

KIYI KORUMA UYGULAMALARI II

**KORUMA TABAKASINDA
ANTİFER ve KÜP BLOKLAR KULLANILAN
DALGAKIRANLAR DENGE DURUMLARININ 3 BOYUTLU
MODEL DENEYLERİ İLE ARAŞTIRILMASI**

Ayşen ERGİN, Ahmet Cevdet YALÇINER
Bergüzar ÖZTUNALI, Aslı NUMANOĞLU, Cenk ARMAĞAN,
ÇAĞLAR KAHYAĞLU, Hakan YÜNCÜ

ÜLKEMİZDEKİ KAZIKLI KIYI YAPILARINDA KAZIK BAŞLIKLARININ RİJİTLİK BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Veli AKÇAOĞLU
İnşaat Yüksek Mühendisi, İşletmeci
İzmir, Türkiye

ÖZET

Ülkemizde deniz ulaşımına hizmet veren kazıklı kıyı yapılarındaki statik sistemler birbirinden oldukça farklı özellikler taşımaktadır. Buna koşut olarak kazıklı kıyı yapıları için seçilen sistemlerin çözüm yöntemleri de birbirinden farklılıklar göstermektedir. Bu bildiride ülkemizde inşa edilen kazıklı kıyı yapıları, statik sistemleri bakımından bölümlere ayrılmış ve uygulanan çözüm yöntemleri anlatılarak çözümlerin statik sisteme uygunluğu değerlendirilmiştir.

1. GİRİŞ

1.1. Amaç:

Kazık temelli kıyı yapılarında kazıkları gruplar halinde bir yerde toplayan ve üst yapıdan gelen yükleri kazıklara aktaran elemanlara kazık başlığı veya sadece başlık denir. Üst yapıdan gelen yüklerin başlıklar altındaki kazıklara dağıtılması probleminin çözümü, kazık sayısının fazla ve hiperstatiklik derecesini yüksek olması nedeniyle basitleştirici bazı kabullerin yapılmasıyla mümkün olabilmektedir. Bu kabullerin en önemlisi, kazıkları birbirine bağlayan başlığın “rijit” sayılmasıdır. Yüklerin kazıklara dağıtılması amacıyla hazırlanmış bilgisayar yazılımlarının temel kabulü de budur. Başlıkların rijit sayılabilmesi için boyutları arasında nasıl bir oran bulunması gerektiği hakkında yazılımların herhangi bir ölçüt vermemesi, rijitliğin yorumunu projenin takdirine bırakmıştır. Birçok yapıda, yükler kazıklara dağıtılırken, başlıkların boyutları önemsenmemiş, boyutları ne olursa olsun başlıkların ve hatta tabliyenin “rijit” olduğu varsayılmıştır. Bu varsayımın terk edilmesi ve statik sistemin, kazıklara yük dağılımı hesaplarının teorisindeki kabullere uygun şekilde seçilmesine özen gösterilmesi gerekmektedir.

2. KAZIKLI KIYI YAPILARIMIZDAKİ STATİK SİSTEMLER

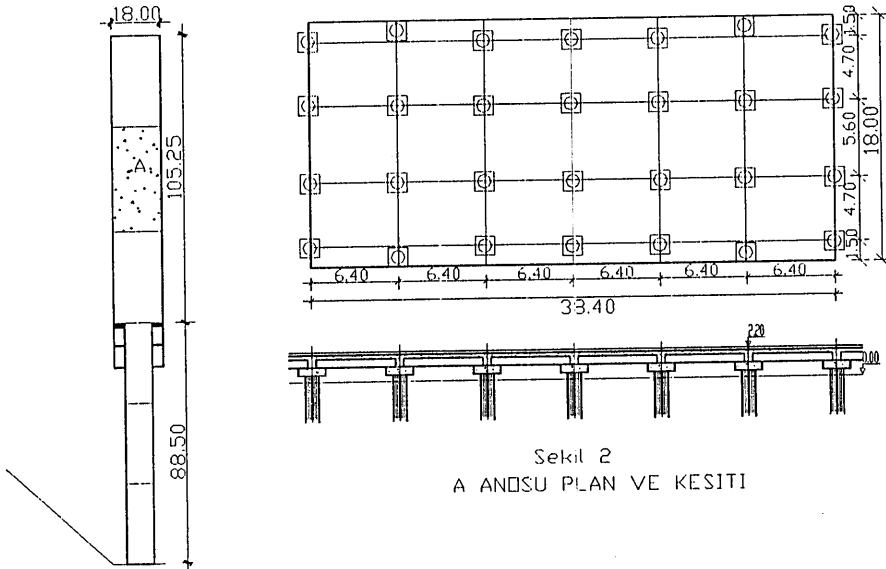
2.1 Düşey Kazıklı Kıyı Yapıları:

Ülkemizde inşa edilen kazıklı kıyı yapılarında genellikle betonarme çakma kazıklar kullanılmıştır. Üretim, taşıma ve şahmerdanla çakım aşamalarındaki sınırlayıcı etkenler betonarme kazık boylarının da sınırlı olmasına neden olmuştur. Ülkemizdeki kıyı yapılarında kullanılan betonarme kazıklar birkaç özel yapı dışında 30 m den daha uzun yapılmamıştır. Çelik boru kazık üretilmeyen yıllarda, taşıyıcı zemin katmanlarına 30 m lik betonarme kazıklarla ulaşamayan durumlarda, zorunlu olarak düşey burgulu kazıklar kullanılmıştır. Dikili, Kuşadası ve Fethiye iskeleleri düşey burgulu kazıklarla inşa edilmiştir.

İnşaatı geçen yıllarda bitirilmiş olan, 150000 DWT luk gemilerin yanaşabildiği Ereğli Demir Çelik Fabrikası boşaltma iskelesinde ise düşey çelik boru kazıklar kullanılmıştır.

Fethiye İskelesi:

İnşaatına 1953 yılında başlanan Fethiye iskelesinde, taşıyıcı nitelikteki zeminin betonarme kazıklarla ulaşamayacak kadar derinde olması yüzünden düşey burgulu kazıklar kullanılmıştır. 100 cm çapındaki kazık gövdesinin ucunda 200 cm çapında bir burgu bulunmaktadır. Kazık zemine döndürülerek itilmektedir. Kazık ucu belirlenen



Sekil 2
A A'NIN PLAN VE KESİTİ

Sekil 1

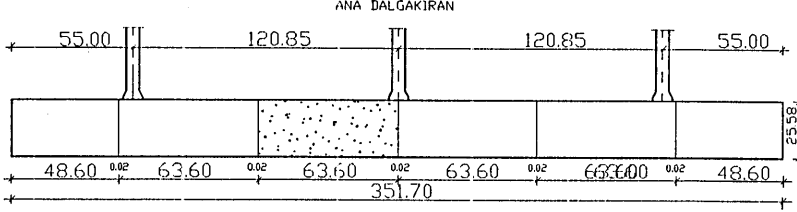
FETHİYE İSKELESİ GENEL DURUM PLANI

derinliğe ulaştıktan sonra, kazığı döndürmek için uygulanan moment istenen değere geldiğinde itme işlemine son verilmektedir. Fethiye iskelesinin genel durum planı, başlık yerleşim düzeni ve bir anoya ait boyuna kesit şekil 1 ve 2 de görülmektedir. Şekillerden görüldüğü gibi her başlık altında bir adet kazık bulunmaktadır. Enine ve boyuna sürekli kirişlerle döşemelerden oluşan üst yapı başlıklara mafsallı olarak bağlanmıştır. Üst yapıdan başlıklara moment gelmemektedir. Kazıklara gelen düşey yükler kirişlerin mesnet reaksiyonlarından bulunmaktadır.

Sistemin yanal yüklere göre hesabında ise tabliye, düşey kazıklar yanal yüklerden dolayı eksenel yük almadığından, rijit kabul edilebilir. Bu durumda, kazık malzemesinin elastik özellikleri ve zemin değişkenleri göz önünde tutularak sistemin hesabı bilinen yöntemlerle yapılabilir.

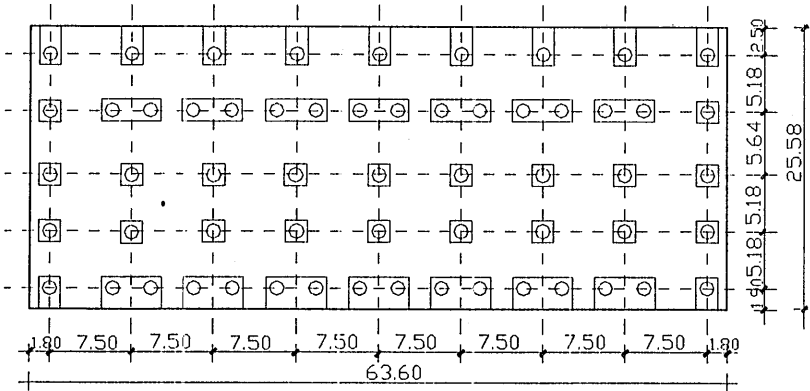
Ereğli D.Ç. Fabrikası Boşaltma İskelesi:

Ereğli Demir Çelik Fabrikası boşaltma iskelesine ait genel durum planı, bir anoya ait başlık ve kazık yerleşim planı ile bu anonun enine kesiti şekil 3, 4 ve 5 te görülmektedir. Şekillerin incelemesinden de anlaşılabacağı gibi sistem Fethiye iskelesi ile tam bir benzerlik göstermektedir. Kazıklar 128 cm çapında ve 16 mm et kalınlığında çelik borulardan yapılmıştır.



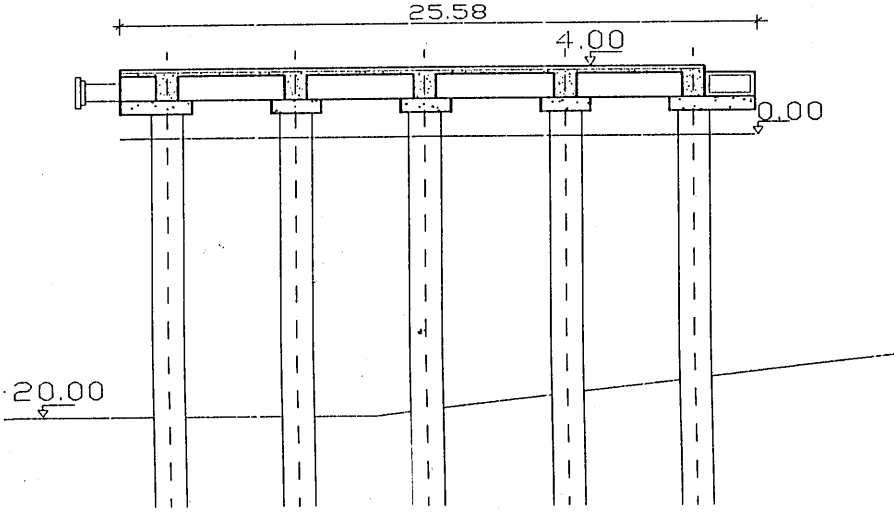
Şekil 3

EREĞLİ DEMİR ÇELİK FABRİKASI BOŞALTMA İSKELESİ



Şekil 4

EREĞLİ DEMİR ÇELİK FABRİKASI BOŞALTMA İSKELESİ ANA BAŞLIK PLANI



Şekil 5

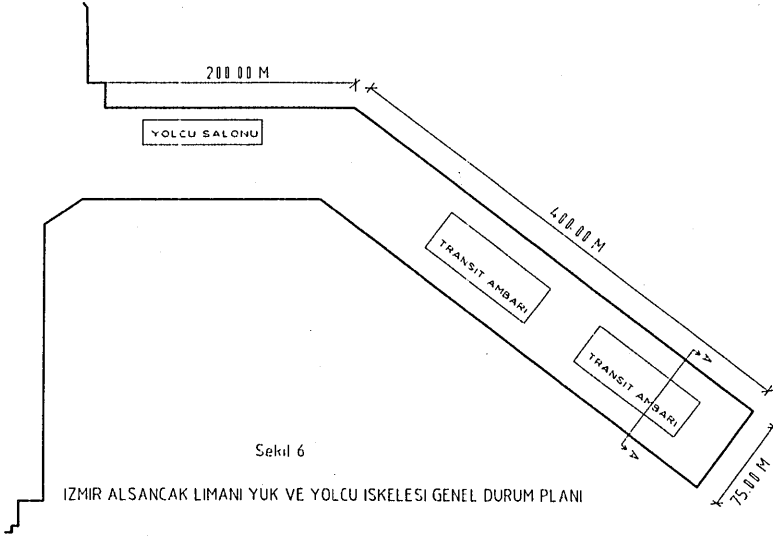
EREGLİ D. C. FABRIKASI BÖSALTMA İSKELESİ KESİTİ

Düşey kazıklı kıyı yapılarında kazıklar enine ve boyuna doğrultudaki kirişlerin kesişme yerlerinde bulunduğundan ve yanıl kuvvetlerden dolayı düşey doğrultuda reaksiyon oluşmadığından, üst yapıya ister ankastre ister mafsallı olarak bağlanmış olsun, tabliyeler yanıl kuvvetlere göre rijit kabul edilebilir. Bu sistemlerin hesabı kazık malzemesi ve zemin değişkenleri göz önünde tutularak bilinen yöntemlerle hesaplanabilir. Sistemin deprem, rüzgar, baba çekişi ve gemi yanaşma yükleri gibi etkileri taşıyabildiği hesaplarla gösterilmelidir.

2.2 Düşey Ve Çatal Kazıklı Kıyı Yapıları:

Bu tip yapılarının ülkemizdeki tek örneği İzmir Alsancak yük ve yolcu iskelesidir. 1954 yılında inşaatına başlanan bu iskelenin genel durum planı ve transit ambarlarının bulunduğu yerden alınan bir enkesiti şekil 6 ve 7 de gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi sistem kirişsiz döşeme olarak çözülmüştür. Hareketli yüklerin bulunduğu yerlerde döşeme kalınlığı artırılmıştır. Yanıl yükler çatal kazıklar tarafından alınmaktadır. Çatal kazıkları birbirine bağlayan başlık döşemeye mafsallı olarak bağlanmıştır.

