



Avrasya Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

DENİZ KIYI KORUMA YAPILARINDA TAHKİMATLAR VE
GİRESUN ÖRNEĞİ

İnş. Müh. Burcu AYDIN

Yüksek Lisans Tezi

Trabzon - 2018

**DENİZ KIYI KORUMA YAPILARINDA TAHKİMATLAR VE GİRESUN
ÖRNEĞİ**

İnş. Müh. Burcu AYDIN

Avrasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

**Avrasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
‘İnşaat Yüksek Mühendisi’
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 01.12.2017

Tezin Savunma Tarihi : 11.01.2018

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Basri ERTAŞ**

Trabzon - 2018


KABUL VE ONAY

**DENİZ KIYI KORUMA YAPILARINDA TAHKİMATLAR VE GİRESUN
ÖRNEĞİ**

Başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 15.12/2017 ve 16.. sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

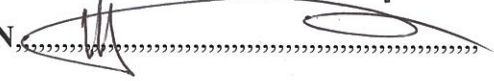
Başkan :Prof. Dr. Basri ERTAŞ


.....

Üye :Prof. Dr. Ragıp ERDÖL


.....

Üye :Yrd. Doç. Dr. Havva ÖZDOĞAN


.....

ÖZET

DENİZ KIYI KORUMA YAPILARINDA TAHKİMATLAR VE GİRESUN ÖRNEĞİ

Burcu AYDIN

Avrasya Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Basri ERTAŞ

Ülkemizin büyük kısmı denize kıyısı olması sebebiyle bazı problemlerle karşılaşmaktadır. Bunlardan bir tanesi de dalgalardır. Bu sebeple kıyı koruma tahkimatları büyük önem taşımaktadır. En fazla etkilenen kıyılarımız ise Doğu Karadeniz’de bulunmaktadır.

Bu çalışmada ise genel olarak kıyı koruma tahkimatlarından bahsedilip Doğu Karadeniz’de bulunan Giresun İli Sahil Yolu çalışması incelenmiştir. Özellikle Doğu Karadeniz Bölgesinde Kıyı Şeridinde yapılan dolguların korunması amacıyla tahkimat yapılması zorunluluğu doğmuştur. Bu sebeple dalgaların kıyı şeridinde bulunan yapılara zarar vermesini ve kıyı erozyonunu önlemek amacıyla kıyı tahkimatları, T mahmuzları ve dalgakıranlar büyük önem kazanmıştır. Doğu Karadeniz Sahil yolu kapsamında inşa edilen Giresun – Espiye arası kıyı koruma yapıları incelenmiştir. Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde kıyı koruma yapıları, dalga mekaniği hakkında genel bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde ise daha önce yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde ise uygulanmış olan kıyı tahkimatları ve T mahmuzlarının stabilite ve çevreye olan etkileri incelenmiştir. Dört ve beşinci bölümlerde ise konuyla ilgili sonuçlar ve önerilerden bahsedilmiştir. Altıncı ve yedinci bölümler ise kaynaklar ve eklerden oluşmaktadır. Uygulanan kıyı tahkimatları ve T mahmuzlarının amacına uygun ve stabilite sorunu olmadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mahmuz, Kıyı Tahkimatı, Dalgakıran, Kıyı koruma Yapısı

SUMMARY

TRANSPARENCES AND GIRESun PROTECTION IN THE SEA COAST PROTECTION

University of Avrasya

The Graduate School of Natural and Applied Sciences

Civil Engineering Graduate Program

Supervisor: Prof. Dr. Basri ERTAŞ

Some problems are encountered because the majority of our country is coastal to the sea. One of them is waves. For this reason, coastal protection fortifications are of great importance. The most affected coasts are in the Eastern Black Sea.

In this study, coastal protection fortifications were mentioned in general and the study of Giresunil coastal road in Eastern Black Sea region was examined. Particularly in the eastern part of the Black Sea region, due to the damage caused in the coastal area, sea filling has become inevitable. For this reason, coastal fortifications, T-spurs and breakwaters have gained importance in order to prevent damage to the coastal structure and to prevent coastal erosion. Coastal protection structures between Giresun and Espiye built within the scope of Eastern Black Sea Coastal route have been examined. The study consists of six parts. In the first part of the work, coastal protection structures, wave mechanics, are given general information. In the second part, the previous studies have been mentioned. In the third part, the applied coastal fortifications and the effects of T springs on stability and environment have been examined. In the fourth and fifth sections, conclusions and suggestions related to the topic are mentioned. The lower and seventh sections consist of welds and inserts. The result is that the coastal fortifications and T spurs are not suitable for the purpose of stability and stability problems.

Keywords: Spur, Coastal Arbitration, Breakwaters, Coastal Protection

TEZ BEYANNAMESİ

(Yüksek Lisans Tezi / Doktora Tezi) Kıyı Koruma Yapılarında Tahkimatlar olarak sunduğum “Kıyı Koruma Tahkimatları” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Basri Ertaş’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim...../..../2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
SUMMARY	ii
TEZ BEYANNAMESİ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLOLAR DİZİNİ	viii
RESİM DİZİNİ	ix
ÇİZİM	x
ÖNSÖZ	xi
BİRİNCİ BÖLÜM	1
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Kıyı Koruma Yapıları	1
1.2. Kıyıya Dik Yapılar	1
1.2.1 Mahmuzlar	2
1.2.2. İskeleler	4
1.2.3 Kıyıya Dik Yapıların Kıyıya Olan Etkisi	5
1.3. Kıyıya Paralel Yapılar	5
1.3.1. Kıyı Duvarları	5
1.3.1.1. Kıyı Duvar Tipleri	6
1.3.1.2. Dik (Düşey) Yüzeyli Kıyı Duvarları	6
1.3.1.3. Basamaklı Kıyı Duvarları	6
1.3.1.4. Dairesel Yüzeyli Kıyı Duvarları	7
1.3.1.5. Yatık Yüzeyli Kıyı Duvarları	7
A- Taş kaplamalı kıyı duvarları	8
1- Tahkimat tipi	8
2- Palyalı Tahkimat Tipi	8
3- Duvar Önü Tahkimat	9
B- Pere Tipi Kıyı Duvarlar	9
1- Gömme Topuklu Pere Tipi Tahkimat	9
2- Topuklu Pere Tipi Tahkimatlar	10
1.3.2. Kıyı duvarlarının tasarımı için dikkate alınması gereken hususlar aşağıda belirtilmiştir;	10
1.3.3. Kıyı Kaplamaları (Tahkimatları)	12

1.3.4. Koruma tabakası tasarımı	13
1.3.5 Koruma Tabakası Kalınlığı	13
1.3.6. Filtre Tabakası Tasarımı.....	14
1.3.7. Topuk Tasarımı.....	15
1.3.8. Dalga Aşması Miktarı (q)	15
1.3.9. Kıyıya Paralel Yapıların Dezavantajları	17
1.4 Dalgakıranlar	17
1.4.1. Açıkdeniz Dalgakıranları.....	17
1.5.Dalga Mekaniği.....	18
1.5.1. Giriş	18
1.5.2 Temel Dalga Parametreleri	20
1.5.2.1 Dalga Profili (η).....	20
1.5.2.2 Dalga Boyu (L)	20
1.5.2.3 Dalga Yayılma Hızı (c)	21
1.5.3 Sığ Suda Dalga Hareketlerinde Meydana Gelen Değişmeler	21
1.5.3.1 Sapma	21
1.5.3.2 Sığlaşma	22
1.5.3.3 Yansıma	23
1.5.3.4 Dönme.....	23
1.5.3.5 Kırılma	24
1.5.3.6 Dalga Tırmanma Yüksekliği	24
1.6. Taş Dolgu Dalgakıranlar.....	25
1.6.1. Üsten Aşma Oranının Hesabı	26
1.6.2 Stabilite	29
1.6.3 Koruyucu Tabaka Kalınlığı	32
1.7. Doğu Karadeniz Bölgesi Dalga İklimi Ve Katı Madde Rejimi.....	33
2.YAPILAN ÇALIŞMALAR	34
3.BULGULAR VE İRDELEME	35
3.1. Giriş	35
3.1.2. Yeryüzü Şekilleri.....	36
3.1.3. İklim Özellikleri.....	37
3.1.4. Jeolojik Yapı.....	37
3.2. Kıyı Tahkimatları Örnek İnceleme	38
3.3 Mahmuz Örnek İnceleme.....	41
SONUÇLAR.....	44
ÖNERİLER	45
Kaynakça	46



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1 Mahmuzun Kıyıya Etkisi.....	2
Şekil 2 Mahmuz Tipleri	3
Şekil 3 Dik Yüzeyli Kıyı Duvarları	6
Şekil 4 Basamaklı Kıyı Duvarları	7
Şekil 5 Dairesel Yüzeyli Kıyı Duvarları.....	7
Şekil 6 Yatık Yüzeyli Kıyı Duvarları	8
Şekil 7 Tahkimat Tipi Kıyı Duvarları.....	8
Şekil 8 Palyalı Tahkimat Tipi Kıyı Duvarları.....	8
Şekil 9 Duvar Önü Tahkimat Tipi Kıyı Duvarları	9
Şekil 10 Gömme Topuklu Pere Tipi Tahkimat Kıyı Duvarları	10
Şekil 11 Topuklu Pere Tipi Tahkimat Kıyı Duvarları	10
Şekil 12 Van der Meer Geçirgenlik Faktörü (McConnell,K. 1998)	13
Şekil 13 Filtre Tasarım Örnekleri	14
Şekil 14 Topuk Koruma Seçenekleri (McConnell.K, 1998)	16
Şekil 15 Açık Deniz Dalgakıran	18
Şekil 16 Sinüzoidal Dalga Karakteristiği.....	19
Şekil 17 Dalga Sapması	22
Şekil 18 Gelen Dalgaların Dönmeye Uğraması.....	23
Şekil 19 Taş Dolgusu Dalga Kıranlar İçin Hasar Tipleri.....	26
Şekil 20 Dalga Aşınmaması ya da Çok Az Dalga Aşınması Durumlarında Gözlemlendiği Taş Dolgu Dalga Kıran Kesiti	31
Şekil 21 Her İki Yönde de Dalga Etkisinde Kalan ve dalga Aşınmasının Meydana Gelebileceği Taş Dolgu Dalga Kıran Kesiti	31

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1 Dalga aşma kritik değerleri	27
Tablo 2 A ve B ampirik katsayıları.....	28
Tablo 3 Farklı Yüzeyler İçin r Faktörleri.....	29
Tablo 4 Hudson Formülümdeki K_D değerleri	30
Tablo 5 Çeşitli tabaka birey taş ya da blok için tabaka kat sayısı ve boşluk oranı..	32



RESİM DİZİNİ

Resim 1 İskele.....	4
Resim 2 Türkiye Haritası Giresun İli.....	35
Resim 3 Giresun İli Uydu Görüntüsü	35
Resim 4 Giresun Merkez -Espiye Arası Kıyı Tahkimatı.....	38
Resim 5 Giresun Espiye arası filtre tabakası uygulama hatası	39
Resim 6 Giresun Espiye arası filtre tabakası uygulaması.....	39
Resim 7 Giresun Merkez T Mahmuz.....	42



ÇİZİM

Çizim 1 Giresun İli İçin 3 Bölgede T Mahmuz Autocad Çizim

Çizim 2 Giresun İli İçin Pere Tipi Tahkimat Autocad Çizim



ÖNSÖZ

Araştırma konusunun seçiminde ve yürütülmesinde bana yol gösteren, hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen danışmanım ve değerli hocam Sayın Prof. Dr. Basri ERTAŞ' a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Bugünlere ulaşmamda en büyük pay sahibi olan aileme minnet ve şükranlarımı sunarım.

Her konuda sabırla yanımda olan eşime desteklerinden dolayı teşekkür ederim.





BİRİNCİ BÖLÜM

1.GENEL BİLGİLER

1.1.Kıyı Koruma Yapıları

Kıyı koruma yapıları şekillerine ve kullanım amaçlarına göre genel olarak kıyıya dik yapılar, kıyıya paralel yapılar ve dalgakıranlar olarak 3 ana başlıkta incelenir.

- Kıyıya dik yapılar
Mahmuzlar
İskeleler
- Kıyıya paralel yapılar
Kıyı duvarları
Kaplamlar
- Dalgakıranlar
Açık Deniz Dalgakıranları
Batık Deniz Dalgakıranları

1.2 Kıyıya Dik Yapılar

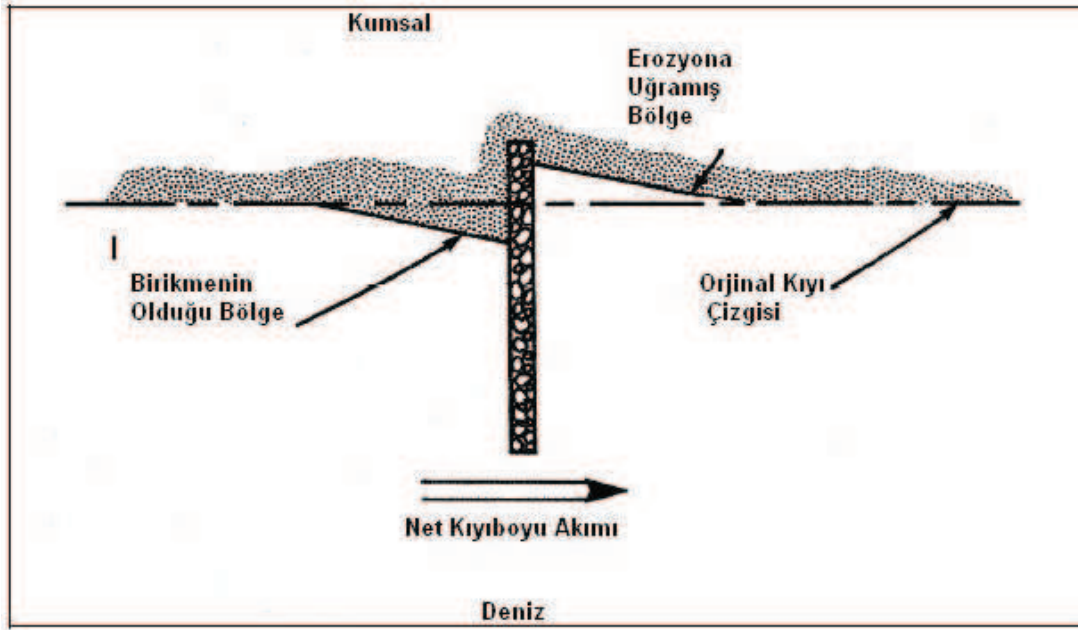
Mahmuzlar ve iskeleler kıyıdan denize doğru, kıyıya dik açı yapacak şekilde uzanan kıyı koruma yapılarıdır. Mahmuzlar, iskelelere göre daha kısa, küçük ve seri şekilde inşa edilerek surf bölgesinin içlerine kadar uzanır. İskeleler ise mahmuzların tersine tekil olarak, mahmuzlara oranla daha büyük ve uzun, ayrıca surf bölgesinin ilerisine kadar uzanan kıyıya dik, kıyı koruma yapılarıdır. Kıyıya dik yapılar, kıyıyı kıyıboyu akımını ve sediment hareketini kontrol altına almak için yapılırlar.[5]

Mahmuzların sediment hareketini azaltıp kumsal oluşturmak öncelikli görevi olmasına karşın, iskelelerin sediment hareketini durdurup yukarı kıyıda kumul birikmesini sağlamak öncelikli görevi değildir. İskelelerin öncelikli hedefi ağız kısmına yapıldığı ulaşım kanalı, liman ağızı gibi yerlere kumun girmesini engelleyip sığlaşmayı önlemektir.[5]

İskele ve mahmuzların kıyı üzerindeki ortak etkileri kıyı boyu sediment taşınımını ve sediment hareketini kontrol etmektir. Bu tip yapılar yukarı kıyıda sediment tutarken aşağı kıyıda erozyona sebep olmaktadır.

