

IV. OTURUM



YAPAY BESLEME PERFORMANSINA AKTİF DERİNLİK VE SEDİMENT TAŞINIM KATSAYISININ ETKİSİ

Servet KARASU
Öğr. Gör.
KTÜ Rize Meslek Yük. Okulu
Rize, Türkiye
skarasu@ktu.edu.tr

Murat İhsan KÖMÜRCÜ
Arş. Gör.
KTÜ İnşaat Müh. Böl.
Trabzon, Türkiye
mkomurcu@ktu.edu.tr

Ömer YÜKSEK
Doç. Dr.
KTÜ İnşaat Müh. Böl.
Trabzon, Türkiye
yukse@ktu.edu.tr

İsmail Hakkı ÖZÖLÇER
Yard. Doç. Dr.
Karaelmas Üniversitesi İnşaat Müh. Böl.
Zonguldak, Türkiye
ozolcer@hotmail.com

ÖZET

Kıyıların hidrodinamik dengelerinin, kıyı yapılarının yanlış planlanması, kıyılardan malzeme alınması, iklim değişiklikleri gibi yapay ve doğal sebeplerle bozulmasına karşı korunması ve erozyona uğramış kıyıların geri kazanılması için alınabilecek en etkin önlemlerden biri de yapay kıyı beslemesidir. Bu yöntem, erozyon kontrolü ve plaj oluşturulması için tüm dünyada başarıyla uygulanmaktadır. Bu çalışmada, yapay beslemenin performansını temsil eden en önemli iki parametre olan aktif derinlik (h_*) ve katımadde taşınım katsayısı (K) irdelenmiştir. Ayrıca h_* ve K 'ya bağlı olarak kalan malzeme oranı $M(t)$ 'nin nasıl değiştiği incelenmiştir.

GİRİŞ

Zaman içerisinde hidrodinamik bir dengeye ulaşmış olan kıyıların çeşitli etkenlerle bozulması durumunda, kısa zamanda geriye kazanılması için yapılan en etkin önlemlerden biri yapay kıyı beslemesidir. Bu yöntem ile elde edilen koruma uzun bir zaman süreci içinde ekonomik olmaktadır.

Büyük miktarlardaki kumun kıyıdan denize doğru yerleştirilmesi şeklinde yapılan yapay besleme; dünyanın birçok yerinde hem erozyon kontrolü hem de plaj oluşturma metodu olarak her geçen gün daha fazla uygulama sahası bulmaktadır.

Gelişmiş kıyılar için, sistemdeki kum açığından dolayı meydana gelen kıyı erozyonu ciddi bir problemdir. Sisteme kum eklemek (yapay besleme), problemin çözülmesinde uygulanan tekniklerden biridir. Diğer tüm mühendislik çözümleri (mahmuzlar, kıyı duvarları, tahkimatlar v.b.) bir noktadaki erozyonu durdurabilir, fakat sistemdeki kum açığı başka yerlerde erozyona neden olabilir. Bu sebeple, yapay besleme erozyonu önleme bakımından etkin bir yöntemdir.

AMAÇ

Yapay besleme projelerinin performansı üzerinde etkin olan parametrelerden ikisi aktif derinlik (h^*) ve katımadde taşınım katsayısı (K) 'dır. Yapılan literatür çalışmalarında h^* ve K parametreleri ilgili bazı belirsizliklerin olduğu görülmüştür. Dolayısıyla bu çalışmada, h^* ve K parametreleri üzerinde durulmuştur.

YAPAY PLAJ GELİŞİMİ İÇİN GELİŞTİRİLEN ANALİTİK ÇÖZÜMLER

Plaj besleme ile ilgili katımadde taşınımı, hem kıyıboyu hem de kıyıya dik taşınımı ilgilendirmesine ve karmaşık olmasına rağmen, yapılan birçok kabul, plaj besleme tahminlerini basitleştirmektedir. Plaj besleme plan şeklinin gelişimi için geliştirilen temel denklemler, süreklilik denklemi ve katımadde taşınım denklemidir. Kıyı çizgisi değişimini göstermek için bu iki temel denklemden hareketle tek-çizgi modeller geliştirilebilir. Süreklilik denklemi aşağıda verilmiştir.

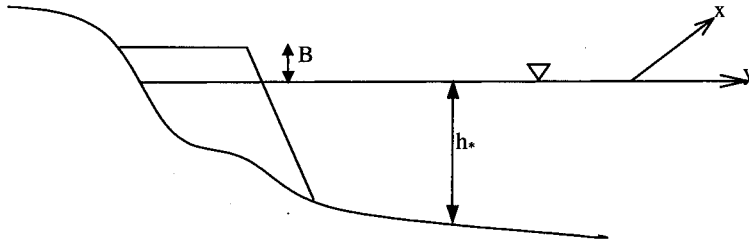
$$\frac{\partial V}{\partial t} = -\frac{\partial Q}{\partial x} \quad (1)$$

Denklemden; V: her birim plaj genişliği için hacim, Q: net kıyıboyu katımadde debisidir.

Profiller, yatay kıyı çizgisi değişimi Δy ve taşınım gradyanı $\partial Q/\partial X$ arasındaki bir oranla sonuçlanan denge içindedirler. Dikey mesafe ise, berm yüksekliğinden (B), aktif derinliğe (h_*) kadar olan derinlik olarak kabul edilir (Şekil 1). Böylece;

$$\Delta y = \frac{1}{h_* + B} \frac{\partial Q}{\partial x} \quad (2)$$

yazılabilir.



Şekil 1. Plaj Profil Geometrisi

Pelnard-Considere, difüzyon denklemini (denklem 3) elde etmek için denklem 2'yi kullanmıştır [1].

$$\frac{\partial y}{\partial t} = G \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \quad (3)$$

Burada, G: Kıyıboyu yayılabilirliktir (plaj plan şeklinin gelişim oranını kontrol eder) ve aşağıdaki denklemle verilebilir.

$$G = \frac{K \cdot H_b^{2.5} \sqrt{g/\kappa}}{8(s-1)(1-p)(h_* + B)} \quad (4)$$

Denklemden; h_* : malzemenin taşınabileceği maksimum derinlik (aktif derinlik), B: berm yüksekliği, K: katımadde taşınım katsayısı, H_b : kırılma anındaki dalga yüksekliği

s: katımadde özgül ağırlığı, p: katımadde porozitesi, κ : Kırılma indisi ve g: yerçekimi ivmesidir.

Denklem 3'den hareketle, değişik sınır ve başlangıç şartları için çözümler geliştirilmiştir. l uzunluğunda, Y genişliğinde hiçbir yapının olmadığı, dikdörtgen şeklindeki plaj besleme projesinin gelişimini tahmin etmek için basitleştirilmiş yaygın çözümlerden biri, denklem 5 ile verilmiştir.

$$y(x,t) = \frac{Y}{2} \left(\operatorname{erf} \left[\frac{l}{4\sqrt{Gt}} \left(\frac{2x}{l} + 1 \right) \right] - \operatorname{erf} \left[\frac{l}{4\sqrt{Gt}} \left(\frac{2x}{l} - 1 \right) \right] \right) \quad (5)$$

Burada $\operatorname{erf}()$, error fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır.

$$\operatorname{erf}(z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-u^2} du \quad (6)$$

Denklem 5'ten hareketle başlangıç proje limitleri içinde kalan malzeme oranı ($M(t)$) belirlenebilir.

$M(t)$: Herhangi bir t anında, besleme bölgesinde kalan malzeme hacminin başlangıçtaki malzeme hacmine oranıdır.

$$M(t) = \frac{1}{Yl} \int_{-l/2}^{l/2} y(x,t) dx \quad (7)$$

Bu integralden hareketle

$$M(t) = \frac{2\sqrt{Gt}}{l\sqrt{\pi}} \left[e^{-\left(\frac{l}{2\sqrt{Gt}}\right)^2} - 1 \right] + \operatorname{erf} \left(\frac{l}{2\sqrt{Gt}} \right) \quad (8)$$

yazılır.

Denklem 4'ten görüldüğü gibi, yapay beslemede, K , H_b , h^* ve B önemli parametreler olarak ortaya çıkmaktadır.

Aktif Derinlik (Depth of Closure)

Taban yüksekliğinde belirgin bir değişikliğin olmadığı, yakıncıyı ve açıkdeniz arasında belirgin net katımadde taşınımının olmadığı, kıyıya doğru en yakın derinliğe aktif derinlik (h_*) denir. Bu derinliğe; kritik derinlik, aktif profil derinliği, aktif katımadde hareket derinliği veya plaj erozyonunun maksimum derinliği gibi isimler de verilebilir. Aktif derinlik, birçok kıyı mühendisliği probleminde önemli rol oynamaktadır [2].

Aktif Derinliğin Belirlenmesi İçin Geliştirilen Formüller

Profil ölçümlerinin olmadığı yerlerde aktif derinliği belirlemek için, dalgaların özelliklerine bağlı olarak bazı formüller geliştirilmiştir. Hallermeier, aktif derinliğin tespiti için 9 nolu denklemi geliştirmiştir [3].

$$h_* = 2.28H_{s_{0.137}} - 68.5 \left(\frac{H_{s_{0.137}}^2}{gT^2} \right) \quad (9)$$

Denklemde; h_* : aktif derinlik, $H_{s_{0.137}}$: bir yılda 12 saat süreyle aşılabilen belirgin dalga yüksekliği (diğer bir ifadeyle bir yılda aşılma ihtimali $12/(24*365)=0.00137$, %0.137 olan belirgin dalga yüksekliği), T : ilgili dalga periyodu ve g : yerçekimi ivmesidir.

Hallermeier, laboratuvar ve arazi verilerinden 9 nolu denklemin 0.16 mm' den 0.42 mm' ye kadar olan tane çapları için duyarsız olduğunu doğrulamıştır. Yani 0.16 mm- 0.42 mm arasındaki tane çapları için denklem aynı sonucu vermektedir. Denklem 9'daki ilk terim, doğrudan dalga yüksekliğine bağlıdır ve aktif derinliğin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. İkinci terim ise dalga dikliğine bağlı olarak küçük bir düzeltme sağlar.

Birkemeier, profil ölçümlerine bağlı olarak Hallermeier denkleminde küçük değişiklikler yaparak denklem 10'u önermiştir [4].

$$h_* = 1.75H_{s_{0.137}} - 57.9 \left(\frac{H_{s_{0.137}}^2}{gT^2} \right) \quad (10)$$

Birkemeier'in verdiği denklem, Hallermeier'in verdiği denkleme göre daha küçük değerler vermektedir.

Houston, Pierson-Moskowitz dalga spektrumu özelliklerini kullanarak, Birkemeier denklemini aşağıdaki gibi basitleştirmiştir [5, 6].

$$h_* = 6.75H_s \quad (11)$$

Denklemden; H_s : Ortalama yıllık belirgin dalga yüksekliğidir.

Houston, aynı yaklaşımla Hallermeier denklemini de denklem 12'deki gibi basitleştirmiştir.

$$h_* = 8.9H_s \quad (12)$$

Aktif Derinliğin Belirlenmesi İçin Yapılan Arazi Çalışmaları

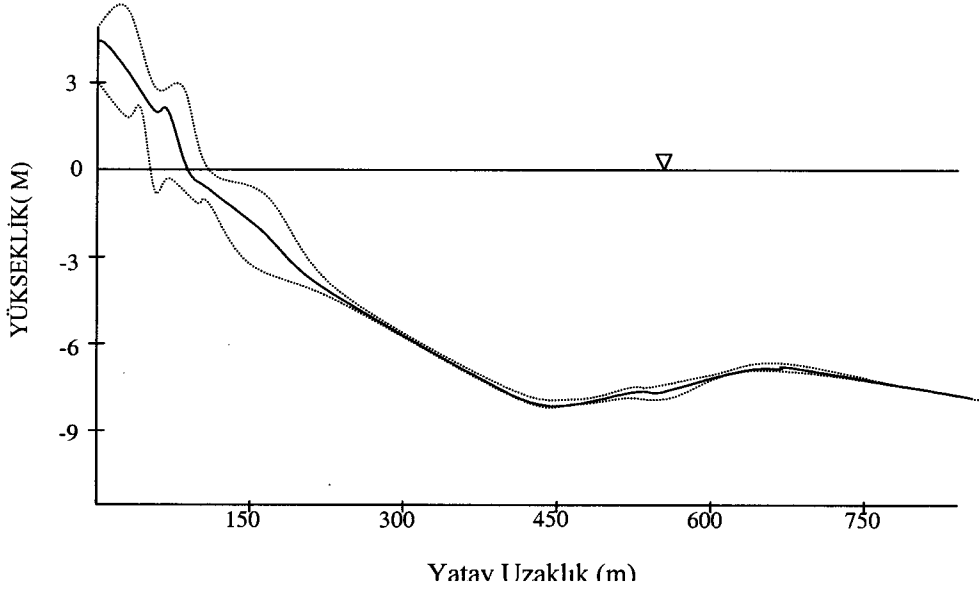
Birçok mühendislik projelerinde aktif derinlik, sabit ölçüm hatlarında birkaç yıl boyunca yapılan ölçümlerle tespit edilmektedir.

Şekil 2'de Ocean City, Maryland'taki bir profilde bir kaç yıl aralıkla yapılan ölçüm sonuçları görülmektedir. Yapılan ölçümler kesikli çizgilerle, bunların ortalaması ise düz bir çizgi ile gösterilmiştir. Ortalamaları gösteren düz çizgi yaklaşık 5.5-8 m derinliklerinde diğer ölçümlere en yakın değerlere ulaşmıştır. Belirgin bir taban yüksekliği değişiminin olmadığı ve yakın kıyı ile açıkdeniz arasında belirgin net katımadde taşınımının gerçekleşmediği kıyıya en yakın derinlik, bu zaman aralığında yaklaşık 5.5 m civarındadır. Yani aktif derinlik 5.5 m olmuştur [2].

