

III
KIYI KORUMA UYGULAMALARI,
ALAN LABARATUVAR
ÇALIŞMALARI

KIYIDA SUNİ KIYI BESLEMESİNİN İKİ BOYUTLU MODEL KANALINDA İNCELENMESİ

Öğr.Gör.Dr. Hülya Boğuşlu

Dr. Ali Remzi Birben

Prof.Dr. Hızır Önsoy

KTÜ, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon

E-Mail:hboguslu@hotmail.com

ÖZET

Türkiye’de yazın Akdeniz kıyılarında güneşlenirken birkaç km yukarıda Toros dağlarında kayak yapılabilir. Bu nedenle ülkemiz turizm açısından çok önemli bir konuma sahip olmaktadır. Turizm potansiyelinin giderek arttığı ülkemizde kıyılarımızın kapasitelerini de arttırarak kıyılardan daha fazla yararlanma olanakları araştırılmalıdır. Bununla en pratik yolu suni kıyı beslemesi yapmaktır. Suni kıyı beslemesi kısa zamanda yapılabilirdiği ve kıyının doğal dengesini bozmadığı için tercih edilen bir yöntemdir. Yörenin topografya ve dalga koşullarına bağlı olarak suni kıyı beslemesi sadece kum, çakıl gibi kıyı koruyucu yapı malzemeleri ile yapılacağı gibi diğer kıyı koruyucu yapı malzemeleri ile birlikte de (düz mahmuzlar, T mahmuzları, açık deniz dalgakıranları, batık dalga kıranlar, kıyı duvarları vs. gibi) yapılabilir. Her mühendislik yapımı gibi pahalı bir çalışma olan suni kıyı beslemesi uzun bir zaman süreci içerisinde ekonomik olmaktadır. Suni kıyı beslemesi projelerinin maliyet açısından ve yapının stabilitesi açısından deneysel çalışmalarının yapılması önemlidir.

Bu çalışmada kıyıda suni kıyı beslemesi iki boyutlu model kanalında, besleme genişlikleri (X), dalga yükseklikleri (H) ve zamansal değişimleriyle incelenmiştir. Her kıyı genişliğine (X) ve dalga yüksekliğine (H) ait kıyı değişimleri profilleri çizilmiştir. Profil boyunca sediment değişim miktarları hesaplanıp grafikleri çizilmiştir. Kıyıdaki değişim miktarının profil kesitinde alansal değişim miktarı hesaplanıp boyutsuz hale getirilmiş ve grafikleri çizilmiştir. Her kıyı genişliği (X) ve her dalga yüksekliği (H) için zamansal değişim oranları yani kıyı beslemesi erozyon oranları ($SBe=Se/St$) grafiksel olarak çizilmiştir.

1. GİRİŞ

Kıyılarla ilgili geçmişte birçok çalışmaya rastlasak da, kıyı mühendisliği daha çok 1950'li yıllardan sonra kendini bilimsel alanda sözetirmeye başlamıştır. Dünya'da suni kıyı beslemesi, kıyı mühendisliğinin önem kazanması ile belirgin bir şekilde uygulanmaya başlamıştır. 1950'lerden günümüze kadar bir çok uygulama yapılmıştır. Bu uygulamalar birçok bilim adamı tarafından gözlemlenmiş ve elde ettikleri sonuçlardan, kıyı beslemesinin temel prensipleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Ayrıca fiziksel modelleme yöntemi ile bu çalışmalar desteklenmiştir.

Bu çalışmalara birkaç örnek şu şekilde verebiliriz. 1975'de Günyaktı yapmış olduğu çalışmada, kumlanan liman girişlerinin veya mevcut limanların günün şartlarına cevap verebilmeleri için taranması sonucu ortaya çıkan malzemenin kıyı beslemesinde kullanılma olanağını incelemiştir. Deneylerle malzemenin kullanılabilir ve batık dalgakıran şeklinde açığa depolanması halinde kıyı stabilitesinin olumlu yönde etkilediğini bulmuştur. Dean (1977), kıyı denge profilleri üzerine $500'$ ü aşkın saha profil ölçümünden yararlanarak $h=A*y^n$ denklemini geliştirdi. Burada $n=2/3$ değerini buldu. Bu değer 1949'da ilk olarak Bruun tarafından bulunan değerle aynıdır. Bir çok araştırmacının çalışmalarını derlemiştir. Kıyı beslemesi üzerine bir çok çalışmalar yapmış ve kıyı denge profillerindeki A ölçek parametresinide dikkate alarak bir çok profil çeşiti geliştirmiştir. Bunlara birçok ilavelerde yapmıştır. Dean'ın çalışmaları bundan sonraki kıyı beslemesi araştırmalarında temel çalışma olarak alınmaktadır. 1994'de Otay yapmış olduğu doktora çalışmasında açık denize dökülen ödünç malzemenin kıyıyı oluşturmamasını ve bu malzemedeki değişimi incelemiştir. 1998'de Boğuşlu yapmış olduğu deneysel (fiziksel modelleme ile) üzerine doktora çalışmasında kıyı koruması ve geliştirilmesinde suni kıyı beslemesinin etkisinin araştırılmasını yapmıştır

2. MODEL ÇALIŞMALARI

Kıyı problemlerinin laboratuvar model çalışmalarıyla (fiziksel modelleme) incelenmesi, tüm dünyada yaygın olarak uygulanan bir tekniktir. Fiziksel modelleme, bazı hataları beraberinde getirmesine karşın, pek çok problemin çözümünde başarıyla uygulanmaktadır (Kevin, 1991; Kraus, 1991; Dean, 1985; Kamphuis, 1985).

Kıyı mühendisliği problemleri birçok parametreyi içermekte ve bu parametrelerin birbirleriyle olan ilişkileri, yöreden yöreye değişmekte ve karmaşık bir yapı oluşturmaktadır. Fiziksel model çalışmalarından elde edilen sonuçlar boyutsuz sayılar şekline çevrildiğinde, tabiattaki uygulamalara kolaylık sağladığı gibi laboratuvar şartlarının meydana getirmiş olduğu olumsuzlukları da azaltıcı nitelik taşımaktadır (Çatakli, 1963; Wang, 1994; Hallermeier, 1985; Birben, 1998; Boğuşlu, 1998).

2.1. Model Ölçeğinin Belirlenmesi

Tabiattaki bir problemi laboratuvarında incelemek için çeşitli büyüklüklerin (uzunluk, kuvvet, zaman vb..) belirli ölçeklerde küçültülmesi gerekir. Fakat elde edilecek sonuçlar, gerçek değerlerden farklı olacaktır. Bu farkları en aza indirmek için, model ölçeğini küçük seçmek gerekir. Ancak bu ölçek, laboratuvarın fiziksel olanaklarıyla sınırlıdır. İki boyutlu model havuzunda model ölçeğinin mümkün olduğu kadar büyük seçilmesinin, hatta gerçek yapının bire bir modellenmesinin en ideal çözümü vermesine rağmen ekonomiklik ve çok büyük zaman kayıpları göz önüne alındığında, 1/10-1/30 arasındaki model ölçeklerinin oldukça iyi sonuçlar verdiği, yapılan literatür çalışmaları sonunda görülmüştür (Battjes, 1974; Vasco Casta, 1981). Bu çalışmada kanalın uzunluğu 30 m, genişliği 1.45 m. ve derinliği 1.25 m. dir. Çalışmada model ölçeği 1/25 olarak seçilmiştir.

2.2. Dane Çapı ve Taban Eğiminin Seçimi

Yapılan araştırmalardan, Doğu Karadeniz Bölgesi kıyı malzemesinin dağılımının, derinliğe bağlı olarak 0.02 mm ile 0.8 mm arasında değiştiği belirlenmiştir. Bölgenin birçok yöresinden alınan numuneler sonucunda, taban malzemesi ortalama çapı $d_{50}=0.33$ mm olarak elde edilmiştir (Yüksek, 1992). Kıyı model çalışmalarında en önemli sorun, model dane çapının belirlenmesi olarak bilinmektedir. Taban malzemesi çapının model ölçeği seçimi konusunda bugüne kadar kesin bir çözüm getirilememiştir. Bu çalışmada ise, elde edilebilen en küçük çap olan $d_{50}=0.18$ mm dane çaplı ve 2.65 t/m^3 yoğunluğundaki silisli kuvars kumu kullanılmıştır (Yüksek, 1992; Güler, 1985; Wang, 1994; Noda, 1972; Ito, 1984).

Daha önce yapılan çalışmalara göre, Doğu Karadeniz bölgesinde ortalama taban eğimi 1/23 ile 1/30 arasında değişmektedir (Önsoy 1993). Bu çalışmada, ortalama yöreni temsil edebilecek şekilde taban eğimi 1/25 alınmıştır.

2.3. Dalga Parametrelerinin Belirlenmesi

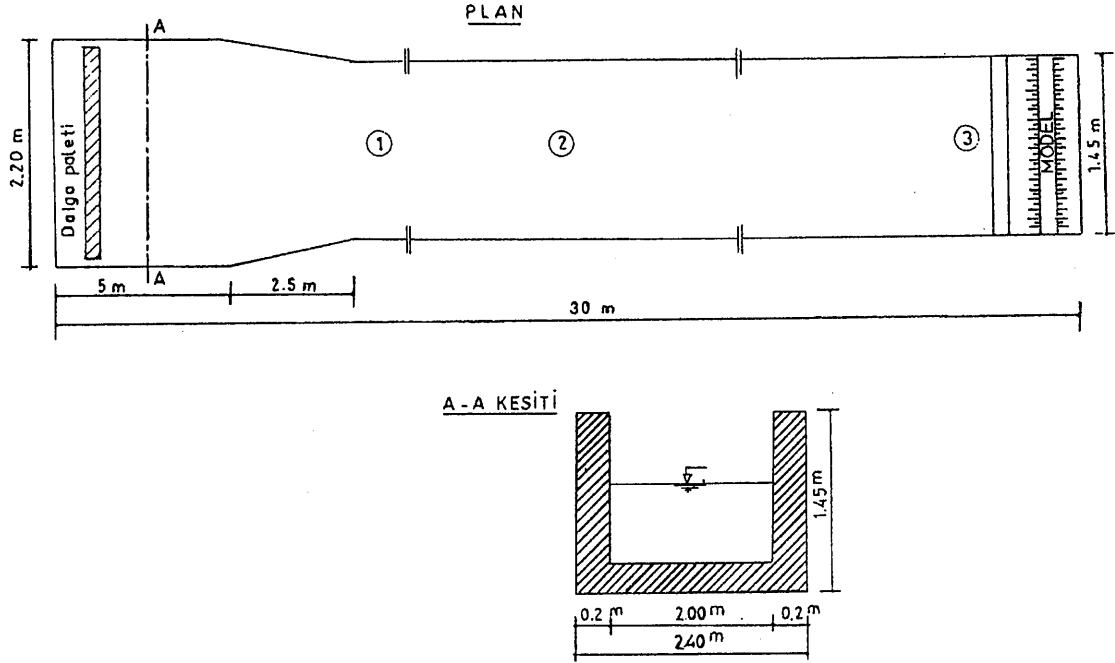
Doğu Karadeniz Bölgesinin hakim dalga yönü N, NNW, NW ve belirgin dalga yüksekliği 1.5m ile 4.5 m arasında ve belirgin dalga periyodu ise 4 sn ile 8 sn arasında değişmektedir. Bu çalışmada dalga yükseklikleri $H_{op} = 1.76\text{m}, 3.05\text{m}, 4.48\text{m}$ ($H_{om}=7.04, 12.2, 17.92\text{cm}$) ve dalga periyodu $T_p=7.3\text{sn}$ ($T_m=1.46\text{sn}$) seçildi. Bu değerlere bağlı olarak dalga diklikleri (H_o/L_o) 0.054, 0.037 ve 0.021 olarak elde edilmiştir (Uysal, 1995; Çam, 1986). Bu çalışmada Froude sayısı esas olarak alınmıştır.

2.4. Model Havuzu Donanımı

30*1.45*1.25m. ebadında, iki boyutlu dalga kanalının planı Şekil 1' de gösterilmiştir. Bu kanalda kurulu bulunan dalga üretici sistem üç ana bölümden oluşur. Bunlar; alternatif akım motoru, dişli sistemi (şanzuman) ve dalga paletidir.

Kullanılan alternatif akım motoru 4 Hp gücünde olup 100 devir/dak.'lık bir hıza sahiptir. Bu alternatif akım motoru istenildiğinde kolayca değiştirilebilir. Ayrıca, bu alternatif akım motorunun hızı, mevcut bulunan kontrol ünitesine bağlanarak ayarlanabilmektedir. Dişli sistemi ise bir arazili şanzuman sisteminden ibaret olup dört ileri bir geri vitesten oluşmaktadır. Bu sistem sayesinde seçilen bir periyod sabit

tutulabilmektedir. Motorun flanşına mafsallı olarak bağlanan bir kol diğer ucundan da dalga paletine mafsallıdır. Dalga paleti ise dalga kanalına alttan mafsallı olarak bağlıdır. Böylece motorun flanşının her bir devrinde palet ileri-geri bir öteleme hareketi yapmaktadır. Bu öteleme hareketi sonucu dalga kanalında durgun halde bulunan suda bir dalga hareketi meydana gelmektedir. Motorun flanşındaki bu mafsallı kolun boyu değiştirilerek paletin ileri ve geri yatış açısı ayarlanabilmektedir. Bu açı ne kadar büyüksse oluşacak dalga da o derece büyük olur. Bu şekilde istenilen dalga'nın yüksekliği ve periyodu ayarlanabilmektedir.

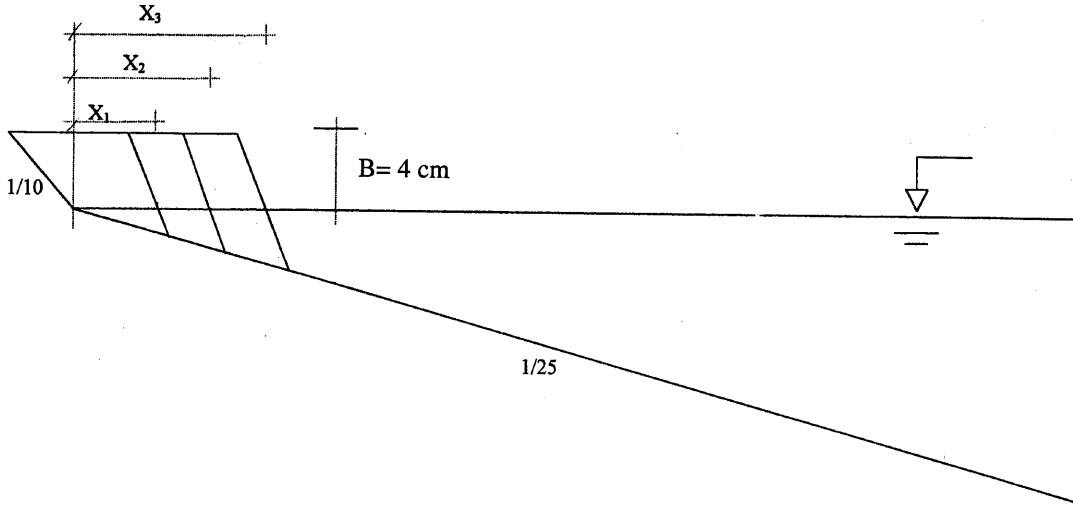


Şekil.1. Model Kanalı Donanımı

2.5. Deney Düzenəğinin Hazırlanışı ve Parametrelerin Belirlenmesi

İki boyutlu kanalda malzemeden ekonomiklik sağlamak amacı ile deney düzeneğı dalga geliş açısıyla 0° lik açı yapacak şekilde önce 1/25 eğiminde betondan oluşturuldu. Daha sonra üzerine 15cm. kalınlığında şileden getirilen, $d_{50}=0.18\text{mm}$. çapında kum serildi. Sıfır çizgisinden kıyıya doğru olan kısım 1/10 eğiminde oluşturuldu.

Denize doğru yani Y doğrultusunda 20 cm aralıklı bir ölçüm ağı sistemi oluşturuldu. Kıyı çizgisi boyunca 3 yerden ölçüm alınıp bunların ortalaması alındı. Besleme genişliği 3 değişik boyutta $X_p=10, 20, 30\text{m}$. ($X_m=40, 80, 120\text{cm}$) yapılmıştır (Şekil.2). Katımadde hareketini belirleyebilmek amacıyla deneylere başlamadan önce ilk kum derinliği okunmuş (d_1), deney başlatılmış ve verilen sürenin sonunda aynı noktalarda (ölçüm ağı) ikinci okumalar (d_2) yapılmıştır. İkinci okuma değerinden, birinci okuma değeri çıkartılarak ($\Delta h=d_2-d_1$) farklar elde edilmiştir. Bu farklardan, pozitif (+) olanlar yığılmaya, negatif (-) olanlar ise oyulmaya karşılık gelecek şekilde belirlenmiştir.



Şekil.2. Suni Kıyı Beslemesi Profili

2.6. Besleme Genişliğinin (X'in) Kıyı Beslemesi Erozyonu Alanı Oranına (Se/St) Etkisi:

Kıyıya dik taşınım, kıyıdan başlayarak, katı madde taşınımının etkin olduğu derinliğe kadar olan bölgede bazen kıyıda oyulmaya, bazen de yığılmaya neden olur.

Dalgaların enerjisi normalde kıyıda herhangi bir yapı yokken kırılma noktasından tırmanma çizgisine kadar olan mesafede sönümlenirler. Kıyıda besleme yapısı yapıldığında ise, kırılan dalga enerjisini tam olarak sönümleyemeden besleme yapısı ile karşılaşmaktadır. Besleme yapısına çarpan dalgalar enerjilerini tam olarak sönümlenmediği için belirli oranlarda yansımaya neden olmaktadır. Bu durumda, gelen dalga enerjisi ile yansıyan dalgaların enerjilerinin üst üste çakışmasıyla besleme yapısı önünde daha büyük miktarda dalga enerjisinin meydana gelmesine neden olmaktadır. Meydana gelen enerji yığılması, kırılma bölgesinde daha fazla madde taşınımına neden olmaktadır. Kıyı besleme yapı genişliğinin artması durumunda, enerji yığılması artmakta, buna bağlı olarak katı madde taşınımı ve yapı üzerindeki erozyonda artmaktadır. Şekil 3 'de besleme genişliği arttıkça erozyon oranının arttığı belirgin bir şekilde görülmektedir (Boğuşlu, 1998). Besleme yapısı genişlikleri arasında besleme erozyon oranları arasındaki farklar Tablo 1'de verilmiştir.

