

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İZMİR KORDON BÖLGESİNDEKİ MEVCUT
KIYI DUVARLARININ PERFORMANSININ
FİZİKSEL VE ANALİTİK MODELLER İLE
İNCELENMESİ**

Banu KELEŞ BENLİ

Ekim, 2019

İZMİR

İZMİR KORDON BÖLGESİNDEKİ MEVCUT KIYI DUVARLARININ PERFORMANSININ FİZİKSEL VE ANALİTİK MODELLER İLE İNCELENMESİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Deniz Bilimleri Ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Fiziksel Oşinografi Programı

Banu KELEŞ BENLİ

Ekim, 2019

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

BANU KELEŞ BENLİ, tarafından ÖĞR.GÖR.DR. DOĞAN KISACIK yönetiminde hazırlanan “İZMİR KORDON BÖLGESİNDEKİ MEVCUT KIYI DUVARLARININ PERFORMANSININ FİZİKSEL VE ANALİTİK MODELLER İLE İNCELENMESİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

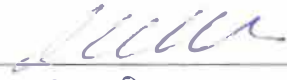


Öğr. Gör. Dr. Doğan KISACIK

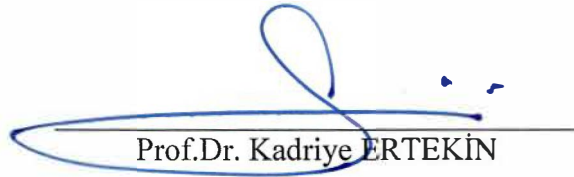
Yönetici



Dr. Öğr. Üyesi Gülizar ÖZTÜRK
Jüri Üyesi



Dr. Öğr. Doğan YATSAK
Jüri Üyesi



Prof. Dr. Kadriye ERTEKİN
Müdür
Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında her türlü bilimsel desteği veren, vazgeçme noktasına geldiğim anlarda bana itici güç olan Danışmanım Dr. Doğan KISACIK’a sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca 2016.KB.FEN.014 No’lu Bilimsel Araştırma Projesi ekibinde yer alan ve gerek bilgisi, gerekse benimle paylaştığı çalışmaları ile bana önemli yardımları dokunan Dr. Gökhan KABOĞLU’na, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hidrolik Dalı, Kıyı Deniz Biriminden Dr. Öğretim Görevlisi Gülizar ÖZYURT TARAKCIOĞLU ve Dr. Öğretim Görevlisi Cüneyt BAYKAL’a teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans programına başladığımda kendilerinden aldığım dersler ile bu tezin altyapısını oluşturan Prof. Dr. Şükrü Turan BEŞİKTEPE’ye, Prof. Dr. Erdem SAYIN’a ve Dr. Canan ERONAT’a teşekkür ederim.

Bu tez, BAP-2016.KB.FEN.014 proje numaralı Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) kapsamında yürütülen konulardan üretilmiştir.

Yoğun çalışmalarım esnasında bana sabır gösteren, varlığından güç aldığım eşim Mehmet BENLİ’ye teşekkür ederim.

Hayatıma anlam katan kızım Zeynep ve oğlum Rüzgar’a...

Banu KELEŞ BENLİ

İZMİR KORDON BÖLGESİNDEKİ MEVCUT KIYI DUVARLARININ PERFORMANSININ FİZİKSEL VE ANALİTİK MODELLER İLE İNCELENMESİ

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, İzmir Kordon Bölgesinde yer alan mevcut kıyı duvarlarının fırtına zamanlarındaki dalga aşımına karşı performansının araştırılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle çalışma yapılacak alanın mevcut fiziksel durum tespiti yapılmıştır.

Rüzgâr ve dalga iklimini ortaya koyan çalışmalar ise Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında ortak çalışma yürüttüğümüz Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Deniz Mühendisliği Araştırma Merkezi akademisyenlerince gerçekleştirilmiştir.

Rüzgâr ve dalga ikliminin ve mevcut fiziksel durumun ortaya çıkarılmasını takiben, Ortadoğu Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Deniz Mühendisliği Araştırma Merkezi Laboratuvarında yer alan dalga kanalında fiziksel deneyler gerçekleştirilmiştir. Deneyler için en kesiti çıkarılan yedi noktadaki kıyı duvarı geometrisini oluşturan reel verilerin ortalaması alınmış ve ortalama değerler, belli bir ölçekte küçültülerek bir model oluşturulmuştur. Deneyler, oluşturulan bu model üzerinde farklı dalga parametreleri ve su derinliği senaryoları üretilerek gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, mevcut kıyı duvarlarının dalga aşım performansını fiziksel veriler ile ortaya koymuştur.

Literatürde öne çıkan beş adet çalışmada yer alan formüllerden hangi formülün Kordon Bölgesinin fiziksel yapısına sahip bir kıyı duvarında gerçeğe en yakın sonuç verdiği irdelenmiştir. Deneylerde kullanılan model geometrisi ile dalga ve su derinliği verileri, literatürdeki beş adet çalışmada yer alan formüllerde yerine konulmuştur. Formüllerden elde edilen analitik sonuçlar ile deneylerden elde edilen fiziksel sonuçlar karşılaştırılarak, fiziksel sonuçlara en yakın değeri veren formül

belirlenmiştir. Belirlenen formül, yedi noktanın verileri ile ayrı ayrı çalıştırılarak, Kordon Bölgesinde mevcut kıyı duvarlarının performansı analitik olarak ortaya konulmuş ve sonuçların tolere edilebilir sınırların çok üzerinde olduğu gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kıyı koruma yapıları, dalga aşımı, İzmir Kordon Bölgesi



**INVESTIGATION ON THE PERFORMANCE OF THE EXISTING
SEA WALL, LOCATED ALONG THE KORDON REGION IN İZMİR
BY ANALYTICAL AND PHYSICAL MODELS**

ABSTRACT

The aim of this thesis is to test the performance of the existing sea wall at the Kordon Region in the inner gulf of Izmir, against the wave overtopping during storms. To achieve this aim, firstly, the current geometry of the study area is detected.

The studies which presented the wind and wave climate of the area were performed by the academicians from the Ocean Engineering Research Center of the Civil Engineering Department of Middle East Technical University with whom a joint Scientific Research Project is conducted.

After determining wind-wave climate and the geometry of the shoreline, experiments were carried out in the wave flumes of the Ocean Engineering Research Center of the Civil Engineering Department of the Middle East Technical University. For the experiments, critical values of the real data formed by the seawall geometries at seven predetermined crosssections were taken, then average values were scaled down to model scale. Experiments are carried out for different wave conditions and water depths. The results obtained showed the physical performance of the existing seawalls.

The formulas from five outstanding studies in the literature is investigated in order to find out the formula which gives the closest result to the real situation on a seawall which has the characteristics resembling the physical structure of the Kordon Region. The model geometry and data on wave and water depths used in the experiments were placed in the formulas from the five studies in the literature.

The other aim for this thesis is to investigate. For this purpose, the model geometry, wave climate and water depth data are used in the experiments, to utilize

the formulas of the selected five studies in the literature. The formula which gives the closest result to the physical results is determined by comparing the analytical results from the formulas and the physical results from the experiments. This formula is used with the data taken from seven different cross-sections separately to present the performance of the seawall in Kordon Region analytically. It is demonstrated that the results are above the tolerable limits.

Keywords: Coastal protection structures, overtopping, İzmir Kordon Region



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
BÖLÜM BİR – GİRİŞ.....	1
BÖLÜM İKİ – LİTERATÜR ÖZETİ.....	5
2.1 Giriş.....	5
2.2 Literatürde Öne Çıkan 5 Adet Çalışmanın İrdelenmesi.....	7
2.2.1 EurOtop-2007	8
2.2.2 Yoshimi Goda (2009).....	9
2.2.3 Victor, van der Meer ve Troch (2012).....	10
2.2.4 Etemad-Shahidi, Shaeri ve Jafari (2016).....	12
2.2.5 EuroTop (2018)	14
BÖLÜM ÜÇ – MEVCUT DURUM TESPİT ÇALIŞMALARI	16
3.1 İzmir Körfezi Batimetrisinin Elde Edilmesi ve Yapı Önü Taban Eğiminin Modellenmesi.....	16
3.2 Rüzgâr ve Dalga İklim Çalışmaları.....	29
3.2.1 ECMWF İzmir Körfezi Rüzgâr Gülü	30

3.2.2 Ortalama Su Seviyesi ve Değişimleri.....	30
3.2.3 Kabarma Uzunlukları Hesabı	31
3.2.4 Dalga İklimi ve İstatistikleri.....	31
3.2.5 Uzun Dönem Dalga İstatistiği	31
3.2.6 En Büyük Değer Dalga İstatistiği	32
3.3 Dalga Taşınımı Hesaplamaları	33
3.3.1 SWAN Dalga Modeli Çalışması Sonuçları	34
BÖLÜM DÖRT – FİZİKSEL MODEL ÇALIŞMALARI.....	37
4.1. Fiziksel Modellerin Yapıldığı Laboratuvar.....	37
4.2 Deneylerde İzlenen Süreç.....	38
4.3 Deney Hazırlık Süreci	39
4.3.1 Fiziksel Model Ölçeğinin Belirlenmesi.....	39
4.3.2 Taban Eğiminin Oluşturulması.....	40
4.3.3 Dalga Sensörlerinin Yerleşimi	41
4.3.4 Hidrodinamik Koşulların Belirlenmesi	43
4.4 Boş Kanal Deneyleri	45
4.5 Mevcut Kıyı Duvarı Modelinin Oluşturulması	46
4.6 Dalga aşım Debisinin Ölçülmesi.....	47
BÖLÜM BEŞ – FİZİKSEL SONUÇLAR İLE ANALİTİK SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI	49
5.1. Giriş.....	49
5.2. Fiziksel Deney Sonuçları İle Analitik Model Sonuçlarının Karşılaştırılması	49

5.2.1	Fiziksel Model Sonuçlarının EurOtop-2007 Analitik Model Sonuçları ile Karşılaştırılması	51
5.2.2	Fiziksel Model Sonuçlarının Goda (2009) ile Karşılaştırılması	54
5.2.3	Fiziksel Model Sonuçlarının Victor ve Diğer.(2012) ile Karşılaştırılması	57
5.2.4	Fiziksel Model Sonuçlarının Etemad-Shahidi ve Diğer. (2016) (Sınır Koşullarına Bağlı) ile Karşılaştırılması	59
5.2.5	Fiziksel Model Sonuçlarının Etemad-Shahidi ve Diğer.(2016) (Tek Formül) ile Karşılaştırılması	62
5.2.6	Fiziksel Model Sonuçlarının EurOtop 2018 ile Karşılaştırılması	64
5.2.7	Fiziksel Model Sonuçlarının EurOtop 2018 (1 σ arttırılmış) ile Karşılaştırılması	67
5.2.8	Fiziksel Model Sonuçlarının Tüm Formüller İle Tek Grafikte Karşılaştırılması	69
5.2.9	En Kesiti Alınan 7 Nokta Üzerinde EurOtop-2018 (1 σ arttırılmış) Formülünün Çalıştırılması	70
BÖLÜM ALTI – SONUÇ VE ÖNERİ		75
KAYNAKLAR		78

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 İzmir Alsancak Kordon Bölgesi genel görünüş fotoğrafı	1
Şekil 1.2 Fırtına zamanlarında Kordon Bölgesinde oluşan taşkınlara örnekler	2
Şekil 2.1 Formüllerde kullanılan parametrelerin ifade ettiği boyutlar.....	7
Şekil 2.2 Victor ve diğer. (2012) çalışmasına göre dalga aşım debisi hesaplama formül ağacı.....	11
Şekil 2.3 Dik kıyı duvarları için formül ağacı.....	12
Şekil 3.1 İzmir Körfezi kıyı çizgisi ve sayısallaştırma ölçeği	16
Şekil 3.2. CBS'de koordinat sistemine yerleştirilen SHOD Başkanlığı seyir paftalarının uydu görüntüsü üzerinde görünüşleri	17
Şekil 3.3 İzmir Körfezi için oluşturulan grid tabakası	18
Şekil 3.4 İzmir Körfezi için oluşturulan grid tabakası	19
Şekil 3.5 Kıyıdan 500m açığa kadar uzanan deniz tabanı kesitleri, a) C1, b) C2, c) C3, d) C4, e) C5, f) C6, g) C7	19
Şekil 3.6 Belirlenen 7 nokta için deniz suyu yüksekliği ve fribord ölçümü yapılması	23
Şekil 3.7 Belirlenen 7 nokta için kara bölümünde ölçüm yapılması.....	24
Şekil 3.8 Kıyı duvarı hizasındaki deniz suyu yüksekliğinin boy kesiti.....	25
Şekil 3.9 Belirlenen 7 noktaya ait en kesit çizimleri, a) C1 Kesiti, b) C2 Kesiti, c) C3 Kesiti, d) C4 Kesiti, e) C5 Kesiti, f) C6 Kesiti, g) C7 Kesiti	25
Şekil 3.10 İzmir Körfezi için etkin deniz yönleri ve kabarma uzunlukları.	31
Şekil 3.11 Ortalama su seviyesinde modellenen dalga yükseklikleri.....	34
Şekil 3.12 Yüksek su seviyesinde modellenen dalga yükseklikleri	36
Şekil 4.1 Fiziksel modellerin yapıldığı Ortadoğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Deniz Mühendisliği Araştırma Merkezi Laboratuvarı dalga kanalı.....	37
Şekil 4.2 Dalga sönümleyiciler	38
Şekil 4.3 Model önü taban eğiminin hazırlanışı	41
Şekil 4.4 Dalga sensörlerinin yerleşimi	41
Şekil 4.5 Dalga sensörlerinin yerleştirilmesi	43

Şekil 4.6	Boş kanal deneylerinin model en kesiti	45
Şekil 4.7	Boş kanal deneylerinin gerçekleştirilmesi	46
Şekil 4.8	Mevcut kıyı duvarı modeli.....	46
Şekil 5.1	a) Fiziksel Model deney sonuçları (q^{**}) ile, EurOtop 2007 Analitik Model Sonuçlarının (q^{**}), $RcHm0$ parametresi ile değişimi, b) Fiziksel model sonuçları (q^{*}) ile analitik model sonuçlarının (q^{*}) kıyaslanması, c) EurOtop 2007 analitik modeline göre hesaplanan Sapma değerlerinin $RcHm0$ parametresi ile değişimi.....	52
Şekil 5.2	a) Fiziksel Model deney sonuçları (q^{**}) ile, Goda (2009) Analitik Model Sonuçlarının (q^{**}), $RcHm0$ parametresi ile değişimi, b) Fiziksel model sonuçları (q^{*}) ile analitik model sonuçlarının (q^{*}) kıyaslanması, c) Goda (2009) analitik modeline göre hesaplanan sapma değerlerinin $RcHm0$ parametresi ile değişimi.....	55
Şekil 5.3	a) Fiziksel Model deney sonuçları (q^{**}) ile, Victor ve diğer. (2012) Analitik Model Sonuçlarının (q^{**}), $RcHm0$ parametresi ile değişimi, b) Fiziksel model sonuçları (q^{*}) ile analitik model sonuçlarının (q^{*}) kıyaslanması, c) Victor ve diğer. (2012) analitik modeline göre hesaplanan Sapma değerlerinin $RcHm0$ parametresi ile değişimi.....	57
Şekil 5.4	a) Fiziksel Model deney sonuçları (q^{**}) ile, Etemad-Shahidi ve diğer.(2016) (Sınır Koşullarına Bağlı) Analitik Model Sonuçlarının (q^{**}), $RcHm0$ parametresi ile değişimi, b) Fiziksel model sonuçları (q^{*}) ile analitik model sonuçlarının (q^{*}) kıyaslanması, c) Etemad-Shahidi ve diğer.(2016) (Sınır Koşullarına Bağlı) analitik modeline göre hesaplanan Sapma değerlerinin $RcHm0$ parametresi ile değişimi.....	60
Şekil 5.5	a) Fiziksel Model deney sonuçları (q^{**}) ile, Etemad-Shahidi ve diğer. (2016) (Tek Formül) Analitik Model Sonuçlarının (q^{**}), $RcHm0$ parametresi ile değişimi, b) Fiziksel model sonuçları (q^{*}) ile analitik model sonuçlarının (q^{*}) kıyaslanması, c) Etemad-Shahidi ve diğer. (2016) (Tek Formül) analitik modeline göre hesaplanan Sapma değerlerinin $RcHm0$ parametresi ile değişimi	62

- Şekil 5.6 a) Fiziksel Model deney sonuçları (q^{**}) ile, EurOtop 2018 Analitik Model Sonuçlarının (q^{**}), $RcHm0$ parametresi ile değişimi, b) Fiziksel model sonuçları (q^*) ile analitik model sonuçlarının (q^*) kıyaslanması, c) EurOtop 2018 analitik modeline göre hesaplanan Sapma değerlerinin $RcHm0$ parametresi ile değişimi..... 65
- Şekil 5.7 a) Fiziksel Model deney sonuçları (q^{**}) ile, EuroTop-2018 (1 σ arttırılmış) Analitik Model Sonuçlarının (q^{**}), $RcHm0$ parametresi ile değişimi, b) Fiziksel model sonuçları (q^*) ile analitik model sonuçlarının (q^*) kıyaslanması, c) EuroTop-2018 (1 σ arttırılmış) analitik modeline göre hesaplanan Sapma değerlerinin $RcHm0$ parametresi ile değişimi 67
- Şekil 5.8 Fiziksel Model deney sonuçları (q^{**}) ile, 7 adet Analitik Model Sonuçlarının (q^{**}), $RcHm0$ parametresi ile değişimi 70

TABLÖLER LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1 A ve B katsayıları için en uygun katsayı değerleri	9
Tablo 3.1 7 adet nokta için I. ve II. kademe eğimler ile eğimlerin değiştiği yatay uzunluklar.....	22
Tablo 3.2 7 Adet nokta için en kesit değerleri	29
Tablo 3.3 Prototip en kesit değerleri	29
Tablo 3.4 Ege Kıyıları için ortalama su seviyesi değişimleri	30
Tablo 3.5 Uzun dönem dalga istatistiği çalışmaları sonuçları	32
Tablo 3.6 En büyük değer dalga istatistiği çalışmaları sonuçları – ECMWF verileri	33
Tablo 3.7 Dalga özellikleri ve istatistiksel metotlar.....	33
Tablo 4.1 Fiziksel modelde kullanılacak olan uzunluk, zaman ve hacim ölçekleri.	40
Tablo 4.2 Tüm dalga periyotlarına göre hesaplanan dalga sensör aralıkları.....	42
Tablo 4.3 Modele ait hidrodinamik koşullar.....	44
Tablo 4.4 Mevcut kıyı duvarı modeline ait parametreler (Model ölçeği).....	47
Tablo 5.1 İnsanlar ve araçlar için tolere edilebilir dalga aşım debi miktarı.....	71
Tablo 5.2 Kordon Bölgesi çalışma alanında ortalama su seviyesindeki dalga parametreleri.....	71
Tablo 5.3 Kordon Bölgesi çalışma alanında yüksek su seviyesindeki dalga parametreleri.....	72

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Geçmişten günümüze kıyı kentleri gerek kültürel gerek ticari gerekse sosyal yönden cazibe merkezleri konumunda olmuşlardır. Bu durum artan nüfus ile birlikte katlanarak devam etmektedir. Türkiye Habitat-III Ulusal Raporunda da vurgulandığı üzere, hızla gelişen bu kentler plansız yapılaşma ve bunun sonucu olarak yetersiz kalan altyapıları ile doğal afetlere karşı daha kırılgan hale gelmektedirler.

Bir liman şehri olan İzmir, Ege Bölgesi'nin en önemli, Türkiye'nin ise en önemli üçüncü kentidir. İzmir iç körfezi kesintisiz sahil yolu ile çevrelenmektedir. Sahil yolunun Alsancak Limanı ile Konak sahili arasındaki bölümüne Kordon denilmektedir (Şekil 1.1). Kordon, ekonomik ve kültürel yönden büyük önem taşıyan markalaşmış bir yerdir. Kordonun kara kısmında yer alan lokanta ve eğlence yerleri yurt içi ve yurt dışından gelen misafirlere hizmet veren popülasyonu yoğun ve hareketliliği yüksek bir yerdir. Bu sebeple fırtına zamanlarında denizsel etkiler sebebi ile meydana gelen maddi zararlar diğer bölgelere nazaran Kordonda çok daha yüksek olmaktadır.



Şekil 1.1 İzmir Alsancak Kordon Bölgesi genel görünüş fotoğrafı (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2016)

Yıllar içerisinde doldurularak sürekli genişletilmiş olan Kordon, denizsel etkilere açık, hassas bir bölgedir ve kıyı duvarları ile denizin yıkıcı etkisinden korunmaya çalışılmaktadır. Kordon Bölgesinde kullanılan kıyı duvarları, geleneksel kıyı koruma yapılarındandır ve Kordon civarındaki kara parçalarını denizin aşındırma, yıkma ve taşıma etkilerinden korumak amacıyla, kıyıya paralel veya paralele yakın olarak inşa edilmişlerdir. Ancak, Kordon civarında şiddetli fırtınalardan dolayı denizin kabarıp taşıdığı ve kıyı duvarları üzerinden gerçekleşen dalga aşımından dolayı sahil şeridinin sular altında kaldığı sıkça görülmektedir (Şekil 1.2). Kabaran deniz, Kordon ve çevresini adeta bir nehre çevirmekte ve bölgedeki yaşamı olumsuz yönde etkilemektedir. Küresel ısınma sorununun devam edeceği dikkate alınacak olursa bu taşkınların ileriki zamanlarda daha büyük ölçekte sorunlara yol açacağı öngörülmektedir.



a.

Şekil 1.2 Fırtına zamanlarında Kordon Bölgesinde oluşan taşkınlara örnekler (Haberler Bugün Gazetesi, 2018)



b.

Şekil 1.2. devamı

Şekil 1.2’de görüldüğü üzere, mevcut geleneksel kıyı duvarları, Kordon ve çevresini denizin yıkıcı etkilerinden korumakta yetersiz kalmaktadır. Özellikle fırtına zamanlarında kolaylıkla gözlemlenebilen yetersizlik, bu tezin üretildiği BAP-2016.KB.FEN.014 proje numaralı Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) kapsamında gerçekleştirilen deneyler ile açık bir şekilde ortaya konulmuştur.

Bu tez kapsamında aşağıda maddeler halinde verilen çalışmalar gerçekleştirilmiştir:

1. Çalışma yapılacak alanın (Cumhuriyet Meydanı ile Alsancak Limanı arasında kalan bölge) mevcut fiziksel durum tespiti yapıldı. Bunun için daha önceden belirlenmiş olan 7 noktadan en kesit alınarak, mevcut kıyı duvarlarının geometrisi ile yapı önü su derinlikleri ve yapı arkası fiziksel durumları ortaya çıkartıldı. (Rüzgâr ve dalga iklimini ortaya çıkaran çalışmalar, Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında ortak çalışma yürüttüğümüz Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Deniz Mühendisliği Araştırma Merkezi akademisyenlerince gerçekleştirildi.)

2. Elde edilen veriler ile Ortadoğu Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Deniz Mühendisliği Araştırma Merkezi Laboratuvarında yer alan dalga kanalında deneyler gerçekleştirildi. Bu deneylerin gerçekleştirilebilmesi için aşağıdaki çalışmalar yapıldı;
 - a. Elde edilen fiziksel veriler ile prototip oluşturuldu. Prototip, bazı fiziksel verilerin ortalaması alınarak, bazı değerler için ise en fazla dalga aşımı verecek şekilde veriler alınarak oluşturuldu.
 - b. Oluşturulan prototip, Bölüm-4.3.1’de ayrıntılı olarak anlatıldığı şekilde bir ölçek ile küçültülerek Kordon Bölgesinde mevcut kıyı duvarları için bir model oluşturuldu.
 - c. Elde edilen rüzgâr ve dalga iklimine göre çeşitli dalga senaryoları geliştirilerek, oluşturulan model üzerinde deneyler yapıldı ve dalga aşım miktarları ölçüldü.
 - d. Ölçülen dalga aşım miktarları ile; Kordon Bölgesindeki kıyı duvarlarının performansı fiziksel olarak belirlendi.
3. Literatürde mevcut 7 adet formül, deneylerde kullanılan veriler ile çalıştırılarak dalga aşım değerleri hesaplandı.
4. Deneylerden elde edilen fiziksel sonuçları ile formüllerden elde edilen analitik sonuçlar karşılaştırıldı. Böylelikle Kordon Bölgesinin fiziksel yapısında hangi formülün gerçeğe en yakın sonuç verdiği ortaya çıkarıldı.
5. Son olarak, fiziksel verilere en yakın sonucu veren formül, en kesiti çıkarılan 7 noktanın verileri ile ayrı ayrı çalıştırıldı. Formülden elde edilen sonuç ile Kordon Bölgesinde mevcut kıyı duvarlarının performansı analitik olarak ortaya konulmuş ve sonuçların tolere edilebilir sınırların üzerinde olduğu ispatlanmıştır.

BÖLÜM İKİ

LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Giriş

İzmir Kordon Bölgesinde yer alan mevcut kıyı duvarlarının fırtına zamanlarındaki dalga aşımına karşı performansının irdelenmesi bu tezin temel araştırma konusudur.

Mevcut kıyı duvarı, dik yapıdadır ve üzerinde alçak bir fribord bulunmaktadır. Bu tarz kıyı koruma yapılarının tasarımında belirleyici parametre, dalga aşım miktarıdır. Dalga aşımını hesaplayan çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemlerin en eskisi, dalga kanalı içerisindeki ölçekli model üzerinde gerçekleştirilen deneylerin sonuçlarına dayanmaktadır. Başlangıçta, deneylerde sadece düzenli dalgalar kullanılıyor iken 1970'lerden itibaren düzensiz dalgaların üretilebilir olması ile daha gerçekçi simülasyonlar oluşturulmuştur (Koen Van Doorslaer, Julien De Rouck, Sarah Audenaert, ve Valerie Duquet, 2015).

Dalga aşımını hesaplayan ilk formüllerden birisi, Owen (1980) çalışmasında ortaya konulan Formül 2.1'dir. Bu formülde dalga aşımı, fribordun artmasına bağlı olarak eksponansiyel olarak azalmaktadır.

$$\frac{q}{\sqrt{g.H_{m0}^3}} = a. \exp. \left(-b. \frac{R_c}{H_{m0}}\right) \quad (2.1)$$

Formülde yer alan parametreler;

q = Dalga aşım debisi. Birimi: $m^3/m/sn$ 'dir. (1m uzunluktan 1 saniyede geçen litre cinsinden dalga aşım debisi)

g = Yerçekim ivmesi. ($9,81m/sn^2$)

H_{m0} = Kıyı yapısı önündeki dalga yüksekliğidir. Birimi: m

R_c = Fribord (Kıyı yapısının en üst seviyesi ile yapı önü deniz suyu yüksekliği arasındaki farktır ve birimi m'dir).

a ve b= Sabit katsayılardır.

