T.C. ULAŞTIRMA VE ALTYAPI BAKANLIĞI

TEKNİK ARAŞTIRMA VE KALİTE YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

HİDROLİK ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ

KIYI YAPILARI SAYISAL MODELLEME RAPORU HAZIRLAMA KILAVUZU/FORMATI

AYGM
Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü

ANKARA
Nisan 2025

17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159

T.C.
ULAŞTIRMA VE ALTYAPI BAKANLIĞI
ALTYAPI YATIRIMLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TEKNİK ARAŞTIRMA VE KALİTE YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

KIYI YAPILARI SAYISAL MODELLEME RAPORU HAZIRLAMA KILAVUZU/FORMATI

Ozan AYDIN İnş. Yük. Mühendisi	Kaan Adem ÖZDEMİR İnş. Yük. Mühendisi
Dr.Olcay EĞRİBOYUN İnşaat Mühendisi	Safiye AKBAŞ İnşaat Mühendisi
Şükrü Emrah ARIKAN İnş. Yük. Mühendisi	Abdülkadir YILMAZ Şube Müdürü
	Dr. Yavuz YEGİN Daire Başkanı
Uygun görüşle arz ederim. **Erhan Ümit EKİNCİ** Genel Müdür Yardımcısı V.	ONAY 20/05/2025 **Dr. Yalçın EYİGÜN** Genel Müdür

17953159 8 - 17953159 8 - 17953159 8 - 17953159 8

T.C.
ULAŞTIRMA VE ALTYAPI BAKANLIĞI
ALTYAPI YATIRIMLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TARİH		**……PROJESİ SAYISAL MODELLEME RAPORU**
RAPOR NO		
YÜKLENİCİ FİRMA ADI VE AMBLEMİ		YÜKLENİCİ KAŞE İMZA
RAPORU HAZIRLAYAN FİRMA ADI VE AMBLEMİ		RAPORU HAZIRLAYAN FİRMA KAŞE İMZA

	UNVAN	ADI SOYADI	İMZA
HAZIRLAYANLAR			

ULAŞTIRMA VE ALTYAPI BAKANLIĞI …. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ		
KONTROL MÜHENDİSİ	KONTROL BAŞMÜHENDİSİ	BÖLGE MÜDÜRÜ

ALTYAPI YATIRIMLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ			
MÜHENDİS	ŞUBE MÜDÜRÜ	DAİRE BAŞKANI	GENEL MÜDÜR

ÖRNEKTİR
17953159 - 17953159 - 17953159

T.C.
ULAŞTIRMA VE ALTYAPI BAKANLIĞI
ALTYAPI YATIRIMLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

AYGM
Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü

TARİH		**……………………………………….PROJESİ** **SAYISAL MODELLEME RAPORU**
RAPOR NO		

YÜKLENİCİ FİRMA ADI VE AMBLEMİ	YÜKLENİCİ KAŞE İMZA
RAPORU HAZIRLAYAN FİRMA ADI VE AMBLEMİ	RAPORU HAZIRLAYAN FİRMA KAŞE İMZA

HAZIRLAYANLAR	UNVAN	ADI SOYADI	İMZA

ALTYAPI YATIRIMLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ		
KONTROL MÜHENDİSİ	KONTROL ŞEFİ	KONTROL AMİRİ

MÜHENDİS	ŞUBE MÜDÜRÜ	DAİRE BAŞKANI	GENEL MÜDÜR

ÖRNEKTİR
17953598 - 17953598 - 17953598 - 17953598

İÇİNDEKİLER

1. GENEL BİLGİLER 1
1.1. Raporun Amacı ve Kapsamı 1
1.2. Projeye Ait Bilgiler 1
1.3. Mekânsal Bilgiler ve Coğrafi Konum 1
1.4. Önceki Çalışmalar 4
1.5. Projeye Göre Gerekli Olan Sayısal Modeller 5
1.6. Sayısal Model Teorisi ve Kullanılan Yazılımlar 7
2. RÜZGÂR VE DALGA İKLİMİ 8
2.1. Veri Kaynakları 8
2.2. Dalga ve Rüzgâr İstatistiksel Analizi 8
3. DALGA İLERLEMESİ MODELİ (DALGA TRANSFORMASYONU MODELİ) 14
3.1. Model Çalışma Alanları 14
3.2. Transformasyon Sonuçlarının Gösterilmesi 17
4. LİMAN İÇİ ÇALKANTI MODELİ 18
4.1. Analiz Alanlarının Tanımlanması ve Giriş Parametreleri ile İlgili Genel Prensipler 18
4.2. Analiz Sonuçlarının Gösterimi ile İlgili Genel Prensipler 19
4.3. Tartışma ve Sonuç Bölümü ile İlgili Genel Prensipler 19
4.4. Örnek Liman İçi Çalkantı Modeli Çalışması -1 19
4.4.1. Çalkantı Analizinin Alanı 19
4.4.2. Analiz Sonuçlarının Gösterimi 20
4.5. Örnek Balıkçı Barınağı Liman İçi Çalkantı Modeli Çalışması- 2 21
4.5.1. Çalkantı Analizinin Alanı 21
4.5.2. Analiz Sonuçlarının Gösterimi 22
4.6. Örnek Liman İçi Çalkantı Modeli Çalışması – 3 23
4.6.1. Çalkantı Analizinin Alanı 23
4.6.2. Analiz Sonuçlarının Gösterimi 24
4.7. Yat Limanı Çalkantı Çalışmaları 27
4.7.1. Çalkantı Analizinin Alanı 27
4.7.2. Analiz Sonuçlarının Gösterimi 28
4.8. Örnek Ayrık Dalgakıranlı (Koy-İçi) Çalkantı Çalışmaları 29
4.8.1. Çalkantı Analizinin Alanı 29
4.8.2. Analiz Sonuçlarının Gösterimi 32
4.9. Örnek İskele Çalkantı Çalışmaları 35
4.9.1. Çalkantı Analizinin Alanı 35
4.9.2. Analiz Sonuçlarının Gösterimi 36
5. YAPININ KIYIYA ETKİSİ (KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİM MODELİ) 38
5.1. Model Alanının Gösterilmesi ile İlgili Genel Prensipler 38
5.2. Modelleme Aşamaları ile İlgili Genel Prensipler 38
5.3. Kıyı Çizgisi Değişim Projeksiyonunun Gösterimi ile İlgili Genel Prensipler 41
5.4. Kıyı Çizgisi Değişim Modeli Örneği-1 43
5.4.1. Model Yapılan Yörenin Tanıtımı ve Taşınım Karakteristiklerinin Belirlenmesi 43
5.4.2. Modelin Oluşturulması ve Kalibrasyon Aşamaları 44
5.5. Kıyı Çizgisi Değişim Modeli Örneği-2 51
5.5.1. Model Yapılan Yörenin Tanıtımı ve Taşınım Karakteristiklerinin Belirlenmesi 51
5.5.2. Modelin Oluşturulması ve Kalibrasyon Aşamaları 53
5.5.3. Model Sonuçlarının Yorumlanması ve Karşılaştırmalar 53
5.6. Kıyı Çizgisi Değişim Modeli Örneği-3 56
5.6.1. Model Yapılan Yörenin Tanıtımı ve Taşınım Karakteristiklerinin Belirlenmesi 56

5.6.2. Modelin Oluşturulması ve Kalibrasyon Aşamaları 58
5.6.3. Model Sonuçlarının Yorumlanması ve Karşılaştırmalar 59
6. KUMLANMA MODELİ 65
6.1. Modelleme Aşamaları 65
6.2. Sonuçların Gösterimi 65
6.3. Örnek Kumlanma Modeli Örneği -1 66
6.3.1. Model Yapılan Yörenin Tanıtımı ve Taşınım Karakteristiklerinin Belirlenmesi 66
6.3.2. Modelin Oluşturulması ve Kalibrasyon Aşamaları 67
6.3.3. Model Sonuçlarının Yorumlanması ve Karşılaştırmalar 68
6.4. Örnek Kumlanma Modeli Örneği -2 71
6.4.1. Model Yapılan Yörenin Tanıtımı ve Taşınım Karakteristiklerinin Belirlenmesi 71
6.4.2. Modelin Oluşturulması ve Kalibrasyon Aşamaları 72
6.4.3. Model Sonuçlarının Yorumlanması ve Karşılaştırmalar 74
6.5. Örnek Kumlanma Modeli Örneği -3 79
6.5.1. Model Yapılan Yörenin Tanıtımı ve Taşınım Karakteristiklerinin Belirlenmesi 79
6.5.2. Modelin Oluşturulması ve Kalibrasyon Aşamaları 83
6.5.3. Model Sonuçlarının Yorumlanması ve Karşılaştırmalar 91
7. KİRLİLİK DAĞILIM MODELLEMESİ 93
7.1. Modelleme Aşamaları 93
7.2. Sonuçların Gösterimi 94
7.3. Örnek Kirlilik Dağılım Sayısal Model Çalışması -1 94
7.3.1. Model Yapılan Yörenin Tanıtımı 94
7.3.2. Modelin Oluşturulması 94
7.3.3. Model Sonuçlarının Yorumlanması ve Karşılaştırmalar 94
7.4. Örnek Kirlilik Dağılım Sayısal Model Çalışması -3 95
7.4.1. Model Yapılan Yörenin Tanıtımı 95
7.4.2. Modelin Oluşturulması 96
7.4.3. Model Sonuçlarının Yorumlanması ve Karşılaştırmalar 96
7.5. Örnek Kirlilik Dağılım Sayısal Model Çalışması -3 101
7.5.1. Model Yapılan Yörenin Tanıtımı 101
7.5.2. Modelin Oluşturulması 101
7.5.3. Model Sonuçlarının Yorumlanması ve Karşılaştırmalar 101
8. TASARIM DALGASI 104
8.1. Yüksek Su Seviyesinin Hesaplanması 107
9. SONUÇ VE ÖNERİLER 114
10. YARARLANILAN KAYNAKLAR 117
11. EKLER 118
12. DEĞİŞİKLİKLER 121

17953159 - 17953159 - 17953159

TABLOLAR DİZİNİ (ÖRNEK)

Tablo 1.1: Proje Niteliğine Göre Bulunması Zorunlu Olan Modeller 6

Tablo 2.1: Farklı Veri Kaynakları ile Elde Edilen Rüzgâr ve Derin Deniz Dalga Parametreleri ... 8

Tablo 2.2: Çalışılan Yöre İçin Uzun Dönem Dalga İstatistiği ve Yönsel Ekstrem 13

Tablo 4.1: Numaralandırılmış Kısımlardaki Ortalama Dalga Yükseklikleri (m) 21

Tablo 4.2: Vaziyet Planında Belirtilmiş Alanlarda Yıllık Dalga Etkisindeki Dalga Yükseklikleri (cm) 22

Tablo 4.3: Vaziyet Planında Numaralandırılmış Kısımlardaki Ortalama Dalga Yükseklikleri(m) 25

Tablo 4.4: 'Dolgulu' Durumda Rıhtımlara Ulaşan Dalga Yüksekliğinde 'Dolgusuz' Duruma Kıyasla Meydana Gelen % Değişim 26

Tablo 4.5: Vaziyet Planındaki Kısımlarda Yıllık Dalga Etkisindeki Dalga Yükseklikleri (cm) . 28

Tablo 4.6: Ayrık Dalgakıranların Düşey Yüzeyli Olması Durumunda Peyzaj Projesinin Bulunduğu Kıyı Hattında Ortalama Dalga Yükseklikleri (m) 32

Tablo 4.7: Ayrık Dalgakıranların Eğimli Yüzeyli Olması Durumunda Peyzaj Projesinin Bulunduğu Kıyı Hattında Ortalama Dalga Yükseklikleri (m) 32

Tablo 4.8: Yanaşacak Deniz Araçlarına Göre Yanaşma Yerlerinde İzin Verilebilecek Maksimum Belirgin Dalga Yükseklikleri 35

Tablo 4.9: D-B Yön Dilimleri Aralığından iskeleye Ulaşabilecek 0,50 m ve Üzeri ve 1,00 m ve Üzeri Uzun Dönem Dalga Yüksekliklerinin Aşılma Olasılıkları 37

Tablo 5.1: Farklı Kaynaklardaki Dalga Verilerine Göre Etken Yönler İçin Kapama Derinlikleri (m) 43

Tablo 5.2: Öngörülen Mahmuz Yapılarının Deniz içindeki Uç Noktaları 49

Tablo 6.1: L Mahmuz ve Ayrık Dalgakıranların Uç Koordinatları 70

Tablo 6.2: Kumlanma Çalışma Alanı İçerisindeki Akarsuların Özellikleri 72

Tablo 6.3: Basen Giriş Ağzı Bölgesi Ortalama Sığlaşma Miktarı (cm) 74

Tablo 7.1: Yat Limanı Baseninde Tanımlanan Kirliliğin Zamanla Temizlenme Yüzdeleri (%) .. 96

Tablo 7.2: Yat Limanı Baseninde Tanımlanan Kirliliğin Zamanla Temizlenme Yüzdeleri (%) .. 96

Tablo 8.1: Ana Dalgakıran Yapı Önü Tasarım Dalga Yükseklikleri 106

Tablo 8.2: Mevsimsel Değişimlere Göre Ortalama Su Seviyesindeki Muhtemel Değişimler 107

Tablo 8.3: Yüksek Su Seviyesi 112

17953159 8 - 17953159 8 - 17953159 8

ŞEKİLLER DİZİNİ (ÖRNEK)

Şekil 1.1:Yörenin Genel Konumu Örneği (Uzak Plan Görseli Örneği) 2
Şekil 1.2: Yapının Yakın Plan Görünümü (Yakın Plan Görseli Örneği) 2
Şekil 1.3: Vaziyet Planı Örneği 3
Şekil 1.4: Hava Fotoğrafı Örneği 4
Şekil 2.1: Örnek Dalga ve Rüzgâr Gülleri (ECMWF) 9
Şekil 2.2: Örnek Hs-Tm Grafiği (ECMWF) 9
Şekil 2.3: Örnek Hs-Tm Grafiği ve Dalga Gülleri (ATLAS) 10
Şekil 2.4: 25 Yıllık Veri ile En Büyük Değer Dalga İstatistiği (ECMWF) 11
Şekil 2.5: 25 Yıllık Veri ile En Büyük Değer Rüzgâr İstatistiği (ECMWF) 11
Şekil 2.6: En Büyük Değer Rüzgâr İstatistiği (ATLAS) 12
Şekil 2.7: En Büyük Değer Dalga İstatistiği (ATLAS) 12
Şekil 3.1: Modelleme Çalışma Alanları Örneği (Google Earth) 15
Şekil 3.2: Sayısal Model Yazılımının Spectral Waves Modülü ile Çalışılan Model Alanı 16
Şekil 3.3: 50 Yıllık Tasarım Dalgasının (Belirgin Dalga) Proje Alanında Dağılım Örneği 17
Şekil 4.1: Örnek Balıkçı Barınağı Numaralandırılmış Yanaşma Yerleri 20
Şekil 4.2: Örnek Balıkçı Barınağı Liman İçi Çalkantı Modellemesi Sonuçları 21
Şekil 4.3: Vaziyet Planında Numaralandırılmış Ancak İsimlendirilmemiş Kısımlar 22
Şekil 4.4: Örnek Liman içi Çalkantı Modellemesi Sonucu Oluşan Dalga Yükseklikleri 23
Şekil 4.5: Örnek Balıkçı Barınağı Vaziyet Planı, Rıhtım ve Çekek Yeri Lokasyonları 24
Şekil 4.6: BKB Yönlü Yıllık Dalga Koşulunda Oluşan Liman İçi Çalkantı Durumu 26
Şekil 4.7: Vaziyet Planında Numaralandırılmış Kısımlar 27
Şekil 4.8: Liman İçi Çalkantı Modellemesi Sonuçları 29
Şekil 4.9: Fırtına Koşulunda Tali Dalgakıran Batısındaki Kıyı Dolgusundan Yansıma Modellemesi Sonuçları 29
Şekil 4.10: Alternatif-1 (50 m Ayrık Dalgakıran) 30
Şekil 4.11: Alternatif-2 (70 m Ayrık Dalgakıran) 31
Şekil 4.12: Alternatif-3 (2 Adet 50 m Ayrık Dalgakıran) 31
Şekil 4.13: KB Yönüne Ait Yıllık Dalga Modelleme Sonuçları 33
Şekil 4.14: KB Yönüne Ait 50 Yıllık Dalga Modelleme Sonuçları 34
Şekil 4.15: İskele Vaziyet Planı 36
Şekil 4.16: G Yönü Dalga Dağılımı 37
Şekil 5.1: Model Kalibrasyonu için 2002 ve 2009 Yılları Arası Değişimin Benzeştirilmesi Örneği 40
Şekil 5.2: *Alternatiflerin Hava Fotoğraflı Proje Alanında Gösterimi* 42
Şekil 5.3: …… Sahili Sediman Elek Analizi 44

17953159 - 17953159 - 17953159

Şekil 5.4: Dere Çıkış Ağzı Çevresinde 2008-2017 Arasında Oluşan Kıyı Değişimi 45
Şekil 5.5: Model Kalibrasyonu İçin 2008 ve 2017 Yılları Arası Değişimin Benzeştirilmesi 46
Şekil 5.6: Dere Çıkış Ağzı Çevresinde Mevcut Durumda 10 Yıllık Sürede Hesaplanan Kıyı Değişimi 47
Şekil 5.7: İncelenen Mahmuzların Genel Vaziyet Planı 48
Şekil 5.8: Mahmuzlarının Yapılması Durumunda (Beslemesiz veya Besleme ile) 10 Yıllık Süre Sonunda Kıyı Çizgisi Değişim Tahmini 50
Şekil 5.9: Kıyı Çizgisi Değişim Modeli Çalışma Alanı 52
Şekil 5.10:-4.0 m Derinlik Hattında Transformasyona Uğramış Ortalama Dalga Parametreleri 52
Şekil 5.11: Model Kalibrasyonu İçin 2012 ve 2016 Yılları Arası Değişimin Benzeştirilmesi 54
Şekil 5.12: Mevcut Durumda 10 Yıllık Süre için Kıyı Çizgisi Değişim Tahmini (2019-2029 yılları) 55
Şekil 5.13: Kıyı Çizgisi Değişim Modeli Çalışma Alanı 56
Şekil 5.14: -7.0 m Derinlik Hattında Transformasyona Uğramış Ortalama Dalga Parametreleri 57
Şekil 5.15: Kıyı Çizgisi Değişim Modellemelerinde Dikkate Alınan Kıyı Yapıları 60
Şekil 5.16: Model Kalibrasyonu İçin 2011 ve 2021 Yılları Arası Değişimin Benzeştirilmesi 61
Şekil 5.17: Yat Limanının Yapılması Durumunda (Mahmuzlar Olmaksızın) 10 Yıllık Süre için Kıyı Çizgisi Değişim Tahmini 62
Şekil 5.18: Yat Limanı Projesi ile Birlikte Mahmuzların Olmaması veya Olması Durumunda 10 Yıllık Süre için Kıyı Çizgisi Değişim Tahminleri 63
Şekil 5.19: Balıkçı Barınağının Doğusundaki Sahil Kesiminde Mahmuzların Olmaması veya Olması Durumunda 10 Yıllık Süre için Kıyı Çizgisi Değişim Tahminleri 64
Şekil 6.1: Yöreye Ait Sediman Numunesinin Granülometri Eğrisi 67
Şekil 6.2: Yörenin Kıyı Hattında Kumsal Oluşturma Projesi Ayrık Dalgakıran Yerleşimi 68
Şekil 6.3: Ayrık Dalgakıranların Yerleşimi Kum Besleme Alanı ve Yörenin Batimetrik Durumu 68
Şekil 6.4: Kıyının Tahkimatlı Şekilde Kalması Halinde Sediman Taşınımı Model Sonuçları 69
Şekil 6.5: Kıyıda Kum Beslemesi Yapılması Halinde Sediman Taşınımı Model Sonuçları 70
Şekil 6.6: Balıkçı Barınağı Doğusunda Planlanan Dolgu Alanı ve Bu Yapıların Etki Alanında Kalabilecek Kıyı 71
Şekil 6.7: Dalga Transformasyon Model Çalışma Alanı (Google Earth, 2020) 73
Şekil 6.8: 'Mevcut Durum' için Hesaplanan Deniz Tabanı Değişimleri 75
Şekil 6.9:'Dolgulu Durum' için Hesaplanan Deniz Tabanı Değişimleri 76
Şekil 6.10:'Mevcut Durum'da 10 Yıl Sonrası için Hesaplanan Batimetrik Durum 77
Şekil 6.11:'Dolgulu Durum'da 10 Yıl Sonrası için Hesaplanan Batimetrik Durum 77
Şekil 6.12: 'Mevcut Durum'da Etken Dalga Koşulunda Yöredeki Oluşan Akıntı Dağılımı 78
Şekil 6.13: 'Dolgu Yapılması Durumu'nda Etken Dalga Koşulunda Yörede Oluşan Akıntı Dağılımı 78
Şekil 6.14: Balıkçı Barınağının Konumu 79

Şekil 6.15: 2022 Tarihli Batimetri 80
Şekil 6.16: Barınak Giriş Ağzında 2012 Yılı Derinlikleri 81
Şekil 6.17: Barınak Giriş Ağzında 2014 Yılı Derinlikleri 81
Şekil 6.18: Yöredeki Sediman Hareketi 82
Şekil 6.19: Yöredeki Akarsudan Gelen Sedimanın Dağılımı 82
Şekil 6.20: Sadece Yöredeki Akarsudan Gelen Sediman Etkisinde Barınaktaki Batimetri Değişimi 83
Şekil 6.21: Balıkçı Barınağı Etkisinde Akıntı Düzenleri 84
Şekil 6.22: 2012-2014 Yılları Verilere Göre Model Kalibrasyonu 84
Şekil 6.23: Barınağın Geçmiş Tarihli Uydu Görüntüleri 85
Şekil 6.24: -4 m Derinliğe Ulaşan 50 m Uzunluğunda Mahmuz 86
Şekil 6.25: -6 m Derinliğe Ulaşan 85 m Uzunluğunda Mahmuz 86
Şekil 6.26: 50 m Mahmuz Olması Durumunda Deniz Tabanı Değişimi Modellemesi Sonucu ... 88
Şekil 6.27: 85 m Mahmuz Olması Durumunda Deniz Tabanı Değişimi Modellemesi Sonucu ... 90
Şekil 6.28:………. Çayından Gelen Sedimanın Dağılımı 92
Şekil 6.29: ….. Çayından Gelen Sediman Etkisinde Barınaktaki Batimetri Değişimi 92
Şekil 7.1: Liman İçi Kirlilik Modellemesi Sonuçları 95
Şekil 7.2: … Yat Limanı Muhtemel Sirkülasyon Kanalı Konumları 96
Şekil 7.3: t=2 Gün Sonra Kirlilik Konsantrasyonunun Dağılımı 98
Şekil 7.4: t=10 Gün Sonra Kirlilik Konsantrasyonunun Dağılımı 99
Şekil 7.5: t=20 Gün Sonra Kirlilik Konsantrasyonunun Dağılımı 100
Şekil 7.6: Liman İçi Kirlilik Modellemesi Sonuçları 103
Şekil 8.1: 50 Yıllık Tasarım Dalgasının Yapıların Çevresindeki Dağılımı 105
Şekil 8.2: ……. Balıkçı Barınağı Vaziyet Planı ve Güncel Batimetrik Durumu 106
Şekil 8.3: Feç mesafeleri 109
Şekil 8.4: Deniz Derinlik Profili 109
Şekil 8.5: Ortalama su seviyesindeki değişim, m=1/100 110
Şekil 8.6: Küresel İklim Değişikliğine Bağlı Su Seviyesi Değişimi Tahmini 111
Şekil 8.7: Sayısal Modelleme Sonucunda Tasarım Dalgası Koşulunda Yapı Önüne Erişen Dalga Yükseklikleri 113

17953598 - 17953598 - 17953598 - 17953598

ÖNEMLİ NOTLAR:

Bu kılavuz, kıyı yapıları projelerine ait sayısal modellemelerin sunumu için hazırlanacak raporların uyulması gereken içerik ve düzenini tanımlamaktadır.

- Raporlar karton kapaklı ve ciltli olmalıdır, spiral vb. ciltlemeler kabul edilmeyecektir.
- Raporun dış kapak (karton kapak) sayfa düzeni "Dış Kapak Örneği" sayfasında belirtildiği gibi olmalıdır.
- Raporun onay sayfası düzeni "Onay Sayfası Örneği" sayfasında belirtildiği gibi olmalıdır.
- Raporlar, çalışmayı yürütmüş olan mühendisler tarafından müştereken imzalanmalıdır. Ayrıca Yüklenici firma kaşe-imzası onay sayfasının ilgili alanında bulunmalıdır.
- Model raporları Yüklenici tarafından üçüncü taraf bir üniversite/kurum/kuruluş/firma'ya hazırlattırılmış ise onay sayfasında "HAZIRLAYANLAR" satırında; üniversiteler tarafından hazırlanan raporlarda, çalışmayı yürüten akademik personelin, kurum/kuruluş/firma'ya hazırlatılmış ise hazırlayan mühendis ve mühendisin çalıştığı firma yetkilisinin kaşe ve imzası bulunmalıdır. Ayrıca, Yüklenici'nin firma kaşe-imzası da yer almalıdır.
- Raporların bütün sayfaları ekler dahil hazırlayanlar tarafından paraflanmalıdır.
- Hazırlanacak Rapor ve ekleri 5 takım halinde üst yazısı ile idareye sunulacaktır.
- Rapor yazımında; "Teknik Araştırma ve Kalite Yönetimi Dairesi Başkanlığı Rapor Yazım Kılavuzu" dikkate alınacaktır.
- Raporlarda bulunacak A3 boyutlu sayfalar rapor kapağından taşmayacak şekilde ve A4 boyutlarında katlanmış olarak konulmalıdır. Eklerin fazla olması halinde haritalar cep veya ayrı klasörler içinde rapora eklenebilecektir. Bazı ekler ilgileri nedeniyle rapor içeriğinde ilgili bölüm başlığı altında veya devamında yer alabilecektir.
- Raporlar İdare tarafından onaylanmadan önce, gerekli görüldüğü durumlarda, sayısal modellemede kullanılan programın (en az demo sürümü) yüklü olduğu bir diz üstü bilgisayar ile İdare binasında model girdi ve sonuç dosyalarının elektronik ortamda incelenmesi istenebilecektir. Kullanılan sayısal model yazılımlarının ilgili modüllerinin kritik veri giriş ekranlarının görselleri ekler bölümünde verilmelidir.
- Çalışılan taslak proje/kıyı yapısı için modelleme neticesinde elde edilen sonuçların, çalkantı, kumlanma, kirlilik, kıyıya etki vb. bakımından modelleyici tarafından Kıyı Yapıları Planlama ve Tasarım Teknik Esasları ile bu kılavuz içerisinde yer alan kriterlere uygunluğu kontrol edilecek, uygunsuzluk tespit edilmesi durumunda kriterleri sağlayacak alternatifler üretilecek ve modellenecektir.
- İş bu kılavuz, güncel gerekliliklere göre ihtiyaç halinde İdare tarafından revize edilebilecektir. Raporların hazırlanma aşamasında güncel tarihli kılavuz AYGM internet sitesinden kontrol edilmelidir.
- *Rapor yazımında, bu kılavuzun içerisinde italik yazı stili ile belirtilen örnek metinlere azami uyum gösterilmesi gerekmektedir.*

17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159

T.C.
ULAŞTIRMA VE ALTYAPI BAKANLIĞI
ALTYAPI YATIRIMLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

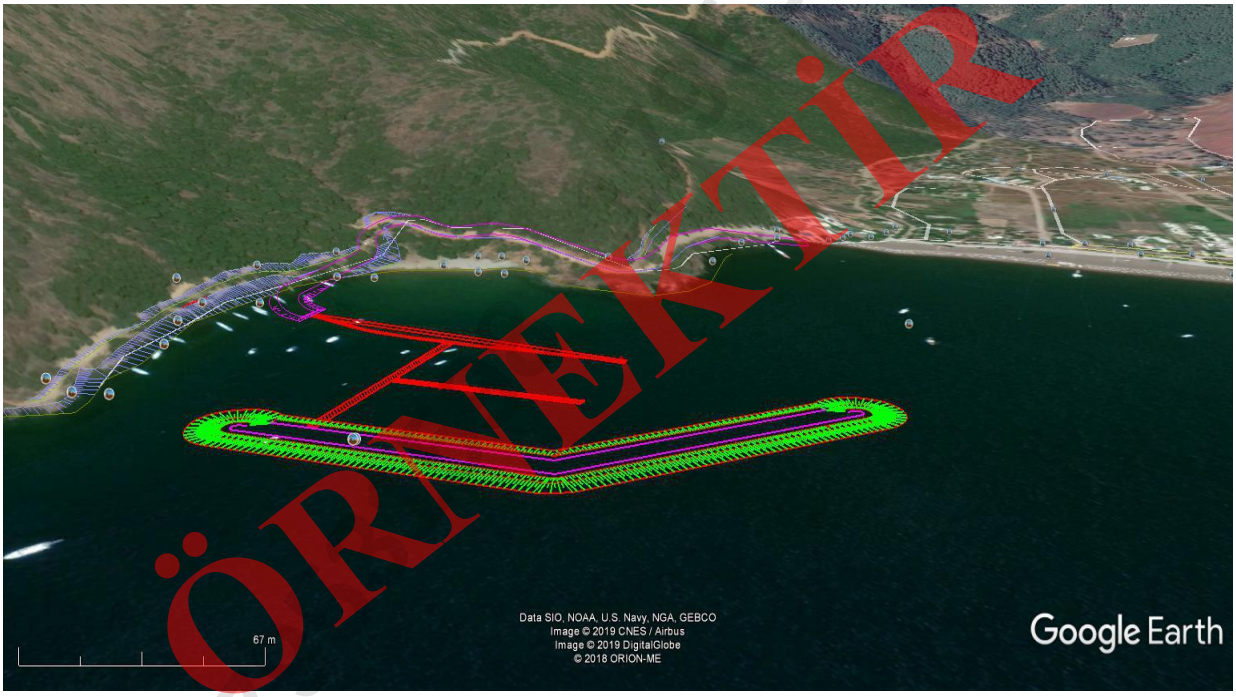
Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü

..... İLİ ..... İLÇESİ

..... PROJESİNE AİT

SAYISAL MODELLEME RAPORU

VAZİYET PLANI'NIN UYDU GÖRÜNTÜSÜ ÜZERİNE İŞLENMİŞ PROJE GÖRÜNTÜSÜ ÖRNEĞİ



ÖRNEKTİR

HAZIRLAYAN FİRMA BİLGİLERİ

AY-YIL

17953598 - 17953598 - 17953598

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Raporun Amacı ve Kapsamı

Raporun genel kapsamı, amacı (plana esas, projeye esas vb.), kime veya hangi kurum/kuruluş için hazırlandığı ve proje kapsamında yapılan çalışmalar belirtilecektir.

Örnek Metin 1: *Bu çalışmada, T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı ….. Bölge Müdürlüğü (''idarenin bulunduğu il'') tarafından ……. ili, ……. İlçesinde planlanan ''…… ETÜT PROJE İŞLERİ'' kapsamında sayısal model çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, projeye dair rüzgâr ve dalga ikliminin belirlenmesi sonrasında dalga transformasyonu, liman içi çalkantı, kumlanma, kirlilik ve kıyıya etki konularını kapsayan sayısal modelleme çalışmaları yürütülmüştür.*

Örnek Metin 2: *Bu çalışmada, T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü tarafından ……. ili, ……. ilçesinde planlanan ''…… ETÜT PROJE İŞLERİ'' kapsamında sayısal model çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, projeye dair rüzgâr ve dalga ikliminin belirlenmesi sonrasında dalga transformasyonu, liman içi çalkantı, kumlanma, kirlilik ve kıyıya etki konularını kapsayan sayısal modelleme çalışmaları yürütülmüştür.*

1.2. Projeye Ait Bilgiler

Projeye ait tüm genel bilgiler (imalatın türü ve boyutları, yeri, koordinatları vb.) verilecektir. Projeye mevcut bir yapıya ek imalat içeriyorsa mevcut yapının genel bilgileri de verilecektir.

Örnek Metin: *……. Balıkçı Barınağı projesi …….ili ……..ilçesinde yer almaktadır. Proje kapsamında,*

- *780 m ana dalgakıran*
- *250 m tali dalgakıran*
- *80 m -2 m'lik, 300 m -4 m'lik rıhtım ve 50.000 m^2 geri saha dolgusu planlanmaktadır.*

1.3. Mekânsal Bilgiler ve Coğrafi Konum

Proje alanının haritadaki coğrafi konumu Google Earth, Harita Genel Müdürlüğü KÜRE vb. bir altlık üzerinde hem uzak plan hem de yakın plan görseli olarak gösterilip projenin konumu anlaşılır şekilde sunulmalıdır.

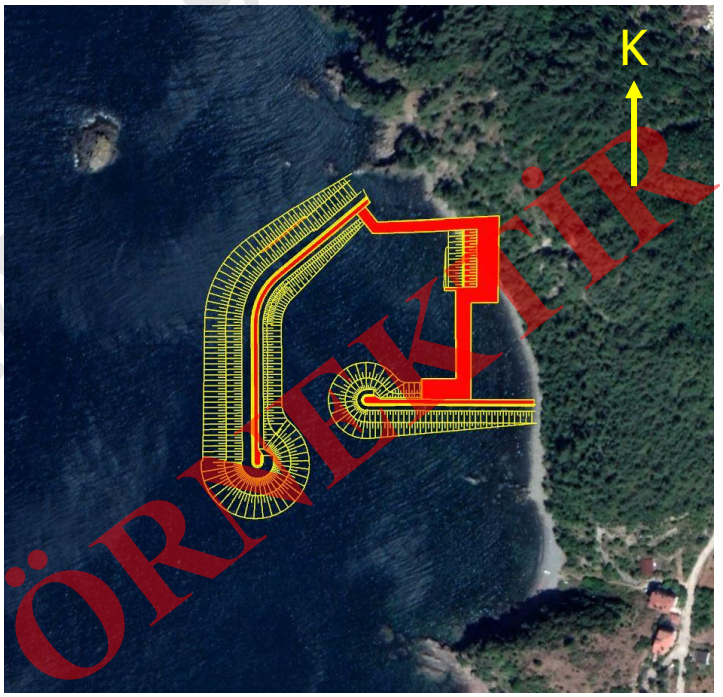
17953159 - 17953159 - 17953159

Uzak plan görselinde mutlak kuzey oku bulundurulmalı ve proje alanı noktasal olarak gösterilerek isimlendirilmelidir. Görsel seçiminde, proje alanının denizel koşullarını etkileyebilecek ada, körfez, koy vb. kara parçalarının görünmesine dikkat edilmeli ve çeşitli yönlerden feç mesafelerini kapsayabilecek şekilde hazırlanmasına özen gösterilmelidir (**Şekil 1.1**).



Şekil 1.1: *Yörenin Genel Konumu Örneği (Uzak Plan Görseli Örneği)*

Yakın plan görseli, proje vaziyet planının kml dosyası olarak uydu görüntüsü üzerine bindirilmiş haliyle olmalıdır. Görselde kuzey oku bulundurulmalıdır (**Şekil 1.2**).

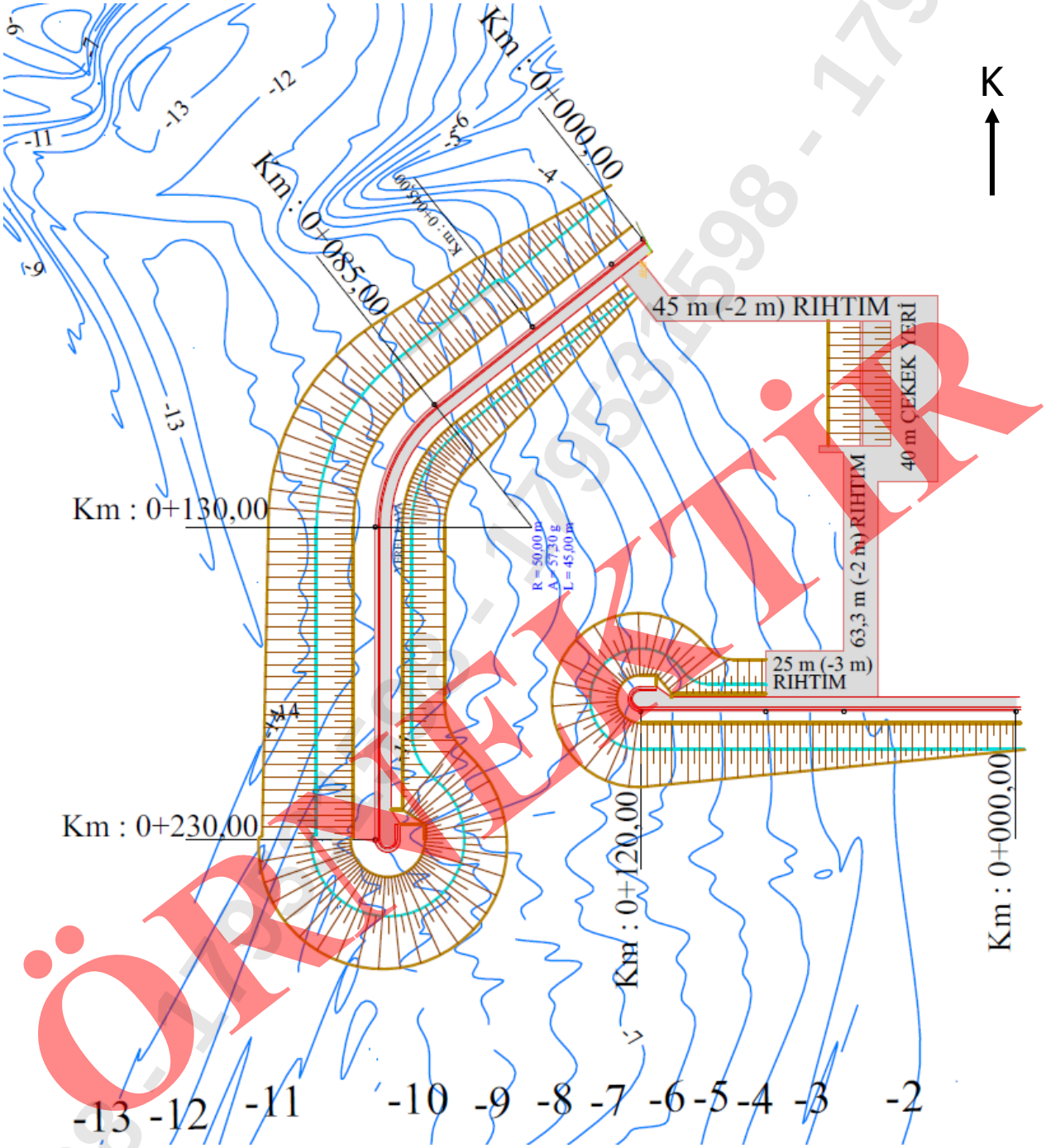


Şekil 1.2: *Yapının Yakın Plan Görünümü (Yakın Plan Görseli Örneği)*

Ayrıca proje vaziyet planı, yapılar (dalgakıranlar, rıhtımlar, kıyı yapıları vb.), yapıların uzunluk bilgileri, batimetri konturları ve değerleri net ve okunaklı şekilde (en az tam sayfa A4

ÖRNEKTİR

boyutunda) sunulmuş olmalıdır. Harita olarak sunulan görsellerin tamamında Kuzey istikameti ok ile belirtilmiş olmalıdır. Projede yer alan yapılar şekil üzerine yazılarak kısaca açıklanmalıdır (**Şekil 1.3**).



Şekil 1.3: *Vaziyet Planı Örneği*

Projenin uygulanacağı yörenin güncel fotoğrafları alınarak bu fotoğraflar üzerinden veya şekil olarak atıf yapılarak yörenin mevcut durumu detaylı bir şekilde metinle açıklanmalıdır.

Örnek Metin: *Mevcut durumda, proje alanının batısında yer alan tersanenin kıyısında inşa edilmiş mahmuz (1 No) ve bunun daha batısında küçük bir ek mahmuz (2 No) daha bulunmaktadır (**Şekil 1.4**). Doğu batı eksenli sahil yolunu dalgalardan korumak için inşa edilmiş olan karayolu*

ÖRNEKTİR
17953598 - 17953598 - 17953598

tahkimatının son noktasından 2 no'lu mahmuzun olduğu noktaya kadar sediman birikimi görülmüş olup bu kısmın geri sahasında tarım alanları, konutlar ve işyerlerinin bulunduğu tespit edilmiştir. 1 ve 2 no'lu mahmuzların arasında kalan kıyı bölgesinin geri sahasında endüstriyel faaliyetler yürütülmektedir.



ÖRNEKTİR

Şekil 1.4: *Hava Fotoğrafı Örneği*

1.4. Önceki Çalışmalar

Çalışma ile ilgili daha önceden yapılmış sayısal modellemeler varsa; tarihleri, amaçları, projeyle ilişkileri, incelemelerin önemli bulguları ve sonuçları verilecektir. Geçmiş raporlardan bu rapor içerisinde faydalanılıyorsa, ilgili kısımları (grafikler, istatistiki veriler, kesitler, haritalar vb.) ayrıca ek olarak verilmelidir. Örneğin bir balıkçı barınağı için geçmiş yıllarda yapılmış olan sediman taşınım modellemesinde kullanılmış olan batimetri, kıyı çizgisi, granülometri vb. veriler idareden talep edilerek güncel çalışmada kullanılabilecektir. Alıntılar kaynaklar bölümünde yer alacaktır.

Örnek Metin: *…….. yöresi için …… tarihli ve ……..sayılı liman içi çalkantı modeli hazırlanmış olup bu model kapsamında elde edilmiş olan geçmiş tarihli yöre batimetrisi, sayısal model sonuçları ve yöre ile ilgili iklim verileri ek bölümünde sunulmuştur. Ayrıca geçmiş tarihli çalkantı modeline göre yörede herhangi bir imalat çalışması yapılmamıştır.*

Geçmiş tarihli raporda belirtilen sonuçlardan güncelliğini yitirmemiş sonuçlar kullanılarak yeni bir model hazırlanacaktır.

1.5. Projeye Göre Gerekli Olan Sayısal Modeller

Sayısal Modelleme Kılavuzunda belirtilen ana modelleme başlıkları içindekiler kısmında belirtilmiştir. Buna göre temel olarak bir çalışma alanında kıyı mühendisliği kapsamında aşağıdaki modellemelerin bir veya birden fazlası istenebilir.

- Dalga İlerlemesi (Dalga Transformasyonu) Modeli
- Liman İçi Çalkantı Analizi
- Kıyı Çizgisi Değişim Modeli
- Deniz Tabanı Sediman Taşınım Modeli (Deniz Tabanı Değişimi Modeli)
- Kohezyonlu Sediman Taşınım Modeli
- Kirlilik Dağılım Modellemesi
- Hidrodinamik Modeli
- Tasarım Dalgası Transformasyonu

Bu modellerden dalga ilerlemesi modelinin her raporda bulunması zorunludur. Hangi modelin hangi şartta gerekli olabileceği aşağıdaki tabloda (**Tablo 1.1*)*** verilmiştir. Bu tabloda genel olarak karşılaşılan durumlar dikkate alınarak sınıflandırmalar yapılmıştır. Proje özeline göre tabloda belirtilenlerden farklı senaryolar söz konusu olabilecektir.

17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159

Tablo 1.1: *Proje Niteliğine Göre Bulunması Zorunlu Olan Modeller*

	Rüzgâr ve Dalga İklimi	Dalga İlerlemesi Modeli	Liman İçi Çalkantı Modeli	Kıyı Çizgisi Değişim Modeli	Deniz Tabanı Sediman Taşınım Modeli	Kohezyonlu Sediman Taşınım Modeli	Kirlilik Dağılım Modeli	Hidrodinamik
Liman, Yat Limanı, Balıkçı Barınağı vb. (*Yeni projeler, Mevcut Dalgakıran Boyutlarının veya Konumlarının Değişmesi*)	Gerekli	Gerekli	Gerekli	Gerekli[1]	Gerekli	Gerekli Değil	Gerekli	Gerekli
Yakın çevresinde Kohezyonlu Sediman Kaynağı (*Dere, nehir vb.*) Bulunan Liman, Yat Limanı, Balıkçı Barınağı vb. (*Yeni projeler, Mevcut Dalgakıran Boyutlarının veya Konumlarının Değişmesi*)	Gerekli	Gerekli	Gerekli	Gerekli[2]	Gerekli	Gerekli	Gerekli	Gerekli
Dalgakıran Boyutları ve Konumları Değişmeden Rıhtım İlavesi	Gerekli	Gerekli	Gerekli	Gerekli Değil	Gerekli Değil	Gerekli Değil	Gerekli	Gerekli
Kazıklı Yanaşma İskelesi	Gerekli	Gerekli	Gerekli[3]	Gerekli Değil	Gerekli	Gerekli Değil	Gerekli Değil	Gerekli
Kazıklı Yanaşma İskelesi (*Yakın çevresinde Kohezyonlu Sediman Kaynağı - Dere, nehir vb. - varsa*)	Gerekli	Gerekli	Gerekli[3]	Gerekli Değil	Gerekli	Gerekli	Gerekli Değil	Gerekli
Kıyı Koruma Yapıları (*Mahmuz, Ayrık Dalgakıran, Kıyı Duvarı, Tahkimat*), Akarsu Denize Çıkış Ağzı Mahmuzları (*Jetty*)	Gerekli	Gerekli	Gerekli Değil	Gerekli	Gerekli	Gerekli Değil[4]	Gerekli Değil	Gerekli
Kirlilik Sorunu varsa Sirkülasyon Kanalı İlavesi	Gerekli	Gerekli	Gerekli Değil	Gerekli Değil	Gerekli Değil	Gerekli Değil	Gerekli	Gerekli

Notlar

1: Çevre kıyılar tahkimat-kayalık vb. ise gerekli değildir.

2: Çevre kıyılar tahkimat-kayalık vb. ise gerekli değildir.

3: Çevresinde dalga yansımasına neden olabilecek hiçbir yapı (dalgakıran, tahkimat, kıyı duvarı vb.) bulunmayan kumsal kıyıda yer alan ve yanaşmanın -10 m'den daha derinde olduğu kazıklı iskelelerde gerekli değildir.

4: Kıyı koruma yapılarının yakın çevresinde kohezyonlu sediman kaynağı (dere, nehir vb.) bulunması durumunda talep edilebilecektir.

Raporda bulunması gereken modeller belirlendikten sonra bu çalışmaların isimleri sırayla verilmelidir.

Örnek Metin: *……ili …….. ilçesinde yapılması planlanan ……. Projesi kapsamında bu raporda* ***Dalga İlerlemesi Modeli, Liman İçi Çalkantı Modeli*** *ve* ***Deniz Tabanı Değişimi Modeli*** *çalışılmıştır. Bu modellemelere ek olarak* ***Tasarım Dalga Transformasyonu*** *yapılmıştır.*

1.6. Sayısal Model Teorisi ve Kullanılan Yazılımlar

Sayısal Modelleme yapabilen, açık kaynak kodlu veya lisanslı birçok yazılım bulunmaktadır. Bunlardan hangilerinin kullanıldığı belirtilmelidir. Bazı modellemeler için farklı yazılımların başka açılardan avantajlı olabileceği düşünüldüğünden bütün rapor içinde tek bir yazılım kullanma zorunluluğu yoktur. Kullanılan modeller ve teorisi hakkında kısa bilgiler sunulmalıdır. Bu bilgiler 5 sayfayı geçmeyecektir.

Örnek Metin: *……ili ……..ilçesinde yapılması planlanan ……. Projesi kapsamında Dalga Transformasyon Modeli, Liman İçi Çalkantı Modeli ve Deniz Tabanı Değişimi Sayısal Modeli çalışılmıştır. Bu modellerin oluşturulmasında ……. sayısal modelleme yazılımının Spectral Waves, Bousinessq Waves, Hydrodynamic ve Sand Transport modülleri kullanılmıştır.*

- ***Spectral Waves Modülü:***

  ……..

- ***Bousinessq Waves Modülü:***

  ……..

- ***Hydrodynamic Modülü:***

  ……..

- ***Sand Transport Modülü:***

  ……..

17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159

2. RÜZGÂR VE DALGA İKLİMİ

2.1. Veri Kaynakları

İlk olarak çalışma alanındaki uzun vadeli rüzgâr rejimi ve dalga ikliminin meteorolojik verilere göre tespit edilmesi gerekmektedir. Bu konuda aşağıda belirtilen kaynaklar kullanılabilir.

-ECMWF (Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmin Merkezi, İngiltere)

-NOAA (Ulusal Atmosfer ve Okyanus Dairesi, Amerika Birleşik Devletleri)

-CMEMS (Copernicus Deniz Çevre İzleme Servisi, Fransa)

-Türkiye Kıyıları Rüzgâr ve Derin Deniz Dalga Atlası

-Meteoroloji İstasyonları

-Şamandıra Ölçümleri

-Referansları Belirtilen Diğer Kaynaklar

Bu kaynaklardan en az ikisinden, çalışma yöresini temsil edebilecek ve derin deniz koşulunu sağlayacak ölçüm ve/veya tahmin noktası/noktaları tespit edilmelidir.

Örnek Metin: *……ili ……..ilçesinde yapılması planlanan ……. Projesi kapsamında hazırlanan bu raporda ECMWF ve CMEMS verileri kullanılmıştır. Bu kaynaklar kullanılarak yöreyi temsil edebilecek noktalara ait derin deniz rüzgâr-dalga parametreleri* ***Tablo 2.1****'deki gibi sunulmuştur.*

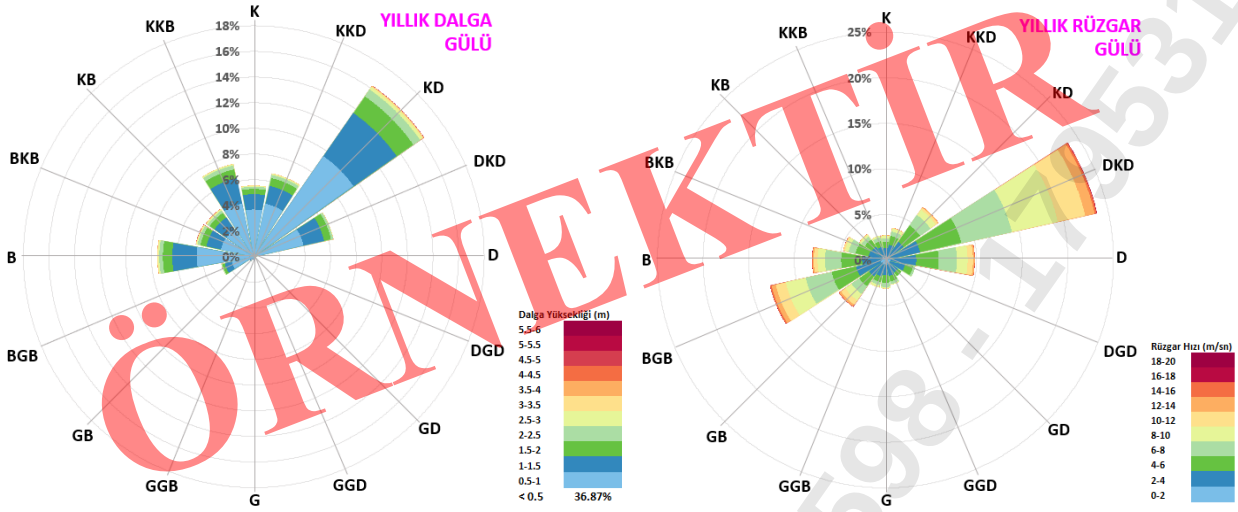
Tablo 2.1: *Farklı Veri Kaynakları ile Elde Edilen Rüzgâr ve Derin Deniz Dalga Parametreleri*

	ECMWF			CMEMS		
Koordinatlar	42.0K-32.9D	42.0K-32.8D	42.1K-32.9D	42.0K-32.9D	42.025K-32.8D	42.075K-32.875D
H_s (m)	6.29	6.37	6.61	6.62	6.79	6.93
T_m (sn)	9.62	9.4	9.55	7.52	7.49	7.45
U_{10} (m/sn)	19.47	24.39	22.79	21.23	22.44	23.10

ÖRNEKTİR

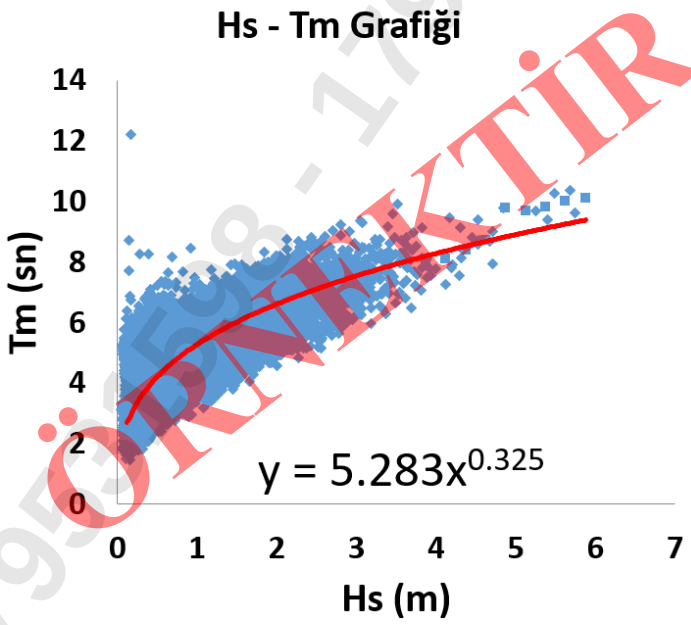
2.2. Dalga ve Rüzgâr İstatistiksel Analizi

Çalışma alanına ait rüzgâr ve derin deniz dalga iklimi analizi ile yıllık rüzgâr ve dalga gülleri hazırlanmalıdır (**Şekil 2.1**). Gerekli görülmesi halinde mevsimsel rüzgâr ve dalga gülleri de eklenebilir. Güller, 22.5°'lik açılar ile 16 yön olacak şekilde hazırlanmalıdır.



