

BANDIRMA ALTERNATİF KIYI DOLGU PROJESİ FİZİBİLİTE ÇALIŞMASI

H. DEMİR, S. SAVRAN, E. N. OTAY

Boğaziçi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 80815 Bebek, İstanbul
demirhus@boun.edu.tr, savran@boun.edu.tr, otay@boun.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, Bandırma'nın Levend sahilinde başlatılmış olan dalgakıran ve kıyı düzenleme projesinde öngörülen beton yapılara alternatif olarak bir kumsal beslemesi sunulmuştur. Bandırma Körfezi'nin korunaklı yapısı ve Marmara Denizi'nin yumuşak dalga iklimi, kum dolgu için yeterli ön şartları sağlamaktadır. Kum dolgu projesinde yabancı moloz türü malzemeler yerine, açıktan çıkarılan doğal kum kullanılarak kıyı ekolojisine en az düzeyde zarar verilecektir. Böylelikle gelişen şehirlerimizin önemli sorunlarından olan betonlaşmadan kaçınılacaktır. Bu çalışmada, kıyı çizgisinin yanal sediment taşınımıyla değişimi "tek çizgi" yöntemiyle geliştirilen bir bilgisayar modeli ile hesaplanmıştır.

1. GİRİŞ

Kıyı dolguları büyük hacimlerdeki kum veya benzeri malzemenin kıyı şeridine ve denize doğru yerleştirilmesiyle oluşan yapılardır. Deniz kumu kullanılarak yapılan kıyı dolguları, kıyı erozyonuna karşı koymak ve aynı zamanda kumsal kullanımını arttırmak amacıyla dünyada 1930'lerden itibaren giderek yaygınlaşarak uygulanmaktadır [Work, 1991]. Özellikle sakin ve orta şiddetli dalga iklimine sahip kıyılarda başarılı sonuçlar alınmış, teoride ve uygulamada önemli birikimler sağlanmıştır [Dean, 1995]. Bu tür kıyı projelerinin ülkemizdeki uygulamaları ise son derece kısıtlıdır. Ülkemizde doğal kum yerine kaya dolgu, beton duvar veya mahmuzlar kullanılmaktadır. Çevreye uyumlu ve doğal görünümlü kum dolguların gelişen çevre bilinciyle beraber giderek artması beklenmektedir.

Marmara Denizi'nin güneyinde yer alan Bandırma'nın Levend sahilinde 1995 yılında DLH (Demiryollar, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü) tarafından sonuçlandırılan ihale ile bir balıkçı barınağı ve çevre düzenlemesi projesi inşaatına başlanmıştır. Balıkçı barınağı projesi, kıyının kaya ve molozla doldurulup düzleştirilmesini ve betonla örtülmesini öngörmektedir [Baykal, M., Büyükgüllü, M., 1996]. Şekil 1'deki kıyı şeridinin sağında dalgakıran inşaatının başladığı görülmektedir. Bu çalışmada ise,

2. FİZİKSEL ŞARTLAR

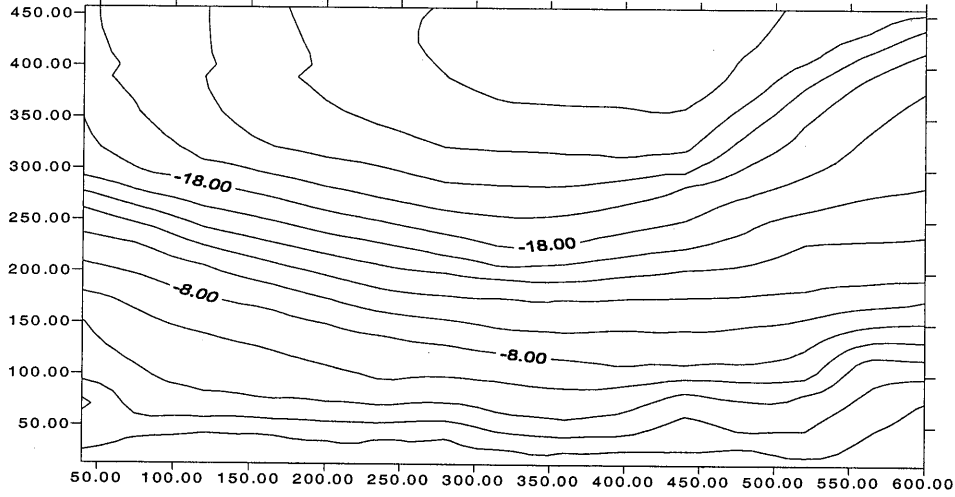
2.1. Dalga Özellikleri

Map of the Marmara Sea region in Turkey, showing the location of the study area. The map includes the Marmara Sea, the city of Bursa, and the surrounding land areas. A line indicates the latitude 20°-70°.

404

2.2. Yakın Kıyı Batimetrisi

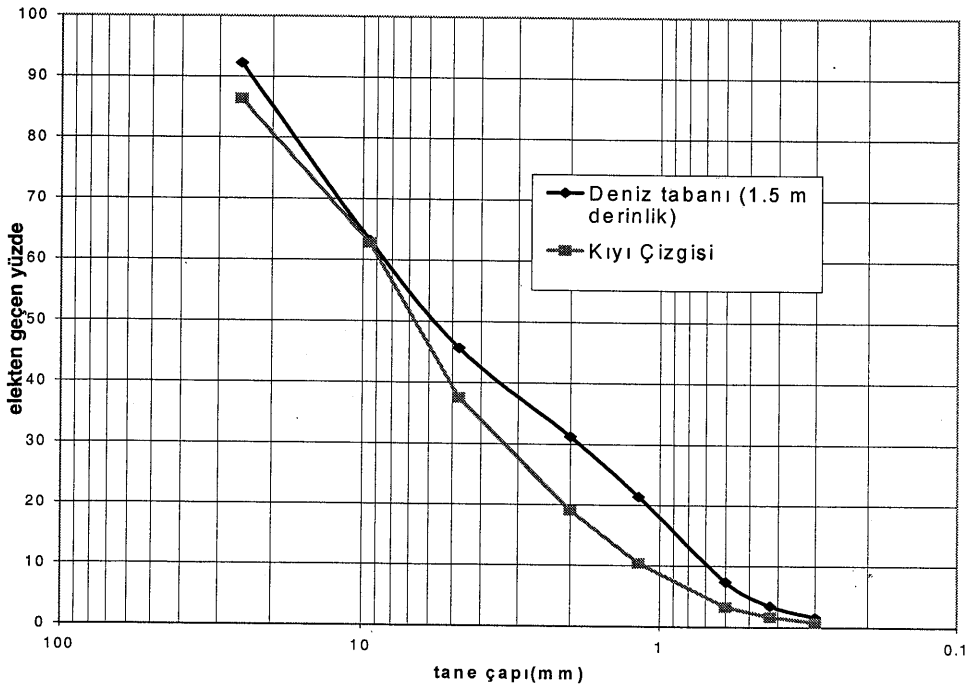
Levend sahili, monotonik bir kıyı profiline sahiptir. Mevcut batimetri haritalarından buradaki kıyının eğimi ortalama %8 olarak hesaplanmıştır (Şekil 3 ve 5).



