

YAPAY KUMSALLANDIRMA İLE KIYI KORUMA
(Weymouth, İngiltere’de Uygulanmış Başarılı Bir Proje)

M Ozgur BALABAN
Senior Project Manager
Scott Wilson (Hong Kong) Ltd.
38/F Metroplaza Tower 1, 223 Hing Fong Road, Kwai Fong, Hong Kong, PRC

OZET

Bu bildiri, İngiltere’nin Manş Denizi kıyısında Weymouth kasabasındaki Preston Beach Kıyı Koruma Projesi’nin, yazarının başlıca tasarımcılarından biri olduğu, bir yapay kumsallandırma projesinin tasarım, uygulama ve özellikle hidrolik modelleme süreçlerine ait deneyim ve sonuçları içermektedir. Proje, İngiltere Hükümetinin ilgili Bakanlığı ile yerel belediyeler tarafından yönenin kıyı koruma ve kalkınmasına katkıda bulunmak amacıyla ortaklaşa finanse edilmiştir. Yapay kumsallandırma metodunun uygulanmasıyla yöre hem etkili bir kıyı koruma altına alınmış hem de yeni bir plaj sahibi olmuştur. Scott Wilson tarafından tasarlanan bu yapay kumsallandırma projesi, ekonomik yonden uygun, teknik yonden fizibil ve çevresel yonden kabul edilebilirlik özelliklerini hakeden başarılı bir kıyı mühendisliği örnekleme olarak nitelenmektedir.

1. AMAC

Yapay kumsallandırma yöntemi, etkili bir kıyı koruma mekanizmasına sahip olduğu kadar uygulandığı yöreye yeni bir cehre, atraksiyon ve rekreasyonel kullanım imkanları kazandırma potansiyellerini de içermektedir. Bu projenin bildiri olarak sunulmasında amaçlananlar, yapay kumsallandırma yöntemiyle etkili olarak kıyı korumanın mümkün olabildiğini pekiştirmek ve de bir kıyı mühendisliği uygulamasının başarılı olabilmesi için gereken ontasarım ve, özellikle, hidrolik modelleme çalışmalarının önemini vurgulamaktır. Ayrıca, kıyı mühendisliğinde hayli tecrübeli bir ülke olan İngiltere’deki bu tür bir projenin tasarımıdan uygulamaya ne tür süreçlerden geçtiğinin Türk mühendislerinin bilgilerine sunulması da amaçlanmaktadır.

2. GIRIS

Scott Wilson 1993 yılında, Environment Agency (o zamanki adıyla National Rivers Authority), Weymouth - Portland Borough Council ve Dorset County Council tarafından oluşturulan, bir konsorsiyum tarafından Weymouth'taki Preston Beach bölgesini koruyacak bir kıyı koruma projesi tasarlamak için görevlendirildi. Scott Wilson'u görevlendiren bu komitede; Environment Agency: İngiltere capında kıyı koruma sistemlerinin sorumlulugundan dolayı, Weymouth – Portland Borough Council: proje alanın sahibi olmasından dolayı ve Dorset County Council: mevcut deniz duvarının sahibi olmasından dolayı yer almaktaydı. Projenin mali sorumluluğu bu üç organizasyon ve de Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (ilgili bakanlık) tarafından paylaşılmıştı.

Scott Wilson ve, ekipte hidrolik çalışma ve modellemeleri yapmak için yer alan, HR Wallingford, yaklaşık 100 yıldır erozyona uğrayan ve bir türlü kesin etkili bir koruma sistemine sahip olamamış bu Preston plajına uygun bir koruma projesi ortaya çıkarmak ve uygulanmasını kontrol etmek ile görevlendirilmiştir. Projenin tasarım ve modelleme çalışmaları sonucunda elde edilenler, proje raporları, [1], ve uygulama dokümanları, [2, 3], olarak işverene sunulmuştur. Plajı saran kıyı yolunun hemen arkasındaki arazi, koruma altında olan bir kus parki ile ender bitki türlerinin yer aldığı bir alan olarak belirlendiğinden (Site of Special Scientific Interest (SSSI) alanı ve Royal Society for Protection of Birds (RSPB) koruma alanı), projeye çevreci gruplar tarafından bir hayli ilgi mevcuttu. Proje alanı hakkında gerekli veri ve etüdler incelendikten sonra yoreye en uygun kıyı koruma sisteminin yapay kumsallandırma metodu olarak tasarlanmasında karar kılındı. Proje alanı genel yerleşimi Şekil 2.1'de gösterilmiştir.

3. PROJENİN ONTASARIMI

Daha önce yapılmış fizibilite etüdlerinde önerilenler ve işveren konsorsiyumun ihtiyaçları doğrultusunda projenin yapay kumsallandırma olarak tasarlanmasında karar verildi. Gerekli işler için ayrılan bütçe yaklaşık olarak bilindiğinden, yapay kumsallandırma işlerine ilaveten yorenin rekreasyonel yonden kalkınmasına yönelik imkanların da araştırılması ve mümkünse uygulanması ontasarım sürecine dahil edildi. Ontasarım sürecinde yore grupları ve işverenle sürekli şekilde görüşmeler ayarlanarak onların projeyi benimseyerek sahiplenmesi sağlandı. Tasarım son halini vermeden önce özellikle çevreci gruplar toplanarak bir sunuş yapıldı ve proje hakkındaki soru ve kaygılar cevaplandı.

Scott Wilson, projenin bir bütün olarak; yeni bir plaj, yeni bir promenad ve deniz duvarı, yeni bir yaya ve bisiklet yolu ve mevcut kıyı yolunun iyileştirilmesi işlerini içeren bir ontasarım hazırladı. Özetle, yapay kumsallandırma için D50 çapı ortalama 10mm ebatlı ve mevcut plaja uyumlu çakıltısı malzemesi seçildi. İşler alan uygulamasındaki farklılıklar gözönüne alınarak iki ayrı paket olarak tasarlandı. Ontasarım sonuçları sematik olarak Şekil 3.1'de gösterilmiştir.

4. MODELLEME CALISMALARI

4.1 Giris

Scott Wilson'un ontasarimi sonucunda, projenin eskisine gore daha yuksek bir duvar ve promenad yapisi ile desteklenen bir yapay kumsallandirma gerektirdigi ortaya cikti. Bu yeni cakil kumsaldan kiyiboyunca suruklenecek malzemenin, ortalama on yil gibi bir sure icin, hareketlerini kontrol edebilecek bir tutucu mahmuz yapisi da projeye dahil edildi. Modelleme calismalarinin amaci ise bu on tasarim onerilerinin refine edilmesi idi. Diger bir deyiisle, modelleme calismalarinda amaclananlar:

- (i) On tasarim varsayimlarinin gecerliliginin dogrulanmasi;
- (ii) Tasarim elemanlarinin nihai olarak boyutlandırılması;
- (iii) Projenin uygulanmasi sonrasında plajın uzun donemde davranislarinin tahmini, dolayisi ile mahmuz tarafından tutulacak malzemenin plajın diger tarafına ne kadar sure sonra devridaiminin gerekeceginin hesaplanması oldu.