Franco, Gerloni ve van der Meer (1994) çalışmasında; derin sular (bir seviyeye kadar olan) için belirtilen katsayıların $a= 0,2$ ve $b=4,3$ olarak alınması gerektiği belirtilmiştir.

Allsop, Besley ve Madurini (1995) çalışmasında ise; dik kıyı koruma yapıları için sığ su koşullarında $a=0,05$ ve $b=2,70$ alınması gerektiğini belirtmiştir. Ancak dikey kıyı koruma yapılarında basit bir eksponansiyel denklem yerine daha kompleks yeni bir empirik formülün daha doğru bir sonuç vereceğini savunmuşlardır. Hangi formülün kullanılacağına ise Formül 2.2'de belirtilen h_* olarak tanımladıkları ayırt edici parametrenin değerine göre karar verilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

$$h_* = 1,35 \cdot \frac{h_s}{H_{m0}} \cdot \frac{h_s}{L_{m-1,0}} \quad (2.2)$$

h_s = Yapı önü su derinliği

$L_{m-1,0}$ = Formül-2.3'de verilen denklem ile tanımlanan $T_{m-1,0}$ 'e bağlı derin su dalga boyudur ve birimi m'dir.

$$L_{m-1,0} = \frac{g}{2\pi} \cdot T_{m-1,0}^2 \quad (2.3)$$

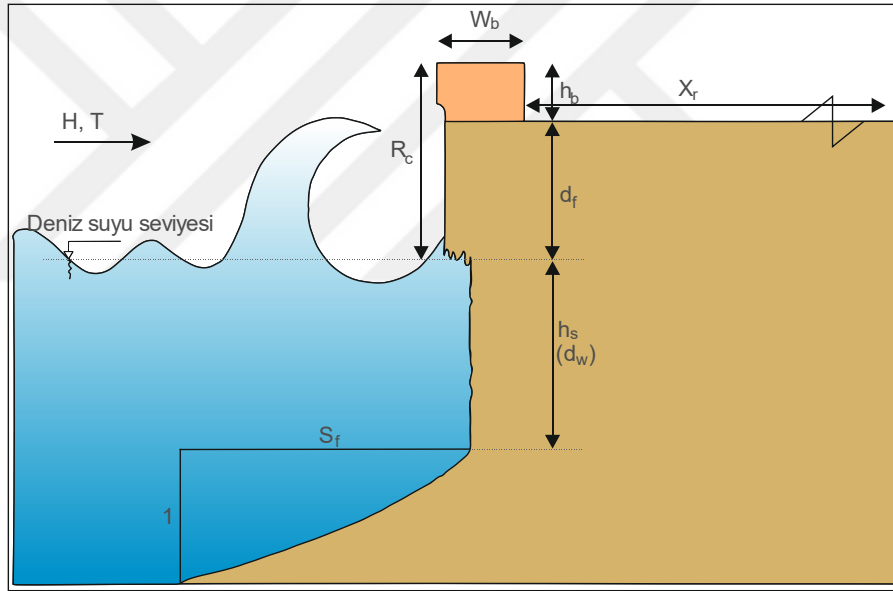
$T_{m-1,0} = m_{-1}$ ve m_0 ile tanımlanan ortalama dalga periyotudur.

Dalga aşımı hesaplamaları ile ilgili önemli çalışmaların başında CLASH Projesi (De Rouck, van der Meer, Allsop, N.W.H, Franco, Verhaeghe, 2002) yer almaktadır. Clash Projesi kapsamında 10.532 veriden oluşan bir Clash veritabanı oluşturulmuştur. Bu veri tabanını oluşturan veri kümelerinin analizi birçok değişik

formülün ortaya konulmasına sebep olmuştur. CLASH Projesinde, sayısal modeller ve prototip ölçümleri kullanılarak dalga aşımı hesaplanmıştır. Bu şekilde kompleks yapılar ve ölçek etkileri çalışılabilmiştir (Van Doorslaer ve diğer., 2015).

2.2 Literatürde Öne Çıkan 5 Adet Çalışmanın İrdelenmesi

Literatürde öne çıkan 5 adet çalışma, alt başlıklar halinde tanıtılmıştır. Belirtilen çalışmalarda aynı boyutsal ya da hidrolik değerlerin farklı parametreler ile ifade edildiği görüldüğünden, formüller arasındaki ilişkiyi net olarak göstermek için tüm formüllerdeki aynı değerler için aynı parametreler kullanılmıştır. Bu parametreler Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Formüllerde kullanılan parametrelerin ifade ettiği boyutlar

Şekil 2.1’de gösterilen parametreler, aşağıda belirtilen boyut ve eğimleri ifade etmektedir;

d_w : Yapı önü su derinliği

d_f : Yapı önü deniz seviyesi ile yürüme yolu arası mesafe

x_r : Yürüme yolu uzunluğu

h_b : Kıyı duvarı üzeri bank yüksekliği

w_b : Kıyı duvarı üzeri bank genişliği

S_f : Deniz tabanı eğimi

2.2.1 EurOtop-2007

Clash Projesi kapsamında, Clash veri tabanı kullanılarak geliştirilen EurOtop-2007, dalga aşımı hesaplamasında, sınır değerlere göre farklı formüllerin kullanılmasını önermektedir. Buradaki sınır koşullar h_* parametresi ve $(h_* \frac{R_c}{H_{m0}})$ eşitliğidir. h_* değeri Formül 2.2'den elde edilen değerdir.

$h_* > 0,3$ ise pasif (Non-impulsive) koşul, $h_* \leq 0,2$ ise atılğan (Impulsive) koşul geçerlidir. Eğer h_* : $0,02 < h_* < 0,3$ aralığında ise atılğan (Impulsive) ve pasif (Non-impulsive) koşullarından her ikisinin de etkili olduğu düşünülerek güvenli tarafta kalmak için Formül 2.4 ve Formül 2.5'ten yüksek dalga aşımı veren değer kullanılır.

Pasif (Non-impulsive) koşul ($h_* > 0,3$) için Formül 2.4 kullanılır:

$$\frac{q}{\sqrt{g.H_{m0}^3}} = 0,04 \cdot \exp\left(-1,8 \cdot \frac{R_c}{H_{m0}}\right) \quad 0,1 < R_c/H_{m0} \leq 3,5 \quad (2.4)$$

Atılğan (Impulsive) koşul ($h_* \leq 0,02$) için ise Formül 2.5 kullanılır:

$$\frac{q}{h_*^2 \cdot \sqrt{g.h_s^3}} = 1,5 \cdot 10^{-4} \left(h_* \frac{R_c}{H_{m0}}\right)^{-3,1} \quad 0,03 < \left(h_* \frac{R_c}{H_{m0}}\right) < 1,0 \quad (2.5)$$

Kırılmış dalgalar

$$\frac{q}{h_*^2 \cdot \sqrt{g.h_s^3}} = 2,7 \cdot 10^{-4} \left(h_* \frac{R_c}{H_{m0}}\right)^{-2,7} \quad \left(h_* \frac{R_c}{H_{m0}}\right) < 0,02 \quad (2.6)$$

$0,02 < \left(h_* \frac{R_c}{H_{m0}}\right) < 0,03$ olmasında koşulunda ise; EurOtop-2007 kesin bir tavsiyeye yetecek verinin bulunmamasına karşı, Formül 2.5'in kullanılmasını önermektedir.

2.2.2 Yoshimi Goda (2009)

Goda (2009) çalışmasında, kendisinden önce Clash veri tabanı kullanılarak ortaya çıkarılmış olan dalga aşım debisini hesaplayan formülleri tek tek ele almış ve sonuçların kısmen veri tabanı ile örtüşse de bazı sonuçların veri tabanı ile örtüşmediğini belirtmiş ve dalga aşımı debisinin hesaplaması için Formül 2.7'nin kullanılmasını önermiştir. Bu formülün ortaya çıkmasında Goda, Clash veri tabanını kullanmış ancak bazı veri setlerini elemiştir. Bunlar 0 dalga aşım debi ($q=0$) sonucu veren veri setleridir.

$$\frac{q}{\sqrt{g \cdot H_{m0}^3}} = q^* = \exp \left[- \left(A + B \cdot \frac{R_c}{H_{m0}} \right) \right] \quad (2.7)$$

Buradaki A ve B katsayıları aşağıda belirtilen formüller ile hesaplanmaktadır.

$$A = A_0 \cdot \tanh[(0,956 + 4,44 \cdot \tan\theta) \cdot (h_s/H_{m0} + 1,242 - 2,032 \cdot \tan^{0,25}\theta)] \quad (2.8)$$

$$B = B_0 \cdot \tanh[(0,822 - 2,22 \cdot \tan\theta) \cdot (h_s/H_{m0} + 0,578 + 2,22 \cdot \tan\theta)] \quad (2.9)$$

$\tan\theta$ = Deniz tabanı eğimi

A_0 ve B_0 katsayıları, Tablo 2.1'den alınmaktadır.

Tablo 2.1 A ve B katsayıları için en uygun katsayı değerleri (Goda, 2009)

Deniz tabanı eğimi	A Katsayısı			B Katsayısı		
$\tan\theta$	A_0	b_1	c_2	B_0	b_2	c_2
1/20	3,6	1,4	0,1	2,3	0,6	0,8
1/20 – 1/1000	3,6	1,0	0,6	2,3	0,8	0,6

Goda (2009) çalışmasında dik duvarlarda A_0 değerinin 3,6 ve B_0 değerini ise 2,3 alınmasını önermektedir.

2.2.3 Victor, van der Meer ve Troch (2012)

Victor, van der Meer ve Troch (2012) çalışmasında, Clash veri tabanını kullanan EurOtop-2007 ve Goda-2009'dan farklı olarak Genth Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde yer alan dalga kanalında gerçekleştirmiş olduğu deney sonuçlarını kullanmıştır. Çalışma sonucunda; dalga aşımının hesaplanmasında sınır koşullarına göre 4 ayrı formül kullanılmasını önermektedir. Kullanılacak olan formülün tespiti için belirleyici olan sınır koşullar; $cot\alpha$ değeri ve $\frac{R_c}{H_{m0}}$ oranıdır.

Burada α açısı; yapının eğimidir. Eğer yapıda; $cot\alpha < 1,5$ ise yapı dik eğimli, $cot\alpha > 1,5$ ise yapı hafif eğimli olarak kabul edilir. Tez kapsamında çalışılan kıyı duvarı, dik duvar olup $cot\alpha = 0$ 'dır.

Diğer koşul olan $\frac{R_c}{H_{m0}}$ eşitliği için ise;

Eğer yapıda; $\frac{R_c}{H_{m0}} < 0,8$ koşulu sağlanıyor ise yapı küçük fribordlu, $\frac{R_c}{H_{m0}} > 0,8$ koşulu sağlanıyor ise yapı büyük fribordlu olarak kabul edilir.

Yukarıdaki koşullara göre Victor ve diğer. (2012) çalışmasında dalga aşımı debisinin hesaplanması için hangi formülün kullanılması gerektiğini şu şekilde açıklamaktadır;

Bir yapı: Dik eğimli ($cot\alpha < 1,5$) ve küçük friborlu ($\frac{R_c}{H_{m0}} < 0,8$) ise Formül 2.10 kullanılır;

$$\frac{q}{\sqrt{g \cdot H_{m0}^3}} = (0,033 \cot\alpha + 0,062) \cdot \exp[(1,08 \cdot \cot\alpha - 3,45) \cdot \frac{R_c}{H_{m0}}] \quad (2.10)$$

Bir yapı: Dik eğimli ($\cot\alpha < 1,5$) ve büyük fribordlu ($\frac{R_c}{H_{m0}} > 0,8$) ise Formül 2.11 kullanılır;

$$\frac{q}{\sqrt{g.H_{m0}^3}} = 0,2. \exp[(1,57. \cot\alpha - 4,88). \frac{R_c}{H_{m0}}] \quad (2.11)$$

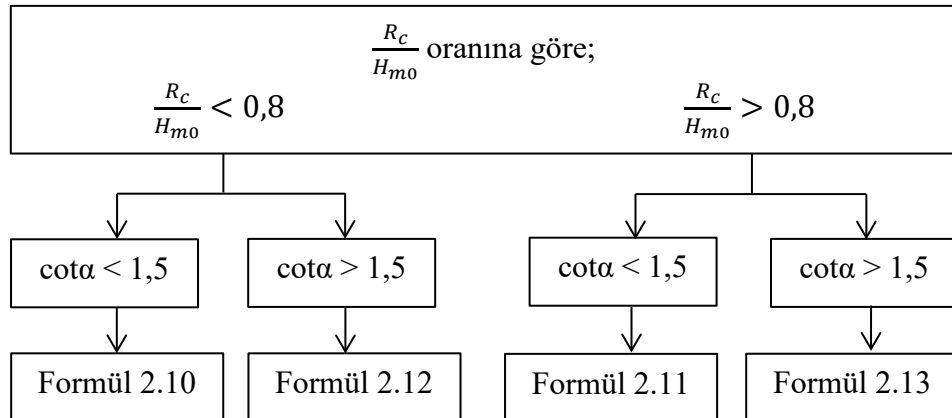
Bir yapı: Hafif eğimli ($\cot\alpha > 1,5$) ve küçük fribordlu ($\frac{R_c}{H_{m0}} < 0,8$) ise Formül 2.12 kullanılır;

$$\frac{q}{\sqrt{g.H_{m0}^3}} = 0,11. \exp[-1,85. \frac{R_c}{H_{m0}}] \quad (2.12)$$

Bir yapı: Hafif eğimli ($\cot\alpha > 1,5$) ve büyük fribordlu ($\frac{R_c}{H_{m0}} > 0,8$) ise Formül 2.13 kullanılır;

$$\frac{q}{\sqrt{g.H_{m0}^3}} = 0,2. \exp[-2,6. \frac{R_c}{H_{m0}}] \quad (2.13)$$

Victor ve diğer. (2012) çalışmasında sınır koşullara göre dalga aşım debisini hesaplayan formüller Şekil 2.2’de formül ağacı olarak gösterilmiştir.

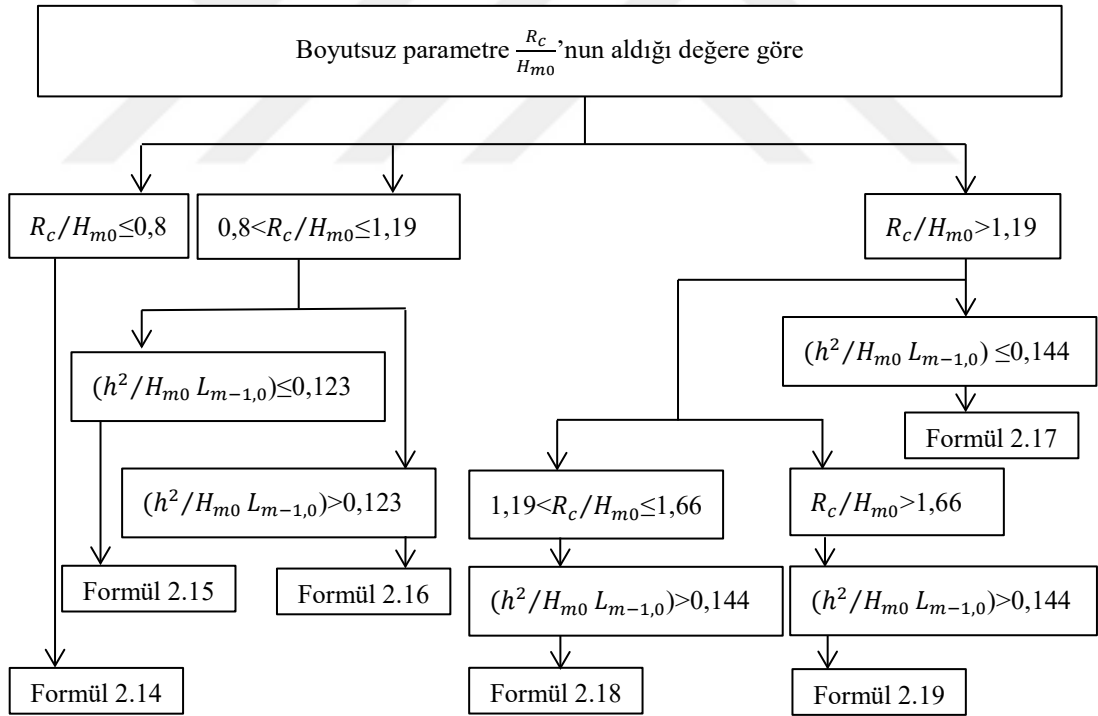


Şekil 2.2 Victor ve diğer. (2012) çalışmasına göre dalga aşım debisi hesaplama formül ağacı

2.2.4 Etemad-Shahidi, Shaeri ve Jafari (2016)

Etemad-Shahidi, Shaeri ve Jafari (2016) çalışmasında da Clash veri tabanı kullanılmıştır. Daha önceki dalga aşımı tahmin çalışmalarında ortaya konulan formüllerde bir takım sapmaların olduğu belirtilerek, dikey ve dikeye yakın yapılarıdaki dalga aşımını hesaplamak için sınır koşullara bağlı yeni bir formül önerilmiştir.

Etemad-Shahidi ve diğer. (2016) çalışmasında boyutsuz parametreler arasındaki ilişkiden yararlanılarak Şekil 2.3’de verilen formül ağacı oluşturulmuştur. Formül ağacında öncelikle boyutsuz parametre olan R_c/H_{m0} ’nun akabinde yine boyutsuz parametre olan $(h^2/H_{m0} \cdot L_{m-1,0})$ ’ın aldığı değerlere göre kullanılması gereken formüller önerilmiştir.



Şekil 2.3 Dik kıyı duvarları için formül ağacı (Etemad-Shahidi ve diğer., 2016)

$$q_* = 0,961(d_w/L_{m-1,0})^{-0,17}(h/L_{m-1,0})^{-0,13} \exp(-2,224 R_c/H_{m0} - 3,79) \quad (2.14)$$

$$q_* = 1,268(h/L_{m-1,0})^{-0,11} \exp(-2,664 R_c/H_{m0} - 2,9) \quad (2.15)$$

$$q_* = 0,884(h/L_{m-1,0})^{-0,1} \exp(-2,425 R_c/H_{m0} - 3,6) \quad (2.16)$$

$$q_* = (h^2/H_{m0}L_{m-1,0})^{-0,33} \exp(-1,016 R_c/H_{m0} - 5,83) \quad (2.17)$$

$$q_* = \tan\theta^{0,55} (H_{m0}/h)^{-1,436} (H_{m0}/L_{m-1,0})^{0,784} \exp(-0,3 R_c/H_{m0} - 3,91) \quad (2.18)$$

$$q_* = 0,825 \tan\theta^{0,44} (H_{m0}/h)^{-0,834} \exp(-0,733 R_c/H_{m0} - 6,36) \quad (2.19)$$

Formüllerde yer alan parametreler;

q^* = Boyutsuz dalga aşım oranıdır ve $q^* = \frac{q}{\sqrt{g \cdot H_{m0}^3}}$ eşitliği ile bulunur.

d_w = Yapı önü su derinliği

h = Yapı önü topuk üstü su derinliğidir.

İzmir Kordon Bölgesinde ki kıyı duvarlarında topuk olmadığı için $d_w = h$ 'dir.

Etemad-Shahidi ve diğer. (2016) çalışmasında ayrıca boyutsuz olan parametrelere göre dalga aşımı hesaplamasının alanlara ayrılmasının hesaplamalarda karışıklığa ve yan yana değerlerde süreksizliğe neden olduğunu savunmuşlar ve bu gibi sorunları aşmak amacı ile formül ağacı modelini sadeleştirerek dalga aşım hesaplamasını Formül 2.20 olarak verilen tek formüle indirgemişlerdir.

$$q_* = \frac{q}{\sqrt{g \cdot H_{m0}^3}} = 0,9 \cdot \tan\theta^{0,17} (L_{m-1,0}/h)^{0,1} \cdot \exp(0,67d/h - 5,77(R_c/H_{m0})^{0,416}) \quad (2.20)$$

Formül 2.20'nin en büyük avantajı süreksizliği ortadan kaldırması ve sadeliğidir.

2.2.5 EuroTop (2018)

EuroTop-2018, van der Meer, Allsop, Bruce, De Rouck, Kortenhaus, Pullen, Schüttrumpf, Zanuttigh tarafından hazırlanan dalga aşımı konusundaki en geniş kapsamlı çalışmadır. Bu çalışmanın bir bölümünü dik duvarlarda dalga aşım debisinin hesaplanması oluşturmaktadır. Dik duvarlarda dalga aşım hesabı için farklı koşullar altında farklı formüllerin kullanılması önerilmektedir. Bu koşullar şu şekilde açıklanmıştır;

Euro-Top-2018'e göre; dik kıyı duvarlarında hangi dalga aşım hesaplama yönteminin kullanılacağına karar vermek için ilk olarak yapı önü kıyı eğiminin etkisine bakılmalıdır.

Eğer $\frac{h}{L_i} > 0,5$ ise yapı önü kıyı eğimi etkili değildir ve dalga aşımı debisi Formül 2.21 ile hesaplanır. Burada;

$L_i = h$ dalga derinliğinde $T_{m-1,0}$ için ölçülen dalga uzunluğudur.

$$\frac{q}{\sqrt{g.H_{m0}^3}} = 0,047 \cdot \exp \left[- \left(2,35 \frac{R_c}{H_{m0}} \right)^{1,3} \right] \quad 2.21$$

Yapı önü kıyı eğimin etkili olduğu durumlarda ise dalganın pasif yada atılğan olduğuna bakılır.

Kıyının dalga üzerinde etkili olup olmadığı $\frac{h^2}{H_{m0}.L_{m-1,0}}$ oranının 0,23'ten büyük yada küçük olmasına bağlıdır.

$\frac{h^2}{H_{m0}.L_{m-1,0}} > 0,23$ durumunda dalgalar pasif dalgalardır ve bu koşulda dalga aşımı debisi Formül 2.22 ile hesaplanır.

$$\frac{q}{\sqrt{gH_{m0}^3}} = 0,05 \exp\left(-2,78 \frac{R_c}{H_{m0}}\right) \quad (2.22)$$

$\frac{h^2}{H_{m0} \cdot L_{m-1,0}} \leq 0,23$ ise dalgalar atılğan dalgalardır ve bu koşulda, $0 < R_c/H_{m0} < 1,35$ aralığı için dalga aşım debisi Formül 2.23 ile hesaplanır.

$$\frac{q}{\sqrt{gH_{m0}^3}} = 0,011 \left(\frac{H_{m0}}{h_{sm-1,0}}\right)^{0,5} \exp\left(-2,2 \frac{R_c}{H_{m0}}\right) \quad (2.23)$$

Yine bu koşulda $R_c/H_{m0} \geq 1,35$ aralığı içinse dalga aşım debisi Formül 2.24 ile hesaplanır.

$$\frac{q}{\sqrt{gH_{m0}^3}} = 0,0014 \left(\frac{H_{m0}}{h_{sm-1,0}}\right)^{0,5} \exp\left(\frac{R_c}{H_{m0}}\right)^{-3} \quad (2.24)$$

Bununla birlikte EuroTop-2018’de, dik kıyı duvarı tasarımında ya da mevcut kıyı duvarının değerlendirilmesinde hesaplanan dalga aşımı debisinin 1 σ arttırılması tavsiye edilir. Buna göre dalga aşım debisinin 1 σ arttırılmış olarak hesaplanması için $0,1 < R_c/H_{m0} < 1,35$ koşulu için Formül 2.25 ve $R_c/H_{m0} \geq 1,35$ koşulu için Formül 2.26 kullanılmalıdır.

$$\frac{q}{\sqrt{gH_{m0}^3}} = 0,0155 \left(\frac{H_{m0}}{h_{sm-1,0}}\right)^{0,5} \exp\left(-2,2 \frac{R_c}{H_{m0}}\right) \quad (2.25)$$

$$\frac{q}{\sqrt{gH_{m0}^3}} = 0,0020 \left(\frac{H_{m0}}{h_{sm-1,0}}\right)^{0,5} \left(\frac{R_c}{H_{m0}}\right)^{-3} \quad (2.26)$$

Mevcut kıyı duvarlarının performansının ortaya konulması için gerçekleştirilen deneylerde kullanılan modele ait parametre değerleri ile su derinliği ve dalga senaryoları bu bölümde verilen formüllerde çalıştırılmış ve sonuçlar Bölüm-5’te verilmiştir.

BÖLÜM ÜÇ

MEVCUT DURUM TESPİT ÇALIŞMALARI

Mevcut kıyı duvarlarının laboratuvar ortamında modellenmesi için öncelikle çalışma alanı olan İzmir Körfezi Kordon Bölgesinin mevcut durumunun tespiti yapıldı. Bu amaçla aşağıda başlıklar halinde verilen çalışmalar gerçekleştirildi.

3.1 İzmir Körfezi Batimetrisinin Elde Edilmesi ve Yapı Önü Taban Eğiminin Modellenmesi

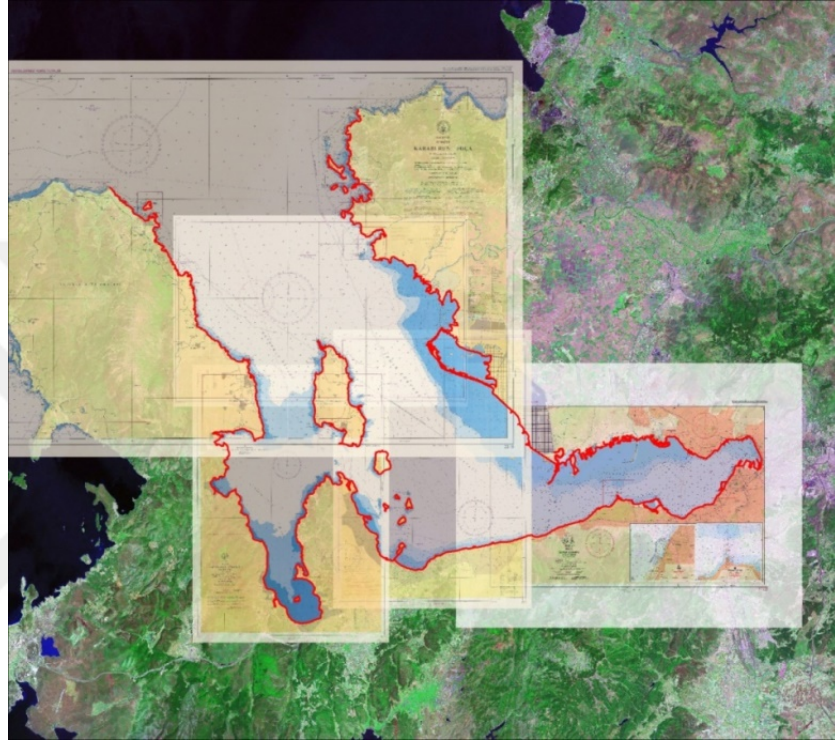
Çalışma alanının batimetrik yapısının elde edilmesinde şu yöntem izlendi;

1. İzmir Körfezi kıyı çizgisi, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımı MapInfo 10 kullanılarak 14,25 m yersel çözünürlüğe sahip Landsat uydu görüntüsü mozaïği kullanılarak 1/5000 çalışma ölçeğinde sayısallaştırıldı (Şekil 3.1).