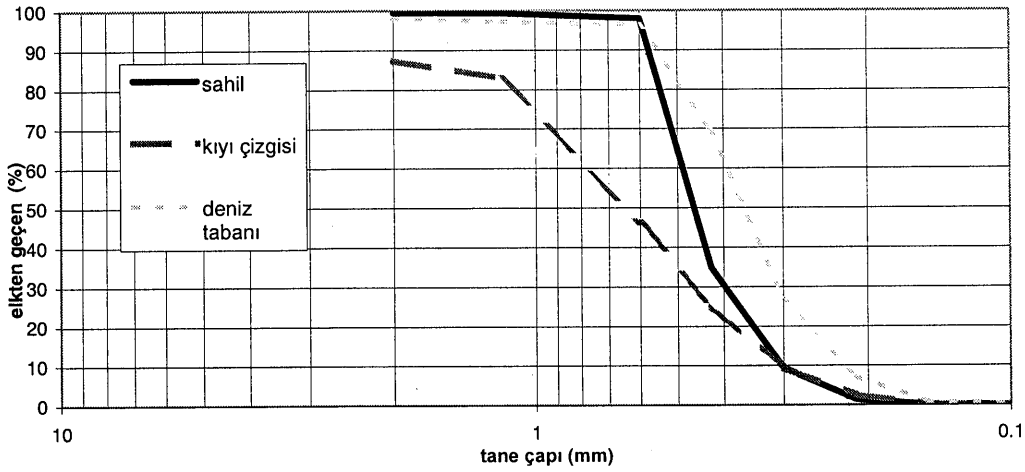
Şekil 3. Kıyı Batimetri Haritası

2.3. Sediment Özellikleri

Şekil 1’de görüldüğü gibi Levend sahili moloz dolgu zemine sahip bir kıyıdır. Kıyı, sahil yolu yapmak amacıyla doldurulmuştur. Dolgu malzemesi yumuşak toprak ve inşaat atığıdır. Kıyidan ve denizden alınan kum örneklerinin incelenmesi sonucunda elde edilen dane çaplarının dağılımı Şekil 4.a ve Şekil 4.b’de gösterilmiştir.



Şekil 4.a. Dolgu Alanından Alınan Malzemenin Elek Analizi



Şekil 4.b. Yakın Kumsallardan Alınan Sediment Örneklerinin Elek Analizi

Kıyıdan ve denizden alınan sediment örneklerinde kile rastlanmadı fakat az miktarda fosil kalıntısı ve midye kabuğu görüldü. Örnekler çakıl gibi iri malzemeden oluşmakta ve mat siyah renkliydi. Doğal malzemenin etkin dane çapı 6 mm. olarak bulundu.

3. DENGİ PROFİL ANALİZİ

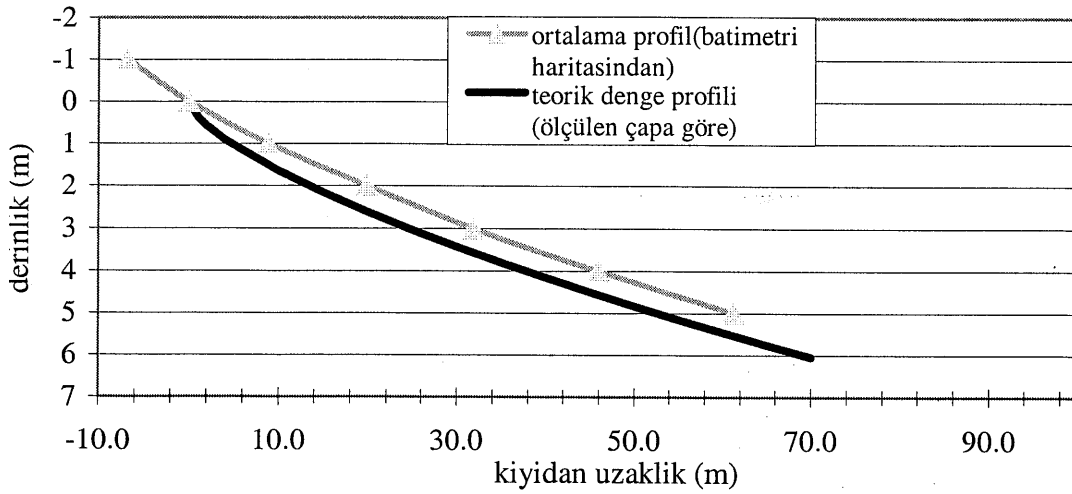
Denge profili yöntemi [Dean,1977] kıyıyı etkileyen dalga enerjisi ve taşınan malzeme arasındaki dengeye dayanarak kıyı profilinin şeklini açıklar ve (1) ile gösterilir. Burada $h(m)$ ortalama deniz seviyesinden olan derinlik, $y(m)$ sahil şeridinden olan uzaklık ve $A(m^{1/3})$ da sediment özelliklerine bağlı katsayıdır. Aynı zamanda kıyı eğiminin de bir göstergesi olan A katsayısı, artan sediment çapıyla beraber artar.

$$h(y) = A y^{2/3} \quad (1)$$

Batimetri haritasındaki eşdeğer derinliklerden elde edilen ortalama kıyı profili ve ölçülen sediment çapına karşılık gelen $A = 0.356 m^{1/3}$ göre oluşturulan denge profili Şekil 5'te gösterilmiştir [Campbell, et al., 1990]. İki çizgi arasındaki benzeşmeden ölçülen kıyı profilinin yerel dalga enerjisiyle uyumlu olduğu sonucuna varabiliriz.