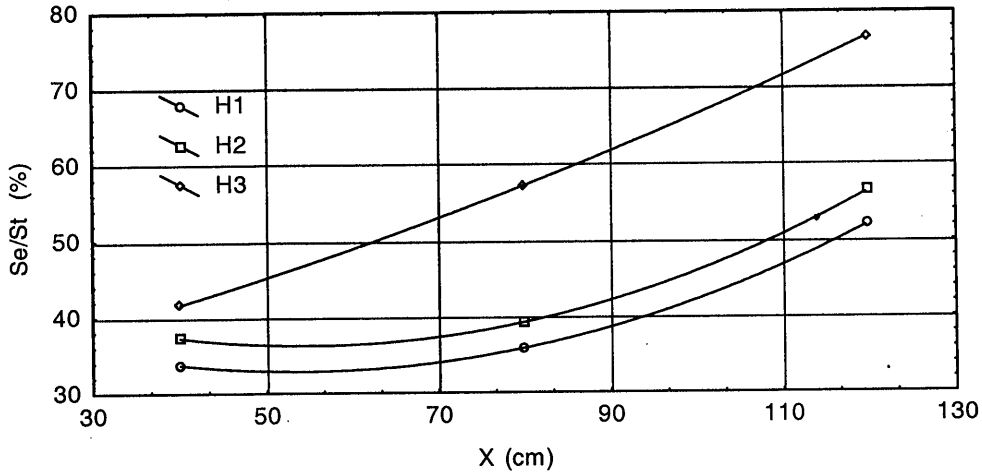
Tablo 1. Besleme Genişlikleri (X'leri) Arasında Besleme Erozyon Alanı Oranı (Se/St) Farkları

Se/St	$X_{40}-X_{80}$	$X_{80}-X_{120}$	$X_{40}-X_{120}$
H1 (Ho=7.04cm)	%2.09	%16.26	%18.35
H2 (Ho=12.2cm)	%2.95	%17.21	%20.16
H3 (Ho=17.92cm)	%15.56	%19.51	%35.07
ORT(H1,H2,H3)	%7.53	%17.66	%24.53

$$H1 = 45.82 - 0.479 \cdot x + 0.004 \cdot x^2$$

$$H2 = 50.6 - 0.523 \cdot x + 0.005 \cdot x^2$$

$$H3 = 30.05 + 0.241 \cdot x + 0.001 \cdot x^2$$



Şekil.3. Kıyı Besleme Genişlikleri (X'leri) Arasında Besleme Erozyon Alanı Oranı (Se/St)

Burada X=40 ve 80 lik besleme genişlikleri arasında H1 ve H2 dalgalarında oran farkı az olmakla birlikte X=120cm lik besleme genişliğide hemen hemen aynı oran farkı gözlenmiştir.

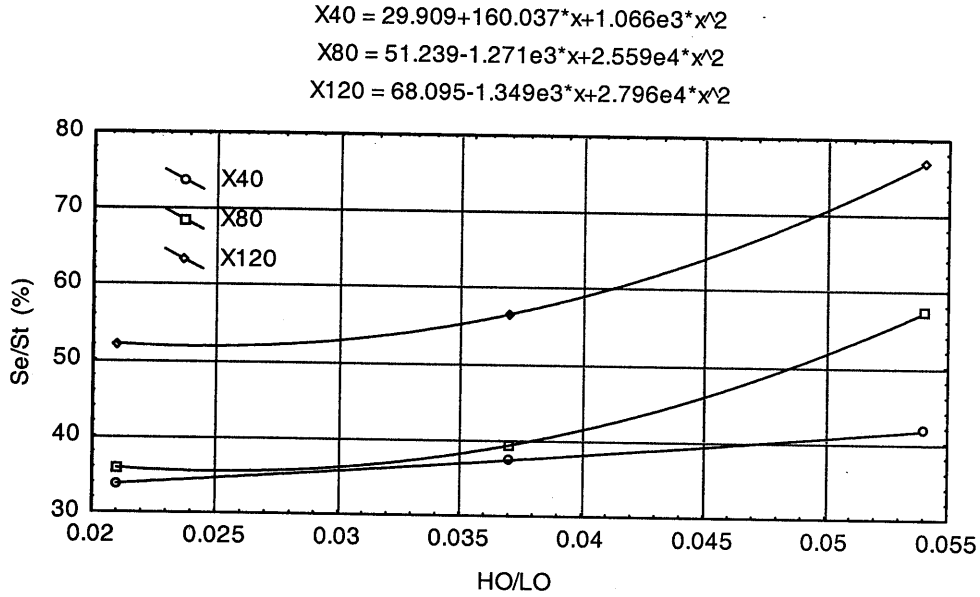
2.7. Dalga Dikliğinin (H_o / L_o 'ın) Kıyı Beslemesi Erozyonu Alanı Oranına (Se/St) Etkisi

Dalgalar, kıyıya gelirken kırılma noktasından önce salınım ile enerjilerini bir noktadan başka bir noktaya taşırlar. Su derinliği azaldıkça, dalgalar tabandan etkilenmeye başlarlar ve belli bir noktadan itibaren itibaren kırılırlar ve salınım hareketinden kütle taşınım hareketine dönüşerek enerjilerini tüketirler. Kırılma noktasında, enerjileri tamamen kütle taşınımına dönüştüğünden, bu noktadaki taşıma enerjilerini maksimum kabul edebiliriz. Bu noktadan itibaren, katı madde hareketi, sürtünme ve tırmanma gibi nedenlerle enerjileri sönmülenererek hareketleri sona erer.

Dalgalar, kıyıya açısal olarak yaklaşırken katı madde hareketi mekanizması sonucunda kıyı boyu bileşeni kıyıya paralel katı madde hareketine, kıyıya dik bileşenide kıyıya dik katı madde hareketine neden olur. Dalgaların kıyıya paralel bileşeni katı maddeyi yanal olarak diğer tarafa taşıırken, dik bileşeni de öne ve arkaya doğru hareket ettirip kıyıda oyulma ve yığılmaya neden olmaktadır.

Açık denize doğru hareket eden katı madde belirli bir yerde çökelerek bir tümsek oluşturur. Bu tümseğe bar denilmektedir. Bu barın etkisiyle gelen dalgalar barın üstünde kırılmaya başlarlar ve barın önünden kıyıya doğru bir katı madde hareketi oluşur. Bu nedenle barın önünde bir oyulma meydana gelir. Dalga kırılma yeri altında oluşan barın kıyıdan uzaklığı dalganın yüksekliğine ve dolayısıyla enerjisi ile orantılı olarak değişmektedir.

Bu çalışmada kıyıda suni kıyı besleme üzerinde üç değişik dalga yüksekliği H_{op} =1.76m, 3.05m , 4.48m (H_{om} =7.04, 12.2, 17.92cm) denenmiştir. Deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 4` de verilmiştir. Bu değerlere bağlı olarak dalga diklikleri (H_o/L_o) 0.054 , 0.037 ve 0.021 olarak elde edilmiştir



Şekil.4. Suni Kıyı Beslemesinde H_o/L_o ’ın Etkisi

Şekildende görüldüğü gibi her seri deney için dalga dikliğinde bazı değişiklikler görülmüştür. Burada değişikliğe neden olan parametre dalga yüksekliğidir. Periyod değeri sabit kaldığı için direk dalga yüksekliğinin etkisi görülmüştür. Şekildeki değişim değerleri % oranı farkları olarak tablo.2` de verilmiştir.

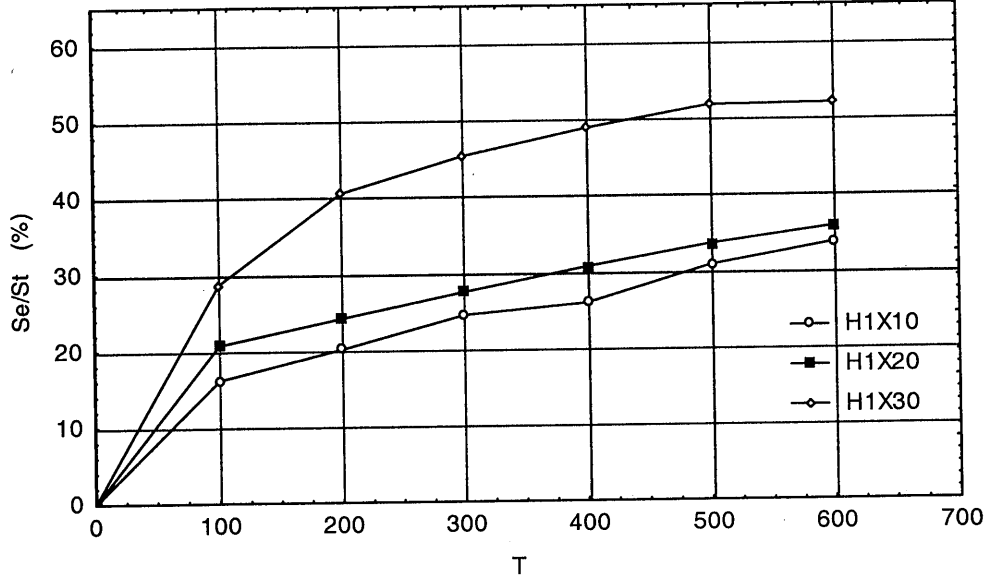
Tablo 2. Kıyı Besleme Genişliğine Göre Dalga Diklikleri Arasında Besleme Erozyon Alanı Oranı (Se/St) Farkları

Se/St	(H_o/L_o)1-(H_o/L_o)2	(H_o/L_o)2- (H_o/L_o)3	(H_o/L_o)1-(H_o/L_o)3
X ₄₀	%3.55	%4.37	%7.92
X ₈₀	%3.41	%17.98	%21.39
X ₁₂₀	%4.36	%20.32	%24.68

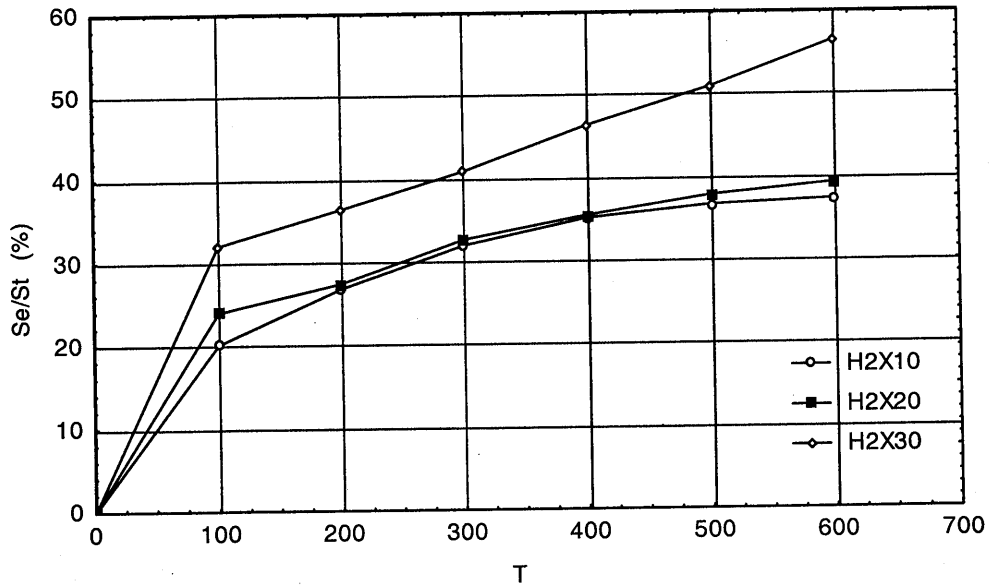
Burada da görüldüğü gibi sonuçta en fazla erozyon $X_m=120$ cm.’lik kıyı besleme genişliğinde meydana gelmektedir. Aynı şekilde dalga diklikleri arasında da en fazla erozyon oranı $H_o/L_o=0.054$ ($H_o=17.92$ cm) dalgasında meydana gelmektedir. Buradaki $H_o=17.92$ cm dalgası ekstrem bir dalgadır. Genelde dalga diklikleri arasındaki oran farkları hemen hemen benzer eğilimdedir.

2.8. Suni Kıyı Beslemesinde Zamanın Değişiminin Besleme Alanı Oranında (Se/St) Meydana Getirdiği Değişim

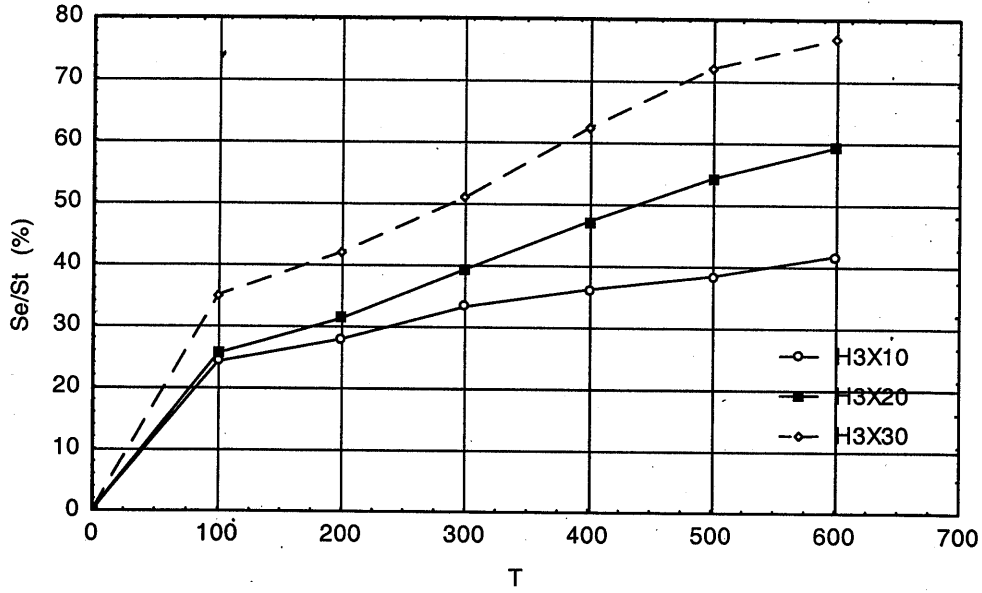
Burada besleme yapılan alanda her 100 dakikada bir deney sonuçları ölçülerek zamansal olarak değişimi gözlenmiştir. Modelde 600 dakika doğada 3000 dakikaya yani 50 saate denk gelmektedir. Daha önce yapılan ön deneyler sonucu toplan 600 dakika alınması ön görülmüştür. Bundan sonraki değişim çok fazla gözlemlenmemiştir. Bütün deney sonuçlarının karşılaştırılması açısından aynı değer alınmıştır. Aşağıda grafiksel değişimleri şekil 5, 6, 7 de gösterilmiştir.



Şekil.5. H1 Dalgasında X=10, 20 ve 30m (X=40, 80 ve 120cm) İçin Zamansal Değişim Grafiği



Şekil.6. H2 Dalgasında X=10, 20 ve 30m (X=40, 80 ve 120cm) İçin Zamansal Değişim Grafiği



Şekil.6. H3 Dalgasında X=10, 20 ve 30m (X=40, 80 ve 120cm) için Zamansal Değişim Grafiği

Şekillerden de görüldüğü gibi ilk 100 dakika içerisinde erozyon miktarı fazla olmakta daha sonra bu değer zaman içerisinde azalmaktadır. Özellikle X=10m de daha az olmakta diğer besleme uzunlukları arttıkça erozyon oranı değeri artmaktadır. Buda yapı önündeki su derinliğinin artması ve yapıya gelen dalga yüksekliğinin enerjisinin daha fazla olmasına bağlıdır.

2.9. Kıyı Besleme Profillerinin İrdelenmesi

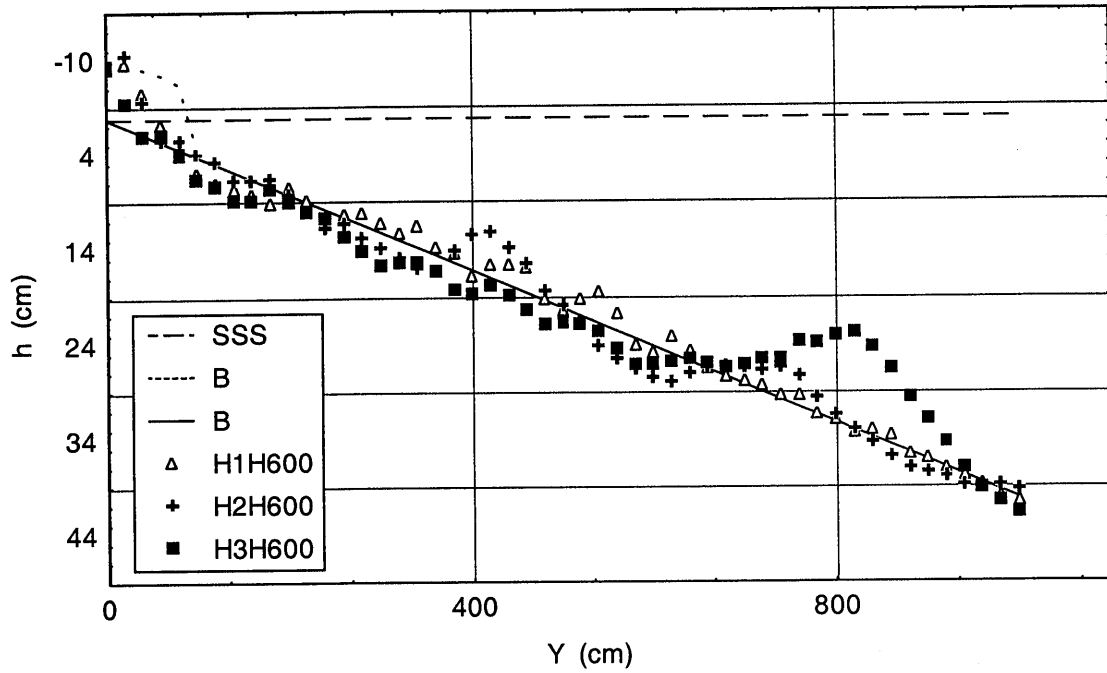
Milimetrik kağıda çizilen profillerden deney sonucunda erozyona uğrayan kıyı genişlikleri ölçülmüş ve her X genişliği için erozyona uğrayan besleme genişliği oranları (X_e/X_t) elde edilmiş ve daha sonra Tablo 3'de kıyıda erozyona uğrayan besleme alanı oranları (S_e/S_t) ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 3. Kıyı Besleme Genişliğine Göre Besleme Genişliği Erozyon Oranları X_e/X_t

	S_e/S_t X=40cm	X_e/X_t X=40cm	S_e/S_t X=80cm	X_e/X_t X=80cm	S_e/S_t X=120cm	X_e/X_t X=120cm
H1	%33.74	%44	%35.83	%46	%52.09	%51
H2	%37.29	%48	%39.24	%50	%56.45	%57
H3	%41.66	%56	%57.22	%67	%76.73	%77

Daha önceki S_e/S_t de de görüldüğü gibi sonuçta en fazla erozyon $X_m=120cm$. 'lik besleme genişliğinde meydana gelmektedir. Erozyona uğrayan besleme genişliği oranları (X_e/X_t) arasında da $X_m=120cm$. 'lik besleme genişliğinde en fazla erozyon oranı meydana gelmiştir.