Bu numerik ve fiziksel modellemeler arasındaki baglanti sematik olarak Sekil 4.1'de gosterilmektedir. Modelleme calismalarında ele alınan metodoloji iki tur numerik ve iki tur de laboratuvar modellemeyi icermektedir:

- (i) HR Wallingford dalga tahmin ve transformasyon modeli HINDRAY
- (ii) HR Wallingford matematiksel kıyı sekillenme modeli BEACHPLAN
- (iii) İki boyutlu dalga kanalı laboratuvar modeli
- (iv) Uc boyutlu dalga havuzu laboratuvar modeli.

4.2 Dalga Analizleri

4.2.1 Derin Deniz Dalga İklimi

Hidrolik calismalarin temeli olarak once yoreye ait dalga analizleri yapildi. Yoreye yakin istasyonlardan elde edilen saatlik ruzgar ve yon kayitlari kullanilarak derin deniz dalga iklimi tahmin edildi. Bu islem icin HR Wallingford HINDWAVE modeli ve Sekil 2.1 de gosterilen referans noktaları kullanildi. En yuksek dalgaların 210~240K diliminden geldigi tahmin edildi. Bir, on ve yuz yilda bir olasilikli dalgaların acikdeniz dalga boyları sirasiyla 4.5, 5 ve 6.5 metre olarak bulundu.

4.2.2 Yapı Önü Dalga İklimi

HINDWAVE tarafından tahmin edilen acikdeniz parametreleri, refraksiyon, kırılma ve siglasma etkilerini hesaplayan diger bir HR Wallingford modeli OUTRAY tarafından kıyionu parametreleri seklinde elde edildi. Acikdeniz ile karsilastirildiginda, dalgalar bir hayli kuculmus ve de 105~165K yon diliminde yogunlasmis olarak bulundu. Buna sebep, guneyden gelen acikdeniz dalgalarına Portland burnunun koruyucu etkisiydi. Bir, on ve yuz yilda bir olasilikli dalgaların kıyionu dalga boyları Preston plajının dogu tarafında sirasiyla 2.5, 3.3 ve 4 metre olarak bulundu. Plajın bati tarafında ise yaklasik %16'lik

artis ile 2.9, 3.8 ve 4.7 metrelik dalga boyları hesaplandı. Kiyionu dalga analizi Tablo 4.1 de özetlenmiştir.

Tablo 4.1 Yapı Önü Dalga İklimi WEIBULL Analizi (3 saatlik fırtına); [1]

	Bir yılda Bir Kez [α]	On Yılda Bir Kez [α]	Yüz Yılda Bir Kez [α]
Kiyionu Nokta A			
105~135 Yon Sektörü	1.63m	2.06m	2.45m
135~165 Yon Sektörü	2.53m	3.27m	3.97m [β]
0~360 Yon Sektörü	2.53m	3.25m	3.96m
Kiyionu Nokta B			
105~135 Yon Sektörü	2.87m	3.75m	4.61m [β]
135~165 Yon Sektörü	1.23m	1.53m	1.80m
0~360 Yon Sektörü	2.86m	3.78m	4.70m

[α] Dalga boyu (significant)

[β] Dalga bu yüksekliğe ulaşmadan kırılmış olabilir

4.2.3 Bilesik Olasilik (Joint Probability)

Kıyı yapılarında meydana gelen hasarlar genellikle yüksek dalgaların yüksek deniz seviyeleriyle cakiistikları zamanlara rastlarlar. Gel-git gibi olagan seviyeler astronomik şekilde hesaplanabilse bile, o anki fırtınanın kıyıya doğru sürüklediği dalgaların meydana getirdiği seviye artışı ancak, kombinasyonlar şeklinde, istatistiksel olarak tahmin edilebilir. İngiltere Hukümeti ilgili bakanlığı için daha önce yapılmış olan HR Wallingford çalışmalarından birinde, güney kıyılarına ait birleşik olasılık değerleri tahmin edilmisti. Bu çalışmaların tecrübesiyle HR Wallingford, yüksek deniz seviyeleri le yüksek dalgaların kombinasyonlarını 1:1, 1:10 ve 1:100 yıllık birleşik olasılıklar için kıyionu dalga boyları ve periyodları şeklinde tahmin etti. Bu Tahminler Tablo 4.2’de özetlenmiştir.

Tablo 4.2 Modellemelerde Kullanılan Dalga ve Deniz Seviyeleri; [1]

Birleşik Olasılık (yıllar)	Deniz Seviyesi Olasılığı (yıllar)	Deniz Seviyesi (mOD)	Dalga Olasılığı (yıllar)	Dalga Boyu (-5.93 mOD konturunda) Hs(m)	Dalga Periyodu (-5.93 mOD konturunda) T(sn)
1	0.006	1.07	1.0	2.85	6.5
1	0.0054	1.32	0.32	2.35	5.8
1	0.35	1.57	0.065	1.75	5.3
10	0.006	1.07	10	3.80	6.9
10	0.48	1.62	1.0	2.85	6.5
10	21	2.07	0.033	1.55	5.0
100	0.008	1.12	100	4.70	7.4
100	0.40	1.62	18	4.00	7.0
100+	100	2.12	0.32	2.35	5.8

OD: Referans seviyesi (Ordnance Datum) – Yaklaşık olarak denizin gel-git esnasındaki en düşük seviyesi

4.3 Kumsal Enkesit Laboratuvar Modellemesi

Kumsalın enkesit davranışlarının uygulama öncesi ve sonrası olarak test edilmesi için bir dalga kanalı (wave flume) modellemesi yapıldı. Dalga kanalı; 1m genişlik x 45m uzunluk x 0.5~0.8m derinlikte betonarme bir kanal ile HR Wallingford tarafından yazılan

bir bilgisayar programının kontrol ettiği bir (geriye yansıyan dalgaları tekrar yansıtmayan) dalga paletinden ibaretti. Preston Beach profilinin gerçekte kıyidan 725m uzaklığa kadar olan kısmı 1:25 ölçekte bu kanalın içine inşa edildi. Bir önceki bölümde özetlenen dalga ve deniz seviyeleri ile kanal, bilgisayar programının esnekliği sayesinde, sahadaki koşulları iki boyutta gerçekleştirebilecek şekilde bir dizi testler sonucu kalibre edildi. Ölçekleme hesaplamaları sonucu dalga boyu ile uzunluğu 1:25 ve dalga periyodu ise 1:5 oranında küçültülerek uygulandı.

Her kombinasyon için yaklaşık 6 saatlik bir test olmak üzere toplam 18 test yapıldı. Test programı Tablo 4.3’de verilmistir. İlk 1000 dalğanın kumsalın tabii dengesini oluşturduğu varsayılarak kumsal profilleri bilgisayar kontrollu olarak ölçülmüştür. Testler süresince duvarı asan su ve çakıl miktarları hassas şekilde ölçülüp kumsalın uygulama öncesi ve sonraki davranışları elde edilmiştir.