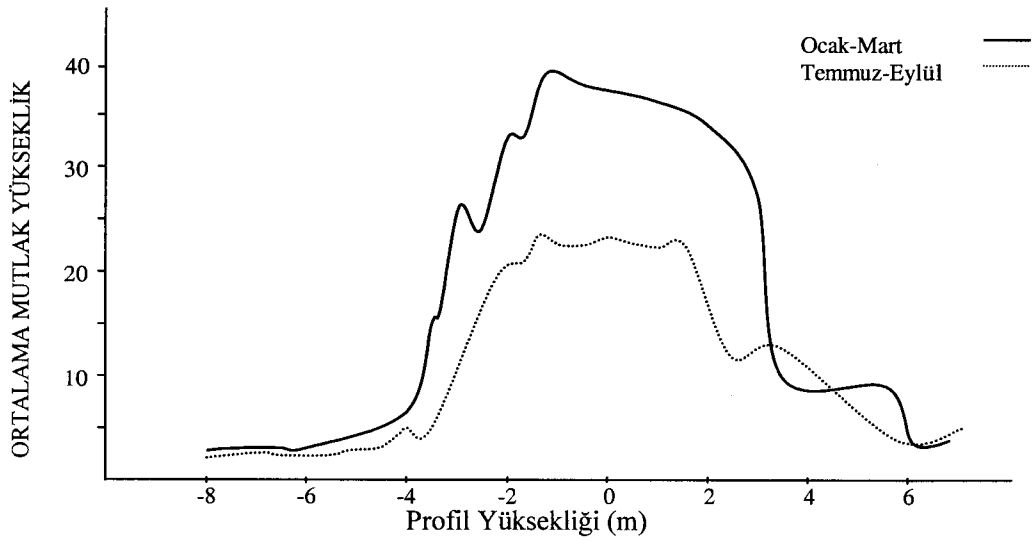
Kuzey Carolina'da 11 yıl boyunca profil ölçümleri yapılarak, ortalama mutlak yükseklik değişiklikleri mevsimsel olarak tespit edilmiştir. Ocak'tan Mart'a kadar olan kış aylarında ve Temmuz'dan Eylül'e kadar olan yaz aylarında 340 profilde ölçümler yapılmıştır. Kışın 6m derinlikte ortalama mutlak derinlik değişimi 2.5 cm'ye düşerken, yazın yaklaşık 4m derinlikte 2.5 cm'ye düşmektedir.

11 yıllık zaman aralığında, yıllık maksimum. belirgin dalga yüksekliği kışın 1.28-3.4 m, yazın 0.88-2.2 m, dalga periyodu ise 8.4 sn olarak tespit edilmiştir. Burada yapılan ölçümlerden de görüldüğü gibi aktif derinlik birinci dereceden, dalga yüksekliğine bağlıdır. Şekil 3'deki ölçümlerden aktif derinliğin yaklaşık 6 m olduğu görülmektedir [2].

Stauble, Ocean City, Maryland'te ağustos 1988'den ocak 1992'ye kadar arazi çalışmaları yapmıştır [7]. Bu süre içinde 12 saati geçen dalga yüksekliği 3m, periyodu ise 10.2 sn olarak tespit edilmiştir. Bu değerler, denklem 9'da kullanıldığında aktif derinlik $h^*=6,2$ m olarak bulunmuştur. Aynı zaman içinde belirgin dalga yüksekliği ise 0,64 m ölçülmüştür. Denklem 12'den ise, $h^*=5.7$ m olarak bulunmuştur.



Şekil 2. Profil ölçüm sonuçları



Şekil 3. Profil Yüksekliğine Bağlı Olarak Ortalama Mutlak Derinlik Değişimi

Stauble, 12 profil hattında aynı dönemde yaptığı arazi ölçümlerinde aktif derinliğin 4.4-6.2 m arasında değiştiğini tespit etmiştir. Bu ölçüm sonuçlarından da denklem 9'un aktif derinliğin alt sınırlarını belirlemede daha uygun olduğu görülmüştür. Denklem 12 ise bütün profiller için daha küçük değerler vermektedir.

Profil verilerinin yokluğunda ise, Hallermeier denklemi (denklem 9) daha uygun sonuçlar verdiği için tavsiye edilmektedir. Nicholls, Birkemeier ve Hallermeier tarafından yapılan arazi ölçümleri de denklem 9'un daha uygun olduğunu doğrulamaktadır [8].

Denklem 12 ise aktif derinliğin belirlenmesinde daha basit bir metottur. Denklem 9 için gerekli olan dalga bilgilerinin bulunmadığı yerlerde, aktif derinliğinin ön tahmini için kullanılabilir.

Formüllerdeki dalga yüksekliği verisi olarak, yakınıkyı bölgesindeki (yaklaşık 10 m derinlikteki) dalga yüksekliği kullanılmalıdır.

Katımadde Taşınım Katsayısı (K)

Kıyıboyu katımadde taşınım debisini hesaplarken, katımadde taşınım katsayısı olan K önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. K'nın ne alınacağı konusunda birçok araştırma yapılmış, fakat halen tam olarak kesin bir sonuca varılabilmiş değildir. K'nın dağılımındaki sebepler araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmektedir.

Shore Protection Manual (SPM, 1984), bütün durumlar (arazi şartlarında) için K'nın 0.77 alınmasını önermektedir [9].

K değeri Komar ve Inman tarafından katımadde çapından bağımsız olarak 0.77 bulunmuştur [10].

Bruno, katımadde çapının azalması ve K'nın artması arasında oldukça makul bir ilişki olduğunu bulmuş ve Dean bu sonuçları desteklemiştir [11, 12].

Kamphuis, laboratuar ve arazi çalışmalarından, K 'nın D_{50} ile ters orantılı olduğuna dair yeni bir formül önermiştir [13].

Dean, yine arazi çalışmalarına dayanarak, K 'nın ortalama tane çapı ile değiştiği varsayımını doğrulamıştır [14].

Bodge ve Kraus tarafından yapılan, arazi çalışmalarına dayalı araştırmada, K 'nın tek bir değer olmadığı, 0.2 ile 1.6 arasında değişebileceği belirlenmiştir [15].

SPM 1998'de ise K 'nın 0.92 olarak alınabileceği veya Del Valle ve ark. tarafından geliştirilen K ile katımadde çapı arasındaki ilişkinin kullanılabileceği önerilmektedir [16].

Del Valle ve arkadaşları, İspanya, Adra River Delta civarındaki arazi verilerine dayalı olarak K değerini hesaplamışlardır. Arazi verilerinin toplandığı yerdeki ortalama tane çapı 0.33 mm ile 2.0 mm arasında değiştiği için, araziye beş ayrı bölgeye ayırıp her bir bölge için K değerini belirlemişlerdir.

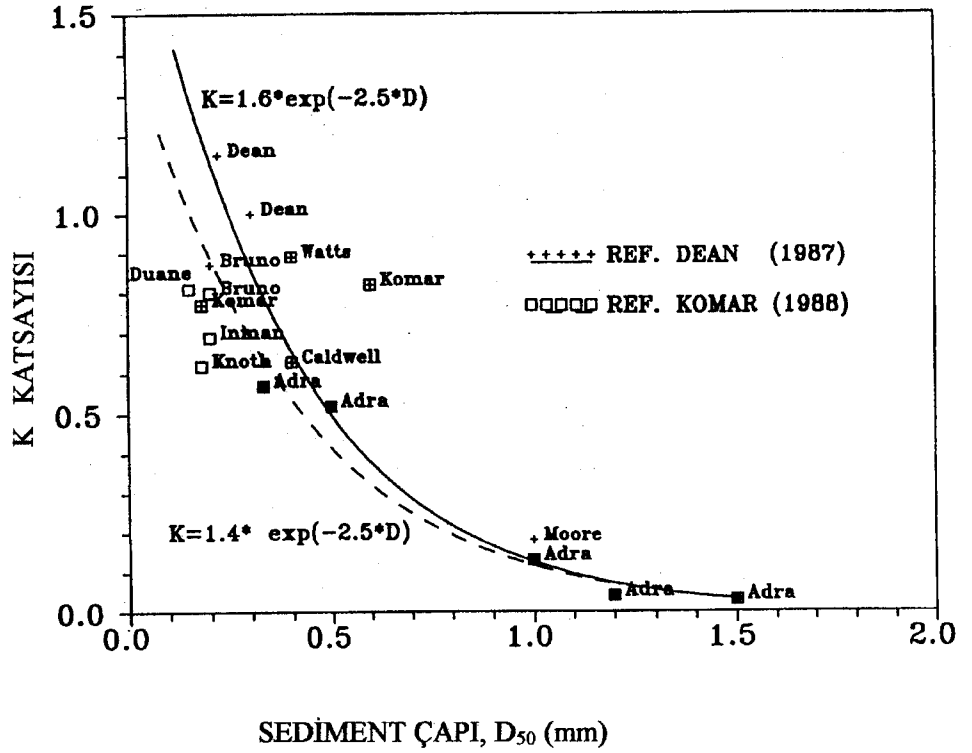
Arazi şartlarında D_{50} 'ye bağlı olarak K 'nın değişimi Şekil 4'te verilmiştir. Şekildeki sürekli çizgi, Dean, kesikli çizgi ise, Komar tarafından en uygun eğriler olarak belirlenmiştir.

Çoğu durumlarda laboratuar çalışmalarından elde edilen K değerleri arazi çalışmalarından elde edilenlerden daha küçüktür. Laboratuar deneyleri genelde düşük K değerleri verdiği için, bunları sadece laboratuar çalışmalarıyla karşılaştırmak uygundur.

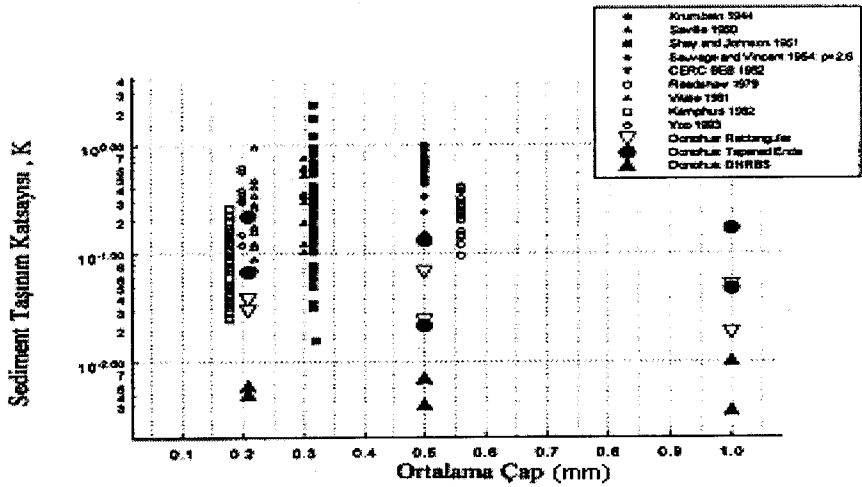
K 'daki belirgin dağılımın birçok nedeni vardır. Laboratuar deneylerinde, ölçek etkileri oluşmaktadır ve bu etkiler dalga yüksekliği, periyodu, dalga formasyonları v.b. etkilerle değişmektedir. Ayrıca bazı araştırmacılar, düzenli dalgaların istenmeyen sapma ve kırınımına neden olduğunu ifade etmektedirler.

Şimdiye kadar yapılan laboratuar çalışmalarından elde edilen katımadde taşınım katsayıları Şekil 5'te verilmiştir [17].

K katsayısı belli zaman aralıklarında kalan malzeme oranları tespit edilerek, denklem 8'in yardımıyla en küçük kareler yöntemiyle bulunabilir.



Şekil 4. Katımadde Tane Çapı ile K 'nın Değişimi



Şekil 5. Laboratuvar Çalışmalarından Elde Edilen Katımadde Taşıma Katsayıları

h^* ve K 'nın $M(t)$ Üzerindeki Etkileri

Belli bir berm yüksekliği ve plaj genişliğinde, dalga yüksekliğine bağlı olarak aktif derinliğin ve kalan malzeme oranının değişimi Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1. Aktif Derinliğe Bağlı Olarak Kalan Malzeme Oranının Değişimi

K	$H_{s0.137}$ (m)	h^* (m)	$M(t)$
0,77	1	2,1709	0,844266
0,77	2	4,3418	0,700534
0,77	3	6,5127	0,583038
0,77	4	8,6836	0,494876
0,77	5	10,854	0,429444

Sabit bir berm yüksekliği, plaj genişliği ve aktif derinlik için K 'ya bağlı olarak $M(t)$ 'nin değişimi ise Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. K 'ya Bağlı Olarak Kalan Malzeme Oranının Değişimi

K	$H_{s0.137}$ (m)	h^* (m)	$M(t)$
0,47	3	6,51	0,66
0,57	3	6,51	0,63
0,67	3	6,51	0,60
0,77	3	6,51	0,58
0,87	3	6,51	0,56
0,97	3	6,51	0,54

Tablo 1 ve Tablo 2'deki h^* denklem 9, $M(t)$ ise denklem 8 kullanılarak hesaplanmıştır.

Yukarıdaki verilerden görüldüğü gibi aktif derinlik ve katımadde taşınım katsayısı arttıkça kalan malzeme oranı azalmaktadır.

SONUÇ

Plaj dolgu dizaynı için proje alanına ait profil ölçümleri yapılarak, aktif derinliğin belirlenmesinde bu ölçüm sonuçları kullanılmalıdır. Profil ölçümlerinin olmadığı yerlerde, aktif derinlik belirlenirken denklem 9'un kullanılması daha uygun sonuçlar vermektedir.

Aktif derinliğin daha doğru değerlerini belirlemek için n-yıllık dönüş periyotlu dalga verilerini kullanmak, tek bir fırtına verisini kullanmaya tercih edilmelidir.

Aktif derinliğin hesabında değişik zaman periyotları düşünülebilir. Aktif derinliğin tespitinde tavsiye edilen zaman, yeniden besleme aralığı olan (yaklaşık 5 yıl) zamandır. Proje hacminin belirlenmesinde önerilen zaman aralığı da aynıdır. Aktif derinliğin belirlenmesinde, uzun dönemli bir proje ömrü (yaklaşık 50 yıl) kullanılırsa, oldukça büyük derinliklere kadar besleme yapmak gerekir ki bu da fiyat açısından problem yaratmaktadır.

Proje ömrünü küçük seçmek, projenin ekstreme olaylara karşı yetersiz koruma sağlayacağı anlamına gelmez. Aktif derinliğin tespitinde kullanılan daha büyük bir fırtına olursa, proje fırtınaya karşı belli bir koruma sağlayacaktır. Ancak fırtına sonrası, fırtına nedeniyle aktif derinliğin ötesine taşınan malzeme hacmi kadar bir besleme yapılmalıdır.

Katımadde taşınım katsayısı belirlenirken de, aktif derinlikte olduğu gibi arazi çalışmaları önem kazanmaktadır. Laboratuvar çalışmalarından elde edilen katsayıları ise, yine laboratuvar değerleri ile karşılaştırmak gerekir.

Katımadde taşınım katsayısı ve aktif derinlik artarken kalan malzeme oranı azalmaktadır. Ayrıca laboratuvar da büyük çaplı malzemeler kullanılarak, bunların etkilerinin de görülmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Pelnard- Considere, R., "Essai de theorie de l'evolution des formes de rivage en plages de sable et de galets", 4th Jones de l'Hydraulique, Les Energies de la Mer, Question III, Rapport No. 1, 1956.
2. Depth of Closure in Beach-Fill Design, Coastal Engineering Technical Note, CETN II-40, 1998.
3. Hallermeier, R. J., "Uses for a Calculated Limit Depth to Beach Erosion", Proceedings of 16 th Coastal Engineering, 1978, 1493-1512.
4. Birkemeier, W. A., "Field Data on Seaward Limit of Profile Change", Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, No.3, 1985, 598-602.

