan itibaren yapay kıyı beslemesi uygulanmaya başlanmıştır. Bu bölümde ayrıntılı olarak Avrupa ülkelerinde geçmişte yapılan çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

2.2.1. Almanya (Germany)

Almanya 1900 km'lik kıyı şeridine sahiptir. Bunun 1/3'lük kısmı kumsal kıyılardan oluşmaktadır ve kıyı erozyonuna maruzdur. 1950'li yıllara kadar Almanya'da kıyı koruma yapıları genellikle sert yapılardan oluşmaktaydı. İlk besleme projesi 1951 yılında gerçekleştirilmiş ve bu tarihten itibaren sert yapılardan yumuşak yapılara doğru bir geçiş söz konusu olmuştur. İlk besleme projesinden sonra 60 farklı bölgede 50 milyon m³ kum kullanılarak 130'dan fazla besleme gerçekleştirilmiştir. Resmi kıyı koruma çerçeve programı kapsamında 5 farklı tipte proje yürütülmüştür. Yaklaşık 50 yıllık tecrübeyle, tekrarlanan beslemelerle yapılan aktif kıyı koruma metodu gittikçe artan bir önem kazanmaktadır [16].

2.2.2. İtalya (Italy)

İtalya'nın 7500 km olan sahil şeridinin yaklaşık yarısı alüvyonal kıyılardan oluşmaktadır ve erozyona maruz kalmaktadır. Özellikle kuzey Adriyatik kıyılarına yerel ve yabancı olmak üzere yaklaşık 90 milyon turist gelmektedir. Dolayısıyla yapay besleme projelerinin turizm gelirleri açısından önemi dikkat çekmektedir. Yapay kıyı beslemesi 1969 yılından beri yapılmaktadır. Bu dönemde 36 bölgede 50 civarında besleme projesi yapılarak 15 milyon m³ kum kullanılmıştır. Yapılan kıyı beslemeleri çoğunlukla 100-150 bin m³ civarında kumun kullanıldığı küçük projeler olmakla beraber [17], Venedik'te yaklaşık 8 milyon m³ kum kullanılarak yapılan büyük besleme projeleri de bulunmaktadır. Yerel ölçekte erozyonu azaltmak ve rekreasyon amaçlı plajlar oluşturmak amacıyla yapılmış olan projelerin hemen hemen tamamı sert kıyı yapılarıyla birlikte inşa edilmişlerdir [18].

2.2.3. Fransa (France)

Fransa'nın 5500 km olan kıyılarının yaklaşık 2000 km'si kumsal plajlardan oluşmaktadır. Erozyonla mücadelede kıyı koruma yapıları oldukça yaygın kullanılmasına rağmen yapay kıyı beslemesi daha az uygulama sahası bulmuştur. Fransa'da modern kıyı besleme projeleri 1962 yılından itibaren uygulanmaya başlanmıştır. 115 kez besleme yapılan 26 plajda yaklaşık 12 milyon m³ kum kullanılmıştır. Bu rakamlardan da anlaşılacağı üzere Fransa'da mahmuzlar, kıyı duvarları ve açık deniz dalgakıranları gibi sert kıyı koruma yapıları daha çok tercih edilmektedir [19]. Fransa'da yapılan kıyı beslemelerinde de kum kayıplarını azaltmak ve yeniden besleme süresini uzatmak amacıyla sert yapılarla birlikte yapılan projeler tercih edilmektedir. Birçok proje ise limanlardan elde edilen tarama malzemelerinin değerlendirilmesi amacıyla hayata geçirilmiştir. Kıyı besleme projeleri için ulusal bir standart bulunmamaktadır.

2.2.4. İspanya (Spain)

Yaklaşık 5000 km kıyısı bulunan İspanya’nın Akdeniz kıyılarının hemen hemen tamamı kumsal plajlardan oluşmaktadır. İspanya kıyılarındaki en önemli erozyon nedeni, çok sayıda bulunan limanların katı madde taşınımını engellemesidir. Modern anlamda yapay kıyı beslemesi 1983 yılında başlamıştır. 400 bölgede 600’den fazla besleme yapılarak yaklaşık 110 milyon m³ kum kullanılmıştır. Yapılan kıyı beslemelerinin büyük çoğunluğu Akdeniz kıyılarında bulunmaktadır. Bazı durumlarda ayrık dalgakıranlarla birlikte yapılan yapay besleme projelerinde genellikle herhangi bir sert yapı kullanılmamıştır. Gelirinin önemli bir kısmı turizmde dayalı olan İspanya’da yapılan besleme projelerinde rekreasyonel alanlar elde etme amacı ön plana çıkmaktadır. Yapılan projelerde çevresel sorunlar mühendislik yaklaşımlardan daha ön plana çıkmaktadır.

2.2.5. İngiltere (England)

İngiltere’de kıyı koruma yapılarını tamamlayıcı olarak yapılan yapay kıyı beslemesi 1950’li yıllarda kullanılmaya başlamıştır. Bu yıllarda daha çok kıyı duvarlarının önlerinde bulunan çakıl plajlar daha fazla çakıl biriken plaj kesimlerinden alınan malzemelerle beslenmiştir. 1972 yılında ise tarama malzemelerinden elde edilen kumlarla besleme projeleri yapılmıştır. Yapılan projeler kıyıyı taşkınlardan ve erozyondan koruma amaçlıdır. İngiltere’deki en büyük besleme projesi Lincolnshire kıyılarında gerçekleştirilmiştir. Bu projeye 7,8 milyon m³ kum açık denizden taranarak 24 km uzunluğundaki sahil şeridine yerleştirilmiştir [20]. İngiltere ve Galler’de 1995-2015 yılları arasında yapılan besleme projelerinde 209 milyon m³ çakıl ve 224 milyon m³ kum kullanıldığı tahmin edilmektedir. Besleme projeleri malzeme kaybını azaltmak için genellikle mahmuzlar ve ayrık dalgakıranlarla birlikte yapılmıştır.