Çatal kazıklar döşemeye mafsallı olarak bağlandığından döşeme yanıl yüklere göre rijit kabul edilebilir. Düşey ve çatal kazıklara gelen bütün yükler bilinen hesap yöntemleri ile çözülebilir.

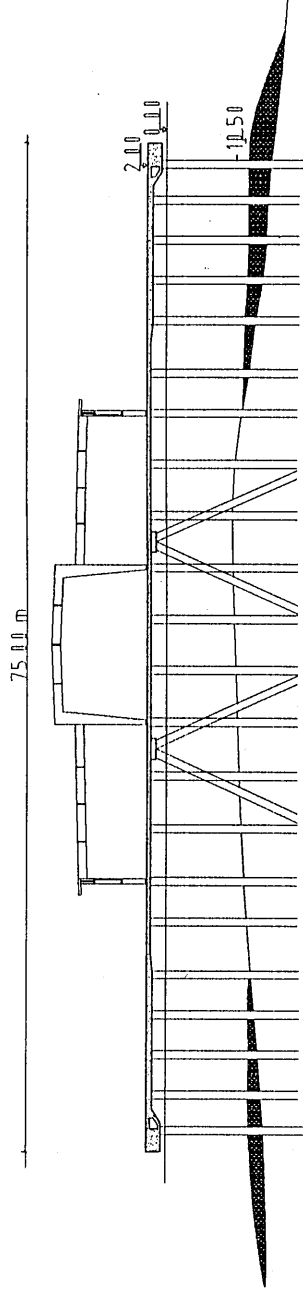


2.3 Başlıkları Üst Yapıya Mafsalla Bağlı Eğik Kazıklı Kıyı Yapıları:

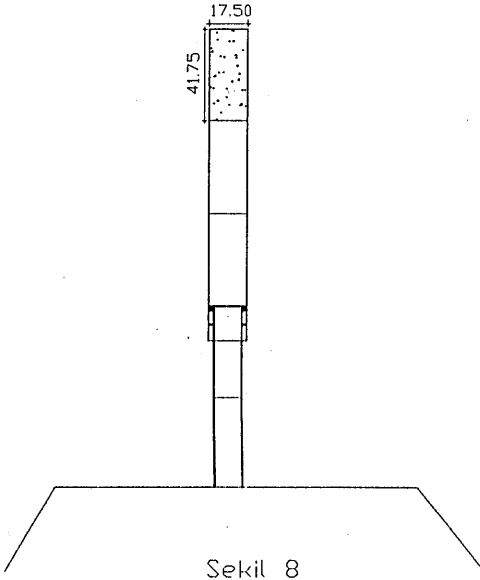
Ülkemizde 1940 lı yılların ortalarından başlayarak 1980 li yılların başlarına kadar inşa edilen bütün iskelelerde uygulanan bu sistemde üst yapı enine ve boyuna doğrultudaki sürekli kirişlerle döşemelerden oluşmaktadır. Üst yapı üç, dört veya beş kazığı birbirine bağlayan başlıklara mafsallı olarak bağlanmaktadır. Başlıklara gelen düşey yük kirişlerin mesnet reaksiyonlarından oluşmakta, yanıl yükler ise başlık üstündeki mafsallar tarafından alınarak başlık aracılığı ile kazıklara aktarılmaktadır.

Yeni Tekirdağ İskelesi:

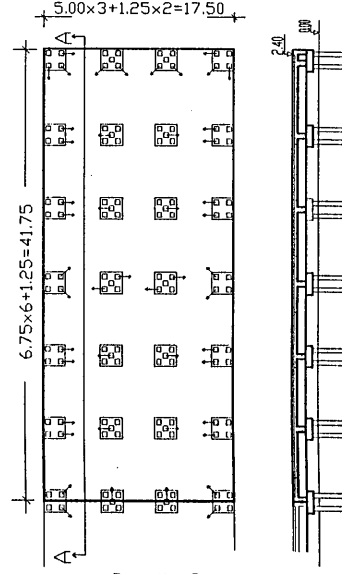
1969 yılında ihale edilerek 1973 yılında tamamlanan yeni Tekirdağ iskelesinde uygulanan statik sistem, daha önceki yıllarda tamamlanmış olan Mürefte, Şarköy, Çanakkale, Güllük ve Marmaris iskelelerinde de uygulanmış bulunan ortak sistemin tipik bir örneğidir. Yeni Tekirdağ iskelesinin genel durum planı, başlık ve kazık yerleşim planı ile başlıkların plan ve kesitleri şekil 8, 9 ve 10 da gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi yanaşma kısmında ano boyutları 17.50×41.75 m dir. Başlıklar 2.00×2.00×0.60 m boyutlarında olup dış sıradakiler dört, iç sıradakiler ise beş kazığı birbirine bağlamaktadır. Üst yapının enine ve boyuna doğrultulardaki sürekli kirişleri başlıklar üzerinde kesişmekte ve üst yapı başlığa mafsallı olarak bağlı bulunmaktadır.



Sekil 7
İZMİR ALSANCAK LİMANI RIHTIMI A-A ENKESİTİ



Sekil 8
TEKIRDAG ISKELESİ
GENEL DURUM PLANI

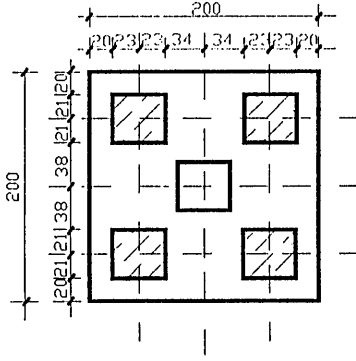


Sekil 9
TEKIRDAG ISKELESİ
AND PLANI VE A-A KESİTİ

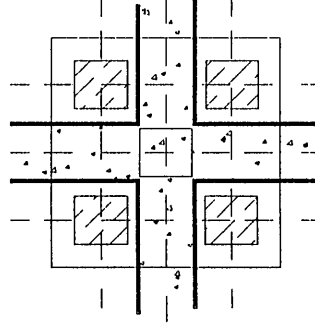
Gemi yanaşma yükü hesapla bulunmamış, yanaşma yükü olarak ano boyunca 3 ton/m lik düzgün yayılı yük alınmıştır. Üst yapı geleneksel yöntemlerle hesaplanmıştır. Ancak üst yapıdan kazıklara gelen yükler hesaplanırken, herhangi bir dayanağı olmaksızın, düşey kazıkların düşey yükten bir pay, eğik kazıkların ise yarım pay aldıkları kabul edilmiştir. Kazıklarda yalnızca basınç kuvvetleri hesaplanmış, çekme kuvvetlerinin büyüklüğü kontrol edilmemiştir. Yanal yükler başlıklara üst yapının yanal yüklere göre rijit olduğu kabulüne göre dağıtılmıştır. Üst yapı başlıklara mafsallı olarak bağlı ve başlıklarda oluşan reaksiyonlar yatay doğrultuda olduğundan bu kabulün gerçekçi olduğu söylenebilir.

Kazıklara yük dağıtımı sırasında başlıkların rijit olduğu kabul edilmiştir. 2.00x2.00x0.60 m boyutlarındaki bir betonarme elemanın rijit olduğunu kabul etmek gerçekçi olmamakla beraber, başlık üstündeki kirişler başlığın deformasyon yapmasını engellediğinden bu kabulün basınç alan kazıkları bağlayan başlıklar için doğru olduğu kabul edilebilir. Ancak çekme alan kazıkların bulunduğu başlıklarda başlığın deformasyonunu engelleyen bir etken bulunmadığından rijitlik kabulü geçerliliğini kaybeder.

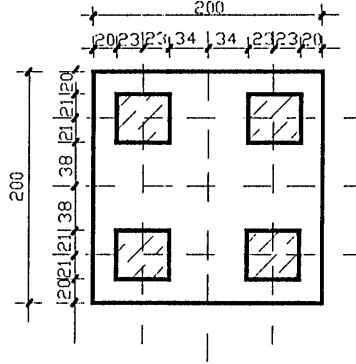
Sistemi statik bakımdan belirli hale getirmenin en uygun yolu başlık boyutlarının artırılması yoluyla rijitliğin sağlanmasıdır.



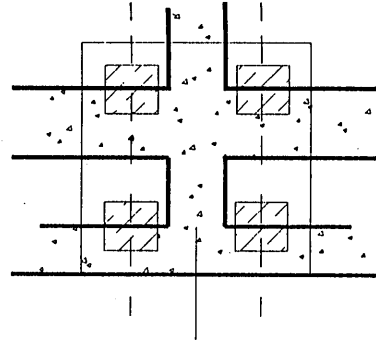
ORTA BASLIKLARDA
KAZIK YERLESİM PLANI



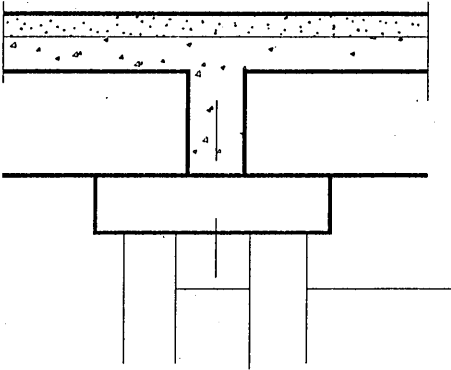
ORTA BASLIKLARDA
KIRIS PLANI



KENAR BASLIKLARDA
KAZIK YERLESİM PLANI



KENAR BASLIKLARDA
KIRIS PLANI



ORTA BASLIK UZERINDEN BIR KESIT

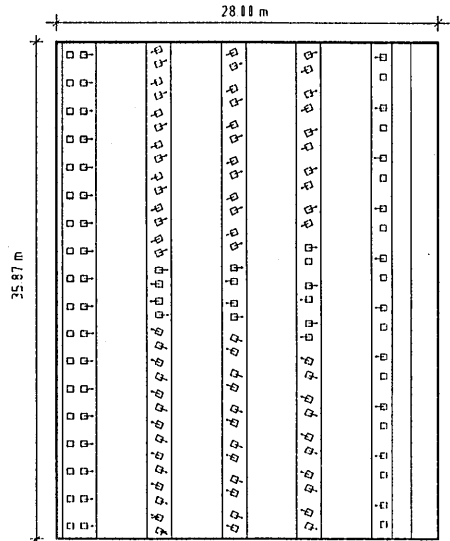
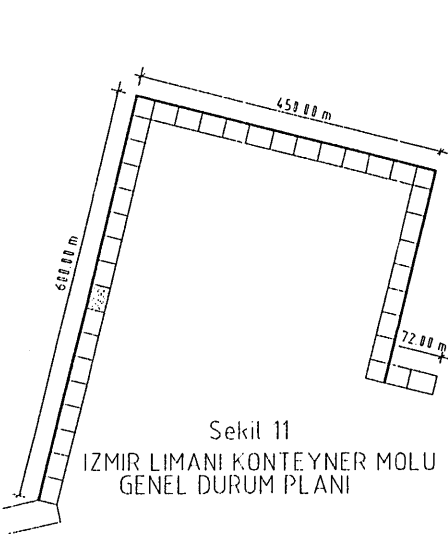
Sekil 10

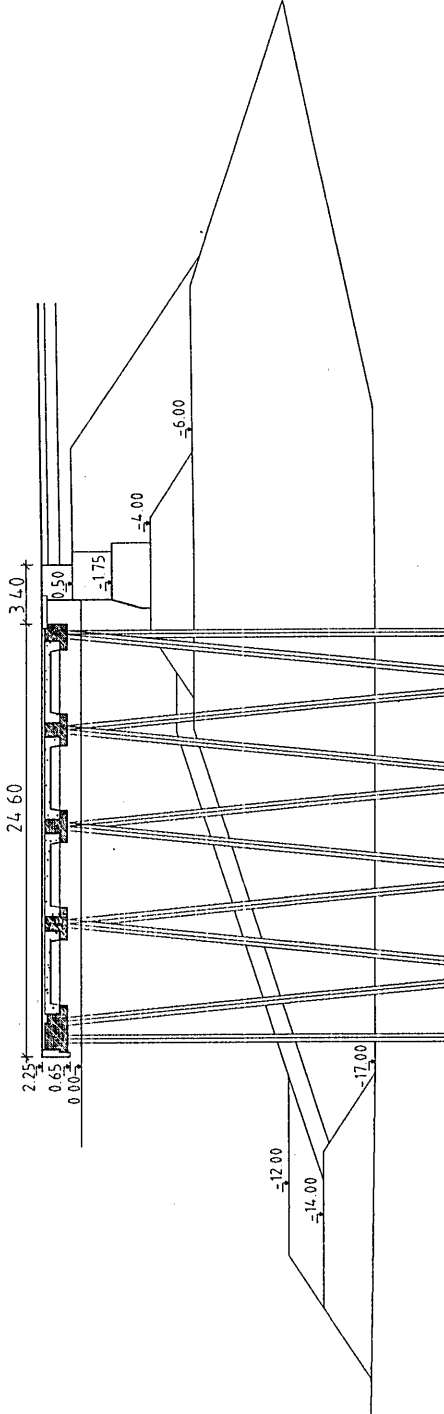
2.3 Başlıkları Üst Yapıya Ankastre Bağlı Eğik Kazıklı Kıyı Yapıları :

1980 li yılların başlarından beri kazık temelli kıyı yapılarının hemen hepsinde uygulanan bu sistemde tekil başlıklar terkedilmiş ve başlık rıhtım anosunun enine veya boyuna doğrultusunda sürekli hale getirilmiştir. Başlıklara dik doğrultudaki sürekli kirişler başlıklara ankastre olarak bağlanmıştır. Döşemeler, daha çok, prekast elemanlardan oluşmaktadır. Prekast elemanların başlıklara dik doğrultudaki kirişleri başlık üzerinde birbirlerine ankastre olarak bağlanarak sürekli kiriş olarak çalıştırılmaktadır. İzmir limanı konteyner molü rıhtımları bu sistemin tipik bir örneğidir.