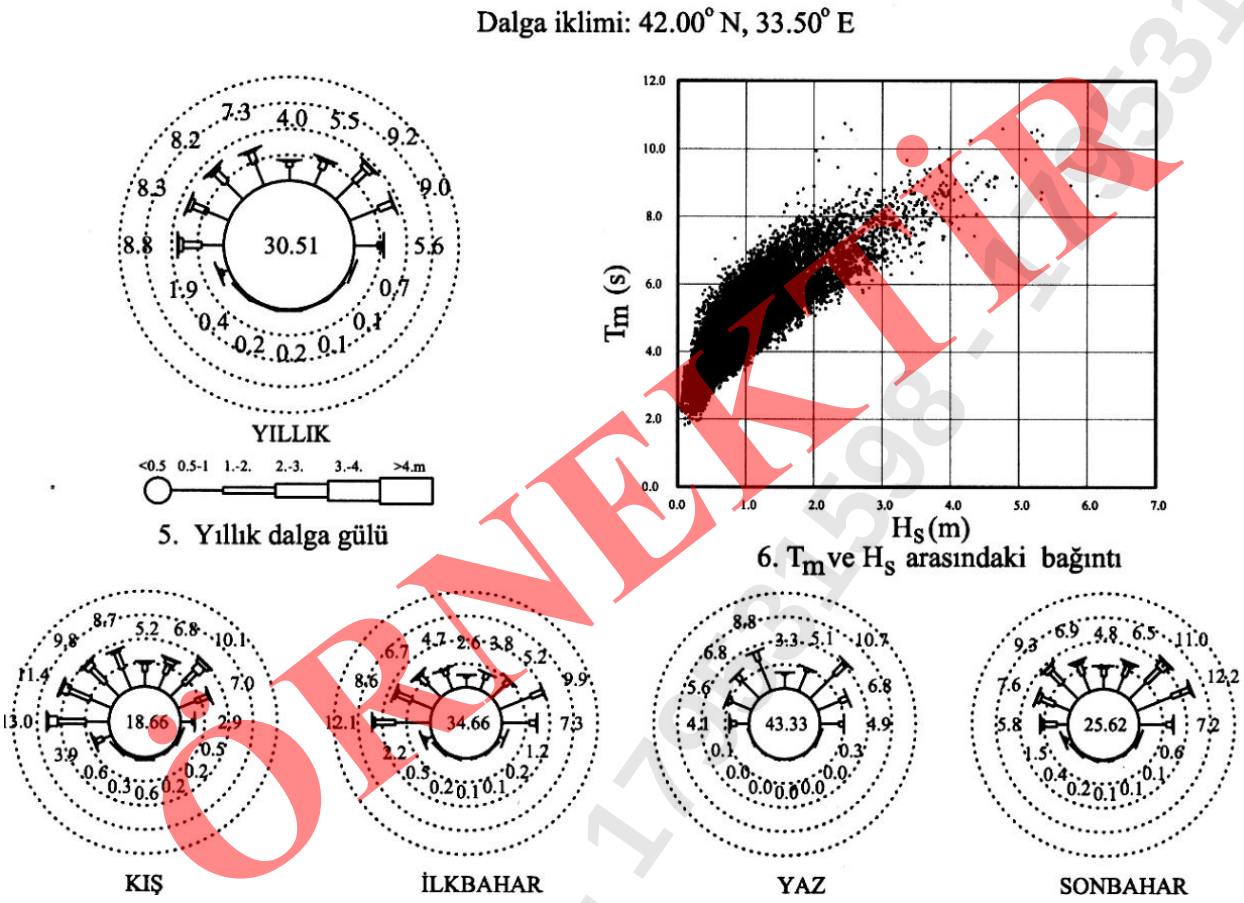
Şekil 2.1: *Örnek Dalga ve Rüzgâr Gülleri (ECMWF)*

Belirgin Dalga Yüksekliği (H_s) – Ortalama Dalga Periyodu (T_m) Dağılım grafikleri verilmelidir (**Şekil 2.2-Şekil 2.3**).



Şekil 2.2: *Örnek Hs-Tm Grafiği (ECMWF)*

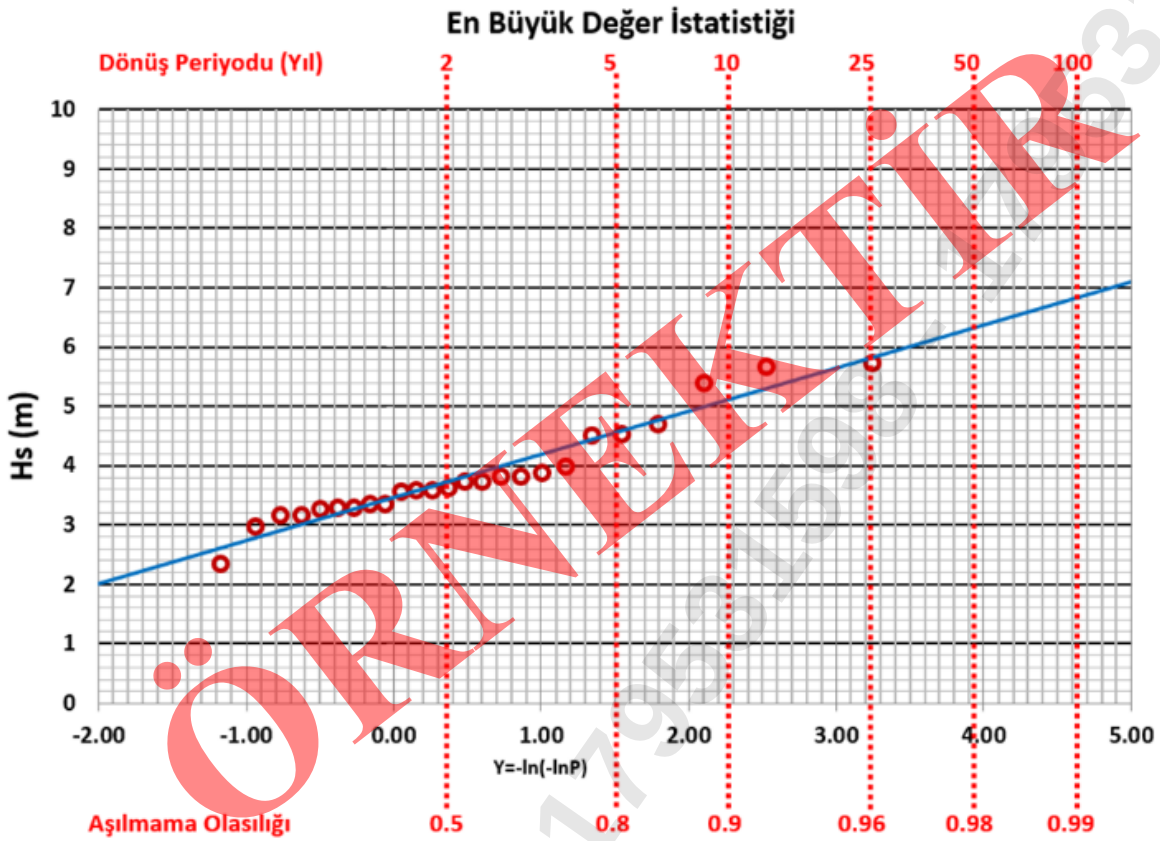
ÖRNEKTİR
17953159



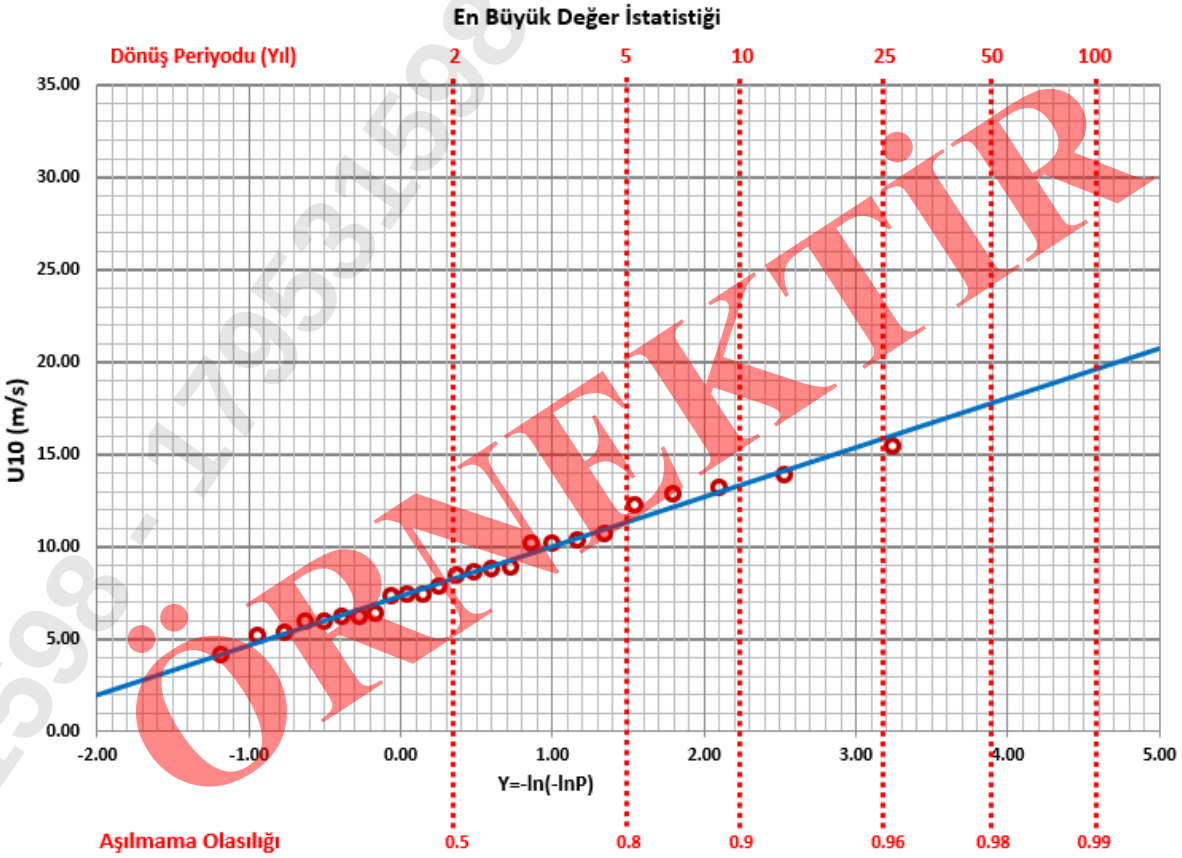
Şekil 2.3: *Örnek Hs-Tm Grafiği ve Dalga Gülleri (ATLAS)*

Kıyı Yapıları Tasarım ve Teknik Esaslarına göre projedeki yapıların 'basit yapı', 'özel yapı' vb. niteliğine göre tasarımda esas alınması gereken 50 yıl, 100 yıl vb. yineleme dönemli, yönden bağımsız ekstrem dalga parametreleri belirlenmeli ve en büyük değer dalga & rüzgâr istatistiği yapılarak sunulmalıdır (**Şekil 2.4-Şekil 2.7**). En büyük değer analizleri yapılırken en az 20 yıllık zaman serisi veriler kullanılmalıdır. 20 yıldan az veri ile en büyük değer analizleri gerçekleştirilmemelidir. Analizler sonucunda etken dalga yönleri de metine eklenmelidir.

ÖRNEKTİR
17953598 - 17953598 - 17953598 - 17953598

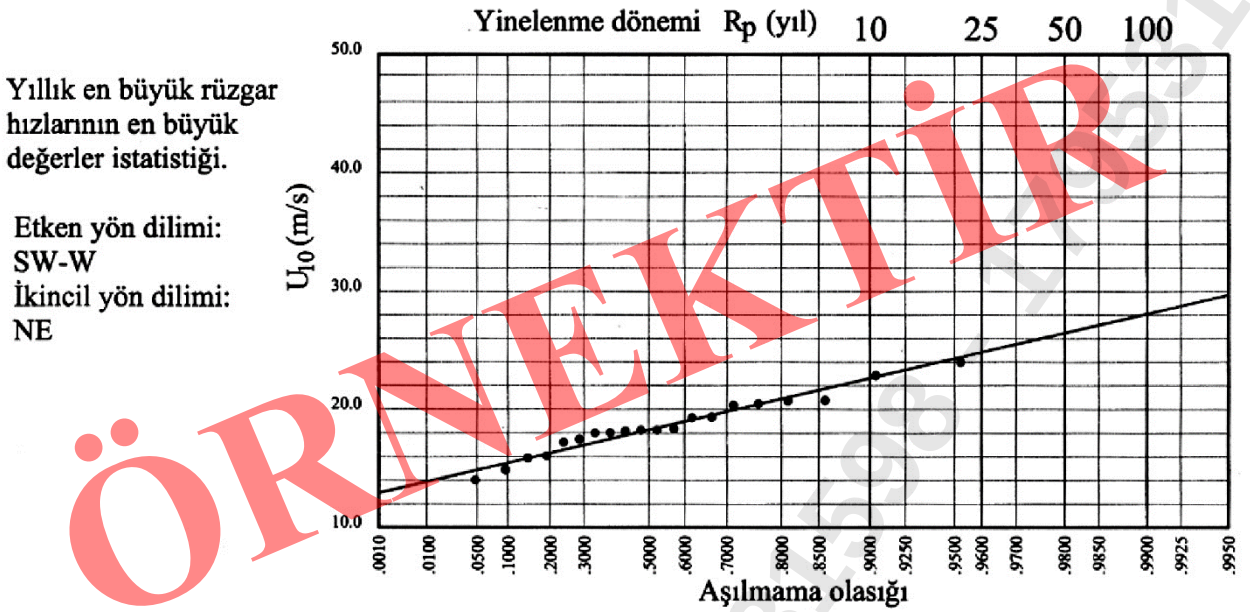


Şekil 2.4: *25 Yıllık Veri ile En Büyük Değer Dalga İstatistiği (ECMWF)*

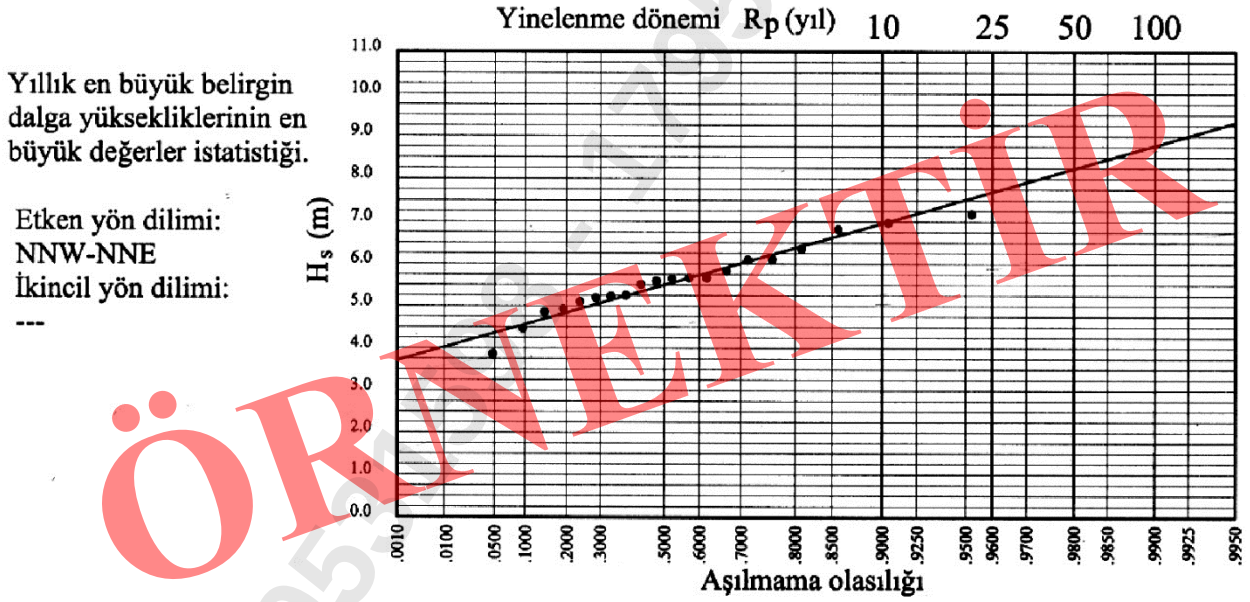


Şekil 2.5: *25 Yıllık Veri ile En Büyük Değer Rüzgâr İstatistiği (ECMWF)*

ÖRNEKTİR
17953159



Şekil 2.6: *En Büyük Değer Rüzgâr İstatistiği (ATLAS)*



Şekil 2.7: *En Büyük Değer Dalga İstatistiği (ATLAS)*

Liman içi çalkantı modellemesi yapılacak ise, yıllık operasyonel durumu temsil eden 9 saat/yıl aşılma olasılıklı dalgaların yanı sıra ekstrem fırtına koşulunu temsil etmek üzere limanın dalga alabileceği yönlere ait yönsel en büyük değer dalga analiz verileri (Yineleme Periyodu 50 yıl) de hesaplanarak Tablo halinde sunulmalıdır.

Liman, yat limanı, balıkçı barınağı gibi yapıların operasyonel kullanımına ilişkin durumu belirlemek üzere çalışılan liman içi çalkantı çalışmalarında yıllık 9 saat aşılma olasılıklı dalgalar (yıllık binde 1) kullanılacaktır. Yapının dalga alabileceği tüm yönler özet bir tabloda belirtilmelidir. Şayet sediman taşınımı ile ilgili bir çalışma da yapılmışsa; benzer şekilde (sediman taşınım, kapama derinlikleri gibi parametrelerin ön hesaplamalarında dikkate alınabilen) yıllık 12

ÖRNEKTİR

saat aşılma olasılıklı dalgalar da aynı süreli aşılma olasılıklı rüzgâr hızları ile birlikte ilgili yönler için özet tabloda (Tablo 2.2) verilmiş olmalıdır. Söz konusu verilerin hesaplanması için uzun dönem dalga istatistiği yapılmalıdır.

Tablo 2.2: *Çalışılan Yöre İçin Uzun Dönem Dalga İstatistiği ve Yönsel Ekstrem*

	9 saat/yıl Aşılma Olasılıklı Dalgalar						12 saat/yıl Aşılma Olasılıklı Dalgalar					
	ECMWF			CMEMS/CFSR			ECMWF			CMEMS/CFSR		
Yön	H_s(m)	T_m (s)	U_{10}	H_s(m)	T_m (s)	U_{10}	H_s(m)	T_m (s)	U_{10}	H_s(m)	T_m (s)	U_{10}
B	0.74	3.45	11.61	0.75	3.04	10.23	0.96	3.89	11.1	0.91	3.96	9.75
BKB	0.87	3.79	10.74	0.83	3.53	9.08	0.81	3.72	10.2	0.80	3.45	8.70
KB	0.86	3.79	10.49	0.84	3.80	10.03	0.79	4.70	9.99	0.80	3.71	9.60
KKB	1.22	4.15	12.62	1.28	3.88	9.94	1.13	4.07	12.0	1.12	3.76	9.53
K	1.41	4.31	14.36	1.48	4.10	11.67	1.34	4.24	13.7	1.34	4.01	11.2
KKD	1.40	4.31	15.31	1.43	4.20	12.62	1.33	4.24	14.7	1.39	4.12	12.2
KD	1.46	4.35	14.91	1.46	4.05	12.42	1.39	4.29	14.4	1.33	3.99	12.0
DKD	1.19	4.1	13.77	1.16	3.35	10.68	1.13	4.07	13.2	1.14	3.30	10.3

	R_p=50 Yıllık Yönsel Ekstrem Dalgalar					
	ECMWF			CMEMS/CFSR		
Yön	H_s(m)	T_p (s)	U_{10}	H_s(m)	T_p (s)	U_{10}
B	2.25	4.88	15.43	2.20	5.21	9.72
BKB	1.95	4.70	14.53	1.91	4.61	10.20
KB	2.11	4.80	15.14	2.02	5.12	9.09
KKB	2.46	5.00	15.66	2.55	5.27	9.78
K	2.95	5.25	18.62	2.75	5.42	11.72
KKD	2.69	5.12	19.14	2.80	5.15	15.99
KD	2.44	4.99	18.44	2.19	4.75	15.59
DKD	2.15	4.82	17.64	2.19	4.05	13.51

Kıyı çizgisi veya yakın kıyı batimetri değişimlerinin benzeştirilmesinde geçmiş bir dönemdeki değişim ile modeli kalibre edebilmek için aynı döneme ait zaman serisi rüzgâr ve dalga parametrelerinin kullanılması önerilmektedir. Geleceğe yönelik tahminlerde bulunmak üzere ise geçmiş bir döneme (örneğin son 10 yıl) ait rüzgâr ve dalga ikliminin benzer şekilde devam edeceği varsayımı ile mevcut bu verilerin kullanılarak simülasyonların yapılması uygun değerlendirilmektedir.

ÖRNEKTİR

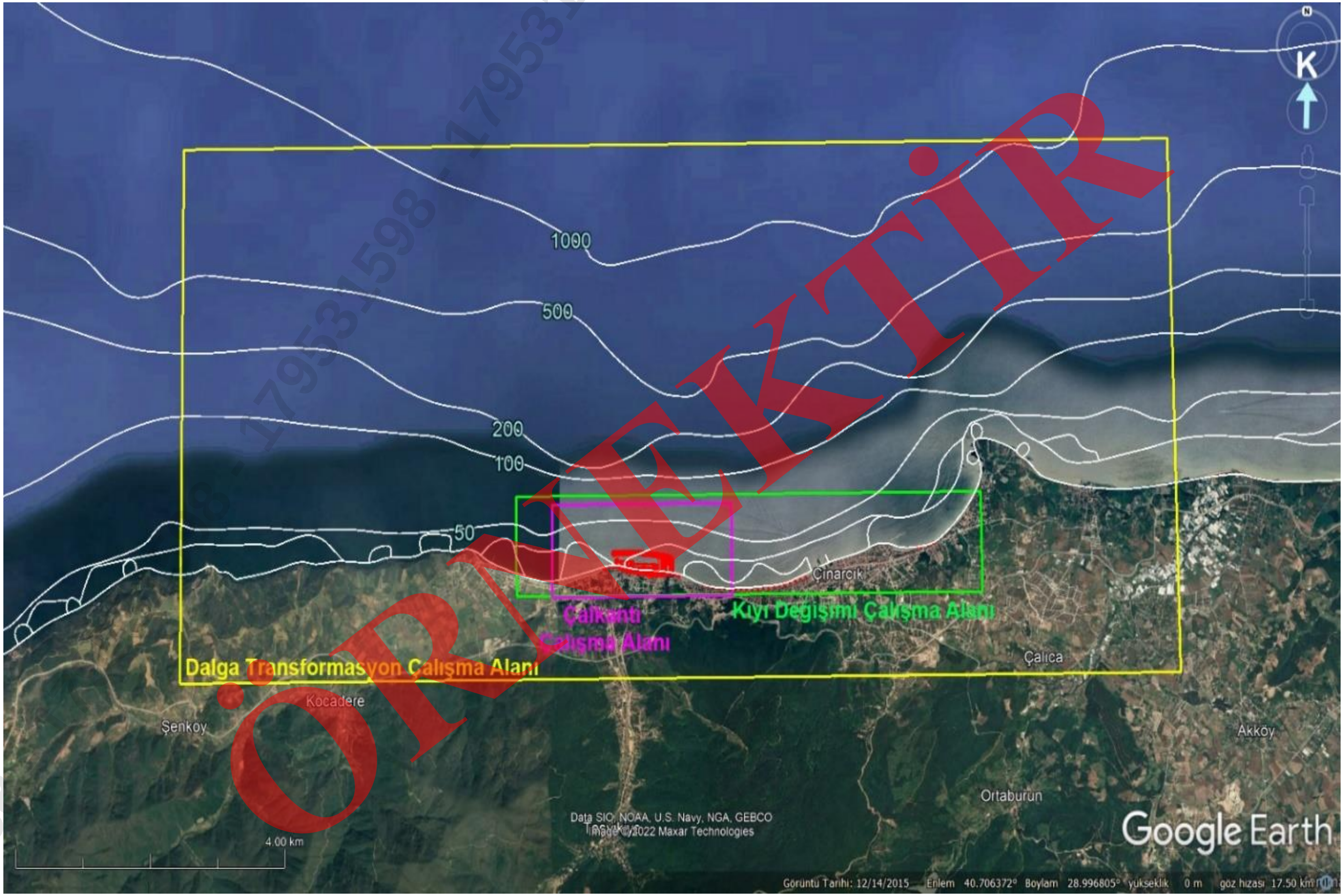
3. DALGA İLERLEMESİ MODELİ (DALGA TRANSFORMASYONU MODELİ)

3.1. Model Çalışma Alanları

Dalga ilerlemesi modeli, kullanılan en büyük dalganın derin deniz koşulunu sağladığı derinlikten ($d/L_0<0.5$) daha sığ olmayacak şekilde açıktan kıyıya doğru bir alanı kapsamalıdır. Yakın kıyı batimetri verisi güncel olmalı, ne kadarlık bir alanın güncel ölçüm vb. yöntemlerle elde edildiği, daha açıklar için hangi kaynaktan/haritadan veri sağlandığı belirtilmelidir. Modelleme kapsamında esas alınan alan, harita üzerinde derinlik konturları ile birlikte görsel olarak sunulmalıdır. Dalga ilerlemesi, Liman İçi Çalkantı, Kumlanma, Kıyı Değişimi gibi tüm modellemelere ilişkin Çalışma Alanları (**Şekil 3.1**), okunaklı ve anlaşılabilir olmak kaydıyla aynı görsel üzerinde gösterilebileceği gibi ayrı ayrı görseller halinde de verilebilir. Görseller tercihen A3 sayfa boyutunda olmalıdır.

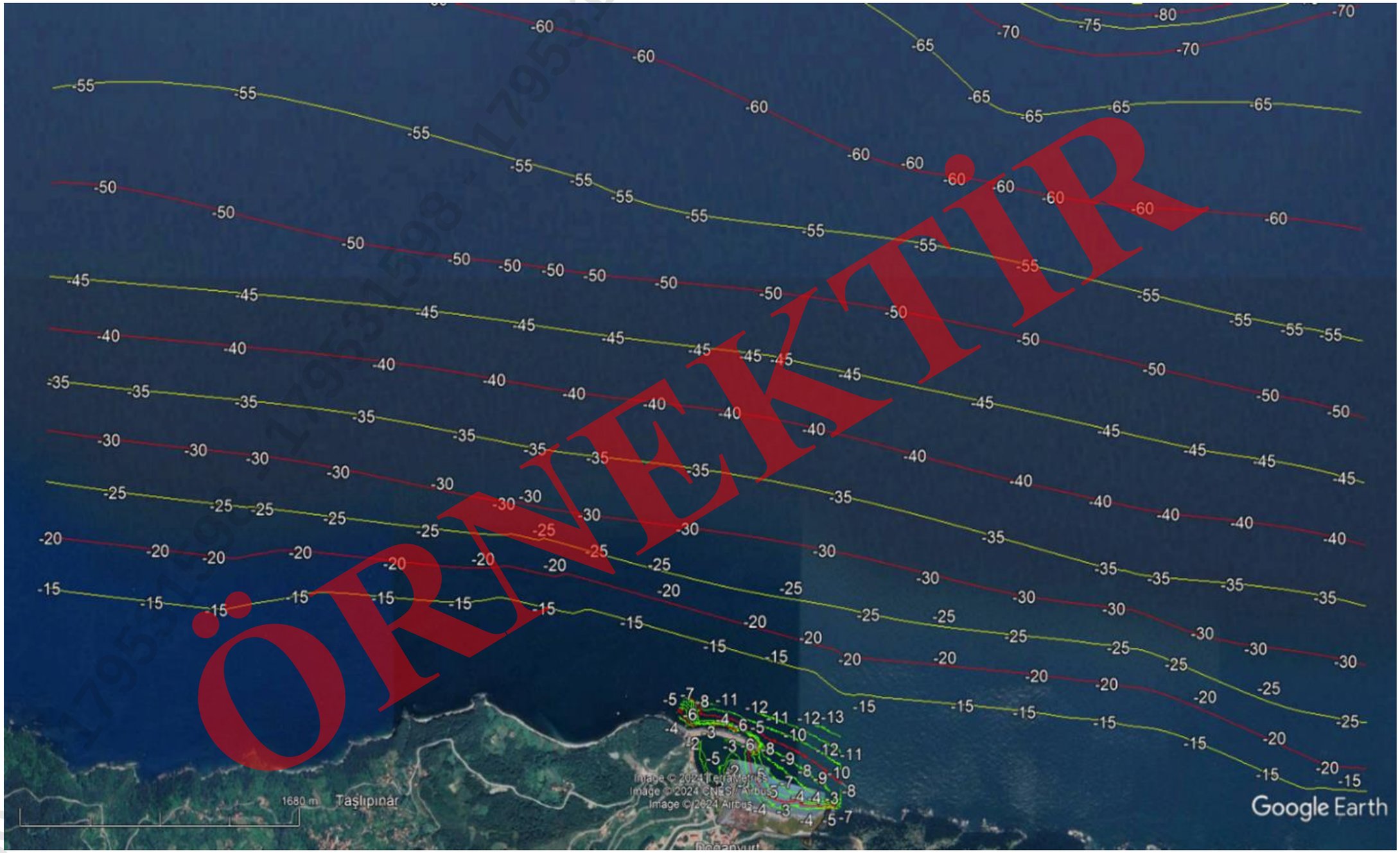
Örnek Metin: *Yörede, mevcut dalga rejiminin belirlenmesi ve etken dalga koşulları altında oluşan sediman hareketlerinin modellenmesi için 10 yıllık süreyi kapsayan zaman serisi dalgaların transformasyon modellemesi gerçekleştirilmiştir. Sayısal Modelleme yazılımının Spectral Waves Modülü ile Spektral Dalga Transformasyon Modellemesinde belirtilen batimetrik durum için yapılmıştır. Bu kapsamda, proje alanına ait kıyıdan yaklaşık 400 m açıkta yer alan -10 m derinlik bölgesine kadar ölçülen güncel batimetrik veriler ve daha açıklar için Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesince (SHOD) hazırlanmış olan batimetrik harita verileri kullanılmıştır.* ***Şekil 3.2'****teki alanda çalışılan transformasyon modeli ile hesaplanan dalga parametreleri esas alınarak sediman taşınım modeli gerçekleştirilmiştir. 10 yıllık tahmin amacıyla 2013-2022 yıllarında gerçekleşmiş olan ECMWF veri kaynağından elde edilmiş zaman serisi rüzgâr-dalga verileri kullanılmıştır.*

17953159 8 - 17953159 8 - 17953159 8



Şekil 3.1: *Modelleme Çalışma Alanları Örneği (Google Earth)*

ÖRNEKTİR
17953159817953159817953159817953159817953159817953159817953159

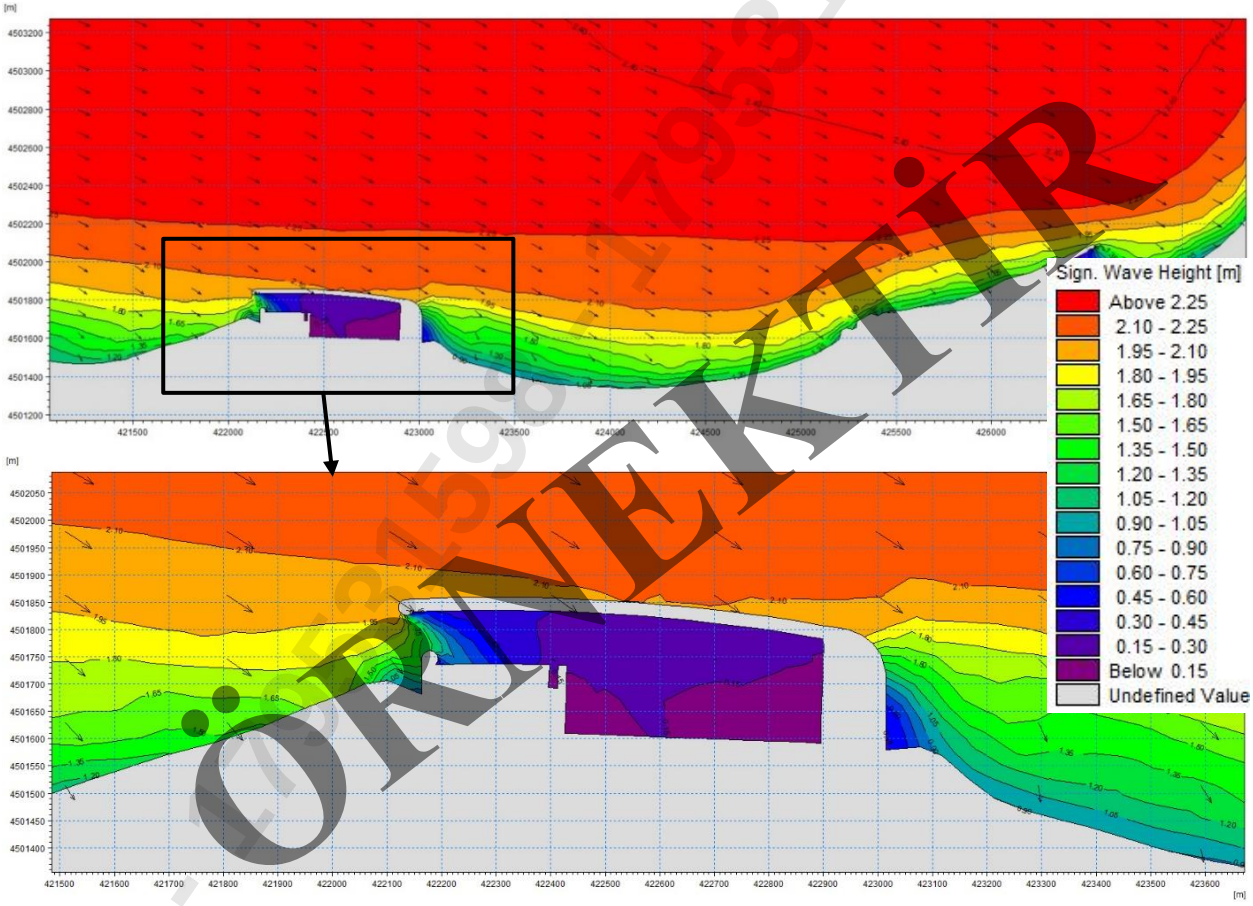


***Şekil 3.2**: Sayısal Model Yazılımının Spectral Waves Modülü ile Çalışılan Model Alanı*

ÖRNEKTİR

3.2. Transformasyon Sonuçlarının Gösterilmesi

Modelleme kapsamında gerekli olan tüm dalga parametrelerinin etken yönler için ayrı ayrı dalga transformasyon modellemesi yapılmalıdır. Rp=50 yıl veya 100 yıl gibi yineleme dönemli tasarıma esas dalgaların yapı önü değerleri bu modelleme ile elde edilecektir (**Şekil 3.3**). Ancak, 'Yapı önü tasarım dalga' değerlerinin hesaplandığı model sonuçları, tüm modellemelerin tamamlanıp nihai vaziyet planı oluşturtan sonra, nihai vaziyet planına göre çalışılıp raporun sonuçlar bölümünden önceki "TASARIM DALGASI" bölümünde verilecektir. Liman içi çalkantı, kıyı çizgisi değişimi gibi modellerde kullanılacak dalgalar da derin denizden Transformasyon Modellemesi ile yakın kıyı bölgesine taşınıp daha küçük alanlarda gerçekleştirilen bu modellerin sınırında hesaplanan değerleri ilgili modellerde kullanılacaktır.



Şekil 3.3: *50 Yıllık Tasarım Dalgasının (Belirgin Dalga) Proje Alanında Dağılım Örneği*

ÖRNEKTİR

4. LİMAN İÇİ ÇALKANTI MODELİ

Liman içi çalkantı modellemesinin gerekli olduğu durumlarda bu bölüm, raporda yer almalıdır.

4.1. Analiz Alanlarının Tanımlanması ve Giriş Parametreleri ile İlgili Genel Prensipler

Liman İçi Çalkantı Modelinin hangi yazılım ile oluşturulduğu belirtilmelidir. Sınır koşullarının ve çalkantı model alanının sınırlarındaki dalga parametrelerinin nasıl elde edildiği kısaca özetlenmelidir. Giriş ağzı, çekek yeri, rıhtımlar, iskeleler, yanaşma yerleri gibi basen bölümleri vaziyet planı üzerinde görsel olarak belirtilmelidir. Bu bölümlerin her birinde sınır değer olarak AYGM Kıyı Yapıları Planlama Tasarım ve Teknik Esaslarında (KYPTTE, 2016) belirtilen değerler dikkate alınmalıdır. Literatürde yer alan kaynaklara atfen hazırlanan AYGM Kıyı Yapıları Tasarım ve Teknik Esaslarında, yat limanları, balıkçı barınakları gibi küçük teknelerin kullandığı rıhtım önlerinde yıllık dalga durumunda, dalga yüksekliğinin 30 cm'nin üzerinde; 50 yıllık fırtına dalgası durumunda 60 cm'nin üzerinde olmaması önerilmektedir. Ancak bu sınırın yılda kaç saat aşılabileceği hususu ise konfor kriteri olarak belirlenmektedir.

Bu kapsamda liman içi çalkantı açısından operasyonel durumu temsil etmek üzere, proje alanının dalga alabileceği yön aralığına ait yıllık dalga olarak kabul edilen yılda 9 saat aşılma olasılıklı dalgaların etkisinde ve ayrıca fırtına durumunu temsil etmek üzere ilgili yönlere ait 50 yıllık yönsel ekstrem dalgalar etkisinde rıhtım, yanaşma yerleri, çekek yeri önlerinde ve giriş ağzı bölgesinde oluşan ortalama dalga yükseklikleri hesaplanmalı ve tabloda verilmelidir. Tablolarda verilecek dalga yükseklikleri yanaşma yerinin önünde tek bir nokta değil tüm yanaşma yeri uzunluğu boyunca elde edilen değerlerin ortalaması olacaktır. Bunun yanı sıra limanlarda veya iskelelerde; gemi boyutları da dikkate alınarak (kuru yük, Ro-Ro, konteyner vb.) yükleme-boşaltma operasyonlarının yapılamayacağı sürenin belirlenmesi için çalkantı analizi Bölüm 4.9'daki gibi yapılabilir.

Modelde, projeye ait rıhtım, dalgakıran, çekek yeri gibi yapılarda dalga yansımasının hangi oranlarda dikkate alındığı belirtilmelidir. Farklı bir bilgi bulunmadığı durumda düşey yüzeyli rıhtım, duvar gibi yapılarda dalga yansıması %90, dalgakıran ve tahkimat tipi yapılarda %40, çekek yeri ve kumsal kıyılar için %10 olarak varsayılabilir. Anroşmanlı dalgakıranlarda anroşman diziliminin düzgün yüzey oluşturacak şekilde pere gibi yapıldığı durumlarda yansıma katsayısının daha büyük (%60) kabul edilmesi gerektiği dikkate alınmalıdır.

4.2. Analiz Sonuçlarının Gösterimi ile İlgili Genel Prensipler

Çalışılan tüm yönler için gerek yıllık dalga gerekse 50 yıllık fırtına dalgası koşulunda ayrı ayrı olmak üzere tüm basen alanını kapsayacak şekilde alansal dalga dağılım görselleri anlaşılabilecek renk skalası (büyük değerler için kırmızı, küçük değerler için mavi olacak şekilde gökkuşağı renkleri ile oluşturulabilir) ve lejant ile sunulmuş olmalıdır. Renk skalası en büyük değerle orantılı olarak bölüneceğinden yıllık dalga ve 50 yıllık dalga için ayrı lejantlar kullanılabilir, ancak tüm yönler için aynı lejant kullanılmalıdır. Lejant skala aralıkları H=0-1 m için 10 cm'den, H>1 m için 25 cm'den daha büyük olmamalıdır.

4.3. Tartışma ve Sonuç Bölümü ile İlgili Genel Prensipler

Çalkantı Sayısal Modelinin sonunda elde edilen bulguların, sayısal modelin yapılış gerekçesine uygun olarak hangi sonuçları doğurduğu, hangi yönlerden geliştirilebileceği ve çözüm önerileri bu bölümde anlatılacaktır. Taslak-proje veya mevcut vaziyet planında elde edilen liman içi dalga yüksekliklerinin limit değerler üzerine çıkması durumunda çalışılan alternatif durumlar (dalgakıran uzatımları, rıhtımların yer değişiklikleri vb.) bu bölümde özetlenerek anlatılacaktır.

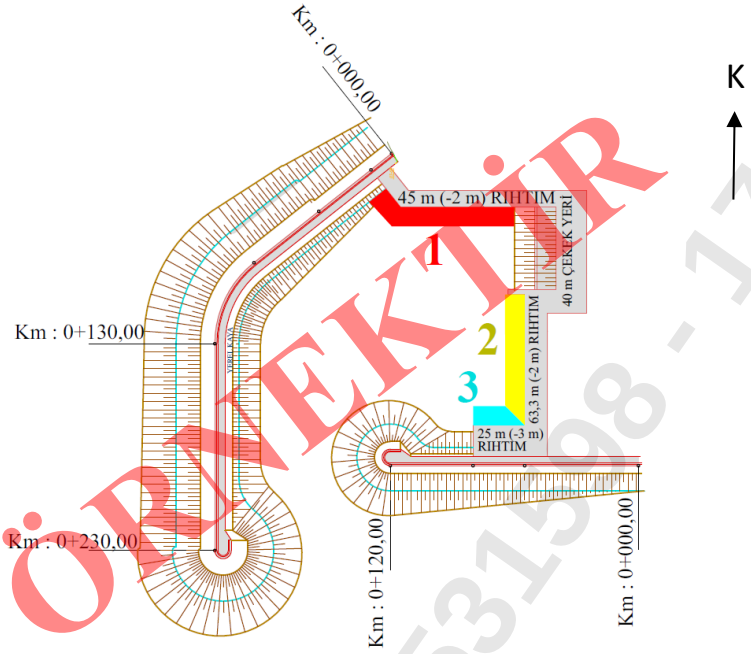
Eğer raporda sadece Çalkantı Sayısal modeli çalışılmışsa bu bölüm raporun sonuç bölümü niteliğinde olacaktır. Ancak raporda başka sayısal modellemeler de çalışılmışsa buradaki sonuçlar, raporun en sonundaki ana sonuç bölümünde özetlenecektir. Bu koşulda Çalkantı modeli bölümünün sonunda sonuç bölümünün oluşturulması gerekli değildir.

*Modellemelere ve sonuçların gösterimine dair esaslar, Çalkantı analizinin yapılabileceği çalışma alanına tipine göre sınıflandırılarak aşağıdaki örneklerle gösterilmiştir (**Bölüm 4.4 - 4.8**).*

4.4. Örnek Liman İçi Çalkantı Modeli Çalışması -1

4.4.1. Çalkantı Analizinin Alanı

*Örnek olarak verilen Liman içi çalkantı modeli çalışması …… sayısal model yazılımının Boussinesq Waves modülü kullanılarak yapılmıştır. Modelleme öncesinde derin deniz dalgaları aynı yazılımın Spectral Waves Modülü kullanılarak dalga ilerlemesi modeli ile yakın kıyıya taşınmıştır. Çalışmada, dalgalar etkisinde yanaşma yerlerinde oluşan ortalama dalga yükseklikleri hesaplanmıştır. Ortalama dalga yüksekliği değerleri dağılımının ayrıntılı gösterilebilmesi için yanaşma yerleri 3 kısım halinde numaralandırılmıştır (**Şekil 4.1**).*



Şekil 4.1: *Örnek Balıkçı Barınağı Numaralandırılmış Yanaşma Yerleri*

Liman içi çalkantı modellemesinde;

- *Proje vaziyet planı (230 m uzunluğunda ana dalgakıran, 120 m uzunluğunda tali dalgakıran) (Proje)*
- *Proje vaziyet planında ana dalgakıranın 20 m uzatılması durumu (Alternatif-1)*

olmak üzere iki çalışma yapılmıştır.

4.4.2. Analiz Sonuçlarının Gösterimi

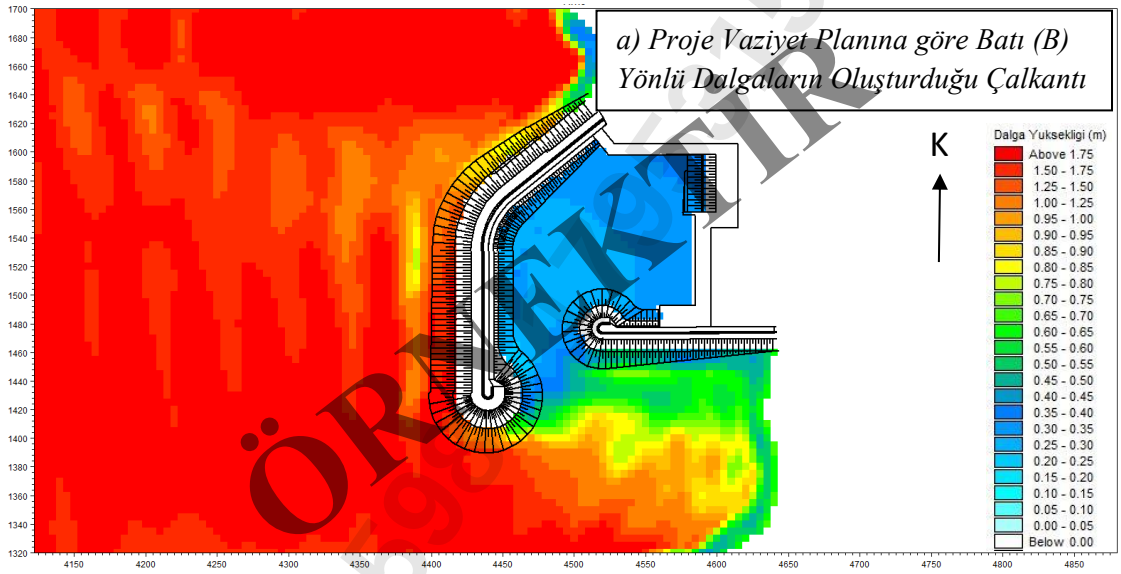
*Çalkantı modellemeleri sonucunda basen içerisine giren dalgaların **Şekil 4.1**'de numaralandırılan kısımlardaki ortalama dalga yükseklikleri **Tablo 4.1**'de özetlenmiştir. Kıyı Yapıları Planlama ve Tasarım Teknik Esaslarına göre yıllık dalga etkisinde yanaşma yerlerinde 30 cm üzerinde dalga yüksekliklerinin oluşmaması gerekmektedir (KYPTTE, 2016). Proje vaziyet planında tüm rıhtımlarda B ve BKB yönlerinden gelen dalgalar etkisinde dalga yüksekliklerinin 30 cm değerini aştığı görülmüştür. Bu doğrultuda, ana dalgakıran 20 m uzatılarak (Alternatif-1) yapılan çalışılma ile basen içerisinde yeterli sakinliğin elde edildiği belirlenmiştir. Modelleme sonuçlarına ait liman içi dalga dağılımları **Şekil 4.2**'de sunulmuştur.*

ÖRNEKTİR
17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159

Tablo 4.1: *Numaralandırılmış Kısımlardaki Ortalama Dalga Yükseklikleri (m)*

Proje Vaziyet Planı			
	1	2	3
B	0.34	0.32	0.31
BKB	0.40	0.37	0.37
KB	0.13	0.11	0.11
KKB	0.24	0.22	0.22
K	0.19	0.18	0.18
KKD	0.12	0.11	0.11
KD	0.11	0.10	0.10

Alternatif-1 Vaziyet Planı			
	1	2	3
B	0.21	0.19	0.19
BKB	0.28	0.25	0.23
KB	0.09	0.08	0.07
KKB	0.16	0.15	0.14
K	0.13	0.12	0.11
KKD	0.08	0.07	0.07
KD	0.06	0.06	0.05



Şekil 4.2: *Örnek Balıkçı Barınağı Liman İçi Çalkantı Modellemesi Sonuçları*

4.5. Örnek Balıkçı Barınağı Liman İçi Çalkantı Modeli Çalışması- 2

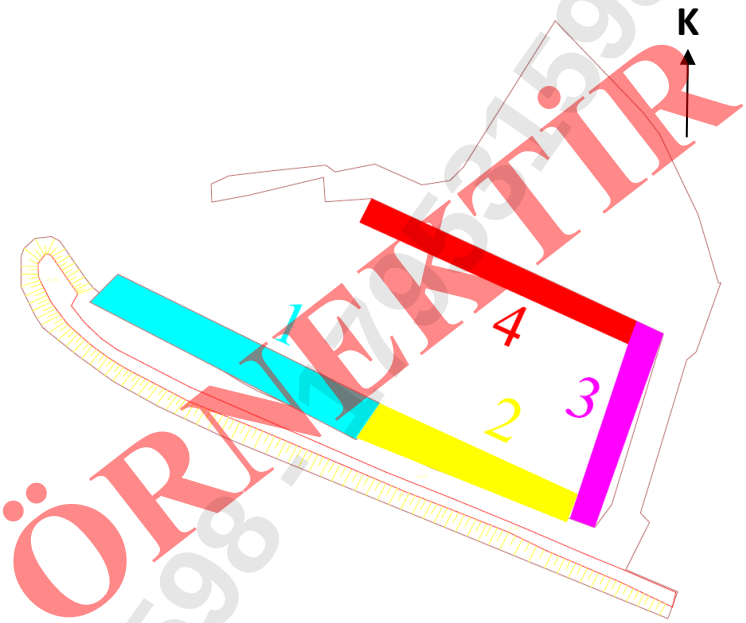
4.5.1. Çalkantı Analizinin Alanı

Örnek Liman içi çalkantı çalışmasında, derin denizden gelen her yön için sayısal model yazılımı kullanılarak (Spectral Waves Modülü) ayrı ayrı dalga ilerlemesi yapılarak modellemede kullanılacak yakın kıyı dalga değerleri elde edilmiştir. Bu değerler liman içi çalkantı modellemesi için sayısal model yazılımı (Boussinesq Waves Modülü) kullanılmıştır. Literatürde yer alan kaynaklara atfen hazırlanan AYGM Kıyı Yapıları Planlama Tasarım ve Teknik Esaslarında (KYPTTE 2016), yat limanları, balıkçı barınakları gibi küçük teknelerin kullandığı rıhtım önlerinde yıllık dalga durumunda, dalga yüksekliğinin 30 cm'nin üzerinde olmaması önerilmektedir.