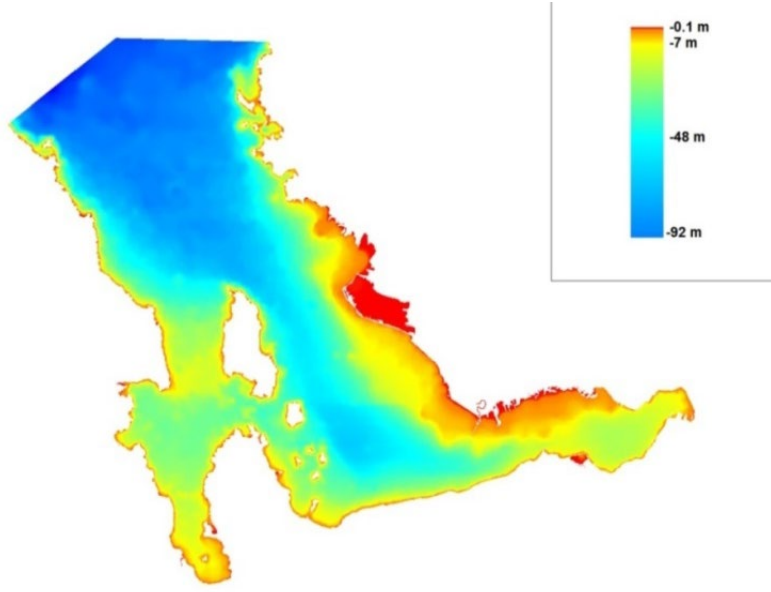
Şekil 3.1 İzmir Körfezi kıyı çizgisi (genel resimde kırmızı) ve sayısallaştırma ölçeği (sağ üst köşe) (Kısacık ve Kaboğlu, 2017)

2. Batimetri verisi; Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi (SHOD) Başkanlığı üretimi olan 2210 (1/50.000), 2211 (1/25.000), 2212 (1/25.000), 2213 (1/25.000) ve 2214 (1/25.000) numaralı seyir haritaları kullanılarak elde edildi. Bu paftalar projeksiyon ve datum bilgilerine göre CBS'de koordinat sistemine yerleştirildi (Şekil 3.2).



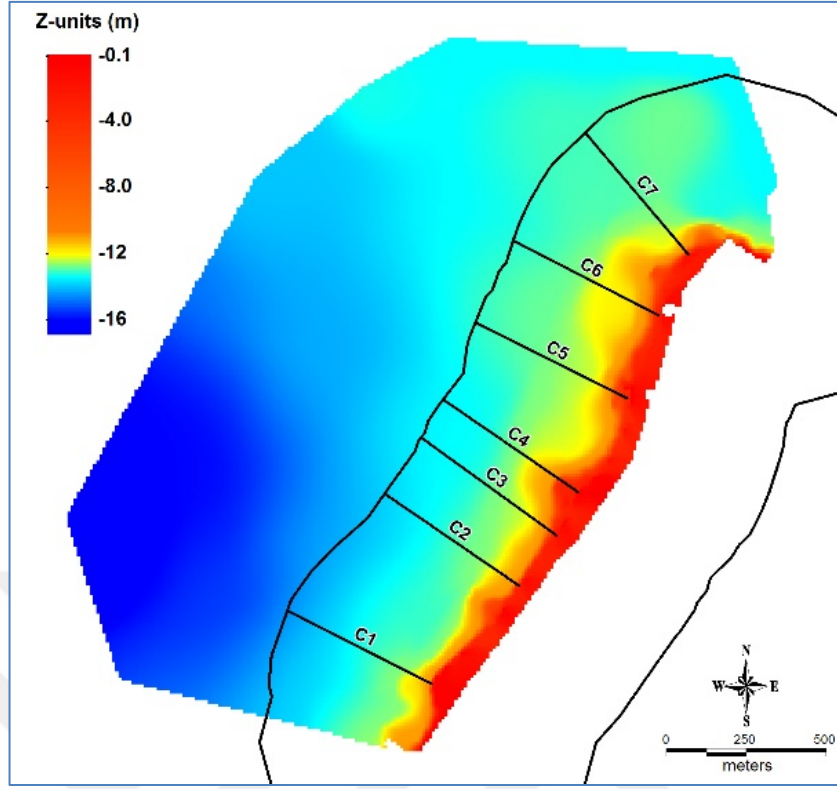
Şekil 3.2. CBS'de koordinat sistemine yerleştirilen SHOD Başkanlığı seyir paftalarının uydu görüntüsü üzerinde görünüşleri (Kısacık ve Kaboğlu, 2017)

3. Koordinat sistemine yerleştirilen seyir paftalarındaki iskandil değerleri batimetri verisi (z-derinlik, metre) olarak noktasal obje şeklinde CBS'ye girildi.
4. Derinlik (z) değerleri CBS yazılımında Doğal Komşuluk tekniği ile enterpole edilerek tüm körfez için 50x50 m çözünürlükte grid tabakası oluşturuldu (Şekil 3.3).



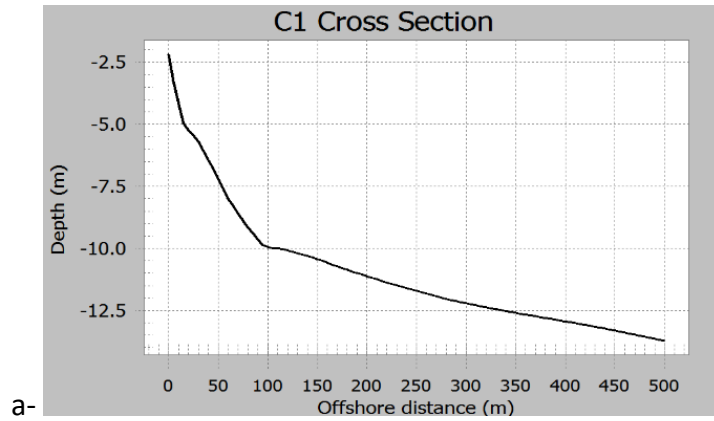
Şekil 3.3 İzmir Körfezi için oluşturulan grid tabakası (Kısacık ve Kaboğlu, 2017)

5. Çalışma yapılan alanda, kıyı çizgisi üzerinde model oluşturmak için kritik görülen ve Şekil-3.4'de batimetri üzerinde yerleri işaretlenmiş olan 7 adet hat belirlendi. Bu 7 nokta seçilirken; başlangıç ve bitiş noktaları (C1, C7), Gündoğdu Meydanı (C4), Alsancak İskelesi (C5) ve yaklaşık eşit aralık olması bakımından diğer 3 nokta (C2, C3, C6) alınmıştır.

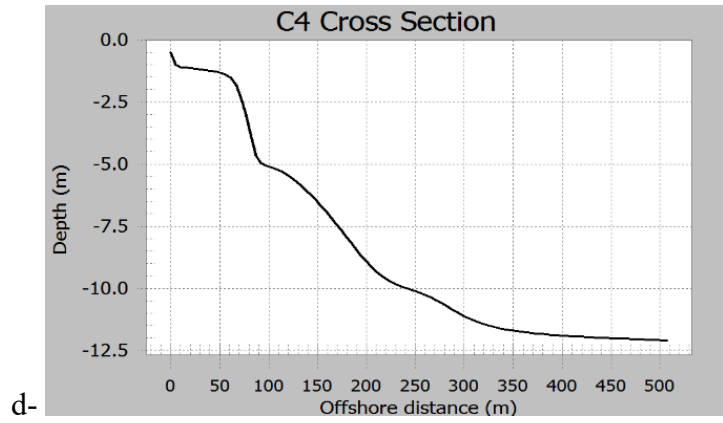
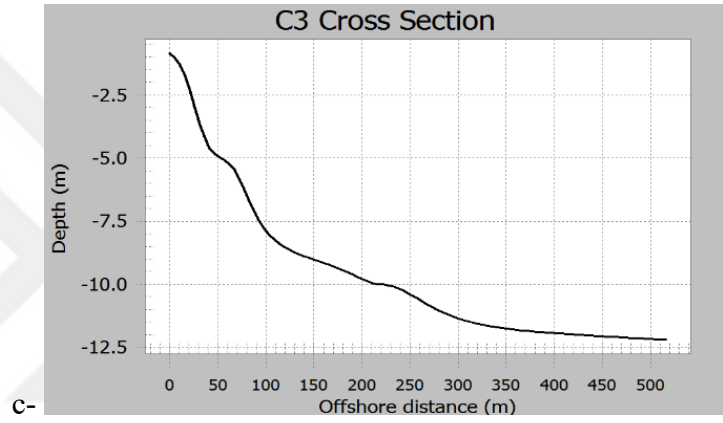
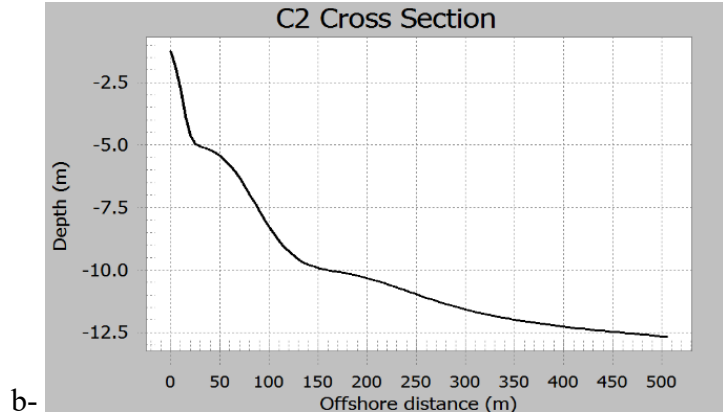


Şekil 3.4 İzmir Körfezi için oluşturulan grid tabakası (Kısacık ve Kaboğlu, 2017)

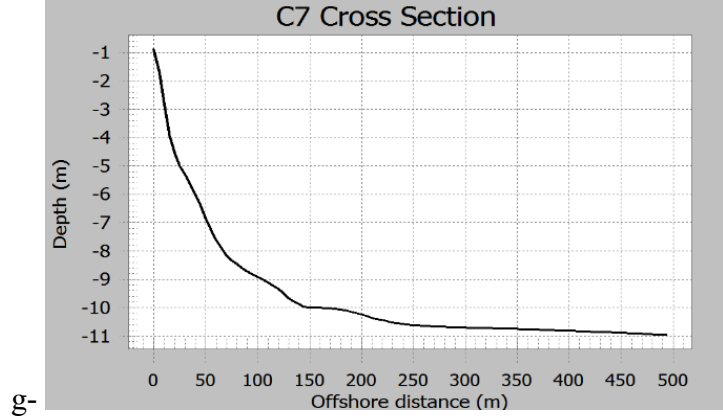
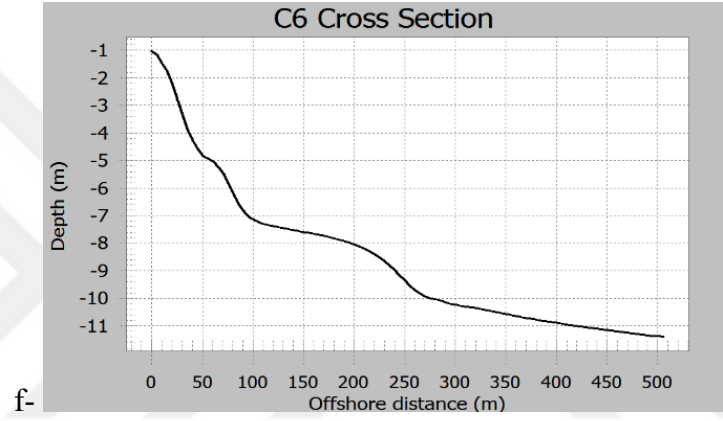
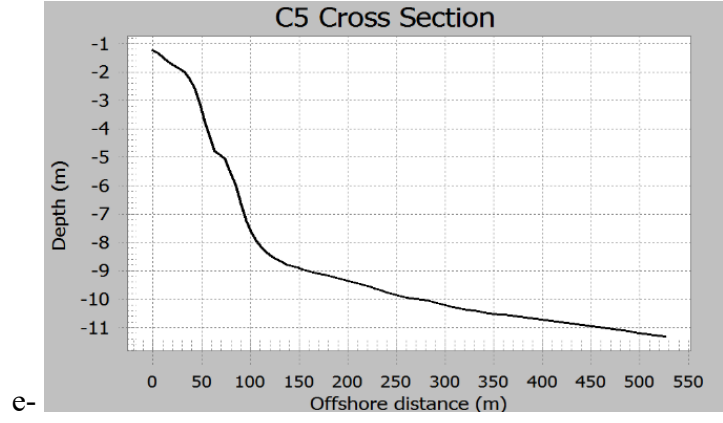
6. C1'den C7'ye numaralandırılmış olan söz konusu hatlar için batimetri üzerinde kıyı çizgisinden itibaren açığa doğru uzanan ilk 500 m için deniz taban eğimi CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) yazılımı MapInfo'da hesaplandı ve grafikleri Şekil-3.5'te ayrı ayrı verildi.



Şekil 3.5 Kıydan 500m açığa kadar uzanan deniz tabanı kesitleri, a) C1, b) C2, c) C3, d) C4, e) C5, f) C6, g)C7 (Özyurt Tarakcıoğlu, Baykal ve Kısacık, 2016)



Şekil 3.5 devamı



Şekil 3.5 devamı

Şekil 3.5'te verilen a Kesiti C1 noktası için, b Kesiti C2 noktası için, c Kesiti C3 noktası için, d Kesiti C4 noktası için, e Kesiti C5 noktası için, f Kesiti C6 noktası için, g Kesiti C7 noktası için deniz taban kesitleridir. Kesitlerde görüldüğü üzere

deniz tabanı lineer bir eğime sahip değildir. Genellikle 2 ayrı, bazı noktalarda ise 3 ayrı ortalama lineer eğimler belirlendi. Bu eğimler Tablo 3-1’de verilmiştir.

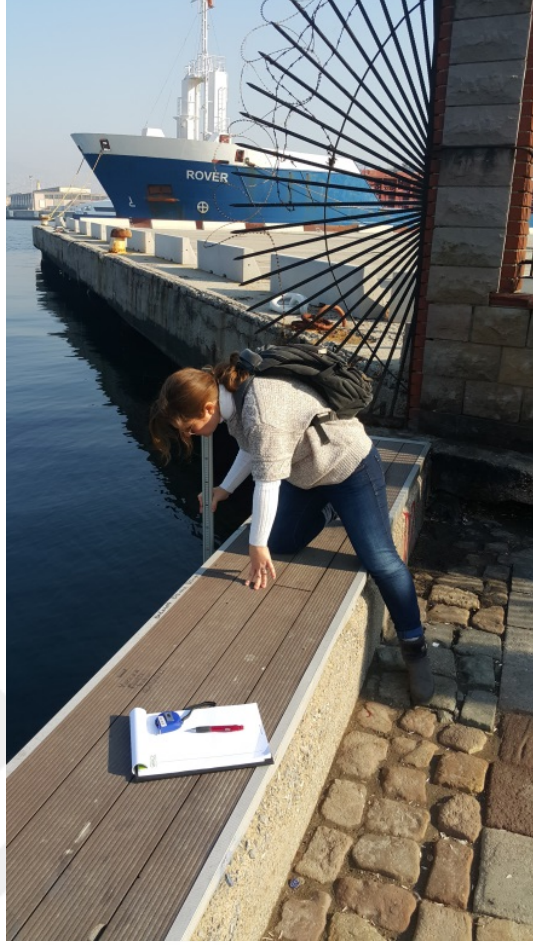
Tablo 3.1 7 adet nokta için I. ve II. kademe eğimler ile eğimlerin değiştiği yatay uzunluklar (Özyurt Tarakcıoğlu ve diğer., 2016)

Nokta Adı	Kıyı Çizgisi Derinliği (m)	Eğimin Değiştiği Nokta		500m'deki Derinlik (m)	I.	II.	I.	II.
		Yatay Mesafe (m)	Derinlik (m)		Kademe Ortalama Lineer Eğim 1/S _f (%)	Kademe Ortalama Lineer Eğim 1/S _f (%)	Kademe Ortalama Lineer Eğim S _f	Kademe Ortalama Lineer Eğim S _f
C1	2,35	90	9,75	13,75	8,22	0,98	12	103
C2	2,10	150	10,00	12,75	5,27	0,79	19	127
C3	1,85	100	8,00	12,00	6,15	1,00	16	100
C4	2,00	300	11,50	12,00	3,17	0,25	32	400
C5	2,30	120	8,60	11,20	5,25	0,68	19	146
C6	1,80	100	7,20	11,50	5,40	1,08	19	93
C7	1,25	70	8,40	11,00	10,21	0,60	10	165

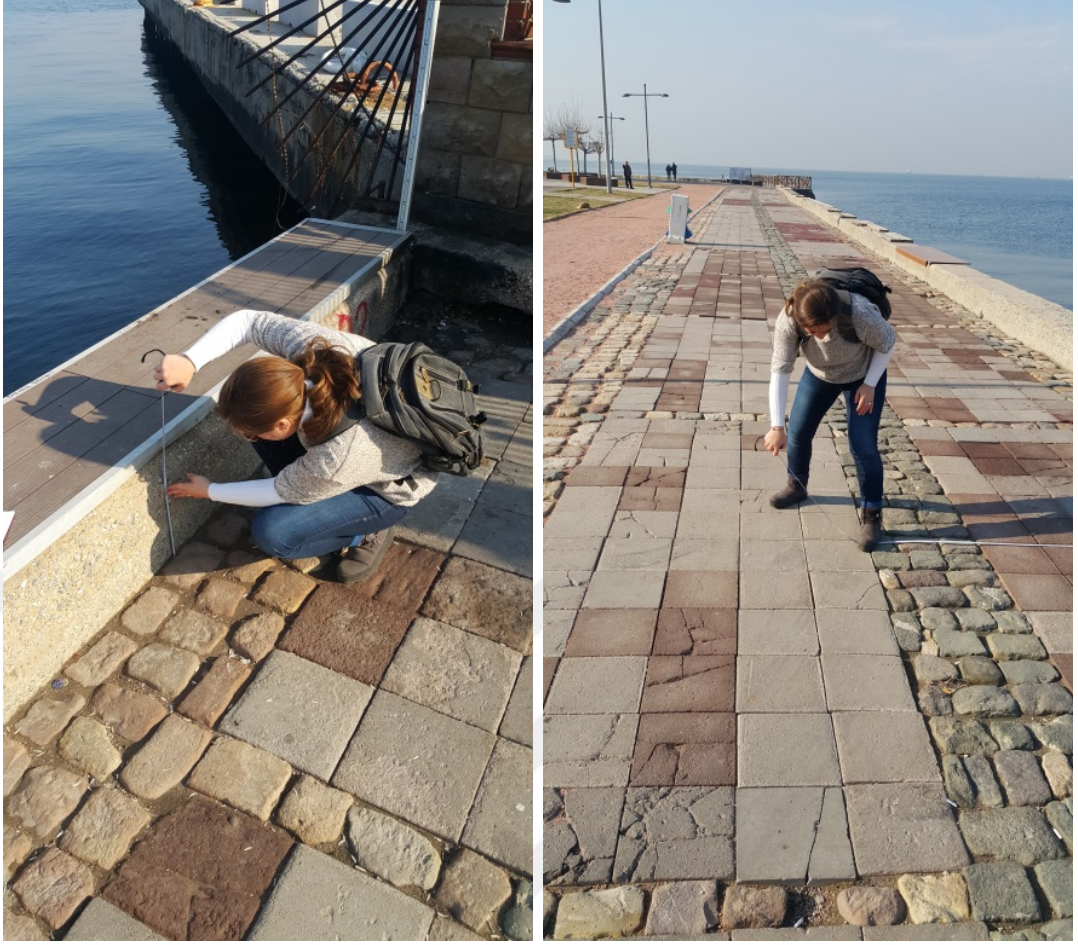
Tablo 3.1’de görüldüğü üzere; eğim genellikle 100-150m arasında değişmektedir. Kıyıdan itibaren açığa doğru ilk eğim ortalama %6,24, ikinci eğim ise daha yumuşak olup ortalama %0,77’dir.

Ayrıca, kıyı çizgisi su seviyesi boy kesitinin çıkarılması için belirlenmiş olan 7 noktanın her birisinde yapı önü su derinliği (d_w) ölçümü yapıldı.

Ölçüm çalışmaları için öncelikle Küresel Konumlama Sistemi (GPS) aletine belirlenen noktaların koordinatları yüklendi. Akabinde sahada noktaların olduğu yerlere gidilerek her bir nokta için yapı önü deniz suyu yüksekliği (d_w), su seviyesi ile kıyı duvarı üst noktası arasındaki kot farkı (friboard) (R_c) ve kıyı duvarının kara bölümü ölçümleri yapıldı. Kara bölümünde yapılan ölçümler; Kıyı duvarı üzeri bank yüksekliği (h_b), bank genişliği (w_b), yürüme yolu ve koşu yolu uzunlukları (Yürüme yolu uzunluğu ile koşu yolu uzunluklarının toplamı tek bir parametre ile gösterildi: X_r) Deniz suyu yüksekliği için mira ve su terazisi, kara ölçümleri için ise şerit metre kullanıldı (Şekil 3.6 ve Şekil 3.7).

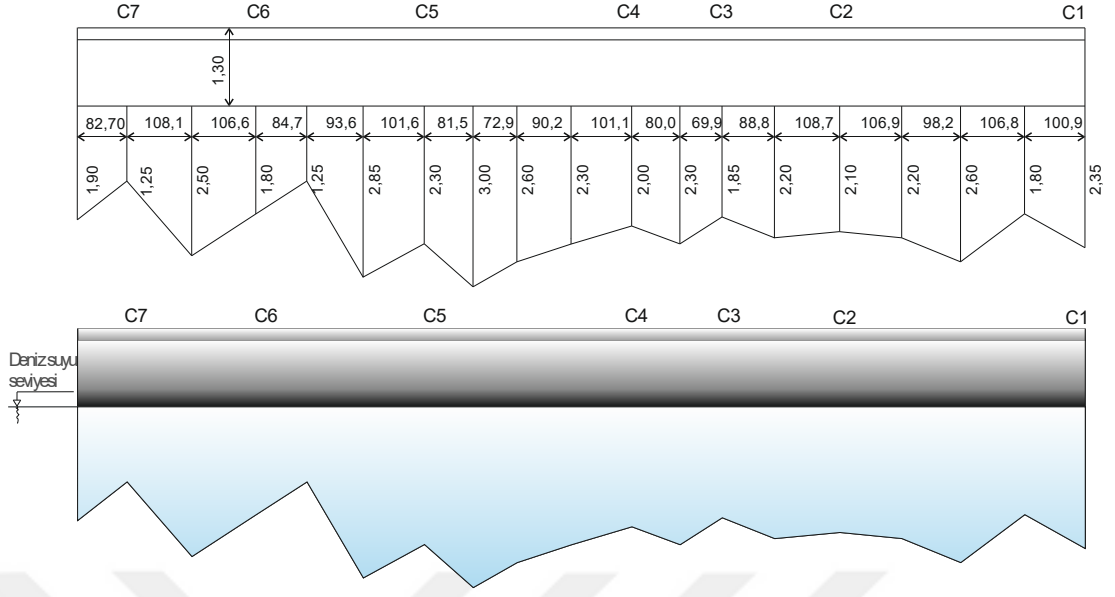


Şekil 3.6 Belirlenen 7 nokta için deniz suyu yüksekliği ve fribord ölçümü yapılması (Kişisel arşiv, 2016)



Şekil 3.7 Belirlenen 7 nokta için kara bölümünde ölçüm yapılması (Kişisel arşiv, 2016)

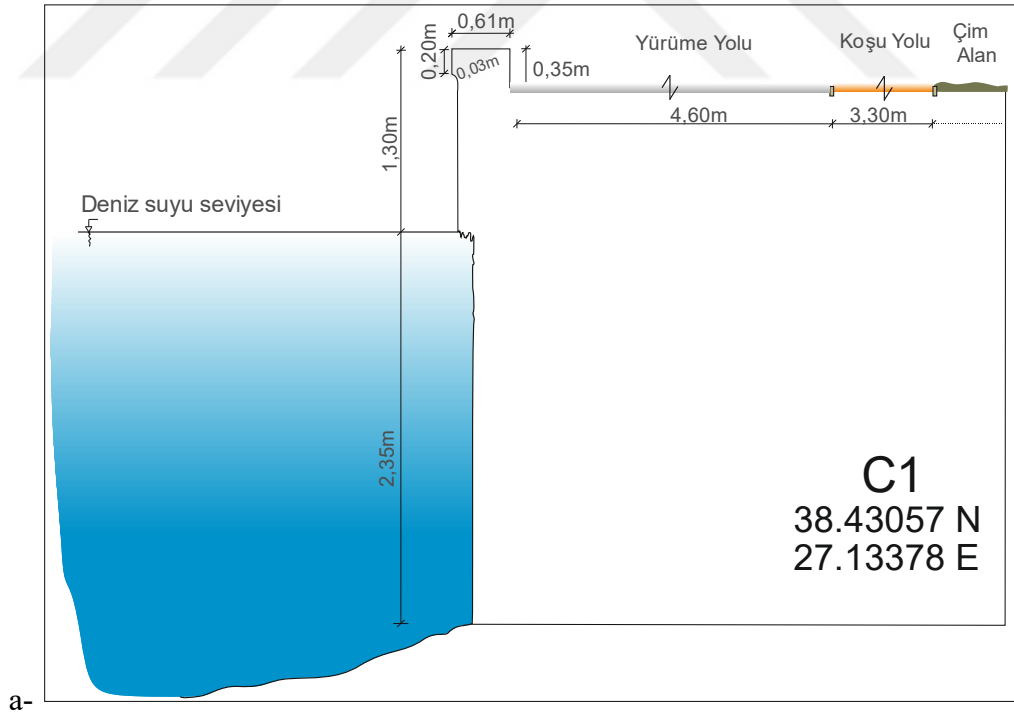
Kıyı çizgisi boyunca ölçülen yatay ve dikey boyutlar birbirine göre farklı uzunluk aralığına sahiptir. Şöyle ki; çalışılan C1 ile C7 noktaları arasındaki kıyı çizgisi uzunluğu 1.683,20m'dir. Bölgedeki suyun en sığ olduğu noktada yapı önü su derinliği 1,25m, suyun en derin olduğu noktadaki yapı önü su derinliği ise 3,00m'dir. Su derinlikleri arasındaki en büyük fark 1,75m olmaktadır. Bu sebep ile su seviyesindeki değişikliğin boy kesitte daha rahat gözlemlenmesi için, değerler arasında yatayda ve dikeyde 1/100 ölçek farkı uygulanmıştır (Şekil-3.8).