Burada sadece H1 H2 H3 dalgalarının X=20m lik besleme genişliği boyunca değişimi verilmiştir. Profil boyunca bar oluşumu net bir şekilde gözlenmektedir.



Şekil.7. X=20m Kıyı Besleme Genişliğinde H1 H2 H3 Dalgalarının 600 Dakikadaki Değişim Profilleri

2.10. Kıyıya Dik Sediment Taşınım Miktarının Dağılımının Hesaplanması

Kıyıya dik (profil boyunca) sediment taşınımı dolayısıyla topoğrafik değişimi denklem (1) ile dikkate alabiliriz (Horikawa, 1987; Sawaragi, 1995).

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \left(\frac{1}{1-\lambda} \right) \cdot \frac{\partial qy}{\partial y} \quad (1)$$

$\lambda = 0.4$ (porozite) , $(1/1-\lambda)=C$, denilirse; $C=1.667$ olur.

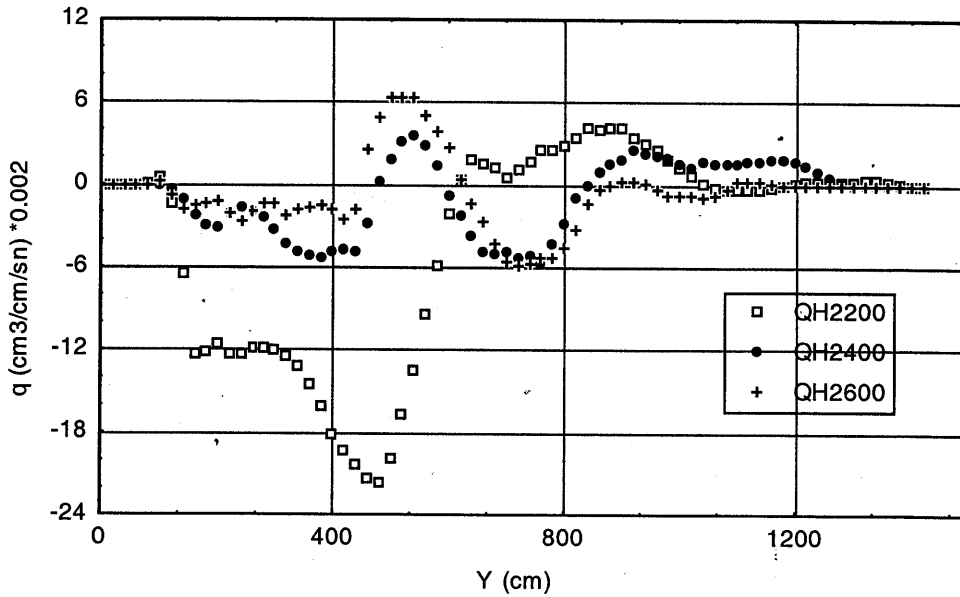
$$\frac{1}{C} \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial qy}{\partial y} \quad (2)$$

Denklemin sonlu farklarla çözümü aşağıdaki gibidir.

$$\frac{h_i^{n+1} - h_i^n}{C \cdot \Delta t} = \frac{q_i^n - q_{i-1}^n}{\Delta y} \quad (3)$$

$$q_i^n = q_{i-1}^n + \frac{\Delta y}{C \cdot \Delta t} (h_i^{n+1} - h_i^n) \quad (4)$$

Bu formüller yardımı deneylerin kıyıya dik sediment taşınımı hesaplanmış ve bura da H2 dalgasının $X=80\text{cm}$ de profil boyunca meydana getirdiği sediment hareketi şekil 8'de verilmiştir. Görüldüğü gibi zamanla sediment taşınımı azalmaktadır.



Şekil.8. H2 Dalgasının $X=80\text{cm}$ de Kıyıya Dik (Profil Boyunca) Sediment Taşınım Miktarının Dağılımı

3. SONUÇLAR

Suni kıyı beslemesinde kıyı beslemesi erozyonu alanı oranı üzerine en önemli etkenlerden biri kıyı besleme genişliğidir. Besleme genişliği arttıkça besleme erozyonu alanı oranı (S_e/S_t) belirgin bir şekilde artmaktadır. Bunun nedeni besleme genişliği büyüdükçe dalga enerjisi bu genişlik üzerinde sönümlenmeye çalışmaktadır. Böylece, beslemede daha fazla oranda kayba neden olmaktadır. Böylece, besleme genişliği büyüklüğü ile kıyı erozyonu alanı oranı (S_e/S_t) arasında doğru bir orantı elde edilmektedir.

Dalga dikliğinin, kıyı beslemesi erozyonu alanı oranı (S_e/S_t) üzerine her seri deney için, üç değişik dalga yüksekliği alınmıştır. Dalga diklikleri arasında da en fazla erozyon oranı, $H_o/L_o=0.054$ dalga dikliğinde meydana gelmektedir. Periyod sabit alındığı için burada direk olarak dalga yüksekliğinin etkisi önemlidir. Dalga yüksekliği arttıkça erozyon miktarı da artmaktadır. $H_o=17.92\text{cm}$ dalgası ekstrem bir dalgadır. Genelde dalga diklikleri arasındaki oran farkları hemen hemen benzer eğilim göstermiştir. $H_o/L_o=0.037$ ($H_{om}=7.04\text{cm}$) biraz daha az, $H_o/L_o=0.021$ ($H_{om}=12.2\text{cm}$) de de daha az erozyon oranları gözlenmiştir.

Besleme profillerindeki kıyı çizgisi değişimleri değerlendirilip elde edilen erozyona uğrayan besleme genişliği oranları (X_e/X_t), besleme erozyonu alanı oranı (S_e/S_t) ile benzer sonuç vermiştir. $X=40\text{cm}$ 'lik kıyı en az erozyon genişliği oranında kalmış en fazla ise

$X_m=120\text{cm}$ 'lik besleme genişliğinin oranları (X_k/X_t) elde edilmiştir. Beleme yapısı önündeki su derinliğinin artması ve dalga kırılma mesafesinin kısalması sonucu dalganın enerjisini yapı üzerinde söndürmeye çalışması etkin olmaktadır.

Kıyıya yerleştirilen kum, ilk 100 dakika içersinde dalgaların etkisi ile hareket ederken erozyon miktarı fazla olmaktadır. Çünkü, başlangıçta besleme yapısının eğimi daha diktir ve kayıplar fazla olur. Erozyona uğrayan malzeme profil boyunca yayılarak dalganın etkisini azaltıcı rol oynar. Dalga yüksekliğine ve besleme uzunluğuna bağlı olarak da zamanla erozyon miktarı azalmaktadır.

4. KAYNAKLAR

BATTJES, J.A., Surf Similarity, 1974, Proc. 14th. Coastal Engineering Conference, ASCE, 466-480.

BOĞUŞLU, H., BİLGİN, R., 1993, Kıyıların Yapay Beslemeyle Oluşturulması ve Korunması, İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler Birinci Teknik Kongre, Doğu Akdeniz Üniversitesi, Gazi Mağusa, KKTC, Cilt 1, 260-269.

BOĞUŞLU, H., 1998, Kıyı Koruması ve Geliştirilmesinde Suni Kıyı Beslemesinin Etkisinin Araştırılması, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

BİRBEN, A.R., 1998, Açıkdeniz Dalgakıranlarının Katı Madde Biriktirme Oranına Etkisinin Araştırılması, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

ÇAM, T., 1986, Doğu Karadeniz'de Dalga Tahmini ve Tasarım Dalgası Özelliklerinin Belirlenmesi, Y. Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

ÇATAKLI, O.N., 1963, Model Tekniği, Kurtulmuş Matbaası, İstanbul.

DEAN, R.G., 1985, Physical Modelling of Littoral Processes, Physical Modelling in Coastal Engineering, Ed. Dalrymple, R.A., A.A. Balkema Uitgevers B.V., 119-139.

GÜLER, I., 1985, A Study on Coastal Morphological Models, Master's Thesis in Civil Engineering Department, METU, Ankara.

GÜNYAKTI, A., 1987, Beach Preservation by Means of Offshore Submerged Mound of Dredged Materials, Proc. Coastal Zone'87, American Society of Civil Engineers, New York, NY, 2461-2471.

HALLERMEIER, R.J., 1985, Unified Modelling Guidance Based on a Sedimentation Parameter for Beach Changes, Coastal Engineering, Vol. 9, 37-70.

HORIKAWA, K., 1987, Nearshore Dynamics and Coastal Processes, University of Tokyo Press, 517 p.

ITO, M., ve TSUCHIYA, Y., 1984, Scale-Model Relationship of Beach Profile, 19th Coastal Engineering Conference, ASCE, 1386-1402.

KAMPHUIS, J.W., 1985, On Understanding Scale Effect in Coastal Mobile Bed Models, Physical Modelling in Coastal Engineering, Ed. Dalrymple, R.A., A.A. Balkema Uitgevers B.V., 141-162.

KEVIN, R.B. ve KRAUS, N.C., 1991, Critical Examination of Longshore Transport Rate Magnitude, Proc. Coastal Sediments'91, ASCE, 139-155.

KRAUS, N.C., LARSON, M. and KRIEBEL, D.L., 1991, Evaluation of Beach Erosion and Accretion Predictors, Proc. Coastal Sediments'91 ASCE, 572-587.

LAKHAN, V.C. ve TRENHAILE, A.S., 1989, Applications in Coastal Modelling, Elsevier Science B.V., Amsterdam, The Netherlands, 397p.

NODA, E.K., 1972, Equilibrium Beach Profile Scale-Model Relationship, Journal of Waterways, Harbors and Coastal Engineering Division, ASCE, WW4, 511-527.

OTAY, E., Long-Term evolution of nearshore disposal berms, Ph.D. Dissertation, Coastal and Oceanographic Engineering Department, University of Florida, Gainesville, FL.

ÖNSOY, H. ve YÜKSEK, Ö., 1993, Doğu Karadeniz'de Deniz Erozyonuna Karşı Koruma ve Yapay Plajlar İçin Kıyıya Dik Yapıların Etüdü, KTÜ-DPT Araştırma Projesi, Trabzon.

SAWARAGI, T., 1995, Coastal Engineering, Waves, Beaches, Wave-Structures Interaction, Elsevier Science B.V. Amsterdam, The Netherlands, 478 p.

UYSAL, K., 1995, Rüzgar Verileri Kullanarak Doğu Karadeniz'de Tasarım Dalgası Tahmini, Y. Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

WANG, X., LIN, L.H. ve WANG, H., 1994, Scaling Effects on Beach Response Physical Model, 24th Coastal Engineering Conference, ASCE, 2771-2784.

YÜKSEK, Ö., 1992, Balıkçı Barınaklarının Dolma Sürecinin Araştırılması ve Uygun Proje Ölçütlerinin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

STUDY OF ARTIFICIAL BEACH NOURISHMENT IN A TWO DIMENSIONAL MODEL CHANNEL

ABSTRACT

In Turkey, while some people are sunbathing on the Mediterranean sea coast, some others are being able to ski on Toros Mountain that is several kilometers above the coast. That is why our country has a unique location for tourism. Therefore, it is necessary to search for the possible increase in the usage of our coasts more effectively and to increase the capacity of our coasts in Turkey since the tourism potential increases more and more every day. The most practical way is the artificial nourishment of the coasts. This method is preferred because a solution can be reached shortly and it doesn't hurt the natural stability of the coasts. Considering the region's topography and conditions of the wave structures such as straight type groins, T type groins, offshore breakwaters, beach walls, . . . etc can be built for beach nourishment along with the materials such as sand and pebble stone that protect the coasts. The artificial beach nourishment that costs highly as in the case of other engineering structures turns to be economical one in the long term. Experimental studies on the subject are also very important from the cost of artificial beach nourishment project and the stability of the structures point of view.

In this study, the artificial beach nourishment is examined in a two-dimensional channel in terms of the nourishment width (X), height of the waves (H) and changes with time. The profiles of the coastal changes are drawn for each beach nourishment width (X) and height of the wave (H). The amount of the sediment changes along the profile are obtained and nondimensionalized. Finally the proportions of timely changes for each height, that is the proportion of the area to erosion on the coast, are plotted ($SBe = Se/St$).

GİRESUN, TRABZON VE RİZE İLLERİNDEKİ KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMLERİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

İnş. Müh. Bayram ÇELİK

İnş. Müh. Fatih DEĞİRMENCİ

İnş. Müh. Sadullah YILDIRIM

Öğr. Gör. Hülya BOĞUŞLU

KTÜ Müh. Mim. Fak. İnşaat Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon.

E-Mail:hboguslu@hotmail.com

ÖZET

Dünya var oluşundan bu yana zaman içerisinde sürekli değişim göstermektedir. Bu değişim içerisinde yer alan kıyılarda, doğal ve yapay nedenlerle değişime maruz kalmaktadır. Dünyada sıcaklığın değişmesi, buzulların erimesini, böylece su seviyesinin yükselip doğal olarak kıyı çizgisinin gerilemesine neden olmaktadır. Kıyılardaki bilinçsiz yapılaşmalar (liman, barınak, mahmuz vb yapıların yer seçimine ve projelendirilmesinde gerekli özenin gösterilmeyişi), kıyı şeridinden inşaatlar için kum-çakıl çekilmesi vb, kıyı boyu malzeme taşınımı dengesini bozmakta ve erozyona neden olmaktadır.

Bu çalışmada Giresun, Trabzon ve Rize illerine ait kıyı değişimleri ve çözüm önerileri konuları ele alınmıştır. Burada getirilen çözüm önerilerinin benzer tip de değişiklik gösteren kıyılarda uygulanabilmesi de amaçlanmıştır. 1960'dan beri değişik zaman aralıkları ile kıyı şeridinin doldurulması ile geçirilen kara yolunun bugüne kadar kıyı şeridinde meydana getirdiği değişikliklere çözüm önerileri getirilmiştir. Kıyı şeridindeki çarpık yapılaşmalar ele alınmış, kıyı koruyucu yapı projesi yapılan yöreler ve önerilen yapı tipleri verilmiştir. Çeşitli akarsular için sediment debisi verilmiştir. Trabzon yöresinde son 10 yılda kullanılan kum-çakıl miktarı verilmiştir.

1. GİRİŞ

Yaşam için üç temel unsurun su, hava ve toprak olduğu bilinmektedir. Bunların kütleli olarak bir araya geldiği yerler ise kıyılardır. İnsanların yaşamlarını daha kolay sağlayabilmesi için su yakınlarına yakın yerleşmeleri suyun; insanlık ve uygarlık tarihinde hep önemli bir yerleşim yeri ve odak noktası olmasının nedeni olmuştur. Tarımın, su kenarlarında gelişmesi, büyük sanayi kuruluşlarının su kenarlarına kurulması ve zamanla büyük kentlerin su kenarlarında gelişmesi, insanlık tarihiyle özdeştir. Dünyadaki nüfus artışıyla birlikte, bu gelişmenin ilerleyişi kıyı yörelerinde birçok olumlu ve olumsuz değişikliğe neden olmuştur.

Dünyada ve Türkiye’de birçok kıyı yöresinde kıyı erozyonu, kıyı çizgisinde meydana gelen değişiklikler büyük sorun teşkil etmektedir. Bunlara bilinçsizce alınan kum-çakıllar ve plansızca yapılan kıyı yapılarını örnek olarak gösterebiliriz. Herhangi bir yapının, bulunmadığı bir kıyı yöresi, sediment taşınım rejim açısından, belirli bir süre sonra dinamik bir dengeye ulaşır. Kum-çakıl alımı öncesinde denge durumunda olan, kıyıda bilimsel tekniklere dayanmayan ve rasgele bir şekilde alınan kum-çakıl sonrasında bazı yerlerde oyulmalara, bazı yerlerde dolmalara neden olmaktadır.

Kıyı çizgisindeki değişiklikler, kıyılara yapılan deniz yapıları ile olumlu veya olumsuz şekilde etkilenmektedir. rüzgarlar, dalgalar, akıntılar, gelgitler, sediment danecikleri ve diğer olayların etkisiyle kıyı bölgesi daima bir etkileşim halindedir. Bunun neticesinde kıyıya yapılan mahmuz, dalgakıran vs. kıyı yapıları, kıyıda dalgaların etkilerini ve sediment akışını değiştirmektedir. Bunun neticesinde de kıyı çizgisinde değişiklikler meydana gelmektedir. Oluşan bu değişim sonucunda ileride telafi edilmesi çok zor olan problemlerle karşılaşmaktadır. Örneğin kıyıların dolgu ile doldurulması her ne kadar alan kazanılıyor diye görülse de kıyı çizgisini çok olumsuz bir şekilde etkilemektedir. 1999’da meydana gelen deniz fırtınasında Trabzon-Giresun-Rize illerinde birçok tahribatlara sebep olmuştur. Denizin çöplerle doldurulması sonucu kazanılan alanlardan çöpler, tekrar deniz tarafında bu alanlar üzerine serilmiştir (1960 yıllarında ilk dolguları yapılarak başlanan). Son zamanlarda yapımı hızlı bir şekilde devam eden Karadeniz Sahil Yolu geride kalan plaj alanlarının da doldurulup kaybolmasına sebep olmaktadır. İnsanlarımızın kıyıyla irtibatını kesmektedir. Kısa vadede daha az para ile yapılacak diye doğa harikası yerlerimizin bu şekilde kaybolması kaygı vericidir. Artan nüfus ve teknolojik gelişmelere karşı duyulan talep üzerine yolların arttırılması elbette ki olacaktır. Fakat böyle büyük projeleri yaparken her türlü alternatifi de düşünmek gerekmektedir.

