

**AKYAKA (MUĞLA) KUMSALI KUM TAŞINIMININ
MODELLENMESİ**

Elif YILMAZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2010
ANKARA**

Elif YILMAZ tarafından hazırlanan “AKYAKA (MUĞLA) KUMSALI KUM TAŞINIMININ MODELLENMESİ” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Lale BALAS

I. Tez Danışmanı, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yrd. Doç. Asu İNAN

II. Tez Danışmanı, Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Osman ÖZDEMİR

(İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Ünv.)

Prof. Dr. Lale BALAS

(İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Ünv.)

Yrd. Doç. Dr. Asu İNAN

(Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması

Anabilim Dalı, Gazi Ünv.)

Yrd. Doç. Dr. Şahnaz TİĞREK

(İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, O.D.T.Ü)

Dr. Aslı NUMANOĞLU GENÇ

(Akdeniz Kıyı Vakfı)

25/06/2010

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Elif YILMAZ

**AKYAKA (MUĞLA) KUMSALI KUM TAŞINIMININ
MODELLENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Elif YILMAZ

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Haziran 2010**

ÖZET

Gökova iç körfezinin doğusunda yer alan, Muğla ilinin Akyaka beldesinde Kuzey-Güney doğrultusunda uzanan kumsal, kıyıya yapılan yapılar, rüzgar, akıntı ve dalga etkileşimleri ile değişime uğramaktadır. Yapılan kıyı yapıları doğal kum taşınımı dengesini önemli ölçüde etkilemiş, bölgede erozyona neden olmuştur. Kıyı boyu ve kıyıya dik yöndeki kum taşınımı kıyı çizgisinin de değişimine neden olmaktadır. Bu çalışmada körfez doğusundaki rüzgar etkenli çevrinti hareketleri modellenmiş, mevcut kıyı yapılarının etkileri de göz önünde bulundurarak GENESIS (Kıyı Çizgisi Değişikliği Benzeşimi için Genelleştirilmiş Sayısal Model) sayısal modeli ile Akyaka kumsal kıyı boyu kum taşınımı incelenmiştir.

Bilim Kodu : 911.1.083
Anahtar Kelimeler : Kumsal, çevrinti, rüzgar, dalga, kum taşınımı, kıyı yapıları, erozyon, yığılma
Sayfa Adedi : 92
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Lale BALAS

MODELING OF SEDIMENT TRANSPORT OF AKYAKA (MUĞLA) BEACH
(M. Sc. Thesis)

Elif YILMAZ

GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
June 2010

ABSTRACT

The beach which is located along North - South direction in Akyaka in Muğla in the East direction of Gökova Bay is changing under the effects of coastal structures, wind, current and waves. Coastal structures significantly affect the natural sediment transport balance and cause erosion in the area. Longshore and offshore sediment transport lead to shoreline changes. In this study, wind induced circulation is modelled and longshore sediment transport along Akyaka beach considering the effects of coastal structures is examined with the help of GENESIS (GENeralized Model for SIMulating Shoreline Change) numerical model.

Science Code : 911.1.083

Key Words : Beach, circulation, wind, wave, sediment transport, coastal structures, erosion, sedimentation

Page Number: 92

Adviser : Prof. Dr. Lale BALAS

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım süresince hertürlü destek ve yardımla bana yol gösteren saygıdeğer hocam Prof. Dr. Lale BALAS'a, benimle birlikte bu çalışmada yer alarak yol gösteren aynı zamanda Yardımcı Danışmanım Yrd. Doç. Dr. Asu İNAN'a, bütün çalışmalarım boyunca gerek teknik gerek manevi, her anlamda her türlü desteği özveriyle sağlayarak yanımda olan çok değerli arkadaşım Faruk ÇETİN'e, resim ve birtakım dökümanların temininde bizden yardımlarını esirgemeyen Akyaka Belediye başkanına, belediye çalışanlarına, destek ve teşfiklerini her zaman hissettiğim aileme, çeşitli konularda destek ve yardım aldığım Mehmet ÜLGER, Mehmet ŞİRİN, Özkan AKPINAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bu çalışmaya veri oluşturan saha çalışmalarının yürütülmesinde ve konunun daha detaylı incelenmesinde katkıları olan TUBİTAK'a destekleri için teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xii
HARİTALARIN LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ	1
2. PROJE ALANI	7
3. DALGA İKLİMİ.....	14
4. RÜZGAR ÇEVRİNTİLERİ.....	17
5. GENESIS SAYISAL PROGRAMI	19
5.1. Kum Hacminin Korunumu ile Kıyı Çizgisi Değişimi Formülasyonu	20
5.2. Kum Taşınım Miktarı.....	24
5.3. Kıyı Boyu Taşınım Derinliği	25
5.4. Deniz Tabanı Ortalama Profil Şekli ve Eğim	26
6. UZUN DÖNEM DALGA İSTATİSTİĞİ İLE AÇIK DENİZ DALGA YÜKSEKLİK VE DÖNEMLERİNİN HESAPLANMASI	29
7. SEDİMENT TAŞINIMININ GENESIS SAYISAL MODELİ İLE MODELLENMESİ	31
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	46
KAYNAKLAR	47

Sayfa

EKLER.....	49
EK-1. Üç boyutlu hidrodinamik ve taşınım modeli (Hidrotam3).....	50
EK-2. Belirgin dalga yükseklikleri ve dönemlerini hesaplayan fortran programı	51
EK-3. Yönlere göre uzun dönem belirgin dalga yüksekliği aşılma olasılığı grafikleri.....	56
EK-4 GENESIS sayısal programının hesap yöntemi.....	58
EK-5 GENESIS girdi ve çıktı dosyaları.....	82
ÖZGEÇMİŞ	92

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Yönlere göre kabarma alanı uzunlukları.....	15

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Rüzgar Gülü (1987-2006 yılları arası).....	16
Şekil 4.1. Güney Batı (GB) yönünden 15 m/s hızla esen rüzgarların oluşturacağı ortalama çevrinti düzeni.....	17
Şekil 4.2. Kuzey (K) yönünden 20 m/s hızla esen rüzgarların oluşturacağı ortalama çevrinti düzeni.....	18
Şekil 4.3. Batı (B) yönünden 15 m/s hızla esen rüzgarların oluşturacağı ortalama çevrinti düzeni.....	18
Şekil 5.1. Kum hacminin korunumu birim hacim üç boyutlu görünümü (a), (b).....	22
Şekil 5.2. Kum hacminin korunumu birim hacim plan ve profili (a), (b).....	23
Şekil 7.1. Batı Güney Batı (BGB) yönünde $H=2$ m, $T=5$ s, $P(H>1/3)=0,008$	34
Şekil 7.2. Güney Batı (GB) yönünde $H=2$ m, $T=5$ s, $P(H>1/3)=0,008$	35
Şekil 7.3. Güney Batı (GB) yönünde $H=1$ m, $T=4$ s, $P(H>1/3)=0,04$	36
Şekil 7.4. Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde $H=2$ m, $T=5$ s, $P(H>1/3)=0,003$	37
Şekil 7.5. Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde $H=1$ m, $T=4$ s, $P(H>1/3)=0,04$	37
Şekil 7.6. Güney Batı (GB) yönünde $H=2$ m, $T=5$ s, $P(H>1/3)=0,003$, Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde $H=0,5$ m $T=3$ s $P(H>1/3)=0,4$	38
Şekil 7.7. Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde $H=2$ m, $T=5$ s, $P(H>1/3)=0,003$ ve Güney Batı (GB) yönünde $H=2,5$ m, $T=6$ s, $P(H>1/3)=0,002$	40
Şekil 7.8. Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde $H=2$ m, $T=5$ s, $P(H>1/3)=0,003$ ve Güney Batı (GB) yönünde $H=2,5$ m, $T=6$ s, $P(H>1/3)=0,002$	41
Şekil 7.9. Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde $H=2$ m, $T=5$ s, $P(H>1/3)=0,003$ ve Güney Batı (GB) yönünde $H=2,5$ m, $T=6$ s, $P(H>1/3)=0,002$	42
Şekil 7.10. Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde $H=2$ m, $T=5$ s, $P(H>1/3)=0,003$ ve Güney Batı (GB) yönünde $H=2,5$ m, $T=6$ s, $P(H>1/3)=0,002$	43
Şekil 7.11. Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde $H=2$ m, $T=5$ s, $P(H>1/3)=0,003$ ve Güney Batı (GB) yönünde $H=2,5$ m, $T=6$ s, $P(H>1/3)=0,002$	44
Şekil 7.12. Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde $H=2$ m, $T=5$ s, $P(H>1/3)=0,003$ ve Güney Batı (GB) yönünde $H=2,5$ m, $T=6$ s, $P(H>1/3)=0,002$	44

Şekil	Sayfa
Şekil 9.1. İç ve dış dalga dönüşüm modellerin işleyişi (a), (b).....	60
Şekil 9.2. Kırılan dalga açılarının tanımlanması.....	62
Şekil 9.3. Kıyı çizgisi dış hattı.....	64
Şekil 9.4. GENESIS RCPWAVE ve düm hesap akışı.....	66
Şekil 9.5. İki kaynak için difraksiyon katsayısı.....	69
Şekil 9.6. Sonlu kalanlar grid dağılımı.....	73

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Çalışma alanı kıyı şeridinin 1945'teki görünümü.....	8
Resim 2.2. Çalışma alanı kıyı şeridinin 2010 yılı görünümü ve erozyona uğrayan bölge (yuvarlak içinde), M: Mahmuz D: Dalgakıran, A1 ve A2: Azmaklar.....	8
Resim 2.3. Çalışma alanının 1945 ve bugünkü kıyı şeritleri görünümü.....	9
Resim 2.4. Dalgakıranın batısında yer alan belediye plajı	9
Resim 2.5. Kadın azmağı çıkışı (A2), Dalgakıran (D).....	10
Resim 2.6. Dalgakıranın doğusundan bağlanan Kadın Azmağı (A2).....	11
Resim 2.7. Dalgakıranın doğusundan bağlanan Kadın Azmağı (A2).....	11
Resim 2.8. Mahmuzun(M) güneyinden denize bağlanan Kanlı Azmak (A1).....	12
Resim 2.9. Mahmuz (M) ile Dalgakıran (D) arasında kalan erozyona uğrayan kısım (a),(b).....	13

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 2.1. Çalışma alanı.....	8
Harita 3.1. Belirgin dalga yükseklikleri ve dönemleri hesabında kullanılan esme mesafeleri	15

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
A	Ölçü parametresi olarak adlandırılan ampirik katsayı
a₁, a₂	Boyutsal olmayan parametreler
b	Dalga kırılmasını ifade eden alt simge
C_g	Doğrusal dalga teorisine göre dalga grubu hızı (m/s)
D	Su derinliği (m)
D_B	Su yüzeyi üzerinde kalan düşey uzunluk (m)
D_C	Deniz yönünde taban eğiminin sıfıra yaklaştığı derinliği ifade eder (m)
D_{LT}	Kıyı boyu taşınımının gerçekleştiği taşıma derinliği (m)
D_{LT0}	Kıyı boyu taşınımının azami derinliği (m)
F	Kabarma Alanı Uzunluğu (m)
f	Etkili kabarma mesafesi (m)
g	Yerçekimi ivmesi (m/s ²)
H	Dalga yüksekliği (m)
H₀	Derin su belirgin dalga yüksekliği (m)
H₀ / L₀	Derin su dalga dikliği
H_e	Bir yılda sadece 12 saat süreli meydana gelen dalga yüksekliği (m)
K₁, K₂	Ampirik katsayı, GENESIS kalibrasyon parametresi
L₀	Derin su dalga boyu (m)
p₀	Kumun porozitesi
Q	Kıyı boyu kum taşınım debisi (m ³ /s)
q	Kıyının birim genişliğindeki kum debisi (m ³ /s)
q₀	Açığa taşınan kum debisi (m ³ /s)

Simgeler	Açıklama
q_s	Kıyıya taşınan kum debisi (m^3/s)
t	Rüzgâr Süresi (s)
$\tan\beta$	Taban eğimi
T_e	Bir yılda sadece 12 saat süreli meydana gelen dalga dönemi (s)
U	Rüzgâr Hızı (m/s)
V_{ort}	Ortalama esme hızı (m/s)
x, y	Kıyı boyu uzunluğu gösterir (m)
γ	Kırılma indeksi
ΔV	Birim hacim değişikliği (m^3)
θ_b	Kırılan dalgaların dalga yaklaşım açısı
ρ	Su yoğunluğu (kg/m^3)
ρ_s	Kum yoğunluğu (kg/m^3)
$(H_{1/3})_b$	Kırılma derinliğindeki belirgin dalga yüksekliği (m)
Δx	Kıyı çizgisinin kıyı boyu uzunluğu (m)
Δy	Kıyı çizgisinin kıyıya dik uzunluğu (m)

Kısaltmalar	Açıklama
D	Doğu
DKD	Doğu kuzey doğu
DGD	Doğu güney doğu
GD	Güney doğu
K	Kuzey
KD	Kuzey doğu
KKD	Kuzey kuzey doğu
KKB	Kuzey kuzey batı
KB	Kuzey batı
G	Güney
GD	Güney doğu

Kısaltmalar	Açıklama
GGD	Güney güney doğu
GGB	Güney güney batı
GB	Güney batı
B	Batı
BKB	Batı kuzey batı
BGB	Batı güney batı
DMI	Devlet Meteoroloji İstasyonu
GENESIS	GENERalized Model for SIMulating Shoreline Change
SSY	Sakin su yüzeyi
RMS	Hata karelerinin ortalamasının karekökü

1. GİRİŞ

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

Kıyılarının oluşumunda, farklı doğa olayları (iklim değişikliği, jeolojik oluşumlar) ya da doğal olmayan etkenler (kıyı yapıları) farklı zaman ölçeklerinde kıyılarının şekillenmesini sağlar. Kıyı yapıları, kıyı hidrodinamiği doğru anlaşılıp doğru tasarlandığı sürece kıyı alanlarını koruyabileceği gibi, yanlış tasarlanmış yapılar kıyılarda istenmeyen kum yığılmaları ya da erozyonları gibi olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir.

Kum, kayaların fiziksel ve kimyasal yollarla ayrışmasıyla oluşan parçalanmış madde olarak tanımlanabilir. Kum taşınımı, yerçekimi ve sürüklenme kuvveti ile kumun hareketini içerir. Kıyısal kum taşınımı, uzun dönemde kıyı çizgisini değiştirmesi açısından önem taşımaktadır. Kıyı boyu kum taşınımına sebep olan en önemli etken dalga etkenli kıyısal akıntılardır. Gel-git, rüzgar ve yoğunluk farkı etkenli akıntılar ikincil nedenlerdir. Kıyıya eğik olarak yaklaşan dalganın kırılması ile oluşan akıntının kıyıya dik ve paralel yönde iki bileşeni vardır. Bunlardan kıyıya dik yöndeki bileşen kıyıya dik yöndeki taşınımı, kıyıya paralel yöndeki bileşen ise kıyı boyu taşınımı oluşturur. Kıyıya dik yöndeki taşınım, kıyı taban profilinde değişime neden olurken, kıyı boyu taşınım kıyı çizgisinde değişime neden olur. Bu nedenle kum taşınımı incelenmesinde, kıyısal bölgenin rüzgar ve dalga gücü çalışmalarını önemlidir. Derin denizde oluşan dalgalar, kıyıya yaklaşırken birtakım değişikliklere uğrarlar. Bu değişiklikler, dalga transformasyonu adı altında, dalganın kıyıya doğru ilerlerken uğradığı dönme, sapma, yansıma, sıkışma, kırınım ve kırılma hareketleridir [CEM, 2001]. Kum taşınımı incelenen bölgede, dalga iklimi çalışması sonucu, çalışma alanına gelen dalgaların yönleri göre uzun dönem dalga istatistik verilerinin elde edilmesi, bu veriler kullanılarak, derin deniz dalgalarına ait kırılma yüksekliklerinin, derinliklerinin ve açılarının hesaplanması gereklidir. Bu

değerler kullanılarak ve dalga oluşma olasılıkları da göz önünde bulundurularak yönlemlere göre yıllık katı madde taşınım miktarları belirlenir.

Tarihte evler, marinalar, deniz fenerleri gibi yapıların kıyılarda erozyondan kaynaklı olarak yitirildiği görülmektedir. Bu nedenle kıyıların erozyona karşı korunması inşaat mühendisleri için her zaman bir çalışma konusu olmuştur. Kıyı korunması ve sahil stabilizasyonu kıyı mühendisliğinin önemli çalışma alanlarından biridir. Kıyı çizgisi değişikliği; rüzgar, dalga, akıntı, su seviyesi, kum gibi etkenlerle kontrol edilir. Çoğu kıyısal olaylar ve bu olaylara verilen tepkiler doğrusal bağıntılı değildir, yer ve zamanda büyük değişiklik gösterir. Kıyı değişiminin tahmin edilmesi çok zor olsa da, yapı tasarımı ve kıyı koruma projeleri için bu değerlendirilmelerin yapılması gereklidir.

Modelleme, bir sistemin ya da işlemin matematiksel, algoritmik ya da davranışsal karakteristiklerinin açıklanmasıdır. Kıyı çizgisi değişimi, analitik yöntemler, sayısal modeller ya da fiziksel modeller ile incelenebilir. Analitik yöntemler, geniş çaplı çevresel ve mühendislik koşullarında kıyı şeridinin tepkilerinin nitelik ve nicelik hesaplanmalarında basit ve ekonomik olarak çözümler sağlar. Fakat değişkenler arttıkça analitik çözümler gittikçe zorlaşmaktadır. Sayısal modeller daha geneldir ve istenen probleme yönelik sınır koşulları belirlenmesine olanak tanır. Sayısal modellerde incelenen olaydaki her bir fiziksel parametre bir matematiksel ifade ile tanımlanır ve tanımlanan ifadeler uygun sayısal yöntemlerle çözülür. Fiziksel modeller, gerçek sistemin belirli oranlarda küçültülerek incelenmesini sağlarlar. Fiziksel modeller en güvenilir ve en doğru sonuçları verseler de, pratik olmayan, yüksek maliyet ve uzun zaman gerektiren uygulamalardır. Bilgisayar teknolojisindeki gelişime paralel olarak, son yıllarda kıyısal kum taşınımı sayısal modellerinin de sayılarında artış görülmüştür. Kum taşınımı hem kıyıya dik yönde hem de kıyıya paralel yönde olmaktadır. Kıyıya dik yöndeki taşınım kısa süreli olmasına karşın kıyıya paralel yöndeki taşınım uzun süreler sonucunda oluşur. Taşınım mekanizmalarının farklılığından dolayı her iki taşınımı birden modellemek birçok varsayımı gerektirmektedir ve bu da sonucun gerçekten uzaklaşmasına neden olur. Kıyıya dik yöndeki taşınım ve kıyıya paralel yöndeki taşınımın ayrı ayrı

modellenmesi daha sağlıklı sonuçlar verir. Bu çalışmada kıyıya dik yöndeki taşınımı hesaba katmadan, kıyı boyu kum taşınımını modelleyen US Army Corps of Engineers tarafından geliştirilen GENESIS (GENeralized Model for SIMulating Shoreline Change) sayısal modeli kullanılmıştır [Hanson ve Kraus, 1991].

Kum taşınımının doğru modellenebilmesi için kıyı hidrodinamiği iyi anlaşılmalıdır. Bu konuda yapılan bir çalışmada [Elfrink ve Baldock, 2002]; dalga kırılma bölgesindeki baskın hidrodinamik kuvvet ve bunun sonucu meydana gelen kum taşınım hareketleri incelenmiş, ihtiyaç olan ölçümler ve modelleme çalışması ile desteklenmiştir. Çalışmanın sahillerdeki kum hareketiyle direk ilgili olan bakış açılarına odaklanması ile birlikte bütün yakın kıyı davranışı içinde dalga kırılma bölgesinin önemi belirtilmiştir. İnceleme analitik ve sayısal modelleme ile saha ve laboratuvar verilerini içermektedir.

Briganti ve Dodd (2008) çalışmalarında Gudonov-tipi şemalara dayanan doğrusal olmayan sığ su denklemlerinin sayısal modelleri, farklı kıyı çizgisi sınır koşulları kullanılarak karşılaştırılmıştır. Çalışma, Peregrine ve Williams'ın kesilmiş düz sahiller için dalga aşmasına [Peregrine ve Williams, 2001] dayanmaktadır. Bu çalışmanın, kıyı çizgisi sınır koşulları iyileştirilmesinde çalkantılı bölgedeki ilgili tüm parametreler açısından performanslarını değerlendiren en iyi test olduğu düşünülmüştür. Kıyı çizgisi yörüngesi ve akış hızı modellemesi üzerinde durulmuştur. Hareketin ilk aşamalarındaki hız uyumsuzluğu vurgulanmıştır. Test tekniklerinin çoğu azami tırmanma bakımından benzer şekilde yapılmış ve geri dönüş safhası tüm durumlarda kritik bulunmuştur. Bir diğer çalışmada hız tahminlerinin doğruluğunu arttıran basit bir teknikte geliştirilmiştir [Brocchini ve ark., 2001]. Tanım kümesinin duyarlılığı ve ıslak hücreyi tanımlayan su derinliği üst değeri için duyarlılık analizi de gösterilmiştir.

Larson ve ark.(1997) çalışmalarında, kıyı yapılarının yakınındaki kıyı şeritlerinin değerlendirilmesi için analitik çözümler sunmaktadır. Bağımsız dalgakıran için bulunan sonuç, dalgakıran arkasındaki çıkıntının zamanla büyüdüğünü ve ilintili ilk kıyı çizgisinin dalga kıran uçları boyunca geri çekildiğini göstermektedir. Deniz

seddinin hareketini açıklayan çözüm, kıyı boyu kum taşınım hızı ve kırılan dalga açısı değişimi kullanılarak elde edilmiştir. Mahmuz yada jetlerin dalga kırınımının hareket yönünün, belirlenen bir fonksiyon ile dalga açısının kıyı boyu değişimini sağlayarak ve ya çok sayıda çözüm bölgesi kullanarak modellenmesi içinde benzer bir teknik kullanılmıştır. Dalga kırana ters yöndeki birikim için ve zamanla sinüs eğrisi şeklinde değişen kırılan dalga açısıyla dalga kıran etrafındaki kıyı çizgisi değişimi için de durumlar gösterilmiştir. Tek bir dalga kıran için ters yönde birikimin baypas etkisi gösterilmiştir.

Analitik yöntemler kullanılarak yapılan çalışmalardan bir diğerinde [Requejo ve ark., 2008]; yeni orta-uzun dönem sahil değerlendirme modeli önerilmiştir. Model, analitik olarak bütünleşik kum korunum denklemine ve sahil değerlendirme modeline dayanmaktadır. Kum korunum denklemi, kum sağlanmasını ya da kaybını sağlar. Sahil değerlendirme modeli, kum teminini ya da kaybını sahil boyunca tekrar dağıtır. Önerilen model birçok teorik ve arazi verileri ile sınanmıştır. Modelin avantajlarını göstermek için klasik tek çizgi modelleriyle karşılaştırılmıştır.

Deterministik sayısal modellerin çoğu dalga hareketini ve kıyısız akıntıları doğru olarak tahmin etmesine rağmen, temel denklemlerin ve bunların uygulamalarının kum-su arayüzünün zamana bağlı değişimine izin vermemesi ya da detay derecesinin jeolojik zaman simülasyonunu engellemesinden dolayı, bu modeller jeolojik zamana göre kum hareketini yansıtamamaktadır. Sunulan model jeolojik modellemede kazanılan bilgiye dayanmaktadır. Model, akımın zamana bağlı bileşeninin (dalga, gel git) çoğunlukla periyodik olduğu gerçeğine ve kum taşınımına net etkisinin yöne bağlı taşınım hızları olarak karakterize edilebileceğine dayanmaktadır. Akım değişikliğine yol açan günlük ve mevsimsel hava değişimleri istatistiksel olarak incelenmektedir böylece taşınım alanı birkaç yıllık zaman döneminde çalışılmaktadır. Her zaman adımında, kum taşınım alanı, su akışı (dalga ve akımlar) ve batimetrik olarak hesaplanmaktadır. Daha sonra kum dağılımı yapılarak akış tekrar hesaplanmaktadır. Model uzun dönem deniz seviyesi, iklim ve her adımda değişen koşullar için kum giriş değişikliklerini göz önüne almaktadır.

Kum taşınımıyla ilgili tek boyutlu düşey ve üç boyutlu sayısal modeller geliştirilmiş ve Kuzey Avusturya'da Tores Strait bölgesine uygulanmıştır [Margvelashvili ve ark., 2008]. Bir boyutlu model, ölçülen dalga ve akıntı ölçümleriyle yapılmış, sıralı asimilasyon algoritması kullanılarak ölçülen askıdaki kum konsantrasyonlarıyla kalibre edilmiştir. Algoritma model ve datalar arasında iyi bir uyum sağlamıştır. Modellenen dalga ve akıntılarla elde edilen üç boyutlu kum modeli, kum taşınımını sığ suda 1997-2000 yılları arasında muson ve değişen dalgalar için benzeştirir. Model, sığ suda kum taşınımının güçlü mevsimsel değişikliklerini mevsimsel olarak değişen hidrodinamiğe bağlı olarak tahmin etmektedir. Olağan üstü olaylarla oluşan kum taşınımındaki değişimleri açıklamaktadır. Geliştirilen model, bilimsel hipotezleri test etmek için bir platform sağlamaktadır. Kalibrasyon eklenmesi, belirsizlik analizleri içermesi ile aynı zamanda işletme içerikli de kullanılabilmektedir [Margvelashvili ve ark., 2008].

Kum taşınımı modellenmesi için geliştirilmiş sayısal modellerden, kullanıcıya kolaylık sağlaması açısından paket program haline getirilenler vardır. SMC; İspanyol Çevre Bakanlığı ve Cantabria Üniversitesi tarafından geliştirilmiş kıyı modelleme sistemidir [Gonzalez ve ark., 2006]. Sistem, "Spanish Beach Nourishment and Protection Manual" içinde önerilen yöntemin uygulanması için geliştirilen çeşitli sayısal modelleri içermektedir. Bu yöntemle göre SMC, 5 modülden yapılandırılmıştır. (1) ön işlem modülü; (2) kısa dönem modülü; (3) uzun dönem modülü; (4) kıyısal alan modülü; ve (5) eğitmen modülü. Ön işlem modülü SMC'nin değişik program ve modellerinde kullanılan morfodinamik bilgilerin veri tabanlarında işlem yapmaya izin verir. Kısa dönem-uzun dönem modülleri kıyısal sistemlerin çeşitli ölçeklerde incelenmesini içerir (saatlik-aylık ve yıllık) ve profil ile plan modellerinin birleşiminden oluşur. Kıyısal alan modülü işlem yapılan batimetrisinin değiştirilmesini ya da birçok yerden alınan batimetrelerin bir dosya altında birleştirilmesini içerir. Eğitmen modülü kıyı mühendisliği tasarım ve analizi hakkında kapsamlı bir kaynağa sahiptir [Gonzalez ve ark., 2006].

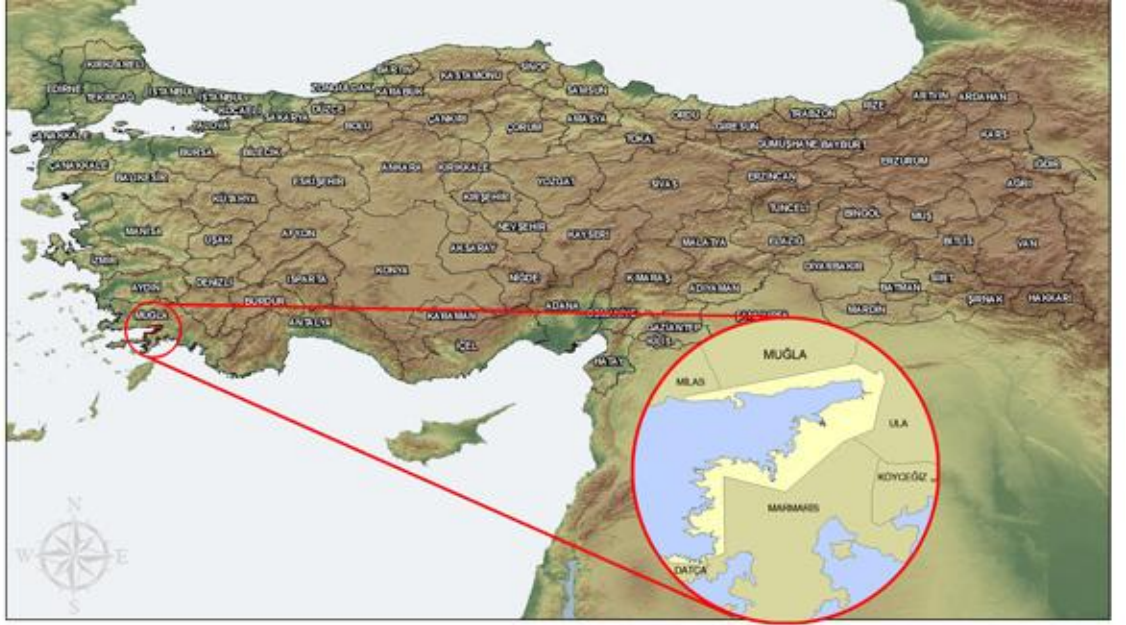
Geliştirilen sayısal modellerden en çok kullanılanı, kıyı boyu kum taşınımını modelleyen GENESIS'dir (GENeralized Model for SIMulating Shoreline Change)

(Kıyı Çizgisi Değişikliği Benzeşimi için Genelleştirilmiş Sayısal Model). GENESIS, kıyı boyu kum taşınımında uzaklığa ve zamana bağlı olarak kıyı çizgisinde oluşacak değişiklikleri benzeştirmektedir. Modelin en büyük avantajı kıyı boyunca yapılan yapılara karşılık kıyı değişiminin izlenebiliyor olabilmesidir [Hanson ve Kraus, 1991].