1.2.1 Mahmuzlar

Mahmuz veya mahmuz sistemleri kıyı dengesini korumak için inşa edilirler. Söz konusu bu sistemler belirli bir kumsal alanı korumak, yapay olarak yapılmış ve doğal oluşmuş kıyı alanlarının korunması için kullanılırlar. Mahmuzlar kıyıya dik ve dar inşa edilen yapılar olup, kıyı boyu katı madde taşınımını etkilerler ve kıyının dengeli hale gelmesini sağlarlar, genellikle şehirler, yollar ve yapıların altyapılarının denizden korunması için inşa edilir. Bu yapılar kıyı şeridinde boylamasına yapılır ve gelen dalgaların yansıtılmasını arttırmırlar. Şekil 1’de görüldüğü gibi mahmuzlar yukarı kıyı tarafında kumulun birikmesine, aşağı kıyı tarafında da erozyona sebep olur.[5]



Şekil 1. Mahmuzun Kıyıya Etkisi[5]

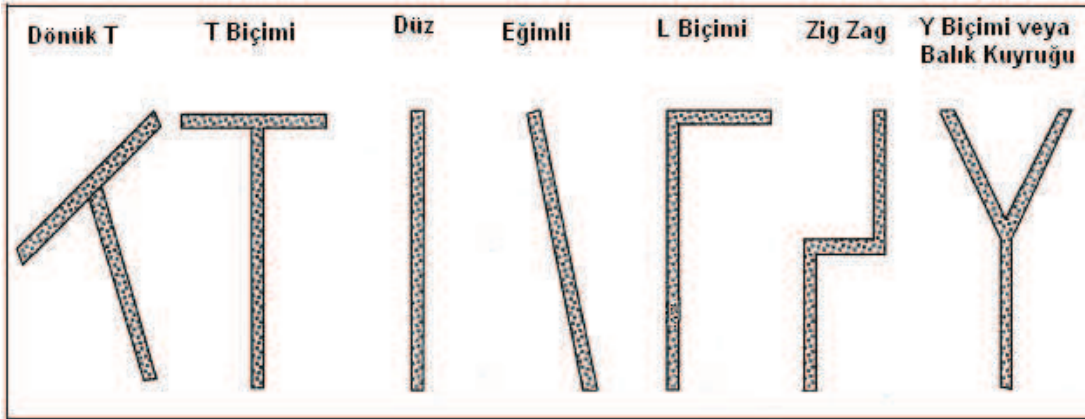
Avantajlar

- Kıyı boyu katı madde taşınımından dolayı oluşan kum kaybı nedeniyle meydana gelebilecek erozyona karşı oldukça işlevseldirler.
- Mahmuzların performansı için oldukça fazla bilgi vardır.
- Mahmuzların tasarımı ucuza mal edilebilir.
- Surf bölgesinin karakteri mahmuz nedeniyle değişmemektedir.
- Farklı malzemelerden imal edilebilmektedirler.
- Mahmuzun boyutu ve geçirimsizliği gibi parametreler göz önüne alınarak yapılan tasarımlarla kıyı boyu taşınım tam olarak engellenmeyebilmekte ve katı madde geçişine (bypass' a) izin verilebilmektedir.[15]

Dezavantajlar

- Kıyıya dik taşınım üzerinde bir etkisi yoktur.
- Rip akımına sebep olabilmektedirler.
- Malzeme geçişine izin verilmediği takdirde aşağı kıyı bölgesinde erozyon meydana gelmektedir.[15]

Mahmuzlar, yapıldıkları bölgede mevcut olan uygun malzemeler göz önüne alınarak kayadan, betondan, çelikten ya da ağaçtan yapılabilirler. Ayrıca mahmuzlar ihtiyaca göre geometrik olarak yapılacak değişiklikler ile daha verimli kullanılabilmesi için geliştirilebilirler. Şekil 2'de farklı geometrilere ait mahmuz tipleri gösterilmiştir.



Şekil 2. Mahmuz Tipleri.[5]

1.2.2.İskeleler

İskeleler genellikle denizcilik ulaşım kanallarının içerisine, deniz göllerinin ve akarsuların ağız kısmına kumul dolmasını engellemek ve dalga etkisinden gemi ve tekneleri korumak için genellikle kayadan yapılan kıyıya dik kıyı koruma yapılarıdır.

İskeleler mahmuzlara göre kıyı boyu akımını tamamen durduran, daha geniş, büyük ve genellikle dalga bölgesinin ilerisine doğru uzayan bir yapıdadır. Kıyı boyu akımını tamamen durdurduğu için kıyıya çok büyük etkileri vardır. İskele tasarımıdaki temel ilke, ağız kısmından kumun girmesini engellemektir. İskelelerin inşasından sonra aşağı kıyıda erozyon, yukarı kıyıda kum tutma kapasitesi artabilir. Bu da ağız kısmında sığlaşmaya sebep olabilir. Bu yüzden iskelelerin yapılacağı bölgede sediment hareketi ve iskelelerin boyutu çok önemlidir.

Mahmuzların aksine iki iskele arasındaki mesafe kadar iskelelerin uzunluğu da önemlidir. Çünkü yapı, denize doğru mahmuzlara oranla çok ilerilere kadar uzanabilmektedir. Bu uzunluk birkaç kilometreyi bulabilmektedir. Bu sebeple iskeleler mahmuzlara oranla derin sudaki dalga etkisinden çok daha fazla etkilenecektir (French, 2001).



Resim 1. İskele Fotoğrafi

1.2.3 Kıyıya Dik Yapıların Kıyıya Olan Etkisi

Kıyı erozyonu kıyı-insan ilişkisini bazen sıkça rastlanan ciddi bir olaydır. Klasik kıyı koruma yapıları çok büyük boyutlarda ve yüksek maliyettedirler. Üstelik yapıldıkları yerlerde de ekolojik dengeyi tamamen bozmaktadırlar. Bunun yerine kıyı mühendisleri, kıyının tabii yapısını mümkün mertebe az değiştiren, etkin çözümler almaya başlamışlardır. İşte bu bağlamda kolaylıkla söylenebilecek en iyi kıyı koruma yapısı tabii plajlardır. Dolayısıyla tabii plaj oluşturmanın yolu da mahmuz inşa etmekten geçer.

Mahmuzlar ve iskeleler inşa edildikleri kıyıda belli bir açı ile gelen dalgalardan dolayı oluşan kıyı boyu akımını ve kıyı boyu akımından oluşan sediment hareketini ya tamamen ya da belli oranda keserler. Böylece kıyı boyu akımı, yapının kullanım amacına göre ihtiyacı karşılayabilmesi için kontrol altına alınabilir. Yukarı kıyıda birikme ve aşağı kıyıda erozyon meydana gelir. Bunun miktarı mahmuzların ve iskelelerin yeri, mahmuzlar arası mesafe, kumsalın yapısı gibi birçok değişkene bağlı olarak değişebilir.

İskeleler nehirlere ağız yapısı olarak da inşa edilebilir. Nehirler kıyıdaki sediment miktarına önemli etkiye bulunur. Bunu kontrol altına almak için yapılan iskelelerin uzunluğu ve arasındaki genişlikte önemlidir. Böylelikle ağız kısmında sığlaşma engellenip, aşağı kıyıda erozyon azaltılabilir.

Birbiri peşine inşa edilen mahmuzlar göz önüne alındığında ise mahmuzların aralığı nedeniyle kıyıya dik (rip) akıntı oluşup sediment kaybı oluşabilir. Bunun sebeple mahmuzlar arası mesafeye tasarım esnasında dikkat etmek gerekir. Ya da mahmuzlar T kafa ya da balık kuyruğu şeklide uygulanarak bu etkinin önüne geçilir. Sonuç olarak rip akımından ve etkilerinden kıyı profili korunmuş olur.

1.3. Kıyıya Paralel Yapılar

Kıyıya paralel koruma yapıları; kıyı duvarları ve kıyı kaplamaları şeklinde iki gruba ayrılır.

1.3.1. Kıyı Duvarları

Kıyı duvarları, arkalarındaki kara parçalarını denizin aşındırma yıkma ve taşıma etkilerinden korumak amacıyla kıyıya paralel veya paralele yakın olarak inşa edilen

yapılardır. Bu yapılar kıyı çizgisinden itibaren toprak dolgu ile yükseltilir. Bu dolgunun beton duvar ile korunması gerekmektedir.

1.3.1.1. Kıyı Duvar Tipleri

Genelde yapılan 4 ayrı tip kıyı duvarları olmakla birlikte en eski ve sık kullanılan kıyı koruma yapılarıdır. Bunlar

Dik (Düşey) yüzeyli kıyı duvarları

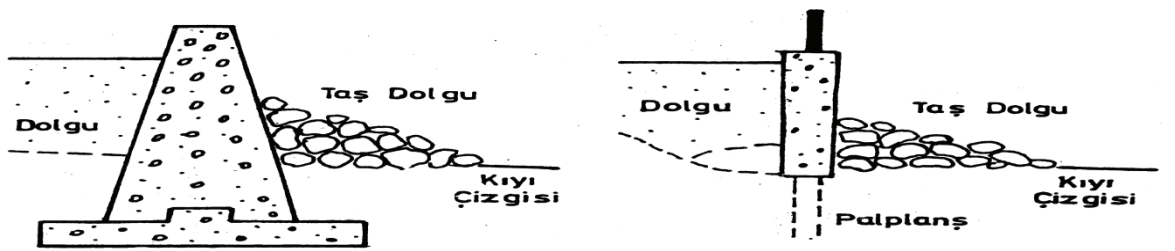
Basamaklı kıyı duvarları

Dairesel yüzeyli kıyı duvarları

Yatık yüzeyli kıyı duvarları

1.3.1.2. Dik (Düşey) Yüzeyli Kıyı Duvarları

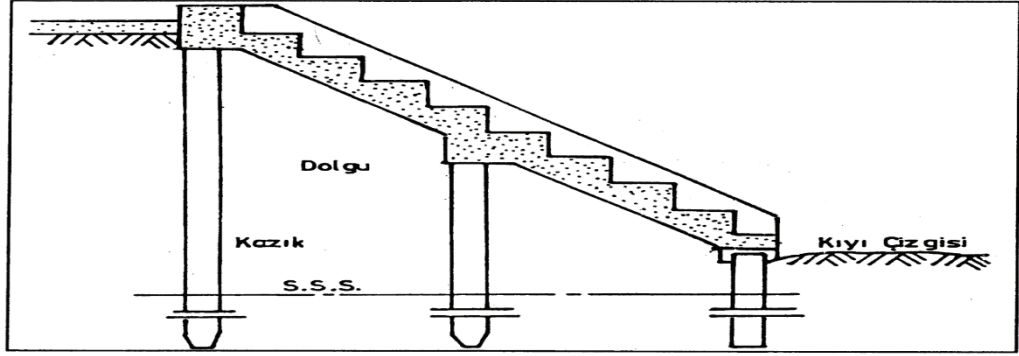
Gelişmiş ülkelerde çok kullanılmamakla beraber ülkemizde de az tercih edilmektedir. Bunun sebebi ise dik veya az eğimli olan yapıya çarpan dalga sonucu ortaya çıkan aşınma sebebi ile onarımı ve tadilatının masraflı olmasıdır. Diğer bir sebep ise gelen dalga enerjisini kaybetmediği için duvar üzerinden aşma sebebiyle duvarın stabilitesini bozma ihtimalidir. Bunlara önlem olarak yapının önüne taş dolgu koymak, drenaj sistemi yapıp barbakan konulmalı ve delikleri filtre edilmelidir.[8]



Şekil 3. Dik (Düşey) Yüzeyli Kıyı Duvarları[4]

1.3.1.3. Basamaklı Kıyı Duvarları

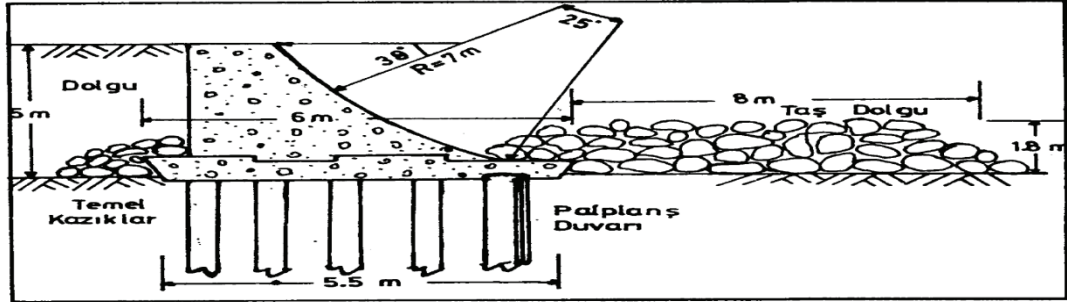
Dik yüzeyli kıyı duvarlarına göre daha dayanıklı yapılardır. Tabanına yerleştirilen kazıklarla daha sağlam hale getirilebilirler.[8]



Şekil 4. Basamaklı Kıyı Duvarları[8]

1.3.1.4. Dairesel Yüzeyle Kıyı Duvarları

Tabanında oyulmayı önlemek amacıyla palplanş veya geçirimsiz perde bulunan, yapılması zor ve pahalı olan kıyı duvar çeşididir. Ancak büyük dalgalara karşı oldukça dayanıklıdır.[8]



Şekil 5. Dairesel Yüzeyle Kıyı Duvarları[8]

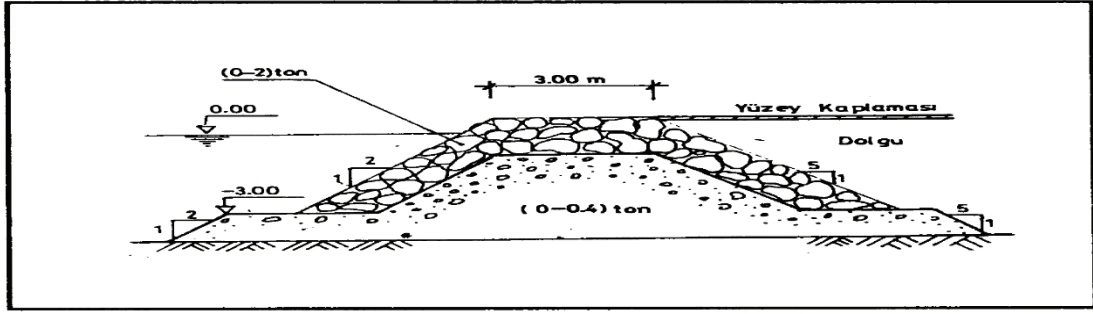
1.3.1.5. Yatık Yüzeyle Kıyı Duvarları

Uygun eğimle yapılan ve taş dolgu olan yapılardır. Dalgalara karşı dayanımı yüksektir. Özellikle dik yüzeyle kıyı duvarlarına göre onarımları daha kolaydır. 3 çeşit olurlar;

Taş kaplamalı kıyı duvarları

Pere tipi kıyı duvarları

Beton yüzeyle kıyı duvarları[8]

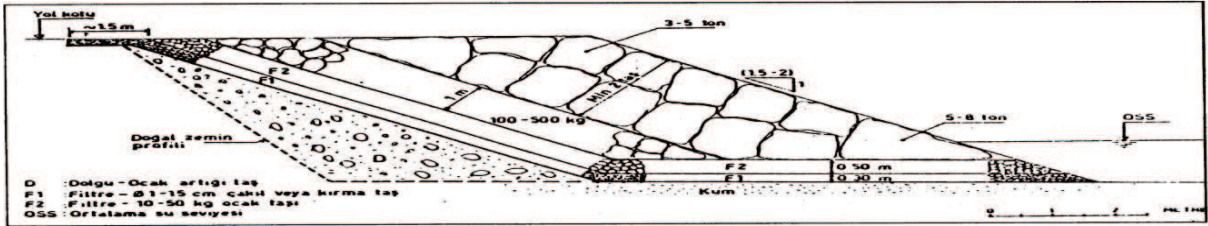


Şekil 6. Yatık Yüzeyle Kıyı Duvarları[8]

A- Taş kaplamalı kıyı duvarları

1- Tahkimat tipi

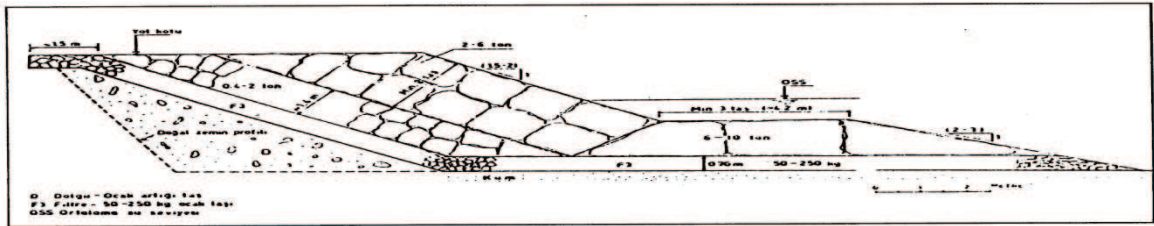
Yol geçişlerinde kıyının korunması için kullanılıp, yol kotu tahkimat üst kotu olarak belirlenir. Kıyı şeridi 3m'den küçük ve yapı su derinliği 1 m'den küçük olması gerekir. Topuktaki taşların hareket etmemesi için 5-8 ton taş kullanılır.[8]