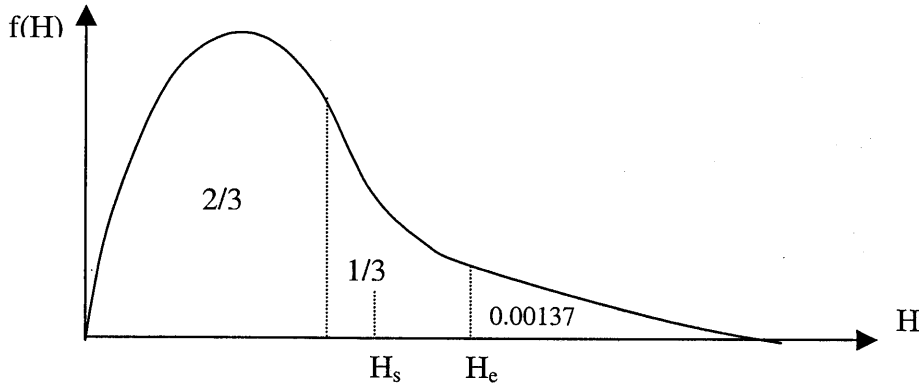
3.1. Dalga Şartları ve Tasarım Parametrelerinin Belirlenmesi

Denge profili ve yanal kıyı çizgisinin değişiminin modellenmesinde kullanılacak olan dalga ve profil parametreleri için belirgin dalga yüksekliği, H_s 'in hesaplanması gerekmektedir. Bölgede sürekli dalga ölçümünün olmayışı nedeniyle belirgin dalga yüksekliğinin hesaplanmasında fırtına verilerine dayalı bir olasılık hesabına başvurulmuştur. Marmara Denizi'nde beş sene içinde iki defa kaydedilen fırtınalarda rüzgara dayalı bilgisayar modellemesi yardımıyla maksimum dalga yükseklikleri yaklaşık $H^* = 3.8$ metre ve dalga periyodu 6 saniye olarak hesaplanmıştır [Özhan, 1998].



Şekil 5. Ortalama Profil ve Denge Profili

Açık denizde dalga yüksekliklerinin Rayleigh dağılımına (Şekil 6) bağlı olarak belirgin dalga yüksekliği hesaplanmıştır.



Şekil 6. Açık Deniz Dalga Dağılımı

$$\Pr\{H \geq H_*\} = \frac{6}{(5)(365)(24)(3600)} = 3.8 \cdot 10^{-8} = 1 - \Pr\{H \leq H_*\} = 1 - F(H_*) = 1 - \int_0^{H_*} f(H) dH \quad (2)$$

Burada $f(H)$ Rayleigh dağılımı olup, matematiksel açılımı (3)'te verilmiştir.

$$f(H) = \frac{2H}{R} e^{-\frac{H^2}{R}} \quad (3)$$

Buradaki R , Rayleigh parametresi olup, toplam spektral enerjinin veya diğer bir deyişle, standart sapma değerinin karesinin 8 katı olarak verilmiştir, $R = 8\sigma^2$. Standart sapmanın belirgin dalga yüksekliği, H_s ile bağıntısı (4)'te verilmiştir.

$$H_s = 4.0 \sigma \quad (4)$$

Denklem (3) ve (4)'ü kullanarak aşağıdaki olasılık sıklığı, $f(H)$, ve olasılık dağılım, $F(H)$, fonksiyonlarını buluruz.

$$f(H) = \frac{2H}{R} e^{-\frac{H^2}{R}} = \frac{4H}{H_s^2} e^{-\frac{2H^2}{H_s^2}} \quad (5)$$

$$F(H) = \int_0^H f(H) dH = 1 - e^{-\frac{2H^2}{H_s^2}} \quad (6)$$

(2) ve (6)'yı kullanarak, H_* ve H_s arasında aşağıdaki bağıntıyı buluruz.

$$3.8 \cdot 10^{-8} = 1 - F(H_*) = e^{-\frac{2H_*^2}{H_s^2}} \quad (7)$$

Bu işlemler sonucunda çıkan $H_s = 0.34 H_*$ bağıntısından belirgin dalga yüksekliği 1.32 metre olarak bulunur.

Kıyı denge profili hesaplarında kullanılan “sınır derinlik” Hallermeier [1981] tarafından $h_c = 1.56 H_e$ olarak verilmiştir. Buradaki H_e yılda 12 saat geçilen dalga yüksekliği olarak tanımlanmıştır. Dalgaların açık denizde Rayleigh dağılımında olduğu varsayıldığında, aşağıdaki bağıntı bulunur.

$$\Pr\{H \geq H_e\} = \frac{12}{(365)(24)} = 0.00137 = 1 - \Pr\{H \leq H_e\} = 1 - F(H_e) = 1 - \int_0^{H_e} f(H) dH \quad (8)$$

(6) ve (8)'i kullanarak aşağıdaki bağıntıyı buluruz.

$$0.00137 = 1 - F(H_e) = e^{-\frac{2H_e^2}{H_s^2}} \quad (9)$$

Buradan H_e hesaplanır.

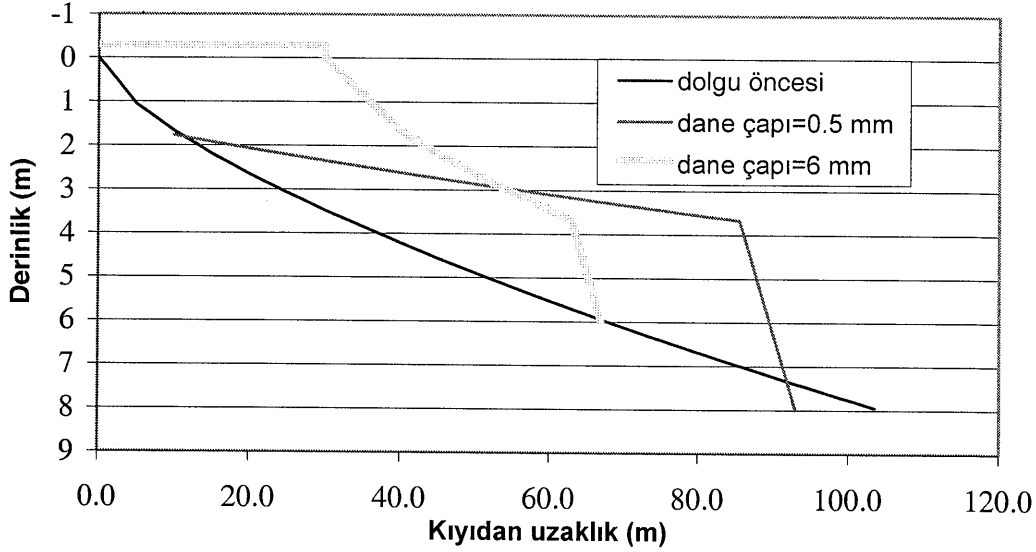
$$H_e = H_s \sqrt{\frac{-\ln 0.00137}{2}} = 2.4 \text{ m} \quad (10)$$

Buradan da sınır derinlik $h_c = 3.74$ metre olarak hesaplanır.