Yeni çıkan kanunlar doğrultusunda yenilenen kıyı kullanımı kanunu ve ÇED Yönetmeliklerine uyulması halinde bu sorunların üstesinden gelinecektir. Fakat yapılan tahribatlarla yok olan sahillerin tekrar kendi kendini oluşturması çok uzun zaman alacak hatta imkansız görülmektedir. Bunun için alternatif olarak dünyada çok yaygın olarak kullanılan suni kıyı beslemesinin bu yerlerimizde uygulanma olanakları araştırılmalı ve kısa zamanda hayata geçirilerek halkımıza plaj alanları sunulmalıdır (Boğuşlu, 1998).

2. AKARSULARIN TAŞIDIĞI SEDİMENT MİKTARLARI

Doğu Karadeniz Bölgesinde bulunan akarsular, eğimlerinin büyük olmasından ötürü çok miktarda sediment taşımaktadırlar. Bir akarsuyun taşıdığı sediment debisi, akışkan ve sediment özellikleriyle, akım şartlarına bağlıdır. Bu debi;

$$Q=f(\tau,\delta,d,\delta_s,h,r,v,j) \quad (1)$$

Q:Sediment taşınım debisi, d:Dane çapı, j: Akarsuyun taban eğimi, δ :Akışkanın özgül ağırlığı, τ :Akışkanın viskozitesi, h:Akımın su yüksekliği, r:Akımın hidrolik yarıçapı, v:Akımın ortalama hızı şeklindedir.

Burada sediment debisini ölçmek için, her şart altında geçerli olan bir yöntem henüz geliştirilememiştir. Yalnız EİE Genel Müdürlüğünün Türkiye’deki tüm havzalarda yaptığı gözlemlere dayanarak geliştirdiği formül yardımıyla sediment taşıma debileri tahmin edilebilir.

$$Q=14.153 \times 10^{1.2601 \cdot \log A} \quad (2)$$

Q:Sediment debisi (t/yıl), A:Havza alanı(km²)

Ayrıca Doğu Karadeniz Bölgesinde gözlem yapılan yedi akarsuyun verilerine göre elde edilen bir denklem aşağıda verilmiştir:

$$Q=a \times Q_{ort} \times b \quad (3)$$

Q: Sediment taşınım debisi(ton/gün), Q_{ort} : Günlük ortalama akım debisi (m³/sn), a,b:Rekresyon katsayılarıdır.

Buna göre Karadeniz Bölgesi’ndeki akarsu yataklarından denize sürüklenen sürüntü maddesinin 357×10^3 ton / yıl olduğu hesaplanmıştır. Tablo 1’de bazı akarsular için sediment değerleri verilmiştir.

Tablo.1. Çeşitli Akarsular İçin Sediment Debileri

Akarsu Adı	Veri Sayısı	Q_{ort}	A (km ²)	Q_1 (t/yıl)	Q_2 (t/yıl)
Harşit Çayı	177	26.08	2750	313232	158073
İyidere	196	28.05	855	71894	44174
Melet deresi	156	11.22	1024	90246	48816
Hemşin deresi	13	8.76	276	17254	7902

3. KUM-ÇAKIL OCAKLARI

Tabii malzemeler (Kum, çakıl), inşaat sektöründe kullanılması zorunlu ve ikame edilemez temel girdi durumundadır. Malzemenin talebinin karşılanmasında yer, miktar ve zamanlama açısından, mühendislik kurallarına uygun olarak yapılmayan faaliyetler; deniz, göl, gölet, akarsu, tarım arazileri, bitki örtüsü gibi doğal kaynaklarımız üzerinde büyük baskılar oluşturarak, ileride telafisi mümkün olmayan çevre tahribatlarına ve problemlerine sebebiyet vermektedir. Bu nedenle çevrenin korunması kapsamında; halen faaliyet gösteren tabii malzeme ocakları ile muhtemel yeni açılacak potansiyel ocakların çevreye verecekleri zararların önlenmesi gerekmektedir.

3.1. Mevcut ve Potansiyel Tabii Malzeme Alanlarının Belirlenmesi

Mevcut ve potansiyel kum, çakıl, kırmataş (mıcır-agrega), stabilize malzemeleri içeren mevcut ve alternatif “Tabii Malzeme” alanlarının belirlenmesi için şu çalışmalar yapıldır.

1. Mevcut ve potansiyel alanların da üzerinde gösterileceği; bölgenin jeolojik, jeomorfolojik, topoğrafik özelliklerini, zemin yapısını, heyelan, fay, çığ ve kaya düşmesi, taşkın alanları, depremsellik vb. bilgileri içeren “Arazi Kullanım Potansiyel Haritaları” ve “Jeolojik Haritaları ” hazırlanılır.

2. Belirlenen sahalardaki çevreye zarar vermeden işletilebilecek rezerv miktarları ile birlikte talebe yakınlık derecesinin ülke ve yerel kullanımlar için önemi belirlenir.

3. Belirlenen bu alanlar üzerinde tabii malzeme değeri, çevresel ve ekonomik değerler dikkate alınarak, ocakların işletilme tercih sıraları belirlenir.

4. Mevcut yerin tabii malzeme tüketimi ve ihtiyacı malzeme cinsine göre hesaplanarak, o ilin yıllık tabii malzeme projeksiyonu yapılır.

5. Ocakların işletilmesiyle kırma, eleme, yıkama, depolama, sevk ve diğer aşamalarda; yer altı ve yüzeysel su kaynaklarına ,tarım topraklarına, orman alanlarına, bitki ve hayvan türlerine olabilecek etkileri araştırılır.

6. İncelenen ve elde edilen tüm değerler gözünde bulunundurularak potansiyel tabii malzeme ocağı seçimi, işletme teknolojisi faaliyet sırasında ve sonrasında alınacak önlemler ve alternatifleri karşılaştırılır.

3.2. Ocaklarda Yapılan Çalışmaların Neticesi

07.02.1993 tarihinden bugüne kadar Trabzon il mahalli çevre kurulunda görüşülen faaliyetler ve alınan kararlarla 118 faaliyet sahibi için faaliyetin yeri, türü, mahalli çevre kurulu kararı ve tarihi, faaliyet durumları incelenmiştir. Bunların sonucunda; ruhsatı yok, ruhsatı var, ruhsatı bitmiş, faaliyet tamamlanmış, faaliyet devam ediyor, gibi faaliyet durumları bildirilmiştir. Mahalli çevre kurulu kararı ve tarihiyle ÇED önemli veya ÇED önemsizdir kararları vardır.

Kalker ocağı, taş ocağı, kum-çakıl ocağı, balıkçı barınağının temizlenmesi, kil ocağı, hazır beton tesisi, alabalık tesisi vesaire gibi faaliyetin türü belirtilmiştir. Özel idare tarafından da hazırlanan bilgiler neticesinde taş-kum-çakıl-kil ocaklarına ait özel 24, resmi 27 ve ruhsatı biten 10 işletmecinin ismi, yeri, ruhsat tarihi, başlangıç ve bitimi, metrekaresi cinsi belirtilmiştir.

Daha önce yapılan bir çalışmaya göre 1990-1995 yılları arasında Trabzon iline ait tüketilen toplam kum-çakıl miktarı 4099100 m^3 , bu yıllar arasında üretilen-denizden çıkartılan kum-çakıl miktarı ise 2889250 m^3 olarak bulunmuştur (Akbağ, 1995; Önsoy, 1996). Tüketilen-üretilen arasında 1209850 m^3 `lük kaçak olarak alındığı görülmektedir. 1995 – 2000 yıllarındaki kum-çakıl değerleri  $2538000 \text{ m}^3$  `lük yaklaşık olarak bir değerde bulunmuştur (Değirmenci, 2000). Burada verilen değerlerin haricinde en az 1000000 m^3 ’te 5 yıllık gayri resmi alım olduğu tahmin edilmektedir. Normalde bulmuş olduğumuz bu değerlerin de üzerinde değerler olduğu açıktır. Bunu kesin olarak belirlemek için daha detaylı çalışmalar yapılması gerekmektedir. Bu çalışmaların neticesinde bunu kesin olarak hesaplamının imkansız olduğu görülmüştür. Çok miktarda kaçak alım söz konusudur.

Başta Trabzon Valiliği olmak üzere bununla ilgisi olan diğer kurumların da çevreci kuruluşların ve halkın da baskısıyla bu tip alımların daha denetleyici bir ortamda yapılması gerekmektedir. Bu konuya olan duyarlılığın arttırılması gerekir. 1993 ÇED Raporunun 1997’de tekrar yenilenmesi önemli bir aşamadır. Fakat halkın da duyarlı olarak şikayetlerde bulunması ve hemen yıldırıcı önlemler alınması ile bu konunun üzerine gidilmesi gerekmektedir. İşyerlerini işleten şahıs ve / veya kuruluşların da konuya daha duyarlı davranarak, belirtilenlerin dışına çıkmaması gerekmektedir.

4. KIYILARIN KULLANIMI

4.1. Bölgede Kıyı Kullanımı

Bölgedeki kıyı alanlarında genellikle çay, sebze, fındık, tahıl gibi tarımsal ürünler yetiştirilmektedir. Trabzon il sınırı içinde bulunan, Söğütlü, Yıldızlı (Sera), Değirmendere kıyı ovaları ile deniz kıyısındaki düzlükler geçmişte bu ilin sebze ihtiyacını karşılayacak kapasitedeydi. Fakat günümüzde tarıma uygun bu arazilerin çoğu yapılaşmış bir vaziyettedir. 3116 ve 3202 sayılı kanunlar gereğince ” Tarım alanlarının tarım dışı gaye ile kullanılmasına dair yönetmelik” gereğince 1-4. sınıf araziler tarıma elverişlidir. Topraksu Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Trabzon ili toprak envanter haritasına göre yukarıda sayılan araziler tarıma uygun arazilerdir. Yani yönetmeliğe göre bu ve bunun gibi araziler tarım harici bir gaye için kullanılamazlar. Başka bir amaçla kullanılabilmesi için Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü’nün muvafakatı alınması gerekir.

Nehir yataklarının veya nehir yataklarına yakın arazilerin iskan veya benzeri özel amaçlarla kullanımında teknik açıdan birçok olumsuzluklar vardır. En başta gelen sakıncalardan biri taşkın durumunda bu yapıların kısmen veya tamamen hasara uğraması, can ve mal kaybına yol açabilmesidir. Bununla birlikte yol, elektrik, haberleşme vb. birçok üstyapı, altyapı gibi hizmet alanlarındada birçok hasara sebep olmaktadır. Bu gibi olaylar birçok defa tekrerrütmesine rağmen bazılarının bu konudaki duyarsızlığı halen devam etmektedir. Taşkına karşı bir tedbir alınmadan nehir yataklarının iskan veya başka amaçlı kullanılmasına karşı gereken kontrol ve tedbirler itina ile sürdürülmelidir.

Doğu Karadeniz sahil yolu uygulaması kıyıların yanlış kullanımına en güzel örnektir. Deniz doldurularak yapılan yol gelecek için hiçte iç açıcı görünmüyor. Çünkü büyük fiyatlarla yapılan bu yol ve diğer yardımcı yapılar, Karadeniz’in 7-8m’lik dalgalarıyla bir anda kullanılamaz hale gelebilir.

Sahillerde çarpık yapılaşma, daha önceden içeriden geçen karayolunu 1960’larda deniz kıyısına indirmekle başladı. Bu uygulama standardı yükseltme açısından bazı kesimlerde mazur görülebilirdi. Ancak yolun tümü gereksiz olarak kıyıya alınmıştır. Çok büyük bir kesimde yol, eski güzergahında ıslah edilerek standartlar sağlanabilirdi. Kıyıya alınan yol, başka olumsuzlukların da doğmasına sebebiyet verdi. Şöyleki yol, diğer yapılaşmalarıda kendisine çekmiş ve kısa bir zamanda Samsun-Sarp arası tamam en meskun mahale dönüşerek, çizgisel tek bir kent haline gelmiştir. Zamanla insanlar, önündeki yol engelini aşarak denizle bütünleşmek istemiş, böylece yolun kuzeyinde de düzensiz bir şekilde yapılaşmalar boy göstermiştir. Yol ve diğer yapılaşmaların kıyıdan geçmesi, kıyı koruma yapılarını da gerektirdiğinden, maddi açıdan da olumsuzdur. Fakat bazı menfaat gruplarının çıkarı

mevzubahis olduğundan, başka bir alternatif olmadığı bahane edilmiş ve yapılaşmaya bu konudaki bilim çevresine rağmen devam edilmiştir.

Dere ıslah planlarını DSİ teşkilatları yapar ve yerine uygular. Bu planlamada herhangi bir mülkiyetle ilişkisine bakılmadan suyun akış durumuna, debisine ve gelebilecek en büyük debi durumuna bakarak nehir kenarında belli bir genişlik bırakarak etrafı setlerle çevrilir. Mesela; bu genişlik, Değirmendere için 40-50m, Söğütlü deresi için 30-60m olarak tesbit edilmiştir.

Akarsu yataklarının yeşil bir bantla donatılarak turizm ve dinlenme tesisleri ile spor ve piknik alanı olarak kullanılması, herhangi bir taşkın anında mal ve can kaybı yönünden en az zararlar sonuçlanan kullanım şekilleridir. Bu uygulamalar kıyı kullanımının en güzel örnekleridir. Fakat bu tür uygulamalar bölgemizde yoktur. Trabzon'un 1. etap imar planında Değirmendere vadisinin iki yanında yeşil bir bant düşünüldüğü halde, 2. etap imar planına göre bu bant çok daraltılmış, bazı yerlerde de tamamen kaldırılmıştır.

4.2. Kıyı Değişimini Denetleyen Faaliyetler

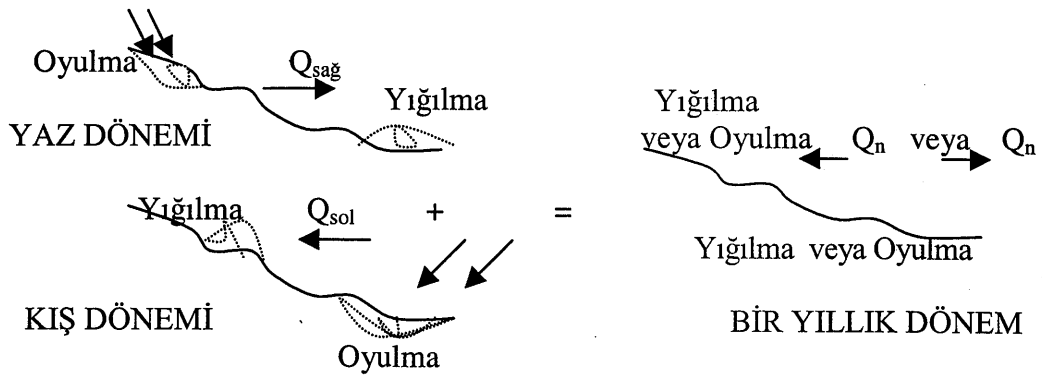
Bölgemiz, eşsiz güzelliklere sahip, deniz ve doğanın kucaklaştığı dar bir kıyı şeridinde sahiptir. Ancak doğal denge her geçen gün yöre halkının ve çeşitli kurumların kıyılara müdahalesiyle bozulmakta, deniz kıyıları ve dere yataklarında olumsuz etkiler meydana getirmektedir.

Bu gelişmelerle birlikte planlanan faaliyetlerin çevreye olabilecek olumlu ya da olumsuz etkilerinin belirlenmesinde, olumsuz yöndeki etkilerinin önlenmesi, ya da en aza indirilmesi için alınacak önlemlerin, seçilen yer ve teknoloji alternatiflerinin tesbit edilerek değerlendirilmesinde ve faaliyetlerin uygulanmasının izlenmesi ve irdelenmesi sürecinde Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) gündeme gelmiştir.

Karayolu yapımının ön aşamalarında olan planlama ve projelendirme çalışmalarında çevre, etkili bir rol oynamaktadır. Bu sebeple, bu aşamada yolun teknik ve ekonomik olarak etüd edilmesinin yanısıra, güzergah boyunca çevre üzerindeki etkileri de önceden incelenerek bir Çevresel Etki Değerlendirme Raporu hazırlanması söz konusudur. Bu arada politik veya ekonomik sebeplerle karayolları yatırımlarının ÇED kapsamı dışında tutulması da, ileride telafisi mümkün olmayacak sorunlar doğurabilecektir. Kıyıların-tarım alanlarının yok edilmesi gibi.

5. KIYI YAPILARININ (RIZE-TRABZON-GİRESUN İLLERİNDE) KIYI ÇIZGISİNDE MEYDANA GETİRDİĞİ DEĞİŞİKLİKLER

Herhangi bir yapının bulunmadığı bir kıyı yöresi, sediment taşınım rejimi açısından, belirli bir süre sonra dinamik bir dengeye ulaşır (Önsoy, 1996). Hakim dalga yönüne bağlı olarak, kıyının bir yöresinden diğerine mevsimlik bir taşınım olabilir. Bir kıyı yöresinin bir yıllık dönemdeki durumu dikkate alınırsa, yöreye gelen dalgaların yönleri, mevsimlere bağlı olarak değişebilir. Örneğin; hakim dalga yönü, kış mevsiminde kuzey-batı, yaz mevsiminde kuzey-doğu ise, kış mevsimindeki taşınım batıdan doğuya (Q_d), yaz mevsimindeki taşınım ise doğudan batıya doğru (Q_b) olacaktır. Bu iki taşınım miktarı arasındaki fark, o yörenin net taşınımını (Q_n) verir (Şekil.1) (İnan, 1998; Yüksek, 1999).