Şekil 7. Tahkimat Tipi Kıyı Duvarları[8]

2- Palyalı Tahkimat Tipi

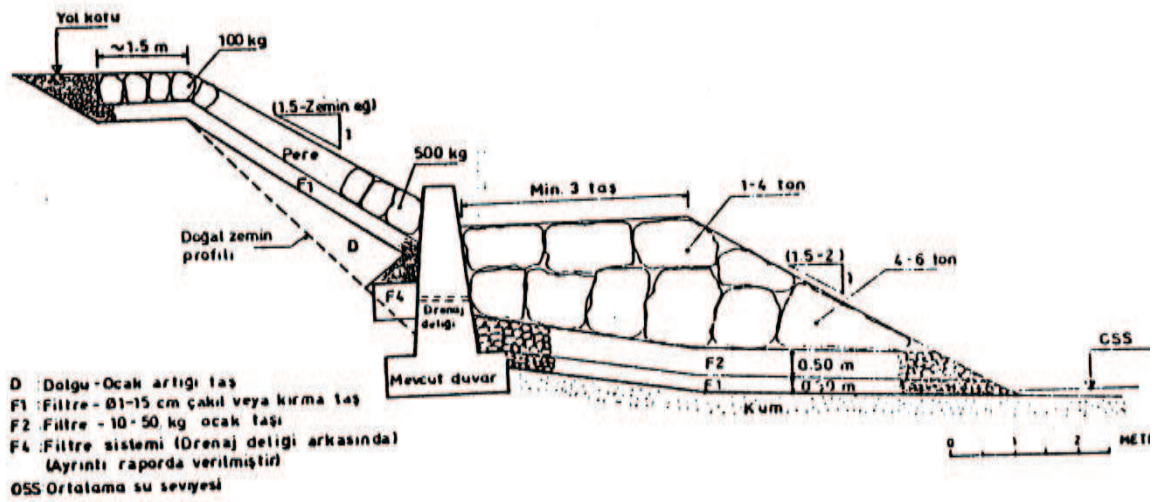
Yapı önü su derinliği 1 m'den büyük olan yapılardır. Büyük dalgaların direk tahkimat yapısını gelmemesi için önüne palya yapılmaktadır.[8]



Şekil 8. Palyalı Tahkimat Tipi Kıyı Duvarları[8]

3- Duvar Önü Tahkimat

Düşey kıyı beton duvarları önüne çarpan dalgaların 2 kat yükseğe kadar çıkabilmektedir ve duvar temelinde oyuklara sebep olmaktadır. Bu duvarların bazılarında drenaj delikleri açılmadığı için yapının arkasında biriken suyun denize akmasından oluşan borulanma meydana gelmektedir. Bunun sonucunda ise malzeme denize akmaktadır. Ve duvar dengesi bozularak yıkılmaktadır. Bunu engellemek için duvar önü tahkimat önem taşımaktadır.[8]

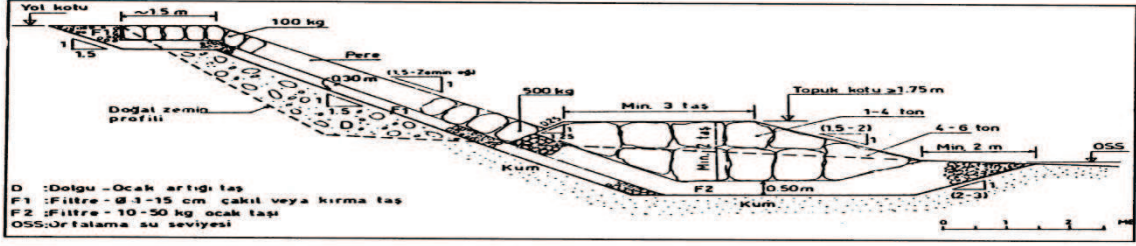


Şekil 9. Duvar Önü Tahkimat Tipi Kıyı Duvarları[8]

B- Pere Tipi Kıyı Duvarlar

1- Gömme Topuklu Pere Tipi Tahkimat

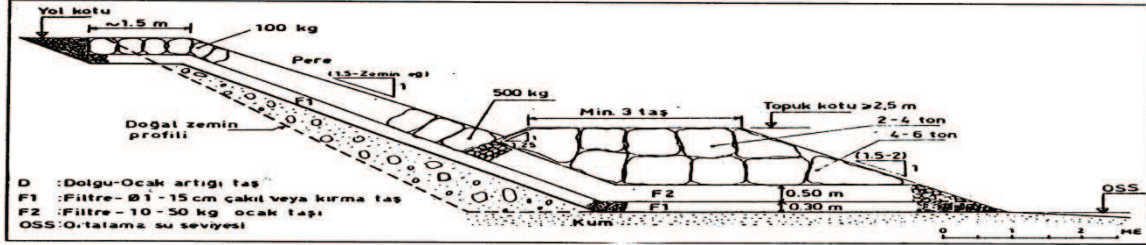
Bu tahkimatta taşlar küçük, ekonomik ve işçiliği kolaydır. Kaya zemin olmayan bölgelerde kullanılır. Bicinin bozulmasına karşı dayanıklı olduğu için ayrıca dalgaların topukta kırılması bu tahkimat tipini elverişli yapmaktadır. Kıyı şeridinin 10 m'den büyük olması gerekir.[8]



Şekil 10. Gömme Topuklu Pere Tipi Tahkimat Kıyı Duvarları[8]

2- Topuklu Pere Tipi Tahkimatlar

Gömme topuklu pere tipi tahkimatına benzerlik göstermekle birlikte kıyı şeridi dar olduğu için çalışmak daha kolay hale gelmektedir.[8]



Şekil 11. Topuklu Pere Tipi Tahkimat Kıyı Duvarları[8]

1.3.2. Kıyı duvarlarının tasarımı için dikkate alınması gereken hususlar aşağıda belirtilmiştir;

• Dalga ve Gelgit seviyesi

Kıyı duvarındaki kret yüksekliği, dalga tırmanması ve dalga aşması sonucu kıyı duvarlarında toplanan su miktarı ile belirlenir. Yapı stabilitesi hesapları ise yapıya etkiyen dalga kuvvetleri ve toprak itkileri ile hesaplanmalıdır. Bu nedenle yapı yüksekliğinin belirlenmesi için tasarım dalgasının ve gelgit seviyesindeki artış ve azalışlar hesaplanmalıdır.

• Zemin Özellikleri

Kıyı duvarlarının inşa edileceği yerlerde zemin özellikleri tespit etmek için geoteknik çalışmalar yapılmalıdır ve zemin taşıma güçleri hesaplanmalıdır. Taşıma gücü zayıf olan zeminlerde zemin iyileştirmeleri yapılması gerekmektedir (**Geoteknik Tasarım Esaslarına bakınız**).

- **Deniz Tabanı ve Yakın Kıyı Batimetrisi**

Deniz taban eğimi çok dik olan yerlerde dalgalar kıyıda (karaya yakın veya karada) kırılırlar. Kırılan bu dalgalar büyük dalga kuvvetleri yaratırlar ve dalga aşındırmasına neden olurlar. Ayrıca kumsal olan kıyılarda kıyı duvarları önünde erozyona (veya oyulmalara) neden olur. Yapılması planlanan kıyı duvarı bölgesinde kıyı dalga etkileşimi incelenmesi için batimetri ve deniz tabanındaki malzeme niteliğini belirleme çalışmaları yapılmalıdır.

- **Sismik kuvvet**

Kıyı duvarı stabilite hesapları yapılırken deprem kuvvetleri dikkate alınmalıdır.

- **Kıyı duvarı arkasındaki alanın önemi**

Kıyı duvarı belirli limitlerde hasara izin vermeyecek şekilde, yapının önemine bağlı olarak dalga aşmasına izin verecek şekilde tasarlanabilirler. Kıyı duvarı arkasında yer alan alanda yerleşim yerleri veya önemli yapılar varsa dalga aşmasını asgariye indirmek için gerekli önlemler alınmalıdır.

- **Yapım koşulları**

Deniz içine yapılması planlanan kıyı duvarları, dalgalar ve akıntılardan etkilenirler. Çalışma süreleri kısıtlıdır. Ayrıca denizde bulanıklık, olumsuz hava koşulları ve akarsu taşkınları varsa yapım çalışmalarını etkiler. Yüklenici bu tür zorlukları dikkate almalıdır.

- **Yapı Tipleri**

Kıyı Duvarı tasarımındaki ilk adım yapı tipinin seçilmesidir. Hidroekolojik koşullar, zemin özellikleri, kıyı duvarı yapım malzemeleri akıntı, koşulları ve yapım süreleri detaylı olarak değerlendirildikten sonra yapılması planlanan kıyı duvarı tipi ya da tipleri belirlenir.

- **Temel Kesit Tasarımı**

Temel kesit tasarımında dikkat edilmesi gereken hususlar, kıyı duvarı yapı önü eğimi, kret kotu ve kret genişliğidir.

• Şevli Yapı

Yapı önünün eğimli olarak seçilmesi, kıyı duvarının stabilitesine, hidroekolojik koşullara, akıntı durumlarına, zemin ve jeomorfolojik koşullara, bağlıdır. Kıyıyı etkileyecek dalga kuvvetleri büyükse uygun eğimli yapılar seçilmelidir.

Eğimli Kıyı Duvarlarında eğer yapı eğimi 1/3 den daha dikse dalga aşma oranın yüksek olabileceği dikkate alınmalıdır. Dalga aşma oranını azaltmak için yapı eğimi artırılabilir.

Tasarımda kret yüksekliği önemli parametrelerden biridir. Dalga tırmanması ve dalga aşmasını kontrol etmek için kret yüksekliği aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır;

Kret yüksekliği: Tasarım gelgit seviyesi+ yapı önü dalga yüksekliği+ gerekli hata payı alınarak hesaplanmalıdır. Kret yüksekliği hesaplanırken dalga tırmanma hesabı ve dalga aşma miktarı da hesaplanmalıdır.

1.3.3. Kıyı Kaplamaları (Tahkimatları)

Kaplamalar kıyıya paralel ve kıyı erozyonunu önlemek için yapılan yapılardır. Kumul veya sarp kısımların alt kısmından üst kısmına kadar belirli bir eğim ile kaya, asfalt veya beton bloklar halinde uygulanabilir. Amacı ise, dalgaların kırılması ve tırmanma aşmalarında dalga enerjisini azaltarak kıyıda sonlandırmaktır.[14]

Kıyı tahkimatları;

- Koruma tabakası
- Filtre
- Topuk' dan oluşur.

Koruma tabakası dalga etkisine karşı basit koruma sağlamasına karşın filtre tabakası alt zeminin yıkanmasına engel olur. Topuk deniz tarafından gelen dalga etkilerini engeller. Koruma tabakası rijit veya fleksibil olabilir. Örneğin beton tabakalar rijit yapılardır. Koruma Tabakasında beton, beton şilte (mattresses),taş veya asfalt gibi malzemelerde kullanılabilir. Bu bölümde koruma tabakası taş olarak seçilen kıyı tahkimatları verilmiştir.

Kıyı tahkimatları tasarımı esnasında sırasıyla izlenecek yollar aşağıda belirtilmiştir.

- Tasarım yapılacak bölge için su seviyesinin artış ve azalışları belirlenmeli

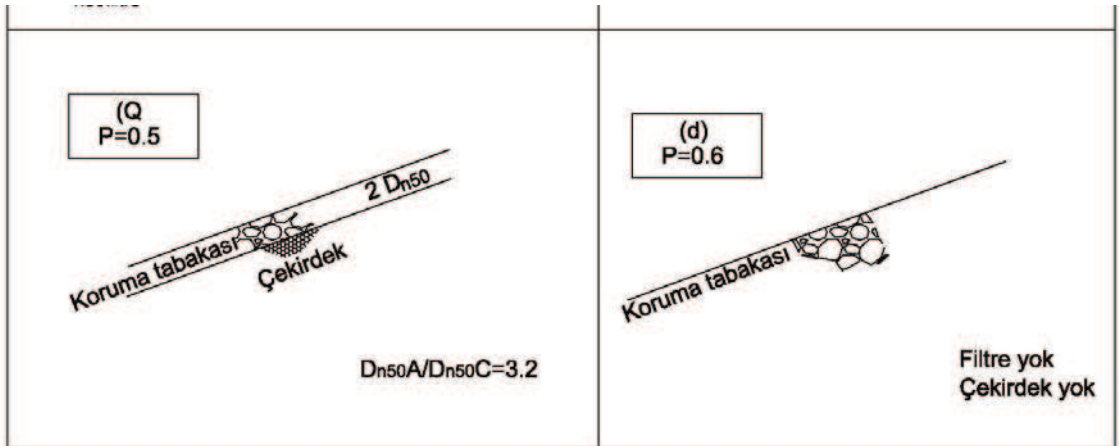
- Tasarım dalga yüksekliği belirlenmeli
- Tasarım dalgasına dayanabilecek uygun koruma tabakası (beton, betonşilte, taş veya asfalt) seçilmeli
- Koruma tabakasında kullanılacak taşın ebatları hesaplanmalı
- Kret kotunun hesaplanabilmesi için tırmanma yüksekliği hesaplanmalı
- Düşük kretli tahkimatlarda yapının üstten aşan dalga için su debisi hesaplanmalı
- Eğer gerekli ise drenaj tasarımı yapılmalı
- Filtre ve alt tabakaları tasarlanmalı
- Geri dolgu alanı sıkıştırılmalıdır[14]

1.3.4. Koruma tabakası tasarımı

Koruma tabakası hesap yöntemleri Dalgakıran tasarımı bölümünde detaylı anlatılmıştır.[9]

1.3.5 Koruma Tabakası Kalınlığı

Koruma tabakası kalınlığı, kullanılacak malzemeye bağlı olarak değişir. Koruma tabakası taş büyüklüğü Van Der Meer formülleri ile hesaplandığında koruma tabakası kalınlığı $t_a = 2.2 D_{n50}$ olarak önerilmektedir. Van Der Meer' in önerdiği boşluk oranına göre tabaka kalınlıkları Şekil 12'de verilmiştir.[14]



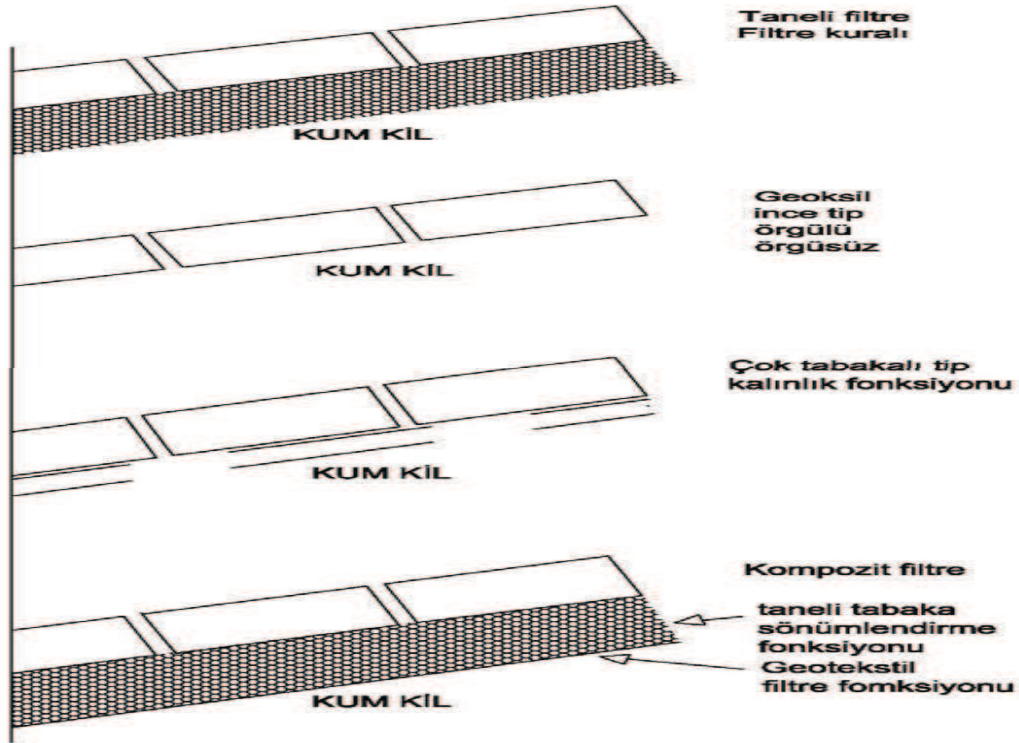
Şekil 12 Van Der Meer Geçirgenlik Faktörü (McConnell, K. 1998)[14]

1.3.6. Filtre Tabakası Tasarımı

Pere (riprap), blok ve hasır blok (blockmats), gabion ve şilte (mattress) asfalt veya beton levha veya herhangi geleneksel koruma veya kaplama malzemesinin altında kalan zeminin dalga etkisi ile yıkanarak erozyona uğramaması için taneli (granular) ve/veya geotekstil filtre tasarlanmalı ve kullanılmalıdır. Ancak geotekstil malzemelerin bu tip yapılardaki davranışı tam bilinmemektedir. Bazı zemin kararsızlıklarının oluşması söz konusu olabilmektedir.