3.2. Dolgu Sonrası Kıyı Profiline Değişimi

Yapay besleme yapıldıktan sonra kıyı profili kıyıya dik taşınım ile yeni bir denge konumuna ulaşacaktır. Bu yeni oluşacak profilin şeklini belirleyecek asıl etmen dolgu malzemesinin etkin çapının doğal kumun çapına oranıdır. Bu çalışmada iki alternatif göz önünde tutulmuştur. İlkinde, kıyının yerel malzemeyle aynı çapa sahip olan bir malzemeyle doldurulması öngörülmüştür. Oluşacak yeni denge konumunun eğimi varolan eğime eşit olacaktır. Diğer alternatif, yan kumsalda bulunan ince bir malzeme kullanmaktır. Bu malzemenin elek analizi sonuçları Şekil 4.b’de verilmiştir. Bu malzeme denge konumunda çok daha düz bir eğim alacaktır. İlk alternatifteki kadar dolgu hacmi

kullanıldığında kuru sahil kazanımı mümkün değildir (Şekil 7). Kıyı boyunca 30 metre kumsal genişlemesi kazanmak için bu hacmin üç katından fazlası gerekir ki, bu hacim 158 m³/m olarak hesaplanmıştır.



Şekil 7. Dolgu Sonrası Alternatif İki Dolgu için Kıyı Profil Değişimi

4. KIYI DEĞİŞİMİNİN MODELLENMESİ

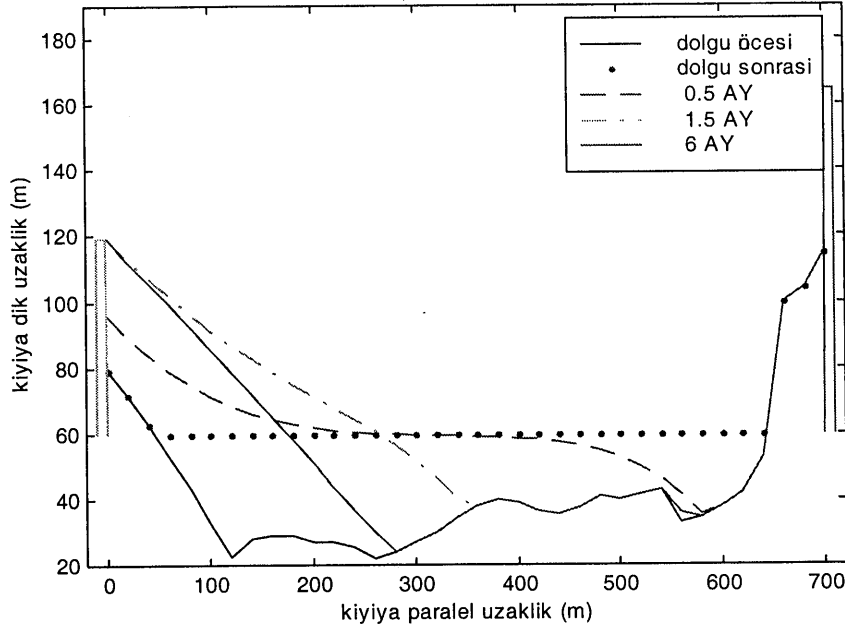
Kıyı hidrodinamiğinin en önemli ve direkt gözlenebilir sonuçlarından biri olan kıyı çizgisinin yer değiştirmesi, toprak kaybı ya da kazancı sonucunda meydana gelmektedir. Kıyıların şekillenmesinin temel nedeni olan sediment taşınımı doğrudan kıyı hidrodinamiğiyle bağlantılıdır. Kıyı yapılarının varlığı, dalga ve akıntı özelliklerini değiştirdiğinden, mühendislik bakış açısıyla kıyının ne yönde, ne kadar değişeceği ve buna bağlı olarak deniz yapılarının doğru olarak tasarlanması ve kıyı akıntılarıyla uyumlu ve fonksiyonel olması sağlanabilir.

Kum dolgu yapılırken ve yapıldıktan sonra, dalga ve akıntılarının etkisiyle bir değişim süreci başlayacaktır. Bu doğal olayların yapı üzerindeki etkilerini tahmin etmek ve değişik yapıım alternatiflerini incelemek üzere modelleme çalışması yapılmıştır.

4.1. Kıyıya Paralel Taşınım

Kıyıya paralel taşınımın modellenmesinde bu proje için geliştirilen ve Matlab ile yazılmış bir program kullanılmıştır. “Tek çizgi modeli” tekniğine dayanan ve kıyı çizgisinin dalga etkisiyle zaman içerisindeki değişimini gösteren bu modelin detayları [Güngördü & Otay, 1997]’de verilmiştir. Fakat kıyı profilinin denge konumunda olduğu yani dikey taşınım olmadığı varsayımını yapar. Dikey dengeye ulaşmanın yatay taşınımına oranla çok daha hızlı olduğu göz önüne alınırsa bu varsayımın uygulanabilir olduğu görülür. Bu çalışmada da kıyıya paralel taşınımın modellenmesine başlangıç koşulu olarak Şekil 5’de gösterilen denge konumu alınmıştır. Sağ kenar koşulu olarak Şekil 1’de görülen geçirimsiz bir dalgakıran kullanılmıştır.

Şekil 8.a.'da kıyının dolgu sonrasında, 15 gün, 1.5 ay ve 6 ay sonra hangi şekilleri alacağı gösterilmektedir. Bu projede Şekil 1'de gösterilen ve yapımına başlanılan mahmuzun 40 metre uzunluğunda olacağı ve dalgaların kıyıya kuzeydoğudan geleceği kabul edilmiştir. Burada dolgu malzemesinin taşınımı 1.5 aya kadar mahmuzların arasında korunmaktadır. Bir buçuk aydan sonra yanıl taşınım 40 m. boyunda olan mahmuzu aşmaya başlamaktadır dolgu alanından malzeme kaybolmaya başlamaktadır.