ÖRNEKTİR

*Bu kapsamda Örnek balıkçı barınağının **Şekil 4.3**'te belirtilen mevcut vaziyet planına göre modellemeler gerçekleştirilmiştir.*

*Dalga yansıması, barınak dalgakıranı ve tahkimat gibi bölümlerde %40, rıhtımlar için %90, çekek yeri için %10 olarak esas alınmaktadır. Çalışılan bu durumlar için gerekli porozite haritaları üretilmiştir. Çalışma Alanı'nın sınır koşulları için ise 'Sponge' haritası tanımlanmaktadır. Dalga yüksekliği değerleri dağılımının ayrıntılı gösterilebilmesi için yanaşma yerleri 4 kısım halinde numaralandırılmıştır (**Şekil 4.3**).*



***Şekil 4.3:** Vaziyet Planında Numaralandırılmış Ancak İsimlendirilmemiş Kısımlar*

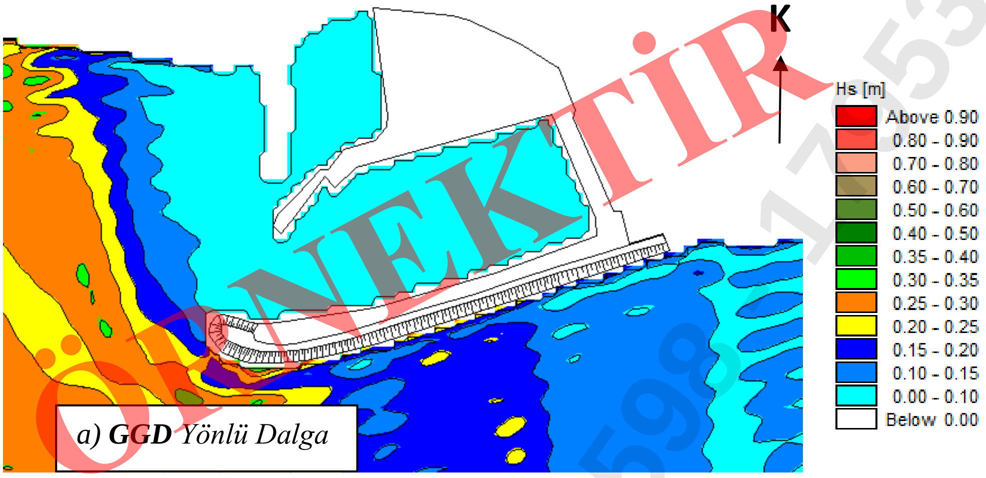
4.5.2. Analiz Sonuçlarının Gösterimi

*Yıllık operasyonel durumu temsilen çalışılan 9 saat/yıl aşılma olasılıklı dalga verileri ile çalışılan koşullarda liman içindeki dalga dağılımları, barınağın etkili olarak dalga aldığı yönler olan GGD, G, GGB, GB, BGB, B yönleri için hesaplanmıştır. Basen içerisine giren dalgaların numaralandırılan kısımlardaki değerleri ve ilgili yönlere ait 9 saat/yıl aşılma olasılıklı yıllık dalga koşulunda hesaplanan liman içi dalga dağılımları **Tablo 4.2**'te verilmiştir.*

***Tablo 4.2:** Vaziyet Planında Belirtilmiş Alanlarda Yıllık Dalga Etkisindeki Dalga Yükseklikleri (cm)*

Dalga Yönü	1	2	3	4
GGD	6	4	4	4
G	20	23	24	23
GGB	28	27	29	27
GB	27	30	33	30
BGB	19	22	22	21
B	7	8	6	7

ÖRNEKTİR 17953598



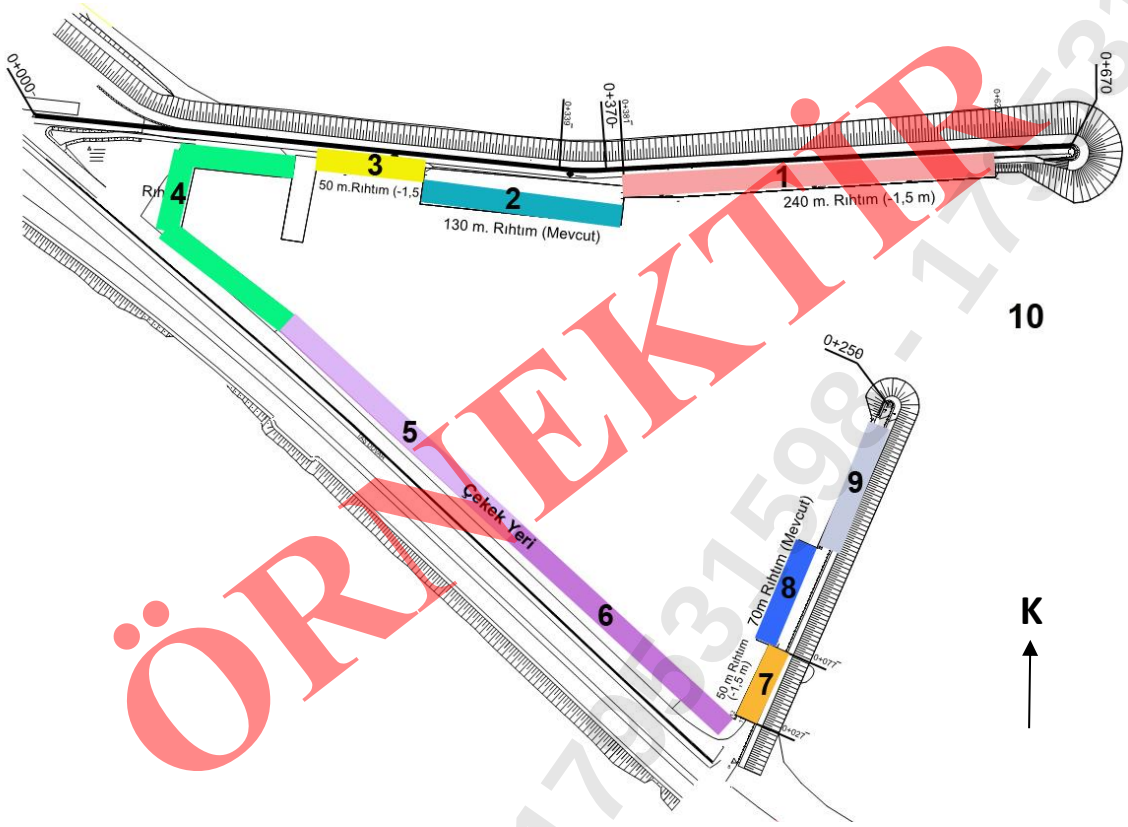
Şekil 4.4: Örnek Liman içi Çalkantı Modellemesi Sonucu Oluşan Dalga Yükseklikleri

4.6. Örnek Liman İçi Çalkantı Modeli Çalışması – 3

4.6.1. Çalkantı Analizinin Alanı

*Literatürde yer alan kaynaklara atfen hazırlanan AYGM Kıyı Yapıları Planlama Tasarım ve Teknik Esaslarında (KYPTTE, 2016), yat limanları, balıkçı barınakları gibi küçük teknelerin kullandığı rıhtım önlerinde yıllık dalga durumunda, dalga yüksekliğinin 30 cm'nin üzerinde; 50 yıllık fırtına dalgası durumunda 60 cm'nin üzerinde olmaması önerilmektedir. Bu kapsamda liman içi çalkantı açısından **Şekil 4.5**'te vaziyet planı verilen örnek balıkçı barınağı proje alanının dalga alabileceği BKB-DKD yön aralığına ait yıllık dalga olarak kabul edilen, yılda 9 saat aşılma olasılıklı dalgaların etkisinde mevcut durum ile ilave olarak yapımı planlanan dolgu projesinin uygulanması durumunda rıhtım önlerinde oluşan ortalama dalga yükseklikleri dikkate alınmıştır. Böylece barınağın doğusunda yapımı planlanan dolgunun barınak içerisindeki dalga rejimine etkisinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Ortalama dalga yüksekliği değerleri dağılımının ayrıntılı gösterilebilmesi için yanaşma yerleri, çekek yeri ve giriş ağzı bölgesi 10 kısım halinde numaralandırılmıştır (**Şekil 4.5**).*

ÖRNEKTİR



Şekil 4.5: *Örnek Balıkçı Barınağı Vaziyet Planı, Rıhtım ve Çekek Yeri Lokasyonları*

Modelde dalga yansıması, düşey yüzeyli rıhtım, duvar gibi yapılarda %90, dalgakıran ve tahkimat tipi yapılarda %40, çekek yeri ve kumsal kıyılar için %10 olarak varsayılmaktadır. Bu yansıma durumunu sayısal model yazılımının Boussinesq Waves Modülü ile modellemek üzere barınağın doğusundaki dolgunun olmaması veya dolgunun yapılması durumları için 'porozite' haritaları hazırlanmıştır. Çalışma alanının sınır koşulları için ise 'Sponge' haritası tanımlanmaktadır.

Modellenen tüm dalgalar öncelikle dalga transformasyon modeli ile yakın kıyı bölgesine taşınmış, söz konusu dalga parametreleri kullanılarak çalkantı modellemesi 5x5m karelaj çözünürlüğünde gerçekleştirilmiştir. Tüm dalga koşulları için modellemeler, barınağın doğusunda dolgunun bulunmadığı 'Mevcut Durum' ve 'Dolgulu Durum' için ayrı ayrı olarak yapılmıştır.

4.6.2. Analiz Sonuçlarının Gösterimi

Çalkantı modellemeleri sonucunda, basen içerisine giren dalgaların ***Şekil 4.5****'de numaralandırılan kısımlardaki rıhtımlar ile çekek yeri önlerinde ve giriş ağzı bölgesinde ortalama dalga yükseklikleri 9 saat/yıl aşılma olasılıklı yıllık dalga ve 50 yıl yineleme dönemli yönsel ekstrem dalga koşulları için* ***Tablo 4.3****'de özetlenmiştir.*

Barınak mevcut vaziyet planında KB ve KD yönlü dalga koşulunda bazı rıhtımlarda sınırın biraz üzerinde (30-36 cm arası) dalga oluşabildiği hesaplanmaktadır. Barınağın doğusunda

ÖRNEKTİR
17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159

planlanan dolgunun yapılması durumunda ise özellikle KD yönlü dalga koşulunda rıhtım önlerinde oluşan dalganın 50 cm mertebesine ulaşabildiği görülmektedir. 'Dolgulu' durumda basen içerisine giren dalgalarda genel olarak artış olmakta, özellikle KD ve DKD yönlü dalgalar dolgu tahkimatından yansıma yaparak basene girmekte, giriş ağzı bölgesinde ve basen içerisinde ortalama %30-%80 arasında dalga yüksekliğinde artış sağlayarak çalkantıya neden olabilmektedir.

Tablo 4.3: *Vaziyet Planında Numaralandırılmış Kısımlardaki Ortalama Dalga Yükseklikleri(m)*

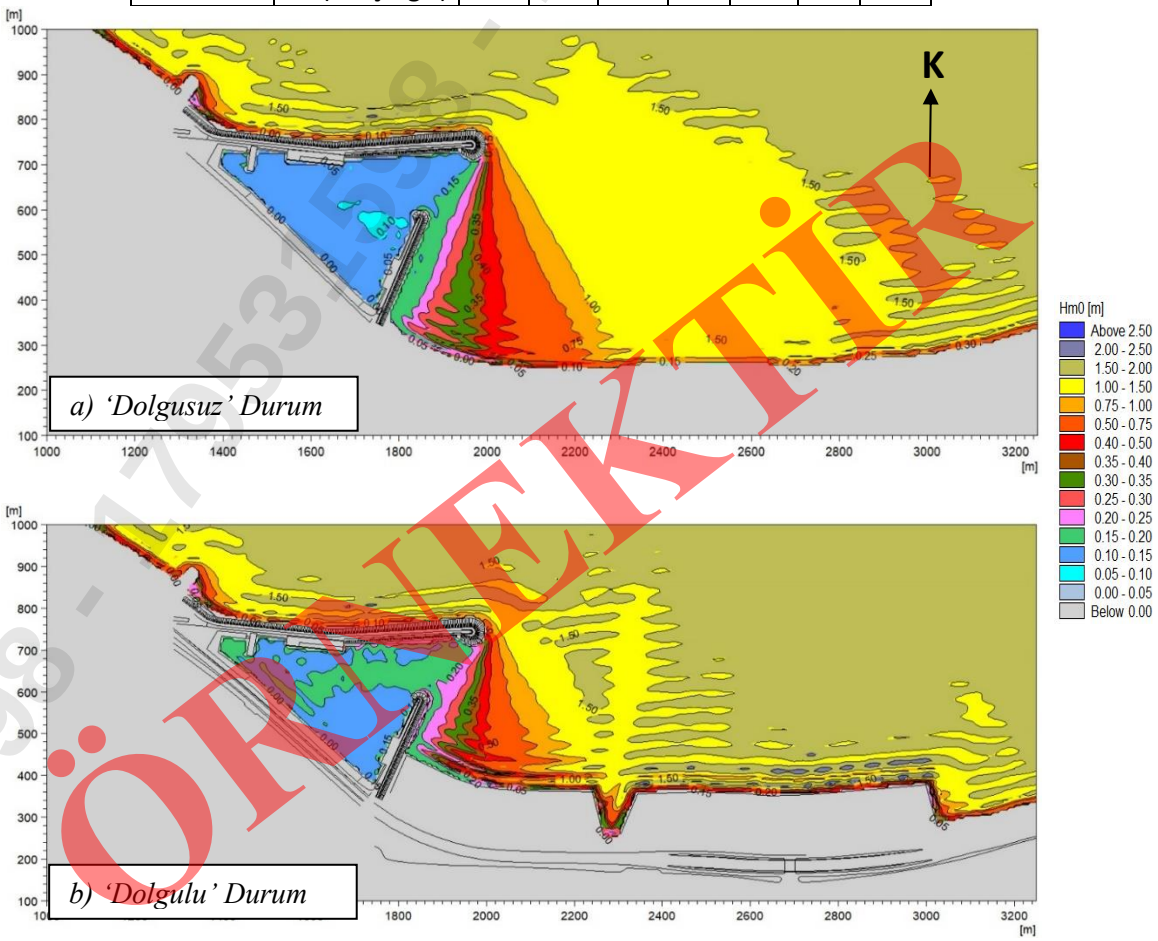
9 saat/yıl	BKB		KB		KKB		K		KKD		KD		DKD	
	Mevcut	Dolgu	Mevcut	Dolgu	Mevcut	Dolgu	Mevcut	Dolgu	Mevcut	Dolgu	Mevcut	Dolgu	Mevcut	Dolgu
1	0.13	0.17	0.29	0.34	0.13	0.17	0.09	0.09	0.14	0.15	0.36	0.52	0.24	0.39
2	0.11	0.14	0.22	0.23	0.10	0.12	0.05	0.06	0.07	0.09	0.22	0.30	0.13	0.20
3	0.12	0.15	0.23	0.24	0.09	0.12	0.04	0.05	0.06	0.07	0.19	0.21	0.13	0.20
4	0.14	0.15	0.27	0.27	0.11	0.13	0.05	0.07	0.07	0.09	0.22	0.24	0.13	0.22
5(Çekek	0.12	0.17	0.21	0.26	0.10	0.14	0.05	0.07	0.07	0.09	0.23	0.31	0.20	0.33
6(Çekek	0.13	0.14	0.27	0.27	0.11	0.13	0.06	0.07	0.10	0.11	0.29	0.39	0.22	0.35
7	0.15	0.16	0.35	0.32	0.13	0.15	0.07	0.07	0.10	0.13	0.34	0.43	0.25	0.36
8	0.13	0.14	0.27	0.26	0.11	0.13	0.06	0.06	0.09	0.12	0.36	0.44	0.18	0.33
9	0.11	0.13	0.20	0.23	0.10	0.12	0.06	0.07	0.11	0.13	0.29	0.45	0.22	0.37
10 (Giriş	0.30	0.32	0.58	0.63	0.39	0.42	0.27	0.29	0.40	0.49	1.02	1.47	0.72	1.10
Rp=50	BKB		KB		KKB		K		KKD		KD		DKD	
	Mevcut	Dolgu	Mevcut	Dolgu	Mevcut	Dolgu	Mevcut	Dolgu	Mevcut	Dolgu	Mevcut	Dolgu	Mevcut	Dolgu
1	0.40	0.44	0.50		0.41	0.44	0.29	0.31	0.34	0.44	0.37	0.54	0.28	0.46
2	0.33	0.35	0.40	0. 42	0.31	0.34	0.22	0.22	0.20	0.26	0.23	0.31	0.16	0.28
3	0.34	0.37	0.43	0.44	0.32	0.36	0.22	0.23	0.19	0.21	0.20	0.27	0.14	0.25
4	0.41	0.42	0.51	0.51	0.38	0.42	0.25	0.28	0.21	0.23	0.23	0.26	0.15	0.24
5(Çekek	0.33	0.36	0.41	0.43	0.31	0.36	0.22	0.25	0.21	0.27	0.24	0.35	0.23	0.36
6(Çekek	0.40	0.38	0.49	0.41	0.39	0.36	0.24	0.24	0.27	0.31	0.30	0.42	0.22	0.39
7	0.50	0.43	0.61	0.49	0.49	0.44	0.29	0.30	0.31	0.35	0.34	0.46	0.26	0.41
8	0.40	0.37	0.48	0.40	0.38	0.35	0.25	0.26	0.30	0.35	0.32	0.47	0.23	0.38
9	0.29	0.31	0.36	0.38	0.29	0.32	0.22	0.25	0.29	0.36	0.30	0.49	0.25	0.42
10 (Giriş	0.67	0.71	0.88	0.93	0.86	0.91	0.81	0.83	1.02	1.40	1.03	1.50	0.93	1.30

Örnek Balıkçı Barınağı'nın doğusunda planlanan dolgu projesinin inşa edilmesi durumunda, barınak içerisindeki rıhtımlara, çekek yerine ve giriş ağzı bölgesine ulaşan dalgaların ***Tablo 4.4****'deki oranlarda değişim göstereceği hesaplanmaktadır. Dolgu yapılması, Kuzeybatı yönlü dalgaların bazı rıhtımlara mevcut durumdan daha az ulaşmasını sağlamasına karşın bazı rıhtım bölgelerinde ise %40'a varan oranda artışa neden olmaktadır. Kuzeydoğu yönlü dalgalar için ise dolgu yapılması durumundaki bu artış oranının %80 mertebesine kadar ulaşabildiği, liman içerisinde sınır değerlerin üzerine çıkan çalkantı değerleri oluştuğu görülmektedir.*

ÖRNEKTİR

Tablo 4.4: *'Dolgulu' Durumda Rıhtımlara Ulaşan Dalga Yüksekliğinde 'Dolgusuz' Duruma Kıyasla Meydana Gelen % Değişim*

% Değişim		BKB	KB	KKB	K	KKD	KD	DKD
Yıllık Dalga	1	30.8	17.2	30.8	0.0	7.1	44.4	62.5
	2	27.3	4.5	20.0	20.0	28.6	36.4	53.8
	3	25.0	4.3	33.3	25.0	16.7	10.5	53.8
	4	7.1	0.0	18.2	40.0	28.6	9.1	69.2
	5 (Çekek)	41.7	23.8	40.0	40.0	28.6	34.8	65.0
	6 (Çekek)	7.7	0.0	18.2	16.7	10.0	34.5	59.1
	7	6.7	-8.6	15.4	0.0	30.0	26.5	44.0
	8	7.7	-3.7	18.2	0.0	33.3	22.2	83.3
	9	18.2	15.0	20.0	16.7	18.2	55.2	68.2
	10 (Giriş Ağzı)	6.7	8.6	7.7	7.4	22.5	44.1	52.8
50 Yıllık Dalga	1	10.0	6.0	7.3	6.9	29.4	45.9	64.3
	2	6.1	5.0	9.7	0.0	30.0	30.4	75.0
	3	8.8	2.3	12.5	4.5	10.5	35.0	78.6
	4	2.4	0.0	10.5	12.0	9.5	13.0	60.0
	5 (Çekek)	9.1	4.9	16.1	13.6	28.6	45.8	56.5
	6 (Çekek)	-5.0	-16.3	-7.7	0.0	14.8	40.0	77.3
	7	-14.0	-19.7	-10.2	3.4	12.9	35.3	57.7
	8	-7.5	-16.7	-7.9	4.0	16.7	46.9	65.2
	9	6.9	5.6	10.3	13.6	24.1	63.3	68.0
	10 (Giriş Ağzı)	6.0	5.7	5.8	2.5	37.3	45.6	39.8



Şekil 4.6: *BKB Yönlü Yıllık Dalga Koşulunda Oluşan Liman İçi Çalkantı Durumu*

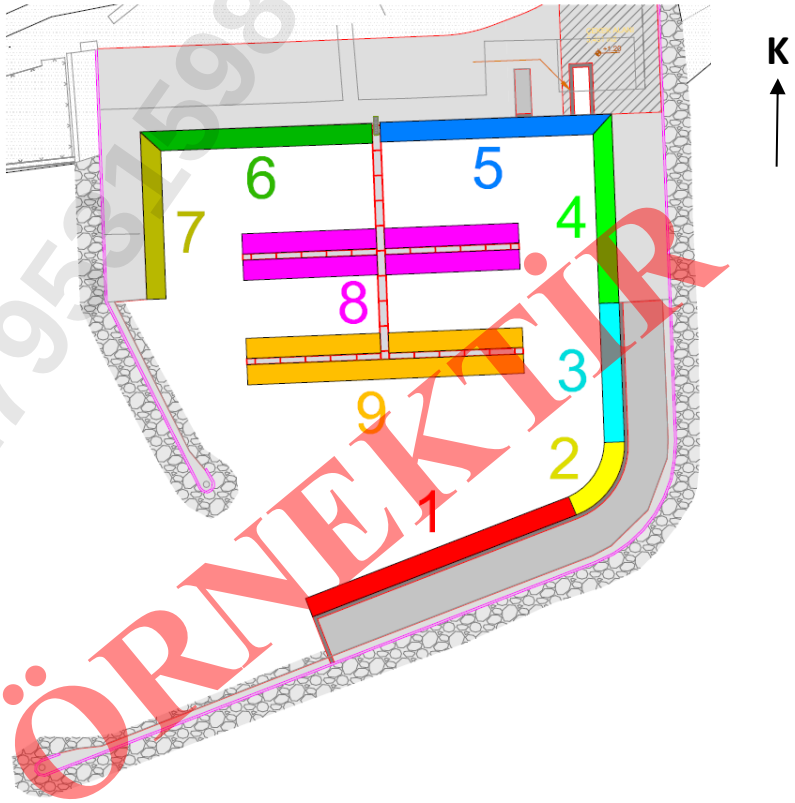
ÖRNEKTİR

4.7. Yat Limanı Çalkantı Çalışmaları

4.7.1. Çalkantı Analizinin Alanı

Yat Limanı içi çalkantı çalışmasında, derin denizden gelen her yön için sayısal model yazılımı (Spectral Waves Modülü) kullanılarak ayrı ayrı dalga ilerlemesi yapılarak modellemede kullanılacak yakın kıyı dalga değerleri elde edilmiştir. Bu değerler liman içi çalkantı modellemesi için aynı yazılımın Boussinesq Waves Modülünde kullanılmıştır. Liman içi çalkantı açısından yıllık belirgin dalga etkisinde yanaşma yerleri önlerinde, ortalama dalga yüksekliğinin 30 cm'nin üzerinde olmaması koşuluna göre hesaplamalar yapılmıştır.

*Çalışmada, örnek yat limanının ilave yanaşma yerleri eklenmiş hali için (**Şekil 4.7**) için modellemeler yapılmıştır. 9 saat/yıl aşılma olasılıklı dalga verileri ile liman içindeki dalga dağılımını belirlemek için, 50 yıl yineleme dönemli dalga verileri ile de fırtına durumunda, kıyı duvarından yansıyan dalgaların ana dalgakıran iç tanzimine hangi değerlerde ulaştığını belirlemek için liman içi çalkantı analizi yapılmıştır. Fırtına koşulları için kıyı duvarının düşey yüzeyli (büyük yansımalı) ve taş tahkimatlı olma durumları ayrı ayrı çalışılmıştır. İlave yanaşma yerlerinin eklenmesi durumunda liman içindeki dalga dağılımının belirlenmesinde, kıyı duvarının düşey yüzeyli (büyük yansımalı) olduğu durum için çalışmalar yapılmıştır.*



***Şekil 4.7:** Vaziyet Planında Numaralandırılmış Kısımlar*

ÖRNEKTİR
17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159

4.7.2. Analiz Sonuçlarının Gösterimi

Modelleme sonucunda basen içerisine giren dalgaların numaralandırılan kısımlardaki yükseklikleri ***Tablo 4.5****'de sunulmuştur.*

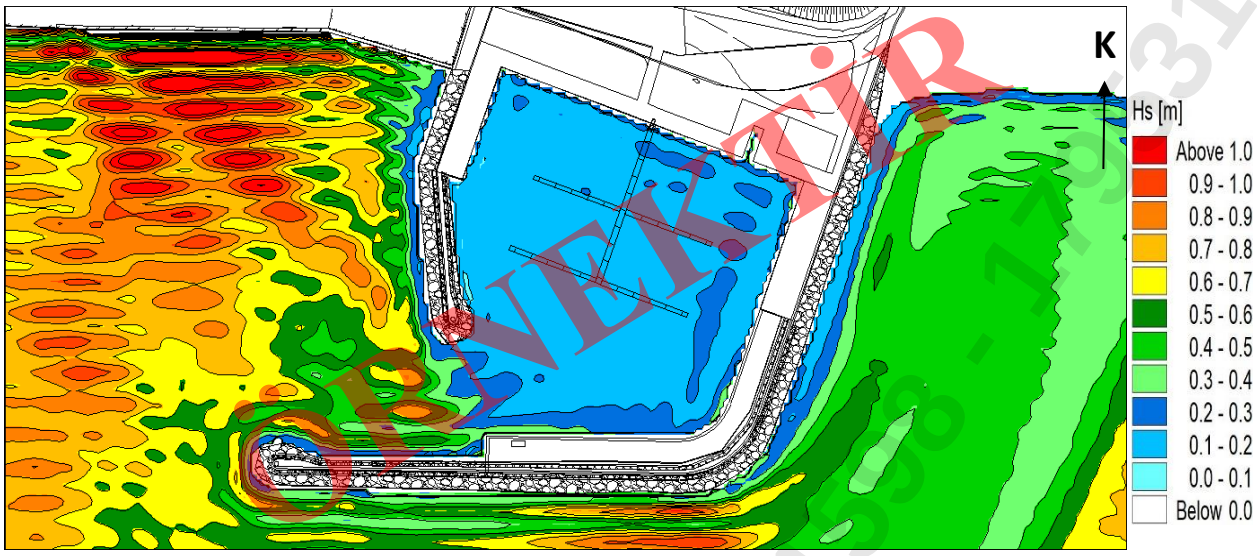
Tablo 4.5: *Vaziyet Planındaki Kısımlarda Yıllık Dalga Etkisindeki Dalga Yükseklikleri (cm)*

Dalga Yönü	1	2	3	4	5	6	7	8	9
GGB	30	34	21	22	23	22	20	17	15
G	25	29	18	21	24	22	19	16	14
GGD	14	23	12	14	15	14	13	11	10
GD	8	10	7	8	7	7	7	6	5
DGD	7	9	6	6	6	6	6	6	5
D	10	13	9	9	9	9	9	8	7

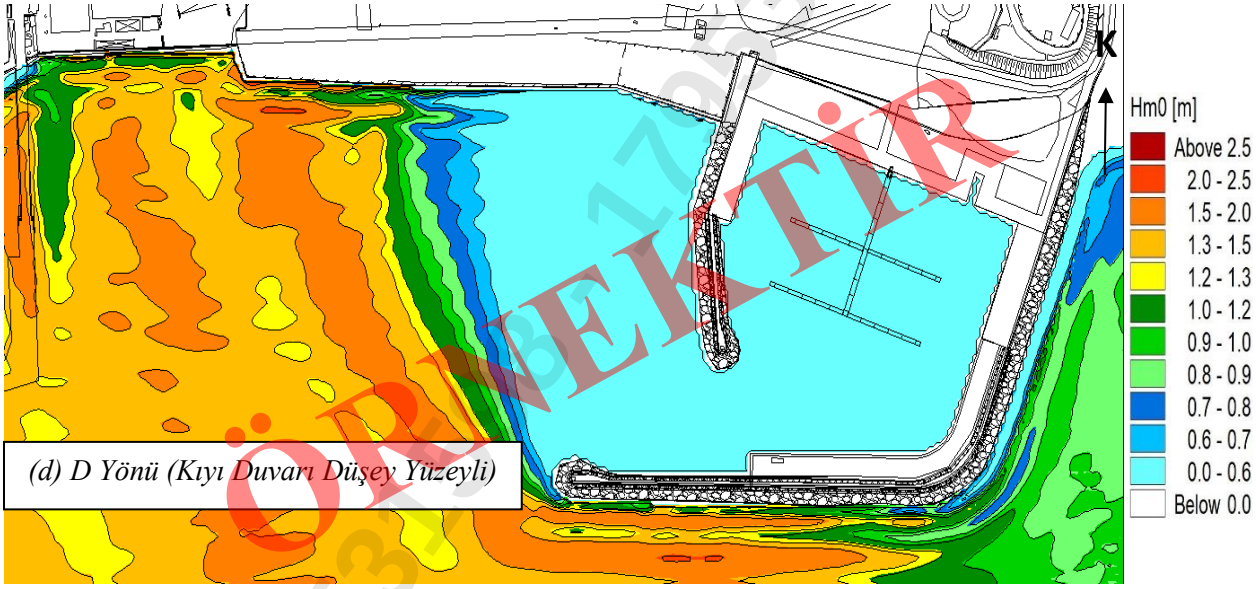
ÖRNEKTİR

Yıllık dalgalar etkisinde yapılan liman içi çalkantı analizi sonucunda, basen içerisindeki en büyük dalga yüksekliklerinin GGB yönünden gelen dalgalar etkisinde oluştuğu belirlenmiştir. 1 numaralı rıhtımın batı ucunda ve 2 numaralı rıhtımda dalga yükseklikleri sadece GGB yönlü dalga etkisinde 30 cm civarında oluşmaktadır. Diğer yönlerden ayrı ayrı yapılan analizler sonucunda yanaşma yerlerinde dalga yüksekliklerinin 30 cm üzerine çıkmadığı hesaplanmıştır. Modellemede tali dalgakıranın batısında bulunan 400 m uzunluğundaki dolgu alanı düşey yüzeyli (mevcut durumdaki gibi) olarak dikkate alınmıştır. Modelleme sonuçları ***Şekil 4.8'****de görülmektedir. Liman içi çalkantı modellemesi sonucunda, Örnek yat limanının ek yanaşma yerleri ile birlikte yeterli basen içi sakinliğe sahip olduğu belirlenmiştir.*

Tali dalgakıran batısındaki dolgu alanından yansıyan dalgaların modellenmesinde, 50 yıl yineleme dönemli dalga değerleri fırtına koşulu olarak kullanılmıştır. Söz konusu fırtına dalgaları için GGB, G ve D yönleri kullanılmıştır. Ana dalgakıran iç tanzimine ulaşan en büyük dalgaların G yönünden gelen dalgalar olduğu belirlenmiştir. Modellemeler sonucunda, kıyı dolgusunun düşey yüzeyli (mevcut durumdaki gibi) olması durumunda iç tanzime ulaşan en büyük dalga yüksekliğinin G yönü için H_s*=1.3 m, GGB yönü için* H_s*=1.1 m ve D yönü için* H_s*=0.32 m olduğu hesaplanmıştır. 400 m uzunluğundaki dolgu alanının tamamının taş tahkimatla kaplaması durumunda ise iç tanzimde en büyük (G yönü için)* H_s*=0.8 m dalga oluştuğu hesaplanmıştır. Modelleme sonuçları* ***Şekil 4.9****'da görülmektedir.*



Şekil 4.8: *Liman İçi Çalkantı Modellemesi Sonuçları*



Şekil 4.9: *Fırtına Koşulunda Tali Dalgakıran Batısındaki Kıyı Dolgusundan Yansıma Modellemesi Sonuçları*

4.8. Örnek Ayrık Dalgakıranlı (Koy-İçi) Çalkantı Çalışmaları

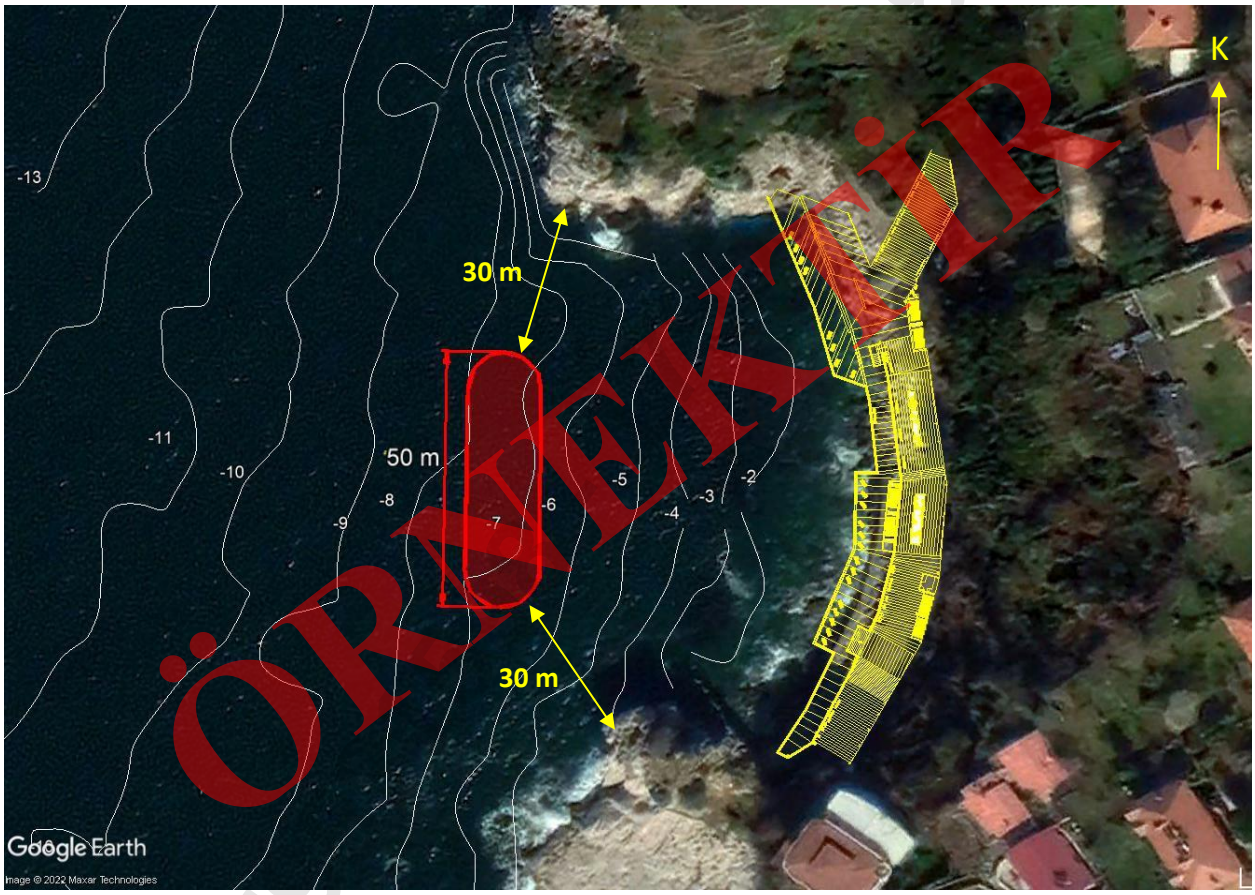
4.8.1. Çalkantı Analizinin Alanı

Bir peyzaj projesinin dalga etkisinden korunması için ayrık dalgakıran yapılması durumunda koy içinde oluşabilecek dalga dağılımının belirlenmesi için yapılan çalkantı çalışmasında, derin denizden gelen her yön için sayısal model yazılımının Spectral Waves Modülü kullanılarak ayrı ayrı dalga ilerlemesi yapılmış ve modellemede kullanılacak yakın kıyı dalga değerleri elde edilmiştir. Bu değerler koy içi çalkantı modellemesi için aynı yazılımın Boussinesq Waves Modülünde kullanılmıştır.

ÖRNEKTİR

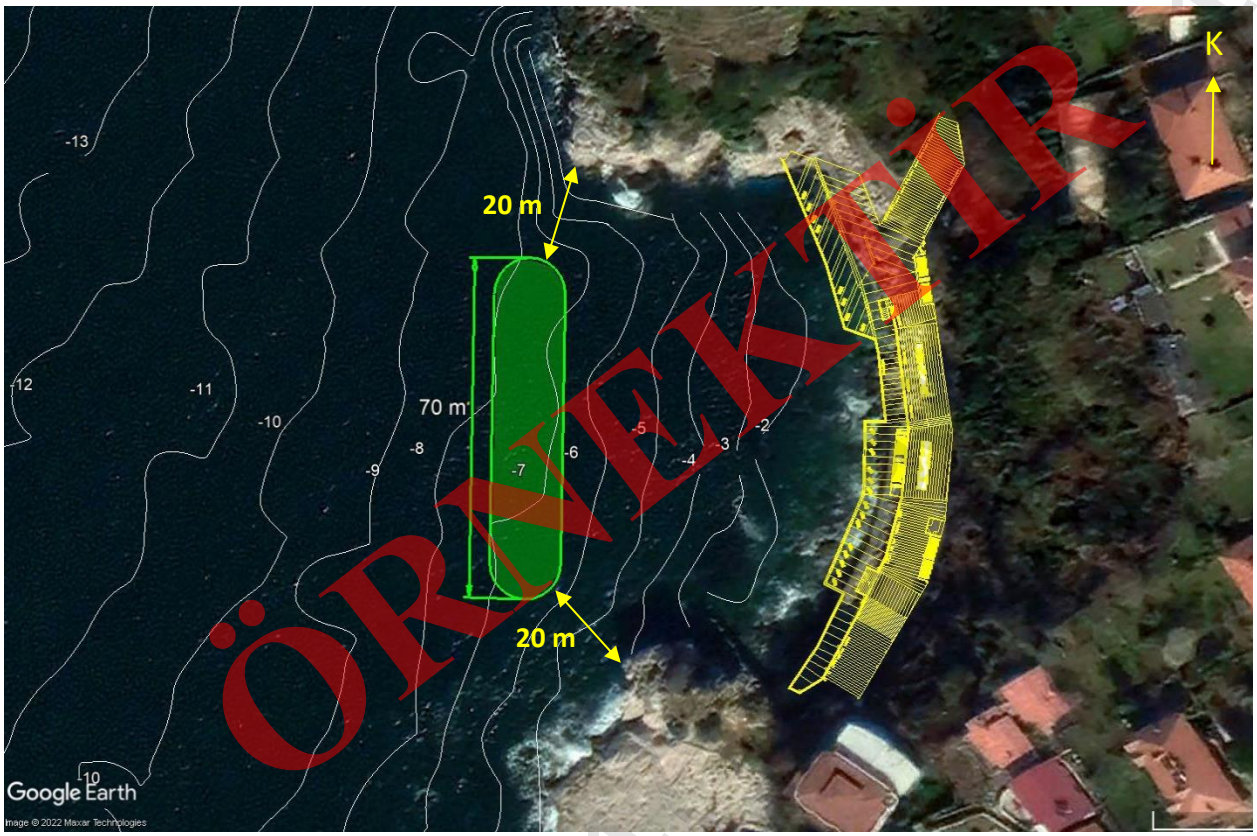
Çalışmada, koyun açık denize bakan kısmına kıyıya paralel olmak üzere 3 alternatif kıyı yapısı modellenmiştir. Çalışılan alternatifler,

- *Uzunluğu 50 m olan bir adet ayrık dalgakıran (Alternatif-1)* ***(Şekil 4.10)****,*
- *Uzunluğu 70 m olan bir adet ayrık dalgakıran (Alternatif-2)* ***(Şekil 4.11)****,*
- *Uzunluğu 50 m ve aralarında 20 m aralık olan iki adet ayrık dalgakıran (Alternatif-3)* ***(Şekil 4.12)****.*

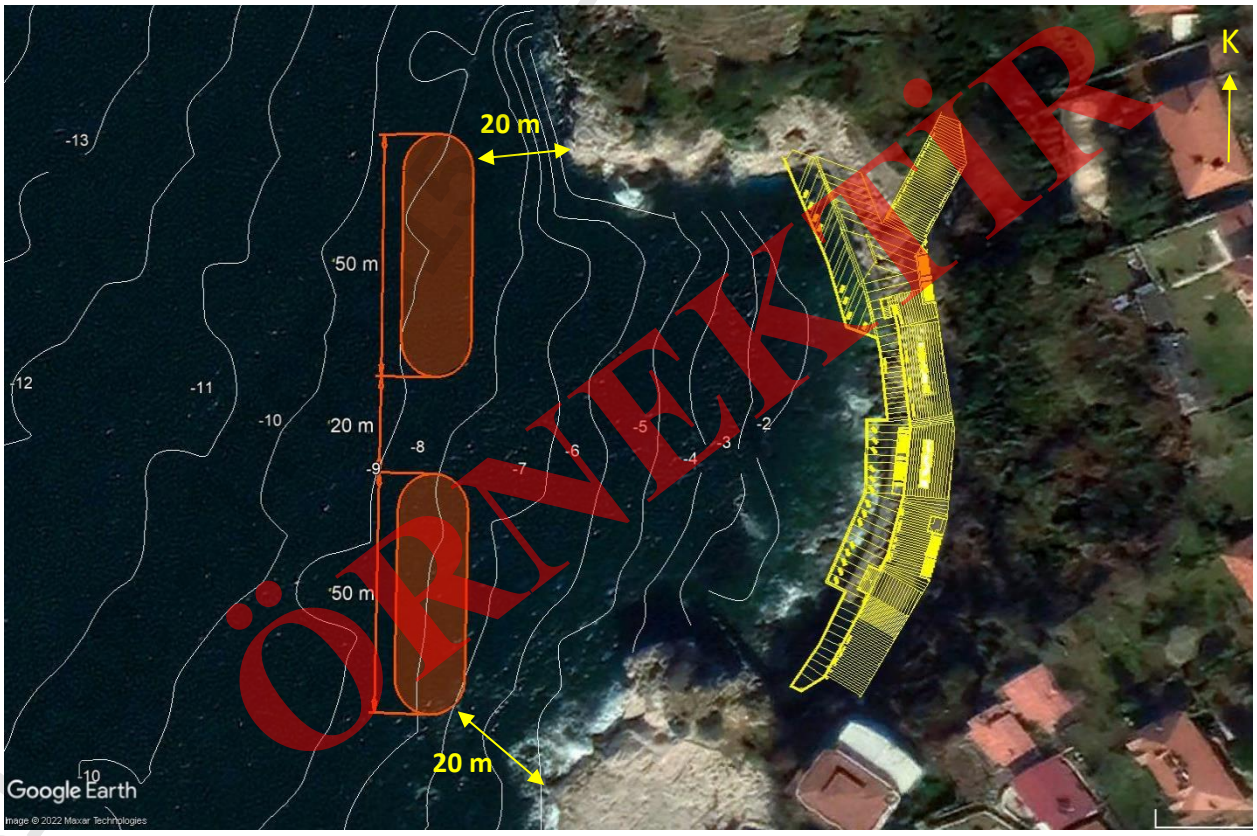


Şekil 4.10: *Alternatif-1 (50 m Ayrık Dalgakıran)*

ÖRNEKTİR
17953159 - 17953159 - 17953159



Şekil 4.11: *Alternatif-2 (70 m Ayrık Dalgakıran)*



Şekil 4.12: *Alternatif-3 (2 Adet 50 m Ayrık Dalgakıran)*

ÖRNEKTİR

4.8.2. Analiz Sonuçlarının Gösterimi

Koy içi çalkantı modellemesi sonucunda, peyzaj projesinin bulunduğu kıyı hattında yıllık ve 50 yıllık dalgalar etkisinde elde edilen ortalama dalga yükseklikleri ***Tablo 4.6*** *ve* ***Tablo 4.7****'de sunulmuştur. Çalkantı çalışmasında ayrık dalgakıranın düşey yüzeyli (keson) veya eğimli yüzeyli (taş dolgu) olması durumlarına göre ayrı ayrı modellemeler yapılmıştır.*

Tablo 4.6: *Ayrık Dalgakıranların Düşey Yüzeyli Olması Durumunda Peyzaj Projesinin Bulunduğu Kıyı Hattında Ortalama Dalga Yükseklikleri (m)*

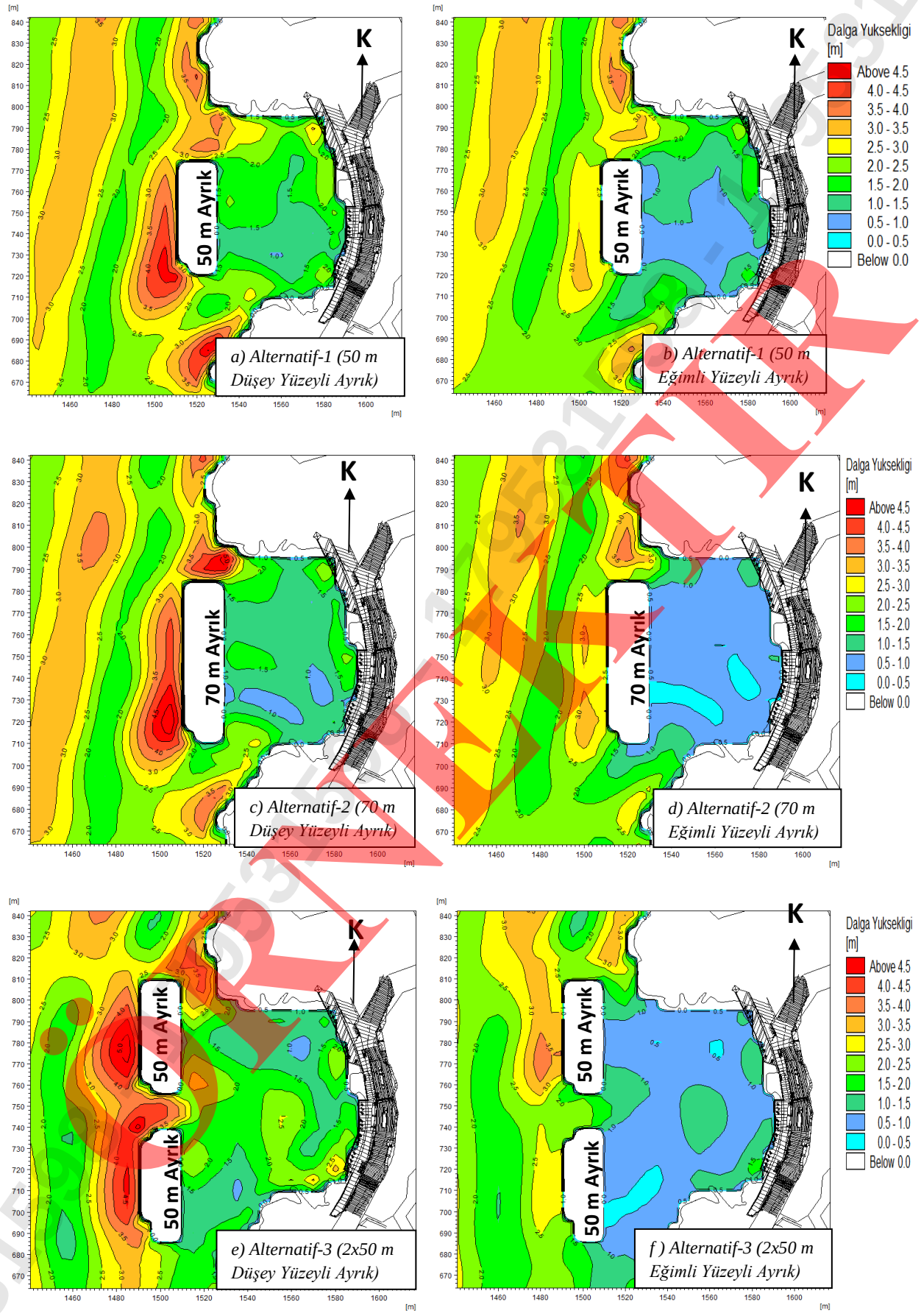
Yön	Alternatif-1 (50 m Ayrık)		Alternatif-2 (70 m Ayrık)		Alternatif-3 (2 Adet 50 m Ayrık)	
	Yıllık	50 Yıllık	Yıllık	50 Yıllık	Yıllık	50 Yıllık
B	1.10	2.85	0.91	2.19	0.90	3.27
BKB	1.69	2.42	1.39	1.95	1.67	2.88
KB	1.74	2.44	1.42	2.01	1.77	2.99
KKB	1.70	2.54	1.32	2.11	1.74	2.86
K	1.51	2.23	1.20	1.75	1.48	2.47

Tablo 4.7: *Ayrık Dalgakıranların Eğimli Yüzeyli Olması Durumunda Peyzaj Projesinin Bulunduğu Kıyı Hattında Ortalama Dalga Yükseklikleri (m)*

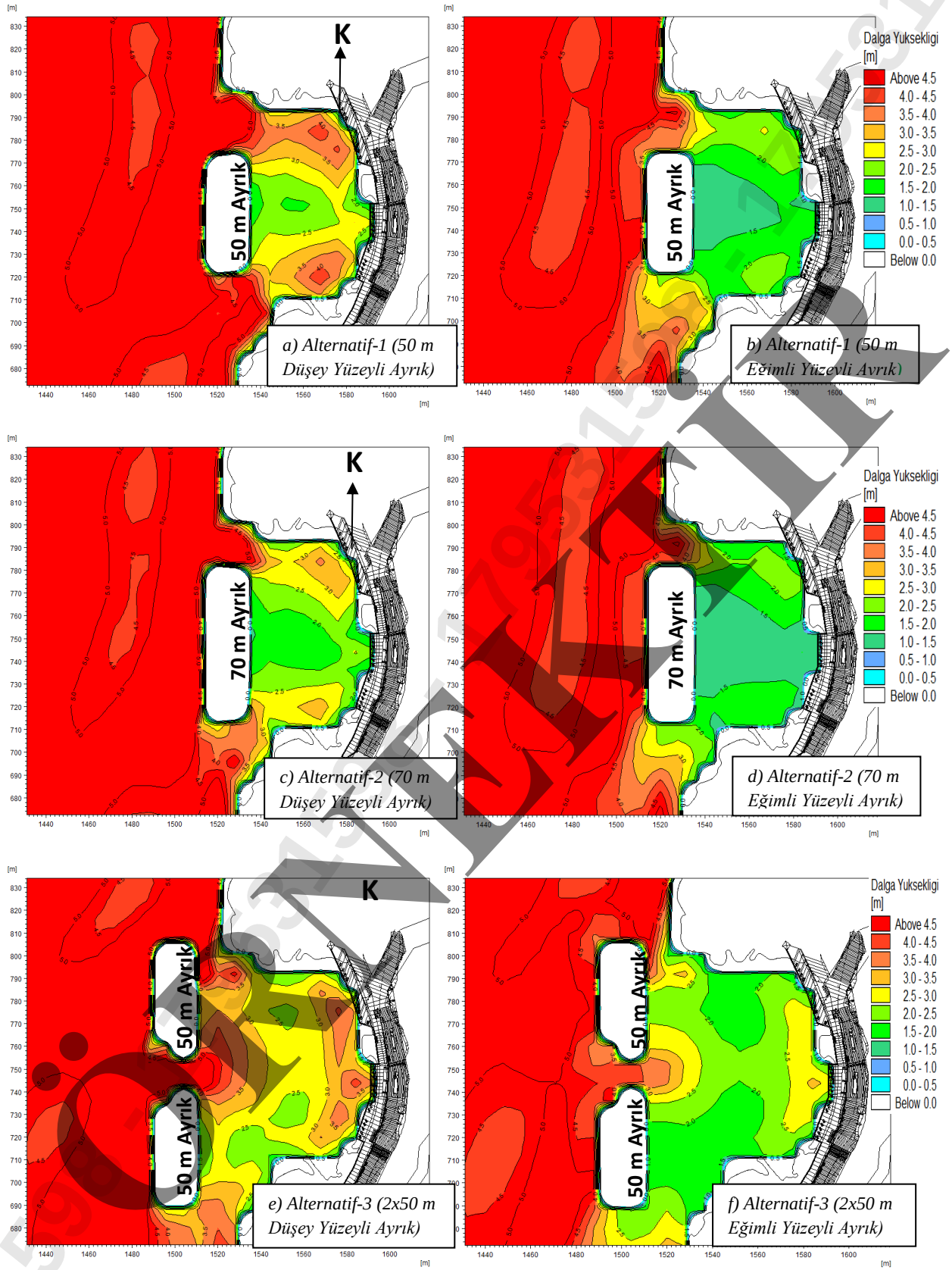
Yön	Alternatif-1 (50 m Ayrık)		Alternatif-2 (70 m Ayrık)		Alternatif-3 (2 Adet 50 m Ayrık)	
	Yıllık	50 Yıllık	Yıllık	50 Yıllık	Yıllık	50 Yıllık
B	0.84	2.03	0.54	1.70	0.41	2.77
BKB	1.33	1.73	0.53	1.48	0.91	2.35
KB	1.39	1.69	0.82	1.47	1.06	2.41
KKB	1.26	1.74	0.79	1.53	1.03	2.35
K	1.12	1.55	0.72	0.88	0.86	2.01

Modelleme sonuçlarına ait görseller KB yönü için ayrık dalgakıranın düşey ve eğimli yüzeyli olması durumlarına göre ***Şekil 4.13*** *ve* ***Şekil 4.14****'te görülmektedir.* ***Tablo 4.6*** *ve* ***Tablo 4.7*** *incelendiğinde, Alternatif-2'nin diğer ayrık dalgakıran yerleşimlerine göre peyzaj projesinin bulunduğu kıyı hattında daha düşük dalga yükseklikleri sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca ayrık dalgakıranın eğimli yüzeye sahip olması, düşey yüzeyli olmasına göre tüm alternatiflerin sonuçları beraber değerlendirildiğinde dalga yüksekliklerini ortalama % 31.6 azaltmaktadır.*

ÖRNEKTİR
17953159



Şekil 4.13: *KB Yönüne Ait Yıllık Dalga Modelleme Sonuçları*



Şekil 4.14: *KB Yönüne Ait 50 Yıllık Dalga Modelleme Sonuçları*

4.9. Örnek İskele Çalkantı Çalışmaları

4.9.1. Çalkantı Analizinin Alanı

Literatürde yer alan kaynaklara atfen hazırlanan AYGM Kıyı Yapıları Planlama ve Tasarım Teknik Esasları (KYPTTE, 2016) kaynağında, gemilerin yanaştığı rıhtımlar için önerilen sınır değerleri gemi boyutları ile bağlantılı olarak değişim göstermektedir. Bu kapsamda, literatürde yer alan kriterler doğrultusunda KYPTTE,2016'da benimsenen, gemi boyutlarına göre yanaşma yerlerinde izin verilebilecek dalga sınır değerleri ***Tablo 4.8****'deki gibidir.*

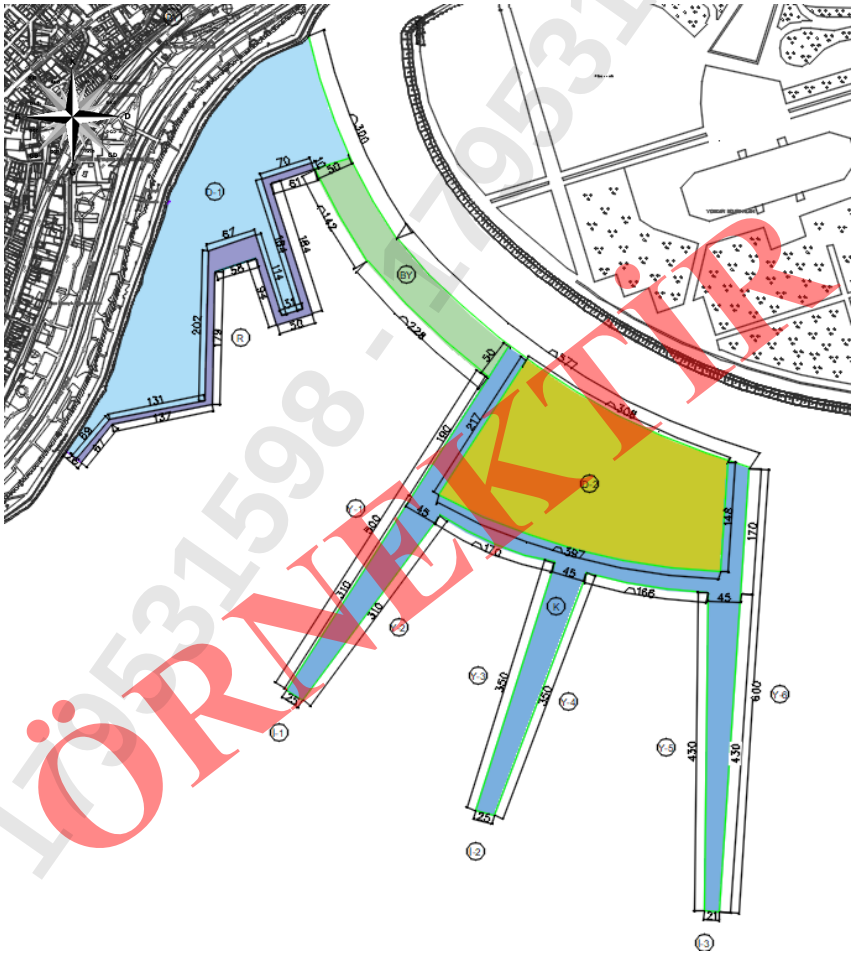
Tablo 4.8: *Yanaşacak Deniz Araçlarına Göre Yanaşma Yerlerinde İzin Verilebilecek Maksimum Belirgin Dalga Yükseklikleri*

Maksimum belirgin dalga yükseklikleri (ASCE, 2015; Thoresen, 2015)

Gemi tipi	Limit Dalga Yüksekliği H_s(m)	
	0° (baş/kıç deniz)	45°-90°
Küçük tekne yat limanı	0.3	0.15
Balıkçı teknesi	0.4	0.3
Genel kargo	1.0	0.8
Konteyner veya Ro-Ro	0.5	
Kuru yük (30,000-100,000 DWT) yükleme	1.5	1.0
Kuru yük (30,000-100,000 DWT) boşaltma	1.0	0.8-1.0
Tanker (<30,000 DWT)	1.5	
Tanker (30,000-200,000 DWT)	1.5-2.5	1.0-1.2
Tanker (>200,000 DWT)	2.5-3.0	1.0-1.5
Yolcu gemisi	1.0	0.7

Liman içi çalkantı modellemelerinde dikkate alınması gereken en önemli parametrelerden biri, açık denizden gelerek yakın kıyı bölgesine ulaşan dalgaların ulaştığı yerlerde karşılaştığı yüzeylerden yaptığı yansımadır. Dalga yansıması, literatürde yer alan çeşitli kaynaklarda deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda düşey yüzeyli rıhtım, duvar gibi yapılarda %90, dalgakıran ve tahkimat tipi yapılarda %40, çekek yeri ve kumsal kıyılar için %10 olarak varsayılmaktadır. Yansıma durumlarını sayısal model yazılımının Boussinesq Waves *Modülü ile modellemek üzere ……. kıyı alanı içerisinde yer alan ……. firmalarına ait tüm kıyı yapılarına (rıhtım, dalgakıran) göre 'porozite' haritaları hazırlanmıştır. Bu kapsamda dalgakıranların dökü, taş dolgu olan kısımları dikkate alınmış, kazık aralarından dalga geçişi gerçekleşebilen kazıklı iskeleler için herhangi bir tanımlama yapılmamıştır, yani kazık aralarından dalgaların olduğu gibi geçtiği varsayılmıştır. Çalışma Alanı'nın sınır koşulları için ise 'Sponge' haritası tanımlanmaktadır.*

*Liman içi çalkantı açısından, …… proje alanının (**Şekil 4.15**) dalga alabileceği B-D yön aralığına ait dalga değerleri ile modellemeler gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmadaki amaç …… tarafından yapımı planlanan iskelede yılın ne kadarlık zamanında elleçleme veya yükleme-boşaltma yapılamayacağını belirlemektir. Bu kapsamda iskelenin dalga alabileceği tüm yönler için Hs=0.5 m ve Hs=1 m dalga yüksekliklerinin aşılma süreleri belirlenmiştir. Çalışma kapsamında farklı aşılma olasılıklı dalga parametreleri kullanılarak çok sayıda model çözümü gerçekleştirilmiştir. Çalışmada hangi dalga değerlerinde iskelelerde 0.5 m ve 1 m dalga yüksekliklerinin oluştuğu ve bu değerlerin kaç saat/yıl aşılma olasılığına denk geldiği belirlenmiştir.*



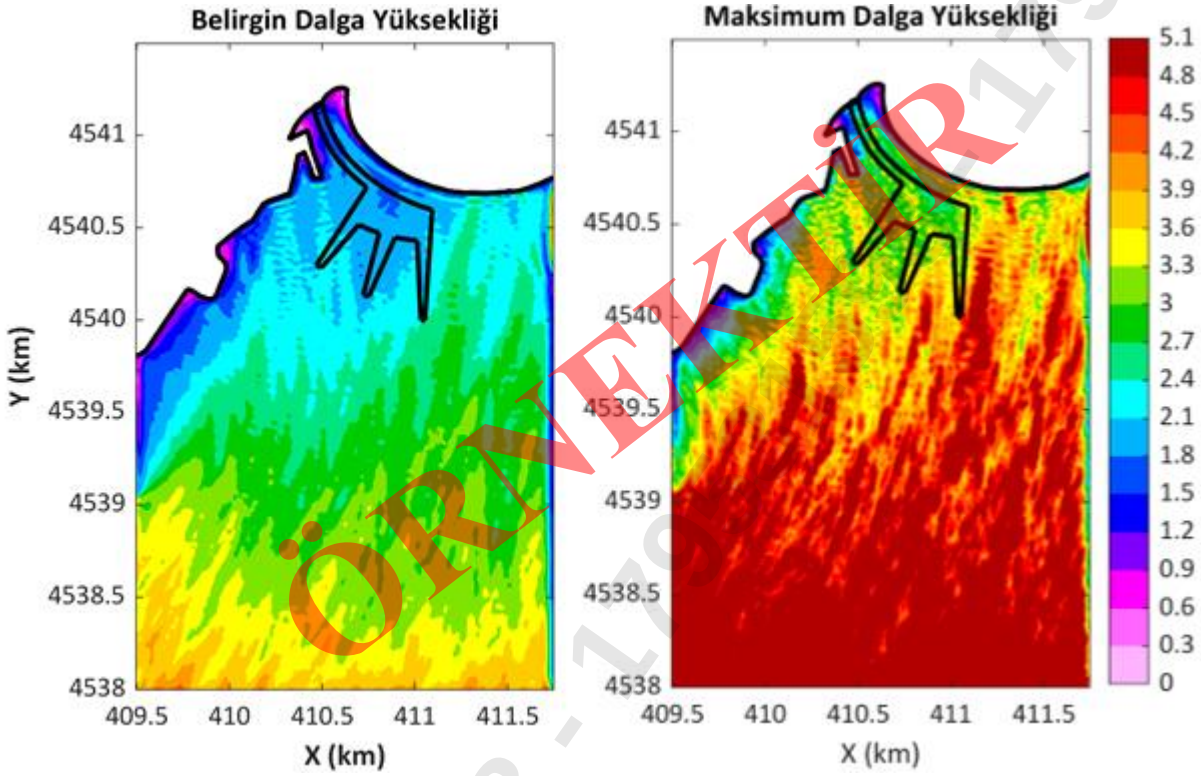
***Şekil 4.15:** İskele Vaziyet Planı*

4.9.2. Analiz Sonuçlarının Gösterimi

*Çalkantı modellemeleri sonucunda iskele dolaylarındaki dalgaların alansal dağılımları tüm yönler için sunulmuştur (**Şekil 4.16**). Yapılan tüm modellemeler sonucunda her yön için aşılma olasılıkları hesaplanarak **Tablo 4.9**'da sunulmuştur. Bu değerlere göre iskelede D-GGD yönlerinden 1 saat/yıl aşılma olasılıklı dalga etkisinde 0.5 m dalga oluşurken, G ve BGB*

ÖRNEKTİR
17953159 - 17953159 - 17953159

yönlerinden 48 saat/yıl, GGB ve GB yönlerinden 198 saat/yıl aşılma dalga etkisinde 0.5 m dalga oluştuğu görülmektedir. Tüm yönler toplandığında iskelede 0.5 m dalga yüksekliği için yıl boyunca 21 gün, 1.0 m dalga yüksekliği için 4 gün operasyonun durması söz konusu olabilecektir.



