

**T. C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

**LIMAN İÇİ ÇALKANTILARINI AZALTMAK İÇİN LIMAN
AĞZI VE ANA DALGAKIRANIN OPTİMİZE EDELMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Ahmed AL-HASAN

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Yasin PAŞA**

İstanbul – 2022

TEZ TANITIM FORMU

Yazar Adı Soyadı : Ahmed Al-Hasan

Tezin Dili : Türkçe

Tezin Adı : Liman İçi Çalkantılarını Azaltmak İçin Liman Ağızı ve Ana Dalgaların Optimize Edilmesi

Enstitü : İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Tezin Türü : Yüksek Lisans

Tezin Tarihi : 18.01.2022

Sayfa Sayısı : 94

Tez : Dr. Öğr. Üyesi Yasin PAŞA

Danışmanları

Dizin Terimleri : Liman içi çalkantı, Balıkçı barınağı tasarımı, dalga transformasyonu, CGWAVE program. Dalgakıran

Türkçe Özet : Limanlarda ana dalgakıran ve liman ağzının uzunluğu arasındaki oran ile liman içindeki çalkantıların arasındaki bağlantı incelenecektir, limandaki içi çalkantıları azaltmak için liman ağzı ve ana dalgakıranın arasındaki bağlantıyı inceleyerek, liman içindeki dalgaların yüksekliğinden ve liman içi çalkantıların elde edilen sonuçlar farklı tasarımlara dayalı olarak okunmakta ve elde edilen sonuçlar liman tasarımlarında kullanılmaktadır.

Dağıtım Listesi : 1. İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne
2. YÖK Ulusal Tez Merkezine

İmzası

Ahmed AL-HASAN

**T. C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

**LIMAN İÇİ ÇALKANTILARINI AZALTMAK İÇİN LIMAN
AĞZI VE ANA DALGAKIRANIN OPTİMİZE EDELMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Ahmed AL-HASAN

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Yasin PAŞA

İstanbul – 2022

BEYAN

Bu tezin hazırlanmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğu, kullanılan verilerde herhangi tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez olarak sunulmadığını beyan ederim.

Ahmed AL-HASAN

.../.../2022



İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Ahmed AL-HASAN'ın Liman İçi Çalkantılarını Azaltmak İçin Liman Ağzı ve Ana Dalgakıranın Optimize Edilmesi adlı tez çalışması, jürimiz tarafından İnşaat Mühendisliği anabilim dalı, İnşaat Mühendisliği bilim dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Yasin PAŞA
(Danışman)

İmza

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Ferruh MAHNAMFAR

İmza

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa NURİ BALOV

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

... / ... / 20..

İmzası

Prof. Dr. Ad SOYADI

Enstitü Müdürü

ÖZET

Limanın temel amacı, barınak arayan, yakıt ikmali yapan, kargo ve yolcuları onaran veya taşıyan gemiler için güvenli sığınaklar sağlamaktır. Limanda giriş, sevkiyat şeridi, mendirek ve rıhtım, gemi terminalleri, kuru ve kapalı rıhtımlar gibi birçok unsur bulunmakta ve bu unsurların mevcudiyeti bunlara olan ihtiyacı takip etmektedir.

Bu tezde, limandaki dalgaların hareketinden ve limandaki su yüzeyindeki dağılımından kaynaklanan liman içi çalkantıları olan limanların önemli bir bileşeni üzerinde odaklanılacaktır. Bu çalkantılar, rüzgârın neden olduğu dalgalardan veya depremler ve diğer doğal faktörlerden kaynaklanır.

Bu tezde, bazı programlar kullanılarak çeşitli tasarımlar yapılmıştır ve bu dalgaların hareketi, şekli, yönünü ve yüksekliği incelenerek SMS GCWAVE programına aktarılmıştır.

Tasarım programlar aracılığıyla birkaç farklı şekil çizildiğinden ve bir programla kullanılarak değiştirilip gerçekliğe bağlandığından ve çalışma alanı programı aracılığıyla tanımlandığından, veriler Dinar'daki derinlik verileri gibi bilinen kaynaklardan indirildi. Navionics Sonarcharts veri arşivinden tamamlanan dijital batimetrik eğilim çizgilerine atıfta bulunan bazı eksik veriler vardı.

Rüzgar yönü ve hızı iki kaynaktan (Derin Deniz Dalga Atlası dalga verileri) ve Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmin Merkezi (ECMWF) elde edilmiş ve benzer şekilde dalga verileri bu iki kaynaktan elde edilmiştir.

Dalga verileri (Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmin Merkezi (ECMWF) 'den alınıp indirilerek, PANOPLY programı ile çalışılmış ve sayılar şeklinde elde edilmiş, daha sonra bu veriler her yöndeki dalgaları ayrı ayrı hesaplamak için bir (Virtual) programındaki kod. basic) ve excel'deki veritabanına bağlanması.

Verilerin elde edilmesinden sonra, dalgayı temsil etmek, dalgaların periyodik zamanını hesaplamak ve yönler 5 yöne, yani (N) olmak üzere bu dalgaların her yöndeki değerlerini elde etmek için bir olasılık sistemi kullanılmıştır. (K), (KKB), (KB), (BKB) ve (B).

Daha sonra bu veriler ve yoğunluk bağlantısı, dalgayı temsil etmek ve dalgaların periyodik zamanını hesaplamak için kullanılmıştır. Daha sonra toplanan sonuçlar ve tüm veriler liman içerisindeki dalga yüksekliği, dalga şekli ve türbülans istediğimiz sonuçları elde etmek için liman modeline uygulanacak GCWAVE programına girildi ve mevcut tasarımlar arasından en iyi tasarımı seçmek için Tasarım koşullarını dikkate alarak gemileri hasardan ve güvenli balık avından korumak.

- ⇒ Liman içi çalkantıları bakmak istiyoruz.
- ⇒ Bu yüzden dalga formuna dikkat etmeliyiz.
- ⇒ Önce veriler programa yükleniyor. Dalga, Batimetrik.
- ⇒ İkincisi, veriler genel olarak Kabul edilen koşullar altında uygundur.
- ⇒ Üçüncüsü, sonuçları okunacak bölge belirlenir (mesh).
- ⇒ Dördüncüsü, amaçlanan alan için kontrol yapılır.
- ⇒ Beşinci olarak, modelin hata içermediğin denemin olmak için birinceleme yapılır.
- ⇒ Altıncı, formu çalıştır.
- ⇒ Bundan sonar sonuçlar okunur ve mevcut sonuçlarla karşılaştırılır. Bu konu seçilecek en iyi form ve modeli tanımak için birden fazla forma uygulanacaktır.

Sonuçlara göre, Bu tezi yaptıktan sonra, liman içinde çalkantıların meydana gelmesinde birçok faktörün büyük rol oynar ve bu faktörlerin en önemlilerinin: Derinlik, bağlantı noktası şekli ve bağlantı noktası boyutu da. Ayrıca limana gelen dalgaların yüksekliği, etüdün konumu ve bu dalgaların hangi yöne doğru ilerlediği önemlidir.

Derinlik arttıkça dalgalar yükselir ona göre liman içi çalkantılar yükselir. Ayrıca, liman boyutu ne kadar büyükse, liman içinde o kadar az çalkantı ve limanın boyutu ne kadar küçükse, bu çalkantılara maruz kalma oranı o kadar yüksek olur.

Bu daha çok limana girişin büyüklüğü ile alakalıdır, eğer girilen miktar daha fazla ise bu daha fazla çalkantıya neden olur. Ek olarak, tasarımda limanın doğası önemlidir, limanın yüzeyleri büyük bir etki yaratır. Bu yüzeyler limana gelen deniz dalgalarının yönünü yansıtır, yüzey ne kadar pürüzlü olursa, dalga yansıma katsayısı o kadar düşük olur, yüzey ne kadar pürüzsüz olursa, dalga yansıma katsayısı o kadar büyük olur.

Rüzgar gibi etkili olan başka faktörler de vardır. Rüzgarların şiddeti daha yüksek olduğunda, dalgaların yüksekliği daha yüksek olur, ve böyle liman içindeki çalkantılar daha yüksek olur ve çalkantılar daha belirgin hale gelir.

Birkaç farklı tasarım yaptıktan sonra, dalgaların yükseklik değerleri farklı farklı gösterildi, dalgakıranların daha kısa ve daha fazla olduğu, ilk tasarımlarda Dalgaların yüksekliği daha yüksek çıktı ve liman içindeki çalkantılar daha yüksek bir şekilde diğer tasarımlardan etkilenmiştir.

Anahtar kelimeler: liman içi çalkantı, liman kumlanma veya liman içi sediment taşınımı, balıkçı barınağı tasarımı, dalga transformasyonu.



SUMMARY

The main purpose of the port is to provide safe shelters for ships seeking shelter, refueling, repairing or transporting cargo and passengers. There are many elements such as entrance, shipping lane, jetty and dock, ship terminals, dry and closed docks in the port, and the presence of these elements follows the need for them.

In this thesis, the focus will be on an important component of ports, which is the disturbances within the port arising from the movement of waves in the port and their distribution on the surface of the water in the port. These disturbances are caused by waves that is caused by the wind or some natural factors such as earthquakes.

In this thesis, various designs will be made using some programs, and will be transferred to the SMS GCWAVE program to study the movement, shape, direction and height of these waves and determine the nature of their transmission in the workplace.

As several different shapes were drawn through the civil program and were modified using a maps program and linked to reality, and the workspace was identified through the maps program, then the data was downloaded from known sources such as the depth data from the Dinar company, and there were some missing data that refer to digital bathymetric trendlines completed from the Navionics Sonarcharts data archive.

Wind direction, movement and speed were obtained from two sources (Derin Deniz Dalga Atlası dalga verileri) and (Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmin Merkezi) (ECMWF), and similarly wave data were obtained from these two sources.

The wave data was taken and downloaded from Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmin Merkezi (ECMWF) and studied by the PANOPLY program and obtained in the form of numbers, then this data was used to calculate the waves in each direction separately by writing a code in the Virtual basic program. and linking it to the database in excel.

After obtaining the data, a probability system was used to represent the wave, calculate the periodic time of the waves, and obtain the values of these waves in all

directions, as the directions were divided into 9 directions, namely (N), (NNW), (NW), (W) and (WNW).

Then this data and density coupling were used to represent the wave and calculate the periodic time of the waves.

After that, the results collected and all the data were entered into the GCWAVE program to be applied to the model of the port to obtain the results we want from wave height, wave shape and turbulence inside the port and choose the best design among the existing designs to protect ships from damage and safe fishing, taking into account the conditions for the design.

- ⇒ We want to look at the turbulence inside the harbor.
- ⇒ we have to be careful with the waveform.
- ⇒ First, the data is loaded into the program. WAVE, BATIMETREK.
- ⇒ Second, the data are available under generally accepted conditions.
- ⇒ Third, the region where the results will be read is determined (mesh).
- ⇒ Fourth, a check is made for the intended area.
- ⇒ Fifth, an examination is made to make sure that the model does not contain any errors.
- ⇒ Sixth, run the form.
- ⇒ After that, the results are read and compared with the current results. This topic will be applied to multiple forms to get to know the best form and model to choose.

According to the results, after doing this thesis, many factors play a big role in the occurrence of turbulence in the harbor and the most important of these factors are: Depth, port shape and port size. In addition, the height of the waves coming to the port, the location of the survey and the direction in which these waves move are important.

As the depth increases, the waves rise and accordingly, the turbulence in the harbor is high. Also, the larger the port size, the less turbulence within the port, and the smaller the port, the higher the exposure to these fluctuations.

This is more related to the size of the entrance to the port; if the amount entered is more, this will cause more turbulence. In addition, the nature of the port is important

in the design, the surfaces of the port make a big impact. These surfaces reflect the direction of the sea waves coming into the port, the rougher the surface, the lower the wave reflection coefficient, the smoother the surface, the greater the wave reflection coefficient It is possible.

There are other factors that have an effect, such as wind. When the winds are stronger, the height of the waves will be higher, and thus the turbulence in the harbor will be higher and the turbulence will be significant.

After making several different designs, the height values of the waves were shown differently, the breakwaters were shorter and larger, the height of the waves was higher in the first designs, and the turbulence in the harbor was more heavily influenced by other designs.

Keywords: In-harbor turbulence, harbor blast or in-port sediment transport, fishing port design, wave transformation.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
SUMMARY	iv
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
TABLolar LİSTESİ.....	x
HARİTALAR LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
RESİMLER LİSTESİ.....	xiii
EKLER LİSTESİ	xiv
ÖNSÖZ.....	xv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

1.1. Tezin Amacı.....	7
1.2. Literatür Araştırması.....	7

İKİNCİ BÖLÜM

SAYISAL MODELDE KULLANILAN VERİLERİ

2.1. Batimetri Verileri.....	12
2.2. Dalga Veriler	13
2.2.1. Derin Deniz Dalga Atlas.....	13
2.2.2. Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmin Merkezi	15
2.3. Çalışma Alanı	18
2.3.1. Mevcut Balıkçı Barınağı Geometresi	18
2.3.2. Tezde İncelenen Yapı Gometrileri:	19

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

CGWAVE MODELİ

3.1 SMS CGWAVE'ye Genel Bakış	22
3.1.1. SMS İLE CGWAVE	23
3.1.2. SMS CGWAVE Tanıtımı.....	23
3.1.3. SMS CGWAVE'nin işlevseliği.....	23
3.2. Temel Denklemler	25
3.3. SINIR ŞARTLARI	29
3.4. Dalga Kırma.....	31
3.5. Liman İçi.....	32

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SAYISAL MODEL KURULUMU

4.1. Senaryolar	33
4.2. Modelleri ve Yönetimler.....	34
4.2.1. Modelleme prensipleri	34
4.2.1.1. Sayısal hesap ağı (MESH).....	34
4.2.1.2. Boyut işlevi oluşturma.....	35
4.2.1.3. Pürüzsüz boyut işlevi.....	35
4.2.1.4. Yansıma katsayısı	35
4.2.1.5. Etki alanı tanımlama.....	36
4.2.1.6. Sonlu eleman ağı oluşturma	36
4.3. Model Sonuçları.....	36
4.4. Dalga kurulum sonuçları.....	40
4.4.1. Kuzey (K)	40
4.4.2. Kuzey-Batı-Kuzey (KKB).....	41
4.4.3. Kuzey-Batı (KB)	43
4.4.4. Batı-Kuzey-Batı (BKB).....	44
4.4.5. Batı (B)	45
4.5. Liman İçi Çalkantı	46
4.6. Dalga Transformasyonu.....	51
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	52
KAYNAKÇA	57
EKLER.....	61

KISALTMALAR

ECMWF	:	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
MSE	:	Mean Slope Equation
NOP	:	Natural Oscillation period
PY	:	Parabolik Yaklaşım
OED	:	Ortalama Eğim Denklemi
OYS	:	Ortalama Yüksek su
K	:	Kuzey
KKB	:	Kuzey-Kuzey-Batı
KB	:	Kuzey-Batı
BKB	:	Batı-Kuzey-Batı
B	:	Batı
N	:	North
NNW	:	North-North-West
NW	:	Noth-West
WNW	:	West-North-West
W	:	West

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. Tüm yönler için kullanılan yapılar dalga parametreleri.....	33
Tablo 2. Kuzey (n) dalga yükseklik değerler.	41
Tablo 3. Nnw (kkb) dalga yükseklik değerler.....	42
Tablo 4. Kuzey-batı (nw) dalga yükseklik değerler.	43
Tablo 5. Bkb (wnw) dalga yükseklik değerler.....	44
Tablo 6. B (w), batı dalga yükseklik değerler.	45
Tablo 7. 20 m liman içindeki noktalarda liman içi çalkantı değerleri.	47
Tablo 8. 40 m liman içindeki noktalarda liman içi çalkantı değerleri.	47
Tablo 9. 60 m liman içindeki noktalarda liman içi çalkantı değerleri.....	47
Tablo 10. 80 m liman içindeki noktalarda liman içi çalkantı değerleri.....	48
Tablo 11. 100 m liman içindeki noktalarda liman içi çalkantı değerleri.....	48

HARİTALAR LİSTESİ

Harita 1. google earthden konumu.....	13
Harita 2. İlyasbey köyü Balıkçı Barınağı konumu.....	18



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Plaj Profili ve Terminolojiler.....	3
Şekil 2. Navionics Sonar Chart tarafından sunulan batimetri verileri.....	12
Şekil 3. Çalışma alanına ait sayısal batimetrik harita.	13
Şekil 4. Rüzgâr ve dalga atlası yıllık ve mevsimsel dalga gülleri.	14
Şekil 5. Rüzgâr ve dalga atlası aylık dalga verileri.....	14
Şekil 6. Rüzgâr ve dalga atlası dalga yüksekliği aşılmama olasılığı eğrisi.....	15
Şekil 7. Çalışma alanına yakın ECMWF veri noktasının dalga gölü.	16
Şekil 8. İlyasbey Balıkçı Barınağı mevcut yapısının uydu görüntüsü.	19
Şekil 9. Birinci tasarım (ana dalgakıran uzunluğu yaklaşık 20 m).....	19
Şekil 10. İkinci tasarım (ana dalgakıran uzunluğu yaklaşık 40 metredir).....	20
Şekil 11. Üçüncü tasarım (ana dalgakıran uzunluğu yaklaşık 60 metredir).	20
Şekil 12. Dördüncü tasarım (ana dalgakıran uzunluğu yaklaşık 80 metredir).	20
Şekil 13. Beşinci tasarım (ana dalgakıran uzunluğu yaklaşık 100 metredir).....	21
Şekil 14. Liman dalgası modeli alanı.	22
Şekil 15. α belirlemek için A değerlerden.....	25
Şekil 16. α belirlemek için B değerlerden.....	25
Şekil 17. Limanın iç ve dış dalga alanını.	31
Şekil 18. Çalışma alanına ait Sayısal Hesap Ağı örneği.	34
Şekil 19. Liman yüzleri yansımaya katsayısı.....	36
Şekil 20. Kuzey yönü için dalga yayılım Haritası.	37
Şekil 21. Kuzey-Batı-Kuzey yönü için dalga yayılım.....	37
Şekil 22. Kuzey-Batı yönü için dalga yayılım	38
Şekil 23. Batı-Kuzey Batı yönü için dalga yayılım	38
Şekil 24. Batı yönü için dalga yayılım.....	39
Şekil 25. Liman içinde çalkantı değerleri hesaplanan noktalar.	39
Şekil 26. Kuzey (N) için liman ağzı oranı ve dalga yükseklik.	41
Şekil 27. KKB (NNW) İÇİN liman ağzı oranı ve dalga yükseklik.....	42
Şekil 28. KB (NW) için liman ağzı oranı ve dalga yükseklik.	43
Şekil 29. BKB (WNW) İÇİN liman ağzı oranı ve dalga yükseklik.....	44
Şekil 30. B (W) için liman ağzı oranı ve çalkantı	45
Şekil 31. %25 oranlı yapı dalga yüksekliği.....	49
Şekil 32. %50 oranlı yapı dalga yüksekliği.....	49
Şekil 33. %75 oranlı yapı dalga yüksekliği.....	50
Şekil 34. %100 oranlı yapı dalga yüksekliği.	50
Şekil 35. %125 oranlı yapı dalga yüksekliği.	51

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1. Doğal limanı fotoğrafı.....	5
Resim 2. Yarı doğal limanı fotoğrafı	6
Resim 3. Yapı liman fotoğrafı	6
Resim 4. 1979-1999 Çalışma alanına ait dalga periyot zaman serisi.....	16
Resim 5. 2000-2018 Çalışma alanına ait dalga periyot zaman serisi.....	17
Resim 6. Zaman serisi tarih ile dalga yüksekliği mevcut veriler 1979-1999	17
Resim 7. Zaman serisi tarih ile dalga yüksekliği mevcut veriler 2000-2018	17
Resim 8. İlyasbey Balıkçı Barınağının mevcut yapısı.....	18



EKLER LİSTESİ

EK- A. İkinci Yapı : Ana Dalgakıranın 40 m.....	61
EK- B. Üçüncü Yapı : Ana Dalgakıranın 60 m.	64
EK- C. Dördüncü Yapı : Ana Dalgakıranın 80 m.	67
EK- D. Beşinci Yapı : Ana Dalgakıranın 100 m.....	70



ÖNSÖZ

Bana umutlarını yerine getirmek için her şeyi veren kişiye, bana bir mutluluk anı getirmek istediğim kişiye, bana ilim yolunu açmak için yolumdan dikenleri biçene ,bana beklemeden vermeyi öğretenlere, İlk okuluma ve kocaman bir kalbe. Canım babam allah rahmet eylesin.

Hayattaki meleğim için ... Yüreği beni gözleri önünde gören ... Başarımların sırrı duası olana. Sevdiklerimin en değerlisine... benim canım annem. bana hayattan daha güzel olanı gösterenlere ... sevgili kardeşlerim..

Dr. Öğr. Üyesi YASIN PAŞA'ya yardımları ve bu araştırmanın tamamlanmasına katkıda bulunan büyük çaba ve benimle sonsuz desteği ve düşünceli tartışmaları için derin teşekkürler. Dr. Öğr. Üyesi YASIN PAŞA'ya sağlanan büyük ve harika yardımcı değerlendiremiyoruz, tüm teşekkür ve takdirlerimizi.

Tüm aileme ve akrabalarım ... Kalbimde yeri olan sevdiklerime ... Çizgiler onlardan bahsetmek için çok dardı ve kalbim onları genişletti ... Benim mabedim olanlara ... Hayatımın en güzel anlarını tattığım kişiye ... Sevgili dostlarıma ... Bu mütevazî çalışmayı hepimize ithaf ediyorum ve Allah'tan bu işi iyi işlerimin dengesine koymasını niyaz ediyorum. ve her şeyi Allah'a şükür ediyorum.

Son olarak, inşaat mühendisliği departmanına ve tüm çalışanlarımıza araştırmalarımız boyunca destekleyici ve düşünceli oldukları ve akademik araştırmalarda rehberlik sağladığı için teşekkürlerimizi ifade etmekten mutluluk duyuyoruz.

GİRİŞ

Dünyadaki kıyıların toplam uzunluğu 1 milyon km olarak tahmin edilmektedir. Bu kıyıların uzunluğun yaklaşık %60'ında (600 bin km) yerleşim vardır. Var olan yerleşimler turizm, gıda, sanayi, barınma, ticaret ve ulaşım ağırlıklıdır. Deniz ve kıyıların sundukları sonsuz doğal zenginliklerin ve kullanım olanaklarının başlıkları ise enerji, tarım, yerleşim, ulaşım, turizm, balıkçılık, endüstri, doğal kaynaklardır (petrol, doğal gaz). Tüm bu olanak ve sürdürülebilir kullanımı için ilkesel çerçeveleri belirlemek ve zenginliklerin uzun erimli ve bunlara mümkün olduğunca bağlı kalmak zorunludur.

Deniz ve kıyı bölgelerinde yapılan mühendislik uygulamalarında, “doğa-insan” etkileşiminde dengeyi sağlayacak çözümlerin üretilmesi ancak bu bölgelerde “sürdürülebilir gelişme” ilkelerinin uygulanmasıyla mümkündür.

Bu ilkeler:

1. Deniz ve kıyılardaki doğal kaynakların insanlık hizmetinde kullanılması.
2. Uygulama (dalga yapısı, çevre, doğal sistem ve insan faaliyetleri arasındaki etkileşimi)
3. Deniz ve kıyı alanlarının planlanması ve kullanımı, yapıların tasarım ve inşasında fen ve mühendislik bilimlerinin uygulanmasıdır.

Kıyı ve liman mühendisliği çok önemli bir konudur. Bu mühendislik alanında, açık denizden gelen dalgalar, deniz sınır koşulları ve batimetre etkisiyle (Dalga kırılması) liman içine ne ölçüde ulaştığı ve iletilen dalganın değer hesaplanır. Derin denizden gelen dalgaların liman girişinden liman içine iletilmesi ve o bölgede salınımına, liman içi çalkantısı denilir.

Tüm kıyı projelerinde dalga iklimi çok önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, yapılan liman projelerinin çoğunda, çok az ölçülmüş dalga verisi mevcuttur. Dalgaların sahada gözlemlenmesi ve fiziksel olarak modellenmesi son derece zor, maliyetli ve zaman alıcıdır. Şamandıralar proje sahasından uzaktadır ve kıyıya yakın bölgede uzaktan algılama cihazları sistematik olarak istenilen çözünürlükte dalga verisi sağlamamaktadır. Hiçbir veri kayıt cihazı gelecekteki deniz durumlarını tahmin edemediğinden, istenen deniz durumu bilgisi elde edilebilir ve güvenilir matematiksel modelleme teknikleri ile planlar değerlendirilebilir.

Dalga koşullarının güvenilir bilgisi, birçok okyanus ve kıyı mühendisliği sıkıntılar ve problemleri için gereklidir. İlgili alanındaki proje çalışmalarında tasarım ve değerlendirme için en önemli dalga koşulları dalga yükseklikleri, dalga periyotları ve hâkim dalga yayılma eğilimleridir. Bu dalga bilgisi genellikle, bazı uzak derin su alanlarında toplanan dalga verilerini kıyıya yakın proje sahasına ileten bir dalga dönüşüm modelinden elde edilir. Dalgalar daha derin sulardan kıyıya yaklaşmak için hareket ettikçe, dalga hızı değiştikçe, taşıma bölgeleri arasındaki derinlik farklılıkları nedeniyle dalga tepeleri boyunca dalga enerjisinin yeniden dağılımı, adaların varlığı, kıyı geri akımları, çevredeki yapılar ve düzensizlikler gibi bu temel dalga bilgisi değişecektir. Kıyı sınırları ve diğer jeolojik özelliklerden dolayı dalga kırılmasının meydana geldiği ve kıyı şeridinden yansıyan dalgaların liman yapı sınırından gelen dalgalarla etkileştiği halde, dalgalar büyük ölçekte değişir.

Yakın zamana kadar, derin denizlerden kıyıya doğru (kıyı ve liman proje sahasına kadar) gelen dalgaların transformasyonu ve bu süreçte kırılmasını hesaplamak için, doğrusal dalga transformasyon teorisi kullanılmıştır. Dalga tepesi boyunca dalga yüksekliği ve yönünün dalga yayılımı üzerindeki etkileri, dalga transformasyon teorisinde göz ardı edilmiştir. Çünkü bu teori dalga enerjisinin sadece bir dalga boyunca yayıldığını ve dolayısıyla iki bitişik dalga arasında enerji akışının korunduğunu varsayar.

Kıyı Bilimi ve Kıyı Mühendisliği

Bu alan, kıyı bölgesinin süreçlerini, ortamlarını ve özelliklerini anlamak için uygulanan bir disiplinler arası teknolojiler paketidir. Kıyı Mühendisleri, sorunları çözmek ve kıyı ile insan ara yüzünü geliştirmek için fiziksel uyarlamalar geliştirmek için bu anlayışları kullanır.

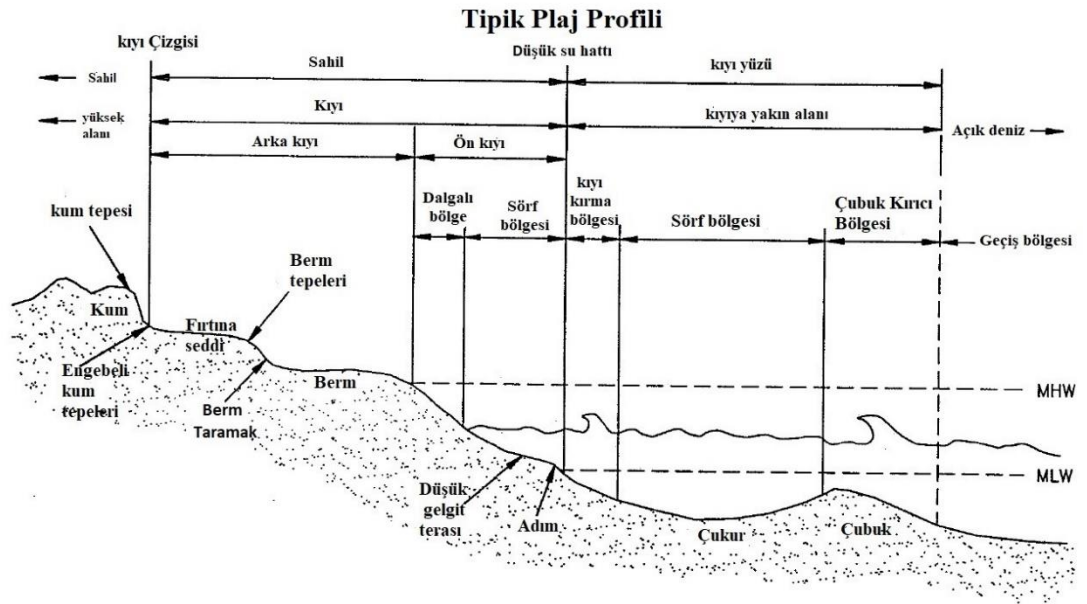
Kıyı mühendisliği, kıyı şeritlerini korumasını amaçlayan işlerin planlanması, deniz navigasyonunun kolaylaştırmasını, liman tasarımı ve inşasını içermektedir. Mühendislik çalışmaları genellikle dalgalar, yansıtan deniz duvarları ve akıntıları engelleyen dalgakıranlar gibi sert yapılar, tasarımlarını ve rüzgâr enerjisini emen beslenmiş kumsalları ve ekilen bitki örtüsü gibi yumuşak yapıları içermektedir. İdeal olarak, kıyı mühendisliği sadece uygun yapıların tasarımı ve inşaatı değil, aynı zamanda kıyı süreçlerinin liman üzerindeki etkisinin ve limanların çevresel etkisinin incelenmesi de içermelidir.