Yeni İzmir Limanı Rıhtımları:

Yeni İzmir Limanı rıhtımları 1978 yılında ihale edilmiş ve daha sonra birbirini izleyen ihalelerle 1993 yılında bugünkü durumuna getirilmiştir. Limanın tamamlanması için ihale hazırlıkları sürdürülmektedir. İzmir Limanı konteyner molü rıhtımlarının genel durum planı, bir anodaki başlık ve kazık planı ile bu anoya ait enine kesit şekil 11, 12 ve 13 de gösterilmiştir. Kazıkların çakım işlemi ardından ano boyunca tek parçadan oluşan başlığın 0.50 m kalınlığındaki alt bölümü dökülmekte ve bunun üzerine prekast döşeme elemanları yerleştirilmektedir. Döşeme elemanlarının rıhtım yüzüne dik kirişlerinden çıkarılan demirler başlığın üst bölümüne saplanmakta ve paralel beş sıradan oluşan başlık sistemi birbirine bu kirişlerle bağlanmaktadır.





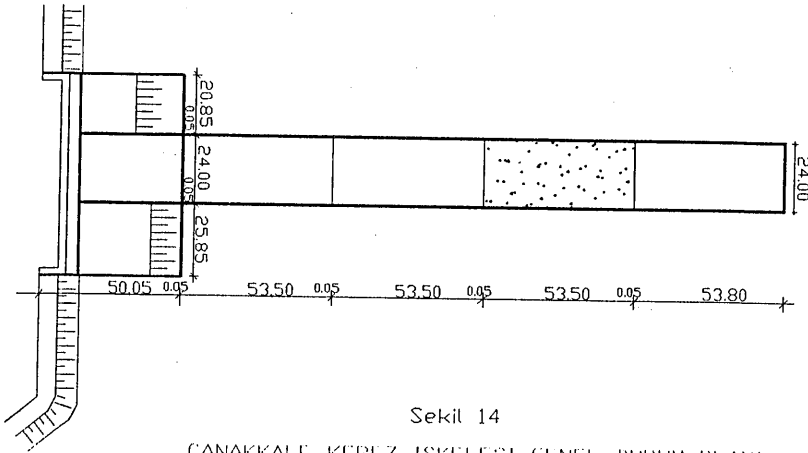
SEKIL 13

İZMİR LİMANI KONTEYNER MOLÜNE AIT BİR ANONUN ENİNE KESİTİ

Üst yapıdan gelen düşey yükler sürekli kirişler aracılığı ile başlıklara mesnet reaksiyonu olarak geçmektedir. Yanal yüklerin sistemdeki kazıklara dağıtılması sırasında ise sürekli kirişlerin elastik yöntemle hesaplandığı unutulurak bütün tabliyenin rijit olduğu varsayılmaktadır. Başlıklara mafsallı olarak bağlı olan tabliyelerle sadece düşey kazıklar üzerine dayanan tabliyelerin yanal yüklerle göre rijit olduğunun kabul edilmesi mümkün ise de üst yapının başlıklara ankastre olarak bağlı bulunduğu sistemlerde bu kabulün yapılması mümkün görülmemektedir. Çünkü, her ne kadar yük sisteme yanal olarak etkiyorsa da reaksiyonlar kazık eksenleri doğrultusunda, yani tabliyeye eğik veya dik doğrultuda etki etmektedir. Üst yapıyı eğik veya düşey doğrultuda etkileyen kuvvetler sistemde düşey doğrultuda elastik şekil değişikliklerine sebep olmaktadır.

Başlıkları üst yapıya ankastre bağlı eğik kazıklı kıyı yapılarında statik sistem ile çözüm yöntemi birbiri ile uyumlu değildir. Üst yapı, kirişlerle döşemelerin düşey yüklerle göre hesabı yapılırken elastik kabul edilmekte, hiçbir kanıtı olmadığı halde yatay kuvvetlere göre rijit kabul edilmektedir. Sürekli kirişlerin, hesaplarda yapılan kabul gereği, başlıklara mafsalla bağlı olması gerekirken ankastre olarak bağlanması ise üzerinde ayrıca durulması gereken bir husustur. Çünkü başlıkların dönmeye karşı direnç göstermesi halinde hem kazıklara ek yükler gelmekte hem de sürekli kiriş hesapları doğruluktan uzaklaşmaktadır. Başlıkları üst yapıya ankastre olarak bağlı eğik kazıklı kıyı yapılarında üst yapının yanal yüklerle göre rijit sayılması hatalı bir kabuldür. Bu kabul ancak, yanal yüklerle karşı doğacak reaksiyonların, yine yanal doğrultuda oluşması halinde doğru olabilir. Bilindiği gibi bu sistemlerde yanal yükler eğik kazıklar tarafından alınmakta ve reaksiyonlar kazık eksenleri doğrultusunda oluşmaktadır. Kazık eksenleri doğrultusunda oluşan reaksiyonlar da üst yapıyı değişik doğrultularda etkilemektedir. Kalınlığı ile uzunluğu arasındaki oran 1/20 ile 1/30 arasında değişen bir tabliyenin, bir ucuna etkiyen kuvveti, 30 veya 50 metre uzaktaki bir noktaya aktarması gerçekte de olanaklı değildir. Elastik teoriye göre çözülen çok açıklıklı sürekli kirişlerde, ilk açıklıktaki etkilerin üçüncü açıklıkta yüzde doksana varan oranda azaldığı da göz önünde tutulursa, elastik teoriye göre hesaplanmış olan tabliyenin, kazıklara yük dağıtımı yapılırken rijit olduğunu varsaymak gerçekçi olmaktan oldukça uzaktır.

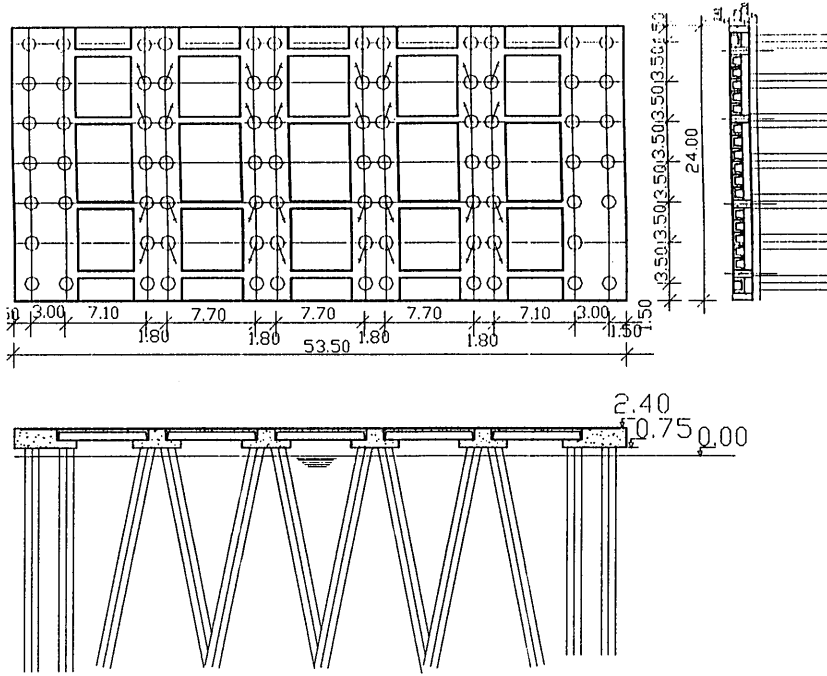
Çanakkale Kepez İskelesi:



Sekil 14

ÇANAKKALE KEPEZ İSKELESİ GENEL DURUM PLANI

1994 yılında ihale edilen ve inşaatı sürmekte olan Çanakkale Kepez iskelesinin genel durum planı, bir anosuna ait başlık ve kazık yerleşim planı ile bu anosun enine ve boyuna kesitleri şekil 14 ve 15 te gösterilmiştir. Ano altında enine doğrultuda teşkil edilmiş olan başlıkların 0.75 m kalınlığındaki alt kısmı kazıkların çakılması ardından oluşturulmakta ve daha sonra boyuna doğrultudaki kirişler dökülmektedir. Prekast elemanların boyuna doğrultudaki kiriş demirleri başlığın üst bölümüne saplanarak bu kirişlerin sürekliliği sağlanmaktadır. Bu işlemlerden sonra başlığın üst bölümü ve aşınma tabakaları dökülerek üst yapı tamamlanmaktadır. Yeni İzmir limanı rıhtımları için söylenen hususlar bu yapı için de geçerlidir. Kuşadası yeni iskelesi, Yükyeri iskelesi, Ayvalık vapur iskelesi, Nemrut koyundaki iskelelerin bir kısmı benzer statik sistem kullanılarak inşa edilmiştir.



SEKIL 15

ÇANAKKALE KEPİZ ISKELESİ ANO PLANI VE KESİTLERİ

3. SONUÇ

Bu mantıksal değerlendirmelerin ışığı altında, kazıklı kıyı yapılarında uygulanan statik sistemlerin ciddi bir şekilde gözden geçirilmesi gereği ortaya çıkmaktadır. Özellikle 1980 yılından sonra yaygın olarak uygulanmış olan "başlıkları üst yapıya ankastre bağlı eğik kazıklı kıyı yapıları"ndaki statik sistemin, yüklerin kazıklara dağılımı hesaplarında kullanılan teorinin temel kabullerine uygun hale getirilmesi kaçınılmaz bir zorunluluktur.

ÜLKEMİZDEKİ KAZIKLI KIYI YAPILARINDA KAZIK BAŞLIKLARININ RİJİTLİK BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Veli AKÇAOĞLU
İnşaat Yüksek Mühendisi, İşletmeci
İzmir, Türkiye

ÖZET

Ülkemizde deniz ulaşımına hizmet veren kazıklı kıyı yapılarındaki statik sistemler birbirinden oldukça farklı özellikler taşımaktadır. Buna koşut olarak kazıklı kıyı yapıları için seçilen sistemlerin çözüm yöntemleri de birbirinden farklılıklar göstermektedir. Bu bildiride ülkemizde inşa edilen kazıklı kıyı yapıları, statik sistemleri bakımından bölümlere ayrılmış ve uygulanan çözüm yöntemleri anlatılarak çözümlerin statik sisteme uygunluğu değerlendirilmiştir.

1. GİRİŞ

1.1. Amac:

Kazık temelli kıyı yapılarında kazıkları gruplar halinde bir yerde toplayan ve üst yapıdan gelen yükleri kazıklara aktaran elemanlara kazık başlığı veya sadece başlık denir. Üst yapıdan gelen yüklerin başlıklar altındaki kazıklara dağıtılması probleminin çözümü, kazık sayısının fazla ve hiperstatiklik derecesini yüksek olması nedeniyle basitleştirici bazı kabullerin yapılmasıyla mümkün olabilmektedir. Bu kabullerin en önemlisi, kazıkları birbirine bağlayan başlığın “rijit” sayılmasıdır. Yüklerin kazıklara dağıtılması amacıyla hazırlanmış bilgisayar yazılımlarının temel kabulü de budur. Başlıkların rijit sayılabilmesi için boyutları arasında nasıl bir oran bulunması gerektiği hakkında yazılımların herhangi bir ölçüt vermemesi, rijitliğin yorumunu projenin takdirine bırakmıştır. Birçok yapıda, yükler kazıklara dağıtılırken, başlıkların boyutları önemsenmemiş, boyutları ne olursa olsun başlıkların ve hatta tabliyenin “rijit” olduğu varsayılmıştır. Bu varsayımın terk edilmesi ve statik sistemin, kazıklara yük dağılımı hesaplarının teorisindeki kabullere uygun şekilde seçilmesine özen gösterilmesi gerekmektedir.

2. KAZIKLI KIYI YAPILARIMIZDAKİ STATİK SİSTEMLER

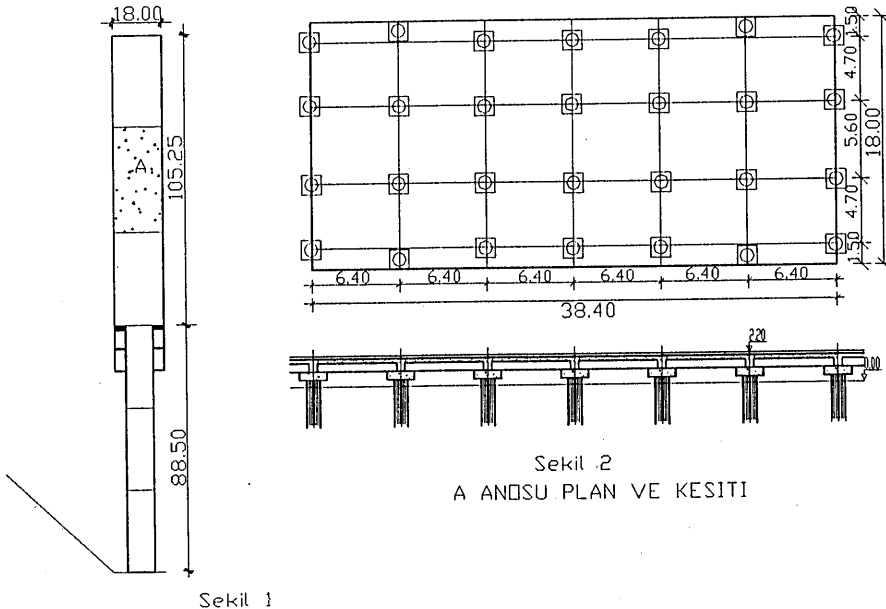
2.1 Düşey Kazıklı Kıyı Yapıları:

Ülkemizde inşa edilen kazıklı kıyı yapılarında genellikle betonarme çakma kazıklar kullanılmıştır. Üretim, taşıma ve şahmerdanla çakım aşamalarındaki sınırlayıcı etkenler betonarme kazık boylarının da sınırlı olmasına neden olmuştur. Ülkemizdeki kıyı yapılarında kullanılan betonarme kazıklar birkaç özel yapı dışında 30 m den daha uzun yapılmamıştır. Çelik boru kazık üretilmeyen yıllarda, taşıyıcı zemin katmanlarına 30 m lik betonarme kazıklarla ulaşılamayan durumlarda, zorunlu olarak düşey burgulu kazıklar kullanılmıştır. Dikili, Kuşadası ve Fethiye iskeleleri düşey burgulu kazıklarla inşa edilmişlerdir.