Şekil 8.a. Kıyı çizgisinin değişimi. (Mahmuz Uzunluğu 40 m, Dalga Yüksekliği 1.3 m)

Şekil 8.b'de ise mahmuzun 65 metre yapılması halinde kıyının dolgu sonrasında ve 15 gün, 1.5 ay ve 6 ay sonra alacağı şekiller gösterilmektedir. Mahmuzun 65 metre yapılması halinde kumsalda kum kaybı olmamaktadır. Buradaki yanıl taşınım 65 metre boyundaki mahmuzu geçmemektedir. Yanıl sediment taşınımı yaklaşık 6 ay gibi bir süre sonra denge halini almakta ve bundan sonraki değişimler çok küçük miktarlarla sınırlı kalmaktadır.

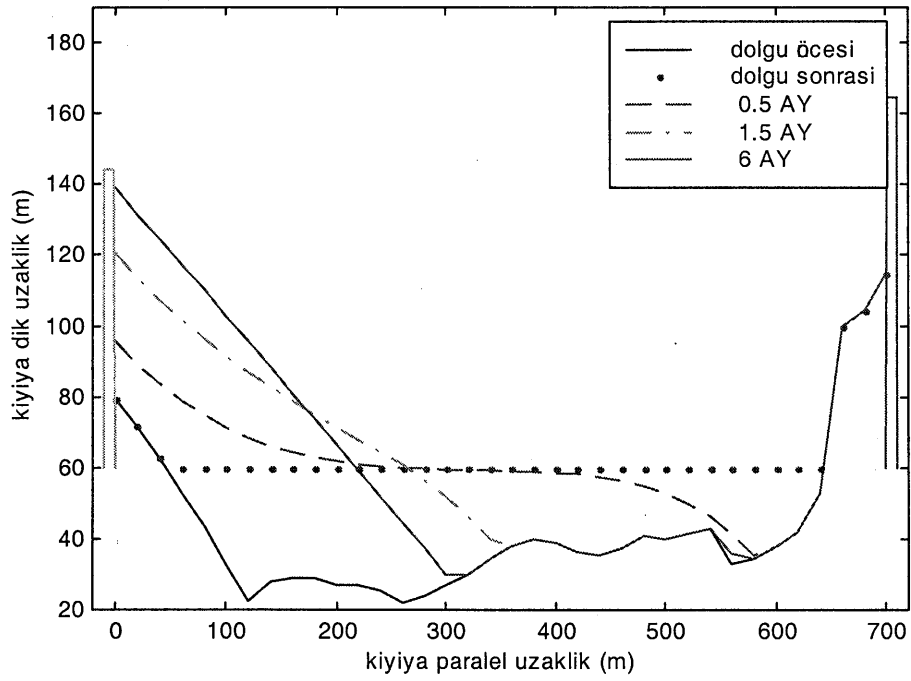
Belirgin dalga yüksekliği 0.3 metre olarak alındığında Şekil 8.c ve 8.d 'deki sonuçlar elde edilmektedir. Bu dolgu şartlarında kıyı çizgisinin alacağı, bir değişiklik olmaz, fakat zaman aralıkları önemli ölçüde uzar. Örneğin 40 metrelik mahmuzun geçilmesi 1.5 ay yerine 5 yıl sürecektir.

5. YAPIM ŞARTNAMESİ

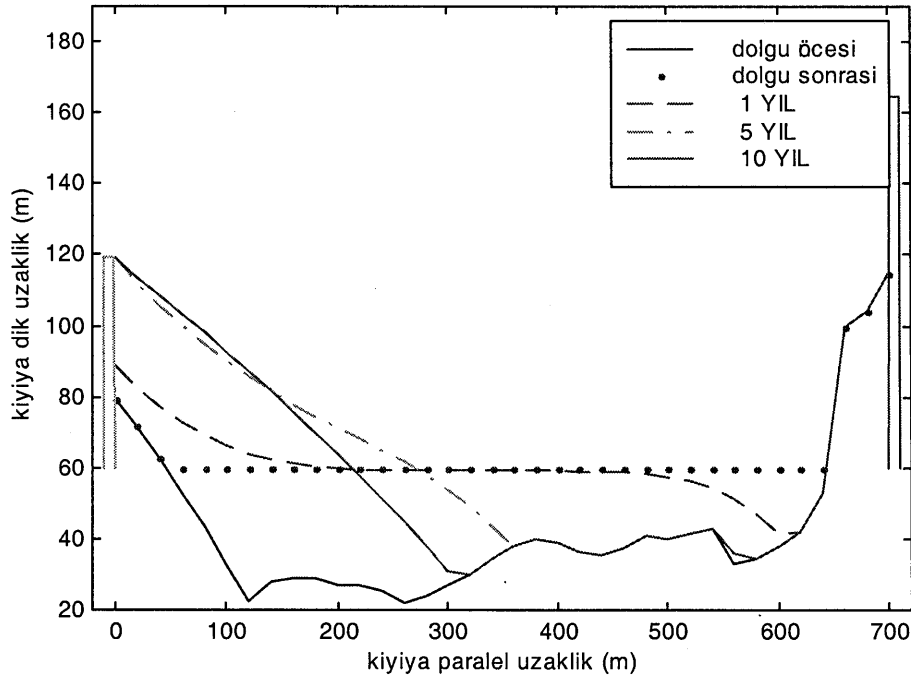
Yukarıda teknik özellikleri ve mühendislik detayları verilmiş olan fizibilite çalışmasının öngördüğü yapım projesi için müteahhite düşen sorumlulukları özetleyen bir şartname taslağı benzer kıyı dolgu projelerine örnek teşkil etmesi açısından aşağıda verilmiştir.