2.2.6. Danimarka (Denmark)

Danimarka kıyıları 7400 km uzunluğundadır. Yaklaşık 100 yıl önce Kuzey Denizi kıyılarında bulunan kumullar (dune) üzerine bitkiler dikilerek kıyıları stabil hale getirilmeye çalışılmıştır. 1982 yılında ise birçok kumulun yok olması veya zayıflaması nedeniyle etkili kıyı koruma planlarının faaliyete geçirilmesi kararı alınmıştır. Bu tarihten itibaren kıyı besleme proje hacimlerinde önemli artışlar görülmüştür. Kıyı besleme projelerinin %97’si taşkınlara maruz kalan düşük kotlardaki bölgeleri korumak için yapılan kumulların olduğu Kuzey Denizi’nde uygulanmıştır. Danimarka’da potansiyel kullanıcılar için yeterli uzunlukta uygun plajlar olduğundan dolayı rekreasyon amaçlı olarak daha geniş plajların yapımına gerek duyulmamıştır [16].

2.2.7. Hollanda (Netherlands)

Hollanda yüzyıllardır su baskınları ile mücadele etmektedir. Ülkenin batısı ortalama deniz seviyesinin altındadır. Kıyılarının büyük bir kısmı yıllardır erozyon nedeniyle gerilemektedir. Modern anlamdaki kıyı beslemeleri ülkede 1970’li yıllardan beri yapılmaktadır. 35 farklı bölge yaklaşık 110 milyon m³ kum kullanılarak 200’den fazla kez beslenmiştir. Her yıl yaklaşık 6 milyon m³ kum besleme projelerinde kullanılmaktadır [21].

Ülkede 2011 yılında Sand Engine adı verilen mega besleme projesi yapılmıştır. Bu tür bir besleme dünyada ilktir. Bu proje ile yaklaşık 2,5 km uzunluğunda 1 km genişliğindeki bir bölge yaklaşık 21,5 milyon m³ kum ile beslenmiştir (Şekil 2). Yapılan bu mega besleme projesinin günümüzde halen kullanılan geleneksel besleme projelerine göre daha ekonomik, daha etkili ve daha çevre dostu olduğu iddia edilmektedir. 20 yıllık periyotta kıyı şeridi boyunca 10 ile 20 km’lik bir alanda etkili olacağı da beklenmektedir [22].



Şekil 2. Hollanda’da 2011 yılında yapılan mega besleme projesi (Mega nourishment project in Netherlands, which was built in 2011)

2.2.8. Diğer Avrupa Ülkeleri (Other European Countries)

Belçika’nın sadece 65 km’lik kıyı şeridi bulunmaktadır. Bunun 38 km’si kıyı duvarları ve dalgakıranlarla korunmuştur. Geri kalan kısım ise kumullar ve plajlardan oluşmaktadır. Büyük ölçekli ilk besleme projesi 1968 yılında yapılmıştır ve bu tarihten itibaren yaklaşık 17,2 milyon m³ kum, besleme projelerinde kullanılmıştır. Yunanistan’da kıyı koruma yapıları genellikle mahmuz ve dalgakıranlar gibi sert yapılardan oluşmaktadır. Ancak küçük ölçekli birkaç bin m³ malzeme kullanılarak

yapılan sınırlı sayıda besleme projesi bulunmaktadır. İrlanda’da 1993 ve 1994 yıllarında yapılan iki büyük besleme projesi bulunmaktadır. Bu projelerde yaklaşık 250 bin m³ malzeme kullanılmıştır. Portekiz’de ilk besleme projesi 1950 yılında yapılmıştır. 2000’li yıllara kadar 12 farklı yerde yaklaşık 7 milyon m³ malzemenin yerleştirildiği besleme projeleri bulunmaktadır. İsveç’te yapay kıyı beslemesi ile kıyı koruma projeleri yaygın değildir. İsveç kıyıları genellikle mahmuzlar ve dalgakıranlarla korunmaktadır [16].

Yapay kıyı beslemesinin yoğun olarak tercih edildiği ülkelerdeki proje hacimleri, besleme yapılan yerler ve sayıları Tablo 2’de gösterilmiştir.

2.2.9. Karadeniz’e Kıyısı Olan Ülkeler (Countries have coast to Black Sea)

A.B.D. ve diğer Avrupa ülkeleri kadar yaygın olmasa da Karadeniz kıyısındaki ülkelerde de yapay kıyı besleme projeleri bulunmaktadır. Örneğin; Romanya kıyılarındaki ilk yapay kıyı besleme projesi 1978 yılında mahmuzlarla birlikte gerçekleştirilmiştir. Bu besleme ile birlikte ilk yıllarda erozyon durmasına rağmen ilerleyen yıllarda kıyı gerilemesi devam etmiştir. 1988 yılında açık deniz dalgakıranları inşa edilerek kıyı erozyonunun engellenmesine çalışılmıştır. Açık deniz dalgakıranları ile korunan bu bölgede yapay kıyı besleme projesi hayata geçirilmiştir. 1989-1990 yılları arasında Mamaia plajında yapılan bu projede yaklaşık 500 bin m³ kum kullanılmış ve yaklaşık 1,5 km uzunluğundaki plaj beslenmiştir. Projede kullanılan kum yakınlardaki bir gölden by-pass yöntemiyle kıyı bölgesine taşınmıştır [23].