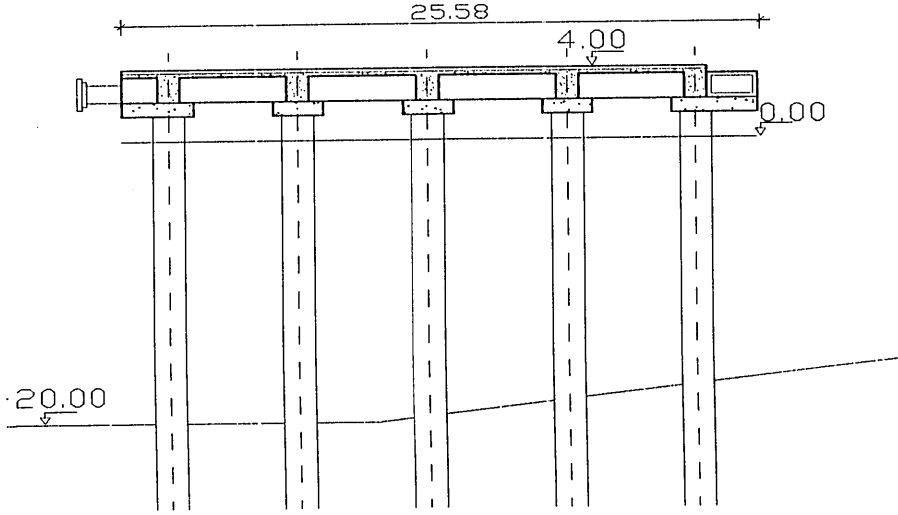
İnşaatı geçen yıllarda bitirilmiş olan, 150000 DWT luk gemilerin yanaşabildiği Ereğli Demir Çelik Fabrikası boşaltma iskelesinde ise düşey çelik boru kazıklar kullanılmıştır.

Fethiye İskelesi:

İnşaatına 1953 yılında başlanan Fethiye iskelesinde, taşıyıcı nitelikteki zeminin betonarme kazıklarla ulaşılamayacak kadar derinde olması yüzünden düşey burgulu kazıklar kullanılmıştır. 100 cm çapındaki kazık gövdesinin ucunda 200 cm çapında bir burgu bulunmaktadır. Kazık zemine döndürülerek itilmektedir. Kazık ucu belirlenen



FETHİYE İSKELESİ GENEL DURUM PLANI



Şekil 5

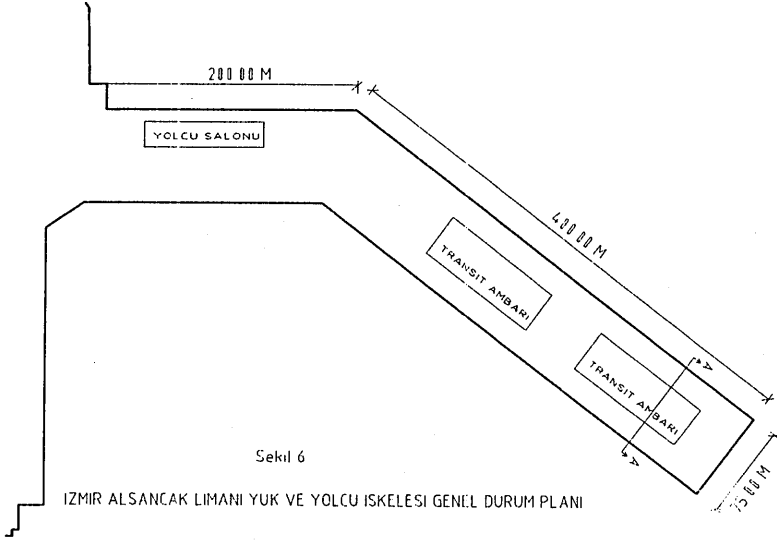
EREGLİ D. C. FABRİKASI BÖŞALTMA İSKELESİ KESİTİ

Düşey kazıklı kıyı yapılarında kazıklar enine ve boyuna doğrultudaki kirişlerin kesişme yerlerinde bulunduğundan ve yanal kuvvetlerden dolayı düşey doğrultuda reaksiyon oluşmadığından, üst yapıya ister ankastre ister mafsallı olarak bağlanmış olsun, tabliyeler yanal kuvvetlere göre rijit kabul edilebilir. Bu sistemlerin hesabı kazık malzemesi ve zemin değişkenleri göz önünde tutularak bilinen yöntemlerle hesaplanabilir. Sistemin deprem, rüzgar, baba çekişi ve gemi yanaşma yükleri gibi etkileri taşıyabildiği hesaplarla gösterilmelidir.

2.2 Düşey Ve Çatal Kazıklı Kıyı Yapıları:

Bu tip yapılarının ülkemizdeki tek örneği İzmir Alsancak yük ve yolcu iskelesidir. 1954 yılında inşaatına başlanan bu iskelenin genel durum planı ve transit ambarlarının bulunduğu yerden alınan bir enkesiti şekil 6 ve 7 de gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi sistem kirişsiz döşeme olarak çözülmüştür. Hareketli yüklerin bulunduğu yerlerde döşeme kalınlığı artırılmıştır. Yanal yükler çatal kazıklar tarafından alınmaktadır. Çatal kazıkları birbirine bağlayan başlık döşemeye mafsallı olarak bağlanmıştır.

Çatal kazıklar döşemeye mafsallı olarak bağlandığından döşeme yanal yüklere göre rijit kabul edilebilir. Düşey ve çatal kazıklara gelen bütün yükler bilinen hesap yöntemleri ile çözülebilir.

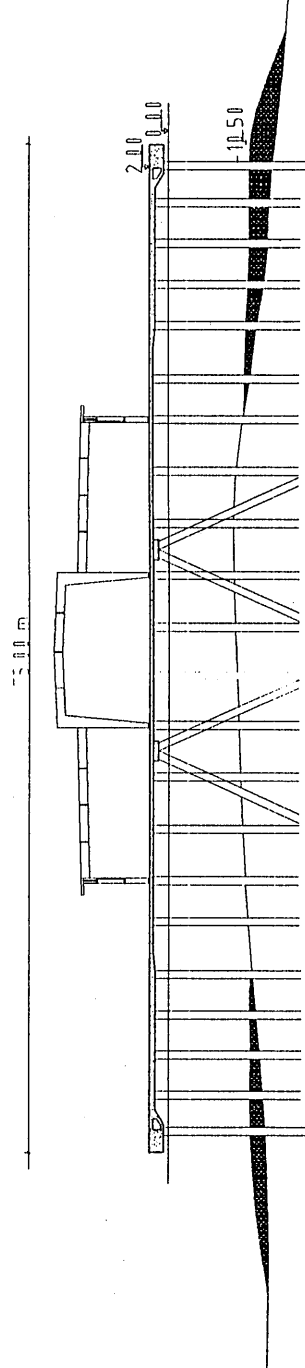


2.3 Başlıkları Üst Yapıya Mafsalla Bağlı Eğik Kazıklı Kıyı Yapıları:

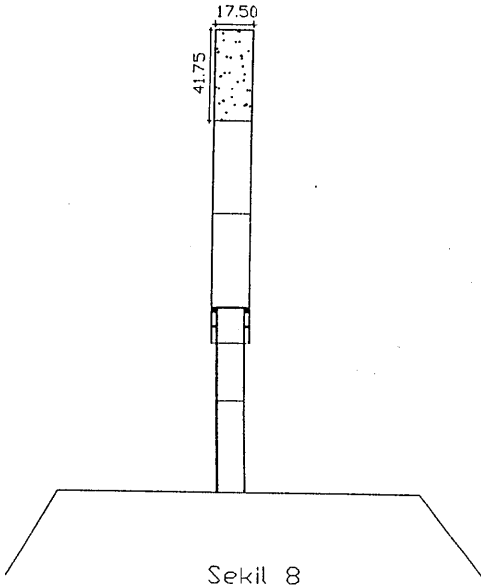
Ülkemizde 1940 lı yılların ortalarından başlayarak 1980 li yılların başlarına kadar inşa edilen bütün iskelelerde uygulanan bu sistemde üst yapı enine ve boyuna doğrultudaki sürekli kirişlerle döşemelerden oluşmaktadır. Üst yapı üç, dört veya beş kazığı birbirine bağlayan başlıklara mafsallı olarak bağlanmaktadır. Başlıklara gelen düşey yük kirişlerin mesnet reaksiyonlarından oluşmakta, yanıl yükler ise başlık üstündeki mafsallar tarafından alınarak başlık aracılığı ile kazıklara aktarılmaktadır.

Yeni Tekirdağ İskelesi:

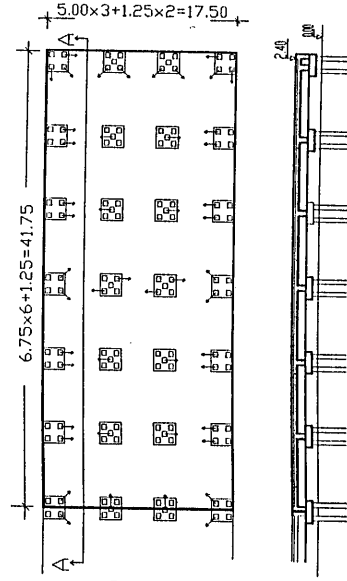
1969 yılında ihale edilerek 1973 yılında tamamlanan yeni Tekirdağ iskelesinde uygulanan statik sistem, daha önceki yıllarda tamamlanmış olan Mürefte, Şarköy, Çanakkale, Güllük ve Marmaris iskelelerinde de uygulanmış bulunan ortak sistemin tipik bir örneğidir. Yeni Tekirdağ iskelesinin genel durum planı, başlık ve kazık yerleşim planı ile başlıkların plan ve kesitleri şekil 8, 9 ve 10 da gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi yanaşma kısmında ano boyutları 17.50×41.75 m dir. Başlıklar 2.00×2.00×0.60 m boyutlarında olup dış sıradakiler dört, iç sıradakiler ise beş kazığı birbirine bağlamaktadır. Üst yapının enine ve boyuna doğrultulardaki sürekli kirişleri başlıklar üzerinde kesişmekte ve üst yapı başlığa mafsallı olarak bağlı bulunmaktadır.



Şekil 7
İZMİR ALSANCAK LIMAN RİHTİMİ A-A ENKESİTİ



Sekil 8
TEKIRDAG ISKELESİ
GENEL DURUM PLANI

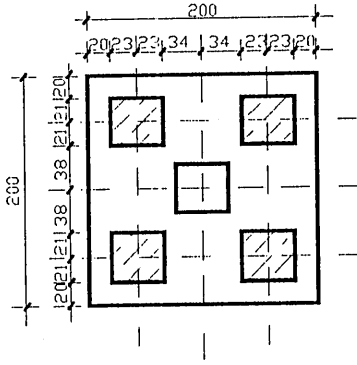


Sekil 9
TEKIRDAG ISKELESİ
ANO PLANI VE A-A KESİTİ

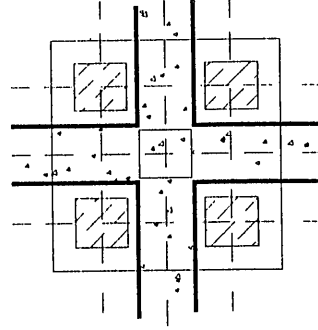
Gemi yanaşma yükü hesapla bulunmamış, yanaşma yükü olarak ano boyunca 3 ton/m lik düzgün yayılı yük alınmıştır. Üst yapı geleneksel yöntemlerle hesaplanmıştır. Ancak üst yapıdan kazıklara gelen yükler hesaplanırken, herhangi bir dayanağı olmaksızın, düşey kazıkların düşey yükten bir pay, eğik kazıkların ise yarım pay aldıkları kabul edilmiştir. Kazıklarda yalnızca basınç kuvvetleri hesaplanmış, çekme kuvvetlerinin büyüklüğü kontrol edilmemiştir. Yanal yükler başlıklara üst yapının yanal yüklerle göre rijit olduğu kabulüne göre dağıtılmıştır. Üst yapı başlıklara mafsallı olarak bağlı ve başlıklarda oluşan reaksiyonlar yatay doğrultuda olduğundan bu kabulün gerçekçi olduğu söylenebilir.

Kazıklara yük dağıtımı sırasında başlıkların rijit olduğu kabul edilmiştir. 2.00x2.00x0.60 m boyutlarındaki bir betonarme elemanın rijit olduğunu kabul etmek gerçekçi olmamakla beraber, başlık üstündeki kirişler başlığın deformasyon yapmasını engellediğinden bu kabulün basınç alan kazıkları bağlayan başlıklar için doğru olduğu kabul edilebilir. Ancak çekme alan kazıkların bulunduğu başlıklarda başlığın deformasyonunu engelleyen bir etken bulunmadığından rijitlik kabulü geçerliliğini kaybeder.

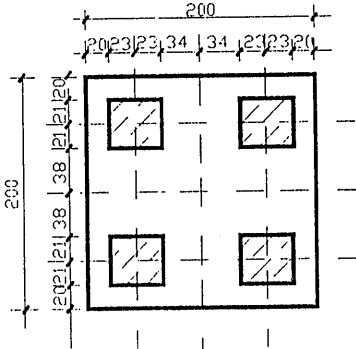
Sistemi statik bakımdan belirli hale getirmenin en uygun yolu başlık boyutlarının artırılması yoluyla rijitliğin sağlanmasıdır.