Buna karşın taneli malzemede alttan kaldırma basıncı sebebiyle daha düşük kaplama malzemesi kullanımı dayanıklılığa artırabilmektedir. (Detaylı bilgi için **BS, CIRA, PIANC'** dan yararlanılabilir).

Şekil 13' te görüldüğü gibi taneli malzeme ya da geotekstil başka herhangi bir malzeme kullanmaksızın filtre malzemesi olarak kullanılabilir. Ayrıca ihtiyaç duyulursa bu malzemeler birlikte de kullanılabilir.[14]



Şekil 13. Filtre Tasarım Örnekleri[14]

Taş kaplama, riprap blok, gabion gibi koruma tabakası altında taneli filtre tabakası kullanılabilir. Birbirine yakın yapılanmış taneli filtrelerde bulunan boşluklar, tanelerin bu boşluklardan geçmesine engel olurlar. Bu tip yapılarda aşağıda verilen filtre kuralı uygulanır;

$df_{15}/db_{85} \leq 4-5$ stabilite ölçütü

$df_{15} > 5 db_{15}$ geçirgenlik (porozite) ölçütü

$df_{50} < 25 db_{50}$ uniformluk ölçütü

Burada f ve b alt indisleri sırasıyla filtre ve altındaki zemini göstermektedir.[14]

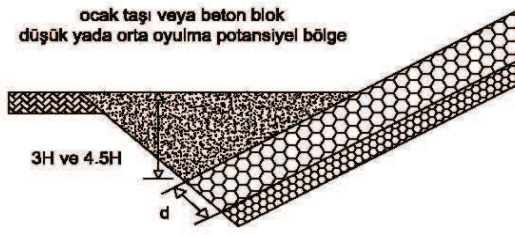
1.3.7. Topuk Tasarımı

Topuk hasarı oluşması halinde tüm kaplama hasar görebilir. Bu durumdan kaçınabilmek için Şekil 1.16'da görülen topuk koruma seçenekleri uygulanmalıdır. Özellikle kıyı tahkimatı sevi üzerindeki dalga nedeniyle oluşan geri dönüş akımları ile topuk önünde oluşan dalga kırılması, topuk oyulmasına neden olabilmektedir. Böyle bir durumda, kumsal olan kıyılarda **SPM(1984)** topuk önünde oluşacak erozyon veya oyulma derinliği kırılmamış maksimum dalga yüksekliğine eşittir. Maksimum dalga yüksekliği ise $H_{maks} = 1.8 \times H_s$ ' dir. (H_s : Belirgin tasarım dalga yüksekliğidir.)

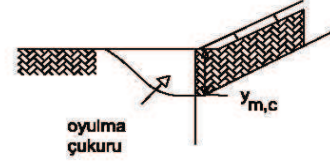
Topuk önü erozyonu yapının yansıma katsayısına bağlıdır. 1/3 den dik eğimli şevlerde yansıma oyulmaya neden olabilmektedir. Dalga ve güçlü akıntının(>1 m/san) birlikte olması gibi durumlarda kaplama tabakası boyutunun 1.3 kat artırılması tavsiye edilmektedir.[14]

1.3.8. Dalga Aşması Miktarı (q)

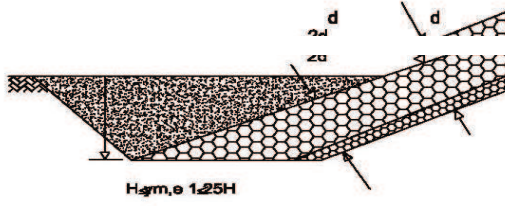
Dalga aşması kıyı tahkimatları arkasında bulunan yapılara zarar verir. Kabul edilen aşma limitleri mevcuttur.[14]



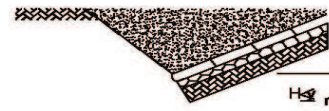
topuk duvarlı beton blok
düşük veya orta oyulma potansiyel bölge



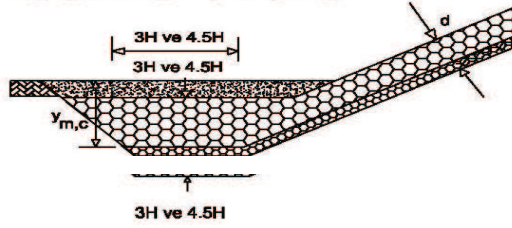
ocak taşı veya beton blok
düşük yada orta oyulma potansiyel bölge



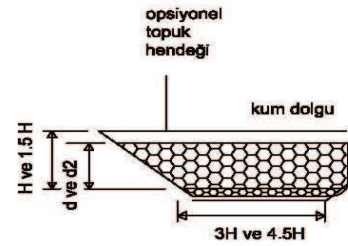
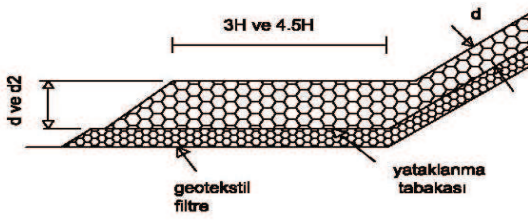
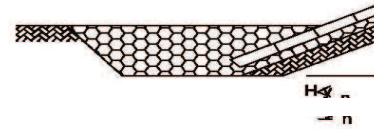
gömüllü beton blok
düşük veya orta oyulma potansiyel bölge



ocak taşı veya beton blok
düşük yada orta oyulma potansiyel bölge



taş dolgu topuklu beton blok
orta yada büyük oyulma potansiyel bölge



Şekil 14. Topuk Koruma Seçenekleri (McConnell.K, 1998)[14]

1.3.9. Kıyıya Paralel Yapıların Dezavantajları

Dalga enerjilerini sönmüleyemedikleri için kıyı erozyonunu önleyememektedirler, halkın kıyıyla olan bağlarını koparması, kıyı estetiğine ve ekolojisine olumsuzlukları bulunmaktadır.

Bu sebeplerden dolayı kıyıya dik yapılar, açık deniz mendirekler veya yapay besleme gibi daha modern uygulamalar tercih edilmektedir. Kıyıya paralel yapılar kısa süreli ve acil projeler için tercih edilmektedir.

1.4 Dalgakıranlar

Dalgakıranlar geçmişten günümüze kadar, kıyıların korunması ve insanoğlunun denizden ve kıyından daha güvenli faydalanmaları için yapılmışlardır. İlk yapılan dalgakıranlar daha basit iken zaman içerisinde kıyı bilimindeki çalışmalar, teknolojik gelişmeler ve malzeme bilimindeki ilerlemeler sayesinde günümüzdeki modern dalgakıranlar inşa edilmiştir.

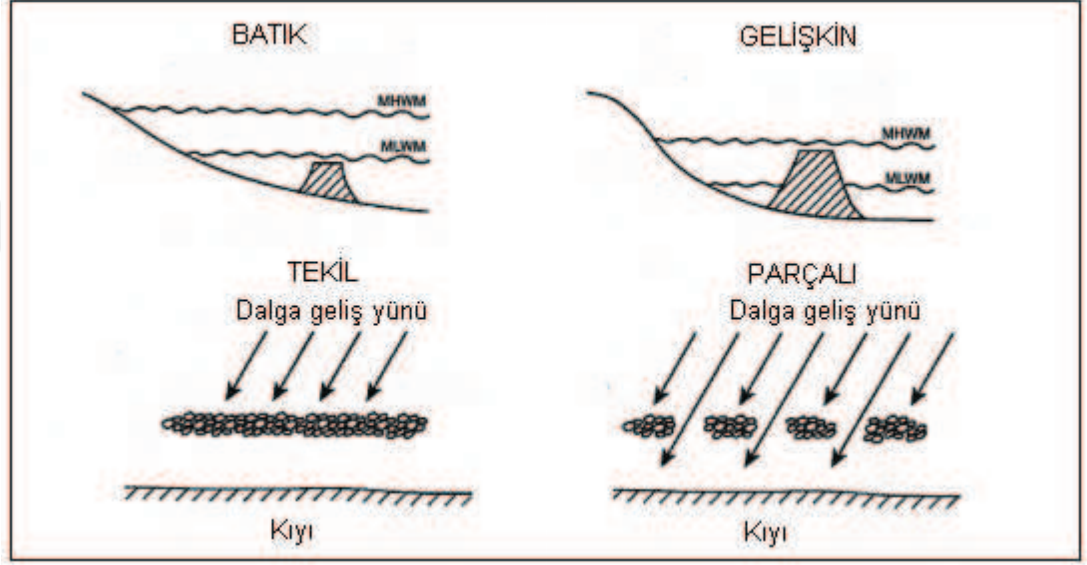
1.4.1. Açıkdeniz Dalgakıranları

Kıyıların, dışarıdan yapılan müdahaleler sonucu bozulan dengesinin neticesi olarak erozyona uğrayan ve değişen kıyı çizgisinin korunması ve gelişmesini sağlamak amacıyla kullanılan açık deniz dalgakıranları önemi diğer yapıların çeşitli olumsuzluk ve dezavantajları sonucu son yıllarda büyük ölçüde artmıştır. Açıkdeniz mendirekleri kıyıyla bağlantısı olmayan ve genellikle kıyıya paralel yapılardır. Bu yapılar mahmuzlar gibi tek tek ya da bir seri halinde yapılabilmektedir. Bu yapıların ilk örnekleri ABD, Japonya, İsrail ve İtalya'da yapılmıştır.

Bu yapılar, gelen dalga enerjisini kırdığından, kendileriyle kıyı arasında ilerleyen dalgaların sediment taşıma kapasitesini azaltmaktadır ve bunun sonucunda dalgalar, taşıdıkları sedimenti yapı ile kıyı arasında bırakarak burada kum yığılmasına neden olmaktadır (salient). Bu yığılmanın kıyıya kadar ulaşması sonucunda mendirekle kıyı birleşmektedir (tombolo). Kıyı çizgisindeki değişim ve mendireklerin arkasında katı madde yığılmasının hesabı için çeşitli öneriler yapılmıştır. Genel olarak, kıyından uzaklık, mendirek boyu ve aralığı arasındaki ilişkilerin etkin olduğu söylenebilmektedir.

Kıydan uzaklığın mendirek boyuna oranı 1'den küçük olduğu durumlarda tombolo oluşması muhtemeldir. Kıydan uzaklığın mendirek boyuna oranının büyümesi kıyadaki değişimi azaltmaktadır. Açık deniz mendirekleri, bir veya birden fazla inşa edilebilmektedirler.

Optimum projelendirme için arazi ve laboratuvar çalışmaları gerekli olmaktadır. Bir açıkdeniz mendireğinin neden olduğu kıyı değişimi Şekil 15'de gösterilmiştir.

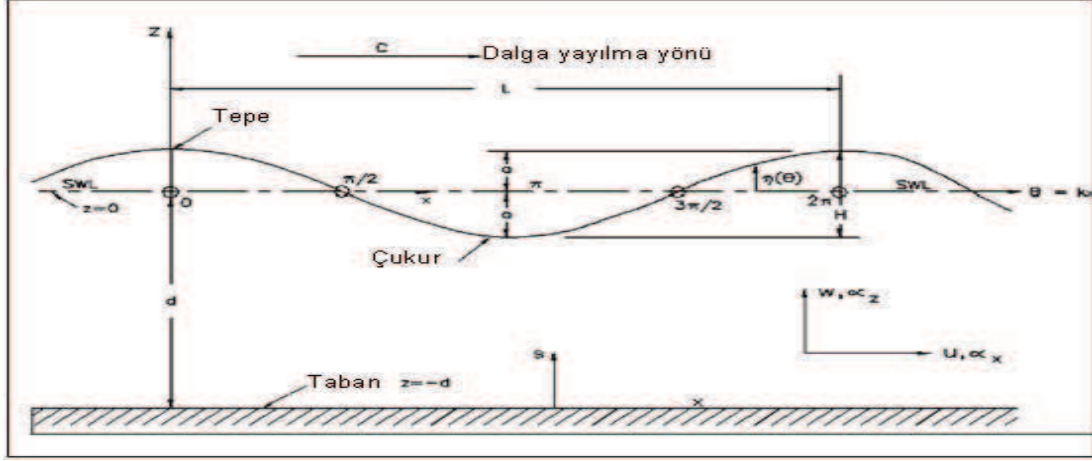


Şekil 15 Açık Deniz Dalgakıran Tipleri [5]

1.5. Dalga Mekaniği

1.5.1. Giriş

Dalga problemlerinin çözümlerinin, teorik olarak trigonometrik fonksiyonlarda açıklanabilmektedir. Dalga hareketleri şekil olarak sinüs fonksiyonuna benzediğinden bu tip dalgaya sinüzoidal dalga denilmiştir. Şekil 16 da sinüzoidal dalga karakteristikleri görülmektedir. [5]



Şekil 16 Sinüzoidal Dalga Karakteristiği[5]

Şekil 16 deki dalga karakteristiğine göre dalga parametreleri aşağıdaki gibi belirtilir.

L (Dalga boyu): Ardışık iki dalga tepesi veya dalga çukuru arasındaki yatay Mesafe
H (Dalga yüksekliği): Ardışık iki dalga tepesi veya dalga çukuru arasındaki düşey mesafe
a (Dalga genliği): Dalga yüksekliğinin yarısı
T (Periyot): Aynı en kesitten ardışık iki tepe veya çukurun geçmesi için gereken zaman aralığı (s cinsinden)
c (Dalga yayılma hızı): Dalgaların sabit bir eksen takımına göre yayılma hızı (m/s cinsinden)
d (Su derinliği): Sakin haldeki su derinliği.

Dalgalar kıyıya doğru yaklaştıkça yüksekliklerinde ve boylarında dalganın, sığlaşması ve sapması gibi, bazı etkilerden dolayı değişimler olacaktır. Bu değişimlerin olduğu sınır derin deniz sınırı olarak adlandırılır. Derin denizin açığındaki dalgalarda herhangi bir değişim olmaz. Dalgaları sakın su derinliği ve dalga boyuna göre şu şekilde sınıflandırabiliriz, (Yüksel ve ark.1998). [5]

- | | |
|--------------------|---------------------------|
| $d/L < 1/25$ | : Sığ su dalgası |
| $1/25 < d/L < 1/2$ | : Geçiş derinliği dalgası |
| $1/2 < d/L$ | : Derin su dalgası |

1.5.2 Temel Dalga Parametreleri

1.5.2.1 Dalga Profili (η)

Dalga şekli, sakin su seviyesinden itibaren, zamanın ve konumun fonksiyonu olan düşey yer değiştirme olarak tanımlanır. Bu tanımlama dalga profili olarak isimlendirilir. Şekil 16daki dalga profili (η) aşağıdaki gibi gösterilebilir. [5]

$$\eta = a \sin(kx - \omega t) \quad 1.1$$

k: Dalga numarası ($2\pi/L$)

w: Açısal frekans ($2\pi/T$)

a: Dalga genliği

x: Yatay eksen boyunca alınan mesafe

t: Zamanın başlangıç koordinatları.

1.5.2.2 Dalga Boyu (L)

Ardışık iki dalga tepesi ya da çukuru arasındaki yatay mesafeyi ifade eden dalga boyu (L) şu şekilde yazılabilir (Yüksel ve ark. 1998). [5]

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \Rightarrow$$

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh(Kd) \quad 1.2$$

T: Dalga periyodu

d: Sakin su derinliği

g: Yer çekimi ivmesi

(1.2) denklemi her zaman açık olarak çözülemeyebilir. Bu denklemin çözümü için $kd < 3$ için Nielsen (1984), ve $kd < \infty$ için Hunt (1979), bazı eşitlikler geliştirmişlerdir.

$$kd = y^{0.5} (1 + 0.166y + 0.031y^2) \quad kd < 3$$

$$kd = y^2 + \frac{y}{1 + 0.166y + 0.355y^2 + 0.161y^3 + 0.0632y^4 + 0.0218y^5 + 0.00654y^6} \quad 1.3 \text{ ve } 1.4$$

Burada $y = 4.02 d/T^2$ dir. Bu fonksiyonların çözümü de mümkündür. Ayrıca T ve d değerlerinin bilinmesiyle grafik ve tablolardan da L değeri bulunabilir.