Kıyı çizgisi değişim modelleri, GENESIS de dahil olmak üzere, diğer girdi parametreleriyle birlikte, sahil yapılarının konfigürasyonu, sınır durumu, değişen dalga şartları altında, uzun dönemde kıyı çizgisinin değişimini benzeştirirler.

2. PROJE ALANI

Gökova Körfezi, Ege bölgesi kıyılarının güneyinde yer almakta olup Doğu-Batı doğrultusunda uzanmaktadır. 28-29 derece doğu meridyenleri, 37-38 derece kuzey paralelleri körfezin matematiksel olarak konumunu belirtmektedir. Çalışma alanı; Gökova körfezinin ucunda yer alan Kuzey-Güney doğrultusunda uzanan kıyı bölgesidir (Harita 2.1). Kıyı bölgesinin içinde bulunduğu yerleşim beldesi Akyaka'dır.



Harita 2.1. Çalışma alanı

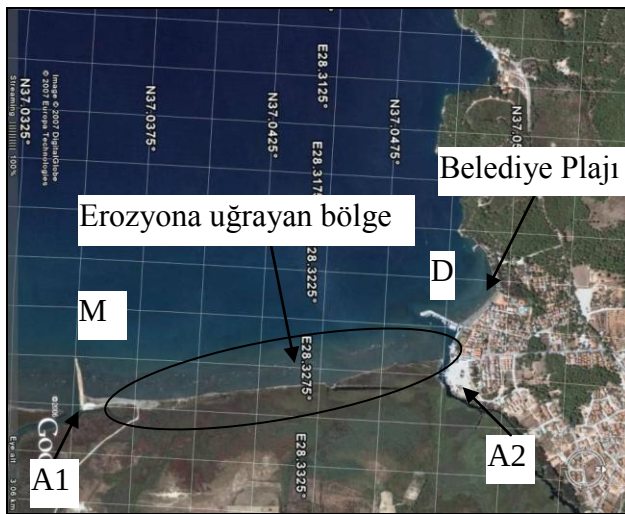
Çalışma alanının 1945 yılındaki görünümü Resim 2.1'de, 2010 yılındaki görünümü Resim 2.2'de verilmiştir. 1945 yılı ve bugünkü kıyı çizgileri Resim 2.3'de karşılaştırılmaktadır.

Resim 2.1 ve Resim 2.2 karşılaştırıldığında iki resim arasındaki en belirgin fark, 1945 yılındaki kıyı çizgisinde (Resim 2.1) hiç bir kıyı yapısı yokken bugünkü kıyı çizgisinde (Resim 2.2) iki adet kıyı yapısı mevcuttur. Bunlardan “D” sembolü , körfezin kuzeyindeki yaklaşık 200 m uzunluğundaki dalgakıranı , “M” sembolü ise körfezin güneyindeki yaklaşık 150 m uzunluğundaki mahmuzu

temsil etmektedir. “A2” dalgakıranının doğusundan denize deşarj olan azmağı (Kadın Azmağı), “A1”mahmuzun güneyinden denize deşarj olan azmağı (Kanlı Azmak) ifade etmektedir. Kıyı yapılarından dalgakıran mahmuzdan daha önce yapılmıştır. Kadın Azmağı (A2) üzerindeki gemilere barınak sağlamak amacı ile yapılmıştır. Dalgakıranın yapımından sonra dalgakıranın doğusunda erozyon, batısında ise kum birikimi başlamıştır. İleriki yıllarda bölgedeki erozyonu engellemek için DSİ (Devlet Su İşleri) körfezin güneyindeki Mahmuza”M” yapmıştır.



Resim 2.1. Çalışma alanı kıyı çizgisinin 1945'teki görünümü



Resim 2.2. Çalışma alanı kıyı çizgisinin 2010 yılı görünümü ve erozyona uğrayan bölge (yuvarlak içinde), M: Mahmuz, D: Dalgakıran, A1 ve A2: Azmaklar



Resim 2.3. Çalışma alanının 1945 ve bugünkü kıyı çizgileri görünümü

Kıyı çizgisindeki değişimi daha açık bir şekilde görebilmek için Resim 2.1 ve Resim 2.2 AutoCAD programı ile üst üste oturtulmuştur(Resim 2.3). Resimde 1945 yılından bugüne kadar olan değişim görülebilmektedir. Dalgakıranın batısında ve Kadın Azmağının ağzında kum birikimi görülmektedir, dalgakıran ile mahmuz arasında ise kıyı boyunca erozyon söz konusudur. Mahmuzun güneyinde erozyon gibi görünen kısmında aslında kum birikimi oluşmaktadır, fakat DSİ Kanlı Azmakta (A1) nehir düzenlemeleri adı altında azmağın ağzında biriken kumu devamlı taramaktadır.

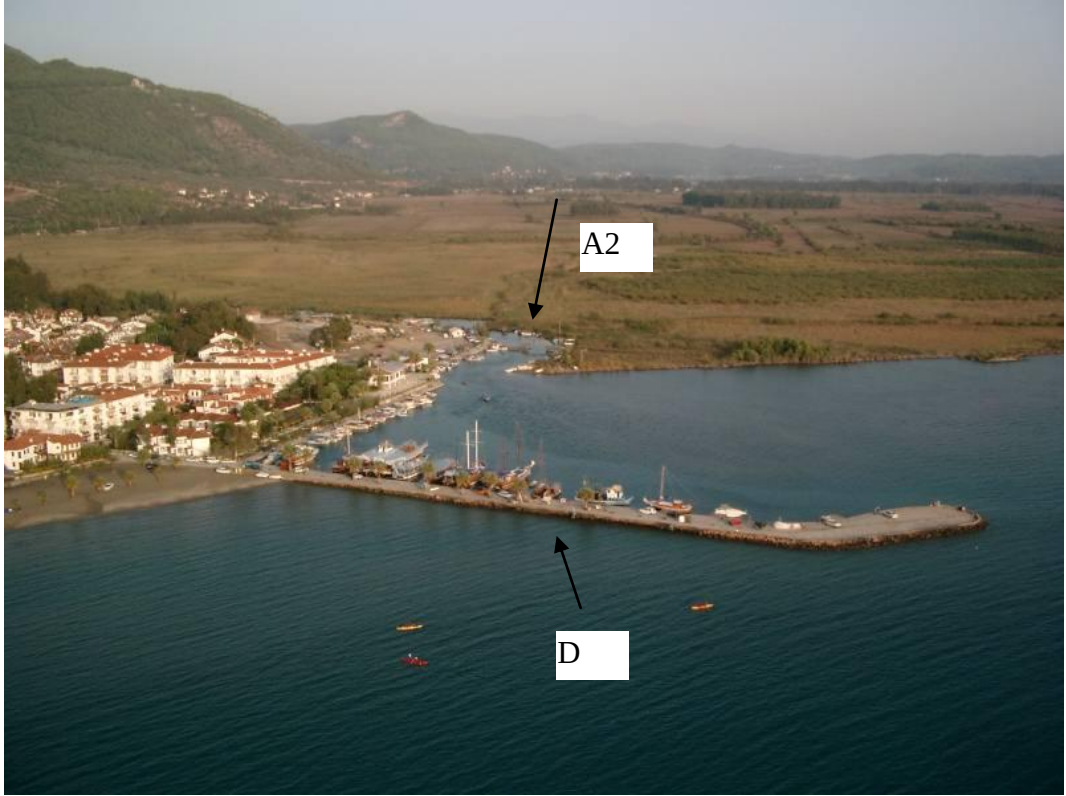
Belediye Plajı : Çalışma alanının sağında bir dalgakıran yer almaktadır. Dalgakıranın batısında kum birikimi olmuştur ve Belediye plajı olarak kullanılmaktadır (Resim 2.4).



Resim 2.4. Dalgakıranın batısında yer alan belediye plajı

Resimde (Resim 2.4.) Kadın azmağının (A2) batısında kalan belediye plajı ve 1980'lerde gemiler için barınma amaçlı yapılmış olan dalgakıran (D) görülmektedir. Kadın azmağının (A2) denize deşarj olduğu kısımda, dalgakıranın (D) doğusunda da kum birikimi görülmektedir.

Gökova 1988 yılında Özel Çevre Koruma Alanı ilan edilmiştir. Mavi bayrak; bağımsız Foundation for Environmental Education (FEE) organizasyonu tarafından; temizlik, sağlık ve güvenlik açısından belirli kriterleri sağlayan sahil ve marinalara verilen bir işarettir. Akyaka belediye plajı mavi bayrak almıştır.



Resim 2.5. Kadın azmağı çıkışı (A2), Dalgakıran (D)

Kadın Azmağı (A2) : Yeraltından çıkan suların oluşturduğu akarsulara azmak adı verilir. Kadın Azmağı, Sakar Dağı'ndan çıktığı noktadan başlayarak iki kilometre boyunca sazlıkların arasından kıvrılarak denize ulaşmaktadır (Resim 2.6, 2.7).



Resim 2.6. Dalgakıranın doğusundan bağlanan Kadın Azmağı (A2)



Resim 2.7. Dalgakıranın doğusundan bağlanan Kadın Azmağı (A2)

Kanlı Azmak : Gökova körfezinin Akçapınar tarafında yer alan Kanlı Azmak yeni Datça yoluna kadar devam etmektedir (Resim 2.8).



Resim 2.8.Mahmuzun(M) güneyinden denize bağlanan Kanlı Azmak (A1).

Erozyona Uğrayan Kısım : Bölgede daha önce plaj olarak kullanılan yuvarlak içindeki kısım (Resim 2.2) mahmuz ve dalgakıranın yapımından sonra erozyona uğramıştır. Dalgakıranın (D) batısındaki kısım halen plaj olarak kullanılmakta iken doğusu kaybedilmiştir. 1945 yılındaki kıyı çizgisi ile bugünkü kıyı çizgisi karşılaştırıldığında kıyı çizgisinin yaklaşık 60m geri çekildiği ve erozyon olduğu görülmektedir (Resim 2.9).



(a)

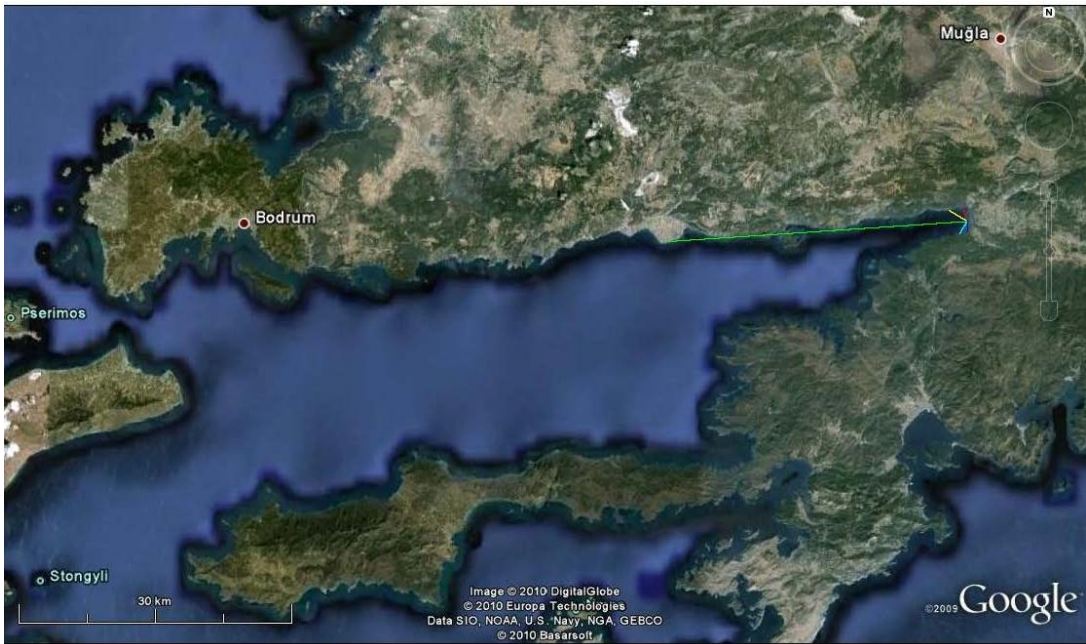


(b)

Resim 2.9. Mahmuz (M) ile dalgakıran (D) arasında kalan erozyona uğrayan kısım (a), (b)

3. DALGA İKLİMİ

Bir bölgedeki kum taşınımını sağlıklı bir şekilde modelleyebilmek ve uzun dönemdeki kıyı çizgisini doğru tahmin edebilmek için, o bölgenin hidrodinamiği iyi anlaşılmalıdır. Bölgenin hidrodinamiğinin iyi anlaşabilmesi için öncelikle Bodrum Devlet Meteoroloji İstasyonundan alınan 1987-2006 yılları arası rüzgar verileri kullanılarak bölgenin rüzgar gülü oluşturulmuştur (Şekil 3.1). Daha sonra her bir yön için çalışma alanından ana kara parçasına kadar olan mesafeler (kabarma alanı uzunlukları) Google-Earth programı yardımıyla ölçülmüştür. Uzun dönem dalga istatistiğiyle bu rüzgar verileri ve esme mesafelerinden (Harita 3.1 ve Çizelge 3.1) yararlanılarak her bir yön için dalga yükseklikleri ve dalga yönleri belirlenmiştir. Ayrıca her yön için dalgaların oluşma olasılıkları kullanılarak taşınımın yönü belirlenmiştir.



(a)

Harita 3.1 Çalışma alanı kabarma alanı uzunlukları (a), (b)

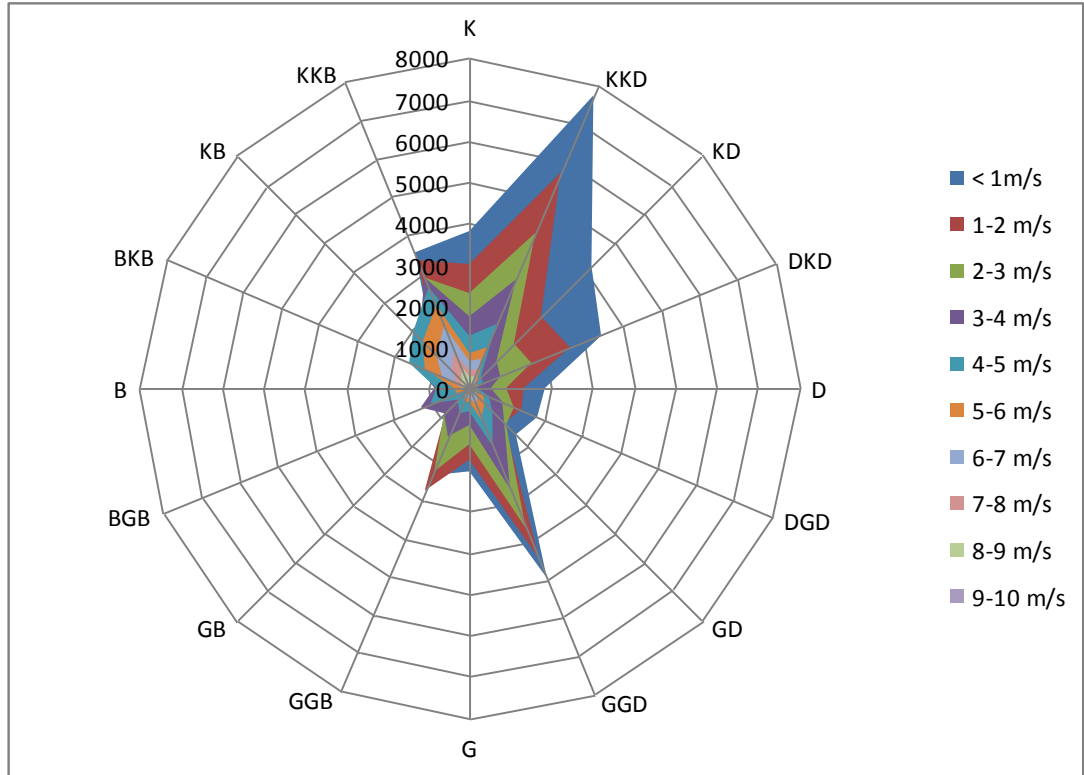


(b)

Harita 3.1 Çalışma alanı kabarma alanı uzunlukları (a), (b)

Çizelge 3.1. Yönlere göre kabarma alanı uzunlukları

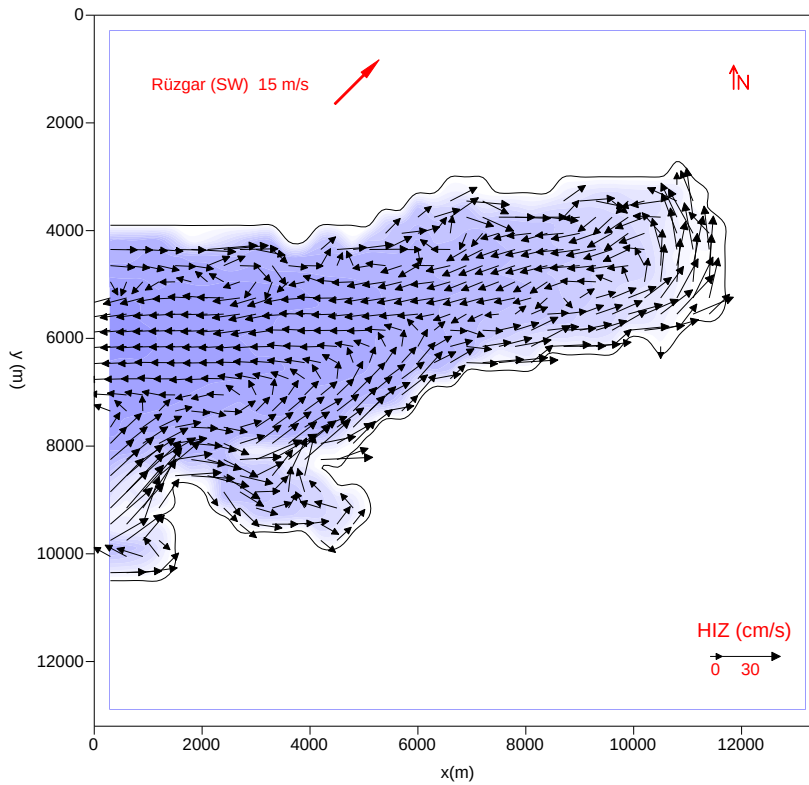
Yön	Kabarma Uzunluğu (km)	Yön	Kabarma Uzunluğu (km)
Kuzey Kuzey Batı (KKB)	2	Batı Güney Batı (BGB)	1500
Kuzey Batı (KB)	6	Güney Batı (GB)	1300
Batı Kuzey Batı (BKB)	30	Güney Güney Batı (GGB)	3
Batı (B)	1300	Güney (G)	2



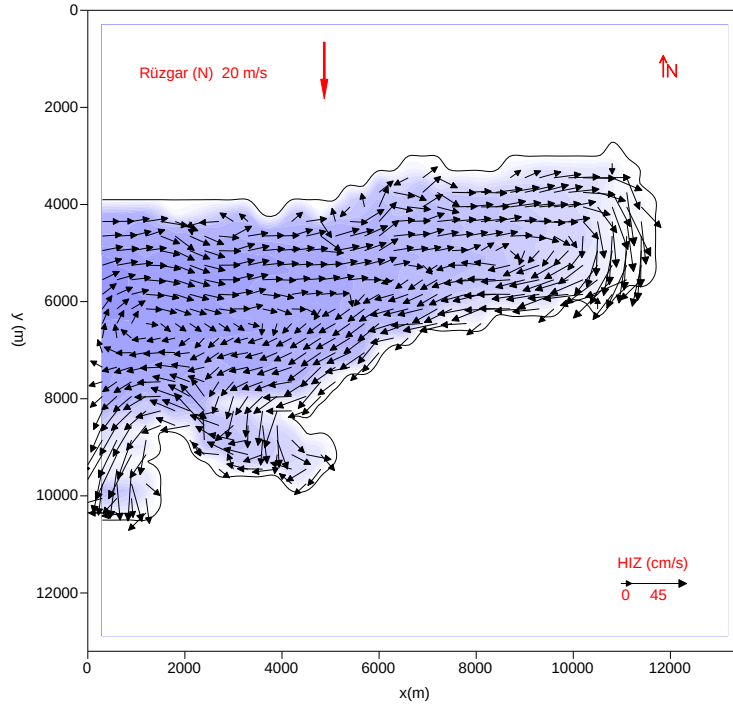
Şekil 3.1 Rüzgar gülü (1987-2006 yılları arası)

4. RÜZGAR ÇEVİRİTİLERİ

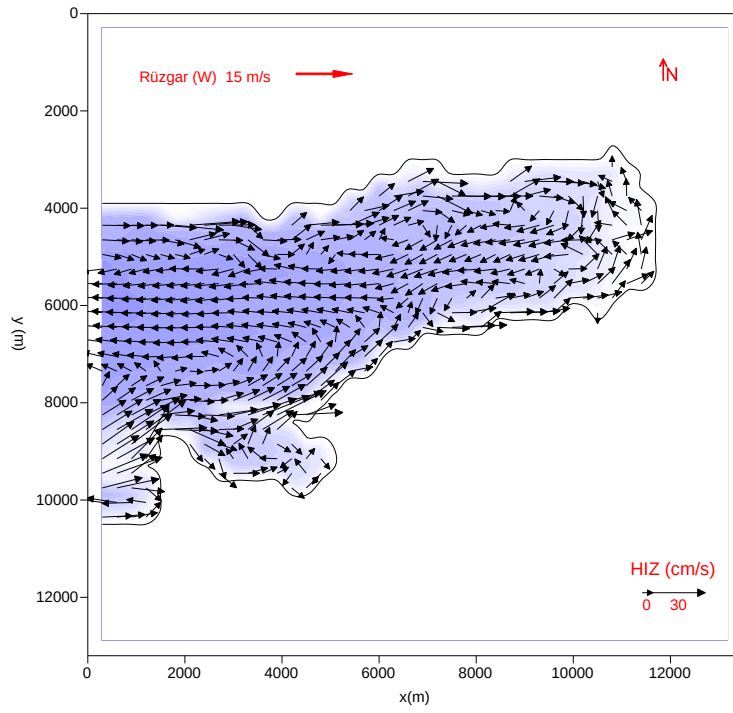
Gökova Körfezi doğu bölgesinde, Güney Batı (GB) yönünden 15 m/s, Batı Yönünden (B) 15 m/s ve Kuzey yönünden 20 m/s kuvvetinde estiği düşünülen rüzgarların oluşturacağı derinlik boyunca ortalaması alınmış çevrinti düzenleri üç boyutlu hidrodinamik taşınım modeli HİDROTAM3 [Balas ve Özhan, 2000] (Bkz. EK-1) kullanılarak incelenmiş ve Şekil 4.1-4.3'de sunulmuştur. Güneyli rüzgarlar etkisinde çalışma alanında Güney'den Kuzey'e doğru, Kuzeyli rüzgarlar etkisinde ise Kuzey'den Güney'e doğru bir çevrinti düzeni oluşmaktadır. Batılı rüzgarlar etkisinde ise çalışma alanının kuzeyinden güneye doğru gelen ve güneyinden kuzeye doğru gelen akıntılar yaklaşık olarak incelenen kumsalın ortalarında açık denize doğru (batıya) dönen bir çevrinti oluşturmaktadır. Akıntı hızları 20-35 cm/s arasındadır.



Şekil 4.1. Güney Batı (GB) yönünden 15 m/s hızla esen rüzgarların oluşturacağı ortalama çevinti düzeni



Şekil 4.2. Kuzey (K) yönünden 20 m/s hızla esen rüzgarların oluşturacağı ortalama çevrinti düzeni



Şekil 4.3. Batı (B) yönünden 15 m/s hızla esen rüzgarların oluşturacağı ortalama çevrinti düzeni

5.GENESIS SAYISAL PROGRAMI

GENESIS kıyı mühendisliği projelerinde uzun dönem kıyı çizgisi değişimini modelleyen sayısal bir programdır. Açılımı GENeralized Model for SIMulating Shoreline Change (Kıyı Çizgisi Değişikliği Benzeşimi için Genelleştirilmiş Sayısal Model) olmaktadır. GENESIS, kıyı boyu kum taşınımında uzaklığa ve zamana bağlı olarak kıyı çizgisinde oluşacak değişiklikleri benzeştirir. Model kıyı yapıları etkisinde (kıyıya dik veya paralel yapılar) kıyı çizgisi değişimlerini benzeştirebilmektedir.

Model varsayımları;

- Kıyıya dik yöndeki profil şekli sabittir.
- Sınır koşulları sabittir.
- Kum kırılan dalgalar ile kıyı boyunca taşınır.
- Kırılma bölgesi çevrintilerinin detaylı yapısı ihmal edilmiştir.
- Kıyı çizgisi değişimi uzun dönemde belirlenmektedir.

Kapasitesi;

- Mahmuzlar, dalgakıranlar, kıyı dolgusu ve kıyı duvarlarının isteğe bağlı sayısı ve kombinasyonları incelenebilir.
- T ve Y şekilli birleşik mahmuz yapılarının etkileri incelenebilir.
- Mahmuzların çevresinden dolaşan ve mahmuzlardan geçen kum dikkate alınır.
- Açık deniz dalga girdilerinin isteğe bağlı dalga yükseklikleri, dalga dönemleri ve yönleri incelenebilir.

GENESIS için minimum aşağıda belirtilen bilgilerin sağlanması gerekmektedir.

1. Benzeşimi başlatmak için kıyı çizgisinin ilk hali.
2. Dalga verisi.
3. Ortalama taban eğimi ve kum tanelerinin büyüklüğü.
4. Yapı ve sahil dolgu konfigürasyonu.
5. Sınır şartları

5.1 Kum Hacminin Korunumu ile Kıyı Çizgisi Değişimi Formülasyonu

Tek hat modeli içerisinde kıyı çizgisi değişimi, kum hacminin korunumu ile ifade edilmiştir. Koordinat sistemi olarak, 'y' dalgaların ilerleme yönü 'x' kıyıya paralel doğrultudur. 'y' kıyı çizgisinin konumunu belirtirken, 'x' kıyı boyu uzunluğu göstermektedir. Δt zaman aralığını, Δy kıyıya dik yöndeki değişimi, Δx kıyı boyu çözüm ağı uzunluklarıdır. D_B (berm height), ortalama su seviyesi üzerinde kalan düşey uzunluk, D_C (kapanma derinliği) deniz tabanında kum taneciklerinin hareketlerinin sonlandığı su derinliğidir (Şekil 5.1, 5.2)

$$\Delta V = \Delta x \Delta y (D_B + D_C) \quad (5.1)$$

Birim hacim değişikliği, hacme dört bir tarafından giren veya çıkan net kum miktarı ile belirlenmektedir. Kıyıya paralel kum taşınım debisi Q olduğunda, t zamanda hacim değişikliği;

$$\Delta Q \Delta t = (\partial Q / \partial x) \Delta x \Delta t \quad (5.2)$$

olarak gösterilmektedir.