Şekil 4.16: *G Yönü Dalga Dağılımı*

Tablo 4.9: *D-B Yön Dilimleri Aralığından iskeleye Ulaşabilecek 0,50 m ve Üzeri ve 1,00 m ve Üzeri Uzun Dönem Dalga Yüksekliklerinin Aşılma Olasılıkları*

Yön	0,50 m ve Üzeri Dalgaların Aşılma Olasılığı (saat/yıl)	1,00 m ve Üzeri Dalgaların Aşılma Olasılığı (saat/yıl)
D	0	0
DGD	1	0
GD	1	0
GGD	1	0
G	48	1
GGB	198	48
GB	198	48
BGB	48	1
B	1	0
Toplam Aşılma Olasılığı (saat/yıl)		
496		98
Toplam Aşılma Olasılığı (gün/yıl)		
21		4

ÖRNEKTİR
17953159

5. YAPININ KIYIYA ETKİSİ (KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİM MODELİ)

Liman, yat limanı, balıkçı barınağı, mahmuz veya herhangi kıyı yapısı projesinin yakınında kumsal alanlar bulunabilir ve bu yapıların çevre kumsal kıyılara etkileri olabilir. Bu nedenle, tekli veya çoklu mahmuz, akarsu çıkış ağzı mahmuzu, ayrık dalgakıran, kıyı duvarı, karayolu tahkimatı gibi çeşitli kıyı koruma yapısı planlanması gereken durumlarda veya bu tarz yapıların onarımı, uzatımı veya ilave yapı önerileri söz konusu olduğunda kıyı çizgisi değişim modelinin yapılması gerekli olduğundan bu tarz projelerin sayısal model raporlarında bu bölüm yer almalıdır.

5.1. Model Alanının Gösterilmesi ile İlgili Genel Prensipler

Kıyı çizgisi değişim modellemesinin gerçekleştirildiği kıyı hattı ve çalışma alanının haritası, Google Earth, Harita Genel Müdürlüğü KÜRE vb. bir altlık üzerine işlenmiş vaziyette gösterilmelidir. Kıyı boyunca sediman karakteristiğini tanımlayacak sediman numunelerinin elek analizi yapılmış olmalıdır. Kıyı boyunca sediman tane çapı karakteristiği değişim gösteriyor ise elek analizi yapılan numune sayısı bu değişimi ifade edebilecek sayıda olmalı, hangi numunenin hangi bölgeleri temsil ettiği arazide tespit edilmiş, modellemede bu durum dikkate alınmış, bu bölümde de harita üzerinde belirtilmiş olmalıdır. Çalışma alanı içerisinde, kıyı boyu sediman taşınımını ve kıyıya dik yönlü hareketi, kıyı erozyonu ve birikme süreçlerini etkileyebilecek tüm mevcut kıyı yapıları (dalgakıran, mahmuz, kıyı duvarı vb.) modelde tanımlanmış olmalı ve raporda belirtilmelidir. Ek olarak çalışma alanı içerisinde akarsu bulunması durumunda sediman deşarjı tanımlanarak modele girilmiş olmalıdır. Yörenin kıyı boyu sediman taşınımını belirleyen dalga kırılma derinlik hattı boyunca dalga transformasyon modelinden elde edilen zaman serisi dalga grafikleri ve dalga gülü sunulmalıdır.

5.2. Modelleme Aşamaları ile İlgili Genel Prensipler

Akarsu sediman deşarj miktarı ile ilgili veri bulunamadığı takdirde model kalibrasyonu aşamasında varsayımlar yapılarak kalibrasyonu en uygun şekilde sağlayan miktar ile varsayım yapılabilir. Modellemenin ilk aşaması en az iki farklı tarihli kıyı çizgisi verisi ile modelin kalibrasyonunu içermelidir. Farklı tarihli ölçüm verileri, harita verileri, Google Earth vb. görüntülerden elde edilebilecek veriler bu kapsamda kullanılabilir (Google Earth verilerinin kullanılması halinde iki farklı görüntünün birbirine göre kaymış vaziyette olmamasına dikkat edilmeli, kayıklık varsa sabit bir referansa göre düzeltilerek kullanılmış olmalıdır). İlk tarihli kıyı çizgisi başlangıç kabul edilip, aynı dönemde fiilen gerçekleşmiş zaman serisi dalga verileri (ECMWF, NOAA, CMEMS gibi kaynaklardan) kullanılarak ikinci tarihteki kıyının uygun model katsayıları ile elde edilmesi gerekmektedir. Model kalibrasyonunun ne şekilde yapıldığı, ilk

tarihteki verinin modele girilmesi sonrasında ikinci tarihteki gerçek veri ile modelde elde edilen sonuç karşılaştırmalı olarak görsel üzerinde (birikme-erozyon bölgeleri görünür çözünürlükte olmak üzere) gösterilmelidir (**Şekil 5.1**). Söz konusu şekil tam sayfa A3 kâğıt boyutunda raporda yer alacaktır.

17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159



Şekil 5.1: *Model Kalibrasyonu için 2002 ve 2009 Yılları Arası Değişimin Benzeştirilmesi Örneği*

ÖRNEKTİR

5.3. Kıyı Çizgisi Değişim Projeksiyonunun Gösterimi ile İlgili Genel Prensipler

Model kalibrasyonunun sağlanması sonrasında öngörülen projeler ve/veya alternatif durumlar için geleceğe yönelik tahminler yapılacaktır. Geleceğe yönelik tahmin 10 yıllık süreyi içerecektir. Bu işlem için son 10 yılın zaman serisi rüzgâr-dalga verisi kullanılabilir. Olumsuz etki gösteren projelerde optimum sonuç üretecek alternatifler modellenerek belirlenmelidir. Alternatif durumlara ilişkin hesaplanan kıyı değişim tahminleri ölçekli harita, hava fotoğrafı vb. görsel altlık üzerinde görünür ve anlaşılabilir çözünürlükte olmak üzere raporda sunulmalıdır. Sonuçlar tam sayfa A3 kâğıt boyutunda raporda yer alacaktır (**Şekil 5.2**).

17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159



Şekil 5.2: *Alternatiflerin Hava Fotoğraflı Proje Alanında Gösterimi*

ÖRNEKTİR
179531598 - 179531598 - 179531598

*Kıyı Çizgisi Değişimi Modelinin uygulandığı sayısal model raporlarından örnekler aşağıdaki bölümlerde sıralanmaktadır (**Bölüm 5.4-5.10**).*

5.4. Kıyı Çizgisi Değişim Modeli Örneği-1

5.4.1. Model Yapılan Yörenin Tanıtımı ve Taşınım Karakteristiklerinin Belirlenmesi

Yörenin kumsal alanındaki sediman hareketleri, kıyı çizgisi değişimi …… yazılımının …… modülü ile modellenmiş, kıyı erozyonu gerçekleşen kesimde öngörülen mahmuz yapılarının performansları araştırılmıştır.

*Kıyı boyu sediman taşınımının değerlendirilmesi amacıyla ilk etapta, literatürde önerilen ön yaklaşım yöntemleriyle, farklı kaynaklardan elde edilen veriler kullanılarak ilgili yönlere göre 12 saat aşılma olasılıklı dalga koşulları (**Tablo 5.1**) için kapama derinlikleri belirlenmiş ve sunulmuştur. Kıyı Yapıları Planlama ve Tasarım Teknik Esaslarında da yer alan Hallermeier formülüne (1) göre kapama derinliğinin ortalama -6.0 m'ye ulaştığı hesaplanmaktadır.*

$$d_c = 2.28H_{s,12} - 68.5\left(\frac{H_{s,12}^2}{gT^2}\right) \quad (1)$$

***Tablo 5.1:** Farklı Kaynaklardaki Dalga Verilerine Göre Etken Yönler İçin Kapama Derinlikleri (m)*

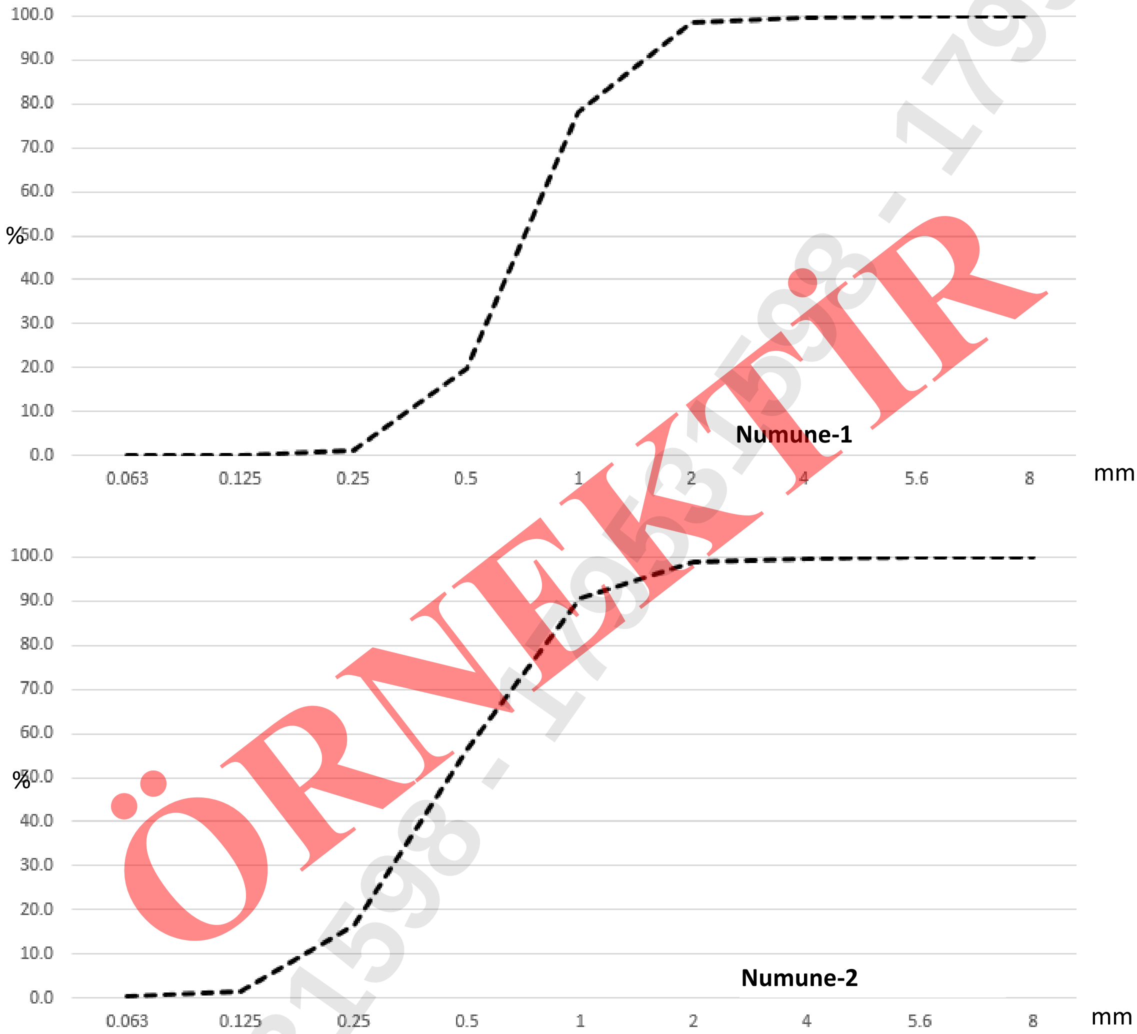
	ECMWF	NOAA	CMEMS	Ortalama
BGB	6.00	5.76	6.42	6.06
GB	3.68	2.49	4.50	3.56
GGB	1.94	0.22	2.31	1.49
G	1.78	0.16	2.01	1.32
GGD	1.47	0.06	1.89	1.14
GD	1.79	0.50	2.36	1.55
DGD	2.57	1.42	3.04	2.34
D	4.47	4.05	4.49	4.34

ÖRNEKTİR

Daha kapsamlı modelleme için ise zaman serisi ECMWF operasyonel arşiv verileri dikkate alınmış, tahminler için 01.01.2009 – 31.12.2018 tarihleri arasını içeren dönemlerde gerçekleşen dalgalar kullanılmıştır. Transformasyona uğramış dalgaların en fazla GB olmak üzere ikincil olarak GD yönlü olduğu dikkat çekmektedir.

*Kıyı hattında mevcut durumda ~ 5 - 20 m arasında değişen genişliklerde kumsal bulunmaktadır. Derenin hemen doğusunda ise dere çıkış ağzı mahmuz yapılarının etki alanında kalan yaklaşık 300 metrelik kesimde ise kumsal bulunmadığı, kıyı çizgisinin parsel sınırlarındaki duvarlara ulaştığı görülmüştür. Yerinde yapılan incelemeler esnasında yöreden alınan sediman numunelerinin elek analizine göre (**Şekil 5.3**) kumsalda ve deniz içinde ortalama ve tipik olarak,*

d_{50}=0.55 mm, $\sigma_g = \sqrt{d_{84}}/\sqrt{d_{16}}$ bağıntısına göre dane boyu dağılım katsayısının 1.7 olarak hesaplandığı gradasyonlu kum-çakıl malzeme varlığı modellemelerde dikkate alınmıştır.



Şekil 5.3: ……… Sahili Sediman Elek Analizi

5.4.2. Modelin Oluşturulması ve Kalibrasyon Aşamaları

*Yöre sahilinin geçmiş tarihli uydu görüntüleri incelendiğinde dere çıkış ağzına mahmuz yapılması ve mahmuzların uzatılması sonrasında 2008-2017 yılları arasında meydana geldiği gözlenen değişimin model kalibrasyonunda kullanılması uygun değerlendirilmiştir **(Şekil 5.4)**. Yörenin konumu itibariyle büyük çoğunlukla GB-GGB yönlü dalga koşulları altında B→D yönlü kıyı boyu akıntılara maruz kaldığı, ikincil olarak zaman zaman D→B yönlü akıntıların oluşabildiği tespit edilmiştir. Bu durumda yöredeki kıyı yapılarının batı taraflarında çoğunlukla birikme, doğu taraflarında erozyon gerçekleşmesi, beklenmesi gereken bir durum olarak ortaya çıkmaktadır.*

ÖRNEKTİR



ÖRNEKTİR

***Şekil* 5.4:** *Dere Çıkış Ağzı Çevresinde 2008-2017 Arasında Oluşan Kıyı Değişimi*

*Google Earth'te yer alan farklı tarihli uydu görüntüleri (2008, 2017) esas alınarak bu dönemde oluşan kıyı değişimi model kalibrasyonunu elde etmek için kullanılmıştır. Uydu görüntüsünden alınan 2008 tarihli kıyı başlangıç kabul edilerek, 2017 yılına ait kıyı çizgisi modelde elde edilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda aynı zaman dönemine ait zaman serisi rüzgâr-dalga verileri kullanılmıştır. Çalışma alanı kapsamındaki sahil hattı boyunca deşarj olan dereden gelen debi model kalibrasyonunu sağlayacak şekilde varsayımlarla belirlenmiştir. 2008-2017 yılları arasını kapsayan model hesaplama adımları boyunca, yöreye etki eden dalga koşullarına bağlı olarak büyük çoğunlukla batıdan doğuya, zaman zaman doğudan batıya doğru gerçekleşen kıyı boyu taşınımların meydana geldiği, küçük ölçekli mevsimsel kıyı değişimlerinin oluşabildiği görülmüş; genel itibariyle yapıların batısında birikme ile doğusundaki erozyon türünde değişimlerin modelde büyük oranda benzeşimi sağlanmıştır. Bahsedilen model kalibrasyonu çalışması **Şekil 5.5'**te verilmiştir.*

*Yöreyi temsil edebilecek model parametrelerinin belirlenmesi sonrasında 2021 yılı kıyı çizgisi başlangıç olarak kabul edilmiş ve öncelikle herhangi bir kıyı yapısı yapılmaması durumunda mevcut durumun devamı halinde gelecek 10 yılda kıyı çizgisi değişimi hesaplanmıştır (**Şekil 5.6**).*



Şekil 5.5: *Model Kalibrasyonu İçin 2008 ve 2017 Yılları Arası Değişimin Benzeştirilmesi*

ÖRNEKTİR
17953159 - 17953159 - 17953159



ÖRNEKTİR

Şekil 5.6: *Dere Çıkış Ağzı Çevresinde Mevcut Durumda 10 Yıllık Sürede Hesaplanan Kıyı Değişimi*

***Şekil 5.6**'da görüldüğü üzere gerek mevcut durumda, gerekse gelecek yıllarda Dere çıkış ağzı mahmuzlarının (Jetty) batısında birikme, doğu sahilinde ise erozyon eğiliminin devam edeceği hesaplanmıştır. Bu mahmuzların etki alanında yer alan yaklaşık 250 m'lik sahil için kıyı koruması planlanması uygun görülmektedir. Bölgenin etkin olarak dalga alabildiği yönlere istinaden oluşan kapama derinlikleri dikkate alınarak kıyı dengesini fazla etkilemeyecek şekilde mahmuz yapılması durumu için hesaplamalar yapılmıştır (**Şekil 5.7**). Bu kapsamda, 20 m ve 15 m uzunluğunda iki adet mahmuz öngörülmüştür. Öngörülen mahmuz yapılarının deniz içi uç noktalarının koordinatları **Tablo 5.2'**de özetlenmiştir. Ancak, erozyona maruz kalan söz konusu sahil hattı, Dere çıkış ağzındaki yapılar nedeniyle kıyı boyu sediman taşınımının kesildiği etki alanı içerisinde olduğundan öngörülen mahmuzların tek başına sediman birikimi sağlaması beklenmemektedir. Dolayısıyla, erozyona uğrayan miktarda kıyının geri kazanımını sağlayacak kadar kuru sahil oluşturacak şekilde bir kum besleme ile birlikte, öngörülen mahmuzların beslenen bu malzemenin korunmasını sağlaması, hedeflenmesi gereken yaklaşım olmalıdır **Şekil 5.7**'de belirtilen besleme kıyı çizgisi hattı (A-M1-M2-B) kuru sahil kısmını ifade etmekte olup besleme işlemi deniz içerisinde de 1/5 eğimde devam etmelidir. Kum besleme alanının koordinatları **Tablo 5.2**'de verilmiş olup, M1 ve M2 olarak ifade noktalar aynı zamanda bu lokasyonda önerilen mahmuzların deniz içindeki uçlarının konumunu ifade etmektedir. Besleme üst kotu, yörenin etken dalga karakteristiği ve dalga tırmanma durumu dikkate alınarak deniz seviyesine göre +1.5 m olmalıdır. Kıyı koruması için herhangi bir besleme yapılmaksızın sadece mahmuzların yapılması; kum besleme ile birlikte mahmuzların yapılması durumları için 10 yılda hesaplanan kıyı çizgisi değişimleri **Şekil 5.8'**de sunulmuştur.*



***Şekil 5.7:** İncelenen Mahmuzların Genel Vaziyet Planı*

Tablo 5.2: *Öngörülen Mahmuz Yapılarının Deniz içindeki Uç Noktaları*

	Besleme Hattı ve Mahmuz Uç Koordinatları		
	Boylam (N)	**Enlem (E)**	**Açıklama**
(A)	496499.655	3996940.594	
(M1) (Mahmuz 1)	496584.8793	3996928.9416	2021 Kıyı Çizgisinden Denize Doğru 20 m Mahmuz
(M2) (Mahmuz 2)	496647.8610	3996917.6906	2021 Kıyı Çizgisinden Denize Doğru 15 m Mahmuz
(B)	496757.325	3996887.881	

Koordinat Sistemi: UTM3 – ITRF96 – Dilim No:33

ÖRNEKTİR
179531598 - 179531598 - 179531598 - 179531598



Şekil 5.8: *Mahmuzlarının Yapılması Durumunda (Beslemesiz veya Besleme ile) 10 Yıllık Süre Sonunda Kıyı Çizgisi Değişim Tahmini*

ÖRNEK TEZ

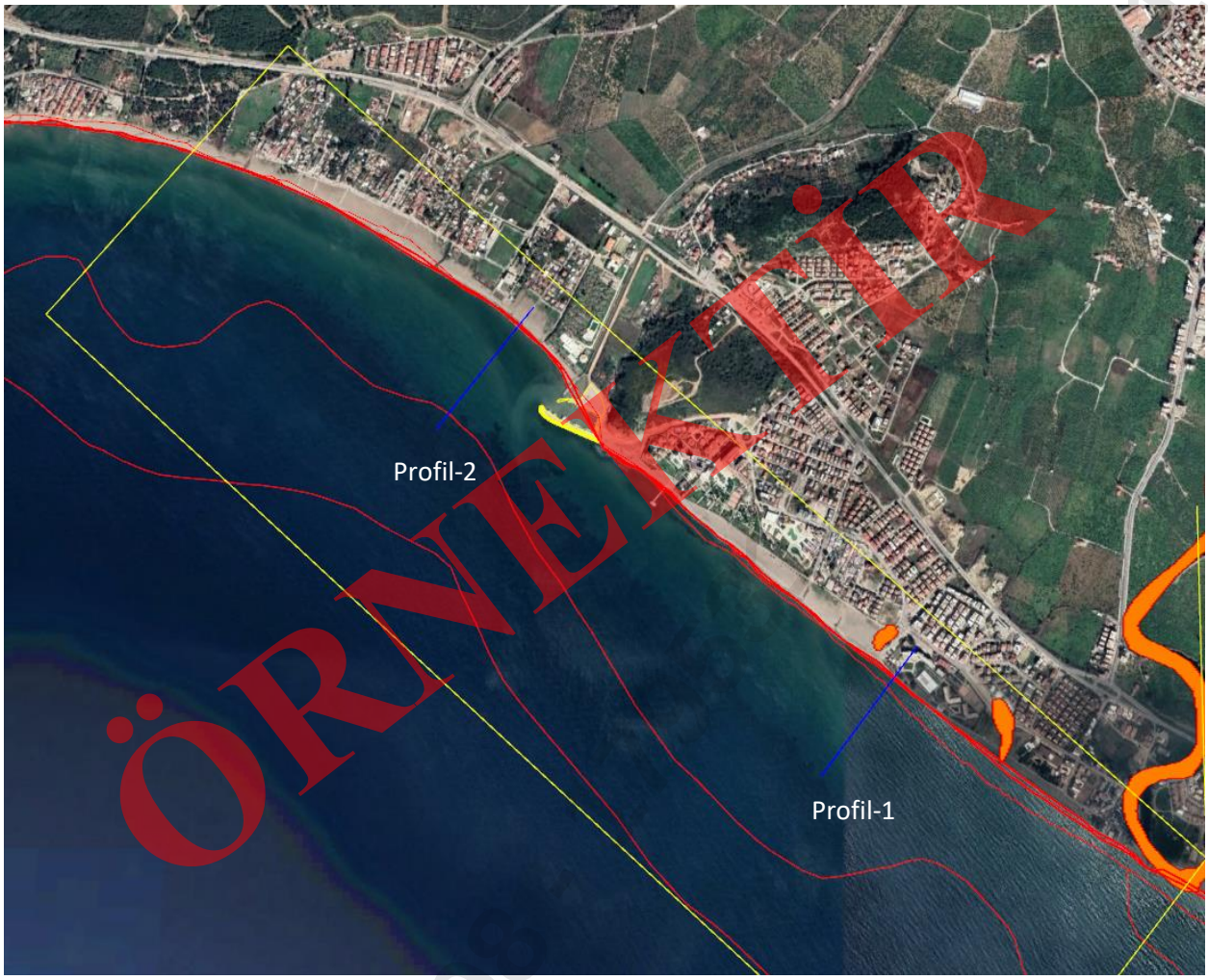
5.5. Kıyı Çizgisi Değişim Modeli Örneği-2

5.5.1. Model Yapılan Yörenin Tanıtımı ve Taşınım Karakteristiklerinin Belirlenmesi

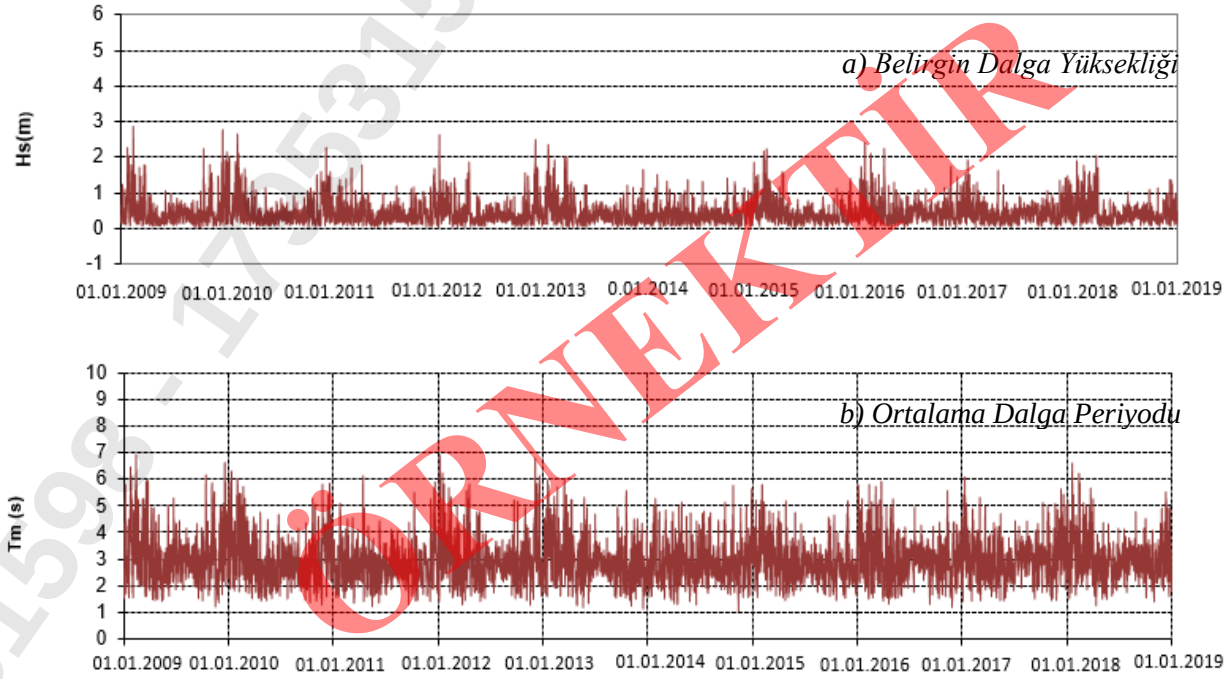
…… Balıkçı Barınağının batı ve doğu tarafında kumsal alanlar bulunmakta olup yapının etki alanında olası birikme ve oyulmaların gerçekleşmesi mümkün görünmektedir. Buna karşın, geçmiş yıllara ait uydu görüntüleri incelendiğinde lokal alanlarda birikme ve oyulmaların meydana geldiği belirlenmiş ancak bu birikme ve oyulmaların yıllara göre dengeli bir şekilde meydana geldiği ve kıyı çizgisinin belli bir dengede olduğu gözlenmiştir.

Geçmiş yıllara ait kıyı çizgisi ölçümleri kalibre edilerek gelecek 10 yılda kıyı çizgisi değişiminin modellenmesi için …… programı kullanılarak modelleme çalışması ***Şekil 5.9****'da belirtilen alanda yapılmıştır. Çalışma alanı, mavi çizgilerle belirtilen 2 profil bölgesine ayrılmıştır. Yörede kıyı boyu sediman taşınımının değerlendirilmesi amacıyla ilk etapta, Hallermeier yaklaşımına göre kapama derinliğinin farklı yönlere göre gerçekleşen dalga koşullarına bağlı olarak -1.0 ~ -3.5 m aralığında olduğu hesaplanmıştır. Buna göre sediman taşınımının -3.5 m derinlik bölgesine kadar etkin olduğu görülmektedir. Daha kapsamlı modelleme için ise, 01.01.2009 – 31.12.2018 tarihleri arasının içeren zaman serisi ECMWF operasyonel arşiv verileri dikkate alınmıştır. Söz konusu 10 yıllık döneme ait zaman serisi dalga parametreleri* ***Şekil 5.10****'daki gibi elde edilmiştir.*

17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159



Şekil 5.9: *Kıyı Çizgisi Değişim Modeli Çalışma Alanı*



Şekil 5.10:*-4.0 m Derinlik Hattında Transformasyona Uğramış Ortalama Dalga Parametreleri*

ÖRNEKTİR

Yöreden numune alınarak yapılan elek analiz sonuçlarına göre deniz taban malzemesinin d_{50}=0.5 mm ortalama tane çapında malzeme bulunduğu tespit edilmiş olup, $\sigma_g = \sqrt{d_{84}}/\sqrt{d_{16}}$ bağıntısına göre tane boyu dağılım katsayısının 1.73 olarak hesaplandığı gradasyonlu kum modellemelerde dikkate alınmıştır. Sediman karakteristiğinin tüm kıyı boyunca benzer nitelikte olduğu kabul edilmiştir.

5.5.2. Modelin Oluşturulması ve Kalibrasyon Aşamaları

*İlk etapta, model kalibrasyonunu sağlamak için Google Earth'te yer alan farklı tarihli uydu görüntüleri (2012, 2016) kullanılmıştır. Uydu görüntüsünden alınan 2012 tarihli kıyı başlangıç kabul edilerek, 2016 yıllarına ait kıyı çizgileri modelde elde edilmeye çalışılmıştır. Bu işlem esnasında, aynı zaman dönemine ait zaman serisi dalga verileri kullanılmıştır. Yöreye deşarj olan derelerden gelen sediman ve mevcut kıyı yapıları dikkate alınmıştır. Bu veriler ve varsayımlar ile elde edilen gerçek kıyı ve modellenen kıyı **Şekil 5.11**'de verilmiştir. Model hesaplama adımları boyunca, yöreye etki eden dalga koşullarına bağlı olarak genellikle batıdan doğuya, zaman zaman doğudan batıya doğru gerçekleşen kıyı boyu taşınımların meydana geldiği ve küçük ölçekli mevsimsel kıyı değişimlerinin oluşabildiği, genel itibariyle kıyının dengede kaldığı görülmüştür. Yapının dere çıkış ağzında mahmuz bulunan kesiminde mahmuzların kum tutmasıyla 2012 yılından 2019 yılına kadar ortalama 20 m mertebesinde birikme meydana geldiği tespit edilmiştir. Çalışma alanı kapsamındaki kıyı hattında dikkate değer bir erozyon bölgesi oluşmamaktadır.*

Yöreyi temsil edebilecek model parametrelerinin modelin kalibrasyonu esnasında belirlenmesi ile 2019 tarihli Google Earth uydu görüntüsünde yer alan kıyı çizgisi başlangıç olarak kabul edilmiş ve gelecek 10 yıl sonrası (2029 yılı) için kıyı çizgisi hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Bu modelleme, mevcut mahmuz, tahkimat gibi kıyı yapılarının yanı sıra ……. Balıkçı Barınağı'nın olduğu durum için yapılmıştır. Bu kapsamda kullanılan zaman serisi dalga verisi için 2009-2018 yılları arasında gerçekleşmiş olan dalgaların geldiği varsayımı yapılmıştır.

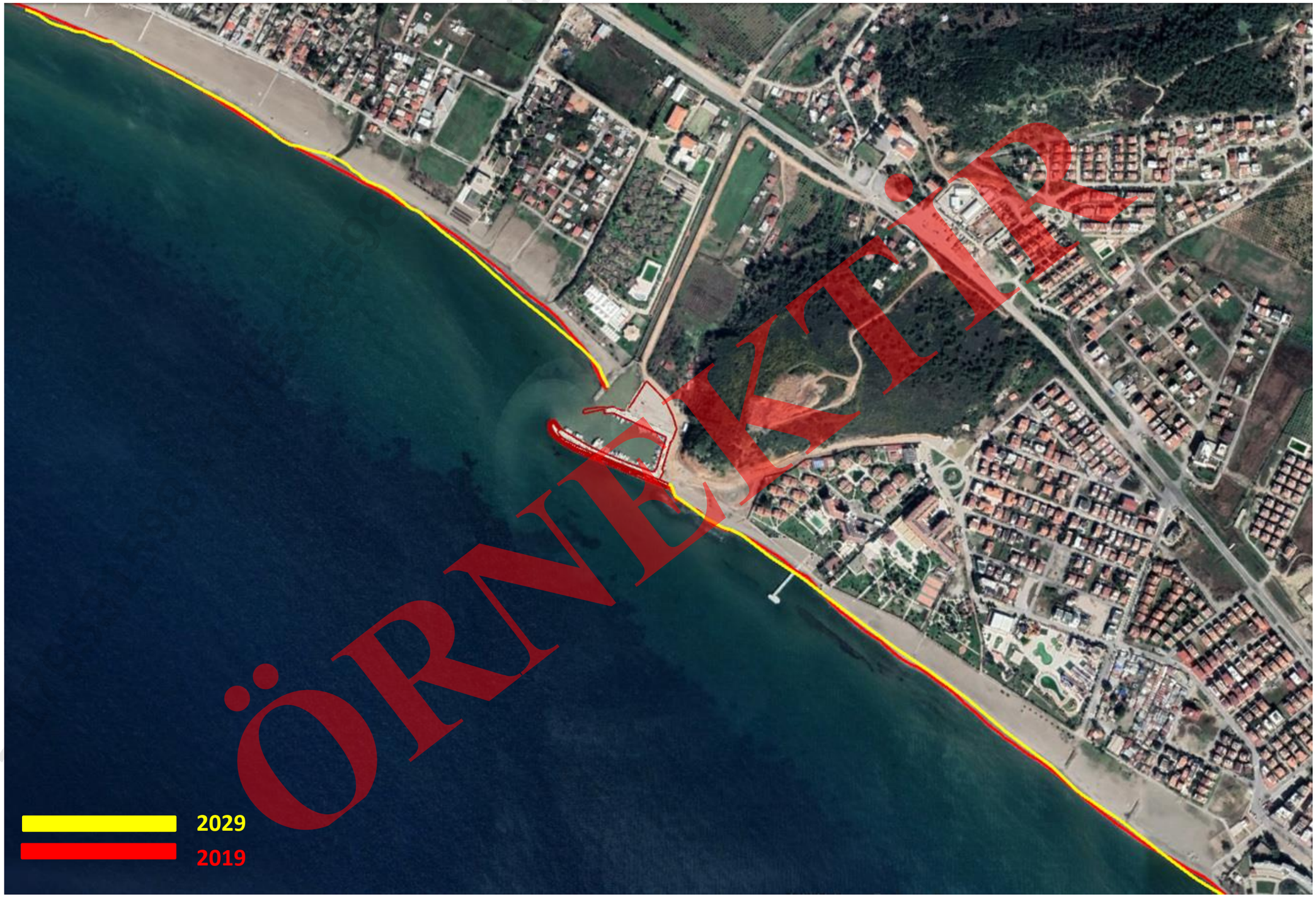
5.5.3. Model Sonuçlarının Yorumlanması ve Karşılaştırmalar

*Söz konusu kıyı çizgisi tahminleri **Şekil 5.12'**de sunulmuştur. Buna göre, akarsulardan gelen deşarjların ve dalga ikliminin geçmiş döneme kıyasla önemli bir değişiklik göstermemesi durumunda, barınağın batı ve doğu tarafındaki kıyı hattında lokal olarak birikme ve oyulmaların görülebileceği ancak kıyının denge durumunda kalacağı hesaplanmıştır.*



ÖRNEKTİR

Şekil 5.11: *Model Kalibrasyonu İçin 2012 ve 2016 Yılları Arası Değişimin Benzeştirilmesi*



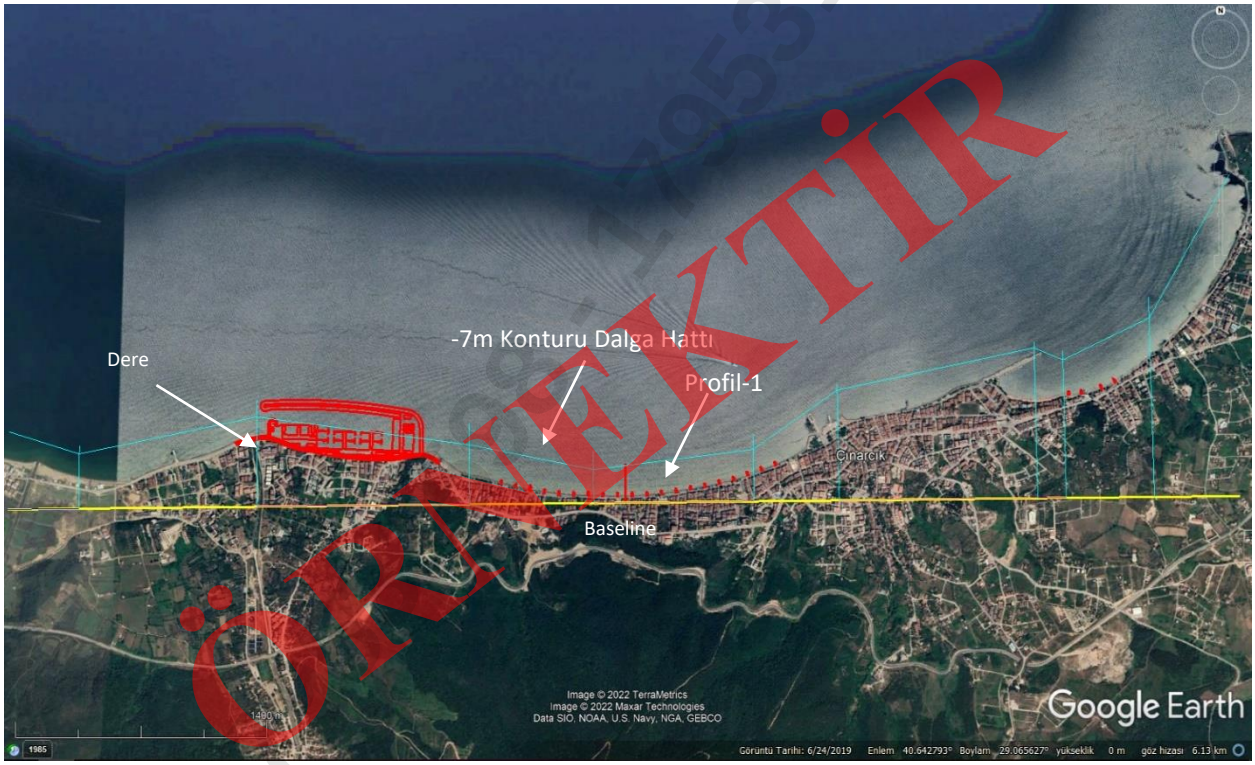
ÖRNEKTİR

Şekil 5.12: *Mevcut Durumda 10 Yıllık Süre için Kıyı Çizgisi Değişim Tahmini (2019-2029 yılları)*

5.6. Kıyı Çizgisi Değişim Modeli Örneği-3

5.6.1. Model Yapılan Yörenin Tanıtımı ve Taşınım Karakteristiklerinin Belirlenmesi

Yat Limanı Projesinin batı ve doğu tarafında yer alan kıyı hattında kum-çakıl malzeme içeren sahiller yer almaktadır. Yörede sediman varlığına ve etken dalga ve akıntı rejimine bağlı olarak kıyı hattında birikme veya oyulma meydana gelmesi olasıdır. Yat Limanının batı tarafında Dere bulunmakta; doğu sahilinde ise bu proje ile birlikte mahmuz yapıları planlanmış durumdadır. Yat Limanı projesinin çevresindeki kıyı alanlarında hangi düzeyde bir etki gösterebileceğini ve doğu sahilinde planlanan mahmuz tipi kıyı koruma yapılarının performansını belirlemek üzere …… yazılımının ……. modülü kullanılarak modelleme çalışması ***Şekil 5.13****'te belirtilen alanda yapılmıştır.*



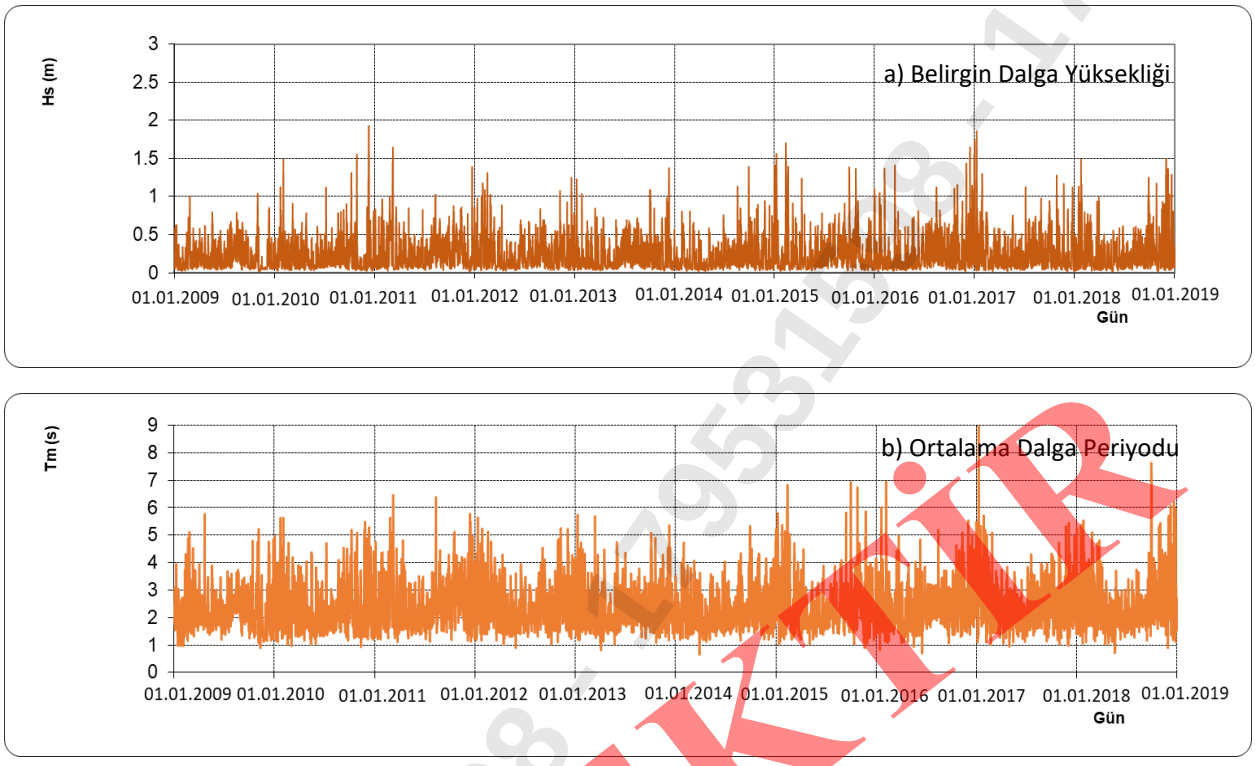
Şekil 5.13: *Kıyı Çizgisi Değişim Modeli Çalışma Alanı*

Yörede kıyı boyu sediman taşınımının değerlendirilmesi amacıyla ilk etapta, literatürde önerilen ön yaklaşım yöntemleriyle, ilgili yönlere göre 12 saat aşılma olasılıklı dalga koşulları için kapama derinlikleri hesaplanmıştır. Kıyı Yapıları Planlama ve Tasarım Teknik Esasları, 2016'da da yer alan Hallermeier formülüne (2) göre kapama derinliğinin farklı yönlere göre gerçekleşen dalga koşullarına bağlı olarak -1.5 ~-2.5 m aralığında olduğu hesaplanmaktadır.

$$d_c = 2.28H_{s,12} - 68.5\left(\frac{H_{s,12}^2}{gT^2}\right) \quad (2)$$

ÖRNEKTİR

Buna göre sediman taşınımının -2.5 m derinlik bölgesine kadar etkin olduğu görülmektedir. Daha kapsamlı modelleme için ise, 01.01.2009 – 31.12.2018 tarihleri arasını içeren zaman serisi ECMWF operasyonel arşiv verileri dikkate alınmış, bu on yıllık dönemde gerçekleşen dalgalar zaman serisi olarak ***Şekil 5.14'****teki gibidir.*



Şekil 5.14: *-7.0 m Derinlik Hattında Transformasyona Uğramış Ortalama Dalga Parametreleri*

……. Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nce hazırlanmış olan '……. İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu, 2018'de bu deremin deşarj debisi 1.214 m^3/s olarak belirtilmiştir.

ÖRNEKTİR 17953159 17953159 17953159

Ayrıca, DSİ 1.Bölge Müdürlüğü'nden (……. tarih ve ……….. sayılı yazı ile) sağlanan veriler doğrultusunda söz konusu dereye ilişkin tekerrürlü taşkın debi değerleri Q_{100}=201.03 m³/s, Q_{500}=277.2 m³/s, Q_{1000}=310 m³/s olarak tespit edilmektedir.

Yöre sahilinin geçmiş tarihli uydu görüntüleri ve kıyı çizgisi ölçümleri incelendiğinde kıyı hattının genel itibariyle dengede olduğu görülmektedir. Mevsimsel dalga iklimi ve buna bağlı akıntı rejimi etkisinde kısmen mevsimsel değişimler meydana gelse de bu değişimler birkaç metre mertebesinde kalmaktadır. Kuzeydoğulu yönler genel itibariyle etkin olmakta, dolayısıyla Doğu→Batı yönlü kıyı boyu taşınımları daha fazla oluşmaktadır.

*Modellemelerde, söz konusu Çalışma Alanı içerisinde mevcut bulunan kıyı yapıları (mahmuz, kıyı tahkimatı, dalgakıran) ve planlanan yapıların varlığı dikkate alınmış olup bu yapılar **Şekil 5.15'**te gösterilmektedir.*

Söz konusu proje için hazırlanan 'Hidrografik, Oşinografik Rapor' kapsamında yörede alınmış sediman numunelerinin analizine göre deniz taban malzemesinin ortalama %95 kum, %5 çakıl olarak sınıflandırılabileceği belirtilmektedir. Modellemelerde, yörenin tipik ortalama sediman karakteristiği olarak; d_{50}=0.3 mm tane çapında, $\sigma_g = \sqrt{d_{84}}/\sqrt{d_{16}}$ bağıntısına göre tane boyu dağılım katsayısının 1.5 olduğu gradasyonlu kum dikkate alınmıştır. Sediman karakteristiğinin tüm kıyı boyunca benzer nitelikte olduğu kabul edilmiştir.