5.1. Sunuş

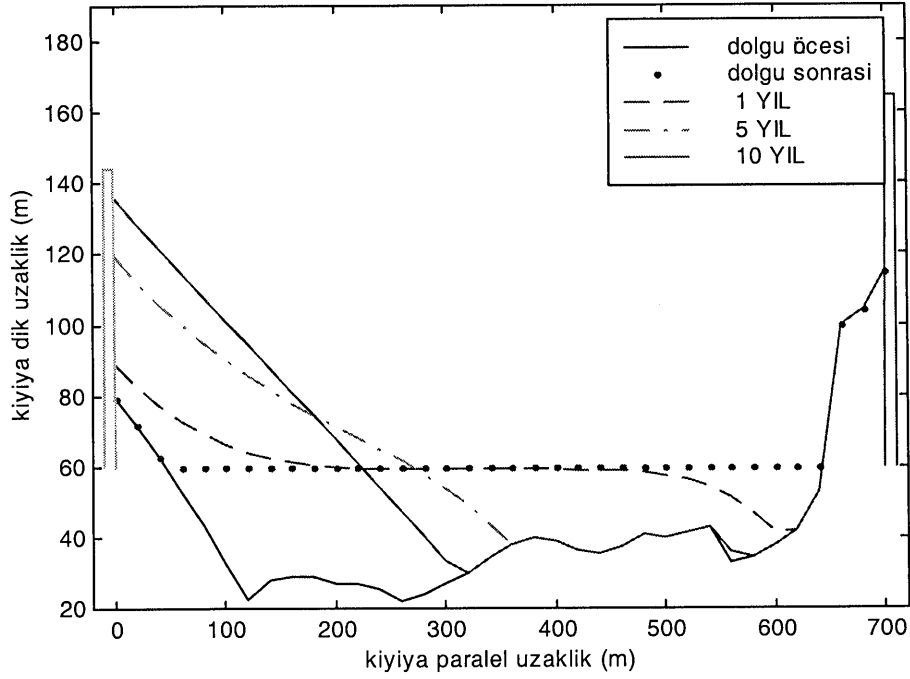
Tarama operasyonları başlamadan önce Müteahhit "Bandırma Liman Müdürlüğü"ne projenin amacını bildiren bir yazı vermelidir. Tarama alanı yardım şamandıraları ya da ışıkları ile işaretlenmelidir. Bu şamandıra ve ışıklar deniz trafiğini engelleyici olmamalıdır.



Şekil 8.b. Kıyı çizgisinin değişimi. (Mahmuz Uzunluğu 65 m., Dalga Yüksekliği 1.3 m)



Şekil. 8.c. Kıyı çizgisinin değişimi. (Mahmuz Uzunluğu 40 m , Dalga Yüksekliği 0.3 m)



Şekil 8.d. Kıyı çizgisinin değişimi. (Mahmuz Uzunluğu 65 m , Dalga Yüksekliği 0.3 m)

5.1.2. Tarihi gemi enkazına rastlanması

Eğer herhangi bir gemi enkazı, kayıp hazine ya da tarihi esere rastlanırsa, Müteahhit hemen tüm operasyonları durdurup, durumu “Bandırma Liman Müdürlüğü” ve “Bursa Müzeler ve Anıtlar Kurulu” na bildirmekle sorumludur.

5.1.3. Günlük / Aylık operasyon raporları

Müteahhit her gün, günlük operasyon raporu hazırlayıp o günü takip eden gün saat 10:00’a kadar Proje Mühendisleri’ne sunmalıdır. Günlük operasyon raporları gerekli hacim hesaplarıyla birlikte kazı hacmi, dolgu hacmi ve bulanıklık izleme raporlarını içermelidir.

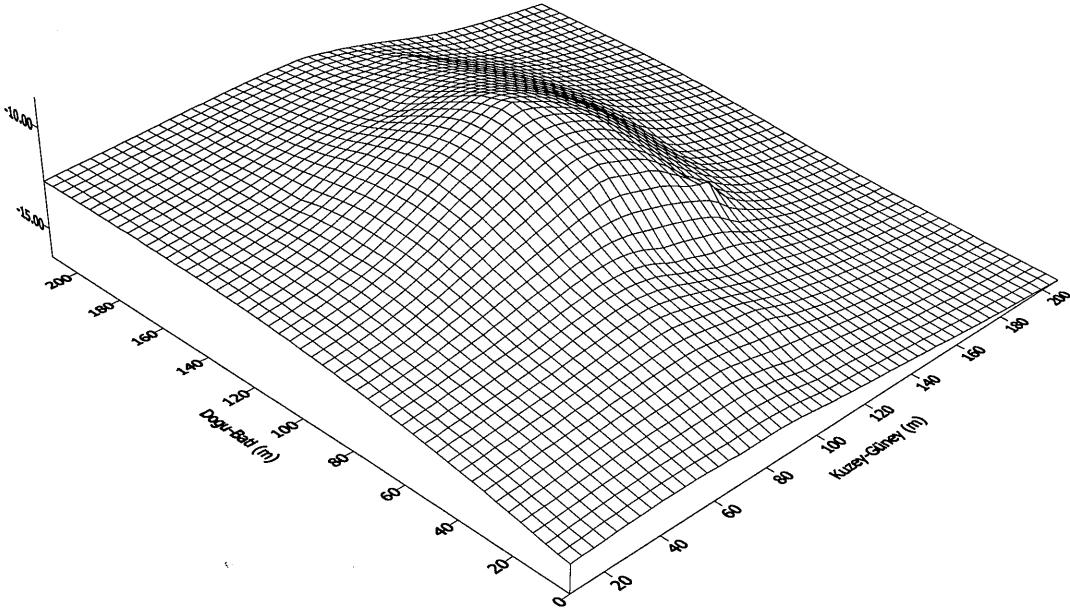
5.2. İş Düzeni

5.2.1. Dolgu alanı

Dolgu alanı 50 m.lik parsellere bölünerek yapılmalıdır. Dolgu aynı anda en fazla iki alan parçasında devam etmelidir. Müteahhit dolgu alanında doldurulacak parsel sırasının seçiminde serbesttir. 6 mm.lik malzeme ile dolgu yapılması halinde gerekli hacim yaklaşık 74,400 m³ olarak hesaplanmıştır. Gerekli hacim Şekil 9’daki kazı alanında mevcuttur.

5.2.2. Kazı alanı

Her ne sebeple olursa olsun Şekil 9’da gösterilen kazı alanının dışında kazı yapılmamalıdır. Kazı alanı 100’er metre aralıklarla şamandıralar ile işaretlenmelidir. Eğer kazı alanının dışında kazı yapılırsa, bu kazının ücreti ödmeden düşülür.



Şekil 9. Kazı Alanının 3-Boyutlu Görünüşü

5.3. Ödemeler

5.3.1. İş makinelerinin seferberliği ve terhisi

Proje Danışmanlarının iş makineleri kurma planını onaylamasını takip eden 2 gün içerisinde Müteahhide iş makinelerini getirmesi ve kurması için gerekli ödeme yapılmalıdır. İş bitiminde ise iş makinelerinin sökülmesi ve geri götürülmesi için gerekli ödeme, son ödemeye birlikte tüm söküm ve götürme işlemleri tamamlandı ve proje alanı temizliği yapıldıktan sonra yapılacaktır.