Toplam uzunluğu 312 km olan Gürcistan kıyılarında 30 milyon m³ malzemenin erozyona uğradığı tahmin edilmektedir. Kıyı gerilemelerinin önüne geçebilmek için Gürcistan’ın 15 km uzunluğundaki kıyı şeridinde (Batum ve Kobuleti bölgesi) 1982- 1986 yılları arasında toplamda 2 milyon m³ çakıl kullanılarak besleme projesi yapılmıştır. 3 m yüksekliğinde 60-100 m genişliğinde kıyı tarafı daha dik bir eğimde 6 m derinlikteki bölgede çakılla yapılan berm beslemesi, fırtınalardan sonra kıyıya doğru hareket ederek kıyı şeridinde koruma yapısı olarak kullanılan beton bloklar önünde plaj oluşumunu sağlamıştır [24].

Kırım’ın güney kıyıları Sovyetler Birliği döneminde (1960-1980 yılları arasında) 25-30 m uzunluğundaki mahmuzlarla birlikte yapılan beslemelerle koruma altına alınmıştır. Ancak, Birliğin dağılmasından sonra yapay besleme ile korunan kıyılarda herhangi bir yenileme çalışması yapılmadığından dolayı bu bölgelerde kıyı çizgisinde önemli ölçüde gerilemeler görülmüştür [25].

2.2.10. Diğer Ülkeler (Other Countries)

Dünyadaki diğer ülkelerde de kumsal besleme projeleri dikkat çekmektedir. Mesela; Çin’in 32000 km kıyı şeridi bulunmaktadır ve yaklaşık 3000 km’lik kumsal kıyıları şiddetli erozyona maruzdur. Çin kıyılarını dalga etkilerinden korumak için sert yapılar ön plana çıkmaktadır. Kıyı şeridinin 2/3’ü kıyı duvarları ile koruma altına alınmıştır [26]. Çin’de 1970’li yıllardan itibaren küçük ölçekli kıyı besleme projeleri yapılmaktadır. 1990 yılında 20 milyon m³ kum kullanılarak Hong Kong’ta büyük ölçekli bir kıyı beslemesi yapılmıştır. Bu tarihten itibaren uzunlukları 400 m ile 1446 m arasında, hacimleri ise 20 bin m³ ile 1,5 milyon m³ arasında değişen büyüklükte 13 besleme projesi gerçekleştirilmiştir. Bu kıyı beslemeleri genellikle mahmuzlar ve batık dalgakıranlar ile birlikte projelendirilmiştir [27].

Avustralya’nın 29900 km’lik kıyı şeridinin yaklaşık yarısı kumsallardan oluşmaktadır. 2001 ile 2011 yılları arasında Avustralya’da 130 plajda besleme projesi yapılmıştır. 9 proje hariç diğerleri küçük ölçekteki projelerdir. Ancak, Avrupa’da yapılan çoğu projeye karşılaştırıldıklarında besleme aralıkları 1 yıl gibi oldukça kısadır [28].

3. TÜRKİYE’DE YAPAY KIYI BESLEMESİ (BEACH NOURISHMENT IN TURKEY)

Bu bölümde, ülkemizde yapılan ve proje aşamasında kalan kumsal besleme çalışmalarıyla birlikte, örnek bir proje çalışmasında yapılan saha çalışmaları sunulmuştur. Ülkemizde, A.B.D. ve Avrupa ülkelerindeki gibi büyük ölçekli yapay kıyı besleme projeleri bulunmamaktadır. Küçük ölçekli projeler ise ne yazık ki, birkaç tane pilot proje dışında yok denecek kadar azdır. Ancak, mevcut kumsalın özellikleri göz ardı edilerek, sadece toprak kazanma amacıyla yürütülmüş pek çok kıyı dolgusu mevcuttur. Ancak bu dolgu projelerinde yukarıda bahsi geçen kıyı beslemeleri için geliştirilmiş jeolojik, çevresel ve mühendislik kıstaslar sağlanmamıştır. Esas önem arz eden nokta ise, dolgularda kullanılan kumun neredeyse tamamı karasal malzemedir. Bu malzemelerin içinde kıyı beslemelerinde izin verilmeyen maddeler dâhil edilmiştir (inşaat atıkları, kaya, çamur ve diğer yabancı maddeler) [29].

A.B.D. ve Avrupa ülkelerinde yüzyılı aşkın süredir uygulanan bu yöntemlerin, Türkiye’de iki önemli nedenden dolayı uygulanmadığı görülmektedir. Bu iki eksiği giderecek çözümleri üretebilmek için kamu-

Tablo 2. Avrupa ülkelerinde yapılan yapay besleme projelerinin sayıları ve hacimleri (Beach fill numbers, rates and volumes)

Ülke	Besleme projelerinin başladığı yıl	Toplam besleme hacmi ($\times 10^6$ m ³)	Besleme yapılan bölge sayısı	Toplam yapılan besleme sayısı
Hollanda	1970	110	30	150
İspanya	1985	110	400	600
Almanya	1951	50	60	130
Danimarka	1974	31	13	118
İngiltere	1954	20	32	35
İtalya	1969	15	36	36
Fransa	1962	12	26	115

üniversite-özel sektör işbirliğine ihtiyaç duyulmaktadır. 1- Deniz dibi kum ve çakıl kaynaklarının çıkartılması ve kullanımıyla ilgili Türkiye ve Avrupa mevzuatlarının karşılaştırmalı olarak incelenmelidir, 2- Deniz dibi kum ve çakıl kaynaklarını gösteren jeoloji haritaları hazırlanmalıdır [29].