Kum kaynağı olduğunda,

$$q = q_s + q_o \quad (5.3)$$

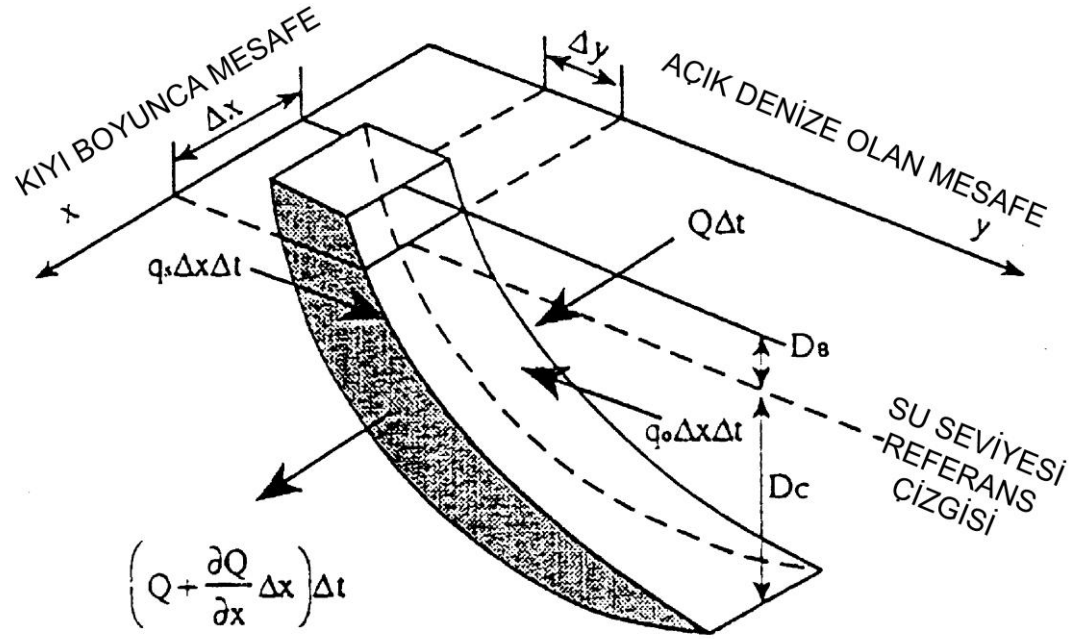
Kıyının birim genişliğindeki kum debisi Eş. 5.3 ile verilmektedir.

Burada, q_s kıyıya taşınan kum debisi, q_o açığa taşınan kum debisidir. Kum kaynağı, $\Delta q \Delta x \Delta t$ 'lik bir hacim değişikliği oluşturmaktadır. Katkıların eklenmesi ve hacim değişikliğine eşitlenmesiyle aşağıdaki eşitlik elde edilir.

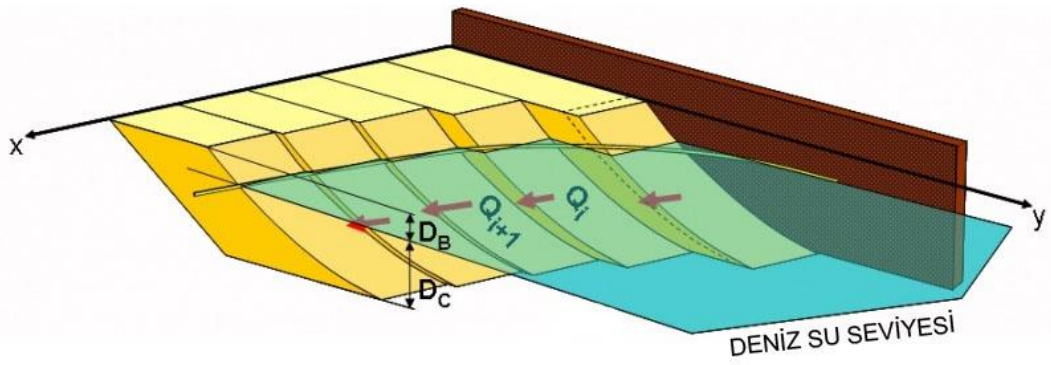
$$\Delta V = \Delta x \Delta y (D_B + D_C) = \left(\frac{\partial Q}{\partial x} \right) \Delta x \Delta t + \Delta q \Delta x \Delta t \quad (5.4)$$

$$\frac{\partial y}{\partial t} + \frac{1}{D_b + D_c} \left(\frac{\partial Q}{\partial x} - q \right) = 0 \quad (5.5)$$

Eş. 5.5'in çözümü için, modellenecek kıyı çizgisinin başlangıç konumu, kıyının sağ ve sol sınır şartları ve Q , q , D_B , D_C için değerlerin bilinmesi gerekir.

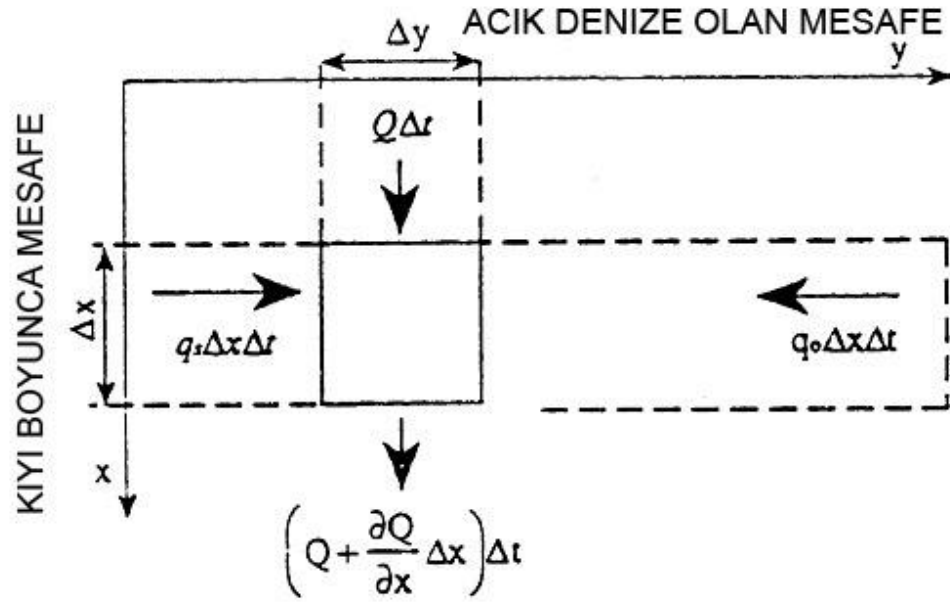


(a)

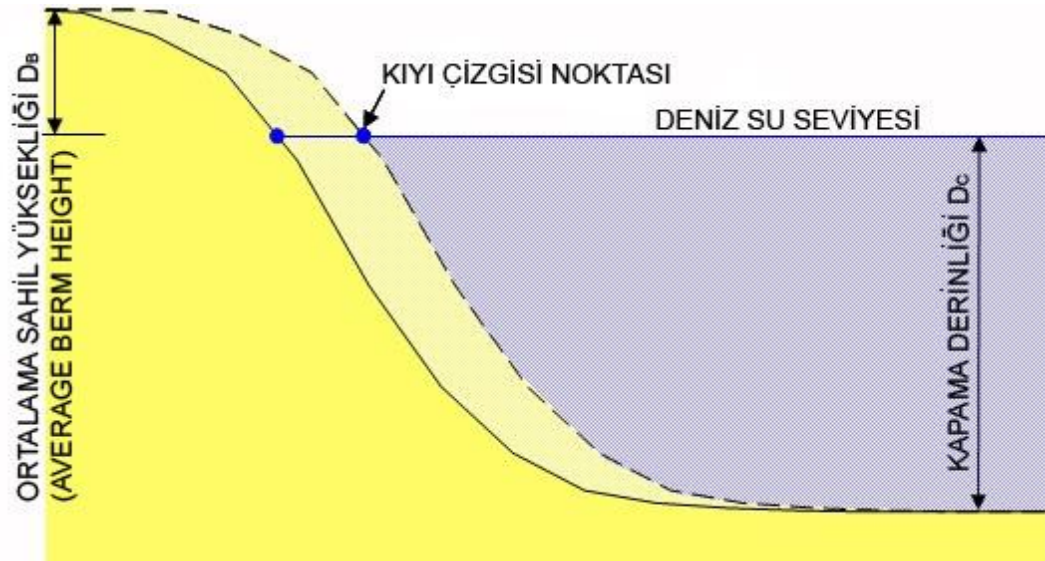


(b)

Şekil 5.1. Kum hacminin korunumu birim hacim üç boyutlu görünümü (a), (b)



(a)



(b)

Şekil 5.2. Kum hacminin korunumu birim hacim plan ve profili (a), (b)

5.2. Kum Taşınım Miktarı

Kıyı boyu kum taşınım miktarı ampirik eşitliği aşağıdaki gibidir,

$$Q = (H^2 C_g)_b (a_1 \sin 2\theta_{bs} - a_2 \cos \theta_{bs} \frac{\partial H}{\partial x})_b \quad (5.6)$$

Bu eşitlikte,

H = Dalga yüksekliği (m)

C_g = Lineer dalga teorisine göre, dalga grubu hızı (m/s)

b = Dalga kırılmasını ifade eden alt simge

θ_{bs} = Kırılan dalgaların dalga yaklaşım açısı

a_1 ve a_2 boyutsal olmayan parametreleri ise;

$$a_1 = \frac{K_1}{16(S-1)(1-p)(1,416/2)^{5/2}} \quad (5.7)$$

$$a_2 = \frac{K_2}{8(S-1)(1-p)\tan\beta(1,416/2)^{7/2}} \quad (5.8)$$

Eşitlikleriyle tanımlanmıştır.

Burada;

K_1 = Ampirik katsayı, kalibrasyon parametresi

$S = \rho_s/\rho$

ρ_s = Kum yoğunluğu (kg/m^3)

ρ = Su yoğunluğu (kg/m^3)

p = Kumun porozitesi

K_2 = Kalibrasyon parametresi olarak işlem gören ampirik katsayı

$\tan\beta$ = Kıyı çizgisinden, kapanma derinliğine kadar olan ortalama taban eğimidir.

Eşitliklerindeki "1,416/2" ifadesi, belirgin dalga yüksekliğini GENESIS için gerekli olan istatistiksel dalga yüksekliği H_{rms} (root mean square)'e çeviren katsayıdır.

5.3. Kıyı boyu Taşınım Derinliği

Kıyı boyunca kum taşınımının çok büyük bir kısmı kırılan dalga yüksekliğine bağlı olarak kırılma bölgesinde oluşur.

Mahmuzlarda oluşan kum geçişi ve dolaşım miktarını hesaplamak için, verilen dalga parametreleri etkisinde kıyı boyu taşınımının gerçekleştiği taşıma derinliği aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır.

$$D_{LT} = \frac{1,27}{\gamma} (H_{1/3})_b \quad (5.9)$$

Burada,

1,27 = $H_{1/10}$ dalga yüksekliği ile $H_{1/3}$ belirgin dalga yüksekliği arasındaki dönüşüm faktörüdür.

γ = Kırılma indeksi, kırılma noktasında dalga yüksekliğinin su derinliğine oranı

$(H_{1/3})_b$ = Kırılma derinliğindeki belirgin dalga yüksekliği (m)

Eğer $\gamma=0,78$ olarak alınırsa, taşınım derinliği,

$$D_{LT}=1,6H_{1/3} \quad (5.10)$$

olarak hesaplanır. Çok büyük dalgalar hariç, genelde D_{LT} , D_C 'den (kapama derinliği) çok küçüktür.

Eş. 5.8’de ortaya çıkan ortalama kumsal eğimi $\tan\beta$ ’yı hesaplamak için kıyı boyu taşınımının azami derinliği olan D_{LT0} terimi kullanılmaktadır. D_{LT0} derinliği aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır,

$$D_{LT0} = (2,3 - 10,9H_0) \frac{H_0}{L_0} \quad (5.11)$$

Burada;

H_0/L_0 = Derin su dalga dikliği

H_0 = derin su belirgin dalga yüksekliği (m)

L_0 = Derin su dalga boyu (m)

Derin deniz dalga boyu,

$$L_0 = gT^2/2\pi \quad (5.12)$$

olarak lineer dalga teorisine göre hesaplanır. Burada g yerçekimi ivmesi (m^2/s) ve T (s) ise dalga dönemidir. Eğer spektral dalga bilgisi verilmiş ise, T burada pik spektral dalga dönemi olarak alınır, aksi takdirde belirgin dalga yüksekliği-dalga dönemi ilişkisi kurulur.

GENESIS’te D_{LT0} her bir zaman basamağında derin deniz dalga verilerinden hesaplanır ve modellenen sahanın kıyı boyu uzantısı boyunca geçerli olduğu kabul edilir. Dalga karakteristikleri mevsimsel olarak değiştiği için, maksimum kıyı boyu taşınım derinliği profil şeklini ve taban eğimini belirtir.

5.4. Deniz Tabanı Ortalama Profil Şekli ve Eğim

Kıyı çizgisi değişim eşitliği taban profilinin belirlenmesine ihtiyaç duymamaktadır çünkü profilin kendisine paralel olarak kıyı boyunca hareket ettiği varsayılır. Fakat, kırılan dalganın derinliğinin bulunması ve kıyı boyu taşınım eşitliğindeki yakın kıyı

taban eğiminin hesaplanması için, bir profil şekli belirlenmelidir. Bu amaçla, Bruun (1954) ve Dean (1977) tarafından bulunan profil şekli eşitliği kullanılmaktadır. Çok çeşitli sahiller için profil şekli basit bir matematiksel fonksiyonla ifade edilmektedir.

$$D = Ay^{2/3} \quad (5.13)$$

Burada D (m), su derinliği ve A ($m^{1/3}$) ölçü parametresi olarak adlandırılan ampirik bir katsayıdır. Moore (1982), ölçü parametresi A'yı kumsal tane boyutu ile ilişkilendirmiştir. A parametresi, kıyı kumsal tane boyutu d_{50} (mm) nin bir fonksiyonu olarak tanımlanmıştır.

$$A = 0,41(d_{50})^{0,94}, d_{50} < 0,4 \quad (5.14)$$

$$A = 0,23(d_{50})^{0,32}, 0,4 < d_{50} < 10 \quad (5.15)$$

$$A = 0,23(d_{50})^{0,28}, 10 < d_{50} < 40 \quad (5.16)$$

$$A = 0,46(d_{50})^{0,11}, 40 < d_{50} \quad (5.17)$$

Denge profili için ortalama yakın kıyı eğimi $\tan \beta$, Eş. 5.13 kullanılarak $\partial D / \partial y$ eğimi hesaplanmaktadır.

$$\tan \beta = A (y_{LT})^{-1/3} \quad (5.18)$$

Burada y_{LT} kıyı bölgesi genişliğidir ve aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır.

$$y_{LT} = (D_{LT0}/A)^{3/2} \quad (5.19)$$

Eş. 5.18 ve 5.19'dan ortalama eğim aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\tan \beta = \left(\frac{A^3}{D_{LT0}} \right)^{1/2} \quad (5.20)$$

Kapama derinliği : Profilin artık belirgin bir değişiklik gösteremediği derinliktir. Ölçmesi zor bir parametredir. Ampirik olarak D_c 'nin belirlenmesine güvenilmemektedir ve derin denizde küçük bir değişikliğin ölçümü oldukça zordur.

$$D_c = 2,28H_e - 68,5 \left(\frac{H_e^2}{gT_e^2} \right) \quad (5.21)$$

Burada H_e ve T_e yakın kıyıda bir yılda sadece 12 saat süreli meydana gelen dalga yüksekliği ve dalga dönemidir.

GENESIS sayısal programı altında çalışan diğer programların çalışma mekanizmaları ve diğer açıklamalar tezin EK-3 bölümünde verilmiştir.

6. UZUN DÖNEM DALGA İSTATİSTİĞİ İLE AÇIK DENİZ DALGA YÜKSEKLİK VE DÖNEMLERİNİN HESAPLANMASI

Rüzgâr dalgalarının oluşumunda etkin ana parametreler Rüzgâr Hızı (U), Rüzgâr Süresi (t), Su Derinliği (d) ve Kabarma Alanı Uzunluğu'dur (F).

Dalga oluşumunda ana etken kabarma alanı uzunluğudur. Genelde kabarma alanı genişliği ihmal edilebilir. Dalga tahminleri, mühendislik uygulamalarında derin deniz için yapılır. Sığ su dalga tahminleri için farklı yöntemler kullanılır. Burada SMB metodu (Sverdrup-Munk-Bretschneider) kullanılarak dalga yükseklikleri ve periyodları elde edilmiştir [OCDI, 2002].

Su derinliğinin sınırlayıcı bir etken olmadığı derin deniz dalgalarının tahmini için önerilen SMB (Sverdrup-Munk-Bretschneider) yöntemi dalgaların belirgin dalga yüksekliğini ve periyodu fırtına özelliklerine (rüzgâr hızı, fırtına süresi ve kabarma alanı uzunluğuna) bağlayan gözlemsel eğrilere dayanmaktadır. SMB yöntemi, rüzgâr alanının sabit olduğu durumlarda kullanılır. Bu yöntem için ayrıca çeşitli grafikler geliştirilmiştir. 1500 km etkili kabarma mesafesine kadar bu grafikler kullanılarak çözümlere ulaşılabilir.

SMB metodunun ilkeleri kullanılarak limitli esme süresi için bulunabilecek dalga yükseklikleri ve bu yüksekliklere ait dalga periyotları için kullanılabilecek sayısal yöntem aşağıdaki gibidir.

$$S_t = 11,1 \times V_{ort}^{0,5} \quad (6.1)$$

$$S_f = 16 \times V_{ort}^{1,5} \quad (6.2)$$

$$Y_a = \frac{g \times t \times 3600}{V_{ort}} \quad (6.3)$$

$$Y_b = \frac{g \times f \times 1000}{V_{ort}^2} \quad (6.4)$$

V_{ort} = Ortalama esme hızı

g = Yerçekimi ivmesi

t = Esme süresi

f = Etkili kabarma mesafesi

Limitli esme süresi için fırtına süresinin (t) S_t değerinden küçük ve kabarma alanının (f) ise S_f değerinden büyük olması dikkate alınmaktadır. Bu durumlar sağlanmış ise Y_a değerinin büyüklüğüne göre dalga yüksekliği bulunmaktadır.

Bu durumda dalga yüksekliği;

$$h_f = \left(\frac{V_{ort}^2}{g} \right) \times 10^{Y_c} \quad (6.5)$$

h_f = Dalga yüksekliği

$Y_c = Y_a$ değerinin büyüklüğüne bağlı bir değişkendir. Örneğin, Y_a değeri 40.000 ile 100.000 arasında ise;

$$Y_c = -1,612 + 0,198 \times \frac{\log V_a}{\log 10} \quad (6.6)$$

Bu hesaplamalar için Ek-2’de kodu verilen Fortran programlama dili kullanılmıştır. Dalga yükseklikleri ve periodları hesaplanmıştır. EK-3.’te ise yönler göre uzun dönem belirgin dalga yüksekliği aşılma olasılığı grafikleri verilmiştir.

7. SEDİMENT TAŞINIMININ GENESIS SAYISAL MODELİ İLE MODELLENMESİ

Modellenen kıyı uzunluğu yaklaşık 2500 m'dir. Kıyıda bir adet mahmuz bir adet dalgakıran mevcuttur. 1945 yılındaki kıyı çizgisi ile bugünkü kıyı çizgisi karşılaştırıldığında mahmuz ve dalgakıran arasında ortalama 60 m kadar bir erozyon söz konusudur. Dalgakıranın batısında ise önemli bir yığılma görülmektedir. Mahmuzun güneyinde erozyona uğramış gibi görünen kısımda aslında kum birikmektedir fakat nehir düzenlemesi adı altında yapılan nehir taramaları ile burada biriken kum devamlı taranmaktadır. Doğal süreçte aslında mahmuzun güneyinde erozyon değil kum birikimi oluşmaktadır.

Analizlerin gerçeği yansıtması için modellenecek alanın ve sınırlarının belirlenmesi ve geometrinin modele girilmesi çok büyük önem taşımaktadır. Modelin doğru çalışması için; çalışılan alan; sınır koşulları göz önünde bulundurularak sınırlandırılmıştır. Belediye plajının kuzeyinde kum taşınımı beton duvarla ve kayalıklarla engellendiği için model bu noktada sınırlandırılmıştır. Aynı şekilde mahmuzun güneyindeki kayalık kısımlar modele dahil edilmemiş, kum taşınımının başlayacağı kumluk bölgenin başlangıcı sınır kabul edilmiştir.

Bölgenin hidrodinamiği incelendiğinde oluşabilecek dalga yönlerinin Güney Batı (GB), Batı Güney Batı (BGB), Batı Kuzey Batı (BKB), Kuzey Batı (KB) olduğu görülmüştür. Bölgedeki kum taşınımının yönünü ve miktarını tayin edebilmek için bu yönlerde çeşitli olasılıklara sahip dalga yükseklikleri ve dönemleri GENESIS programında kullanılarak bir yılda taşınacak kum miktarları hesaplanmıştır. Çizelge 7.1 de yönlere göre dalga yükseklikleri, olasılıkları ve taşınan kum hacmi verilmiştir. Çizelgede çeşitli dalga yükseklik ve dönemleri ile hesaplanan kum hacimleri bu dalgaların oluşma olasılıkları ile çarpılarak her bir yön için toplam taşınan kum hacmi hesaplanmıştır. Güney Batı (GB) ve Batı Güney Batı (BGB) yönlerinden gelen dalgalar güneyden kuzeye doğru bir taşınım oluştururken, Batı Kuzey Batı (BKB) ve Kuzey Batı (KB) yönlerinden gelen dalgalar kuzeyden güneye doğru bir taşınım oluştururlar.

Çizelge 7.1. Yönlere göre dalga yükseklikleri, olasılıkları ve taşınan kum hacmi

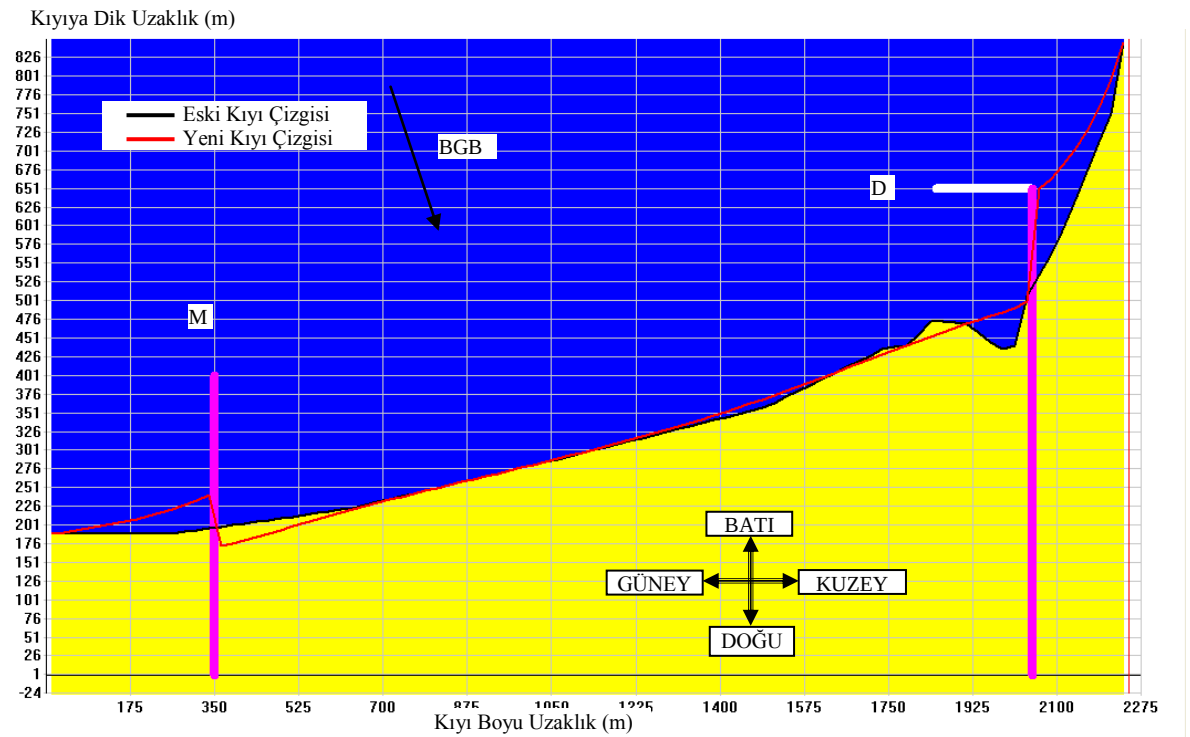
1 yıl					
		H(m)	$Q_1(m^3)$	$P(>H1/3)$	Toplam(m^3)
Güneyden Kuzeye	GB	0,5	9,70E+01	0,15	1,46E+01
	GB	1	2,08E+04	0,04	8,32E+02
	GB	1,5	1,54E+05	0,01	1,54E+03
	GB	2	6,24E+05	0,003	1,87E+03
	GB	2,5	1,02E+06	0,002	2,04E+03
	GB	3	2,83E+06	0,0007	1,98E+03
					8,28E+03
Güneyden Kuzeye	BGB	0,5	1,14E+02	0,2	2,28E+01
	BGB	1	1,89E+04	0,04	7,56E+02
	BGB	1,5	1,38E+05	0,015	2,07E+03
	BGB	2	5,76E+05	0,003	1,73E+03
	BGB	2,5	1,50E+06	0,002	3,00E+03
	BGB	3	2,18E+06	0,0009	1,96E+03
	BGB	3,5	2,32E+06	0,0001	2,32E+02
					9,77E+03
Toplam Güneyden Kuzeye Taşınım ($I_{gün-kuz}$)					1,80E+04
Kuzeyden Güneye	BKB	0,5	2,75E+02	0,4	1,10E+02
	BKB	1	9,32E+03	0,04	3,73E+02
	BKB	1,5	6,80E+04	0,009	6,12E+02
	BKB	2	2,87E+05	0,003	8,61E+02
	BKB	2,5	9,18E+05	0,0015	1,38E+03
	BKB	3	1,48E+06	0,0003	4,44E+02
					3,78E+03
Kuzeyden Güneye	KB	0,5	3,18E+02	0,1	3,18E+01
	KB	1	-4,21E+02	0,0001	4,21E-02
					3,18E+01
Toplam Kuzeyden Güneye Taşınım ($I_{kuz-gün}$)					3,81E+03
Toplam Taşınım ($I_{gün-kuz}+I_{kuz-gün}$)					2,19E+04
Net Taşınım($I_{gün-kuz}-I_{kuz-gün}$)					1,42E+04

Çizelge 7.1 de gösterildiği gibi güneyden kuzeye doğru bir yılda taşınan kum hacmi $1,8 \times 10^4 \text{m}^3$ dür. Kuzeyden güneye doğru bir yılda taşınan kum hacmi ise $3,81 \times 10^3 \text{m}^3$ dür. Toplam taşınan kum hacmi $2,19 \times 10^4 \text{m}^3$ iken net taşının kum hacmi $1,42 \times 10^4 \text{m}^3$ olup taşınımın yönü güneyden kuzeye doğrudur.

GENESIS analizleri iki aşamalı olarak yapılmıştır. Birinci aşamada 1945 yılındaki kıyı çizgisi analiz edilmiştir (eski kıyı çizgisi kullanılarak yapılan analizler). Yönlere göre çeşitli olasılıklara sahip dalga yükseklikleri ve dalga dönemleri girilip uzun dönem analiz yapılarak bugünkü kıyı çizgisinin belirlenmesinde etkili olan dalga yönleri ve yükseklikleri belirlenmiştir. Analizlerin ikinci aşamasında ise (bugünkü kıyı çizgisi kullanılarak yapılan analizler) bu yönler ve şimdiki kıyı çizgisi kullanılarak çeşitli alternatif kıyı yapıları ile erozyona uğrayan sahilin geri kazanılması için çözüm olabilecek alternatifler önerilmiştir.

GENESIS sayısal modelinde kullanılan veriler ve alınan sonuçlar EK-5’de (GENESIS girdi ve çıktı dosyaları) verilmiştir.