5. Houston, J. R., "Beach-Fill Volume Required to Produce Specified Dry Beach Width", Coastal Engineering Technical Note, CETN II-32, 1995.
6. Rijkswaterstaat (Dutch Public Works Department), "Manual on Artificial Beach Nourishment", Delft Hydraulics Laboratory, The Netherlands 1986.
7. Stauble, D.K., Garcia, A.W., Kraus, N.C., Groskopf, W. G., Bass, G.P., "Beach Nourishment Projects Response and Design Evolution, Ocean City, Maryland", Coastal Engineering Technical Report, Report 1, 1998-1992.
8. Nicholls, R. J., Birkemeier, W.A., ve Hallermeier, R. J., "Application of the Depth of Closure Concept", 25 th International Conference on Coastal Engineering, Book of Abstracts, 1996, 294-295.
9. Shore Protection Manual, 1984.
10. Komar, P. D., ve Inman, D. L., "Longshore Sand Transport On Beaches", Journal Of Geophysics Research, 1970, 5514-5527.
11. Bruno, R. O., Dean, R. G., ve Gable, C. G., "Longshore Transport Evaluations At A Detached Breakwater", Coastal Engineering'80, 1980, 1453-1475.
12. Dean, R. G., Berek, E. P., Gable, C. G., ve Seymour, R. J., "Longshore Transport Determined By An Efficient Trap", Coastal Engineering'82, 1982, 954-968.
13. Kamphuis, J. E., Davies, M. H., Nairn, R. B., ve Sayao, O. J., "Calculation Of Littoral Sand Transport Rate, Journal Of Coastal Engineering Conference", 1986, 1-21.
14. Dean, R. G., 1987, Measuring Longshore Transport With Traps, Plenum Press, New York, N.Y.
15. Bodge, K.R., ve Kraus, N. C., "Critical Examination Of Longshore Transport Rate Magnitude", Coastal Sediments'91, 1991, 139-155.
16. Del Valle, R., Medina, R., ve Losada, M. A., "Dependence Of The Coefficient K On The Grain Size", Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, vol.119, No.5, 1993, 568-574.
17. Donohue, K. A., The Effects of Sand Grain Size And Fill Placement Geometry on Beach Nourishment Performance, Master of Science Thesis, University of Florida 1998.

THE EFFECT OF DEPTH OF CLOSURE AND SEDIMENT TRANSPORT COEFFICIENT ON THE PERFORMANCE OF BEACH NOURISHMENT

Artificial beach nourishment is one of the effective methods to control the coastal erosion and to re-form the eroded coasts. Artificial nourishment has been successfully used worldwide, to control the erosion and to re-form beach. In this study, two parameters, depth of closure (h^*) and sediment transport coefficient (K), which were determined to be most effective in percentage of nourishment material remaining ($M(t)$), are studied. The effect of h^* and K on $M(t)$ was studied.

**BAFRA OVASI DELTASI KIZILIRMAK NEHRİ – KARADENİZ
BİRLEŞİMİNDEKİ KIYI EROZYONUNDA ALINAN ÖNLEMLER**

Tahsin ASAN

İnş.Müh.

DSİ – Bafra Ovası Sulaması Proje

Müdürlüğü

SAMSUN-TÜRKİYE

Y.Kenan ERDEN

İnş.Müh.

DSİ VII.Bölge Müdürlüğü

SAMSUN-TÜRKİYE

Erdoğan ÖZORAL

İnş.Müh.

DSİ VII.Bölge Müdür Yardımcısı

erdoganoz@dsi.gov.tr erdoganozoral@hotmail.com

tel : (0362) 230 64 39-230 35 49-230 79 00 fax: (0362) 234 03 87

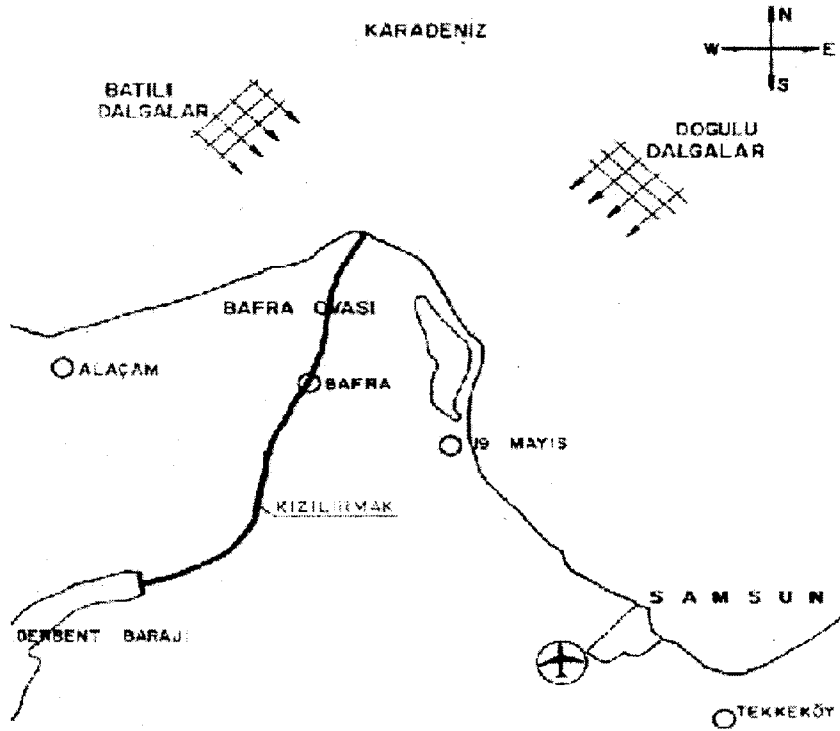
SAMSUN-TÜRKİYE

ÖZET

Bafra Ovası; 1356 km uzunluğundaki Kızılırmak Nehri'nin Karadeniz'e döküldüğü yerde yüzlerce yıl boyunca nehrin taşıdığı sedimentin, birleşim noktasında çökmesiyle oluşmuş alüvyon bir ovadır. Bu ova topoğrafik olarak denize doğru konik bir şekilde uzanmıştır. Birleşimdeki bu konik uç şekil 1. de de görüldüğü gibi Karadeniz'in farklı yönden ve büyük şiddetteki dalgalarından etkilenmektedir.

Kızılırmak Nehri boyunca planlanmış ve halen 6 tanesinin inşaatı tamamlanmış toplam 24 adet baraj vardır. Yapımı tamamlanan Altınkaya Barajı ve HES ile Derbent Barajı ve HES, nehrin sediment iletimini tamamen kontrol altına almıştır. (Derbent Barajı'nın mansabında nehre ulaşan 200 km² drenaj havzalı 30 km boyunca $Q_{max} 500 = 411,63$ m³/sn kapasiteli Çayağzı deresinin taşıdığı sediment ihmal edilebilir boyuttadır.) Ovanın ucu devamlı olarak batı yönden ve doğu yönden gelen şiddetli dalga tesirlerinden erozyona maruz kalmaktadır.

DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı tarafından Hidrolik Model Laboratuvarında bir fiziksel model deneyi yapılmış, deney sonuçları esas alınarak Kızılırmak – Karadeniz birleşiminde bir dizi mahmuz yapısı projelendirilmiştir. Sağ sahildeki mahmuzlar tamamlanmıştır. Kızılırmak – Karadeniz birleşimi noktasında nehir ağzının düzenlenmesi amacıyla projelendirilen mahmuzların yapımı devam ediyor.



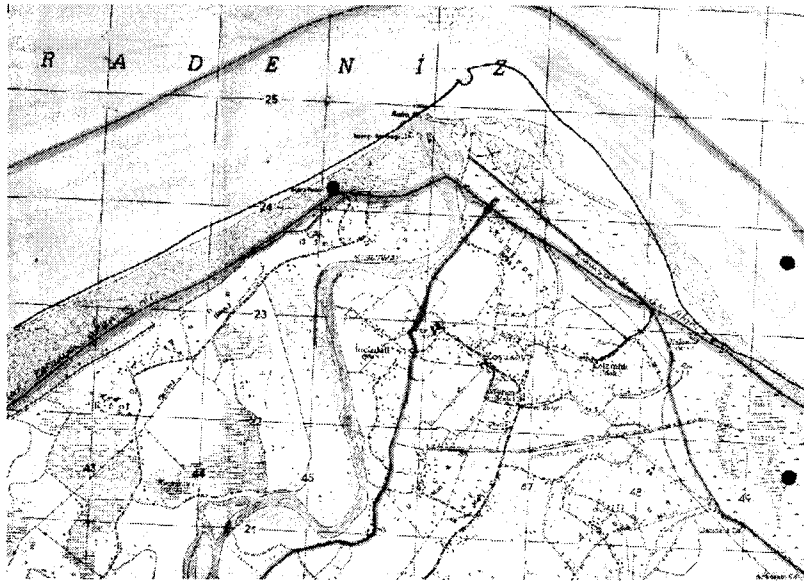
Şekil-1 Bafra Ovasının Genel Görüntüsü ve Etkin Dalga Yönleri

GİRİŞ

Bafra Ovası Sulaması Projesinde yer alan ve cazibe ile sulanacak olan sahanın büyük bir bölümü, yaklaşık 75 000 km² drenaj havzasına sahip ortalama debisi 185 m³/s ve 1356 km boyundaki Kızılırmak Nehrinin taşıdığı sedimentle oluşmuştur.

Kızılırmak'ta askıdaki rüsubatın belirlenmesi amacıyla, 1962- 1973 yılları arasında, Bafra – Çetinkaya Köprüsü kesitinden, değişik aralıklarda 300 den fazla rüsubat örneği alınmıştır. Enkesitte 3 ayrı yerden entegrasyon yöntemi ile alınan örnekler DSİ Genel Müdürlüğünün Ankara – Etlikteki Laboratuarlarında incelenmiştir. Sonuçta askıdaki rüsubatın, %26 oranında kum, %74 oranında kil ve silt taşıdığı saptanmıştır. Rüsubat durumunun projeye etkisi incelenirken ortalama 50 yıllık çökelim sonundaki birim ağırlık alınarak Altinkaya Baraj Gölüne girecek yıllık rüsubatın 32,2 milyon m³ olacağı saptanmıştır. Taban sürüntüsü olarak da askıdaki rüsubatın %20 si alındığında Altinkaya Baraj Gölüne girecek yıllık toplam rüsubat miktarı 38,6 milyon m³ olacaktır.

Altinkaya ve Derbent Barajlarının yapımının tamamlanması ile beraber sediment taşınımı sona ermiştir. 1990 yılından beri yapılan gözlemlerde ovanın denize doğru uzanmış konik bölümünün sürekli erozyona uğradığı görülmüştür.



Şekil-2

Bafra Ovasının Jeolojik Yapısı

Bafra Ovası Sulaması Projesi alanı ve çevresinde, çoğunlukla Mesozoyik,Tersiyer ve Kuaterner'e ait kaya birimleri yer alır. Bu birimlerin gençten yaşlıya doğru sıralanmaları aşağıda verilmiştir.

Kuaterner : Alüvyon,teraz depozitleri

Tersiyer : Neojen-siltli kil,Kiltaşı,Marn,Anglomera ,Volkanik Breş,
Tüf,Bazalt,Andezit

Mesozoyik: Kretase flişi- Kumtaşı,Kiltaşı,Marn

Bafra Ovası Kızılırmak Nehri-Karadeniz birleşimindeki kıyı erozyonunun olduğu bölgenin jeolojik yapısı ; inceleme alanı,Bafra delta ovasının kuzey ucunda,Kızılırmak'ın denize kavuştuğu bölgede ve ırmakın sağ sahilindedir. Çevrede kuaterner'e ait tipik delta ve deniz kıyısı çökelleri yer alır. Bunları genelde ince kum,kum,silt ve siltli kum aralanmasından oluşmuştur.

Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ; sözkonusu inceleme alanında açılan temel sondajlarından alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizleri sonuçlarına göre zemin, %20-72 silt ve %28-80 kum ihtiva etmektedir. Bu sonuçlar “ Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırması” esaslarına göre değerlendirildiğinde zeminin SM, SM-ML, ML grup sembollerine sahip olduğu görülmektedir.

Alınan Önlemler

Tüm veriler toplanarak (iklim, dalga hareketleri ve karakteristikleri, jeolojik etüd, halihazır-batımetrik harita) DSİ TAKK Dairesi Başkanlığına verilmiş ve araştırmalar başlatılmıştır.. Yapılan araştırma ve Fiziksel Model deneyleri sonucu bir dizi I ve Y mahmuzu kombinasyonlarından oluşan bir koruma yapısı sistemi önerilmiştir. Önerilen bu sistem projelendirilerek imalata başlanmıştır. 1999 yılında 1 No'lu I Mahmuzu ile 2 ve 3 No'lu Y mahmuzları tamamlanmıştır. 2001-2002 yıllarında da Nehir – Deniz birleşimini düzenleyen Batı Mahmuzu ve Doğu Mahmuzunun imalatı yapılmıştır. TAKK Dairesi Başkanlığının önerileri doğrultusunda 1 No'lu mahmuzdan doğuya doğru yapay malzeme beslenmesi yapılacaktır.