Tablo 4.3 Dalga Kanalı – Test Programı; [1]

Test	Yapay Kumsallandırma	Deniz Seviyesi (mOD)	Dalga Boyu Hs(m)	Dalga Periyodu T(sn)
1	Uygulama Öncesi	1.07	2.85	6.5
2	Uygulama Öncesi	1.32	2.35	5.8
3	Uygulama Öncesi	1.57	1.75	5.3
4	Uygulama Öncesi	1.07	3.80	6.9
5	Uygulama Öncesi	1.62	2.85	6.5
6	Uygulama Öncesi	2.07	1.55	5.0
7	Uygulama Öncesi	1.12	4.70	7.4
8	Uygulama Öncesi	1.62	4.00	7.0
9	Uygulama Öncesi	2.12	2.35	5.8
10	Yapılmış – 15m kumsal eni	1.07	2.85	6.5
11	Yapılmış – 15m kumsal eni	1.62	2.85	6.5
12	Yapılmış – 25m kumsal eni	1.62	4.00	7.0
13	Yapılmış – 25m kumsal eni	1.62	2.85	6.5
14	Yapılmış – 25m kumsal eni	1.07	2.85	6.5
15	Yapılmış – 20m kumsal eni	1.62	4.00	7.0
16	Yapılmış – 20m kumsal eni	1.62	2.85	6.5
17	Yapılmış – 15m kumsal eni Daha yüksek kumsal	1.62	4.00	7.0
18	Yapılmış – 15m kumsal eni Daha yüksek kumsal	1.62	4.00	7.0

Yapılan testler sonucunda uygulama öncesi, Preston Beach kıyı yoluna dalga siddetiyle orantılı artan çakıl ve su serpildiği gözlemlenmiştir. Bir, on ve yüz yıllık fırtınalar sonucu deniz duvarını asan su ve çakıl miktarları sırasıyla 0.34, 7.28 ve 12.09 litre/saniye/metre ve 2.1E-6, 23E-6 ve 150E-6 metre-kup/saniye/metre olarak ölçülmüştür. Bu miktarlar yolun fırtınalar süresince kullanılamayacağı ve baskınlara maruz kalacağını belirtmektedirler. Tablo 4.3’de gösterilen çeşitli kumsal en ve yükseklikleri test edilmiş ve tüm dalga ataklarına en iyi şekilde dayanan profilin 20m eninde yükseltilmiş kumsal olduğu gözlemlenmiştir. Karsılaştırma amacıyla, Tablo 4.3: Testler No.8 ve No. 18’in sonuçları Şekiller 4.2 ve 4.3 olarak gösterilmiştir. Sonuç olarak, yapay kumsallandırma enkesiti Şekil 4.3 de görülen profil olarak belirlenmiş ve diğer modellemeler için baz alınmıştır.

4.3 Plaj Sekillenme Sayısal Modellemesi

4.4.1 Giriş

Yukarıda islenen dalga kanalı modellemesi kumsalın test edilen fırtınalar süresince, çok kısa zamanlar (saatler), enkesitteki değişimleri incelemiştir. Gerçek hayatta ise plaj uzunluğu boyunca varolan net sediment taşınmaları sonucunda kumsal uzun dönemde asınmaya maruz kalabilir ve de kısa süreli fırtınalara yerel olarak dayanımı yok olabilir. Plajın uzun dönemdeki (yıllar) bu davranışlarını incelemek için HR Wallingford'un BEACHPLAN bilgisayar modeli kullanılmıştır. Bu model daha önce bahsedilen OUTRAY dalga refraksiyon modelinin ürettiği yoresel dalga iklimlerini ve uzun süreli dalga dizilerini kullanır. Modelin yerleşim planı ve sonuçların hesaplandığı referans aralıkları Şekil 4.4'de gösterilmiştir.

4.4.2 Dalga İklimleri ve Zaman Serileri

Dalga iklimleri hesaplanırken saatlik dilimler halinde BEACHPLAN'in kullanacağı zaman serileri üretebilmek mümkündür. Preston Beach için belirlenen iki kıyının noktası için 1974 ile 1990 yılları arası yaklaşık 15 senelik kayıt kullanılmış ve, aradaki boşluklar çıkarıldıktan sonra, 143 aylık, yaklaşık 12 yıl, dalga verileri elde edilmiştir.

4.4.3 Plan Seklinin Modellenmesi

BEACHPLAN, plaj üzerinde belirlenmiş bir konturun kumsala vuran dalgalara bağımlı olarak düzenli zaman aralıkları itibarı ile değişimini hesaplar. Bu proje için, üst kumsal temsil eden 0.0mOD konturu baz seçilmiştir. Şekil 4.4'de gösterildiği gibi, Preston Beach'in Bowleaze Cowe ile Pleasure Pier arasında kalan kısmi modellenmiştir. Başlangıç noktası Overcombe'un yaklaşık 350~400m kuzeyinde olup ölçüm noktaları güneye doğru artarak yerleştirilmiştir. Dolayısı ile de modellenen plaj 350m noktasında başlayıp 2350m noktasında bitmektedir. Model ayrıca, sürüklenen malzemenin turune ve kumsalın profiline göre kalibre edilmiştir.

Mevcut plajın alan ölçümlerinden elde edilen seviyelere göre çizilen 0.0mOD konturu referans alınmış ve tüm dalga veri seti ile model işletilmiştir. Mevcut plaj için model sonuçlarından iki adedi Şekiller 4.5 ve 4.6 olarak gösterilmiştir. Şekil 4.6'da görüldüğü gibi, kumsal malzemesi plajın kuzeyinde (1650~2050m) erime ve güneyinde (750~1050m) ise birikme yaratmaktadır, yani net sürüklenme kuzeyden güneye doğrudur. Orta kısımlarda ise (1550~2150m) uzun dönemde erime ve birikme birbirini dengelemektedir.

Modelleme için, iki boyutlu dalga kanalı test sonuçları baz alınarak iki seçenek geliştirilmiştir:

- Seçenek 1

- (i) Mevcut deniz duvarı yeni bir duvar ile değiştirilip onune 3.25mOD seviyesinde bir promenad eklenmiştir

- (ii) Promenad onune 15m eninde ve 3.0mOD seviyesinde bir kumsal eklenmiştir. Kumsalin onune 1:7.5 'lik egim verilmiştir.