Bu mühendislik dalı, Jeoloji, meteoroloji, çevre bilimleri, fizik, hidroloji, hidrolük, istatistik, matematik, oşinografi, deniz bilimi, yapı dinamikler ve deniz mimarisi dahil olmak üzere kıyı alanı için geçerli olan birçok fizik bilimi ve mühendislik dalının birleşiminden oluşmaktadır.

Kıyı ve Derin Deniz Yapıları Planlanması, Tasarımı ve Uygulaması:

Dalga, akıntı, rüzgâr ve yapı etkileşimini temel alan bu çalışma alanında konular: ticaret limanları ve yat limanları, balıkçı barınakları gibi farklı kullanımı olan limanların planlanması, alt yapı tasarımı, denetim, yapım ve işletmesi, gemi yanaşma yerleri (İskele), blok tip ve yüzen rıhtımlar, kıyı koruma yapıları, dalgakıranlar, tüp geçiş ve derin deniz platformları olarak tanımlanabilir.

PLAJ PROFİLİ VE TERİNOLOJİLER



Şekil 1. Plaj Profili ve Terminolojiler

- Kum tepesi: Kumdan oluşan bir tepedir.
- Yamaç: deniz tabanındaki veya bir kumsaldaki düz/ hafif eğimli alanları ayıran uzun ve nispeten dik eğim,
- Berm: yüksek gelgitte dalga hareketiyle malzemenin birikmesinden oluşan ve kumsalın neredeyse yatay kısmı,
- Oyulmuş Berm: bermin deniz kenarını işaretleyen sırt,
- Alçak Gelgit Terası: Alçak su seviyesine yakın düz bir sahil bölgesi,
- Rampa: Sahili kıyı yüzeyinden aşağı yukarı bölen neredeyse yatay bölüm,

- Uzun Sahil Çubuğu: Kıyı şeridine paralel uzanan ve çukurun dışında kıyı boyunca uzanan bir kum sırtı veya sırtlar,
- Çukur: Alt sahil boyunca veya kırıcıların içindeki açık deniz bölgesinde uzanan uzun bir çöküntü veya bir dizi çöküntü,
- Düşük seviyeli suların ortalaması: Düşük seviyeli suların 19 yıllık bir dönemdeki ortalama yüksekliği,
- Yüksek seviyeli suların ortalaması: Yüksek seviyeli suların 19 yıllık bir dönemdeki ortalama yüksekliği.
- Kıyı Şeridi: kara ile denizi ayıran hat.
- Kıyı: Yüksek ve alçak su hatlarının bulunduğu bölge dahil, denizle hemen temas halinde olan dar bir kara şeridi,
- Sahil: Düşük seviyeli su hattından karaya doğru, malzeme veya fizyografik formda belirgin bir değişikliğin olduğu yere veya kalıcı bitki örtüsü hattına kadar uzanan konsolide olmayan malzeme bölgesi.
- Arka kıyı: Ön sahil ile kıyı şeridi arasında uzanan ve sadece birkaç fırtına sırasında su tarafından etkilenen kıyı veya kıyı şeridi bölgesi.
- Kıyı: Kıyı şeridinin tepesi (veya yüksek gelgitte bir dalğanın yıkanmasının üst sınırı) ile sıradan düşük su izleri arasında uzanan, normal olarak dalgaların yukarı ve geri hareketleri tarafından geçilen kısmı.
- Kıyı yüzü: Denizin alçak kıyı şeridinden denize doğru uzanan, üzerinde sahil kumlarının ve çakıllarının değişen dalga koşullarıyla aktif olarak salındığı suyla kaplı dar bölge.
- Kıyıya yakın: (1) Kıyı şeridinden denize doğru uzanan, kırıcı bölgenin çok ötesine uzanan belirsiz bir bölge. (2) Çalkantı bölgesinden açık deniz bölgesinin başlangıcını işaretleyen konuma kadar uzanan bölge, tipik olarak 20 m civarında bir su derinliğinde,
- Swash zone: Su seviyesi değiştikçe hareket eden, akma sınırından hızlanma sınırına kadar uzanan sahilde dalga hareketi bölgesi.
- Sörf bölgesi: Su hattından başlayarak kıyı şeridine yaklaşan dalğanın tipik olarak 5 ila 10 m arasındaki su derinliklerinde kırılmaya başladığı bölgenin deniz kenarına (kırıcı bölge) kadar uzanan dalga hareketi bölgesi.

- Kırıcı bölge: Kıyı şeridinde yaklaşan dalgaların kırılmaya başladığı bölge, Kırılma: Sınırlı su derinliği nedeniyle sörf bölgesindeki dalga enerjisi ve yüksekliğinde azalma.

LİMAN TÜRÜLERİ

Doğal limanlar

Deniz kıyısındaki gemiler için dere ve havza şeklindeki güvenli boşaltma imkânı sağlayan doğal oluşumlara doğal liman denir. Ticaret veya savaşla uğraşan donanmaların hızla gelişmesiyle birlikte, doğal limanlarda onarımlar, kargoların depolanması ve bağlantılı tesisler için iyileştirilmiş konaklama ve tesisler sağlanmak zorundaydı. Günümüz gemilerinin boyutları ve taslakları, doğal limanlar için çalışmaların iyileştirilmesini gerektirmiştir.

Yerel coğrafi özellikler, nüfus artışı, bölgenin gelişimi vb. Faktörler doğal limanları büyük ve çekici hale getirmiştir. Bombay ve Kandla doğal liman örnekleridir.



Resim 1. Doğal limanı fotoğrafı.

Yarı doğal limanlar

Bu tür bir liman, kenarlarda dağlık alan koruması ile korunmaktadır ve sadece girişte insan yapımı koruma gerektirir.



Resim 2. Yarı doğal limanı fotoğrafı.

Yapay limanlar

Bu tür doğal tesislerin bulunmadığı yerlerde, deniz kenarına sahip ülkeler mühendislik becerilerini ve yöntemlerini kullanarak bu tür barınakları oluşturmak veya inşa etmek zorunda kalmıştır ve bu tür limanlara yapay veya insan yapımı limanlar denir.



Resim 3. Yapı liman fotoğrafı

BİRİNCİ BÖLÜM

1.1. Tezin Amacı

Bu tezin amacı, deniz dalgalarının liman içinde oluşturduğu salınımların (çalkantı) ana dalgakıranın uzunluğu değişimi ile bağlantısını elde etmektir. Bu amaca yönelik ana dalgakıranın uzunluğunu dikkate alarak çeşitli senaryolar hazırlanmıştır.

Bu tezden elde edilen sonuçlar ile balıkçı barınağı ve limanların tasarımında istenilen çalkantı değerlerine ulaşmak için zaman tasarrufu sağlanacaktır. Geniş ölçekte bilim literatürü araştırma sonucu, bu şekilde bir araştırmanın olmadığı ve kıyı mühendisleri için kolaylık sağlanması planlanmıştır.

1.2. Literatür Araştırması

Liman, deniz dalgalarının liman içi salınımlar üzerindeki etkisi ve dalgakıranlar hakkında genel bir bakış bu bölümde sunulmuştur.

Bakker, W.T (1968), kitabında liman evriminin başlangıcını tartışmış ve hem iyi hinter kara bağlantılarının hem de deniz riskinden korunmanın doğal olarak mevcut olduğu yerlerde inşa edilen limanların yöntemini not etmiştir. Denizin bu riskleri hem doğal (dalgalar ve akıntılar) hem de insan düşmanlarını içerir. Limanlar çevresinde yerleşimler geliştiğinden, yerleşim yerleri genellikle iç kısımda, en azından kuru araziye sağlayacak kadar uzaktaydı. Limanlar bazen nehirler veya haliçler boyunca iç kısımda iyi gelişmiştir ve gemiler büyür, limanlarla ilgili tarama sorunları daha da büyür.

Agerschou, H. ve Korsgaard, J., (1969), kitaplarında, limanların konumlarına veya işlevlerine göre sınıflandırılabilirliğini söylemişlerdir. limanlar konumlarına göre genel olarak deniz limanı, iç liman veya karma deniz iç liman olarak sınıflandırılabilir. Temel işlevlerine göre, tüm limanlar ticari, askeri veya deniz üsleri, balıkçı limanları, küçük tekne limanları veya sığınma limanı olabilir. Her liman sahaya özgüdür, işleyişi belirli çalışma koşulları ve liman operasyonunu etkileyen kurallar tarafından yönetilir.

Bakker, W. T (1968), gemilerin, teknelerin ve mavnaların yaşayabileceği korunaklı bir su kütlesi olarak limanı tanımlıyorlar, gemileri yüklemek ve boşaltmak, yolcu indirmek ve almak için inşa edilmiş insan yapımı bir tesistir.

Abbott ve Madsen (1990), çalışmalarında, doğal veya yapay olarak Limanlar sınıflandırmasına atıfta bulunur. Yapay bir liman, kasıtlı olarak dalgakıranlar, deniz duvarları veya iskeleler inşa edebilir veya daha fazla periyodik tarama ile bakım gerektiren tarama ile inşa edilebilir. Buna karşılık, doğal bir liman, birkaç taraftan arazi çıkıntıları ile çevrilidir. Ayrıca Limanlar, kıyı şeridinde veya kıyıya göre konumlarına göre sınıflandırılabilir. Liman içi ve açık deniz bölgesine gelince, yeterli koruma sağlamak için koruyucu navigasyon yapıları ve liman ve kanal tarama dâhil olmak üzere önemli bir inşaat gerektirir.

Robinson (2004) ve Chelton ve diğ., (2001), dalga yüksekliğinin, kıyı bölgesindeki planlama, tasarım ve işletmede etki eden önemli bir husus olduğunu söylemişlerdir. Bu nedenle, uzaysal ve zamansal değişkenliklerinin karakterizasyonu için yeterince uzun zaman aralıklarını kapsayan önemli yükseklik, periyot ve yayılma yönü olarak dalgaların ana özelliklerini belirlemek için Dikkatli analiz gereklidir. Bunu yapmak için, altimetrelere ve Sentetik Açıklıklı Radarlar gibi uzaktan çalışan sensörler ile dalga ölçümleri kullanılır.

Andersen, P., (1979), kıyı limanlarının planlanması ve tasarımında önemli bir endişenin, seçilen tasarım dalgaları için liman içinde meydana gelen dalga koşullarının (yükseklik ve yön) analizi olduğunu söylemiştir. Bu dalgalar liman girişinden geçtikten sonra sığlaşıp kırılabilir; ancak, iç dalga koşullarını etkileyen baskın süreç genellikle “dalga kırınımı”dır. Ayrıca, en sık karşılaşılan iki genel koşul türü vardır: tek bir uzun dalgakıranın ucundan geçen dalga kırınımı ve bir dalgakırandaki nispeten küçük bir boşluktan geçen dalga kırınımı.

Murat KANKAL (2010) tarafından yapılan araştırmada, bir limanın temel işlevleri, gemiler için güvenli bir rıhtım sağlamak ve gemiler ile kara arasında yolcu ve yüklerin sorunsuz bir şekilde taşınmasını kolaylaştırması söylemiştir. Bu işlevleri yerine getirmek için rıhtımların önündeki su salınımı az olması gerekir. Limanlar için çok önemli olan limanın sakinliği, liman içi çalkantı çalışmaları ile belirlenir.

Bu çalışmada dalga yüksekliği, süresi, yönü ve ana ve küçük dalgakıran uzunluğu dikkate alınarak; Liman dalgalanmaları hem yat durumu hem de kargo alanı için fiziksel olarak incelenir. Deneysel sonuçlar Yapay Sinir Ağları (YSA) modeli kullanılarak değerlendirildi. Yapay sinir ağı modelinde bir doğrulama veri setini test etmek için MIKE 21 BW yazılımından yararlanılarak sayısal bir model uygulanmıştır.

Limandaki dalgalanmayı etkileyen en önemli faktörün dalganın yüksekliği olduğu sonucuna varmıştır. Sayısal modelin sonuçları yapay sinir ağına göre daha iyi olsa da dijital ve sinir ağı modellerinin sonuçlarının çok yakın olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca sayısal model ve yapay sinir ağlarının liman salınımı çalışmalarında kullanılabileceği sonucuna varmıştır.

H.G. Blaauw and F.M.C. van der Knaap (1983), dalga kırınımı bir liman içindeki dalga koşulları üzerinde önemli bir etkisi olduğunu söylemiştir. Dalgalar bir dalgakıranın uç bölgesini geçtiğinde, kırınım dalga tepelerinin dalgakıranın rüzgaraltındaki gölge (shadow, burası rüzgâra karşı demek) bölgeye yayılmasına neden olur. Ayrıca, dalga kırınımı, liman girişlerine yaklaşan dalgaların ortaya çıkan yükseklikleri üzerinde küçük bir etkiye sahip olabilir.

Hans F. Burcharth, Alberto Lamberti (2007) Dalga kırınımını, dalga enerjisinin baskın dalga yayılım yönüne dik olarak yayıldığı bir süreç olarak tanımlamıştır. Dalga kırınımı, dalga enerjisinin kırınım yoluyla gölge bölgeye aktarıldığı dalgakıran yuvarlak başlarında olduğu gibi sınır koşullarındaki ani değişikliklerle özel olarak ilgilidir.

Amir, S., Ahmadian (2016), dalga, bir yapı ile etkileşime girdiğinde, yapının geometrisine bağlı olarak dalga enerjisinin bir kısmı dağılacak, bir kısmı yansıtılacak ve bir kısmı yapının arkasına iletilecektir. Ayrıca, bir limanın içini dalga saldırılarından azaltmak için yapılar tasarlarken, yapının performansına karşı maliyeti optimize ederken, mümkün olduğunca az dalga iletimine izin verilmelidir. Ayrıca iletilen dalga yüksekliği gelen dalga yüksekliğinden daha az olacaktır ve iletilen ve gelen dalgalar için dalga periyodu genellikle aynı olmayacaktır.

Batts, Russell ve Simiu (2008), liman hidrodinamiği kılavuzunda, kızılötesi (Infravity) dalgalarının (tipik olarak 25 ila 300 saniye arasındaki dalga periyotları) limanlarda uzun dönemli salınımları veya seiche'yi (titreşi) zorladığına dikkat çektiler.

Geminin doğal periyodu bir liman rezonans moduna tekabül ediyorsa ve düğümün yakınında demirlemişlerse, aşırı gemi hareketi birkaç gün boyunca geminin yüklenmesini ve yük boşaltma/yükleme işlemini engelleyebilir. Bazı durumlarda, bağlama halatlarının arızalanması durumunda gemi ve iskelede büyük hasar meydana gelebilir.

Gwynne (1993), Liman tasarımında, kızılötesi (infrared waves) dalgalardan kaynaklanan salınım probleminin ve kızılötesi dalğanın oluşum ve varlığının nedenlerinin belirlenmesinin oldukça önemli olduğunu söylemiştir.

Darshani, T.(2014) araştırmasında, Liman salınımlarının, limanın su yüzeyinde meydana gelen ritmik dikey ve yatay hareketlerin bir olgusu olduğunu söylemiştir. Limanlardaki salınımların periyotları, liman geometrisine bağlı olarak birkaç saniye ile birkaç dakika arasında olabilir. Doğal salınım periyodu (NOP Natural Oscillation period) veya 'Eigen periyotları' bir limanın temel bir özelliğidir ve limanın geometrik parametrelerine ve derinliğine bağlıdır.

Liman salınımlarının türleri, liman ŞİD (serbest salınım koşulları altında)'leri ile deniz dalgalarının periyotları arasındaki ilişkiye bağlı olarak farklılık gösterir. Salınım özellikleri genellikle liman içinin boyutu, şekli ve su derinliği ile kontrol edilir. Salınımlar en çok, dönemin limanın doğal bir rezonans dönemiyle çakıştığı zaman zarar verir. Bu olay aynı zamanda liman rezonansı, kabarma, seiching (titreşimler) ve rezonans salınımları olarak da adlandırılır. Liman salınımları, liman içindeki bileşenler (yüzer iskele gibi) ve demir atmış gemiler için önemli bir sorun olabilir. Demir atmış gemilerin karakteristik rezonans periyotları genellikle liman salınımları ile aynı periyot aralığına girer. Bu nedenle, liman salınımları, bağlama halatlarının kopması, çamurluk (bariyer sistemleri hasarı,) sistemlerinin hasar görmesi, gemi çarpışmaları ve liman tesislerinde yükleme ve boşaltma işlemlerinin gecikmesi gibi tehlikeli bağlama koşulları yaratabilmektedir.

Sawaragi ve Kubo (1982), Limanlarda rezonans istenmez. Rezonansta, gemi bağlama sistemlerinin kırılması ve yükleme ve boşaltmada gecikmeler nedeniyle yanaşma operasyonları kesintiye uğrayabilir. Liman rezonans frekansları, bir geminin dalgalanma, sallanma ve yalpalama gibi uzun periyodik hareketlerinin doğal frekansları ile çakıştığında, yanaşma operasyonlarının ciddi şekilde etkilendiği yerlerde daha fazla rezonans meydana gelir.

Rabinovich (2009), duran dalga sisteminin yapısının, 'Öz mod numarası' ile gösterilen belirli sayıda düğüm ve anti-düğümlere sahip olduğuna dikkat edin. Ayrıca, düğüm noktalarının ve karşı düğümlerin konumları, liman geometrisine ve ayrıca liman giriş genişliğinin liman genişliğine oranına göre karar verilen liman havzasının tipine bağlıdır. Bu tezde ise Açık uçlu havuzya odaklandık.

Van Rijn (1990), kitabında liman salınımlarının, geometrik etkiler nedeniyle liman sınırlarına tekrar tekrar yansıyan geliş dalgaları tarafından üretilen sönümlenen dalgalar olduğunu söylüyor.

Jiin L ve Fredric R. (1971) Açık havzadan koylara ve limanlara yayılan dalgalar ile ilgili olarak, dolgunun yerel batimetri ve yatay geometrisi nedeniyle genellikle dalga yönü, şekli ve genliğinde değişiklikler görülür. Liman şekli ve liman sınırıyla ilişkili iç yansımalar, gelen dalga sisteminin git gide artması veya zayıflamasına neden olabilir. Bu olay genellikle liman salınımı, seiche (isim İngilizce cuttlefish) veya liman dalgalanması olarak adlandırılır ve demir atan gemilerde ve bitişik yapılarda önemli hasara neden olabilir. Ayrıca, bu liman salınımlarının neden olduğu akımlar, girişin yakınında ve liman içinde seyir tehlikeleri yaratabilir.

Cavaleri ve Bertotti (2006), denizlerde, karaların deniz yüzeyi rüzgârları üzerindeki güçlü etkisinden dolayı rüzgâr ve dalga modellemesinin açık okyanustakinden daha az doğruluğa sahip olduğunu belirtmiştir. Bu problem, rüzgâr alanının çözünürlüğünün artırılmasıyla kısmen ortadan kalkabilir.

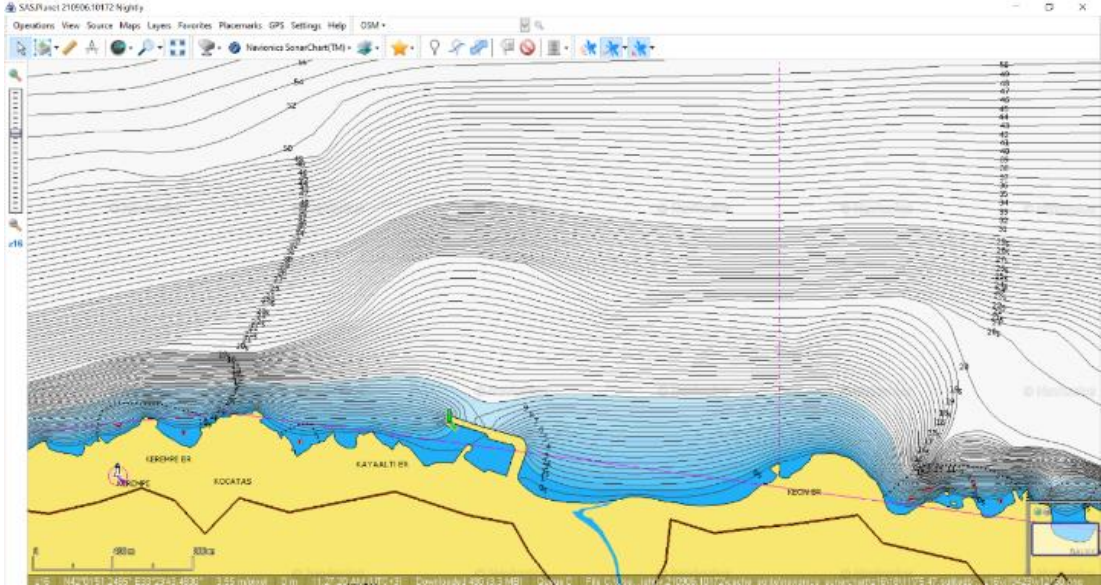
İKİNCİ BÖLÜM

SAYISAL MODELDE KULLANILAN VERİLERİ

Liman içi çalkantı modelinin oluşturulabilmesi için çalışma alanına ait sayısal ortamda batimetrik veri, dalga iklimi verisi ve yapı geometrisi verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bölümde tez çalışmasında kullanılan veriler sunulmuştur.

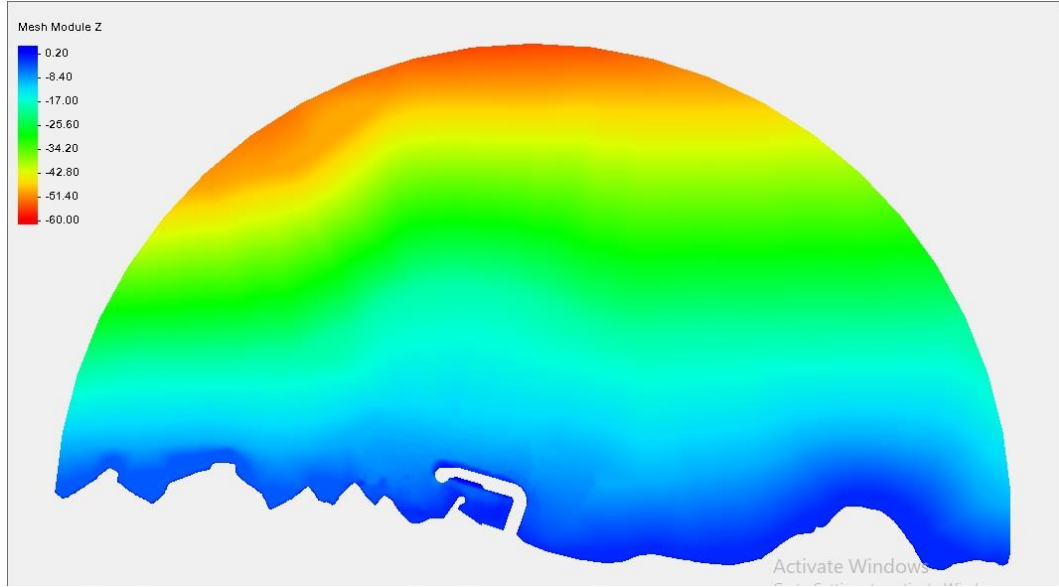
2.1. Batimetri Verileri

Bu tezde kullanılan batimetrik veriler “Navionics Sonar Chart” veri arşivinden elde edilmiştir. Navionics Sonar Chart, Deniz Haritasından ve ek veriler sunabilecek diğer bölgesel veya yerel kaynaklardan faydalanmaktadır (Şekil 2). Ayrıca, kullanıcılar tarafından kaydedilen sonar ölçümleri de modele entegre edilmektedir. Bu veriler hem çiziciden (from the plotter) hem de mobil cihazlardan derlenir, gelgit düzeltilmesi için ayarlanır ve hatalı verileri silinerek her gün yeni bir veri kaynağı oluşturur.



Şekil 2. Navionics Sonar Chart tarafından sunulan batimetri verileri.

Şekil 3’de gösterilen ve çalışma alanını kapsayan batimetri haritası manuel olarak sayısalleştirilmiştir ve son hali Şekil 3’de sunulmuştur.



Şekil 3. Çalışma alanına ait sayısal batimetrik harita.

2.2. Dalga Veriler

Bu çalışmada, geliştirilen senaryolar için kullanılan dalga verileri Türkiye Kıyıları İçin Rüzgâr ve Derin Deniz Dalga Atlası dalga verileri (Özhan ve Abdalla, 1999) ve ikinci kaynak Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmin Merkezi (ECMWF) dalga verileri kaynaklardan elde edilmiştir (<http://www.ecmwf.int/>).

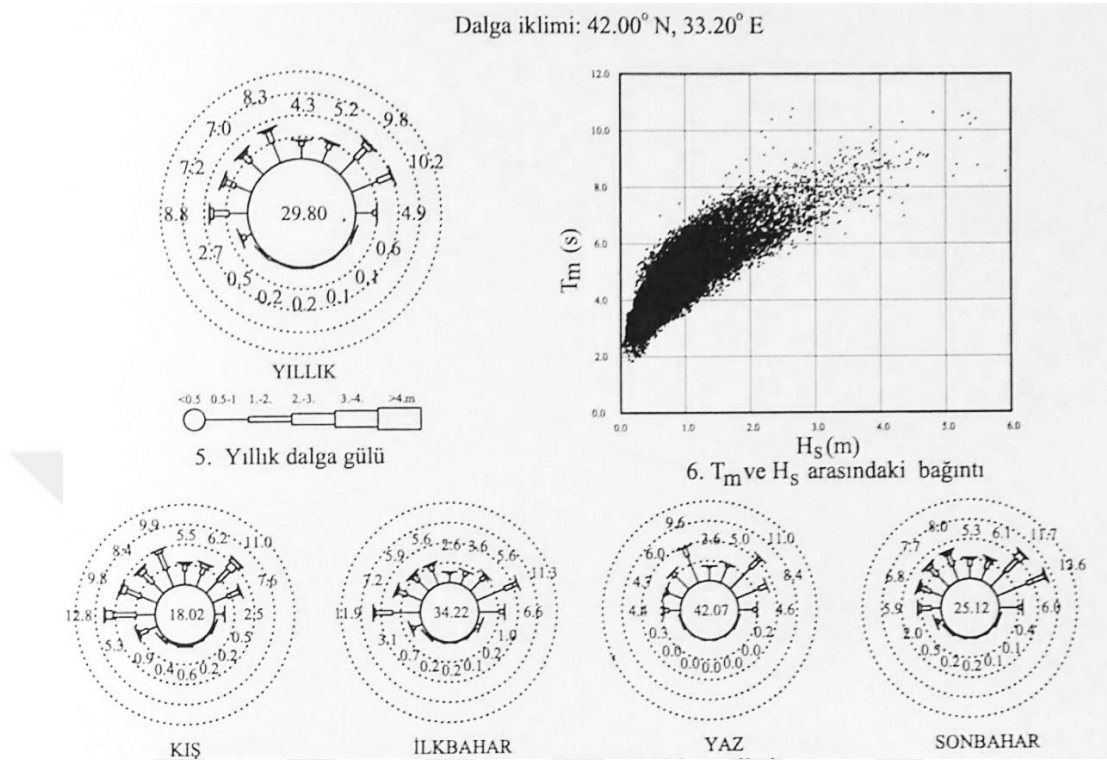


Harita 1. Dalga verilerinin konumu (Google earth)

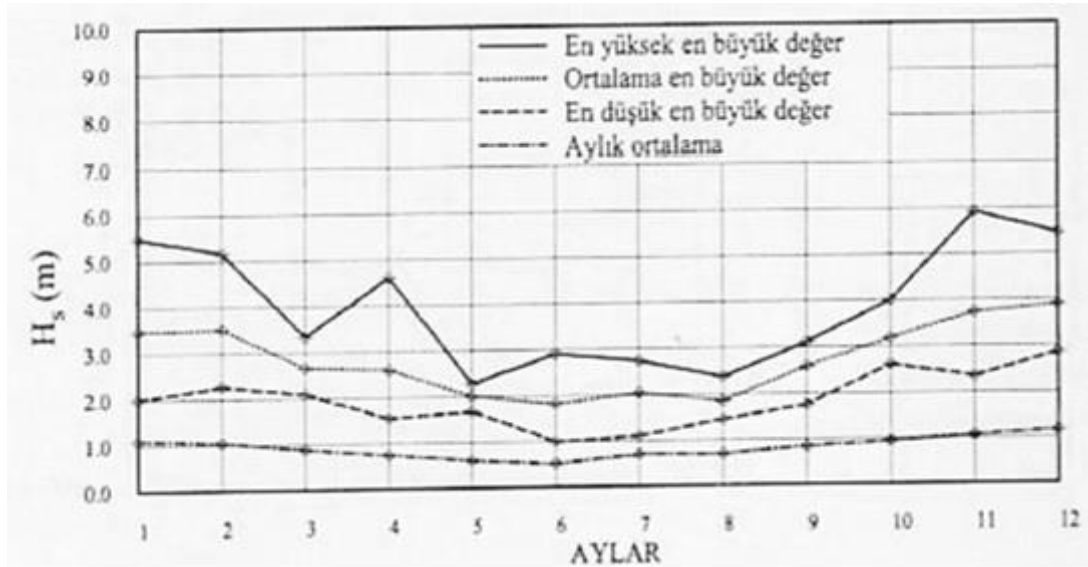
2.2.1. Derin deniz dalga atlas

Harita 4'te gösterildiği gibi, Türkiye kıyı dalgaları ve Derin Deniz Dalgası Atlası'nın çalışma alanına en yakın verisi 42.00°K ve 33.20°D konumunda'dır. Aylık ortalama ve en yüksek dalga değerleri (en yüksek, ortalama, düşük) Şekil 5'da

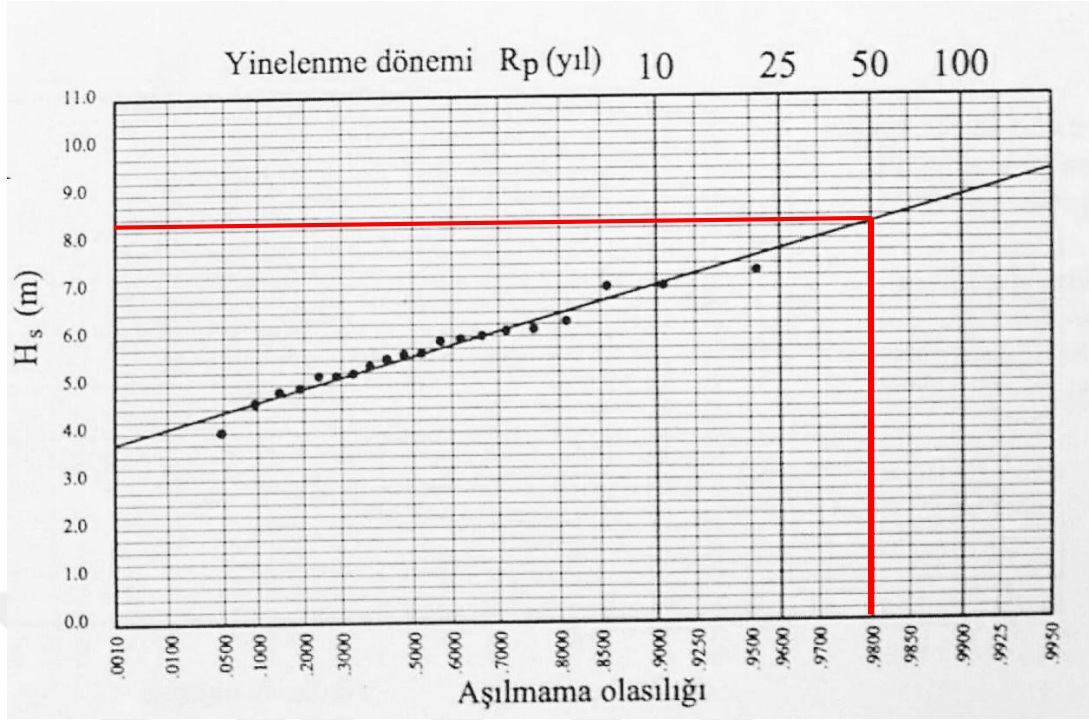
gösterilmiştir. Şekil 6'ya göre en yüksek 50 yıllık dalga yüksekliği 8,2m'dir ve 100 yıllık dalga yüksekliği 8.8m'dir.