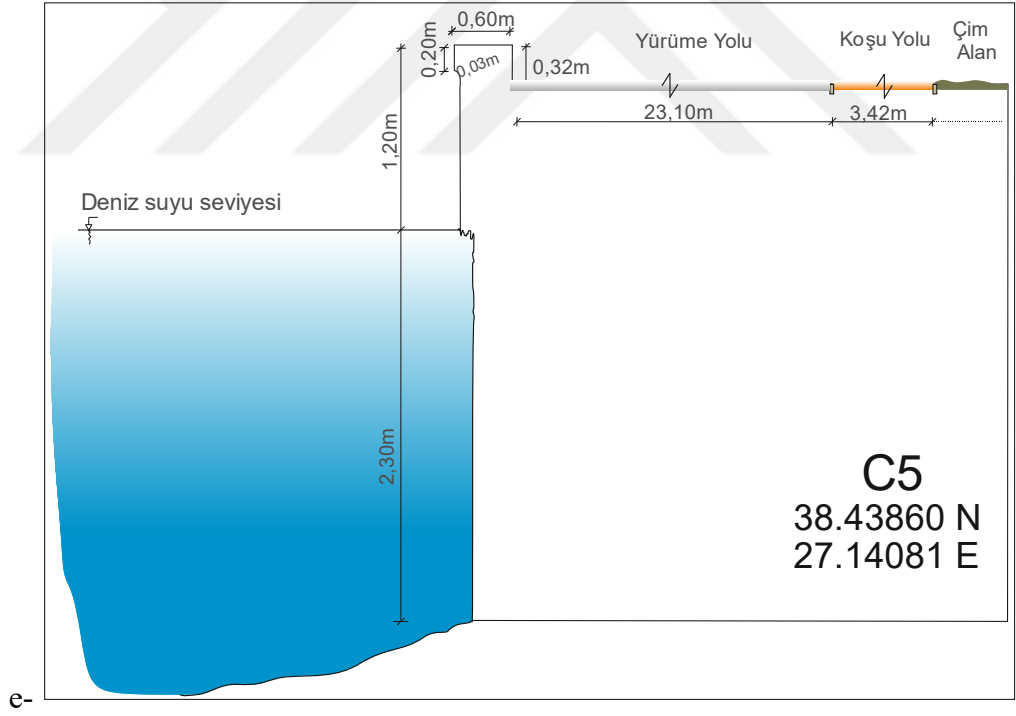
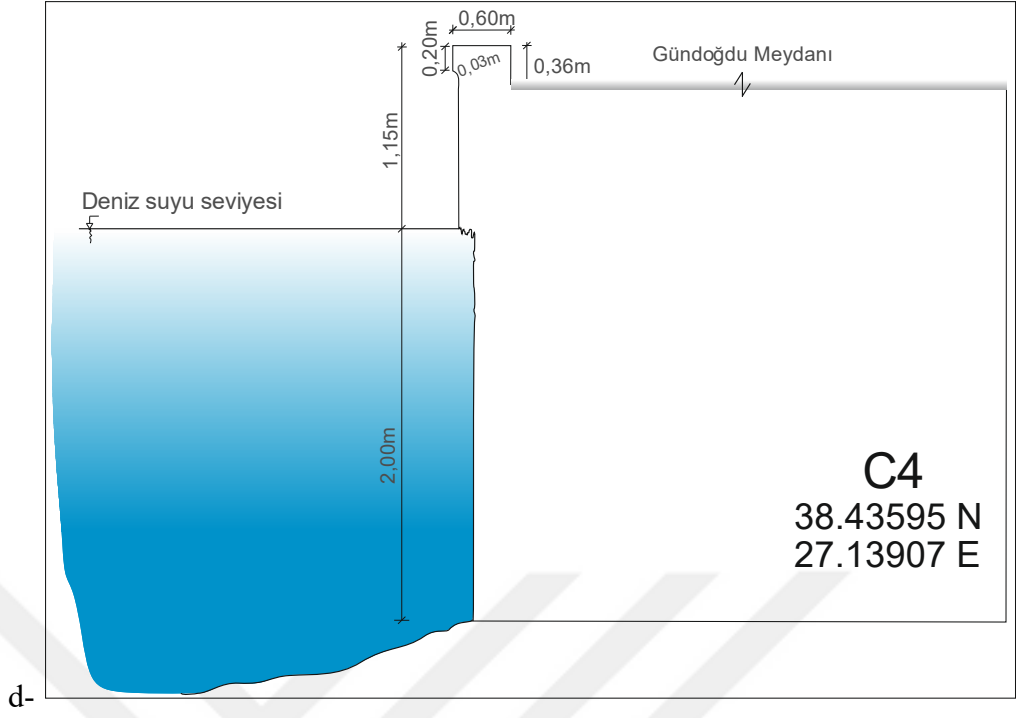
NOT: Deniz tabanı değişiminin görülebilmesi için X ve Y yönlerinde 1/100 oran ında blok farkı kullanılmıştır.

Şekil 3.8 Kırı duvarı hizasındaki deniz suyu yüksekliğinin boy kesiti.

Belirlenmiş olan 7 noktanın en kesitleri Şekil 3.9’da verilmiştir.



Şekil 3.9 Belirlenen 7 noktaya ait en kesit çizimleri, a) C1 Kesiti, b) C2 Kesiti, c) C3 Kesiti, d) C4 Kesiti, e) C5 Kesiti, f) C6 Kesiti, g) C7 Kesiti



Şekil 3.9 devamı

Tablo 3.2 7 Adet nokta için en kesit değerleri

Kesiti Alınan Noktalar	d_w (m)	d_f (m)	x_r (m)	h_b (m)	w_b (m)	s_f	s_r
C1	2,35	0,95	7,90	0,35	0,61	12	0
C2	2,10	0,96	8,12	0,34	0,60	19	0
C3	1,85	0,90	7,96	0,35	0,60	16	0
C4	2,00	0,79	-	0,36	0,60	31	0
C5	2,30	0,88	26,52	0,32	0,60	19	0
C6	1,80	0,89	7,88	0,38	0,62	19	0
C7	1,25	1,07	8,29	0,23	0,57	10	0

Tabloda yer alan parametrelerin tanımı Bölüm 2.2’de tanımlanmıştır.

Çalışma yapılan alandaki 7 ayrı noktada ölçülen ve Tablo 3.2’de gösterilen değerlerin güvenli tarafta kalan ortalaması alınarak prototip parametreleri belirlenmiş ve Tablo 3.3’de verilmiştir. Güvenli tarafta kalması için Bank yüksekliği (h_b) için en küçük değere yakın olan değer, bank genişliği (w_b) için ise standart bank genişliği olan 0,48m alınmıştır.

Tablo 3.3 Prototip en kesit değerleri

	d_w (m)	d_f (m)	$d_w + d_f$ (m)	x_r (m)	h_b (m)	w_b (m)	R_c (m)	s_f (-)
Ortalama En-Kesit	2,36	1,00	3,36	8,00	0,288	0,48	1,29	20,00

3.2 Rüzgâr ve Dalga İklim Çalışmaları

Deneylerin gerçekleştirilmesi için gerekli olan rüzgâr ve dalga ikliminin oluşturulması çalışmaları, Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında ortak çalışma yürütülen Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Deniz Mühendisliği Araştırma Merkezi akademisyenlerince gerçekleştirildi.

Rüzgâr ve Dalga İklim Çalışmalarının sonuç verileri bu tez kapsamında gerçekleştirilen deneylerde kullanıldığından, sonuçlar aşağıda verilmiştir.

3.2.1 ECMWF İzmir Körfezi Rüzgâr Gücü

Yapılan çalışmalar sonucunda; Kuzey-Kuzey-Doğu, Kuzey ile Kuzey-Doğu yönlerinin yıl boyu baskın kaldığı, ancak İlkbahar ve Sonbaharda Güneyli yönlerden de rüzgârın etkili olduğu görülmüştür. Denizden esen hâkim rüzgâr yönünün ise yıl boyunca Kuzey – Kuzey – Batı olduğu görülmektedir.

3.2.2 Ortalama Su Seviyesi ve Değişimleri

Ortalama su seviyesinde meydana gelen değişiklikler küresel ısınmaya bağlı olarak deniz seviyesinin yükselmesi, mevsimsel su seviyesi değişimleri, gelgitler, dalga ve rüzgâr kabarmaları, barometrik etkiler ve Coriolis etkisi olarak sıralanabilir. Ege kıyıları için ortalama su seviyesi ve değişimleri Tablo 3.3’de verilmiştir.

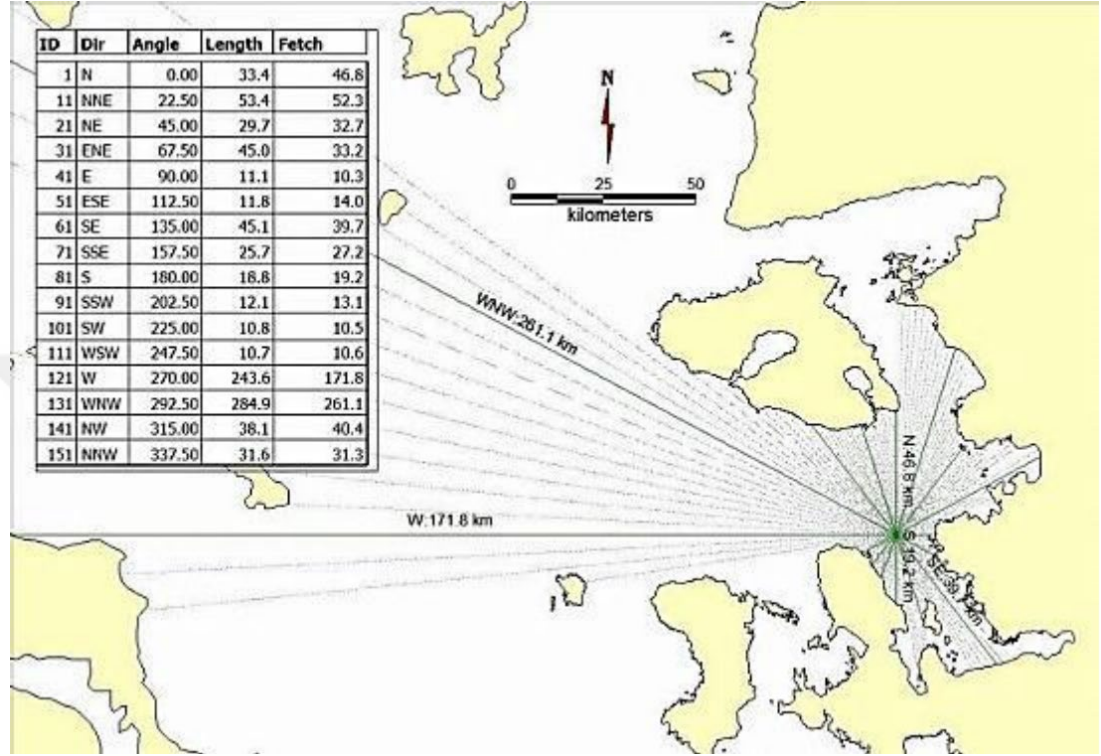
Tablo 3.4 Ege Kıyıları için ortalama su seviyesi değişimleri (Özyurt Tarakcıoğlu ve diğer., 2015)

Olay	Ege Denizi	Kaynak
Küresel Isınma	4,3 mm/yıl	Yıldız ve Demir (2002)
Mevsimsel Değişimler	+/- 8 cm	Alpar ve diğer. (2000)
Gelgit ⁽¹⁾	-15 cm’den +15 cm’e	-
Barometrik ve Coriolis Etkileri ⁽²⁾	-2,4cm’den +6,2 cm’e	-
⁽¹⁾ Gelgit genliği Türkiye kıyıları genel bir değer olarak 15 cm alınmıştır		
⁽²⁾ Barometrik ve Coriolis etkileri içerisindeki rüzgâr ve dalga kabarması ve alçalmasından gelen bileşenler ortalama rüzgâr hız verilerine göre hesaplanmaktadır.		

İzmir’de 2013 ve 2018 yıllarında gerçekleşen fırtınalarda deniz seviyesinde 80-90 cm kabarma ölçülmüştür. Tablo 3.3’de verilen ortalama su seviyesindeki değişimler ile fırtına zamanlarında gerçekleşen su seviyesi değişimleri; mevcut kıyı duvarlarının performansının ölçüldüğü fiziksel model çalışmalarında farklı su derinliklerinde deneyin gerçekleştirilmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Bu sebeple fiziksel deney çalışmaları 6 ayrı su derinliğinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.3 Kabarma Uzunlukları Hesabı

Dalga tahmini çalışmalarında kullanmak üzere etkin kabarma uzunluklarının hesap sonuçları Şekil 3.10'da verilmiştir.



Şekil 3.10 İzmir Körfezi için etkin deniz yönleri ve kabarma uzunlukları (Özyurt Tarakcıoğlu ve diğer., 2015).

3.2.4 Dalga İklimi ve İstatistikleri

Gerçekleştirilen çalışmalar neticesinde yöreye ait derin deniz dalga dikliği (derin deniz dalga yüksekliğinin dalga boyuna oranı, H_0/L_0) hesaplanmış olup ortalama 0,047 olarak kabul edilmiştir.

3.2.5 Uzun Dönem Dalga İstatistiği

Uzun dönem dalga istatistiği bir yörede etkin yönler için fırtınalarda oluşan rüzgâr dalgalarının belirgin dalga yükseklikleri ile bunların oluşma olasılıkları arasındaki ilişkiyi gösterir.

Farklı aşılma olasılıkları (1, 5, 10, 12, 20, 50 ve 100 saat/yıl) için etkili kabarma yönlerinden oluşması beklenen derin deniz belirgin dalga yükseklikleri Tablo 3.4.'te verilmiştir.

Tablo 3.5 Uzun dönem dalga istatistiği çalışmaları sonuçları (Özyurt Tarakcıoğlu ve diğer., 2015)

Aşılma Olasılığı		GD	GGD	G	GGB	GB	B	BKB	KB	KKB	K	KKD	KD	DKD
1 saat/yıl	H _{s0} (m)	1,19	1,70	1,78	0,75	0,50	2,13	2,04	0,96	1,14	2,06	2,68	1,61	0,92
	T _s (sn)	4,05	4,83	4,95	3,21	2,62	5,41	5,30	3,63	3,95	5,33	6,06	4,70	3,56
5 saat/yıl	H _{s0} (m)	0,83	1,26	1,37	0,57	0,35	1,52	1,52	0,71	0,84	1,67	2,21	1,27	0,61
	T _s (sn)	3,38	4,16	4,34	2,80	2,18	4,56	4,56	3,11	3,39	4,79	5,51	4,18	2,89
10 saat/yıl	H _{s0} (m)	0,67	1,07	1,19	0,49	0,28	1,25	1,29	0,60	0,71	1,50	2,01	1,13	0,47
	T _s (sn)	3,04	3,83	4,05	2,61	1,96	4,15	4,21	2,86	3,12	4,54	5,25	3,93	2,54
20 saat/yıl	H _{s0} (m)	0,52	0,88	1,02	0,42	0,21	0,99	1,06	0,49	0,58	1,33	1,81	0,98	0,33
	T _s (sn)	2,67	3,48	3,74	2,39	1,71	3,68	3,82	2,59	2,82	4,27	4,98	3,67	2,14
50 saat/yıl	H _{s0} (m)	0,31	0,63	0,78	0,31	0,13	0,64	0,76	0,34	0,41	1,10	1,54	0,79	0,16
	T _s (sn)	2,07	2,94	3,28	2,08	1,32	2,96	3,24	2,18	2,37	3,90	4,60	3,29	1,46
100 saat/yıl	H _{s0} (m)	0,16	0,44	0,61	0,24	0,06	0,37	0,54	0,24	0,28	0,93	1,34	0,64	0,02
	T _s (sn)	1,46	2,46	2,89	1,81	0,91	2,26	2,71	1,80	1,96	3,58	4,29	2,97	0,51

Tablo 3.5'de görüldüğü üzere etkin dalga yönleri olarak Kuzey-Kuzey-Doğu (KKD), Kuzey (K), Batı (B) ve Batı-Kuzey-Batı (BKB) olup, yılda 10 saat gözlenebilecek dalga yükseklikleri 1,20 – 2,00 metre arasındadır.

3.2.6 En Büyük Değer Dalga İstatistiği

Kıyı yapılarının tasarımında yapının ekonomik (50 ya da 100 yıl) ömrü içinde oluşabilecek en büyük dalga parametreleri (derin deniz belirgin dalga yüksekliği ve periyodu) kullanılır. Belirli bir yinleme dönemi içinde denizde oluşması beklenen en büyük dalga parametrelerinin belirlenmesi amacıyla en büyük değer dalga istatistiği çalışması yapılır (Özyurt Tarakcıoğlu ve diğer., 2015).

Gerçekleştirilen en büyük değer dalga istatistiği çalışmaları sonucunda elde edilen sonuçlar Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6 En büyük değer dalga istatistiği çalışmaları sonuçları – ECMWF verileri (Özyurt Tarakcıoğlu ve diğer., 2015)

	Yineleme Periyodu	5 yıl	10 yıl	20 yıl	50 yıl	100 yıl	1000 yıl
Gumbel	Hs (m)	2,52	2,76	3,00	3,30	3,53	4,28
	Ts (sn)	5,88	6,16	6,42	6,73	6,96	7,46

3.3 Dalga Taşınımlı Hesaplamaları

Dalga Taşınımlı Hesaplamaları da Dalga ve Rüzgar İklimi alışmaları gibi bu tezin üretildiği Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında ortak çalışma yürüttüğümüz Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Deniz Mühendisliği Araştırma Merkezi akademisyenlerince gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler, bu tez kapsamında gerçekleştirilen deneylerde kullanıldığından, sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Kıyı yapılarının tasarımında en önemli ve belirleyici parametreler dalga iklimi ve istatistiği çalışmaları sonucunda elde edilen tasarım dalgaları parametreleridir. Ancak bu çalışmalar sonucunda bulunan dalga parametreleri derin deniz dalga özellikleri olup bu parametreler dalgalar kıyıya yaklaştıkça derinlik etkisi ve sığlaşma, sapma, kırınım ve kırılma gibi çeşitli dalga olayları neticesinde değişim gösterir (Özyurt Tarakcıoğlu ve diğer., 2015). Bu nedenle kritik olarak belirlenen iki farklı derin deniz dalgası hem ortalama su seviyesi koşullarında hem de yüksek su seviyesi koşullarında modellenmiştir. Seçilen dalgaların özellikleri ve elde edildikleri istatistiksel metotlar Tablo 3.6’da verilmiştir.

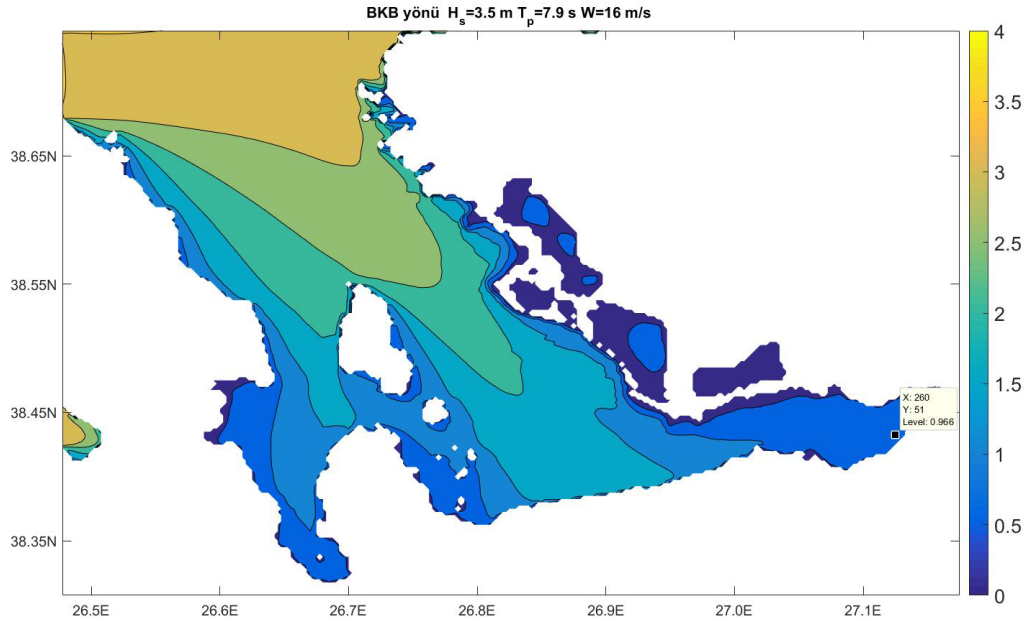
Tablo 3.7 Dalga özellikleri ve istatistiksel metotlar (Özyurt Tarakcıoğlu ve diğer., 2015)

Derin Deniz Dalga Yönü	Derin Deniz Ort. Belirgin Dalga Değerleri		Rüzgâr hızı m/s	Su Seviyesi m	Yineleme Periyodu yıl
	Hs(m)	Ts(sn)			
Batı-Kuzey-Batı	3,5	7,9	16	+0	1/100
Kuzey- Kuzey-Doğu	3,5	7,9	16	+0	1/100
Batı-Kuzey-Batı	3,5	7,9	16	+0,80	1/100
Kuzey- Kuzey-Doğu	3,5	7,9	16	+0,80	1/100

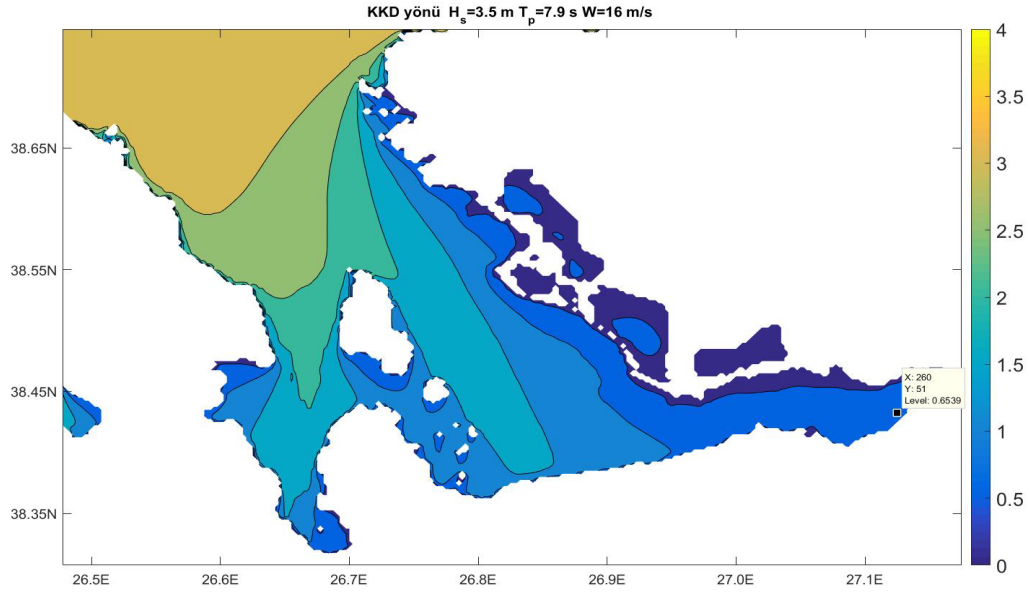
3.3.1 SWAN Dalga Modeli Çalışması Sonuçları

Bu bölümde Tablo 3.6’da verilen derin deniz dalgalarının dalga dönüşümü çalışmalarının sonuçları incelenmiştir.

SWAN modeli sonucunda su seviyesi, ortalama su seviyesi olarak model çalıştırıldığında proje alanı olan İç Körfez kıyıları için (6-8 m derinlik) elde edilen dalgaların 0,5 m – 1,0 m aralığında olduğu bulunmuştur (Şekil 3.11). İstatistikler sonucunda KKD yönünün daha baskın olarak ortaya konmasına rağmen BKB yönlü dalgalar İç Körfezde daha etkili olmaktadır. Bunun nedeni Körfez’in konumudur. Konumu ve şekli itibariyle Kuzeyli yönlerdeki rüzgârlara daha açık olarak görülmesine rağmen Dış Körfezin BKB yönlü doğrultusu dalga hareketini kolaylaştırmada ve enerji kaybını en aza indirmektedir. İç Körfezin kapalı, oldukça dar bir geçişle bağlantısı olması ve oryantasyonunun Doğu –Batı yönünde olması ise İç Körfezde baskın yönlü rüzgârların yüksek dalgalar yaratmasını engellemektedir. (Özyurt Tarakcıoğlu ve diğer., 2015).