• Secenek 2

- (i) Mevcut deniz duvari yeni bir duvar ile degistirilip onune 3.75mOD seviyesinde bir promenad eklenmiştir
- (ii) Promenad onune ortalama 20m eninde ve 3.5mOD seviyesinde bir kumsal eklenmiştir. Kumsalin eni kuzey ve guney uclari arasında sirasiyla 25m ve 15m arasında degisken varsayılmıştır. Kumsalin onune 1:7.5 'lik egim verilmiştir.
- (iii) Simulasyona, olcum noktaları 1600m ve 2100m'lerde sirasiyla Lodmoor Outfall yapisi (kus parkina ait drenaj menfezi) ve bir tutucu mahmuz yapisi eklenmiştir

Bu baslangic noktalarına ilaveten, BEACHPLAN modeli asagidaki senaryolar seklinde calistirilmıştır:

Senaryo	Tanim
1	Secenek 1 fakat tutucu mahmuz yok
2	Secenek 2 ve tutucu mahmuz uzunlugu 46~56m
3	Secenek 2 gibi fakat Lodmoor Outfall yapisi yok
4	Senaryo 3 gibi fakat tutucu mahmuz uzunlugu 35~45m

Senaryo 1 sonuclari, yapay kumsallanma oncesi Preston Beach modellemesi sonuclari ile uyumlu cikmistir, erime ve birikme yerleri uyusmaktadır. Senaryo 2 sonuclari ise ilk baslarda suruklenen malzemenin Lodmoor Outfall civarında birikecegini gostermektedir, zira outfall yapisi yaklasik 4m enli ve 2m yukseklikte kumsalin ucundan uzanan etkili bir elemandir. Benzeri sekilde, tutucu mahmuz da onunde 7~8m'ye varan birikimlere sahne olmakta ve 11. sene civarında asilmaga baslanmaktadır. Senaryo 3 ise Lodmoor Outfall'unun etkisini ortaya cikartmaktadır. Buna gore, kuzeydeki birikimi 5~6m artirmakta ve guneydeki erimeye de 4~5m kadar ivme vermektedir. Senaryo 4'de ise 11 yildan once asilamayan mahmuz'un daha kısa olmasi durumunda plajın nasıl davranacagi ortaya cikmaktadır. Senaryo 2'deki plaj için model sonuclarından iki adedi Sekiller 4.7 ve 4.8 olarak gosterilmiştir.

4.4.3.1 Plajın Bakım İhtiyaçları

Modellemeler sonucunda plajın uzun donemde yavasca ve duzenli olarak sekil degistirdigi gozlenmiştir zira deniz kosullari yildan yila degisse de, uzun vadede ani degisiklikler birbirlerini dengelerler. Genel olarak, modellenen plajın davranisi tutarli ve dengeli olarak degerlenmiştir. Plan seklindeki degisimlerin cogunlugu ilk iki yıl içinde yer almakta ve aslında bu sure zarfında plaj kendi denge durumuna kavusmaga calismaktadır. Net transport kuzeyden guneye dogru olmakta ve 46~56m uzunlugunda bir mahmuz, suruklenen cakillari ortalama 10 sene boyunca basarili bir sekilde tutabilmektedir. Buna gore ortalama 10 seneyi asmayan sikliklarla, mahmuz tarafından tutulan cakillar plajın obur ucuna geri dagitilmali ve baslangictaki profil yeniden verilmedir. Boylece kumsalin, ozellikle kuzeyde, koruma etkisi kaybolmayacaktır.

4.5 Dalga Havuzu Laboratuar Modellemesi

Dalga havuzu analizlerinin amacı daha önce test edilen mahmuzların tasarımını sonuçlandırmak ve BEACHPLAN sonuçlarının bir karşılaştırmasını yapabilmektir. Mahmuzun, uzunluğu ve enkesit parametreleri değiştirilerek, plajı ne kadar süre ile tutabileceği test edilecektir. Dalga havuzu yerleşim planı Şekil 4.9’da gösterilmiştir. Laboratuar havuzu 23m x 28m alanında, 0.4m derinliğinde, “mobile-random” dalga paletleri ve fotoğraf/video cihazları ile donanmış bir havuzdur. Modelin 1:50 ölçeğe insasi, ölçeklenmesi ve kalibrelenmesi ayrıca yapılmıştır. Plajın güneydeki mahmuzun bulunduğu kısım, dalga havuzunun içine Şekil 4.10’da gösterildiği gibi 1:50 ölçeğe inşa edilmiştir. Tutucu mahmuzun “gelistirilmiş” bir boykesiti Şekil 4.11’de verilmiştir.

Model, Tablo 4.4’de özetlendiği gibi üç değişik deniz durumu altında çalıştırılmıştır. 1:1 ve 1:10 olasılıklı dalgaların seçilmesinin sebebi, bu iki koşulun, dalga kanalı testlerinde gözlemlendiği gibi, enkesite en çok zarar veren koşullar olmasıdır.

Tablo 4.4 Dalga Havuzu Modellemesi – Deniz Kosulları; [1]

Durum	Dalga Boyu Hs(m)	Dalga Periyodu T(sn)	Deniz Seviyesi (mOD)	Süre
Morfolojik ortalınmış	1.35	5.4	1.07	11er prototip sene için 25.67 model dakikası
1:1	2.85	6.5	1.07	2000T _z
1:10	2.85	6.5	1.62	2000T _z

Testler; plaj şeklinin morfolojik koşullar altında değişimini, çakılların tutucu mahmuzu aşmaya başlayana kadar geçen sürenin bulunması, mahmuzu aşan malzemenin zamana göre oranının belirlenmesi ve mahmuz yapısının dalgalara dayanma mukavemetinin gözlemlenmesi amaçlarına hizmet etmek için yapılmıştır. Test programı Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.5 Dalga Havuzu Modellemesi – Test Programı; [1]

Test No	Seçenek	Mahmuz Yapısı	Deniz Durumu
Kalibrasyon	1	-	Morfolojik ortalınmış
1	1	Baslangıc	Morfolojik ortalınmış
2	1	Baslangıc	1:1 Olasılık
3	2	Gelistirilmiş	Morfolojik ortalınmış
4	2	Gelistirilmiş	1:10 Olasılık

Morfolojik ortalınmış testlerde dalgalar altı aya varan periyotlarda doğal seyrinde uygulanmıştır. Her test periyodunun başlangıcından önce, altı aya karşılık gelen sediment modele eklenmiştir. 1:1 ve 1:10 olasılıklı fırtına testleri ise 2000’er dalgalık sürelerde 1000er dalgalık periyotlar halinde uygulanmıştır. Buna sebep olarak 2000 dalganın yaklaşık 3 saatlik bir fırtınaya karşılık gelmesidir. Test No.3 ve Test No.4 sonucunda elde edilen davranışlar Şekiller 4.12 ve 4.13 olarak gösterilmiştir.

4.6 Modelleme Sonuçları

Scott Wilson tarafından ontasarımı yapılan yapay kumsallandırma projesi, modellemeler sonucunda test edilerek geliştirilmiş ve su genel sonuçlara varılmıştır:

- (i) Mevcut deniz duvarı, 1:1 olasılıklı fırtınalarda bile su ve çakıllar tarafından asılacaktır. Plaj boyunca mevcut sediment sürüklenmesi kuzeyden güneye doğru olup net tasınma miktarları Overcombe'da ve Sluice Gardens'da sırasıyla 2000m³/sene ve 500m³/sene civarında değişmektedir. Yeni inşa edilecek bir kumsal genel olarak biraz daha fazla net tasınma yaratacak fakat daha az miktarda erimeye mahsur kalacaktır. Erime hızlarına orantili olarak, kuzeyde gerekecek kumsal eni güneyden daha fazla olmalıdır.
- (ii) Yapay kumsallandırma yoluyla sağlanacak +3.5mOD seviyesinde ortalama 20m eninde bir kumsal, kuzeyde 25m güneyde 15m, 1:100 olasılıklı fırtınalarda bile yeni deniz duvarı ve promenad üzerinde çakıl kümelenmesini engelleyecektir. Kiyi yolu ise 1:100 olasılıklı fırtınalarda bile hiçbir serpintiye maruz kalmayacaktır. Kumsali takviye edecek +3.75mOD seviyesinde ve 5m eninde bir promenad ile, kuvvetli rüzgarlarda ufurulecek çakıl ve suyu kesecek, +4mOD seviyesinde bir yeni deniz duvarına ihtiyaç vardır.
- (iii) Weymouth'daki kum sahilleri etkilememek için sürüklenerek çakılları tutabilecek bir mahmuza ihtiyaç vardır. Yeni plaj için gerekecek bakım periyodları mahmuzun uzunluğu ile doğrudan bağlantılıdır. 46m'lik bir yapı yaklaşık 11 sene boyunca sürüklenen malzemeyi tutabilecektir. Mahmuzun ideal yerleşimi promenada 70 derece açıda olmalı ve 46m tepe - 56m dip uzunluğunda, 4mOD seviyesinde, iki tabaka 3~6ton kayalardan oluşacak şekilde yapılması gerekmektedir.

5. ALAN UYGULAMALARI

5.1 Genel

On tasarım ve hidrolik çalışmalarından sonra proje, birinci kısımda denizle ilgili işler (yapay kumsallandırma, Lodmoor Outfall uzatımı, Sea-Life Centre su alım hattı uzatımı ve tutucu mahmuz) ve ikinci kısımda ise geri kalan yol ve duvar işleri olmak üzere iki kısımda uygulamaya konmuştur. İki ayrı aşama olarak gerçekleştirilen Preston Beach Kiyi Koruma projesi Ocak 1995'de başlayıp Ağustos 1996'da tamamlanmış ve toplam GBP 6 milyona (3 trilyon TL) mal olmuştur. Proje 1400m uzunluğunda kiyi koruması işlerinden ibaret olup; 214,000metreküp çakıl, 6,200ton kaya, 8,200metreküp betonarme, 200,000 adet parke taşı, 1.5km yeni yaya/bisiklet yolu ve kiyi yolu iyileştirme işlerini içermiştir.

5.2 Birinci Kisim Alan Çalışmaları

Birinci kısım isleri Ocak 1995'de başlayıp Mayıs 1995'de tamamlanmıştır. Yapay kumsallandırma operasyonu genel olarak, devlet tarafından lisanslı yerlerden kazılacak uygun cakilin kıyıya yakın bir yere getirelerek pompalanması ve de kıyıda ongorulen kumsal profilinin verilmesi işlemlerini içermiştir. Kullanılacak cakil, 2200metrekup kapasiteli "suction-hopper-dredger" tipi teknelerle kazılıp getirelerek, kıyıya yaklaşık 1000m uzaklıkta demirlemiş olan yüzer bir pompalama istasyonu tarafından %10 cakil + %90 su karışımı olarak celik borularla kıyıya pompalanmıştır. Derin denizden kazılan cakil yaklaşık 100 seferde istasyona getirilmiş ve her seferdeki yük için pompalama işlemi yaklaşık 3-4 saat sürmüştür. Butun bu kazma / tasima / pompalama operasyonları, bu tür deniz işlerinde uzman bir mütahhit firma tarafından, sakin denizli mevsimden azami istifade edebilmek için haftada 7 gün 24 saat durmaksızın yerine getirilmiştir. Yapay kumsallandırma için gereken cakil böylece yaklaşık 9 hafta içinde ve GBP 2milyon (~1trilyon TL) maliyetiyle kıyıya pompa satın alınmıştır.

Kıyıya yigilan cakillar sularinin suzulmesinden sonra dozerlerle plaja yayılmış ve gereken enkesit profilleri verilmiştir. Bu işlemlere paralel olarak tutucu mahmuz da yakınlardaki Portland tas ocagından kara yoluyla getirilen 1-8ton'luk kayalarla inşa edilmiştir. Kayalar önce kıyıya yigilmiş ve dikkatlice seçilerek, mahmuz tasarımına göre, kayalar arasında fazla boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilmiştir. Ayrıca yeni cakillarla üzerleri kapanacak olan drenaj menfezi ile su alma boruları da konvansiyonel yöntemlerle uzatılmıştır. Butun bu operasyonlar da yaklaşık 10 hafta içinde ve toplam GBP 1milyon (500milyar TL) maliyetle tamamlanmıştır.

5.3 İkinci Kisim Alana Çalışmaları

Birinci kısım alan çalışmalarının tamamlanmasından sonra, ikinci kısım işleri ayrı bir paket olarak ihale edilmiş ve Eylül 1995'de başlanmıştır. İlk olarak eski duvar kısmen yıkılarak yeni duvar ve promenad yapısı inşa edilmiştir. Promenadin altına, yeni kumsalin içine saplanacak şekilde bir geotextil serilmiş ve, ileride muhtemel kumsal erimesi göz önünde bulundurularak, üzeri kayalarla desteklenmiştir (Şekil 3.1). Yeni duvarın eğimli olan yüzüne Portland taslarından kaplama yapılip ve bitki hazneleri eklenmiştir. Bunlara ilaveten, yeni duvar boyunca kıyı yolu iyileştirilerek kara tarafına yeni bir yaya ve bisiklet yolu inşa edilmiştir. Butun bu ikinci kısım işleri, mevcut kıyı yolu trafğini aksatmayacak şekilde, Ağustos 1996'ya kadar (yaklaşık 11 ay) ve GBP 3milyon (~1.5trilyon TL) maliyetle tamamlanmıştır.

6. SONUC

Bu bildiri İngiltere'nin Mans Denizi kıyısında Weymouth adli bir kasabasındaki Preston Beach Kıyı Koruma projesinde, yazarının başlıca tasarımcılarından biri olduğu bir yapay kumsallandırma projesinin tasarım, modelleme ve uygulama sureçlerine ait deneyim ve gözlemlerini içermektedir. Preston Beach Kıyı Koruması için yapay

kumsallandırma, ekonomik yonden uygun, teknik yonden fizibil ve çevresel yonden kabul edilebilirlik özelliklerini hakeden iyi bir kıyı mühendisliği örnekleme olarak nitelenmiştir [3].

