KIYI EROZYONUNUN BOYUTLARI

M. Salih KIRKGÖZ (*)

1. GİRİŞ

Kıyı bölgesi denilince genelde hava, kara ve denizin ortak etkileşimine maruz kıyı şeridi olarak anlaşılmaktadır. Diğer bir deyişle, dalga hareketlerindeki kinematik etkilerin hissedildiği deniz tabanı ile kıyı çizgisinin kara tarafında etkileşim mekaniğinin sona erdiği nokta arasındaki kıyı profilinin oluşturduğu deniz ve kara parçası olarak tanımlanabilir.

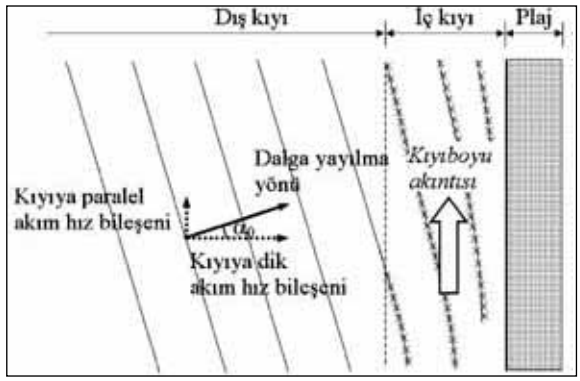
Kıyı bölgesini oluşturan zemin çeşitli boyutlarda taneli malzemeden oluşabileceği gibi sürekli veya çatlaklı / tabakalı kaya formasyonları veya bunların bileşimi şeklinde de olabilir. Kıyı bölgesindeki deniz hareketlerinden kaynaklanan akımlar ve havanın kara ile etkileşiminden doğan ve önemli sonuçları olabilecek doğal olgulardan biri tabanı oluşturan taneli katı maddenin (sedimentin) taşınımı ile ilgilidir.

Katı madde taşınımına bağlı olarak, uzun dönemde kıyı morfolojisinde oluşabilecek kararlı durumların dışında bir kıyı bölgesinin aşınması (erozyonu) veya dolmasına bağlı olarak uzun yıllar sürecinde kıyı coğrafyasında bazı değişimlerin oluşması söz konusu olabilir. Dolayısıyla kıyı bölgelerindeki gerek koruma, gerekse özel amaçlı mühendislik uygulamalarında bazen sebep bazen de sonuç bakımından sediment hareketlerinin incelenmesi önem arzetmektedir.

Bu çalışmada, kıyı bölgelerindeki sediment taşınımı hakkında özet temel bilgiler yanında kıyı bölgelerinde oluşabilecek erozyonun boyutlarına dikkat çekmek üzere Payas (İskenderun) beldesindeki kıyı erozyonunun durumu sunulacaktır.

2. TEMEL DÜŞÜNCELER

Bir kıyıya eğik olarak yaklaşan dalga ortamında akım hızının kıyıya dik ve paralel iki bileşeni olacaktır (Şekil 1). Bu hız bileşenlerine bağlı olarak da kıyı bölgesindeki sediment taşınımı genelde iki bileşenden meydana gelmektedir: kıyıya dik doğrultudaki taşınım ve kıyıboyu taşınımı. Kıyıya dik doğrultudaki sediment taşınımı dalga iklimindeki (en çok mevsimsel) kısa dönem farklılıklarından kaynaklanan taban profili değişimlerinde (tipik olarak yaz profili, kış profili gibi)



Şekil 1 Kıyı bölgesi için bazı tanımlar

etkili olduğu halde kıyıboyu sediment taşınımı uzun dönemde kıyı bölgelerinde aşınma veya dolmaya ve bunlara bağlı kıyı çizgisi değişimlerine sebep olabilir.

Çift yönlü değişken akım olan deniz dalgalarının sebep olduğu katı madde hareketinin modellenmesi düzenli akımlardakine kıyasla daha karmaşıktır. Bununla birlikte Einstein (1) tarafından sediment taşınım mekanizması için ifade edilen temel varsayımlar ve kritik kayma gerilmesi açısından sediment hareketinin başlangıcını belirlemede geleneksel olarak kullanılan Shields (2) parametresi burada da geçerliliğini korumaktadır.

Kıyı bölgelerindeki sediment taşınımı genelde birbirinden net olarak ayrılamayan sürüntü maddesi ve askı maddesi karışımı şeklinde meydana gelmektedir. Sediment taşınımını etkileyen mekanizmalar açısından bir kıyı bölgesini üçe ayırmak mümkündür (Şekil 1).