5.6.2. Modelin Oluşturulması ve Kalibrasyon Aşamaları

*İlk etapta, model kalibrasyonunu sağlamak için Google Earth'te yer alan farklı tarihli uydu görüntüleri (2011, 2018, 2021) kullanılmıştır. Uydu görüntüsünden alınan 2011 tarihli kıyı başlangıç kabul edilerek, 2018 ve 2021 yıllarına ait kıyı çizgileri modelde elde edilmeye çalışılmıştır. Bu işlem esnasında, aynı zaman dönemine ait zaman serisi dalga verileri kullanılmıştır. Yöreye deşarj olan ……. Deresinden gelen sediman ve mevcut kıyı yapıları dikkate alınmıştır. Bu veriler ve varsayımlar ile elde edilen gerçek kıyı ve modellenen kıyı **Şekil 5.16**'da verilmiştir. Model hesaplama adımları boyunca, yöreye etki eden dalga koşullarına bağlı olarak genellikle doğudan batıya, zaman zaman batıdan doğuya doğru gerçekleşen kıyı boyu taşınımların meydana geldiği ve küçük ölçekli mevsimsel kıyı değişimlerinin oluşabildiği, genel itibariyle kıyının dengede kaldığı görülmüştür. Çalışma alanı kapsamındaki kıyı hattında dikkate değer bir erozyon bölgesi oluşmamaktadır.*

Yöreyi temsil edebilecek model parametrelerinin modelin kalibrasyonu esnasında belirlenmesi ile yörenin 2021 tarihli kıyı çizgisi başlangıç olarak kabul edilmiş ve gelecek 10 yıl sonrası (2031) için kıyı çizgisi hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda kullanılan zaman

17953598 - 17953598 - 17953598 - 17953598

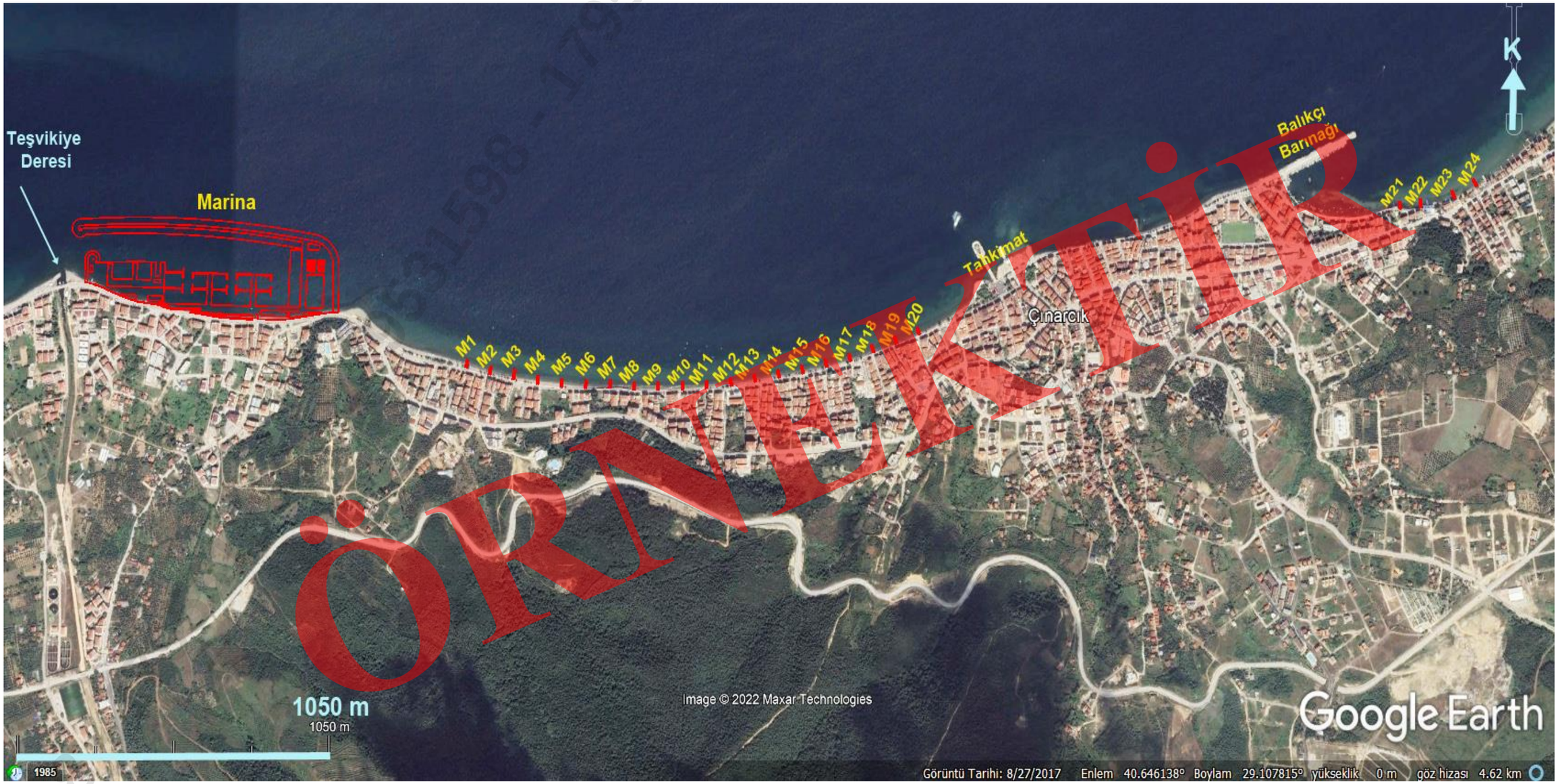
serisi dalga verisi için 2009-2018 yılları arasında gerçekleşmiş olan dalgaların gelmesi varsayımı yapılmıştır. Mevcut mahmuz, tahkimat, barınak dalgakıranı gibi kıyı yapılarının varlığı tüm modellemelerde dikkate alınmıştır.

5.6.3. Model Sonuçlarının Yorumlanması ve Karşılaştırmalar

*Yat Limanı projesinin mahmuzlar olmaksızın tek başına kıyıya etkisi çalışılmış ve **Şekil 5.17**'de sunulmuştur. Yat Limanının, ……. Deresi çıkış ağzı bölgesindeki kumsal alanın 20 m kadar daralmasına neden olabildiği, etki alanının 200 m civarında olduğu hesaplanmıştır. Dere çıkış ağzı bölgesine denk gelen kısımda bu değişimin sorun teşkil etmeyeceği değerlendirilmektedir. Ayrıca, yat limanı ile birlikte, Yöre Belediyesince talep edilen ve **Şekil 5.15**'te gösterilen, 24 adet M1-M24 mahmuzlarının da inşa edilmiş olduğu durumlar için çalışmalar yürütülmüştür.*

*Kıyı çizgisi tahminleri **Şekil 5.18, Şekil 5.19**'da sunulmuştur. Mahmuzların yapılmaması durumunda kıyının dengede kalmaya devam edebileceği hesaplanmıştır. Mahmuzların yapılması halinde ise mahmuzlar arasında 10 yılda 2 ~ 7 m arası birikmeler meydana gelebileceği görülmüştür. Ancak, **Şekil 5.18**'de görüldüğü üzere bazı mahmuzların arasında oluşan değişim, 5 m'ye kadar 2021 kıyı hattının gerisine çekilmeye neden olabileceğinden en az 5 m kuru sahil oluşturacak bir kum beslemesi ile birlikte mahmuzların yapılması önerilmektedir. Modellemeler sonucunda dikkate değer bir kıyı erozyonu sorunu oluşabilecek kıyı alanı tespit edilmemiştir*

17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159



ÖRNEKTİR

Şekil 5.15: *Kıyı Çizgisi Değişim Modellemelerinde Dikkate Alınan Kıyı Yapıları*



Şekil 5.16: *Model Kalibrasyonu İçin 2011 ve 2021 Yılları Arası Değişimin Benzeştirilmesi*



Şekil 5.17: *Yat Limanının Yapılması Durumunda (Mahmuzlar Olmaksızın) 10 Yıllık Süre için Kıyı Çizgisi Değişim Tahmini*



Şekil 5.18: *Yat Limanı Projesi ile Birlikte Mahmuzların Olmaması veya Olması Durumunda 10 Yıllık Süre için Kıyı Çizgisi Değişim Tahminleri*

ÖRNEKTİR



Şekil 5.19: *Balıkçı Barınağının Doğusundaki Sahil Kesiminde Mahmuzların Olmaması veya Olması Durumunda 10 Yıllık Süre için Kıyı Çizgisi Değişim Tahminleri*

ÖRNEKTİR

17953598 - 17953598 - 17953598 - 17953598 - 17953598

6. KUMLANMA MODELİ

Liman, yat limanı, balıkçı barınağı, çekek yeri basenlerinin, giriş ağızlarının, yaklaşım kanallarının, akarsu çıkış ağızlarının kumlanma etkisi ile sığlaşma potansiyeli, bunun ne kadar sürede gerçekleşebileceği, tarama gereksinimi gibi askıda sediman taşınım modellemelerinin gerekli olduğu durumlarda Raporda bu bölüm yer almalıdır.

6.1. Modelleme Aşamaları

Modellemelerde yöredeki sedimanın karakteristiği (tane boyutu ve dağılımı) tanımlanmalıdır. Yöreye deşarj olan akarsuların debisi ve sediman girdisi tanımlanmalıdır. İlgili veriler DSİ'den sağlanabilir ya da havza hesaplamaları ile tahmin edilebilir. Bu akarsuların getirdiği kohezyonlu ve kohezyonsuz sedimanların taşınımının yöredeki genel sığlaşma veya erozyona ne ölçüde etki ettiği ortaya konulmalıdır.

Modellemelerde geçmişe ait batimetri verileri mevcut ise model kalibrasyonu yapılmalıdır. Kalibrasyon kapsamında, en az iki farklı tarihli batimetri ölçümü kullanılmalı; ilk tarihli batimetri başlangıç kabul edilip, aynı dönemde fiilen gerçekleşmiş zaman serisi rüzgâr ve dalga verileri kullanılarak (ECMWF, NOAA, CMEMS gibi kaynaklardan) ikinci tarihteki batimetri (sığlaşma ve oyulma olarak görünecek batimetri değişimi ile birlikte) hesaplanmalıdır. Bu hesabın yapılabilmesi için yöreye ait geçmiş tarihlerde farklı zamanlarda elde edilmiş batimetri ölçümleri, eğer var ise yapılmış olan taramalar ve bu taramaların alansal gösterimi gibi bilgilere sahip olunması gereklidir. Bu bilgilerin edinilmesi amacıyla batimetri alımı/ölçümü yapabilen özel ve kamu kuruluşlarından (Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü, Devlet Su İşleri, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Tarama Başmühendislikleri ve Bölge Müdürlükleri, Belediyeler vb.) kamu kurumlarınca onaylanmış olan batimetri verileri için talepte bulunulmalı ve olabildiğince doğru batimetri verisi ile kalibrasyon işlemleri yapılmalıdır.

Yöreye ait geçmiş tarihli batimetri verileri bulunmuyor ise farklı taban sürtünmesi, çökelme hızı, sediman çapı, akarsu sediman deşarj debileri vb. diğer parametreler ile farklı kombinasyonlarda değişikliklerle model için hassasiyet analizleri yapılabilir.

6.2. Sonuçların Gösterimi

Model kalibrasyonunun sağlanması sonrasında öngörülen proje(ler) ve/veya alternatif durumlar için geleceğe yönelik tahminler yapılmalıdır. Geleceğe yönelik 10 yıllık model hesaplamaları yapılması ve son 10 yılın zaman serisi rüzgâr-dalga verisinin kullanılması

önerilmektedir. Çalışma Alanı içerinde hesaplanan sığlaşma / oyulma bölgeleri raporda belirtilmeli, çalışılan projenin uygulanması sonrasında deniz taban değişimi ve batimetrik durumu gösteren alansal dağılım görselleri (1, 5, ve 10 yıl gibi süreler sonunda) görünür ve anlaşılır renk skalası ve lejant ile raporda sunulmuş olmalıdır. Liman baseni, giriş ağzı, yaklaşım kanalı gibi bölgelerde tarama ihtiyacı olup olmayacağı veya ne kadar bir sürede olacağı; dere çıkış ağzı projelerinde sığlaşma ve tıkanma potansiyeline dair bilgiler raporda verilmelidir.

Hidrodinamik akıntı dağılımları, yörede taşınan sediman hareketinin nereden gelip nereye yönlendiğini, incelenen alternatif senaryoların akıntı rejimini nasıl değiştirdiğini göstermesi bakımından önemli olup etken dalga yönleri için oluşan tipik akıntı dağılım alansal görselleri de çalışılan proje ve alternatifler için görünür ve anlaşılır renk skalası ve lejant ile raporda yer almalıdır.

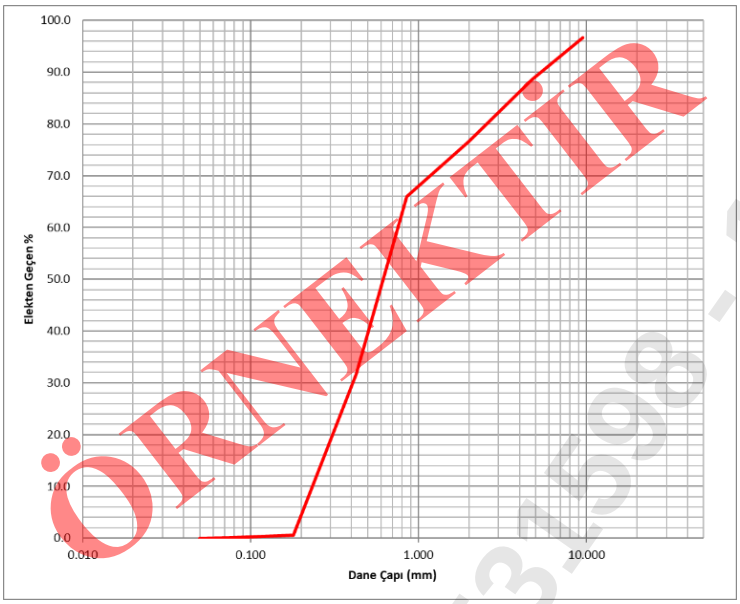
6.3. Örnek Kumlanma Modeli Örneği -1

6.3.1. Model Yapılan Yörenin Tanıtımı ve Taşınım Karakteristiklerinin Belirlenmesi

…… yöresi için bir kumsal oluşturulması amacıyla ayrık dalgakıranlar planlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda yörenin sediman taşınımı modeli çalışması için dalga transformasyonu, ECMWF tarafından sağlanan 10 yıllık zaman serisi dalga ve rüzgâr verisi kullanılarak yapılmıştır. Sediman taşınım modellemesinde, dalga dağılımı ve dalgaların oluşturduğu hidrodinamik akıntılar etkisinde, sedimanın taşınımı, dağılımı ve çökelimi belirlenmektedir. Bu kapsamda ……. yazılımının …….. modülü, …….. modülü ve ……. modülü etkileşimli olarak kullanılmıştır.

*Yöreden alınan sediman numunelerinin elek analizi sonucunda (**Şekil 6.1**) ortalama dane çapı D_{50}=0.60 mm olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre yöredeki malzemenin iri kum olduğu görülmektedir.*

17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159



ÖRNEKTİR

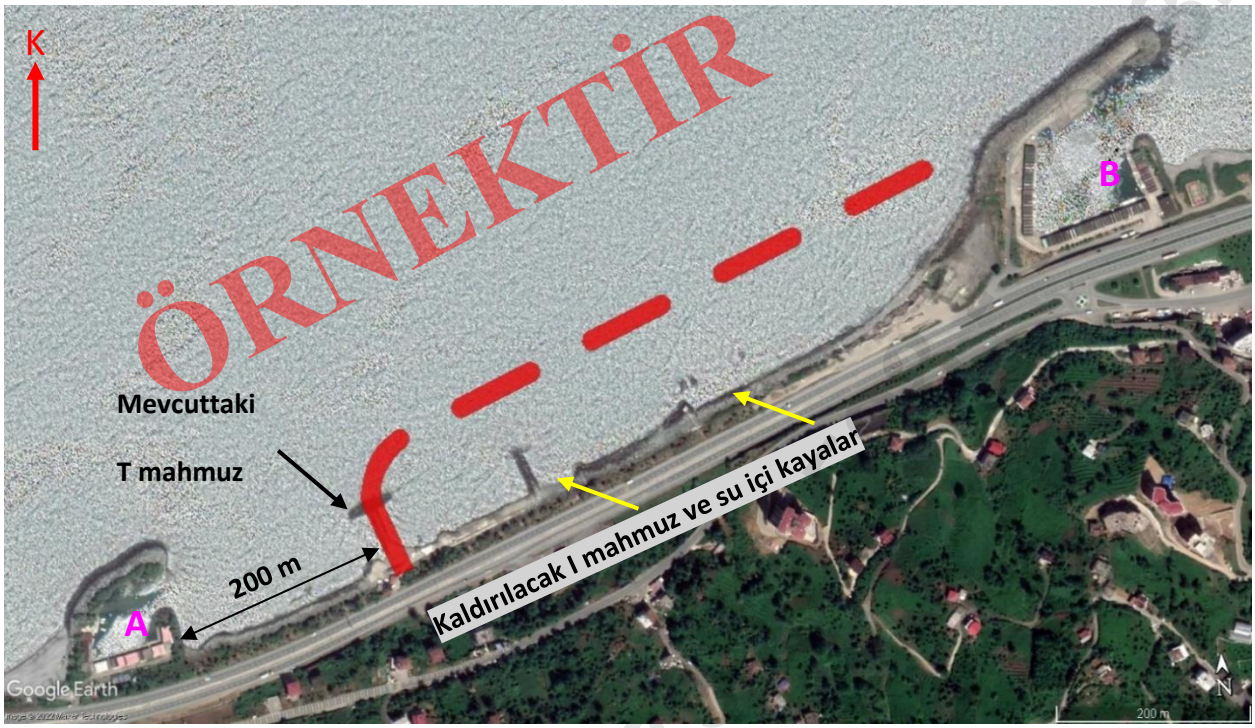
Şekil 6.1: *Yöreye Ait Sediman Numunesinin Granülometri Eğrisi*

6.3.2. Modelin Oluşturulması ve Kalibrasyon Aşamaları

*A ve B Balıkçı Barınakları arasında kumsal alan oluşturma amacıyla, A Balıkçı barınağının tali mendireğinden 200 m doğusunda bulunan T mahmuzdan başlayarak doğuda B Balıkçı Barınağına kadar 670 m uzunluğunda bir alan ayrık dalgakıranlar ile koruma altına alınmıştır (**Şekil 6.2**). Bu kapsamda 100 m uzunluğunda, kıyıya 100 m uzaklıkta ve araları 50 m olan 4 adet ayrık dalgakıran planlanmıştır. Mevcutta, proje alanının batısında bulunan T mahmuz başlangıç olarak alınmıştır. T mahmuz uzatılarak 160 m uzunluğunda L mahmuza çevrilmiştir. Ayrıca proje alanı içerisinde kalan I mahmuz ve yerel kayalar kaldırılmıştır. Bu değişikliklerin ardından ayrık dalgakıranların yerleşim planının yöre batimetrisine işlenmiş haldeki vaziyet planına göre modelleme yapılmıştır (**Şekil 6.3**). Bu modellemede;*

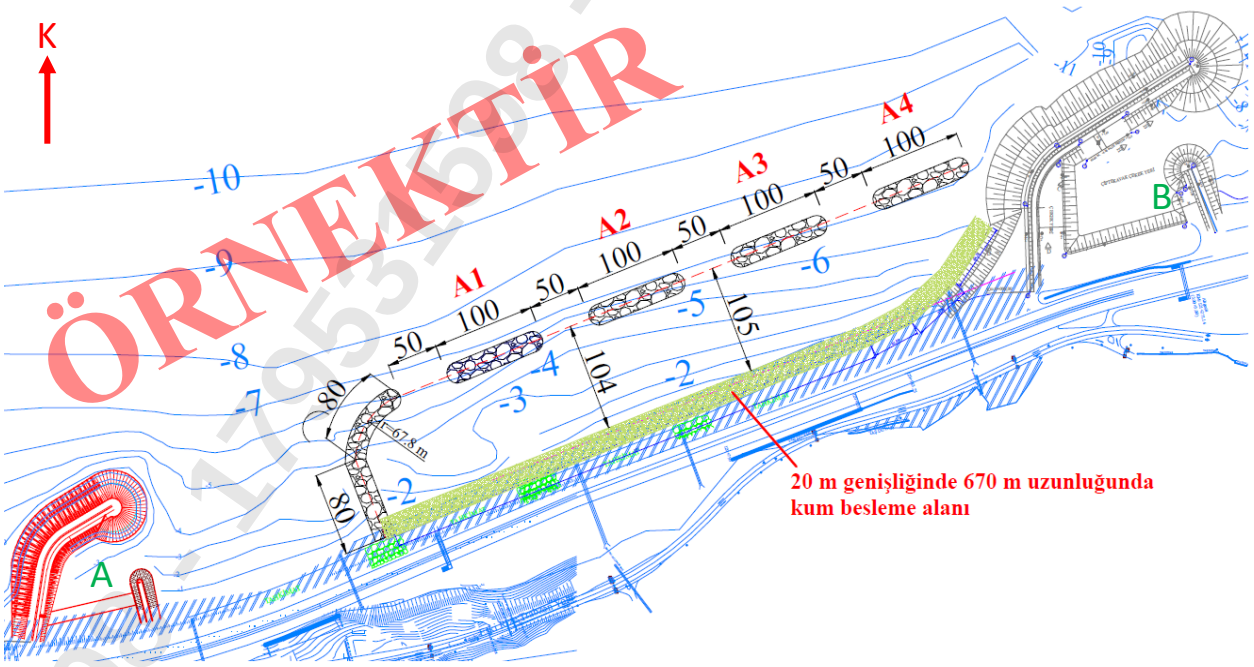
- *L mahmuzun ve ayrık dalgakıranların yapılması durumunda kıyıda kum birikimi,*
- *L mahmuzun ve ayrık dalgakıranların yapılması ve kıyıdaki toprak şevin önündeki tüm beton ve taş tahkimatın kaldırılarak yerine 20 m genişliğinde kum besleme yapılması durumunda serilen kumun hareketi*

olmak üzere 2 durum çalışılmıştır.



ÖRNEKTİR

Şekil 6.2: *Yörenin Kıyı Hattında Kumsal Oluşturma Projesi Ayrık Dalgakıran Yerleşimi*



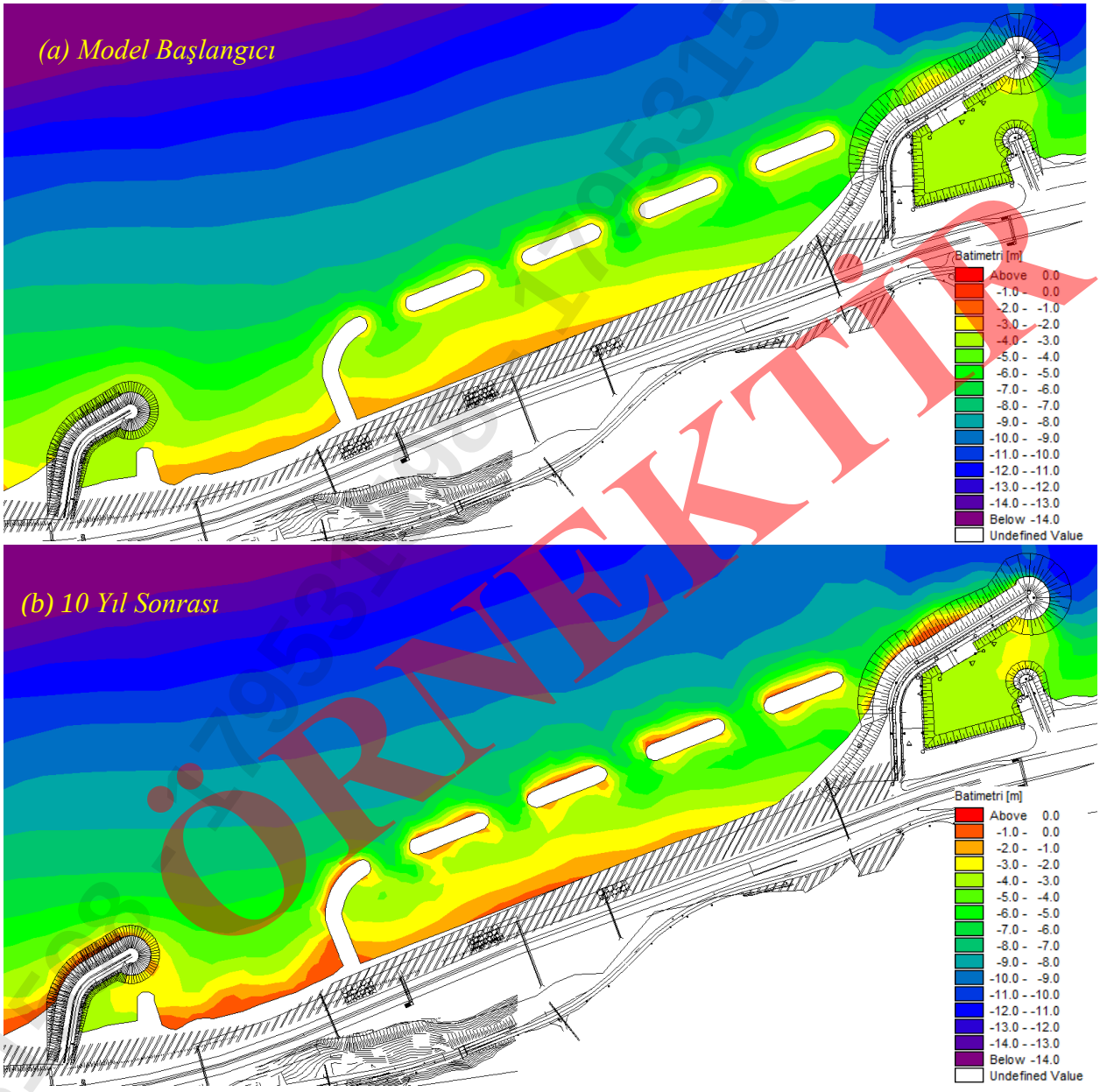
ÖRNEKTİR

Şekil 6.3: *Ayrık Dalgakıranların Yerleşimi Kum Besleme Alanı ve Yörenin Batimetrik Durumu*

6.3.3. Model Sonuçlarının Yorumlanması ve Karşılaştırmalar

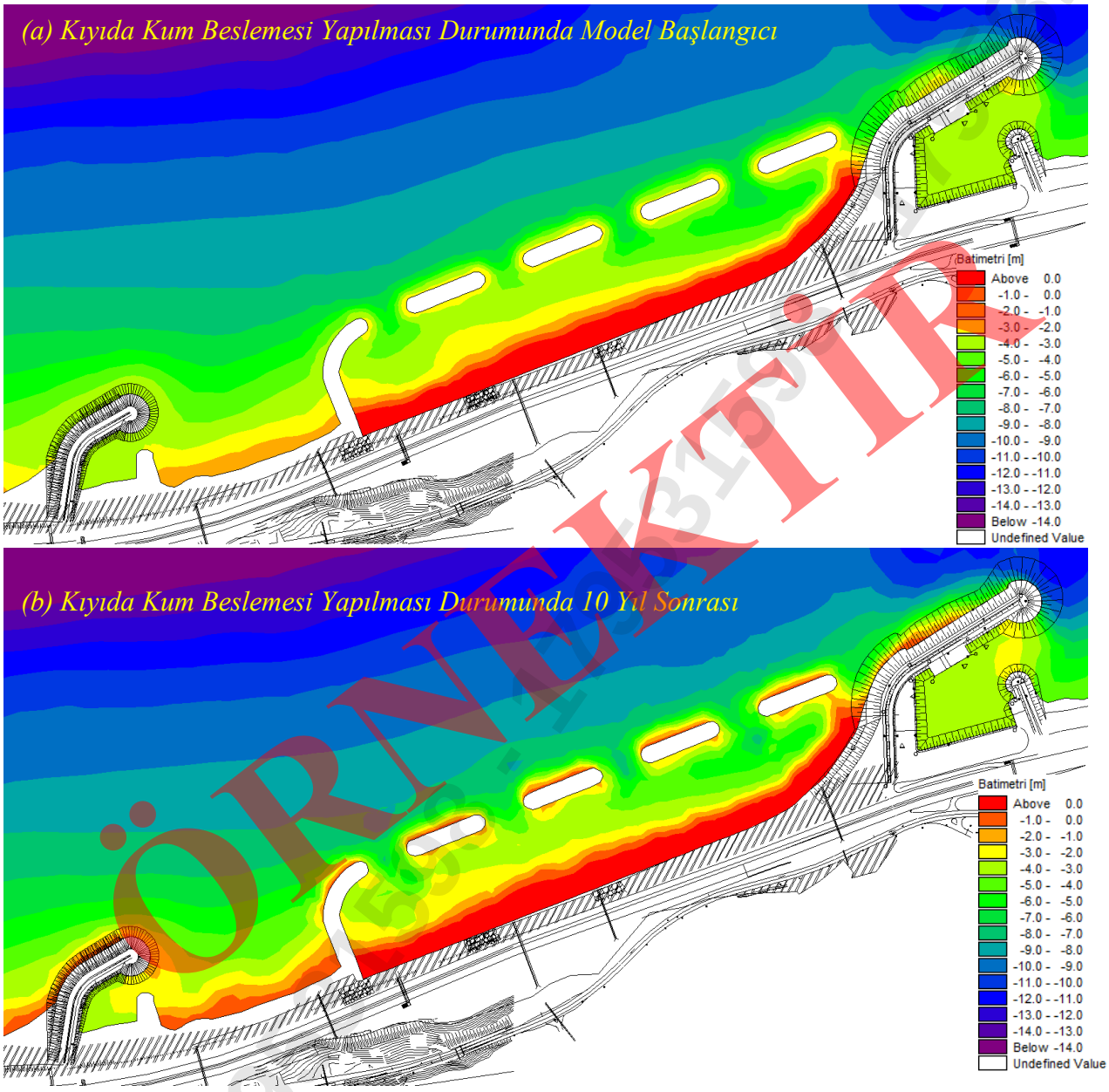
Modelleme sonucunda, kıyıda sadece L mahmuzun ve ayrık dalgakıranların yapılması durumunda, 10 yıllık sürede ayrık dalgakıranların kara tarafında kıyıda 0.5-1 m sığlaşmalar

oluşabileceği ancak doğal yollar ile kumsal oluşturabilecek kadar kumun birikemeyeceği belirlenmiştir ***(Şekil 6.4)****. Bu doğrultuda* ***Şekil 6.3****'de görüldüğü gibi 20 m genişliğinde ve 670 m uzunluğunda, yöredeki sediman ile benzer dane çapında (D_{50}=0.6 mm) kum ile besleme yapılmıştır. Kum besleme üst kotu +1.5 m olarak planlanmıştır. Bu durumda 10 yıllık sürede serilen kumun yerinde kaldığı belirlenmiştir. Modellemeye ait sonuç görselleri başlangıç ve 10 yıl sonrası için* ***Şekil 6.5****'te verilmiştir. L mahmuz ve ayrık dalgakıranların ortasından geçen akslara göre uç noktalarının koordinatları* ***Tablo 6.1****'de verilmiştir.* ***Tablo 6.1****'deki koordinatlar yapıların su çizgilerine aittir.*



Şekil 6.4: *Kıyının Tahkimatlı Şekilde Kalması Halinde Sediman Taşınımı Model Sonuçları*

ÖRNEKTİR



Şekil 6.5: *Kıyıda Kum Beslemesi Yapılması Halinde Sediman Taşınımı Model Sonuçları*

Tablo 6.1: *L Mahmuz ve Ayrık Dalgakıranların Uç Koordinatları*

	Y	X	Y	X
L Mahmuz Başlangıcı	371112.592	4545267.144		
L Mahmuz Km:0+80	371083.058	4545341.492		
L Mahmuz Km:0+160	371126.927	4545402.495		
	Doğu Uç		Batı Uç	
Ayrık dalgakıran 1 (A1)	371266.332	4545457.873	371173.395	4545420.954
Ayrık dalgakıran 1 (A2)	371405.737	4545513.251	371312.800	4545476.332
Ayrık dalgakıran 1 (A3)	371545.142	4545568.629	371452.205	4545531.711
Ayrık dalgakıran 1 (A4)	371684.547	4545624.007	371591.610	4545587.089

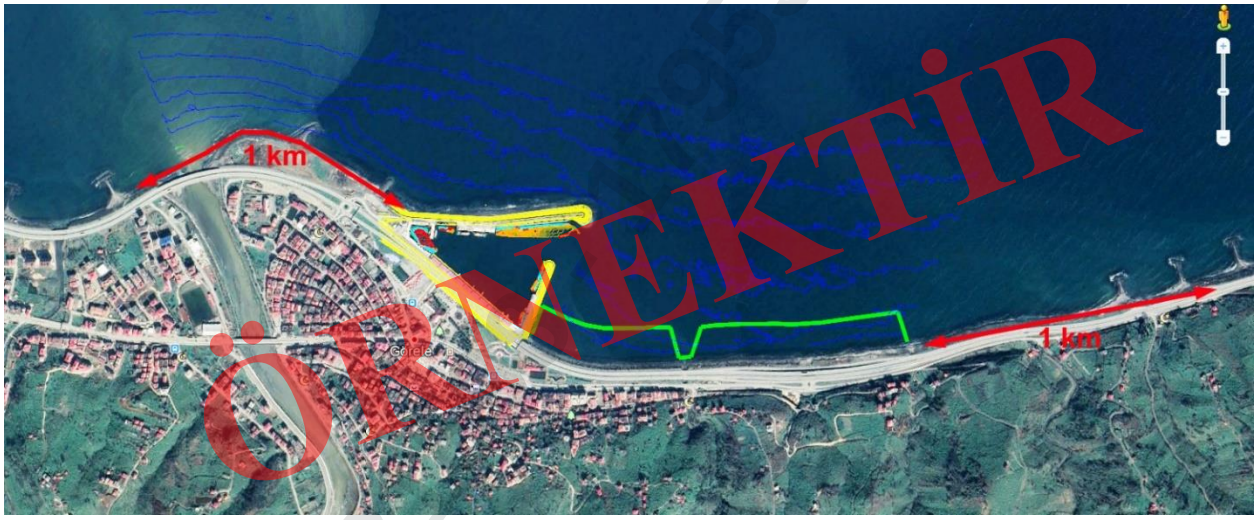
(Projeksiyon :UTM 3°, Datum : ITRF96, Dilim No: 42)

ÖRNEKTİR

6.4. Örnek Kumlanma Modeli Örneği -2

6.4.1. Model Yapılan Yörenin Tanıtımı ve Taşınım Karakteristiklerinin Belirlenmesi

*Balıkçı Barınağının batı tarafında ve planlanan dolgu alanının doğu tarafında, yapıların etki alanı olarak kabul edilebilecek 1'er km'lik kıyı hattının (**Şekil 6.6**) tamamında anroşmanlarla yapılmış tahkimat bulunduğu görülmektedir. Dolayısıyla, bu çalışma kapsamında incelenen kıyı yapılarının etki alanında kıyı erozyonu gerçekleşmesi mümkün görünmemektedir. Buna karşın, yörede sediman varlığına göre birikme meydana gelmesi olasıdır. Barınağın batı tarafında ve planlanan dolgu alanının doğu tarafında yer yer küçük mahmuz yapıları gözlenmektedir. Bu kapsamda, kıyı çizgisi değişim modellenmesine ihtiyaç bulunmamaktadır. Deniz içi batimetrik değişimi tahmin etmek üzere kumlanma modellemesi yapılması yeterli görülmektedir.*



***Şekil 6.6:** Balıkçı Barınağı Doğusunda Planlanan Dolgu Alanı ve Bu Yapıların Etki Alanında Kalabilecek Kıyı*

Modelleme için 01.01.2009 – 31.12.2018 tarihleri arasının içeren zaman serisi ECMWF operasyonel arşiv verileri dikkate alınarak sediman taşınım modellemesi gerçekleştirilmiştir.

Deniz taban malzemesinin d_{50}=0.2 mm ortalama tane çapında, $\sigma_g = \sqrt{d_{84}}/\sqrt{d_{16}}$ bağıntısına göre tane boyu dağılım katsayısının 2 olarak hesaplandığı gradasyonlu kum varsayımı modellemelerde dikkate alınmıştır. Sediman karakteristiğinin tüm kıyı boyunca benzer nitelikte olduğu kabul edilmiştir.

*Çalışma alanı sınırları içerisinde bulunan 3 adet büyük akarsu dikkate alınmış olup bunlara ilişkin veriler **Tablo 6.2**'de verilmiştir. Bunlardan A Çayı ve B Deresi için ……. Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nce hazırlanmış olan '……. İli 2018 Yılı Çevre Durum Raporu,*

2018'de belirtilen deşarj verileri kullanılmış, daha küçük olan C Deresi için 1 m^3/s debi varsayımı yapılmıştır.

Tablo 6.2: *Kumlanma Çalışma Alanı İçerisindeki Akarsuların Özellikleri*

Akarsu	Çıkış Ağzı Koordinatı	Debi(m^3/sn)
A Çayı	41.036636°N 38.965604°E	3.71
B Deresi	41.038979°N 38.993270°E	10.11
C Deresi	41.044676°N 39.073079°E	1

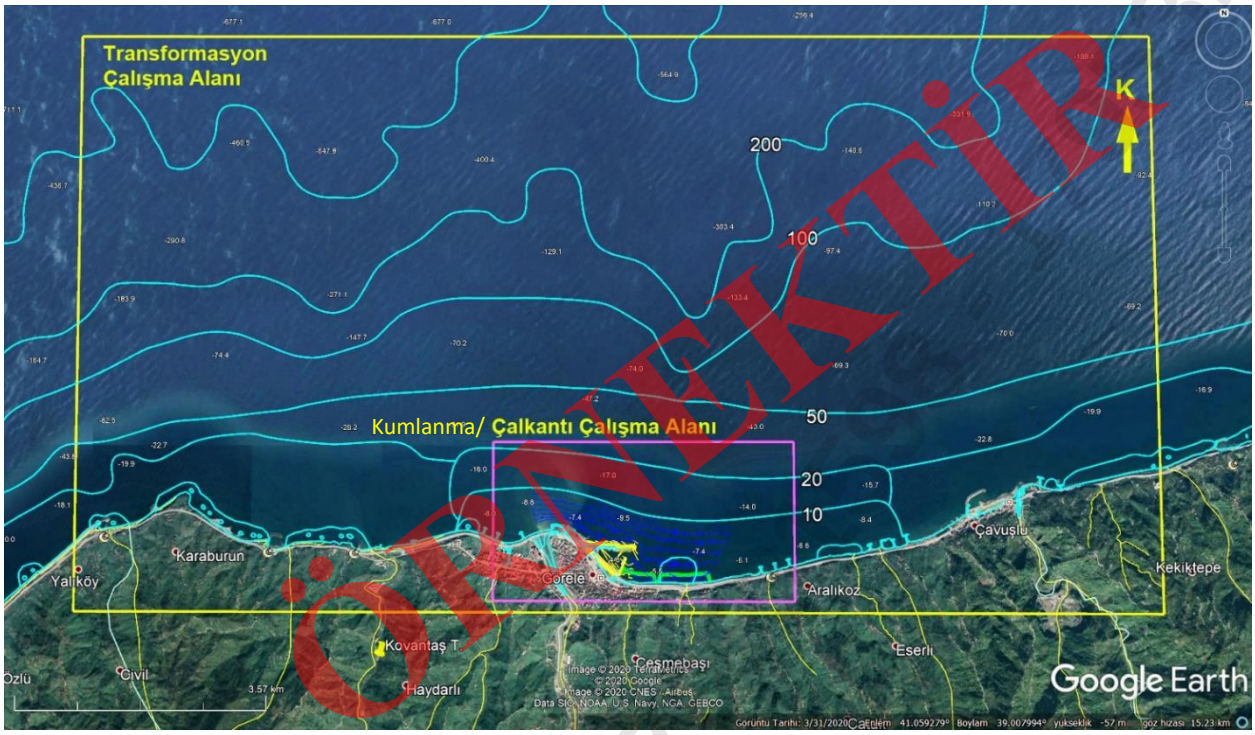
ÖRNEKTİR

6.4.2. Modelin Oluşturulması ve Kalibrasyon Aşamaları

Yakın kıyı bölgesinde gerçekleşen sediman hareketleri yörede gerçekleşen dalga ve buna bağlı oluşan akıntı rejiminden doğrudan etkilenmektedir. Bölgeye akarsulardan taşınan sediman ile deniz tabanında bulunan sediman, dalga ve akıntı etkileriyle taşınırken kıyının kimi kesiminde birikmekte; barınak, çekek yeri gibi yapıların bulunduğu yerlerde oluşan fazla miktardaki sığlaşmalar tekne navigasyonuna olanak vermeyecek düzeye gelebilmektedir. ……yöresinde geçmiş dönemde gerçekleşen deniz taban değişimi dikkate alınarak gelecekte ne düzeyde bir değişim olabileceğini tahmin etmek üzere çalışmalar yürütülmüştür.

Dalga dağılımı ve bu dalga etkisinin oluşturduğu hidrodinamik akıntı yayılımı ile bu etkiler altında sedimanın taşınımı, dağılımı ve çökelimi iki boyutlu ve etkileşimli olarak incelenerek yöredeki Balıkçı Barınağı ve çevresinde ne düzeyde sığlaşma veya derinleşme meydana gelebileceği araştırılmıştır. Bu kapsamda ……. yazılımının …… modülü, ……. modülü ve …… modülü etkileşimli olarak kullanılmıştır. Modellemeler, yöreye deşarj olan önemli akarsuların etkisini de dikkate alabilecek şekilde yeterince geniş bir alanı kapsamak üzere ***Şekil 6.7****'de gösterilen, dalga transformasyon modelinde kullanılan alanda yapılmıştır.*

17953159 8 - 17953159 8 - 17953159 8



Şekil 6.7: *Dalga Transformasyon Model Çalışma Alanı (Google Earth, 2020)*

Yöreye ilişkin 2008 yılına ait batimetri verisi …. Bölge Müdürlüğünden sağlanmış olup, ilk etapta 2008 tarihine ait yakın kıyı batimetrik durumu başlangıç kabul edilerek 2019 tarihindeki durum modelde elde edilmeye çalışılmış, böylece modelin bu yöre için kalibrasyonu yapılmıştır. Bu kapsamda, proje alanına ait -11.0 m derinlik bölgesine kadar ölçülen batimetrik veriler ve daha açıklar için Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesince hazırlanmış olan batimetrik harita verileri kullanılmıştır. 2019 yılı itibariyle 2008 yılına kıyasla ana mendirek gövdesinin dış tarafında ve barınak giriş ağzı çevresinde ortalama 0.70 ~ 1.0 m, sığlaşma oluştuğu tespit edilmiştir.

Balıkçı Barınağı ve çevresi için gerek 'Mevcut Durum' gerekse planlanan dolgunun yapıldığı 'Dolgulu' durum için 10 yıl süre ile modellenmiş, 2, 5 ve 10 yılda oluşan batimetrik değişim 'Mevcut' ve 'Dolgulu' durumlar olarak ***Şekil 6.8*** *ve* ***Şekil 6.9****'daki gibi hesaplanmıştır. Buna göre 2029 yılı için hesaplanan batimetrik durum 'Mevcut' ve 'Dolgulu' alternatifleri için* ***Şekil 6.10*** *ve* ***Şekil 6.11****'deki gibi olmaktadır. 10 yıl süreli bu modellemede, 2009-2018 yılları arasında hesaplanmış olan ECMWF rüzgâr-dalga serisi kullanılmış, diğer bir deyişle gelecek 10 yıllık sürede benzer iklimin oluşabileceği varsayımı yapılmıştır.*

ÖRNEKTİR

6.4.3. Model Sonuçlarının Yorumlanması ve Karşılaştırmalar

Modelleme sonuçları incelendiğinde, ana mendirek dışındaki ve giriş ağzı bölgesindeki sığlaşmanın geçmiştekine benzer nitelikte devam edebileceği görülmektedir. Tekne navigasyonunun gerçekleştiği basen giriş ağzı bölgesinde 'Mevcut Durum' ve 'Dolgu Yapılması Durumu' için hesaplanan ortalama sığlaşma miktarları ***Tablo 6.3****'te özetlenmiştir. Giriş ağzı çevresinin halihazır derinlikleri (-6.0 m) ve bu kısımda hesaplanan ortalama sığlaşma değerleri dikkate alındığında 10 yıl içerisinde tekne navigasyonunu olumsuz etkileyebilecek düzeyde sığlaşma beklenmemektedir. Daha sonraki süreçte gerekli olması halinde sığlaşan kesimlerde tarama faaliyeti uygulanması düşünülebilir. 'Mevcut' Durumda kıyı yakınlarında birikecek sedimanın 'Dolgu' yapılması durumunda, dolgu önündeki ve giriş ağzı çevresindeki alana yayılmasıyla barınak giriş ağzı bölgesindeki kumlanma miktarında yaklaşık %35 civarında artış oluştuğu görülmektedir.*

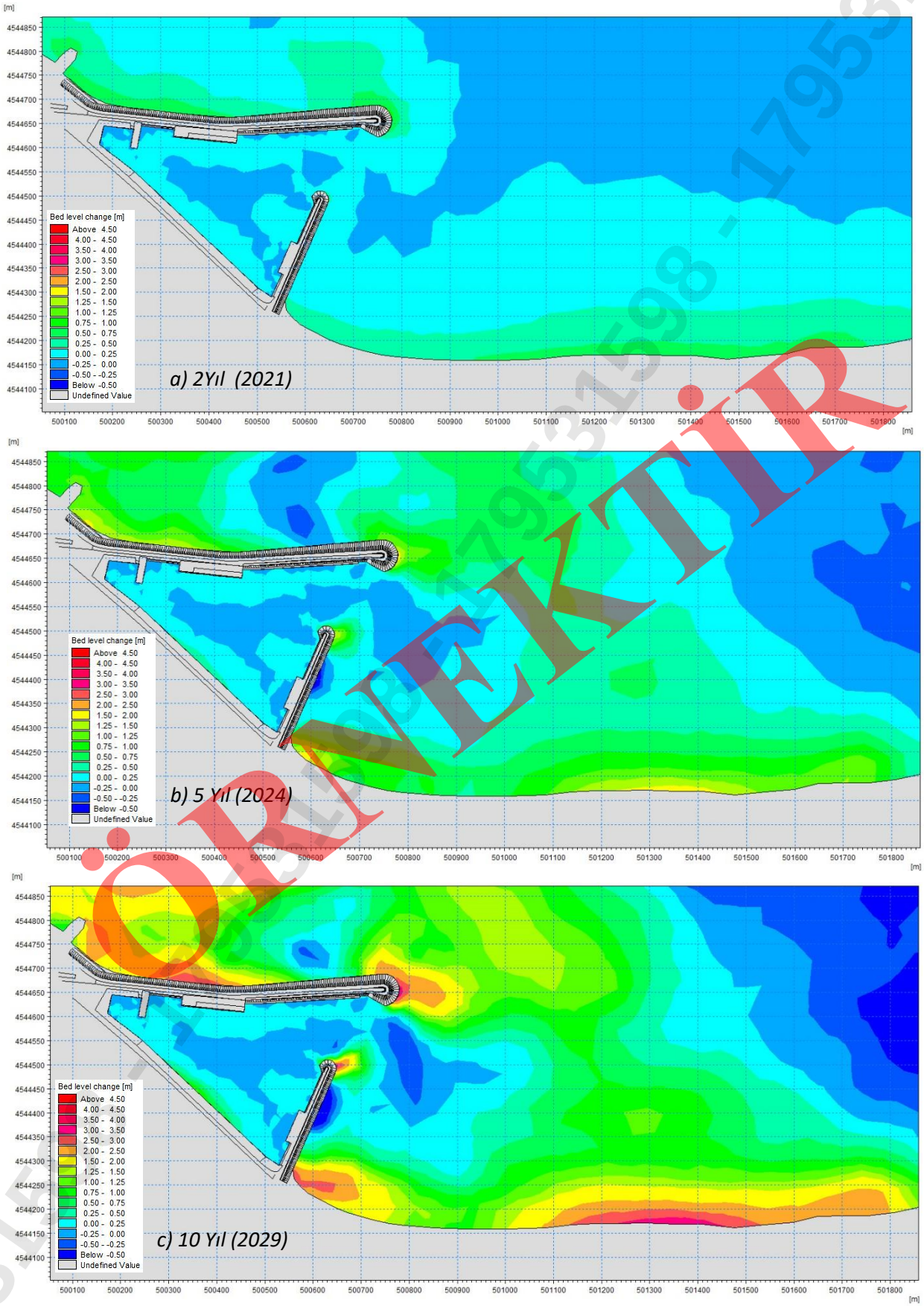
Basen içinde bazı alanlarda 50-60 cm'e kadar sığlaşmalar hesaplanmış olup, 10 yıllık sürede tekne faaliyetleri bakımından sorun teşkil edecek düzeye ulaşmadığı görülmüştür. Daha sonra sığlaşan kesimler için tarama yapılması gerekebilecektir.