3.1. Ülkemizde Yapılan Kıyı Besleme Projeleri (Beach Nourishment Projects in Turkey)

Ülkemizdeki yapay kıyı beslemelerinin bir kısmı özel müteşebbisler tarafından, bir kısmı ise belediyelerin kendi imkânları ile yürütülmektedir. Özellikle belediyeler tarafından yürütülen besleme projeleri daha küçük ölçekli olmakla beraber, genelde yaz mevsiminden hemen önce kamyonlarla dışarıdan kumun getirilmesi veya kıyıda kumun fazla olduğu yerden az olduğu yere doğru taşınması ile gerçekleştirilmektedir.

Özel müteşebbisler (genelde otel sahipleri) tarafından yaptırılan kumsal beslemelerle ilgili olarak işverenin özellikle proje ve yapım firmaları ile yaptıkları sözleşmeler gereği proje büyüklükleri (uzunluk ve hacim gibi) hakkında çok fazla bilgi verilmemektedir. Dolayısıyla, projeyi yapan ve yürüten firmalar da sözleşmeleri gereği proje hakkında bilgi akışı sağlamamaktadırlar.

Belediyeler tarafından yapılan kumsal besleme projeleri ise, genelde yaz mevsiminde yöre halkına hizmet maksadıyla yapılmaktadır. Ancak, bu tür projelerin yapımından önce ve sonra izleme çalışmaları (monitoring) yapılmadığı için çok fazla bilgi bulunmamaktadır.

Bu bölümde, tamamlanarak hizmete sunulan sınırlı sayıdaki yapay kıyı beslemeleri ile sadece proje aşamasında kalmış ve henüz gerçekleştirilmemiş projeler hakkında bilgi verilmiştir.

Özel firmalar tarafından projelendirilen ve yapay olarak beslenen az sayıda plaj bulunmaktadır. Bu tür kumsal besleme projelerinde farklı alternatifler geliştirilip matematik modelde test edilerek teknik ve ekonomik olarak optimum çözümler bulunmuştur. Hayata geçirilen bu alternatif yapay kıyı besleme projesi, kum tutucu topuk ve dalga kesici bariyerlerle birlikte inşa edilerek plaja konulan kumun daha uzun süre yerinde kalması sağlanmıştır. Fethiye’de yapılan bir besleme projesi yaklaşık 200 m uzunluğundadır ve diğer sert yapılarla birlikte inşa edilmiştir (Şekil 3). Yine özel proje firmaları tarafından Marmaris sahilinde bir otel yakınında yapılan, uzunlukları 50 ile 150 m arasında değişen 4 farklı kumsal besleme projesi de 2013 yılında gerçekleştirilmiştir.

Esen vd [30], Antalya’nın Side ilçesinde bulunan bir otelin önünde 300 m uzunluğundaki bir plajda meydana gelen kıyı gerilemesini engellemek için sert yapılarla birlikte (iki adet mahmuz ve açık deniz batık dalgakıranı) kıyı beslemesi önermişlerdir. Saha çalışmaları ile birlikte geliştirilen matematik modelle en uygun kumsal besleme alternatifi projelendirilmiştir.

Karasu vd [31], Rize Belediyesi’nin talebi üzerine, Rize şehir merkezine 6 km uzaklıktaki Alipaşa bölgesinde sert yapılarla birlikte (mahmuz ve batık dalgakıran) değişik alternatifler kullanarak 150 m uzunluğunda kumsal besleme önerileri yapmışlardır. Saha ölçümleri yapıldıktan sonra, alternatif öneriler üç boyutlu dalga havuzunda laboratuvar deneyleriyle incelenerek en uygun model tavsiye edilmiştir. Ancak proje henüz hayata geçirilmemiştir.



Şekil 3. Muğla, Fethiye kıyılarında yapılan örnek plaj besleme projelerinden birisi (One of the beach nourishment project applied in Muğla, Fethiye coast).

Mert ve Otay [32], İzmit Körfezi’nde bulunan Derince ilçesinde doğal bir kıyı oluşturmak amacıyla saha çalışmaları yaparak bölgenin özelliklerini belirlemişlerdir. Teorik ve deneysel çalışmalar sonucunda İzmit Körfezi kıyılarının kumsal beslemesi ile rekreasyon amaçlı rehabilitasyonun mümkün olduğu tespit etmişlerdir. Proje alanına özgü parametreler kullanarak, gerekli kum hacimleri ve maliyetleri içerecek şekilde alternatif kumsal besleme dizaynları geliştirmişlerdir. Yapılan dizaynlarda 600 m uzunluğunda 20 m genişliğinde bir plaj elde etmek için 90000 m³ kumun gerekli olduğunu belirlemişlerdir.

3.2. Rize İli, Derepaşarı İlçesi için Yapay Plaj Önerisi (A Recommendation of Beach Nourishment for Derepaşarı Town)

Derepaşarı Belediyesi, sahil kesiminde ilçe merkezinden başlayarak Rize şehir merkezi yönüne doğru bazı düzenlemeler yapmıştır. Düzenleme kapsamında, yürüyüş yolu ile birlikte piknik ve dinlenme amaçlı küçük üstü kapalı mekânlar inşa edilmiştir. Yapılan bu düzenlemelerin devamındaki bir bölgede ise halkın denizle buluşmasını sağlayacak bir plajın oluşturulup oluşturulamayacağı bu çalışma kapsamında araştırılmıştır. Yapay plaj yapılması istenilen yer Derepaşarı ilçe merkezine yürüyüş mesafesinde, Rize şehir merkezine ise 8 km mesafededir. Bölge Şekil 4’te gösterilmiştir.