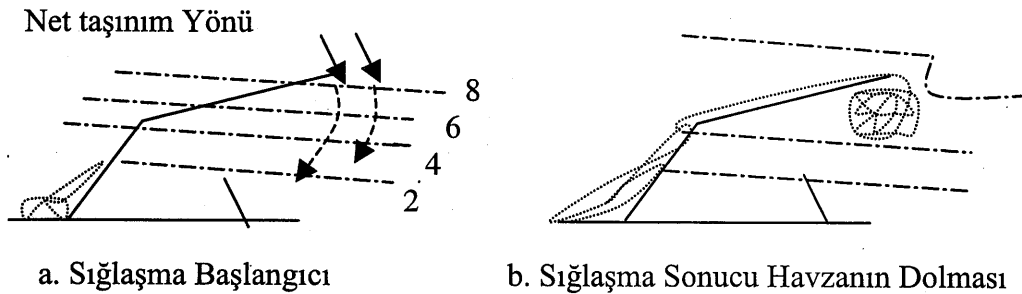
Şekil.1. Sediment Hareketinin Mevsimlik Değişimi

Yukarıda anlatılan süreç, yıldan yıla az da olsa bir değişiklik göstermesine karşın, uzun bir süre sonunda, kıyı belli bir dengeye ulaşır ve bir dış müdahale olmadığı sürece bu denge konumu devam eder. Kıyıda yapılan bir yapı, bu dengeyi bozarak kıyı değişimlerine sebep olur.

Kıyıda değişimlere (oyulma veya dolma) neden olan en önemli yapılar (Limanlar, barınaklar, çekek yerleri, kıyı duvarları ve tahkimatlar, kıyı dolguları, mahmuzlar, açıkdeniz mendirekleri, vs.) ve bunların olumlu ve olumsuz etkileri aşağıda özetlenmiştir (Burada, sadece Giresun-Trabzon-Rize illerinde mevcut olan yapılar anlatılmıştır.).

5.1. Liman, Barınaklar ve Çekkek Yerleri

Çeşitli maksatlarla yapılan liman ve balıkçı barınakları yukarıda açıklanan kıyı dengesini bozarak, bazı sorunlara yol açmaktadır. Örnek olarak, yukarıda belirtilen yöredeki yıllık net taşınım yönünün batıdan doğuya doğru olduğunu varsayalım. Kıyıda yapılacak bir yapı sediment hareketine engel olacağından, yapının batı kısmında (memba) sediment yığılması, malzeme akımı kesileceği için de doğu kısmında (mansap) oyulma olur. Batı kısmında yığılan malzeme, burada sığlaşmaya neden olur. Kırılan dalgalar bu malzemeyi asılı (süspansiyon) hale getirir. Kırılma sonucu oluşan akıntı ve dalgalar bu asılı malzemeyi, ana mandireğin uç (müzvar tip) kısmına doğru taşır. Müzvarda kırınım uğrayan dalgaların yükseklikleri havza içinde giderek azalır. Bir dalganın yüksekliği azaldıkça; hızı, dolayısıyla sediment taşıma kapasitesi de azalacağından, havzadaki dalgalar sedimenti taşımak için yetersiz kalır ve sediment tabana çökmeye başlar ve yapı içersine dolar (Şekil 2).



Şekil.2. Bir Liman veya Balıkçı Barınağındaki Sığlaşma Sorunu

Bu dolma olayı küçük ölçüde (büyük ölçüde sediment taşınmasına rağmen) dalga yüksekliğinin dere ağızlarına yakın veya uzak olması, deniz dibi şekillerine ve yapım esaslarına uyulmamasına bağlı olarak değişmektedir. Burada yüksek dalgaların, balıkçı barınaklarının çekek yerlerini, limanların iç bölgelerini daha fazla dolduracağı düşünülmemelidir. Zira büyük dalgalar bu yapıların mansap kısmında, küçük ve orta derecede dalgalar ise yapıların iç bölgelerinin dolmasında daha etkili olmaktadır.

Yapılan incelemelerde toplam 97 adet L, B, BY, Ç,YL, İ vs. vardır. Karadeniz Sahil yolunun yapılmasına başlanmasıyla birlikte kıyılarımızda çok büyük bir tahribat olmuştur. Yolun geçirilmesi için kıyılarda yapılan tahkimatlarla deniz ile insanlarımızın ilişkisi koparılmıştır. Bunun yanında DLH'nın yaptırmış olduğu bazı barınak ve çekek yerlerinde 33 tane yapı da hasar meydana gelmiştir. Bunların, yapılan anlaşmalar sonucunda tahkimatları yapan kişiler tarafından, onarılması uygun görülmüştür. Rize DLH 1. Bölge Müdürlüğü'nden alınan bilgiler doğrultusunda bu yerler tablo 2'de gösterilmiştir (DLH).

Tablo-2. Rize-Giresun-Trabzon İllerine Ait Bölünmüş Karayolu Hasarı Sonucunda Tamirat Yapılacak Yerler

Sembol	Rize	Sembol	Rize	Sembol	Giresun	Sembol	Trabzon
Ç	Fındıklı Kıyıcık	BY	Rize İslampaşa	Ç	Espiye Gülburnu	Ç	Of Eskipazar
Ç	Fındıklı Torosi	Ç	Rize Fenerboğaz	Ç	Keşap	B	Of
Ç	Fındıklı Yeniköy	Ç	Rize Alipaşa	Ç	Giresun Talipli	B	Sürmene Yeniyay
Ç	Ardeşen Yeni yol	Ç	Rize Uzunkaya	Ç	Giresun Küçükklü	B	Sürmene Balıklı
Ç	Ardeşen Işıklı	Ç	Derepazarı	Ç	Bulancak İnçivez	Ç	Sürmene Merkez
BY	Pazar Soğuksu	Ç	D.pazarı Tersane.	BY	Piraziz	B	Yoroz
BY	Çayeli Taşhane	Ç	D.paz. Sandıktaş				
Ç	Ç.eli B.caferpaşa	Ç	D.paz. Yanıktaş				
BY	Çayeli Hamuda	Ç	İyidere Yalıköy				
B	G.doğdu Balıkçl.	B	Rize İyidere				
B	Söğütlü						

Ç: Çekek yeri, BY: Barınma yerleri, B:Balıkçı barınakları,YL: Yat limanı, İ:İskele, L:Liman

5.2. Kıyı Duvarları ve Tahkimatlar:

Kıyı duvarları (İstinat duvarları) ve kıyı tahkimatları, kıyıya paralel koruyucu yapılardır. Ancak, bu yapılar, yansıma nedeniyle dalga enerjilerini sönümleyemedikleri için kıyı erozyonunu önleyememektedir. Ayrıca halkın kıyıyla ilişkisini kesmeleri sebebiyle, fonksiyonel olmaktan uzaktırlar. Tüm bu olumsuz etkileri sebebiyle, modern kıyı mühendisliğinde kıyıya paralel yapılardan mümkün olduğunca kaçınılmaktadır. Bunun yerine, kıyıya dik yapılar (mahmuzlar) veya açık deniz mendirekleri tercih edilmektedir. Kıyı tahkimatları, ancak çok acil ve kısa süreli projeler için tercih edilmektedir. Karadeniz de sahil yolunun (bölünmüş yolun) geçirilmesi ile çok büyük miktarda kıyı tahkimatı yapılmaya devam etmektedir. Örneğin Araklı-İyidere arası tahkimatlarla bazı yerlerde de istinat duvarlarıyla (örneğin; Of limanı toprakarme duvarla) geçilmiştir.

5.3. Kıyı Dolguları

5.3.1. Trabzon ili Kıyı Dolguları

Trabzon'da dolgular 1960'lı yıllarda başlayıp 1990'lı yıllara kadar aralıklı olarak devam etmiştir. Bu alanlar üzerinde imar yapılaşmaları, yeşil alanlar, çocuk oyun parkları, dinlenme ve rekreasyon amaçlı tesisler bulunmaktadır.

Denizin ön kısmını taşlarla tahkimat yapıp arada kalan kısımlar çöplerle ve küçük çapta taşlarla doldurulup, bunun üzerine çöplerin kokuşmasını önlemek amacıyla da bina inşaatlarından çıkan toprak hafriyatlarıyla doldurulup dolgu işlemlerine bu şekilde devam edilmiştir. Dolguların bilinçsizce, mühendislik kaidelerine aykırı, plansız ve programsız bir şekilde gerçekleştirilmesi sonucu kıyılarımız bir tehlike ile karşı karşıyadır. Kıyılarımızın hidrodinamik dengesi bozulmuştur. Bu da, ileride telafi edilemeyecek çevresel sorunlara sebep olabilir.

Of- sahil kıyı dolgusu, Sürmene kıyısındaki Menahoz Deresi ile iskele arasındaki kıyı dolgusu, bataklık olan Araklı sahili doldurulup kıyı dolgusu yapıldı. Arsin kıyı dolgusu ve Yomra kıyı dolgusu yapılmıştır. Trabzon kıyı dolgusu da yukarıda bahsettiğimiz şekilde çöplerle vs. doldurularak yapılmıştır. Moloz da Trabzon belediyesinin çöp döküp alan elde etmeye devam ettiği yerdir. Faroz balıkçı barınağı dolgu alanına kuruludur. Ganita ve moloz arası dolgudur (Ekşekiller 1, 2, 3, 4). Yenimahalle, Uzunkum, Beşirli mevkileri dolgudur. Akçaabat, Darıca, Vakfikebir kıyıları da dolgudur.

5.3.2. Rize İli Kıyı Dolguları

Fındıklı, Ardeşen ve aynı zamanda Ardeşen balıkçı barınağı da dolgu alanıdır. Pazar'ın, Çayeli'nin, Gündoğdu'nun kıyıları dolgu alanıdır. Rize'deki kıyı dolguları da 1960'lı yıllarda karayolunun yapılmasıyla başlanmıştır. Yeni karayolu ile birlikte de hale devam etmektedir. Morgül Petrol Ofisi, Bağkur, Liman başkanlığı çevresi, Yüzaltı evler mevkii, SSK Hastanesi önünden emniyet müdürlüğü arasını kapsamaktadır. İslam Paşa balıkçı barınağı ve müftü mahallesi balıkçı barınağı dolgu üzerinden inşa edilmiştir.

Bir çok yerde olduğu gibi yeni sahil yolunun yapımı ile birlikte mevcut dolgulara yenileri eklenmekte ve İyidere ile Der pazarı gibi yerlerde kıyı dolgusu ve tahkimatı ile doldurulmaktadır (Doğanay, 2000).

5.3.3. Giresun İli Kıyı Dolguları

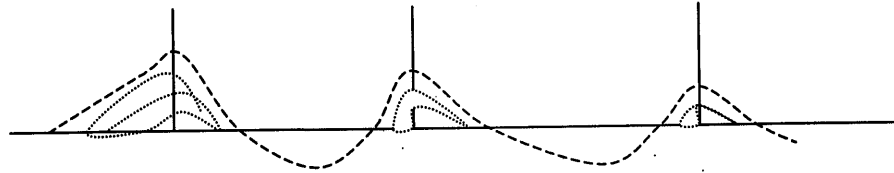
Giresun kıyı kuşağında da benzer bir yokedicilik faaliyeti sürüyor. Görele kıyıları tahkimatlarla ve dolgularla tamamen yok edilmiştir. Bunun gibi Çavuşlu-Görele arasındaki kıyılar da deniz dolgusuyla yok edilmiştir. Civil kumsalı ve Espiye'ye 7 km'lik mesafede deniz dolgusu yapılmıştır. Ayrıca Armenik yöresi, Düzköy-Ağcakum mevki ve Keşap da deniz dolguları ve tahkimatlardan nasibini almıştır.

5.4. Mahmuzlar

Mahmuzlar, esas itibariyle kıyı koruyucu yapılardır. Yapılış maksatları, kıyıda ki oyulmayı azaltmak veya önlemek, kıyı genişlemesi sağlayarak, sahil kazanılmasına yardımcı olmak ve kum tutucu (kum kapanı) görevini yerine getirerek uygun bir kum alma yapısı olarak işlev görmek olarak özetlenebilir.

Mahmuzlar da, tıpkı liman ve barınaklarda olduğu gibi, memba taraflarında sediment yığılmasına sebep olurken, mansap taraflarında oyulmalara yol açmaktadır (Özölçer, 1998). Ayrıntılı arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucu, bir yöre için en uygun mahmuz tipi (düz, T veya L mahmuzlar) konumu ve büyüklüğü belirlenir. Çoğu defa, birden fazla mahmuzdan oluşan bir mahmuz sisteminin oluşturulması gerekmektedir. Bir mahmuz sisteminin kıyıya etkisi şekil 3`de şematik olarak gösterilmiştir.

Net Taşınım Yönü



Şekil.3. Üç Adet Düz Mahmuzdan Oluşan Mahmuz Sisteminin Kıyıya Etkisi

Karadeniz Sahil Yolu'nun geçirilmesi ile birlikte birçok T mahmuzu yapılmaktadır. Bunlar İyidere-Çayeli arası 10 adet, Araklı – İyidere arası 32 adet, Giresun-Espiye arası 18 adet, Piraziz – Giresun arası 14 adet T mahmuz yapılmaktadır (Degermenci, 2000).

6. KIYI KORUMA ÖNLEMLERİ

Geride kalan plajların kısa zamanda kapasitesinin artırılması için suni kıyı beslemesi yapılmalıdır. Kıyı çalışmalarının son yıllarda gelmiş olduğu en son aşama olarak bakıldığı suni kıyı beslemesinin diğer kıyı koruyucu yapılarla birlikte kullanımı tablo 3`de özetlenmeye çalışılmıştır (Boğuşlu, 1998).

Burada kullanılan kısaltmalar;
YB: Yapay sahiller ve besleme
MA: Mahmuzlar
KD: Kıyı duvarları ve açık deniz dalgakıranları

Tablo 3. Kıyı Koruma Önlemleri

Büyük ölçekli	Küçük ölçekli
Yb Fırtına kabarmalarına karşı korumayı sağlayan yapay kumullar veya setlerle birleştirilmesi mümkündür.	KD Belli bir bölgenin korunması için eğimli yapılar benimsenebilir.
Yb+KD Gelgit ve ekstrem dalga şartlarına karşı setler veya kumulları kuvvetlendirmek için	MA İnsanlar veya tabiat tarafından doldurulmuş veya planlamışsa eğer, lokal bir alanda uygun görülebilir.
Yb+MA MA, bakım masraflarını azaltıyorsa ekonomik olduğu doğrulandığı zaman	KD+MA Mahmuzların akıntı engelleyici olarak gereksinim duyulduğu yerlerde özel bir alanı korumak için kullanılırlar.
Yb+MA+KD Alışık olunmayan zor durumlarda	

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Doğu Karadeniz’de akarsuların getirdiği bol miktarda sediment, kıyı genişlemelerine neden olabilir. Ancak, bilinçsiz yapılaşma ve kontrolsüz kum-çakıl alımı ve benzeri sebeplerle, yer yer önemli ölçüde oyulmalar ve kıyı çizgisinde değişimler gözlemlenmektedir. Bu sorunların azaltılabilmesi için, bilimsel gerçeklere uygun yapılaşma yapılmalı, kum ve çakıl alımı kontrol edilmelidir.

2. Deniz içinde kum alımında sadece kıyıdan uzaklık söz konusu edilemez. Çünkü burada kıyı çizgisinin şekillenmesinde rol oynayan dalga, akıntı rejimi, kıyı ve deniz dibi topografyası, derinlikler vb. gibi birçok faktör vardır. Bunlarında o yöre için malzeme alımında dikkat edilmesi gerekli faktörler olduğuna önemle dikkat edilmeli ve geniş kapsamlı çalışmalar sonucunda bu faktörlerin de etkileri dikkate alınmalıdır.

3. Bölge yapılaşmasında gerekli olan kum-çakılın bir yerlerden alınması gereklidir. Yapılaşmanın durdurulması söz konusu olamayacağı için malzeme alınan yerlerin iyi tesbit edilmesi gerekmektedir. Başta üniversite olmak üzere DSİ, EİE, MTA, belediyeler, valilikler vs. gibi kurumların biraraya gelerek o yöreye ait kum-çakıl gibi malzemelerin potansiyellerini belirlemesi gerekmektedir. Bu potansiyele göre malzeme alınabilecek yerlerin belirlenip ona göre çalıştırılması gerekmektedir.

4. Malzeme alınacak yerlerde uzun vadeli çözüm olarak dere yataklarında çakıl kapanları ve deniz kıyılarında kum kapanları da kalıcı çözümlerden biri olabilir. Deniz kıyılarında kum kapanlarındaki malzemenin daha çok plaj oluşumunda ve erozyonunda kullanımına olanak sağlanmalıdır.

5. Uzun vadeli programlar yaparak, mevcut kum-çakıl potansiyelinin ihtiyaçtan az olması durumunda, uygun yerlerde kırma eleme tesisleri kurmak gerekecektir.

6. Yeni yasada kıyıların korunmasına ilişkin yaptırım gücü konusunda kayda değer hiçbir şey yok sadece önceden 20, 50 ve 100 metre olarak belirlenen sahil şeridi şimdi en az 100 metredir denilmektedir.

7. Karadeniz'in doğal dengelerini tamamen bozan Karadeniz Sahil Yolu, doğa harikası koylar, falezler, kumsallar, plajları tamamen ortadan kaldırmakta ve buraları kayalıklara dönüştürmektedir. Denizin mavisi ile yeşilin buluştuğu kıyı bölgesi tamamen doldurulmakta, denizin kıyı bölgesindeki zengin flora ve faunalar yok edilmektedir. Karadeniz kıyıları yok edilerek bölge turizmne büyük darbe vurulmaktadır.

8. Karadeniz sahil yolunun kıyıları doldurarak tahkimatlarla geçirilmesiyle ve daha sonra bu tahkimatları korumak yada kıyıda plaj oluşmasını beklemek için mahmuzlar yapılmaktadır. Plaj oluşumuna uzun vade de değil kısa vadede çözüm getirmek için suni kıyı beslemesi ile plaj alanları meydana getirilmelidir. Bunun içinde yerinde incelemeler ve model deneyleri yapılmalıdır.

9. Belediyelerin, karayollarının ve diğer kuruluşların denizi, kısa vadede ekonomik çıkar sağlamak amacıyla doldurmalarının uzun vadede etkisinin neler olacağı araştırılmalıdır.