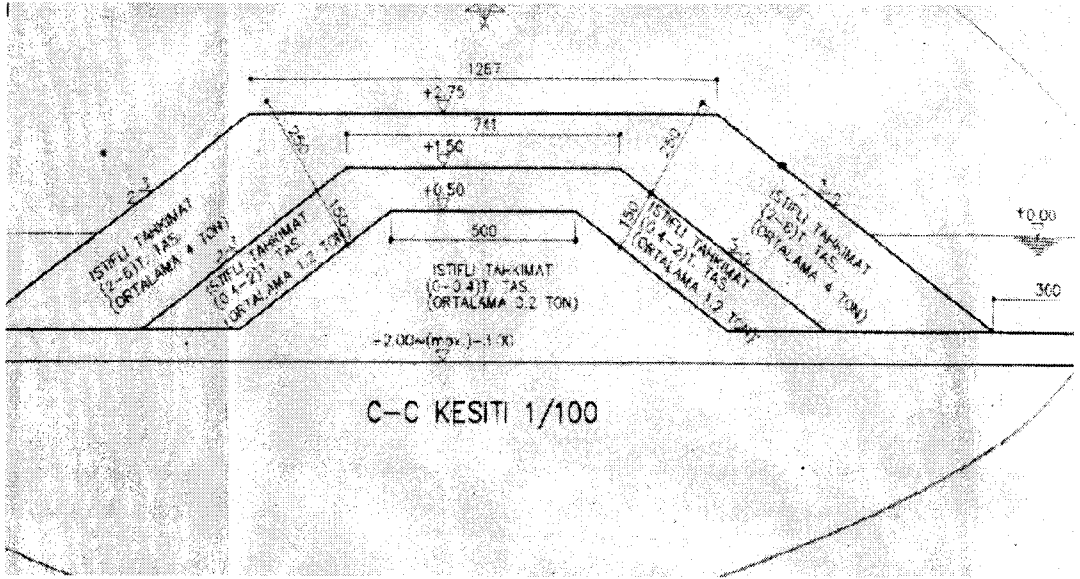


Şekil-4

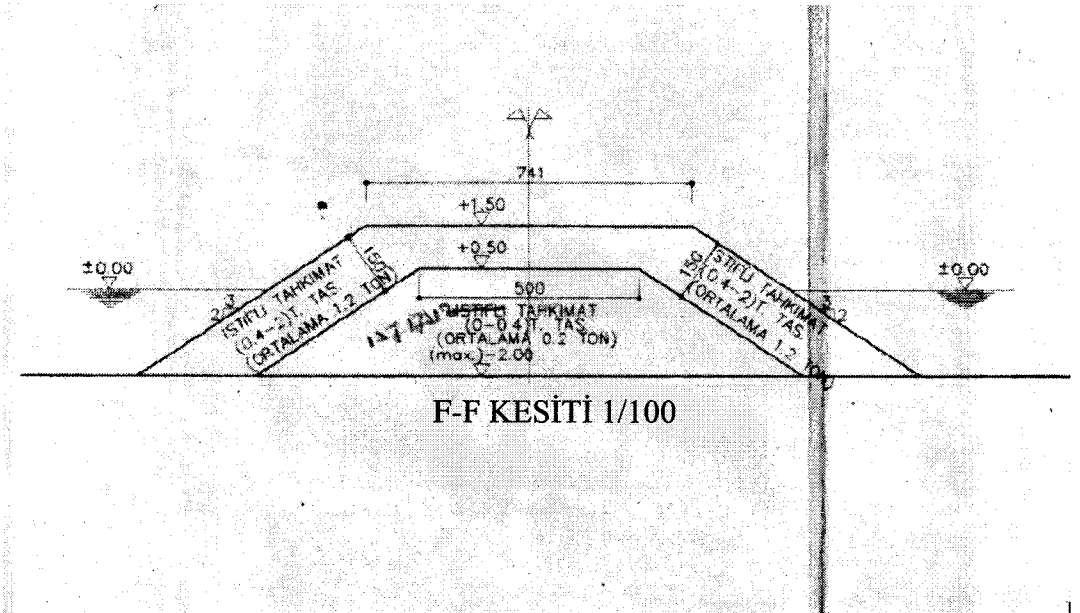
Mahmuz İmalatları

Dalga hareketlerinin şiddetli ve sürekli olduğu Bafra burnunda etüd ve projelere esas olan batımetrik haritalardaki derinlikler sürekli olarak değişmektedir. Örneğin harita alımı sırasında 3 m olan derinlik 5 –6 m ye ulaştığı kıyıya doğru ise 2m olarak belirlenen derinlik 1 -1,5 m ye düştüğü gözlenmektedir. Bu nedenle alınan batımetrik harita esaslı projelerdeki kesitler üzerinden yapılan tahmini malzeme miktarı uygulamada iki katına çıkmıştır. Dalga yüksekliği esasına göre düzenlenen taş kategorileri de zaman zaman yetersiz kalmakta imalat sırasında 2-6 ton taşlarla yapılan istif, dalgaların etkisi ile çökmekte veya yıkılmaktadır. Bunun için de üst kategori taşlarla tahkim edilme ihtiyacı doğmuştur. İç zonların inşaatı sırasında da malzeme boyutunun ve ağırlığının küçük

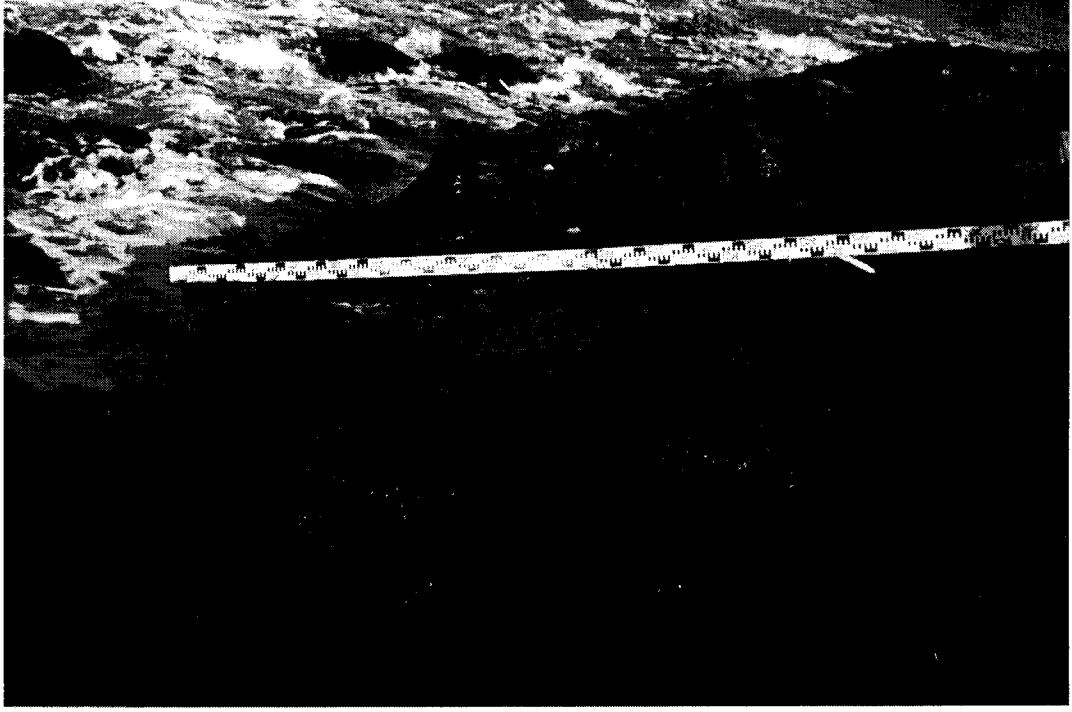
olması dolayısıyla dalga hareketleriyle malzemenin dağılarak kaybolmasını önlemek amacıyla bu zonlarında üst kategori taşlarla korumaya alınması gerekmektedir.



Şekil-5



Şekil-6



Sekil-7

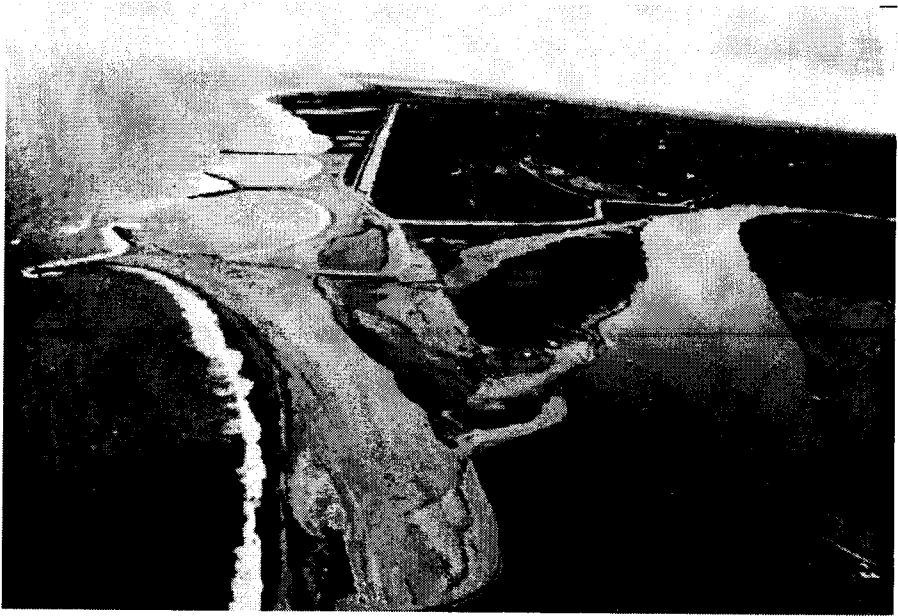
Mahmuz İmalatlarından Sonra İzleme

Yapılan mahmuz imalatlarından sonra kıyıda oluşan fiziksel değişimler sürekli olarak izlenmekte ve alınan doğa çizgisi ölçümleri haritaya işlenmektedir. Paftadan da görüleceği üzere yapımı tamamlanan mahmuzların bölgesinde erozyon hareketi durmuş ve özellikle mahmuzların batısında kumlanma hızla artmakta , mahmuzların etrafındaki doğa çizgisi denize doğru ilerlemektedir. 1 No'lu Mahmuzdan doğuya doğru ise erozyon hızla devam etmektedir.

Kızılırmak – Karadeniz birleşimindeki batı mahmuzu yapıldıktan sonra batıdan gelen dalga tesiri kalktığından, kuzey doğu rüzgarlarının tesiriyle 3 Nolu mahmuzun batısındaki kum sürüklenerek ırmak ağzını doldurmaktadır. Kuraklık nedeniyle Altinkaya Barajı ve HES ile Derbent Barajı ve HES 'in nehir yatağına saldıgı su az olduğu için bu kumu sürüklemekte yetersiz kalmıştır.



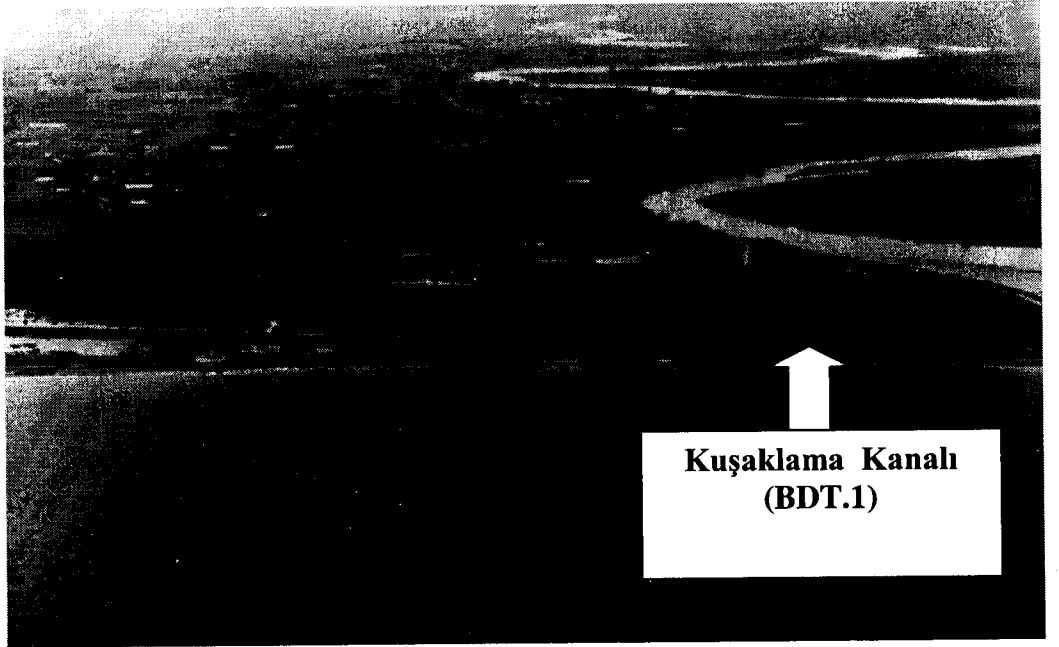
Sekil-8



Şekil-9



Sekil-10



**Kuşaklama Kanalı
(BDT.1)**

Şekil-11

AMAÇ

DSİ, Bafra Ovası Deltası kuzeyinde bulunan, ovanın sulamadan dönen sularını tahliye edecek kanalın erozyon sonucu tahrip olmasını ve kanallara tuzlu suyun girişini önlemek amacıyla kısıtlı ödeneklerle önlemler almaya çalışmaktadır. Yapılan çalışmalar başarıya ulaşmıştır. Kızılırmak Nehrinden doğuya ve batıya doğru hızla artmaktadır, konu master plan çerçevesinde ilgili kuruluşlarla da koordineli olarak ele alınıp çözüme kavuşturulmaya devam edilecektir.

SONUÇ

Bu tip alüvyol ovalarda ve arazilerde sorun detaylı olarak baştan itibaren incelenmeli ve sebep sonuç ilişkileri sağlam temellere oturtularak sorun kısa, orta ve uzun vadeli çözümlerle sonuçlandırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- 1-Bafra Ovası Sulaması Revizyonu Raporu DSİ VII. Bölge Müdürlüğü-Samsun 1987
- 2-Bafra Ovası Kızılırmak-Karadeniz birleşimindeki Kıyı Erozyonu Model Raporu GSI Genel Müdürlüğü TAKK Dairesi Başkanlığı Temmuz -2000-ANKARA
- 3.Bafra Ovası Kızılırmak-Karadeniz Birleşimindeki Kıyı Erozyonunun İncelenmesi
KÖKPINAR M. Ali Güler Işıkhani

TAKEN PRECAUTIONS IN BEACH EROSION AT JUNCTION OF KIZILIRMAK RIVER LOCATED IN DELTA OF BAFRA PLAIN AND BLACKSEA.

Bafra Plain formed as an alluvium type with sediment carried by river and by its precipitation for years is located at Kizilirmak River of 1356 km length, 185 m³/sn average flow and 75 000 km² drainage area flowed to Blacksea. This plain is extended toward to sea with a conic shape but this conik tip is effected from intense waves that come from different side of Blacksea.

There are totally 24 planned dams on Kizilirmak River. Six of them are completed. Completed Altinkaya and Derbent Dam, control the sediment transportation of river. But plain tip is under erosion risk by intense waves that continuously come from West and East side.

To find out suspended sediment amount in Kizilirmak River, sediment samples were taken from the different place. The samples were researched in Laboratory and estimated that 26% sand and 74% clay and silt of suspended sediment are found.

For a precaution, modelling experiments are made in Hydraulic Modelling Laboratory. In results, series of groin structures are designed in junction of Kizilirmak and Blacksea. For design of groins, series of I and Y shapes groin combinations are suggested. Right hand side groins are completed so far and the construction of groin designed for river-mouth arranging in junction of Kizilirmak River and Blacksea is continuing.

After groin constructions, erosion movements stopped in region and nature line of around the groins moved toward to sea.

Consequently, canals that discharge the returned water from irrigation are prevented from erosion and also from salt water entering to canals.

RİZE SAHİLİNDE İyidere-Çayeli ARASINDA YAPILAN “T” MAHMUZLARIN KIYI KORUMA AÇISINDAN İNCELENMESİ

Veli SÜME (1)

Doktor

K.T.Ü. Rize MYO İnşaat Bölümü

Tel.....: 0. 464. 213 04 32-33 (San)/110

Fax.....: 0. 464. 213 05 11

e-mail : velisume@msn.com

RİZE-TÜRKİYE

Servet KARASU (2)

Öğretim Görevlisi

K.T.Ü. Rize MYO İnşaat Bölümü

Tel.....: 0. 464. 213 04 32-33 (San)/108

Fax.....: 0. 464. 213 05 11

RİZE-TÜRKİYE

ÖZET

Genellikle sahilden geçen ve 1998 yılından beri devam eden Karadeniz Double Otoyolu kapsamında, bazı kıyı koruma uygulamaları yapılmaktadır. Bunlar arasında; sahile paralel taş dolgu yapılması, balıkçı barınaklarının ıslah edilmesi ve “T” mahmuz inşaa gibi kıyı koruma uygulamaları vardır. Bu uygulamalardan biri olan mahmuzlar da bilindiği gibi “ I ” şeklinde düz olarak yada “T” ve “L” şeklinde, uygun boyut ve aralıklarla inşaa edilmektedirler. Böylelikle kıyı korunmuş ve Double Otoyol da dalga etkilerinden minimum oranda etkilenmiş olacaktır.