Derin suda $\tanh(kd)$ değeri 1'e yaklaşır. Böylece dalga boyu yaklaşık olarak

$L_o = \frac{gT^2}{2\pi}$ 1.5 yazılabilir. Burada ve bundan sonraki ifadelerde “0” alt indisi derin su şartlarını belirtmektedir.

1.5.2.3 Dalga Yayılma Hızı (c)

c dalga yayılma hızı, bir eksen takımına göre dalganın yayılma hızı olarak ifade edilebilir. Ayrıca dalga yayılma hızı, dalga uzunluğunun dalga periyoduna oranı şeklinde de ifade edilebilir. [5]

$$C = \frac{L}{T} \quad 1.6$$

(1.6.) denklemi (1.2.) denkleminde yerine konulursa

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \Rightarrow$$

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh(kd) \quad 1.7 \text{ ve } 1.8$$

Derin suda d/L oranı büyük olduğundan $\tanh(kd)$ 1'e yaklaşır. Böylece dalga Şekil 17 Dalga Sapması, (Yüksel ve ark. 1998)[5]

yayılma hızı

$$C_o = \frac{gT}{2\pi} \quad 1.9$$

olur. Sığ suda ise $\tanh(kd)$ yaklaşık olarak $2\pi d/L$ olacağından,,

$$c = \sqrt{gd} \quad 1.10$$

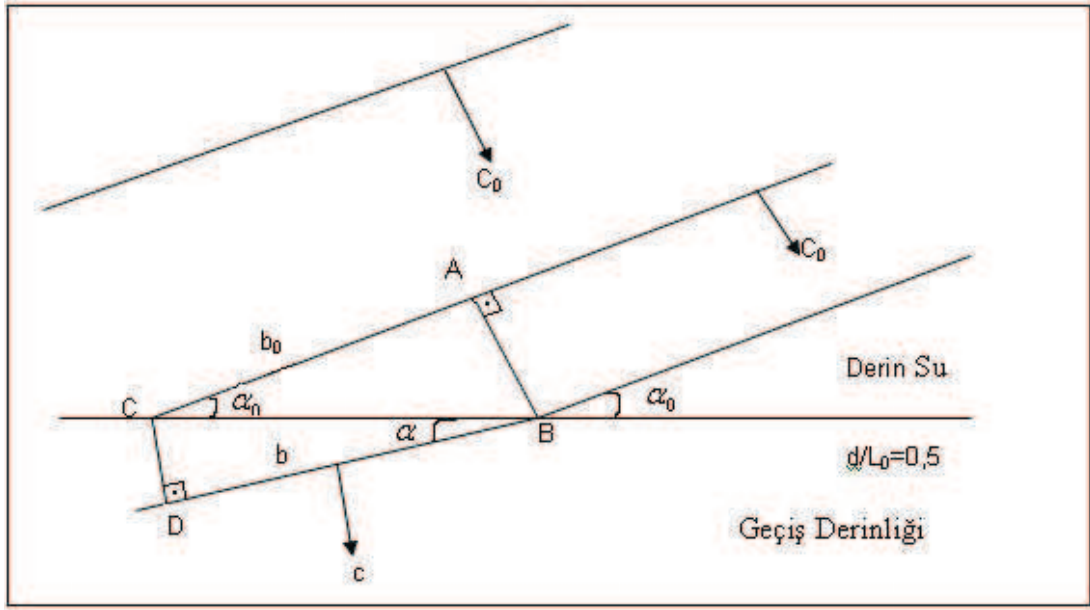
olur. Sığ su şartlarında, hız artık derinliğin fonksiyonudur.

1.5.3 Sığ Suda Dalga Hareketlerinde Meydana Gelen Değişmeler

Şekil 17 Dalga Sapması, (Yüksel ve ark. 1998)[5]

1.5.3.1 Sapma

Kıyıya belli açı altında gelen dalgalar, sığ su şartlarında bazı değişikliklere uğrarlar. Derin sudan sığ suya geçen dalgalarda yavaşlama meydana gelir. Açılı bir şekilde kıyıya doğru gelen dalganın kıyıya yakın tarafı yavaşlayacağı için batimetri çizgisine paralel bir şekilde gelirler. Dalganın bu değişimine sapma olayı denir.



Şekil 17 de doğrusal batimetriye yaklaşan dalga görünmektedir. [5]

$$\gamma = \arcsin\left(\frac{c}{c_0} \sin \alpha_0\right)$$

$$Kr = \frac{\sqrt{\cos \gamma}}{\cos \gamma} = \frac{b_0}{b} \quad 1.11 \text{ ve } 1.12$$

1.5.3.2 Sığlaşma

Dalgalar kıyıya yaklaştıkça azalan su derinliği sebebiyle boyları kısalmır ve dikleşir. Dalgada meydana gelen bu değişikliklere kısaca sığlaşma denilir. Sığlaşma 1.13 olduğu gibi katsayısı K_s şöyle hesaplanır. [5]

$$K_s = \left[\frac{\frac{c_0}{2}}{\frac{c}{2} \left[1 + \frac{2kd}{\sinh(2kd)} \right]} \right]^{0,5} \quad 1.13$$

Sığlaşmanın ve de sapmanın etkisinde, kıyıya yaklaşan dalğanın sığ sudaki yüksekliği şöyle yazılabilir.

$$H = K_s K_r H_0 \quad 1.14$$

H: Sığ su dalga yüksekliği

K_s : Sığlaşma katsayısı

K_r : Sapma katsayısı

1.5.3.3 Yansıma

Kırılmaya uğramadan düşey bir duvara çarpan dalgalar burada yansır. Yüzeyin geçirimsiz ve düşey olması halinde tam yansıma oluşur. Yansıma katsayısı;

$$C_r = \frac{H_r}{H} \quad 1.15$$

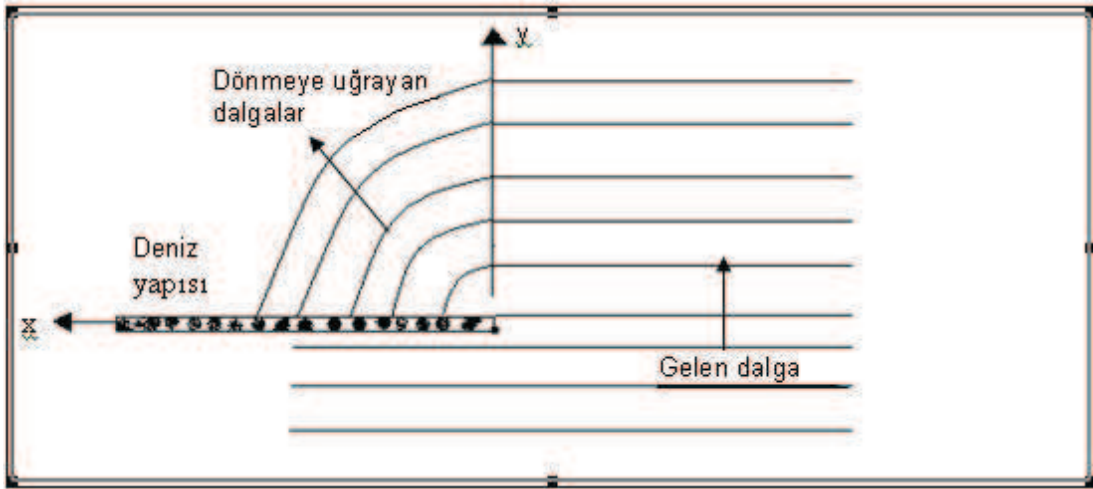
şeklinde tanımlanır. Ayrıca gelen ve yansıyan dalgaların yüzey profilleri de lineer teoride süperpoze edilerek toplam dalga profili elde edilir. Elde edilen duran dalga klapoti olarak adlandırılır. [5]

$$\eta_s = H_s \sin kx \cos \omega t \quad 1.16$$

Bu ifade duran dalgayı karakterize etmektedir.

1.5.3.4 Dönme

Dalgalar kıyıya yaklaşırken herhangi bir engele veya dalgakırana rastladıklarında engel ucundan dönmeye başlarlar. Şekil 18 de dönmeye uğramış dalgalar görülmektedir. [5]



Şekil 18 Gelen Dalgaların Dönmeye Uğraması [5]

Dalganın engele gelirken yaptığı açı ve dalga boyu, dönmeye uğradıktan sonraki yönünün ve yüksekliğinin bulunmasına yardımcı olur. Dönme katsayısını (K_d) bulmada Moir Woodand Fleming (1969) ve CERC (1984) bazı grafik yöntemleriyle çözüm geliştirmişlerdir. Ayrıca

$$K_d = \frac{Hd}{H} \quad 1.17$$

şeklinde de tanımlanabilir. H_d kırınımdan sonraki dalga yüksekliğidir. [5]

1.5.3.5 Kırılma

Dalgalar, teorik olarak dalga tepesindeki akışkan partiküllerinin yatay yörüngesel hızlarının dalga yayılma hızını aşması halinde veya yüzeyde partiküllerin sahip olduğu maksimum düşey ivmenin, yer çekimi ivmesine eşit olduğu durumda kırılmaya uğrarlar. [5]

Derin suda maksimum diklik sınırı

$$0.142 = \frac{H_o}{L_o} \quad 1.18$$

değerinde kırılmaya uğradığı görülmüştür. Goda (1970) deney sonuçlarından sığ suda kırılan dalga yüksekliğini

$$0.78 = \frac{H_b}{d_b} \quad 1.19$$

ilişkisi ile belirtmiştir. Bu ilişkiyi grafik ile de vermiştir. Ayrıca USACE tarafından CERC (1984) kırılma yüksekliğini ve derinliği aşağıdaki gibi vermiştir.

$$0.78 = \frac{H_b}{d_b} = b - \frac{aH_b}{gT^2}$$

$$\gamma_b = \frac{H_b}{hb} = b - a \frac{H_b}{gT^2} \quad 1.20$$

Yukarıdaki formüllerde

$$a = 43.75g(1 - e^{-19m})$$

$$b = 1.56/(1 + e^{-19m}) \quad 1.21 \text{ ve } 1.22$$

H_b : Kırılan dalga yüksekliği

d_b : Kırılma anındaki su derinliği

s: Deniz taban eğimi

1.5.3.6 Dalga Tırmanma Yüksekliği

Kıyı duvarları ve dalgakıran gibi yapılar üzerinde dalga kırıldığında, enerjinin bir kısmı türbülans oluşumu için, geri kalan enerji ise yapı üzerinde tırmanma için harcanır.

Tırmanma yüksekliği, sakin su yüzeyinden itibaren suyun yapı üzerinde tırmandığı maksimum mesafedir. [5]

İrribarren ve Nogales (1947), tarafından dalgaların kırılmasını sağlamak için geçirimsiz yatık yüzeyli bir yapının yatayla yaptığı açı

$$\tan\beta = \frac{8}{T} \left(\frac{H_i}{2g}\right)^{1/2} \quad 1.23$$

formülü ile verilmiştir. Eğer şev eğimi β dan büyükse surging tipi kırılma ve yansıma meydana gelecektir. Daha yatık eğimler için dalgalar şev üzerinde kırılacaktır. Dik şevler üzerindeki surging tipi kırılma için R_u tırmanma yüksekliği,

$$\frac{R_u}{H_i} = \frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{2}\beta} \quad 1.24$$

Yatık şevler için kırılan dalganın tırmanma yüksekliği geçirimsiz bir yüzey için,

$$\frac{R_u}{H_o} = 1.016\tan\beta \left(\frac{H_o}{L_o}\right) - 1/2 \quad 1.25$$

şeklinde yazılabilir. Dalga tırmanma yüksekliği poroz bir yüzey için aşağıdaki gibidir.

$$\frac{R_u}{H_o} = 1.016\tan\beta \left(\frac{H_o}{L_o}\right) - 1/2 * r \quad 1.26$$

R_u : Dalga tırmanma yüksekliği

H_i : Dizayn dalga yüksekliği

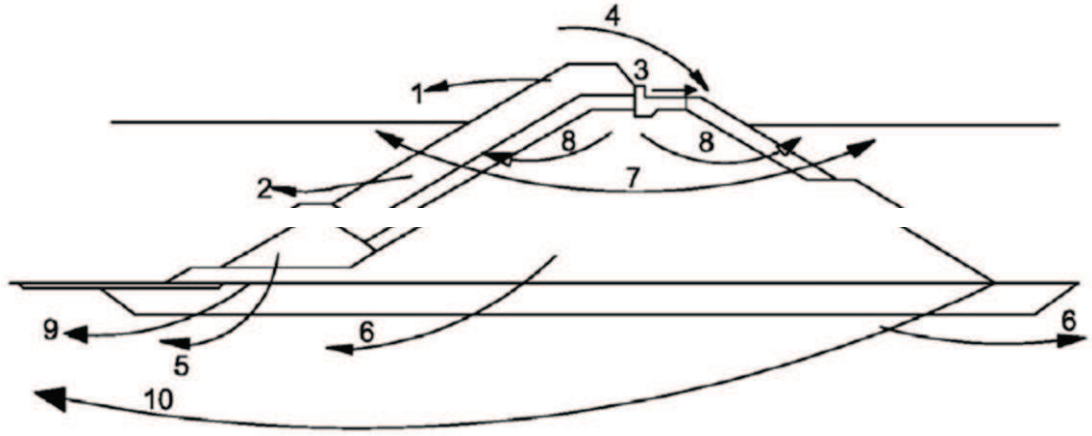
H_o : Derin su dalga boyu

r : Ampirik bir faktör

Burada r deneye dayalı bir faktördür. Farklı yüzeyler için Tablo 3 de r faktörleri gösterilmiştir, Sorensen (2006). Ayrıca dalgakıranlar üzerindeki dalga tırmanma yüksekliklerini belirlemeye yarayan grafikleri CERC(1984) vermiştir. CERC'in verdiği grafik Ek-1'de görülmektedir.

1.6. Taş Dolgu Dalgakıranlar

Dalga kıranlarda meydana gelebilecek hasar tipleri Şekil 19'de verilmiştir.



Şekil 19 Taş dolgu dalgakıranlar için hasar tipleri [14].

Taş dolgu dalgakıranlarda hasarlar genellikle gelen dalganın üsten aşmasıyla meydana gelen oyulmalar, topuk erozyonu, çekirdek malzemesinde meydana gelen azalmalar ya da temel problemleri şeklinde ortaya çıkar. Şekil 19’da, 1 koruyucu tabaka su üstü hasarı, 2 koruyucu tabaka su altı hasarı, 3 kronman duvarı hasarı, 4 liman tarafı koruyucu tabaka hasarı (dalga aşması sonucu), 5 topuk oyulması, 6 gövdenin toptan göçmesi, 7 çekirdek malzemesi kaybı, 8 çekirdek tabakası oturması (boşluk suyu basıncı), 9 deniz tabanı oyulması ve 10 zeminin toptan göçmesi olarak adlandırılmaktadır. [14].

1.6.1. Üsten Aşma Oranının Hesabı

Birçok kıyı yapısı için yapının tepesinden aşan suyun debisi, yapının kret kotunun belirlenmesi için gereklidir. Modern dizaynlarda kret kotunun belirlenmesi için üsten aşma debi miktarı, dalga tırmanma yüksekliği yerine kullanılmaktadır. Yapının kendisini ve de arkasındaki bölgeyi koruması için hangi miktarda üsten aşma debisine izin verilmesinin bilinmesi gereklidir [4]. Dalga aşması, kıyı arkasında bulunan korunmuş kullanma alanlarında tehlikeli durum veya hasar yaratabilir. Bu durum için kritik dalga aşma debileri Tablo 1’te verilmiştir [14].