(a) Dış Kıyı: Dalga hareketinin tabanda hissedildiği yer ile dalganın kırıldığı nokta arasında sürüntü hareketinin daha etkin olduğu kısımdır. Kıyılarda taşınıma maruz katı maddeler çoğunlukla çapı 0.1-1 mm arasında değişen kum sınıfındandır. Sığlaşan dalga akımında deniz tabanının hissedilmesinden sonra tabanda kritik kayma gerilmesinin aşılması durumlarında çift yönlü sürüntü maddesi hareketi söz konusudur. Sediment hareketinin başlangıcı ile birlikte tabanda kum dalgacıkları formasyonunun oluşumu başlar ve rastgele bir desen içindeki bu taban şekillenmesi ve normal koşullarda kara yönündeki net sürüntü maddesi taşınım süreci dalga kırılma noktasına kadar dış kıyı boyunca devam eder (3). Dış kıyıdaki sediment

(*) Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana

taşınımında baş rolü oynayan kütle taşınımını ve dolayısıyla sediment taşınımını etkileyen faktörler; dalga karakteristikleri, gel-git olayı, rüzgar durumu, rip akıntıları, yoğunluk akımları, kıyı ve deniz yapılarının durumu, biyolojik aktivitenin varlığı, batimetrik düzensizlikler, taban eğimi ve katı madde özellikleri olarak sıralanabilir.

(b) İç Kıyı: Dalga kırılma noktası ile kıyı çizgisi arasındaki köpüklenme bölgesidir. Dalga kırılması ile birlikte akıma şiddetli çalkantıların ve hava kabarcıklarının karışması sonucu tüm derinlik üzerinde askı maddesi konsantrasyonu artar (20-2000 ppm) ve sürüntü maddesi yanında askı maddesi hareketi de önem kazanır. Bu bölgede dalgaların kıyıya dik açı dışında bir açı ile yaklaşması durumunda kıyı boyunca oluşan yanal akıntılar bir kısım askı maddesinin kıyıya paralel olarak taşınmasına sebep olur. Bu bölgedeki kıyıboyu taşınımına maruz katı maddeler kıyı bölgelerinde uzun dönemde görülen aşınma (erozyon) ve dolmanın önemli kaynağını oluştururlar. İç kıyıdaki sediment taşınımı; dalgaların kıyıya geliş açısı, dalga karakteristikleri, taban eğimi ve katı madde özelliklerinden etkilenmektedir. Bazı koşullarda iç kıyıdaki askı maddesinin bir kısmı çökelme fırsatı bulamadan kütle taşınımı ile dış kıyıya doğru sürüklenebilir ve bu gibi durumlarda deniz yönünde net bir askı maddesi taşınımı olabilir.

(c) Plaj: Kıyı çizgisi ile dalga tırmanmasının üst sınırı arasında kara ve deniz yönünde sürüntü maddesi hareketinin etkin olduğu kısım ile bunun devamında yer alan rüzgar erozyonuna ve diğer etkilere açık taneli malzemeden oluşan kıyının kara üzerindeki bölümüdür.

3. KATI MADDE DEBİSİ

Yukarıda açıklandığı gibi kıyı bölgesindeki dalgaların oluşturduğu akım alanında kinematik ve dinamik büyüklükler son derece karmaşık özellikler sergilediğinden katı madde hareketlerinin debisini belirlemeye yönelik çalışmalar uygulama bakımından arzulanan düzeyde anlamlı bulgular üretmekten uzak durumdadır. Bunun önemli nedenleri; dalga akımında tam olarak tanımlanamayan çift yönlü sınır tabakası akımının gelişimi, iç kıyıdaki akım şartlarının karmaşıklığı, dalga yayılmasının yönsel değişimleri ve en önemlisi düzensiz dalga ortamındaki kontrol edilemeyen zamansal değişkenliklerin sediment taşınım modellemesi üzerindeki olumsuz etkisi şeklinde sıralanabilir.

Kıyı bölgesindeki sediment taşınımı; dış kıyıda sürüntü, iç kıyıda ise sürüntü ve askı hareketi biçiminde meydana gelmektedir. Gerek kısa, gerekse uzun dönemdeki kıyı sediment problemlerinde iç kıyıdaki sediment taşınım mekanizmaları daha etkili olmaktadır. Özellikle iç kıyıdaki kıyıboyu akıntılarının sebep olduğu sürüntü ve askı maddesinden oluşan kıyıboyu sediment taşınımı önemli malzeme hareketlerine sebep olabilmekte bunun sonucunda yöresel kıyı erozyonu ya da yığılma sorunları ile karşılaşılabilmektedir.