Tablo 6.3: *Basen Giriş Ağzı Bölgesi Ortalama Sığlaşma Miktarı (cm)*

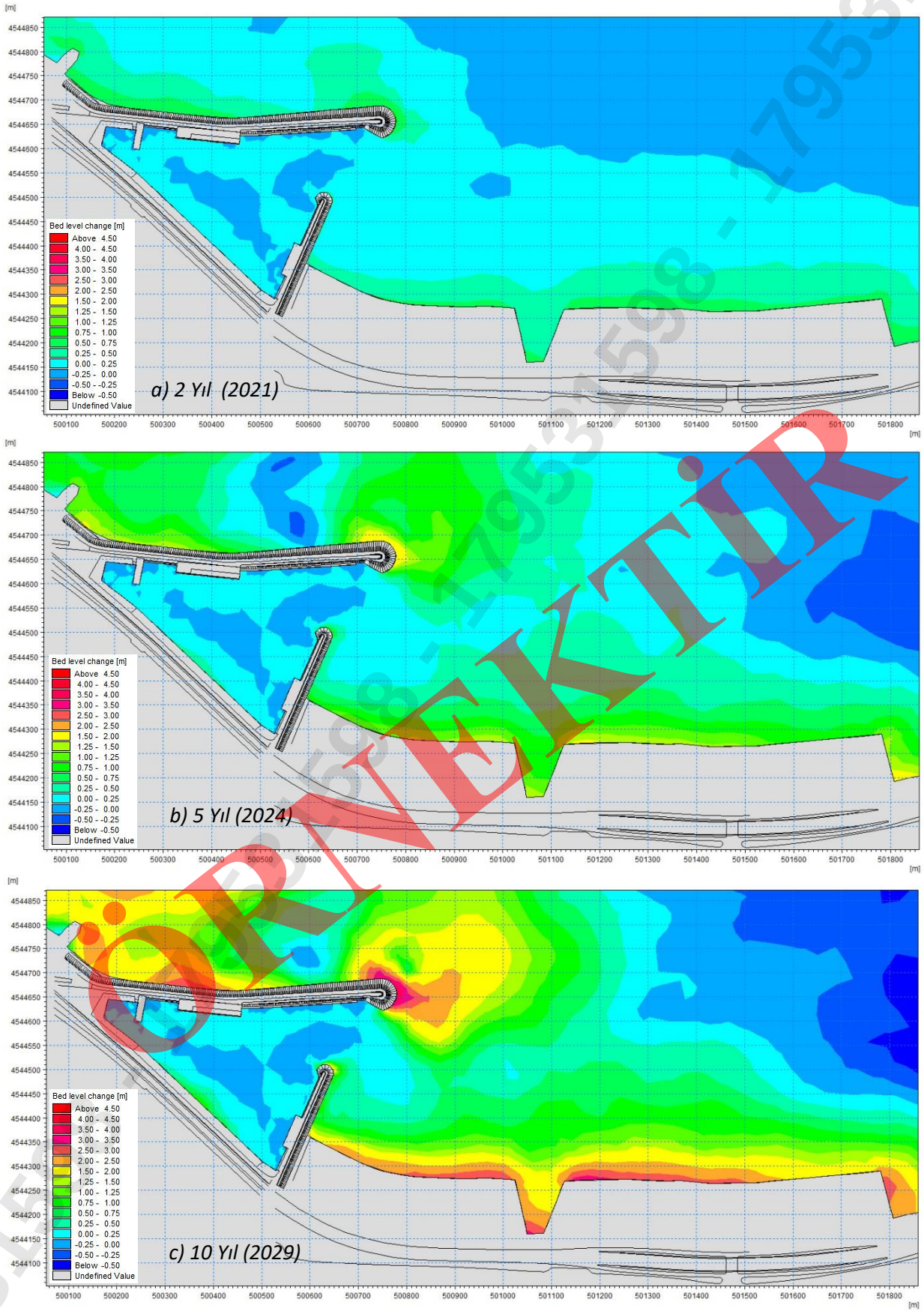
	2 YIL	5 YIL	10 YIL
Mevcut Durum	5	30	70
Dolgu Yapılması Durumu	8	40	95

ÖRNEKTİR

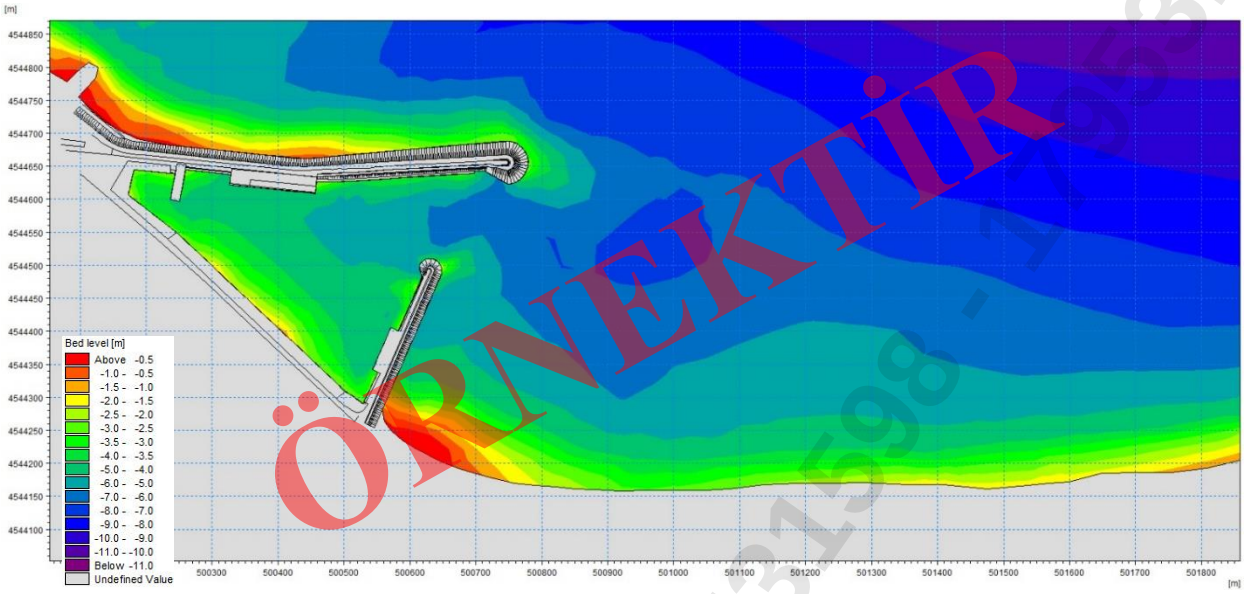
179531598 - 179531598 - 179531598 - 179531598



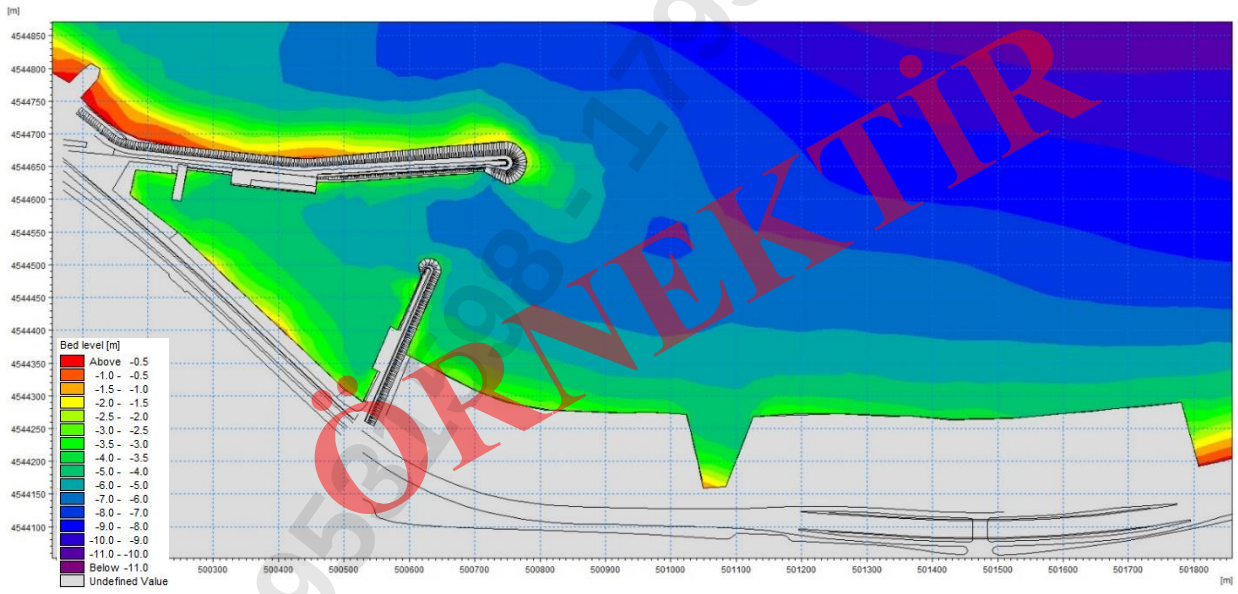
Şekil 6.8: *'Mevcut Durum' için Hesaplanan Deniz Tabanı Değişimleri*



Şekil 6.9: *'Dolgulu Durum' için Hesaplanan Deniz Tabanı Değişimleri*



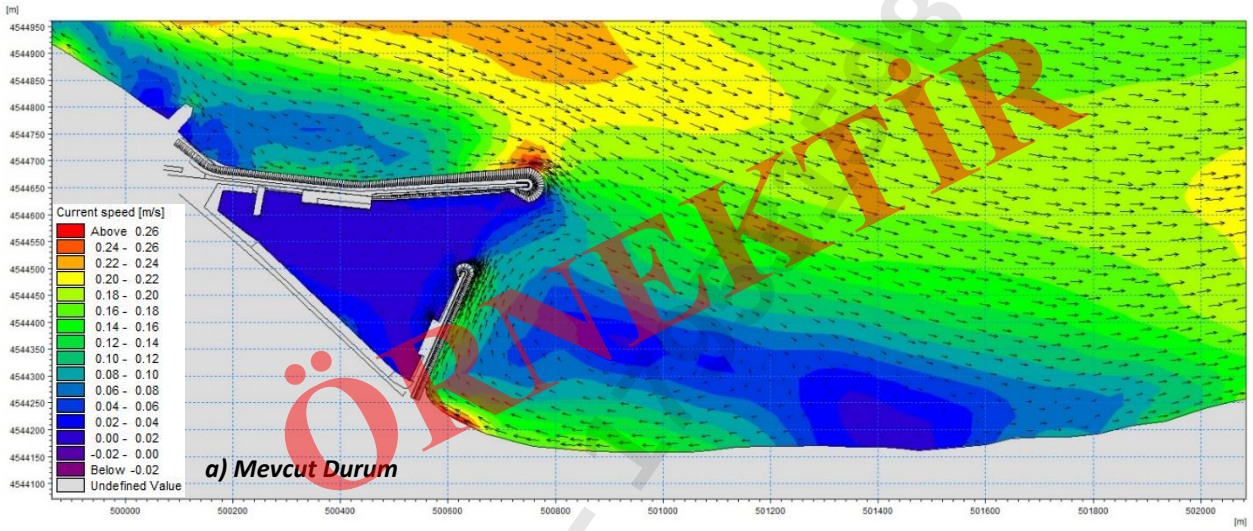
Şekil 6.10: *'Mevcut Durum'da 10 Yıl Sonrası için Hesaplanan Batimetrik Durum*



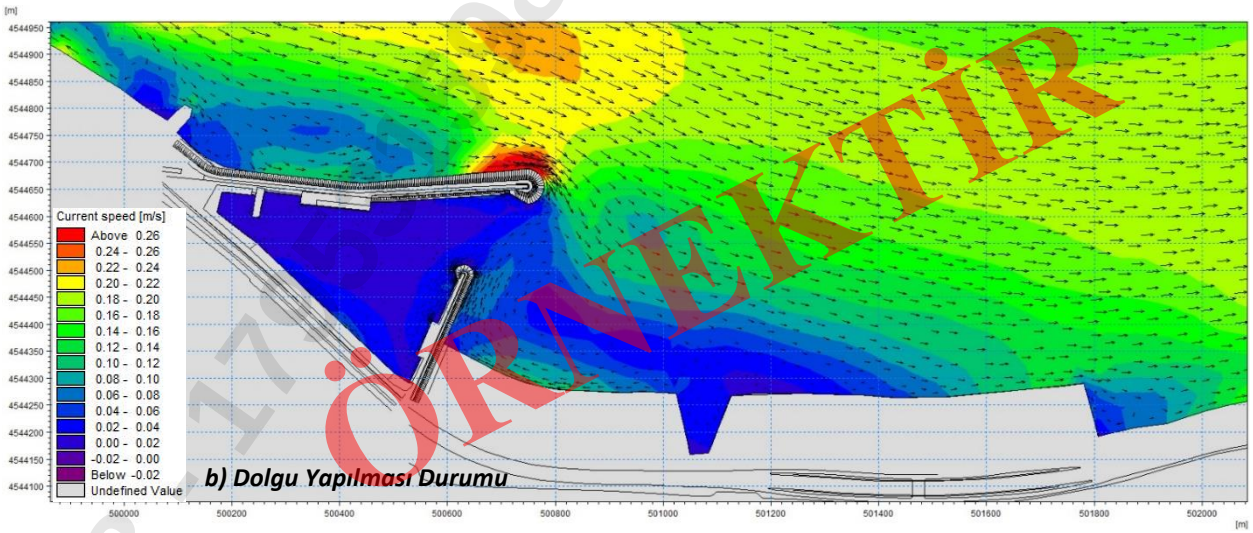
Şekil 6.11: *'Dolgulu Durum'da 10 Yıl Sonrası için Hesaplanan Batimetrik Durum*

ÖRNEKTİR
17953159

Yörede, askıda malzemenin taşınmasında rol oynayarak sığlaşma, oyulma gibi batimetrik değişimlere neden olan, etken dalga iklimi esnasında ortaya çıkan tipik akıntı rejimi 'Mevcut Durum' için ***Şekil 6.12****'de, 'Dolgu Yapılması Durumu' için ise* ***Şekil 6.13****'teki gibi hesaplanmaktadır. Dolgu yapılmasının, B→D yönlü olarak ortaya çıkan etken akıntı durumunda basendeki akıntı dağılımını pek etkilemediği, giriş ağzı bölgesinde kısmen bir değişim oluşturduğu görülmektedir.*



Şekil 6.12: *'Mevcut Durum'da Etken Dalga Koşulunda Yöredeki Oluşan Akıntı Dağılımı*



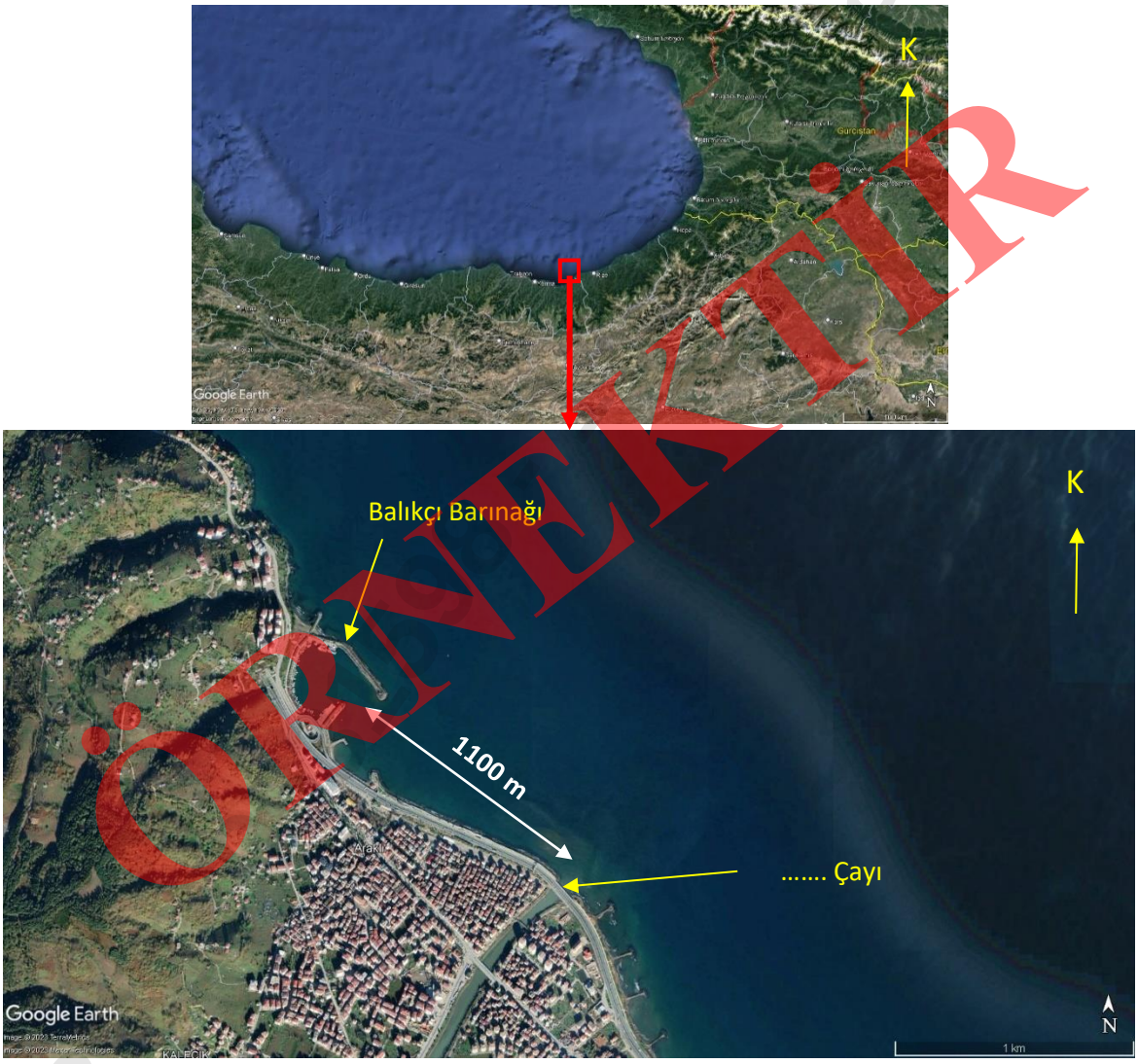
Şekil 6.13: *'Dolgu Yapılması Durumu'nda Etken Dalga Koşulunda Yörede Oluşan Akıntı Dağılımı*

ÖRNEKTİR

6.5. Örnek Kumlanma Modeli Örneği -3

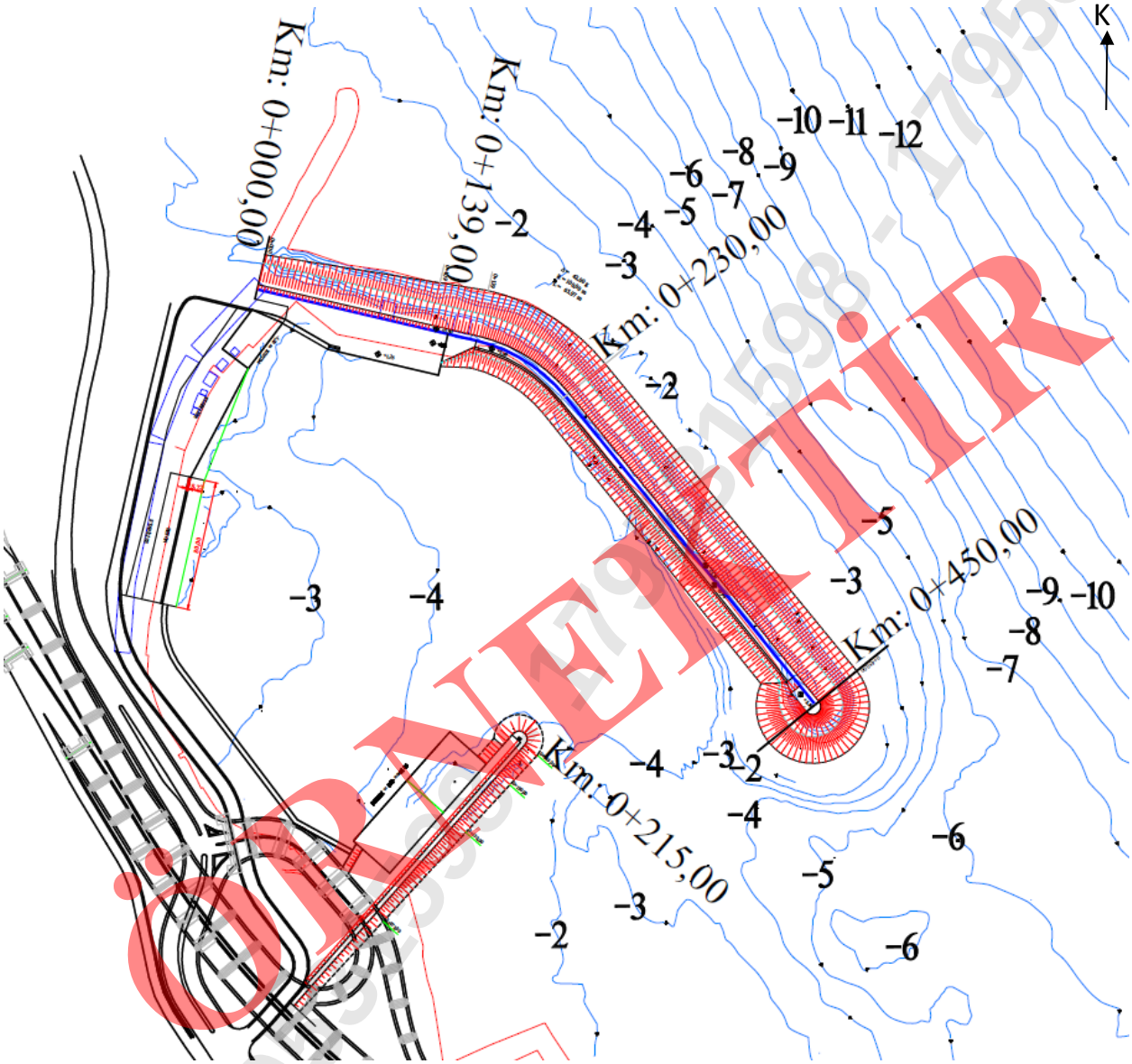
6.5.1. Model Yapılan Yörenin Tanıtımı ve Taşınım Karakteristiklerinin Belirlenmesi

Kumlanma modelinin çalışması kapsamında …… ili ……. ilçesinde yer alan ……. Balıkçı Barınağının konumu ***Şekil 6.14****'de, 2022 tarihli batimetrik durumu* ***Şekil 6.15****'de görülmektedir. Barınağın 1100 m doğusunda ……. çayı bulunmaktadır. Barınak 215 m tali dalgakırana ve 450 m ana dalgakırana sahiptir.*



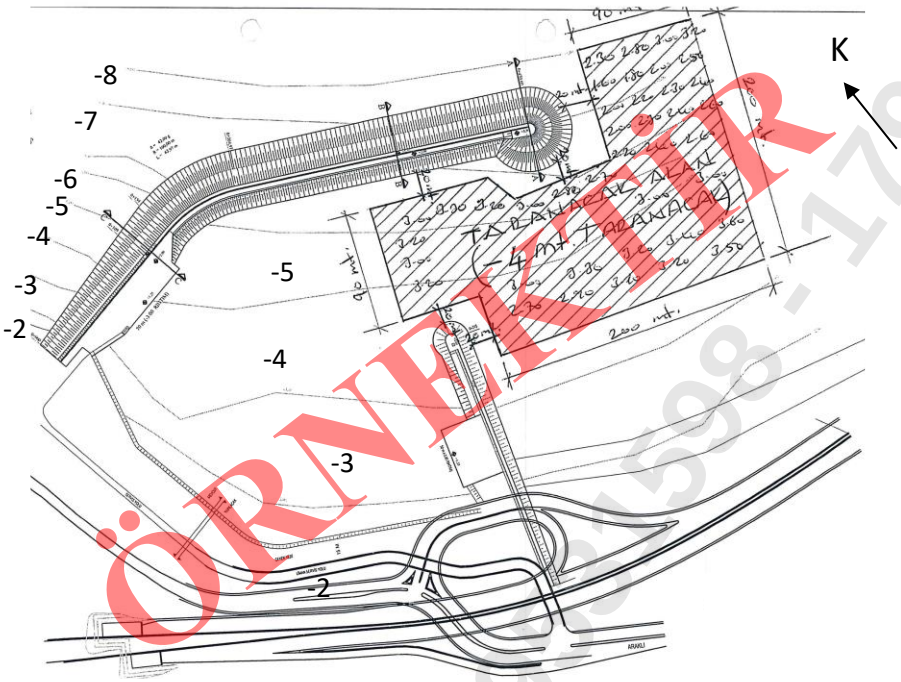
Şekil 6.14: *Balıkçı Barınağının Konumu*

ÖRNEKTİR
17953159

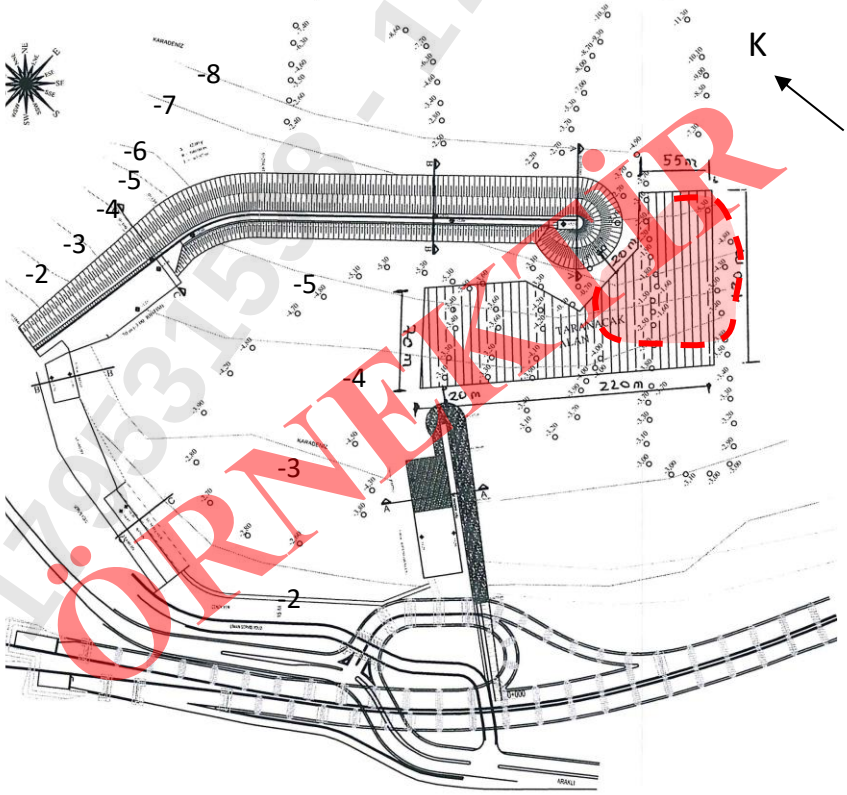


Şekil 6.15: *2022 Tarihli Batimetri*

*……. Balıkçı Barınağının …… Tarama Başmühendisliğinden alınan 2012 yılı (**Şekil 6.16**) ve 2014 yılı (**Şekil 6.17** kırmızı alan) derinlikleri karşılaştırıldığında, ana dalgakıran müzvarı çevresinde ve karaya doğru yaklaşık 50 m'lik alanda sığlaşma meydana geldiği görülmektedir. Yaklaşık 2 yıllık sürede, temin edilen verilere göre müzvar çevresinde ortalama 1 m sığlaşma meydana gelmiştir. Yöreye ait uydu görüntülerinden de sediman hareketinin müzvar çevresinde ve ana dalgakıran dışında oluştuğu gözlenmektedir (**Şekil 6.18**). Bu durum yörede yoğun miktarda sediman taşınımı olduğunu göstermektedir.*



Şekil 6.16: *Barınak Giriş Ağzında 2012 Yılı Derinlikleri*



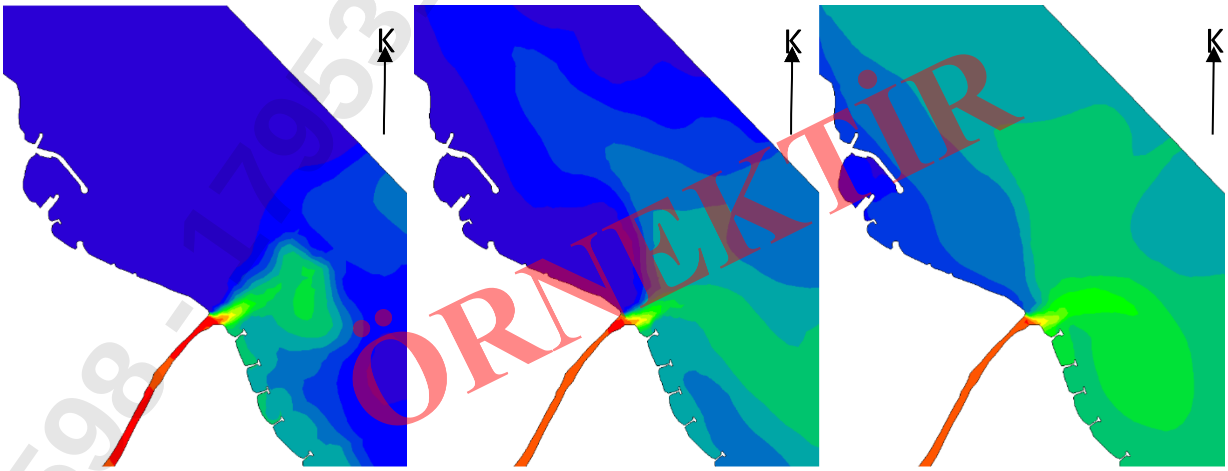
Şekil 6.17: *Barınak Giriş Ağzında 2014 Yılı Derinlikleri*

ÖRNEKTİR
17953159 - 17953159 - 17953159



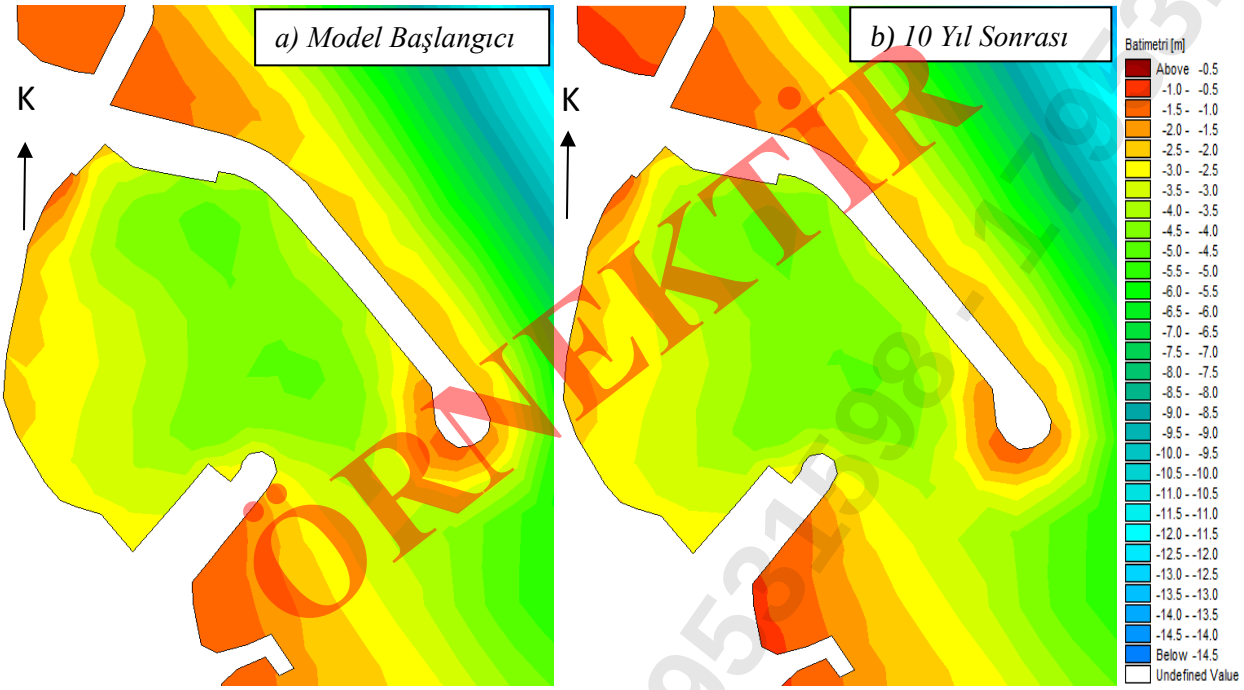
Şekil 6.18: *Yöredeki Sediman Hareketi*

*Yörenin dalga iklimi genel olarak değerlendirildiğinde yılın %98'inde KB→GD yönlü dalgalar, yılın %2'sinde GD→KB yönlü dalgalar oluşmaktadır. ……. çayından gelen sedimanın dağılımı için yapılan askıda sediman taşınımı modellemesinde dere malzemesinin KB→GD yönlü taşındığı ve 10 yıllık sürede barınak giriş ağzı veya çevresinde belirgin bir sığlaşma meydana getirmediği hesaplanmıştır (**Şekil 6.19**). Modelleme sonucunda ……… çayının 10 yıllık sürede mevcut durumda, 0.10-0.15 m sığlaşma oluşturabileceği belirlenmiştir **(Şekil 6.20)**.*



Şekil 6.19: *Yöredeki Akarsudan Gelen Sedimanın Dağılımı*

ÖRNEKTİR

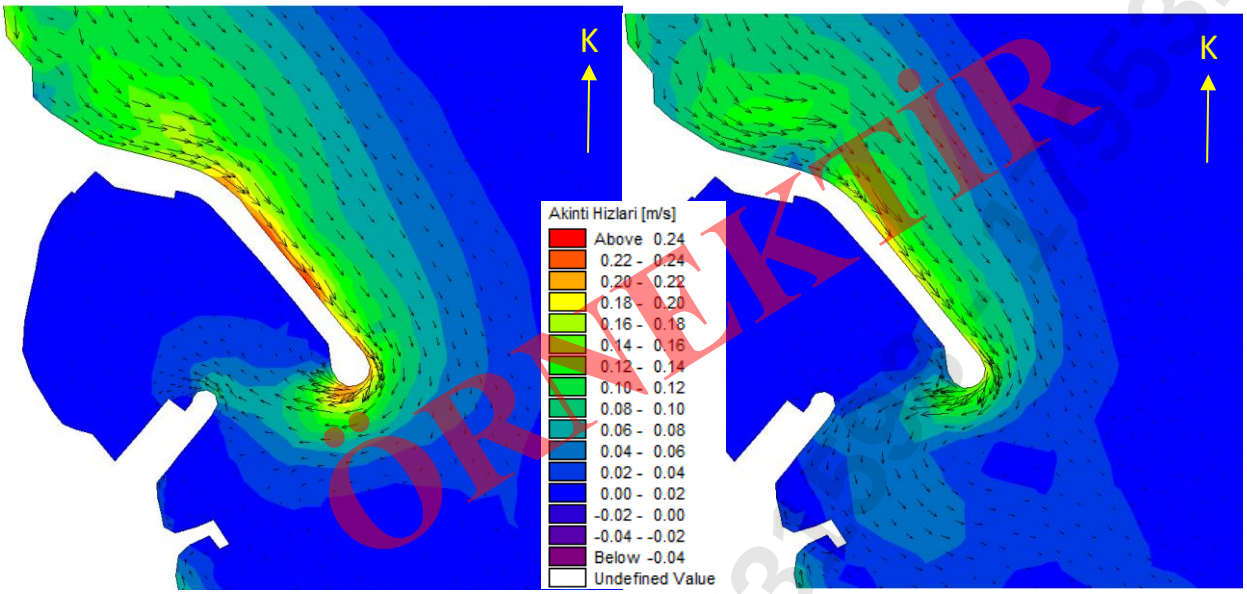


Şekil 6.20: *Sadece Yöredeki Akarsudan Gelen Sediman Etkisinde Barınaktaki Batimetri Değişimi*

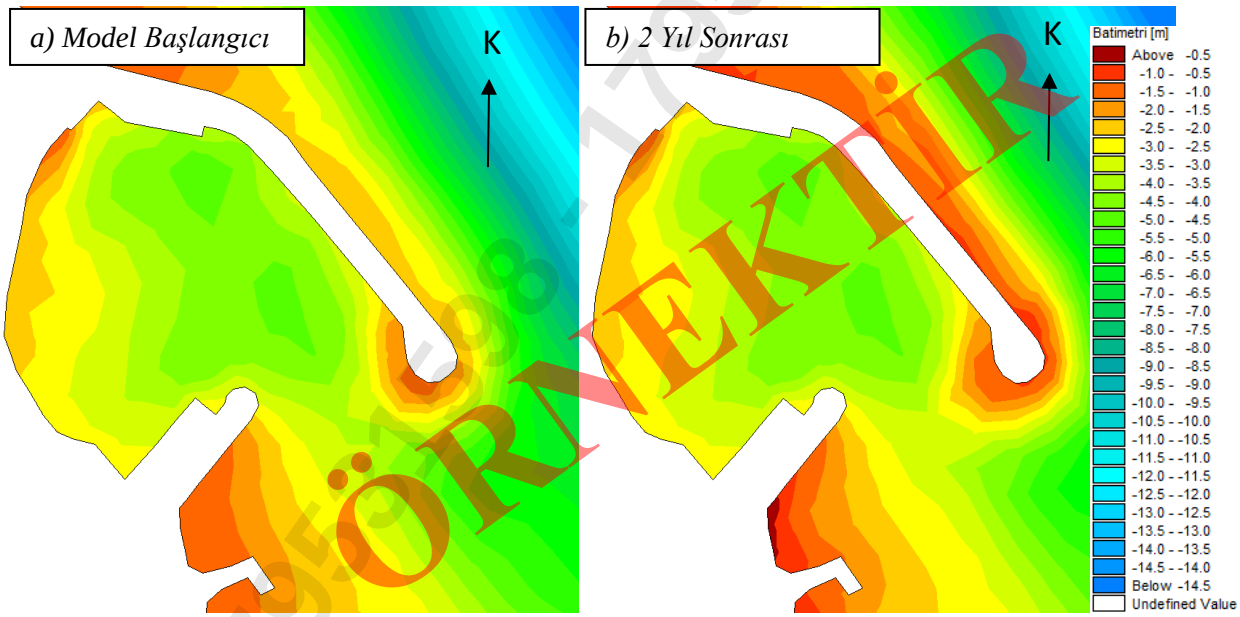
6.5.2. Modelin Oluşturulması ve Kalibrasyon Aşamaları

*Dalga transformasyonu ve hidrodinamik model çalışmaları, ana dalgakıran dışından yaklaşan (KB→GD) akıntıların çoğunlukla barınak giriş ağzına, kısmen de barınak içerisine doğru yönlendiğini göstermektedir (**Şekil 6.21**). Bu durum deniz tabanından taşınan sedimanın giriş ağzı bölgesine ve müzvar civarına yönleneceğini göstermektedir. Deniz tabanı değişimi sayısal model çalışmasının kalibrasyonu için **Şekil 6.16 - Şekil 6.17**'de sunulan batimetri değişimi ve **Şekil 6.18**'teki sediman hareketi elde edilmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda belirtilen zaman aralığına ait zaman serisi rüzgâr ve dalga verileri kullanılarak yapılan modelleme sonucunda, barınak müzvarı civarında 2 yıllık sürede ortalama 1 m birikme elde edilmiştir (**Şekil 6.22**).*

ÖRNEKTİR
17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159



Şekil 6.21: *Balıkçı Barınağı Etkisinde Akıntı Düzenleri*



Şekil 6.22: *2012-2014 Yılları Verilere Göre Model Kalibrasyonu*

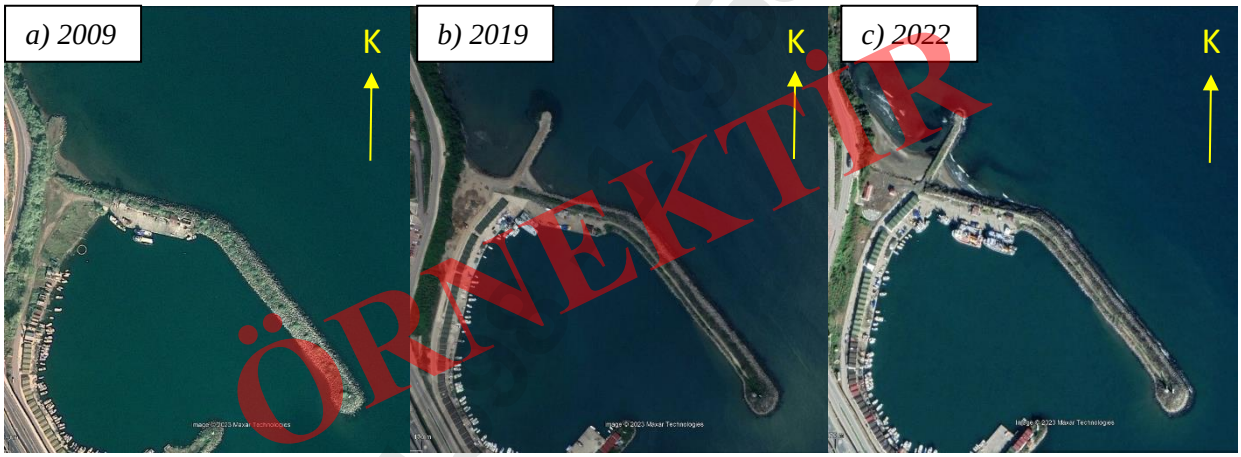
*Balıkçı Barınağı giriş ağzında yaşanan kumlanma sorununun KB→GD yönlü sediman taşınımı nedeniyle oluştuğu belirlenmiştir. Sediman taşınımının önlenmesi için 2019 yılında ana dalgakıran başlangıç kısmına 85 m uzunluğunda bir mahmuz inşa edildiği görülmektedir (**Şekil 6.23**). Söz konusu mahmuzun batısında 2019-2022 yılları arasında 40 m genişliğinde kuru sahil (kumsal) oluştuğu görülmektedir. Güncel batimetri verileri de incelendiğinde mahmuzun deniz içindeki uç noktasının -1.8 m derinliğe kadar sığlaştığı belirlenmiştir. Yöredeki dalga iklimine göre kapama derinliği -6 m olarak hesaplanmaktadır. Bu noktada 85 m'lik mahmuzun kıyı boyu sedimanı tutabilme kapasitenin oldukça azaldığı anlaşılmaktadır.*

ÖRNEKTİR

Kıyı boyu taşınan sedimanı barınak giriş ağzına yaklaşmadan tutabilmek için ana dalgakıran kurp bölgesinde (Km:0+250)

- *Alternatif-1: Ana dalgakıran su çizgisinden başlayan, 50 m uzunluğunda, ana dalgakırana dik ve su seviyesindeki uç noktası -4 m derinliğe uzanan mahmuz (**Şekil 6.24**)*
- *Alternatif-2: Ana dalgakıran su çizgisinden başlayan, 85 m uzunluğunda, ana dalgakırana dik ve su seviyesindeki uç noktası -6 m derinliğe uzanan mahmuz (**Şekil 6.25**)*

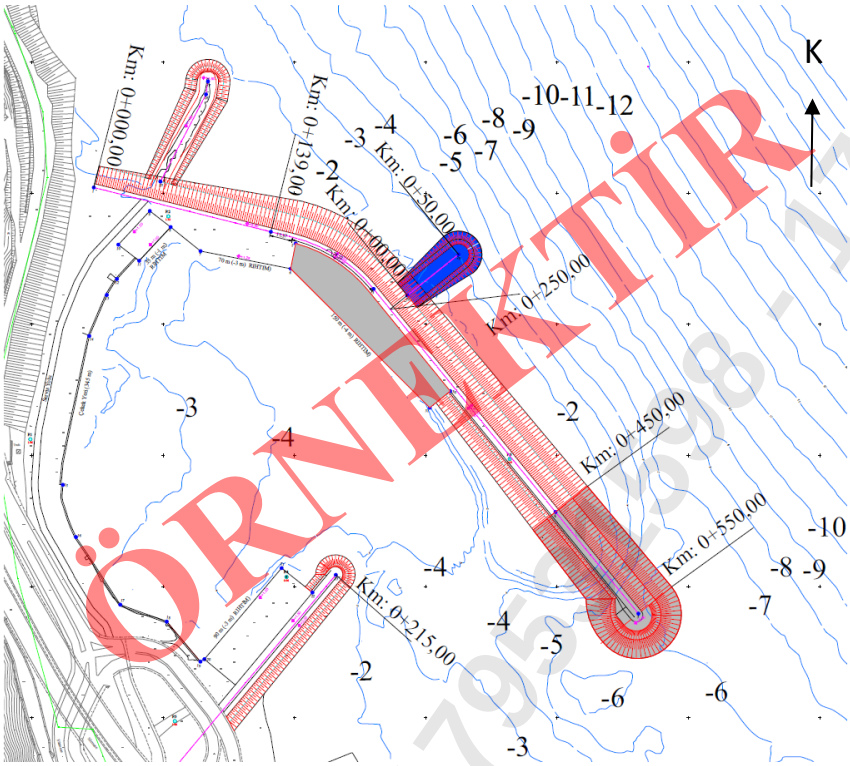
olmak üzere 2 alternatif mahmuz planı çalışılmıştır. Mahmuz uzunlukları ana dalgakıran su çizgisinden mahmuz müzvarına kadar olan mesafedir. Tali dalgakıran ile ana dalgakıran arasında kalan bölge (barınak giriş ağzı bölgesi) tüm alternatiflerde -4 m derinliğe taranmış biçimde çalışılmıştır.



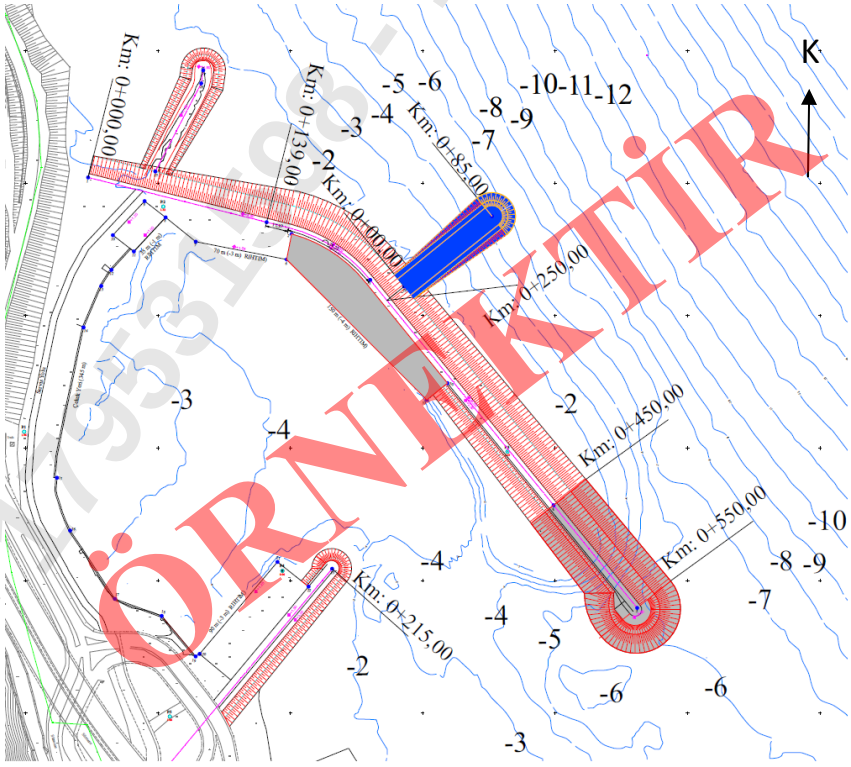
ÖRNEKTİR

***Şekil 6.23:** Barınağın Geçmiş Tarihli Uydu Görüntüleri*

*'…… Balıkçı Barınağı Dalga Transformasyonu, Liman İçi Çalkantı, Liman İçi Kirlilik ve Kıyı Çizgisi Değişimi Sayısal Modelleme Raporu'nda gerçekleştirilen liman içi çalkantı sayısal model çalışmasında, ana dalgakıranın 100 m uzatılması ile yanaşma yerlerinde yeterli sakinliğin sağlandığı hesaplanmıştır. Bu doğrultuda liman içi kumlanma çalışmaları ana dalgakıranın 100 m uzatılması durumu dikkate alınarak çalışılmıştır. Modellemelere ait sonuçlar 50 m mahmuz (Alternatif-1) için **Şekil 6.26**'da 85 m mahmuz (Alternatif-2) için **Şekil 6.27**'de sunulmuştur.*

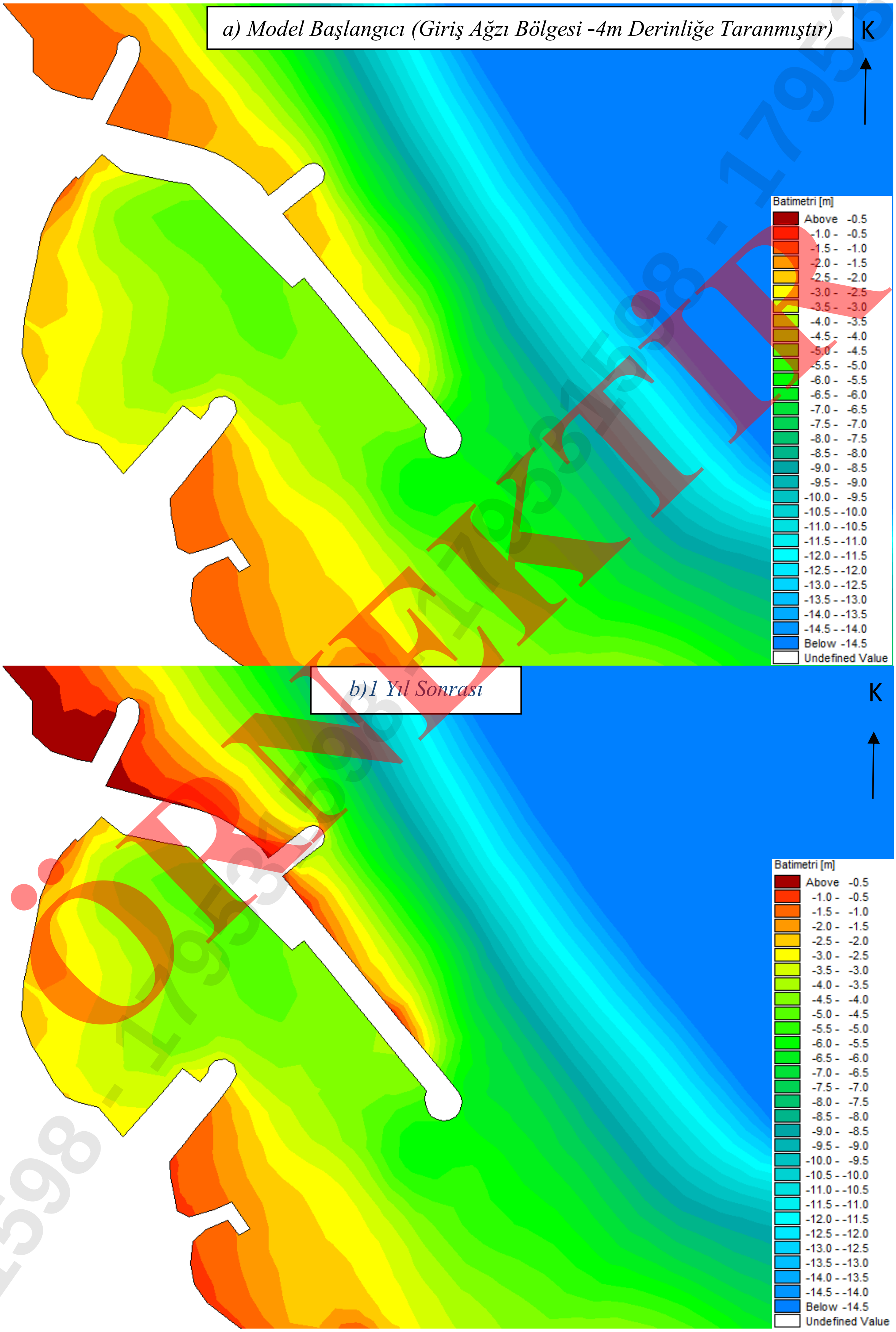


Şekil 6.24: *-4 m Derinliğe Ulaşan 50 m Uzunluğunda Mahmuz*

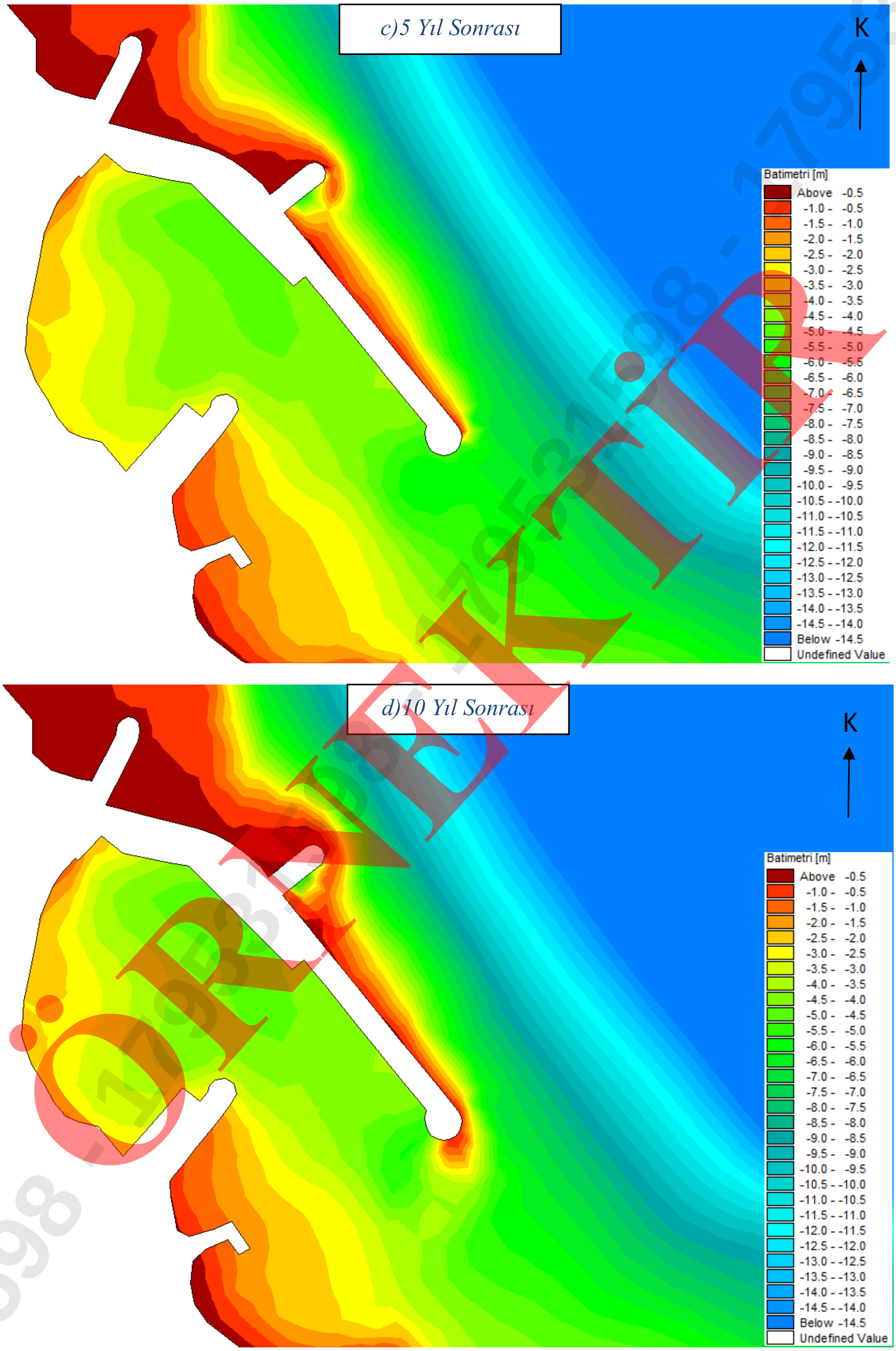


Şekil 6.25: *-6 m Derinliğe Ulaşan 85 m Uzunluğunda Mahmuz*

ÖRNEKTİR

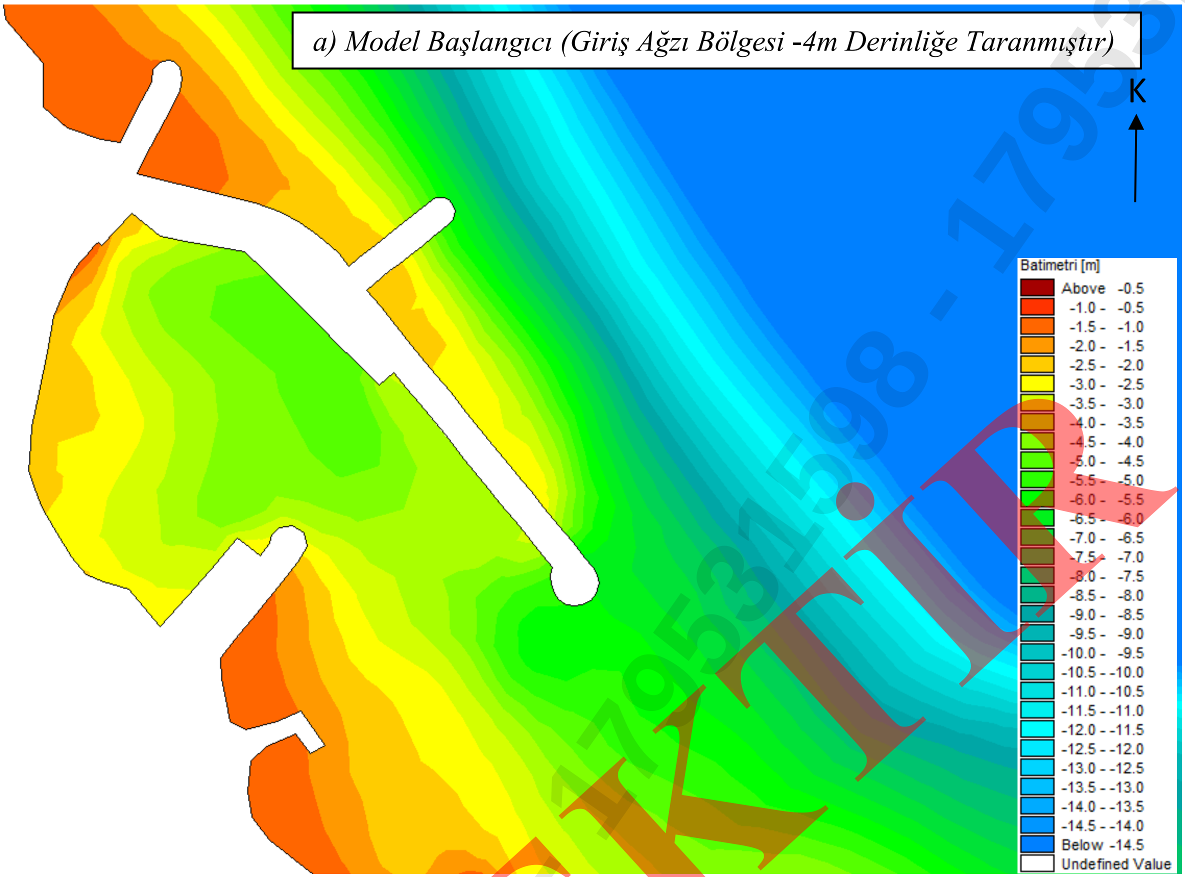

a) Model Başlangıcı (Giriş Ağzı Bölgesi -4m Derinliğe Taranmıştır)
K
Batimetri [m]
Above -0.5
-1.0 - -0.5
-1.5 - -1.0
-2.0 - -1.5
-2.5 - -2.0
-3.0 - -2.5
-3.5 - -3.0
-4.0 - -3.5
-4.5 - -4.0
-5.0 - -4.5
-5.5 - -5.0
-6.0 - -5.5
-6.5 - -6.0
-7.0 - -6.5
-7.5 - -7.0
-8.0 - -7.5
-8.5 - -8.0
-9.0 - -8.5
-9.5 - -9.0
-10.0 - -9.5
-10.5 - -10.0
-11.0 - -10.5
-11.5 - -11.0
-12.0 - -11.5
-12.5 - -12.0
-13.0 - -12.5
-13.5 - -13.0
-14.0 - -13.5
-14.5 - -14.0
Below -14.5
Undefined Value
b)1 Yıl Sonrası
K
Batimetri [m]
Above -0.5
-1.0 - -0.5
-1.5 - -1.0
-2.0 - -1.5
-2.5 - -2.0
-3.0 - -2.5
-3.5 - -3.0
-4.0 - -3.5
-4.5 - -4.0
-5.0 - -4.5
-5.5 - -5.0
-6.0 - -5.5
-6.5 - -6.0
-7.0 - -6.5
-7.5 - -7.0
-8.0 - -7.5
-8.5 - -8.0
-9.0 - -8.5
-9.5 - -9.0
-10.0 - -9.5
-10.5 - -10.0
-11.0 - -10.5
-11.5 - -11.0
-12.0 - -11.5
-12.5 - -12.0
-13.0 - -12.5
-13.5 - -13.0
-14.0 - -13.5
-14.5 - -14.0
Below -14.5
Undefined Value