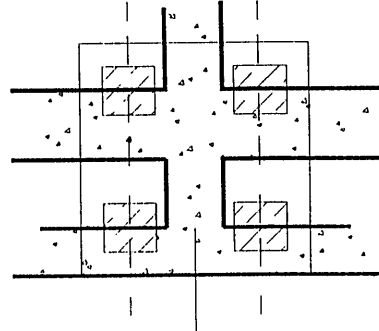
ORTA BASLIKLARDA
KAZIK YERLEŞİM PLANI



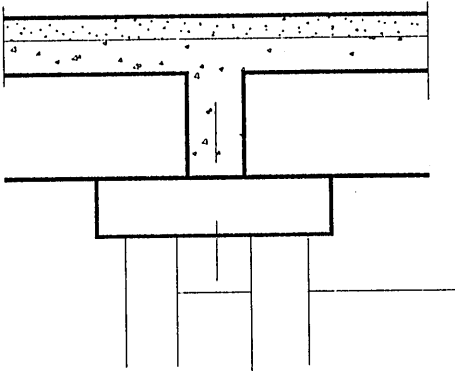
ORTA BASLIKLARDA
KIRIS PLANI



KENAR BASLIKLARDA
KAZIK YERLEŞİM PLANI



KENAR BASLIKLARDA
KIRIS PLANI



ORTA BASLIK UZERINDEN BIR KESIT

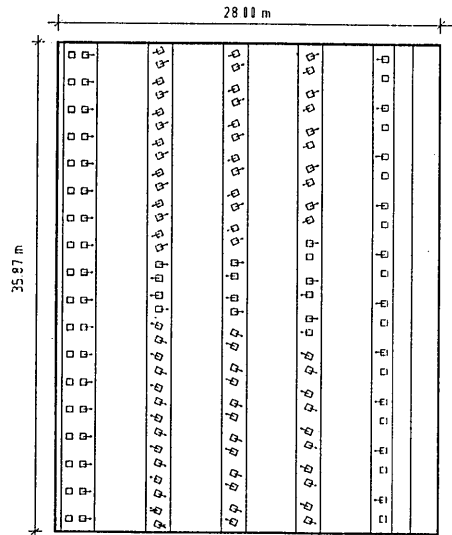
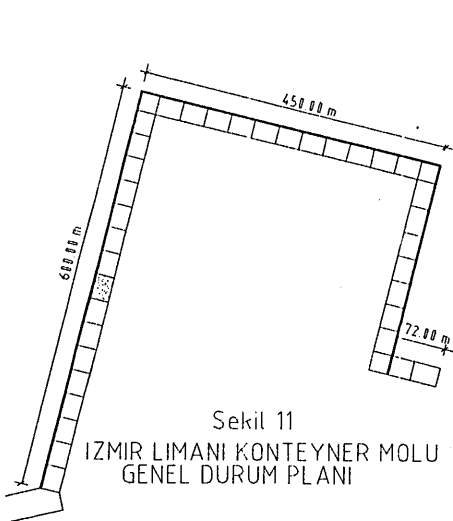
Sekil 10

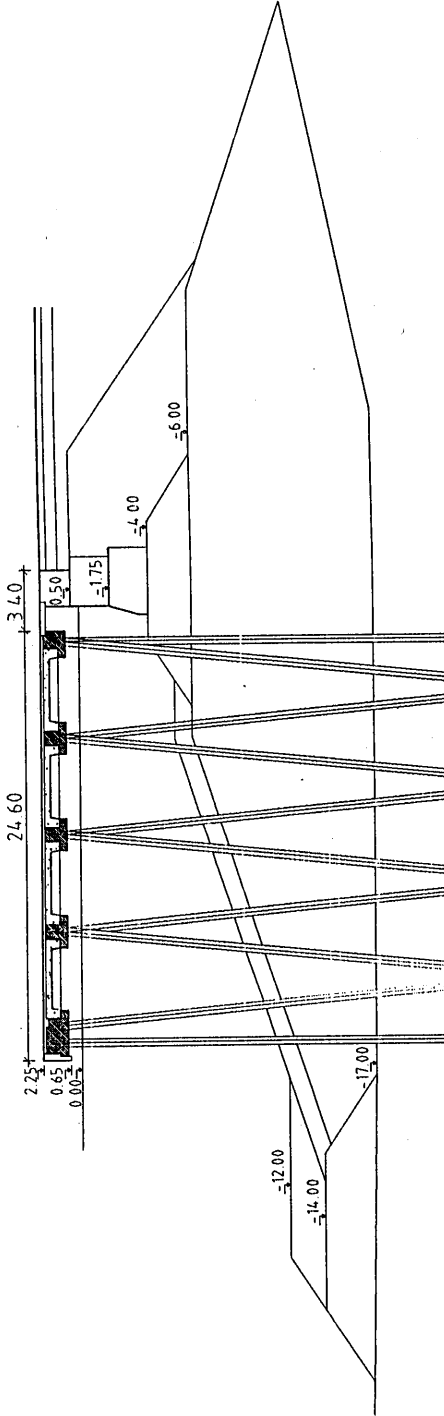
2.3 Başlıkları Üst Yapıya Ankastre Bağlı Eğik Kazıklı Kıyı Yapıları :

1980 li yılların başlarından beri kazık temelli kıyı yapılarının hemen hepsinde uygulanan bu sistemde tekil başlıklar terk edilmiş ve başlık rıhtım anosunun enine veya boyuna doğrultusunda sürekli hale getirilmiştir. Başlıklara dik doğrultudaki sürekli kirişler başlıklara ankastre olarak bağlanmıştır. Döşemeler, daha çok, prekast elemanlardan oluşmaktadır. Prekast elemanların başlıklara dik doğrultudaki kirişleri başlık üzerinde birbirlerine ankastre olarak bağlanarak sürekli kiriş olarak çalıştırılmaktadır. İzmir limanı konteyner molü rıhtımları bu sistemin tipik bir örneğidir.

Yeni İzmir Limanı Rıhtımları:

Yeni İzmir Limanı rıhtımları 1978 yılında ihale edilmiş ve daha sonra birbirini izleyen ihalelerle 1993 yılında bugünkü durumuna getirilmiştir. Limanın tamamlanması için ihale hazırlıkları sürdürülmektedir. İzmir Limanı konteyner molü rıhtımlarının genel durum planı, bir anodaki başlık ve kazık planı ile bu anoya ait enine kesit şekil 11, 12 ve 13 de gösterilmiştir. Kazıkların çakım işlemi ardından ano boyunca tek parçadan oluşan başlığın 0.50 m kalınlığındaki alt bölümü dökülmekte ve bunun üzerine prekast döşeme elemanları yerleştirilmektedir. Döşeme elemanlarının rıhtım yüzüne dik kirişlerinden çıkarılan demirler başlığın üst bölümüne saplanmakta ve paralel beş sıradan oluşan başlık sistemi birbirine bu kirişlerle bağlanmaktadır.





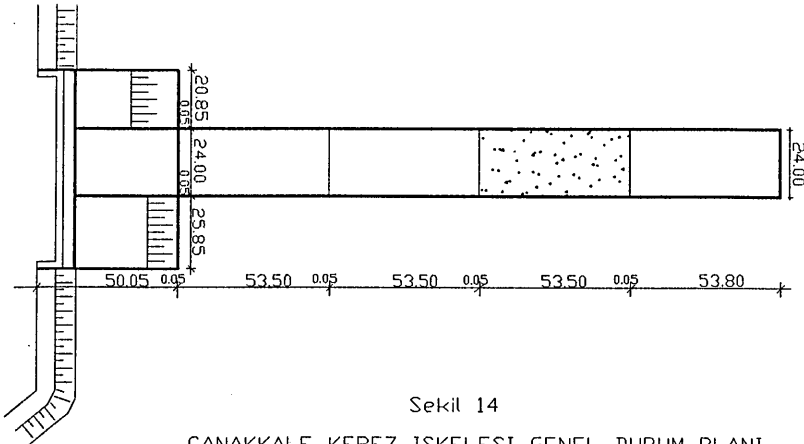
SEKIL 13

İZMİR LİMANI KÖRFEYNER MOLÜNE AIT BİR ANONUN ENİNE KESİTİ

Üst yapıdan gelen düşey yükler sürekli kirişler aracılığı ile başlıklara mesnet reaksiyonu olarak geçmektedir. Yanal yüklerin sistemdeki kazıklara dağıtılması sırasında ise sürekli kirişlerin elastik yöntemle hesaplandığı unutulurak bütün tabliyenin rijit olduğu varsayılmaktadır. Başlıklara mafsallı olarak bağlı olan tabliyelerle sadece düşey kazıklar üzerine dayanan tabliyelerin yanal yükler göre rijit olduğunun kabul edilmesi mümkün ise de üst yapının başlıklara ankastre olarak bağlı bulunduğu sistemlerde bu kabulün yapılması mümkün görülmemektedir. Çünkü, her ne kadar yük sisteme yanal olarak etkiliyorsa da reaksiyonlar kazık eksenleri doğrultusunda, yani tabliyeye eğik veya dik doğrultuda etki etmektedir. Üst yapıyı eğik veya düşey doğrultuda etkileyen kuvvetler sistemde düşey doğrultuda elastik şekil değişikliklerine sebep olmaktadır.

Başlıkları üst yapıya ankastre bağlı eğik kazıklı kıyı yapılarında statik sistem ile çözüm yöntemi birbiri ile uyumlu değildir. Üst yapı, kirişlerle döşemelerin düşey yükler göre hesabı yapılırken elastik kabul edilmekte, hiçbir kanıtı olmadığı halde yatay kuvvetlere göre rijit kabul edilmektedir. Sürekli kirişlerin, hesaplarda yapılan kabul gereği, başlıklara mafsalla bağlı olması gerekirken ankastre olarak bağlanması ise üzerinde ayrıca durulması gereken bir husustur. Çünkü başlıkların dönmeye karşı direnç göstermesi halinde hem kazıklara ek yükler gelmekte hem de sürekli kiriş hesapları doğruluktan uzaklaşmaktadır. Başlıkları üst yapıya ankastre olarak bağlı eğik kazıklı kıyı yapılarında üst yapının yanal yükler göre rijit sayılması hatalı bir kabuldür. Bu kabul ancak, yanal yükler karşı doğacak reaksiyonların, yine yanal doğrultuda oluşması halinde doğru olabilir. Bilindiği gibi bu sistemlerde yanal yükler eğik kazıklar tarafından alınmakta ve reaksiyonlar kazık eksenleri doğrultusunda oluşmaktadır. Kazık eksenleri doğrultusunda oluşan reaksiyonlar da üst yapıyı değişik doğrultularda etkilemektedir. Kalınlığı ile uzunluğu arasındaki oran 1/20 ile 1/30 arasında değişen bir tabliyenin, bir ucuna etkileyen kuvveti, 30 veya 50 metre uzaktaki bir noktaya aktarması gerçekte de olanaklı değildir. Elastik teoriye göre çözülen çok açıklıklı sürekli kirişlerde, ilk açıklıktaki etkilerin üçüncü açıklıkta yüzde doksana varan oranda azaldığı da göz önünde tutulursa, elastik teoriye göre hesaplanmış olan tabliyenin, kazıklara yük dağıtımını yapılırken rijit olduğunu varsaymak gerçekçi olmaktan oldukça uzaktır.

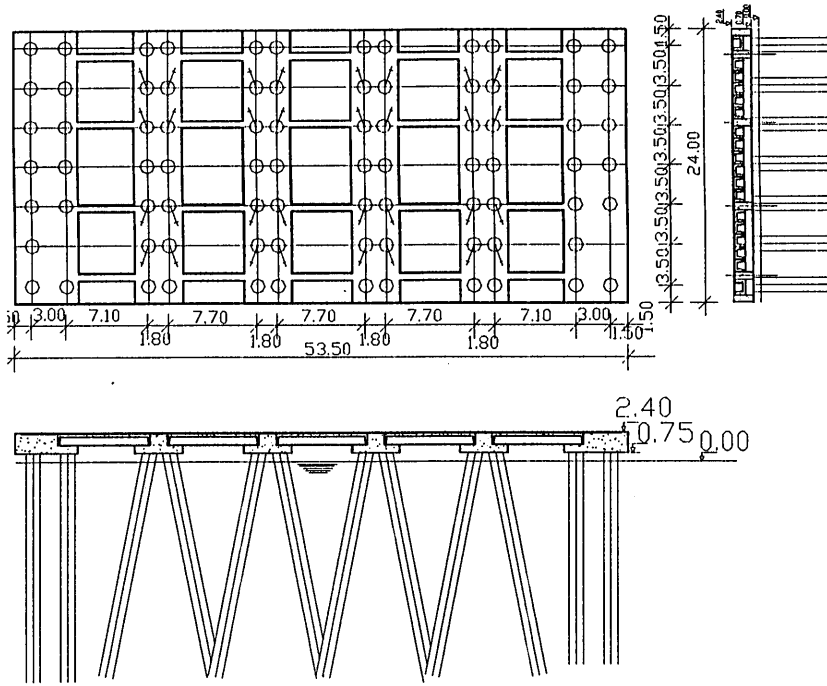
Çanakkale Kepez İskelesi:



Şekil 14

CANAKKALE KEPEZ İSKELESİ GENEL DURUM PLANI

1994 yılında ihale edilen ve inşaatı sürmekte olan Çanakkale Kepez iskelesinin genel durum planı, bir anosuna ait başlık ve kazık yerleşim planı ile bu anosun enine ve boyuna kesitleri şekil 14 ve 15 te gösterilmiştir. Ano altında enine doğrultuda teşkil edilmiş olan başlıkların 0.75 m kalınlığındaki alt kısmı kazıkların çakılması ardından oluşturulmakta ve daha sonra boyuna doğrultudaki kirişler dökülmektedir. Prekast elemanların boyuna doğrultudaki kiriş demirleri başlığın üst bölümüne saplanarak bu kirişlerin sürekliliği sağlanmaktadır. Bu işlemlerden sonra başlığın üst bölümü ve aşınma tabakaları dökülerek üst yapı tamamlanmaktadır. Yeni İzmir limanı rıhtımları için söylenen hususlar bu yapı için de geçerlidir. Kuşadası yeni iskelesi, Yükyeri iskelesi, Ayvalık vapur iskelesi, Nemrut koyundaki iskelelerin bir kısmı benzer statik sistem kullanılarak inşa edilmiştir.