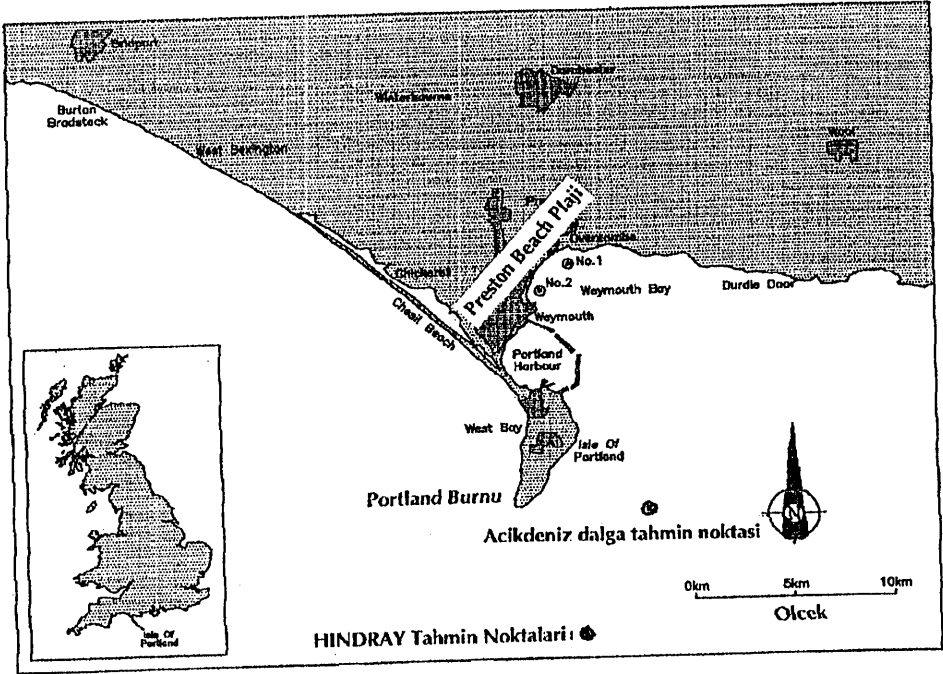
Plaj, tamamlandığı 1996'dan beri yerel belediye tarafından periyodik olarak ölçümlere tabi tutulmakta ve tahmin edilen davranışlarına karşı gerçek davranışları not edilmektedir. Henüz tahmin edilen ilk bakım periyodu (10 yıl) tamamlanmamış olmasına rağmen, su anki gözlemler, tasarım ve modelleme sonuçlarından önemli sapmalar göstermemektedir.

Alan uygulamalarının tamamlanmasının ardından ziyaretçiler ve yöre insanları projeyi benimseyerek sahiplenmişler ve proje suretinde bir yöresel atakasyon haline gelerek yöreye yeni bir cehre kazandırmıştır. Proje daha sonra üstün tasarım ve, uygulama sonrası, performansı dolayısıyla yöre belediyeleri tarafından takdir ödülü verilmiştir. Ontasarımdan uygulama sonrasına kadar genelde sorunsuz geçen bu proje, İngiltere capında devlet ve yerel yönetimlerin ulkeye örnek teşkil edecek bir ortaklık ilişkisi altında tamamlanmıştır [3].

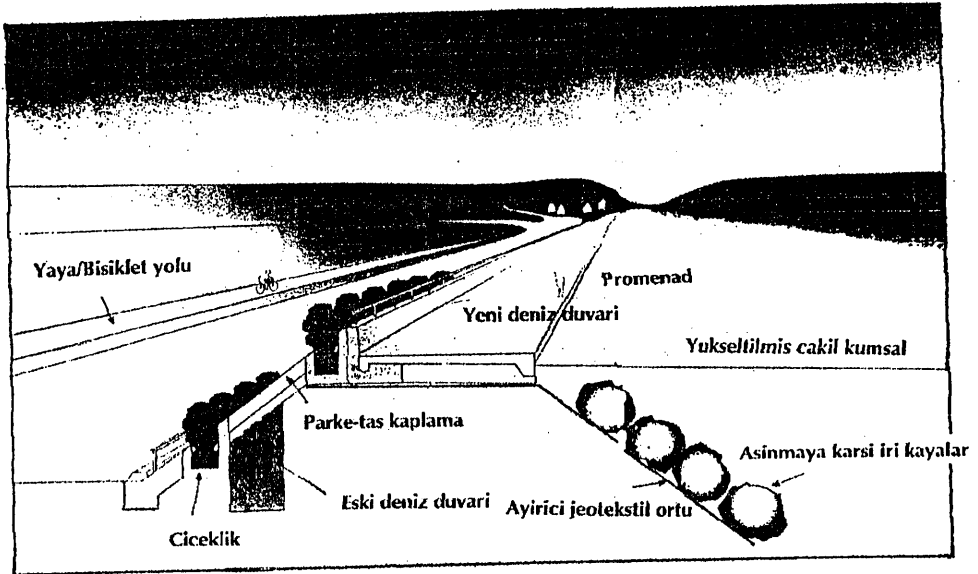
Butun olumlu yönlerine rağmen yapay kumsallandırma yolu ile kıyı koruma tekniği, gerekli hidrolik araştırmaların zamanında ve yeterince detaylı yapılmamış olması nedeniyle çoğu kez kıyı dengesini bozmuş ve planlandığından çok daha fazla masraflı olmuştur (özellikle yapım sonrası bakım maliyetleri sebebiyle). Bu yöntemin her kıyı için aynı ölçüde başarılı olamayacağı da bir gerçektir.

7. KAYNAKLAR

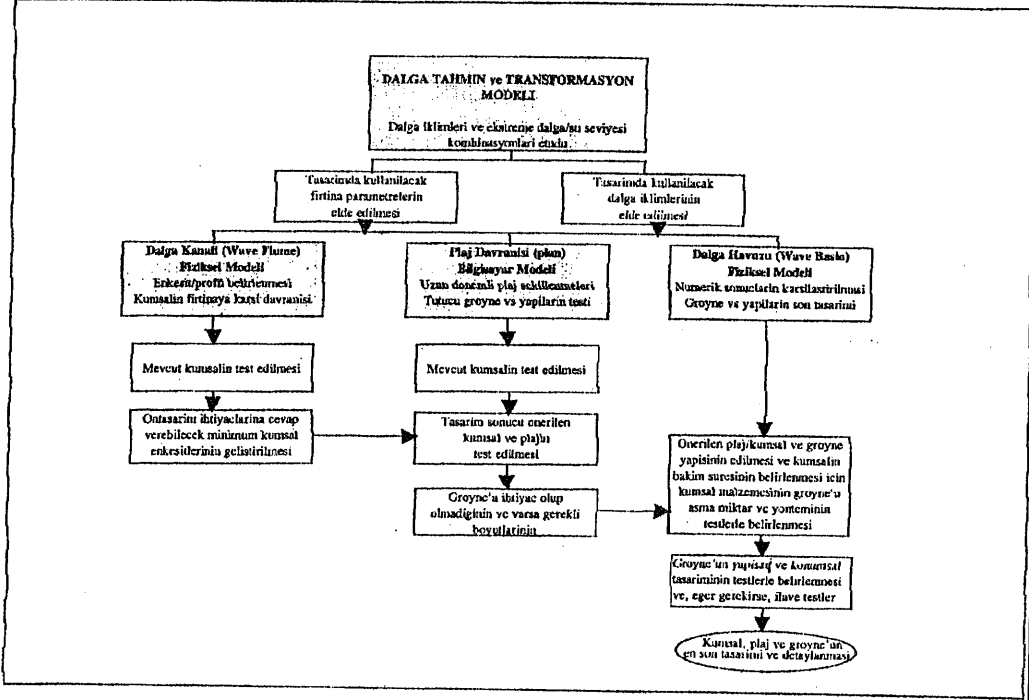
1. HR Wallingford, "Preston Beach Road Sea Defence, Hydraulic Model Studies - Final Report (Report EX 2914)", Project Report, England, September 1994.
2. Scott Wilson Kirkpatrick, "Preston Beach Road Sea Defence, Project No G4612 - Contract Documents", Project Report, England, July 1994.
3. Environment Agency / Dorset County Council / Weymouth & Portland Borough Council, "Preston Beach Sea Defences", Information Leaflet, England, September 1996.