Şekil 4. Rüzgâr ve dalga atlası yıllık ve mevsimsel dalga gülleri.



Şekil 5. Rüzgâr ve dalga atlası aylık dalga verileri.

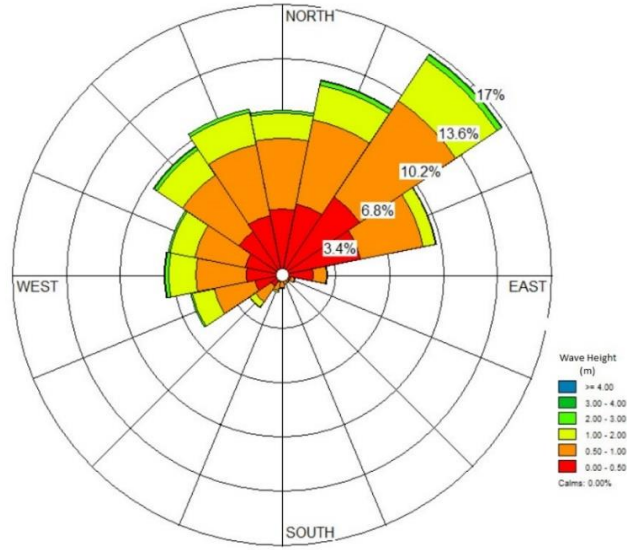


Şekil 6. Rüzgâr ve dalga atlası dalga yüksekliği aşılmama olasılığı eğrisi.

2.2.2. Avrupa orta vadeli hava tahmin merkezi

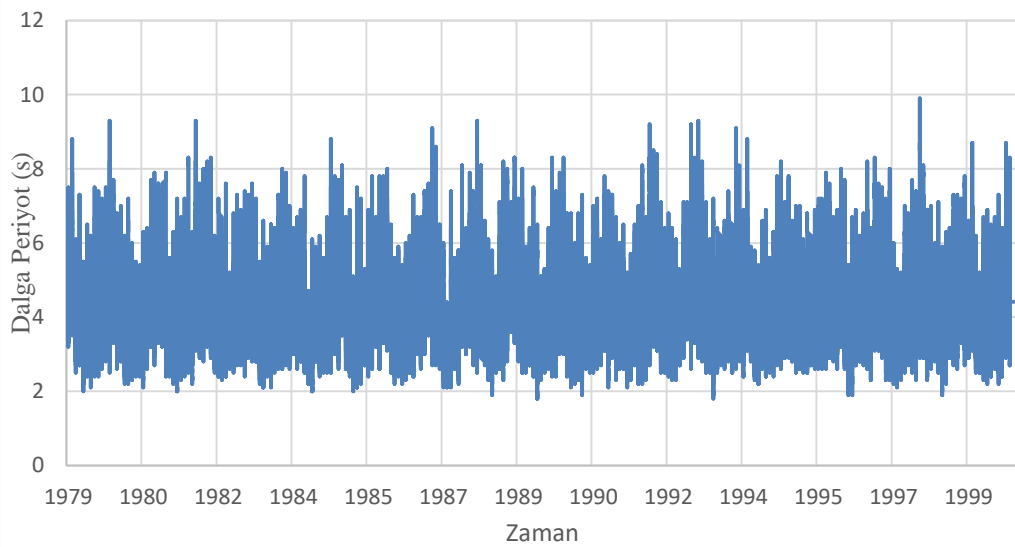
Avrupa Orta Vadeli Hava Tahminleri Merkezi (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, ECMWF), 34-ülke tarafından kurulmuş bağımsız bir uluslararası kuruluştur.

Bu kurumun belirli bir alanda hava, rüzgâr ve dalga ile ilgili verileri içermektedir. Bu veri tabanı geçmiş yıllara ait verileri içermektedir ve bu sebepten dolayı bu tezde kullanmak üzere elde edilmiştir. Bu kurumun arşivlerinden alınan veriler son 40 yıla aittir ve 24 saatlik (saatlik olarak) dalga yüksekliği ve yönü verileri içermektedir.

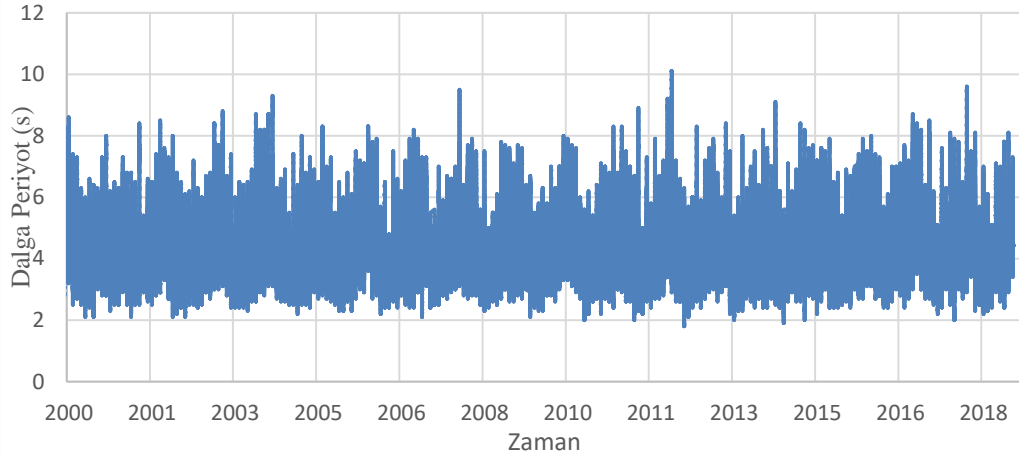


Şekil 7. Çalışma alanına yakın ECMWF veri noktasının dalga gölü.

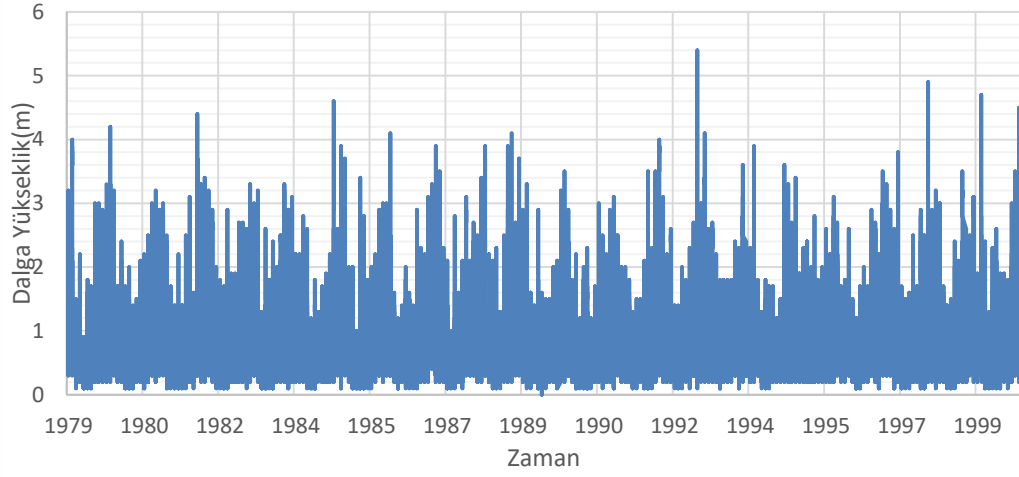
Küresel dijital hava tahminleri ve diğer verileri üreten 7/24 operasyonel araştırma ve küresel dijital hava tahminleri ve hizmet gerçekleştirir. Merkez, dünyanın en büyük süper bilgisayar tesislerinden birini içeriyor ve meteorolojik verileri arşivliyor. Diğer stratejik faaliyetler, WMO programlarının uygulanmasında daha fazla yardım ve eğitim sağlamayı içerir. Çalışma alanına en yakın noktada ECMWF'den elde edilen 40 yılın ortalama yıllık değeri ise 3,5 m'dir. 40 yıla ait dalga gölü Şekil 7'de verilmiştir. Çalışma alanına yakın noktada 40 yıla ait belirgin dalga yüksekliği Resim 4 ve Resim 5'te gösterilmiştir ve dalga periyodu zaman serisi Resim 6 ve Resim 7'de gösterilmiştir.



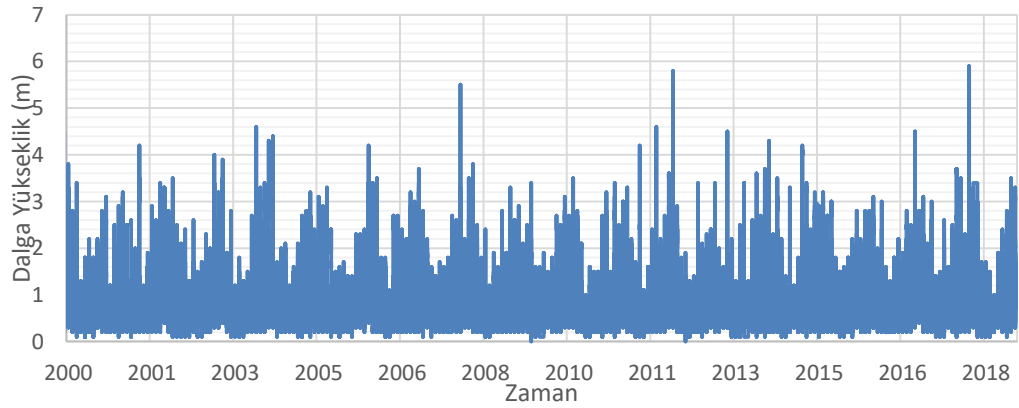
Resim 4. 1979-1999 Çalışma alanına ait dalga periyot zaman serisi.



Resim 5. 2000-2018 Çalışma alanına ait dalga periyot zaman serisi.



Resim 6. Zaman serisi tarih ile dalga yüksekliği mevcut veriler 1979-1999



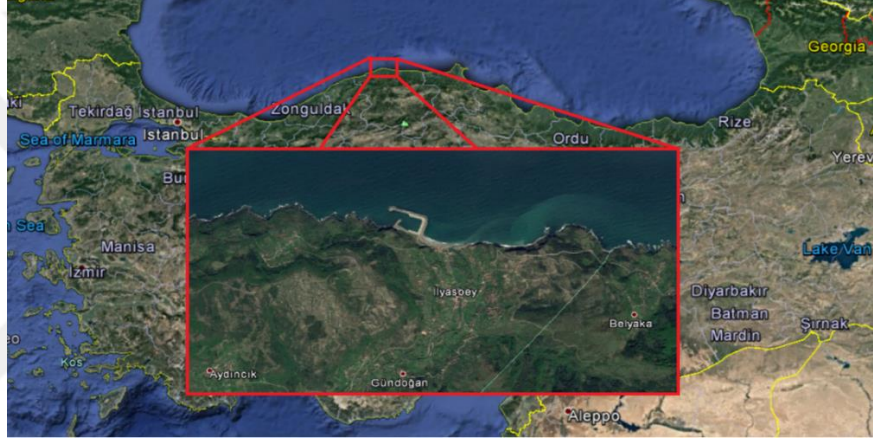
Resim 7. Zaman serisi tarih ile dalga yüksekliği mevcut veriler 2000-2018

2.3. Çalışma Alanı

İlyas Bey balıkçı barınağı Karadeniz'in Türkiye kıyısında yer almaktadır. Harita 3'te gösterildiği gibi 42.0 K, 33.3D koordinatlarında yer almaktadır.

2.3.1. Mevcut balıkçı barınağı geometresi

Karadeniz kıyısında bulunan Cide – İlyasbey köyü Balıkçı Barınağı konumu Harita 2'de gösterilmiştir. Ayrıca mevcut yapının gerçek görüntüsü Resim 8'de ve uydu görüntüsü ise Şekil 8'da verilmiştir. Bu balıkçı barınağı daha önce yapılmıştır ve bu tezde sadece tez amacında bahsedilen incelemeler için seçilmiştir ve mevcut yapı ile ilgili yorum yapılmayacaktır.



Harita 2. İlyasbey köyü Balıkçı Barınağı konumu.



Resim 8. İlyasbey Balıkçı Barınağının mevcut yapısı.



Şekil 8. İlyasbey Balıkçı Barınağı mevcut yapısının uydu görüntüsü.

2.3.2. Tezde incelenen yapı geometrileri:

Bu çalışmada, 5 farklı yapı geometrisi incelenmiştir. Şekil 9 ila Şekil 13'te gösterildiği gibi bu yapıların arasındaki fark ana dalgakıranın uzunluğudur. Tali dalgakıranın (liman girişi) izasından 20 şer metre uzatılarak 5 farklı yapı (20 m, 40 m, 60 m, 80 m ve 100 m) geometrisi hazırlanmıştır.



Şekil 9. Birinci tasarım (ana dalgakıran uzunluğu yaklaşık 20 m).



Şekil 10. İkinci tasarım (ana dalgakıran uzunluğu yaklaşık 40 metredir).



Şekil 11. Üçüncü tasarım (ana dalgakıran uzunluğu yaklaşık 60 metredir).



Şekil 12. Dördüncü tasarım (ana dalgakıran uzunluğu yaklaşık 80 metredir).



Şekil 13. Beşinci tasarım (ana dalgakıran uzunluğu yaklaşık 100 metredir).



CGWAVE, rastgele alanları (gelişigüzel) ve doğrusal üçgen sonlu elemanlar kullanan yapıları kabul edilir. Çok sayıda ayrıklaştırılmış denklem, kararlı durum problemi olarak yinelemeli ve doğrudan çözümlerle çözülür. Yakınsama garantilidir, ancak büyük model alan adlarına sahip bilgisayarlarda son derece yavaş olabilir.

3.1.1. SMS ile cgwave

SMS, CGWAVE modeline, model parametrelerini ayarlamak için basit bir yol ve modeli çalıştırmak ve sonuçları görselleştirmek için bir grafik kullanıcı arayüzü sunan özel bir arayüz sağlar. Harita program'dan tasarım program'a kadar çeşitli kaynaklardan arka plan verileri toplayın ve çok sayıda harita, resim ve yükseklik verisi veritabanından çevrimiçi verilere erişin. SMS, optimize edilmiş grafiklerinden yararlanarak modellerle gerçek 3D olarak etkileşim kurmanıza ve web sunumları için fotoğraf gerçekliğinde görüntüler ve animasyonlar oluşturmanıza olanak tanır.

3.1.2. SMS CGWAVE tanıtımı

CGWAVE modeli (Demirbilek ve Panchang 1998), karmaşık şekil alanlarındaki dalga özelliklerini (dalga yükseklikleri, yayılım hızları, basınçları, radyasyon gerilmeleri) bir giriş dalgası durumunda (genlik, yön ve periyot veya bunların spektral bir kombinasyonu) sağlar.

SMS, oluşturulan projeleri görselleştirmek, proje parametrelerini kolayca değiştirmek ve CGWAVE modeli tarafından üretilen çözümleri görüntülemek için tasarlanmış bir grafik arayüz sağlar.

Ek olarak, CGWAVE grafik arayüzü, bir CGWAVE simülasyonu oluşturmak ve düzenlemek için araçlar içerir. Simülasyon, model alanının (ağ) geometrik bir tanımından ve bir dizi sayısal parametreden oluşur. Parametreler, modele ilişkin sınır koşullarını ve seçenekleri tanımlar.

3.1.3. SMS CGWAVE'nin işlevseliği

Model, hem uzun hem de kısa dalgalara uygulanabilen ve dolayısıyla kıyı mühendisliği ve liman rezonans çalışmalarında geniş uygulama alanı bulan "birleşik kırılma-kırınım" denkleminin uzantılarına dayanmaktadır. Eliptik olan denklem, dâhili homojen olmayan (adalar, yapılar, vb.) ve sınırları barındırabilen bir sınır değeri problemini temsil eder. Bu nedenle, keyfi olarak şekillendirilmiş (insan yapımı veya

doğal) sınırları olan bölgelerde dalga simülasyonları ve modellenebilecek dalga geliş açısı veya dalga yansıma ve saçılma derecesi ve yönü üzerinde sınırlamalar olmaksızın keyfi derinlik varyasyonları gerçekleştirmek için kabul gören bir temel oluşturur. Özünde, homojen olmayan Helmholtz denklemi için tam iki boyutlu dalga saçılım problemini temsil eder. Düzensiz dalga koşulları, tek renkli simülasyonların üst üste konulmasıyla simüle edilebilir.

CGWAVE ile simüle edilebilen dalga olayları şunlardır: batimetrik kırılma, yapılar (örneğin dalgakıranlar) ve batimetri tarafından kırılma, yansıma (yapılardan ve doğal sınırlardan (deniz duvarları, kıyı şeritleri vb.) ve ayrıca yatak eğimlerinden), sürtünme, kırılma ve yüzer (sabit) iskeleler.

Model, yerel dalga boyuna bağlı olarak etki alanı boyunca değişen boyutlarına sahip bir üçgen sonlu eleman formülasyonu kullanır; bir batimetri dosyası sağlandığında ızgaralar SMS grafik arayüzü kullanılarak verimli bir şekilde oluşturulabilir. Model, kıyı şeridi ve diğer iç sınırlar boyunca istenen yansıma özelliklerinin belirlenmesine izin verir.

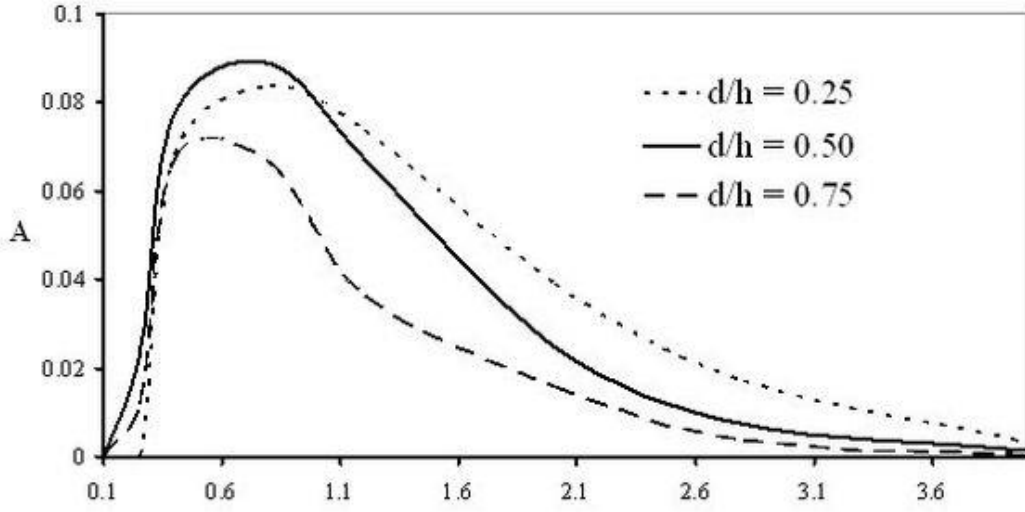
Bu nedenle, limanlardaki dalgaları simüle etmek için özellikle uygundur. Temel denklem tek renkli dalgalar için tasarlanırken, düzensiz (yani spektral) dalga koşulları, tek renkli simülasyonların doğrusal bir süper pozisyonu yoluyla CGWAVE'de simüle edilir.

Liman uygulamalar için, Model ayrıca, model alanını denizden ayırmak için bir yarım daire (açık sınır olarak) kullanır. Tipik bir CGWAVE model alanı, *Şekil 14*'te sınır koşulları, iki adet tek boyutlu çapraz kıyı bölümünün açık deniz uçlarında sağlanır.

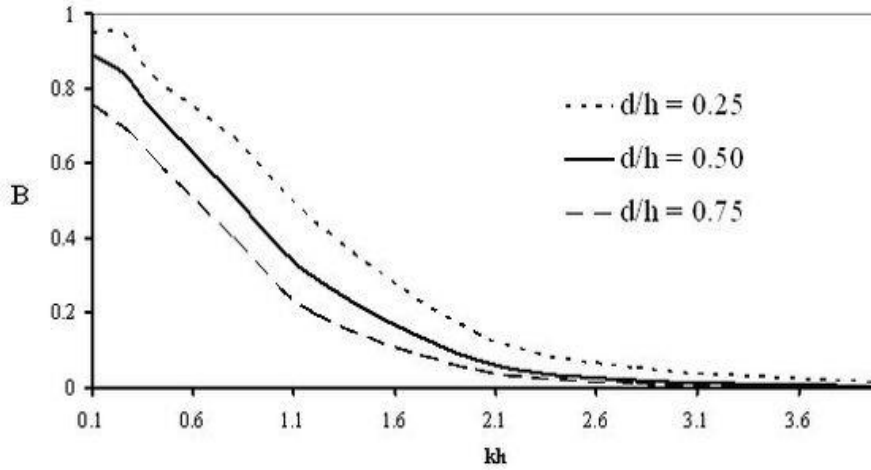
- Uygulamada, sınır koşulu, kesitlerden birinin sonunda bilinmektedir. Diğer kesitin açık deniz ucundaki koşul, uygun faz ötelemesiyle elde edilir.

Olay ve yansıyan dalgaların bir kombinasyonu, yönetim denkleminin tek boyutlu bir versiyonu kullanılarak bu kesitler boyunca hesaplanır; Bu kısmi çözüm daha sonra iki boyutlu modeli zorlamak için yarım daireye eşleştirilir. Çözümün sınırdaki geri kalanı, alanın içinden yayılan dağınık bir dalgadan oluşur; Bu bileşenin bir empedans sınır koşulu kullanılarak yayılmasına izin verilir. Modelin iç kısmında, derinlik alanını temsil etmek için bir sonlu eleman ağ kullanılır ve kıyı şeritlerine (*Şekil 15*'da A değeri ve *Şekil 16*'de B değeri ile gösterilir) bir yansıma katsayısı atanır. Açık

okyanus uygulamaları için, tüm varyasyonlar, dışında derinliklerin sabit olduğu varsayıldığı bir dairenin içine dâhil edilmelidir (Panchang ve diğerleri, 2000).



Şekil 15. α belirlemek için A değerlerden



Şekil 16. α belirlemek için B değerlerden

3.2. Temel Denklemler

1980'lerin başlarından başlayarak, kıyı tasarımcıları ve araştırmacıları, kırılma ve kırınım etkilerinin birleşik etkilerinin önemini fark ettiler ve gelişmiş teoriler ve ilgili sayısal modeller geliştirmeye başladılar. Derin sulardan sığ sulara doğru dalgaların birleşik kırılmasını ve kırınımını yeterli bir şekilde tanımlayabilen birkaç dalga teorisi gerçekten mevcuttur (Demirbilek ve Webster 1992 ve 1998). Bunlardan biri hafif eğim denklemidir ODE (MSE). Bu, kaybolan modları (yerel olarak yayılan dalgalar) göz ardı eden ve bir dalga boyu içindeki derinlik ve akım değişim hızının

küçük olduğunu, dolayısıyla 'hafif-\ eğim' kısaltmasını varsayan, derinlik ortalamalı, eliptik tipte kısmi diferansiyel denklemdir.

Açık deniz yapıları üzerindeki dalga kuvvetlerini tahmin etmek ve açık deniz adaları etrafındaki dalga alanlarını incelemek için çok sayıda (MSE / OED) (Ortalama Eğim Denklemi) tabanlı sayısal model geliştirilmiştir. (MSE/ OED) modellerinin sayısal, dosyalanmış testleri ve laboratuvar, MSE'nin alt eğimin 1:3'e kadar olduğu sorunlara doğru çözümler sunabileceğini göstermiştir. Pratik bir bakış açısından, MSE'yi çözmek için gereken hesaplama gereksinimleri, ışın izleme için olanlardan çok daha büyüktür. Bunun nedenleri, MSE'nin iki boyutlu bir denklem olması ve uygun sınır koşulları ile bir sınır-değer problemi olarak çözülmesi gerekmesidir. Tüm ilgi alanı ayrıklaştırılmalı ve aynı anda çözülmeli ve eleman boyutu, her dalga boyunda yaklaşık 10 ila 15 düğüm olacak kadar küçük olmalıdır. Bu gereksinimler, MSE modellerini büyük kıyı alanlarına uygularken bilgisayar kaynaklarına ciddi talepler getirir.

Kıyıya yakın dalgaların tahmininde zor bir problem, dalgalar kesin bölge içindeyken dalga kırılmasının (ve kesici hattın) yaklaşık olarak nerede meydana geldiğini belirlemektir. Hâlihazırda kullanılan sayısal modellerde, bu konum önceden bilinmemektedir ve genellikle dalga yüksekliğinin yerel su derinliğine oranına dayalı geçici bir kriterle seçilir. Çevredeki arazi sınırlarından dip sürtünmesi ve dağılma (yani, bir limanın ağzındaki giriş kayıpları) ayrıca ODE modellerine ampirik olarak dahil edilebilir. MSE'nin basitleştirilmiş bir versiyonu, 'Parabolik Yaklaşım' (PY) olarak bilinir; bu ODE modelinin aşırı hesaplama taleplerini, daha fazla varsayım ve basitleştirme pahasına büyük ölçüde azaltır; bu sayısal tahminleri birçok kıyı için yanlış ve uygunsuz hale getirebilir. okyanus mühendisliği problemleri (Panchang et al. 1998).

PY'yı uyarılmanın tek amacı, ODE'yi, yanal yönde hem kırılmayı hem de kırınımı hesaba katarken, öngörülen bir yönde yayılan bir dalgayı tanımlayan bir dizi daha basit denkleme dönüştürmektir. PY'nın en büyük avantajı sayısal verimliliğidir, sayısal yollarla kolayca çözülebilir ve bu nedenle nispeten büyük bir kıyı bölgesi üzerinde dalga dönüşümünü tahmin etmek için kullanılabilir. Limanlarda olduğu gibi yansıma büyük önem taşıdığına, PY yansımayı yok saydığından ODE kullanılmalıdır. Ayrıca, PY'nın dalga yayılımı yönündeki (x-yönü) dalga genliği

varyasyonunun uzunluk ölçeğinin enine doğrultudaki (y-yönü) olduğundan çok daha uzun olduğunu varsaydığı da hatırlatılmalıdır. PY tipik bir dalga boyu içindeki derinlik değişimlerinin dalga eğimine kıyasla küçük olduğu varsayımına göre türetilir.