3.2.1. Verilerin Toplanması (Obtaining Data)

Öncelikli olarak proje bölgesinin batimetrisinin elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu işlem, projede önerilmesi planlanan yapıların yerlerinin ve büyüklüklerinin tespit edilebilmesi için gereklidir. Batimetri ölçümleri için mobil bir bot kullanılmıştır. Konumlama sabit ve gezici GNSS sistemi ile yapılmıştır. Sahilde, ülke nirengi ağına bağlı bir nokta üzerine kurulan sabit istasyon ve tekne üzerinde konumlandırılan gezici istasyon sayesinde

yüksek hassasiyet ve konumsal doğruluk sağlanarak veriler toplanmıştır. Derinlik ölçümlerinde Singlebeam Echosounder kullanılmıştır. Bu Echosounder ile 10 m’ye kadar yüksek çözünürlükte ölçüm yapılmıştır. Eş zamanlı olarak alınan konum ve derinlik verileri Kordil Navigation Pro yazılımı ile kaydedilmiştir. Ölçümlerde yüksek hassasiyet sağlamak amacıyla sesin sudaki yayılma hızı ölçülmüştür. Sesin sudaki yayılım hızına göre tüm derinlikler için hız düzeltilmesi yapılmıştır.

Ölçümler için hat aralıkları 15 metre olacak şekilde tasarlanmıştır ve azami ölçüde 15 m’ den daha geniş aralık bırakılmamaya özen gösterilmiştir. Yapay plaj yapılacak bölgenin doğusunu ve batısını kapsayacak bir alan ölçüm yapılacak bölge olarak seçilmiştir. Ölçüm yapılan bölge ve hatlar Şekil 5’de gösterilmiştir.

Zaman etiketi ile toplanan veriler Kordil Sonar Magic yazılımı ile birleştirilerek gerekli hız, ofset ve su seviyesi yükseklikleri ile düzeltilmiştir. Tarih ve zaman verisi bulunan koordinatlar PDS2000 programına aktarılmış, elde edilen profiller incelenmiş ve gerçekçi olmayan veriler atılmıştır.

3.2.2. Taban Batimetrisi ve Taban Malzemesi (Bottom Topography and Material)

Bölgenin taban batimetrisi belirlenirken yapay plaj yapılması planlanan yerin doğusunu ve batısını kapsayacak bir bölge dikkate alınmıştır. Yapay plaj yapılırken en önemli parametrelerden biri uygun taban eğimidir. Dolayısıyla bölgenin taban eğimini gösteren kesit çıkarılmıştır (Şekil 6). Bölgeden alınan kesit incelendiğinde özellikle kıyı çizgisinden yaklaşık 90 m uzaklıktaki bölgede kıyı profilinin 1/15 gibi oldukça dik bir eğime sahip olduğu görülmektedir. Kıyı çizgisinden 250 m mesafedeki (10 m derinlik) bölge dikkate alındığında ise eğimin 1/25 olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4. Çalışma bölgesinin uydu görüntüsü (Satellite image of field study)



Şekil 5. Ölçüm yapılan alan ve izlenen hatlar (Measurement area and boat trajectories)

Bölgenin batısı bu kesit ile benzer özellik göstermekle birlikte, doğusu ise çok daha dik eğimli bir yapıya sahiptir. Bölgenin doğusunda 10 m derinliğe kadar olan mesafede eğim yaklaşık 1/18 olarak tespit edilmiştir.

Yapay besleme yapılacak bölgedeki doğal malzemenin özelliklerinin, özellikle dane çapının bilinmesi, besleme malzemesinin vereceği tepkiyi ve uygunluğu belirlemek için gereklidir. Tespit edilen çaplara göre, önerilecek olan besleme malzemesinin özellikleri ortaya

konulacaktır. Bu maksatla kıyı çizgisinden ve muhtelif derinliklerden alınan malzemelerin granülometrileri belirlenmiştir.

Proje alanından alınan numuneler ile yapılan elek analizleri sonucunda medyan dane çapının (d_{50}), kıyı çizgisinde 0.94 mm, -3 m derinlikte 0.33 mm, -6 m derinlikte 0.20 mm ve -8 m derinlikte ise 0.20 mm olduğu tespit edilmiştir.

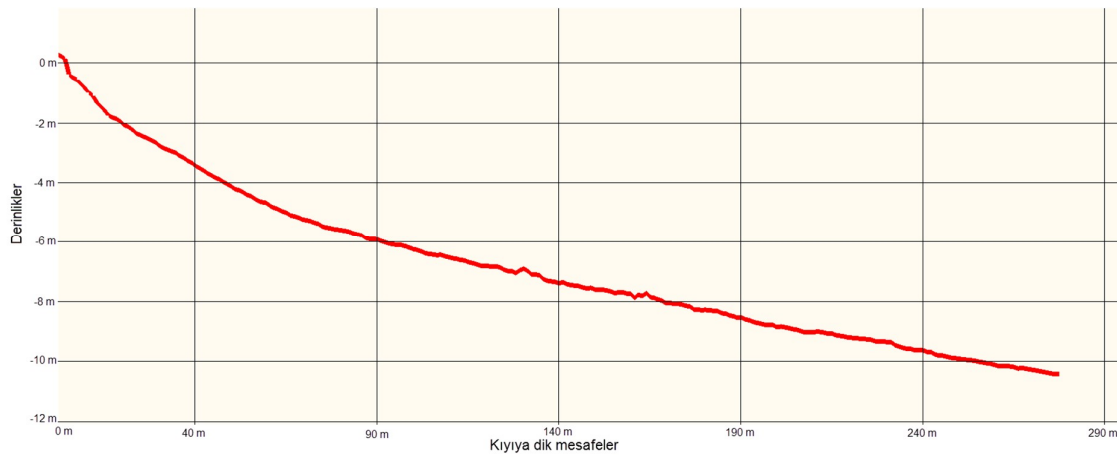
3.2.3. Arazi Çalışması Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve Yapay Plaj Önerisi (Evaluation of Field Study Results and Recommendation of Beach Nourishment)