Tablo 1 Dalga aşma kritik değerleri [14].

q m ³ /sn-m		q litre/sn-m				
TRAFİK EMLİYETİ		YAPISAL EMNİYET				
10 ⁰	ARAÇLAR	YAYALAR	BİNALAR	DOLGU KIYI DUVARI	KAPLAMALI KIYI DUVARI	1000
					Kaplamalı yürüme	
			Yapısal hasar	Tamamen korunması halinde bile hasar	yolunda bir hasar	200
10 ⁻¹	Tüm hızlarda emniyetsiz	Çok tehlikeli			Kaplamasız yürüme yolunda hasar	100
10 ⁻²				Korunmamış arka şevde hasar		50
				Korunmamış		20
						10
				krette hasar		2
10 ⁻³			Kıyı duvarları, dalgakıranlarda tehlikeli			1
10 ⁻⁴		Düşey yüzü ve dalgakıranlarda tehlikeli				0.1
						0.03
10 ⁻⁵		Rahatsız edici ancak tehlikeli değil			Hasar yok	0.02
						0.01
	Yüksek hızda emniyetsiz			Hasar yok		0.004
10 ⁻⁶						0.001
	Her hızda emniyetli	Islak ancak rahatsız edici değil	Hasar yok			
10 ⁻⁷						0.0001

$$R_s = \frac{Rc}{Tm \times (gxH_s)^{0,5}} \quad 1.27$$

Eğer $0,05 < R_s < 0,03$ değeri arasında ise ikinci parametre aşağıdaki gibidir.

$$Q_s = A x e^{\frac{-B x R_s}{r}} \quad 1.28$$

Denklem 1.28 de, A ve B ampirik katsayılarıdır. Tablo 2 de gösterilmektedir. Yapı uzunluğu boyunca üstten aşma debisi ($m^3/s/m$) ise;

$$Q_m = Q_s T_m g H_s \quad 1.29$$

R_s : kret kotunun su yüzeyinden yüksekliğini

h : yapı önündeki su derinliği

H_s : yapı önündeki belirgin su yüksekliği

T_s : ortalama dalga periyodu

A ve B ampirik katsayılar ve r farklı yüzeyler için ampirik katsayı

Tablo 2. A ve B ampirik katsayıları

Deniz tarafı dalgakıran eğimi	A	B
1:1	7.94*10	20.1
1:1.5	8.84*10 ⁻³	19.9
1:2	9.39*10 ⁻³	21.6
1:2.5	1.03*10 ⁻²	24.5
1:3	1.09*10 ⁻²	28.7
1:3.5	1.12*10 ⁻²	34.1
1:4	1.16*10 ⁻²	41.0
1:4.5	1.20*10 ⁻²	47.7
1:5	1.31*10 ⁻²	55.6

Eğer dalga başısıyla yaklaşıyorsa O_r azaltma katsayısı aşağıdaki gibi tanımlanır[15].

$$O_r = 1 - 0.000152\beta^2 \quad 1.30$$

Denklemden β dalgakıran normaliyiyle dalga geliş açısı arasındaki açıdır.

Tablo 3 Farklı yüzeyler için r faktörü

Yüzey	r
Düzgün ve Geçirimsiz	0.1
Beton Yüzey	0.9
Beton Blok	0.85-0.9
Çimli Kil	0.85-0.9
Bir tabaka kaba taş	0.8
Rastgele dökülmüş taş dolgu	0.5-0.8
İki veya daha fazla kaya dolgu	0.5
Tetrapot	0.5

1.6.2 Stabilite

Taş dolgu dalgakıranlar için yapılan en yaygın hesap yöntemi Hudson yöntemidir.

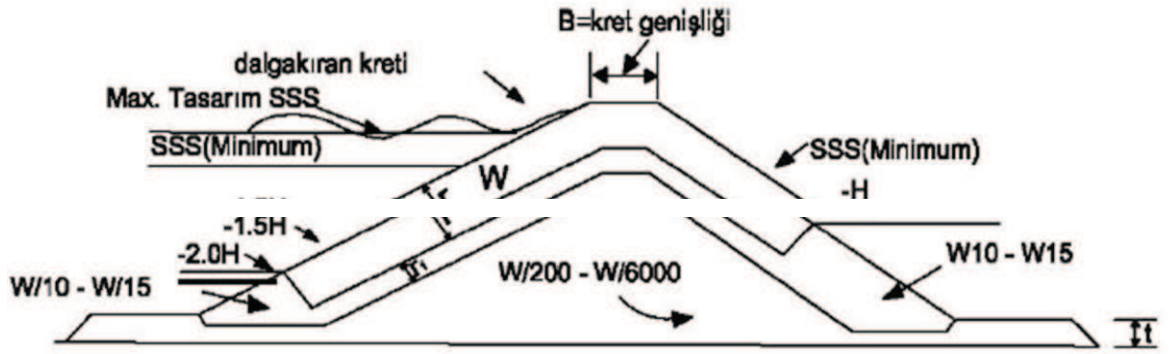
$$W = \frac{\gamma_s H^3}{K_D \left(\frac{\gamma_s}{\gamma_w} - 1 \right)^3 \cot \alpha} \quad 1.31$$

$$\frac{H}{\Delta D_{n50}} = (K_D \cot \alpha)^{1/3} \quad 1.32$$

Denklem 1.31 ve 1.32’de, W ortalama taş büyüklüğü ağırlığı(kg), H tasarım dalga yüksekliği (m), γ_s blok özgül ağırlığı(kg/m³), γ_w suyun özgül ağırlığı, α yapı eğimi, K_D satabilite katsayısı, $\Delta = (\rho_s / \rho_w) - 1$, D_{n50} taşların %50 sinin ağırlığının daha az olduğu taşın çapı(m), ρ_s taşın özgül kütlesi (t/m³) ve ρ_w suyun özgül kütlesidir (t/m³). K_D katsayısının alacağı değerler Tablo 4’de verilmiştir. Hudson formülü dalgakıran eğiminin 1/1.5 den 1/5 e kadar olan değerlerinde geçerlidir.

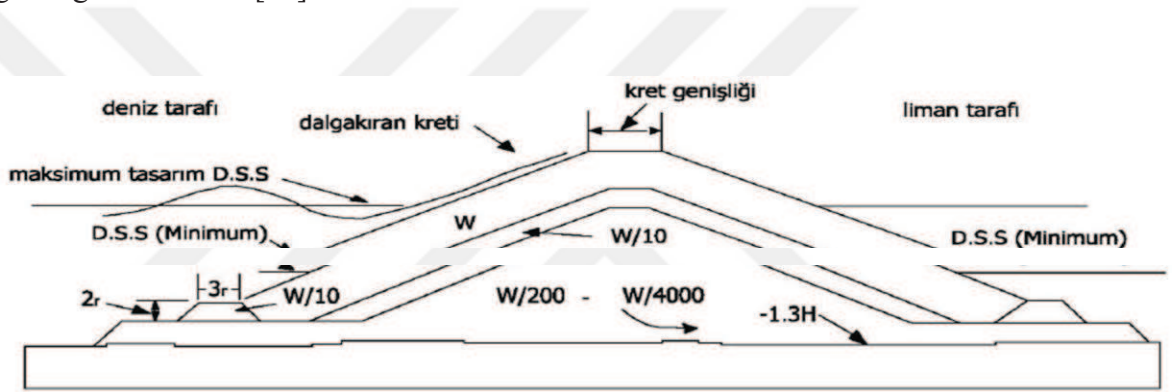
Tablo 4 Hudson Formülündeki K_D değerleri [5].

Koruyucu Tabaka	Taş Kaplama Sırası (n)	Dalgakıran Gövdesi		Dalgakıran Kafası		Eğim
		Dalgaların kırılması hali	Dalgaların kırılmaması hali	Dalgaların kırılması hali	Dalgaların kırılmaması hali	
Düzgün ocaktaşı	2	1.2	2.4	1.1	1.9	1.5-3.0
Düzgün ocaktaşı	>3	1.6	3.2	1.4	2.3	1.5-3.0
Kaba, köşeli ocaktaşı	1	-	2.9	-	2.3	1.5-3.0
Kaba, köşeli ocaktaşı	2	2.0	4.0	1.9	3.2	1.5
				1.6	2.8	2.0
				1.3	2.3	3.0
Kaba, köşeli ocaktaşı	>3	2.2	4.5	2.1	4.2	1.5-3.0
Tribar	2	9.0	10.0	8.3	9.0	1.5
				7.8	8.5	2.0
				6.0	6.5	3.0
Dolos	2	15.8	31.8	8.0	16.0	2.0
				7.0	14.0	3.0
Tetrapot	2	7.0	8.0	5.0	6.0	1.5
				4.5	5.5	2.0
				3.5	4.0	3.0



Önerilen 3 Tabakalı Kesit

Şekil 20. Dalga aşmaması ya da çok az dalga aşması durumlarının gözlemlendiği taş dolgu dalgakıran kesiti [14].



Önerilen 3 Tabakalı Kesit

Şekil 21. Her iki yönde de dalga etkisinde kalan ve dalga aşmasının meydana gelebileceği taş dolgu dalgakıran kesiti [14].

1.6.3 Koruyucu Tabaka Kalınlığı

Koruyucu tabaka kalınlığı Denklem 1.33'de verilmiştir.

$$r = nk_{\Delta} \left(\frac{W}{\gamma a} \right)^{1/3} \quad 1.33$$

Denklemden, r ortalama tabaka kalınlığı, n taş ya da beton koruyucu birey taş veya blok sayısı, W koruyucu birey taş veya blok birim ağırlığı, γ_a koruyucu birey taş veya blok birim özgül ağırlığı ve k_{Δ} tabaka katsayısıdır.

1.6.3 Koruyucu Tabaka Kalınlığı

Dalga kırınların kret genişlikleri üstten aşma debisine bağlıdır. Üsten aşma debisi yapı ve yapının arkasındaki kısma zarar vermeyecek miktarda olmalıdır. Ayrıca kret genişliği dalgakıran üzerindeki servis yolu ve gezinti yolunun büyüklüğüne göre de tasarlanabilir. Kret genişliği en az tabaka kalınlığının 3 katı olacak şekilde tasarlanmalıdır.

$$b_{\min} = 3nk_{\Delta} \left(\frac{W}{\gamma a}\right)^{1/3} \quad 1.34$$

Denklemden, b_{\min} minimum kret genişliğidir.

Çeşitli koruyucu tabaka birey taş ya da blok için tabaka kat sayısı ve boşluk oranları Tablo 5’de verilmiştir [5].

Tablo 5 Çeşitli tabaka birey taş ya da blok için tabaka kat sayısı ve boşluk oranı.

Koruyucu Tabaka	Taş Sayısı (n)	Tabaka Katsayısı	Boşluk Oranı (%P)
Düzgün ocaktaşı	2	1.02	38
Kaba ocaktaşı	2	1.00	37
Kaba ocaktaşı	≥ 3	1.00	40
Tetrapot	2	1.10	50
Tiber	2	1.02	54
Dolas	2	0.94	56

1.7. Doğu Karadeniz Bölgesi Dalga İklimi Ve Katı Madde Rejimi

Kıyı bölgesinde katı madde taşınımının en önemli faktörü olan dalganın uzun süreli dalga değerlerinin analizi gereklidir. Ancak rüzgâr dalgalarının ölçümü güç ve pahalıdır. Ülkemizde henüz düzenli bir dalga ölçüm ağı kurulabilmiş değildir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde dalga ölçüm istasyonları olmaması nedeniyle doğrudan dalga değerleri elde edilememektedir. Bu nedenle projelendirmede kullanılacak veriler rüzgâr kayıtları ile tahmin edilmektedir. Dalga değerlerinin tahmini için kullanılacak rüzgâr verileri meteorolojik rüzgâr verilerinden veya sinoptik rüzgâr haritalarından elde edilebilir. Özölçer, Doğu Karadeniz Bölgesi için etkin dalga yönlerini N, NNW ve NW olarak belirtmiştir. Tüm yöreler için ortalama belirgin dalga yükseklikleri 1.5 m ~ 4.5 m, belirgin dalga periyotları ise 4.5 sn ~ 8.0 sn arasında olduğunu ifade etmiştir. Belirgin dalga yüksekliği olarak da 1.5 m ~ 7.5 m kabul edilmiştir. Belirgin dalga periyotları hakkında bilgi verilmemiştir. Genel olarak yörede batı yönünden gelen dalgaların etkin olması sebebiyle katı madde taşınımı batıdan doğuya doğru gerçekleşmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan çeşitli akarsular, eğimleri büyük olmasından dolayı çok miktarda katı madde taşımaktadırlar. Bir akarsuyun taşıdığı katı madde debisi, akım şartlarına, akışkan ve katı madde karakteristiklerine bağlıdır. Taşınım debisi, katı madde dane çapı, akarsuyun eğimi, katı madde ve akışkanın özgül ağırlığı, akışkanın viskozitesi, akımın hidrolik çapı, su yüksekliği ve ortalama hızının fonksiyonudur. EİE Genel Müdürlüğü'nün Türkiye'deki tüm havzalarda yapmış olduğu gözlemlere dayanarak oluşturduğu formül ile katı madde taşınım miktarı tahmin edilebilir.

$$Q = 14.153 \cdot 101.26016 \cdot \log A \quad (1.68)$$

Burada,

Q: katı madde taşınım miktarını (ton/yıl)

A: havza alanıdır (km²).

Ayrıca Doğu Karadeniz Bölgesi'nde gözlem yapılan 7 akarsuyun verilerine göre elde edilen bir denklem oluşturulmuştur.

$$\text{bort } Q = a \cdot Q \quad (1.69)$$

Q: katı madde taşınım debisi (ton/gün),

Qort: günlük ortalama akım debisi (m³/sn)

a ve b: regresyon katsayılarıdır.

2.YAPILAN ÇALIŞMALAR

Boğuşlu ve ark. (2000), Giresun, Trabzon ve Rize illerindeki kıyıda liman, barınak, mahmuz, gibi yapıların yer seçiminde ve projelendirilmesinde gerekli özenin gösterilmeyişi, kıyı şeridinden inşaatlar için kum çakıl çekilmesi, çarpık yapılaşmalar gibi etkilerin kıyı çizgisindeki değişimlerini incelemişler ve bu konuda çözüm önerileri getirmişlerdir. Ayrıca getirilen çözüm önerilerinin benzer tipte değişiklik gösteren kıyılara da uygulanabilmesini amaçlamışlardır.[5]

Yüksel ve Önsoy (2002), Karadeniz sahil otoyolunda yapılmış olan yol ve kıyı koruma yapılarının gözlem altına alınmak suretiyle kıyı hidrodinamik dengesi üzerindeki etkisini belli bir zaman aralıklarında inceleyerek aynı amaçla daha önce projelendirilerek uygulamaya konmuş olan benzer yapılarla karşılaştırarak bunların avantaj ve dezavantajlarını gözden geçirmişlerdir. Kıyı koruma yapılarının proje esas ve kriterlerine uygun tecrübeli ve uzman kişilerce yapılması durumunda kıyı hidrodinamik dengesinin korunmasında olumlu katkı yapacağı konusunda genel bir görüş bildirmişlerdir.[5]

Server (2002), Samsun–Trabzon arası kıyı koruma yapılarının performanslarını yapının fonksiyonelliği ve doğaya uyumunu göz önünde bulundurarak incelemiştir. Bölgede yapı yeri seçiminin önemini vurgulamış ve esnek, geçirgen, kıyıya dik yapıların uygulanabileceğini önermiştir.[5]

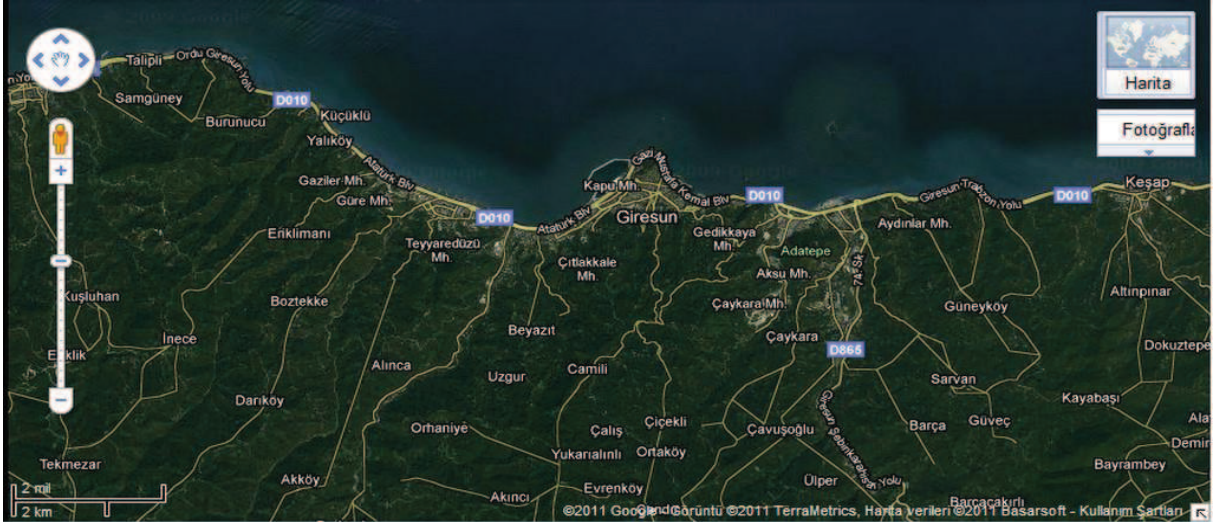
3.BULGULAR VE İRDELEME

3.1. Giriş

Bu çalışmada; Giresun İli Merkez ile Giresun İli Espiye İlçesi Merkez arasında kıyı tahkimat örneklerine yer verilmiştir.