SEKIL 15

CANAKKALE KEPEZ ISKELESİ AND PLANI VE KESITLERİ

3. SONUÇ

Bu mantıksal değerlendirmelerin ışığı altında, kazıklı kıyı yapılarında uygulanan statik sistemlerin ciddi bir şekilde gözden geçirilmesi gereği ortaya çıkmaktadır. Özellikle 1980 yılından sonra yaygın olarak uygulanmış olan "başlıkları üst yapıya ankastre bağlı eğik kazıklı kıyı yapıları"ndaki statik sistemin, yüklerin kazıklara dağılımı hesaplarında kullanılan teoremin temel kabullerine uygun hale getirilmesi kaçınılmaz bir zorunluluktur.

ABSTRACT

Pile structures which are used for sea transportation in Turkey as a coastal structure type, have different features from the statical system side of view. Therefore, solution method of statical systems chosen for these pile type coastal structures is also different for every case. In this paper, pile type coastal structures which have been constructed in Turkey until nowadays were classified considering their statical systems and applied solution methods were evaluated.

DOĞU KARADENİZ KIYILARINDA MAHMUZLARIN ETKİSİ

VE SAYISAL MODEL YAKLAŞIMI

Servet KARASU	İsmail Hakkı ÖZÖLÇER	Ali Remzi BİRBEN
Öğr. Gör.	Arş. Gör. Dr.	Arş. Gör. Dr.
KTÜ-Rize M.Y.O.	KTÜ-MMF İnş. Müh. Böl.	KTÜ-MMF İnş. Müh. Böl.
Rize,Türkiye	Trabzon, Türkiye	Trabzon, Türkiye
Hızır ÖNSOY	Mehmet Selçuk GÜNER	
Prof. Dr.	Öğr. Gör.	
KTÜ-MMF İnş. Müh.Böl.	KTÜ-Rize M.Y.O.	
Trabzon, Türkiye	Rize,Türkiye	

ÖZET

Birçok ülkede kıyı koruma yapılarıyla ilgili olarak deneysel ve sayısal model çalışmaları devam etmektedir. Ancak bu çalışmaların arazi ölçümleriyle desteklenmesi şarttır. Uzun süreli saha çalışmaları ile elde edilen verilerle beraber geliştirilen deneysel ve sayısal modeller çok iyi sonuçlar verecektir. Çok iyi etüt edilmeden kıyılara yapılacak olan yapılar kıyının dengesini bozacaktır. Karadeniz sahil yolunun başladığı bu günlerde, kıyılara yapılacak müdahaleler konunun önemini daha da artırmaktadır. Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı mahmuzların çevresinde arazi ölçümleri yapılmış ve ölçümler bir sayısal modelle karşılaştırılmıştır. Ölçüm süresinin kısa oluşu bir dezavantajdır. Fakat ölçümlere devam edilirse daha iyi sonuçlar alınacaktır.

1. AMAÇ

Kıyılar, dalga, akıntı ve rüzgar etkileri altında ve uzun bir zaman sürecinde bir denge biçimi oluştururlar. Kıyılar üzerinde yapılacak olan yapıların bu denge durumunu bozmaması için projelendirilmeleri sırasında dalgaların, akıntıların ve rüzgarların projeci tarafından dikkate alınması gerekir. Şayet bunlar yapılmazsa kıyı şeridi değişikliğe uğrar ve sonuçta çok ciddi ekonomik kayıplar, ekolojik zararlar ve çeşitli çevre sorunları meydana gelir. Bu istenmeyen durumları önlemek amacıyla kıyı koruma yapıları projelendirilirken yöresel olarak dalga, rüzgar ve akıntı verilerinin değerlendirilmesi gerekir.

Kıyılardaki dalga ve akıntı hareketleri incelenip, mevcut kıyı dinamiğine önemli bir müdahalede bulunmadan, kıyıların insanlığın yararına sunulması için gerekli kıyı yapıları optimum olarak projelendirilmelidir.

Optimum bir şekilde projelendirilmiş bir kıyı yapısıyla kıyı dengesinin korunması yanı sıra kıyıdaki katı maddelerden yararlanma imkanı da doğar. Kıyıdan gelişi güzel alınan kum-çakıl kıyının dengesini bozmaktadır. Yapılacak olan araştırmalarla doğru bölgelere inşa edilecek olan mahmuzlar etkili kum kapanları olarak çalışıp, kum çakıl ihtiyacının karşılanması için büyük fayda sağlayacaktır. Ayrıca Doğu Karadeniz kıyı şeridi, bir çok olumsuz gelişmelere karşın şimdi bile Türkiye'nin en temiz sahillerine ve plaj alanlarına sahiptir. Turizmin gelişmesi açısından güzel plajlar en az doğal güzellikler kadar etkili olacaktır. Mahmuzlar zamanla çok güzel plajlara sahip olmamızı da sağlayacaktır.

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'nde inşa edilen mahmuzlar çevresindeki taban topografyası ve kıyı çizgisi değişimini incelendi. Elde edilen arazi verileriyle daha önce geliştirilmiş olan sayısal model sonuçları karşılaştırılmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Arazi Çalışmaları

2.1.1. Derinliklerin Ölçülmesi

Su altı zemininin topografik durumunu belirlemek amacı ile düşey doğrultularda derinlik ölçmeleri yapılır. Bu ölçümlere iskandil denir.

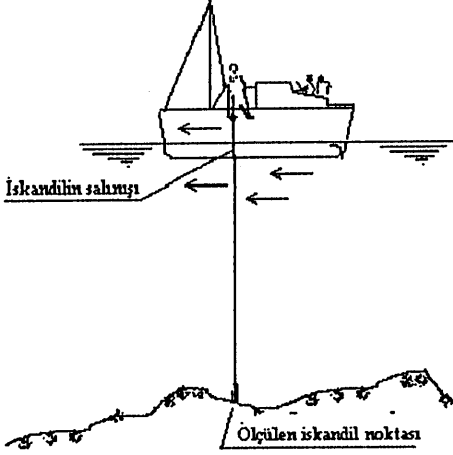
Su altı zeminini ve detay noktalarını, doğrudan görmek mümkün olmadığından derinlik ölçmeleri su üzerinde belirli doğrultularda ve belirli aralıklarla yapılır. Ölçme ekibi, bir bot içinde çalışır. İskandil doğrultularının ve noktalarının ara uzaklıkları çalışılan yere göre belirlenir. Basit derinlik ölçme yöntemleri, kullanılan alet türüne göre;

- a) Lata iskandili,
- b) İp iskandili,
- c) Tel (mekanik) iskandil biçiminde üçe ayrılır.

a) Lata İskandili: 5 metre derinlikteki sığ sularda uygulanan bu yöntemde derinlik ölçme aracı olarak 4-6 cm. çapında çubuklar kullanılır. Bunlara iskandil latası denir ve bu latanın üzerinde ölçü bölümleri işaretlenmiştir. Bu çalışmada ölçümler aynı işlevi gören bir mira yardımıyla yapıldı. Ölçme işlemi her noktada duran bir bot üzerinden yapılır. Su yüzeyinin dalgalı olması, taşıtın hızı ve zeminin cinsi hata kaynaklarıdır. Normal koşullarda lata iskandilinden sağlanacak hata payı ± 5 cm. ile ± 10 cm.dir.

b) İp İskandili: Derinlik ölçme aracı olarak ipler kullanılır. İpin suya batmasını ve kısa sürede düşey doğrultuya girmesini sağlamak için ucuna metal bir ağırlık bağlanır. Derinlik okumalarının yapılabilmesi için ipin üzerine bazı işaretlemelerle bölümlendirme yapılmıştır. Yöntemin uygulama biçimi lata iskandilinin aynıdır (şekil 1). Su içindeki akıntılar, hidrografi taşıtının hızı, okuma yanlışlıkları bazı önemli hata kaynaklarıdır.

c) Tel (mekanik) İskandil: Bu sistemde telin boşalmasını ve sarılmasını kolaylaştırmak amacı ile bir makara sisteminden yararlanılır [1].



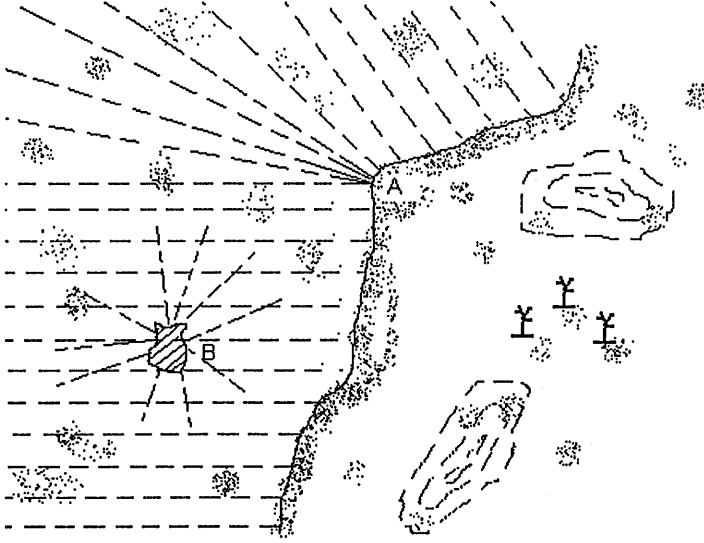
Şekil 1. İp iskandili alınışı

Bu çalışmada ölçülen bölgeler genelde 5m. nin altında olduğu için lata iskandili kullanılmıştır. 5m. yi aşan az sayıdaki noktada ise ip iskandili ile ölçümler yapıldı.

2.1.2. Konum Ölçmeleri

Derinliği ölçülen noktaların yatay düzlemdeki konumunu belirlemek için konum ölçmeleri yapılır. Bu ölçmeler kıyıdaki sabit noktalardan yapılır. Çalışmalarda taşıt genellikle hareket halinde olduğundan, bir iskandil noktasına ilişkin derinlik ve konum ölçmelerinin aynı anda yapılması ve çok kısa sürede tamamlanması zorunludur.

Su üzeri çalışmaları; karışık (serpme), yay ve doğrultu olarak adlandırılan 3 değişik düzenden birisi ile yapılır. Doğrultu düzeni (şekil 2) uygulaması en kolay ve en anlamlısıdır. Şekil 2’de gösterildiği gibi doğrultu düzeninde çalışma doğrultuları, kıyı çizgisine yaklaşık olarak dik olacak şekilde seçilir [1].

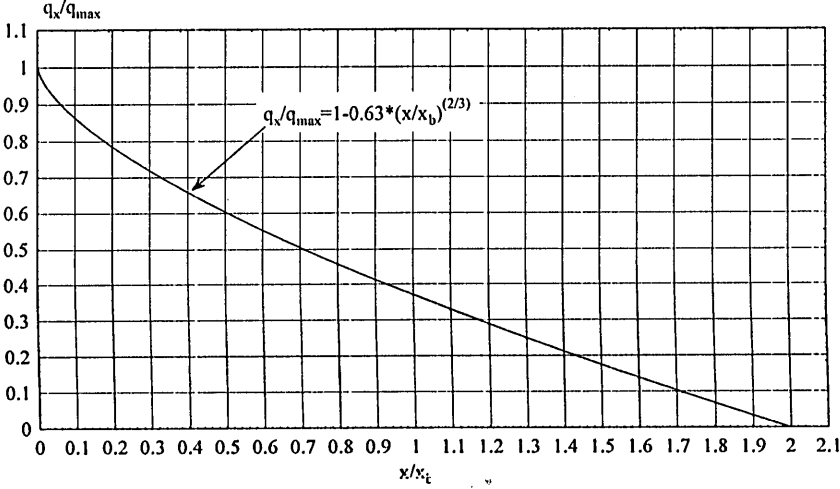


Şekil 2. Doğrultu düzeninde botun izleyeceği rota

2.2. Sayısal Model Çalışmaları

Sayısal model için literatürde geçmekte olan bazı modeller incelenmiştir. Bu modeller sadece kıyı çizgisinin değişimini dikkate alan one-line model ve bütün taban konturlarının değişimini dikkate alan n-line model bunlardan en bilinenleridir. Çalışmada, sadece kıyı çizgisi değişiminin yeterli olmamasından, mahmuzlar arasında kalan bütün noktalarda değişimin hesaplanması için, nokta nokta kıyı değişimini hesaplayan, Birben [2] ve Özölçer [3] tarafından geliştirilen sayısal model kullanılmıştır.

Çalışmalardan kıyıya paralel katımadde hareketinin kıyıya dik yayılımının exponansiyel (Rayleigh Dağılımı) olarak değiştiği görülmektedir [4]. Burada X , kıyıdan herhangi bir noktanın mesafesi, X_b ise, kırılma noktası mesafesi olmak üzere $X/X_b=0$ olduğu nokta kullanılmıştır [5][6][7] (Şekil 3). Kırılma anındaki dalga yüksekliği, sığlaşma, sapma ve kırınım katsayıları bulunduktan sonra hesaplanabilir. Dalga yüksekliği hesaplandıktan sonra, kıyıboyu taşınımın kıyıya dik yayılımı için verilen denklemlerden istenilen X mesafesindeki taşınım hesaplanabilmektedir.