Yapılan incelemelerde, kıyının tamamının tahkimatlarla korunduğu, sadece yapay plaj yapılması planlanan bölgede az miktarda kumlanma olduğu diğer yerlerde ise herhangi bir kum birikiminin olmadığı görülmüştür. Yapay plaj yapılması planlanan alanın doğu tarafındaki sınırında doğal kayalıklar bulunmaktadır. Bölgedeki taban eğimi ortalama 1/25 olmakla beraber, yakın kıyı ise 1/15 gibi oldukça dik bir eğime sahiptir.

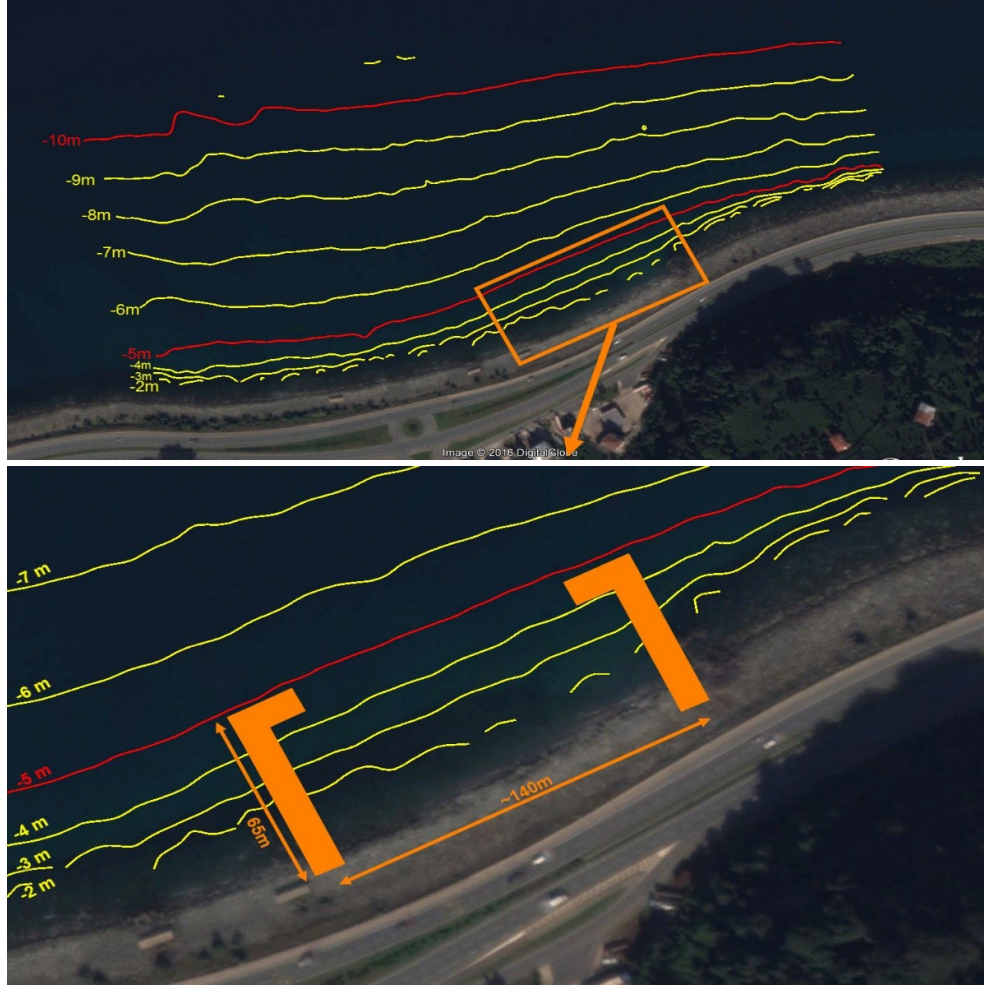
Bölgenin sürekli olarak doğrudan dalgalara maruz kaldığı dikkate alınır yapılabilecek olan bir yapay plajın yapılarla korunması gerekmektedir. Herhangi bir yapı yapmadan yapay bir plajın kalıcı olması mümkün görülmemektedir. Bu kapsamda öncelikli olarak bölgenin en doğusunda bulunan menfezin doğusuna bir mahmuz ve yaklaşık 140 m mesafede bulunan (kumlanma olan bölge) doğal kayalıkların hemen batısına ise bir diğer mahmuz inşa edilmek üzere yapılacak olan yapay plaj koruma altına alınmalıdır

(Şekil 7). Bölgenin doğusundaki menfez ile doğal kayalıklar plaj yapılacak bölgenin sınırlarını belirlemiş olacaktır. Bölgenin dik bir yapıya sahip olması nedeniyle oldukça hızlı kıyıya dik taşınım olması da muhtemeldir. Dolayısıyla kıyıya dik taşınım nedeniyle meydana gelecek kayıpların önüne geçmek içinde mahmuzların başlık kısımlarının yapıldığı derinlikler civarında (yaklaşık -4 m civarları) mahmuzlarla birlikte bir topuk yapısının inşa edilmesi yapay plaj performansına oldukça önemli katkılarda bulunacaktır. Yapılacak topuk yapısı en ucuz ve çevreci yöntem olarak bir kum tepesi olarak dizayn edilebilir. Bu yapının yapay plaj üzerindeki performansı gözlemlenerek başarısız olması durumunda daha pahalı olan alternatifler uygulanabilir. Bu alternatifler arasında batık dalgakıran olarak inşa edilecek geotube (kum dolu torbalar) uygulamaları veya taş dolgu batık dalgakıran yapılabilir.