5.3.2. Kıyı dolguşu

Kıyı dolguşu için yapılacak ödemeler, her ay aylık raporun Proje Danışmanı'na sunulmasının ardından 5 gün içerisinde yapılmalıdır. Dolgu hacmi miktarı dolgu öncesi ve sonrası en kesitlerine göre ortalama alan metodu ya da Proje Danışmanı'nın kabul ettiği diğer metotlardan biri ile m^3 cinsinden hesaplanır. Belirlenmiş dolgu alanı sınırları dışında yapılan hiçbir dolgu için ödeme yapılmayacaktır.

5.3.3. Kazı alanı

Belirtilmiş ve şamandıralarla işaretlenmiş alanın dışında ya da en kesitlerde gösterilen profiller haricinde malzeme alımı yapılmayacaktır. Belirlenen alan ve derinlik dışında yapılan kazı malzemesi için ödeme yapılmayacaktır. Kazı alanından alınan malzemelerin laboratuvarda elek analizleri yapılmalıdır. Müteahhit kazı alanı içerisinde kazı yeri önceliğini kendisi belirleyebilir.

5.4. İnşaat Alanı Sınırları ve İnşaat Girişleri

İnşaat alanı, dolgu ve kazı alanının her bir tarafından 50’şer metre genişliğindeki bir alanı kapsar. İnşaat alanının sınırları denizde şamandıralarla, karada ise işaret levhalarıyla işaretlenmelidir. Bu alan içerisindeki deniz ve kara trafiği düzenlenmeli ve burada kesinlikle aktif trafiğe izin verilmemelidir. İnşaat alanı tüm girişleri, giriş planında gösterilen giriş koridorları takip edilerek yapılmalıdır. Müteahhit giriş alanının hazırlanması ve restorasyonu sorumludur.

5.5. Kazı

Kıyı dolgusu için gerekli bütün kazı, yalnızca sınırları kazı planında ve derinlikleri de kazı profillerinde belirtilen alandan yapılmalıdır. Müteahhit en iyi malzemeyi bulmak için istediği yeri seçmede serbesttir fakat kazı; oyuklara, vadilere ya da sırtlara sebep olmayacak şekilde yapılmalıdır. Kazı alanında uygun olmayan malzemeyle karşılaşıldığında, bu Günlük Kalite Kontrol Raporu’nda belirtilmelidir.

5.5.1. Bulanıklık

Bulanıklık derecesi kesinlikle belirtilen sınırların üzerinde olmamalıdır. Kazı ve dolgu işlemleri suyun bulanıklığını minimumda tutacak şekilde yapılmalıdır. Eğer bulanıklık derecesi sınırların üzerine çıkarsa, Müteahhit bulanıklığı azaltmak için operasyon prosedürünü değiştirebilir.

5.5.2. Kazılan malzemenin taşınması

Müteahhit dolgu malzemesinin yüklenmesi ve taşınması yöntemlerini seçmede serbesttir, istediği yöntem ve makineleri kullanabilir, fakat dökülmeye, sızmaya ve taşmaya kesinlikle izin verilmez. Eğer bunlar olursa, gerekli onarımlar ve düzeltmeler yapıncaya kadar operasyonlar durdurulur, gerekirse yöntemler geliştirilir ya da tamamen değiştirilir. Daha sonra Proje Danışmanı’nın onayı ile operasyonlar yeniden başlar. Taşınan malzemeler denize düşürülmemelidir. Eğer hidrolik pompa ve boru hattı kullanılıyorsa, bunlar sağlam bir şekilde sabitlenmeli ve tüm bağlantılar ve tertibatlar sıkıca yapılmalıdır. Boru hattını tutturmak ya da kazı yapmak için kullanılan tüm aletler ve diğer malzemeler operasyonlar bittiği zaman kaldırılıp, uzaklaştırılmalıdır. Operasyonların sebep olduğu bütün sağlık sorunlarından Müteahhit sorumludur. Olabilecek herhangi bir kazayı önlemek için sinyal, bariyer ve şamandıralar koymak gibi gerekli bütün önlemler alınmalıdır.

5.6. Kıyı Dolgusu

Bütün dolgu malzemesi plan ve en kesitlerde gösterildiği gibi dolgu sınırları içerisinde bulunmalıdır. Kaya, odun, yıkıntı, yapı atığı, keskin maddeler ve kumsal için doğal olmayan tüm malzemeler Bandırma Belediyesi’nin gösterdiği depolama alanına atılmalıdır. Hiçbir yapı ekipmanı iş alanının dışında yer almamalıdır ve bitki örtüsü üzerinde ya da özel veya kamuya ait kısımda bulunmamalıdır.

5.7. Mevcut Yapıların Korunması

Proje alanı etrafındaki tüm mevcut yapılar proje öncesi ve sonrası incelenmeli ve zarar görüp görmediği tespit edilerek raporda belirtilmelidir. İş çalışmaları sonucu zarar gören mevcut yapıların bütün yasal sorumluluğu Mütahhide aittir.

5.8. Gürültü Kontrolü

Projede kullanılan bütün buldozer, traktör, kamyon gibi kazı, yükleme ve taşıma araçları yeterli susturucularla ya da çeşitli ses azaltıcılarla donatılmalıdır. Korna kullanımı minimum düzeyde olmalı ve sadece güvenlik amacıyla kullanılmalıdır.

5.9. Kalite Kontrol

Mütahhit; kazı ve dolgu alanı konumunu, alan emniyeti gereksinimlerini, dolgunun eğimi ve derecelenmesini, kazı malzemesinin elek analizlerini, iş alanına dökülen malzeme ve kaybolan malzemeyi, yakındaki yapıları ve zararlar kontrollerini her zaman yapıp rapor etmelidir.

5.10. Çevresel Korunma

Çevresel korunma; hava, kara ve su ile birlikte gürültü, katı atıkların değerlendirilmesi ve diğer kirleticileri de kapsar.

5.10.1. Yeşilin korunması

Mütahhit, Proje Danışmanı'nın onayı olmadan hiçbir ağacı yaralayamaz, tahrip edemez, yıkamaz veya kesemez. Kesilmek zorunda kalan ya da zarar gören ağaçların yerine yeni ağaçlar dikilmeli, yeşil alan yeniden restore edilmelidir.