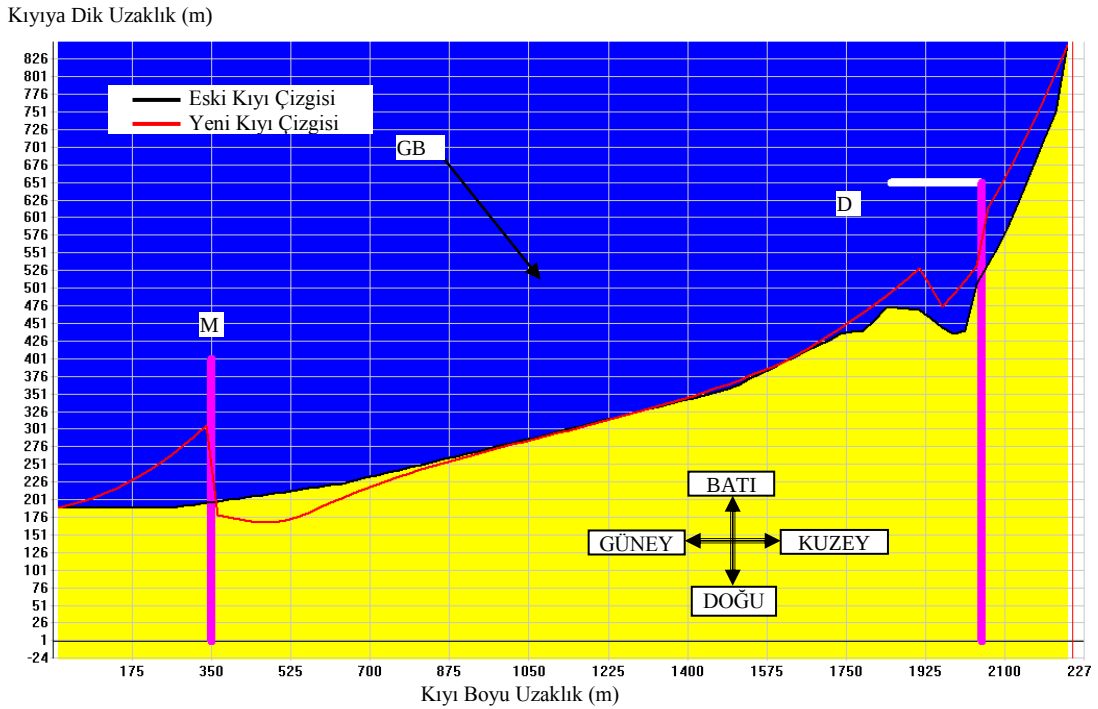
Eski kıyı çizgisi kullanılarak yapılan analizler (1945 yılındaki kıyı çizgisi) : Şekil 7.1 de Batı Güney Batı (BGB) yönünde, olasılığı $P(H>1/3) = 0,008$ olan 2m yüksekliğinde 5s dalga dönemine sahip dalganın kıyı çizgisinde oluşturacağı etki incelenmiştir. Bu dalga, mahmuzun güneyinde kum birikimine neden olurken kuzeyinde erozyona neden olmuştur. Dalgakıranın doğusunda ve batısında ise yine kum birikimine neden olmuştur. Güneyden kuzeye doğru taşınan kum dalgakıranın çevresinden dolanarak dalgakıranın batısına taşınmaktadır. Dalgakıranın batısında kum birikiminin görülme nedeni GENESIS programının kıyı yapılarının çevresinden dolanan kum miktarını da hesaba katıyor olabilmesidir. Batı Güney Batı (BGB) yönündeki dalga etkisiyle oluşan kıyı çizgisi, bölgede oluşan kıyı çizgisi değişimini yansıtmamaktadır.



Şekil 7.1. Batı Güney Batı (BGB) yönünde $H= 2$ m, $T= 5$ s, $P(H>1/3) = 0,008$

Şekil 7.2 de Güney Batı (GB) yönünde, olasılığı $P(H>1/3) = 0,008$ olan 2m yüksekliğinde 5s dalga dönemine sahip dalganın kıyı çizgisinde oluşturacağı etki incelenmiştir. Bu dalga da, mahmuzun güneyinde kum birikimine neden olurken kuzeyinde erozyona neden olmuştur. Dalgakıranın doğusunda ve batısında ise yine

kum birikimine neden olmuştur. Görüldüğü gibi, Güney Batı (GB) yönünden gelen bu dalganın kıyı çizgisinde gösterdiği değişim yığılma ve erozyon bölgeleri olarak Batı Güney Batı (BGB) yönünden gelen dalganın oluşturduğu etki ile aynıdır. Fakat yığılma ve erozyonun büyüklüğü Batı Güney Batı (BGB) yönünden gelen dalganın yaptığı etkiden daha büyüktür. Güney Batı (GB) yönündeki dalga etkisiyle oluşan kıyı çizgisi de, bölgede oluşan kıyı çizgisi değişimini yansıtmamaktadır.

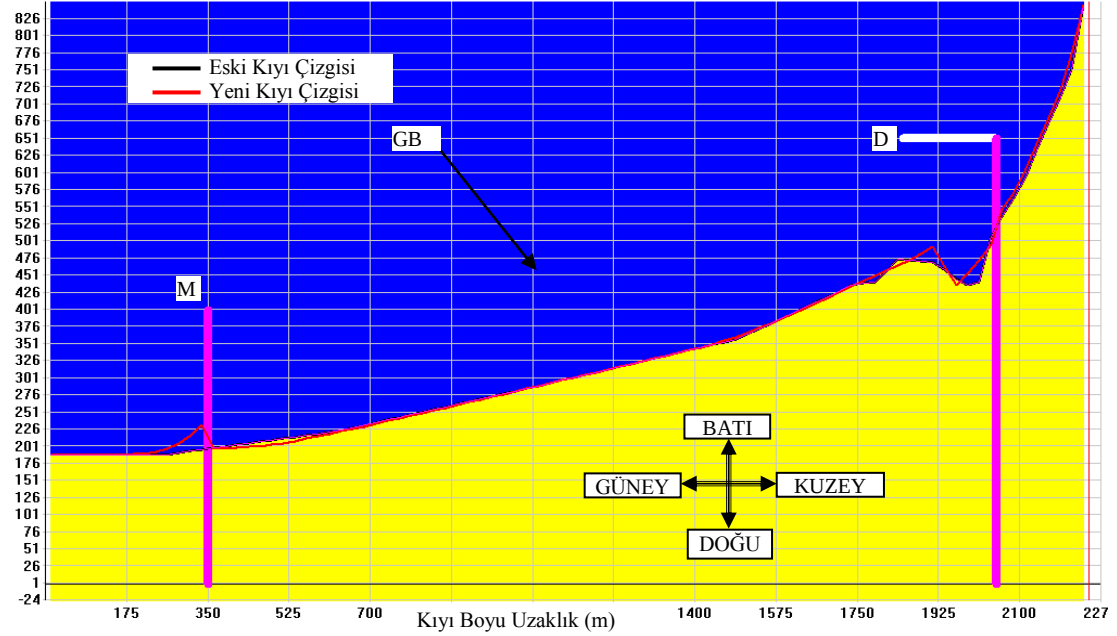


Şekil 7.2. Güney Batı (GB) yönünde $H= 2$ m, $T= 5$ s, $P (H>1/3) = 0,008$

Şekil 7.3 te Güney Batı (GB) yönünde, olasılığı $P (H>1/3) = 0,04$ olan 1m yüksekliğinde 4s dalga dönemine sahip dalganın kıyı çizgisinde oluşturacağı etki incelenmiştir. Burada oluşma olasılığı daha yüksek fakat yükseklik ve dalga dönemi daha küçük bir dalganın kıyı çizgisinde oluşturacağı etki incelenmiştir. Bu dalga da, mahmuzun güneyinde kum birikimine neden olurken kuzeyinde erozyona neden olmuştur. Dalgakıranın doğusunda ve batısında ise yine kum birikimine neden olmuştur. Görüldüğü gibi, Güney Batı (GB) yönünden gelen olasılığı $P (H>1/3) = 0,04$ olan 1m yüksekliğinde 4s dalga dönemine sahip dalganın kıyı çizgisinde gösterdiği değişim yığılma ve erozyon bölgeleri olarak aynı yönden gelen, olasılığı $P (H>1/3) = 0,008$ olan 2m yüksekliğinde 5s dalga dönemine sahip dalganın

oluşturduğu etki ile aynıdır. Fakat, aynı yönden gelen olasılığı büyük dalga yüksekliği küçük olan dalganın kıyı çizgisi değişimine etkisi, olasılığı küçük fakat dalga yüksekliği büyük dalganın yaptığı etkiden daha küçüktür.

Kıyıya Dik Uzaklık (m)

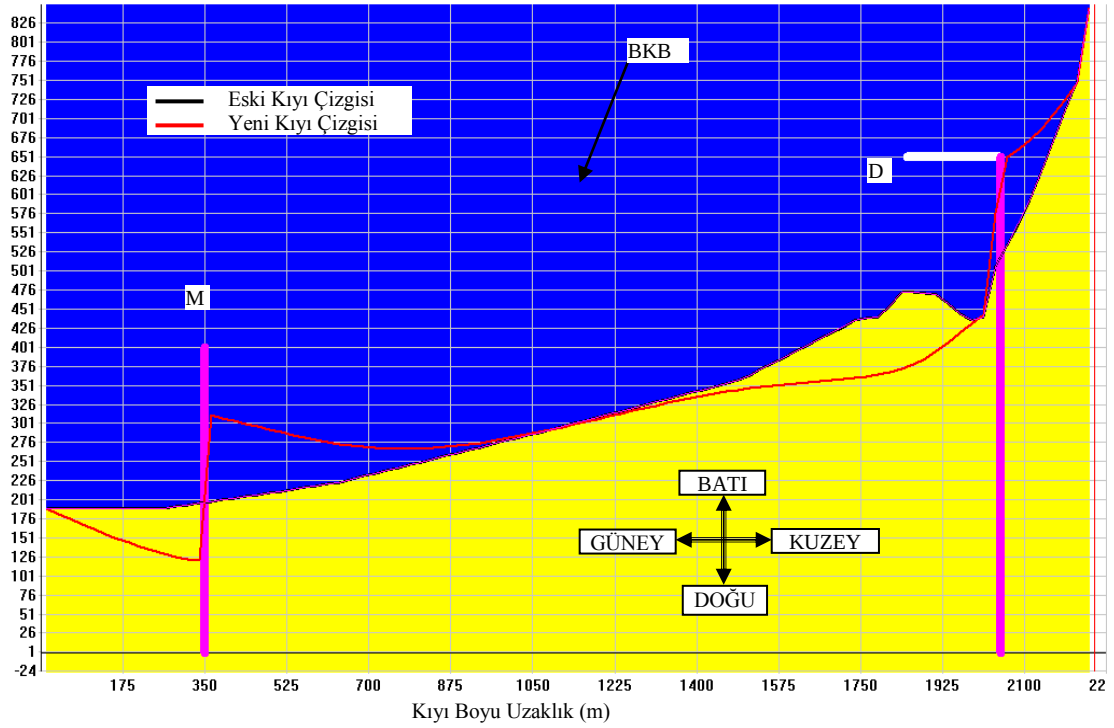


Şekil 7.3. Güney Batı (GB) yönünde $H= 1$ m, $T= 4$ s, $P (H>1/3) = 0,04$

Şekil 7.4 te Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde, olasılığı $P (H>1/3) = 0,003$ olan 2m yüksekliğinde 5s dalga dönemine sahip dalganın kıyı çizgisinde oluşturacağı etki incelenmiştir. Bu dalga, mahmuzun güneyinde erozyona neden olurken kuzeyinde kum birikimine neden olmuştur. Dalgakıranın doğusunda erozyona, batısında ise kum birikimine neden olmuştur. Batı Kuzey Batı (BKB) yönündeki dalga etkisiyle oluşan kıyı çizgisi de, bölgede oluşan kıyı çizgisi değişimini yansıtmamaktadır.

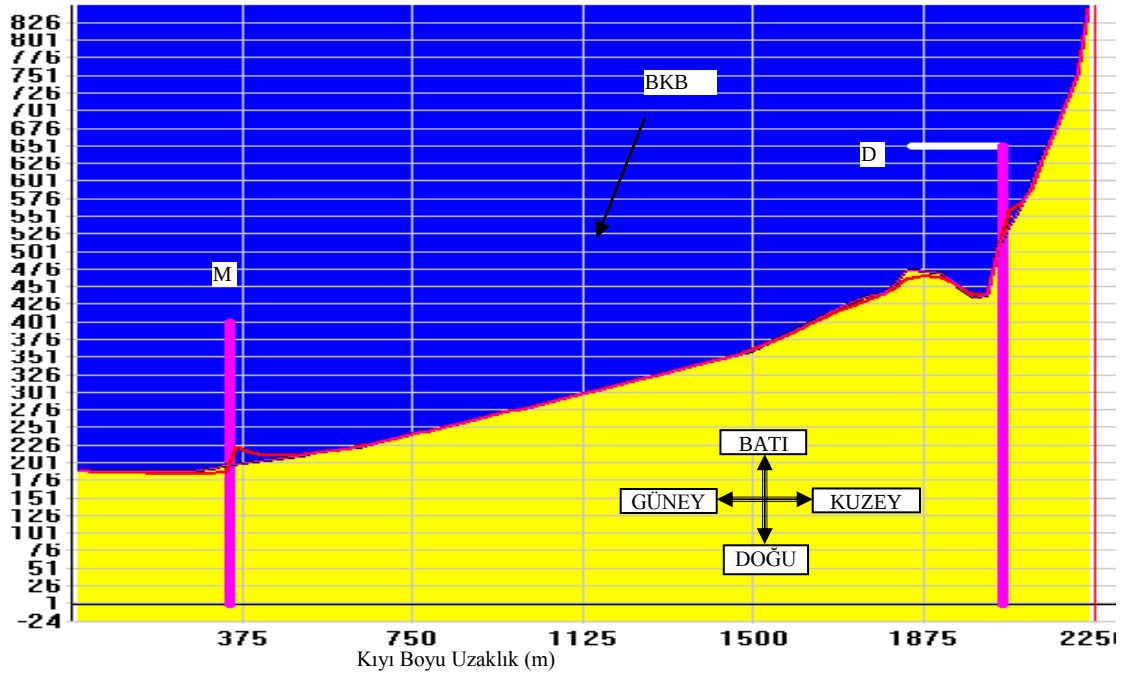
Şekil 7.5 te Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde, olasılığı $P (H>1/3) = 0,04$ olan 1m yüksekliğinde 4s dalga dönemine sahip dalganın kıyı çizgisinde oluşturacağı etki incelenmiştir. Bu dalga da, mahmuzun güneyinde erozyona neden olurken kuzeyinde kum birikimine neden olmuştur. Dalgakıranın doğusunda erozyona, batısında ise kum birikimine neden olmuştur. Fakat kıyı çizgisine olan etkisi büyüklük olarak, olasılığı daha küçük yüksekliği büyük dalganın yarattığı etkiden daha küçüktür.

Kıyıya Dik Uzaklık (m)



Şekil 7.4. Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde $H=2\text{ m}$, $T=5\text{ s}$, $P(H>1/3)=0,003$

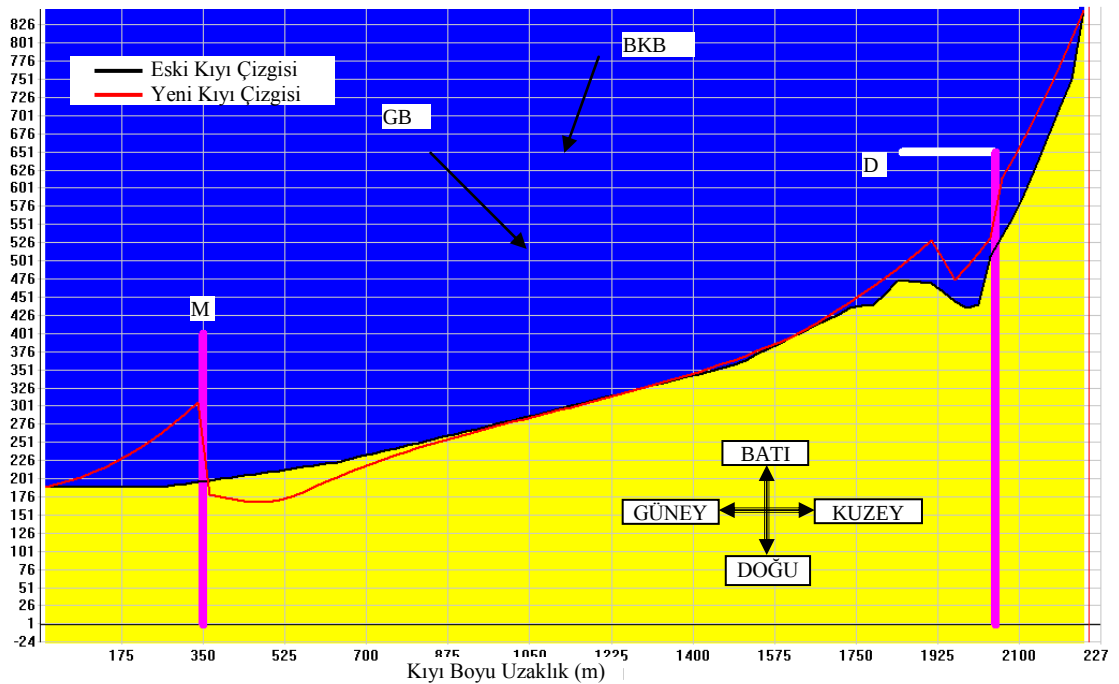
Kıyıya Dik Uzaklık (m)



Şekil 7.5. Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde $H=1\text{ m}$, $T=4\text{ s}$, $P(H>1/3)=0,04$

Analiz sonuçlarından da görüldüğü gibi Batı Güney Batı (BGB) ve Güney Batı (GB) yönlerinden gelen dalgalar mahmuzun güneyinde kum yığılmasına neden olurken kuzeyinde erozyona neden olmaktadır. Batı Kuzey Batı (BKB) yönünden gelen dalgalar ise dalgakıranın batısında kum yığılmasına neden olurken doğusunda erozyona neden olmaktadır. Farklı yönlerden çeşitli olasılıklara ve yüksekliklere sahip dalgalar incelendiğinde, tek bir yönden etki ettirilen dalgaların tam olarak yeni kıyı çizgisini vermediği görülmüştür. Yapılan mahmuz Güneybatılı dalgaların neden olduğu kum taşınımını engelleyerek mahmuzun güneyinde erozyona neden olurken yapılan dalgakıran Kuzeybatılı dalgaların neden olduğu kum taşınımını engellemekte ve dalgakıranın doğusunda erozyona neden olmaktadır. Çevrinti düzenlerinden de anlaşılacağı gibi kıyı çizgisi iki yönlü , hem Güneybatılı hem de Kuzeybatılı dalgaların etkisi altında değişime uğramaktadır. Bu yüzden analizlerin bu aşamasında farklı dalga yükseklikleri çalışma alanına iki yönlü olarak etki ettirilmiştir.

Kıyıya Dik Uzaklık (m)



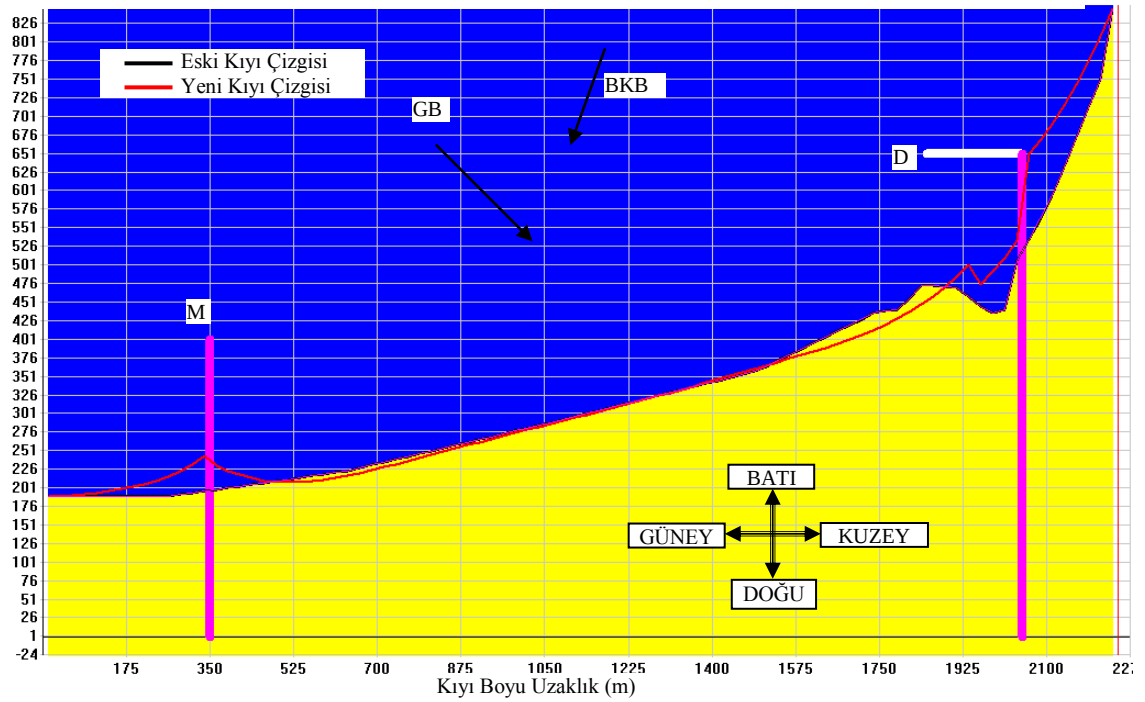
Şekil 7.6. Güney Batı (GB) yönünde $H= 2$ m, $T= 5$ s, $P (H>1/3) = 0,003$, Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde $H= 0,5$ m $T=3$ s $P (H>1/3) = 0,4$

Şekil 7.6 da Güney Batı (GB) yönünde, olasılığı $P(H>1/3) = 0,003$ olan 2m yüksekliğinde 5s dalga dönemine sahip, Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde, olasılığı $P(H>1/3) = 0,4$ olan 0,5m yüksekliğinde 3s dalga dönemine sahip dalgaların aynı anda kıyı çizgisinde oluşturacağı etki incelenmiştir. Burada, Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde etkiyen dalganın yüksekliği çok küçük olduğu için; Güney Batı (GB) yönünde etkiyen daha yüksek dalganın kıyı çizgisinde oluşturduğu değişime etkisi görünemeyecek kadar az olmuştur.

Şekil 7.7 de Güney Batı (GB) yönünde, olasılığı $P(H>1/3) = 0,003$ olan 2m yüksekliğinde 5s dalga dönemine sahip, Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde, olasılığı $P(H>1/3) = 0,002$ olan 2,5m yüksekliğinde 6s dalga dönemine sahip dalgaların aynı anda kıyı çizgisinde oluşturacağı etki incelenmiştir. Güney Batı (GB) yönünden etkiyen dalga tek başına incelendiğinde mahmuzun güneyinde kum birikimine kuzeyinde ise erozyona neden olmuştur. Batı Kuzey Batı (BKB) yönünden etkiyen dalga ise dalgakıranın solunda kum birikimine sağında ise erozyona neden olmuştur. Her iki yöndeki dalga birlikte etki ettiklerinde yine kıyı çizgisinde aynı değişimleri yaratmıştır. Fakat birikme ve yığılma bölgelerinin büyüklüğü tek yönler ile yapılan analizlerle aynı değildir. Çünkü; Güney Batı (GB) yönünden etkiyen dalganın mahmuzun güneyinde oluşturduğu kum birikiminin büyüklüğünü, Batı Kuzey Batı (BKB) yönünden etkiyen dalga, aynı bölgede (mahmuzun güneyinde) yarattığı erozyonla azaltmaktadır. Kıyı çizgisinin diğer bölgelerinde de aynı durum söz konusudur. Bir yönden etkiyen dalganın kıyı çizgisinde oluşturduğu değişimi, diğer yönden etkiyen dalga dengelemektedir. Burada baskın yön Güney Batı (GB) dir. Çizelge 7.1 de de gösterildiği gibi taşınımın yönü güneyden kuzeye doğrudur.

Şekil 7.7 de gösterilen analizden de anlaşılacağı gibi, bugünkü kıyı çizgisinin belirlenmesindeki en büyük etken Batı Kuzey Batı (BKB) ve Güney Batı (GB) yönünde etkiyen dalgaların neden olduğu kum taşınımıdır.

Kıyıya Dik Uzaklık (m)

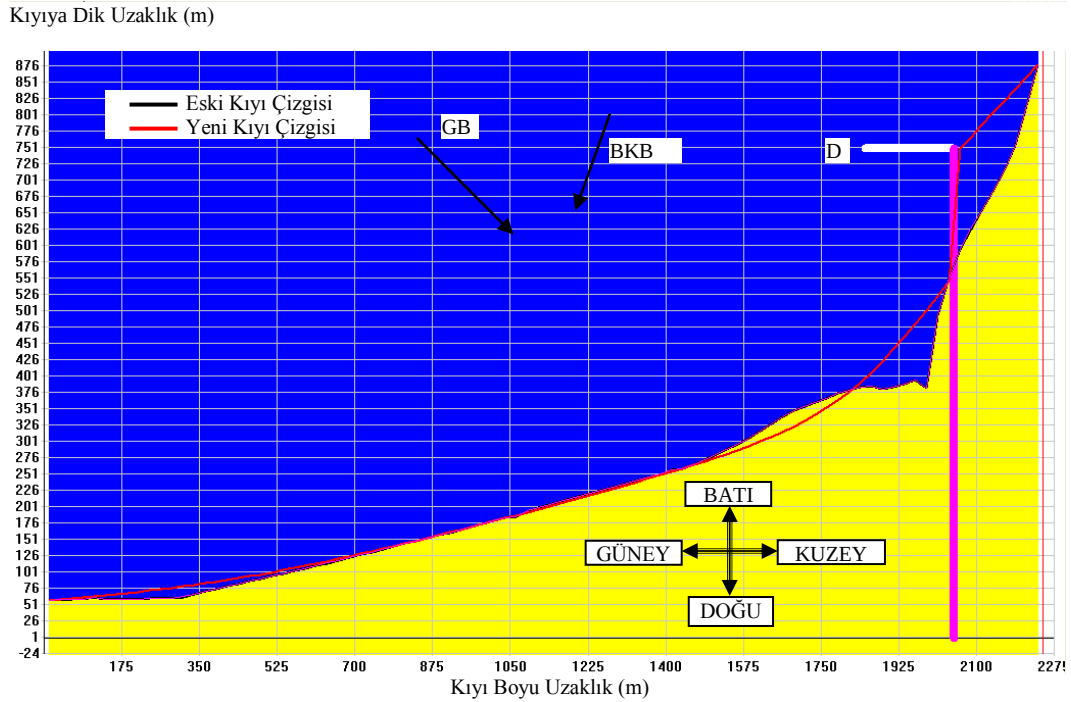


Şekil 7.7. Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde $H= 2\text{ m}$, $T= 5\text{ s}$, $P (H>1/3) = 0,003$ ve Güney Batı (GB) yönünde $H= 2,5\text{ m}$, $T= 6\text{ s}$, $P (H>1/3) = 0,002$

Bugünkü Kıyı Çizgisi Kullanılarak Yapılan Analizler : Eski kıyı çizgisi kullanılarak yapılan analizler incelendiğinde, bugünkü kıyı çizgisinin belirlenmesindeki en büyük etkenin Batı Kuzey Batı (BKB) ve Güney Batı (GB) yönünde etkiyen dalgalar olduğu görülmüştür. Yapılan analizler ile kuzeyli ve güneyli rüzgarlar etkisinde bölgedeki çevrinti düzeninin oluşturacağı tahmin edilen kıyı çizgisi değişimi desteklenmiştir.

Analizlerin bu aşamasında, Güney Batı (GB) yönünde, olasılığı $P (H>1/3) = 0,003$ olan 2m yüksekliğinde 5s dalga dönemine sahip, Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde, olasılığı $P (H>1/3) = 0,002$ olan 2,5m yüksekliğinde 6s dalga dönemine sahip dalgaların etkisi altında, erozyona uğrayan kısmın nasıl kazanabileceği incelenmiştir. Bu kapsamda bölgedeki yapıların kaldırılmasının ya da bölgeye uygulanabilecek yapıların inşasının kıyı çizgisinde ne gibi değişikliklere neden olacağı incelenmiştir.

Şekil 7.8 de Güney Batı (GB) yönünde, olasılığı $P(H>1/3) = 0,003$ olan 2m yüksekliğinde 5s dalga dönemine sahip, Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde, olasılığı $P(H>1/3) = 0,002$ olan 2,5m yüksekliğinde 6s dalga dönemine sahip dalgaların kıyıya aynı anda etki etmesi durumunda, bölgedeki Mahmuz (M) kaldırıldığında kıyı çizgisindeki değişim incelenmiştir. Sahilin güneyinde kum birikimi görülürken kuzeye doğru dalgakıranın doğusunda erozyon oluşmuştur. Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde etkiyen dalgaların dalgakıranının doğusunda oluşturduğu erozyonu Güney Batı (GB) yönünden etkiyen dalgalar kısmen küçültmüştür fakat tamamen engelleyememiştir.