Resim 2 Türkiye Haritası Giresun İli



Resim 3 Giresun İli Uydü Görüntüsü

Karadeniz Bölgesinin Doğu Karadeniz Bölümünde yer alan Giresun ili, 37, 50 ve 39 12 doğu boylamları ile 40 07 ve 41 08 kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. İl doğusunda Trabzon ve Gümüşhane, batısında Ordu, güneyinde Sivas ve Erzincan, güneybatısında yine Sivas illeriyle komşu olup, kuzeyi Karadeniz ile kuşatılmıştır.

Giresun ili, 6934 km karelik yüzölçümü ile ülke topraklarının binde 8.5'ini kaplamaktadır. 1997 nüfus sayım sonuçlarına göre, il nüfusu 471.876 olup, km'ye 72 kişi düşmektedir. Nüfus yoğunluğu kıyı şeridinde il ortalamasının üzerinde iken, bu oran, kıyı şeridinden iç kesimlere doğru gidildikçe belirgin bir şekilde il ortalamasının altına düşmektedir.

İl Merkezi, Aksu ve Batlama vadileri arasında denize doğru uzanan bir yarımada üzerinde kurulmuş olup, bu yarımada'nın doğusunda ve 2 km. açığında Doğu Karadeniz'in tek adası olan Giresun Adası bulunmaktadır.[1]

3.1.2. Yeryüzü Şekilleri

Giresun ili, yüzey şekilleri bakımından arızalı(engebeli) bir görünüşe sahiptir ve yüzey şekillerinin çatısını, Karadeniz kıyısı boyunca uzanan oldukça dar ve alçak düzlüklerden oluşan bir kıyı şeridi ile güneyde Kelkit Çayı Vadisi arasını kaplayan Giresun Dağları meydana getirir. Doğu Karadeniz dağlarının batıya doğru uzanan kollarından biri olan Giresun Dağlarının doruk çizgisi, Kelkit vadisine Karadeniz kıyısından daha yakındır ve dik yamaçlarla iner, vadilerle yarılmış Karadeniz tarafından ise eğim daha azdır. Kıyı genellikle tepelik bir görünüşe sahiptir. Kıyıya paralel bir duvar gibi duran dağların ortalama yüksekliği 2000 m olmakla birlikte bazı yerlerde 3000 metreyi aşar. Balaban, Gavur Dağı Tepesi, Cankurtaran, Karagöl, Kırkkızlar bunlardan bazılarıdır.

Dağlardan kıyılara geçit veren önemli noktalar, Eğribel geçidi, Şehitler Geçidi, Fındıkbel geçidi gibi önemli birkaç geçitten oluşmaktadır.

Şebinkarahisar, Alucra ve Güce ilçelerini içine alan ve daha az arızalı olan kesimde ortalama yükseklik 1000-1500 metre civarında olup, arazi Kelkit Vadisine doğru eğimlidir.

İl genelinde az yer kaplayan ovaların büyük bölümü kıyı kesiminde toplanmıştır. Bu ovalar, su sorunu olmayan verimli tarım alanlarıdır. Kıyı kesimlerden başka, iç kesimlerde Kelkit Vadisi'nde Avutmuş Deresi'nin Kelkit Çayı ile birleştiği bölümde küçük, bazı düzlüklere rastlanır.

Giresun Dağlarının 2000 metreyi aşan bazı kesimlerinde hayvancılık açısından önem taşıyan birçok yayla yer alır. Giresun dağları üzerindeki bu yaylaların başlıcaları, Kümbet, Kulakkaya, Bektaş, Tamdere, Karagöl, Eğribel, Kazıkbeli yaylalarıdır.[1]

3.1.3. İklim Özellikleri

Giresun Dağlarının kıyıya paralel olarak uzanışı, il toprakları üzerinde iki farklı iklim bölgesi oluşmasına neden olmuştur. Karadeniz kıyılarında ılık ve yağışlı iklim sürer. Uzun süreli gözlemlerin ortalamasına göre, merkezde yıllık sıcaklık ortalaması 14.2 derecedir. En soğuk ay (Şubat) ortalama sıcaklığı 6.9 derecedir. En sıcak ay Ağustos ortalaması ise, 22.3 derecedir. Şimdiye kadar Giresun'da kaydedilen en düşük sıcaklık -9.8 derece olarak, en yüksek sıcaklık ise, 4 Ekim 1952'de 37.3 derece olarak ölçülmüştür.

En çok yağış, ekim ve Kasım en az yağış ise Mayıs ve Haziran aylarında görülür. Yağışın en fazla düştüğü aylarda aylık ortalama yağış 140 mm.'yi aşarken, en az düştüğü aylarda 60 mm.'nin altına inmez.

Yağışlı günlerin ortalama sayısı 184'tür. Ortalama deniz suyu sıcaklığı 16.9 derecedir. Deniz en yüksek sıcaklık değerine Temmuz ve Ağustos aylarında ulaşır. [1]

3.1.4. Jeolojik Yapı

Giresun ilinin çok yerinde, özellikle kuzey kesiminde Üst-Kretase volkanik fasiyesli (minarelleri bileşim bakımından her yerde aynı olan yer katmanına verilen ad) arazi çok geniş yer kaplar.

Alp orojenezli kökenli kıvrım dağlarından olan Giresun Dağları'nın çekirdeğini granodiyoritli bir temel oluşturur. Mesozoik (ikinci jeolojik zaman) ve üçüncü jeolojik zaman bu yaşlı genç kıvrım dağlarının oluşumu sırasında ve daha sonraki dönemde kırılmalar, kırılmalar ve bindirmeler olmuş, zaman zaman meydana gelen volkanizma olayları nedeniyle kalınlığı 500 m'yi bulan püskürük bir dizi ile örtülmüştür.

Dağların batı kesimini oluşturan Karagöl kütesinin kuzeyinde glasyal şekillere rastlanır. Bu kütledeki Pleistosen (yaklaşık 2.5 milyon-10 bin yıl önce) glasyonu, sirkler içinde yer alan küçük neveler ve bunlardan bazılarının aşağıya doğru sarkması ile temsil edilir.

Alucra'nın güneyinde üst-kretase ve fliş tabakalarıyla Sarıçicek Dağında Alt Kretase kıvrımlı tabakaları başlıca yapıyı teşkil eder. Bunun batısında, Şebinkarahisar ilçesinde Oligosen-Miyosen devrine ait jipsli killere rastlanır.

122.km. uzunluğa sahip Giresun ili kıyılarında yüksek falezlerle belirginleşen pasifik tipi kıyılar (boyuna kıyılar) hakimdir. Bu dik ve yüksek falezli kıyılar arasında yer yer kumsallar oluşmuştur. Kıta platformu (self) geniş değildir. Bu durum, ilin yapısı ve jeomorfolojik gelişimi ile ilgilidir. Derinlik kısa bir mesafede 200 metreye varmakta, sonra birden 1000 metreye kadar inmektedir.[1]

3.2. Kıyı Tahkimatları Örnek İnceleme

Trabzon Karayolları Bölge Müdürlüğü tarafından uygulanan Giresun İli ve Espiye İlçesi arasında yapılmış kıyı tahkimatlarını tekrar matematiksel olarak incelediğimizde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.



Resim 4 Giresun Merkez -Espiye Arası Kıyı Tahkimatı

Yapılan kıyı tahkimatları yerinde incelendiğinde bazı bölgelerde filtre tabakasının zayıf olduğu çok sağlam olmadığı ve zaman içerisinde yok olacağı görülmüştür. Resim 5 de

yapı filtre tabakasının zayıf olduğu gör÷lmektedir. Bazı bölgelerde ise filtre tabakası gör÷lmekte ve bir sorun olmadığı anlaşılmaktadır. Resim 6 de gör÷lmektedir.



Resim 5 Giresun Espiye arası filtre tabakası uygulama hatası

Filtre tabakasının uygulama hatası, koruyucu tabaka ile birlikte yapının çekirdek malzemesinin kaybolmasına ve yapıda aşırı dalga koşullarında hasara uğramasına sebep olmaktadır.



Resim 6 Giresun Espiye arası filtre tabakası uygulaması

Kıyı tahkimatı Giresun – Espiye arası örnek bir noktada yapılan ölçümler ve veriler aşağıdaki gibidir.

Yapı önü max su derinliği : 4m

Kıyı taban eğimi : 1/2

Yapı kretkotu : 5.00 m

Kıyı tahkimatı koruyucu tabaka eğimi : 1/2

Taş kaplama tabaka sayısı : 2

Ortalama kaya boyutu ve hacmi : 0,8 – 1,2 m³

Tuzlu su yoğunluğu : 1,02 gr/cm³

Ortalama kaya yoğunluğu : 2,65 gr/cm³

Burada kıyı taban eğimi, yapı kret kotu, koruyucu tabaka eğimi Trabzon Karayolları Bölge Müdürlüğü Karadeniz Sahil Yolu Projesinden alınmıştır.(10) Taş kaplama tabaka kat sayısı yerinde incelenmiştir.

Dolgu yüksekliği H_s, H₀ : 5,80 m

Dalga periyodu T_s : 9,90 sn

Deniz taban eğimi m : 1/3 : 0,03

Deniz taban eğimi ile dalga sırtları arasındaki açı : α₀ : 0°(en kritik koşul)

Sapma katsayısı K_r : 1.00

Dolgu yüksekliği, Dalga periyodu, Deniz taban eğimi, ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü Deniz Mühendisliği Araştırma Merkezi verilerinden alınmıştır.(11)

Kırılmaya uğramış derin deniz dalga yüksekliği H₀' : K_r.H₀

Dalga boyu hesaplanır.

$$L_0 : 1,56.T^2 \rightarrow L_0 : 1,56 \times 9,90^2 : 152,8990$$

Kırılan dalga yüksekliği hesaplanır

$$H_b = 0,56 H_0 \left(\frac{H_0}{L_0}\right)^{-1/5} \rightarrow H_b = 0,56 \times 5,80 \left(\frac{5,80}{152,90}\right)^{-1/5} : 6,25m$$

$$m \leq 0,1 \text{ ve } \frac{H_0}{L_0} \leq 0,06 \text{ için;}$$

Denklem 1.20, 1.21 ve 1.22 kullanılarak dalga kırılma derinliği bulunur.

$$\gamma_b = \frac{H_b}{hb} = b - a \frac{H_b}{9T^2}$$

$$a = 43,8(1 - e^{-19m}) = 43,8 \times (1 - e^{-19 \times 0,03}) = 19,03$$

$$b = \frac{1,56}{1 + e^{(-19,5m)}} = \left(\frac{1,56}{1 + e^{(-19,5 \times 0,03)}}\right) = 1$$

$$h_b = \frac{H_b}{b - a \times \frac{H_b}{9T^2}} \rightarrow h_b = \frac{6,25}{1 - 19,03 \times \frac{6,25}{9,81 \times 9,90^2}} = 7,13m$$

Bu durumda $h_b < h$ olması gerekirken $h_b > h$ olmuştur. Bu sebeple dalga kıyıya vurmadan kırılmaya başlayacaktır. Kırılma olayından dolayı dalga yüksekliğinin %40 ını kaybettiğini düşünürsek $0,60 \times H_b$ ise $0,60 \times 5,80 = 3,50$ m olacaktır.

Bu değer denklem 1.27 de kullanılacak olursa;

Koruyucu tabakada kullanılan kaya ağırlığı 4,64 ton olmalıdır. Burada stabilite katsayısı K_D kaplama sırası 2 ve dalganın kırılma durumu için tablo 1.6 dan yararlanılmıştır.

$2 \times 0,8 \times 2,65 = 2,12$ ve $2 \times 1,2 \times 2,65 = 3,18$ ton olur. Uygulamada da 2 sıra olması ve Hudson formülünde bulunan 4,64 ton ağırlığındaki kayalardan daha hafif olmadığı için stabilite sorunu yaşanmamaktadır.

Üsten aşma debisi hesaplanacak olursa;

$$R_s = \frac{R_c}{T_m \times (g \times H_s)^{0,5}} \rightarrow R_s = \frac{5,00}{9,90 \times (9,81 \times 3,50)^{0,5}} = 0,0862$$

Denklem 1.28 ve 1.29dan yapı uzunluğu boyunca üsten aşma debi miktarı bulunur.

$$Q_s = A \times e^{\frac{-B \times R_s}{0,5}} \rightarrow Q_s = 9,39 \times 10^{-3} \times e^{\frac{-21,6 \times 0,0862}{0,5}} = 2,27 \times 10^{-4}$$

$$Q_m = Q_s \times T_m \times g \times H_s \rightarrow Q_m = 2,27 \times 10^{-4} \times 9,90 \times 9,81 \times 3,50 = 0,077 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

A ve B ampirik katsayıları Tablo 2 ve r Tablo 3 alınmıştır. Q_m üsten aşma miktarını göstermektedir. Bu durumda Tablo 1 bakacak olursak, yapının arkasında bulunan araçların herhangi bir hızda hareket etmesi emniyetsizdir. Yayalar için çok tehlikeli, yapılar için ise hasar oluşturacağı görülmektedir.

3.3 Mahmuz Örnek İnceleme

Trabzon Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yapılan T Mahmuz inceleme örneği aşağıda verilmiştir. AutoCad çizimi Ek-1'de mevcuttur.



Resim 7 Giresun Merkez T Mahmuz

Çalışmada dolgu işlemi sırasında izlenmesi planlanan yöntemler aşağıda verilmektedir;

Dolgu malzemesi olarak kullanılacak taşlar taş ocağından faaliyet alanına getirilir.

Mahmuz yapımının gerçekleştirileceği alanlara taşlar ekskavatör ile yerine yerleştirilir.

Önce alt kısma 0-400 ton taşlar yerleştirilir. Sonra 2-4 tonluk taşlar kullanılarak dış koruma tabakası oluşturulur.

Proje alanlarında 3 adet T Mahmuz yapılarının yapılması planlanmaktadır. Bu yapıların kıyıdan itibaren 30 m uzunluğunda, T yapılarının da 30 m uzunluğunda iki mahmuz arasında da 30 m uzunluğunda başarıyla yapılmıştır. Proje konusu faaliyette kıyı boyu hareket eden kumun mahmuz arasında kalmasını sağlamak için mahmuz boyuyla mahmuzlar arasındaki mesafe kısa tutulmuştur, böylelikle kıyıda oluşacak kumun geri kaçması önlenmiş olacaktır. Mahmuzların yapılacağı alanın maksimum derinliği 4 m, ortalama derinliği ise 2 m'dir. Tasarım mühendisinin kıyı boyu katı madde taşınım miktarını doğru tahmin etmesi gerekmektedir. Mahmuzların katı madde tutma verimlilikleri, yapının boyuna, yüksekliğine, kıyı özelliklerine (gelen dalga yüksekliği dağılımına, tabandaki kum özelliklerine ve taban topografyasına) bağlıdır.

İnşa edilmiş mahmuzların tamamı aynı ölçülerde olup gruptaki mahmuz aralıkları genellikle mahmuz boyunun 2 katı olarak inşa edilmiştir. Başlık uzunluğu ise, mahmuz boyunun yarısı kadardır. Boyutlar ile gövde ve başlık tepe kotu tüm mahmuzlarda aynıdır.

Mahmuz kotu +1 m olarak inşa edilmiştir. Mahmuz boyları 100 m, başlık uzunlukları 50m, mahmuz aralıkları 200 m olup mahmuz kret genişliği 10 m' dir.

Mahmuzlarda gözle muayeneler yapılarak mahmuz civarında hasar, yığılma ya da oyulma yoktur. Topuklarda kum – çakıl birikimi mevcuttur. Mahmuzlar kıyıya dik ve dar inşa edilmiştir. Değerlendirmelere göre optimum dolma sağlanması için mahmuz boyu ile mahmuz aralığı arasında bir bağlantının olması gerekmektedir. Bu oran;

$$L_g = (1.5 - 2.30) * L_x \text{ kadardır.}$$

Tasarımda bölgelerde oluşabilecek dalga yükseklikleri dikkate alınarak projede kullanılacak taş ağırlıkları belirlenmiş ve proje konusu faaliyette T Mahmuzlar taş kaplama şeklinde yapılmıştır. Gerekli hallerde kaplama altına filtre tabakası konulmuştur.