10. Her şehre bir liman anlayışından kurtulup, gerekli yere, gerekli liman anlayışına geçmeliyiz.

11. Önceden yapılmış olan kıyı yapılarının zaman içerisinde nasıl bir kıyı çizgisi değişimine neden olduğunun belirlenmesi için geniş kapsamlı araştırma merkezlerinin kurulması ve incelenmesi gerekmektedir.

12. Kıyı yapılarının planlama aşamasında, uygun yer seçimi, çevre etkileşim değerlendirilmesi (ÇED) ve projelendirme gibi konular üzerinde titizlikle durulmalıdır.

13. Çıkarılan ÇED kanunu bunun için çok önemli bir adımdır. Fakat bu kanunların çok iyi bir şekilde uygulanmasına dikkat edilmelidir. Kanunlara uymayacak olanlar için yıldıracı cezalar alınması caydırıcı olabilir.

14. Yapılan araştırmalara göre Giresun'da Espiye mevkiinde geçirilecek olan karayolunun bazı kesimlerinde noktasal anlamda yolu içerden yaklaşık 300m. ve 1-2 km. arkadan (güneyden) ovanın bittiği ve dağın başladığı yerlerden geçirilmesi mümkündür. Ek bir maliyet ve heyelan tehlikesi yoktur.

15. Karayollarının kıyı çizgisini ve kıyı bölgelerini yok ederek yol geçirmektense başka alternatifler düşünülerek buraların yok olması önlenmelidir. Bunun içinde güney çevre yolunun, tren yollarının ve deniz taşımacılığının ön plana çıkarılması için çalışmaları desteklenip yürütülmesi gerekmektedir.

16. Kıyıların korunması ve geliştirilmesinde bölge halkı bilinçlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

ATASOY, M.E., TOPAL, A., (1993), Doğu Karadeniz' de Kıyılara Müdahaleler ve Değişimleri, K.T.Ü., İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bitirme Tezi, Trabzon.

AKBAĞ, V., İMAM, M., KARAKUM, O., (1995), Kıyı Kullanımını Belirleyen Yasalar ve Doğu Karadeniz' de Deniz Tahribatları, K.T.Ü., İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bitirme Tezi, Trabzon.

BİRBEN, A.R., (1998), Açıkdeniz Dalgakıranlarının Katı madde Biriktirme Oranına Etkisinin Araştırılması, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.

BOĞUŞLU, H., (1998), Kıyı Koruması ve Geliştirilmesinde Suni Kıyı Beslemesinin etkisinin araştırılması, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.

DEĞERMENCİ, F., YILDIRIM, S., ÇELİK, B., (2000), Kıyı Kullanımını Belirleyen Yasalar ve Giresun-Trabzon-Rize'deki Kıyı Çizgisi Değişimleri ve Çözüm Önerileri, K.T.Ü., İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bitirme Tezi, Trabzon.

DLH, Ulaştırma Bakanlığı Demiryolları, Limanlar ve Havameydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü, Kıyı Yapılan Envanteri.

DOĞANAY, Y., (1999), Rize ve Trabzon İllerinde Deniz Dolgularının Etüdü, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

İNAN, H., PULATKAN, İ., YILMAZ O., TOKGÖZ, A., (1998), Doğu Karadeniz'deki Kıyı Değişimlerinin Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi, K.T.Ü., İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bitirme Tezi,

KOÇ, S., (1996), Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, DSİ 7. Bölge Müdürlüğü Konferans Salonu, Samsun.

MÜHENDİSLİK BÜLTENİ, (1999), 44, 1, 399, Ankara.

MÜHENDİSLİK BÜLTENİ, (1998), 43, 5, 397, Ankara.

ÖNSOY, H., YÜKSEK, Ö., BİRBEN, A.R., ÖZÖLÇER, İ.H., BOĞUŞLU, H., KÖMÜRCÜ, M.İ., (1996), Doğu Karadeniz Akarsularında Katı Madde Taşınımı, Kıyı Dengesi ve Taşınan Malzemenin Kum Kapanlarıyla Tutulması, Araştırma Raporu, Trabzon.

ÖNSOY, H., YÜKSEK, Ö., (1993), Doğu Karadeniz' de Deniz Erozyonuna Karşı Koruma ve Yapay Plajlar İçin Kıyıya Dik Yapıların Etüdü, Araştırma Raporu, Trabzon.

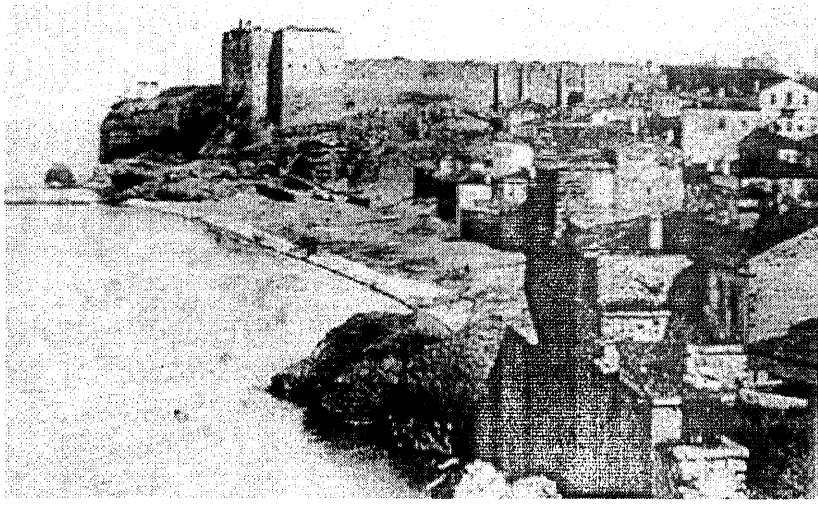
ÖZÖLÇER, İ.H., (1998), Kıyı Korunmasında Mahmuzların Etkilerinin Araştırılması, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.

YÜKSEK, Ö., (1992), Balıkçı Barınaklarının Dolma Sürecinin Araştırılması ve Uygun Proje Ölçütlerinin Geliştirilmesi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.

YÜKSEK, Ö., KÖMÜRCÜ, M.İ., TOKGÖZ, A., (1999), Doğu Karadeniz'de Kıyı Çizgisi Değişimlerinin "Belirlenmesi, Süleyman Demirel Un., 81-90, Isparta.

TRABZON İLİ KIYI YÖNETİMİ, (1996), Trabzon Vakfı, Ankara.

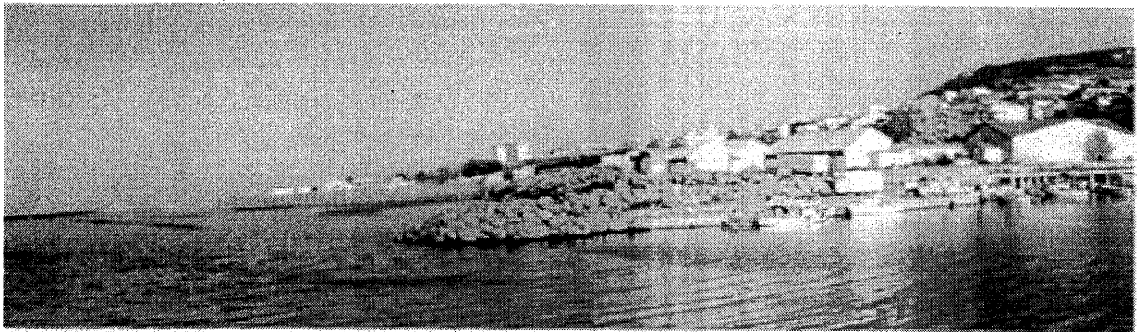
EKLER



Ekşekil.1. Yüzyıl Başında Trabzon Kıyıları (Güzel Hisar Mevki)



Ekşekil.2. Günümüzde Güzel Hisar Mevkisi Görünümü.



Ekşekil.3. Günümüzde Sotka ve Moloz Mevkiinden Görünüm.



Ekşekil.4. Yüzyıl Başında Trabzon Kıyıları (Sotka ve Moloz Mevkii).

Ekşekillerdende görüldüğü gibi Trabzon sahillerinde karayollarının yapımı ve kamu kurumlarının (özellikle belediyelerin) dolgu alanı oluşturması ile güzel sahiller yok olmuş durumdadır.

COASTAL CHANGE IN GİRESUN, TRABZON AND RİZE, AND SUGGESTIONS

ABSTRACT

The world has been changes in time since its creation. The coasts affected by these changes have been faced natural and artificial changes, too. The increase on the temperature causes the icebergs to melt and therefore water level to go up high. And as aresult of that, the coastal lines go even further in. Unplanned urbanism on the coasts such as building harbors, ports, groing,...etc, without searching its location and designing carefully, and pulling sand and pebble stone from the coasts disturb the stability of the material drift on the shores and cause erosion.

In this study, the changes on the coasts along Giresun, Trabzon and Rize are searched here may be applicable to the similar type of other coastal lines, too. Some suggestions are made to the changes on the coastal line because of the highway that have been built by filling the coasts from time to time since 1960. After searching the unplanned urbanism along the coast in detail, the planned regions and the proper type of structures for other regions are given. Sediment transportation rate for some rivers are presented. The amount of the sand-pebble stone used in last 10 years in Trabzon region is given.

DOĞU KARADENİZ'DE ÖLÇÜLEN DALGALARIN BAZI ÖZELLİKLERİ

Doç. Dr. Ömer YÜKSEK
K.T.Ü. İnş. Müh. Böl.61080 TRABZON
Tel: 0 462 377 26 41

İnş. Yük. Müh. Murat GÜRSES
Bayındırlık Müdürlüğü ARTVİN
Tel: 0 466 212 13 69/203

Arş. Gör. İlyas Barış KUKUL
K.T.Ü. İnş. Müh. Böl. 61080 TRABZON
Tel: 0 462 377 26 33

Arş. Gör. Ahmet TOKGÖZ
K.T.Ü. İnş. Müh. Böl. TRABZON
Tel: 0 462 377 26 32

ÖZET

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz'deki Ordu, Trabzon ve Sinop Kıyılarında ölçülmüş olan dalgaların yükseklik ve peryot dağılımları ile spektral özellikleri incelenmiştir.

Ordu' da yapılmış ölçümlerle ilgili olarak yapılan spektral analizde, yöredeki dalgalar için en uygun spektrumun JONSWAP Spektrumu olduğu belirlenmiştir.

Trabzon'daki verilerin dalga yüksekliklerinin Rayleigh Dağılımına uygunluğu incelenmiş ve uyumsuzluk olduğu belirlenmiştir. Dalga peryotları için Bretschneider ve modifiye Bretschneider dağılımları incelenmiş; her iki dağılımın da genelde uygun olmasına karşın, modifiye Bretschneider dağılımının daha uygun olduğu tespit edilmiştir. Yükseklik-periyot ortak dağılımı konusunda yapılan incelemede verilerin Cavanier ve arkadaşlarının Dağılımına daha yakın olduğu gözlenmiştir.

Ancak, Neuman, Bretschneider, Mitsuyasu, ITTS ve ISSC spektrumları ile yapılan analizde, verilerin spektral özelliklerinin genelde Neuman Spektrumuna yakın olduğu sonucu elde edilmiştir.

Sinop verileri ile yapılmış olan çalışmanın sonuçları irdelendiğinde, dalga yüksekliği, periyodu ve yükseklik-periyot ortak dağılımı için en uygun dağılımların sırasıyla; Rayleigh, Modifiye Bretschneider ve Cavanier-Arhan-Ezraty Dağılımları olduğu belirlenmiştir.

1.GENEL BİLGİLER

1.1.Giriş

Fırtınalarca deniz yüzeyinde oluşturulan dalga hareketinin çok karmaşık bir yapısı bulunmaktadır. Belirli bir yerde izlenen dalga yükseklik ve periyotları önemli ölçüde birbirinden değişik olabildiği gibi, ardışık dalga bireyleri de değişik yönlerde hareket edebilmektedir. 1950’li yıllarda Mühendislik uygulamalarına kolaylık getirmek için, karmaşık rüzgar dalgalarının etkilerinin , belirli yükseklik ve periyodu bulunan , düzgün sinüs dalgalarınca oluşturulana eşdeğer olacağı öne sürülmüştür. Karmaşık deniz dalgalarını temsil eden bu düzgün dalgaya “ Belirgin Dalga ” denilmektedir. Belirgin dalga kavramı gibi , rüzgar dalgalarını gerçekten uzak düzeyde kolaylaştıran varsayımlar kullanılsa bile , rüzgar dalgalarının karmaşık yapısının anlaşılması önem taşımaktadır

Türkiye denizlerinde güvenilir dalga ölçümleri ancak son yıllarda gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Bu ölçümler de henüz , dalga parametrelerinin gözlenen olasılık dağılımının önerilmiş kuramsal dağılımlara , ya da dalga enerji spektrumlarının bir model spektruma uygunluğu açılarından yeterince irdelenmemiştir. Türkiye’deki kıyı mühendisliği uygulamalarında yeterince dalga ölçümleri bulunmadığından , tasarımlarda kullanılacak dalgalar fırtına özellikleri kullanılarak tahmin edilmektedir. Bunun için tamamıyla gözlemsel yöntemler kullanılmaktadır. Gözlemsel dalga tahmin yöntemlerinin Türkiye denizlerine uygunluğunun araştırılmasının ve gerekli uyarlamalarının yapılmasının ne ölçüde önemli olduğu açıktır. Bu çalışmada, Karadeniz sahillerinden alınmış olan dalga kayıtlarından faydalanılarak bu bölgeyle ilgili olarak çıkartılan sonuçlara değinilmiştir.

Düzensiz dalga tarifi için iki yöntem vardır. Bunlardan ilki spektral analizdir ki bu yöntemde düzensiz dalgaların sonsuz sayıda dalga bileşenlerinden oluştuğu düşünülür ve karakteristikleri bileşen dalgaların temel enerji dağılımı tarafından tarif edilmektedir. Diğer yol ise tekil dalga yöntemidir ki sıfır geçişli metodu tarafından belirlenen dalga yükseklikleri ve periyotlarının dağılımı sayesinde dalga karakteristiklerini tanımlar.

Bu çalışmada, ilk aşamada kısa dönem dalga istatistiklerine değinilerek karakteristik dalgaların nasıl bulunabileceği hakkında bilgiler verilmiştir. Daha sonra tekil dalga yüksekliğinin dağılımı , tekil dalga periyodunun dağılımı , dalga yüksekliği-dalga periyodu ortak dağılımı konularına değinilmiştir. Ordu İlinden alınmış olan dalga verilerinin daha önce tarif edilmiş olan teorik dalga tahmini yöntemlerine uygunluğu araştırılmış , Nato-TU-Waves projesi dahilinde Sinop İlinden alınmış olan dalga ölçümleri ve sonuçları irdelenmiş , Trabzon İlinden alınan dalga kayıtları analiz edilerek dalga tarif yöntemlerine uygunlukları belirlenmiştir.

2. DALGA İSTATİSTİĞİ

2.1. Dalga Yüksekliği Olasılık Dağılımı

Bir fırtınada oluşan tekil dalga yüksekliklerinin Rayleigh olasılık dağılımını sağladığı pek çok araştırmacı tarafından kabul edilmektedir [Goda, 1979]. Rayleigh dağılımı aşağıda verilmiştir:

$$P(x)=1-\exp(-a^2x^2) \quad (1)$$

$P(x)$ = x değişkeninin belirli bir değeri aşmama olasılığı,
 $x=H/H_*$:Boyutsuz dalga yüksekliği

$$a = H_*/\sqrt{8(m_0)} \quad (2)$$

H_* : Referans dalga yüksekliği

a = Bir boyutsuz katsayı

m_0 = Dalga enerji spektrumunun sıfıncı momentidir.

Boyutsuz katsayı a 'nın değerleri H_* 'nin seçimine bağlı olarak aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} &= H_* = \sqrt{m_0} \text{ ise } 1/\sqrt{m_0} \\ a = H_* / \sqrt{(8m_0)} &= H_* = H_{ort} \text{ ise } \sqrt{\pi/2} \\ &= H_* = H_{rms} \text{ ise } 1 \end{aligned} \quad (3)$$

Birey fırtına dalgaları yüksekliklerinin olasılık dağılımı için Rayleigh dağılımının uygunluğu, dalga frekans spektrumunun dar aralıklı olduğu varsayımıyla (dalga kaydı içindeki tekil dalgaların frekanslarının bir değer etrafında yakın değerlerde sıralanmış

olması durumu) Longuet-Higgins'ce kuramsal olarak kanıtlanmıştır. Ancak, Rayleigh dağılımının spektrum genişliklerine bağlı olmaksızın (geniş aralıklı dalga spektrumları için de) yaklaşık geçerli olduğu ölçümlerle doğrulanmıştır [Longuet-Higgins, 1952].

2.2. Dalga Peryodu Olasılık Dağılımı

2.2.1. Bretschneider dağılımı

Bretschneider [Bretschneider, 1959], dalga ölçüm sonuçlarını değerlendirerek derin denizde oluşan tekil dalga boylarının (dolayısıyla dalga periyotları karelerinin) yaklaşık Rayleigh olasılık dağılımını sağladığını gözlemiştir. Bretschneider'in önerdiği gözlemsel dağılım aşağıda verilmiştir:

$$P(\tau) = 1 - \exp(-0.675 * \tau^4) \quad (4)$$

$P(\tau)$: Boyutsuz dalga periyodunun τ değerini aşmama olasılığı,

$\tau = T / \bar{T}$: boyutsuz dalga periyodudur .

Olasılık yoğunluğu fonksiyonu yukarıdaki denklemden aşağıdaki gibi bulunmaktadır:

$$P(\tau) = dP(\tau) / d\tau = 2.70 * \tau^3 * \exp(-0.675\tau^4) \quad (5)$$

2.2.2. Longuet-Higgins dağılımı

Longuet-Higgins [Longuet-Higgins, 1952] fırtınada oluşan dalgaların enerji spektrumunun dar aralıklı olduğu varsayımıyla, bireysel dalgaların yükseklik ve periyotlarının ortak olasılık dağılımı kuramsal olarak elde edilmiştir. Bu ortak olasılık dağılımına göre dalga periyotlarının “ tek başına dağılımı ” aşağıdaki gibidir:

$$P(\tau) = v^2 / \{2 * [v^2 + (\tau - 1)^2]\}^{3/2} \quad (6)$$

$$v = [(m_0 m_2 / m_1^2) - 1]^{1/2} \quad (7)$$

v : spektra aralığı parametresi

$m_n = \int_0^\infty f^n S(f) df$, dalga enerji spektrumunun n 'inci momenti ,

f = dalga frekansı,

$Sf(f)$ = Dalga enerji spektrum fonksiyonudur.