Tam hafif eğim denklemi (çok küçük alanlar hariç). Tipik olarak, kıyı dalgası yayılım problemleri çok büyük alanların modellenmesini içerir. Örneğin, 15 m derinliğindeki suda 12 saniyelik dalgaları düşünün. L dalga boyu yaklaşık 136 m'dir; 8 km'ye 8 km'lik bir alan yaklaşık $3600 L^2$ boyutundadır. Bu tür büyük problemlerin çözümüyle ilgili zorluklar, birkaç basitleştirilmiş modelin (örneğin "parabolik yaklaşım" modelleri (Dalrymple ve diğerleri 1984; Kirby, 1986), RCPWAVE modeli (Ebersole, 1985), EVP modelinin (Panchang ve diğerleri 1988) geliştirilmesine sebep olmuştur. Bununla birlikte, bu basitleştirilmiş modeller, hafif eğim denkleminin fiziğini tehlikeye attı: zayıf yanal saçılma ile yalnızca bir veya iki yönlü yayılımı modellerler. Bu tür modeller, bu nedenle, çok sınırlı bir dalga yönü ve frekansı aralığı için yalnızca dikdörtgen su alanlarına uygulanabilir. Rastgele dalga saçılımına sahip en gerçekçi kıyı alanları, bu basitleştirilmiş modellerle modellenemez.

CGWAVE, genel amaçlı, son teknoloji bir dalga tahmin modelidir. Limanlarda, açık kıyı bölgelerinde, kıyı girişlerinde, adaların çevresinde ve sabit veya yüzen yapıların çevresindeki dalga alanlarının tahmini için geçerlidir. CGWAVE, temel hafif eğim denkleminde yer alan dalga kırılma kırınımının birleşik etkilerini simüle ederken, aynı zamanda sürtünme, kırılma, doğrusal olmayan genlik dağılımı ve liman giriş kayıpları ile dalga yayılımının etkilerini de içerir. CGWAVE, grafikler ve verimli uygulama (ön işleme ve son işleme) için SMS modeline (Jones & Richards, 1992) arayüzlenen bir sonlu eleman modelidir. Açık sınır koşulunu uygulamayı etmek için klasik süper element yöntemi ve yakın zamanda geliştirilen yeni bir parabolik yaklaşım yöntemi (Xu, Panchang ve Demirbilek 1996) kullanılmaktadır. Panchang ve diğerleri (1991) tarafından tanıtılan yinelemeli bir prosedür (eşlenik gradyan yöntemi) ve Li (1994) tarafından önerilen modifikasyonlar, ayrıklaştırılmış denklemleri çözmek için kullanılır, böylece modelleyicinin geniş alan problemleriyle uğraşmasını sağlar.

İki boyutlu eliptik hafif eğimli dalga denkleminin çözümü, kıyı bölgelerinde yüzey yerçekimi dalgalarını modellemek için iyi Kabul edilen bir yöntemdir (örn. Chen ve Houston, 1987; Chen, 1990; Xu ve Panchang, 1993; Mei, 1983; Berkhoff,

1976; Kostense ve diğeri, 1986; Tsay ve Liu, 1983), Bu denklem şu şekilde yazılabilir:

$$\nabla \cdot (C C_g \nabla \hat{\eta}) + \frac{C_g}{c} \sigma^2 \hat{\eta} = 0 \quad (4.1)$$

burada

$\hat{\eta}(x, y)$ = dalganın geldiği karmaşık yüzey yükseklik fonksiyonu Yükseklik tahmin edilebilir

σ = incelenen dalga frekansı (radyan/saniye cinsinden)

$C(x, y)$ = faz hızı = σ/k

$C_g(x, y)$ = grup hızı = $\partial\sigma/\partial k = n_c$ ile

$$n = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{2kd}{\sinh 2kd} \right) \quad (4.2)$$

$K(x, y)$ = dalga sayısı = $(2\pi/L)$ doğrusal dağılım ilişkisi yoluyla yerel derinlik $d(x,y)$ ile ilgili:

$$\sigma^2 = gk \tanh(kd) \quad (4.3)$$

Denklem 4.1, kıyı alanlarında dalga kırılması, kırınım ve yansımayı (yani genel dalga saçılımı problemini) simüle eder. Bununla birlikte, çeşitli başka mekanizmalar da bir kıyı bölgesindeki dalgaların davranışını etkiler. Hafif eğim denklemi, sürtünme yayılımının (Dalrymple ve diğ., 1984; Chen, 1986; Liu ve Tsay, 1985) ve dalga kırılmasının (Dally ve diğ., 1985; De Girolamo ve diğ., 1988) etkilerini içerecek şekilde aşağıdaki gibi değiştirilebilir.

$$\nabla \cdot (C C_g \nabla \hat{\eta}) + \left(\frac{C_g}{c} \sigma^2 + i\sigma w + iC_g \sigma \gamma \right) \hat{\eta} = 0 \quad (4.4)$$

Burada w bir sürtünme faktörü ve γ bir dalga kırma parametresidir. Dalrymple ve diğ., (1984), CGWAVE'de sönüm faktörünün aşağıdaki formunu kullandı

$$w = \left(\frac{2n\sigma}{k} \right) \left[\frac{2f_r}{3\pi} \frac{ak^2}{(2kd + \sinh 2kd) \sinh kd} \right] \quad (4.5)$$

Burada a (= $H/2$) dalga genliğidir ve f_r , kullanıcı tarafından sağlanacak bir sürtünme katsayısıdır. f_r katsayısı, Reynolds sayısına ve taban pürüzlülüğüne bağlıdır ve Madsen (1976) ve Dalrymple et al. (1984). Tipik olarak, f_r değerleri Manning'in kayıp katsayısı 'n' ile aynı aralıktadır. f_r 'yi (x, y) 'nin bir fonksiyonu olarak belirtmek,

modelleyicinin giriş kaybını simüle etmek için liman girişlerinin yakınındaki elemanlara daha büyük değerler atmasına izin verir.

Dalga kırılma parametresi γ , için aşağıdaki formülasyonu kullanıyoruz (Dally ve diğerleri 1985, Demirbilek 1994, Demirbilek ve diğerleri 1996b):

$$\gamma = \frac{\chi}{a} \left(1 - \frac{\Gamma^2 a^2}{4a^2} \right) \quad (4.6)$$

Burada χ bir sabittir (Dally (1985), CGWAVE'de 0,15 değeri kullanılır) ve Γ deneysel bir sabittir (CGWAVE'de 0,4 değeri kullanılır).

Yukarıdaki mekanizmalara ek olarak, ODE de doğrusal olmayan dalgalar simüle edilebilir. Bu, belirli durumlarda önemli olduğu gösterilen genliğe bağlı dalga dağılımının dâhil edilmesiyle gerçekleştirilir (Kirby ve Dalrymple 1986).

Denklem 4.3 yerine kullanılan doğrusal olmayan dağılım ilişkisi,

$$\sigma^2 = gk[1 + (ka)^2 F_1 \tanh^5 kd] \tanh(kd + kaF_2) \quad (4.7)$$

$$F_1 = \frac{\cosh(4kd) - 2 \tanh^2(kd)}{8 \sinh^4 kd}$$

$$F_2 = \left(\frac{kd}{\sinh kd} \right)^4 \quad (4.8)$$

3.3. Sınır Şartları

Rijit, geçirimsiz düşey duvarlar boyunca, yüzeye normal akış olmaması $\partial\hat{\eta}/\partial\eta = 0$ verir. Bununla birlikte, genel olarak, aşağıdaki kısmi yansıma sınır koşulu kıyı şeridi veya geçirgen yapılar boyunca geçerlidir.

$$\frac{\partial\hat{\eta}}{\partial\eta} = \alpha\hat{\eta} \quad (4.9)$$

Burada $\alpha = \alpha_1 + i\alpha_2$ karmaşık bir katsayıdır. Basitlik için genellikle şu şekilde temsil edilir:

$$\alpha = ik \frac{1-K_r}{1+K_c} \quad (4.10)$$

Burada K_r yansıma katsayısıdır (Tsay ve Liu, 1983; Chen ve Houston, 1987).

Giden dalgaların sonsuza kadar yayılması gereken açık sınır boyunca, Sommerfeld radyasyon koşulu geçerlidir.

$$\lim_{kr \rightarrow \infty} \sqrt{Kr} \left(\frac{\partial}{\partial r} - ik \right) \hat{\eta}_s \rightarrow 0 \quad (4.11)$$

Burada $\hat{\eta}_s$ saçılma dalgası potansiyelidir. Mei'de (1983) ılıman-eğim denkleminin bir çözümü olan ve Denklem 4.11 ışına (radyasyon) koşulunu sağlayan istenen saçılan dalga potansiyeli $\hat{\eta}_s$ 'in şu şekilde yazılabileceği gösterilmiştir:

$$\hat{\eta}_s = \sum_{n=0}^{\infty} H_n(kr) (\alpha_n \cos n\theta + \beta_n \sin n\theta) \quad (4.12)$$

Burada $H_n(kr)$ birinci türden Hankel fonksiyonlarıdır. İkinci türden Hankel fonksiyonları, sonsuzdaki Sommerfeld radyasyon koşulunu karşılamaz ve bu nedenle (4.12)'den hariç tutulur.

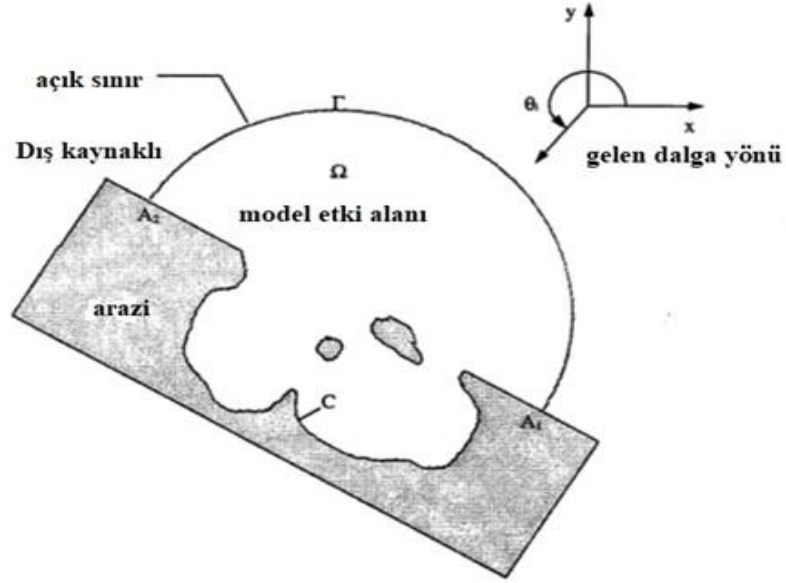
Ancak, $\hat{\eta}_s$ (4.12)'deki s , dış alanın sabit derinlikte olmasını gerektirir. Ayrıca liman problemleri için, saçılmış dalga potansiyelleri, (4.12)'de gösterildiği gibi dış bölgede düz, doğrusal ve tamamen yansıtıcı kıyı çizgileri gerektirir.

Bu sorunların üstesinden gelmek için Xu, Panchang ve Demirbilek (1996) açık sınırlarla ilgili alternatif bir şema geliştirmiştir. Bu, açık sınırlar boyunca aşağıdaki eşdeğer yaklaşımın kullanılmasından oluşur:

$$\frac{\partial \hat{\eta}_s}{\partial r} + P \hat{\eta}_s + q \frac{\partial \hat{\eta}_s}{\partial \theta} = 0 \quad (4.13)$$

$$P = \frac{k^2 r^2 + k_0 r^2 + ik_0 r + \frac{1}{4}}{2iK_0 r^2} \quad \text{Ve} \quad q = \frac{1}{2iK_0 r^2} \quad (4.14)$$

Denklem 4.14'te k_0 , Γ açık sınırı boyunca ortalama su derinliğine karşılık gelen dalga sayısı olarak alınabilir. Ω modeli alanı içinde, hafif eğim denklemi geçerlidir. Parabolik yaklaşım (4.13), açık sınır koşulu olarak yalnızca yarı dairesel yay Γ boyunca kullanılacaktır. Bu sınır koşullarının fiili uygulaması daha sonra açıklanacaktır.



Şekil 17. Limanın iç ve dış dalga alanını.

Temel özellikler için, gelen dalga açısı özellikleri aşağıdaki gibidir. +X ekseninde (yani Doğu'ya) giden dalgalar, olay açısı = 0° olarak belirtilir. +Y yönünde (yani Kuzeye) giden dalgalar, olay açısı = 90° , Batı = 180° , Güney = 270° olarak belirtilir. Gelen dalga yönü derece cinsinden kullanılır. Yakınsama toleransı tipik olarak 10-8 olarak atanır, çıkış frekansı her yinelemede 100'dür. Yinelemeler arasındaki artık değer, ayarlanan yakınsama toleransı dâhilinde gelirse, CGWAVE yinelemeleri çalıştırmayı durdurur, aksi takdirde model, ayarlanan maksimum yinelemelere ulaşılan kadar çalışır.

3.4. Dalga Kırma

Dalga kırmanın uygulanmasının iki yöntemi vardır. Pratik problemler için, kırılmayan bir simülasyon yapılması ve ardından hesaplanan dalga yüksekliklerini sınıra (örneğin 0,78d) değiştirmek için bir H/d sınırı (genellikle 0,6 ile 0,85 arasında) uygulanması önerilir. Diğer bir yaklaşım, modeli, kesme özelliklerinin önceki çözümlere göre sürekli olarak yeniden hesaplandığı doğrusal olmayan kesme modunda çalıştırmaktır. Bu, birkaç tur yineleme gerektirir ve özel problemler ve / veya araştırma uygulamaları için önerilir. Doğrusal olmayan çalışmalar için, maksimum doğrusal olmayan yineleme sayısı genellikle 6-10 toleransla 15 olarak belirtilir. Spektral simülasyonlar için, tabii ki eski yaklaşım tavsiye edilir.

3.5. Liman İçi

Çekim derinliği fiziksel bir niceliktir ve mevcut bir yapı üzerinde ölçülebilir veya tasarlanabilir. Burada alfa olarak adlandırılan katsayı, rıhtım altındaki enerjinin taşınmasını etkileyen sayısal bir terimdir. Rıhtımdan (k) geçen dalganın dalga sayısını, karakteristik yapı boyutu (a), derinlik (h) ve havuzun draftının (d) bir fonksiyonudur. Teorinin bir incelemesi Tsay ve Liu'da (1983), bulunabilir.

- Uygun bir katsayıyı hesaplamak için aşağıdaki süreç izlenebilir:

K_a , k_h ve d/h hesaplanmalı

K_h 'nin sınır değeri

Eğer ($k_h > 4$) $k_h = 4$

Eğer ($k_h < 0.1$) $k_h = 0.1$

Alfa'nın başlangıç değerini şu şekilde hesaplanır:

Eğer ($k_h \leq 2$) $\text{alfa} = 0,97 - (0,65 \times k_h) + (0,1 \times k_h \times k_h)$

Eğer ($k_h > 2$) $\text{alfa} = 0,09 - 0,02 \times k_h$

Alfa'yı d / S_a için ayarlanmalı

$\text{alfa} = \text{alfa} \times (1,4 - 0,8 \times (g / S_a))$

K_a için alfa ayarlanmalı

Eğer ($k_a < 1$), $\text{alfa} = 0.8 \times \text{alfa}$

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SAYISAL MODEL KURULUMU

Bu bölümde tez amacına yönelik çeşitli yapı geometrileri hazırlanmıştır. Başlangıçta, tali dalgakıranın hizasından itibaren ana dalgakıranın uzunluğunu yirmişer metre artırılmıştır (20 m, 40 m, 60 m, 80 m ve 100 m).

Her bir yapı için ayrı ayrı olmak üzere sayısal hesap ağı ve sayısal model oluşturulmuştur. Daha önce bahsedilen dalga iklimi değerleri çeşitli yönlerde (K, KKB, KB, BKB, B) modele dahil edilerek sayısal modeller çalıştırılmıştır.

4.1. Senaryolar

Bu tezde senaryolar 3 değişkenin kombinasyonundan oluşmuştur. Ana dalgakıran uzunluğu, derin deniz dalga yüksekliği ve periyodu ile dalga yönü dikkate alınarak yapılan senaryolar tezin amacına yönelik hazırlanmıştır.

Bu tezde 25 tane model mevcuttur, çalışma alanına gelen dalgalar yönünde farklılık gösterir. Tablo 1'de görüldüğü gibi her yön için (K, KKB, KB, BKB, B) 5 farklı modelimiz var, dalgakıran uzunluğu birbirinden farklıdır. Uzunlukların Şekil 9, Şekil 10, Şekil 11, Şekil 12 ve Şekil 13'te gösterildiği gibi 20 ila 100 metre arasında değişir. Bu modellerin temel faktörleri tezin amacına ulaşmak için tesbit edilmiştir, bu tesbit edildiği faktörleri dalga periyodu ve dalga yükseklik'tir. Dikkate alınan faktörlerin Şekil 6'den elde edildiğini görüyoruz, dalga yüksekliğini 8.25 (m) ve dalga periyot 15 saniyedir. Bu faktörleri sabitlerken (H_s , T_m) çeşitli anadalgakıran uzunluğuna sahip liman da ana dalgakıranın değişimi ile liman içi çalkantı değerleri arasındaki ilişki elde edilmiştir.

Tablo 1. Tüm yönler için kullanılan yapılar dalga parametreleri.

Senaryo no	Kullanılan yapı	Dalga parametreleri		
		Dalga yüksekliği (m)	Dalga periyodu (s)	Dalga Yönü
1-6-11-16-21	Yapı 1-2-3-4-5	8.25	15	Kuzey
2-7-12-17-22	Yapı 1-2-3-4-5	8.25	15	Kuzey-Kuzey Batı
3-8-13-18-23	Yapı 1-2-3-4-5	8.25	15	Kuzey Batı
4-9-14-19-24	Yapı 1-2-3-4-5	8.25	15	Batı - Kuzey Batı
5-10-15-20-25	Yapı 1-2-3-4-5	8.25	15	Batı

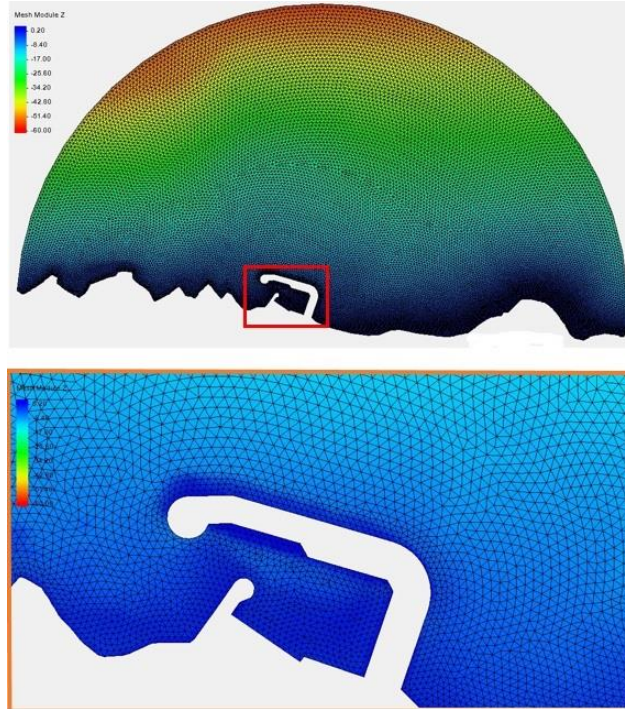
4.2. Modelleri ve Yönetimler

4.2.1. Modelleme prensipleri

Bu çalışmada, iki farklı model kurulmuştur. Bunlar; hidrodinamik ve liman içi çalkantı modelleridir. Hidrodinamik model, akıntı hızı ile dinamik su derinliğini kasalamak için kullanılmıştır. Dalga modeli ise proje bölgesi içerisindeki dalga hareketlerini, açık denizden ilerleyen bir dalga transformasyonunu elde etmektedir. Bu çalışmada, Hidrodinamik ve liman içi çalkantı için SMS CGWAVE yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılımı ile sayısal model kurmak için çeşitli girdiler gerekmektedir. Bu bölümde bu girdilerin nasıl oluşturulması ile ilgili açıklamalar yapılmıştır.

4.2.1.1. Sayısal hesap ağı (MESH)

CGWAVE için sayısal hesap ağı oluşturmanın ilk adımı, bir dalga boyu işlevi oluşturmaktır. Dalga boyu işlevi, bir boyut işlevi oluşturmak için ara bir adımdır. “XYZDATA.xyz” verilerindeki her noktanın z değeri aslında bir su derinliği değeridir. Her noktadaki dalga boyu, karmaşık bir denklem kullanılarak bu derinlik değerinden hesaplanır. Daha büyük bir su derinliği değerinden daha büyük bir dalga boyu hesaplanır. Bu tezde kullanılmak üzere hazırlanan sayısal hesap ağı örneği Şekil 18’de gösterilmiştir.



Şekil 18. Çalışma alanına ait Sayısal Hesap Ağı örneği.

4.2.1.2. Boyut işlevi oluşturma

Boyut İşlevi, dalga boyu işlevinden oluşturulur. Boyut İşlevi, SMS ile oluşturulacak ögenin boyutunu belirler her noktaya bir boyut değeri atanır. Bu hacim değeri, noktanın bulunduğu alanda oluşacak elemanların yaklaşık boyutudur. Hacim değerleri daha küçük olduğundan ızgara daha yoğun olacaktır.

Yukarıda oluşturulan dalga boyu işlevi, gerekli boyutun değerlerinin iki katı büyük değerler içerir. Dalga boyu işlevi, boyut işlevini oluşturmak için ikiye ölçeklenir.

4.2.1.3. Pürüzsüz boyut işlevi

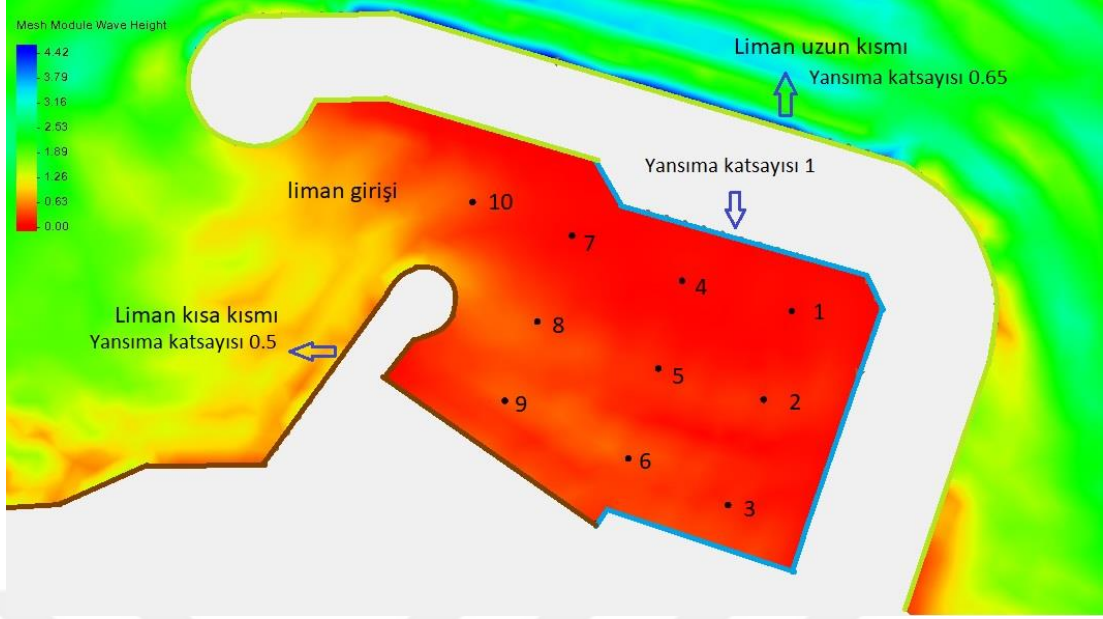
Boyut işlevini oluşturmanın son adımı, boyut işlevini kolaylaştırmaktır. Bu, boyut işlevini değiştirir, böylece değerleri çok hızlı değişmez. Çok hızlı değişen boyut işlevleri, öge boyutunda yumuşak geçişler oluşturabilir.

4.2.1.4. Yansımaya katsayısı

Liman içerisinde meydana gelen çalkantılarda yansımaya katsayısı önemli ve büyük rol oynar. Yansımaya katsayısı 0-1 arasında değişir, Yansımaya katsayısı ne kadar yüksek olursa, 1'e o kadar yakın olur, Bu yüzeyin pürüzsüz olduğunu ve yüzey alanının daha büyük olduğunu gösterir. Bu nedenle yüzeyle çarpışma sonucu oluşan dalganın yansımaya katsayısı daha fazladır, dolayısıyla dönüş dalgasının değeri büyüktür.

Yansımaya katsayısı ne kadar düşük olursa, yüzey o kadar fazla sönümlenme olur. Bu nedenle yüzey alanı daha azdır ve dalga yüzeye çarptığında enerjisinin bir kısmını kaybeder ve bu nedenle geri dönüş dalgası daha az değerlidir.

Şekil 19'de gösterdiği gibi liman sınırları ve yüzleri için yansımaya katsayıları ana dalgakıran 0.65 ve tali dalgakıran için 0.5 ve liman girişte dikkat ederse yukardan 0.65'tir ve aşağıdan 0.5'tir. Şekil 8. İlyasbey Balıkçı Barınağı mevcut yapısının uydu görüntüsü. incelendiğinde, balıkçı barınağı farklı yapılardan oluştuğu görülmüştür. Şekil 19'de gösterdiği gibi liman içinde iki farklı yüzü vardır, birincisi mavi renkte olduğunu yansımaya katsayısı = 1, ama ikinci olan kahverengi renkte çizgi yüzü tali dalgakıran bağlıdır yansımaya katsayısı = 0.5.



Şekil 19. Liman yüzleri yansımaya katsayısı

4.2.1.5. Etki alanı tanımlama

CGWAVE'de modelin çalışma alanı dairesel, yarı dairesel veya dikdörtgen bir alan olabilir. Kıyı şeridini tanımlamak için batimetrik veriler kullanılır. Bu işlem hem yazılımın imkanlarını kullanarak hem de GIS yazılımlarından faydalanarak (*.shp) hazırlanabilir.

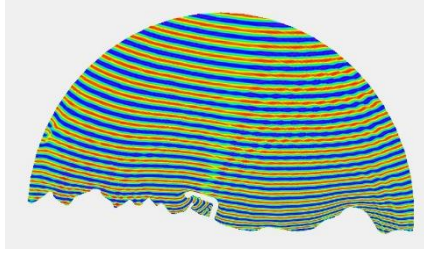
4.2.1.6. Sonlu eleman ağı oluşturma

Belirlenen sınırlar içinde elemanlar oluşturmak için kullanılacak birkaç otomatik sayısal hesap ağı oluşturma tekniği vardır. Bu elemanlar her biri çokgen olarak tanımlanır ve bundan sonra sonlu elemanlar oluşturulabilir (Şekil 18).

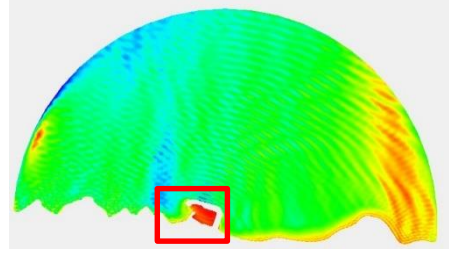
4.3. Model Sonuçları

Her senaryo için beş (5) tane farklı bir yönü için kullanıldı (N, NWN, NW, WNW, W).

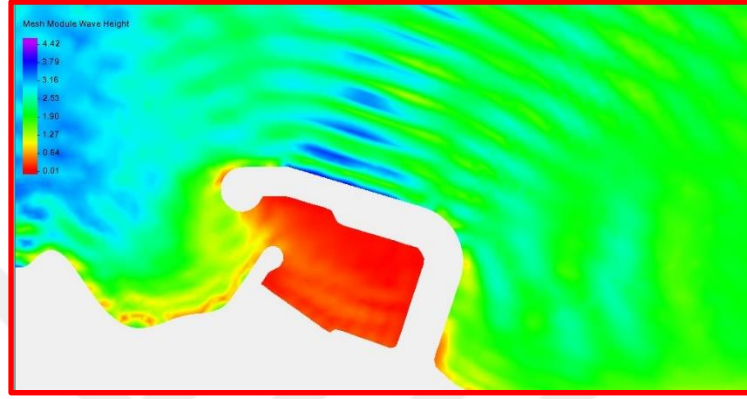
Örnek : 20 m'lik ana dalgakıran yapı.



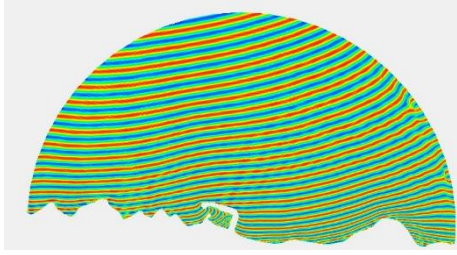
Yayılm fazı



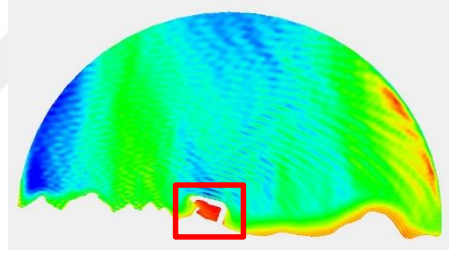
Dalga yayılım haritası



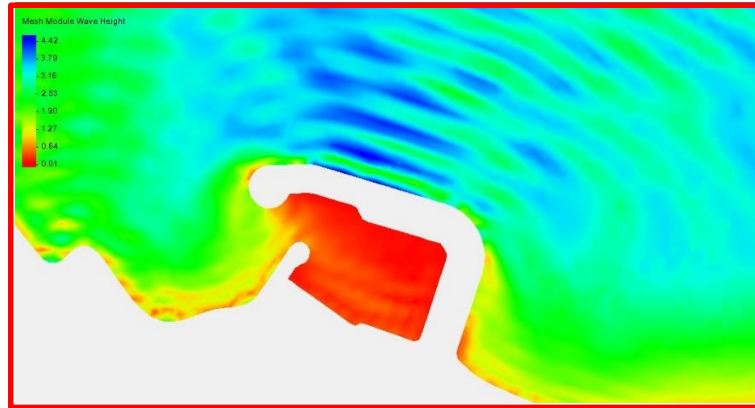
Şekil 20. Kuzey yönü için dalga yayılım Haritası.