Yapılacak olan mahmuzların yaklaşık yerleri ve boyutları da şekil 7’de görülmektedir. Taban malzemesinin özellikleri dikkate alınır besleme malzemesinin medyan tane çapının (d_{50}) 0.94 mm ile 0.33 mm arasında olmasına dikkat edilmesi gerekir. Daha küçük çapta besleme malzemesi kullanılması besleme performansını olumsuz yönde etkileyecektir. Bu projenin hayata geçmesiyle beraber, Rize’de yaşayanlar için şehir merkezine sadece 8 km uzaklıkta denize girilebilecek alternatif bir plaj elde edilecektir. Plaj yeri olarak planlanan bölge yakınlarında belediye tarafından yapılan piknik yerleri de bulunmaktadır. Projenin gerçekleşeceği bölge, insanları yöreye çekecektir. Böylece tercih edilen yerlerden biri haline gelecek ve ilçe ekonomisine katkı sağlayacaktır.



Şekil 6. Ölçüm yapılan bölgenin ortalarından alınan kıyıya dik kesit (Cross-section of coast which is chosen nearly middle part of interested area)



Şekil 7. Yapay plaj yapılması planlanan bölge ve çevresindeki derinlikler (üst). Menfez ile doğal kayalıklar arasında inşa edilmesi planlanan mahmuzlar (alt) (The area which is planning to nourish and depths –above-) (Groins which are planning to protect the nourishment –below-)

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

A.B.D.'de ve Avrupa ülkelerinin çoğunda sert kıyı koruma yapılarının yerini zamanla yumuşak kıyı koruma tekniği olarak adlandırdığımız yapay kıyı beslemesi almaktadır. Periyodik olarak yapılan kıyı beslemeleri çevreye uyumlu olması nedeniyle de sadece kısa dönemli önlemler olarak değil uzun dönemli çözümler sunması açısından da dünyanın birçok yerinde oldukça kabul görmektedir. Ülkeler birbirleriyle karşılaştırdığında mühendislik metodları, değerlendirme yöntemleri, kıyı yönetimi stratejileri, yasal ve finansal çerçeveler arasında farklılıklar görülmektedir. Ülkelerin yapay kıyı besleme politikası, stratejisi ve metodolojisi açısından birbirlerinden öğrenecekleri ve faydalanacakları konular bulunmaktadır.

Mahmuzlar ve dalgakıranlar gibi sert yapılar kıyı yöresinin memba veya mansap tarafında istenmeyen kıyı değişimlerine neden olmaktadır. Yapay kıyı beslemesi ile kıyıların koruma altına alınması durumunda bitişik kıyılarda meydana gelebilecek etkilerin de önüne geçilebilmektedir. Yaklaşık yüzyıldan beri bir çok ülkede uygulanan yapay kıyı beslemeleri projeleri ile uzun dönemde daha stabil bir kıyı elde edebilmek için tek bir beslemeden ziyade periyodik olarak yapılan besleme projeleri ön plana çıkmaktadır.

Ülkemiz kıyılarında sahil düzenlemesi yapılması denildiğinde, kıyı kesiminde dolgu yapılarak bunun üzerinde rekreasyon amaçlı tesislerin inşa edilmesi akla gelmektedir. Dünyada turizm gelirleriyle ön plana çıkan İspanya ve İtalya gibi ülkelerde turizmin sürdürülebilir

olmasına önemli katkılar sağlayan kumsal beslemelerin, ülkemiz turizm potansiyeli dikkate alındığında turizm gelirlerine önemli katkılar sağlayacağı açıktır.