Şekil 3. $X/X_b=0$ için kıyıya paralel taşınımın kıyıya dik yayılımı

2.2.1. Kıyıya Dik Taşınım Formülü

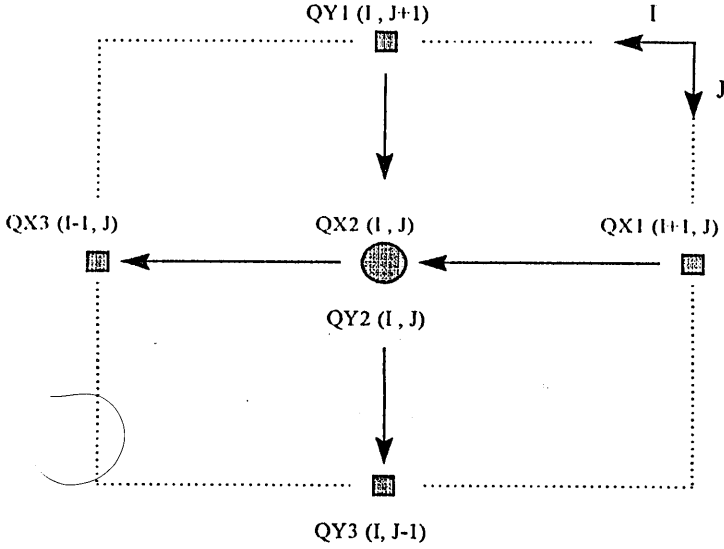
Sayısal modelin oluşturulmasında literatürde, kıyıya dik taşınım debisi için geçerli olan ve en bilinen formüllerden biri kullanılmıştır. Burada, U_r Ursel parametresi, Ψ Shilds parametresi ve W_0 çökelme hızını göstermek üzere aşağıdaki formül kullanılmıştır[4][8]:

$$q_{net} = -1.15 \cdot 10^{-7} \cdot \omega_o \cdot d_{50} \cdot U_r^{0.2} \cdot \psi \cdot (\psi - 0.13 \cdot U_r) \quad (1)$$

2.2.2. Kıyıya Paralel Taşınım Formülü

Kıyı boyu taşınım için CERC formülü [9] kullanılmıştır. Burada H dalga yüksekliği, α aç, C_g dalga grup hızı, a_1 ve a_2 katsayıları ve b kırılma anını göstermektedir.

$$Q = [H^2 \cdot C_g]_b \cdot \left\{ a_1 \cdot \sin 2\alpha_b - a_2 \cdot \cos \alpha_b \cdot \frac{\partial H}{\partial x} \right\} \quad (2)$$



Şekil 4. Sayısal modelde bir noktada etkili olan taşınım debileri ve pozitif yönleri

2.2.3. Sayısal Modelin Bilgisayar Uygulaması

Formüllerle kıyadaki değişiklikleri hesaplayabilmek için oluşturulan sayısal modelin bilgisayar uygulaması yapılmıştır. Çalışılan alan karelere bölünmüş ve formüllerden her karedeki taşınım miktarı hesaplanmıştır. Bir noktadaki taşınım, 5 tane noktanın taşınım miktarından hesaplanabilmektedir. Debiler ve pozitif taşınım yönleri Şekil 4'de gösterilmektedir. QX1, QX2 ve QX3 kıyıya paralel taşınım, QY1, QY2 ve QY3 ise kıyıya dik taşınım debileridir. Bu noktadaki toplam debi, işaretleri ile bu 6 debi miktarının toplamı sonucu elde edilmektedir. Debi elde edildikten sonra ise dolma yüksekliği bulunmaktadır.

3. İRDELEME

3.1. Arazi Çalışması ve Sayısal Model Sonuçları

Trabzon-Of'ta Sosyal Sigortalar hastanesinin 2-3 km. batısında petrol istasyonunun arkasındaki iki adet T mahmuz ve bir adet T mahmuzda arazi çalışmaları yapılmıştır. Mahmuzlar inşa edildikten hemen sonra ölçümlere başlandığı için mahmuzların kıyı çizgisi değişimine olan etkisi çok güzel bir şekilde incelenmiştir.

Düz mahmuz ve T mahmuzlar için Doğu Karadeniz'in hakim dalga yönü olan NW'den $\theta=15^\circ$ lik açı, periyod $T=7\text{sn.}$, $H=1\text{m.}$ lik dalga yüksekliği ve ortalama dane çapı $d_{50}=0.33\text{ mm.}$ kullanılarak sayısal model sonuçları elde edilmiştir.

3.1.1. Sonuçların Dolma Miktarı Oranına Göre Değerlendirilmesi

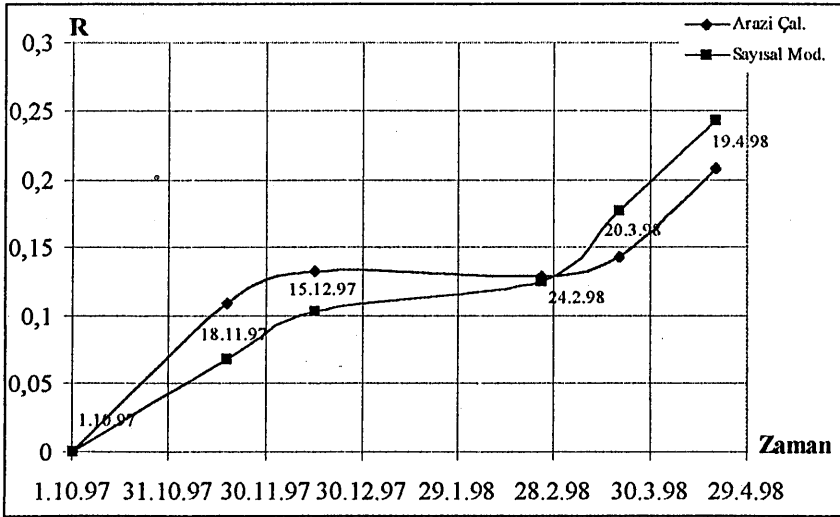
Yapılan çalışmaların sonuçlarını değerlendirebilmek için bir dolma miktarı oranı tarif edilmiştir [4]. Dolma miktarı oranını bulabilmek için mahmuzların koruma alanı içindeki okumaların farklarının toplamı ($\sum Z$), birim alanla (A_i) çarpılmıştır. Böylece toplam katımadde biriktirme miktarı (B_k) bulunmuştur ($B_k=\sum Z.A_i$). Mahmuzların koruma hacmi (B_l) ise mahmuzların koruma alanı (A_k) ile mahmuz önündeki su derinliği (h_m) çarpılarak elde edilmiştir ($B_l= A_k. h_m$). Toplam katımadde biriktirme oranı (B_k), mahmuzların koruma hacmine (B_l) bölünerek boyutsuz dolma miktarı oranı (R) elde edilmiştir ($R= B_k/ B_l$).

T mahmuz için dolma miktarı oranları tablo 1'te verilmiştir.

Tablo 1. T mahmuz için dolma miktarı oranları

Ölçüm Tarihi	R (Arazi Ölçümü)	R (Sayısal Model)
18.11.1997	0.11	0.068
15.12.1997	0.133	0.104
24.2.1998	0.13	0.126
20.3.1998	0.143	0.178
19.4.1998	0.208	0.244

Tablo 1'e göre dolma miktarı oranının değişimi şekil 5' de görülmektedir.



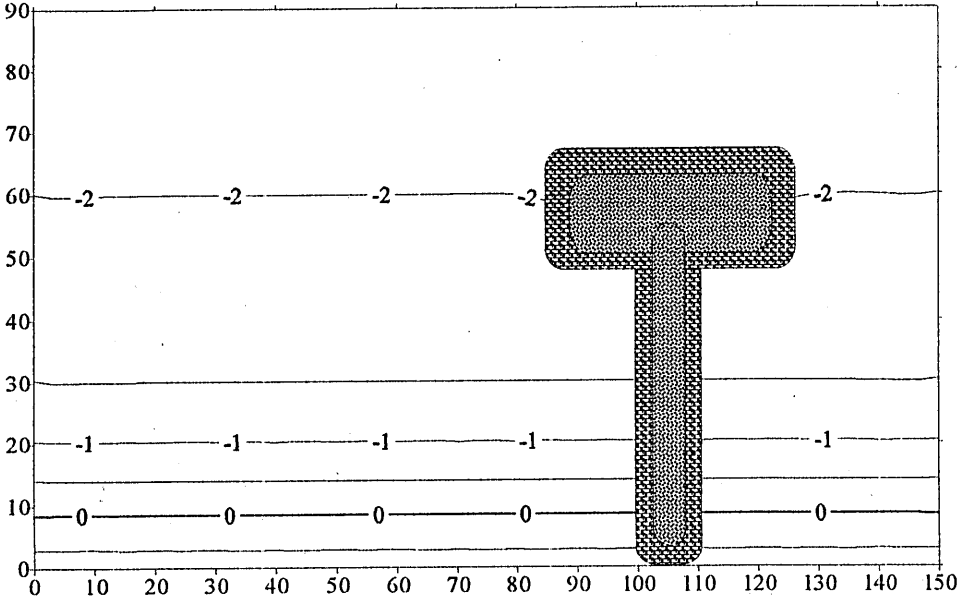
Şekil 5. T mahmuz için zamana göre dolma miktarı oranının değişimi

Şekil 5 incelendiğinde T mahmuz için dolma miktarı oranının zamanla arttığı görülüyor. Artış miktarı sayısal modelde daha fazla olmaktadır. Ancak gerçekte Aralık-Şubat ayları arasında dolma miktarlarında bir artış olmadığı gözlenmiştir. Bunun iki nedeni olabilir. Birincisi, kışın gelen dalgalar mevcut malzemeyi alıp açıklara götürebilirler, ikincisi ise bu bölgeden kum alınmış olabilir.

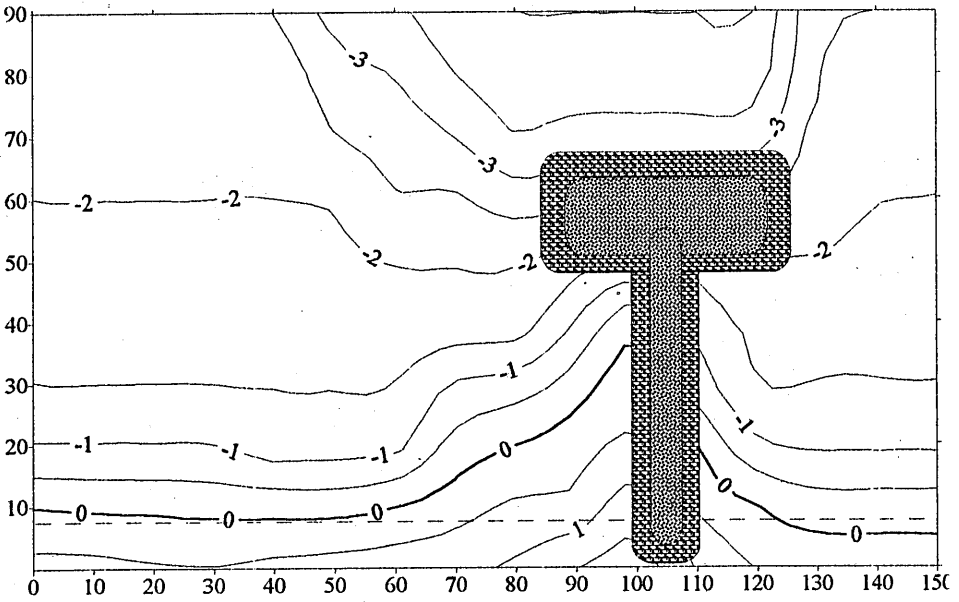
Ölçüm yapılan bölge devamlı gözlem altında tutulmaktadır ve Aralık-Şubat ayları arasında bu bölgeden ihmal edilecek miktarda kum alındığı bilinmektedir. Dolayısıyla bu zaman aralığında dolma miktarında artış olmamasının nedeni kum alınmasına bağlı değildir. Bu durumda birinci neden ağırlık kazanmaktadır. Bu zaman aralığı fırtına (kış) profiline karşılık gelmektedir. Fırtına profilinde de dik dalgalar kıyıya daha sık gelmekte ve kıyidan denize doğru katımadde hareketi oluşmaktadır.

Sayısal model sonucunda ise dolma miktarında devamlı artış olmaktadır. Bunun nedeni fırtına profilinin sayısal modelde tam olarak ifade edilemeyişindendir. Dalga yüksekliği artırılarak bu sağlanabilir diye düşünülebilir. Fakat dalga yüksekliği artırıldığı zaman dolma miktarı daha da yükselmektedir.

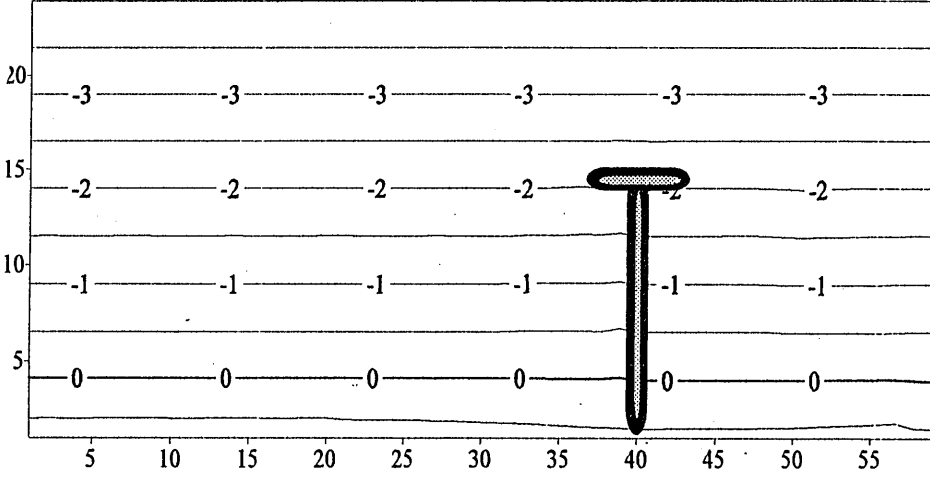
Şekil 6 ve 7' den taban topografyaları incelendiğinde, mahmuz inşa edildikten sonra batı tarafında dolmaların meydana geldiği görülmektedir. Dolma miktarı zamanla artmıştır. Dolmanın meydana geldiği kısım mahmuzdan itibaren 40-50 m. civarındadır. Bu noktadan itibaren mahmuzun kıyı çizgisine bir etkisi görülmemektedir. Mahmuzun doğu tarafında ise ilk zamanlarda fazla bir değişiklik olmamakla beraber zamanla mahmuzun 20 m. doğusunda oyulmalar meydana gelmiştir. Ayrıca mahmuzun başlık kısmında zamanla 1-1,5 m. civarında oyulmalar olduğu gözlenmiştir. Sayısal modelden elde edilen taban topografyaları (Şekil 8 ve 9) incelendiğinde, arazide oluşuma benzer şekilde mahmuzun batı tarafında kıyıda ilerlemeler olmuştur. Sayısal modelde meydana gelen kıyı ilerlemesi arazi ölçümlerine göre daha fazladır. Mahmuzun başlık kısmında arazide olduğu gibi sayısal modelde de oyulmalar meydana gelmiştir. Arazi çalışmasından ve sayısal modelden elde edilen sonuçlar literatürde ki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Yani mahmuzun memba tarafında dolma, mansap tarafında ve başlık kısmında oyulmalar meydana gelmektedir.