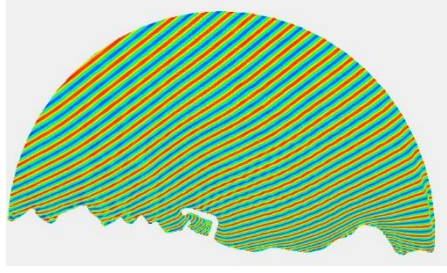
Yayılm fazı



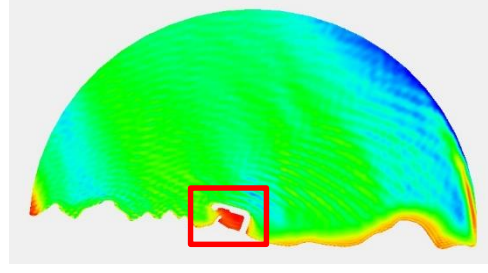
Dalga yayılım haritası



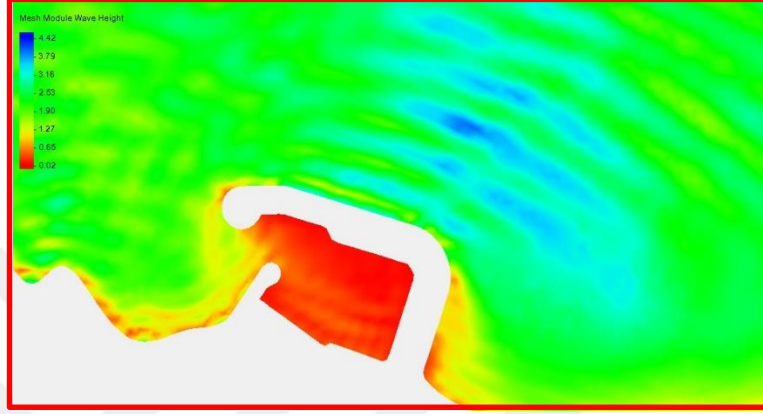
Şekil 21. Kuzey-Batı-Kuzey yönü için dalga yayılım.



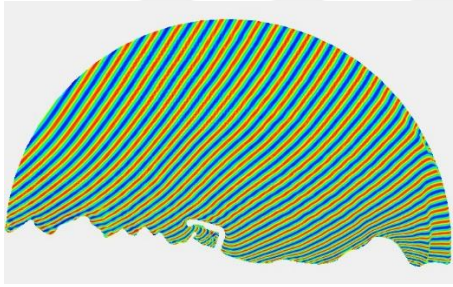
Yayılm fazı



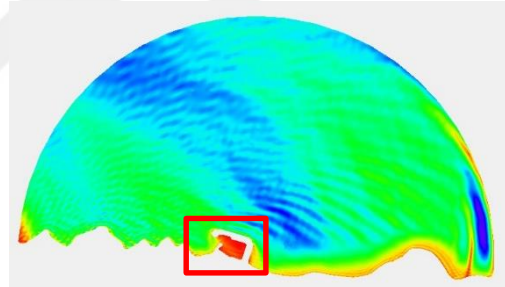
Dalga yayılım haritası



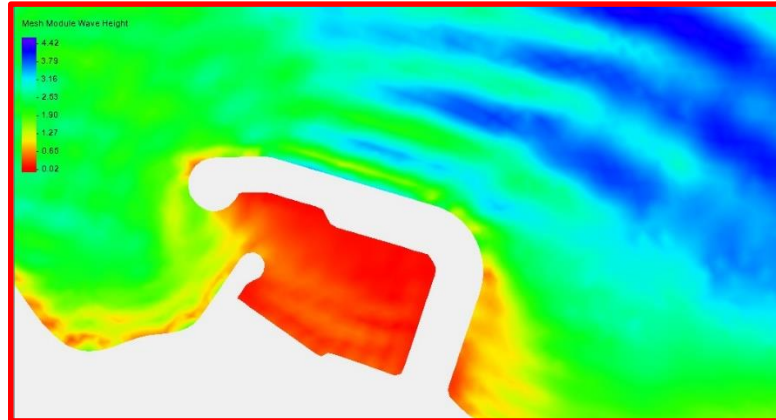
Şekil 22. Kuzey-Batı yönü için dalga yayılım



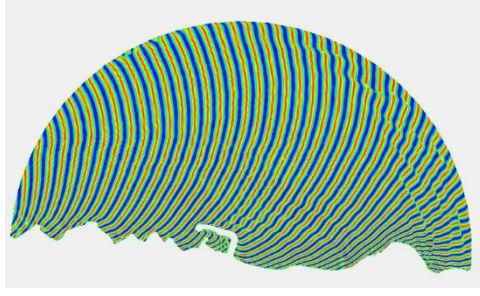
Yayılm fazı



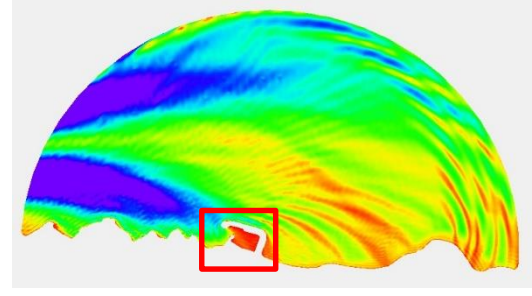
Dalga yayılım haritası



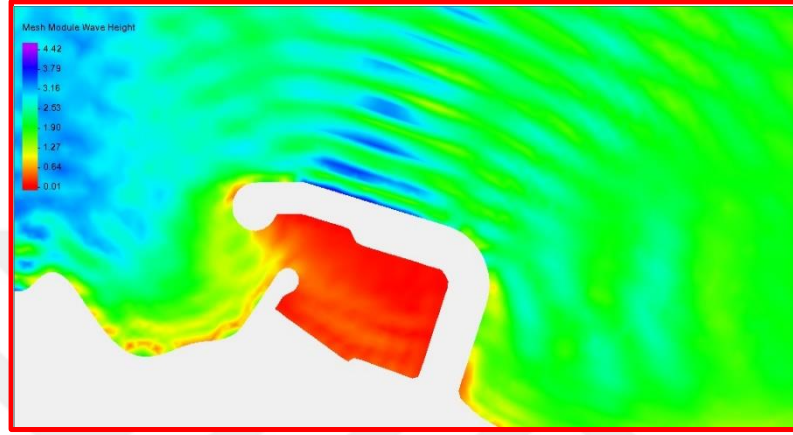
Şekil 23. Batı-Kuzey Batı yönü için dalga yayılım



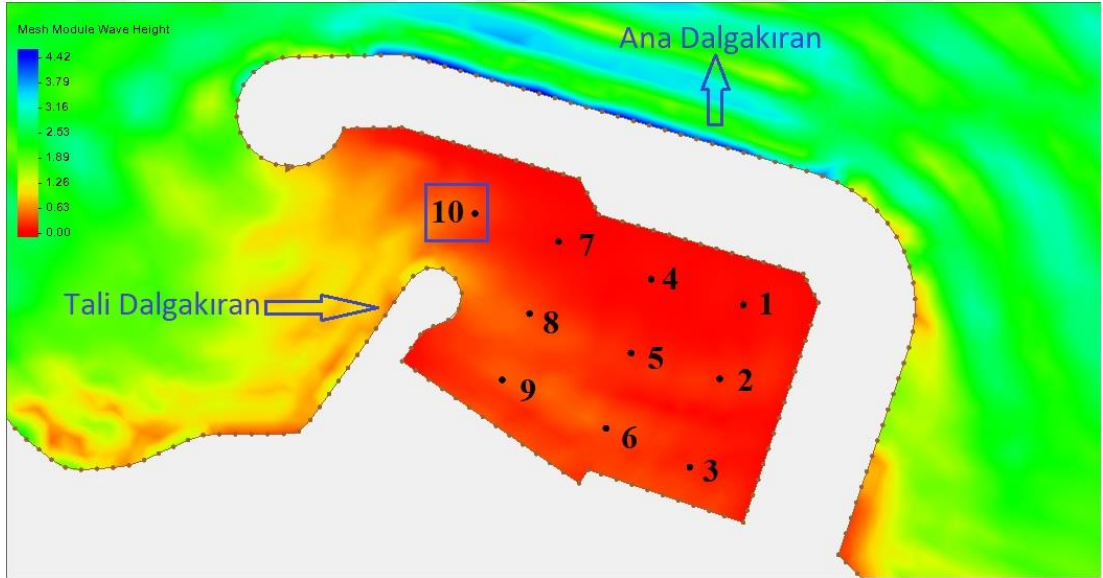
Yayılmı fızı



Dalga yayılmı harıtası



Şekil 24. Batı yönü için dalga yayılmı



Şekil 25. Liman içinde çalkantı değeri hesaplanan noktalar.

4.4. Dalga Kurulum Sonuçları

Çeşitli yönlerden (beş yön) dalgaların yüksekliğinden, çalışma alanına (limana) gelen dalgaların en yüksek değerlerinin aşağıdaki gibi (en yüksekten en düşüğe) dizildiğini görüyoruz (B-BKB-KB-K-KBK).

4.4.1. Kuzey (K)

Dalga fazını Şekil 20’de görebileceğimiz gibi. Dalga farklı renkteki çizgiler şeklinde gösterilir ve görüntünün sol üst kısmında yer alan gardiyana bakarsak, bu dalganın doğasının düşük bir değerde olduğunu ve daha sonra daha yüksek bir değere sahip olduğunu görürüz sonra yavaş yavaş yeniden azalmaya başlar. İstatistiksel analiz aşamasını bitirdiğimizde ve dalganın çizildiği, biraz daha düşük bir değerden başladığı ve ardından arttığı ve giderek azaldığı zaman fark ettiğimiz şey buydu.

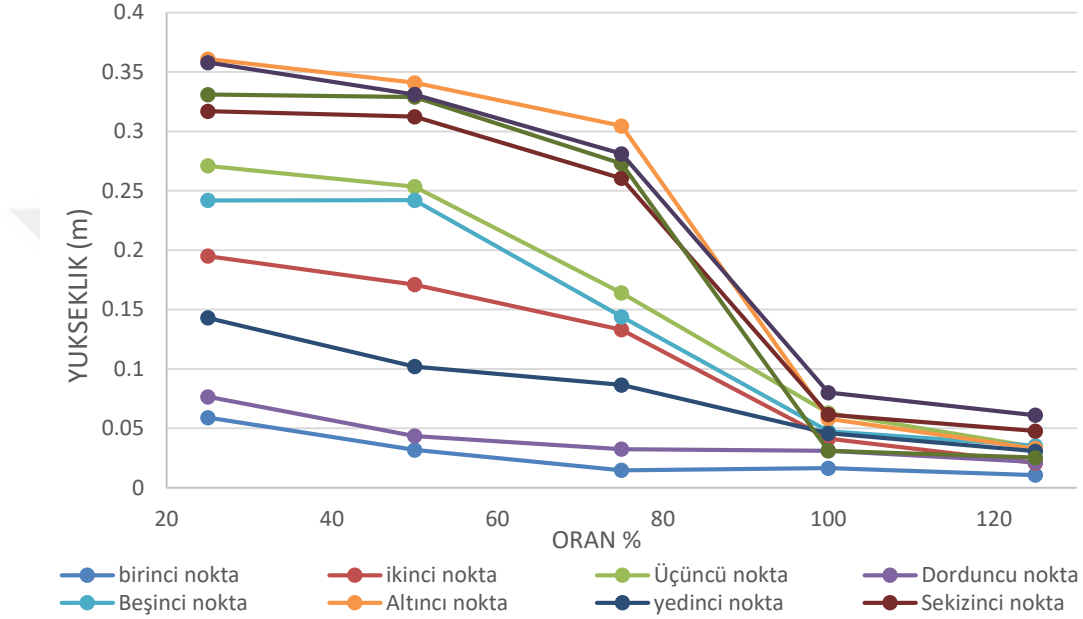
Bağlantı noktasına giren dalgaların yüksekliğini Şekil 25’te görebileceğimiz gibi SMS CGWAVE programı ile belirtilmiştir. Grafiğin bize renkli olarak bir sonraki dalganın yüksekliğini gösterdiği ve bu, görüntünün sol üst kısmındaki derecelendirmeye belirlenir, sanki bağlantı noktası açıklığındaki değerler sarı olduğunu fark edersek, bu da yüksekliği anlamına gelir. Dalga daha yüksektir, ancak dalga limana girdiğinde, kesinlikle azalacaktır ve bu, limanın iki ana bölümünün varlığı olan, uzun yatay eksen ve dikey eksen olan birkaç farklı faktör için, Dönüş, sözde dalga empedansını temsil ettikleri için bu dalgaların yüksekliğini azaltmada önemli bir rol oynar. İkincisi, Şekil 20’de de gösterdiği gibi, dışarıdan gelen dalganın yüksekliği, bitişikteki dışarıdan seçilen alana gelen dalganın kuzey yönünde 4.42 olduğunu gösterdiği için zamanla dalganın yüksekliğinin azalmasının doğal olması ve limana ulaştığında değeri sırasıyla 0.92- 1.34m’dir.

Ayrıca dalganın yüksekliğinin bir yönden diğerine değiştiğini de unutmayın. Örneğin dalganın kuzeybatı yönündeki yüksekliğinin görüntüsünde en yüksek yüksekliğin 4.42 metre ulaştığı gözükmektedir. Bu da dalganın kuzey yönündeki yüksekliğine göre çok yüksek bir değerdir. Ayrıca limanın içine bakılırsa (kırmızıyla bakın), bu dalganın yüksekliğinin daha az olduğunu, ancak bu rengin nüfuz ettiğini gösterir. Sarı renk, bu da dalganın bu yöndeki iletim hattının görebildiğimiz gibi daha yüksek olduğu anlamına gelir.

Tablo 2. Kuzey (N) dalga yükseklik değerler.

YAPI	ORAN (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	25	0.06	0.19	0.27	0.07	0.24	0.36	0.14	0.31	0.33	0.35
40	50	0.03	0.17	0.25	0.04	0.24	0.34	0.10	0.31	0.32	0.33
60	75	0.01	0.13	0.16	0.03	0.14	0.3	0.08	0.26	0.27	0.28
80	100	0.02	0.04	0.06	0.03	0.04	0.05	0.04	0.06	0.03	0.08
100	125	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02	0.06

Not: Tüm mesafeler metre cinsindedir



Şekil 26. Kuzey (N) için liman ağzı oranı ve dalga yükseklik.

Tablo 2’de gösterdiği gibi alınan noktalarda dalga yüksekliği değeri göstermektedir. Limanın modellerini sonucunu daha detaylı araştırmak için tablolarda Tablo 7, Tablo 8, Tablo 9, Tablo 10 ve Tablo 11’de gösterilen bölgelerin ortalama minimum ve maksimum çalkantı değerleri model sonuçlarından elde edilmiştir.

Güvenli bir balıkçılık operasyonu gerçekleştirmek ve ayrıca limana gelen dalgaların çalkantılardan tekne ve gemilerin etkilenmemesi için liman içindeki dalga yüksekliğinin yaklaşık 30 cm’yi geçmemesi her zaman tercih edilir.

4.4.2. Kuzey- Kuzey- Batı (KKB)

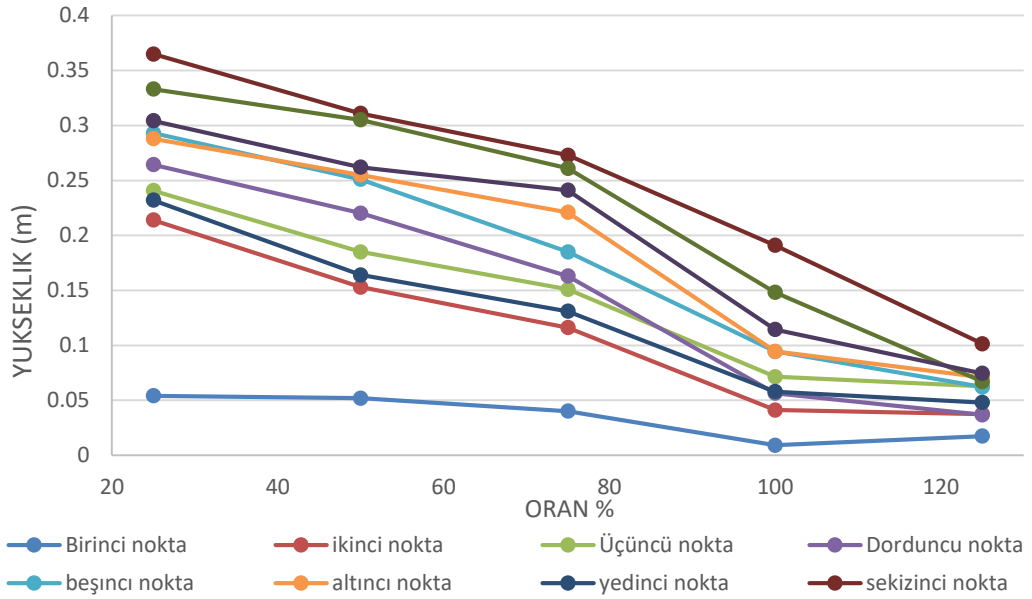
Dalga fazı modüllüden Dalganın kuzeybatı kuzey batı yönünden geldiği, Şekil 21’den anlaşılmaktadır. Liman içine yerleştirilen noktaların amacı bu noktalarda dalga yüksekliğini bulmaktır. Bu, liman içerisinde meydana gelen çalkantı değerlerini (dalga yüksekliğindeki değişim) elde etmek bulunmaktadır.

Bu sonuçlar dalga modeli programı kullanılarak elde edilmiştir. Şekil 21’de olduğu gibi, dalga şekli, başlangıcı ve bitişi, ayrıca dalgaların yayılma şekli ve dalgaların liman içindeki yüksekliği, değerler burada olduğu bölgedeki dalga yüksekliğinin en yüksek değeri ile en düşük değeri hesaplanarak liman içindeki sönümleme miktarı hesaplanmıştır. (Şekil 25. Liman içinde çalkantı değerleri hesaplanan noktalar) . Bu noktaların çevresinde sönümlenmeler tespit edildi.

Tablo 3. NNW (KKB) dalga yükseklik değerler.

YAPI	ORAN (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	25	0.05	0.21	0.24	0.26	0.29	0.28	0.23	0.36	0.33	0.3
40	50	0.05	0.15	0.18	0.22	0.25	0.25	0.16	0.31	0.30	0.26
60	75	0.04	0.11	0.15	0.16	0.18	0.22	0.13	0.27	0.26	0.24
80	100	0.01	0.04	0.07	0.05	0.09	0.09	0.05	0.19	0.14	0.11
100	125	0.01	0.03	0.06	0.03	0.06	0.07	0.04	0.10	0.06	0.07

Not: Tüm mesafeler metre cinsindedir



Şekil 27. KKB (NNW) için liman ağızı oranı ve dalga yükseklik.

Tablo 3’de gösterdiği gibi alınan noktalarda dalga yüksekliği değeri gösteriyor ve limanın modellerini sonucunu daha detaylı araştırmak Tablo 7, Tablo 8, Tablo 9, Tablo 10 ve Tablo 11’de gösterilen bölgelerin ortalama minimum ve maksimum çalkantı değerleri model sonuçlarından elde edilmiştir.

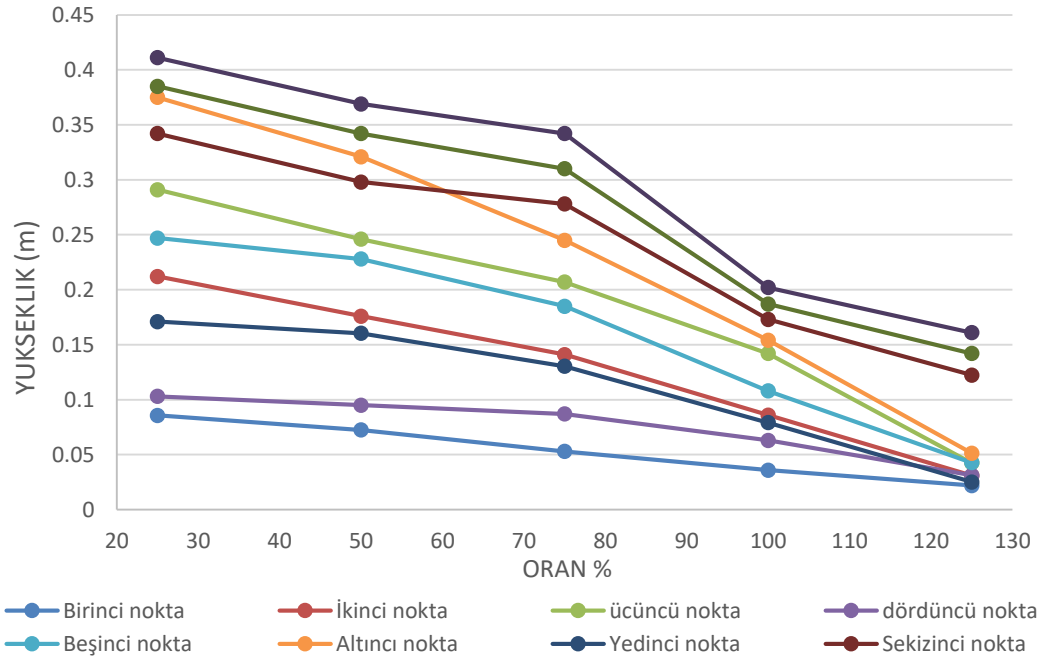
4.4.3. Kuzey-Batı (KB)

Bu sonuçlar, dalga modeli programı kullanılarak elde edilmiştir. Şekil 22’de gösterildiği gibi, dalganın başlangıcı ve bitişi şekli, ayrıca dalgaların yayılma şekli ve dalgaların liman içindeki yüksekliği, değerler burada olduğu Bölgedeki dalga yüksekliğinin en yüksek değeri ile en düşük değeri hesaplanarak liman içindeki sönümlenme miktarı hesaplanmıştır.

Tablo 4. Kuzey-Batı (NW) dalga yükseklik değerler.

YAPI	ORAN (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	25	0.08	0.21	0.29	0.10	0.24	0.37	0.17	0.34	0.38	0.41
40	50	0.07	0.17	0.24	0.09	0.22	0.32	0.16	0.29	0.34	0.36
60	75	0.05	0.14	0.20	0.08	0.18	0.24	0.13	0.27	0.31	0.34
80	100	0.03	0.08	0.14	0.06	0.10	0.15	0.07	0.17	0.18	0.20
100	125	0.02	0.03	0.042	0.031	0.042	0.05	0.02	0.12	0.14	0.16

Not: Tüm mesafeler metre cinsindedir



Şekil 28. KB (NW) için liman ağızı oranı ve dalga yükseklik.

Tablo 4’te gösterdiği gibi alınan noktalarda dalga yüksekliği değeri gösteriyor ve limanın modellerini sonucunu daha detaylı araştırmak için Tablo 7, Tablo 8, Tablo 9, Tablo 10 ve Tablo 11’de gösterilen bölgelerin ortalama minimum ve maksimum çalkantı değerleri model sonuçlarından elde edilmiştir.

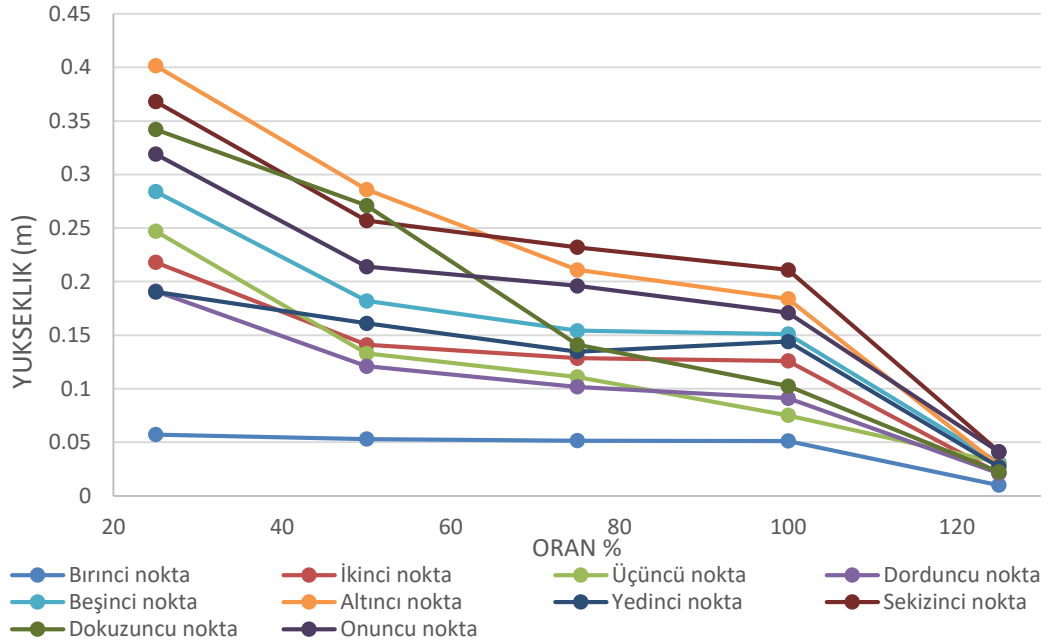
4.4.4. Batı-Kuzey-Batı (BKB)

Bu sonuçlar dalga modeli programı kullanılarak elde edilmiştir, gösternen (Şekil 23) olduğu gibi, dalga şekli, başlangıcı ve bitişi, ayrıca dalgaların yayılma şekli ve dalgaların liman içindeki yüksekliği, değerin burada olduğu Bölgedeki dalga yüksekliğinin en yüksek değeri ile en düşük değeri hesaplanarak liman içindeki sönümlenme miktarı hesaplanmıştır. Bu noktaların çevresinde sönümlenmeler tespit edildi.

Tablo 5. BKB (WNW) dalga yükseklik değerler

YAPI	ORAN (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	25	0.05	0.21	0.24	0.19	0.28	0.40	0.19	0.36	0.34	0.31
40	50	0.05	0.14	0.13	0.12	0.18	0.28	0.16	0.25	0.27	0.21
60	75	0.05	0.12	0.11	0.10	0.15	0.21	0.13	0.23	0.14	0.19
80	100	0.05	0.12	0.07	0.09	0.15	0.18	0.14	0.21	0.10	0.17
100	125	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.04	0.02	0.04

Not: Tüm uzunluklar metre cinsindedir.



Şekil 29. BKB (WNW) İÇİN liman ağazı oranı ve dalga yükseklik

Tablo 5'te gösterdiği gibi alınan noktalarda dalga yüksekliği değeri gösteriyor ve limanın modellerini sonucunu daha detaylı araştırmak için Tablo 7, Tablo 8, Tablo 9, Tablo 10 ve Tablo 11'de gösterilen bölgelerin ortalama minimum ve maksimum çalkantı değerleri model sonuçlarından elde edilmiştir.

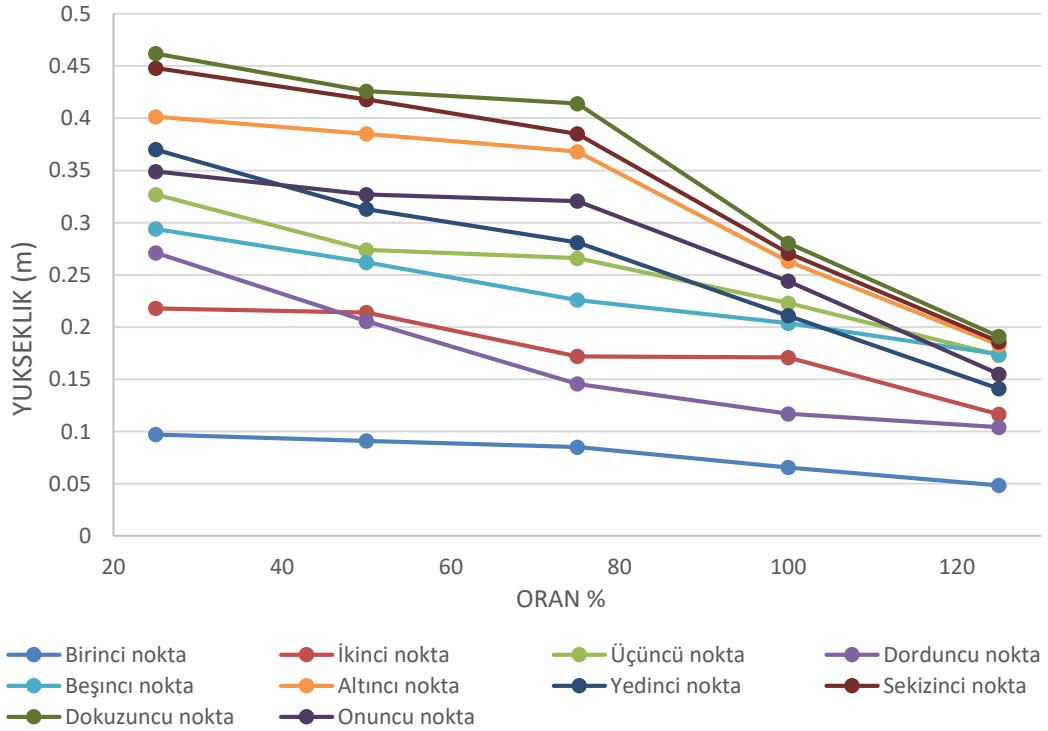
4.4.5. Batı (B)

Bu sonuçlar dalga modeli programı kullanılarak elde edilmiştir. Şekil 24’te gösterildiği gibi, dalga şekli, başlangıcı ve bitişi, ayrıca dalgaların yayılma şekli ve dalgaların liman içindeki yüksekliği, bölgedeki değerin büyük olduğu için dalga yüksekliğinin en yüksek değeri ile en düşük değeri hesaplanarak liman içindeki sönümlenme miktarı hesaplanmıştır (Şekil 25 gösterdiği gibi). Bu noktaların çevresinde sönümlenmeler tespit edilmiştir.