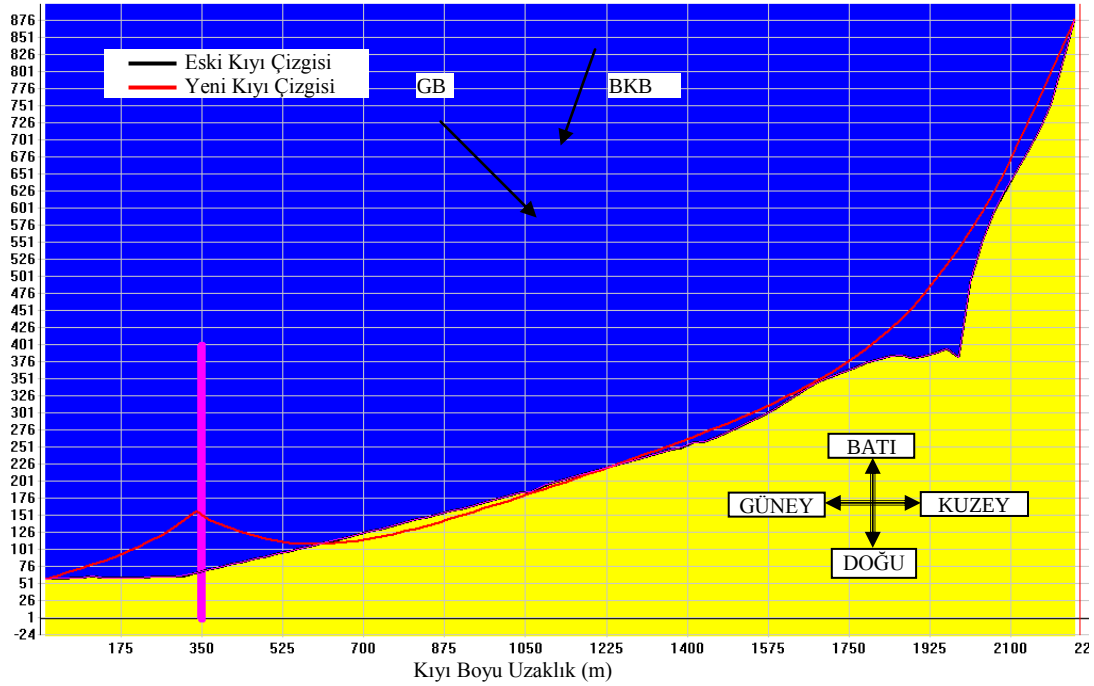


Şekil 7.8. Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde $H= 2 \text{ m}$, $T= 5\text{s}$, $P(H>1/3) = 0,003$ ve Güney Batı (GB) yönünde $H= 2,5 \text{ m}$, $T= 6 \text{ s}$, $P(H>1/3) = 0,002$

Şekil 7.9 da Güney Batı (GB) yönünde, olasılığı $P(H>1/3) = 0,003$ olan 2m yüksekliğinde 5s dalga dönemine sahip, Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde, olasılığı $P(H>1/3) = 0,002$ olan 2,5m yüksekliğinde 6s dalga dönemine sahip dalgaların kıyıya aynı anda etki etmesi durumunda, bölgedeki Dalgakıran (D) kaldırıldığında kıyı çizgisindeki değişim incelenmiştir. Sahilin kuzeyinde kum birikimi görülürken güneye doğru mahmuzun kuzeyinde erozyon oluşmuştur. Güney Batı (GB) yönünde

etkiyen dalgaların mahmuzun kuzeyinde oluşturduğu erozyonu Batı Kuzey Batı (BKB) yönünden etkiyen dalgalar kısmen küçültmüştür fakat tamamen engelleyememiştir.

Kıyıya Dik Uzaklık (m)

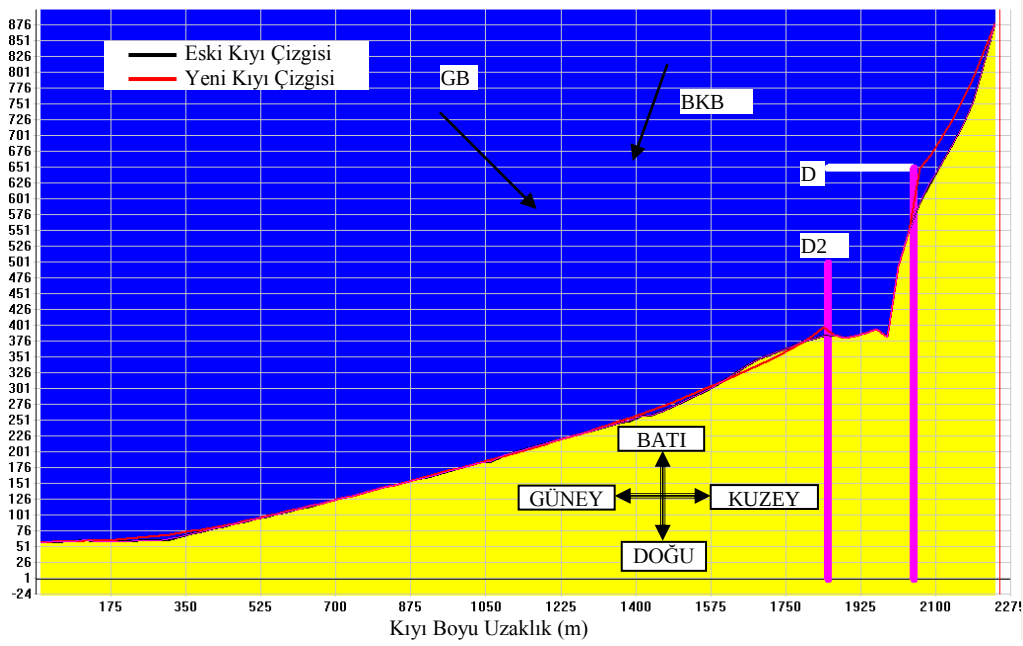


Şekil 7.9. Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde $H= 2 \text{ m}$, $T= 5\text{s}$, $P (H>1/3) = 0,003$ ve Güney Batı (GB) yönünde $H= 2,5 \text{ m}$, $T= 6 \text{ s}$, $P (H>1/3) = 0,002$

Şekil 7.10 da Güney Batı (GB) yönünde, olasılığı $P (H>1/3) = 0,003$ olan 2m yüksekliğinde 5s dalga dönemine sahip, Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde, olasılığı $P (H>1/3) = 0,002$ olan 2,5m yüksekliğinde 6s dalga dönemine sahip dalgaların kıyıya aynı anda etki etmesi durumunda, dalgakıranın (D) 100m doğusuna Güney Batı (GB) dan gelen dalgaların neden olacağı kumu biriktirmesi için başka bir dalgakıranın (D2) inşası durumu incelenmiştir. Dalgakıran (D), Batı Kuzey Batı (BKB) yönünden gelen dalgaların getirdiği kumu tutarken, körfezin güneyindeki mahmuz kaldırılarak dalgakıranın doğusuna inşa edilecek olan başka bir dalgakıran (D2), Güney Batı (GB) yönünden gelen dalgaların getirdiği kumu tutmaktadır. Fakat Batı Kuzey Batı (BKB) yönünden gelen dalgalar, inşa edilecek olan dalgakıranın (D2) güneyinde erozyon etkisi yaratacağı için bölgede kum birikimi çok yavaş olmaktadır. Mevcut

durumu koruması açısından dalgakıran (D2), mahmuzun (M) kaldırılması şartı ile bölgede uygulanabilecek önlemlerden birisidir.

Kıyıya Dik Uzaklık (m)

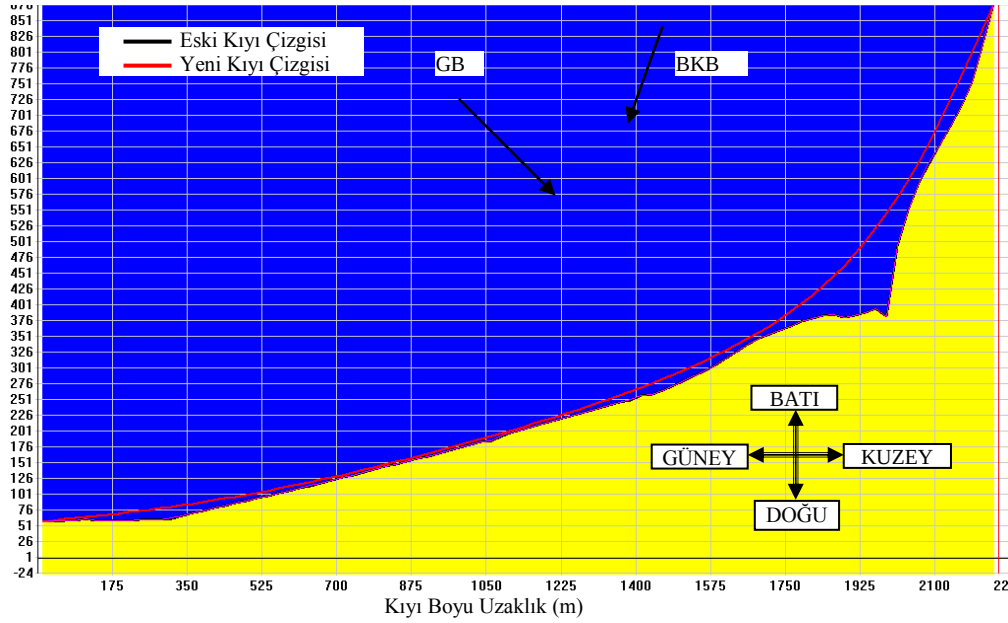


Şekil 7.10. Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde $H= 2 \text{ m}$, $T= 5 \text{ s}$, $P (H>1/3) = 0,003$ ve Güney Batı (GB) yönünde $H= 2,5 \text{ m}$, $T= 6 \text{ s}$, $P (H>1/3) = 0,002$

Şekil 7.11 de Güney Batı (GB) yönünde, olasılığı $P (H>1/3) = 0,003$ olan 2m yüksekliğinde 5s dalga dönemine sahip, Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde, olasılığı $P (H>1/3) = 0,002$ olan 2,5m yüksekliğinde 6s dalga dönemine sahip dalgaların kıyıya aynı anda etki etmesi durumunda, bölgedeki kıyı yapılarının (dalgakıran (D) ve mahmuz (M)) kaldırılması durumunda kıyı çizgisindeki değişim incelenmiştir. Kıyı yapılarının yapımından sonra erozyona uğrayan kumsal, bu yapıların (dalgakıran (D) ve mahmuz (M)) kaldırılması durumunda tekrar kazanılabilmektedir. Analizden de anlaşıldığı gibi bölgedeki erozyonun nedeni yanlış yapılmış kıyı yapılarıdır. Dalgakıran (D) Batı Kuzey Batı (BKB) yönünden gelen dalgaların getirdiği kumu tutarken, mahmuz (M) Güney Batı (GB) yönünden gelen dalgaların getirdiği kumu tutmaktadır. Bu kıyı yapıları arasında kalan alan ise erozyona uğramaktadır. Kıyı

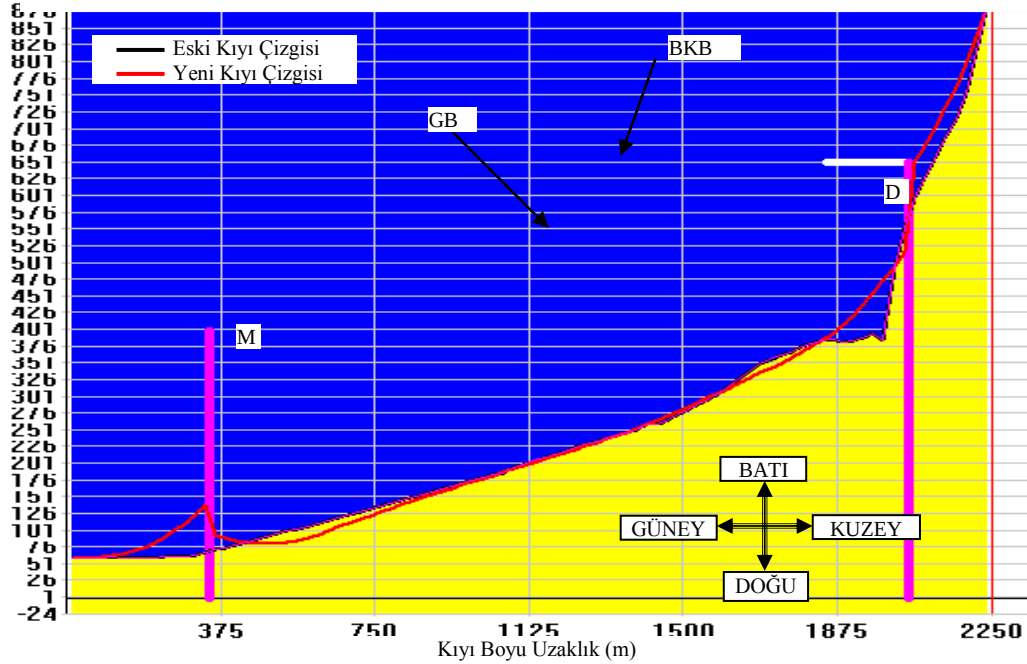
yapıları kaldırıldığında, bölgedeki kum taşınımı dengelenerek uzun dönemde sahilin geri kazanılması beklenmektedir.

Kıyıya Dik Uzaklık (m)



Şekil 7.11. Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde $H=2\text{ m}$, $T=5\text{ s}$, $P(H>1/3)=0,003$ ve Güney Batı (GB) yönünde $H=2,5\text{ m}$, $T=6\text{ s}$, $P(H>1/3)=0,002$

Kıyıya Dik Uzaklık (m)



Şekil 7.12. Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde $H=2\text{ m}$, $T=5\text{ s}$, $P(H>1/3)=0,003$ ve Güney Batı (GB) yönünde $H=2,5\text{ m}$, $T=6\text{ s}$, $P(H>1/3)=0,002$

Şekil 7.12 de Güney Batı (GB) yönünde, olasılığı $P(H>1/3) = 0,003$ olan 2m yüksekliğinde 5s dalga dönemine sahip, Batı Kuzey Batı (BKB) yönünde, olasılığı $P(H>1/3) = 0,002$ olan 2,5m yüksekliğinde 6s dalga dönemine sahip dalgaların kıyıya aynı anda etki etmesi durumunda, mevcut kıyı yapılarının(dalgakıran (D) ve mahmuz (M)) kaldırılmadığı takdirde kıyı çizgisinde meydana gelecek değişim incelenmiştir. Analizden de anlaşıldığı gibi mevcut kıyı yapıları (dalgakıran (D) ve mahmuz (M))kaldırılmadığı takdirde, bölgedeki erozyon devam etmektedir.

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Gökova Körfezi hidrodinamiği öncelikle rüzgar gülünün oluşturulması, kabarma alanı uzunlukları hesabı ve SMB (Sverdrup-Munk-Bretschneider) methodu ile bu verilerin dalga yükseklikleri ve dönemlerine dönüştürülmesi başlıkları altında incelenmiştir. Etkin dalga yönleri ve oluşma olasılıkları uzun dönem dalga istatistiği ile belirlenmiştir. Bölgenin hidrodinamiği ve bölgedeki çevrinti düzeni karşılaştırıldığında bölgedeki kıyı çizgisi değişimine neden olan dalga yönlerinin Batı Kuzey Batı (BKB) ve Güney Batı (GB) olduğu tespit edilmiştir.

Rüzgarla oluşan çevrinti düzeni ve GENESIS analizleri ile kıyı yapılarının kıyı çizgisi değişimine olan etkileri incelenmiştir. Özellikle kuzeyde yer alan D dalgakıranının Güney-Kuzey doğrultusunda yer alan kumsalda erozyona neden olmakta olduğu anlaşılmıştır. Güneyde yer alan M mahmuzu özellikle güneyli ve batılı rüzgarların etkisiyle kumsalın kuzey kısımlarında erozyonu artırıcı etki yaratmaktadır. Kuzeyli rüzgarlar etkisinde D dalgakıranının batısında kum birikmesi nedeni ile M mahmuzu yine kumsalın kuzey kısımlarında erozyona neden olmaktadır. Yapılan kıyı yapıları kumsalın doğal dengesini bozmuştur. Yapılar yapılmadan önce Akyaka Plajı'nın batısında yer alan doğal çıkıntı Kuzey-Güney doğrultusundaki kumsal için de kum biriktirici bir etki sağlarken, D dalgakıranı buna engel olmuş, erozyonu başlatmıştır. İstatistiksel çalışma bölgedeki net kıyı boyu kum taşınımının güneyden kuzeye doğru olduğunu göstermektedir. M mahmuzunun yapılması hatalıdır. Erozyonun en büyük nedeninin yanlış uygulanmış olan mahmuzlar olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

Balas, L. ve Özhan, E., “An implicit three dimensional numerical model to simulate transport processes in coastal water bodies”, *International Journal for Numerical Methods in Fluid*, 34:307-339 (2000).

Briganti, R., Dodd, N., “Shoreline motion in nonlinear shallow water coastal models”, *Civil Engineering Dept., (Faculty of Engineering, University of Nottingham)*, 1-11 (2008).

Brocchini, M., Bernetti, R., Mancinelli, A., Albertini, G., “An efficient solver for nearshore flows based on the WAF method”, *Coastal Engineering*, 2:105–129, (2001).

Bruun, P., “Coast Erosion and the Development of Beach Profiles”, Technical Memorandum, *D.C.: U.S. Army Corps of Engineers*, 44: 1-8 (1954).

CEM, *Coastal Engineering Manual*, USA, 3-140 (2001).

Dean, R. G., “Equilibrium Beach Profiles” U.S. Atlantic and Gulf Coasts. Department of Civil Engineering, *Ocean Engineering Report*, Newark, Delaware: University of Delaware, 12: 1-5 (1977).

D.M., “Modeling coastal sedimentation through geologic time”, *Journal of Coastal Research*, West Palm Beach (Florida), 21: 610-617 (2005).

Elfrink, B., Baldock, T., “Hydrodynamics and sediment transport in the swash zone: a review and perspectives”, *Imperial College of Science*, London, 8-15 (2002).

Gonzalez, M., Medina, R., Gonzalez- TETZLAFF Ondina J., Osorio A., Méndez F.J, García E. ”An integrated coastal modeling system for analyzing beach processes and beach restoration projects, SMC”, *Ocean & Coastal Research Group*, Universidad de Cantabria, 1-12 (2006).

Hanson, H., Kraus, N.C., “GENESIS: Generalized model for simulating shoreline change: Report 2”, Technical reference, *CERC-89- 19, Vicksburg*, 11-60 (1991).

Larson, L., Hanson, H., Kraus, N. C., "Analitical Solutions Of One-Line Model For Shoreline Change Near Coastal Structures", *Port, Coast., and Oc. Engrg*, 4: 180-191,(1997).

Margvelashvili, N., Saint-Cast, F., Condie, S., “Numerical modelling of the suspended sediment transport in Torres Strait”, *Marine and Atmospheric Research*, Australia, 1-15 (2008).

OCDI, Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan, *The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan*, 35-112 (2002).

Peregrine, D.H., Williams, S.M., “Swash overtopping a truncated plane beach”, *Journal of Fluid Mechanics*, 391–399 (2001).

Requejo, S., Medina, R., Gonzalez, M., “Development of a medium–long term beach evolution model”, *Ocean and Coastal Research Group*, Spain, 1-18 (2008).

EKLER

EK-1. Üç boyutlu hidrodinamik ve taşınım modeli (Hidrotam3)

Üç Boyutlu Hidrodinamik Ve Taşınım Modeli (Hidrotam3): HİDROTAM-3 sayısal modeli içerdiği alt modellerle kapalı su alanlarında uygulanan dünyada geliştirilmiş en kapsamlı modellerden biridir. Bilimsel kaynaklarda yayınlanan analitik ve deneysel sonuçlarla karşılaştırılarak gerçekleştirilen Model bu güne değişik akademik çalışmalar ve projeler çerçevesinde, Kemer, Çamyuva ve Göynük deniz deşarjı su alanlarına, İzmir Körfezi, Göksu Lagünü, Bodrum Körfezi, Marmaris Körfezi, Fethiye Körfezi, Ölüdeniz Lagünü, Belceğiz, Mersin Körfezi, İskenderun Körfezi, İzmit Körfezi'ne başarıyla uygulanmıştır. Modelin başarılı uygulamaları ulusal dergilerde, uluslararası SCI vünüe ELaGI indexli dergilerde, ulusal ve uluslararası konferanslarda yayınlanmıştır (Balas ve Özhan, 2000; Balas ve Özhan, 2001; Balas, 2001; Balas ve Özhan, 2002; Balas ve Özhan, 2003; Özhan ve Balas, 2003; Balas, 2004; Balas vd, 2006). Gazi Üniversitesi BAP Projesi (Proje kodu: 06/2003-28; Üç Boyutlu Sayısal Model HİDROTAM-3'ün Fethiye Körfezi'ne Uygulanması) çerçevesinde Fethiye İç Körfezi'nde uzun süreli rüzgar, su seviyesi değişimi ve akıntı ölçümleri yürütülerek, HİDROTAM-3 sayısal model benzeştirmeleri kalibre edilmiştir. Saha çalışmaları, Modelin büyük bir başarıyla benzeştirmeler yaptığını göstermiştir.

Hidrodinamik alt modelinde kullanılan tek basitleştirici yaklaşım, Boussinesq yaklaşımı (yoğunluk farklarının yerçekimi kuvveti ile çarpılmadıkça ihmal edilmesi) olup üç boyutlu Navier-Stokes denklemleri sayısal olarak çözülmektedir

EK-2. Belirgin dalga yükseklikleri ve dönemlerini hesaplayan fortran programı

```

PROGRAM VeriOku
IMPLICIT NONE
real s,v,f,stfas,sffas,gra,fe,du,dummya,dummyb,dummyc,dummyd,hs,tm
REAL DIZI(173855,4)
INTEGER I
OPEN(1,FILE='FULLDATA.TXT',STATUS='unknown')
DO 100 I = 1,173855
READ(1,*) DIZI(I,1),DIZI(I,2),DIZI(I,3),DIZI(I,4)
s=DIZI(I,1)
v=DIZI(I,3)
f=DIZI(I,4)
gra=9.81
fe=f*1000
du=s*3600
*   SMB METHOD
    stfas=11.1*(v**(0.5))
    sffas=16*(v**(1.5))
    if(s.ge.stfas.and.f.lt.stfas) then
        OPEN(6,FILE='fetchverisi.TXT',STATUS='unknown')
        write(6,*)DIZI(I,1),DIZI(I,2),DIZI(I,3),DIZI(I,4)
    elseif(s.gt.stfas.and.f.gt.sffas) then
        goto 100
    elseif(s.lt.stfas.and.f.ge.sffas) then
        goto 100
    elseif(s.lt.stfas.and.f.lt.sffas) then
        goto 100
    endif
100 continue
stop
end

```

EK-2. (Devam) Belirgin dalga yükseklikleri ve dönemlerini hesaplayan fortran programı

```

PROGRAM VeriOku
IMPLICIT NONE
real s,v,f,stfas,sffas,gra,fe,du,dummya,dummyb,dummyc,dummyd,hs,tm
REAL DIZI(173855,4)
INTEGER I
OPEN(1,FILE='FULldata.TXT',STATUS='unknown')
DO 100 I = 1,173855
READ(1,*) DIZI(I,1),DIZI(I,2),DIZI(I,3),DIZI(I,4)
s=DIZI(I,1)
v=DIZI(I,3)
f=DIZI(I,4)
gra=9.81
fe=f*1000
du=s*3600
*   SMB METHOD
    stfas=11.1*(v**(0.5))
    sffas=16*(v**(1.5))
    if(s.gt.stfas.and.f.gt.sffas) then
        OPEN(6,FILE='fasverisi.TXT',STATUS='unknown')
        write(6,*)DIZI(I,1),DIZI(I,2),DIZI(I,3),DIZI(I,4)
    elseif(s.lt.stfas.and.f.ge.sffas)then
        goto 100
    elseif(s.ge.stfas.and.f.lt.stfas) then
        goto 100
    elseif(s.lt.stfas.and.f.lt.sffas) then
        goto 100
    endif
100 continue
stop
end

```

EK-2. (Devam) Belirgin dalga yükseklikleri ve dönemlerini hesaplayan fortran programı

```

PROGRAM VeriOku
IMPLICIT NONE
real s,v,f,stfas,sffas,gra,fe,du,dummya,dummyb,dummyc,dummyd,hs,tm
REAL DIZI(146460,4)
INTEGER I
OPEN(1,FILE='fetchverisi.TXT',STATUS='unknown')
DO 200 I = 1,146460
READ(1,*) DIZI(I,1),DIZI(I,2),DIZI(I,3),DIZI(I,4)
s=DIZI(I,1)
v=DIZI(I,3)
f=DIZI(I,4)
gra=9.81
fe=f*1000
du=s*3600
*   SMB METHOD
    stfas=11.1*(v**(0.5))
    sffas=16*(v**(1.5))
    dummya=(gra*s*3600)/v
    dummyb=(gra*f*1000)/(v**2)
*   FETCH LIMITED
    if(s.ge.stfas.and.f.lt.sffas) then
    if(dummyb.gt.10.and.dummyb.lt.1000) then
    dummyc=-2.4515+0.4515*log10(dummyb)
    elseif(dummyb.gt.1000.and.dummyb.lt.5000) then
    dummyc=-2.267+0.39*log10(dummyb)
    elseif(dummyb.gt.5000.and.dummyb.lt.20000) then
    dummyc=-1.593+0.208*log10(dummyb)
    elseif(dummyb.gt.20000.and.dummyb.lt.100000) then
    dummyc=-1.185+0.113*log10(dummyb)

```

EK-2. (Devam) Belirgin dalga yükseklikleri ve dönemlerini hesaplayan fortran programı

```

elseif(dummyb.gt.100000.and.dummyb.lt.500000) then
dummyc=-0.6198
else
endif
if(dummyb.gt.10.and.dummyb.lt.500) then
dummyd=-0.295+0.22*log10(dummyb)
elseif(dummyb.gt.500.and.dummyb.lt.10000) then
dummyd=-0.529+0.307*log10(dummyb)
elseif(dummyb.gt.10000.and.dummyb.lt.100000) then
dummyd=0.303+0.099*log10(dummyb)
elseif(dummyb.gt.100000.and.dummyb.lt.500000) then
dummyd=0.7979
endif
endif
hs=((v**2)/gra)*(10**(dummyc))
tm=(v/gra)*(10**(dummyd))
OPEN(3,FILE='fetchsonucu.TXT',STATUS='unknown')
write(3,*)DIZI(I,2),hs,tm
200 continue
stop
end