“Kıyıların çevreye uyumlu, sürdürülebilir yöntemlerle korunması” konusunda Avrupa ve A.B.D. gibi gelişmiş ülkelerde pek çok örneğine rastlanan kumsal beslemelerinin ülkemizde uygulanması için gerekli teknik ve idari yatırımların hazırlanması gerekmektedir. Bunun için çoğunlukla doğayı tahrip eden sonuçlar doğuran sert yapılarla erozyonla mücadelede alternatif olacak şekilde dünyanın birçok ülkesinde yaklaşık yüz yıldır kullanılan yapay kıyı beslemesi projelerinin önünü açacak mevzuat değişikliklerinin yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] R. Dean, *Beach Nourishment: Theory and Practice*, Singapore: World Scientific, 2002.
- [2] Work, PA; Otay, E, Influence of nearshore berm on beach nourishment,» *Coastal Engineering Proceedings*, Orlando, Florida, 1996.
- [3] US Army Corps of Engineers, *Coastal Engineering Manual (CEM)*, USA: US Army Corps of Engineers, 2002.
- [4] R. Dornhelm, “The Coney Island public beach and boardwalk improvement of 1923,» *Shore and Beach*, cilt 63, no. 1, pp. 7-11, 1995.
- [5] T. Campbell ve L. Benedet, “Beach nourishment magnitudes and trends in the US,» *Journal of Coastal Research*, cilt 39, pp. 57-64, 2006.
- [6] N. Beumel ve T. Campell, “Restoring The New Jersey Shoreline,» *Proceedings of the First Beach Preservation Technology Conference*, Gainessville, Florida, 1988.
- [7] R. Wiegel, “Ocean Beach Nourishment on the USA Pacific Coast,» *Shore and Beach*, pp. 11-36, 1994.
- [8] T. Clayton, “Beach replenishment activities on the U.S. continental Pacific coast, *Journal of Coastal Research*, cilt 7, pp. 1195-1210, 1991.
- [9] H. Valverde, A. Trembanis ve O. Pilkey, “Summary of beach nourishment episodes on the US east coast barrier islands,» *Journal of Coastal Research*, pp. 1100-1118, 1999.
- [10] T. Clayton, “Beach replenishment activities on the U.S. continental Pacific coast,» *Journal of Coastal Research*, cilt 7, pp. 1195-1210, 1991.
- [11] A. Trembanis ve O. Pilkey, “Summary of beach nourishment along the U.S. Gulf of Mexico shoreline,» *Journal of Coastal Research*, cilt 14, pp. 407-417, 1998.
- [12] M. O'Brien, H. Valverde, A. Trembanis ve T. Haddad, “Summary of beach nourishment activity along the Great Lakes’ shoreline 1955–1996,» *Journal of Coastal Research*, cilt 15, pp. 206-219, 1999.
- [13] T. Haddad ve O. Pilkey, “Summary of the New England beach nourishment experience (1935-1996),» *Journal of Coastal Research*, cilt 14, no. 4, pp. 1395-1404, 1998.
- [14] A. Trembanis, O. Pilkey ve H. Valverde, “Comparison of Beach Nourishment along the U.S. Atlantic, Great Lakes, Gulf of Mexico, and New England Shorelines,» *Coastal Management*, cilt 27, no. 4, pp. 329-340, 1999.
- [15] S. Douglas, A. Bobe ve Q. J. Chen, “The amount of sand removed from America's beaches by engineering works,» *Coastal Sediments'03*, Florida, 2003.
- [16] H. Hanson, A. Brampton, M. Capobianco, H. Dette, L. Hamme, C. Laustrup, A. Lechuga ve R. Spanhoff, “Beach nourishment projects, practices, and objectives—a European overview,» *Coastal Engineering*, cilt 47, pp. 81-111, 2002.
- [17] R. Zaggia, “Analisi critica degli interventi di ripascimento in Italia,» *Universita’ di Padova*, Italia, 1998.
- [18] E. Benassai, M. Gentilomo, A. Ragone, F. Setaro ve U. Tomassichio, “Littoral restoration by means of protected beach nourishment—recent Italian works,» *PIANC*, 1997.
- [19] L. Hamm, N. Billard, J. Viguier ve J. l’Her, “Les rechargements de plage en France,» *Internal report Sogreah Inge’nerie*, Grenoble, France, 1998.
- [20] D. Posford, “Review of Lincshore nourishment strategy study,» *Report Prepared for the Environment Agency, Anglian Region*, 1998.
- [21] P. Roelse, “Evaluation of sand nourishments at the Dutch coast 1975–1994,» *National Institute for Coastal and Marine Management*, Netherlands, 1996.
- [22] M. Stive, M. Schipper, A. Luijendijk, S. Aarninkhof ve e. all, “A New Alternative to Saving Our Beaches from Sea-Level Rise: The Sand Engine,» *Journal of Coastal Research*, cilt 29, no. 5, pp. 1001-1008, 2013.
- [23] C. Coman, “Eurosion Case Study: Mamaia, Romania,» *National Institute for Marine Research and Development*, Constanta, Romania.
- [24] V. Zenkovich ve M. Schwartz, “Protecting the Black Sea Georgian S.S.R. Gravel Coast,» *Journal of Coastal Research*, pp. 201-209, 1987.

- [25] Y. N. Goryachkin, "Ukraine," *Coastal Erosion and Protection in Europe*, Routledge, 2013, pp. 413-425.
- [26] L. Shilong, "Coastal Erosion and Management in the People's Republic of China," *Journal of Coastal Development*, cilt 16, no. 3, 2013.
- [27] C. Kuang, Y. Pan, Y. Zhang, S. Liu, Y. Yang, J. Zang ve P. Dong, "Performance Evaluation of a Beach Nourishment Project at West Beach in Beidaihe, China," *Journal of Coastal Research*, cilt 27, no. 4, pp. 769-783, 2011.
- [28] B. C. Cooke, A. R. Jones, I. D. Goodwin ve M. J. Bishop, "Nourishment practices on Australian sandy beaches: A review," *Journal of Environmental Management*, cilt 113, pp. 319-327, 2012.
- [29] E. N. Otay ve U. B. Şensoy, "Dünyada ve Türkiye'de Deniz Kumculuğunun Potansiyeli ve Geleceği," *Deniz Ticareti*, pp. 3-6, 2015.
- [30] M. Esen, C. Baykal, I. Güler, A. Ergin ve A. Yalçiner, "Yapay Besleme ile Kıyı Dengelenmesi, Örnek Uygulama: Bir Kıyı Aşınımı Sorunu, Side, Türkiye," *6. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu*, İzmir, 2007.
- [31] S. Karasu, P. Work, E. Uzlu, M. Kankal ve Ö. Yüksek, "Beach Nourishment Alternative Assessment to Constrain Cross-Shore and Longshore Sediment Transport," *Applied Ocean Research*, cilt 59, pp. 459-471, 2016.
- [32] A. Mert ve E. Otay, "Derince Sahili Özelinde Tahrip Edilmiş İzmit Körfezi Kıyılarının Doğal Yapıya Dönüştürülmesi," *7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu*, Trabzon, 2011.