Toplam kıyıboyu sediment debisinin belirlenmesinde enerji akısı yöntemine dayalı olarak "U.S. Army Coastal Engineering Research Center" tarafından verilen formül (4) :

$$Q = 2.05 \times 10^6 \, f \, H_0^{5/2} \, \cos^{1/4} \alpha_0 \sin 2\alpha_0 \qquad (1)$$

şeklindedir. (1) ifadesine göre; f, α_0 geliş açılı ve H_0(m) derin-su belirgin dalga yükseklikli dalga ikliminin yıllık frekans yüzdesi ise bu özellikteki dalgaların o kıyı kesimindeki yıllık kıyıboyu sediment debisi içindeki payı Q(m^3/yıl) kadar olmaktadır. Buna göre (1) denklemi ile bir kıyı kesitinden bir yılda net olarak geçen kıyıboyu sediment miktarının ve yönünün belirlenebilmesi için kıyıdan denizi gören merkez açıya bağlı olarak yönsel sediment hesaplarının süperpozisyonu gerekmektedir.

4. PAYAS'DAKİ KIYI EROZYONU

Kıyı bölgelerindeki katı madde hareketinin kıyıboyu bileşeni uzun dönemde kıyı çizgisinin kara veya deniz yönünde yer değiştirmesine sebep olabilmektedir. Kıyı çizgisinin kara yönünde ilerlemesi, o kıyı bölgesinde net bir sediment kaybının (erozyonun) varlığını gösterir. İskenderun'a 19 km mesafedeki Payas beldesindeki bir kıyı kesimi de bu tür bir erozyon problemi ile karşı karşıya bulunmaktadır.

Payas'daki erozyona maruz kıyı bölgesi, Kuzey-Güney doğrultusunda yaklaşık 3 km uzunluğunda ve jeolojik yapı itibariyle yeni alüvyonlardan oluşmaktadır. Yöredeki kıyı erozyonu ile ilgili bir gözlem ve inceleme Kırkgöz (5) tarafından yapılmıştır. Söz konusu kıyı bölgesinin erozyona duyarlığı halen değişmeden sürmektedir. Payas'daki kıyı erozyonunun günümüzde hangi boyutlara ulaşmış olduğu Şekil 2 ve Şekil 3'deki fotoğraflarda açıkca görülmektedir. Kıyı bölgesindeki alüvyon arazi uzun yıllar boyunca erozyona maruz kalması ile kıyı çizgisinin kara yönünde ilerlemesi sonucu kıyıda yüksekliği 10 m'ye ulaşan bir yar oluşmuştur.



Şekil 2 - Payas'da erozyona maruz kıyının genel görünümü



Şekil 3 - Erozyona maruz kıyının yakın plan görünümü

4.1. Kıyıboyu Sediment Hesabı

Payas'daki erozyonun rakamsal boyutları hakkında bir düşünce oluşturmak üzere (1) ifadesi kullanılarak yıllık kıyıboyu sediment taşınım miktarının hesaplanmasına çalışılmıştır. Tablo 1 de yöredeki dalga iklimine ait çeşitli yükseklik aralığındaki dalgaların yönlere göre yıllık frekans yüzdeleri (f) verilmiştir (6). Tablodan görüldüğü gibi yöredeki dalga ikliminin hakim yönleri Doğu ve Güney-Doğu yönleridir. Tablodaki değerlerden

α_0=N, NE, E, SE, S

yönündeki dalgaların yıllık toplam frekans yüzdelerinin

H_0<1 m için f=%31.5,

H_0=1-1.5 m için f=%17.4,

H_0=1.5-2.5 m için f=%8.6,

H_0=2.5-3.5 m için f=%3.5 ve

H_0>3.5 m için f=%0.4

olduğu görülmektedir.

Tablo 1 Yıllık frekans yüzdeleri (f)

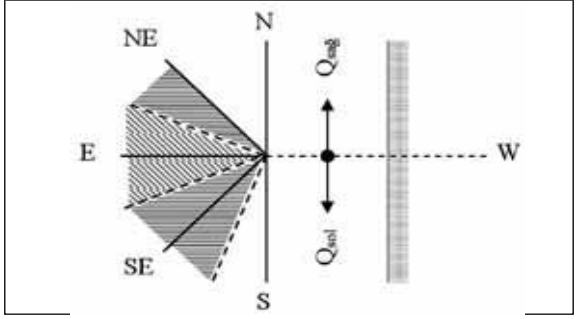
H_0(m) \ α_0	N	NE	E	SE	S	Diğer
<1	3.2	6.7	10.3	8.4	2.9	SW
1-1.5	1.5	3.3	6.5	4.6	1.4	W
1.5-2.5	0.7	1.6	3.3	2.4	0.6	NW
2.5-3.5	0.2	0.6	1.4	1.1	0.2	Sakin
>3.5	-	-	0.2	0.2	-	
Toplam	**5.6**	**12.2**	**21.7**	**16.7**	**5.1**	**38.7**