Bu bildiride; Karadeniz Double Otoyolu kapsamında, sahilin korunması amacıyla inşaa edilen “T” mahmuzların kumsal oluşumuna olan katkıları belirlenmiş, sahilin ve denizaltı topografyasının değişimine olumlu yada olumsuz yöndeki etkileri incelenmiştir.

Araştırma ve incelemede, yapılacak olan mahmuzların yerlerinin sahil haritası üzerine işaretlenmesi, yapılmadan önce ve yapıldıktan 2 yıl sonra iskandil alma yöntemi ile deniz altı nivelmanı çıkarılması, kış ve yaz profili şeklinde mahmuz civarının batimetrik haritalarının elde edilmesi şeklinde bir yol izlenmiştir. Yerinde gözlemlerde yapılarak geçen 2 yıllık sürede mahmuzlarda hasar ve dolma olup olmadığı, sahilde kumsal oluşup oluşmadığı incelenmiştir.

Sonuç olarak; verilerin değerlendirilmesi sonucu elde edilen 2000 ve 2002 yılına ait tesviye eğrili haritalardan ve yerinde yapılan incelemelerden, ayrıca en son çekilen resimlerden de yararlanılarak, Rize İyidere-Çayeli arasında uzanan sahilin korunması ile ilgili, mahmuzların bu kıyı boyunca deniz altı topografyasını ne yönde bir değişime uğrattığı, sahile olumlu veya olumsuz katkılarının neler olduğu belirlenmiştir.

1. GİRİŞ

Kıyılar; dere, ırmak ve nehirlerin sürükledikleri sedimentler, kıyı yapılaşmaları, kıyı akıntısı, rüzgar ve dalga etkisi altındadır. Müdahale olmadığı sürece uzun bir zaman sonunda denge durumuna ulaşır. Her müdahale kıyı dinamiğini etkiler ve denge durumuna ulaşmak için hareketi devam ettirir.

Yapılan kıyı yapılarının kıyı dengesini bozmaması için, kıyıda kıyı boyu dalga etkilerinin, rüzgarların, akıntıların ve sediment taşınımının dikkate alınması gerekir.

Projeci bunları iyi analiz ederek, en iyi bir yaklaşımla dengeyi bozmayacak bir projelendirme yapmalıdır. Bunlar proje öncesi yapılması gereken çalışmalardır. Proje hayata geçirildikten sonra da oluşan yeni durumların gözlemlenmesi ve gerekirse düzeltmelerle kıyı dengesinin korunması gerekir.

Aksi taktirde kıyı dengesi hızlı bir şekilde bozularak, büyük oranlarda mal ve can kaybına neden olabilir. Bu çalışmalar yapılırken, insan faktörü göz ardı edilmemeli, insan-kıyı ilişkisi kurulmasına yardımcı olan uygulamalar tercih edilmelidir.

Kıyı-insan ilişkisinin kurulması için de, kıyılarının korunmasının en iyi yolu kıyıda kumsal oluşturmaktır. İşte kıyı korumaları kapsamında yapılan mühendislik yapılarının başında da mahmuzlar gelmektedir.

Mahmuzlar, kıyı boyunca koruyucu saha ve kıyı çizgisi oluşturmak, sediment tutmak ve kıyı erozyonunu önlemek amacıyla genellikle kıyıya dik olarak inşa edilen kıyı koruma yapılarıdır. **Düz**, **T** ve **L** şeklinde, kıyının şekline , kıyı boyu sediment taşınım miktarı ve yönüne , yörenin dalga iklimine bağlı olarak, ara mesafeleri uzunluklarının 2-3 katı olacak şekilde inşa edilirler.

Ayrıca, mahmuzlar kıyıda hareket halindeki malzemeyi tutarak mevcut plajın dengesini koruma, yüksek plajlarda iri malzemenin plajın üst kısımlarında tutulmasına, liman ve balıkçı barınaklarında dolmasını önleme ve düzgün plaj oluşumunu sağlama gibi fonksiyonları da yerine getirirler.

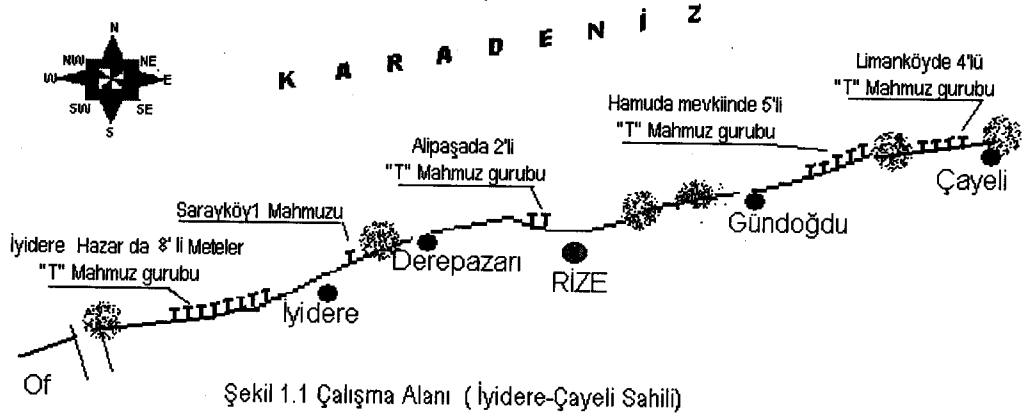
Kıyı parametrelerinin iyi analizi sonucu inşa edilen mahmuzlar, kısa bir sürede plaj oluşumunu sağlamakta kıyı-insan ilişkisini hızlandırmaktadır. Bunun yanında buralarda akarsuların taşıdığı sedimentin tutulması ve mühendislik usullerine göre alınmasıyla da piyasanın kum-çakıl ihtiyacını karşılanmaktadır.

1.1. Çalışmanın Amacı Ve Kapsamı

Kıyı erozyonu kıyı-insan ilişkisini bazen sıkça rastlanan ciddi bir olaydır. Klasik kıyı koruma yapıları çok büyük boyutlarda ve yüksek maliyettedirler. Üstelik yapıldıkları yerlerde de ekolojik dengeyi tamamen bozmaktadırlar.

Bunun yerine kıyı mühendisleri, kıyının tabii yapısını mümkün mertebe az değiştiren, etkin çözümler almaya başlamışlardır. İşte bu bağlamda kolaylıkla söylenebilecek en iyi kıyı koruma yapısı tabii plajlardır. Dolayısıyla tabii plaj oluşturma yolu da mahmuz inşa etmekten geçer.

Bu çalışmada, Karadeniz Duble Otoyolu kapsamında koruma maksadıyla inşa edilen, Rize sahilinde İyidere-Çayeli arasındaki "T" mahmuzlar incelenmiştir. Çalışma alanı olarak seçilen bu sahil, 171 km. uzunluğundaki Rize sahilinin 43 km.lik bir kısmını kapsamaktadır. Güzergah boyunca 20 adet "T" mahmuz bulunmaktadır Şekil 1.1. Çalışma Alanı (İyidere-Çayeli Sahili).



Ayrıca 43 km lık İyidere-Çayeli arasında Rize ve Çayeli limanı, Ünye çimentoya ait paketleme tesisi ve 20'ye yakın balıkçı barınağı ve çekek yeri mevcuttur.

2. DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ DALGA İKLİMİ

Dalga en basit anlamda hidrolik sistemin dengesini bozan, onu alt üst eden bir karışıklıktır diyebiliriz. Denizlerde, göllerde, körfezlerde görülen dalgalar daha ziyade rüzgar, med-cezir (tides) gibi tabii güçlerden meydana gelirler. Geldikleri olaya göre yani, Rüzgar dalgaları, Tidel dalgalar v.b. gibi isim alırlar. Ayrıca volkanik patlamalar ve

denizaltı depremleri ile oluşan çok sık karşılaşılmayan dalgalarda vardır. Dalgalar; su derinliklerine göre, yüksekliklerine göre, dalga hareketlerinin karakterlerine göre ve dalgayı üreten kuvvetlere göre sınıflandırılırlar.

Rüzgar dalgalarının ölçümü güç ve pahalı olduğundan gözlemler oldukça kısa sürelidir. Ülkemizde henüz düzenli bir dalga ölçüm ağı kurulmamıştır. Bu sebeple projelendirmede gerekli olan veriler, daha uzun süreli olan rüzgar kayıtları yardımıyla tahmin edilmektedir. Dalga tahminlerinde kullanılan rüzgar verileri de, meteoroloji rüzgar verilerinden veya sinoptik rüzgar haritalarından elde edilirler.

Her iki kaynaktan elde edilen rüzgar verilerini dalga tahminlerine dönüştürmek içinde bazı yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan en yaygın olanı SMB (Sverdrup Munk Bretschneider) yöntemidir. Bu metotla kullanılan rüzgar verileri belirgin dalga yüksekliği ve periyoduna dönüştürülürler [1],[2].

Rize bölgesinin hakim dalga yönü N, NNW ve NW olup belirgin dalga yükseklikleri 1.5m.-7.5m. arasında değişmektedir. Ekstrem değerlerde bu 11.5m. ye kadar çıkabilmektedir. (2002 yılı Nisan ayı başında Rize yöresinde yaşanan fırtınada Çayeli limanı büyük hasar görmüş 12m. Kotundaki deniz fenerinin ışığının bulunduğu ~200kg.lik kısım dalga tarafından liman içine fırlatılmıştır.)

Ancak Rize yöresi için herhangi bir dalga verisi mevcut değildir. Böyle bir çalışmada yapılmamıştır. Rize Yöresi dalga verilerinin analizi şeklinde bir çalışma yapılabilir.

NOT: Meteorolojik verilerden elde edilen dalga verileri sinoptik haritalardan elde edilenlerden daha küçük olduğu için yapı emniyeti açısından SMB den elde edilen veriler kullanılır.

3. KATIMADDE TAŞINIMI

3.1. Akarsuların Taşıdığı Katımadde

Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki akarsular yörenin topografik yapısı nedeniyle eğimleri oldukça büyük olduğundan azgın akmaktadırlar. Dolayısıyla akış hızları çok yüksektir. Buda önemli oranda sediment taşınımına neden olmaktadır. Bu miktarın yaklaşık olarak 3-5 milyon ton/yıl olduğu tahmin edilmektedir.[3],[4],[5]

Bir akarsuyun taşıdığı katı madde debisi akım şartları, akışkan ve katı madde özelliklerine bağlıdır.

$$Q = f(v, \rho_s, v, d, \rho, h, R, j) \quad (1.3.1)$$

(v:ortalama akım hızı; ρ_s : katı madde özgül ağırlığı; v: akışkan viskozitesi; d: dane çapı; ρ : akışkan özgül ağırlığı; h:su derinliği; R: hidrolik yarıçap; j:akarsu taban eğimi).

Genel formül yukarıdadır. E.İ.E nin geliştirdiği genel madde taşıma debi formülü

$$Q = 14.153.10 \cdot 1.26016 \cdot \log.A \quad (1.3.2)$$

(A: havza alan Km^2 ; Q: katı madde debisi ton/yıl)

Ayrıca Doğu Karadeniz Bölgesinde bulunan akarsulardan alınan verilere göre elde edilen bir denklem geliştirilmiştir.

$$Q = q \cdot Q_{ort} \quad (1.3.3)$$

a ve b regresyon katsayısı, Q_{ort} günlük ortalama akım debi m^3/sn . Q katı madde taşıma debisi ton/gün

Doğu Karadeniz Bölgesinde akarsular tarafından katı madde taşınımı 3-5 milyon ton/yıl olduğu tahmin edilmektedir.

3.2. Kıyılarda Katımadde Taşınımı

Kıyı boyu sediment taşınımının kaynağı, karalarda oluşan erozyon ve kayaların parçalanmaları sonucu meydana gelen malzemelerdir ki bunlar akarsular yardımıyla kıyıya taşınırlar. Bu şekilde denize ulaşan katı madde kıyı bölgesinde sürekli olarak hareket halindedir. Buna mevcut kıyılardaki sediment de eklenerek hareket devam eder.

Kıyılardaki katı madde hareketi kıyıya dik yönde alınan birim genişlikteki kıyı boyundaki kesit üzerinde incelenir ve kesitlere kıyı profili adı verilir. Kıyı profili de kendi aralarında dalga tesirlerine göre sınıflandırılırlar. Dalgaların az ve küçük olduğu zamanlardaki profile “Normal Profil” veya “Yaz Profili”, dalgaların çok ve yüksek olduğu, fırtınalı zamanlardaki profile “Fırtına Profili” veya “Kış Profili” denir.

Kıyı profilini etkileyen esas parametre kıyıya dik taşınım olmakla birlikte, kıyıya paralel taşınımın etkisi de fazladır. Burada etken faktör, derin deniz taneciklerinin çökelme hızı (w), ortalama dalga dikliği (H_0/L_0), katı madde çapı (d_{50}) dır.

Ayrıca kıyıdan ve kıyıya yakın yerlerden usulüne uygun olmayan ve rasgele alınan kum-çakıl da kıyı profilini değiştirebilmektedir.

Kıyıya paralel taşınım ise, kıyı boyu akıntılarının neden olduğu taşınımdır.

3.3. Mahmuzların Kıyı Boyu Katı Madde Dağılımına Etkisi

Çoğu yerlerde deniz doldurularak kıyıya paralel yapımı devam eden Karadeniz Double Otoyolunun geçtiği güzergah boyunca proje kriterlerine göre gerekli görülen yerlere kıyı koruma amacıyla, “T” Mahmuzlar inşa edilmektedir. Japonya, İngiltere, ABD ve İsrail gibi ülkelerde başarıyla uygulanan “T” Mahmuzlar özellikle sıralı olarak gruplar şeklinde inşa edilirler. Düz ve “L” Mahmuzların aksine, kıyıya paralel veya dik taşınım esnasında sedimenti tutarlar ve zaman içerisinde de geriye bırakmazlar.

Kıyı boyunca taşınımın çoğunluğunu oluşturan kum ve çakılın sıralı olarak yapılan mahmuzlar tarafından tutulması sonucu kıyıda, büyük oranda kumlanma oluşur. Meydana gelen bu yeni kumlanma olayı yeni bir kıyı çizgisi oluşturarak tabii bir plaj görünümü kazanır. Böylece kıyı turizminin gelişmesine ve kıyı-insan ilişkisinin hızlanmasına katkıda bulunur ve halkın kıyılardan azami oranda faydalanmasını sağlar.