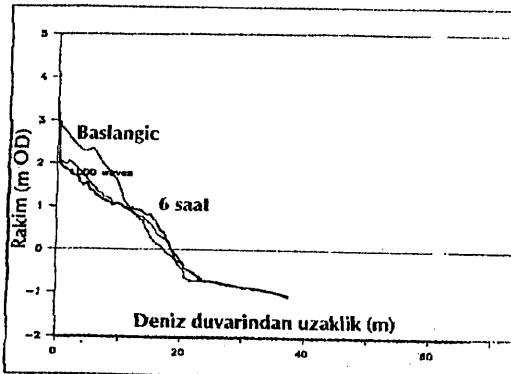
Sekil 2.1 Proje Alanı Yerlesimi; [1/]



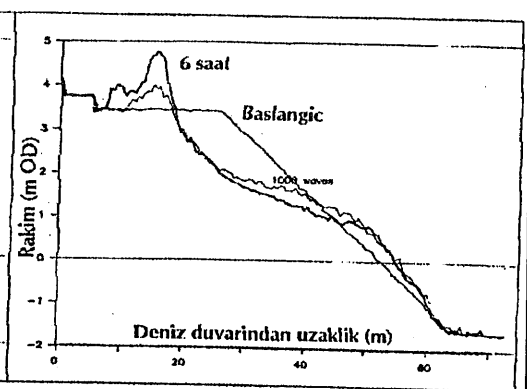
Sekil 3.1 Sematik Ontasarım; [2/]



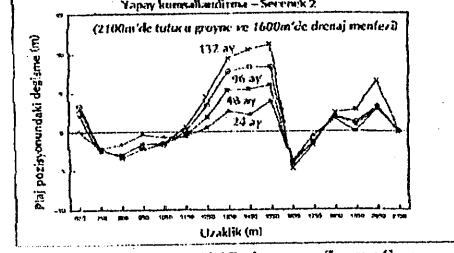
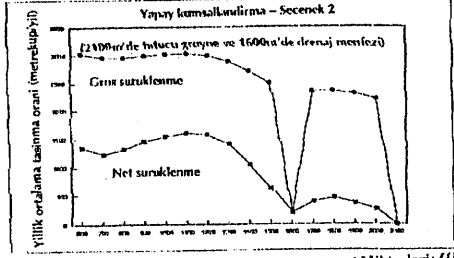
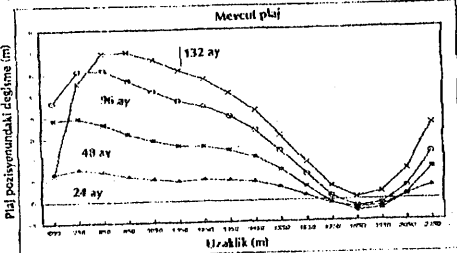
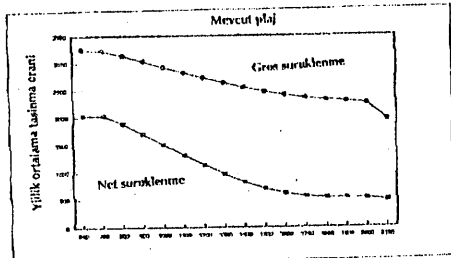
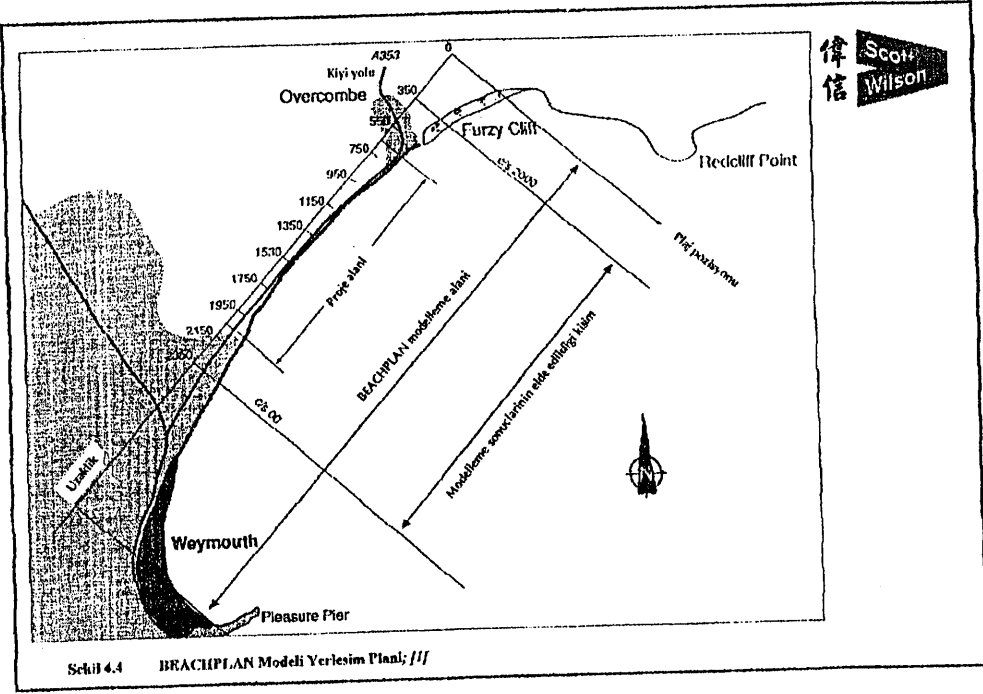
Sekil 4.1 Numerik ve Fiziksel Modellemeler Arasındaki Bağinti; [1]

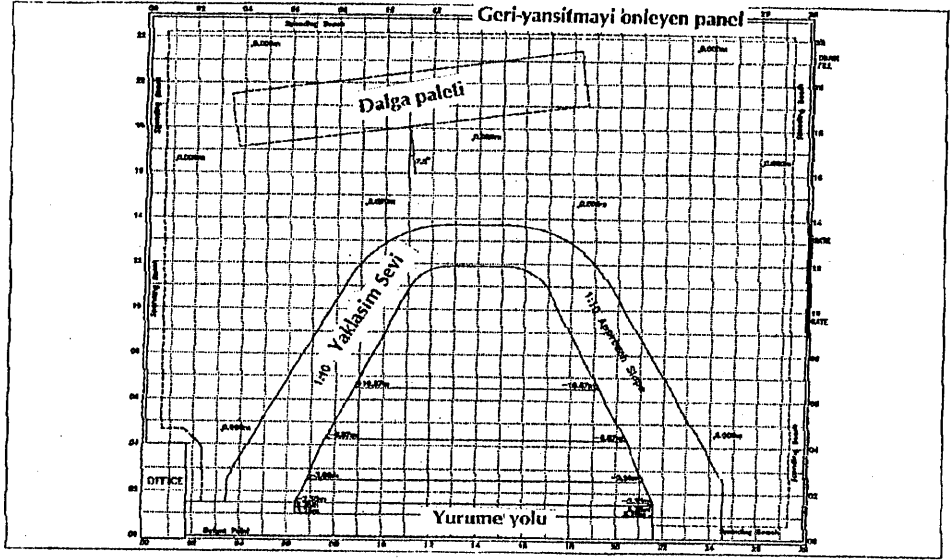


Sekil 4.2 Mevcut Plaj (uygulama öncesi): Test No. 8; [1]