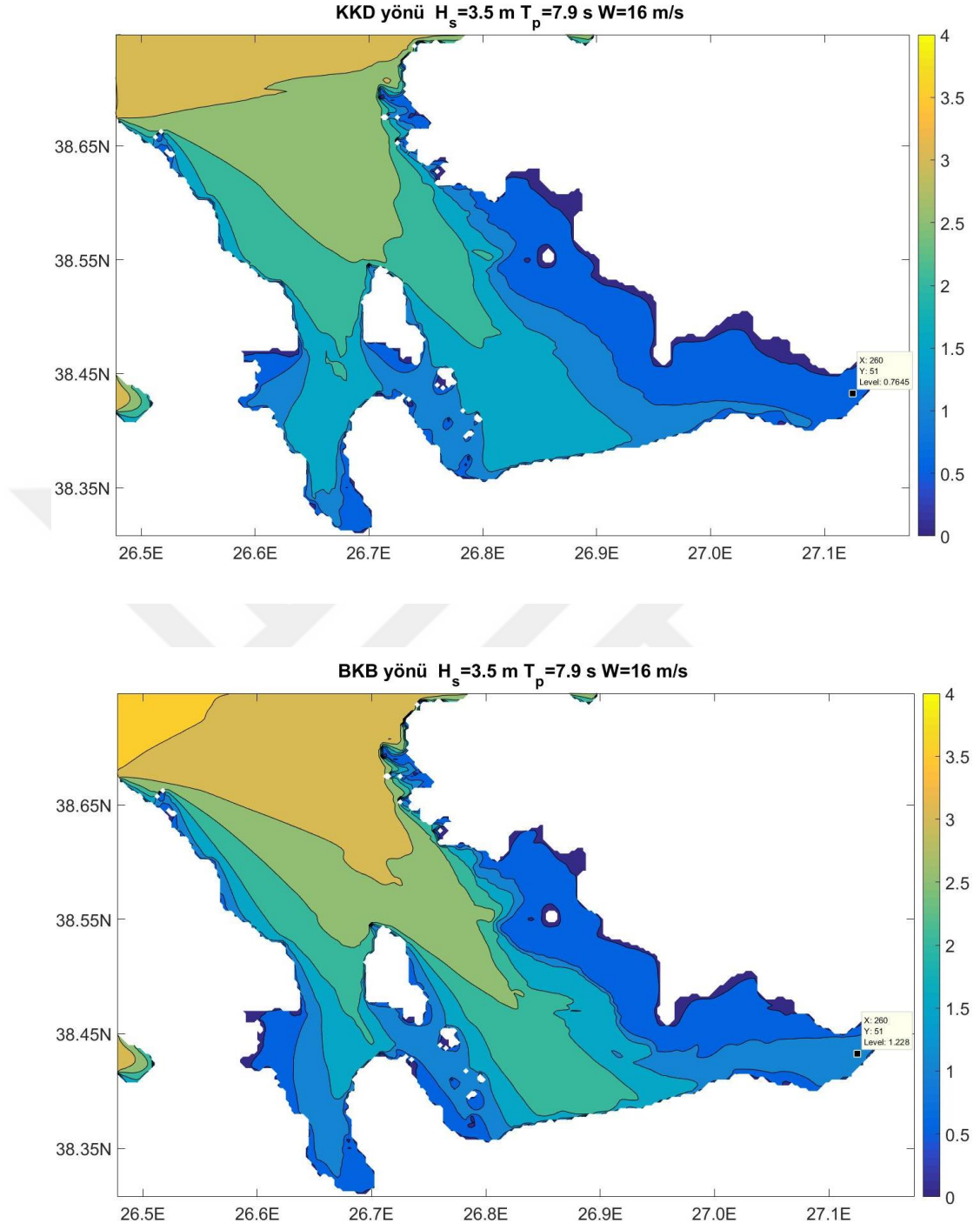


Şekil 3.11 Ortalama su seviyesinde modellenen dalga yükseklikleri (Kısacık ve Kaboğlu, 2017)



Şekil 3.11 devamı

İzmir Körfezinde normal koşullarda yüksek su seviyesi, ortalama su seviyesinden 0,40m, fırtına zamanlarında ise 1,00m yukarıdadır. SWAN modeli sonucunda; su seviyesi, yüksek su seviyesi (+1,00m) olarak model çalıştırıldığında proje alanı olan İç Körfez için elde edilen dalgaların 0,75 m – 1,5 m aralığında olduğu bulunmuştur (Şekil 3.12). Yüksek su seviyesi kıyıyı etkileyen dalgaların yüksekliklerini arttırmış, ayrıca enerjisi daha yüksek olması nedeniyle İç Körfez’de çok daha geniş bir alanda etkili olmasını sağlamıştır. Batılı esen rüzgâr (16 m/s) dalgaların Körfez’in güney kıyılarında daha da etkili olmasına neden olmuştur (Özyurt Tarakcıoğlu ve diğer., 2015).



Şekil 3.12 Yüksek su seviyesinde modellenen dalga yükseklikleri (Kısacık ve Kaboğlu, 2017)

Ortaya çıkan sonuçlar, fiziksel model çalışmaları için girdi olarak kullanılmıştır.

BÖLÜM DÖRT

FİZİKSEL MODEL ÇALIŞMALARI

4.1. Fiziksel Modellerin Yapıldığı Laboratuvar

Fiziksel model çalışmaları Ortadoğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Deniz Mühendisliği Araştırma Merkezi Laboratuvarında yer alan dalga kanalında gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Fiziksel modellerin yapıldığı Ortadoğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Deniz Mühendisliği Araştırma Merkezi Laboratuvarı dalga kanalı (Kişisel arşiv, 2016)

Dalga kanalının boyutları; 26x6x1 m'dir. İçerisinde ise cam duvarlara sahip 18x1,5 m boyutlarında ikinci bir kanal bulunmaktadır. Deneyler ikinci kanalın içerisinde gerçekleştirilmiştir. Bunun sebebi; deneylerin başlamasından önce modellenen yapıların dik yapılar olması dolayısı ile dalga yansımalarının büyük olacağının öngörülmesidir. Dalga yansıması, kanalda yatay dalgalanmayı tetikleyecektir. Daha dar olan cam kanal vasıtasıyla dalga kanalının iki boyutluluğu (2D) arttırılarak yatay dalgalanma en aza indirilmiştir. Ayrıca, cam kanalın dışında

her iki kenara ve yapının arkasına Şekil-4.2’de görülen gözenekli dalga söndürücüler yerleştirilerek, cam kanalın dışında oluşabilecek istenmeyen yansımalar azaltılmıştır.



Şekil 4.2 Dalga sönmöleyiciler (Kişisel arşiv, 2016)

4.2 Deneylerde İzlenen Süreç

Bu tez kapsamında fiziksel model deney düzeneğinin kurulumu ve boş kanal deneyleri gerçekleştirilmiştir. Mevcut kıyı duvarlarının performans deneyleri Dokuz Eylül Üniversitesi ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi’nin ortaklaşa yaptıkları BAP projesi kapsamında yapılmıştır (Kısacık ve diğer., 2017). Deneylerin model hazırlığı Bölüm 4.3’te ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.

4.3 Deney Hazırlık Süreci

İlk olarak dalga kanalı boyutları, dalga üretici kapasitesi ve mevcut durum verilerine göre fiziksel model ölçeği belirlenmiştir. Bulunan ölçek yardımı ile fiziksel ve hidrolik parametreler ölçeklendirilerek deneyler için kıyı duvarı modeli oluşturulmuştur. Akabinde dalga kanalı fiziksel özellikleri deneye uygun hale getirilmiştir. Bunun için ilk olarak değişmeyen veri olan taban eğimi oluşturulmuştur. Boş kanal deneylerinin gerçekleştirilmesini takiben ise mevcut kıyı duvarı modeli kanalda oluşturulmuştur.

4.3.1 Fiziksel Model Ölçeğinin Belirlenmesi

Kıyı mühendisliği hidrodinamik fiziksel model çalışmalarında ve özellikle yerçekimi ve eylemsizlik kuvvetlerinin etkin olduğu deniz dalgalarının hareket ve etkilerinin izlendiği çalışmalarda, model ölçeğinin belirlenmesinde Froude kuramı kullanılır.

Froude sayısı, su tanesinin hızının (u) karesinin, su derinliği (d) ile yerçekimi ivmesinin (g) çarpımına oranı şeklinde tanımlanır.

$$F_r = \frac{u^2}{g.d} \quad (4.1)$$

Froude kuramı gereğince prototipte ve modeldeki Froude sayılarının eşit olması gerekmektedir.

$$(F_r)_p = (F_r)_m \quad (4.2)$$

Formül 4.2'deki eşitlikte “p” ve “m” alt harfleri prototip ve model kelimelerini simgelemektedir.

Modeldeki geometrik benzeşim, boyutu uzunluk olan her değişkenin modeldeki değeri (L_m) ile gerçek değerlerinin (L_p) oranlarını, model ölçeğine (λ_L) dönüştürerek sağlar. Uzunluk ölçeği (λ_L) ile zaman ölçeği (λ_T) arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir.

$$\lambda_L = \frac{L_m}{L_p} \quad (4.3)$$

$$\lambda_T = (\lambda_L)^{1/2} \quad (4.4)$$

Model ölçeğine karar verilmesi aşamasında; çalışılan derinliklerin prototipteki değerleri (sakin su seviyesinden -2.5 m ve -3.5 m), deney kanalı içinde çalışılabilir su derinliği limitleri ($0.3 \text{ m} < d < 0.6 \text{ m}$), çalışılan dalgaların kırılma durumları (belirgin dalga yüksekliğinin su derinliğine oranı; $H_s/d < 0.6$), mevcut kesitin geometrik özellikleri, dalga üreticinin çalışma limitleri ($0.05 \text{ Hz} < \text{frekans} < 2.0 \text{ Hz}$; $-290 \text{ mm} < \text{piston genliği} < 290 \text{ mm}$) gibi ölçütler göz önünde bulunduruldu.

Yukarıda verilen ölçütler göz önünde bulundurularak yapımı tamamlanan cam kanalın içine yerleştirilecek olan kesitler için en uygun model ölçeği 1:16 olarak seçilmiştir. Bu model ölçeği kullanılarak elde edilen zaman ve hacim ölçekleri Tablo-4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1 Fiziksel modelde kullanılacak olan uzunluk, zaman ve hacim ölçekleri

Model Ölçeği	
Uzunluk	$\lambda_L = 1:16$
Zaman	$\lambda_T = 1:4$
Hacim	$\lambda_V = 1:4096$

4.3.2 Taban Eğiminin Oluşturulması

Kordon Bölgesinde ölçülen yapı önü deniz taban eğimlerinin ortalamasının Tablo-3.1’de gösterildiği üzere yaklaşık 1/20 olması dolayısı ile modellenen yapılar 1/20 eğime sahip ($1/S_f$) deniz tabanı üzerine yerleştirilmiştir. Ayrıca bu eğimden daha dik eğimlerde, dalga sığlaşma ve kırılma proseslerini gözlemek göreceli zor olduğundan, bu eğim tercih edilmiştir. Eğimli platformun model önündeki yüksekliği

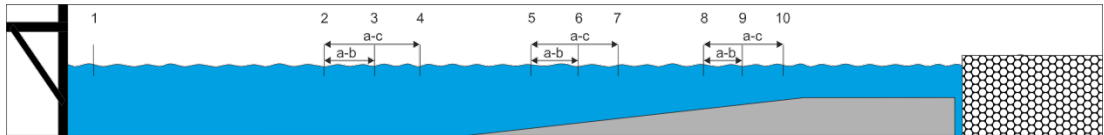
39 cm uzunluğu ise 780 cm'dir. Bu eğim Şekil 4.3'te görüldüğü üzere kanal içerisine 300 dozlu demirsiz beton atılarak elde edilmiştir.



Şekil 4.3 Model önü taban eğiminin hazırlanışı (Kişisel arşiv, 2016)

4.3.3 Dalga Sensörlerinin Yerleşimi

Kanaldaki dalga parametreleri 10 adet dalga sensörü aracılığı ile ölçülmüştür. Şekil 4.4'te en kesiti görüldüğü üzere, bu sensörlerden bir tanesi dalga pedalının önüne (sensör-1), 3 tanesi yapı önü eğiminin bittiği noktaya yerleştirilmiştir (sensör-2, 3 ve 4). Diğer üç tanesi (sensör-8, 9 ve 10) yapı önüne yerleştirilmiş ve geriye kalan 3 sensör ise (sensör-5, 6 ve 7) yapı önündeki dalga parametrelerini ölçmek için eğimli platform üzerine konulmuştur.



Şekil 4.4 Dalga sensörlerinin yerleşimi

Sensör aralıkları Mansard ve Funke (1980) metodu ile dalga yansıma analizi yapabilmek için üçlü gruplar halinde düzenlenmiştir. Dalga sensör aralıklarını hesaplamak için Denklem 4.5 kullanılmıştır.

$$x_{a,b} = \frac{L}{10} \quad \frac{L}{6} < x_{a,c} < \frac{L}{3} \text{ ve } x_{a,c} \neq \frac{L}{5} \text{ ve } x_{a,b} \neq \frac{3L}{10} \quad (4.5)$$

Denklemdaki dalga boyu (L) sensörlerin bulunduğu ortalama derinlik için hesaplanmıştır. Bütün farklı periyodlar için hesaplanan dalga sensör aralıkları Tablo 4.3’de sunulmaktadır.

Tablo 4.2 Tüm dalga periyotlarına göre hesaplanan dalga sensör aralıkları

Periyot T (s)	Sensör numaraları	Dalga boyu L (m)	Sensör aralığı a-b (m)	Sensör aralığı a-c (m)
1,30	Sensor 2, 3 ve 4	2,38	0,24	0,60
	Sensor 5, 6 ve 7	1,75	0,28	0,44
	Sensor 8, 9 ve 10	1,65	0,17	0,41
1,45	Sensor 2, 3 ve 4	2,80	0,28	0,70
	Sensor 5, 6 ve 7	1,99	0,20	0,50
	Sensor 8, 9 ve 10	1,87	0,19	0,47
1,60	Sensor 2, 3 ve 4	3,20	0,32	0,80
	Sensor 5, 6 ve 7	2,23	0,22	0,56
	Sensor 8, 9 ve 10	2,09	0,21	0,52
1,75	Sensor 2, 3 ve 4	3,60	0,36	0,90
	Sensor 5, 6 ve 7	2,46	0,25	0,62
	Sensor 8, 9 ve 10	2,31	0,23	0,58
1,90	Sensor 2, 3 ve 4	3,94	0,39	0,99
	Sensor 5, 6 ve 7	2,59	0,26	0,65
	Sensor 8, 9 ve 10	2,40	0,24	0,60
2,05	Sensor 2, 3 ve 4	4,32	0,43	1,08
	Sensor 5, 6 ve 7	2,81	0,28	0,70
	Sensor 8, 9 ve 10	2,60	0,26	0,65

Belirlenen aralıklara göre dalga sensörleri kanal içerisine dikkatlice yerleştirilmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Dalga sensörlerinin yerleştirilmesi (Kişisel arşiv, 2016)

4.3.4 Hidrodinamik Koşulların Belirlenmesi

Deneylerin başlamasından evvel gerçekleştirilmesi gereken son hazırlık çalışması, deneylerde kullanılacak hidrodinamik koşulların belirlenmesidir. Bu değerler, saha koşullarını da içeren geniş bir spektumu kapsamaktadır. Saha koşullarını yansıtan ve Tablo 4.3'te verilen hidrodinamik koşullar, Tablo 4.1'de kategorize edilerek belirtilen, hangi parametreler için hangi ölçek oranının kullanılması gerektiğini gösteren değerler ile ölçeklendirilerek oluşturulmuş. Fiziksel model, Tablo 4.3.'de verilen hidrodinamik koşullar altında test edilmiştir.

Farklı fribord yükseklikleri ise aynı hidrodinamik koşullar altında test edilerek model etkileri en aza indirilmiştir.

Ayrıca, mevcut durum performans deneylerinde kullanılan dalganın dikliğinin reel durumu yansıtması için $0,04 (\pm 0,004)$ olması gerekmektedir. Bunun için öncelikle elde edilen dalganın Formül 4.6'da yerine konularak dalga dikliğinin hesaplanması gerekmektedir.

$$s_0 = \frac{H_{m0}}{L_0} \quad (4.6)$$

s_0 = Dalga dikliği

H_{m0} = Spektrum analizden elde edilen belirgin dalga yüksekliği = $4\sqrt{m_0}$,

m_0 = spektral yoğunluğun sıfırıncı momentidir

$$m_n = \int_{f_1}^{f_2} f^n S(f) df = n^{th} (m^2/s^n) \quad (4.7)$$

$$L_0 = \text{Derin su dalga uzunluğu} = \frac{g.T_{m-1,0}^2}{2\pi}$$

$T_{m-1,0}$ = Spektral dalga periyodu

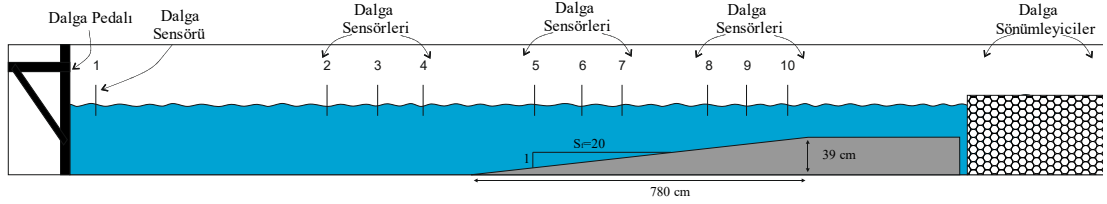
Formülde parametreler yerine konulduğunda dalga dikliği 0,044 olarak hesaplanmıştır. Bu kabul edilebilir değerdir ve deneyler Tablo 4.3'te verilen hidrodinamik koşullar altında gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.3 Modele ait hidrodinamik koşullar

Kıyı Duvarı Önündeki Su Derinliği d_w (m)	Dalga Yüksekliği H_{m0} (m)	Dalga Periyodu T_p (s)	Dalga Dikliği H_{m0}/L
0,210	0,081	1,38	0,042
0,191	0,075	1,38	0,041
0,173	0,069	1,35	0,040
0,154	0,067	1,38	0,039
0,210	0,088	1,51	0,042
0,191	0,085	1,65	0,038
0,173	0,083	1,46	0,044
0,154	0,076	1,60	0,038
0,135	0,071	1,51	0,040
0,191	0,104	1,77	0,043
0,173	0,092	1,77	0,040
0,154	0,084	1,77	0,038
0,135	0,076	1,77	0,036
0,116	0,075	1,90	0,035
0,173	0,094	1,90	0,038
0,154	0,090	1,83	0,039
0,135	0,084	1,83	0,038
0,116	0,080	1,83	0,039
0,173	0,105	1,90	0,042
0,154	0,098	1,97	0,039
0,135	0,092	1,97	0,039
0,116	0,086	1,97	0,038
0,173	0,114	2,23	0,038
0,154	0,108	2,23	0,038
0,135	0,103	2,23	0,038
0,116	0,095	2,23	0,038

4.4 Boş Kanal Deneyleri

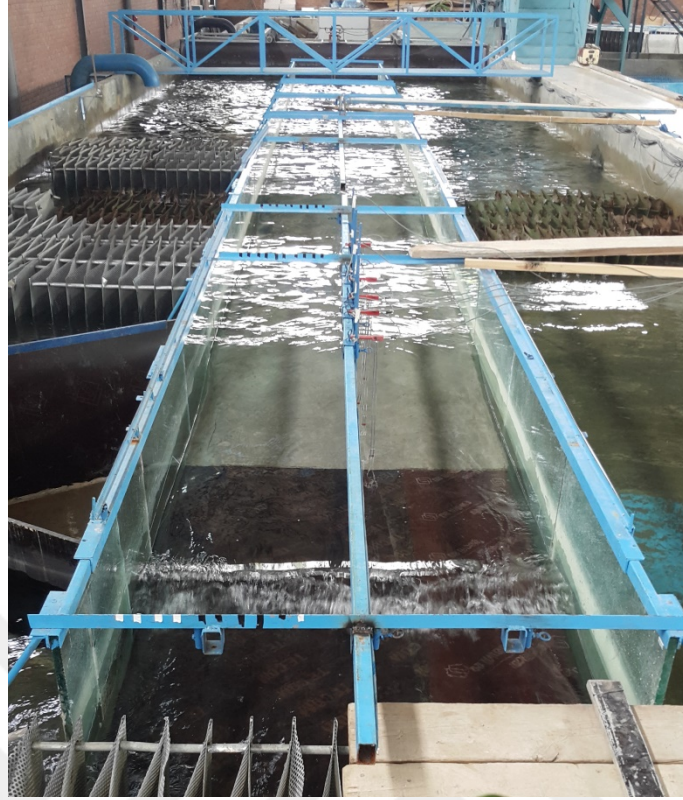
Performansın ölçüldüğü deneylerin gerçekleştirilmesinden önce en kesiti Şekil 4.6’da verilen boş kanal deneyleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.6 Boş kanal deneylerinin model en kesiti

Dalga pedalına girilen dalga ile elde edilen dalga arasında küçük de olsa farklılıklar bulunmaktadır. Boş kanal deneyinin yapılmasındaki amaç; hangi periyot ve dalga yüksekliği girildiğinde, hangi periyot ve yükseklikte dalga elde edildiğinin tespit edilmesidir.

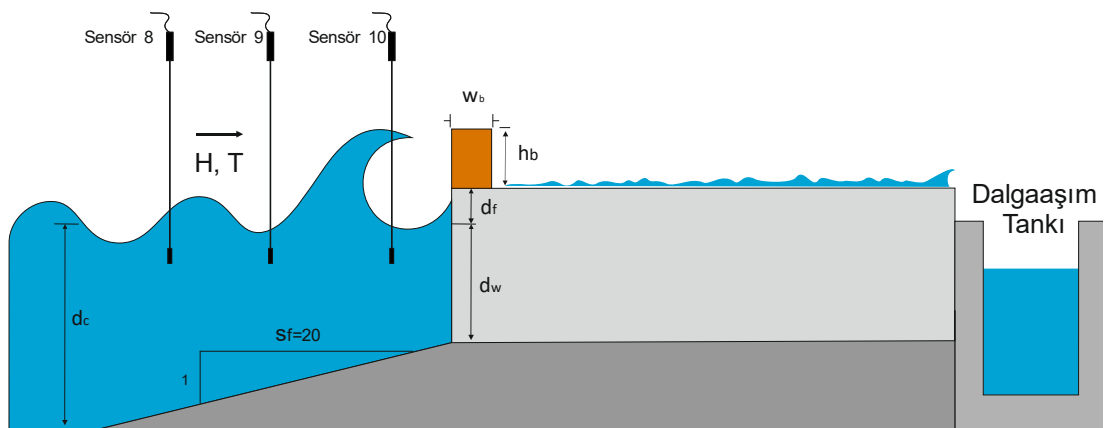
Boş kanal deneyleri, performansı ölçülen modellerin kurulmasından önce gerçekleştirilmiştir. Bunun nedeni, modellerin dik duvar olması dolayısı ile dalga yansımalarının beklenmesidir. Oluşacak olan dalga yansıması ile; ölçülen dalga yükseklikleri gelen ve yansıyan dalgaların faz farklarına bağlı olarak, gerçekte oluşmuş olan dalga yüksekliklerinden farklı olabilir.



Şekil 4.7 Boş kanal deneylerinin gerçekleştirilmesi (Kişisel arşiv, 2016)

4.5 Mevcut Kıyı Duvarı Modelinin Oluşturulması

Mevcut kıyı duvarı modelinin fiziksel detayları Şekil 4.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4.8 Mevcut kıyı duvarı modeli

Çalışma yapılan alandaki 7 ayrı noktada ölçülen ve Tablo 3.2’de gösterilen değerlerin güvenli tarafta kalan ortalaması alınarak prototip parametreleri belirlenmiş

ve Tablo 3.3’de verilmiştir. Belirlenen parametreler; yapı önü su derinliği (d_w)= 2,36m, yapı önü su seviyesi ile yürüme yolu arasındaki dikey mesafe (d_f)= 1,00m, kıyı duvarı üzeri bank yüksekliği (h_b)= 0,288m, fribord (R_c)= $d_f + h_b$ = 1,29m, bank genişliği (w_b)= 0,48m, yürüme yolu ile bisiklet yolunun toplam uzunluğu (x_r)= 8,00m, yapı önü deniz taban eğimi (S_f)= 20’dir. Testler 6 ayrı d_f değeri (d_f = 0, 30, 60, 90, 120, 150) için gerçekleştirilmiştir.

Deneylerin gerçekleştirilebilmesi için prototipi oluşturan parametreler Bölüm 4.3.1’de ayrıntısı ile belirtilen ölçek oranlarında küçültülerek Tablo 4.4’de verilen model parametreleri oluşturulmuştur.

Tablo 4.4 Mevcut kıyı duvarı modeline ait parametreler (Model ölçeği)

Deney No	d_c (cm)	d_w (cm)	d_f (cm)	h_b (cm)	w_b (cm)	S_f	S_r
1	60	21	0	1,8	3	20	0
2	58,1	19,1	1,9				
3	56,3	17,3	3,8				
4	54,4	15,4	5,6				
5	52,5	13,5	7,5				
6	50,6	11,6	9,4				

4.6 Dalga aşım Debisinin Ölçülmesi

Tablo 4.4’de verilen h_b , w_b , S_f ve S_r parametreleri fiziksel modeli oluşturan yapısal değerler olduğu için sabittir. Ancak deneylerde deniz suyu seviyesine bağlı olan d_f parametresi için 6 ayrı değer kullanılmıştır.

Deneyler, 6 ayrı d_f değeri ve Tablo 4.3’te verilen hidrodinamik koşulların çeşitli varyasyonları için hazırlanmış olan 130 ayrı senaryo üzerinde gerçekleştirilmiştir. Her senaryo için 500 adet dalga üretilmiş ve dalga aşım debisi ölçülmüştür.

Dalga aşım debisi ölçümü için dalga kanalında oluşturulan fiziksel modelin arkasına 0,96m x 1,214m x 0,55m boyutlarında su aşım tankı yerleştirilmiştir Şekil 4.8). Her senaryo için üretilen 500 dalganın tamamlanması ile ilk ham ölçümler kg olarak yapılmıştır. Fiziksel model ile analitik modellerin kıyasında kullanılan dalga

aşım debisi, q : litre/m/sn biriminde olduğundan ölçülen ham değer öncelikle litreye çevrilmiştir. Dalga aşım tankının su toplama ağzının uzunluğu 0,50m olması sebebi ile bulunan değer 2 ile çarpılarak litre/m birimine ulaşılmış, 1m uzunluğundaki kıyı duvarının dalga aşımı hesaplanmıştır. Son olarak litre/m birimine dönüştürülen değer, her bir senaryoda 500 dalga üretildiğinden önce 500'e akabinde Formül 4.8 ile hesaplanan $T_{m-1,0}$ değerine bölünerek kıyıda kullanılacak olan dalga aşım debi değeri (q) elde edilmiştir.

$$T_{m-1,0} = T_p/1,1 \quad (4.8)$$

BÖLÜM BEŞ

FİZİKSEL SONUÇLAR İLE ANALİTİK SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

5.1. Giriş

Tezin bu bölümünde; Bölüm-3’de belirlenen temsili kıyı kesiti için, Bölüm-2’de verilen analitik modellerden hesaplanan dalga aşım sonuçları ile Bölüm-4’te ayrıntılı olarak anlatılan fiziksel modellerden elde edilen ölçüm sonuçları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda İzmir Kordon Bölgesi fiziksel şartlarında hangi analitik modelin deneylere en yakın sonuç verdiği belirlenmiştir.