T mahmuzlar sayesinde oluşan bu kumlanma nedeniyle kıyı çizgisi sirkülasyonu devam ederek geniş bir sahil elde etme imkanı sağlar [6]. Kıyı katı madde taşınımının dengeli bir şekilde dağılımını temin eder. Kıyı hidrodinamik dengesinin aynı zamanda da karayolunun dalga etkilerinden korunmasını sağlar ve kıyı-insan ilişkisini pekiştirir.

Diğer taraftan bir sistem içerisinde sıralı olarak inşa edilmeyen T mahmuzlar ile düz ve L mahmuzlar kıyıya zarar vererek istenilmeyen sonuçları meydana getirirler. Yani bir taraftan (kum-çakıl) tutarak kıyıyı doldururlar diğer taraftan da daha çok aşınmaya (oyulmaya) sebep olabilirler.

4. “T” MAHMUZLARIN YERLERİ VE KONUMU

“T” mahmuzların yapımına 2000 yılında başlanmış olup aynı yıl bu güzergahtakilerin tamamı bitirilmiştir ve gruplar halinde kombine olarak yapılmışlardır. İlk grup İyidere’de Meteler bölgesinde olup 9 adet “T” mahmuzdan oluşmaktadır. Biz bu çalışmada bunları batıdan doğuya doğru Mete 1, 2,3,4,5,6,7,8 ve Mete 9 şeklinde anacağız.

İkinci kombine grup, Alipaşa köyünde yapılmış olup, bu mahmuzlar aynı isimde Alipaşa 1,2 şeklinde anılacaktır. Üçüncü kombine grup, Gündoğdu-Çayeli ilçeleri arasında

Hamuda mevkiinde 5'li grup olarak yapılmıştır. Biz bunları da Hamuda 1,2,3,4 ve Hamuda5 isimleriyle anacağız. Üçüncü grup mahmuzlar ise, Çayeli girişinde Limanköy mevkiinde olup 4'lü grup olarak inşa edilmişlerdir. Yine bunları da Limanköy 1,2,3 ve Limanköy4 şeklinde anacağız.

Yapılan mahmuzların tamamı aynı ölçülerde olup gruptaki mahmuz aralıkları (a) genellikle mahmuz boyunun 2 katı olarak inşa edilmiştir. Kafa uzunluğu (c) ise, mahmuz boyunun (b) yarısı kadardır ($c=b/2$). Boyutlar ve yükseklik kotu hepsinde aynıdır.

Yani mahmuz boyu $b = 75$ m, kafa uzunluğu $c = 37,5$ m ve mahmuz aralıkları $a=150$ m olup, genişlik 10m., mahmuz kotu da +1m. olarak inşa edilmişlerdir [7],[8].

5. ÖLÇME ve DEĞERLENDİRME

Öncelikle, yapılmış olan mahmuzlarda gözle muayeneler yapılarak mahmuz civarında hasar, dolma ya da boşalma ve topuklarda kum-çakıl birikimi olup olmadığı tespit edilmiştir.

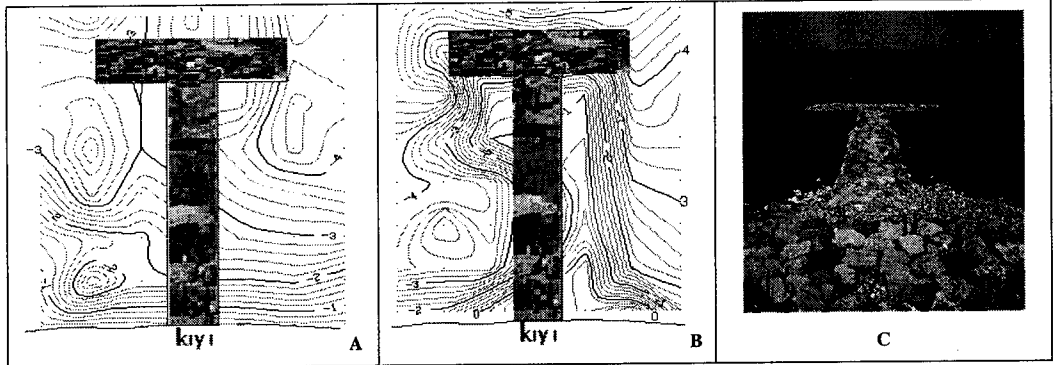
Ayrıca mahmuzlar üzerinde denize paralel 60m., denize dik 80m. Uzunluğunda 60mx80m. lik bir alan üzerinde 5x5 m'lik karelaaj oluşturularak ip iskandili alımı gerçekleştirilmiştir.

Alınan iskandil değerleri bilgisayara girilerek mahmuz civarına ait tesviye eğrileri elde edilmiştir. Bu işlem 2000 ve 2002 yılına ait iskandil değerlerine göre ayrı ayrı yapılmış 2 yıllık değişimi kıyaslama imkanı sağlanmıştır. Sonuçta hangi mahmuz civarında malzeme birikimi olup olmadığı görülebilmektedir. Değerlendirme batıdan doğuya doğru Mete grubu, Alipaşa, Hamuda ve Limanköy grubu şeklinde ve 2'şer 2'şer olarak yapılmıştır.

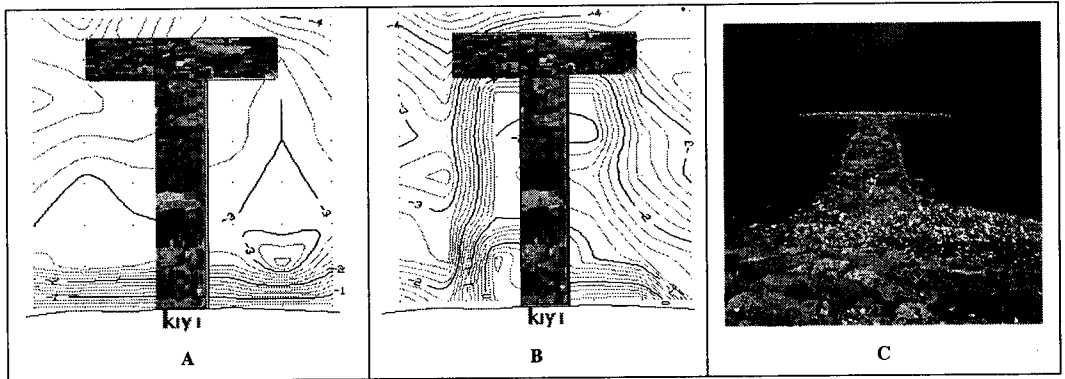
6. SONUÇLAR

İkişer ikişer yapılan ölçme ve değerlendirmelerden şu sonuçlar çıkarılmıştır. Ayrıca doluluk %leri T'nin uçlarına kadar olan alana göredir. Kıyıya paralel taşımında batıdan doğuya doğrudur. Yani en fazla taşınım hakim dalga yönlerinden (NW) kuzey-batı doğrultusundadır. Buda, gözlem, inceleme, ölçüm sonuçları ve teorik bilgileri doğrulamaktadır. Buna göre;

a) Mete grubunda ; Mete1 ve 2 adlı mahmuzda -0,5 kotuna kadar dolma olup topukta iri çakıl yığılması oluşmuştur. Gözle yapılan muayenede mahmuz kafasında %20'lik bir hasar söz konusudur Şekil 6.1.(A-B-C), Şekil 6.2.(A-B-C).

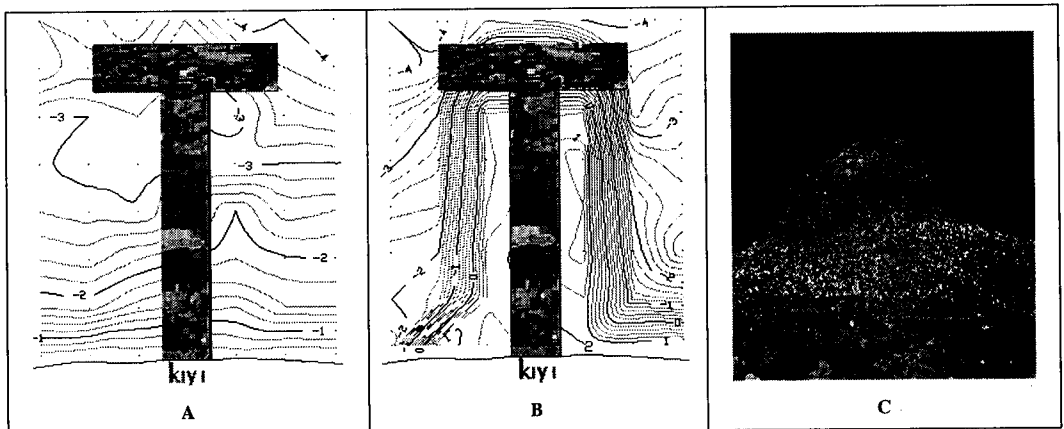


Şekil 6.1. Mete1 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali

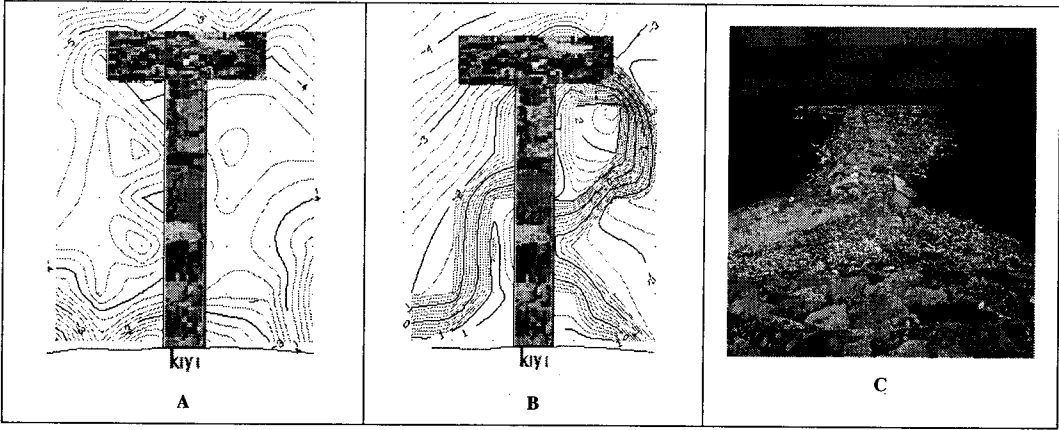


Şekil 6.2. Mete2 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali

Mete3 ve 4 de gövdenin yanlarında yer yer +1m. kotuna kadar, topuklarda ise %35'lik bir dolma ve kumlanma mevcuttur. Özellikle Mete4 de içerde kafaya yakın yerde dolma daha fazladır Şekil 6.3.(A-B-C), Şekil 6.4.(A-B-C).

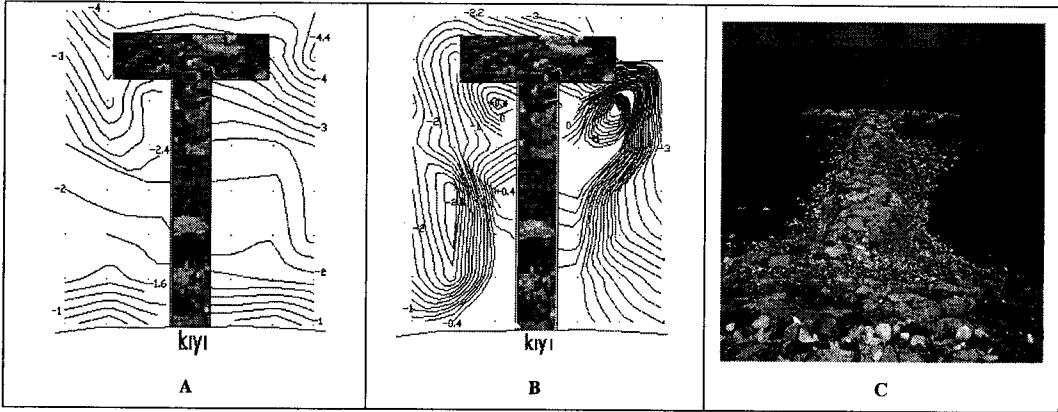


Şekil 6.3. Mete3 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali

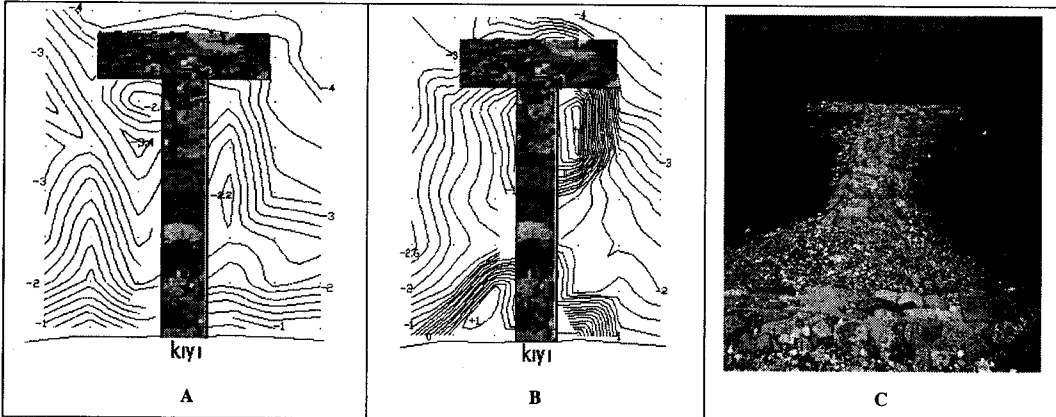


Şekil 6.4. Mete4 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali

Mete 5 ve 6 mahmuzlarda dolma diğerlerine göre daha az olup Mete5`de topukta dolma daha az olup içeride kafaya yakın yerde +0,00 katına kadar yer yer dolma mevcuttur. Mete 6`da ise topukta %25 lik bir dolma mevcuttur Şekil 6.5.(A-B-C), Şekil 6.6.(A-B-C)..