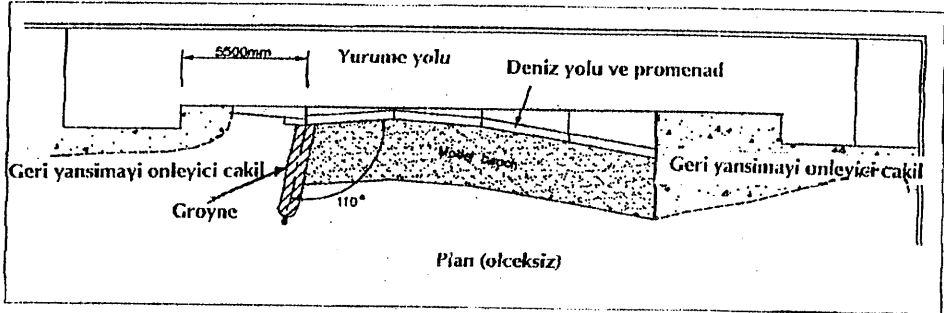


Sekil 4.3 Yapay Kumsallandırma (uygulama sonrası): Test No. 18; [1]

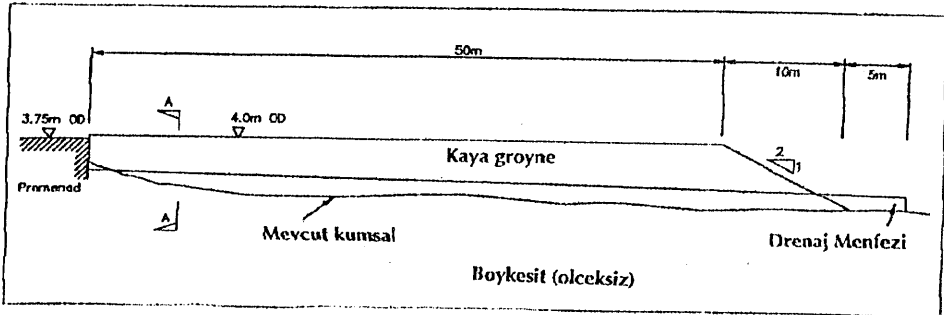




Sekil 4.9 Dalga Havuzu Planı; [1]



Sekil 4.10 Dalga Havuzu Modeli - Yapay Kumsallandırılmış Plaj Planı; [1]

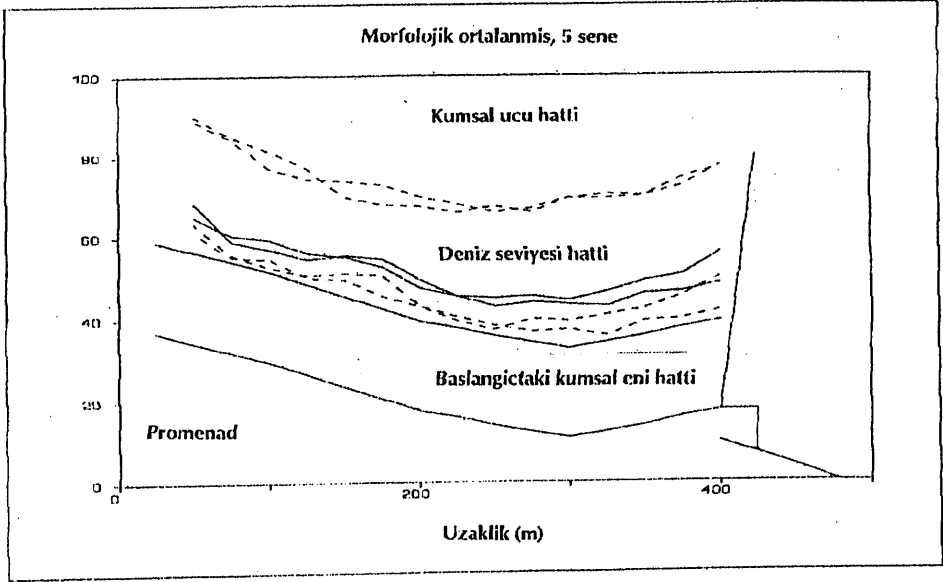


Sekil 4.11 Dalga Havuzu Modeli - Tutucu Groyne Boykesiti; [1]

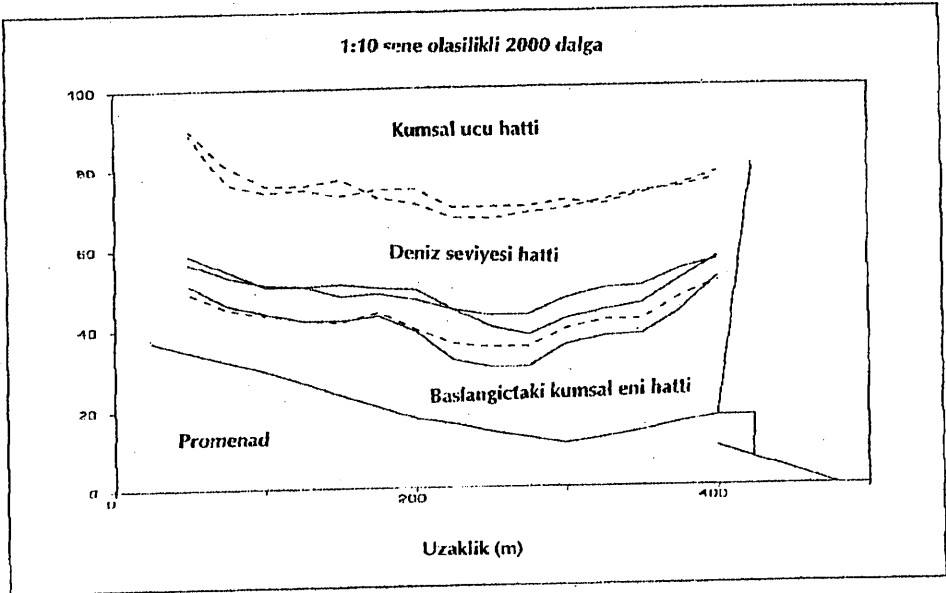
Sekil 4.12 Dalga Havuzu Modeli - Test No. 3 Sonuçları; [1]



Secenek 2, geliştirilmiş groyne



Secenek 2, geliştirilmiş groyne



Sekil 4.13 Dalga Havuzu Modeli - Test No. 4 Sonuçları; [1]