Yukarıdaki denklemdeki dalga periyodu olasılık dağılımı $\tau=1$ 'e göre simetrik ve iki yanı açık ($\tau \rightarrow +\infty$ ve $-\infty$ 'a gidebilir) bir dağılımdır. $\tau < 0$ değerleri fiziksel yönden gerçek dışı olduğundan, küçük bir yanılğı söz konusudur.

2.2.3. Cavanier-Arhan-Ezraty olasılık dağılımı

Bretschneider ve Longuet-Higgins dalga periyodu olasılık dağılımları dalgaların yükseklik ve periyotları arasında korelasyon göstermemektedir. Gözlemlerse bu iki dalga parametresi arasında belirgin bir korelasyon bulunduğunu göstermektedir. Kırılma bölgesindeki dalgalar için Thornton-Schaeffer, dalga yükseklik ve periyotları arasında 0.6-0.8'e varan korelasyon değerleri hesaplamıştır.

Cavanier-Arhan ve Ezraty'nin (C-A-E Grubu) [Cavanier ve ark., 1976] dalga yükseklik ve periyodu olasılık dağılımı ve dolayısıyla dalga periyodunun tek başına dağılımı, H ve T arasında gözlenen korelasyonu yansıtır niteliktedir:

$$P(\tau) = (\alpha^3 * a^2 * \mu^2 * \tau_*) / \{ (\mu^2 * \tau_*^2 - \alpha^2)^2 + a^2 * \alpha^4 \}^{3/2} \quad (8)$$

2.3. Dalga Yüksekliği ve Dalga Periyodu Ortak Olasılık Dağılımı

Dalga yükseklik ve periyotlarının ortak olasılık dağılımı için üç ayrı model önerilmiştir. Bu dağılımlar öneriliş sırasına göre aşağıda verilmiştir:

2.3.1. Bretschneider H-T ortak olasılık dağılımı

Bretschneider [Bretschneider, 1959] ortak olasılık dağılımı dalga yükseklik ve periyotlarının tümüyle bağımsız değişkenler (korelasyon katsayısı sıfır) olduğu varsayılmaktadır. Buna göre H-T ortak olasılık dağılımı aşağıdaki gibidir:

$$P(\epsilon, \tau) = P(\epsilon) * P(\tau) = 1.35\pi\epsilon\tau^3 \exp(-\pi / 4\epsilon^2 - 0.675\tau^4) \quad (9)$$

2.3.2. Longuet-Higgins H-T ortak olasılık dağılımı

Longuet-Higgins'in [Longuet-Higgins, 1975] dalgaların enerji spektrumunu “dar aralıklı” varsayarak elde ettiği kuramsal ortak olasılık dağılımı aşağıdaki gibidir :

$$P(\varepsilon, \tau) = \pi/4v * \varepsilon^2 \exp\{-\pi/4 * \varepsilon^2 [1+(\tau-1)^2/v^2]\} \quad (10)$$

2.3.3. Cavanier ve Arkadaşları H-T ortak olasılık dağılımı

Kuramsal ortak olasılık dağılımı aşağıda verilmiştir [Cavanier ve Ark.]:

$$P(\varepsilon_*, \tau_*) = [\pi \alpha^3 \varepsilon_*^2 \tau_*^{-5} / 2\varepsilon(1 - \varepsilon^2) \mu^4] * \exp[(-\pi \varepsilon_*^2 \tau_*^{-4} / 4\varepsilon^2 \mu^4) * (\mu^2 \tau_*^2 - \alpha^2)^2 + (a^2 \alpha^4)] \quad (11)$$

Yukarıdaki boyutsuz dalga yüksekliği ε_* deniz düzeyinin (+) yönde en yüksek sapmaları kullanılarak tanımlanmıştır.

$$\varepsilon_* = 2 \eta_{m+} / H_{ort} = H_{m+} / H_{ort} \quad (12)$$

2.4. Model Dalga Frekans Spektrumları

Bu bölümde çeşitli araştırmacılar tarafından öne sürülen frekans spektrumları aşağıda verilmektedir:

a) Bretschneider Spektrumu

Bretschneider ortalama dalga yüksekliği (H_{ort}) ve ortalama dalga periyoduna (T_{ort}) bağlı olarak sonlu bir feç uzunluğu için spektrum önermiştir [Bretschneider, 1959]:

$$Sf(f) = 0.430 * (H_{ort} / gT^2)^{2*} (g^2 / f^5) * \exp[-0.675 * (1/T_{ort} f^4)] \quad (13)$$

b) Bretschneider – Mitsuyasu Spektrumu

Mitsuyasu, feç uzunluğu (F) ve deniz yüzeyindeki sürtünme hızına (U_*) bağlı olarak sonlu bir feç için bir spektrum önermiştir [Goda, 1985]:

$$Sf(f) = \{8.58 * 10^{-4} (gF / U_*^2)^{-0.312}\} * (g^2 / F^5) * \exp\{-1.25 * (gF / U_*^2)^{-1.32} * (gf^4 U_*)\} \quad (14)$$

Düşük rüzgar hızları için $U_* = \sqrt{\gamma_{10}^2} * U_{10}$ ile $\gamma_{10} = 1.6 * 10^{-3}$ tür.

c) Neuman Spektrumu

Neuman tarafından önerilen spektrum aşağıda sunulmuştur [Ippen, 1966].

$$S(\omega) = H_s^2 (27/128\pi)^{1/2} * (2\pi / T_z) \omega^{-6} \exp[-1.50(2\pi / T_z)^2 \omega^{-2}] \quad (15)$$

Burada $T_p = 0.55 H_s + 7.54$ 'tür. ($S(\omega) = S(f)/2\pi$, $\omega = 2\pi f$)

d) ISSC Spektrumu

$$S(f) = 0.11 * H_v^2 * T_v^{-4} * f^{-5} \exp\{-0.44(T_v f)^{-4}\} \quad (16)$$

e) ITTC Spektrumu

$$S(f) = 0.0081 * g^2 (2\pi)^{-4} * f^{-5} * \exp(-3.11 / H_v^2 * (2\pi f)^{-4}) \quad (17)$$

$$T_{\max} = 1.592 * \pi * H_v^{1/2}$$

3. KULLANILAN VERİLER

3.1. Ordu İli Verileri

Ordu Sahilinden alınmış olan veriler, Erdal ÖZHAN ve Arkadaşları tarafından yayınlanmıştır (Özhan ve Ark., 1982).

Bu konu başlığı altında ilk olarak farklı fırtınalarda ölçülmüş dalga yüksekliklerinden elde edilerek çizilen dalga yüksekliği olasılık dağılımları incelenmiştir. Bu çizimlerde dalga yüksekliği olasılık dağılımı ölçüm örnekleri kümелendirdikten sonra elde edilmiştir. Bunun amacı, bir ölçüm örneğinde bulunan 100-150 arasındaki birey dalganın gösterdiği yükseklik dağılımının sabit olmaması ve ölçüm örnekleri arasında değişmelerin meydana geldiğinin gözlenmiş olmasıdır. Yani sağlıklı bir yükseklik dağılımının çıkarılması için 100-150 tane tekil dalganın yeterli olmadığı görülmüştür.

Bu bölümde teorik periyot dağılımları ile Ordu İlinden alınmış olan dalga periyodu değerlerine göre oluşturulan dalga periyot dağılımları karşılaştırılmış ve dağılımlar arasındaki uyum incelenmiştir.

Ölçüm örneklerinden hesaplanan dört spektrumun “yükseliş” kesimleri ($f < 1/T_{\max}$) çok küçük frekanslar için söz konusu olan “gürültü” dışında JONSWAP spektrumu ile çok iyi düzeyde uyduğu izlenmektedir. Saat 13.15’teki spektrum dışında diğer üç spektrumun tepeye yakın “iniş” kesimleri de JONSWAP spektrumuyla iyi düzeyde uyushmaktadır. Ancak, frekans değeri yükseldikçe $1.1/T_{\max} < f < 2.0/T_{\max}$ aralığında bu uyushma bozulmakta, örneklerden hesaplanan spektral yoğunluklar JONSWAP modelince öngörülen değeri üzerinde kalmaktadır.

3.2. Sinop İli Verileri

Veriler, Murat TURHAN’ın Yüksek Lisans Tezi’nden alınmıştır (Turhan, 1996).

Bu çalışma kapsamında ilk olarak değişik fırtınalarda ölçülen dalgaların dalga yüksekliği olasılık dağılımları çizilmiştir. Bu şekilde her istasyonda farklı fırtınalar için ölçülmüş tekil dalga verilerine göre çıkartılmış en uygun eğriler, Rayleigh dağılımıyla birlikte sunulmuştur. Buradan görülmektedir ki ölçülmüş veriler ile Rayleigh dağılımı birbirlerine çok uygun düşmektedir

Daha sonra, ölçülmüş tekil dalga periyotlarını en başarılı şekilde temsil eden eğriler ile Bretschneider dağılımının karşılaştırılması yapılmıştır Değerlendirmede sadece Bretschneider dağılımı kullanılmıştır. Bunun nedeni diğer iki dağılım olan Cavanier-Ezraty-Arhan dağılımı ve Longuet-Higgins dağılımlarının hesaplanan ε ve v değeri için yaklaşık benzer eğrilere sahip olmaları ve Bretschneider dağılımının gözlemsel olarak elde edilen dağılımlara en yakın dağılım olmasıdır. Bretschneider dağılımı, gözlemsel verilerin oluşturduğu dağılıma en uygun dağılım olmasına rağmen teorik dağılım ile ölçülmüş dağılımlar arasında başarılı bir ilişki kurulamamıştır.

3.3. Trabzon İli Verileri

Trabzon İlinde yapılan dalga ölçümlerinin sonucunda elde edilen dalga yüksekliği verilerinin Rayleigh Dağılımına uygunluğu χ^2 testi ile denenmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilerek tablo halinde sunulmuştur.

Tablo 1. Trabzon dalga yüksekliği verileri için, Rayleigh dağılımı ile uyumluluğunun χ^2 testi ile karşılaştırılması.

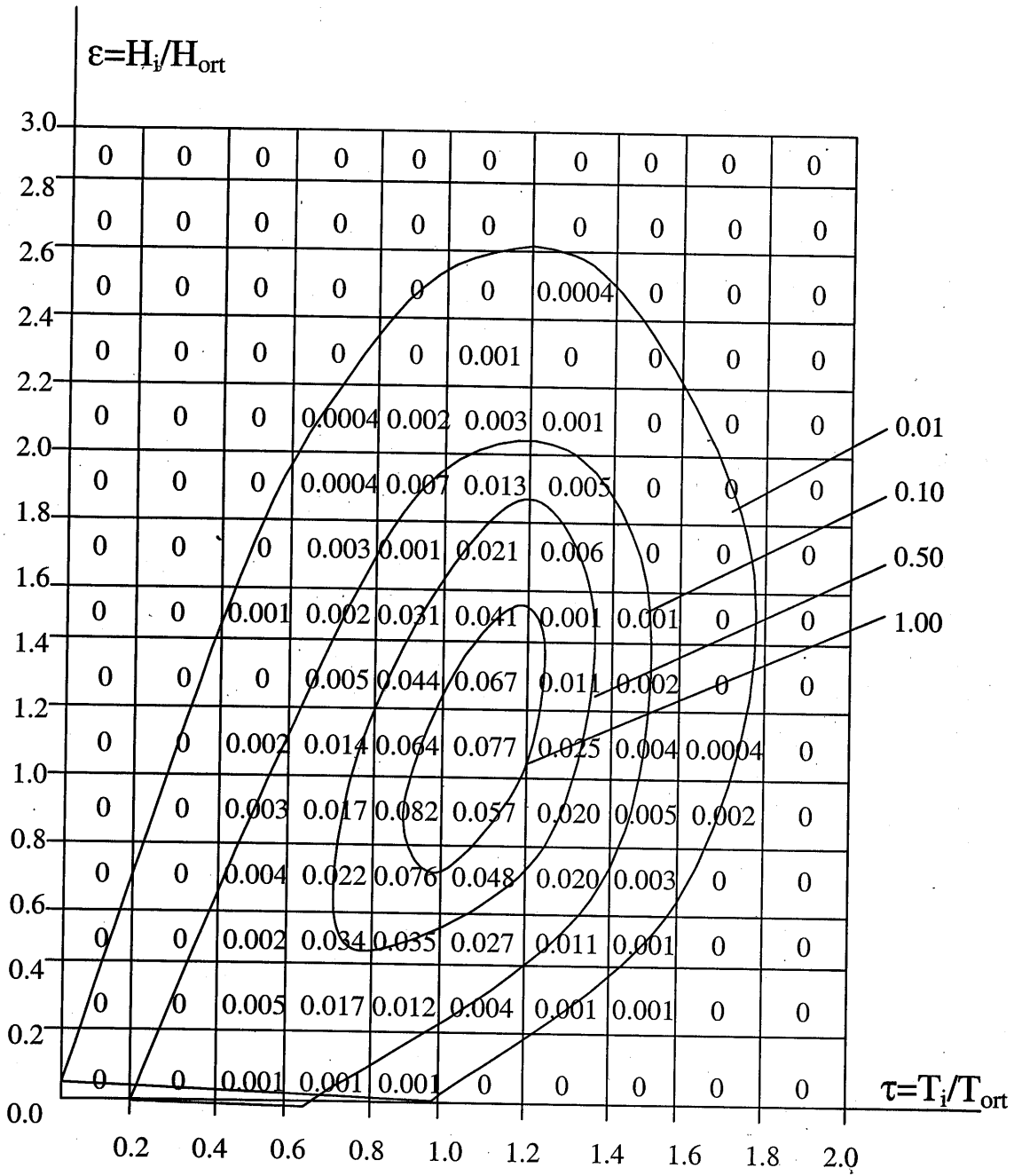
KAYIT NO:	VERİ SAYISI	χ^2	SONUÇ
1	39	123	RED
2	82	210	RED
3	108	583	RED
4	116	286	RED
5	71	270	RED
6	76	266	RED
7	27	101	RED
8	146	370	RED
9	122	247	RED
10	133	383	RED
11	80	167	RED
12	155	358	RED
13	104	202	RED
14	50	109	RED
15	66	179	RED
16	58	177	RED
17	50	103	RED
18	38	95	RED
19	44	387	RED
20	83	826	RED
21	32	272	RED
22	77	187	RED
23	96	147	RED
24	168	2026	RED
25	84	129	RED
26	126	242	RED
27	121	1218	RED
28	38	604	RED
29	98	195	RED
TEORİK $\chi^2_{18,0.01}$:		34.805	

Trabzon İlinden alınmış olan dalga periyodu verilerinin Bretschneider dağılımı ve modifiye dağılım ile olan ilişkisinin derecesi χ^2 testi ile sınanmış ve sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2. Trabzon dalga periyodu verileri için,Bretschneider dağılımı ve Modifiye Dağılım ile uyumluluğunun χ^2 testi ile karşılaştırılması

İSTASTON : TRABZON					
KAYIT NO:	VERİ SAYISI	χ^2 BRETSCH.	SONUÇ	χ^2 MODİFİYE	SONUÇ
1	39	16	KABUL	23	KABUL
2	82	29	KABUL	21	KABUL
3	108	31	KABUL	44	RED
4	116	12.	KABUL	34	KABUL
5	71	25	KABUL	45	RED
6	76	25	KABUL	32	KABUL
7	27	12	KABUL	20	KABUL
8	146	36	RED	78	RED
9	122	26	KABUL	44	RED
10	133	22	KABUL	34	KABUL
11	80	46	RED	66	RED
12	155	79	RED	155	RED
13	104	33	KABUL	49	RED
14	50	141	RED	77	RED
15	66	228	RED	64	RED
16	58	129	RED	84	RED
17	50	190	RED	46	RED
18	38	89	RED	43	RED
19	44	219	RED	21	KABUL
20	83	133	RED	33	KABUL
21	32	816	RED	83	RED
22	77	488	RED	10	KABUL
23	96	125	RED	39	RED
24	168	313	RED	83	RED
25	84	725	RED	23	KABUL
26	126	308	RED	96	RED
27	121	332	RED	68	RED
28	38	823	RED	162	RED
29	98	213	RED	123	RED
TEORİK $\chi^2_{18,0.01}$:		34.805			

Tüm dalga kayıtları için her bir dalga yüksekliği ve periyoduna ait ϵ ($=H_i/H_{ort}$) ve τ ($=T_i/T_{ort}$) değerleri belirlenmiş ve dalga sayılarına bağlı olarak olasılık eğrileri sunulmuştur.



Şekil 1. Tüm dalga verileri için eşit olasılık eğrileri.

Daha önce belirlemiş olan 5 teorik spektrum için (Neuman, Bretschneider, ITTS, Mitsuyasu ve ISSC spektrumları) dalgaların oluşturduğu toplam enerji hesaplanarak gözlenen verilerin sahip olduğu toplam dalga enerjisi ile karşılaştırılmıştır. Yapılan hesaplar sonunda elde edilen toplam enerji değerleri aşağıda tablo olarak sunulmuştur.