Öne çıkan analitik model, Bölüm-3’te belirtilen 7 adet kıyı kesiti reel verileri ile çalıştırılarak, Kordon Bölgesindeki kıyı duvarlarının performansı incelenmiştir.

5.2. Fiziksel Deney Sonuçları İle Analitik Model Sonuçlarının Karşılaştırılması

Fiziksel model sonuçları ile literatürde mevcut olan 7 adet analitik modelin sonuçları ayrı alt başlıklar altında karşılaştırılmıştır. Fiziksel model sonuçları ile karşılaştırılan her analitik modelde, aşağıda özetlenen üç metot doğrultusunda, 3 farklı formatta hazırlanmış grafik kullanılmıştır. Bu grafikler, her kıyaslamada aynı sıra ile (a), (b) ve (c) bentlerindeki şekillerde verilmiştir.

(a) bendinde verilen grafik; q^{**} parametresinin, $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresinin bir fonksiyonu olarak gösterilmesidir.

Dalga aşma çalışmalarında, boyutsuz aşan su miktarı (q^{**}) genellikle Formül 5.1’e göre hesaplanmakta ve boyutsuz fribord ($\frac{R_c}{H_{m0}}$) parametresinin bir fonksiyonu olarak gösterilmektedir. Grafiğin “y” eksenini $\log(q^{**})$, “x” eksenini ise $\frac{R_c}{H_{m0}}$ oluşturmaktadır.

$$q^{**} = \frac{q}{\sqrt{g.H_{m0}^3}} \cdot \frac{1}{\sqrt{h_s.S_{m-1,0}}} \quad (5.1)$$

(b) bendinde verilen grafik; Fiziksel model ile analitik modele ait Formül 5.2’de verilen q^* parametrelerinin birbiri ile kıyaslanmasından elde edilen grafikdir.

Fiziksel deney sonuçları ile analitik model sonuçlarının birebir kıyaslanması, analitik modellerin performansı hakkında detaylı bilgi verebilmektedir. Bu nedenle, fiziksel ve analitik model sonuçları, Denklem 5.2’deki gibi boyutsuz (q^*) olarak düzenlenmiştir. Grafiklerde, “x” eksenini fiziksel modellerden elde edilen q^* değerini, “y” eksenini ise analitik modellerden elde edilen q^* değerini yansıtmaktadır. Bu grafiklerde ayrıca her iki eksenindeki verilerin eşit olduğu 45°’lik eğim çizgisi ile bu çizginin 5 ve 10 kat üzeri ile 5 ve 10 kat altını ifade eden eğim çizgileri de eklenmiştir. Bu eğim çizgilerinin eklenme sebebi, fiziksel ve analitik veriler arasındaki sapmanın hangi aralıkta olduğunu daha net göstermek içindir.

$$q^* = \frac{q}{\sqrt{g.H_{m0}^3}} \quad (5.2)$$

(c) bendinde verilen grafik; Fiziksel model ve analitik model sonuçları (q) arasındaki sapma yüzdesinin boyutsuz friborda ($\frac{R_c}{H_{m0}}$) bağlı fonksiyonunu göstermektedir.

Veriler arasındaki sapmanın yüzdelik değeri de bir başka önemli kıyaslama olanağı sağlamaktadır. Fiziksel veriler ile analitik veriler arasındaki sapma yüzdesi (%), Formül 5.3’de gösterilmiştir.

$$Sapma (\%) = \left| \frac{q_{fiziksel}^{**} - q_{analitik}^{**}}{q_{fiziksel}^{**}} \cdot 100 \right| \quad (5.3)$$

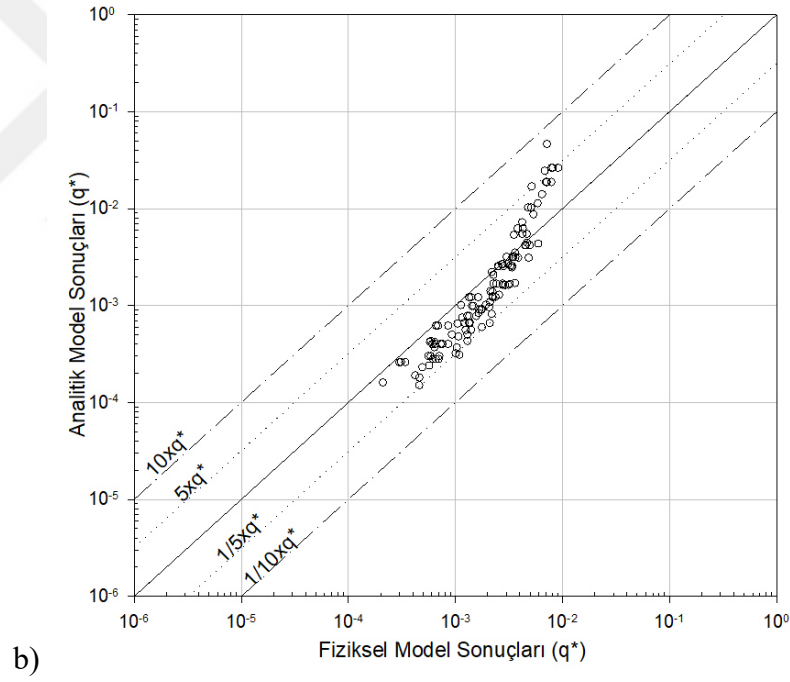
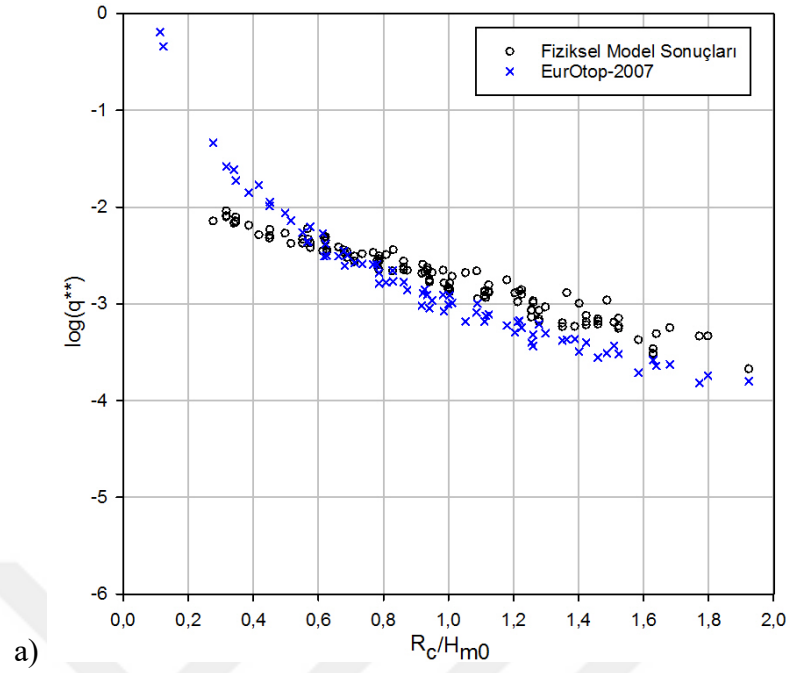
Burada “x” eksenini ($\frac{R_c}{H_{m0}}$), “y” eksenini ise Formül 5.3 ile hesaplanan sapma yüzdesidir. Sapma yüzdesinin mutlak değeri alınmasının sebebi, sapmanın hangi

oranda gerçekleştiği ile ilgili kıyaslamanın daha kolay görülmesini sağlamak içindir. Burada önemli olan reel veriden hangi oranda uzaklaşıldığının görülmesidir, pozitif ya da negatif sapmanın bu kriter için önemi bulunmamaktadır.

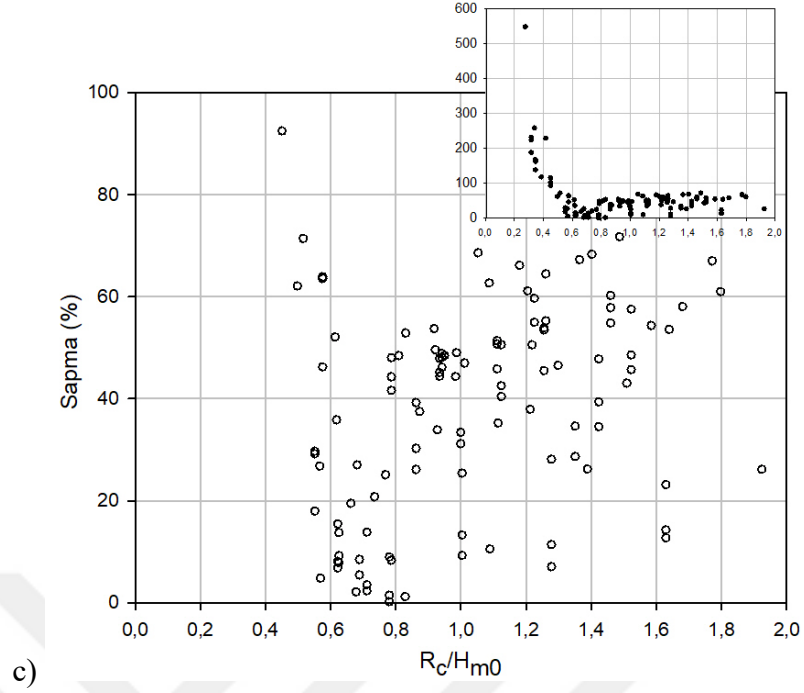
5.2.1 Fiziksel Model Sonuçlarının EurOtop-2007 Analitik Model Sonuçları ile Karşılaştırılması

EurOtop-2007 analitik modeli bünyesinde nerilen Formül 2.4, Formül 2.5 ve Formül 2.6, fiziksel model deneylerinin yapıldığı parametre koşulları ile irdelenmiştir. Ancak Kordon Bölgesi koşulları, EurOtop-2007’de verilen formüllerden sadece Formül 2.5’in kullanılmasının önerildiği sınır değerler arasında kalmaktadır. Bu sebep ile Formül 2.4 ve Formül 2.6 alışılamamıştır.

Elde edilen sonuçlar, şekil 5.1’de verilen ve Bölüm 5.2’de formatları açıklanan grafikler ile gösterilmiştir.



Şekil 5.1a) Fiziksel Model deney sonuçları (q^{**}) ile, EurOtop 2007 Analitik Model Sonuçlarının (q^{**}), $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresi ile değişimi, b) Fiziksel model sonuçları (q^*) ile analitik model sonuçlarının (q^*) kıyaslanması, c) EurOtop 2007 analitik modeline göre hesaplanan Sapma değerlerinin $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresi ile değişimi



Şekil 5.1 devamı

Fiziksel model sonuçları ile EurOtop-2007 analitik model sonuçları arasındaki sapma %547,23'e kadar çıkmaktadır. Ancak Şekil 5.1-c'de verilen grafikte y ekseninin maksimum değeri, 100 ile sınırlandırılmıştır. Bunun sebebi; tüm analitik model sonuçlarının aynı eksen üzerinde kıyaslanmak istenmesidir. Grafiğin eksiksiz hali, Şekil 5.1-c içerisinde sağ üst köşede verilmiştir.

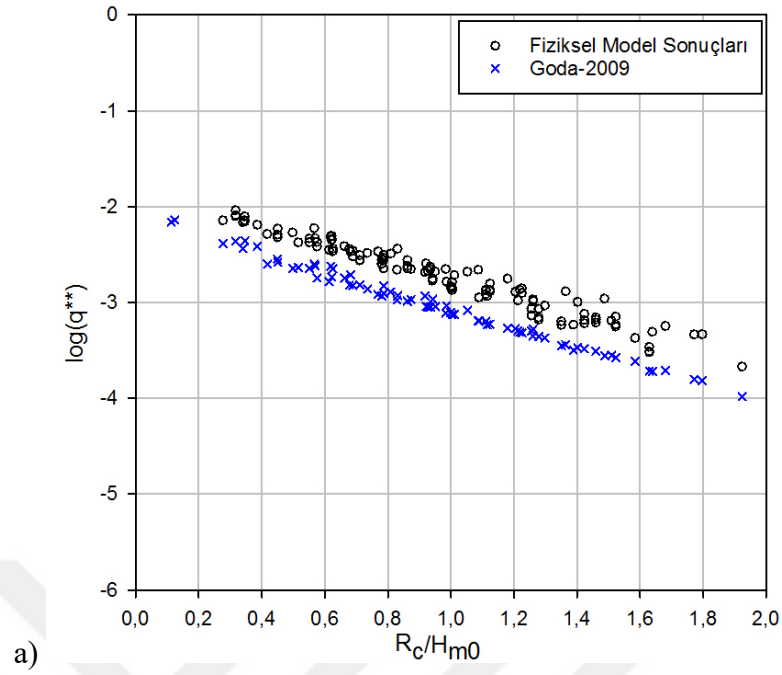
Fiziksel model sonuçları ile EurOtop 2007 analitik model sonuçların karşılaştırmasıyla aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

1. Şekil 5.1-a'da verilen grafiğe göre; EurOtop-2007 yüksek $\frac{R_c}{H_{m0}}$ oranında düşük dalga aşımı tahmininde bulunduğu, düşük $\frac{R_c}{H_{m0}}$ oranında çok yüksek dalga aşım tahmininde bulunduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Gerçeğe en yakın sonuç verdiği aralık $0,62 < \frac{R_c}{H_{m0}} < 0,79$ 'tur. Bu aralık sapma değerinin %30 'un altında olduğu alanlar için belirlendi.

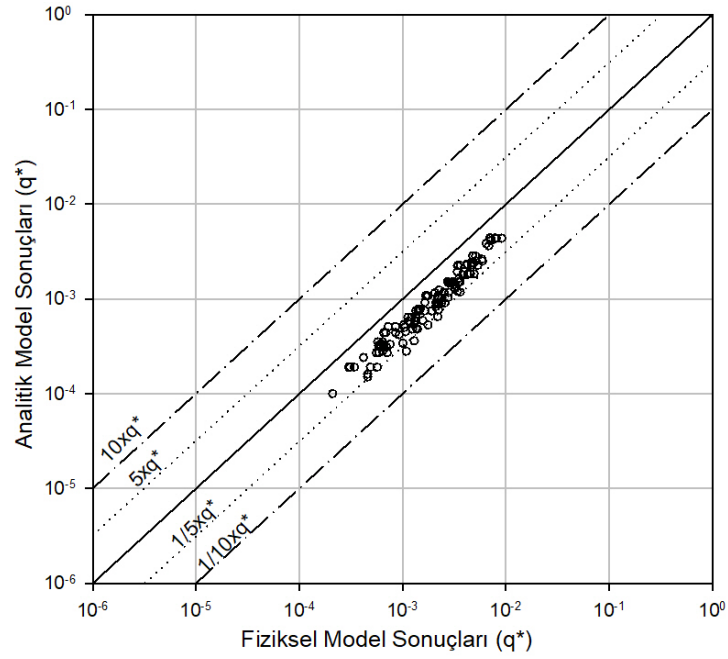
2. Şekil 5.1-b’de verilen grafiğe göre; küçük q^* değerlerinde, EurOtop-2007 fiziksel deney sonuçlarına göre düşük tahminde bulunurken, yüksek q^* değerinde yüksek tahminde bulunmaktadır. Yüksek q^* değerinde farkın 5 kattan fazla olduğu, 10 kata yaklaştığı görülmektedir.
3. Şekil 5.1-c’de verilen grafiğe göre; $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresi küçüldükçe, yani fribord azaldıkça ve yapı önü dalga yüksekliği arttıkça dalga aşımı debisindeki sapma artmaktadır.
- 4 Deney sonuçları ile analitik sonuçlar arasındaki farkın %30’un altında olmasının kabul edilebilir bir sapma olduğu düşünülürse, 130 adet senaryonun 42 adetinde fiziksel ve analitik değer arasındaki farkın %30’un altında gerçekleştiği görülmektedir.

5.2.2 Fiziksel Model Sonuçlarının Goda (2009) ile Karşılaştırılması

Deneylerde kullanılan tüm parametreler, Goda (2009)’da önerilen Formül 2.7’de sınır şartlarına göre belirlenen katsayılar ile yerine konulmuştur. Elde edilen analitik sonuçlar ile deneylerden elde edilen sonuçların karşılaştırması Şekil-5.2’de verilen grafikler ile gerçekleştirilmiştir.

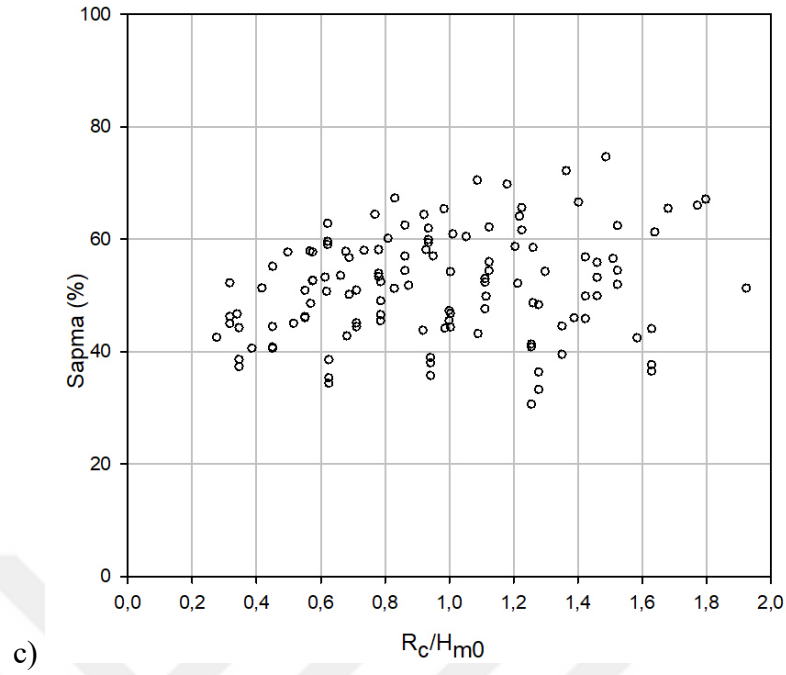


a)



b)

Şekil 5.2 a) Fiziksel Model deney sonuçları (q^{**}) ile, Goda (2009) Analitik Model Sonuçlarının (q^{**}), $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresi ile değişimi, b) Fiziksel model sonuçları (q^*) ile analitik model sonuçlarının (q^*) kıyaslanması, c) Goda (2009) analitik modeline göre hesaplanan sapma değerlerinin $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresi ile değişimi



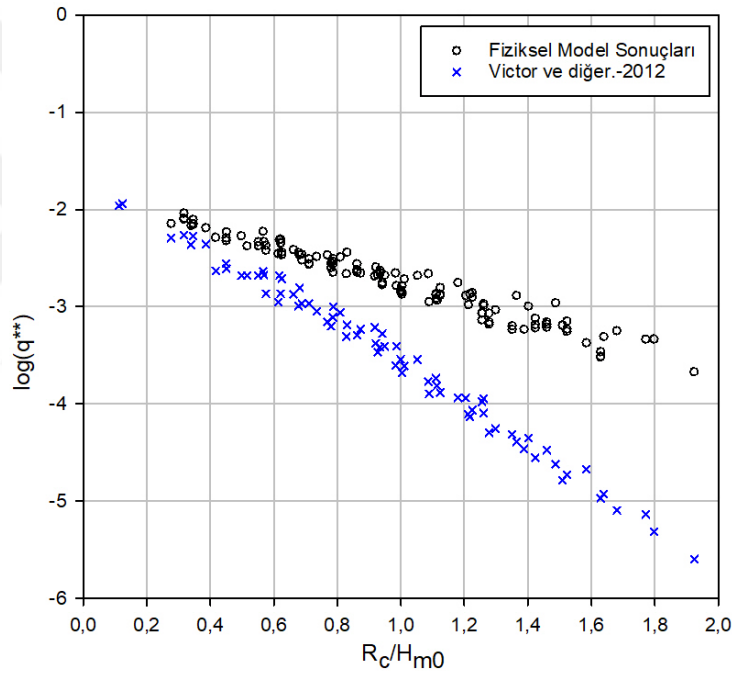
Şekil 5.2 devamı

Şekil 5.2’de verilen grafiklerden aşağıdaki sonuçlar elde edilmektedir:

1. Genel olarak Goda (2009), dalga aşım debisini düşük tahmin etmektedir.
2. Goda-2009 ile fiziksel sonuçlar arasındaki farkın EurOtop-2007’de olduğu gibi $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresine bağlı olmadığı ve farkın hemen hemen doğrusal olduğu, fark yüzdelerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir
- 3 Goda-2009’da önerilen formül ile çalışılan 130 adet senaryonun hiçbirisinde, fiziksel veriler ile analitik sonuçlar arasındaki sapma oranı %30’un altında düşmemiş olmasına karşın, Goda-2009, EurOtop-2007’ye göre reele daha yakın sonuç vermektedir. Bunun sebebi; EurOtop-2007’de sapma yüzdeleri %0,21 ile %547,23 arasında geniş bir yelpazeyi oluşturmaktayken, Goda-2009’da sapma yüzdeleri %30,61 ile %74,67 arasında kümelenmektedir.

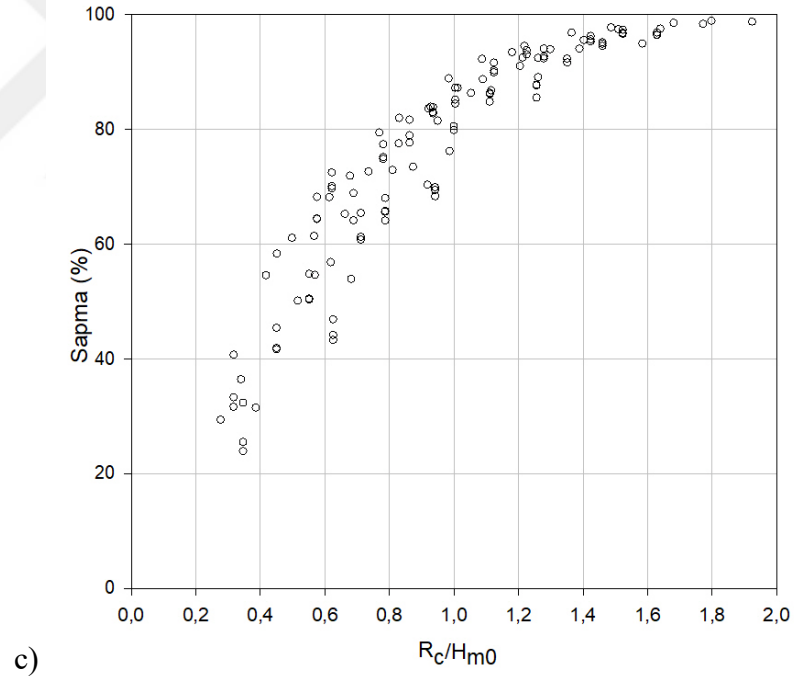
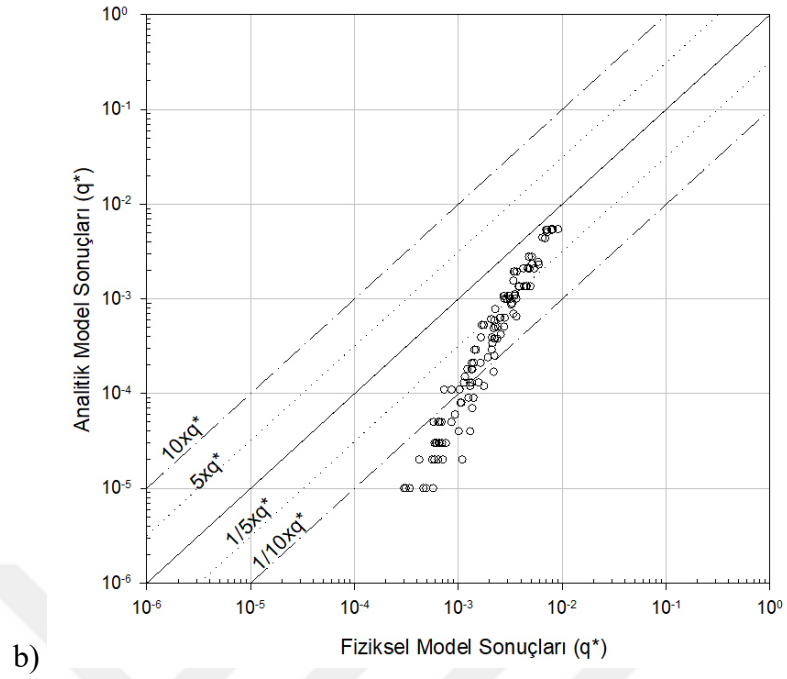
5.2.3 Fiziksel Model Sonuçlarının Victor ve diğer.(2012) ile Karşılaştırılması

Victor ve diğer. (2012)'deki sınır değerli yaklaşımda Bölüm-2'de anlatıldığı üzere Formül 2.10, Formül 2.11, Formül 2.12 ve Formül 2.13'ün kullanılması önerilmektedir. Ancak Kordon Bölgesi koşulları sadece Formül 2.10 ve Formül 2.11'in sınır koşulları arasında kaldığından sadece bu 2 formül çalışılabilmiş, Formül 2.12 ve Formül 2.13 çalışılamamıştır. Deneylerde kullanılan tüm parametreler, Formül 2.10 ve Formül 2.11'de yerine konulduğunda elde edilen sonuçlar ile deneylerden elde edilen sonuçların karşılaştırması Şekil 5.3'te verilen grafikler ile tartışılmıştır.



a)

Şekil 5.3 a) Fiziksel Model deney sonuçları (q^{**}) ile, Victor ve diğer. (2012) Analitik Model Sonuçlarının (q^{**}), $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresi ile değişimi, b) Fiziksel model sonuçları (q^*) ile analitik model sonuçlarının (q^*) kıyaslanması, c) Victor ve diğer. (2012) analitik modeline göre hesaplanan Sapma değerlerinin $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresi ile değişimi



Şekil 5.3 devamı

Şekil 5.3'te verilen grafiklerden aşağıdaki sonuçlar elde edilmektedir:

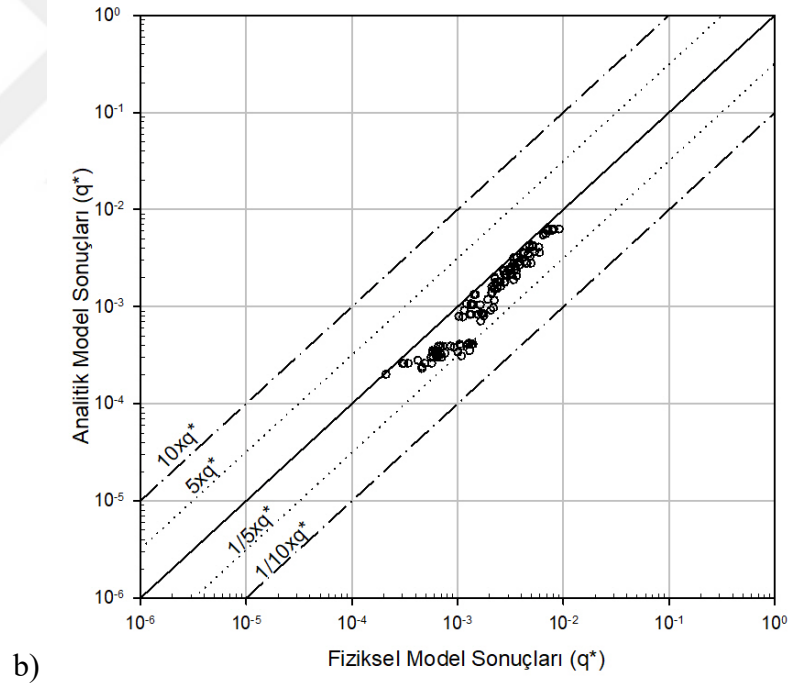
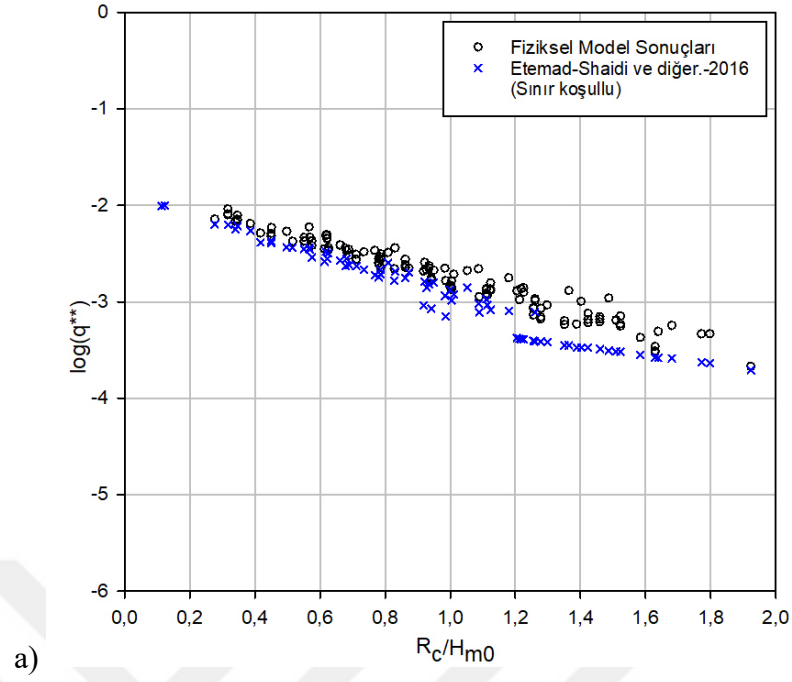
1. Şekil 5.3-a ve Şekil 5.3-b'de verilen grafiklerden anlaşılacağı üzere, Victor ve diğer. (2012) dalga aşım debisini genel olarak düşük tahmin etmektedir. Ancak

aradaki fark, Goda (2009)'da olduğu gibi doğrusal değildir. Sapma oranı %23,91 ile %98,95 arasında değişmektedir.