```

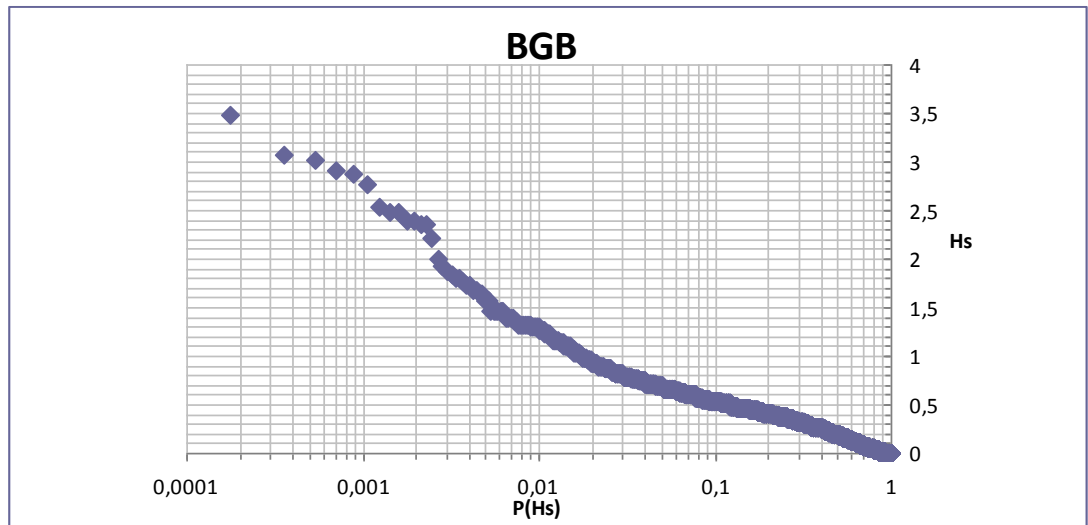
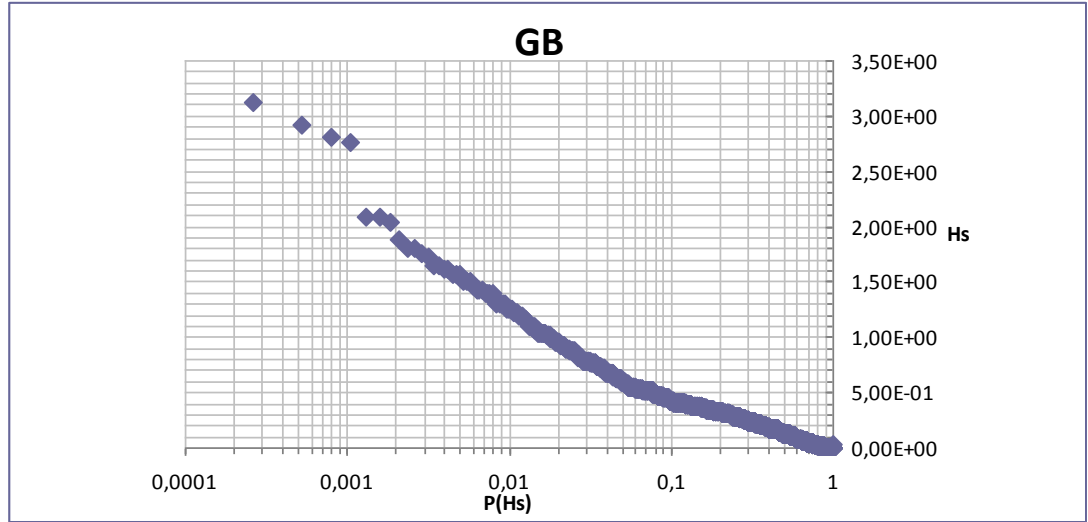
EK-2. (Devam) Belirgin dalga yükseklikleri ve dönemlerini hesaplayan fortran programı

```

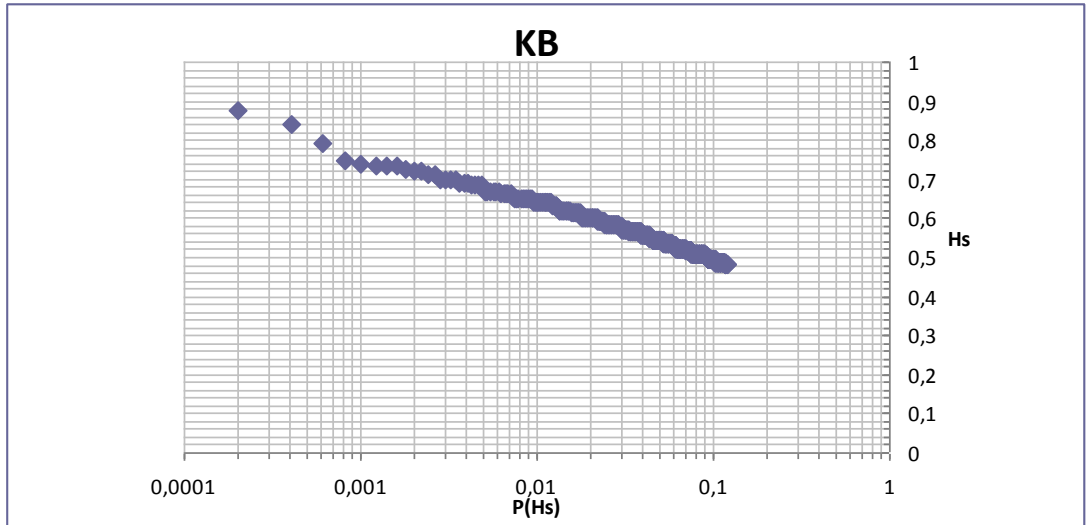
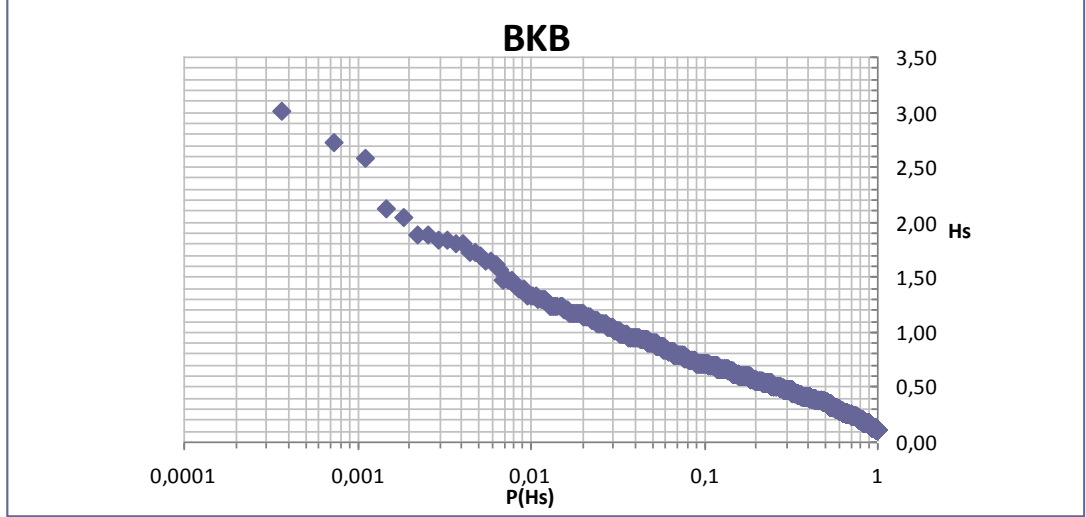
PROGRAM VeriOku
IMPLICIT NONE
real s,v,f,stfas,sffas,gra,fe,du,dummya,dummyb,dummyc,dummyd,hs,tm
REAL DIZI(17387,4)
INTEGER I
OPEN(1,FILE='fasverisi.TXT',STATUS='unknown')
DO 200 I = 1,17387
  READ(1,*) DIZI(I,1),DIZI(I,2),DIZI(I,3),DIZI(I,4)
  s=DIZI(I,1)
  v=DIZI(I,3)
  f=DIZI(I,4)
  gra=9.81
  fe=f*1000
  du=s*3600
*   SMB METHOD
    stfas=11.1*(v**(0.5))
    sffas=16*(v**(1.5))
    dummya=(gra*s*3600)/v
    dummyb=(gra*f*1000)/(v**2)
*   FAS CONDITION
    if (s.gt.stfas.and.f.gt.sffas) then
      hs=(0.0213)*(v**2)
      tm=0.6*v
    endif
    OPEN(3,FILE='fassonucu.TXT',STATUS='unknown')
    write(3,*)DIZI(I,2),hs,tm
200  continue
stop
end

```

EK-3. Yönlere göre uzun dönem belirgin dalga yüksekliği aşılma olasılığı grafikleri



EK-3. (Devam) Yönlere göre uzun dönem belirgin dalga yüksekliği aşılma olasılığı grafikleri



EK-4. GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

Dalga Hesabı : GENESIS modelleme sistemi iki temel alt modelden oluşmuştur. Bunlardan birisi kıyı boyu akıntısı kum taşıma miktarını ve kıyı çizgisi değişikliğini hesaplarken diğeri, açık deniz referans derinliği bilgisiyle belirlenen kırılmış dalga yüksekliğini ve kıyı boyu açısını basit şartlar altında hesaplamaktadır. İsteğe bağlı olarak yakın kıyı dalga bilgisini GENESIS programına sağlayabilen Dış Dalga Dönüştürme Modeli, yukarıda ikincil olarak bahsedilen İç Dalga Dönüştürme Modeli'nden tamamen bağımsızdır. Kullanılacak olan modelin seçiminde dalga verilerinin varlığı ve güvenilirliğinin yanında yakın kıyı batimetrisinin karmaşıklığında göz önünde bulundurulmalıdır.

İç ve dış dalga dönüşüm modellerinin olası iki kullanım şekli ve bunların tanım alanları Şekil 9.1.'de tanımlanmıştır. İç model, yaklaşık düz ve paralel çerçeve çizgileri olan, kırılma yüksekliği ve açısı grid noktalarıyla hesaplanmış, kıyı boyu akıntısı, açık deniz dalga girdisinin derinliği referans alınarak deniz tabanına uygulanabilir (Şekil 9.1.(a)). Eğer dış dalga modeli kullanılmış ise (Şekil 9.1.(b)), açık deniz referans derinliğinden başlayan mevcut (düzensiz) batimetri üzerinden dalga dönüşümü hesaplanır. İç dalga modelinin verisini, dalga yüksekliğine ve yönüne ait değerleri, modelleyici veri dosyasında belirtir. “Yakın Kıyı Referans Çizgisi”ni tanımlayan bu derinlikler, örneğin, 6 metre eğrisinin deniz tarafındaki her bir dalga hesap hücresindeki derinlikleri (Dalga bloğu), GENESIS'deki İç Dalga Dönüştürme Modeli tarafından hücre hücre alınarak dalgalar kırılma noktasına taşınır.

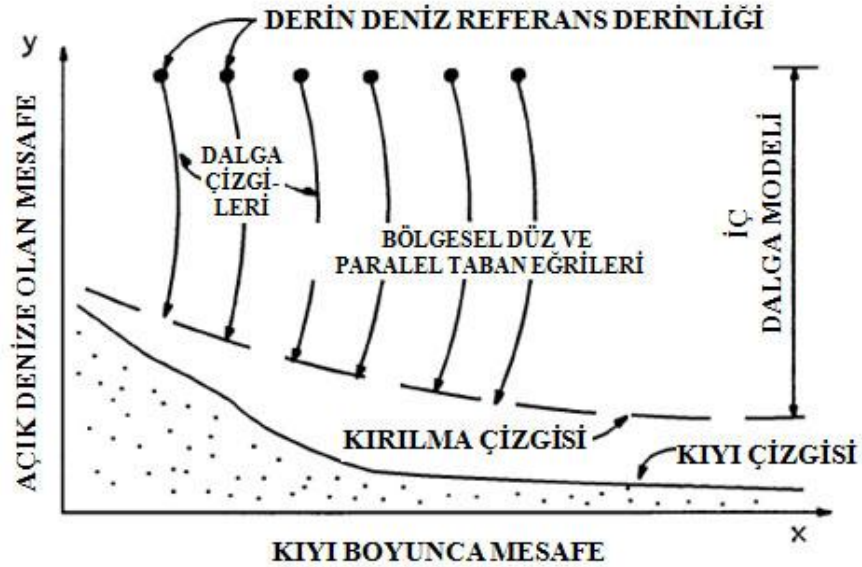
Eğer, difraksiyon üreten yapılar, model içersinde yer almışlarsa, iç dalga dönüşüm modeli otomatik olarak kırılan dalga özelliklerini tespit etmek için difraksiyonun etkilerini işlem içersine dahil edecektir. Bundan dolayı bu tür yapıların, dış dalga dönüşüm modelini uygulama hesaplarına dahil edilmemesi gerekmektedir.

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

İç Dalga Dönüşüm Modeli

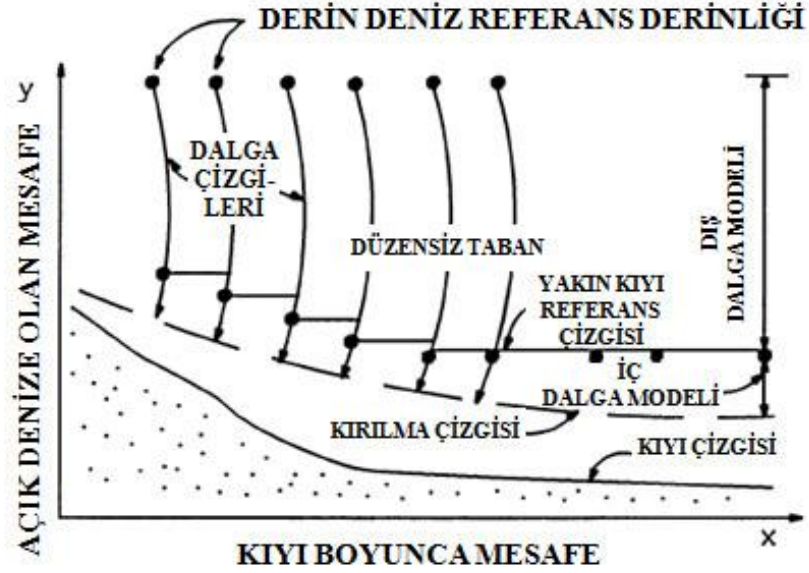
Öncelikle, dalgalar derin su referans derinliğinden veya yakın kıyı referans çizgisinden (dış dalga dönüşüm modelinin kullanılıp kullanılmadığına bağlı olarak) modelde yer alan yapılardan gelen difraksiyon veya toprak kütleleri hesaba katılmaksızın dönüştürülürler. Çözüm stratejisi, öncelikle difraksiyonu dahil etmeksizin ilk çözümleri elde etmek ve daha sonra her bir difraksiyon kaynağı tarafından oluşmuş her bir dalga sahasındaki değişiklikler dikkate alınarak sonuçlar düzeltilir.

Difraksiyonun ihmal edilmesi durumunda kırılmış dalga hesabında üç bilinmeyen vardır. Bunlar, dalga yüksekliği, dalga açısı ve kırılma sırasındaki derinliktir. Bu bilinmeyenler için üç denklem gerekmektedir. Bunlar referans dalga verisi (Eş. 9.1), derinlik sınırlı kırılma kriteri (Eş. 9.2) ve dalga açısını belirten Snell Kanunu (Eş. 9.4) esas alınmış kırılmış dalga yüksekliği için denklemlerdir.



(a)

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi



(b)

Şekil 9.1. İç ve Dış Dalga dönüşüm modellerin işleyişi (a), (b)

Eş. 9.1 sıklık ve refraksiyon tarafından dönüştürülmüş kırılmış dalga yüksekliğinin hesaplanmasında kullanılır.

$$H_b = K_R K_g H_{ref} \quad (9.1)$$

Buna göre;

H_b = İstenilen kıyı akıntısı noktasındaki kırılmış dalga yüksekliği, m

K_R = Refraksiyon katsayısı

K_g = Sıklık Katsayısı

H_{ref} = Kullanılan dalga modeline bağlı olarak açık deniz referans derinliğinde veya yakın kıyı referans çizgisinde dalga yüksekliği

Refraksiyon ve sıklık katsayıları lineer dalga teorisi tarafından verilmiştir. Sınırlı derinlik dalga kırılması için denklem aşağıdaki şekilde verilmiştir.

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

$$H_b = \gamma D_b \quad (9.2)$$

Bu durumda D_b kırılma sırasındaki derinlik ve kırılma indeksi olan γ ise derin su dalga eğimi ve ortalama kumsal eğiminin bir fonksiyonudur.

$$\gamma = b - a (H_0 / L_0) \quad (9.3)$$

Buna göre;

$$a = 5.00 [1 - \exp(-43 \tan\beta)] \text{ ve } b = 1.12 / [1 + \exp(-60 \tan\beta)]$$

Kırılmadaki dalga açısı, yerel düzleme ve paralel taban eğrileri varsayımına dayanarak Snell kanunu göre hesaplanmıştır.

$$\sin\theta_b / L_b = \sin\theta / L \quad (9.4)$$

Buna göre, θ_b ve L_b kırılma noktasının açısı ve dalga uzunluğudur ve θ ve L lineer – dalga teorisi tarafından dalga boyu hesaplanan açık deniz noktasındaki ilgili değerlerdir.

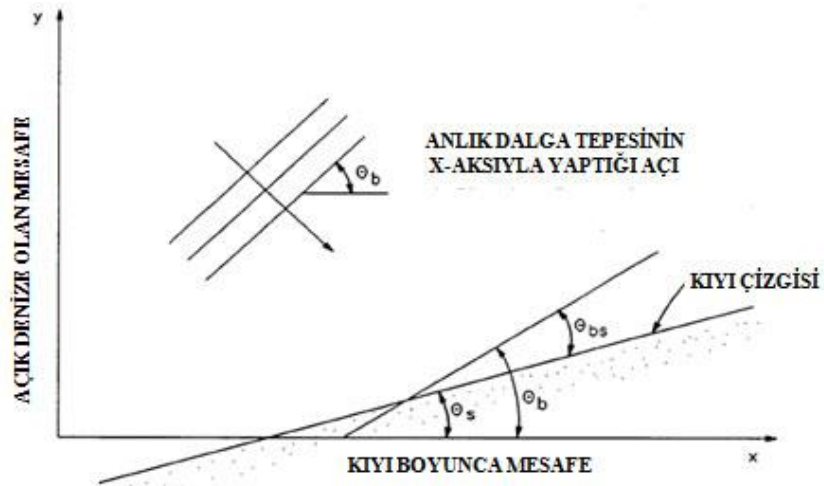
Üç bilinmeyen H_b , D_b ve θ_b dalga yüksekliği, referans derinlikteki açısı ve periyodunun bir fonksiyonu olarak, Eş. 1, 2 ve 4'ün tekrarlanan çözümleriyle kıyı boyunca belirli aralıklarla elde edilmişlerdir.

Dalga refraksiyon modeli, sabit koordinat sistemindeki dağılmamış kırılan dalga açısı θ_b 'yi sağlamaktadır. Şekil 9.2'ye atıfta bulunarak, kıyı akıntısı taşıma oranının, Eş. 5.6, hesaplanması için yerel kıyı çizgisine kırılmış dalga açısı aşağıdaki şekilde elde edilmiştir.

$$\theta_{bs} = \theta_b - \theta_s \quad (9.5)$$

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

Buna göre $\theta_s = \tan^{-1} (\partial y / \partial x)$ x – aksına göre kıyı çizgisinin açısıdır. GENESIS'te 0 derecelik bir açı taban çizgisine normal bir dalga yansımısını işaret eder . θ_b açısı Şekil 9.2'de pozitif olarak çizilmiştir.



Şekil 9.2. Kırılan dalga açılarının tanımlanması

Eğer difraksiyon oluşturan yapılar yoksa, dağılmamış dalga özellikleri kum taşınmasıyla ilgili bağıntıya (Eş. 5.6) girdi olarak kullanılır. Eğer bu tür yapılar mevcutsa, kırılan dalga yükseklikleri ve açıları aşağıda açıklanacağı gibi yeniden hesaplanır.

Yapılar tarafından etkilenen kırılan dalgalar : Denize tarafına doğru uzanan dalga kıran, rıhtım ve mahmuz gibi yapılar kırılmadan önce dalgaları keserler. Bunların dışında, burunlar ve adalar da dalgaları tutarlar. Bu tür nesnelerin tümü yapı olarak adlandırılmıştır. Yapıların uçları dairesel dalga şekli üretirler ve bu dalga alanının bozulması, yapının rüzgar etkisi uzağındaki kıyı çizgisi tepkisini kontrol eden önemli bir faktördür. Kum, tipik olarak tek yada her iki taraftan dairesel dalga biçimiyle çapraz dalga açılarıyla taşınan ve yapının diğer tarafına girdikçe kıyı boyu dalga yüksekliği azalan yapının kırınım olan yerinin arkasında toplanır. Bu tür durumlarda, kıyı çizgisinde meydana gelebilecek

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

değişim ile ilgili daha gerçekçi bir tahminde bulunulması için, kırılmaya kadar olan birleşik difraksiyon, refraksiyon ve sığlık şartlarında dalga dönüşümünün doğru ve etkin olarak hesaplanması gerekir.

Dalgaların difraksiyona maruz kaldığı bölgelerde, difraksiyon, refraksiyon ve sığlık tarafından dönüştürülmüş kırılan dalgaların yüksekliğini hesaplamak için Eş. 9.6 kullanılır.

$$H_b = K_D H_b' \quad (9.6)$$

Buna göre;

K_D = difraksiyon katsayısı

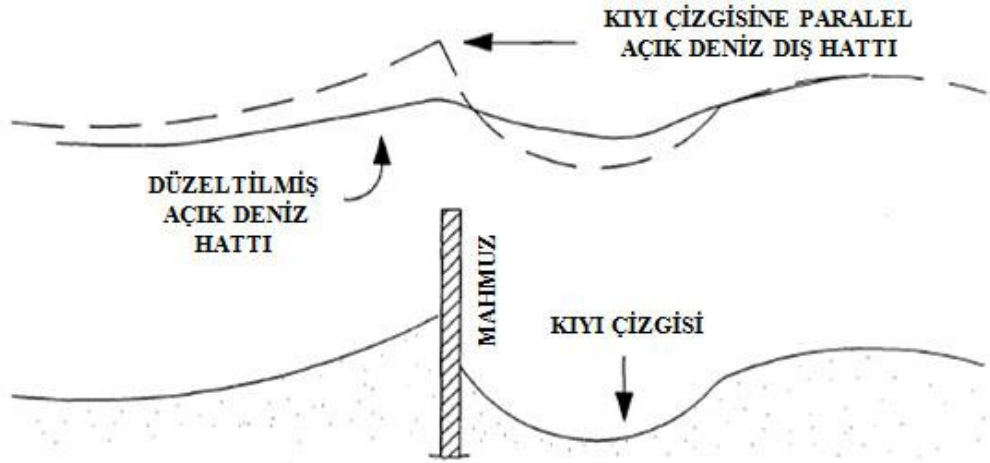
H_b' = Aynı hücrede difraksiyon olmaksızın kırılan dalga yüksekliği, m

Üç bilinmeyen olan H_b , D_b , ve θ_b kırılma derinliğinde, dalga periyodu, dalga yüksekliği ve açısının bir fonksiyonu olarak Eş. 9.2 ve 9.4 ile birlikte Eş. 9.6'nın tekrarlanan çözümü ile kıyı boyunca belli aralıklarında elde edilir.

Eşdeğer eğrilerinin düzeltilmesi : Kıyı boyunca kum taşınımı sonucunda meydana gelen değişimler sonucunda kumsal planı değişir. Kumsal şeklindeki değişme, dalgaların yansımalarını değiştirir. Kumsal ve dalgalar arasındaki bu etkileşim GENESIS içerisinde referans derinliğinden kırılma noktasına kadar olan dalgaların her bir hesaplama noktasında alınan yerel eğriler ile birlikte hizalamak için döndürülen koordinat sistemi kullanarak temsil edilir.

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

Temsili Açık Deniz Eğrisi : Kıyı çizgisi değişim modelinin formülü içersindeki temel varsayım profilin kendisine paralel olarak hareket etmesidir. Sonuç olarak, açık deniz eğrisi kıyı çizgisine paralel olarak hareket eder. Eğer bu varsayım doğrudan iç dalga dönüşüm modeline uygulanırsa, kıyı çizgisinin konumunun göreceli olarak ani değiştiği durumlarda sayısal dengesizliğe yol açabilir ve gerçek dışı yansımalarla sonuçlanabilir. Bu sınırlamanın üstesinden gelebilmek için GENESIS’de Şekil 9.3’de gösterildiği gibi iç dalga hesaplaması için esnek açık deniz eğrisi kullanma seçeneği vardır. Şekilde görüldüğü gibi kıyıya paralel eğri mahmuz noktasında radikal olarak değişmektedir. Esnekleştirilmiş eğri açık deniz batimetrisini daha iyi temsil eder. Eğer esnekleştirilmiş eğri seçeneği seçilirse, bu eğrinin girdi dalgası derinliği ve kırınım olmamış dalga kırılma derinliği arasındaki tüm eğrileri temsil edildiği varsayılır. Temsili açık deniz eğrisinin oryantasyonu o zamanki kıyı çizgisi konumu kullanılarak aylık aralıklarla yeniden hesaplanır.



Şekil 9.3. Kıyı çizgisi dış hattı

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

Dış Dalga Dönüşüm Modeli (RCPWAVE) : Bir çok uygulamada açık deniz eğrileri düz ve paralel olarak düşünülmez. Bu tür durumlarda kıyı çizgisi değişikliğinin sağlıklı olarak modellenebilmesi için gerçek batimetriyi kullanarak yakın kıyı dalgalarının hesaplanmasına gerekir. Açık sahil durumunda, lineer dalga dönüşüm modelinin RCPWAVE (Regional Coastal Processes WAVE Model, Bölgesel Sahil DALGA İşlem Modeli) GENESIS ile birlikte kullanılması avantajlıdır.

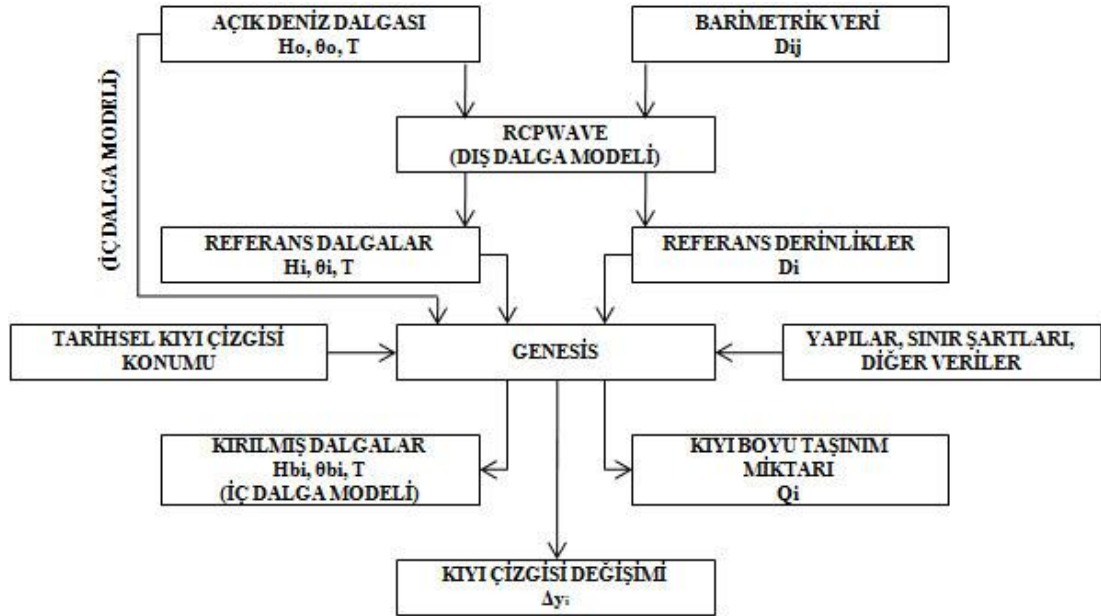
- Dalga yüksekliğini ve açısal değerleri doğrudan grid üzerinde çözümler.
- Geniş bir sahanın kapsanmasına imkan tanınması bakımından verimlidir.
- Düzensiz taban tarafından üretilmiş difraktif etkileri bünyesine dahil eder. Tüm bunlar kostik madde üretimini indirgediği gibi saf refraksiyon modelinden daha iyi hassasiyet sağlar.
- Dengeli olduğu kanıtlanmıştır.

RCPWAVE, Şekil 9.1.(b)'de şematik olarak gösterilmiş olan yakın kıyı referans hattı üzerindeki grid noktalarında açıyı ve dalga yüksekliği değerlerini hesaplar. Bu hattan itibaren GENESIS içerisindeki iç dalga dönüşüm modeli dalgaları kırılma noktasına getirir. Şekil 9.4, hesaplama akışı içerisindeki GENESIS ile RCPWAVE arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

Kıyı çizgisi değişikliği simülasyon aralıkları birkaç yıllık zamana ve yüzlerce grid hücresine gerek duyan birkaç kilometrelik genişliğe dayanır. Simülasyon zaman aralığı 6 saat olduğu ve bağımsız dalga kıran ve kısa grid aralığı seçildiği durumlarda 30 dakika zaman aralığı alınabildiği için, binlerce dalga hesaplaması gerçekleşmektedir. Çok büyük bir zaman gerektirdiğinden, her zaman adımı için RCPWAVE gibi dalga dönüşüm modellerini çalıştırmak pratik değildir. Genel dalga modeli iki boyutlu grid üzerinde çalışır ve tamamlanma zamanı N^2 ile orantılıdır. Burada N , x ve y yönlerindeki grid hücreleri sayılarıdır.

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

Buna karşın GENESIS tek boyutlu bir modeldir ve hesaplama süresi N ile orantılıdır. Sonuç olarak, her bir kıyı çizgisi simülasyonunun zaman adımında dış dalga hesaplanması gereksizdir. İlgili fiziki şartlar göz önüne alındığında, açık deniz dalgalarının zaman serileri genel olarak mevcut değil yada mevcut olsa dahi belirsizlikler içerir. Bu durumda pahalı ve detaylı olmasına rağmen doğru nümerik dalga dönüşüm hesaplamaları ile girdi verileri bir denge içerisinde olmayabilir.



Şekil 9.4. GENESIS RCPWAVE ve Tüm Hesap Akışı

Dış dalga dönüşüm modelini her bir zaman adımı için çalıştırmak yerine, zaman kazanmak amacıyla açık deniz dalga şartları süreç ve aç bantlarına bölünerek kullanılır. Kayıta mevcut süre 2 saniyelik aralıklara ve gelen dalgaların yönü 22.5 derecelik aralıklarla bölünür. Bu işlem, 50 ile 100 periyot – aç bantlarını vermekte ve refraksiyon, yakın kıyı referans çizgisi boyunca “dönüşüm katsayıları” olarak adlandırılan birim dalga yüksekliklerini kullanan dış dalga modeli ile elde edilir. Hesaplanmış refraksiyon sonuçları için, açık deniz zaman serilerindeki dalga durumları belirli period-açı bantları olarak gruplanır. Birim açık deniz dalga yüksekliğiyle hesaplanan yakın kıyı referans çizgisindeki dalga yüksekliği, kıyı boyu

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

dönüşüm katsayısı ve lineer dalga teorisi ile bulunan zaman adımındaki açık deniz dalga yüksekliğinin çarpımı olarak verilir. Böylece, dalga periyodu ve açı sonlu sayıda bant ile sınırlandırılmış olmasına rağmen, gerçek açık deniz dalga yüksekliği kullanılır. Yöne bağlı duyarlılığın 11,25 ya da 22,5 dereceden büyük olmasının derin deniz dalga ölçümü ya da tahmini ile sağlanabilirliği kesin olmasa da, özetlenen prosedür verilerin yansıtılması ve etkin bir hesaplama olmasıyla da yeterlidir.