Tablo 6. B (W), Batı dalga yükseklik değerler.

YAPI	ORAN (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	25	0.09	0.21	0.32	0.27	0.29	0.40	0.37	0.44	0.46	0.34
40	50	0.09	0.21	0.27	0.20	0.26	0.38	0.31	0.41	0.42	0.32
60	75	0.08	0.17	0.26	0.14	0.22	0.36	0.28	0.38	0.41	0.32
80	100	0.06	0.17	0.22	0.11	0.20	0.26	0.21	0.27	0.28	0.24
100	125	0.04	0.11	0.17	0.10	0.17	0.18	0.14	0.18	0.19	0.15

Not: Tüm mesafeler metre cinsindedir



Şekil 30. B (W) için liman ağzı oranı ve çalkantı

Tablo 5’te gösterdiği gibi alınan noktalarda dalga yüksekliği değeri gösteriyor ve limanın modellerini sonucunu daha detaylı araştırmak için Tablo 7, Tablo 8, Tablo 9, Tablo 10 ve Tablo 11’de gösterilen bölgelerin ortalama ve maksimum çalkantı

değerleri model sonuçlarından elde edilmiştir. Bu sonuçlar 15 m genişlikte ve rıhtım ve iskelelerin boyu kadar alanları dikkate alarak elde edilmiştir.

4.5. Liman İçi Çalkantı

Liman havzaları ve büyük koylar gibi deniz bağlantıları olan su alanlarında (liman, körfez, fiyort ve giriş) zorunlu salınım liman içi türbülans olarak adlandırılır. İç kargaşa, özel bir Seich hareketi türüdür. Seich'ten (türbülans) farklı olarak, doğrudan dış kuvvetlerden (atmosferik basınç, rüzgar ve sismik etkiler) değil, açık sınırlardan giren uzun dalgalardan kaynaklanır. Çalkantılar, limanın ağzından difüzyonla limanın içine emilir, Bağlantı noktasının içindeki türbülansın birincil modu vardır (Helmholtz modu). Ancak kapalı havzalarda bu yoktur. Düzgün planlanmamış bağlantı noktalarında meydana gelir. Klorlama, liman mimarisi ve yapılarının doğru planlanmasıyla önlenebilecek kabul edilemez bir olaydır.

Mevcut bir bağlantı noktası yapısı için bağlantı noktası bozulma modelleri kullanılıyorsa, bunların kalibre edilmesi veya izleme sonuçlarıyla test edilmesi gerekir, Diskteki yapılardan modüle edilecek yansıma değerleri kullanılarak duyarlılık analizleri yapılmalıdır. Bu tür problemleri çözen sayısal modeller de Boussinesq modelleri kullanılarak açıklanmıştır. Model, yakınındaki su alanı dahil liman alanını içerir. Model, girdi olarak yeterli doğrulukta derinlik ölçümü, liman planı, dalgakıran ve liman yapılarının yansıma özellikleri ve gelen dalga özelliklerini gerektirir, İç türbülansın limanda bir dizi düzensiz dalga altında test edilmesine izin vermelidir, Türbülans simülasyonu, liman içindeki durumu gerçekçi bir şekilde yansıtan bir süreçte olmalıdır.

Tablo 7. 20 m liman içindeki noktalarda liman içi çalkantı değerleri.

Yön	K(N)		KKB(NNW)		KB(NW)		BBK(WWN)		B(W)	
	MİN	MAX	MİN	MAX	MİN	MAX	MİN	MAX	MİN	MAX
1	0.38	0.68	0.019	0.067	0.045	0.071	0.039	0.061	0.04	0.08
2	0.156	0.188	0.19	0.21	0.17	0.22	0.14	0.25	0.11	0.23
3	0.2	0.22	0.165	0.289	0.18	0.247	0.25	0.28	0.21	0.285
4	0.047	0.086	0.077	0.092	0.06	0.11	0.076	0.11	0.066	0.11
5	0.22	0.28	0.23	0.32	0.25	0.31	0.26	0.33	0.27	0.32
6	0.32	0.34	0.36	0.41	0.37	0.42	0.36	0.43	0.37	0.43
7	0.13	0.17	0.12	0.178	0.14	0.19	0.14	0.19	0.15	0.19
8	0.311	0.366	0.38	0.423	0.355	0.39	0.34	0.42	0.34	0.42
9	0.21	0.295	0.25	0.34	0.29	0.33	0.23	0.37	0.23	0.37
10	0.24	0.31	0.24	0.378	0.29	0.41	0.29	0.39	0.29	0.42

Tablo 8. 40 m liman içindeki noktalarda liman içi çalkantı değerleri.

Yön	K(N)		KKB(NNW)		KB(NW)		BBK(WWN)		B(W)	
	MİN	MAX	MİN	MAX	MİN	MAX	MİN	MAX	MİN	MAX
1	0.021	0.044	0.034	0.05	0.04	0.113	0.05	0.11	0.066	0.13
2	0.04	0.076	0.069	0.164	0.097	0.24	0.09	0.21	0.13	0.21
3	0.04	0.082	0.077	0.15	0.105	0.204	0.098	0.19	0.16	0.24
4	0.027	0.038	0.056	0.077	0.077	0.108	0.07	0.11	0.088	0.124
5	0.036	0.111	0.076	0.197	0.085	0.266	0.082	0.229	0.12	0.246
6	0.14	0.18	0.16	0.28	0.224	0.397	0.29	0.36	0.28	0.48
7	0.036	0.049	0.064	0.115	0.11	0.168	0.089	0.142	0.13	0.23
8	0.112	0.138	0.185	0.227	0.25	0.315	0.221	0.296	0.317	0.412
9	0.098	0.142	0.154	0.215	0.189	0.292	0.18	0.276	0.27	0.41
10	0.093	0.211	0.129	0.21	0.22	0.39	0.21	0.36	0.289	0.446

Tablo 9. 60 m liman içindeki noktalarda liman içi çalkantı değerleri

Yön	K(N)		KKB(NNW)		KB(NW)		BBK(WWN)		B(W)	
	MİN	MAX	MİN	MAX	MİN	MAX	MİN	MAX	MİN	MAX
1	0.028	0.46	0.011	0.034	0.012	0.036	0.011	0.021	0.026	0.068
2	0.13	0.21	0.12	0.19	0.12	0.16	0.083	0.106	0.176	0.245
3	0.15	0.22	0.11	0.189	0.099	0.151	0.068	0.092	0.155	0.224
4	0.019	0.042	0.013	0.031	0.0107	0.026	0.018	0.047	0.0228	0.0506
5	0.12	0.18	0.119	0.162	0.11	0.164	0.055	0.098	0.162	0.238
6	0.27	0.44	0.22	0.36	0.18	0.32	0.086	0.157	0.34	0.54
7	0.019	0.028	0.018	0.022	0.024	0.032	0.033	0.058	0.014	0.097
8	0.28	0.41	0.22	0.33	0.18	0.29	0.098	0.159	0.28	0.48
9	0.22	0.38	0.18	0.32	0.17	0.28	0.096	0.146	0.25	0.44
10	0.22	0.42	0.18	0.33	0.16	0.37	0.083	0.162	0.288	0.423

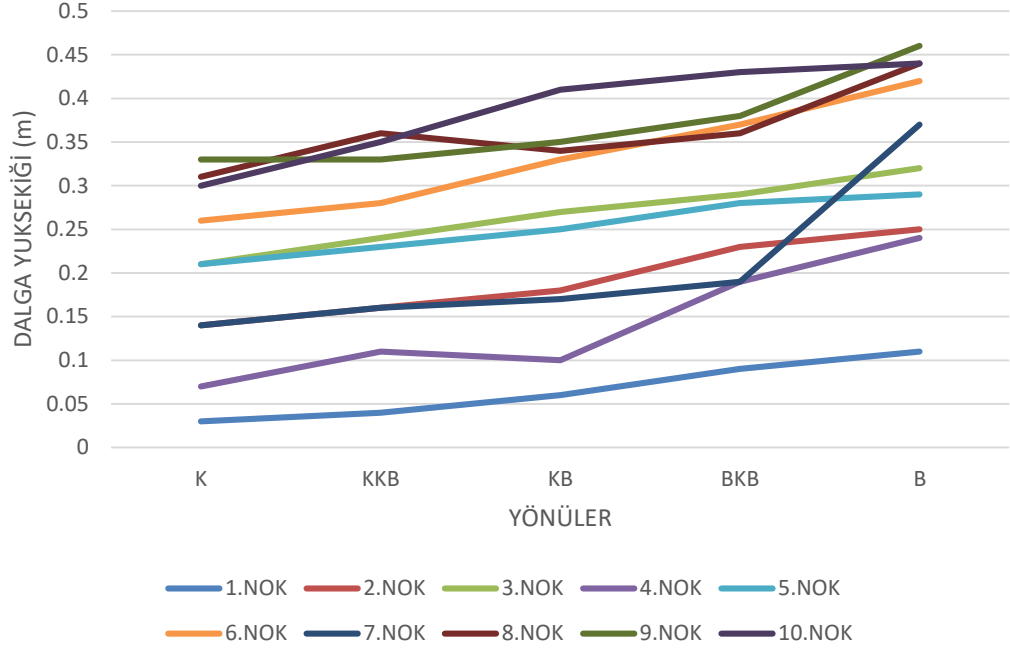
Tablo 10. 80 m liman içindeki noktalarda liman içi çalkantı değerleri

Yön	K(N)		KKB(NNW)		KB(NW)		BBK(WWN)		B(W)	
	MİN	MAX	MİN	MAX	MİN	MAX	MİN	MAX	MİN	MAX
1	0.013	0.022	0.00877	0.0125	0.029	0.041	0.0482	0.0546	0.0632	0.0711
2	0.036	0.046	0.0387	0.0423	0.076	0.094	0.113	0.152	0.156	0.192
3	0.055	0.756	0.0648	0.0786	0.133	0.152	0.0346	0.132	0.221	0.226
4	0.025	0.032	0.0521	0.0587	0.054	0.077	0.088	0.112	0.135	0.234
5	0.041	0.0576	0.0911	0.112	0.956	0.117	0.144	0.231	0.213	0.283
6	0.051	0.66	0.0921	0.106	0.147	0.158	0.171	0.193	0.203	0.267
7	0.037	0.0455	0.044	0.062	0.0722	0.0843	0.111	0.163	0.245	0.297
8	0.057	0.068	0.157	0.221	0.166	0.195	0.206	0.242	0.263	0.312
9	0.028	0.334	0.136	0.158	0.176	0.202	0.094	0.114	0.134	0.329
10	0.0647	0.083	0.103	0.132	0.198	0.242	0.169	0.184	0.211	0.423

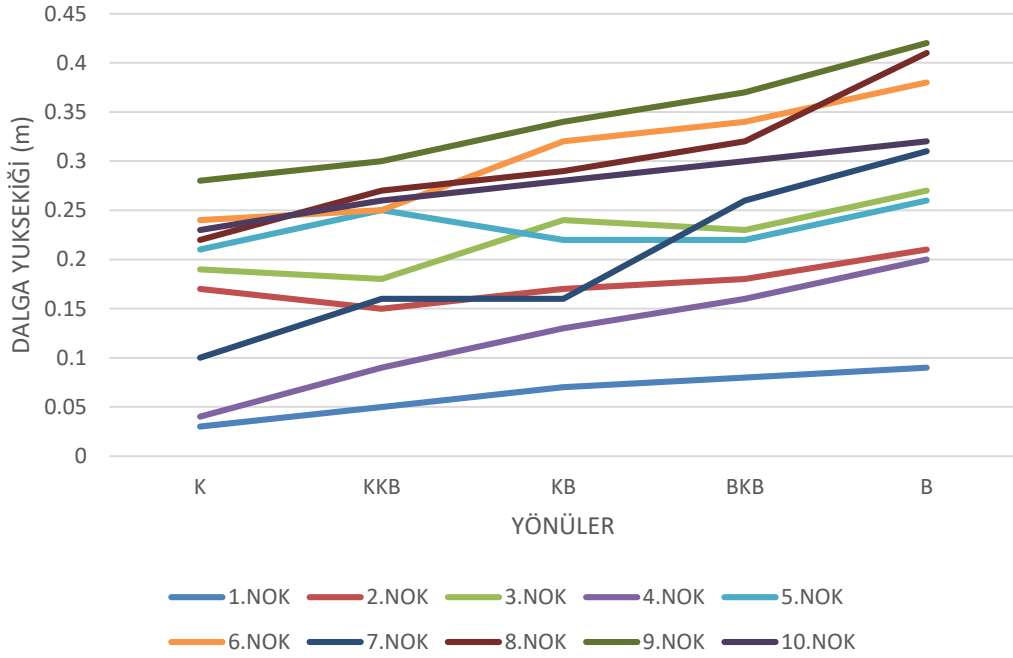
Tablo 11. 100 m liman içindeki noktalarda liman içi çalkantı değerleri

Yön	K(N)		KKB(NNW)		KB(NW)		BBK(WWN)		B(W)	
	MİN	MAX	MİN	MAX	MİN	MAX	MİN	MAX	MİN	MAX
1	0.0097	0.0125	0.0171	0.0181	0.018	0.026	0.0094	0.0123	0.0367	0.564
2	0.0178	0.0223	0.0344	0.0413	0.028	0.037	0.0178	0.236	0.106	0.233
3	0.0288	0.0376	0.0587	0.0675	0.0386	0.051	0.0281	0.0336	0.149	0.293
4	0.0204	0.0243	0.0341	0.0412	0.0297	0.0344	0.0202	0.0241	0.0894	0.291
5	0.0311	0.0398	0.0564	0.0731	0.0398	0.0476	0.0289	0.0316	0.142	0.263
6	0.0322	0.0641	0.0622	0.0845	0.0487	0.061	0.0241	0.0321	0.133	0.199
7	0.0268	0.0314	0.0397	0.0542	0.0221	0.0287	0.0232	0.0424	0.118	0.163
8	0.0465	0.489	0.0974	0.123	0.121	0.143	0.0382	0.0551	0.173	0.197
9	0.0232	0.00268	0.0624	0.0789	0.134	0.158	0.0132	0.0346	0.186	0.243
10	0.0578	0.0741	0.0712	0.0841	0.154	0.172	0.0366	0.0419	0.127	0.186

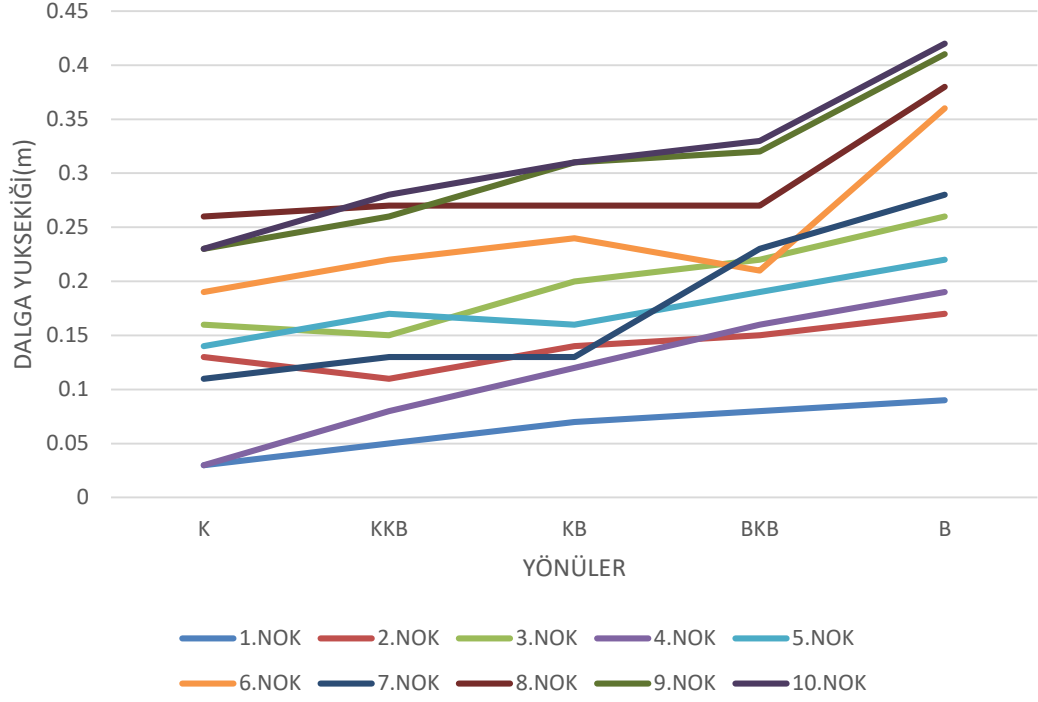
Tüm liman yapıları için öngörülen dalga yansıma özellikleri modelde tanımlanabilir olmalıdır. Yansıma katsayıları, geçirgen yapılara sahip olan gelen dalganın pürüzlülüğüne ve eğimine bağlıdır ve dalga iletim katsayıları ile dalgakıranları ve yüzer havuz sistemlerini benzer şekilde modellemek mümkün olmalıdır ve liman içindeki derinlik ölçümü modelde tanımlanabilir olmalıdır. Desen sınırlarından veya desenin istenmeyen bölgelerinden oluşabilecek dalga yansımaları engellenmelidir. Model sonuçları, limanda istenen ve kritik tüm noktalarda su seviyesini bir zaman serisinde ifade edebilmelidir.



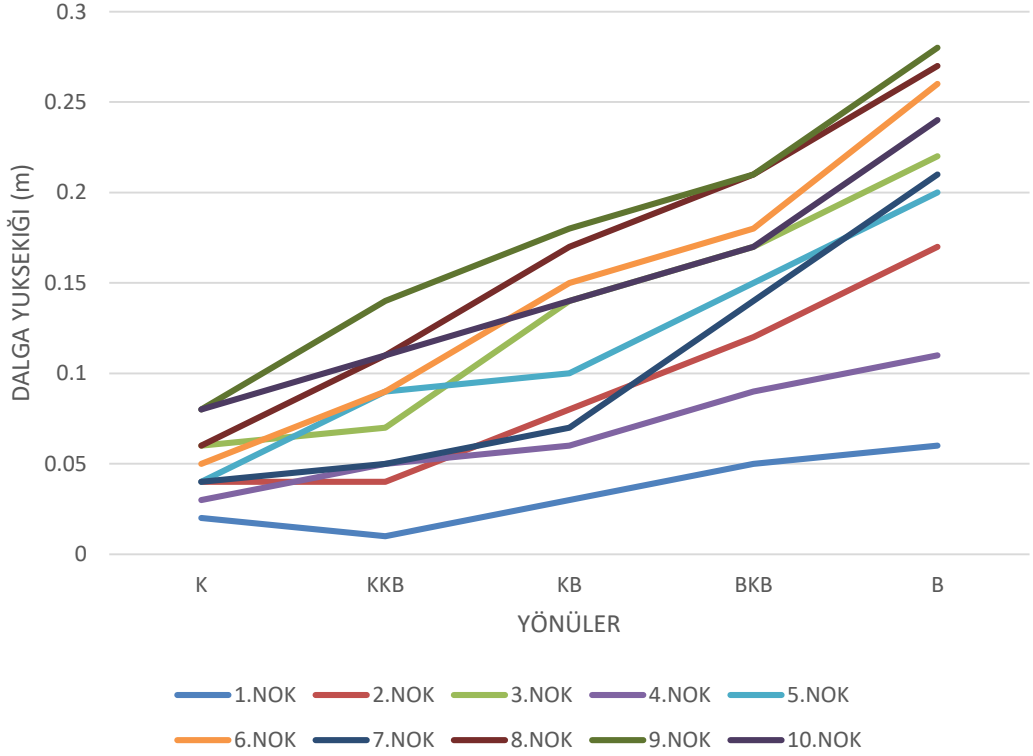
Şekil 31. %25 oranlı yapı (20 m) dalga yüksekliği.



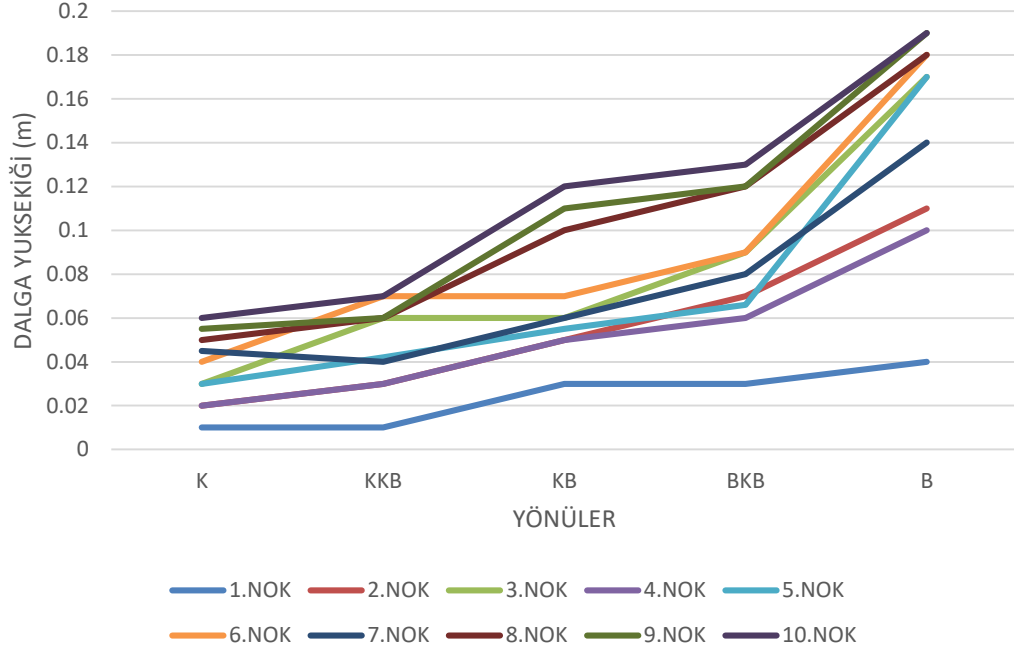
Şekil 32. %50 oranlı yapı (40 m) dalga yüksekliği.



Şekil 33. %75 oranlı yapı (60 m) dalga yüksekliği.



Şekil 34. %100 oranlı yapı (80 m) dalga yüksekliği.



Şekil 35. %125 oranlı yapı (120 m)dalga yüksekliği.

4.6. Dalga Transformasyonu

Herhangi bir kıyı veya liman projesinin boyutlandırılmasında en önemli faktör; Açık denizden gelen dalganın çalışma alanına geldiği yükseklik, dönem ve yönün deniz tabanı topografyası ve sınır şartlarının (adalar, koy, burun vb.) Etkisiyle belirlenmesidir. Bu sürece dalga dönüşümü denir. Açık deniz dalgası çalışma alanına nakledildikten sonra, bu dalganın liman içerisinde nasıl yayıldığını belirlemek gerekir.

Limanda bulunan deniz araçlarını dalgaların etkilerine karşı güvenli bir şekilde korumak ve yanaşma alanlarında yükleme ve boşaltma faaliyetlerini engellemeyecek bir seviyeye getirmek için liman içi türbülans modeline ihtiyaç vardır. Bu model aynı zamanda limanda yapılan düzenlemelerin (tahkimat, dikey duvar vb.) Etkilerini (yansıma) hesaba katmalıdır.

- Basen derinliği ne kadar büyükse dalga çalkantıların değeri de o kadar büyük olur.
- Dalga zamanla belli bir mesafeye gittiğinde yüksekliği azalır, ardından mümkün olan en yüksek değere ulaşana kadar tekrar yükselir ve tekrar azalır.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Liman ağzı oranları, limanın ana dalgakıran uzunluğu ile liman ağzı genişliği arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Çünkü ana dalgakıranın uzunluğu ne kadar büyük olsa bile, büyük liman ağzı dalgaların liman içine girmesine izin verecektir.

Oran ne kadar büyükse o kadar liman içindeki çalkantılar küçük olur ve yönler önemli bir rol oynar. Liman girişine dik olan dalgalar, liman girişine paralel olan dalgalara göre liman içi çalkantılarda daha etkili olup ve liman içi çalkantıyı artırmaktadır.

Yön sabitlerken :

Kuzey (N):

Kuzey yönünden gelen dalgalar en yüksek liman içi çalkantılar liman ağzı oranı %25 olan yapıda meydana gelmiştir. Bunu karşı en düşük liman içi çalkantılar %100 ve %125 olan yapıda gözükmiştir.

Ana dalgakıran uzunluğu ile liman girişi açıklığı arasındaki oran ne kadar büyük olursa, liman içindeki çalkantılar değeri o kadar düşük olur, %25 ve %50 liman içindeki çalkantılar diğer oranlar (%75, %100, %125) göre daha yüksektir.

Dalga yüksekliğini, dalgalar ile anadalgakıran sörtünmesini ve yansıma katsayısı yüzünden liman ağzı oranı %25 , %50, %75 olan yapılarda ve %100 ve %125 olan yapılar arasında liman içi çalkantılarda net bir değişim gözükmiştir. net bulunduğu değişim liman girişindeki dalgalara aittir, liman girişindeki dalga yüksekliği değerinin, diğer değerlerden daha büyüktür.

Kuzey-Kuzey-Batı (NNW):

Kuzey kuzey batı yönünde Kuzey yönünden gelen dalgalar daha yüksek liman içi çalkantılar sahiptir, ve dalga yüksekliği değerlerinin kuzeybatı yönünden daha düşük ve kuzey yönünden daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Kuzey kuzey batı yönünden gelen dalgalar en yüksek liman içi çalkantılar liman ağzı oranı %25 olan yapıda meydana gelmiştir. Bunu karşı en düşük liman içi çalkantılar %100 ve %125 olan yapıda gözükmiştir.

Ana dalgakıran uzunluğu ile liman girişi açıklığı arasındaki oran ne kadar büyük olursa, liman içindeki çalkantılar değeri o kadar düşük olur, %25 ve %50 liman içindeki çalkantılar diğer oranlar (%75, %100, %125) göre daha yüksektir.

Dalga ykseklini, Açık denizden gelen adalgalar ile anadalgakıran srtnmesini ve Yansıma katsayısı yzenden liman ağazı oranı 25% , 50%, 75% olan yapılarda ve %100 ile %125 olan yapılar arasında liman içi çalkantılarda değişim daha az gzkmifitir.

Kuzey-Batı (NW):

Kuzey batı yönünde Kuzey kuzey batı ve kuzey ynlerinden gelen dalgalar daha yüksek liman içi çalkantılar sahiptir, ve dalga ykseklili değerlerinin batı kuzey batı yönünden daha düşük göstermektedir.

Kuzey Batı için liman ağazı oranı ve dalga ykseklili bakarsak ,dalga ykseklili liman ağazı oranı %25, liman ağazı oranı %50 kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Aynı şekilde liman ağazı oranı %50, %75 liman ağazı oranlı yapıya kıyasla daha yüksektir. Buna ek olarak liman ağazı oranı %75 olan yapının değerlerin liman ağazı oranı %100 ve %125 olan yapı değerlerden daha yüksektir. Liman ağazı oranı %125 olan yapının dalgaların ykseklili için bulunan en düşük değerlerdir.

Kuzey Batı yönünden gelen dalgalar en yüksek liman içi çalkantılar , liman ağazı oranı %25 olan yapıda meydana gelmiştir. Bunu karşı en düşük liman içi çalkantılar %100 ve %125 olan yapıda gzkmifitir.

Ana dalgakıran uzunluğu ile liman girişi açıklığı arasındaki oran ne kadar büyük olursa, liman içindeki çalkantılar değeri o kadar düşük olur, %25 ve %50 liman içindeki çalkantılar diğer oranlar (%75, %100, %125) göre daha yüksektir.

Dalga ykseklini, Açık denizden gelen adalgalar ile ana dalgakıran srtnmesini ve yansıma katsayısı yzenden liman ağazı oranı %25, %50, %75, %100 olan yapılarda çok az değişim bulunmaktadır. Ayrıca %125 oranlı yapı diğer yapılar arasında liman içi çalkantılarda değişim gzkmifitir. dışaradan gelen dalgaları ne kadar büyükse bu değişim daha az bulunmuştur.

Batı-Kuzey -Batı (WNW):

Batı kuzey batı yönünde Kuzey batı ve Kuzey kuzey batı ve kuzey yönülerinden gelen dalgalar daha yüksek liman içi çalkantılar sahiptir, ve dalga yüksekliği değerlerinin batı kuzey batı yönünden daha düşük göstermektedir.

Ana dalgakıran uzunluğu ile liman girişi açıklığı arasındaki oran ne kadar büyük olursa, liman içindeki çalkantılar değeri o kadar düşük olur %25, %50 ve %75 liman içindeki çalkantılar diğer oranlar (%100 ve %125) göre daha yüksektir.