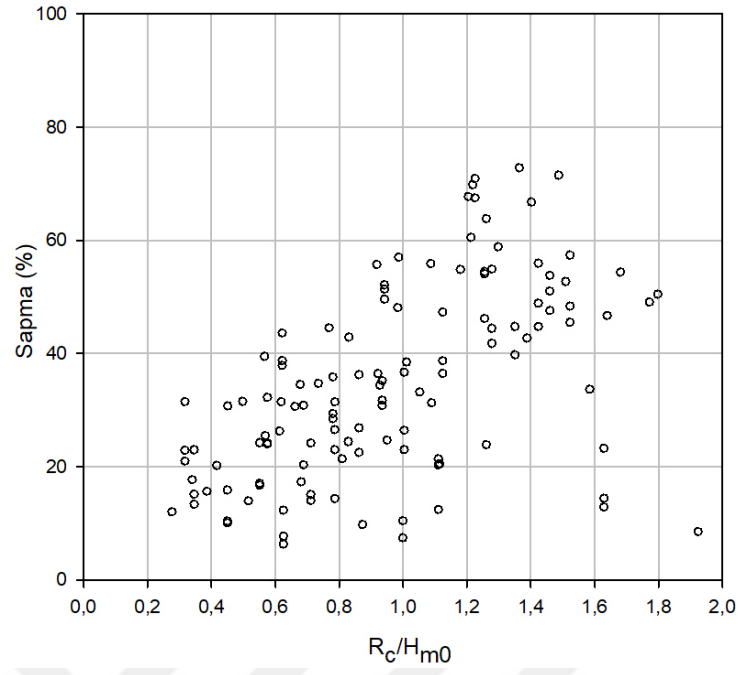
2. $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresi büyüdükçe, tahmin edilen dalga aşım debisinin deney verilerine göre olan sapması artmaktadır.
3. Şekil 5.3-a ve Şekil 5.3-c'de verilen grafikler; Victor ve diğer. (2012)'nin yüksek $\frac{R_c}{H_{m0}}$ oranında düşük dalga aşımı tahmininde bulunurken düşük $\frac{R_c}{H_{m0}}$ oranında gerçeğe daha yakın dalga aşımı tahmininde bulunduğunu göstermektedir. Gerçeğe en yakın sonuç verdiği oran $\frac{R_c}{H_{m0}} < 0,39$ 'dur.

5.2.4 Fiziksel Model Sonuçlarının Etemad-Shahidi ve Diğer. (2016) (Sınır Koşullarına Bağlı) ile Karşılaştırılması

Deneylerde kullanılan tüm parametreler, Etemad-Shahidi ve diğer.(2016)'da sınır koşullarına göre önerilen Formül 2.14, Formül 2.15, Formül 2.16, Formül 2.17 Formül 2.18 ve Formül 2.19'da yerine konulduğunda elde edilen sonuçlar ile deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 5.4'te verilen grafikler ile tartışılmıştır. (Deneylerde kullanılan parametre değerleri, Formül 2.19 sınır koşulu içerisinde kalmadığı için Formül 2.19 için karşılaştırma yapılamamıştır.)



Şekil 5.4 a) Fiziksel Model deney sonuçları (q^{**}) ile, Etemad-Shahidi ve diğer.(2016) (Sınır Koşullarına Bağlı) Analitik Model Sonuçlarının (q^{**}), $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresi ile değişimi, b) Fiziksel model sonuçları (q^*) ile analitik model sonuçlarının (q^*) kıyaslanması, c) Etemad-Shahidi ve diğer.(2016) (Sınır Koşullarına Bağlı) analitik modeline göre hesaplanan Sapma değerlerinin $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresi ile değişimi



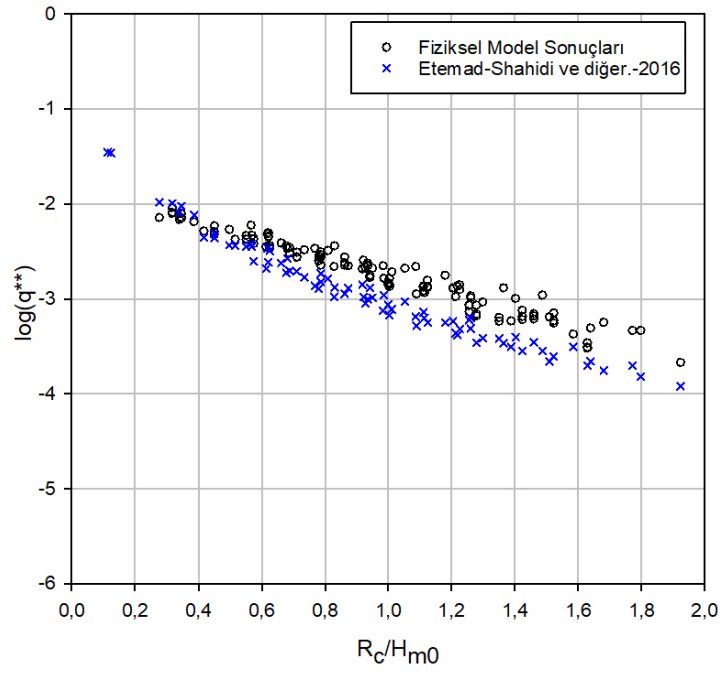
Şekil 5.4 devamı

Yapılan fiziksel ve analitik çalışmalar sonucunda elde edilen grafikler, aşağıdaki sonuçları vermektedir:

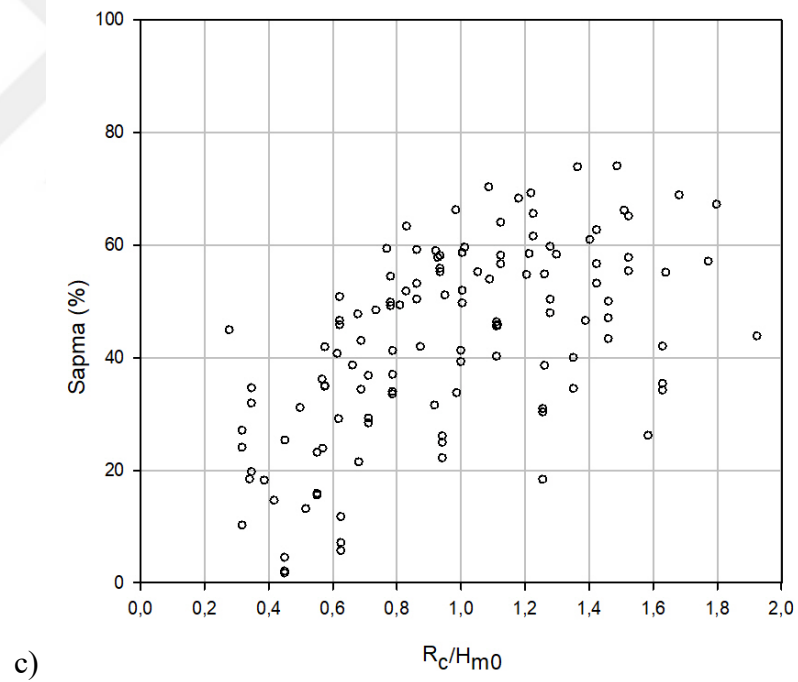
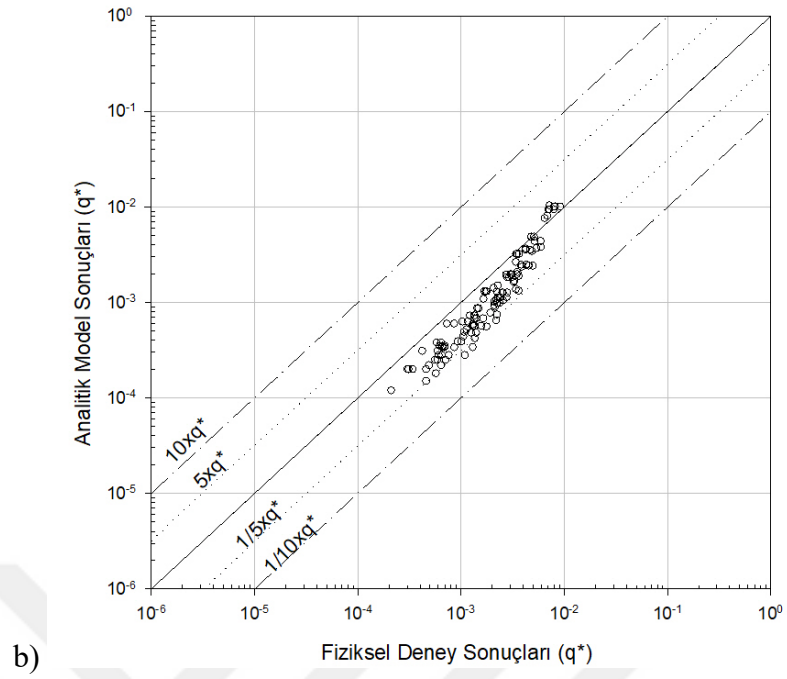
1. Etemad-Shahidi ve diğer.(2016) genel olarak dalga aşım tahminini düşük yapmaktadır. Sapma oranı %6,34 ile %72,82 arasında değişmektedir.
2. Etemad-Shahidi ve diğer.(2016)'da önerilen sınır koşullarına göre dalga aşım debisinin hesaplanması durumunda Şekil 5.4-a ve Şekil 5.4.-b'de net olarak görüldüğü üzere analitik sonuçlarda süreksizlik meydana gelmektedir.
3. Formül 2.14, Formül 2.15 ve Formül 2.16 fiziksel veriler ile Formül 2.17, ve Formül 2.18'e göre daha yakın sonuç vermektedir. Formül 2.14, Formül 2.15 ve Formül 2.16'nın sapma oranının ortalaması %27,62 iken Formül 2.17 ve Formül 2.18'in sapma oranı ortalaması %49,38'dir.

5.2.5 Fiziksel Model Sonuçlarının Etemad-Shahidi ve Diğer.(2016) (Tek Formül) ile Karşılaştırılması

Deneylerde kullanılan tüm parametreler, Etemad-Shahidi ve diğer.(2016)'da sınır koşullarına bağlı kalmadan tek formül ile dalga aşım debisinin hesaplanmasının önerildiği Formül 2.20'de yerine konulduğunda elde edilen sonuçlar ile deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 5.5'te verilen grafikler ile tartışılmıştır.



Şekil 5.5 a) Fiziksel Model deney sonuçları (q^{**}) ile, Etemad-Shahidi ve diğer. (2016) (Tek Formül) Analitik Model Sonuçlarının (q^{**}), $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresi ile değişimi, b) Fiziksel model sonuçları (q^*) ile analitik model sonuçlarının (q^*) kıyaslanması, c) Etemad-Shahidi ve diğer. (2016) (Tek Formül) analitik modeline göre hesaplanan Sapma değerlerinin $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresi ile değişimi



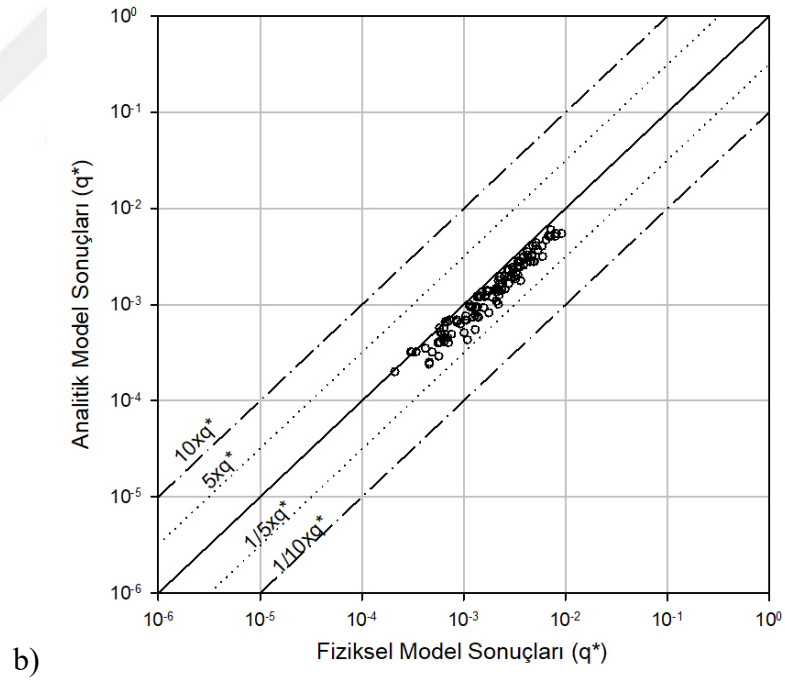
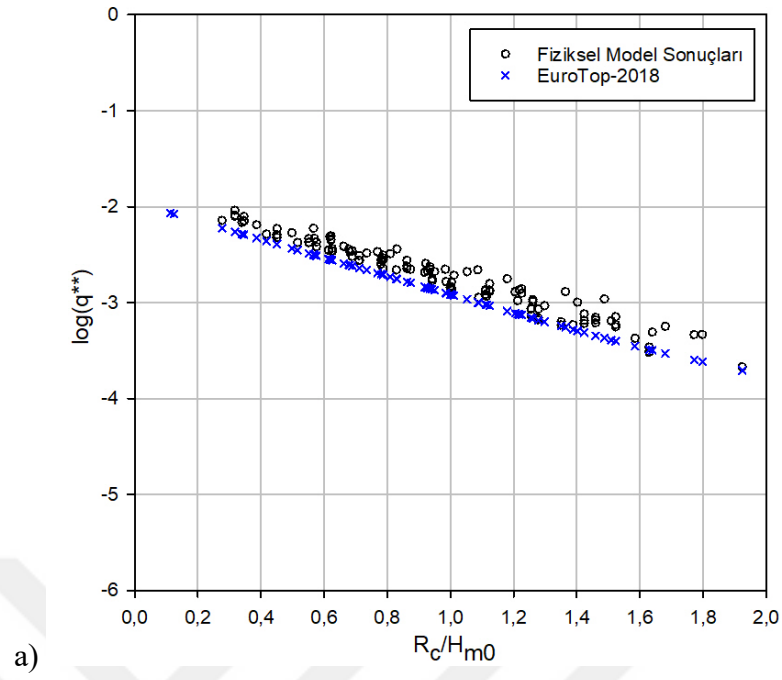
Şekil 5.5 devamı

Yapılan fiziksel ve analitik çalışmalar sonucunda elde edilen grafikler, aşağıdaki sonuçları vermektedir:

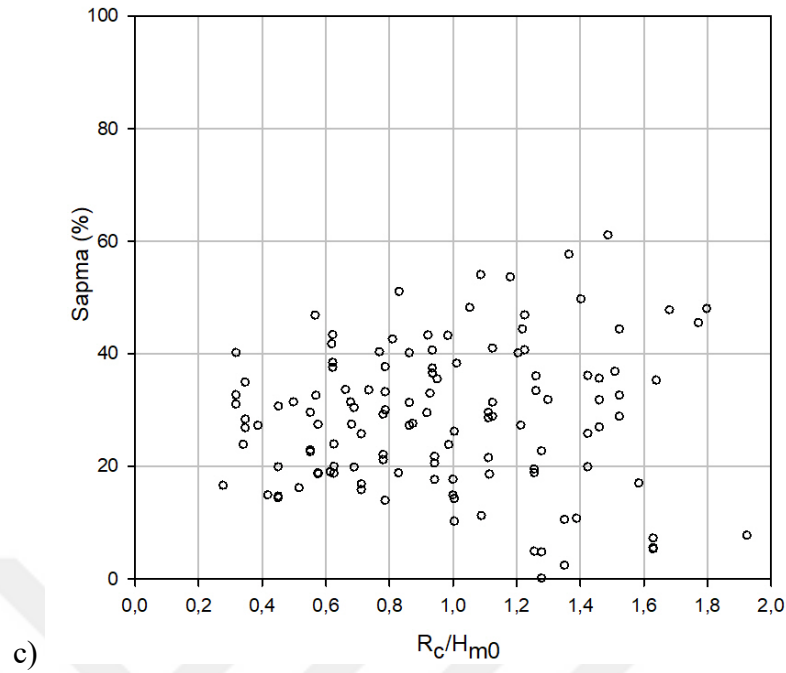
1. Etemad-Shahidi ve diğer. (2016)'da tek formül ile dalga aşım debisinin tahmin edilmesinin, aynı çalışmada sınır koşullara bağlı hesap yapılmasına göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Sapma oranı %1,73 ile %74,05 arasında değişmektedir.
2. Aynı zamanda tek formül ile dalga aşımının tahmin edilmesi, sınır değerlere göre hesap yapılmasında ortaya çıkan “sonuçlardaki süreksizlik” durumunu ortadan kaldırmıştır.
2. Formül 2.20'den elde edilen dalga aşım verileri genellikle fiziksel verilere göre daha düşük sonuç vermektedir. Analitik sonuçlar sadece $\frac{R_c}{H_{m0}}$ oranının 0,45 ve daha küçük olduğu durumlarda fiziksel sonuçlardan büyük sonuç vermektedir.

5.2.6 Fiziksel Model Sonuçlarının EurOtop 2018 ile Karşılaştırılması

Deneyleerde kullanılan tüm parametreler, EurOtop 2018'de sınır koşullarına göre önerilen Formül 2.21, Formül 2.22, Formül 2.23 ve Formül 2.24'te yerine konulduğunda elde edilen sonuçlar ile deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 5.6'da verilen grafikler ile tartışılmıştır.



Şekil 5.6 a) Fiziksel Model deney sonuçları (q^{**}) ile, EuroTop 2018 Analitik Model Sonuçlarının (q^{**}), $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresi ile değişimi, b) Fiziksel model sonuçları (q^*) ile analitik model sonuçlarının (q^*) kıyaslanması, c) EuroTop 2018 analitik modeline göre hesaplanan Sapma değerlerinin $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresi ile değişimi



Şekil 5.6 devamı

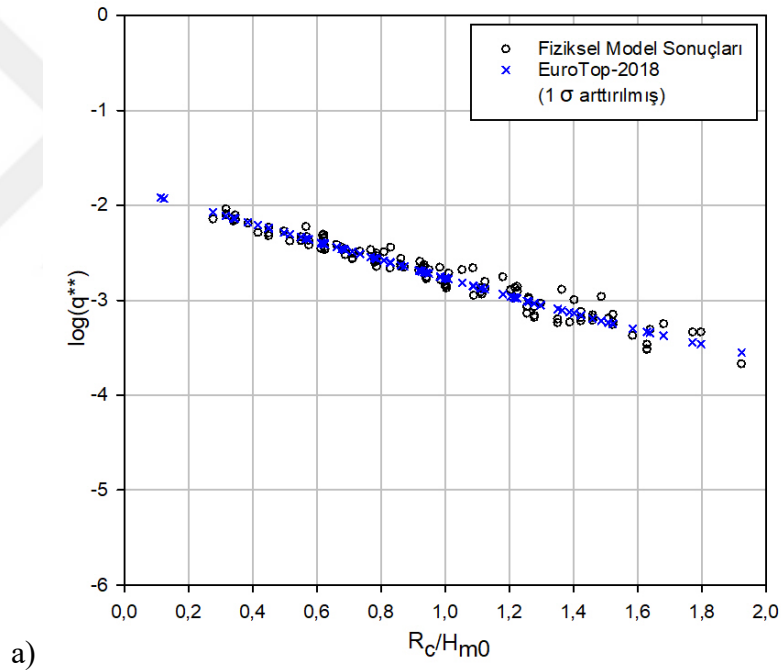
Yapılan fiziksel ve analitik çalışmalar sonucunda oluşturulan grafiklerden aşağıdaki sonuçlar elde edilmektedir.

1. EurOtop-2018 ile fiziksel sonuçlar arasındaki farkın Goda (2009)'da olduğu gibi $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresine bağlı değildir.
2. EurOtop-2018 dalga aşımını genel olarak düşük tahmin etmektedir.
3. Fiziksel ve analitik sonuçlar arasındaki fark hemen hemen doğrusal olup fark yüzdeleri birbirine yakın değerlerdir.
4. Sapma oranı; %0,13 ile %61,09 arasında kalmaktadır. Kabul edilebilir sapma oranı olarak belirlenen %30 oranının altında, çalışılan 130 senaryodan 70 tanesi girmektedir.
5. Kıyı koruma yapılarının dizaynındaki en önemli kriter, dalga aşım miktarıdır. Dalga aşım miktarını etkileyen en önemli parametreler ise dalga

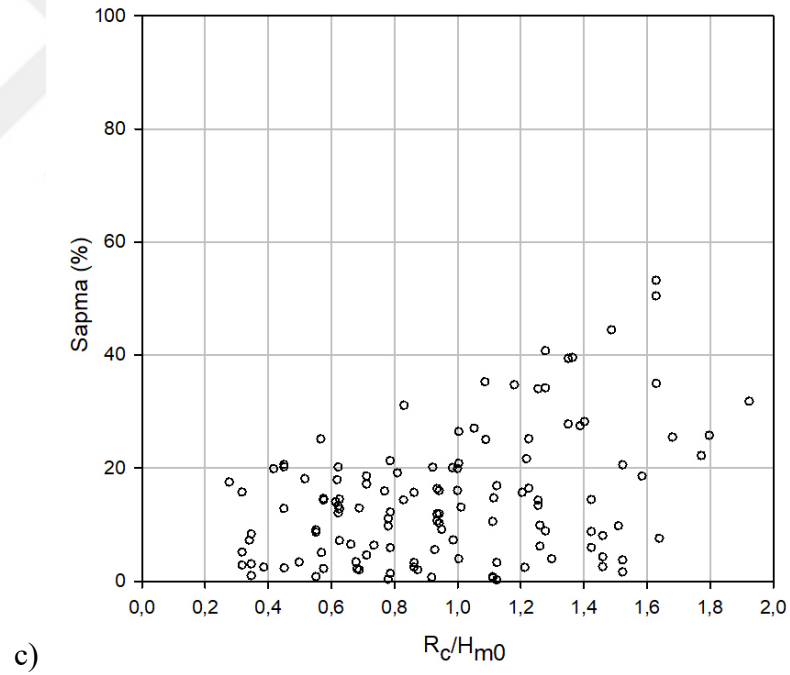
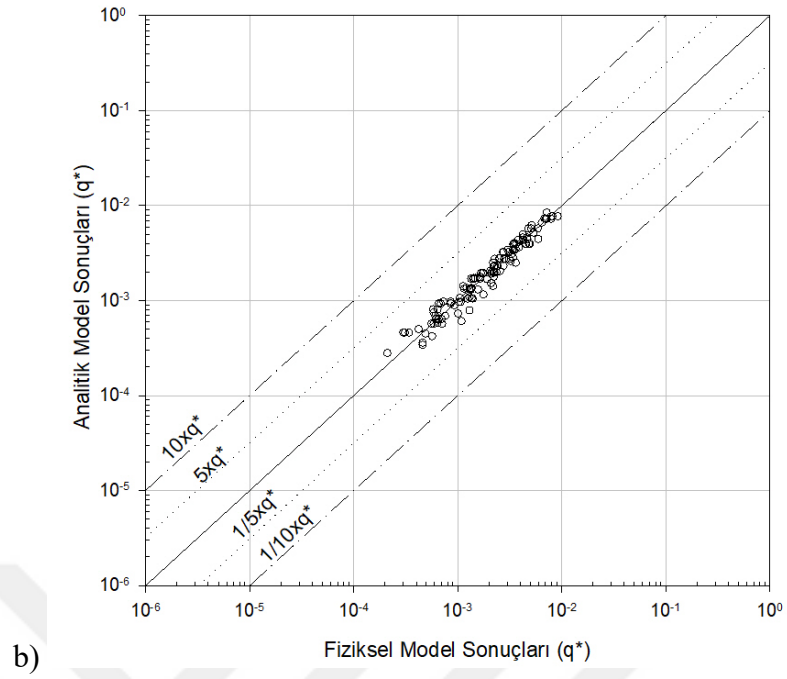
parametreleridir. Ele alınan yaklaşımlar içerisinde dalga dikliğinin kullanıldığı tek çalışma EurOtop-2018'dir. Bu nedenle, EurOtop-2018'in diğer dalga aşımı tahmin çalışmalarına göre reele daha yakın sonuç vermesinin sebebi olarak, dalga dikliği parametresinin formüle yansıtılması olduğu düşünülmektedir.