Tablo 1'deki dalga iklimine ait frekans yüzdeleri kullanılarak hesaplanan sediment debileri Tablo 2'de verilmiştir. Kuzey-güney yönünde uzanan kıyı parçasının plandaki durumu gözönüne alınarak kıyıboyu taşınımında etkili olabilecek yönler SE, E ve NE olarak Tablo 2'nin altındaki şekilde taralı olarak gösterilmiştir. (1) ifadesindeki belirgin dalga yükseklikleri için Tablo 1'deki H_0=0.5, 1.25, 2, 3 ve 3.5 m ortalama değerleri kullanılmıştır. Tablo 2'nin son üç satırında yıllık olarak sırayla; sağa (kuzeye) - sola (güneye) kıyıboyu sediment debileri, net sediment debisi ve toplam sediment debisi için bulunan değerler yer almaktadır. Görüldüğü gibi incelenen kıyı kesiminden kuzeye doğru net bir kıyıboyu sediment taşınımı sözkonusu olup bu değer kullanılan dalga verilerine göre Q_{net} = 87496 m³/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu rakamın büyüklüğü tartışmaya açık olup aşağıda belirtilen nedenlerden dolayı daha küçük olma beklentisi vardır: (a) Kullanılan dalga iklimine ait veriler Doğu Akdeniz için olup bu değerler İskenderun Körfezi için gerçeğe göre daha büyüktür, (b) Kıyıdaki alüvyon yapı Şekil 2 ve Şekil 3 deki fotoğraflarda görüldüğü gibi büyük oranda iri taneli malzeme içermektedir, (c) Kıyı çizgisine eğrisellik hakimdir.

Burada yapılan hesapların sonucuna bakılırsa Payas'daki kıyı erozyonunun temel nedeni yöredeki dalga iklimine bağlı olarak kuzey yönündeki net kıyıboyu sediment hareketidir. Bu süreci hızlandıran ve besleyen önemli bir faktör ise plajda tırmanan dalgaların şev tabanında sebep olduğu oyulmalar

Tablo 2 - Yıllık kıyıboyu sediment debileri

H_o(m) \ α_0	SE 67.5°-22.5°	E 22.5°-0	E 0-22.5°	NE 22.5°-45°
<1 (0.5)	19026	6476	-6476	-9773
1-.15 (1.25)	51480	40387	-40387	-47567
1.5-2.5 (2)	86974	66396	-66396	-74682
2.5-3.5 (3)	109850	77622	-77622	-77175
>3.5 (3.5)	29363	16302	-16302	-
Q (m³/yıl)	296693	207183	-207183	-209197
$Q_{sağ}$, Q_{sol} (m³/yıl)	503876		-416380	
Q_{net} (m³/yıl)	503876 - 416380 = 87496			
Q_{top} (m³/yıl)	503876 + 416380 = 920256			



sonucu şev stabilitesinin bozularak kayma ve dökülmelerle plaj üzerinde dalgalarla denize doğru taşınmaya hazır bir malzemenin oluşmasıdır.

5. SONUÇ

Yeni alüvyonlardan oluşan Payas kıyısının, önemli ölçüde erozyon problemi ile karşı karşıya olduğu tespit edilmiştir. Yöredeki dalga iklimi kullanılarak yapılan hesaplarda söz konusu kıyı kesiminde kuzeye doğru net bir kıyıboyu sediment taşınımının varlığı görülmüştür. Bu itibarla, bölgedeki kıyı erozyonunun başlıca sebebinin kıyıboyu sediment hareketleri olduğu ve sürecin, alüvyon formasyonunda oluşan erozyon şevindeki kayma ve yıkılmalar ile hızlandığı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Einstein, H. A., "A Basic Description of Sediment Transport on Beaches". Meyer, R.E., Waves on Beaches and Resulting Sediment Transport, Academic Press, New York, 1972, 53-93.
2. Shields, A., "Anwendung der Ahnlichkeits-Mechanik und der Turbulenzforschung auf die Geschiebebewegung". Preussiche Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, No 26, Berlin, 1936.
3. Bijker, E. W., van Hijum, E. and Vellinga, P., "Sand Transport by Waves". Proc.15th Coastal Eng. Conf., Honolulu, 1976, 1149-1167.
4. CERC, "Shore Protection Manual". U. S. Army, Coastal Engineering Research Center, 1984.
5. Kırkgöz, M. S., "Kıyı Erozyonuna Tipik Bir Örnek". Uygulamalı Araştırmalar Dergisi, O.D.T.Ü., 2/7, 1980, 47-56.
6. Kırkgöz, M. S., "Kıyılarda Sediment Taşınımı: II. Yakacık'taki Kıyı Erozyonu".Ç.Ü.Müh-Mim. Fak.Dergisi,13/1-2,1998, 61-71.