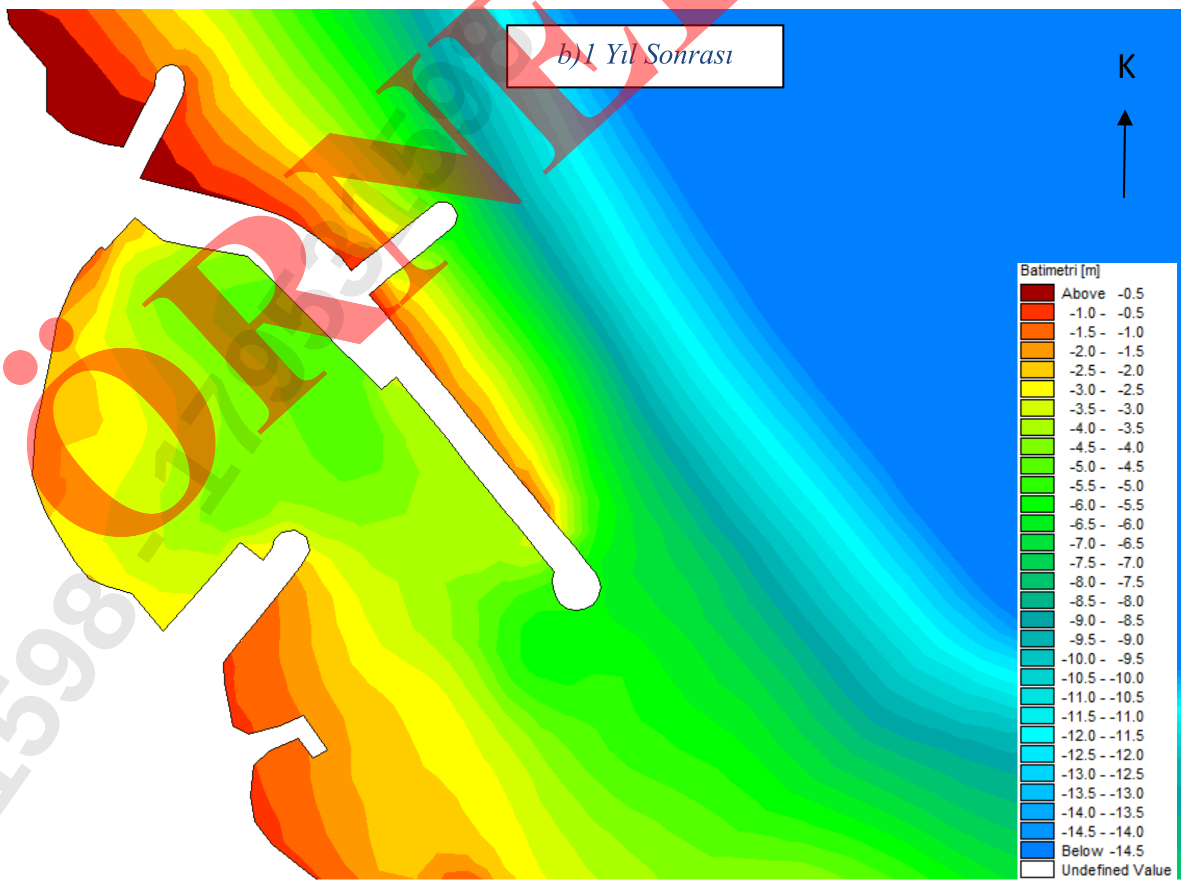
ÖRNEKTİR



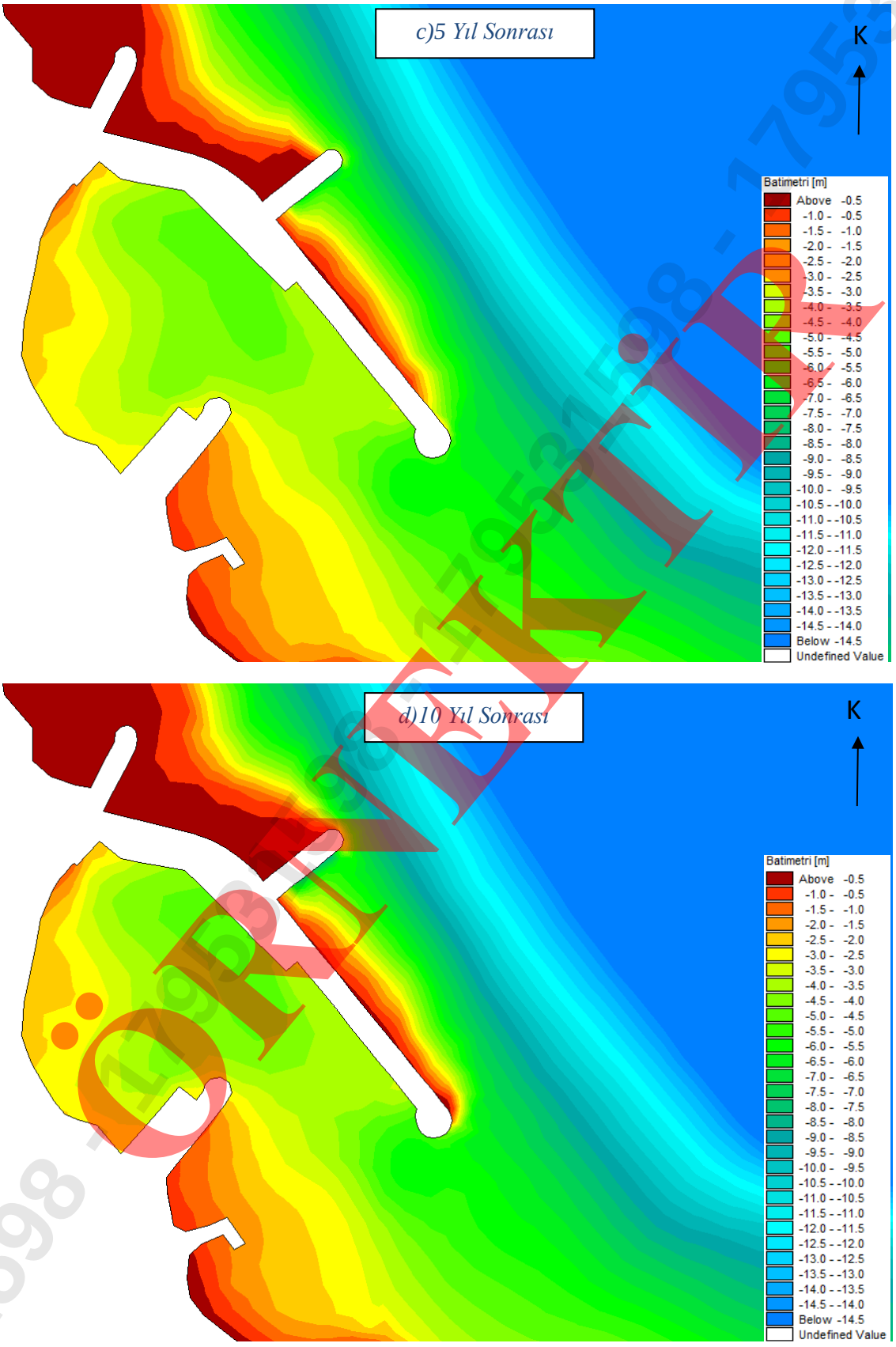
Şekil 6.26: *50 m Mahmuz Olması Durumunda Deniz Tabanı Değişimi Modellemesi Sonucu*

ÖRNEKTİR
17953598 - 17953598


a) Model Başlangıcı (Giriş Ağzı Bölgesi -4m Derinliğe Taranmıştır)
K
Batimetri [m]
Above -0.5
-1.0 - -0.5
-1.5 - -1.0
-2.0 - -1.5
-2.5 - -2.0
-3.0 - -2.5
-3.5 - -3.0
-4.0 - -3.5
-4.5 - -4.0
-5.0 - -4.5
-5.5 - -5.0
-6.0 - -5.5
-6.5 - -6.0
-7.0 - -6.5
-7.5 - -7.0
-8.0 - -7.5
-8.5 - -8.0
-9.0 - -8.5
-9.5 - -9.0
-10.0 - -9.5
-10.5 - -10.0
-11.0 - -10.5
-11.5 - -11.0
-12.0 - -11.5
-12.5 - -12.0
-13.0 - -12.5
-13.5 - -13.0
-14.0 - -13.5
-14.5 - -14.0
Below -14.5
Undefined Value


b)1 Yıl Sonrası
K
Batimetri [m]
Above -0.5
-1.0 - -0.5
-1.5 - -1.0
-2.0 - -1.5
-2.5 - -2.0
-3.0 - -2.5
-3.5 - -3.0
-4.0 - -3.5
-4.5 - -4.0
-5.0 - -4.5
-5.5 - -5.0
-6.0 - -5.5
-6.5 - -6.0
-7.0 - -6.5
-7.5 - -7.0
-8.0 - -7.5
-8.5 - -8.0
-9.0 - -8.5
-9.5 - -9.0
-10.0 - -9.5
-10.5 - -10.0
-11.0 - -10.5
-11.5 - -11.0
-12.0 - -11.5
-12.5 - -12.0
-13.0 - -12.5
-13.5 - -13.0
-14.0 - -13.5
-14.5 - -14.0
Below -14.5
Undefined Value

ÖRNEKTİR



Şekil 6.27: *85 m Mahmuz Olması Durumunda Deniz Tabanı Değişimi Modellemesi Sonucu*

17953159 - ÖRNEKTİR - 17953159 - 17953159

6.5.3. Model Sonuçlarının Yorumlanması ve Karşılaştırmalar

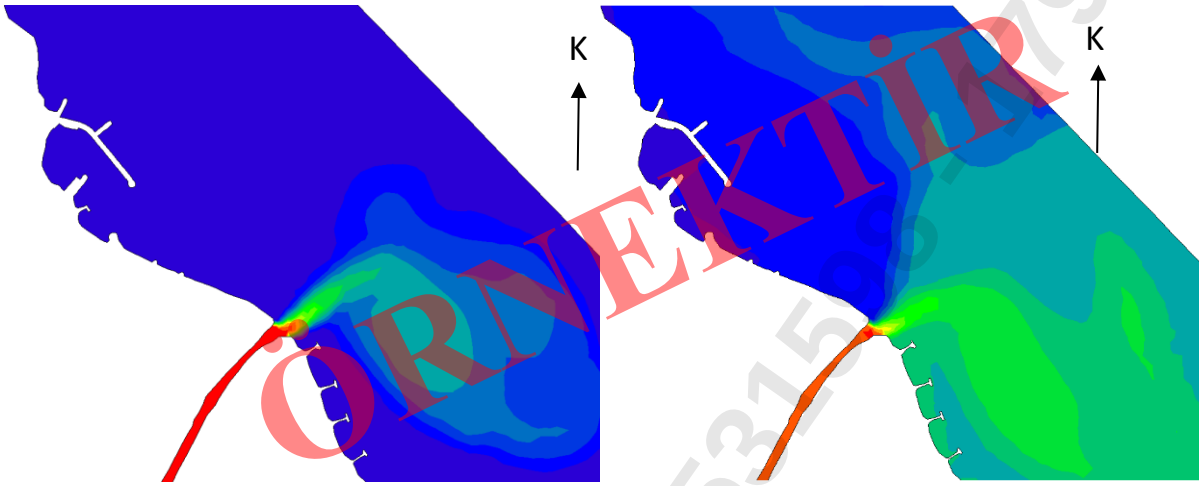
Kumlanma sayısal model çalışması sonucunda, 50 m uzunluğunda mahmuz olması durumunda KB→GD yönlü taşınan sedimanın mahmuz boyunu aşarak müzvara ilerlediği ve müzvar çevresinin mevcut durumdaki gibi sığlaşmaya devam ettiği görülmüştür. 10 yıllık sürede mahmuzun batı tarafında -0.40 m'ye kadar, mahmuz ile ana dalgakıran müzvarı arasında -0.5 m'ye kadar, ana dalgakıran müzvarının kara tarafında ise -1.0 m'ye kadar derinliklerin azaldığı hesaplanmıştır. Ana dalgakıran müzvarının kara tarafındaki sığlaşma, müzvar su çizgisinden karaya doğru 100 m uzunluktaki alanda etkili olmaktadır.

85 m uzunluğunda mahmuz olması durumunda, KB→GD yönlü taşınan sedimanın etkisinde sığlaşmanın mahmuz ucuna kadar ilerlediği, mahmuz boyunu aşmadığı görülmüştür. 10 yıllık sürede 85 m mahmuzun batı tarafında 50 m mahmuza göre daha büyük alanda sığlaşma meydana geldiği belirlenmiştir. 85 m mahmuz etkisinde doğuya doğru kıyı boyu taşınan sediman miktarında meydana gelen azalış ile ana dalgakıran müzvarının kara tarafına ilerleyen malzeme oldukça sınırlı kalmıştır. 10 yıllık sürede ana dalgakıran müzvarı ile mahmuz arasında -0.40 m'ye kadar derinlik azalması oluşmakta ancak sediman müzvarın kara tarafında tekne seyrine engel olacak kadar ilerlememektedir. 85 m mahmuz etkisinde ana dalgakıran müzvarının kara tarafındaki sığlaşma, müzvar su çizgisinden karaya doğru 20 m uzunluktaki alanda etkili olmaktadır. Bu doğrultuda uzun vadede (10 yıl) ……. Balıkçı Barınağındaki sığlaşma sorunu için ana dalgakıran üzerinde (Km:0+250) 85 m uzunluğunda bir mahmuz yapılmasının optimum çözüm olduğu değerlendirilmektedir. Yöredeki çok yoğun sediman taşınımı nedeniyle mahmuzun batı tarafındaki derinlikler -0.3 m mertebesine kadar inmektedir. Bu nedenle bütçe olanakları dahilinde mevcuttaki ve önerilen 85 m uzunluklarındaki mahmuzların batı taraflarında periyodik taramaların yapılması gerekmektedir. Taramaların yapılmaması durumunda barınak giriş ağzındaki sığlaşma sorunu ilerleyen yıllarda tekrar sorun haline gelecektir.

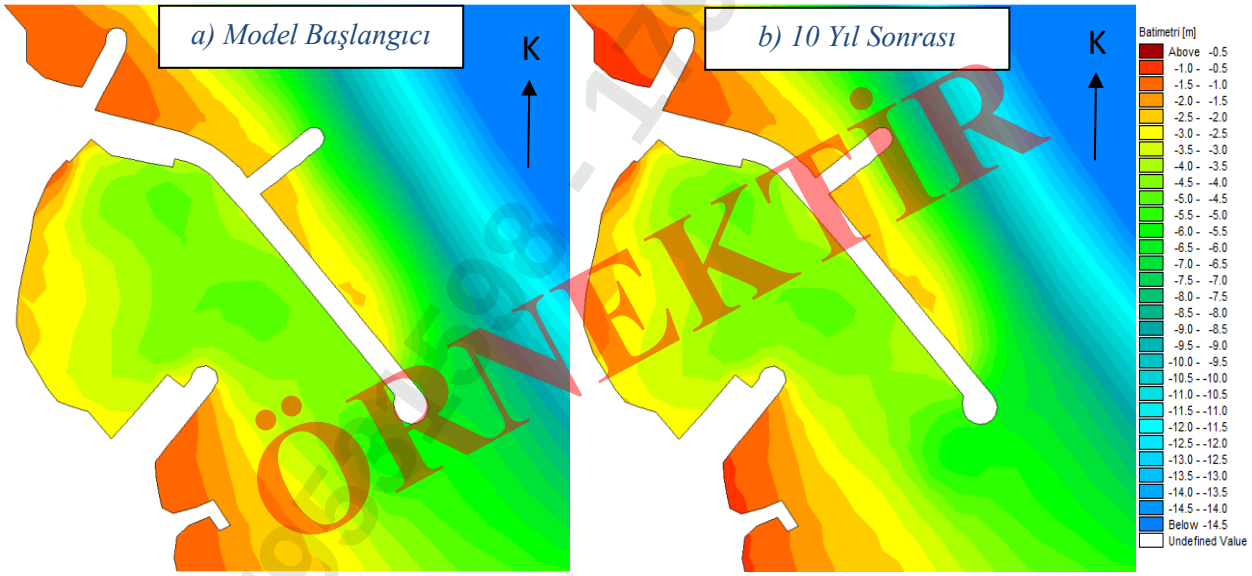
- **85 M Mahmuz Durumunda …….. Çayından Gelen Sedimanın Dağılımı**

85 m mahmuz olması durumunda …… çayından gelen sedimanın dağılımı için yapılan askıda sediman taşınımı modellemesinde dere malzemesinin KB→GD yönlü taşındığı ***(Şekil 6.28)*** *ve 10 yıllık sürede barınak giriş ağzı veya çevresinde belirgin bir sığlaşma meydana getirmediği hesaplanmıştır. Modelleme sonucunda …… çayının 10 yıllık sürede 85 m mahmuz olması*

*durumunda, barınak giriş ağzı bölgesinde 0.15-0.20 m sığlaşma oluşturabileceği belirlenmiştir (**Şekil 6.29**).*



***Şekil 6.28:**……. Çayından Gelen Sedimanın Dağılımı*



***Şekil 6.29:** ….. Çayından Gelen Sediman Etkisinde Barınaktaki Batimetri Değişimi*

ÖRNEKTİR
17953159 - 17953159 - 17953159

7. KİRLİLİK DAĞILIM MODELLEMESİ

Liman, yat limanı, balıkçı barınağı, çekek yeri vb. yarı kapalı basen alanlarında bu yapıları kullanan teknelerden, olası bir kaza veya herhangi bir ekstrem olay sonucu basen içerinde suya karışabilecek ve askıda yayılım gösterebilecek nitelikteki kirlilik unsurlarının dağılım ve temizlenme potansiyelinin incelendiği raporlarda bu bölüm yer almalıdır.

7.1. Modelleme Aşamaları

Dalga, Hidrodinamik ve Taşınım modellerinin etkileşimli olarak dikkate alınmasıyla proje alanında oluşması muhtemel kirlilik konsantrasyonlarının zamanla dağılımı benzeştirilmelidir. Başlangıç koşulu olarak, liman, barınak gibi yapıların oluşturduğu basen alanının tamamı veya rıhtım bölgelerinde %100 kirlilik konsantrasyonu varsayımı yapılmalı ve olumsuz koşulu temsil etmek üzere, rüzgâr ve dalga bakımından sakin olan bir döneme (örneğin yaz ayları) ait zaman serisi rüzgâr ve dalga verisi kullanılması önerilmektedir. Her yörenin kendi dalga iklimine ait sakin dönemi değişiklik gösterebileceğinden, sakin dönem olarak seçilen zaman aralığının neden seçildiği mevsimsel rüzgâr ve dalga gülleri dikkate alınarak raporda belirtilmelidir. Ek olarak gelgit su seviyesi değişimleri mareograf verilerinden sağlanabilir.

PIANC (World Association for Waterborne Transport Infrastructure) tarafından kirli suyun temizlenmesi için gereken sürenin 4-10 gün arasında olması önerilmektedir. Bu aralıkta 4 gün en iyi durumu, 7 gün optimal durumu, 10 gün ise kabul edilebilecek maksimum süreyi temsil etmektedir. Çalışılan proje için literatürde yer alan farklı temizlenme kriterleri de dikkate alınabilir. Raporda hangi kriterin esas alındığı belirtilmelidir. Buna göre yeterli sürede temizlenmenin gerçekleşemediği durumlarda sirkülasyon kanalı/kanalları yapılması durumuna ilişkin modellemeler de yapılarak kanalların etkinliği değerlendirilmelidir. Model süresi 1 aylık zaman diliminden az olmayacaktır. Modelde sadece gelgit etkisi ile çalışma yapılmayacaktır. Rüzgâr-dalga kaynaklı akıntıların etkisi ile birlikte incelenecektir. Örneğin 1 aylık zaman serisi rüzgâr-dalga verisi modele girilerek bu değerler etkisinde oluşacak akıntı dağılımlarının etkisi incelenecek, kirlilik konsantrasyonlarındaki değişim gelgit ve rüzgâr-dalga kaynaklı bu akıntıların bütünleşik etkisine göre hesaplanacaktır.

Mevcut yapıların yakınında başka kıyı yapısı projelerinin ilave edilmesi durumunda bu yapıların yakınındaki diğer mevcut barınak vb. alanlarda oluşturacağı kirlilik ve temizlenme potansiyelinde oluşturacağı değişim etkisi de incelenmelidir.

7.2. Sonuçların Gösterimi

Modelleme sonucunda, incelenen alternatif durumlar için liman baseninde hesaplanan ortalama temizlenme yüzdeleri ilerleyen zamana göre tablo halinde verilmeli, ayrıca konsantrasyon dağılımları alansal olarak görsel şekilde de sunulmalıdır. Görsellerdeki lejant skalası aynı olmalı, böylece ilerleyen zamana göre ve alternatif durumlara göre değişim ayırt edilebilmelidir. Görseller görünür ve anlaşılır çözünürlükte sunulmalıdır.

7.3. Örnek Kirlilik Dağılım Sayısal Model Çalışması -1

7.3.1. Model Yapılan Yörenin Tanıtımı

Liman içi kirlilik modellemesi, sayısal model yazılımının, …….. ve …… modülleri bir arada kullanılarak çalışılmıştır. Modellemede gelgit ve ayrıca rüzgâr ve dalga kaynaklı akıntılar etkisinde yanaşma yerlerinde teknelerden kaynaklı oluşabilecek kirliliğin dağılımı ve taşınımı incelenmiştir.

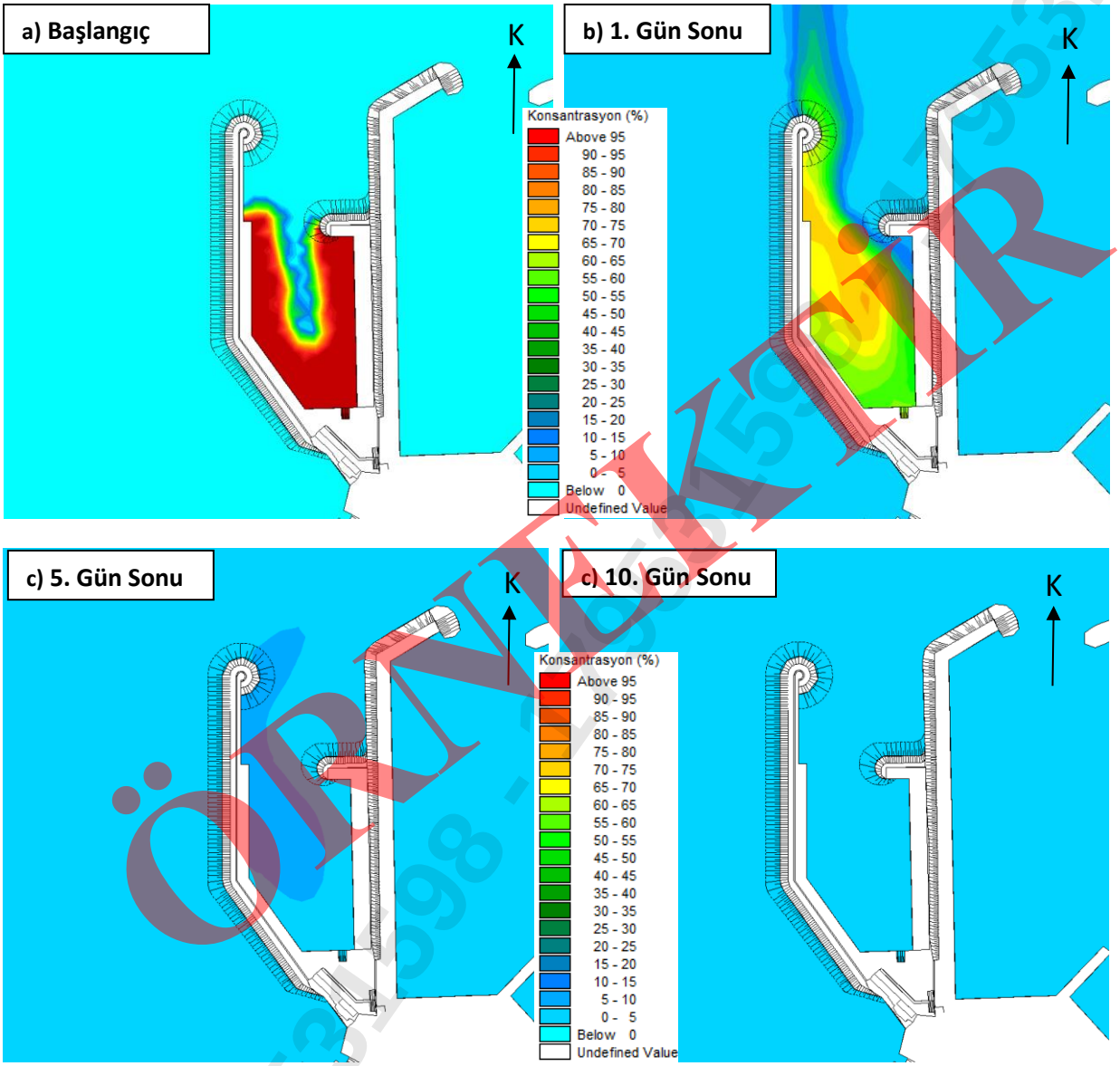
7.3.2. Modelin Oluşturulması

Modellemede denizin en sakin kaldığı yaz günlerine ait 1 aylık dalga ve rüzgâr verileri kullanılarak kirliliğin dağılımı incelenmiştir. Modellemede ana dalgakıranın 30 m uzatılmış durumu (alternatif) dikkate alınmıştır.

7.3.3. Model Sonuçlarının Yorumlanması ve Karşılaştırmalar

Liman içi kirlilik modellemesi sonucunda, barınak baseninin doğal yollar (rüzgâr ve dalga) ile 1. günün sonunda genel olarak % 50 oranında temizlenebildiği belirlenmiştir. 5. günün sonunda basendeki ortalama temizlenmenin % 95 mertebesine ulaştığı, 10. günün sonunda ise basenin % 99 temizlenebildiği belirlenmiştir. Modellemeye ait görseller ***Şekil 7.1****'de görülmektedir.*

17953159 8 - 17953159 8 - 17953159 8 - 17953159 8



Şekil 7.1: *Liman İçi Kirlilik Modellemesi Sonuçları*

7.4. Örnek Kirlilik Dağılım Sayısal Model Çalışması -3

7.4.1. Model Yapılan Yörenin Tanıtımı

Yat Limanında oluşabilecek kirliliğin zaman içindeki değişimi, sayısal model yazılımının …… modülü, …… modülü ve …… modülü ile etkileşimli kullanılarak belirlenmiştir. Bu kapsamda çekek yeri ve tüm yanaşma yerlerinin olduğu basen alanında %100 kirlilik konsantrasyonu tanımlanmış ve denizin en sakin kaldığı yaz günlerine ait dalga ve rüzgâr verileri kullanılarak kirliliğin dağılımı araştırılmıştır.

ÖRNEKTİR

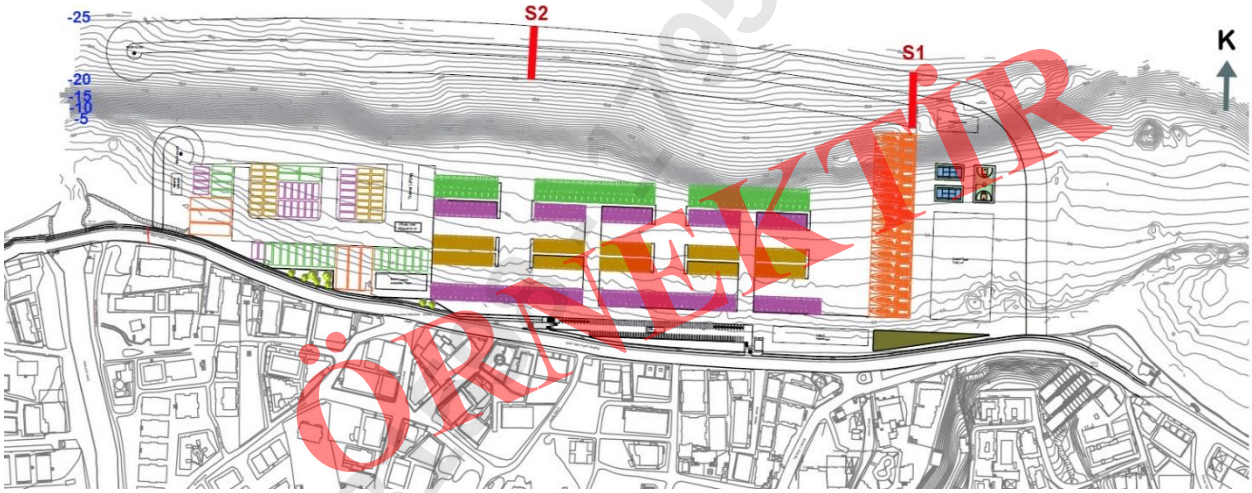
7.4.2. Modelin Oluşturulması

Bu kapsamda 01.07.2018-31.08.2018 dönemine ait ECMWF verileri dikkate alınmış olup örnek olarak seçilen bu dönem, düşük düzeyde rüzgâr ve dalga varlığın olduğu, kirliliğin dağılımı bakımından olumsuz koşulun temsil edilebileceği durumu kapsamaktadır. Bu iki aylık dönemde açık deniz dalga yüksekliğinin 80 cm'nin üzerine hiç çıkmadığı, rüzgâr hızının ise 3 – 4 m/s civarında seyrettiği, sadece birkaç kez en fazla 8 m/s mertebesine ulaştığı görülmektedir. Yat Limanı Projesinde;

a) Sirkülasyon kanalı olmaması,

*b) **Şekil 7.2**'de belirtilen 1 adet (S1) menfez şeklinde sirkülasyon kanalı olması*

*c) **Şekil 7.2**'de belirtilen 2 adet (S1 ve S2) sirkülasyon kanalarının olması durumları incelenmiştir.*



Şekil 7.2: *... Yat Limanı Muhtemel Sirkülasyon Kanalı Konumları*

7.4.3. Model Sonuçlarının Yorumlanması ve Karşılaştırmalar

*Modelleme sonucunda, incelenen üç farklı durum için 2 aylık sürede yat limanı baseninde hesaplanan ortalama temizlenme yüzdeleri **Tablo 7.1**'de verilmiştir. Barınak baseninde hesaplanan kirliliğin zamanla dağılımı **Şekil 7.3 - Şekil 7.4 - Şekil 7.5**'teki gibi elde edilmiştir.*

Tablo 7.1: *Yat Limanı Baseninde Tanımlanan Kirliliğin Zamanla Temizlenme Yüzdeleri (%)*

	2.Gün	4.Gün	7.Gün	10.Gün	20.Gün	30.Gün	45.Gün	60.gün
Sirkülasyon Kanalsız	36.59	42.64	50.02	58.22	77.61	86.59	95.21	97.93
1 Adet Kanal (S1)	41.97	50.16	59.14	67.24	86.06	91.83	98.52	99.57
2 Adet Kanal (S1 ve S2)	47.02	55.72	64.11	71.76	88.32	93.34	99.01	99.72

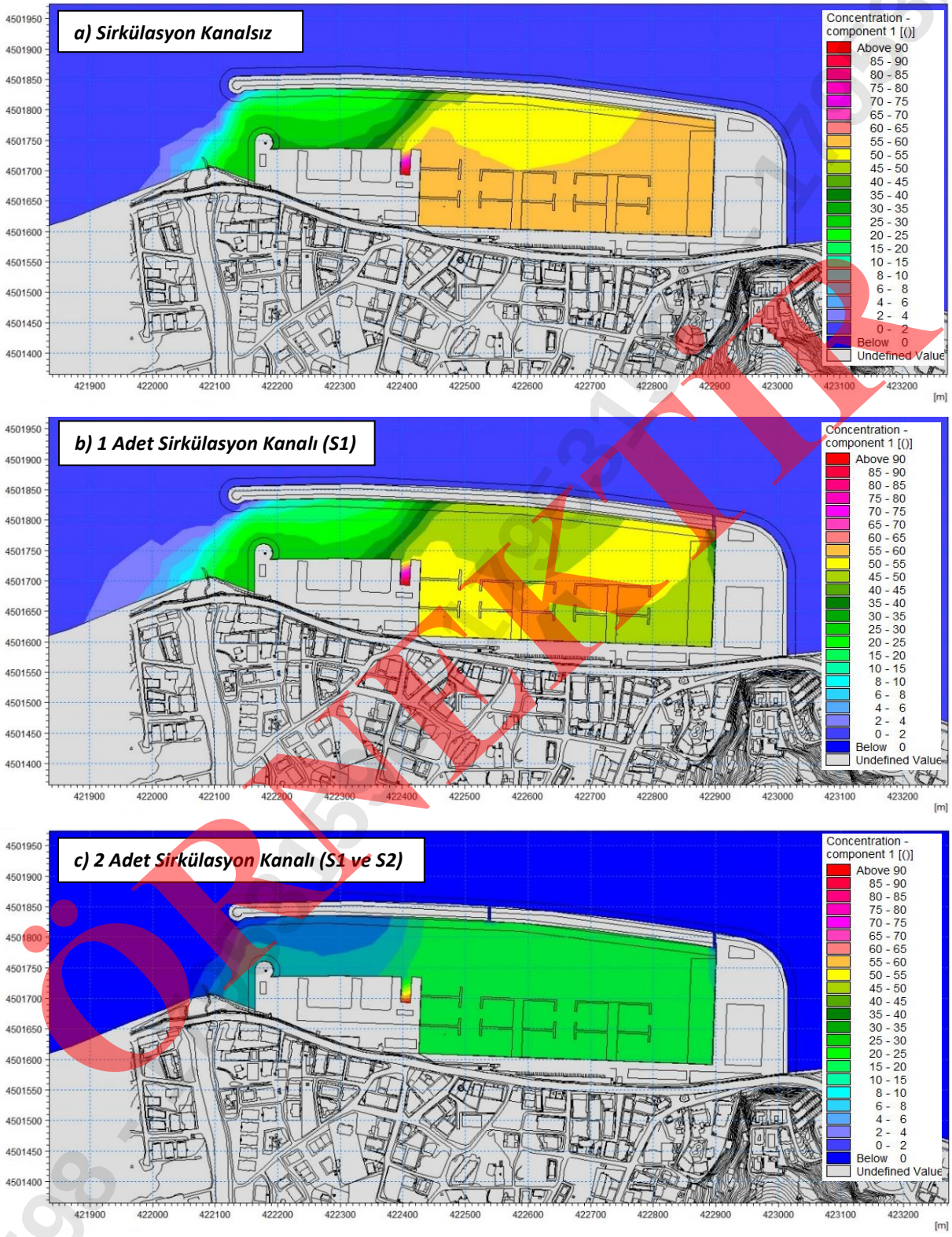
ÖRNEKTİR

Yörede rüzgâr ve dalga ikliminin sakin gerçekleştiği yaz aylarında basen içerisinde akıntı hızlarının 0.01 m/sn'nin altında gerçekleştiği görülmektedir.

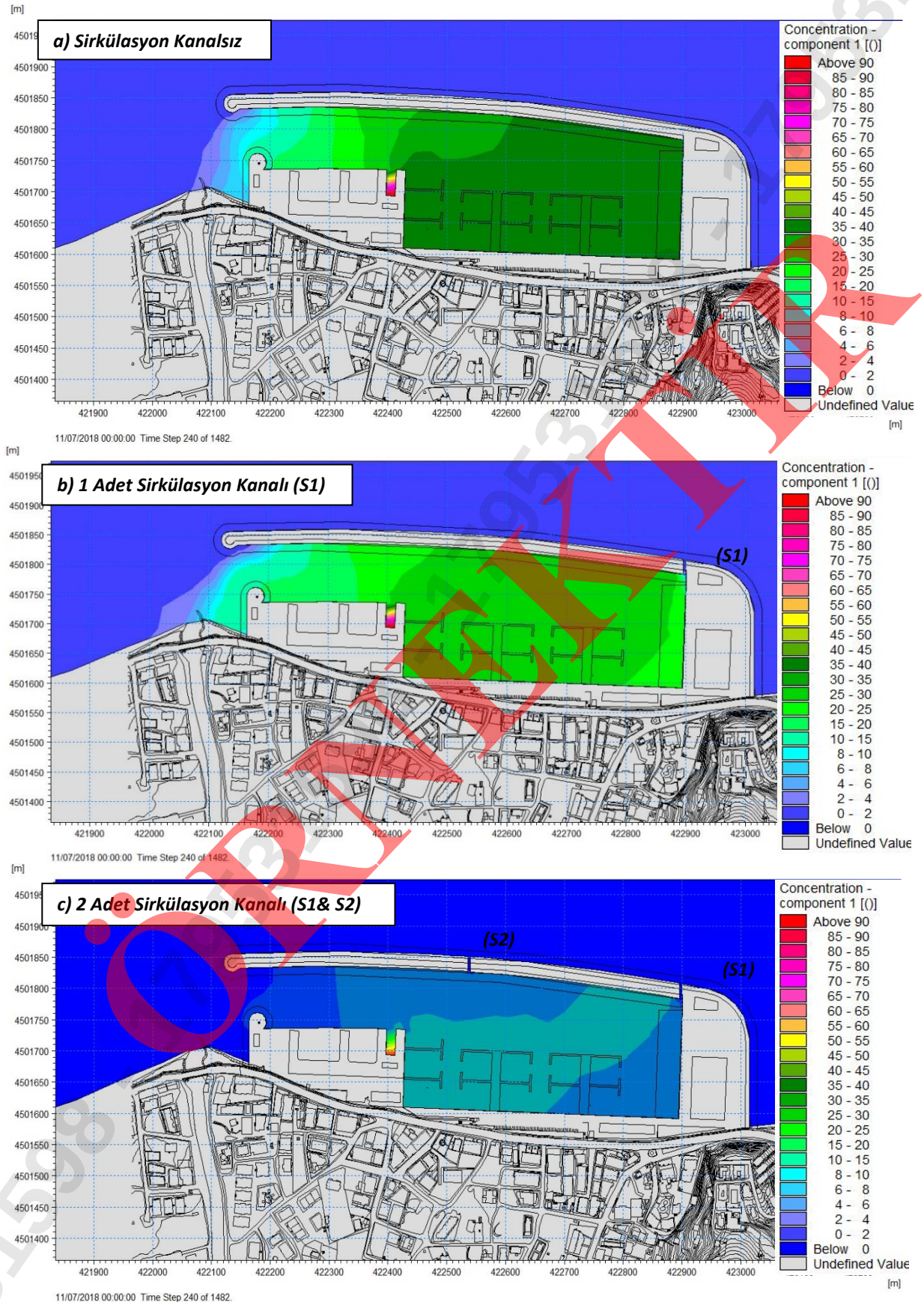
PIANC (World Association for Waterborne Transport Infrastructure) tarafından kirli suyun temizlenmesi için gereken sürenin 4-10 gün arasında olması önerilmektedir. Bu aralıkta 4 gün en iyi durumu, 7 gün optimal durumu, 10 gün ise kabul edilebilecek maksimum süreyi temsil etmektedir.

Modelleme sonuçlarına göre; yat limanında sirkülasyon kanalı olmaması durumunda, liman baseninin büyüklüğü, özellikle rüzgâr ve dalga hareketleri bakımından sakin dönemlerde çok düşük düzeyde akıntı oluşumları ile olası kirlenme halinde temizlenmenin zor olduğu görülmüştür. ***Şekil 7.2****'de belirtilen S1 sirkülasyon kanalının yapılması durumunda basen içi su sirkülasyonunun nispeten daha iyi düzeye geldiği, S1 ve S2 kanallarının birlikte yapılması durumunda temizlenme hızının daha arttığı görülmekte olup iki adet sirkülasyon kanalının inşa edilmesi önerilmektedir.*

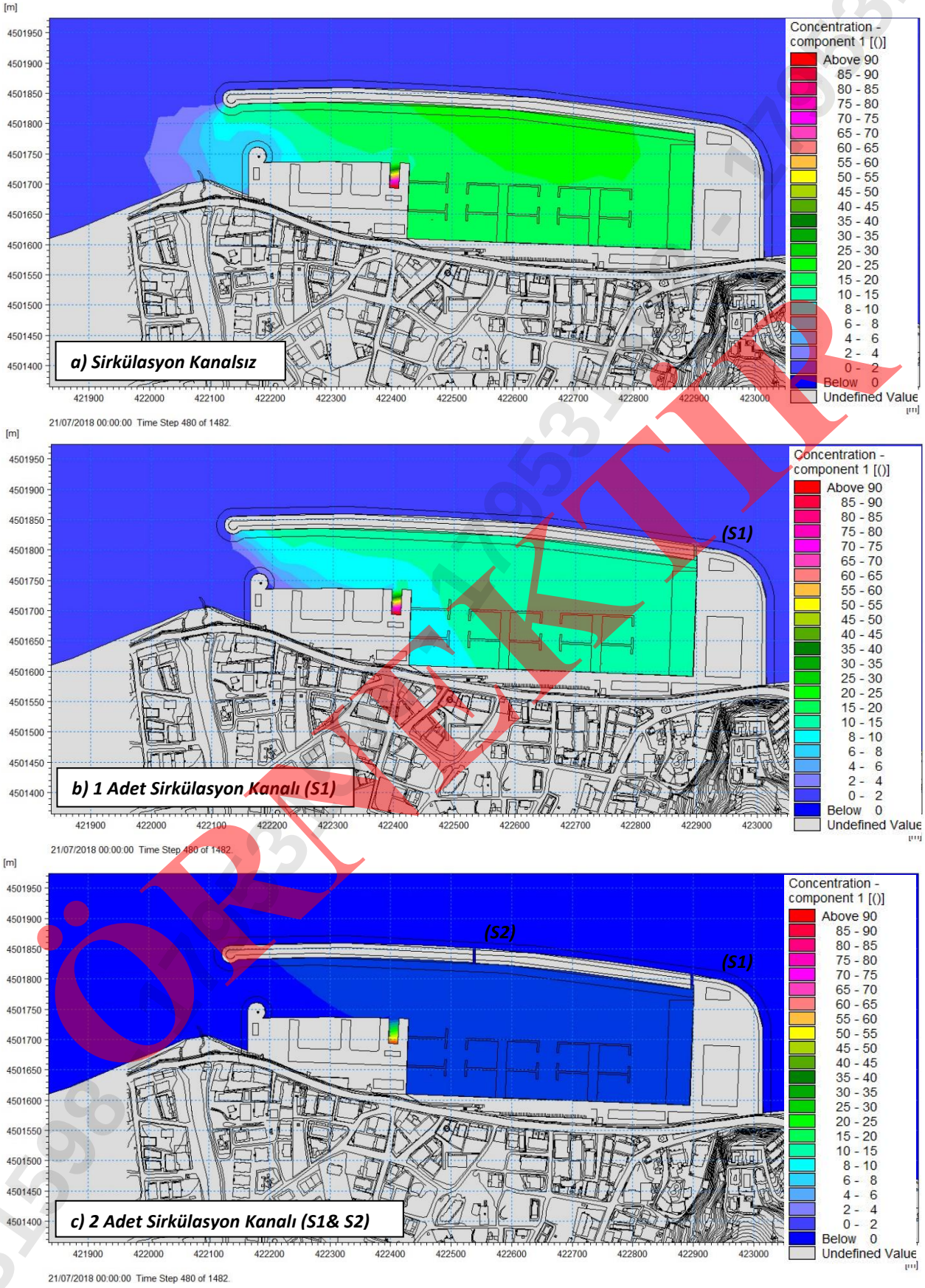
17953159 8 - 17953159 8 - 17953159 8 - 17953159 8



Şekil 7.3: *t=2 Gün Sonra Kirlilik Konsantrasyonunun Dağılımı*



Şekil 7.4: *t=10 Gün Sonra Kirlilik Konsantrasyonunun Dağılımı*



Şekil 7.5: *t=20 Gün Sonra Kirlilik Konsantrasyonunun Dağılımı*

7.5. Örnek Kirlilik Dağılım Sayısal Model Çalışması -3

7.5.1. Model Yapılan Yörenin Tanıtımı

Liman içi kirlilik modellemesi ……. modülü, ……. modülü ve ……. modülü bir arada kullanılarak çalışılmıştır. Modellemede rüzgâr ve dalga kaynaklı akıntılar etkisinde yanaşma yerlerinde teknelerden kaynaklı oluşabilecek kirliliğin dağılımı ve taşınımı incelenmiştir.

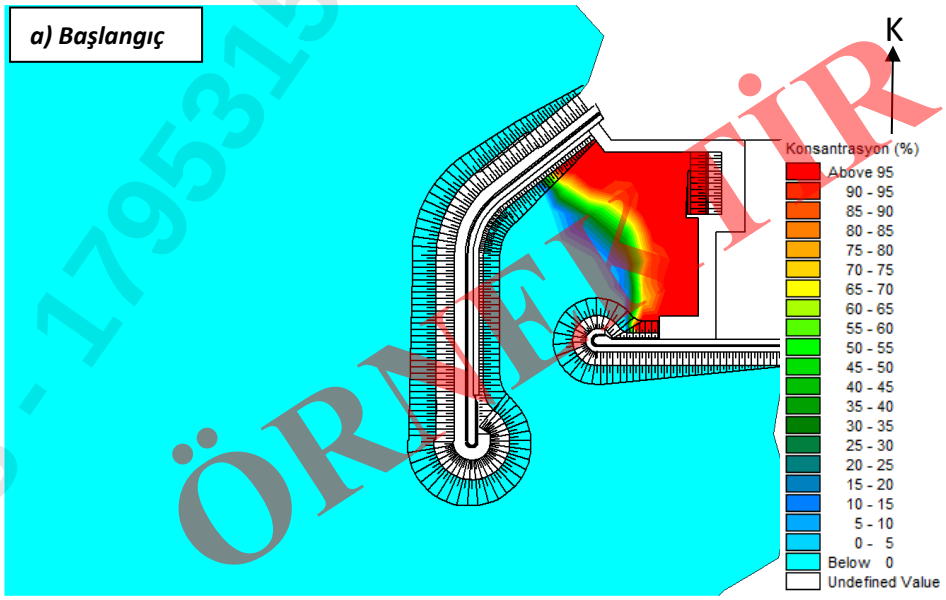
7.5.2. Modelin Oluşturulması

Modellemede denizin en sakin kaldığı yaz günlerine ait 1 aylık dalga ve rüzgâr verileri kullanılarak kirliliğin dağılımı araştırılmıştır. Modellemede ana dalgakıranın 20 m uzatılmış durumu (alternatif-1) dikkate alınmıştır.

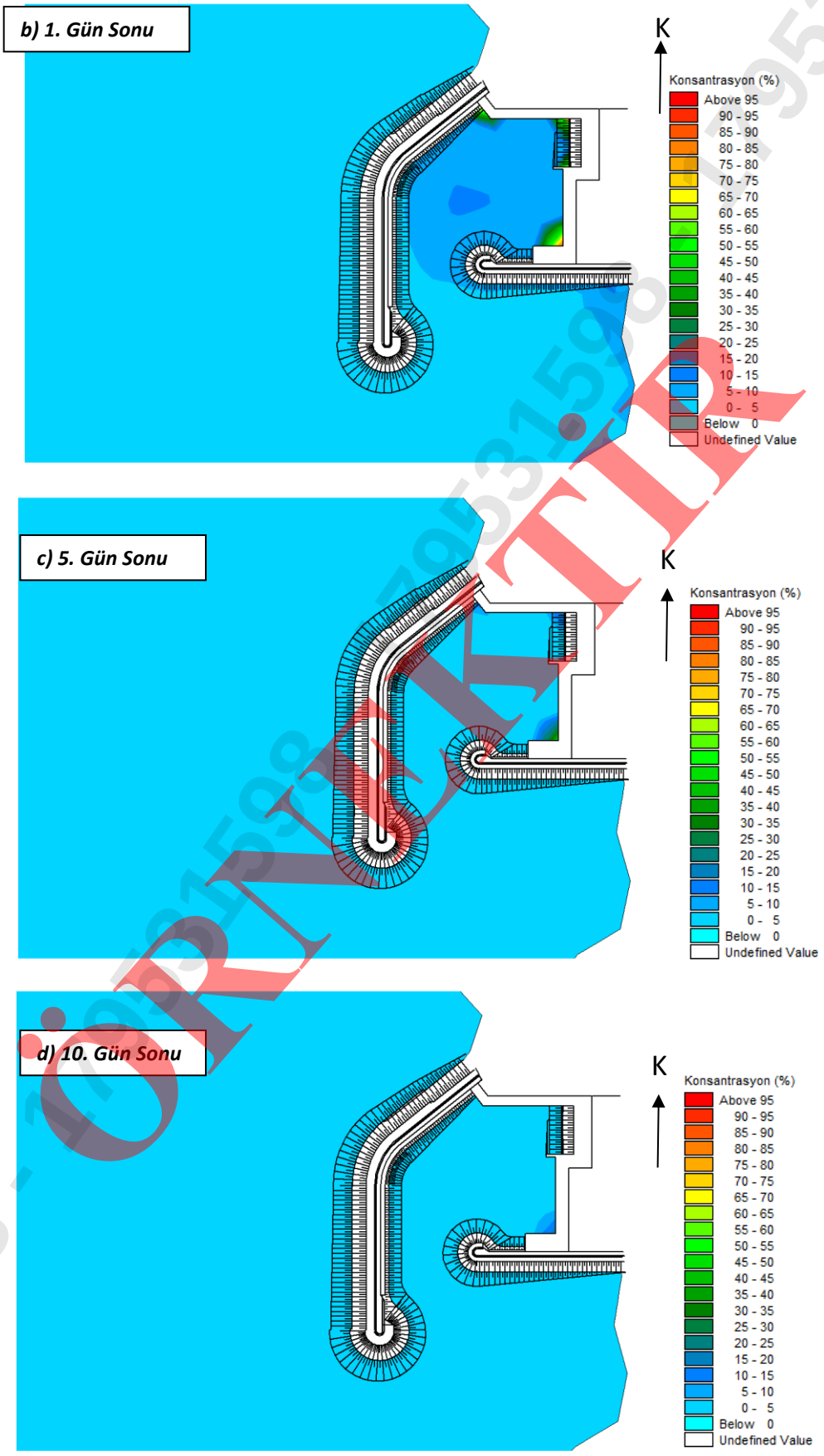
7.5.3. Model Sonuçlarının Yorumlanması ve Karşılaştırmalar

Liman içi kirlilik modellemesi sonucunda, barınak baseninin doğal yollar (rüzgâr ve dalga) ile 1. günün sonunda genel olarak % 80 oranında temizlenebildiği belirlenmiştir. Ancak basenin köşe noktalarında kirlilik alanlarının kaldığı görülmüştür. 5. günün sonunda basendeki ortalama temizlenme % 95 mertebesine çıkmış köşe bölgelerde de kirlilik azalmıştır. 15. günün sonunda ise basenin % 99 temizlenebildiği görülmüştür.