5.10.2. İş bitimi temizliği

Mütahhit iş bitiminde, iş alanındaki bütün yapı işaretlerini kaldırmalı, tüm atıkları ve çöpleri temizlemeli ve inşaatın hiçbir iz bırakmamalıdır.

5.10.3. Dökülme

Atık sıvı, petrol, yağ, kimyasal madde, gres yağı ve diğer kirleticilerin doğaya ve yapılara zarar vermesini önlemek için özel önlemler alınmalıdır.

5.10.4. Deniz dibinin korunması

Bütün proje işlemlerinde ve her zaman deniz dibinin ve doğasının korunmasına büyük önem verilmelidir. Kazı ve dolgu operasyonlarında deniz dibinde ters etki yapmaması için gerekli önlemler alınmalıdır. Demirleme yalnızca kumlu alanlarda Bandırma Liman Müdürlüğü'nden izin alınarak yapılmalıdır.

6. SONUÇ

Bandırma'nın Levend sahilinde başlatılmış olan dalgakıran ve kıyı düzenleme projesinde öngörülen beton yapılara alternatif olarak bir kıyı besleme projesi sunulmuştur. Bandırma Körfezi'nin korunaklı yapısı ve Marmara Denizi'nin yumuşak dalga iklimi, kum dolgu için yeterli ön şartları sağlamaktadır. Kum dolgu projesinde beton ve moloz türü yabancı malzemeler yerine, açıktan çıkarılan doğal kum kullanılarak kıyı ekolojisine en az düzeyde zarar verilecek ve betonlaşmadan kaçınılacaktır. Diğer taraftan, oluşacak kumsal, doğal görünümü ve düzenlenecek sosyal aktiviteleriyle bölgeyi çekici bir hale getirecektir.

Yapılan fizibilite çalışması sonucunda komşu kumsallarda rastlanan 0.5 mm. etkin dane çaplı ince malzemenin dalga ve morfolojik şartlara uygun olmadığı tespit edilmiştir. Bunun yerine dolgu alanındaki etkin dane çapı 6 mm. olan yerel malzemeye benzer özelliklerde sediment kaynaklarının bulunarak dolgunun yapılmasının projedeki net kıyı kazanımı ve proje yarılanma ömrü açısından çok daha kazançlı olacağı saptanmıştır.

Elek analizleri, batimetri haritalarının incelenmesi ve denge profili analizleri sonucunda yaklaşık 600 metrelik bir kıyı şeridini kapsayacak şekilde ve morfolojik değişimler sonucunda net 30 m. kıyı genişliği elde etmek için yaklaşık 75,000 m³ dolgu malzemesine ihtiyaç olduğu hesaplanmıştır. Dolgu yapılacak kıyıya yaklaşık 500 m. uzaklıkta ve 9 m. derinlikte kaynak teşkil edecek su altı tepecikleri tespit edilmiştir. Hacim hesaplamaları sonucunda bu bölgedeki 40,000 m²'lik bir alanın su yüzeyinden -15 m.'ye kadar taranması halinde yaklaşık 86,500 m³ malzeme elde edilebileceği ve bunun da gerekli talebi karşılayacağı hesaplanmıştır.

Kıyı çizgisinin değişimini hesaplamak için "tek çizgi" yöntemiyle bir bilgisayar modeli geliştirilmiştir. Kıyı düzenleme projesi dahilinde inşaatı başlamış olan ve 600 m.lik kıyı çizgisinin iki tarafını koruyan taş dolgu mahmuzlara da modellemede yer vererek, kıyının etkin dalga yönüne dik bir konum alması yaklaşık 10 yıl olarak hesaplanmıştır. Mahmuz yapımının şu an ulaştığı 40 m.lik uzunlukta kalması ve etkin dalgaların 20° kuzey-kuzeydoğu'dan gelmesi halinde bu mahmuzun yaklaşık 5 yıl içinde köprüleneceği hesaplanmıştır. Mahmuz uzunluğunun 65 m.'ye çıkarılması halinde, dolgu malzemesinin mahmuz kompartmanının hiçbir zaman dışına taşmayacağı belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- CAMPBELL, T., DEAN, R.G., MEHTA, A.J., WANG, H., (1995), Short Course on Principles and Applications of Beach Nourishment, Florida Shore and Beach Preservation Association, Coastal and Oceanogr. Eng. Dept., University of Florida.
- DEAN, R.G., (1995), Beach Nourishment: Planform Considerations, Proceedings of The International Conference on Coastal Research in Terms of Large Scale Experiments, S.533-546.
- DEAN, R.G., (1977), Equilibrium Beach Profiles: U.S. Atlantic and Gulf Coasts, Ocean Engineering Rep., No.12, Department of Civil Engineering, University of Delaware, Newark, DE.
- GÜNGÖRDÜ, Ö., OTAY, E.N., (1997), Kıyı Şeridi Değişiminin Sayısal Modellenmesi, İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler, III. Teknik Kongre Bildiriler Kitabı, S.701-710, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

- ÖZHAN, E., (1998), Erdek Çakılköy Balıkçı Barınağı Dalgakıranda Hasar Oluşturan İki Fırtına İçin Dalga Tahminleri ve Yapı Dengesinin Değerlendirilmesi, Basılmamış Rapor, Deniz Mühendisliği Araştırma Merkezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- WORK, P.A., (1992), Sediment Transport Processes at a Nourished Beach, Ph.D., Dissertation, Coastal & Oceanographic Engineering Department, University of Florida, Gainesville, FL., ABD., UFL/COEL-TR/087.
- BAYKAL, M., BÜYÜKGÜLLÜ, M., (1996), Bandırma Balıkçı Barınağı Koordinatlı Genel Vaziyet Planı (1:1000), BBB-002, Ulaştırma Bakanlığı Demir Yollar Limanlar Ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü, Ankara

ABSTRACT

A feasibility study has been completed for the beach restoration project progressing at Levend Beach of Bandırma. An alternative beach nourishment project is investigated to replace the hard structures including breakwaters and seawalls considered in the original design. The protective setting of Bandırma Bay and the mild wave conditions in the Marmara Sea satisfy the necessary conditions to justify the beach fill. Bathymetric charts indicate the availability of nearshore sand sources to nourish the existing coastline. Use of native beach material instead of concrete or other massive hard material proved itself as more friendly with the coastal environment and less harmful to the existing ecology. A numerical model is developed to simulate the planform evolution of the shoreline based on longshore sediment transport theories and the one-line method.