SONUÇLAR

Karadeniz Sahil Yolu'nun geçtiği Giresun Merkez – Espiye Merkez kıyı şeridinde inşa edilen kıyı tahkimatları ve T mahmuzlar planlama ve projelendirmedeki hataları ve çevreye olan etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1. Giresun-Espiye arası kıyı boyunca dalga etkilerine karşı korunmak amacıyla yapılan kıyı tahkimatları yapılış amacına uygun ve güvenilir şekilde yapıldığı hesaplar sonucunda anlaşılmıştır.
2. Giresun-Espiye arası kıyı tahkimatları stabilite bakımından yeterli olduğu ve filtre tabakası açısından iyi durumda olduğu ancak bazı yerlerde zayıf olduğu gözlenmiştir.
3. Hesaplamalar sonucunda kaya boyutları yeterli olup stabilite sorunu ile karşılaşılmayacağı düşünülmektedir.
4. Giresun – Espiye arası T mahmuz yapımlarında bir sorun olmadığı amaçlarına uygun yapıldığı gözlenmiştir.
5. Kıyı boyu taşınımın yoğun olduğu yerlerde yapılan mahmuzların dolması çabuk ve etkili olmaktadır.
6. Oluşturulacak kıyı yapısı, o bölgenin şartlarının iyi analiz edilmiş, sonuçlarına göre yapılmıştır. Yanlış analiz sonucunda problemler doğurması olasıdır.
7. Bazı mahmuzlarda akarsuların etkisi altında yığılma miktarı artış göstermektedir.
8. Kıyı boyu sediman taşınımının etken olarak gerçekleştiği sahillerde kıyıya dik mahmuz planlamasında mahmuz boyunun kıyı boyu madde taşınımının bir kısmını tutarken bir kısmının da geçmesini sağlayacak şekilde olmasına dikkat edilmiştir.

ÖNERİLER

Giresun - Espiye arasında yapılan kıyı tahkimatlarında stabilite sorunu yaşanmamaktadır. Ancak yer yer filtre tabakasının zayıf olduğu görülmüştür. Ancak zamanla filtre tabakası daha çok aşınacağı için verileri daha iyi analiz edilebilirdi. Gerekirse belirli yerlere dalga ölçüm istasyonları kurmak daha sağlıklı sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir.

Kıyı koruma çalışmalarında kıyı tahkimatları ve T mahmuzlarının yanı sıra ya da bazı T mahmuzları yerine açık deniz dalgakıranları da yapılabilirdi. Bunun sebebi ise T mahmuzlarına göre daha çok kumsal oluşumu artırabilmesidir.



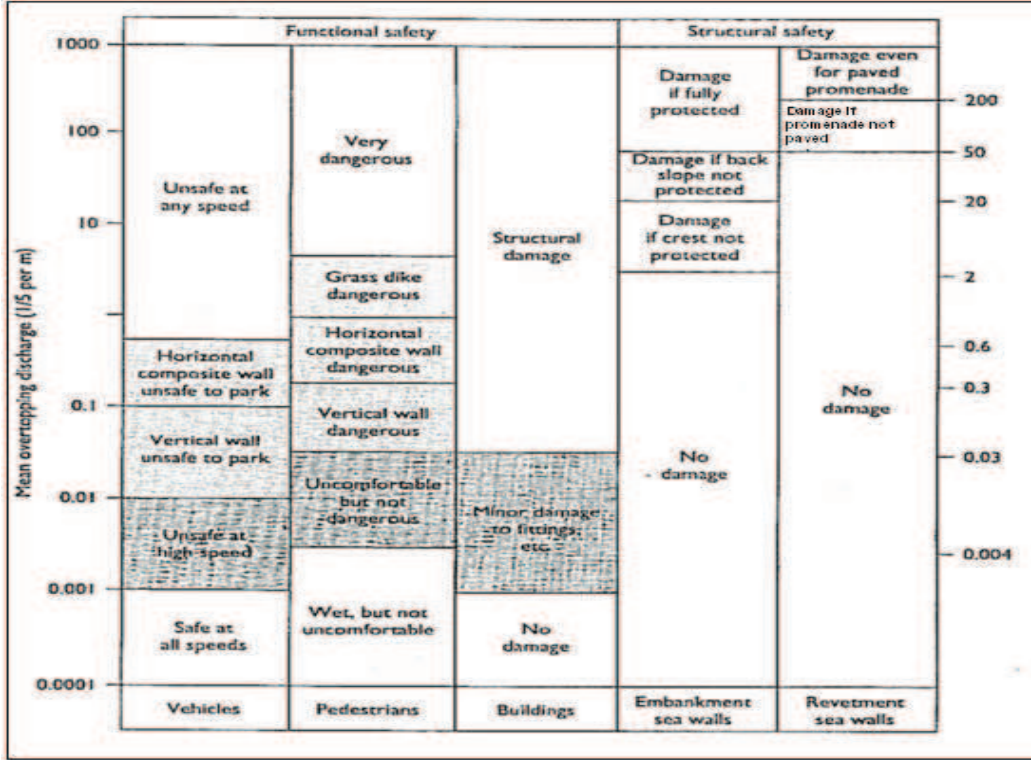
KAYNAKÇA

- (2017, Kasım 02). <http://www.giresun.gov.tr/cografya1> adresinden alınmıştır
- AYDIN, S. (2011). *Trabzon İle Rize İlleri Arası Kıyı Koruma Yapılarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi*. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- BAKKALOĞLU, S. (2006). *Kıyı Korumasında Açıkdeniz Dalgakıranların Etüdü Ve Dereköy (Samsun) Örneği*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Boğuşlu, H., Yıldırım, S., Değirmenci, F., & Çelik, B. (Ekim 2000). Giresun, Trabzon ve Rize İllerindeki Kıyı Değişimleri ve Çözüm Önerileri. 3. *Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu*, (s. 215-231.). Ankara.
- Durmuş, C. (2007). *Mersin Bölgesi Kıyı Koruma Yapılarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi*. Adana: Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ergin, A., & Özhan, E. (1986). *15 Deniz Yöresi İçin Dalga Tahminleri ve Tasarım*. Ankara: ODTÜ Kıyı ve Liman Mühendisliği Araştırma Merkezi.
- Ertaş, B., & Bilgin, R. (Nisan 1988). *Kıyı Karayolunun Dalga Etkilerinden Korunması İçin Taş Dolgu Koruyucu Yapıların Projelendirilmesi, Doğu Karadeniz Sahil Tahkimat Projesi Kod. No: DSPA/85.112.001.1*. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidrolik Laboratuvarı.
- Ertaş, B., & Özölçer, İ. (1996, Ocak). Kıyı Duvarları. s. 33-36.
- Herbich, J. (2000). *Handbook Of Coastal Engeneering*. New York: McGrawHill.
- Kapdaşlı, S. (1992). *Kıyı Mühendisliği*. İstanbul: İstanbul Teknik Ünivesitesi İnşaat Fakültesi Matbaası.
- KARAKULLUKÇU, R. (2015). *Yüzen Dalgakıran Tasarımlarının Taş Dolgu Dalgakıranlarla Karşılaştırılması*. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Trabzon Karayolları Genel Müdürlüğü. (tarih yok). *Karadeniz Sahil Yolu Projesi*.
- Yüksel Proje. (2007). *Kıyı Yapıları Ve Limanlar Planlama Ve tasarım Teknik Esaslar*. Ankara.
- Yüksel, Y. (2005). *Deniz Tabanı Hidrodinamiği ve Kıyı Morfolojisi*. Ankara: Arıkan Yayınevi.

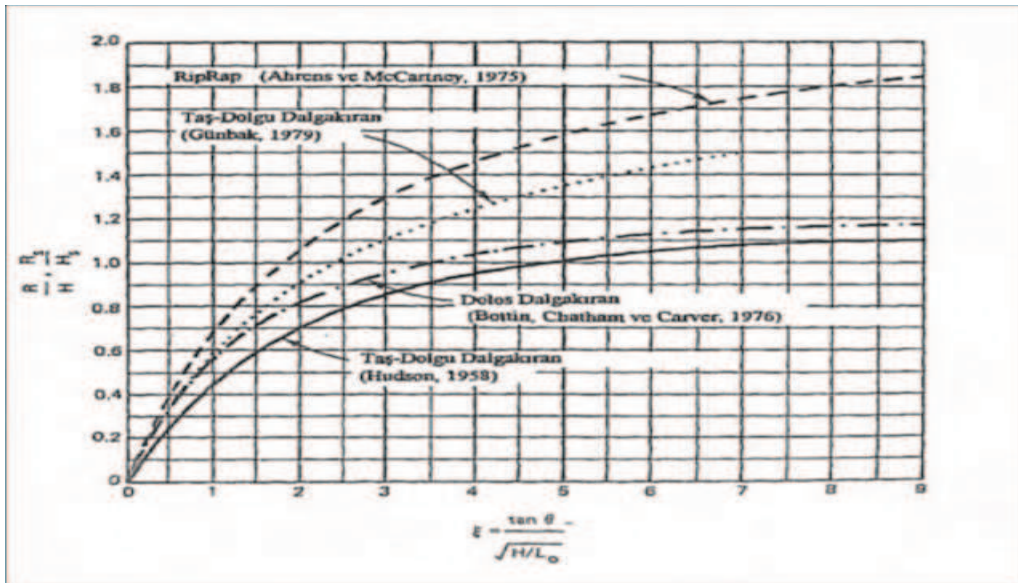
Yüksel, Y., Güler, I., Çevik, E., & Kilit, Z. (2005). *Kıyı Çizgisi Erozyonuna Karşı Çözüm Yöntemleri Ve Antalya Örneği*. Antalya.



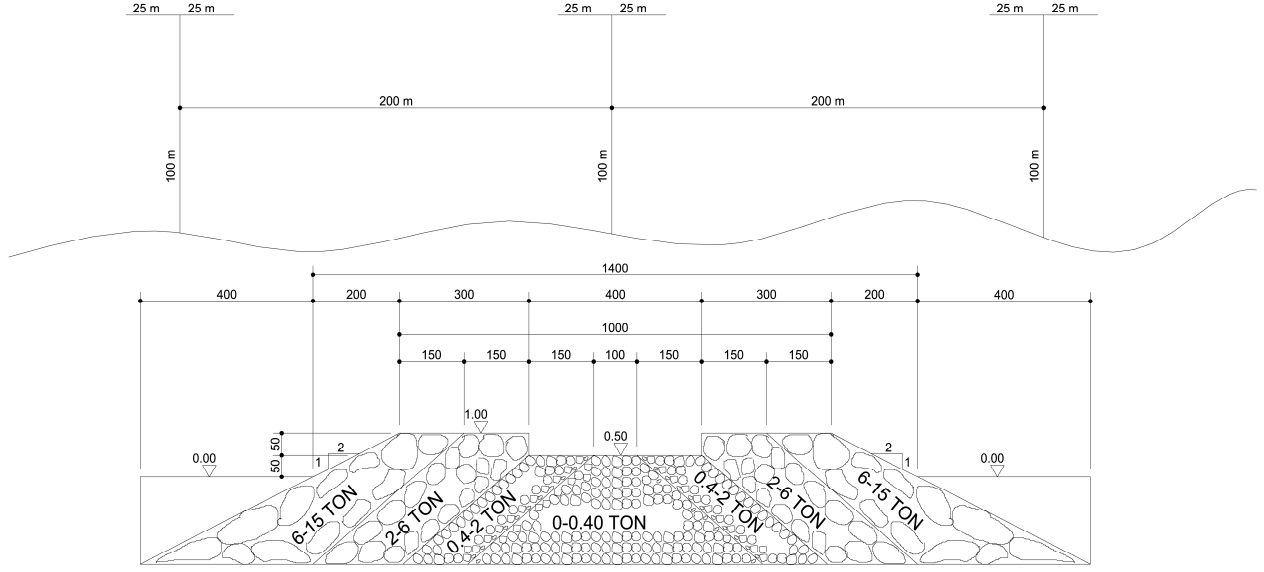
EKLER



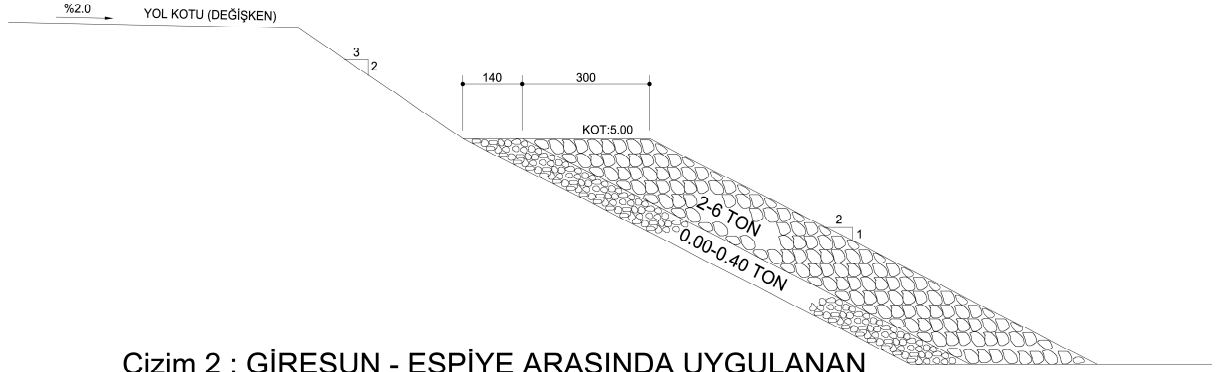
İzin Verilebilir Üstten Aşma Miktarları



F Dalga Tırmanma Yüksekliği Eğrileri (CERC, 1984)



Çizim 1 : GİRESUN - ESPIYE ARASINDA UYGULANAN
T MAHMUZ KESİT TİPİ
1/100



Çizim 2 : GİRESUN - ESPIYE ARASINDA UYGULANAN
PERE TİPİ
1/100



KARADENİZ

Ölçek 1:120.000 (1:50.000)
DERİNLİK VE YÜKSEKLİKLER METREDİR.
PROJEKSİYON: MERCATOR

1982 yılına kadar yapılan ölçümlere dayanmaktadır.

UYARI
Bu harita, diğer haritalarla karşılaştırıldığında farklılık göstermektedir.
Bu harita, diğer haritalarla karşılaştırıldığında farklılık göstermektedir.

ASULUK (GÖRÜŞMELER)

1	Derinlik
2	Yükseklik
3	Deniz seviyesi
4	Deniz yüzeyi
5	Deniz altı
6	Deniz üstü
7	Deniz yüzeyi
8	Deniz altı
9	Deniz üstü
10	Deniz yüzeyi
11	Deniz altı
12	Deniz üstü
13	Deniz yüzeyi
14	Deniz altı
15	Deniz üstü
16	Deniz yüzeyi
17	Deniz altı
18	Deniz üstü
19	Deniz yüzeyi
20	Deniz altı
21	Deniz üstü
22	Deniz yüzeyi
23	Deniz altı
24	Deniz üstü
25	Deniz yüzeyi
26	Deniz altı
27	Deniz üstü
28	Deniz yüzeyi
29	Deniz altı
30	Deniz üstü
31	Deniz yüzeyi
32	Deniz altı
33	Deniz üstü
34	Deniz yüzeyi
35	Deniz altı
36	Deniz üstü
37	Deniz yüzeyi
38	Deniz altı
39	Deniz üstü
40	Deniz yüzeyi
41	Deniz altı
42	Deniz üstü
43	Deniz yüzeyi
44	Deniz altı
45	Deniz üstü
46	Deniz yüzeyi
47	Deniz altı
48	Deniz üstü
49	Deniz yüzeyi
50	Deniz altı
51	Deniz üstü
52	Deniz yüzeyi
53	Deniz altı
54	Deniz üstü
55	Deniz yüzeyi
56	Deniz altı
57	Deniz üstü
58	Deniz yüzeyi
59	Deniz altı
60	Deniz üstü
61	Deniz yüzeyi
62	Deniz altı
63	Deniz üstü
64	Deniz yüzeyi
65	Deniz altı
66	Deniz üstü
67	Deniz yüzeyi
68	Deniz altı
69	Deniz üstü
70	Deniz yüzeyi
71	Deniz altı
72	Deniz üstü
73	Deniz yüzeyi
74	Deniz altı
75	Deniz üstü
76	Deniz yüzeyi
77	Deniz altı
78	Deniz üstü
79	Deniz yüzeyi
80	Deniz altı
81	Deniz üstü
82	Deniz yüzeyi
83	Deniz altı
84	Deniz üstü
85	Deniz yüzeyi
86	Deniz altı
87	Deniz üstü
88	Deniz yüzeyi
89	Deniz altı
90	Deniz üstü
91	Deniz yüzeyi
92	Deniz altı
93	Deniz üstü
94	Deniz yüzeyi
95	Deniz altı
96	Deniz üstü
97	Deniz yüzeyi
98	Deniz altı
99	Deniz üstü
100	Deniz yüzeyi