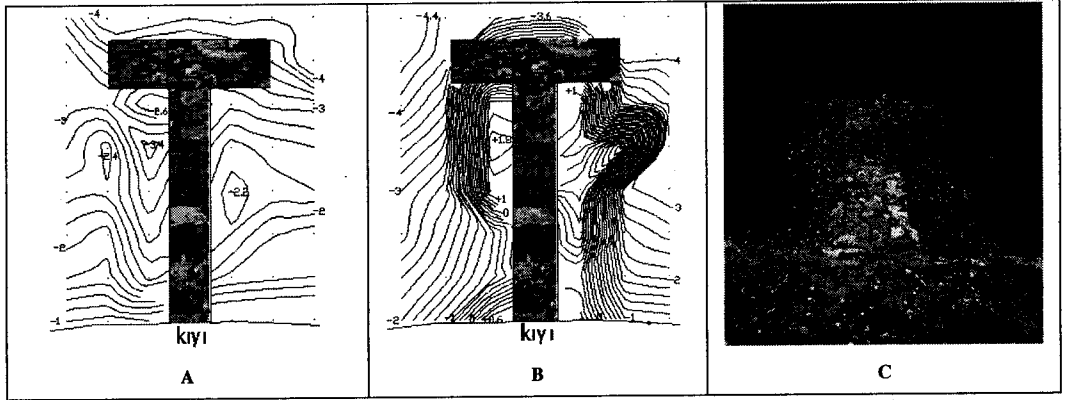


Şekil 6.5. Mete5 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali

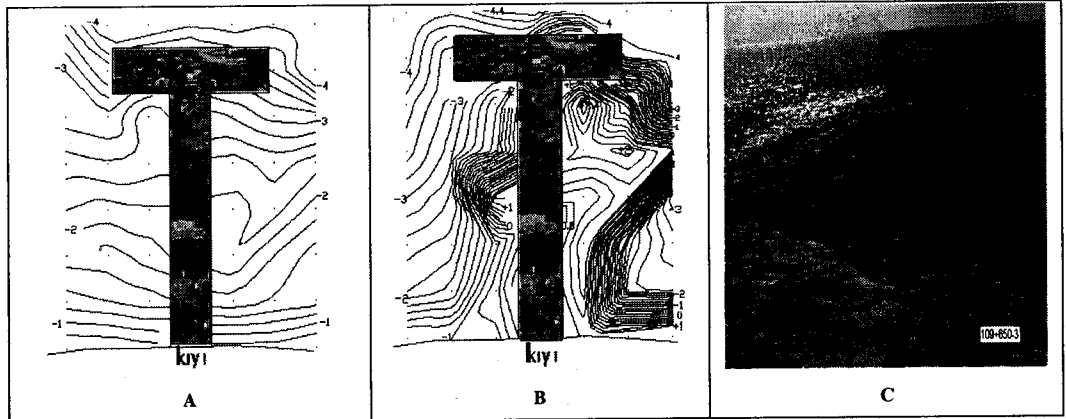


Şekil 6.6. Mete6 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali

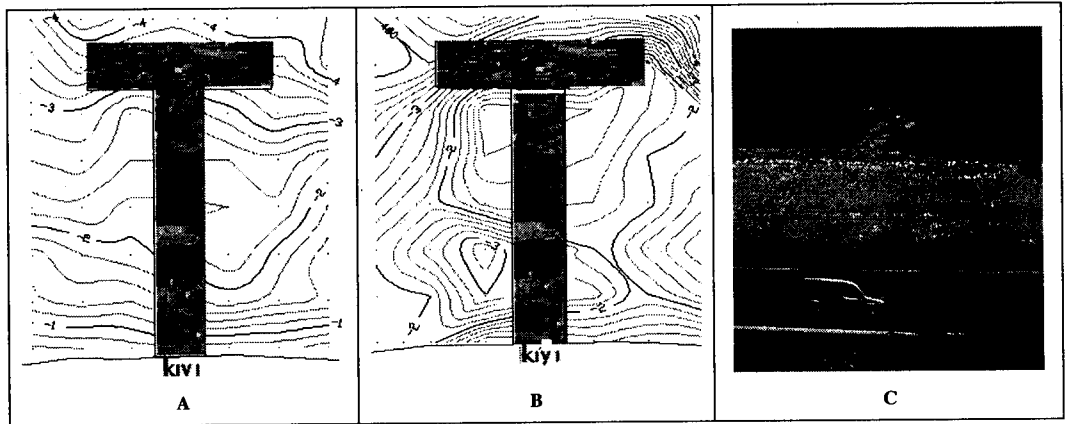
Mete 7 ve 8 mahmuzlarında dolma oranı %50 lere varmış durumda. 7. mahmuzun gövde ortasında +1 metre kotuna kadar ve topukta dolma olmuştur. 8. mahmuzda doğu taraf tamamen dolmuş batı tarafta ise %30 luk bir dolma gözlenmiş olup topukta ise, dolma miktarı fazla değildir Şekil 6.7.(A-B-C), Şekil 6.8.(A-B-C).



Şekil 6.7. Mete7 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali

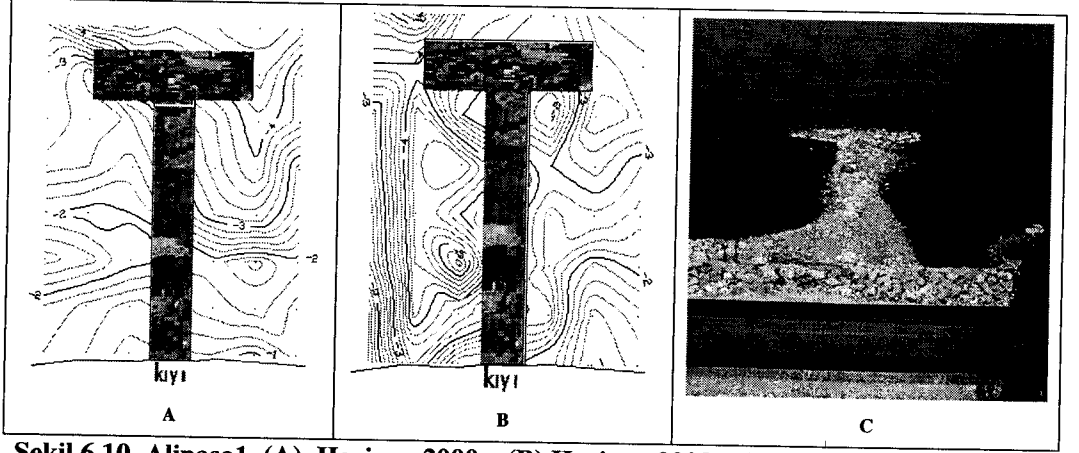


Şekil 6.8. Mete8 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali



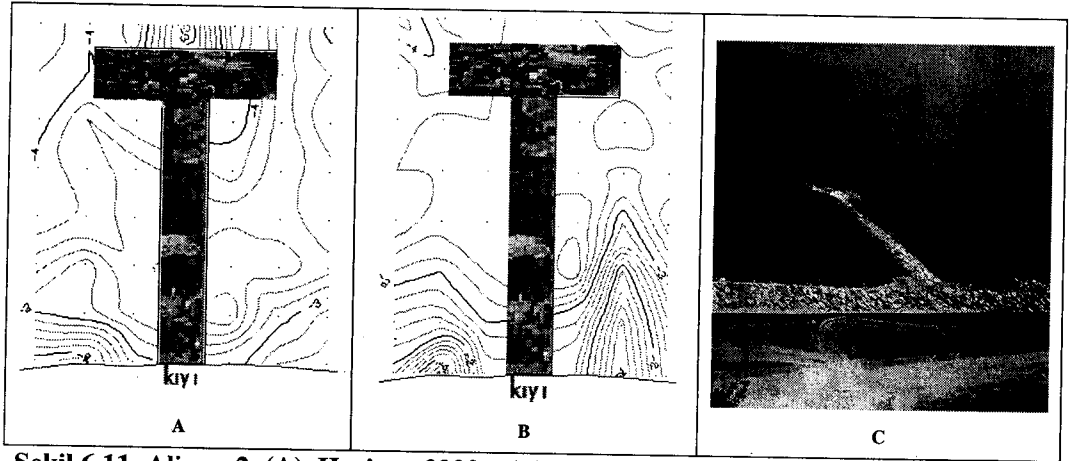
Şekil 6.9. Sarayköy1 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali

b) Sarayköy1 mahmuzu tek olarak inşa edilmiş olup hemen yakınında sağında ve solunda bulunan iki balıkçı barınağının ortasındadır. Kafada fazla miktarda hasar söz konusu olmayıp, doğu tarafta ise +1 kotuna kadar dolma mevcut olup topukta ise kum birikimi mevcuttur Şekil 6.9 (A-B-C).



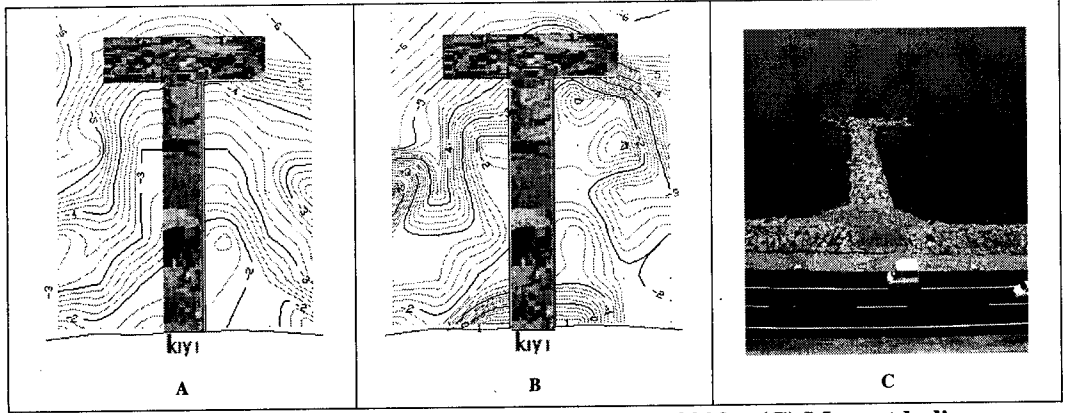
Şekil 6.10. Alipaşa1 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali

Alipaşada yapılmış olan mahmuzlar 2'li bir gruptur. 1.mahmuzda dolma 2.ye göre daha fazladır. 2.mahmuzda topukta bir miktar malzeme birikmiştir Şekil 6.10 (A-B-C).

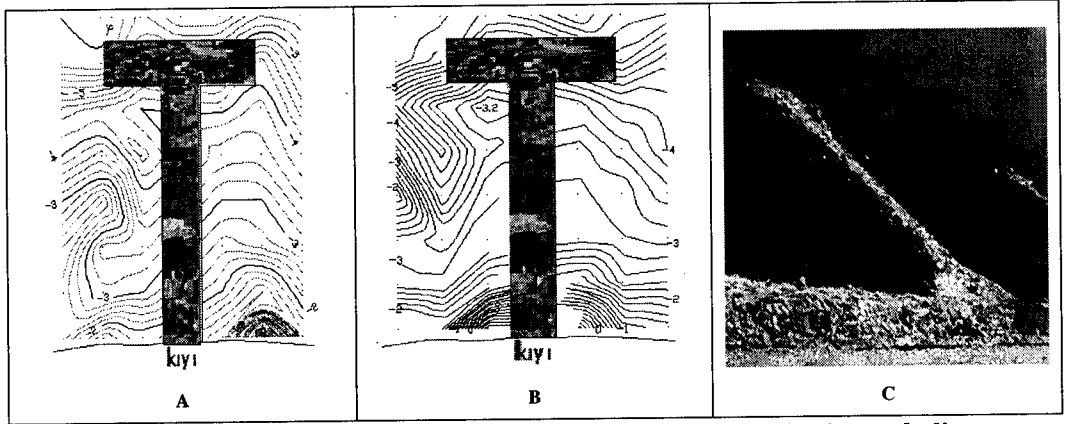


Şekil 6.11. Alipaşa2 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali

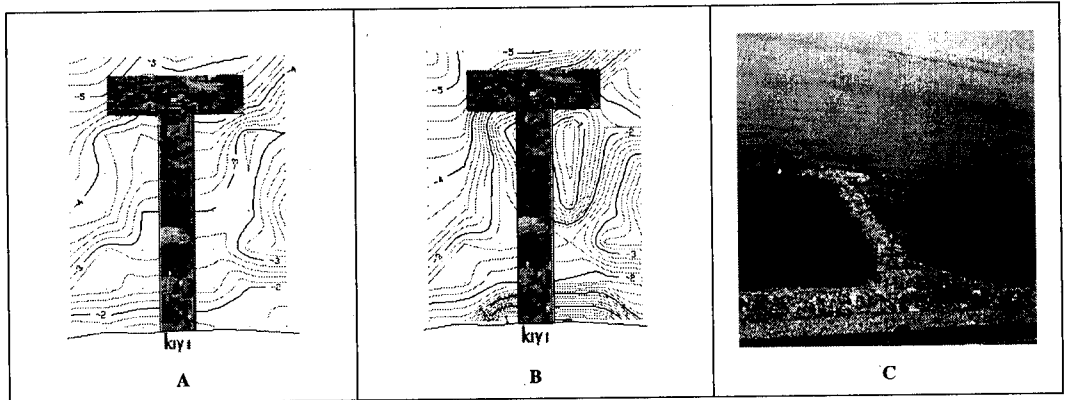
Hamuda bölgesinde yapılmış olan mahmuzlar 5'li bir gruptur. 1,2,3 ve 4 nolu mahmuzlarda topukta bir miktar malzeme birikmiştir. Topukta malzeme birikimi 5. ve son mahmuzda hepsinden fazladır. Aşağı yukarı biriken malzeme ilk dört mahmuzda biriken malzemeye eşdeğerdir Şekil 6.12-13-14-15-16 (A-B-C).