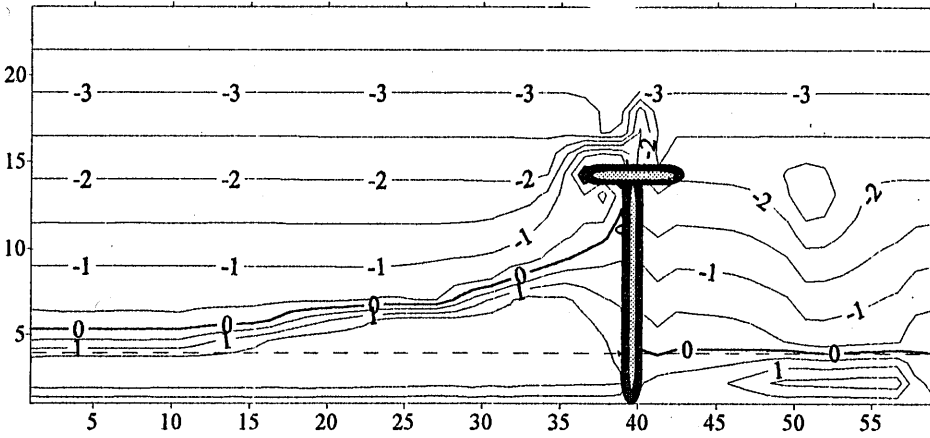
Şekil 6. T mahmuz için arazi ölçüm sonucu (Başlangıç - Ekim 1997)



Şekil 7. T mahmuz için arazi ölçüm sonucu (19-4-1998)



Şekil 8. T mahmuz için sayısal model sonucu (Başlangıç)



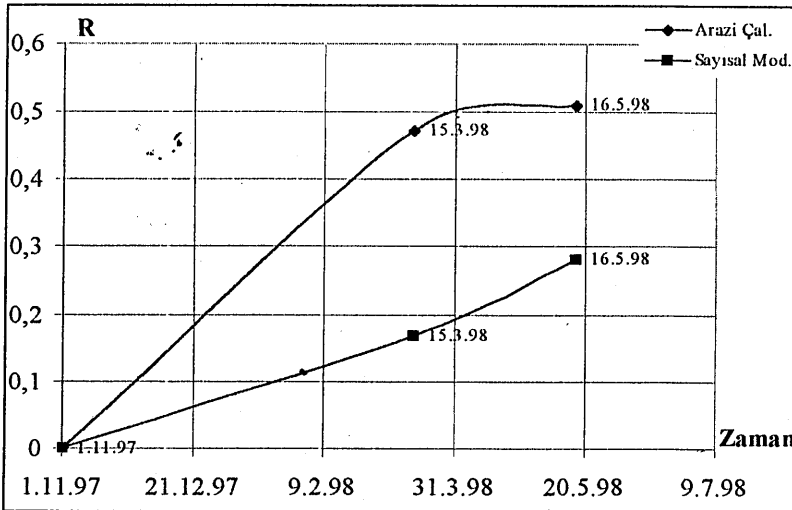
Şekil 9. T mahmuz için sayısal model sonucu (t=6 Ay)

İki adet T mahmuzdan oluşan mahmuz sistemi için dolma miktarı oranları tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. İki adet T mahmuz için dolma miktarı oranları

Ölçüm Tarihi	R (Arazi Ölçümü)	R (Sayısal Model)
15.3.1998	0.471	0.168
16.5.1998	0.510	0.282

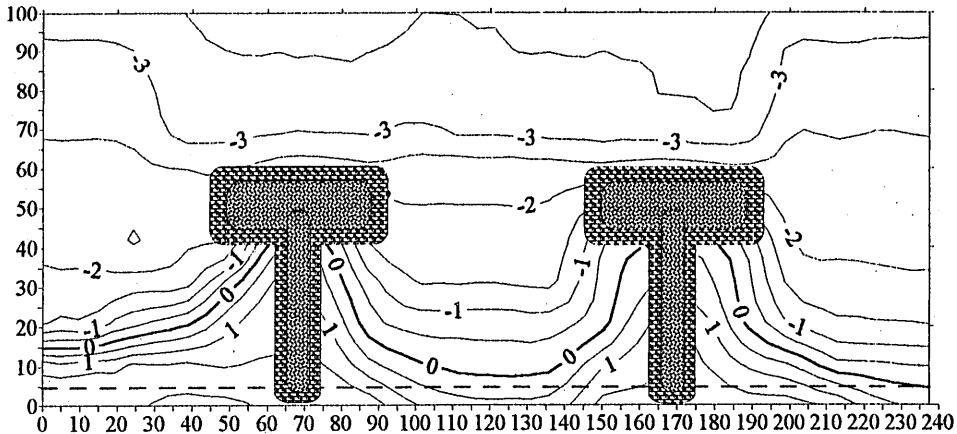
Tablo 2’ye göre dolma miktarı oranının değişimi şekil 10’ da görülmektedir. Şekil 10’u incelediğimiz de, mahmuzun inşa edildikten hemen sonra dolmaya başladığını görüyoruz. Dolma miktarı Mart ayına kadar çok fazladır. Bu aydan itibaren dolma miktarındaki artış devam etmektedir. Fakat bu artışın oranı önceki artışa nazaran çok daha azdır. Bunun nedenini mahmuzun kapasitesinin dolmasına bağlayabiliriz. Sayısal modelde de dolma miktarının; araziye göre daha az olmasına rağmen arttığını görüyoruz.



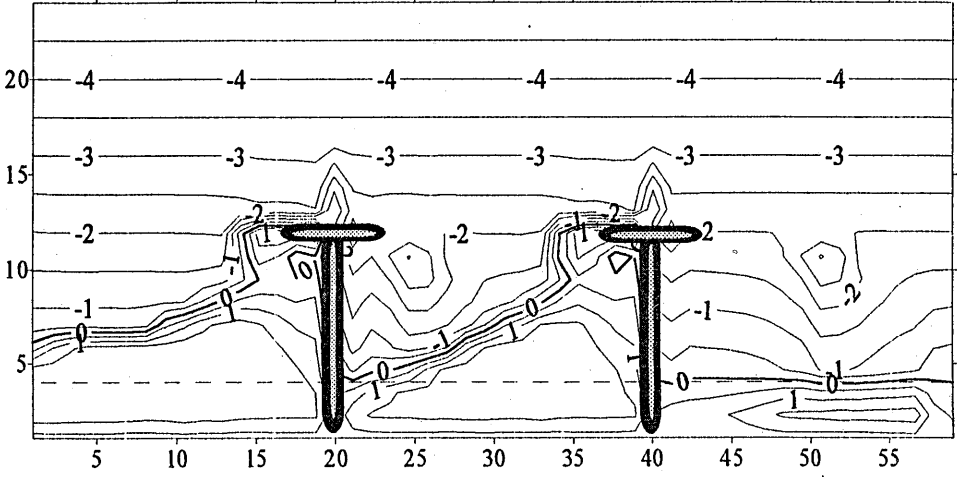
Şekil 10. İki adet T mahmuz için zamana göre dolma miktarı oranının değişimi

İki T mahmuzdan oluşan mahmuz sistemi , bir T mahmuza çok yakın bir yerdedir. Bunlar arasındaki ilişkiyi incelediğimizde, iki mahmuzdan oluşan sistemdeki dolma miktarının tek mahmuza göre çok daha fazla olduğunu anlıyoruz. Ayrıca mahmuz sisteminde kıyının oyulmadığı da görülüyor. Bunun için bu bölgede mahmuz sistemlerinin inşasının daha uygun olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 11 ve 12'den taban topografyaları incelendiğinde arazi sonuçları ile sayısal model sonuçlarının kısmen benzerlik gösterdiği anlaşıyor. Ancak sayısal modelde sadece memba tarafında dolma meydana gelirken, gerçekte her iki tarafta da dolma meydana gelmektedir. Bunun nedeni, sayısal modelde düzenli dalga ile çalışılırken, gerçekte devamlı düzenli dalgaların olmadığı açıktır. Düzensiz dalgalar nedeniyle her iki tarafta da dolmaların meydana geldiği görülmektedir. Mahmuzun başlık kısmında oyulmaların meydana gelmesi arazide ve sayısal model sonucunda birbirine benzemektedir.

Of'ta bulunan bu mahmuzların derelere yakın olması da çok çabuk bir şekilde dolmalarına neden olmuştur. Ayrıca iki T mahmuzun boylarının tek T mahmuzdan küçük olmasına rağmen, dolma miktarlarının daha fazla olduğu da gözlemlenmiştir.



Şekil 11. İki adet T mahmuz için arazi ölçüm sonucu (16-5-1998)



Şekil 12. İki adet T mahmuz için sayısal model sonucu (t=6 Ay)

4. SONUÇLAR

1. Zamana bağlı olarak tüm mahmuzların dolma miktarlarında artış olmuştur. Ancak bu artış mahmuzların kapasiteleriyle sınırlıdır. Mahmuzların kapasiteleri dolduğunda artış oranında azalma olmaktadır.

2. Fırtına profilinin olduğu zamanlarda dolma miktarında fazla bir değişiklik olmamaktadır.

3. Genellikle mahmuzların memba kısımlarında dolma mansap kısımlarında kısmen oyulmalar olmaktadır. Bu durum sayısal model sonuçları ve literatürde görülen sonuçlarla benzerlik arz etmektedir.

4. Mahmuzların başlık kısmında oyulmalar olmaktadır. Sayısal modelde de aynı sonuç elde edilmiştir.

5. Mahmuz sistemleri tek mahmuzlara göre daha iyi sonuçlar vermektedir. Dolma miktarları daha fazla olmaktadır.

6. Kıyı boyu taşınımın fazla olduğu yerlere veya derelerin yakınına yapılacak mahmuzlarda dolma daha hızlı bir şekilde olmaktadır.

7. Karadeniz Sahil yolunun yapımına başlandığı bu günlerde yapılan tahkimatlarla zaten sınırlı sayıda ve genişlikte olan plajlar yok olacaktır. Uygun yerler tespit edilip (örneğin Of-Kıyıcık-Eskipazar sahili) buralara yapılacak olan T mahmuz sistemleriyle kısa sürede güzel plajlara sahip olmanız mümkündür.

9. Yapılan çalışmalarla doğru yerlere inşaa edilecek mahmuzlar birer kum kaparı olarak çalışacak ve bölgenin kum-çakıl ihtiyacının karşılanmasında önemli rol oynayacaklardır.

KAYNAKLAR

1. Süme, V., Ölçme Bilgisi, Akademi Kitabevi, Rize, 1998.
2. Birben, A.R., Açıkdeniz Dalgakıranlarının Katımadde Biriktirme Oranına Etkisinin Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1998.
3. Özölçer, İ.H., Kıyı Korumasında Mahmuzların Etkilerinin Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1998.
4. Horikawa, K., Nearshore Dynamics and Coastal Processes, University of Tokyo Press, 1987.
5. CERC, Shore Protection Manuel, Fourth Edition, US Army WES, Washington, 1984.
6. Hanson, H. ve Kraus, N.C., GENESIS: Generalized Model for Simulating Shoreline Change, Report 1, Technical Reference, Cerc, Mississippi, 1989, 25-57.
7. Watanabe, A., Total Rate and Distribution of Longshore Sand Transport, Coastal Engineering 1992, 2528-2544.
8. Chiaia, G., Damania, L. ve Petrillo, A., "Analysis of Cross-Shore Transport", International Conference on Coastal and Port Engineerin in Developing Countries, 25/29 September 1995, R.J. Brazil, 412-426.
9. Kraus, N.C. ve Harikai, S., Numerical Model of the Shoreline Change at Oarai Beach, Coastal Engineering, 7 (1983), Amsterdam, 1-28.

THE EFFECTS OF GROINS ON THE BLACK SEA COAST AND A NUMERICAL MODEL APPROACH

ABSTRACT

Physical and mathematical model studies about shore protection structures continue at many countries. But, these studies must be supported by field measurements. Mathematical and physical models provided by data obtained with long terms field study give very good results.

Structures which built on coast without examining the data carefully may destroy coast equilibrium. The interferences done against coast, such as the construction of Black Sea Coast Motorway which has started recently, emphasis more and more the importance of this subject.

In this study, field measurements are done around some groins in the Black Sea Region and these measurements are compared with the results of a numerical model. The duration of measurement of the study being too short is a disadvantage. If the measurements are continued, better results will be obtained.

**SAMSUN ÇEKEK YERİ İNŞAATINDA
BATARDO UYGULAMASI**

Yasemin ÖZGEN, Metin SONUVAR, Orhan EROL

**EGE ve AKDENİZDEKİ TARİHSEL TSUNAMİLERİN
KIYILARDAKİ İZLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Ahmet Cevdet YALÇINER, Uğur KURAN,
Özcan DURMUŞOĞLU, Fumikiho IMAMURA, Koji MINOURA