5.2.7 Fiziksel Model Sonuçlarının EurOtop 2018 (1 σ arttırılmış) ile Karşılaştırılması

Deneylerde kullanılan tüm parametreler, EurOtop 2018'de sınır koşullarına göre önerilen Formül 2.25 ve Formül 2.26'da yerine konulduğunda elde edilen sonuçlar ile deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 5.7'de verilen grafikler ile tartışılmıştır.



Şekil 5.7 a) Fiziksel Model deney sonuçları (q^*) ile, EuroTop-2018 (1 σ arttırılmış) Analitik Model Sonuçlarının (q^*), $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresi ile değişimi, b) Fiziksel model sonuçları (q^*) ile analitik model sonuçlarının (q^*) kıyaslanması, c) EuroTop-2018 (1 σ arttırılmış) analitik modeline göre hesaplanan Sapma değerlerinin $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresi ile değişimi



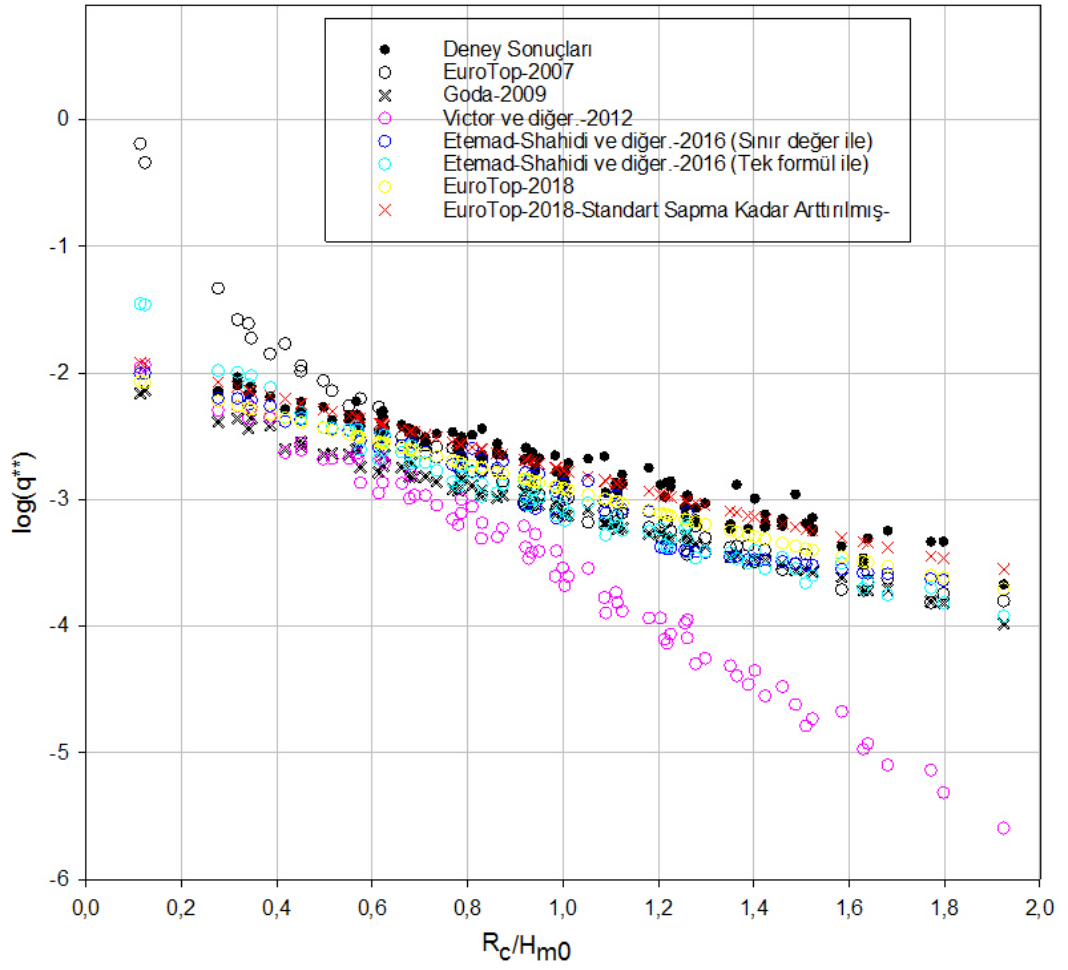
Şekil 5.7 devamı

Yapılan fiziksel ve analitik çalışmalar sonucunda elde edilen grafikler, aşağıdaki sonuçları vermektedir:

1. Dalga aşım debisinin, 1σ arttırılarak Formül 2.25 ve Formül 2.26'a göre hesaplanmasının fiziksel verilere daha yakın sonuç verdiği tespit edilmiştir. Sapma oranı; %0,22 ile %53,19 arasında kalmaktadır. Ortalama sapma oranı %14,79'dur. Kabul edilebilir sapma oranı olarak belirlenen %30 oranının altında, çalışılan 130 senaryodan 114 tanesi girmektedir.
2. Formül-2.25 ve Formül-2.26 ile fiziksel sonuçlar arasındaki farkın $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresine bağlı olmadığı ve farkın hemen hemen doğrusal olduğu görülmektedir
3. Formül 2.25 ve Formül 2.26 dışında kalan tüm formüllerde dalga aşımı genel olarak az tahmin edilmektedir. Ancak Formül 2.25 ve Formül 2.26'daki sapma negatif ve pozitif değer olarak hemen hemen homojen dağılım göstermektedir.
4. Şimdiye kadar gerçekleştirilen çalışmalar içerisinde, dalga aşım debisi tahmini için önerilen formüllerden, İzmir Kordon Bölgesi fiziksel ve hidrodinamik koşulları için gerçeğe en yakın sonuç veren formüller; Formül 2.25 ve Formül 2.26'dır.

5.2.8 Fiziksel Model Sonuçlarının Tüm Formüller İle Tek Grafikte Karşılaştırılması

Bölüm-4'te anlatılan deneylerde kullanılan parametrelerin Bölüm-2'de ayrıntıları ile verilen formüllerde yerine konulması ile elde edilen tüm sonuçlar, şekillerde (a) bendinde verilen grafik formatında hazırlanarak Şekil 5.8'de verilmiştir.



Şekil 5.8 Fiziksel Model deney sonuçları (q^{**}) ile, 7 adet Analitik Model Sonuçlarının (q^{**}), $\frac{R_c}{H_{m0}}$ parametresi ile değişimi

Gerek her formül için ayrı ayrı hazırlanan grafiklerde, gerekse Şekil 5.8’de verilen grafikte görüleceği üzere fiziksel verilere en yakın sonucu veren formül EurOtop-2018’de önerilen Formül-2.25 ve Formül-2.26’dır.

5.2.9 En Kesiti Alınan 7 Nokta Üzerinde EurOtop-2018 (1 σ arttırılmış) Formülünün Çalıştırılması

EurOtop-2018’de, Kordon Bölgesi koşullarına sahip dik kıyı duvarında insanlar ve araçlar için önerilen tolere edilebilir dalga aşım debi miktarları, Tablo 5.1’de gösterilmiştir. Yine aynı kaynakta görsel olarak tolere edilebilir sınırların tespit için

Şekil 5.9’da verilen grafik formatının kullanılması önerilmektedir. Grafikte; “x” eksen H_{m0} , “y” eksen ise dalga aşım debisini (lt/m/sn) göstermektedir.

Tablo 5.1 İnsanlar ve araçlar için tolere edilebilir dalga aşım debi miktarı

Dalga Yüksekliği H_{m0} (m)	Ortalama Dalga aşım debisi q (lt/s/m)	Max. Hacim V_{max} (lt/m)
3	0,3	600
2	1	600
1	10-20	600
<0,5	Limit yok	Limit yok

Tablo 5.1’de belirtilen tolere edilebilir sınır değerler, Şekil 5.9’da noktalı çizgi ile gösterilmiştir. Bir kıyı koruma yapısının dizaynında dalga aşım miktarının bu çizginin altında kalması amaçlanır. Eğer tahmin edilen dalga aşımı; bu çizginin üzerinde ise kıyı koruma yapısının fırtına zamanlarında dalga aşımına karşı emniyetsiz olduğu, çizginin çok altında ise ekonomik olmayan, fazla güvenli bir kıyı koruma yapısının dizayn edildiği sonucuna varılmaktadır.

Tablo 3.5’te verilen uzun dönem dalga istatistiği çalışması sonucu elde edilen H_{m0} ve T_p değerleri Swan Modeli ile çalışma alanı olan Kordon Bölgesi kıyılarına taşınmış ve ortalama su seviyesi ile yüksek su seviyesindeki dalga parametreleri ortaya çıkartılarak Tablo 5.2 ve Tablo 5.3’te verilmiştir.

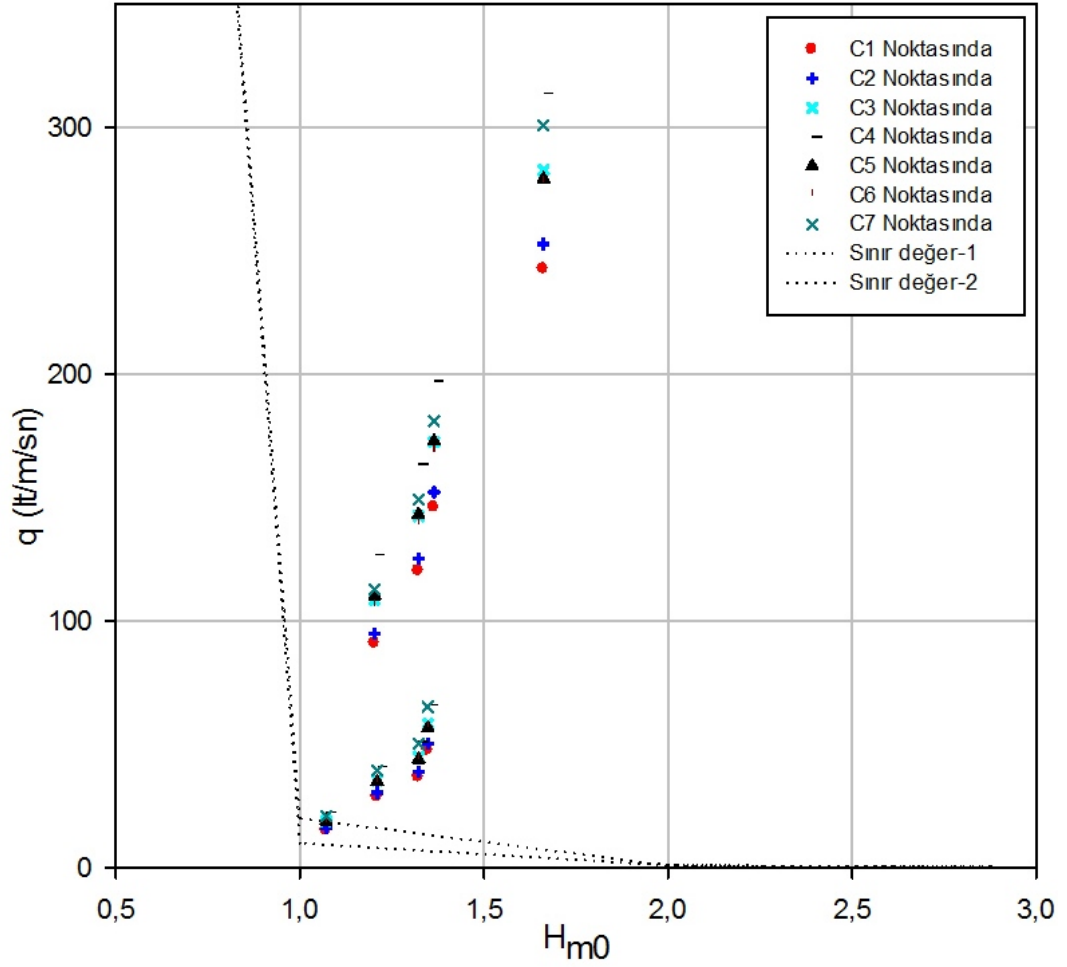
Tablo 5.2 Kordon Bölgesi çalışma alanında ortalama su seviyesindeki dalga parametreleri

Nokta Adı	d_w	H_{m0}	$T_{m-1,0}$	H_{m0}	$T_{m-1,0}$	H_{m0}	$T_{m-1,0}$	H_{m0}	$T_{m-1,0}$
C1	2,35	1,071	5,033	1,210	5,818	1,348	6,422	1,322	5,320
C2	2,10	1,071	5,033	1,210	5,818	1,348	6,422	1,322	5,320
C3	1,85	1,071	5,033	1,210	5,818	1,348	6,422	1,322	5,320
C4	2,00	1,071	5,033	1,210	5,818	1,348	6,422	1,322	5,320
C5	2,30	1,071	5,033	1,210	5,818	1,348	6,422	1,322	5,320
C6	1,80	1,071	5,033	1,210	5,818	1,348	6,422	1,322	5,320
C7	1,25	1,071	5,033	1,210	5,818	1,348	6,422	1,322	5,320

Tablo 5.3 Kordon Bölgesi çalışma alanında yüksek su seviyesindeki dalga parametreleri

Nokta Adı	d_w	H_{m0}	$T_{m-1,0}$	H_{m0}	$T_{m-1,0}$	H_{m0}	$T_{m-1,0}$	H_{m0}	$T_{m-1,0}$
C1	3,15	1,203	5,033	1,364	6,007	1,662	6,422	1,322	5,320
C2	2,90	1,203	5,033	1,364	6,007	1,662	6,422	1,322	5,320
C3	2,65	1,203	5,033	1,364	6,007	1,662	6,422	1,322	5,320
C4	2,80	1,203	5,033	1,364	6,007	1,662	6,422	1,322	5,320
C5	3,10	1,203	5,033	1,364	6,007	1,662	6,422	1,322	5,320
C6	2,60	1,203	5,033	1,364	6,007	1,662	6,422	1,322	5,320
C7	2,05	1,203	5,033	1,364	6,007	1,662	6,422	1,322	5,320

Sahada ölçümü yapılarak Tablo 3.2’de verilen 7 noktadaki kıyı duvarlarının geometrik boyutları ile Tablo 5.2 ve Tablo 5.3’te verilen uzun dönem dalga istatistiği çalışması sonucu elde edilen dalga parametreleri karşılaştırmalı teste en iyi sonucu veren 1 sigma artırılmış EurOtop 2018 formülünde yerine konulmuş ve elde edilen sonuçlar Şekil 5.9’da verilmiştir.



Şekil 5.9 Deney sonuçları ile 7 adet formül sonucunun karşılaştırması

Şekil 5.9’da verilen grafikten, aşağıdaki sonuçlar elde edilmektedir:

1. Kordon Bölgesinde belirlenen 7 noktadan C1, C2, C3, C5 ve C6 noktalarında ve sadece $H_{m0}= 1,071m$ ve $T_{m-1,0}=5,03sn$ değerinde dalga aşım debisi kabul edilebilir sınırdadır kalmaktadır. Kalan tüm dalga parametrelerinde ve tüm noktalarda dalga aşım debisi tolere edilebilir sınırın çok üzerindedir. Fiziksel ve analitik olarak ortaya konulan bu durumun sonuçları reelde kendisini her yıl birden fazla kez göstermektedir. (Şekil-1.2)
2. H_{m0} değeri arttıkça dalga aşım debisi artmaktadır.

3. En büyük dalga aşım debisi, tüm H_{m0} değerleri için Gündoğdu Meydanına rastgelen C4 noktasında kaydedilmektedir. C4 noktası en kesiti çıkartılan 7 nokta içerisinde 115 cm ile en düşük R_c değerine sahip olan noktadır.
4. En az dalga aşımı ise Cumhuriyet Meydanına yakın olan C1 noktasında gerçekleşmektedir. C1 noktası, diğer noktalara göre 235 cm ile en yüksek d_w değerine sahip olan noktadır. Ayrıca tüm noktalar içerisinde 130 cm ile R_c değeri en yüksek olan 3 noktadan biridir. R_c değeri en yüksek olan diğer noktalar C2 ve C7'dir.



BÖLÜM ALTI

SONUÇ VE ÖNERİ

Bir liman şehri olan İzmir, diğer tüm kıyı kentleri gibi kültürel, ticari ve sosyal yönden bir cazibe merkezidir. Ancak bir kıyı kenti olmak, İzmir’e birçok avantaj sağlamakla birlikte denizin yıkıcı etkileri altında kalmasına da sebep olmaktadır.

Bu tez kapsamında çalışılan Kordon Bölgesi (Cumhuriyet Meydanı ile İzmir Limanı arasında kalan bölge) yıllar içinde sürekli denizin doldurulması ve yetersiz kalan altyapı tesisleri dolayısı ile oldukça hassas bir duruma gelmiştir. Ancak denizsel etkiler ile ilgili alınan tek önlem klasik yaklaşımlı kıyı duvarlarıdır ve mevcut kıyı duvarlarının yetersiz kaldığı her yıl yaşanan fırtınalarda görülmektedir.

Bu tezin ilk amacı mevcut kıyı duvarlarının performansının fiziksel deneyler ile ölçülerek ortaya konulmasıdır. Bu amaç doğrultusunda ilk olarak çalışma yapılan Kordon Bölgesinin geometrik ve hidrolik olarak mevcut durumu ortaya çıkarıldı. Bunun için sırası ile aşağıdaki çalışmalar gerçekleştirildi;

1. Cumhuriyet Meydanı ile İzmir Limanı arasında kalan Kordon Bölgesinde 7 kritik nokta belirlendi.
2. Belirlenen 7 nokta için yapı önü su derinliği, fribord, kıyı duvarı boyutları ve yürüme yolu uzunluğu gibi geometrik ölçümler yapılarak her noktanın en kesiti çıkarıldı.
3. Yapı önü su derinlikleri ölçülen kıyının boy kesiti oluşturuldu.
4. Belirlenen 7 noktanın 500 m açığına kadar olan deniz tabanının eğimi hesaplandı.
5. Çalışılan alanın dalga ve rüzgâr iklimi çalışmaları, bu tezin üretildiği Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında ortak çalışma yürüttüğümüz Orta Doğu Teknik

Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Deniz Mühendisliği Araştırma Merkezi akademisyenlerince gerçekleştirildi.

Geometrik ve hidrolik olarak mevcut durumun ortaya çıkarılmasını takiben fiziksel model çalışmaları yapıldı. Fiziksel deneyler, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Deniz Mühendisliği Araştırma Merkezi Laboratuvarında yer alan dalga kanalında gerçekleştirildi. Deneylerin gerçekleştirilmesi için belirlenen geometrik verilerin güvenli tarafta kalan ortalaması alındı ve dalga kanalı boyutları ile ölçeklendirilerek bir model oluşturuldu. Model üzerinde çeşitli hidrolik senaryolar ile fiziksel deneyler gerçekleştirildi.

Dik kıyı duvarlarında dalga aşım debi hesabı ile ilgili şimdiye kadar gerçekleştirilmiş olan çalışmalar için literatür taraması yapıldı. Öne çıkan 5 çalışmada yer alan formüller üzerinde Kordon Bölgesi için oluşturulan model verileri yerine konularak analitik olarak dalga aşım debisi hesaplandı. Analitik sonuçlar ile fiziksel deney sonuçları karşılaştırıldı. Karşılaştırma sonucunda Kordon Bölgesi koşullarında reele en yakın sonucu veren formülün EurOtop-2018 çalışmasında yer alan formül olduğu tespit edildi. Söz konusu çalışmayı diğer çalışmalardan ayıran en önemli fark, dalga dikliği parametresinin bu formül dâhilinde kullanılmasıdır.

Tespit edilen formülde Kordon Bölgesinde en kesiti çıkartılan 7 noktanın reel verileri yerine konularak, analitik olarak mevcut kıyı duvarlarında meydana gelen dalga aşım debileri hesaplandı.

Fiziksel deney ve analitik çalışmalar sonucunda, her sene fırtına zamanlarında yaşanan taşkınlar ile yetersizliği herkesçe görülen İzmir Kordon Bölgesindeki mevcut kıyı duvarlarında meydana gelen dalga aşım miktarının, tolere edilebilir sınırların oldukça üzerinde olduğu ortaya çıkarıldı.

Dalga aşım miktarını indirmek için fribordun yükseltilmesi, Kordon Bölgesinin kültürel ve sosyal yapısı dolayısı ile mümkün olmayacağından fribordu

yükseltmeden dalga aşım miktarını indiren yenilikçi kıyı koruma yapılarının Kordon Bölgesine uygulanması gerekmektedir.

Bu tezin üretildiği BAP-2016.KB.FEN.014 proje numaralı Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesinde (BAP) teze konu bölge için yenilikçi yaklaşımlı kıyı koruma yapısı olan Durgun Dalga Havuzu Modeli çalışılmış ve hesaplanan dalga aşım debisinin tolere edilebilir sınırlar içinde kaldığı belirlenmiştir. Bu sebeple Kordon Bölgesi için Durgun Dalga Havuzu Modeli önerilmektedir.



KAYNAKLAR

Allsop, N.W.H., Besley, P. ve Madurini, L. (1995). *Overtopping performance of vertical walls and composite breakwaters, seawalls and low reflection alternatives* (Final report of Monolithic Coastal Structures (MCS) project). Hanover: Hannover Üniversitesi.

Alpar, B., Dogan, E., Yuce, H. ve Altıok, H. (2000). Sea level changes along the Turkish Coasts of the Black Sea, the Aegean Sea and the Eastern Mediterranean. *Mediterranean Marine Science, 1*, (141-156)

Avrupa Orta Mesafe Hava Tahmin Merkezi (ECMWF - European Centre for Medium-Range Weather Forecasts), tarafından ölçülen hava tahminleri 1983-2015, <https://www.ecmwf.int>

De Rouck, J., Van der Meer, J. W., Allsop, N. W. H., Franco, L. ve Verhaeghe, H. (2003). Wave overtopping at coastal structures: development of a database towards up-graded prediction methods. içinde *Coastal Engineering 2002: Solving Coastal Conundrums*, 2140-2152

Etemad-Shahidi, A., Shaeri, S., ve Jafari, E. (2016). Prediction of wave overtopping at vertical structures. *Coastal Engineering, 109*, 42-52.

EurOtop, (2007). *Die Küste / Wave overtopping of sea defences and related structures: assessment manual*. Hamburg: Boyens Medien GmbH & Co. KG, Hiedt i. Holstein

EuroTop, (2018). *Manual on wave overtopping of sea defences and related structures*. (2. Baskı).

Franco, L., de Gerloni, M. ve van der Meer , J.W. (1994). Wave overtopping on vertical and composite breakwaters. *ASCE Proceedings. 24th Int. Conf. on Coastal Engineering*. (1030–1045).

Goda, Y. (2009). Derivation of unified wave overtopping formulas for seawalls with smooth, impermeable surfaces based on selected CLASH datasets. *Coastal Engineering*, 56 (4), 385-399.

İzmir Büyükşehir Belediyesi. (2007). Kasım 2016, <http://www.izmir.bel.tr/HaberDetay/3013/tr>

İzmir Körfezi batimetri haritası, T.C. Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı, Çubuklu / İSTANBUL

Kısacık, D. ve Kaboğlu, G. (2017). *İzmir iç körfezde yaşanan fırtına taşkınlarının araştırılması ve taşkınların önlenmesi için bir öneri: Durgun dalga havuzu modeli projesi (BAP-2016.KB.FEN.014) 1. gelişme raporu*. DEÜ-BAP: İzmir.

Kısacık, D., Tarakcıoğlu, G. O., & Baykal, C. (2019). Stilling wave basins for overtopping reduction at an urban vertical seawall–The Kordon seawall at Izmir. *Ocean Engineering*, 185, 82-99.

Mansard, E. ve Funke, E. (1980). The measurement of incident and reflected spectra using a least squares method. *Proceedings, 17th International Conference on Coastal Engineering, Sydney, 1*, 154-172.

Özhan E. ve Abdalla S. (1999). *Türkiye kıyıları rüzgâr ve derin deniz dalga atlası*, ODTÜ, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Deniz Mühendisliği Araştırma Merkezi, Uygulamalı Araştırma Raporu, Ankara.

Owen, M.W., (1980). Design of seawalls allowing for wave overtopping. HydraulicsResearch, Wallingford, Report No. EX 924, UK.

Özyurt Tarakcıoğlu, G., Baykal, C., Bilgin, M. ve Kısacık, D. (2015). *İzmir İç Körfezde Yaşanan Fırtına Taşkınlarının Araştırılması ve Taşkınların Önlenmesi İçin Bir Öneri: Durgun Dalga Havuzu Modeli (BAP-08-11-2015-036) 1. Gelişim Raporu*. ODTÜ-BAP: Ankara

Özyurt Tarakcıoğlu, G., Baykal, C. ve Kısacık, D. (2016). *İzmir İç Körfezde Yaşanan Fırtına Taşkınlarının Araştırılması ve Taşkınların Önlenmesi İçin Bir Öneri: Durgun Dalga Havuzu Modeli (BAP-08-11-2015-036) 2. Gelişim Raporu*. ODTÜ-BAP: Ankara

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Türkiye Habitat III Ulusal Raporu, Aralık 2014, http://www.csb.gov.tr/db/mpgm/editordosya/file/HABITAT/HABITAT%20III%20ULUSAL%20RAPOR_TURKCE.pdf

Van Doorslaer, K., De Rouck, J., Audenaert, S. ve Duquet, V. (2015) Crest modifications to reduce wave overtopping of non-breaking waves over a smooth dike slope. *Coastal Engineering*, 101, 69–88.

Victor, L., Van der Meer, J. W., ve Troch, P. (2012). Probability distribution of individual wave overtopping volumes for smooth impermeable steep slopes with low crest freeboards. *Coastal Engineering*, 64, 87-101.

Yıldız, H. ve Demir, C. (2002). Mean Sea Level Changes and Vertical Crustal Movements at Turkish Tide Gauges for the period of 1984-2001. *Workshop on Vertical Crustal Motion and Sea Level Change, 17-19 Eylül 2002, Toulouse, Fransa*