Batı Kuzey Batı yönünden gelen dalgalar en yüksek liman içi çalkantılar , liman ağazı oranı %25 olan yapıda meydana gelmiştir. Bunu karşı en düşük liman içi çalkantılar %100 ve %125 olan yapıda gözükmiştir.

Dalga yüksekliğini, dalgalar ile anadalgakıran sörtünmesini ve yansıma katsayısı yüzünden liman ağazı oranı %25 , %50, %75 ve %100 olan yapılarda değişim bulunmamaktadır, %125 diğer olan yapılar arasında liman içi çalkantılarda az bir değişim gözükmiştir. dışarıdan gelen dalgaları kuzey batı yönünden daha yüksek olduğu için az bir değişim bulunmamıştır.

Batı (W):

Batı yönünden gelen dalgalar en yüksek liman içi çalkantılar , liman ağazı oranı %25 olan yapıda meydana gelmiştir. Bunu karşı en düşük liman içi çalkantılar %100 ve %125 olan yapıda gözükmiştir.

Ana dalgakıran uzunluğu ile liman girişi açıklığı arasındaki oran ne kadar büyük olursa, liman içindeki çalkantılar değeri o kadar düşük olur, %25, %50 ve %75 liman içindeki çalkantılar diğer oranlar (%100 ve %125) göre daha yüksektir.

Batı Kuzey Batı yönünden gelen dalgalar en yüksek liman içi çalkantılar , liman ağazı oranı %25 olan yapıda meydana gelmiştir. Bunu karşı en düşük liman içi çalkantılar %100 ve %125 olan yapıda gözükmiştir.

Dalga yüksekliğini, dalgalar ile anadalgakıran sörtünmesini ve yansıma katsayısı yüzünden liman ağazı oranı %25, %50, %75, %100 ve %125 olan yapılarda arasında net bir değişim bulunmamaktadır. dışarıdan gelen dalgaları en yüksek olduğu için bu değişim bulunmamıştır.

Yapı sabitlerken :

20 Metrelik Ana Dalgakıran %25 oran modeli :

%25 oranına sahip modelde en yüksek liman içi çalkantı batı ve batı kuzey batı yönündedir ve en düşük liman içi çalkantı kuzey ve kuzey batı kuzey yönülerdedir. 20 metrelik ana dalgakıran 40 metrelik, 60 metrelik, 80 metrelik ve 100 metrelik ten liman içi çalkantılar daha yüksek göstermektedir. Batı yönünde en yüksek dalga yüksekliğini sahiptir, 20 metrelik ana dalgakıran yapıda dalga yüksekliğini batı yönünde 0.45-0.5 metre arasındadır.

40 Metrelik Ana Dalgakıran %50 oran modeli :

%50 oranına sahip modelde en yüksek liman içi çalkantı batı ve batı kuzey batı yönündedir ve en düşük liman içi çalkantı kuzey ve kuzey batı kuzey yönülerdedir. 40 metrelik ana dalgakıran 60 metrelik, 80 metrelik, ve 100 metrelik ten liman içi çalkantılar daha yüksek göstermektedir. Ayrıca 20 metrelik ten daha düşük göstermektedir. Batı yönünde en yüksek dalga yüksekliğini sahiptir, 40 metrelik ana dalgakıran yapıda dalga yüksekliğini batı yönünde 0.4-0.45 metre arasındadır.

60 Metrelik Ana Dalgakıran %75 oran modeli :

%75 oranına sahip modelde en yüksek liman içi çalkantı batı ve batı kuzey batı yönündedir ve en düşük liman içi çalkantı kuzey ve kuzey batı kuzey yönülerdedir. 60 metrelik ana dalgakıran 80 metrelik, ve 100 metrelik ten liman içi çalkantılar daha yüksek göstermektedir. Ayrıca 20 metrelik, 40 metrelik ten daha düşük göstermektedir. Batı yönünde en yüksek dalga yüksekliğini sahiptir, 60 metrelik ana dalgakıran yapıda dalga yüksekliğini batı yönünde 0.4 metre civarında bulunmaktadır.

80 Metrelik Ana Dalgakıran %100 oran modeli :

%100 oranına sahip modelde en yüksek liman içi çalkantı batı ve batı kuzey batı yönündedir ve en düşük liman içi çalkantı kuzey ve kuzey batı kuzey yönülerdedir. Ana dalgakıran 80 metrelik, 100 metrelik yapıdan liman içi çalkantılar daha yüksek göstermektedir. Ayrıca 20 metrelik, 40 metrelik, 60 metrelik ten daha düşük göstermektedir. Batı yönünde en yüksek dalga yüksekliğini sahiptir, 80 metrelik ana dalgakıran yapıda dalga yüksekliğini batı yönünde 0.25-0.30 metre arasında bulunmaktadır.

100 Metrelik Ana Dalgakıran %125 oran modeli:

% 125 oranına sahip modelde en yüksek liman içi çalkantı batı ve batı kuzey batı yönündedir ve en düşük liman içi çalkantı kuzey ve kuzey batı kuzey yönlerindedir. Ana dalgakıran 100 metrelik olan yapı liman içi çalkantılar en düşük göstermektedir. Batı yönende en yüksek dalga yüksekliğini sahiptir, 100 metrelik ana dalgakıran yapıda dalga yüksekliğini batı yönende 0.15-0.20 metre arasında bulunmuştur.



KAYNAKÇA

- A Caribbean beach could offer a crucial test in the fight to slow climate change". MIT Technology Review. Retrieved 6 November 2020.
- Abbott, M. B., and Madsen, P. A. 1990. "Modelling of Wave Agitation in Harbors," The Sea, Volume 9, Part B,B. Le Méhauté and D. M. Hanes, ed., John Wiley & Sons, New York.
- About Different Types of Sand". Sciencing. Retrieved 28 March 2018.
- Agerschou, H. and Korsgaard, J., 1969. "System Analysis for Port Planning." The Dock and Harbour Authority, March,1969.
- Aksoy, H., Kıyı Yapılarının Laboratuar Çalışmaları ve Güzelce Yat Limanı Modelinin İncelenmesi, YüksekLisansTezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1993.
- Akyarlı, A., Yalçın Y., Çevik, E., Yalçiner, C. ve Güler, I. Kıyı Bölgesi Yönetimi Vesorunları, Işıkhane GÜLER. Kıyı Ve Liman Mühendisliği.TMH.
- Allizadegan, M., H., Computer Programming of Wave Agitation in Harbors.
- Amir Sharif Ahmadian, in Numerical Models for Submerged Breakwaters, Design Model Development and Analysis. 2016.
- Andersen, P. 1979. "Ship Motions and Sea Loads in Restricted Water Depth," Ocean Engineering, Vol 6.
- Aug 1998 CGWAVE: A Coastal Surface Water Wave Model of the Mild Slope Equation
- Autodesk, Inc.". FundingUniverse. Lendio. 2012. Retrieved 29 March 2012.
- Bakker, W. T (1968). The dynamics of a coast with a groyne system. Coastal Engineering Published January 29, 1968.
- Bilgin, R., Önsoy, H. veYüksek, Ö. Hopa Limanı Liman İçi Çalkantısının Önlenmesi ve Dalgakıran Onarım Kesiti Araştırma Projesi Sonuç Raporu, Karadeniz Teknik Üniveristesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Trabzon, 1992.
- Blaauw, H. G., and van der Knapp, F. M. C.(1983). "Prediction of Squat of Ships Sailing in Restricted Water:" Proceedings, 8th International Harbor Conference.June,1983.
- Blue Marble Geographic's. Global Mapper.
- Cavaleri L and Bertotti L. 2006. The improvement of modeled wind and wave fields with increasing resolution.Ocean Engineering 33, 553–565.

- Chapter 2: A Brief Overview of the History of CAD" (PDF). Cadhistory.net. Retrieved 2016.
- Chapter 8: Autodesk and AutoCAD" (PDF). Cadhistory.net. Retrieved 2016.
- Chelton D B, 2001. Satellite altimetry. In: Full and caza-nave A (Eds), Satellite altimetry and earth sciences.Academic Press, 463p.
- Coastal Engineering Manual.US Army Corps of Engineers and design. Harbor Hydrodynamics: Chapter 7(Part II)1 August 2008.
- Cox, Andrew T. & Vincent J. Cardone (2002). "20 Years of Operational Forecasting At Ocean weather". 7th International Workshop on Wave Hindcasting and Forecasting October 21–25, 2002, Banff, Alberta, Canada. Retrieved 2008.
- Dalag transformasyonu ve liman içi çalkantı çalkanti sayısal model yazılımı. Engin BİLYAY, İnşaat Yük.Müh. Beştepeler Mah. Zübeyda Hanım Sok. Beştepe Koru Sitesi, A-Blok.
- Darshani, T. Harbour oscillations: Generation and minimization of their impacts. Thesis: Harbor oscillations. December 2014.
- Dean, R.G., Dalrymple, R.A. (2004), Coastal Processes with Engineering Applications, Cambridge University Press.
- Demirbilek, Z. and Panchang, V. (1998). "CGWAVE: A coastal surface water wave model of the mild slope equation," Technical Report CHL-98-26.
- Disappearing beaches: Climate change could wipe out half of the world's sandy shorelines. NBC News.16 November 2020.
- Dobson,F.W. (1971). Measurements of atmospheric pressure on wind-generated sea waves. J. Fluid Mech.48 –127.
- Eberhard Zangger, Serdal Mutlu."Troia'daki Yapay Limanlar ve su Mühendisliği: Bir Jeo-Arkeolojik Çalışma Hipotezi".May 2015.
- Gent, P. R. and Taylor, P. A.(1976). 'A Numerical Model of Air Flow above Water Waves',J. Fluid Mech. 77, 105–128.
- Goda Yoshimi (1985). Random Seas and Design of Maritime Structures, University of Tokyo Press.
- Goda, Y. (2000). Random Sea Waves and Engineering Applications, World Scientific Publishing Co.
- Griffin, Melanie. 2020.What Is AutoCAD. All3DP.
- H. Ligtemingen·March 1987. Breakwater Engineering. Interdisciplinary Science Reviews 12(1):41-55.

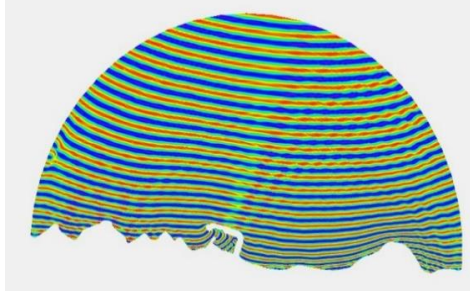
- Hans, F.(2007). Burcharth,Alberto Lamberti, in Environmental Design Guidelines for Low Crested Coastal Structures.Journal of Design tools related to engineering.
- Hasselmann, D. and Bösenberg, J. (1991). ‘Field Measurements of Wave-Induced Pressure over Wind-Sea and Swell’,J. Fluid Mech. 230, 391–428.
- Hiroshi Takagi, Tomoya Shibayama(2015). in Handbook of Coastal Disaster Mitigation for Engineers and Planners, Stochastic Design of Caisson Breakwaters. 2015.
- Jiin, L., Fredric, R.(1971). Wave Induced Oscillationsin Harbors With Connected Basins. Report No. KH-R-26. August 1971.
- Jun 2003 Tedious Creek Small Craft Harbor:CGWAVE Model Comparisons Between Existing and Authorized Breakwater Configurations.
- Kıyı Mühendisliği Nedir. İnş.Müh. Burak Karaoglu.23 Aralık 2020.
- Kraus, N.C. (1996). History and Heritage of Coastal Engineering, American Society of Civil Engineers.
- Lakshmi Atwal.What is the importance of coastal engineering..2019.
- Liman içi çalkantıların modellenmesi ve Çeşme yat limanı örneği. Yerli, Ürfi.1999.
- Limanlar ve Liman Yeri Seçimi.Prof.Dr. İsmet BALIK. Ordu Üniversitesi, Fatsa DB. 2014.
- M.D. Kudale, A.V. Sitarama Sarma on"Guidelines for Design & Construction of Seawalls", CWPRS Technical Memorandum. May, 2010.
- Master Thesis, Middle East Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara, 1990.
- Mazurkiewicz, B.K., Design and Construction of Dry Docks, Gulf Publishing Company, Houston, Texas, 1981.
- Michael J. Briggs, Barbara P. Donnell, and Zeki Demirbilek. (How to Use CGWAVE with SMS).US Army crops of Engineers. March 2004.
- Michael Nelson, Queen Victoria and the Discovery of the Riviera, Tauris Parke Paperbacks, 2007.
- Murat KANKAL (2010). Physical and Numerical Modeling of Harbor Oscillations: A Case Study in Ünye Harbor, Turkey.
- Phillips and Miles (1957).Wind Wave Generation: Turbulent Wind print below the Wave Onset and its Link with O. M. Phillips 1957 Theory.
- Rabinovich, A.B. (2009) Stiches and Harbor Oscillations. Chapter 9. In: Handbook of Coastal and Ocean Engineering, World Scientific Publ.Singapore.

- Robinson S. 2004. Measuring the Oceans from Space. Springer-Praxis Books, Great Britain, 669p.
- Sawaragi, T. and Kubo, M. 1982. The motions of a moored ship in a harbor basin. Coastal Engineering Proceedings. 1, 18 (Jan. 1982).
- SMS:CGWAVE. Graphical Interface. 3 July 2019.
- Sorensen, R. (2013). Basic Coastal Engineering, Springer. The Fascinating Story of How Autodesk Came to be (Part 1)". 2012-01-07.
- The WISE Group (2007). L. Cavaleri, J.-H.G.M. Alves, F. Ardhuin, A. Babanin, M. Banner, K. Belibassakis. Wave modelling - The state of the art. Article in Oceanography September 2007.
- Thomas, J. L. (1974). A Counter-Perspective on Pollution Problems: Civil Engineering, August: American Society of Civil Engineers.
- Thompson, E. F., Chen, H. S., and Hadley, L. L. (1996). "Validation of numerical model for wind waves and swell in harbors," Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering 122(5), 245-257.
- U.S. Army Corps of Engineers, coastal Engineering, (1984). Shore Protection Manual, (SPM1984), U.S. Government Printing Office, Washington D.C, USA
- 22 "Design & Construction of Coastal Structures" by A.V. Sitarama Sarma, RO, CWPRS A R W Ps.
- Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü (2007), Kıyı Yapıları ve Limanlar Planlama ve Tasarım Teknik Esasları.
- Url: <https://www.haritatr.com/ilyasbey-koyu-haritasi-m6399>
- Van Rijn, L.C. Sediment Transport in the Coastal Zone. 1990.
- Walker, John (1 May 1982). "Information letter #5". Retrieved 24 January 2014.
- Walton, John K. *"The seaside resort: a British cultural export"*. Department of Humanities, University of Central Lancashire.
- Webb, Paul (2019). *Introduction to Oceanography, chapter 13.1 Beaches, Rebus Community, Roger Williams University, Open textbook.*

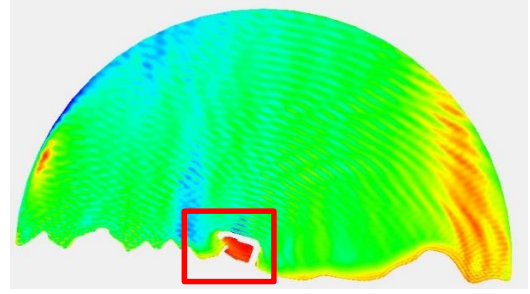
EKLER

EK- A. İkinci Yapı : Ana Dalgakıranın 40 m.

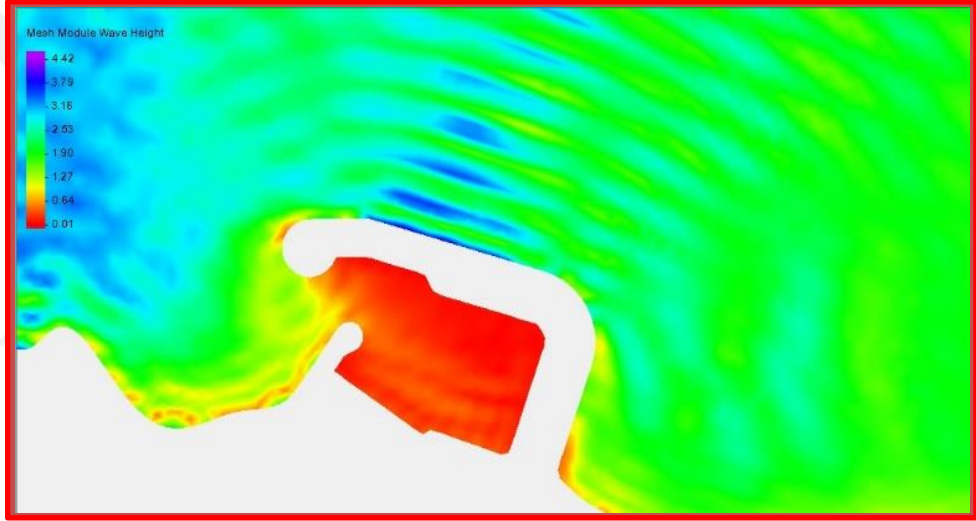
Kuzey



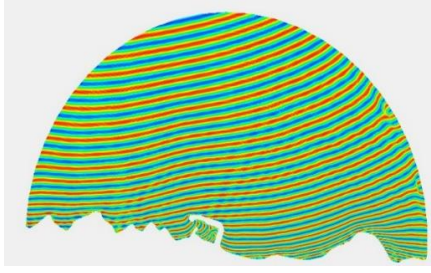
Yayılm fazı



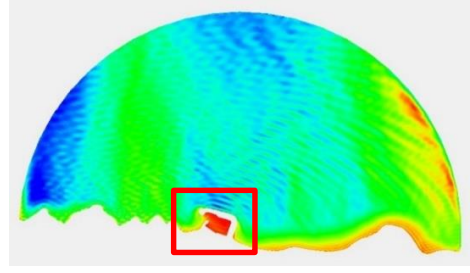
Dalga yayılım haritası



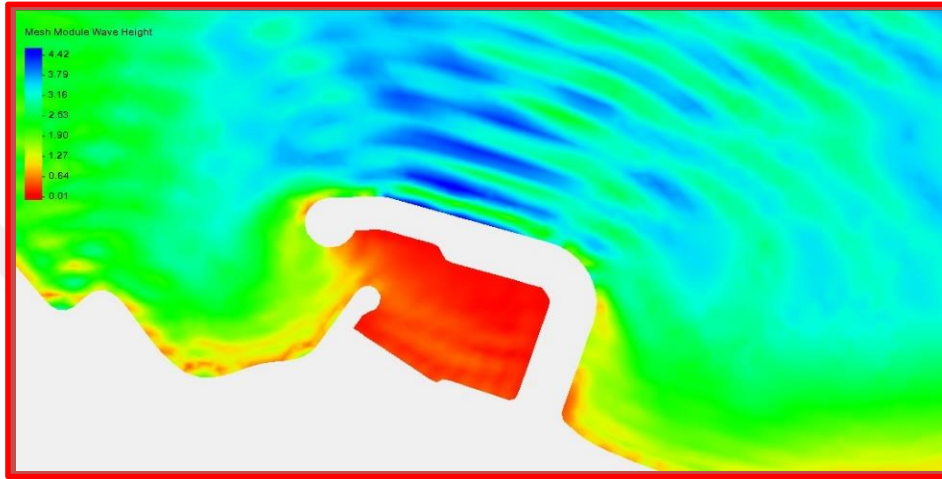
Kuzey- Kuzey Batı



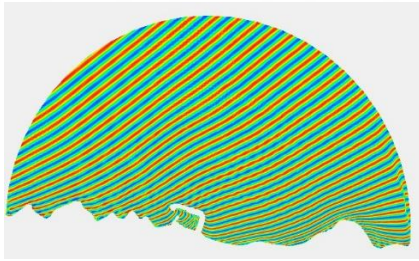
Yayılm fazı



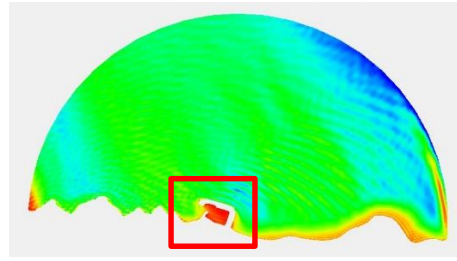
Dalga yayılım haritası



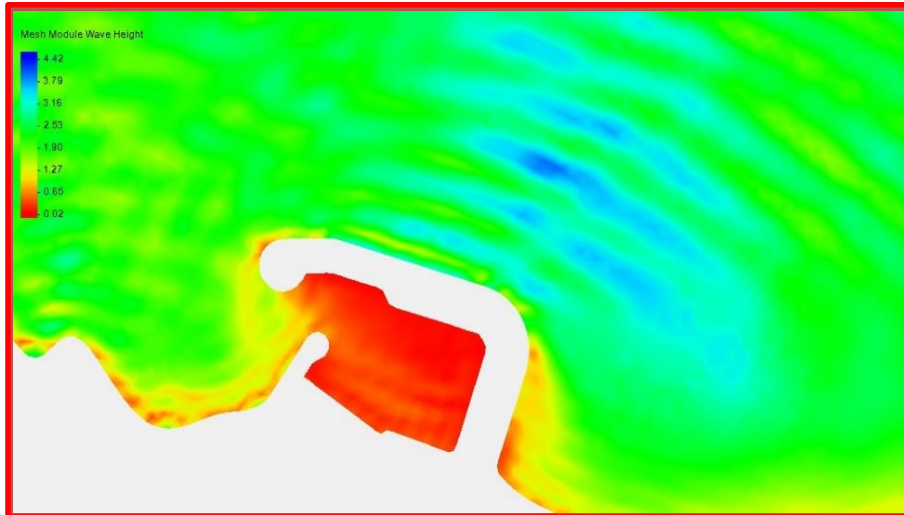
Kuzey Batı



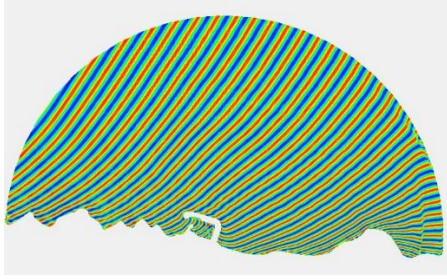
Yayılm fazı



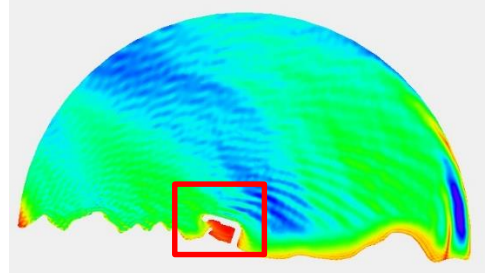
Dalga yayılım haritası



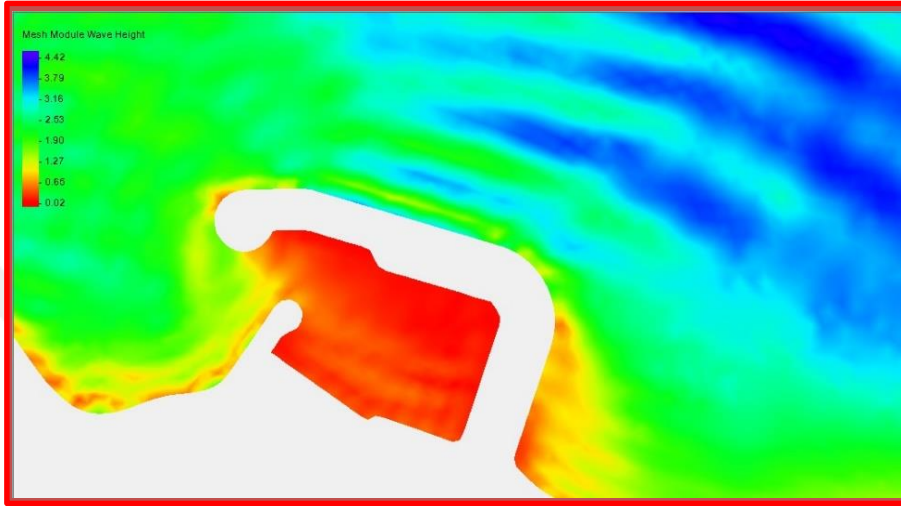
Batı Kuzey Batı



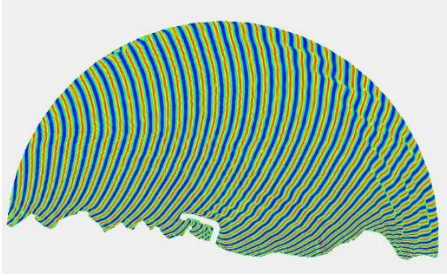
Yayılm fazı



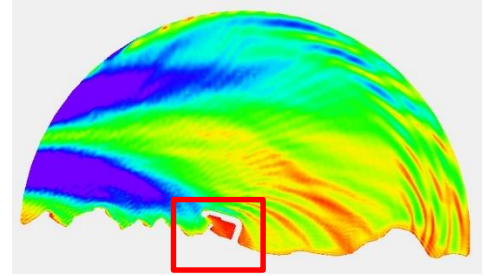
Dalga yayılım haritası



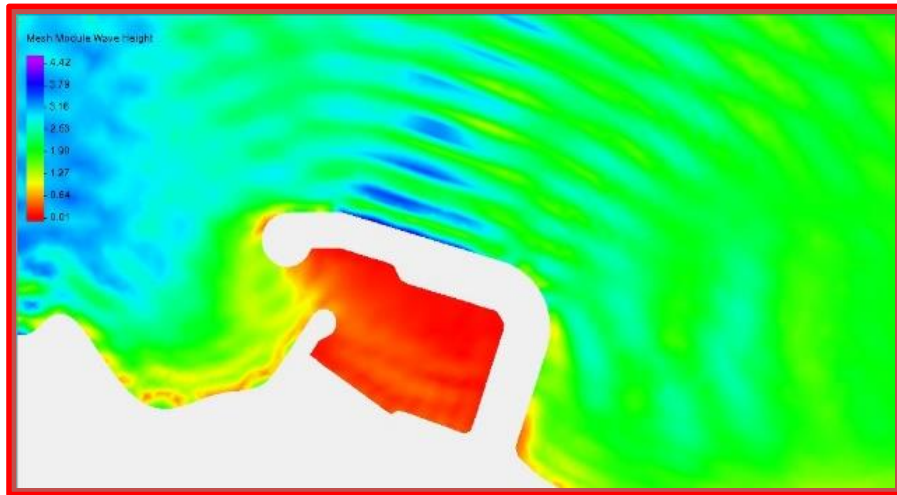
Batı



Yayılm fazı

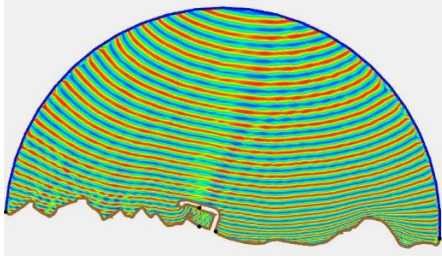


Dalga yayılım haritası

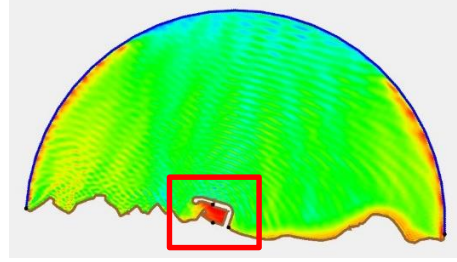


EK- B. Üçüncü Yapı : Ana Dalgakıranın 60 m.