Derin su dalga yüksekliğinin sınırlanması : Açık deniz dalga verilerinin girdileri farklı nedenlerden dolayı değişebilir. Örneğin, modelin hassasiyetinin incelenmesi, aşırı durumların araştırılması, ve fırtına şartlarında dalgaların çalıştırılması. Bu araştırmalarda dalga yüksekliği genel olarak artırılır. İşlem içerisinde, dikkat edilmediği takdirde fiziksel olarak mümkün olmayan dalga yükseklikleri belirtmek mümkündür. GENESIS, açık deniz dalga yüksekliğini sınırlı dalga yüksekliği kriterine göre kontrol eder.

$$H_0 / L_0 = 0,142 \quad (9.7)$$

Eğer hesaplanmış dalga yükseklikleri 0.142 değerini geçerse, açık deniz dalga yüksekliğinin derin su dalga yüksekliğine yaklaştığını varsayarak, dalga periyodunu değiştirmeksizin, bu derinliği Eş. 9.7'ye uygun olacak şekilde azaltır.

Dalga enerji bölgeleri (Wave Energy Windows) : Dalga enerji bölgeleri kavramı GENESIS'in merkezidir ve onun algoritmik yapısını oluşturur. Dalga enerjisi bölgeleri, geniş çeşitlilikte sahil yapısı konfigürasyonları için kıyı boyunca kum taşınmasını ve kırılmış dalga şartlarını iyi bir şekilde tanımlar. Yapılarla ilgili olarak bulunan hesap sonuçlarını ifade edebilmek açısından olduğu kadar yapı bulunan bölgelerin GENESIS'de uygun bir şekilde modellenebilmesi için enerji bölgeleri ve taşıma alanının kavramlarının iyi anlaşılması gerekmektedir.

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

Enerji bölgeleri ve taşıma alanı GENESIS'in içsel yapısını oluşturur ve START dosyası içersindeki girişlere göre otomatik olarak tanımlanırlar.

Enerji bölgeleri : Bir enerji bölgesi, belirli kumsal uzanımından görülen gelen dalgaya açık kumsal sahası olarak tanımlanır. Pratik olarak bir enerji bölgesi, hedef kumsala dalgaların nüfuz etmesini sınırlayan iki sınır ile tanımlanır. Bölgeler kırılma rıhtımlar, kırılmanın olduğu mahmuzlar, engelleyici bağlantısız dalga kıranlar ve engelleyici olmayan bağlantısız dalga kıranların köşeleri tarafından ayrılır. Gelen dalgaların enerjisinin yakın kıyı içersindeki konumlarına ulaşabilmek için bu bölgelerden birisine girmesi gerekir. Bir alanın birden fazla bölgeden gelen dalgalara açık olması mümkün ve sıklıkla karşılaşılmaktadır.

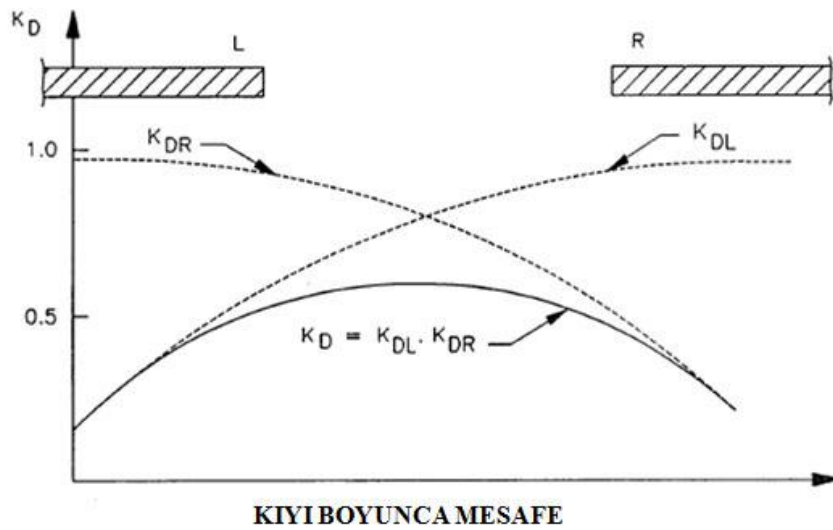
Kum taşınımı hesap alanı : GENESIS Versiyon 2'de kıyı bağlantılı yapılarının (Rıhtımlar, mahmuzlar, ve dalga kıranlar) dalga enerjisini iletmediği varsayılır. Buna göre bu tür yapıların bir tarafından giren dalga, diğer tarafa doğru yayılamaz. “Dalga Enerji Bölgesi” kavramı ve kıyı bağlantılı yapıların dalga geçirmezliği esasına dayanarak, kıyı çizgisi “Kum Taşınımı Hesap Alanı” kullanılarak bölünmüştür. Bu alanlar, her iki yanlarından da difraksiyon kıyısı - bağlantılı yapı veya model sınırı olan parçalardan oluşmaktadır. GENESIS, kıyı çizgisi değişimini, sınırlardaki kum değişimine izin veren geçirgen mahmuzlar gibi yapılar dışında, her bir tanım bölgesi için birbirinden bağımsız olarak çözer.

Çoklu Difraksiyon : Eğer enerji bölgesi, birisi sol tarafta (L) ve diğeri ise sağ tarafta olan (R) iki adet dalga difraksiyon kaynağı tarafından sınırlanmışsa, Şekil 9.5'de gösterildiği gibi her birisi için sırasıyla K_{DL} ve K_{DR} difraksiyon katsayısı kullanılır. İç dalga transformasyon modeli bölge için birleştirilmiş K_D katsayısını aşağıdaki şekilde hesaplar.

$$K_D = K_{DL}K_{DR} \quad (9.8)$$

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

Eş. 9.8’de K_{DL} ve K_{DR} katsayılarının her ikisi de bire yaklaştığında, toplam difraksiyon katsayısı bire yaklaşmakta (Açık suda difraksiyon kaynaklarından uzak veya açık bir bölgede olma durumu), K_{DL} ve K_{DR} ikisinden herhangi biri sıfıra yaklaştığı durumda ise toplam difraksiyon katsayısı sıfırdır olmaktadır (Dalgaın gölge bölgesi içersinde olması durumu). Eğer enerji bölgesinin bir tarafından açıksa, bu taraf için difraksiyon katsayısı “1” olarak alınır.



Şekil 9.5. İki kaynak için difraksiyon katsayısı

Sayısal çözüm şeması : Eş. 5.5 (Kıyı çizgisi değişikliği denklemi), Eş. 5.6 (Uzun kıyı kum taşıma oranı denklemi) ve Eş. 9.2 (Dalga kırılması kriteri) için tüm bilgiler mevcutsa, kıyı çizgisinin dalga etkisine olan tepkisi hesaplanabilir. Bazı basitleştirilmiş şartlar altında, Eş. 5.5’in matematiksel olarak çözümü kapalı form olarak bulunur. Ancak gerçekçi bir yapı ve kıyı çizgisi konfigürasyonu zaman ile değişen kıyı boyunca dalgaları ile tanımlamak için, Eş. 5.5’in sayısal olarak çözülmesi gerekir. Sayısal çözüm yönteminde, kıyı boyu mesafesi belli genişlikteki hücrelere bölünmüş (Grid aralığı) ve simülasyonun süresi aynı şekilde küçük elemanlara bölünür (Zaman adımı). Eğer grid aralığı ve zaman adımı küçükse kısmi diferansiyel denklem sonlu kalanlar eşitliği nümerik çözümüyle doğru bir şekilde hesaplanır.

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

Sayısal doğruluk, kısmi diferansiyel denklemin (Eş. 5.5) çözümünü sağlayan sayısal şemanın doğruluk derecesini ifade etmektedir. Fiziksel doğruluk ise Eş. 5.5 ve ilgili verinin gerçekte oluşan süreci yansıtma derecesini ifade etmektedir. Fiziksel doğruluk, girdi verisinin vasfına ve kıyı çizgisi değişim modelinin saha üzerindeki yaklaşık şartlarıyla ilgili temel varsayımlarına bağlıdır. Sayısal doğruluk fiziki doğruluğu göstermeyebilir. Hızlı bir sayısal çözümleme için, zaman adımı mümkün olduğunca büyük olmalıdır. Diğer taraftan, dalga koşullarındaki ve dinamik kıyı çizgisindeki değişim daha iyi yansıtılacağından dolayı, zaman adımının küçültülmesi sayısal ve fiziksel doğruluk derecesini geliştirecektir. Benzer şekilde, çok fazla küçük grid hücresinin kullanımı, kıyı çizgisi değişikliğinin hesaplanmasında daha yavaş fakat büyük grid hücrelerine nazaran daha ayrıntılı ve gelişmiş sayısal doğruluk sağlayacaktır. Ancak, hücre sayısı arttıkça hesaplama zamanı da artmaktadır.

Kısmi diferansiyel denklemin, sonlu kalanlar nümerik çözümünün müsaade edilebilir grid aralığı ve zaman adımı çözüm şekline bağlıdır. Belirli idealize durumlarda, Eş. 5.5'in çözümün zaman ve mekan adımlarına bağıllığını incelemek için basit forma indirgenebilir. Eş. 5.6'daki θ_{bs} açısının küçük olması varsayımında bulunarak, Eş. 5.5 aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\frac{\partial y}{\partial t} = e_1 + e_2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \quad (9.9)$$

Buna göre;

$$e_1 = \frac{2K_1}{Q_B + D_C} \left(\frac{\partial^2 C_g}{\partial x^2} \right) \quad (9.10)$$

ve

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

$$e_2 = \frac{K_2}{D_B + D_C} \left(H^2 C_g \cos \theta_{bs} \frac{\partial H}{\partial x} \right)_b \quad (9.11)$$

Eş. 9.9'un difüzyon tipi denklem olması nedeniyle, stabilitesi aşağıdaki durum ile sağlanmaktadır.

$$R_s = \frac{\Delta t (e_1 + e_2)}{\Delta x^2} \quad (9.12)$$

GENESIS'in terminolojisinde, R_s değişkeni denge parametresi olarak adlandırılır ve ara yüz sistemi içerisinde "STAB" olarak kullanılır.

Eş. 9.9'un (veya kıyı çizgisinin tamamının değişimi denklemi) açık veya kapalı çözüm yöntemiyle çözülebilir. Eğer açık çözüm yöntemi difüzyon denklemini çözmek için kullanılacaksa aşağıda verilen koşul sağlanmalıdır.

$$R_s \leq 0,5 \quad (9.13)$$

Eğer gridin herhangi bir noktasında R_s değeri açık çözüm yöntemiyle 0,5 değerini aşıyorsa, hesaplanmış kıyı çizgisi zamanla gerçekte oluşmayan dalgalanma gösterir, eğer R_s 0,5 değerinin üzerinde kalıyorsa her bir grid noktasında dalga yönü değiştirecektir. e_1 ve e_2 değişkenleri kıyı boyunca yerel dalga şartlarına bağlı olarak büyük ölçüde değişebilir. Mühendislik gereksinimlerinden dolayı grid hücrelerinin aralığı sabitlenmiş olduğu varsayılırsa, büyük dalga yüksekliği küçük Δt değerine ihtiyaç duyar. Bu sorunun üstesinde gelmek için farklı hesaplama stratejileri mevcut olsa da, kıyı çizgisinin konumunu belirlemek için açık çözüm yöntemini kullanmak verimli değildir.

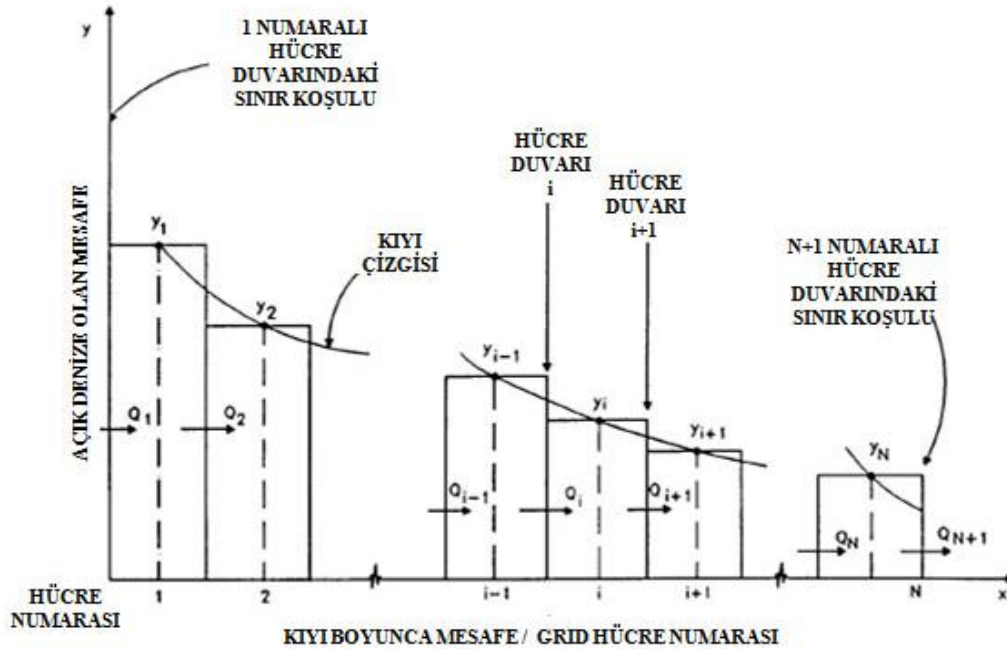
EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

Eş. 9.9'un özel bir durum olan Eş. 5.5, yeni kıyı çizgisi hesaplanmasının eski ve yeni zaman adımına bağlı olan kapalı çözüm yöntemiyle de çözülebilir. Kapalı çözümün kodlaması son derece karmaşıktır. Ancak, R_s 'in çok büyük değerleri için stabildir. GENESIS, kapalı çözüm planını kullanmaktadır. Sayısal deney yoluyla, R_s değerlerinin yaklaşık 10'dan daha az olduğu durumlarda, sayısal hatanın yüzde olarak yaklaşık olarak R_s 'in büyüklüğüne eşittir. 10 değerinden büyük olduğu durumda, hata R_s ile lineerden daha büyük bir hızla artmaktadır. GENESIS, R_s değerini kıyı boyunca her grid noktasında her bir zaman adımında hesaplar ve azami değeri tespit eder. Eğer herhangi bir grid noktasında R_s (veya STAB) > 5 ise uyarı verilir.

Grid sistemi ve sonlu kalanlar çözüm yöntemi : GENESIS içersinde kıyı çizgisi boyunca hesaplanmış değerler, kıyı çizgisi konumlarının Şekil 9.6'da gösterildiği gibi y_1 grid hücreleri merkezinde tanımlandığı (y – noktaları) ve taşıma oranlarının Q_1 hücre duvarlarında olduğu grid dağılımı üzerinde dağıtılmıştır. Sol ve sağ sınır koşulları sırasıyla 1 ve N grid hücre numarası olarak yerleştirilmiştir. Toplamda, kıyı çizgisi konumu değerleri N kadardır ve buna göre ilk kıyı çizgisi konumu da N noktalarında verilmelidir. N+1 hücre duvarları N hücrelerinin etrafında olduğundan dolayı açık deniz kum taşınma oranının N+1 değeri vardır. Taşıma oranının değerleri sınır koşullarında mutlaka belirlenmelidir. Q_1 ve Q_{N+1} ve kalan tüm Q_i ve y_i değerleri hesaplanır. Q_i değerleri dalga koşullarının bir fonksiyonu olduğundan, dalga değerleri Q noktalarında hesaplanır. Yapıların uç kısımları da aynı şekilde Q noktalarında konumlanmıştır. Kumsal dolguları, nehir boşaltımları ve diğer kum kaynakları ve batıklar y – noktalarına konumlanmıştır.

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

Yanal sınır koşulları ve sınırlamalar : GENESIS, her zaman adımında ve her iki sınırdaki hücre duvarları 1 ve $N + 1$ 'de, Q değerlerinin tanımlanmasına ihtiyaç duyar. Gridin içinde hesaplanan kıyı çizgisi pozisyonları yanal sınır koşullarına direk olarak bağlı olduğu iken, bunların önemi üzerinde çok durulmayabilir. En ideal yanal sınırlar sahile yakın hücrelerin terminal noktalarıdır. Örneğin, girişlerdeki ve küçük koy ve körfezlerdeki uzun burunlar veya uzun rıhtımlar. Diğer taraftan, mahmuzlar veya banketler gibi mühendislik yapıları gridin iç alanında bulunabilir. Bu engeller kumun kıyı boyu hareketine engel olur ve kıyı çizgisinin taşıma oranını ve/veya hareketini kısıtlar. Bu engeller, sınır koşullarına olduğu gibi simülasyon içersinde mutlaka bulunmalıdır.



Şekil 9.6. Sonlu kalanlar grid dağılımı

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

Sabitlenmiş kıyı sınır koşulu : GENESIS'in veri işlemi içerisinde, mevcut ölçülmüş tüm kıyı çizgisi planının ve bununla birlikte model sınır koşulunu oluşturabilecek yerlerin belirlenmesi gerekir. Bu şekilde, zaman içerisinde gözle görülür bir şekilde değişmeyen bir bölgenin bulunması mümkün olabilir. Bu bölüme model sınırını koymakla, modellenmiş kıyı çizgisinin yanıl sınırı koordinatları “sabitlenmiş” olur. Taşıma oranı ile ifadesi, eğer sol taraftaki sınırda uygulanmışsa;

$$Q_1 = Q_2 \quad (9.14)$$

Eğer sağ taraftaki sınırda uygulanmışsa;

$$Q_{N+1} = Q_N \quad (9.15)$$

Bu ilişkiler Eş. 5.5’de olduğu gibi, eğer sınırda $\Delta Q = 0$ ise buna göre $\Delta y = 0$ olur. Böylece y değişmez. “Sabitlenmiş” sınır koşulu, proje alanında olan değişikliklerden etkilenmediği için, proje alanından yeterince uzakta olmalıdır.

Kontrollü sınır koşulu : Kıyı boyunca olan kum hareketini kısmi veya tam olarak engelleyen mahmuzlar, rıhtımlar, kıyı bağlantılı dalga kıranlar ve burunlar eğer hesaplama gridinin sonuna konumlanmışsa sınır koşulları olarak eklenebilirler. Eğer gridin iç bölgesi üzerine konumlanmışsa bu nesneler taşıma oranı ve kıyı çizgisi değişikliğini engellemeler ve GENESIS tarafından otomatik olarak hesaplanır. Sayısal çözüm yönteminde içerisinde farklı yerlerde oluşsa da, her iki durum için de tanımlama aynıdır.

Sınıra yerleştirilmiş mahmuz, burun veya benzer nesneler, yapıdan geçen kum miktarına göre formüle edilmişlerdir. Burada dikkate alınması gereken gride giren ve çıkan kumdur. Örneğin, derin olarak tarakla temizlenmiş seyir yapılabilen bir kanalın girişine yerleştirilmiş bir rıhtımda kum, yüksek dalgaların olduğu zamanlarda rıhtımı baypas ederek gridi terk edebilir; bunun tam tersi, seyir kanalında kum

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

beklenmez ve rıhtım gridin üzerine gelir. Rıhtım/kanal nesneleri kontrollü sınır gibi hareket ederek kumun çıkışına gridin üzerine olamaması koşuluyla müsaade ederler. Bu kontrollü sınır koşulları GENESIS'in önceki tanımlarında "mahmuz sınır koşulları" olarak adlandırılmıştır.

Kum Baypası : GENESIS içerisinde yapılardan geçen iki tip kum hareketinin simülasyonu bulunmaktadır. Bunlardan ilki yapıların denize doğru olan uç kısmının etrafında olan ki baypas adı verilir, diğeri ise yapının üzerinden veya içinden geçen kum transmisyonudur. Baypasın, eğer yapının uç kısmındaki su derinliği D_G , kıyı boyu taşıma derinliğinden D_{LT} 'den az ise oluşacağı varsayılır. Taban profilinin (Eş. 5.13) olarak bilinmesi ile, D_G , kıyı çizgisinin konumu ile yapının ucu arasındaki mesafe olarak tespit edilir. Fakat, yapıların iki hesaplanmış kıyı çizgisi pozisyonu arasındaki grid hücreleri duvarlarına yerleşmiş olmaları nedeniyle bu derinlik tek değildir. GENESIS'te ters yön sürüklenme derinliği (Updrift) kullanılır.

Kum baypasını için, BYP baypas faktörü aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

$$BYP = 1 - D_G / D_{LT} \quad (D_G \leq D_{LT}) \quad (9.16)$$

Bu, kıyı boyu kum taşınım oranının eş dağılımını ifade eder. Eğer $D_G \geq D_{LT}$, ise $BYP = 0$. BYP'nin değeri $0 \leq BYP \leq 1$ aralığındadır ve $BYP = 0$ olduğunda baypas olmaz fakat $BYP = 1$ olması durumunda yapıdan tüm kumun potansiyel olarak geçebileceğini ifade eder. BYP'nin değeri, D_{LT} 'nin dalga yüksekliğinin ve periyodunun (Eş. 5.9) fonksiyonu olduğundan dolayı belirli zaman adımı dalga koşullarına bağlıdır.

Kum Transmisyonu : Geçirgenlik faktörü PERM benzer şekilde, mahmuz gibi kıyı bağlantılı yapıların üstünden, içinden ve kıyı tarafından kum taşınımını açıklamak için tanımlanır. Yüksek (ortalama su seviyesine göreceli olarak), yapısal olarak sıkı ve kıyı tarafına doğru uzanmış mahmuzun kumu baypas yapmasının önlenmesi için

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

PERM = 0 değeri atanır, fakat tamamı şeffaf yapılara PERM = 1 değeri atanır. PERM değeri $0 \leq \text{PERM} \leq 1$ aralığında yer almakta ve mahmuzların yapısal özellikleri, yükseklikleri ve sahanın gel git aralığı gibi koşullar göz önünde bulundurularak modeli yapan kişinin değerlendirmesine göre seçilir. Hava Resimleri, model grid üzerindeki diğer yapılarla ilişkili olarak yapıların boş alanlarının (bundan dolayı PERM) miktarını tahmin etmekte yardımcıdır. PERM'in optimal değeri her bir yapı için model kalibrasyon işlemi ile tespit edilmelidir.

Tespit edilen BYP ve PERM değerleri ile, GENESIS, kıyı bağlantılı yapıların üzerinden, içinden ve çevresinden geçen kumun toplam oranını (F değerini) aşağıdaki şekilde hesaplar.

$$F = \text{PERM} (1 - \text{BYP}) + \text{BYP} \quad (9.17)$$

Bu oran grid sınırlarında ve/veya üzerinde belirlenmiş kıyı bağlantılı her yapı için hesaplanır.

Deniz duvarı : Bir sahil duvarı veya genel olarak sahile paralel sarp kayalık gibi aşınmaz bir barrier kıyı çizgisinin konumunu, kıyı çizgisinin duvarın kara tarafına doğru hareket edememesinden dolayı sabit tutar. Deniz duvarı tarafından sınırlanan kıyı çizgisinin pozisyonunu hesaplamak için geliştirilen prosedür kıyı çizgisi tepki modeli teorisiyle tutarlıdır ve aşağıdaki üç özelliği taşır.

- a) Kıyı duvarının önündeki kıyı çizgisi duvarın kara tarafına doğru geçemez
- b) Kum hacmi korunur
- c) Duvarda kıyı boyu kum taşıma yönü potansiyel bölgesel taşımayla aynıdır

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

GENESIS ilk olarak kıyı boyu kum taşıma oranlarını, taşıma için mevcut olan kumun (potansiyel taşıma oranı) hesaplamış miktarı varsayımı altında kumsal boyunca hesaplar. Kıyı duvarının bulunduğu grid hücrelerinde kıyı çizgisinin konumu ve taşıma oranı düzeltilir. Komşu hücrelerdeki bu değerler, taşıma yönünü ve kum hacmini muhafaza edilerek tekrar hesaplanır. Kıyı duvarının yanal hareketi aynı grid hücresinde çift kıyı çizgisi ile sonuçlandığından mümkün değildir.

Kıyı boyu taşıma oranı: Pratik faktörler

GENESIS içersinde uzun kıyı kum taşıma oranının hesaplanmasında kullanılan ampirik formül Eş. 5.6'da verilmiştir. Taşıma oranı, dalgaların ve kıyı çizgisi eğrilerinin bir fonksiyonu olarak her bir zaman adımında ve her bir grid noktasında elde edilir. Eş. 5.6'da hesaplanan taşıma oranlarının miktarları üç önemli hususta tartışılmıştır.

- a) Çoklu Dalga kaynakları tarafından üretilmiş çoklu taşıma oranları
- b) Elde edilmiş taşıma oranları (net ve brüt taşıma oranları)
- c) Uzun kıyı kum taşınımı için etkin eşik (sakin ve sakine yakın dalga olayı)

İlk iki madde GENESIS içersinde girdi dosyasında (START ve WAVES), üçüncü madde ise GENESIS'in çalıştırılmasının ardından dalga veri dosyası hazırlığı içersinde işlem görmüştür.

Çoklu taşıma oranları : Kıyıya gelen dalgalar, tipik olarak birkaç bağımsız kaynak tarafından üretilirler. Uzun periyotlu ölü dalgalar uzak mesafede oluşmuş fırtına tarafından üretilirler, kısa periyotlu dalgalar ise yerel rüzgarlar tarafından üretilmiş deniz dalgaları veya “çalkantı” dalgalarıdır. Modeli yapan kişi, iki dalga türünden fazlasıyla uğraşmak zorundadır. Örneğin, California'nın güney sahilleri yılın büyük bir bölümünde bağımsız dalga kaynaklarından aynı anda etkilenmektedir. Kuzey yarım kürenin ölü dalgaları ve yerel deniz dalgaları ve Güney Yarım Küre ölü

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

dalgaları ve deniz dalgaları Antarktik Okyanusu gibi çok uzak denizlerdeki fırtınalardan oluşmaktadır. Güney yarım kürenin ölü dalgaları Mayıs ayından Ağustos ayına kadar aralıklarla meydana gelmektedir. Bazı yıllarda, taşıyıcı dalga unsurları Güney California Bariyeri boyunca hakimdir.

Çoklu dalga kaynaklarının olduğu durumda, bağımsız kıyı boyu kum taşıma oranı için her bir dalga kaynağının verdiği yükselme ile ilgili varsayımlardan hareket edilerek çözülür. GENESIS daha sonra, lineer süper pozisyon kullanarak her bir grid i noktasında toplam kıyı boyu taşıma oranını hesaplar. M dalga kaynaklarının bulunduğu ve m kaynağı tarafından üretilmiş grid noktasında i’de, $Q_{i,m}$ taşıma oranı olacaktır. Toplam taşıma oranı i aşağıdaki şekilde olacaktır.

$$Q_i = \sum Q_{i,m} \text{ (m=1’den M’e kadar)} \quad (9.18)$$

GENESIS bu miktarı kıyı çizgisi değişikliğini hesap etmek için kullanır.

START dosyası dalga kaynaklarının sayısını kullanır (Yukarıdaki M yerine START dosyasında “NWAVES” olarak adlandırılır). Dalga verilerini tutan dosyada, her bir zaman adımında M kaynakları için, art arda sıralanan dalga verileri bulunur. Bu bilgiye dayanarak GENESIS, her zaman adımı için kumsal dolgusunun yerleşimini, sakin dalgalar için verinin atlanmasını ve dalga kaynaklarının sayısı ile zaman adımına bağlı olan hesap ve kayıt görevlerini yaparak her bir zaman adımı için Q_i ’yi hesaplar. Her bir dalga kaynağı modelleme sisteminin hesaplama süresini arttırır.

Elde edilen taşıma oranları : Kıyı çizgisi değişim modelinde, kumsalda oturarak denize doğru bakan bir gözlemcinin perspektifinden kıyı boyu kum taşıma oranlarının ve kıyı çizgisini değişikliğinin analiz edilmesi uygun olur. Taşımanın iki yönü şu şekilde tanımlanabilir. Buna göre sol hareketin simgesi l_t olarak ve sağ hareketin simgesi ise r_t olarak ifade edilmiştir. Q_{l_t} ve Q_{r_t} değerlerinin işareti yoktur, bunlar her zaman pozitifler; taşıma yönünü veya işaretini alt simgeler

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

göstermektedir. Bu iki oranın, aşağıda belirtilen iki nedenden dolayı kullanılması uygundur. Bunlarda birincisi terminolojidir. Sahil uzanımından bağımsızdır ve buna

göre sahilin bağımsız olduğunun anlaşılmasını ve bütünlüğü sağlar. İkincisi ise, işaretlerle uğraşmanın gereksizliğini gösterir. Mühendislik uygulamalarında yer alan diğer iki çok kullanışlı oran ise brüt taşıma oranı ve net taşıma oranı olarak ifade edilebilir.