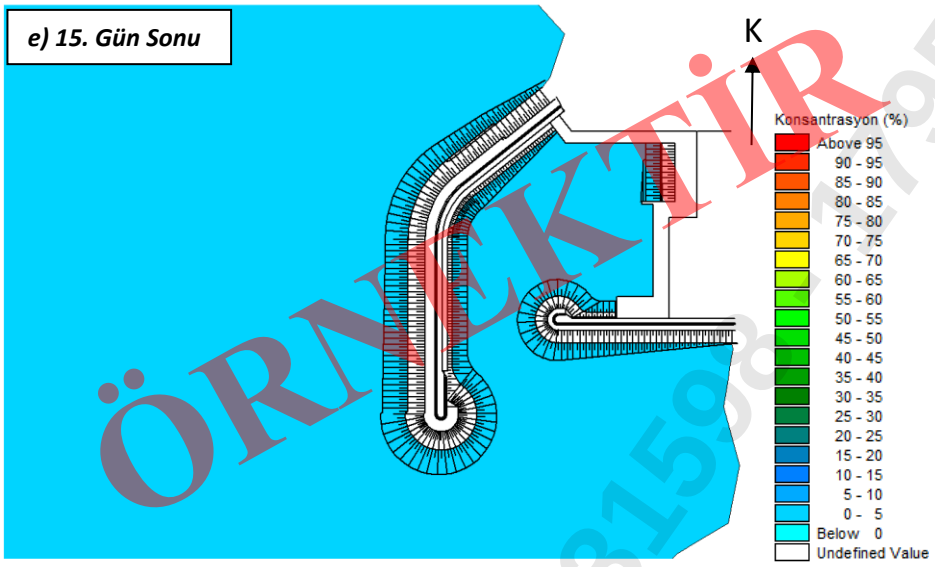
*Modellemeye ait görseller **Şekil 7.6**'da görülmektedir.*



ÖRNEKTİR
17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159


b) 1. Gün Sonu
K
Konsantrasyon (%)
Above 95
90 - 95
85 - 90
80 - 85
75 - 80
70 - 75
65 - 70
60 - 65
55 - 60
50 - 55
45 - 50
40 - 45
35 - 40
30 - 35
25 - 30
20 - 25
15 - 20
10 - 15
5 - 10
0 - 5
Below 0
Undefined Value
c) 5. Gün Sonu
K
Konsantrasyon (%)
Above 95
90 - 95
85 - 90
80 - 85
75 - 80
70 - 75
65 - 70
60 - 65
55 - 60
50 - 55
45 - 50
40 - 45
35 - 40
30 - 35
25 - 30
20 - 25
15 - 20
10 - 15
5 - 10
0 - 5
Below 0
Undefined Value
d) 10. Gün Sonu
K
Konsantrasyon (%)
Above 95
90 - 95
85 - 90
80 - 85
75 - 80
70 - 75
65 - 70
60 - 65
55 - 60
50 - 55
45 - 50
40 - 45
35 - 40
30 - 35
25 - 30
20 - 25
15 - 20
10 - 15
5 - 10
0 - 5
Below 0
Undefined Value

ÖRNEKTİR



Şekil 7.6: *Liman İçi Kirlilik Modellemesi Sonuçları*

ÖRNEKTİR
17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159

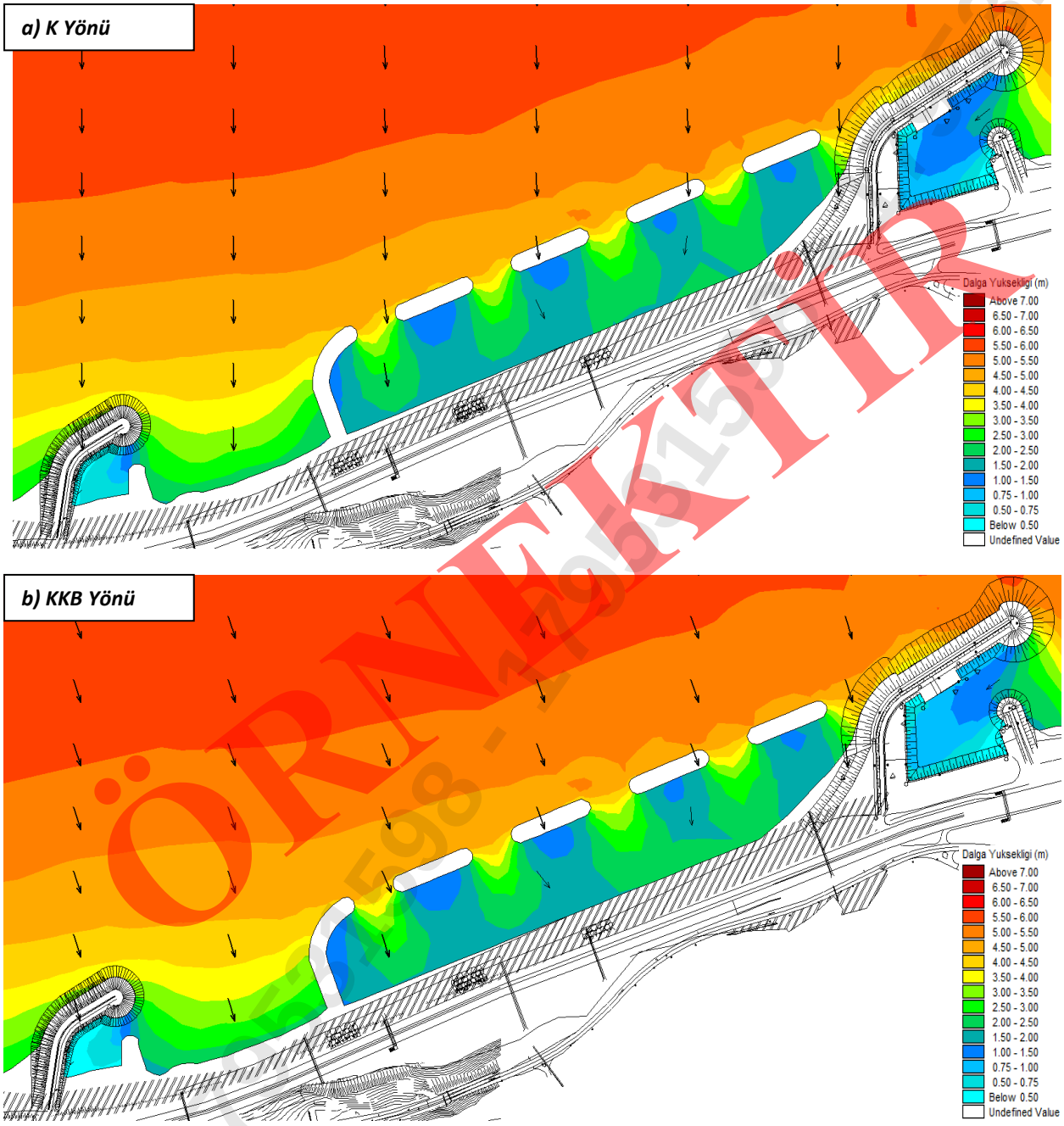
8. TASARIM DALGASI

Bu bölüm her raporda bulunması gereken bir bölüm değildir. Ancak raporun içerisindeki herhangi bir sayısal model bölümünde bir yapı tasarımı, onarımı veya ek yapısal bir öneri getirilmiş ise bu bölüm, çalışılan tüm sayısal modellemelerin sonrasında sonuç bölümünden hemen önce verilmelidir. Söz konusu yapısal ilaveler için yapıların topuk çizgisi civarındaki dalga verileri belirlenmelidir. Topuk çizgisi boyunca bir hat üzerinden dalga verileri okunarak elde edilen en büyük değer yapı önü tasarım dalga yüksekliği olarak sunulmalıdır. Hesaplanan dalga parametreleri yapının farklı bölümleri (başlangıçtan kurba kadar, kurp bölgesi, kurp müzvar arası, müzvar bölgesi vb.) için tablo halinde sunulmalı, bunun yanı sıra tasarım dalgasının dağılım görselleri verilmelidir. Tasarım koşulu olarak dalgaların kırılma veya kırılmama durumu da belirtilmelidir. Ayrıca yöreye ait yüksek su seviyesinin de literatür ve KYPTTE (2016) kriterlerine göre hesaplanması ve yapılan hesap ile sonucunun da bu bölümde belirtilmesi gerekmektedir. Yapı önü tasarım dalga parametresi modellemesi Yüksek Su Seviyesi koşulunda yapılmalıdır.

Örnek Metin 1:

Yapı tasarımına yönelik olarak Rp=50 yıl yineleme dönemli dalgaların, transformasyon modeli sonucunda yapı önüne ulaşan parametreleri tespit edilmiştir. Yapı önü en büyük dalga yüksekliklerinin K ve KKB yönlü dalgaların etkisinde oluştuğu görülmüştür. Etken dalga yönleri için yapılan dalga transformasyon modellemesine ait sonuçlar ***Şekil 8.1****'de görülmektedir. Yapı önü dalga yüksekliği Ayrık dalgakıranlar ve L mahmuzun Km:0+80 ila 0+160 m arası için Hs= 5.00 m, L mahmuzun Km:0+00 ila 0+80 m arası için Hs= 3.50 m olarak hesaplanmaktadır. Tasarımda kırılan dalga koşulu geçerlidir. Yöredeki yüksek su seviyesi yapı önü -6 m derinliğe göre +1.22 m olarak hesaplanmıştır.*

17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159

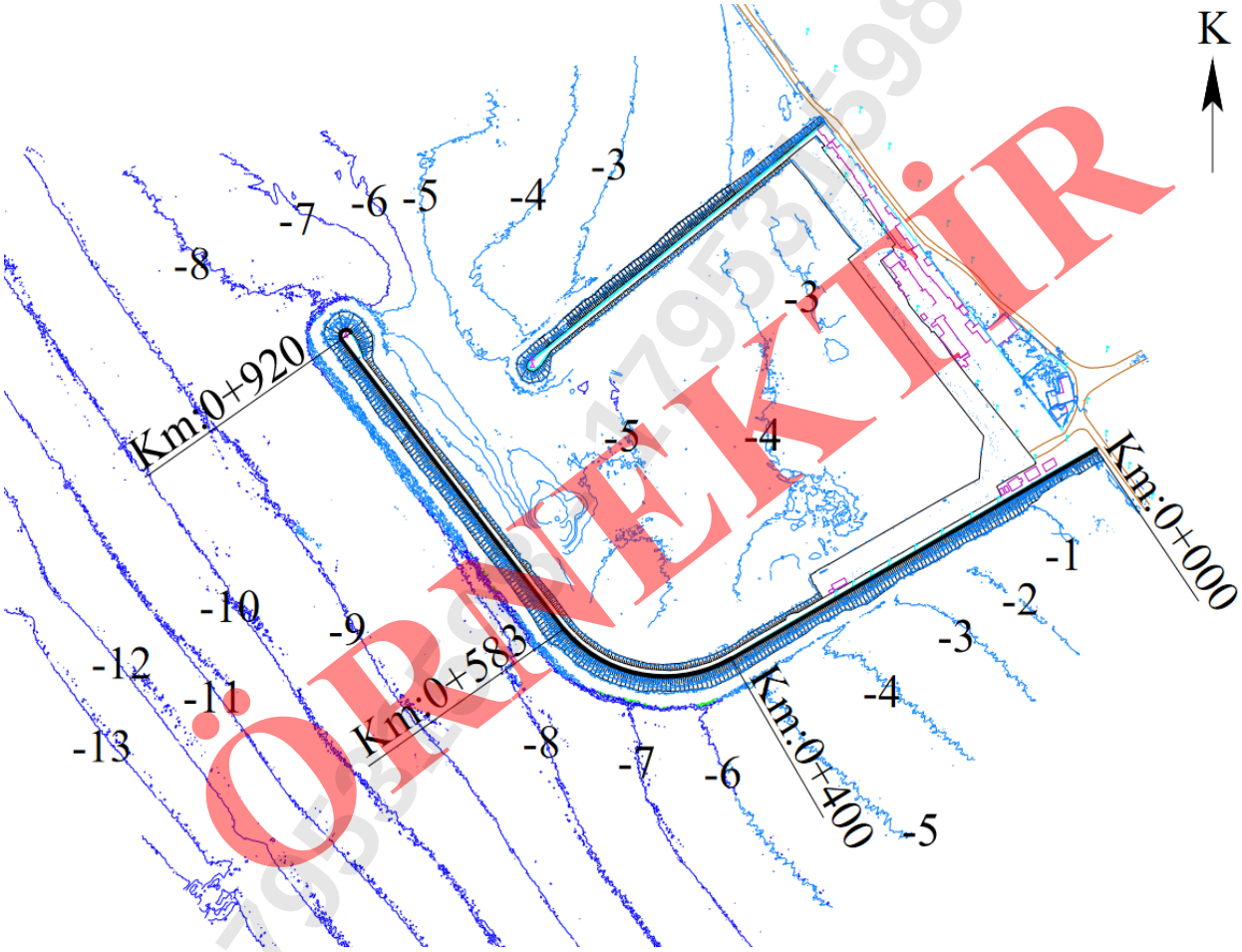


Şekil 8.1: *50 Yıllık Tasarım Dalgasının Yapıların Çevresindeki Dağılımı*

ÖRNEKTİR

Örnek Metin 2:

Dalga transformasyonu …… programı kullanılarak yapılmıştır. ……. Balıkçı Barınağı için yapılan dalga transformasyonu neticesinde yapı önü tasarım dalga değerleri ana dalgakıranın ***Şekil 8.2****'de belirtilen kısımları için* ***Tablo 8.1****'de sunulmuştur. Modelleme sonucunda yapı önünde en büyük değerlerin GB yönünden gelen dalgalar etkisinde oluştuğu belirlenmiştir. Modelleme sonuçları* ***Şekil 5.1****'de görülmektedir. Tasarımda kırılan dalga koşulu geçerlidir.*



Şekil 8.2: *……. Balıkçı Barınağı Vaziyet Planı ve Güncel Batimetrik Durumu*

Tablo 8.1: *Ana Dalgakıran Yapı Önü Tasarım Dalga Yükseklikleri*

	Km:0+000-0+400 (Başlangıç-Kurp Arası)	Km:0+400-0+583 (Kurp)	Km:0+583-0+920 (Kurp-Müzvar Arası)	Km:0+920 (Müzvar)
Hs (m)	3.00	4.40	4.40	4.40
Tm (sn)	9.08	9.04	9.04	9.04

ÖRNEKTİR

8.1. Yüksek Su Seviyesinin Hesaplanması

Yüksek Su Seviyesi (YSS) hesaplanırken dikkate alınması gereken etkiler Kıyı Yapıları Planlama ve Tasarım Teknik Esaslarında aşağıdaki sırayla listelenmiştir.

a) Gel-git
b) Mevsimsel Değişiklikler
c) Rüzgâr Kabarması
d) Dalga Kabarması
e) Küresel İklim Değişimine Bağlı Su Seviyesi Değişmesi
f) Barometrik ve Coriolis Etkileri

Listelenen hususlar ayrı başlıklar halinde incelenerek YSS değeri hesaplanmıştır. Örnek olarak hesaplanan değer dalga transformasyonu çalışmasında kullanılmıştır.

- ***Gel -Git***

Gel-git, Ay, Güneş ve Dünya'nın hareketlerinin birleşik etkisinden kaynaklanan deniz seviyelerinin yükselmesi veya alçalması olayıdır. Türkiye kıyılarında gelgit 0.10-0.30 m aralığındadır. Çalışma alanı için ortalama değer olarak gel-git etkisi 0.20 m alınmıştır.*

- ***Mevsimsel Değişimler***

Okyanuslar arasındaki su dengesindeki değişiklikler, nehir akıntıları ve taşkınlar, sıcaklık ve tuzluluğa bağlı mevsimsel su yoğunluğu değişiklikleri, aşırı yağış veya buharlaşma nedeniyle ortalama su seviyesi mevsimden mevsime değişim göstermektedir. Türkiye kıyıları için dikkate alınabilecek mevsimsel değişim tahminleri ***Tablo 8.2****'de listelenmiştir. Çalışma sahasının Akdeniz'de olması nedeniyle mevsimsel değişimler ±0.17 m olarak alınmıştır (Güler H. G., 2014).*

Tablo 8.2: *Mevsimsel Değişimlere Göre Ortalama Su Seviyesindeki Muhtemel Değişimler*

Bölge	Su Seviyesindeki Değişim
Karadeniz	±0.19 m
Marmara Denizi	±0.18 m
Akdeniz	±0.17 m
Ege Denizi	±0.08 m

ÖRNEK TİR

- ***Rüzgâr Kabarması***

Çalışma alanındaki rüzgâr kabarması kaynaklı su seviyesi artışı (η_0), Kıyı Yapıları Planlama ve Tasarım Teknik Esaslarında belirtilen ve aşağıda verilen formül kullanılarak hesaplanmıştır.

17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159

$$\eta_0 = k * \frac{F}{d} * (U * cos\ (\theta))^2$$

$\eta_0 = su\ seviyesi\ artışı\ (cm)$

$k = 0.048$

$d = Feç\ boyunca\ ortalama\ su\ derinliği\ (m)$

$F = feç\ mesafesi\ (km)$

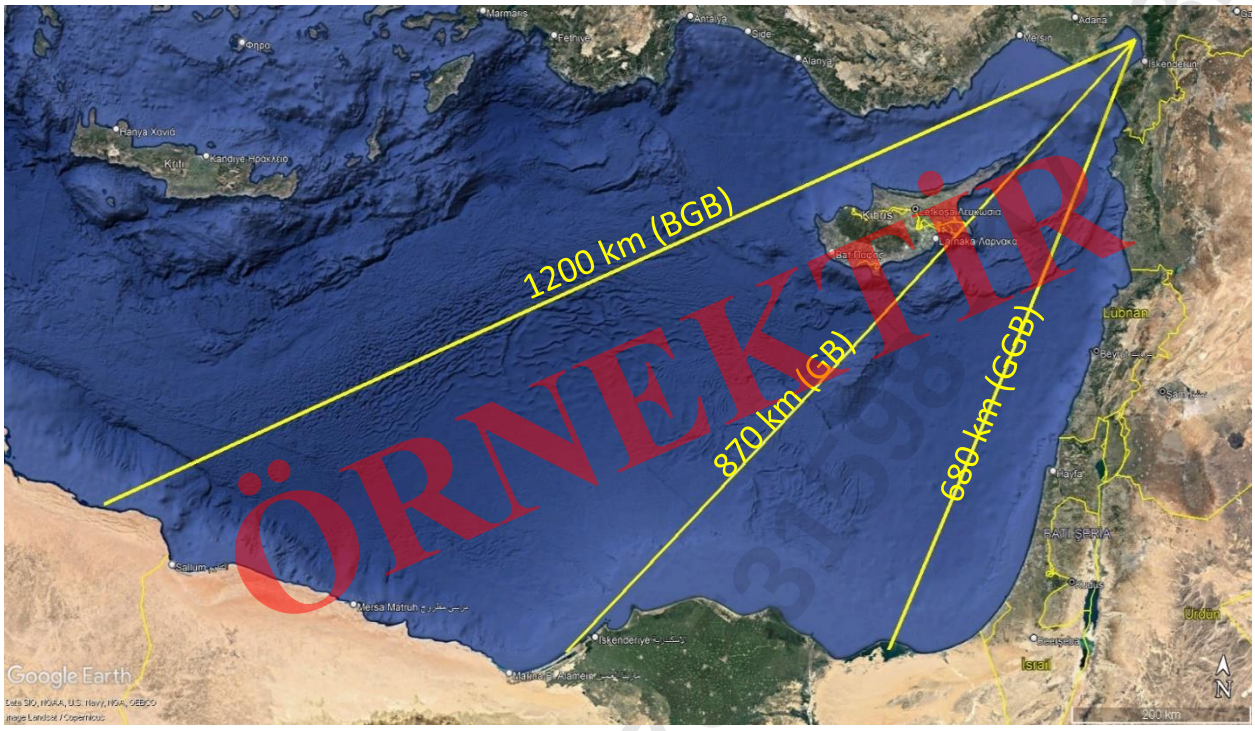
$u = Rüzgar\ hızı\ (m/s)$

$\theta = kıyı\ normali\ rüzgar\ yönü\ arasındaki\ açı\ (derece)$

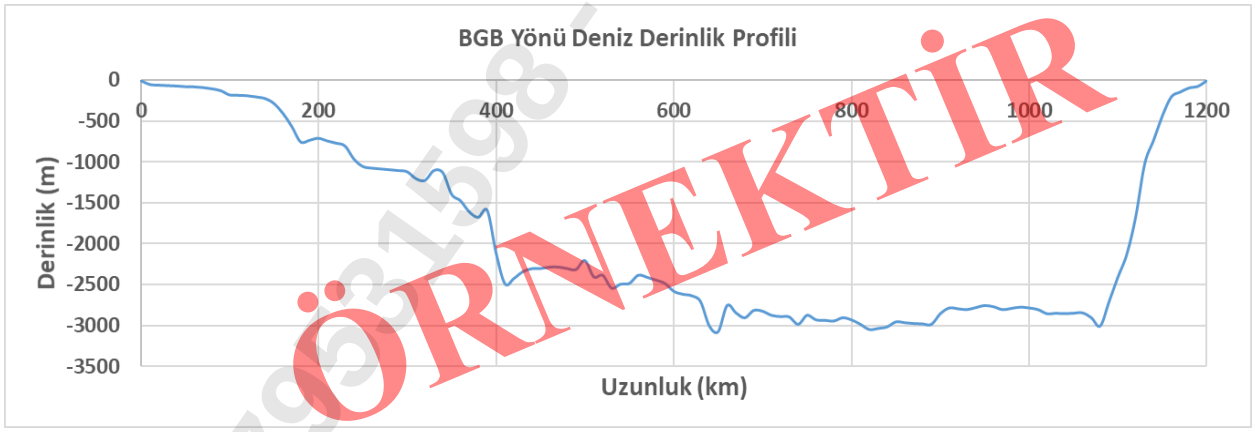
*Örnek hesaplama için çizgisel feç kullanılarak en uzun 1200 km ile BGB yönünden alınmıştır (**Şekil 8.3**). Ortalama su derinliği için Google Earth programındaki deniz derinlikleri kullanılarak feç boyunca ortalama alınmıştır. Çizgisel feç boyunca 10 km'de bir derinlik değeri alınarak ortalaması 1637 m olarak elde edilmiştir (Şekil 8.4). 50 yıl yineleme dönemli rüzgâr hızı rüzgâr iklimi çalışmasından 22.32 m/sn olarak hesaplanmıştır. θ açısı da kıyı normali ile olan fark olarak 10^o derece alınmıştır. Formüldeki bütün parametreler yerine konduğunda oluşan deniz seviyesi artışı 0.17 m olarak hesaplanmaktadır.*

$$\eta_0 = 0.048 * \frac{1200.00}{1637} * (22.32 * cos(10))^2 = 17\ cm = 0.17\ m$$

17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159



Şekil 8.3: *Feç mesafeleri*



Şekil 8.4: *Deniz Derinlik Profili*

- ***Dalga Kabarması***

Dalga kabarması için Kıyı Yapıları Planlama ve Tasarım Teknik Esaslarında 1/10 ve 1/100 deniz taban eğimleri için oluşturulmuş su seviyesi değişim grafikleri kullanılmıştır. Çalışma alanında Ana dalgakıran topuğu su derinliği -8.50 m civarındadır. Ana dalgakırandan açığa doğru deniz taban eğimi de 1/100 civarında olup oldukça yatıktır. Bu nedenle ***(Şekil 8.5)****'te görülen grafik üzerinden ortalama su seviyesindeki değişim okunmuştur. Grafikten değer okuyabilmek için gerekli hesaplamalar dalgakıran topuğu su derinliği/derin deniz dalga*

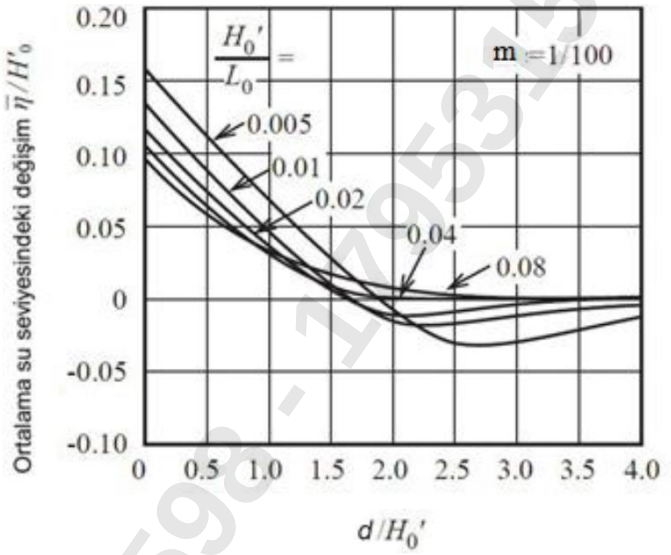
ÖRNEKTİR

yüksekliği (d/H_0') ve derin deniz dalga yüksekliği/derin deniz dalga boyu (H_0'/L_0) (derin deniz dalga dikliği) oranları aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

$$\frac{d}{H_0'} = \frac{8.5}{4.92} = 1.73 \quad , \quad \frac{H_0'}{L_0} = \frac{4.92}{1.56\ x\ 8.4\ x\ 8..4} = 0.045$$

Hesaplanan oranlamalara göre grafikten $\breve{\eta}/H_0'$ oranı 0.01 okunmuş olup buradan $\breve{\eta}$ değeri 0.05 m olarak belirlenmiştir.

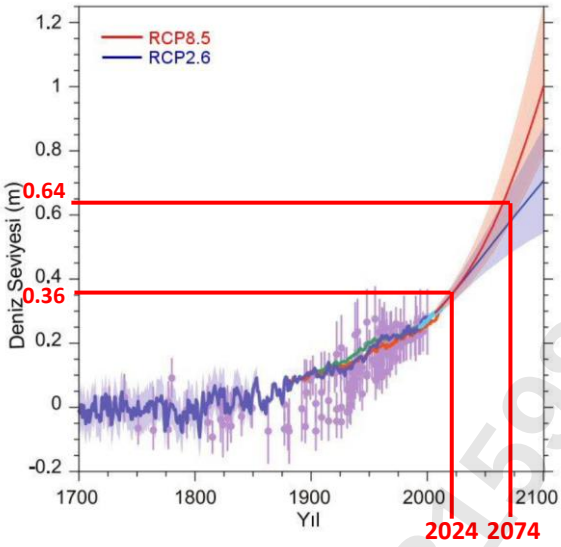
$$\frac{\breve{\eta}}{H_0'} = 0.01 \rightarrow \breve{\eta} = 0.01 * 4.92 \cong 5\ cm$$



Şekil 8.5: *Ortalama su seviyesindeki değişim, m=1/100*

- ***Küresel İklim Değişikliği Etkisi***

*Küresel ısınmanın su seviyesi değişimine etkisi için, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli) tarafından 2013 yılında hazırlamış olan ve Kıyı Yapıları Planlama ve Tasarım Teknik Esaslarında bulunan grafik (**Şekil 8.6**) kullanılmıştır. Grafiğe göre 2024-2074 yılları arasındaki değişim tahminlerinin ortalaması alınarak önümüzdeki 50 yıl için deniz suyu seviyesindeki değişim ortalama değer ile 0.64-0.36=0.28 m elde edilmiştir.*



Şekil 8.6: *Küresel İklim Değişikliğine Bağlı Su Seviyesi Değişimi Tahmini*

- ***Barometrik ve Coriolis Etkileri***

Barometrik etki çalışma sahasında oluşabilecek alçak veya yüksek basınç nedeniyle su seviyesinin değişime uğramasıdır. Yüksek basınç oluştuğunda su seviyesinde alçalma, alçak basınç oluştuğunda ise su seviyesinde yükselme oluşabilmektedir. Coriolis Etkisi ise Dünya'nın hareketinden dolayı su seviyesindeki değişimlerdir. Barometrik ve Coriolis etkilerinin su seviyesi hesabına katılması için diğer beş maddenin (rüzgâr kabarması, dalga kabarması, mevsimsel değişimler, gelgit ve küresel ısınma) toplamının %10'u alınmıştır (Güler H. G., 2014).

- ***Nihai Su Seviyesi Değişimi***

Bütün etkilerin dikkate alınmasıyla öngörülen yüksek su seviyesi değeri ***Tablo 8.3****'te belirlenmiştir.*

Tablo 8.3: *Yüksek Su Seviyesi*

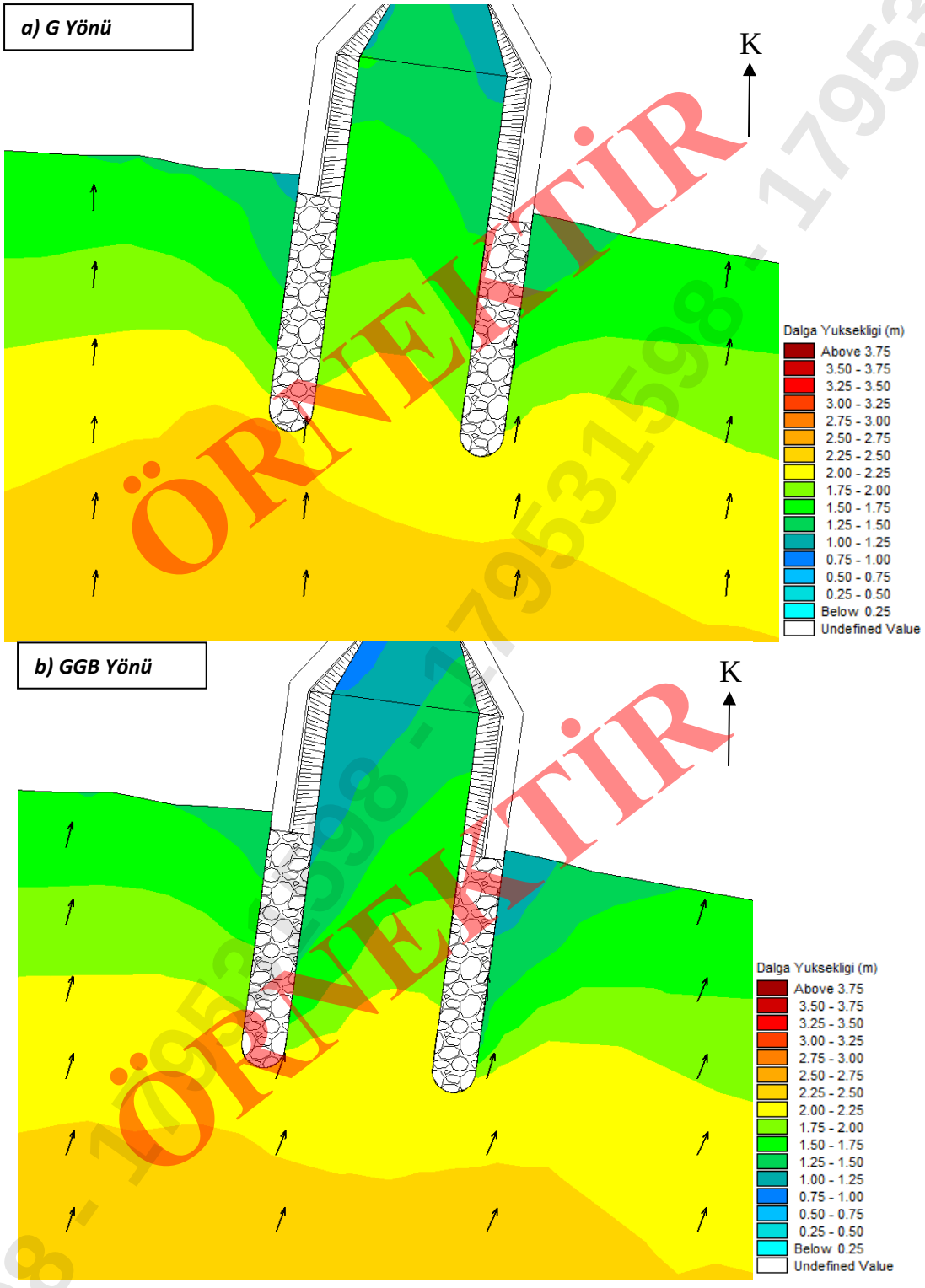
Su Seviyesi Değişimi Bileşenleri	**Su Seviyesi Değişimi (m)**
Gel-git (m)	0.20
Mevsimsel Değişimler (m)	0.17
Rüzgâr Kabarması (m)	0.17
Dalga Kabarması (m)	0.05
Küresel İklim Değişikliği (m)	0.28
Barometrik ve Coriolis Etkileri (m)	0.09
YSS – Yüksek Su Seviyesi (m)	**0.96**

ÖRNEKTİR

Örnek Metin 3*:*

……. deresi çıkış ağzı mahmuzlarının tasarımı için yapı önü dalga yüksekliği ……. Modülü ile hesaplanmıştır. Modelleme sonucunda yapı önü tasarım dalga yüksekliği iki mahmuz için de Hs=2.3 m Tm=6.6 sn olarak hesaplanmıştır. Tasarımda kırılan dalga koşulu geçerlidir. Tasarım dalgası etken yönler olan GGB ve G yönlerinden verilmiş ve elde edilen sonuçlar ***Şekil 8.7'****de alansal olarak sunulmuştur. Yöredeki yüksek su seviyesi +0.96 m olarak hesaplanmıştır.*

17953159 8 - 17953159 8 - 17953159 8 - 17953159 8



Şekil 8.7: *Sayısal Modelleme Sonucunda Tasarım Dalgası Koşulunda Yapı Önüne Erişen Dalga Yükseklikleri*

ÖRNEKTİR
17953159

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Rapor içerisinde verilen tüm başlıkların genel bir sıralaması verilerek, varılan sonuçlar ile yapılan öneriler madde madde açık bir şekilde verilmelidir. İnşaat aşamasında dikkat edilmesi gereken hususlara bu bölümde yer verilmelidir. Çalışılan proje/kıyı yapısı için modelleme sonucunda çalkantı, kumlanma, kirlilik, kıyıya etki vb. bakımından kriterlere uygunluk tespit edilmediğinde proje optimizasyonunu sağlayacak alternatifler üretilmiş, modellenmiş ve sonuçları sunulmuş olmalıdır. Bu kısım raporun genel bir özeti olarak düşünülmelidir.

Örnek Metin 1:

- *…… ili …… ilçesi …… deresi denize çıkış ağzının kıyı boyu taşınan sediman ile kapanmasının önlenmesi için dere çıkış ağzı mahmuzları planlanmıştır. Bu doğrultuda, dalga transformasyonu, hidrodinamik, kıyı çizgisi değişimi ve deniz tabanı değişimi sayısal model çalışmaları gerçekleştirilmiştir.*
- *…… deresi çıkış ağzının kıyı boyu taşınan sediman nedeniyle kapanmasını önlemek amacıyla, dere ıslah kesiti ile aynı aksta, Km:0+000'dan deniz içine doğru 80 m uzunluğunda 2 adet mahmuz planlanmıştır. Kıyı boyu taşınan sediman haricinde, dereden gelen sedimanın da dere çıkış ağızlarının sığlaşmasında ve kapanmasında etkili olması nedeniyle, dere deşarjını kolaylaştırmak için modellemede mahmuz araları ve Km=0+000 – Km 0+072 arası -3 m derinliğe taranmış şekilde çalışılmıştır.*
- *Deniz tabanı değişimi modellemesi sonucunda, dere mansap bölgesinin denizden gelen sediman etkisinde 10 yıllık sürede, ortalama 1.00 m sığlaşabileceği belirlenmiştir. Sığlaşmanın mahmuzların arasındaki alanda gerçekleştiği dere içine ilerlemediği görülmüştür. Bu doğrultuda, 80 m uzunluğundaki mahmuzlar ve mahmuz aralarının -3 m derinliğe taranması ile 10 yıllık sürede, dere ağzının kıyı boyu taşınan sediman ile kapanmayacağı belirlenmiştir.*
- *Kıyı çizgisi değişimi modellemesi sonucunda, 80 m uzunluğunda dere çıkış ağzı mahmuzlarının etkisinde, 10 yıl içerisinde mahmuzların batı tarafında 100 m'lik kıyı hattında ortalama 10 m birikme, doğu tarafında ise 330 m'lik kıyı hattında ortalama 10 m oyulma oluşabileceği görülmüştür. Bu nedenle mahmuz aralarından taranacak kumun, sahilden uzaklaştırılmadan inşaat bitiminde mahmuzların doğusundaki 330 m'lik alana, 10 m genişlikte ve üst kotu +1.5 m olan kuru sahil oluşturacak şekilde serilmesi*

17953159S - 17953159S - 17953159S

önerilmektedir.

- *Modelleme sonucunda yapı önü tasarım dalga yüksekliği iki mahmuz içinde Hs=2.3 m Tm=6.6 sn olarak hesaplanmıştır. Tasarımda kırılan dalga koşulu geçerlidir.*

Örnek Metin 2:

- *……. Balıkçı Barınağı projesi kapsamında yörenin rüzgâr ve dalga ikliminin belirlenmesi için 41.5º K 37.0º D koordinatına ait ECMWF ve 41.5º K 37.0º D koordinatına ait CMEMS verileri kullanılmıştır. Dalga transformasyonu, liman içi çalkantı, liman içi kirlilik, hidrodinamik ve sediman taşınımı sayısal model çalışmaları gerçekleştirilmiştir.*
- *Kıyı Yapıları Planlama ve Tasarım Teknik Esaslarında, yıllık dalga etkisinde yanaşma yerlerinde limit dalga yüksekliği 30 cm olarak belirlenmiştir. Liman içi çalkantı modellemesi sonucunda, taslak vaziyet planında K ve KKD yönlerinden gelen dalgalar etkisinde yanaşma yerlerinde ortalama dalga yüksekliklerinin 30 cm sınırını aştığı belirlenmiştir. Bu doğrultuda ana dalgakıran kendi aksında 30 m uzatılarak (alternatif) modellemeler tekrarlamıştır. 30 m uzatılarak (alternatif) yapılan modelleme sonucunda basen içerisinde yeterli sakinliğin elde edilebileceği belirlenmiştir.*
- *Basen içi yeterli sakinliği sağlayan ana dalgakıranın 30 m uzatılması durumu (alternatif) için liman içi kumlanma, liman içi kirlilik ve tasarım dalgası transformasyonu modellemeleri yapılmıştır. Buna göre;*
- *Liman içi kumlanma modellemesi sonucunda 10 yıllık sürede, ana dalgakıranın deniz tarafında 0.5 m sığlaşma, barınak giriş ağzında ve basen içerisinde ise herhangi bir batimetri değişimi oluşmayacağı hesaplanmıştır. Deniz derinlikleri dikkate alındığında 10 yıllık sürede tarama ihtiyacı oluşmayacağı belirlenmiştir.*
- *Liman içi kirlilik modellemesi sonucunda, basenin doğal yollar ile 1. günün sonunda ortalama % 50, 5. günün sonunda % 95, 10. günün sonunda ise % 99 temizlenebildiği belirlenmiştir.*
- *Barınağın planlandığı alanın çevre kıyılarında, dalgakıran, düşey yüzeyli beton yanaşma yerleri ve kıyı tahkimatları bulunmaktadır. Proje alanının çevresinde erozyona uğrayabilecek kumsal vb. kıyı hattı bulunmamaktadır. Bu nedenle Barınak projesinin çevre kıyılara olumsuz etkisi olmayacaktır.*

17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159

- *Yapı tasarımına esas Rp=50 yıl yineleme dönemli derin deniz dalga parametresi Hs=6.72 m, Tm=11.25 sn, rüzgâr hızı U10=25.2 m/s olarak belirlenmiştir. Dalga transformasyonu modellemesi ile hesaplanan yapı önü tasarım dalga parametreleri ana dalgakıranın tamamı için Hs= 5.25 m Tm= 11.20 sn olarak elde edilmiştir. Tasarımda kırılan dalga koşulu geçerlidir.*

17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159

10. YARARLANILAN KAYNAKLAR

Metinde, şekil ve çizelge açıklamalarında atıfta bulunulan tüm kaynaklar alfabetik sırayla verilmelidir.

CMEMS (Copernicus Deniz Çevre İzleme Servisi, Fransa)

ECMWF (Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmin Merkezi, İngiltere)

Google Earth

Güler, H. G. (2014) "A Comparative Study on Design of Rubble Mound Breakwaters", Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, TÜRKİYE

NOAA (Ulusal Atmosfer ve Okyanus Dairesi, Amerika Birleşik Devletleri)

Sayısal Model Yazılımı ve Versiyonu

Seyir Hidrografi Haritası, Harita No: ....., Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi

Türkiye Kıyıları Rüzgâr ve Derin Deniz Dalga Atlası

....

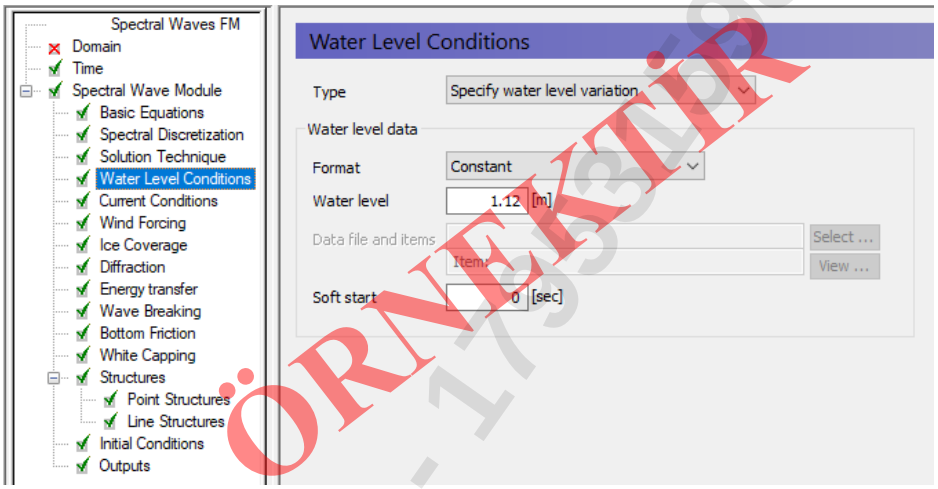
....

17953159 8 - 17953159 8 - 17953159 8 - 17953159 8

11. EKLER

Bu bölümde, sayısal model analizleri sonucunda elde edilen görsellerin okunaklı ve yüksek çözünürlüğünü sağlayacak şekilde en az A4 boyutunda bölüm numaralarıyla beraber sonuçlar verilebilir.

Sayısal modelleme çalışmaları kapsamında kullanılan yazılım içinde veri girişi yapılan pencerelerin görselleri bu bölüme eklenmelidir. Örnek veri girişi görselleri aşağıda verilmiştir.

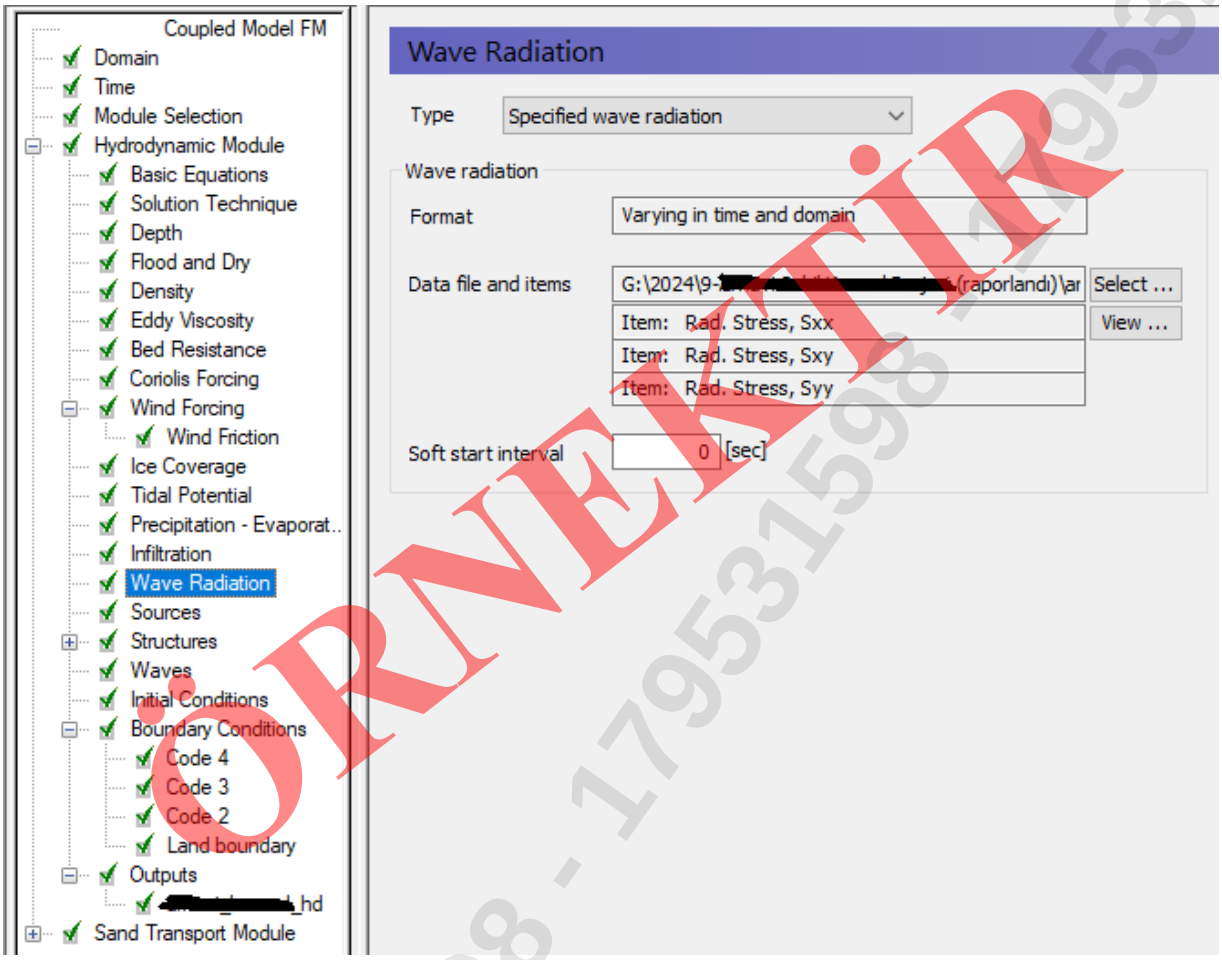


Ek-1: Dalga Transformasyon Modeli Veri Giriş Ekranı

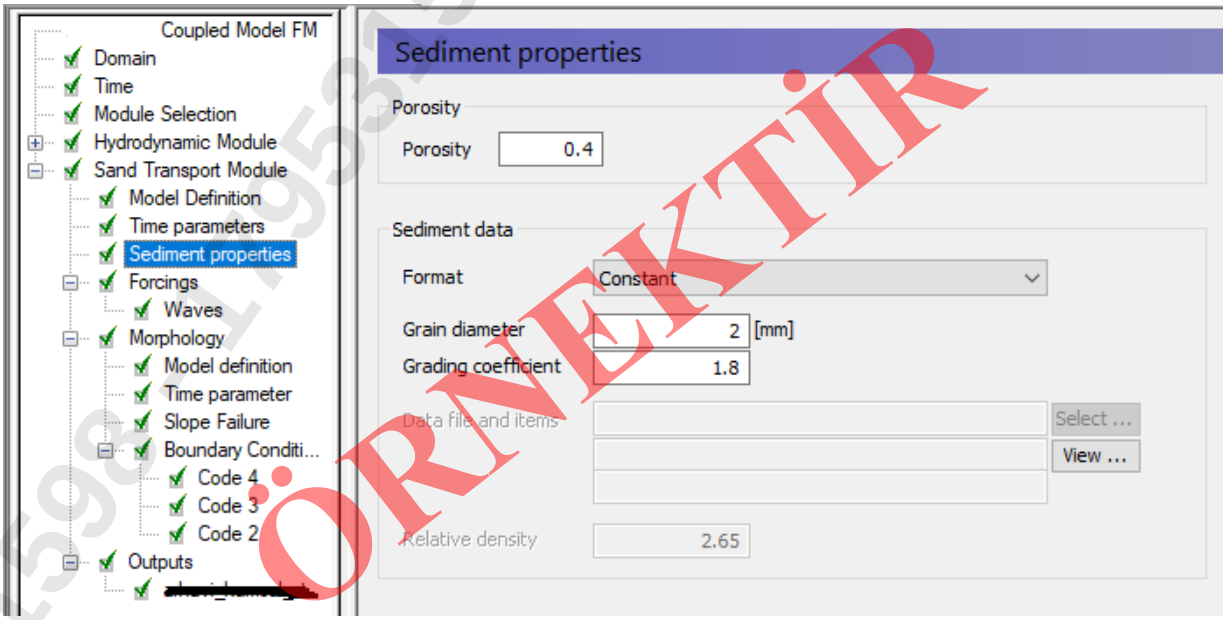


Ek-2: Dalga Transformasyon Modeli Veri Giriş Ekranı

ÖRNEKTİR
17953159

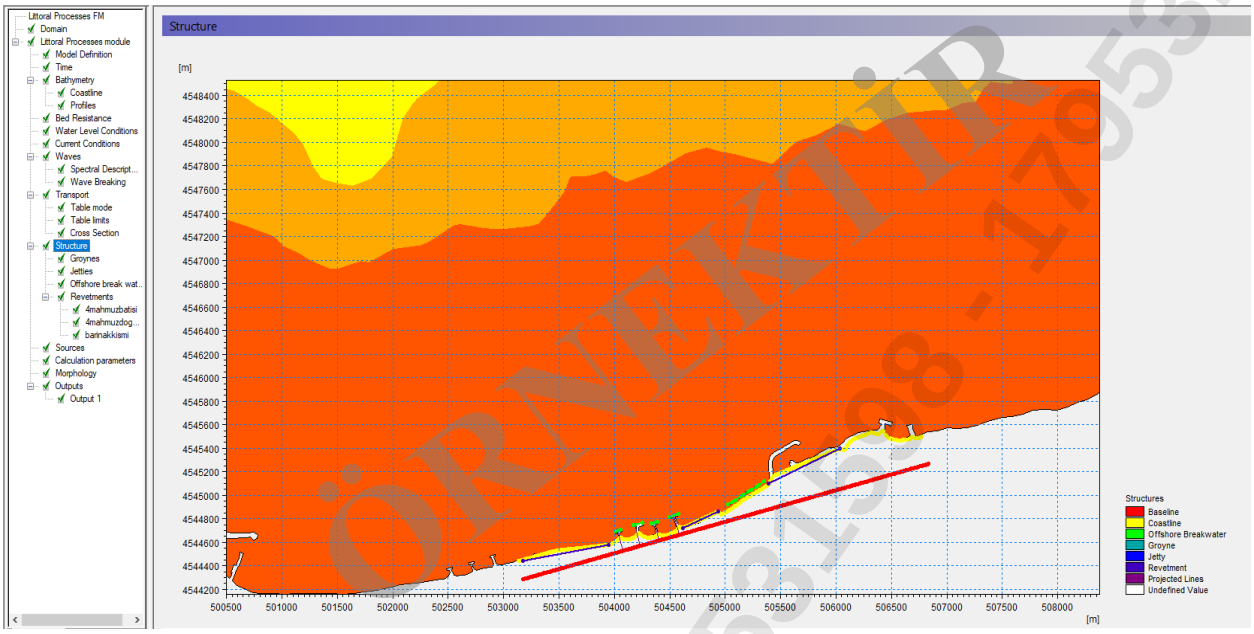


Ek-3: Hidrodinamik Model Veri Giriş Ekranı

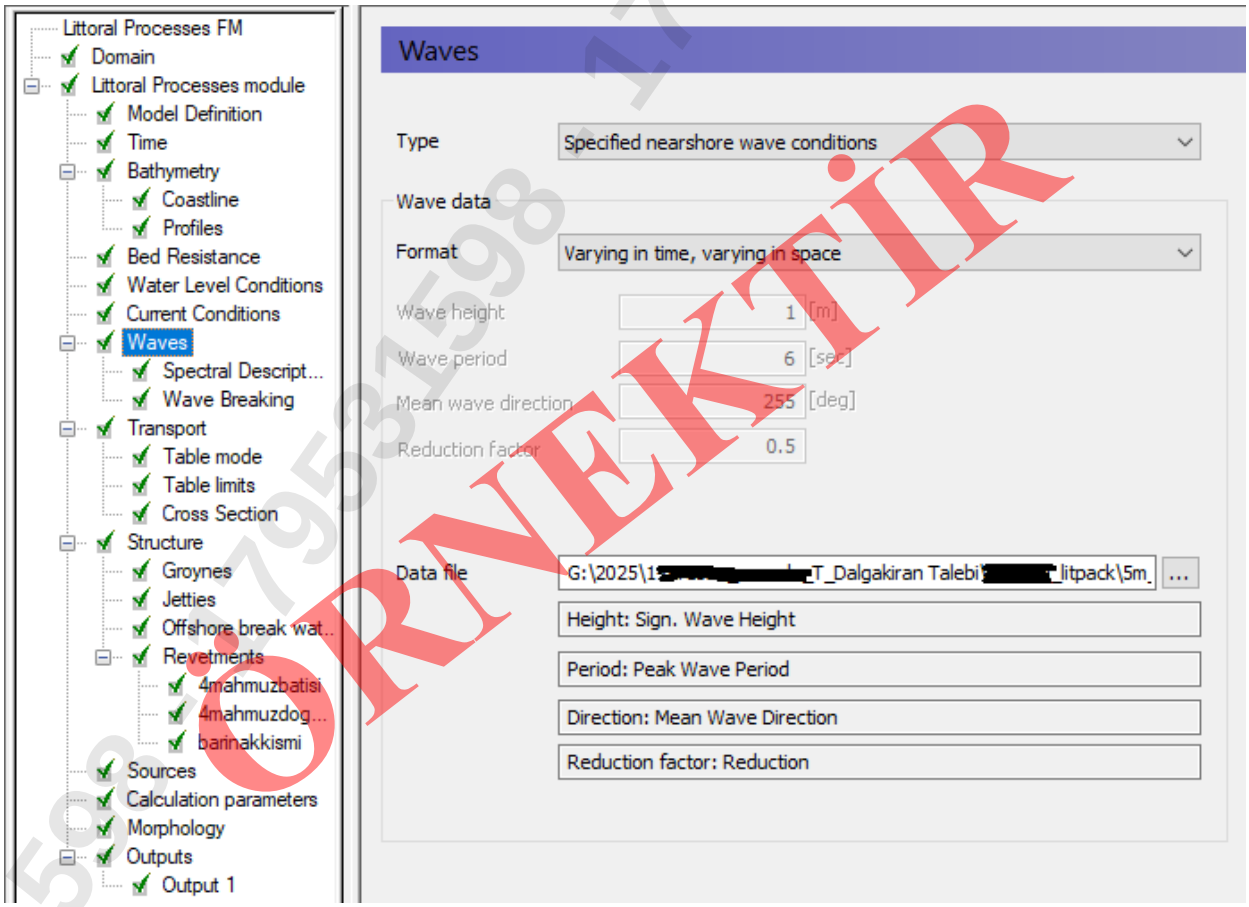


Ek-4: Deniz Tabanı Değişimi (Kum Taşınımı) Modeli Veri Giriş Ekranı

ÖRNEKTİR
17953159



Ek-5: Kıyı Değişimi Modeli Veri Giriş Ekranı



Ek-6: Kıyı Değişimi Modeli Veri Giriş Ekranı

ÖRNEKTİR 17953159

12. DEĞİŞİKLİKLER

Revizyon No	Revizyon Tarihi	Revizyon Gerekçesi	Yapılan Değişiklik
0	Nisan 2025	-	İlk Baskı

17953159 - 17953159 - 17953159 - 17953159