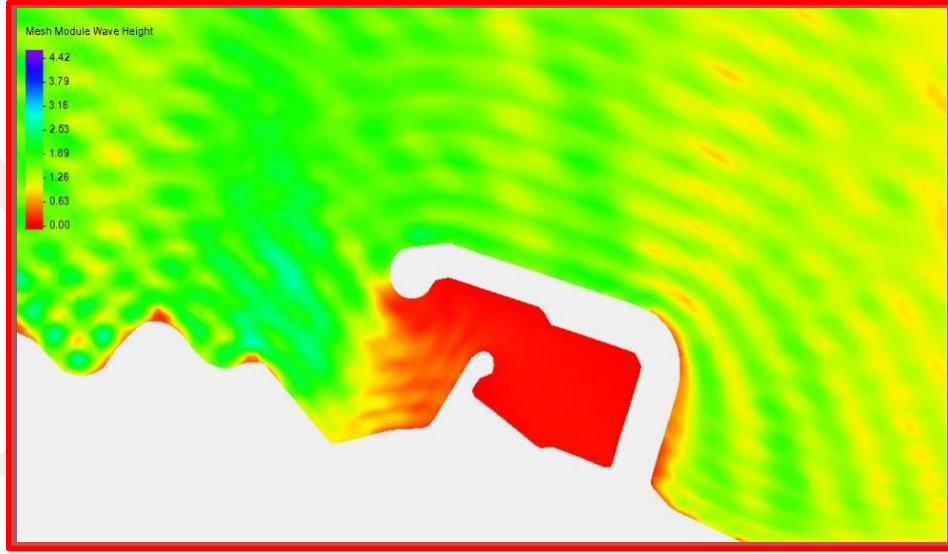
Kuzey



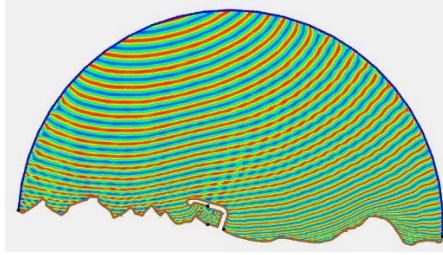
Yayılım fazı



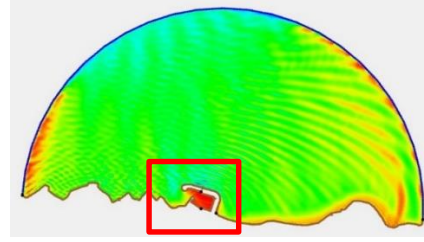
Dalga yayılım haritası



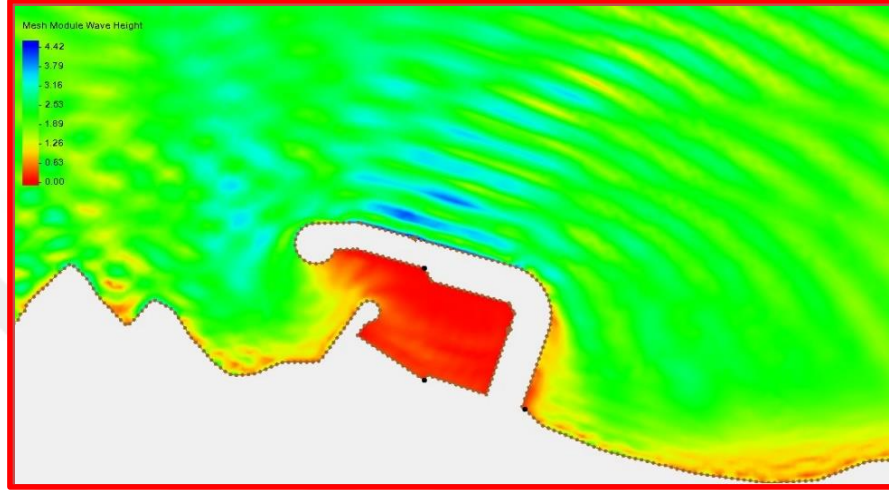
Kuzey- Kuzey Batı



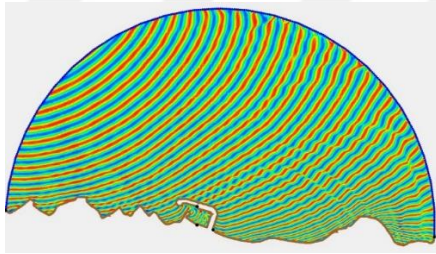
Yayılm fazı



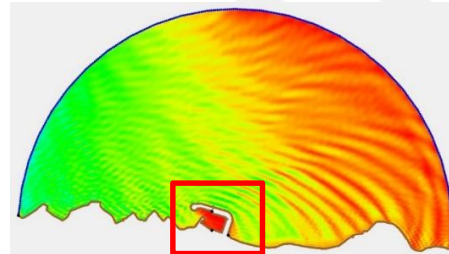
Dalga yayılım haritası



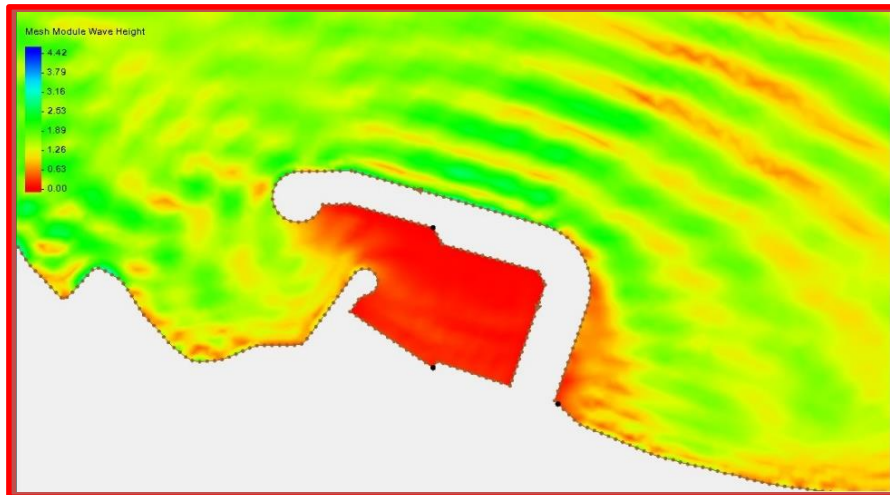
Kuzey Batı



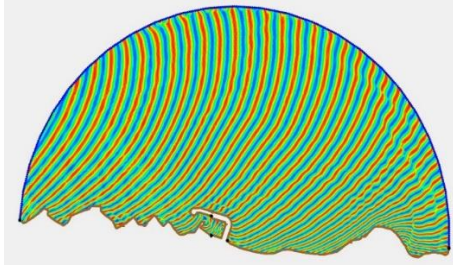
Yayılm fazı



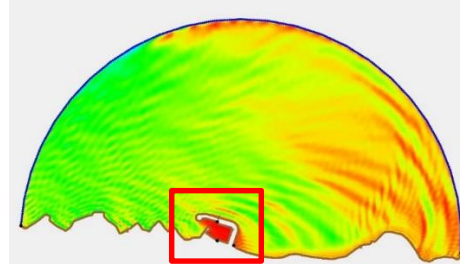
Dalga yayılım haritası



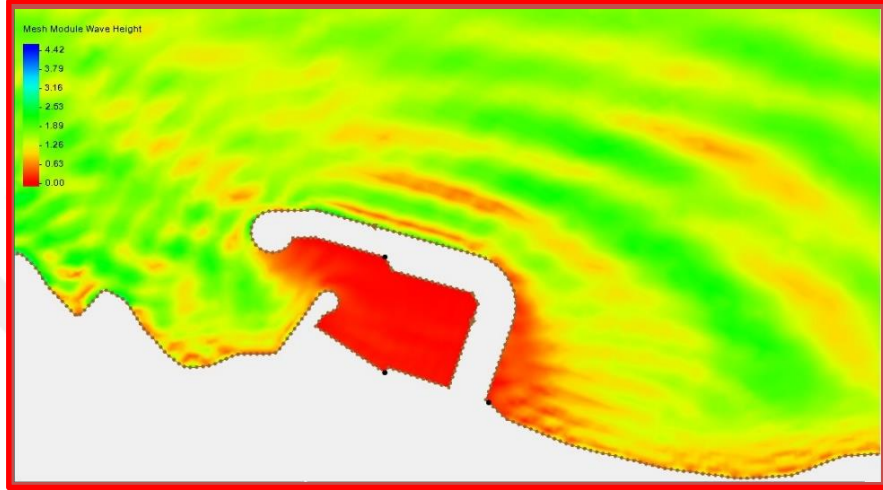
Batı Kuzey Batı



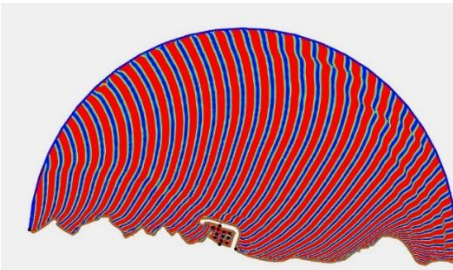
Yayılm fazı



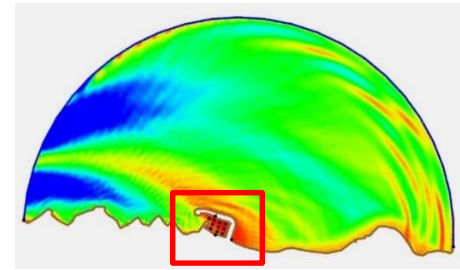
Dalga yayılım haritası



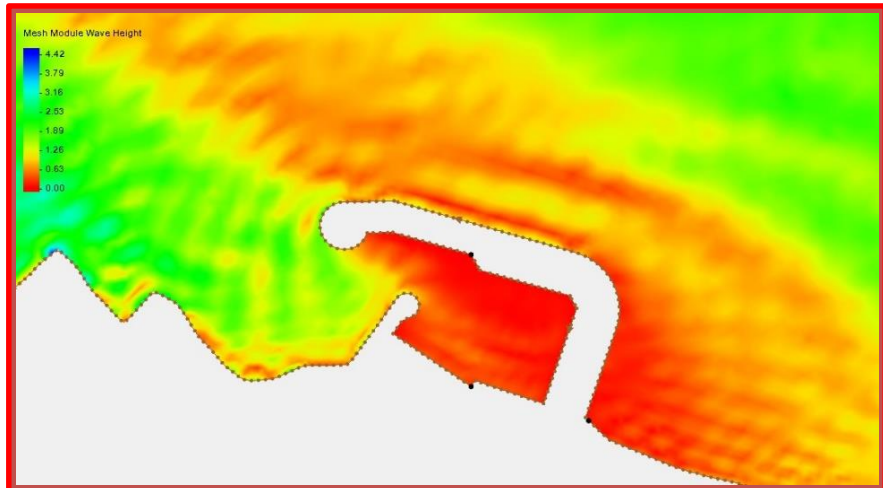
Batı



Yayılm fazı

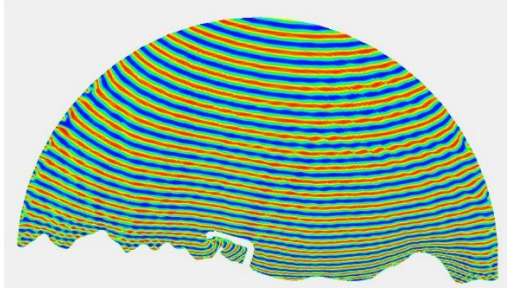


Dalga yayılım haritası

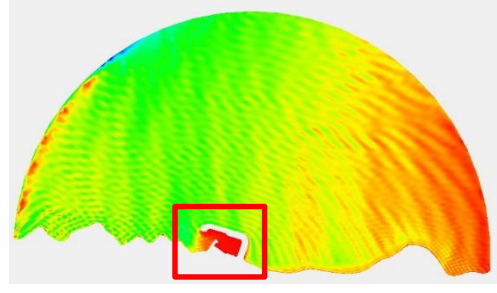


EK- C. Dördüncü Yapı : Ana Dalgakırının 80 m.

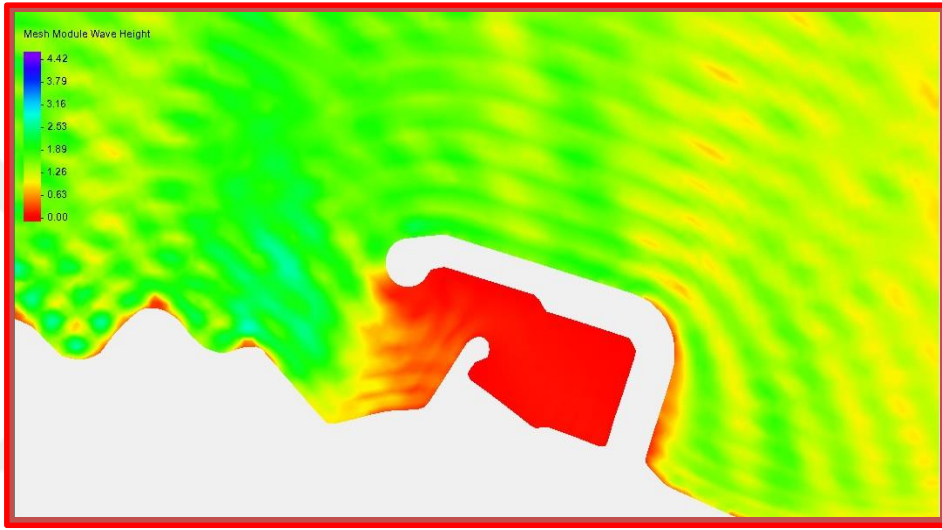
Kuzey



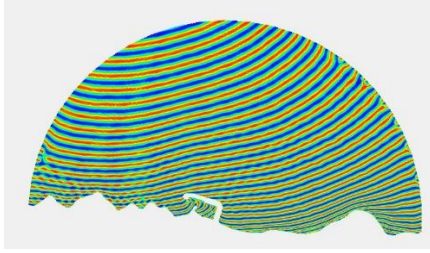
Yayılm fazı



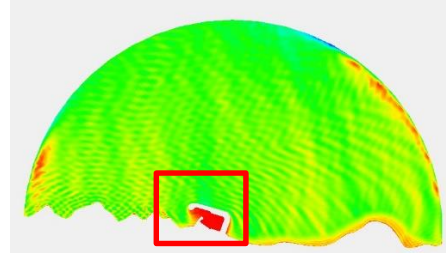
Dalga yayılım haritası



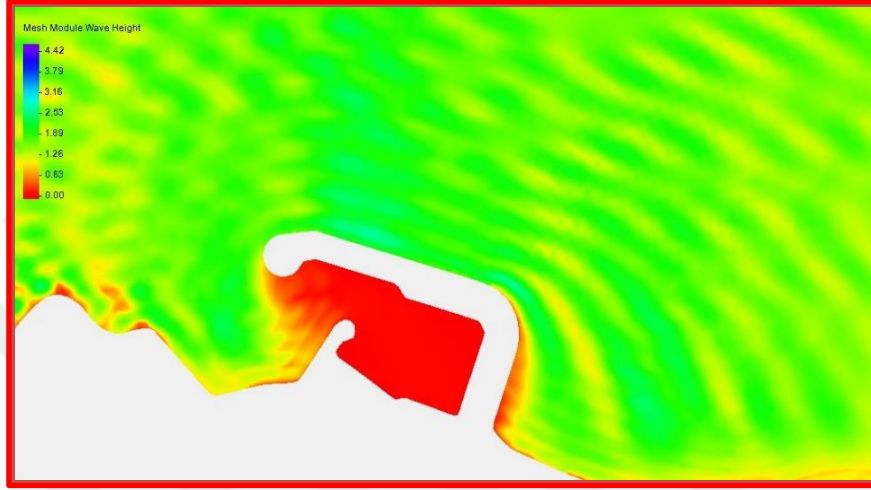
Kuzey Kuzey Batı



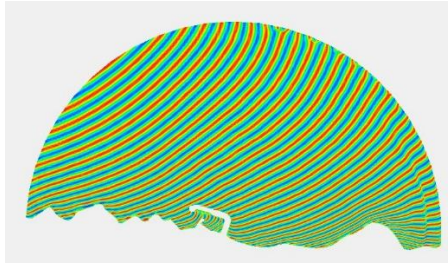
Yayılm fазı



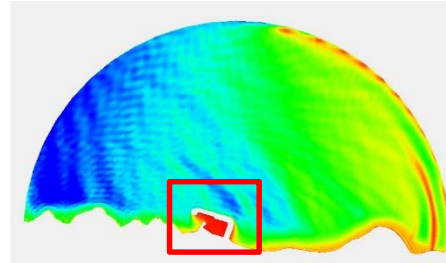
Dalga yayılım haritası



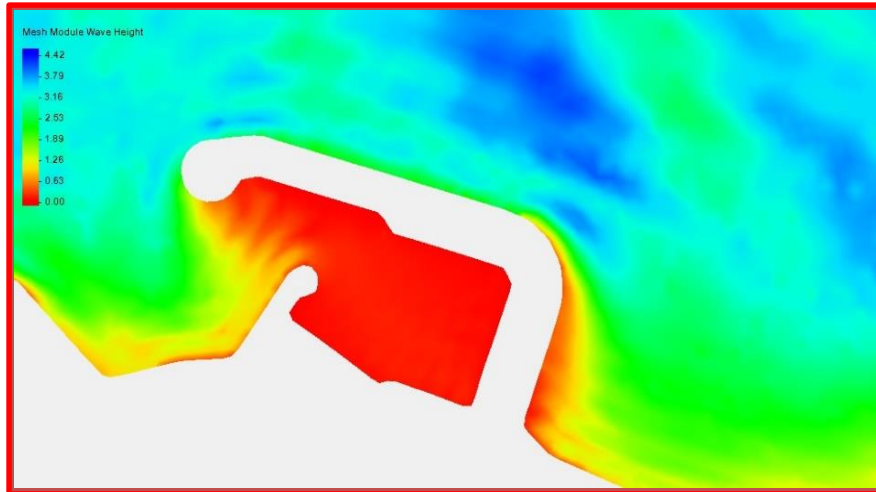
Kuzey Batı



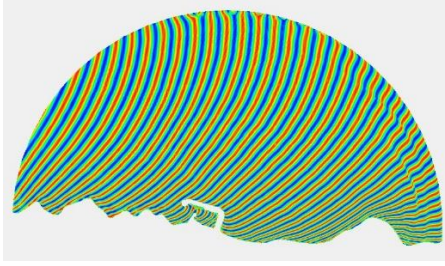
Yayılm fазı



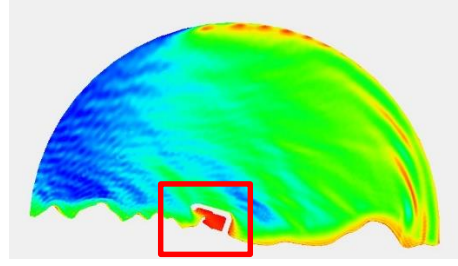
Dalga yayılım haritası



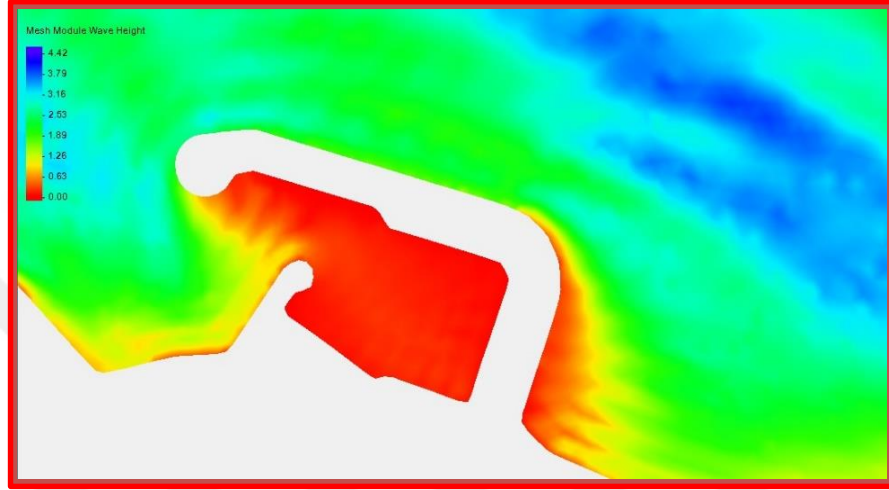
Batı Kuzey Batı



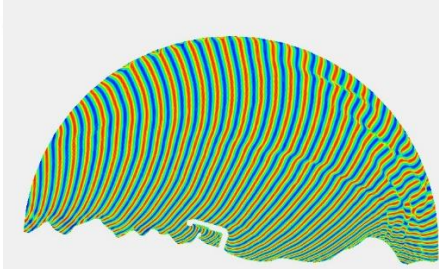
Yayılm fazı



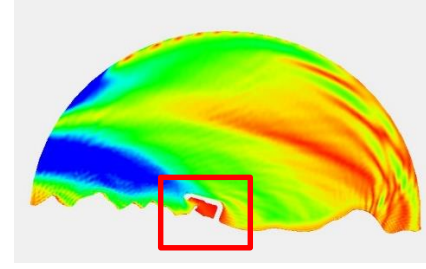
Dalga yayılım haritası



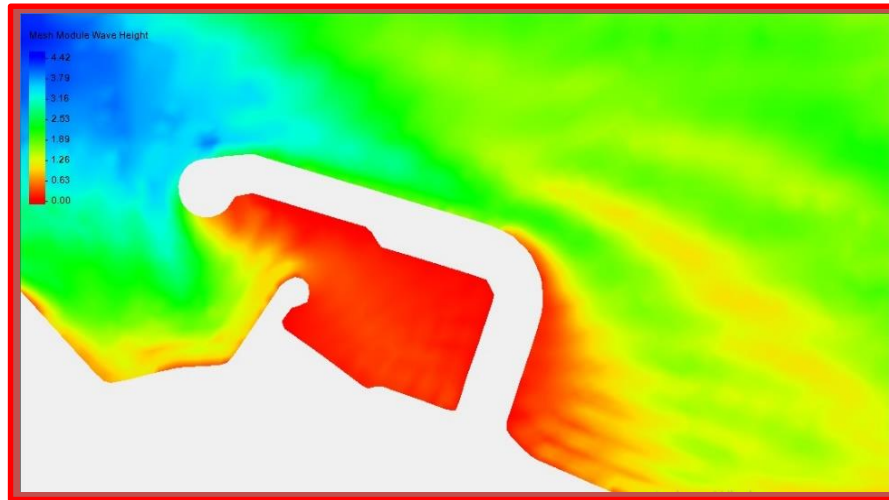
Batı



Yayılm fazı

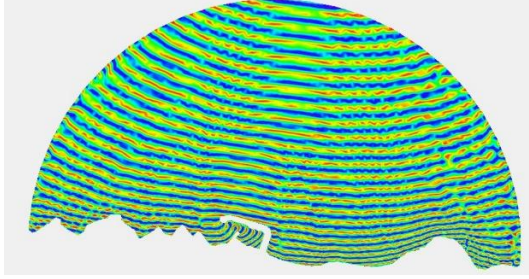


Dalga yayılım haritası

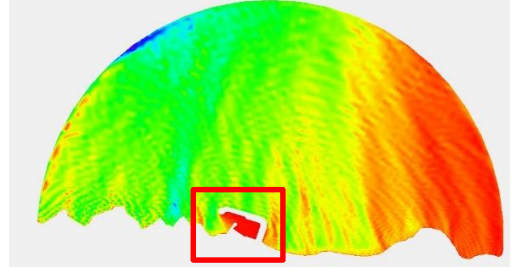


EK- D. Beşinci Yapı : Ana Dalgakıranın 100 m.

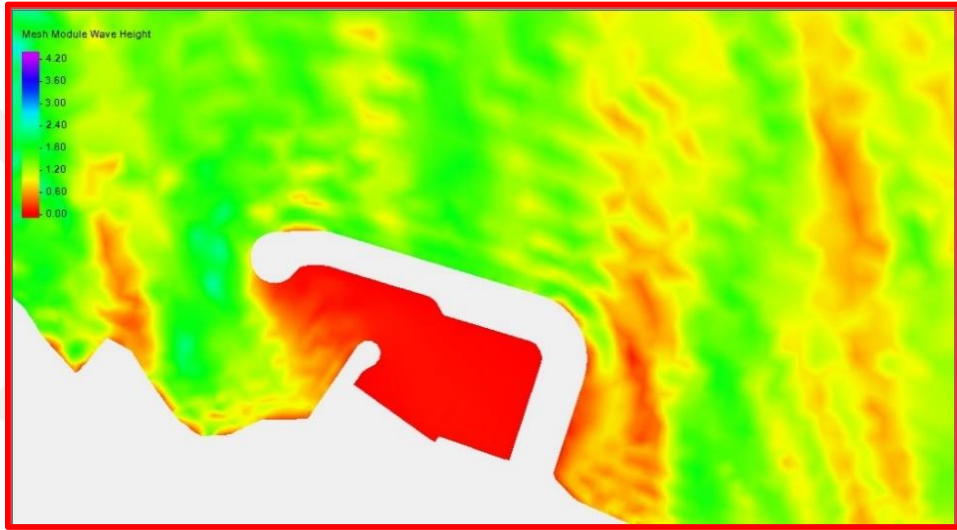
Kuzey



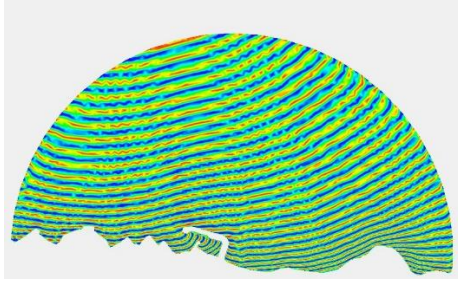
Yayılm fazı



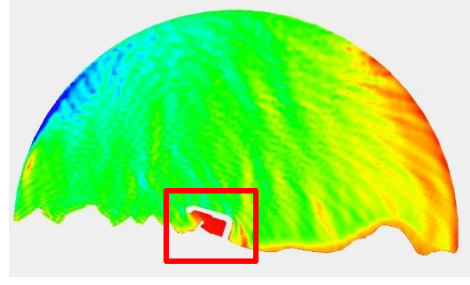
Dalga yayılım haritası



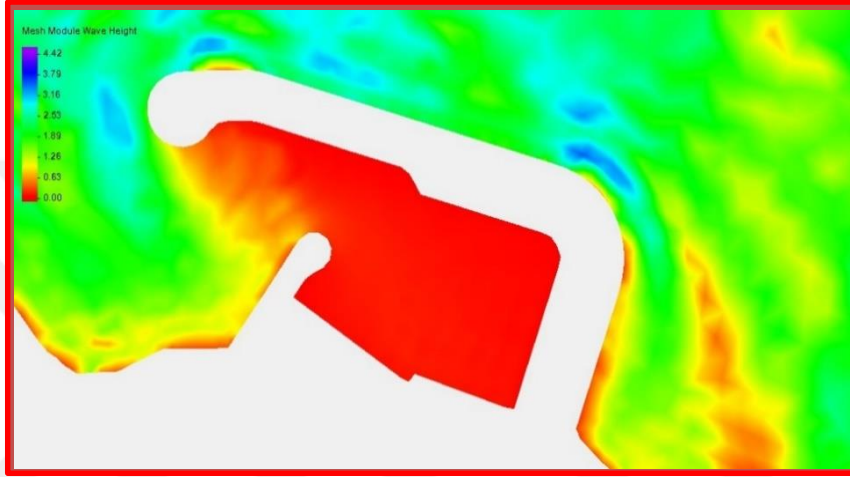
Kuzey Kuzey Batı



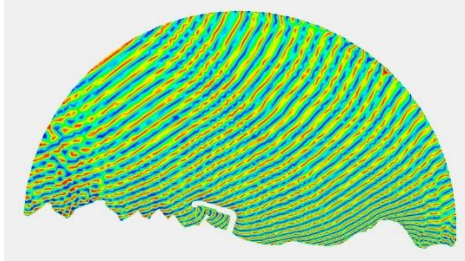
Yayılm fazı



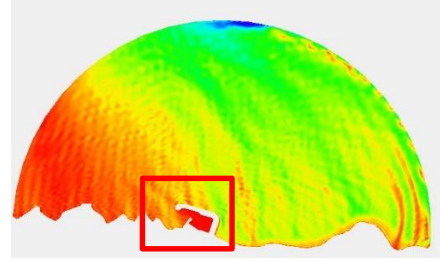
Dalga yayılım haritası



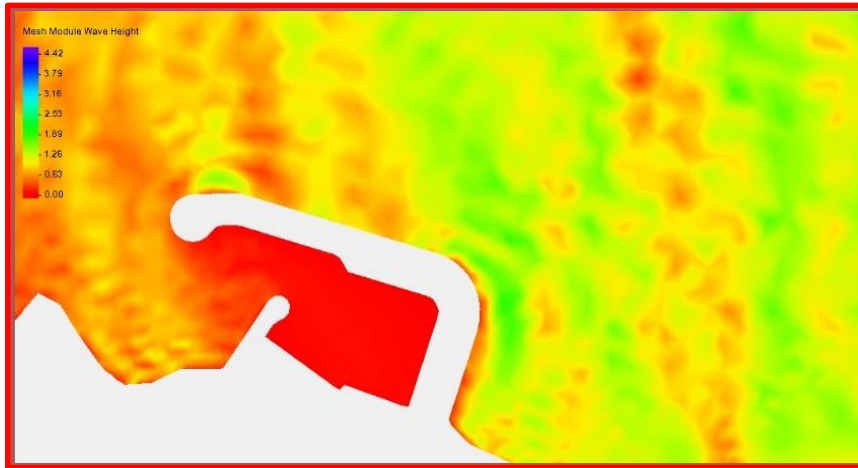
Kuzey Batı



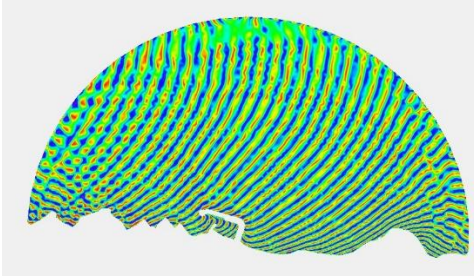
Yayılm fazı



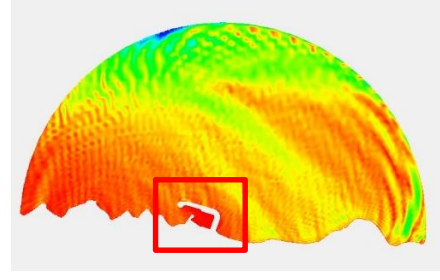
Dalga yayılım haritası



Batı Kuzey Batı



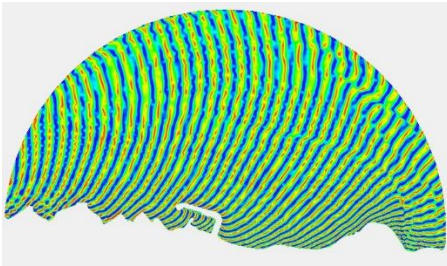
Yayılm fazı



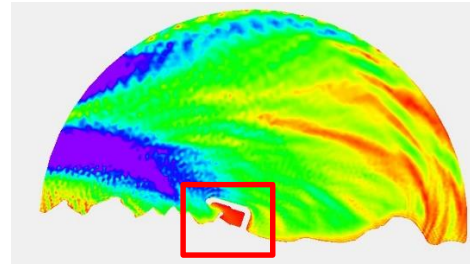
Dalga yayılım haritası



Batı



Yayılm fazı



Dalga yayılım haritası