Brüt taşıma oranı Q_g verilen zaman periyodunda kıyı çizgisi üzerinde (Örneğin grid hücresi) bir noktadan sağa ve sola doğru geçen taşımanın toplamı olarak tanımlanmıştır.

$$Q_g = Q_{rt} + Q_{lt} \quad (9.19)$$

Böylece, brüt taşıma oranının yönle bir ilgisi yoktur ve dolayısıyla pozitiftir. Bir limanda veya girişte yer alan bir seyir kanalına veya rıhtıma komşu olan bir menfeze sağdan veya soldan gelen kum orada tutulacaktır. Bu miktar brüt taşıma oranı kullanılarak hesap edilir.

Net taşıma oranı Q_n verilen zaman periyodunda kıyı çizgisi üzerinde bir noktadan sağa ve sola doğru geçen taşımanın farkı olarak tanımlanmıştır.

$$Q_n = Q_{rt} - Q_{lt} \quad (9.20)$$

Net oran taşıma oranlarının vektörel toplamıdır ve pozitif x-yönünde pozitiftir. Bu oran, aşınacak veya birikecek kıyı bölümünü tespit etmek için gerekli olan değerdir. Kıyı boyu taşınım oranları farkları ile hesaplanan kıyı çizgisi değişimi için GENESIS Q değerlerini kullanır ve bu değerler net oranları ifade eder.

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

Uzun kıyı kum taşınımı için etkin eşik : Kıyı boyu kum taşınım oranını açıklayan Eş. 5.6'nın incelenmesiyle ilk ve dominant terimin dalga kırılma yüksekliğine ve yönüne bağlı olduğu görülür.

$$Q \propto (H_b)^{5/2} \sin 2 \theta_{bs} \quad (9.21)$$

Zira kırılmada C_{gb} dalga grubu hızı $(H_b)^{1/2}$ ile orantılıdır. Birisi 1 m yüksekliğinde diğeri ise 0.1 m yüksekliğinde ve kırılmada aynı açıya sahip iki kırılan dalga göz önüne alındığında, 1 m'lik dalganın taşıma oranı 0.1 m yüksekliğindeki dalgadan 300 defa daha büyüktür. Ayrıca yüksek dalga aynı dalga periyodunda ve derin su yönünde daha büyük bir açıda kırılacaktır. Büyük/Küçük derin su dalga açıları ve yüksek/alçak dalgalarla ilişkili taşıma oranının büyüklüğü içersindeki farkı artırır.

Okyanusa açık bir sahil sahin durumdan fırtına durumuna kadar dalga koşullarını yaşayacaktır. Kıyı boyu taşıma oranının dalga yüksekliği ve açısıyla büyük oranla değişebildiğinden dolayı, kıyı çizgisi değişimine etki etmeyen taşıma oranlarını elemek gerekmektedir.

İhmal edilebilir kıyı boyu taşınımına neden olan dalga hareketlerini ayıklamak için objektif bir eşik değerine ihtiyaç vardır. Bu eşğin kriterlerde, tane büyüklüğü orta kum kumsalında yapılmış deneylerin sonuçları esas alınır. Ölçülen toplam kıyı boyu kum taşınımı oranlarına bakıldığında toplam hacimsel kıyı boyu kum taşınımı oranı

Q ve “kıyı boyu boşaltım parametresi” değeri, R , arasında yüksek bir korelasyon göstermiştir.

$$R = V H_b X_b \quad (9.22)$$

Buna göre;

V = Kıyı boyu ortalama akım hızı, m/s

EK-4. (Devam) GENESIS nümerik programının hesap yöntemi

H_b = Dikkate değer kırılan dalga yüksekliği, m

X_b = Sörf alanı genişliği (kıyı çizgisiyle ve kırılma hattı arasındaki mesafe), m

Taşınan batık kum ağırlığı I ve R arasında lineer bağıntı kabulü ile çizilmiş regresyon denklemi aşağıdaki gibi elde edilir.

$$I = 2,7 (R - R_c) \quad (9.23)$$

Grafiği kesen $R_c = 3,9 \text{ m}^3/\text{s}$ değeri dikkate alındığında, bu değer kıyı boyu kum hareketi için eşik değer olarak alınır ve I burada N/s ve R , m^3/s olarak ifade edilir. R_c miktarı “ R_{crit} ” olarak adlandırılmış. Eş. 9.23 için korelasyon katsayısı karesi 0.76’dır.

EK-5. GENESIS girdi ve çıktı dosyaları

```

*****
**
* INPUT FILE START.DAT TO GENESIS VERSION 3.0 - CREATED BY
GENESIS95 *
*****
**
A----- MODEL SETUP -----
-----A
A.1 RUN TITLE

A.2 INPUT UNITS (METERS=1, FEET=2): ICONV
1
A.3 TOTAL NUMBER OF CALCULATION CELLS AND CELL LENGTH: NN, DX
90 25
A.4 GRID CELL NUMBER WHERE SIMULATION STARTS AND NUMBER OF
CALCULATION
CELLS (N = -1 MEANS N = NN): ISSTART, N
1 90
A.5 VALUE OF TIME STEP IN HOURS: DT
6
A.6 DATE WHEN SHORELINE SIMULATION STARTS
(Date format YYMMDD: 1 MAY 1992 = 920501): SIMDATS
450101
A.7 DATE WHEN SHORELINE SIMULATION ENDS OR TOTAL NUMBER OF TIME
STEPS
(Date format YYMMDD: 1 MAY 1992 = 920501): SIMDATE
550101
A.8 NUMBER OF INTERMEDIATE PRINT-OUTS WANTED: NOUT
4
A.9 DATES OR TIME STEPS OF INTERMEDIATE PRINT-OUTS
(Date format YYMMDD: 1 MAY 1992 = 920501, NOUT VALUES): TOUT(I)
460101 490101 520101 550101
A.10 NUMBER OF CALCULATION CELLS IN OFFSHORE CONTOUR SMOOTHING
WINDOW
(ISMOOTH = 0 MEANS NO SMOOTHING, ISMOOTH = N MEANS STRAIGHT
LINE.
RECOMMENDED DEFAULT VALUE = 11): ISMOOTH
11
A.11 REPEATED WARNING MESSAGES (YES=1, NO=0): IRWM
1
A.12 LONGSHORE SAND TRANSPORT CALIBRATION COEFFICIENTS: K1, K2
0.4 0.2
A.13 PRINT-OUT OF TIME STEP NUMBERS? (YES=1, NO=0): IPRINT
1
B----- WAVES -----
-----B
B.1 WAVE HEIGHT CHANGE FACTOR. WAVE ANGLE CHANGE FACTOR AND AMOUNT
(DEG)
(NO CHANGE: HCNF=1, ZCNF=1, ZCNGA=0): HCNF, ZCNF, ZCNGA
1 1 0
B.2 DEPTH OF OFFSHORE WAVE INPUT: DZ
35
B.3 IS AN EXTERNAL WAVE MODEL BEING USED (YES=1, NO=0): NWD

```

EK-5. (Devam) GENESIS girdi ve çıktı dosyaları

```

0
B.4 COMMENT: IF AN EXTERNAL WAVE MODEL IS NOT BEING USED, CONTINUE
TO B.9
B.5 NUMBER OF SHORELINE CALCULATION CELLS PER WAVE MODEL ELEMENT:
ISPW
1
B.6 NUMBER OF HEIGHT BANDS USED IN THE EXTERNAL WAVE MODEL
TRANSFORMATIONS
(MINIMUM IS 1, MAXIMUM IS 9): NBANDS
1
B.7 COMMENT: IF ONLY ONE HEIGHT BAND WAS USED CONTINUE TO B.9
B.8 MINIMUM WAVE HEIGHT AND BAND WIDTH OF HEIGHT BANDS: HBMIN,
HBWIDTH
0 0
B.9 VALUE OF TIME STEP IN WAVE DATA FILE IN HOURS (MUST BE AN EVEN
MULTIPLE
OF, OR EQUAL TO DT): DTW
6
B.10 NUMBER OF WAVE COMPONENTS PER TIME STEP: NWAVES
1
B.11 DATE WHEN WAVE FILE STARTS (FORMAT YYMMDD: 1 MAY 1992 =
920501): WDATS
450101
C-----C BEACH -----C
C.1 EFFECTIVE GRAIN SIZE DIAMETER IN MILLIMETERS: D50
0.4
C.2 AVERAGE BERM HEIGHT FROM MEAN WATER LEVEL: ABH
2
C.3 CLOSURE DEPTH: DCLOS
50
C.4 ANY OPEN BOUNDARY? (NO=0, YES=1): IOB
1
C.5 COMMENT: IF NO OPEN BOUNDARY, CONTINUE TO D.
C.6 TIME BASE IN BOUNDARY MOVEMENT SPECIFICATION(S)?
(SIMULATION PERIOD = 1, DAY = 2, TIME STEP = 3): ITB
1
C.7 OPEN BOUNDARY ON LEFT-HAND SIDE? (NO=0, YES=1): IOB1
1
C.8 COMMENT: IF A GROIN ON LEFT-HAND BOUNDARY, CONTINUE TO C.10.
C.9 BOUNDARY MOVEMENT PER TIME BASE ON LEFT-HAND BOUNDARY, IN
SYSTEM OF
UNITS SPECIFIED IN A.2 (PINNED BEACH => YC1 = 0): YC1
0
C.10 OPEN BOUNDARY ON RIGHT-HAND SIDE? (NO=0, YES=1): IOBN
1
C.11 COMMENT: IF A GROIN ON RIGHT-HAND BOUNDARY, CONTINUE TO D.
C.12 BOUNDARY MOVEMENT PER TIME BASE ON RIGHT-HAND BOUNDARY, IN
SYSTEM OF
UNITS SPECIFIED IN A.2 (PINNED BEACH => YCN = 0): YCN
0
D-----D NON-DIFFRACTING GROINS -----D
D.1 ANY NON-DIFFRACTING GROINS? (NO=0, YES=1): INDG
0

```

EK-5. (Devam) GENESIS girdi ve çıktı dosyaları

```

D.2  COMMENT: IF NO NON-DIFFRACTING GROINS, CONTINUE TO E.
D.3  NUMBER OF NON-DIFFRACTING GROINS: NNDG
      2
D.4  GRID CELL NUMBERS OF NON-DIFFRACTING GROINS (NNDG VALUES):
IXNDG(I)
      15 80
D.5  LENGTHS OF NON-DIFFRACTING GROINS FROM X-AXIS (NNDG VALUES):
YNDG(I)
      400 650
E----- DIFFRACTING (LONG) GROINS AND JETTIES -----
-----E
E.1  ANY DIFFRACTING GROINS OR JETTIES? (NO=0, YES=1): IDG
      1
E.2  COMMENT: IF NO DIFFRACTING GROINS, CONTINUE TO F.
E.3  NUMBER OF DIFFRACTING GROINS/JETTIES: NDG
      2
E.4  GRID CELL NUMBERS OF DIFFRACTING GROINS/JETTIES (NDG VALUES):
IXDG(I)
      15 83
E.5  LENGTHS OF DIFFRACTING GROINS/JETTIES FROM X-AXIS (NDG VALUES):
YDG(I)
      400 650
E.6  DEPTHS AT SEAWARD END OF DIFFRACTING GROINS/JETTIES(NDG
VALUES): DDG(I)
      3 3
F----- ALL GROINS/JETTIES -----
-----F
F.1  COMMENT: IF NO GROINS OR JETTIES, CONTINUE TO G.
F.2  PERMEABILITIES OF ALL GROINS AND JETTIES (NNDG+NDG VALUES):
PERM(I)
      0 0
F.3  IF GROIN OR JETTY ON LEFT-HAND BOUNDARY, DISTANCE FROM
SHORELINE
      OUTSIDE GRID TO SEAWARD END OF GROIN OR JETTY: YG1
F.4  IF GROIN OR JETTY ON RIGHT-HAND BOUNDARY, DISTANCE FROM
SHORELINE
      OUTSIDE GRID TO SEAWARD END OF GROIN OR JETTY: YGN
G----- DETACHED BREAKWATERS -----
-----G
G.1  ANY DETACHED BREAKWATERS? (NO=0, YES=1): IDB
      1
G.2  COMMENT: IF NO DETACHED BREAKWATERS, CONTINUE TO H.
G.3  NUMBER OF DETACHED BREAKWATERS: NDB
      1
G.4  ANY DETACHED BREAKWATER ACROSS LEFT-HAND CALCULATION BOUNDARY
(NO=0, YES=1): IDB1
      0
G.5  ANY DETACHED BREAKWATER ACROSS RIGHT-HAND CALCULATION BOUNDARY
(NO=0, YES=1): IDBN
      0
G.6  GRID CELL NUMBERS OF TIPS OF DETACHED BREAKWATERS:
      (2 * NDB - (IDB1+IDBN) VALUES): IXDB(I)
      75 83

```

EK-5. (Devam) GENESIS girdi ve çıktı dosyaları

```

G.7  DISTANCES FROM X-AXIS TO TIPS OF DETACHED BREAKWATERS
      (1 VALUE FOR EACH TIP SPECIFIED IN G.6): YDB(I)
      650 650
G.8  DEPTHS AT DETACHED BREAKWATER TIPS (1 VALUE FOR EACH TIP
      SPECIFIED IN G.6): DDB(I)
      5 3
G.9  TRANSMISSION COEFFICIENTS FOR DETACHED BREAKWATERS (NDB
      VALUES): TRANDB(I)
      0
H-----H SEAWALLS -----H
-----H
H.1  ANY SEAWALL ALONG THE SIMULATED SHORELINE? (YES=1, NO=0): ISW
      0
H.2  COMMENT: IF NO SEAWALL, CONTINUE TO I.
H.3  GRID CELL NUMBERS OF START AND END OF SEAWALL (ISWEND = -1
      MEANS
          ISWEND = N): ISWBEG, ISWEND

I-----I BEACH FILLS -----I
-----I
I.1  ANY BEACH FILLS DURING SIMULATION PERIOD? (NO=0, YES=1): IBF
      0
I.2  COMMENT: IF NO BEACH FILLS, CONTINUE TO J.
I.3  NUMBER OF BEACH FILLS DURING SIMULATION PERIOD: NBF
      0
I.4  DATES OR TIME STEPS WHEN THE RESPECTIVE FILLS START
      (DATE FORMAT YYMMDD: 1 MAY 1992 = 920501, NBF VALUES):
      BFDATS(I)

I.5  DATES OR TIME STEPS WHEN THE RESPECTIVE FILLS END
      (DATE FORMAT YYMMDD: 1 MAY 1992 = 920501, NBF VALUES):
      BFDATE(I)

I.6  GRID CELL NUMBERS OF START OF RESPECTIVE FILLS (NBF VALUES):
      IBFS(I)

I.7  GRID CELL NUMBERS OF END OF RESPECTIVE FILLS (NBF VALUES):
      IBFE(I)

I.8  ADDED BERM WIDTHS AFTER ADJUSTMENT TO EQUILIBRIUM CONDITIONS
      (NBF VALUES): YADD(I)

J-----J BYPASSING -----J
-----J
J.1  ANY BYPASSING OPERATIONS DURING SIMULATION PERIOD? (NO=0,
      YES=1): IBP
      1
J.2  COMMENT: IF NO BYPASSING OPERATIONS, CONTINUE TO K.
J.3  READ BYPASSING RATES FROM A FILE OR SPECIFY BELOW?
      (FILE=1, BELOW=2): IBPF
      2
J.4  COMMENT: IF BYPASSING OPERATIONS ARE SPECIFIED BELOW, CONTINUE
      TO J.8
      -- BYPASSING OPERATIONS SPECIFIED IN SEPARATE DATA FILE --

```

EK-5. (Devam) GENESIS girdi ve çıktı dosyaları

J.5 DATE OR TIME STEP WHEN BYPASS DATA FILE STARTS AND ENDS, RESPECTIVELY

(FORMAT YYMMDD: 1 MAY 1992 = 920501): QQDATS QQDATE

J.6 CELL NOS. WHERE BYPASS FILE STARTS AND ENDS, RESPECTIVELY: IQQS, IQQE

J.7 COMMENT: END OF BYPASS DATA FILE SECTION. CONTINUE TO K.
-- BYPASSING OPERATIONS SPECIFIED IN THIS FILE --

J.8 NUMBER OF BYPASSING OPERATIONS DURING SIMULATION PERIOD: NBP
0

J.9 DATES OR TIME STEPS WHEN THE RESPECTIVE OPERATIONS START
(DATE FORMAT YYMMDD: 1 MAY 1992 = 920501, NBP VALUES):

BPDATS(I)
450101

J.10 DATES OR TIME STEPS WHEN THE RESPECTIVE OPERATIONS END
(DATE FORMAT YYMMDD: 1 MAY 1992 = 920501, NBP VALUES):

BPPATE(I)
550101

J.11 GRID CELL NUMBERS OF START OF RESPECTIVE OPERATIONS (NBP VALUES): IBPS(I)

80

J.12 GRID CELL NUMBERS OF END OF RESPECTIVE OPERATIONS (NBP VALUES):
IBPE(I)

82

J.13 BYPASSING RATES AS TOTAL AVERAGE VOLUME PER HOUR (CY/HR OR M3/HR,

ACCORDING TO UNITS GIVEN IN A.2) FOR RESPECTIVE OPERATIONS
(NBP VALUES): QBP(I)

20

K----- COMMENTS -----
-----K

* ALL COORDINATES MUST BE GIVEN IN THE "TOTAL" GRID SYSTEM
* ONE VALUE FOR EACH STRUCTURE, TIP ETC. ESPECIALLY IMPORTANT
FOR
COMBINED STRUCTURES, E.G., TWO DBW'S WHERE THE LOCATION WHERE
THEY
MEET HAS TO BE TREATED AS TWO TIPS.
* ANY GROIN CONNECTED TO A DETACHED BREAKWATER MUST BE REGARDED
AS
DIFFRACTING
* CONNECTED STRUCTURES MUST BE GIVEN THE SAME Y AND D VALUES
WHERE THEY
CONNECT
* IF DOING REAL CASES, THE WAVE.DAT FILE MUST CONTAIN FULL
YEARS DATA
* DATA FOR START OF BEACH FILL IN SPACE AND TIME SHOULD BE
GIVEN IN
INCREASING/CHRONOLOGICAL ORDER. DATA FOR END OF BEACH FILL
MUST
CORRESPOND TO THESE VALUES, AND NOT NECESSARILY BE IN
INCREASING ORDER.
* DON'T CHANGE THE LABELS OF THE LINES SINCE THEY ARE USED TO
IDENTIFY
THE LINES BY GENESIS.

EK-5. (Devam) GENESIS girdi ve çıktı dosyaları

```
* GENESIS95 GRAPHICAL USER INTERFACE FOR WINDOWS 95 CREATED BY
PERON
    AT PERON SOFTWARE & HARDWARE (peron@pobox.org.sg) . COPYRIGHT
1996
----- END -----
-----
```

EK-5. (Devam) GENESIS girdi ve çıktı dosyaları

RUN:

```

INITIAL SHORELINE POSITION (M)
  58.45  58.65  58.85  59.05  61.84  59.46  59.66  59.86
60.06  60.26
  60.46  60.66  63.30  67.26  71.23  75.20  79.16  83.13
87.10  91.07
  95.04  99.00 102.97 106.94 110.91 114.88 119.13 123.37
127.62 131.86
 136.11 140.35 144.60 148.84 153.08 157.33 161.58 165.82
170.26 175.12
 179.98 184.83 186.69 194.55 199.41 204.27 209.13 213.99
218.85 223.71
 228.56 233.42 237.97 242.25 246.53 250.80 258.40 259.36
265.83 273.46
 281.09 288.73 296.36 306.37 317.04 327.72 338.40 348.83
355.26 361.70
 366.72 374.79 379.98 383.73 385.88 381.91 384.34 388.66
395.43 383.29
 494.59 552.13 595.77 626.48 655.22 684.36 715.92 754.47
816.27 878.06

```

```

SHORELINE POSITION (M) AFTER 125 TIME STEPS. DATE IS 450201
  58.45  58.68  59.00  59.36  59.59  59.57  59.47  59.44
59.49  59.85
  61.31  65.17  72.63  84.53  77.51  76.85  78.90  82.13
85.70  89.34
  93.05  96.85 100.73 104.72 108.96 113.49 118.02 122.43
126.78 131.12
 135.44 139.75 144.05 148.35 152.65 156.96 161.31 165.73
170.24 174.82
 179.42 184.05 188.81 193.78 198.85 203.90 208.88 213.79
218.65 223.47
 228.23 232.91 237.51 242.07 246.68 251.40 256.29 261.50
267.38 274.07
 281.47 289.49 298.15 307.43 317.18 327.05 336.62 345.48
353.35 360.26
 366.56 372.42 377.63 381.80 384.41 384.34 386.80 391.36
399.92 418.17
 487.96 541.25 605.63 629.40 656.94 687.39 722.05 763.41
817.47 878.06

```

```

SHORELINE POSITION (M) AFTER 361 TIME STEPS. DATE IS 450401
  58.45  58.53  58.64  58.72  58.74  58.76  58.98  59.63
61.08  64.07
  69.29  77.13  87.85 101.67  83.84  81.05  80.42  81.52
83.69  86.49
  89.66  93.13  96.89 100.97 105.52 110.51 115.52 120.34
125.01 129.59
 134.11 138.58 143.02 147.45 151.88 156.32 160.79 165.30
169.85 174.47
 179.15 183.90 188.72 193.60 198.52 203.45 208.38 213.27
218.12 222.91

```


EK-5. (Devam) GENESIS girdi ve çıktı dosyaları

```

227.65 232.35 237.05 241.77 246.59 251.57 256.86 262.58
268.82 275.65
283.05 290.96 299.31 307.99 316.83 325.65 334.24 342.42
350.06 357.08
363.48 369.28 374.53 379.25 383.57 388.23 394.79 405.37
421.65 445.71
483.08 523.28 616.17 638.94 665.47 696.11 731.87 773.47
822.52 878.06

```

```

SHORELINE POSITION (M) AFTER 725 TIME STEPS. DATE IS 450701
58.45 58.36 58.36 58.50 58.88 59.75 61.47 64.30
68.46 74.32
82.23 92.29 104.60 119.20 89.37 85.38 82.92 81.96
82.25 83.54
85.64 88.42 91.83 95.85 100.58 105.95 111.45 116.76
121.91 126.92
131.81 136.61 141.34 146.01 150.66 155.29 159.91 164.56
169.23 173.93
178.68 183.46 188.28 193.12 197.98 202.85 207.70 212.55
217.37 222.18
226.99 231.82 236.70 241.69 246.83 252.17 257.82 263.87
270.31 277.15
284.40 291.99 299.80 307.76 315.76 323.70 331.47 339.00
346.21 353.10
359.70 366.13 372.69 379.67 387.35 396.56 408.36 423.03
440.74 461.80
486.00 511.85 630.42 653.45 679.91 710.32 745.25 784.93
829.62 878.06

```

```

LONGSHORE TRANSPORT FOR LAST TIME STEP *100 (M3/SEC)
-0.50 -0.50 -0.51 -0.52 -0.54 -0.56 -0.58 -0.59 -0.60 -
0.57
-0.51 -0.45 -0.38 -0.34 0.00 -0.22 -0.31 -0.42 -0.51 -
0.59
-0.66 -0.72 -0.77 -0.82 -0.86 -0.90 -0.90 -0.89 -0.88 -
0.87
-0.86 -0.85 -0.85 -0.84 -0.83 -0.83 -0.83 -0.82 -0.82 -
0.82
-0.82 -0.82 -0.81 -0.81 -0.81 -0.81 -0.80 -0.80 -0.80 -
0.79
-0.79 -0.78 -0.78 -0.78 -0.78 -0.78 -0.78 -0.78 -0.78 -
0.77
-0.76 -0.76 -0.74 -0.72 -0.70 -0.67 -0.64 -0.61 -0.57 -
0.52
-0.47 -0.42 -0.37 -0.31 -0.25 -0.20 -0.14 -0.10 -0.07 -
0.04
-0.02 -0.02 0.00 -0.45 -0.43 -0.39 -0.39 -0.40 -0.40 -
0.40
-0.40

```

```

CALCULATED FINAL SHORELINE POSITION (M)
58.45 59.01 59.84 61.14 63.10 65.95 69.89 75.02
81.44 89.36

```

EK-5. (Devam) GENESIS girdi ve çıktı dosyaları

98.98	110.35	123.47	138.31	94.02	89.12	85.31	82.70
81.27	80.93						
81.63	83.30	85.92	89.47	94.07	99.61	105.47	111.26
116.95	122.50						
127.94	133.25	138.44	143.54	148.55	153.50	158.39	163.25
168.09	172.93						
177.76	182.59	187.43	192.27	197.12	201.97	206.82	211.69
216.57	221.49						
226.45	231.49	236.64	241.91	247.34	252.96	258.82	264.98
271.42	278.07						
284.95	292.05	299.30	306.61	313.93	321.24	328.52	335.79
343.07	350.45						
358.04	366.03	374.70	384.15	394.77	407.21	421.50	437.43
454.95	473.96						
494.30	516.46	650.02	673.70	700.13	729.65	762.40	798.38
837.30	878.06						

CALCULATED SEAWARDMOST SHORELINE POSITION (M)							
58.45	59.01	59.84	61.14	63.10	65.95	69.89	75.02
81.44	89.36						
98.98	110.35	123.47	138.31	94.02	89.12	85.31	83.13
87.10	91.07						
95.04	99.00	102.97	106.94	110.91	114.88	119.13	123.37
127.62	131.86						
136.11	140.35	144.60	148.84	153.08	157.33	161.58	165.82
170.33	175.12						
179.98	184.83	188.83	194.55	199.41	204.27	209.13	213.99
218.85	223.71						
228.56	233.42	237.97	242.25	247.34	252.96	258.82	264.98
271.42	278.07						
284.95	292.17	299.80	308.01	317.18	327.72	338.40	348.83
355.26	361.70						
367.25	374.79	379.98	384.15	394.77	407.21	421.50	437.43
454.95	473.96						
494.59	552.13	650.02	673.70	700.13	729.65	762.40	798.38
837.30	878.06						

CALCULATED LANDWARDMOST SHORELINE POSITION (M)							
58.45	58.36	58.35	58.41	58.52	58.69	58.97	59.24
59.46	59.79						
60.30	60.66	63.30	67.26	71.23	75.19	78.84	81.52
81.27	80.93						
81.63	83.30	85.92	89.47	94.07	99.61	105.47	111.26
116.95	122.50						
127.94	133.25	138.44	143.54	148.55	153.50	158.39	163.25
168.09	172.93						
177.76	182.59	186.69	192.27	197.12	201.97	206.82	211.69
216.57	221.49						
226.45	231.49	236.63	241.68	246.52	250.80	256.26	259.36
265.83	273.43						
281.03	288.72	296.36	306.37	313.93	321.24	328.52	335.79
343.07	350.45						
358.03	365.58	372.69	378.85	383.45	381.91	384.34	388.66
395.43	383.29						

EK-5. (Devam) GENESIS girdi ve çıktı dosyaları

483.08 511.65 595.77 626.48 655.22 684.36 715.92 754.47
816.27 878.06

CALCULATED REPRESENTATIVE OFFSHORE CONTOUR POSITION (M)
358.45 361.68 364.92 368.15 371.39 374.62 378.03 381.31
384.41 387.28
389.86 392.08 393.66 394.44 394.20 393.73 393.19 392.70
392.39 392.36
392.73 393.59 395.03 397.15 400.04 403.79 407.97 412.50
417.29 422.25
427.33 432.47 437.63 442.78 447.90 452.97 457.99 462.97
467.91 472.82
477.71 482.59 487.46 492.34 497.22 502.13 507.06 512.03
517.06 522.15
527.33 532.60 538.00 543.52 549.19 555.01 561.00 567.16
573.48 579.96
586.59 593.36 600.28 607.34 614.55 621.93 629.54 637.41
645.64 654.30
663.50 673.34 684.87 698.18 713.40 730.66 750.08 771.79
795.91 822.53
851.62 883.07 916.75 951.63 987.59 1025.68 1063.78 1101.87
1139.97 1178.06

CALIBRATION/VERIFICATION ERROR = 14.4153

CALCULATED VOLUMETRIC CHANGE = +7.92E+05 (M3)
SIGN CONVENTION: EROSION (-), ACCRETION (+)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YILMAZ, Elif
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 29.09.1984 Ankara
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (312) 286 92 93
Faks : -
e-mail : eelifyilmaz@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi / İnş. Müh. Bölümü	2007
Lise	Çankaya Milli Piyango Anadolu Lisesi	2002

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2007- (Devam)	Hidro dizayn	Proje Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Spor ve müzik.