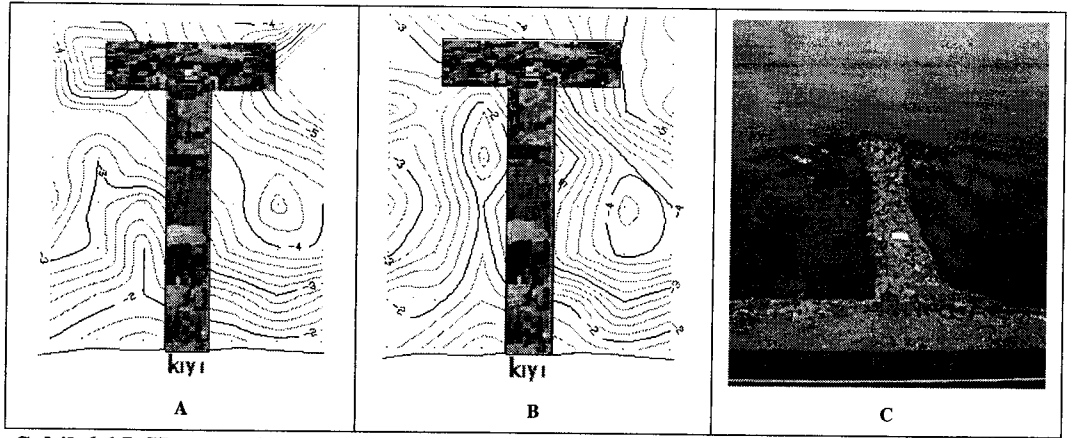
Şekil 6.12. Hamuda1 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali



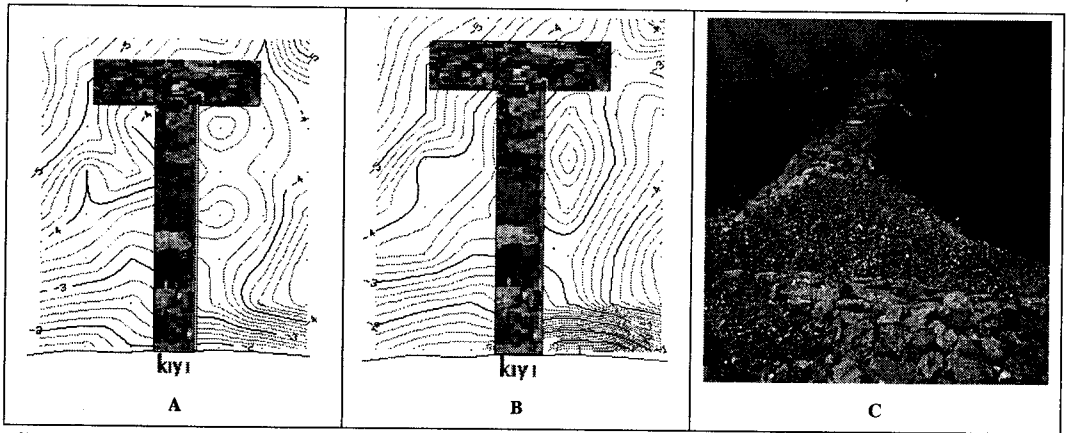
Şekil 6.13. Hamuda2 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali



Şekil 6.14. Hamuda3 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali

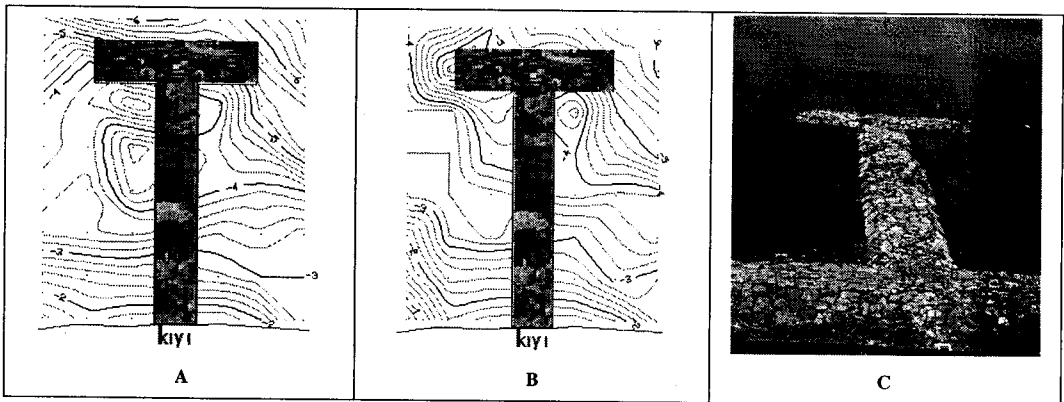


Şekil 6.15. Hamuda4 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali

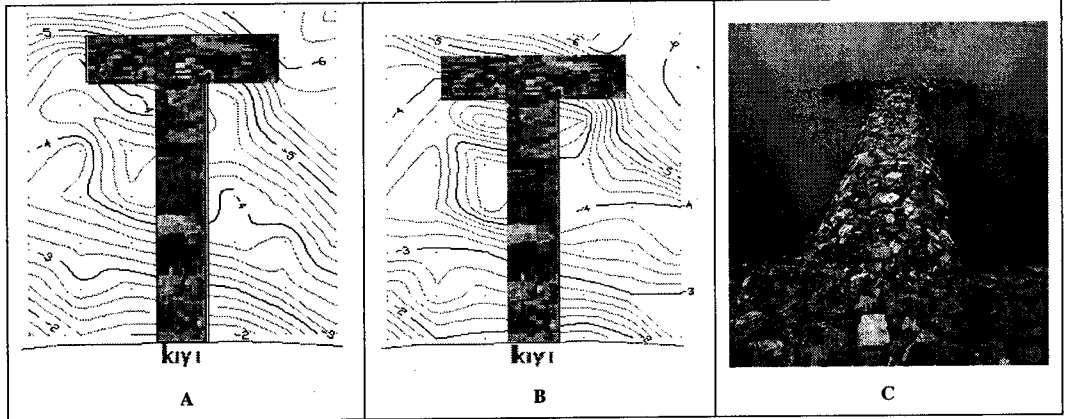


Şekil 6.16. Hamuda5 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali

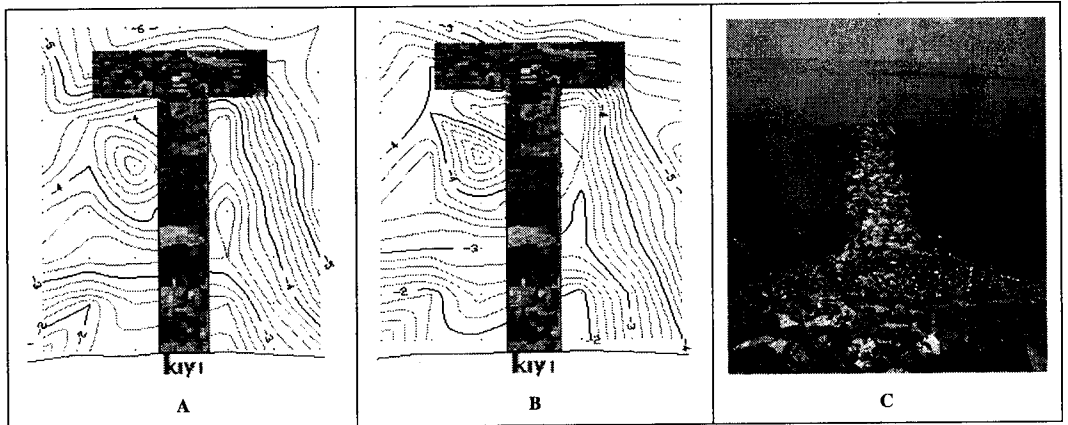
Limanköyde yapılan mahmuzlar 4'lü bir gruptur. 1 ve 2 nolu mahmuzlarda nerdeyse hiç malzeme birikmemiştir. 3.mahmuzda sağ ve sol topukta 4. mahmuzda ise sağ topukta %30 luk bir dolma mevcuttur Şekil 6.17-18-19-20 (A-B-C).



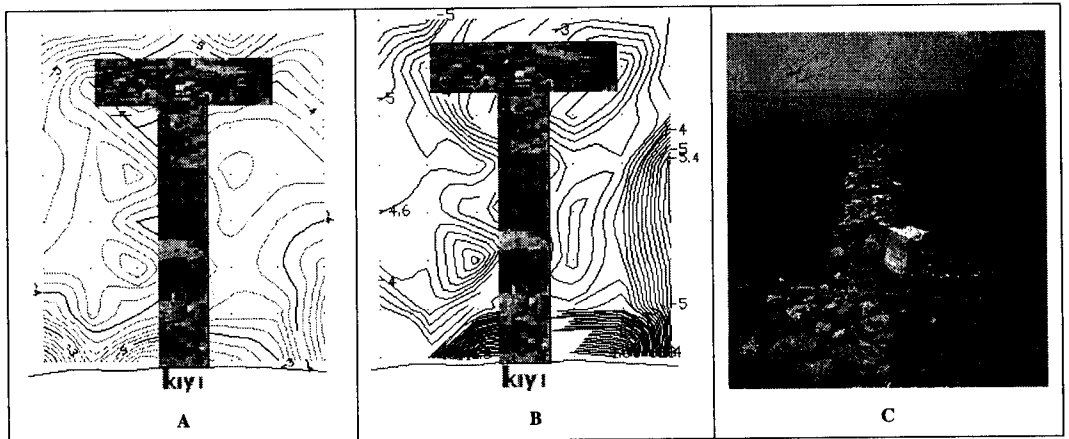
Şekil 6.17. Limanköy1 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali



Şekil 6.18. Limanköy2 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali



Şekil 6.19. Limanköy3 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali



Şekil 6.20. Limanköy4 (A) Haziran 2000, (B) Haziran 2002, (C) Mevcut hali

7. ÖNERİLER

Çalışma alanı kıyı boyunca gezilip incelendiğinde, mahmuz yeri ve ebatlarının seçiminde isabet kaydedildiği görülmüştür. Yapım aşaması sona erdiğinden, bu safhada fazla bir şey söylemek mümkün değildir. Ancak, Double yolun bitimine kadar geçen süredeki sanırım buda, birkaç yıl daha sürecek bu zaman zarfı içerisinde güzergah boyunca sahilde bazı yerlere ilave "T" ler yapılması gündeme gelecektir. Bunlar yapılırken eğer grup yapılacaklarsa ara mesafeleri "T" boyunun 2-3 katı olacak şekilde ve 2'den büyük alınması, yakınlarında bulunan balıkçı barınakları, çekek yerleri ve limanlarında "T" ler gibi görev yaptığı göz ardı edilmemelidir ve yapı yüksekliğinin de +0,5m. kotunu geçmemesi uygun olur. Böylelikle gelen dalgalar gövde üzerinden geçerek diğer mahmuzlara ulaşabilecek ve daha fazla malzeme bırakabilecektir. Böylelikle, mahmuzların dolması hızlanacaktır. Zaman içerisinde de mahmuzlar tamamen kaybolarak kumsalda görülmeyecek ve tabi bir kumsal oluşacaktır.

Diğer yandan, bu uygulamalarda üniversitedeki araştırmacılarla kurulan diyalogun diğer bir deyimle teorisyen ve uygulamacıların iyi bir iş birliği yaptıkları görülmektedir. Ancak, bu da yeterli değildir. Hatta kontrol ve yükleniciler kıyı konusunda uzman ve bölgeyi bilen kişilere daha fazla yer vermelidirler ve bunlarla birlikte hareket etmelidirler. Bugüne kadar kıyıda yapılmış ve bundan sonra da yapılacak olan her türlü çalışmalarda ki bu yapılacaktır sanıyorum, mutlaka ilaveler, tadilat ve onarımlar yapılmalıdır. Zaten ikili diyaloglarda uygulayıcılar yapılan önerilere çok sıcak bakmaktalar hatta memnuniyetlerini dile getirmektedirler.

Ayrıca, zamanla kıyı boyunun değişimi periyodik olarak izlenmeli, oluşan hasarlar onarılmalı, aşırı dolma gösteren mahmuzlardan kum çakıl alınmalı ve bazı mahmuzlarda suni beslemeye tabi tutulmalıdır.

Hatta, DLH Karadeniz Bölge Müdürlüklerinde kıyı-bakım ve onarım şeflikleri kurularak uzman kişiler istihdam edilmeli ve sahil devamlı olarak izlenmelidir. Böylelikle veri bazında üniversiteye geri dönüşüm yani, arazi gözlem ve sonuçları ile ilgili bilgi takviyesi de gerçekleşmiş olacaktır. Bu veriler deneysel çalışmalarla desteklenerek sonuçlarda ki yaklaşım oranı arttırılmış olacaktır.

Hele hele, Karadeniz bölgesi gibi ekstrem değerlerin çok fazla olduğu bir bölgede dalga verilerinin olmadığı düşünülürse, kıyı boyunca belirli yerlerde dalga ölçüm istasyonlarının kurulması çok yararlı olacaktır sanırım.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmalarda bana her türlü yardım ve destekte bulunan, üzerimde hakkı olan başta hocalarım Prof. Dr.Hızır ÖNSOY'a, Doç.Dr. Ömer YÜKSEK'e,

Ayrıca, çalışmalarım esnasında ellerindeki imkanları bana sunan her türlü veri, bilgi ve ölçüm işlerinde eleman sağlayan başta DLH Bölge Müdürü Nurettin AYDIN'a , Mehmet HUYLU, İsmail METE ve tüm çalışanlara,

TCK Kontrol şefi Server SAYLAM'a, başta Tayfur SİVRİ'ye ve Limak İnşaat çalışanlarına, UBM den Atilla Bey, Cevdet Bey ve tüm çalışanlarına,

Kadastro müdürlüğünden Mehmet DEMİRKIR ve Sabri SELEK'e, yörede çalışırken yardımcı olan balıkçı barınakları ve çekek yerlerindeki yöre balıkçılarına,

Eşim ve çocuklarıma ve emeği geçen herkese ayrı ayrı teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- 1) Uysal ,K., Rüzgar verileri kullanılarak Doğu Karadeniz'de Tasarım dalgası Tahmini, Yük. Lis.Tezi , KTÜ, FBE, Trabzon ,1995.
- 2) Çam, T., Doğu Karadeniz'de Dalga Tahmini ve Tasarım Dalgası Özelliklerinin Belirlenmesi, Yük. Lis. Tezi, KTÜ FBE, Trabzon, 1986.
- 3) Yüksek, Ö.,Balıkçı Barınaklarının Dolma Sürecinin Araştırılması ve Uygun proje ölçütlerinin Geliştirilmiş Doktora Tezi, KTÜ, FBE Trabzon, 1992
- 4) Orhan, F., Doğu Karadeniz Akarsularında Sürüntü Madeni Hareketi ve Miktarının Etüdü, YLD. Tezi, KTÜ, FBE ,Trabzon 1992
- 5) E.İ.E. Genel Md. Türkiye Akarsularında Sediment Gözlemleri ve Sediment Taşıma Miktarları Yayın No 87.44 İnceleme-1987.
- 6) Önsoy, H., Batı Akdeniz'de Cezayir Kıyılarında Deniz Erozyonuna Karşı Korunma ve Yapay Plaj için Bir Etüd, DLH Bülteni, Ocak Sayısı, Yıl 2, sayı 5, 1991
- 7) DLH Bölge Müdürlüğü, Tip Projeler, Rize, 2002.
- 8) Limak İnşaat, Uygulama projeleri ve verileri, Rize, 2002
- 9) SÜME, Veli., "Ölçme Bilgisi Kitabı",Bölüm 8, "Hidrografik Ölçmeler", Derinliklerin ölçülmesi, İskandil alımı, sayfa 317-342, Rize, 1998

SUMMARY

“T” Shaped Groins of Structured Research on the Coastal of Rize İyidere-Çayeli for Shore Protection

Usually, Blacksea Duble Motorway is passed on the seashore line and building had began in 1998, therefore some protect aplications. For example, store backfill parallel on the shore, fishing shelters's improvement, “T” shaped groin building like this. Some of the structure is groins. Like known smooth (I shaped) or “T” shaped and “L” shaped groins structure optimum lenght and space.

On the account, shore will have protection and Duble Motorway will have affected from wave effects.

On thispaper, on the Blacksea Duble Motorway coverage shore protection to take as a goal and “T” shaped groins had built and shore formation contrubition had determinated on the shoreline and changing undersea topography .

Researching and observation during in this way method had followed. Initially groins to mark on the map, then to plumbed undersea, made levelling and prepared undersea izohips map. Secondly, after groins structure of groins surrounding again to plumbed undersea and made levelling and prepared izohips map.

Four time in a year add up this data had broke down and determinated, whether were damages or not and formated the sands if were or not.

As a result datas, graphics and shapes were expressed to deal with shore protecting of groins, among the lies at İyidere- Çayeli along the shore line undersea topography which side changed and negative or pozitive contributions what have been is determinated.