Tablo 3. Teorik dalga spektrumları ve gözlemsel dalga verilerinin sahip oldukları toplam dalga enerjisi değerleri. ($m^2 \cdot sn^{-1}$)

Teorik Spektrumlar :	KAYIT NO:	Neuman Spekt.	Bretschneider Spektrumu	Mitsuyasu Spektrumu	ITTS Spekt.	ISSC Spekt.	Gözlem Değerleri
Toplam Enerji	1	0.3580	2.7240	2.4620	0.1510	0.3680	0.6080
Toplam Enerji	2	0.0674	0.5412	0.4899	0.0293	0.0745	0.1100
Toplam Enerji	3	0.1450	2.0330	1.0040	0.0600	0.9290	0.5780
Toplam Enerji	4	0.5600	1.9100	3.9100	0.2310	3.5080	0.7720
Toplam Enerji	5	0.2390	2.3660	1.7390	0.0970	1.2070	0.3210
Toplam Enerji	6	0.6820	5.4130	4.7910	0.2810	0.6000	0.7340
Toplam Enerji	7	3.5090	25.4870	22.0920	1.2620	4.7440	3.1360
Toplam Enerji	8	0.5960	4.9920	4.2960	0.2270	0.6270	0.8060
Toplam Enerji	9	1.0060	7.1120	6.5030	0.3970	0.7500	0.9120
Toplam Enerji	10	0.5890	4.9570	3.8790	0.2470	4.0300	0.6290
Toplam Enerji	11	1.8200	14.7720	12.6340	0.7470	1.3280	1.5730
Toplam Enerji	12	1.4150	12.5980	10.1700	0.5880	1.1380	1.2230
Toplam Enerji	13	0.8060	7.0450	5.8730	0.3330	0.9200	0.7750
Toplam Enerji	14	0.0910	1.0120	0.7130	0.0400	0.5340	0.1730
Toplam Enerji	15	0.1050	1.0550	0.7730	0.0440	0.5900	0.1990
Toplam Enerji	16	0.1890	1.1480	1.0140	0.0640	0.8270	0.2360
Toplam Enerji	17	0.0310	1.1250	0.2240	0.0180	0.1690	0.0770
Toplam Enerji	18	0.0650	0.6040	1.1440	0.0260	0.3970	0.1650
Toplam Enerji	19	0.0900	0.4090	0.2850	0.0170	0.2330	0.1020
Toplam Enerji	20	0.4520	3.3940	3.1150	0.1840	2.7900	0.6140
Toplam Enerji	21	0.1300	1.2310	0.9320	0.0530	0.6980	0.2260
Toplam Enerji	22	1.5010	11.8360	10.5240	0.6150	8.8380	1.9510
Toplam Enerji	23	0.7390	6.8680	5.2550	0.3010	4.0270	0.7350
Toplam Enerji	24	1.2040	8.2630	8.6350	0.4990	6.9390	1.0570
Toplam Enerji	25	0.9830	6.0120	6.5120	0.3940	7.1230	1.0640
Toplam Enerji	26	1.1210	9.9640	8.0310	0.4700	5.9510	1.2240
Toplam Enerji	27	1.8020	13.7200	12.8500	0.7450	10.4690	1.5860
Toplam Enerji	28	0.4420	3.1340	3.1440	0.1830	2.5750	0.4810
Toplam Enerji	29	0.1800	1.1330	0.9870	0.0630	1.4020	0.1350

4. İRDELEME

4.1. Ordu İli Verilerinin İrdelenmesi

4.1.1. Dalga yüksekliği analizi irdelemesi

Yapılan çalışmalar sonucunda Ordu'daki dalga ölçümleri derin deniz sayılabilecek bir derinlikte alınmış olmasına karşın, birey dalga yüksekliklerinin olasılık dağılımı

Rayleigh dağılımınca iyi ölçüde temsil edilmektedir. Ancak, dağılımın Rayleigh dağılımına uyması için gözetilen birey dalga sayısının en az 300 kadar olması gerekmektedir. Ölçümlerden elde edilen H_{ort} ve $H_{1/3}$ arasındaki oran ile Rayleigh dağılımının öngördüğü arasındaki fark uygulama açısından önemli düzeyde değildir.

4.1.2. Dalga periyodu olasılık dağılımının irdelenmesi

Dalga periyodu ölçümlerinden hesaplanan dalga periyodu olasılık dağılımının model dağılımlar ile çok iyi düzeyde uyuşmadığı görülmektedir. Ordu İlinden alınmış olan ölçümler sonucunda, dalga periyodu için önerilmiş olan olasılık dağılım modellerinin dalga yüksekliği için önerilenlere oranla daha az gerçekçi olduğu sonucu elde edilmektedir.

Karşılaştırmalarda gözlenen olasılık histogramlarının tırmanma kesimi ($T < T_{ort}$) için genellikle C-A-E grubu dağılımının , iniş kesimi ($T > T_{ort}$) içinse Longuet-Higgins dağılımının daha doğru olduğu gözlenmiştir. Gözlenen dağılımlar model dağılımlara oranla çoğunlukla daha basıktır

4.1.3. Dalga enerji spektrumu analizinin irdelenmesi

Pierson–Moskowitz (P-M) model spektrumunu da bir özel durum ($\gamma=1.0$) olarak içeren JONSWAP spektrumunun uygun bir model olduğu, bu çalışmanın sonuçlarıyla da desteklenmektedir. Ancak γ , σ_a ve σ_b parametreleri için ortalama değer olarak sırasıyla 3.30 , 0.07 ve 0.09 önerilmiştir. Bunlar arasında özellikle γ parametresinin önemli ölçüde değişiklik gösterdiği ve önerilen ortalama değer kullanılmasının uygun olmayacağı , izleyen birçok çalışma sonuçlarınca da ortaya çıkartılmıştır.

4.2. Sinop İlinden Alınmış Dalga Verilerinin Bulgularının İrdelenmesi

4.2.1. Tekil Dalga Yüksekliklerinin analizinin irdelenmesi

Yani teorik olarak sunulmuş olan Rayleigh dağılımı Sinop İli deniz dalgalarının tarif edilmesi açısından uygun bir dağılımdır.

4.2.2. Tekil Peryot Analizinin İrdelenmesi

Tekil dalga periyodu teorik dağılımları ile dalga kayıtlarının şekilleri arasında farklılık bulunmaktadır. Çünkü ölçülmüş veriler çok dağınık bir yayılım göstermektedir. Genel olarak bu şekillerin analizinden teorik dağılımların ölçülmüş verilere uymadığı sonucu çıkarılabilir. Bununla birlikte Bretschneider dağılımı ($T_i/T_{ort} \cong 0.75-1.30$ aralığına düşen ölçülmüş veriler için yüksek, bu aralık dışında küçük ihtimaller vermektedir. İlk önce a katsayısı 0.5 ile 1.0 arasında $\Delta a=0.05$ olacak şekilde arttırılarak formül denenmiştir. Ancak bu çalışma sonucunda model dağılım ile ölçüm verileri arasında belirgin bir iyileştirme sağlanamamıştır. Daha sonra n' değeri, $a=0.675$ sabit kabul edilerek değiştirilmiştir. Sonuç olarak $n'=4$ yerine $n'=3$ kullanılması durumunda kıyılarımızdaki dalga periyodu dağılımına daha uygun bir fonksiyon elde edilmiştir. Aşağıdaki tabloda tüm fırtınalar için modifiye edilmiş fonksiyonun, Sinop'ta ölçülmüş veriler ile olan uygunluğu χ^2 testi ile verilmiştir.

Tablo 4. Elde edilen tekil dalga periyotlarının Bretschneider dağılımı ve Modifiye dağılım ile olan uygunluğunu belirleyen χ^2 değerleri

FIRTINA NO'SU	DALGA SAYISI	χ^2 BRETSCH	χ^2 MODİFİYE
1	2438	345.867	166.018
2	2852	1989.071	126.425
3	2079	603.182	77.572
4	442	100.568	43.445
5	2593	4622.555	119.389
6	2604	866.409	62.173
7	2481	294.320	145.764
8	2570	667.207	121.930
9	1693	196.927	106.581
TEORİK ($\chi^2_{20,0.01}$)		37.566	

4.2.3. Tekil dalga yüksekliği ve peryodu ortak olasılık dağılımlarının analizi irdelenmesi

(H_i/H_{ort}) değereri arttıkça r katsayısı gittikçe azalmakta ve iki parametre arasındaki ilişki zayıflamaktadır. Hatta (H_i/H_{ort})>2.0 için ‘‘r’’ katsayısı 0 olmaktadır. Ayrıca bu tablodan bir tekil dalga periyoduna karşılık gelen dalga yüksekliği (H_i/H_{ort}) $\cong$ 1.50’ye yaklaşık eşitse iki parametre arasında çok zayıf bir ilişki olduğu ve bu oran 2.0 olduğunda neredeyse ilişiksiz bir durum oluştuğu sonucuna varılabilmektedir. Ayrıca Sinop İli verileri için teorik çalışmalardan en uygun olarak tespit edilmiş olan C-A-E grubu model dağılımı arasında çok başarılı bir uygunluğun söz konusu olmadığı görölmektedir.

4.3. Trabzon İli Sahilinde Ölçülen Dalgaların Özelliklerinin İrdelenmesi

4.3.1. Dalga yüksekliklerinin Rayleigh dağılımı ile uyumunun irdelenmesi

Trabzon İli dalga yüksekliği gözlemsel verileri ile teorik Rayleigh dağılımı arasında χ^2 testi ile ortaya konan uyumluluk hiçbir dalga kaydı için sağlanmamıştır. Bunun sebebi, daha önceki konularda değinildiği gibi, analiz edilecek dalga kaydında en az 300 dalga verisinin olması gerekliliği ve Trabzon’da okunmuş olan dalga kayıtlarında 27 ile 168 arasındaki az sayıda değişen dalganın bulunmasıdır.

4.3.2. Dalga periyodu verilerinin Bretschneider ve modifiye Bretschneider dağılımları ile uyumunun irdelenmesi

Trabzon İli dalga periyodu verileri ile teorik Bretschneider dağılımı ve Murat TURHAN tarafından modifiye edilmiş Bretschneider periyot dağılımı arasında χ^2 testi ile ortaya konan uyumluluk her iki dağılım için de 10 kabul 19 red olacak şekilde elde edilmiştir. Buradan görölmektedir ki her iki dağılım da Trabzon ili dalga verilerini çok iyi düzeyde olmasa dahi temsil edebilmektedir. Özellikle modifiye edilmiş Bretschneider dağılımı χ^2 değerleri, Bretschneider dağılımına oranla çok daha başarılı bir uyuma sahiptir.

4.3.3. Dalga yüksekliği-dalga peryodu ortak olasılık eğrilerinin irdelenmesi

H-T arasında bir korelasyonun olduğu sonucu elde edilebilmektedir. Ancak bu ilişkinin biraz zayıf olmasından dolayı şekillerde yaklaşık $\tau=1$ etrafında fazla sapmayan bir dağılım oluşmaktadır. Bu sonuçlar H-T olasılık dağılımlarında yaygın olarak kullanılan Bretschneider, Longuet-Higgins ve C-A-E grubu olasılık dağılımlarında C-A-E grubu olasılık dağılımının Trabzon İli dalga verilerinin tarifinde daha uygun olacağını göstermektedir. llen tüm gözlemsel dalga verileri içinse en uygun teorik dağılımın C-A-E grubu dağılımı olduğu elde edilen eğrilerden açıkça görülebilmektedir.

4.3.4. Dalga verilerinin teorik frekans spektrumları ile olan uyumunun irdelenmesi

Dalga bölgesine ait toplam enerji değerleri 5 teorik spektrum modeli ve Trabzon İlinden alınan gözlemsel dalga verileri için elde edilmiştir. (Bu çalışmada uygunluğu araştırılacak teorik spektrumlar olarak Neumann,Bretschneider,Mitsuyasu,ITTS ve ISSC spektrumlarının ele alınmasının nedeni bu spektrumların formülleri içinde herhangi bir rüzgar parametresi değerini bulunmamasıdır. Trabzon İline ait dalga kayıtlarının alındığı tarihlerdeki rüzgar verileri mevcut olmadığından, içerisinde rüzgar verisi barındıran spektrum modellerinin sahip olduğu enerjinin hesaplanması imkanı bulunmamaktadır.)

Gözlem verileri ile teorik spektrumların sahip oldukları toplam enerji değerleri arasındaki oranlar aşağıda sunulmaktadır:

Neumann Spektrumu / Gözlenen değerler = 0.816 (% 81.60)

Bretschneider Spektrumu / Gözlenen değerler = 6.764 (% 676.40)

Mitsuyasu Spektrumu / Gözlenen değerler = 5.657 (% 565.70)

ITTS Spektrumu / Gözlenen değerler = 0.325 (% 32.50)

ISSC Spektrumu / Gözlenen değerler = 3.300 (% 330.00)

Bu sonuçlar irdelenecek olursa gözlem verilerinin sahip oldukları enerji değerine en yakın sonucu veren spektrumun Neumann Spektrumu olduğu grlmektedir. Diğer spektrum yöntemlerinden ITTS spektrumu gözlemsel verilerinden ortalama olarak yaklaşık

3 kat düşük değerler vermekteyken, Bretschneider spektrumu ortalama 6.7 kat, Mitsuyasu spektrumu 5.6 kat, ISSC spektrumu ise 3.3 kat daha fazla değer vermektedir.

Bu sonuçlardan anlaşılmaktadır ki seçilmiş olan 5 spektrum modeli içinden Trabzon İli dalga verilerine en uygun olanı Neumann Spektrumu iken diğer spektrum modelleri oldukça farklı değerler vermektedir.

5.SONUÇLAR

1. Karadeniz bölgesi gözlemsel tekil dalga yüksekliklerinin olasılık dağılımları Rayleigh dağılımı tarafından Ordu,Sinop İlleri verileri için düzeyli bir uyum göstermektedir. Ancak Trabzon İli gözlemsel verileri, Rayleigh dağılımı tarafından temsil edilmemektedir. Bunun nedeni Trabzon İlinden alınmış olan verilerin az sayıda olması ve düzensiz bir dağılım göstermektedir.

2. Elde edilen dalga periyotlarının olasılık dağılımı daha önce elde edilmiş ve sıkça kullanılan teorik dağılımlar ile (Bretschneider,Longuet-Higgins ve Cavanier-Arhan-Ezraty dağılımları) iyi bir şekilde uyuşmamaktadır. Bu nedenle Karadeniz dalga verilerine uyabilecek bir modifiye dağılım elde edilmiştir. Bu dağılımın Karadeniz kıyıları için tekil periyot dağılımlarını daha iyi bir şekilde tarif ettiği uyumluluk testleri ile tespit edilmiş ve bu dağılımın kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

3. Dalga periyodu ile dalga yüksekliği ortak dağılımlarının daha önce sunulmuş olan üç ayrı teorik dağılıma fazlaca uymadığı belirlenmiştir. Diğer taraftan elde edilen dağılımların yüksek periyotlar yönünde çarpık bir őkle sahip olduğu,H-T ortak olasılık dağılımlarından Cavanier ve arkadaşlarınca sunulan teorik dağılım ile daha iyi bir şekilde temsil edilebildiği tespit edilmiştir.

4. Trabzon İli dalga verilerinin sahip oldukları toplam enerjinin,test edilen spektrum modellerinden en fazla Neuman spektrumu ile uyuştuğu belirlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

Bretschneider, C.L., "Wave Variability and Wave Spectra for Wind Generated Gravity Waves", U.S. Army Corps of Engineers, BEB Tech. Memo. No. 113, (1959)

Cavanier, A., Arhan, M., Ezraty, R., "A Statistical Relationship Between Individual Heights and Periods of Storm Waves", Proc. Behavior of Offshore Structures (BOSS'76), Trondheim, Norway, (1976).

Goda, Y., "A Review on Statistical Interpretation of Wave Data", Rept. Port and Harbor Research Institute, Ministry of Transport, Japan, vol.18, no.1, (March, 1979).

Goda, Y., "Random Seas and Design of Maritime Structures", University of Tokyo, (1985).

Ippen, Arthur T., "Estuary and Coastline Hydrodynamics", (Bretschneider, C.L., Wave Generation by Wind Deep and Shallow Water), Mc Graw-Hill Book Company Inc., (1966)

Longuet-Higgins, M. S., "On the Statistical Distribution of Heights of Sea Waves", Journal of Marine Research, vol.IX, no3, pp.245-266, (1952).

Longuet-Higgins, M. S., "On the Joint Distribution of the Periods and the Amplitude of Sea Waves", Journal of Geophysical Research, Vol. 80, no.18, pp.2268-2694, (1975).

Özhan, E., Günbak, A. R., Ergin, A., Yalçiner, A. C., Acar, S. O., O.D.T.Ü., KLARE; Ankara, (1982).

Turhan, M.M., "Short-Term Statistical Analysis of Wind-Wave Characteristics Measured Along the Turkish Coast", A Thesis of Middle East Technical University, Ankara, (1996)

ABSTRACT

(PROPERTIES OF BLACK SEA REGION WAVE DATA)

In this study, height and period distribution and spectral properties of wave data which were measured in Trabzon and Sinop are presented.

In the spectral analysis of Ordu data, it was concluded that the most proper spectrum is JONSWAP spectrum.

The height distribution of Trabzon data is not in agreement with Rayleigh distribution. Modified Bretschneider Distribution is found to be suitable for these data. For height, period joint distribution which was proposed by Cavanier et.al. is the most proper one. Five type of spectrum are studied and Neuman spectrum is determined the best one to agree with the data.

In studying the Sinop Data, the best distributions for wave height, wave period and height-period joint distribution were found as Rayleigh, Modified Bretschneider and Cavanier et. al., respectively.

BİR FIRTINANIN VE NEDEN OLDUĞU HASARLARIN ANALİZİ

Doç. Dr. Ömer YÜKSEK

KTÜ İnş. Müh. Böl. TRABZON

Tel: 0462 3772641

yuksekarisc01.ktu.edu.tr

Öğr. Gör. Servet KARASU

KTÜ Rize MYO. İnş. Böl. RİZE

Tel: 0464 2130432-108

karasuservet@ixir.com

Arş. Gör. Murat İ. KÖMÜRCÜ

KTÜ İnş. Müh. Böl. TRABZON

Tel: 0462 3772633

mikomurcu@hotmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde (Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin) 19-20-21 Şubat 1999 günlerinde meydana gelen fırtınanın rüzgar ve dalga analizi ile fırtına sonucu meydana gelen hasarlar analiz edilmiş; hasarların bu kadar büyük olmasının nedenleri ve alınabilecek önlemler incelenmiştir.

Çalışmanın ilk bölümünde, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin dalga iklimi hakkında bilgi verilmiştir. Ordu ve Trabzon sahillerinde yapılan kısa süreli dalga ölçümleri ve NATO TU-WAVES Projesi kapsamında Hopa'da yapılmakta olan dalga ölçümleri, ayrıca yörenin

rüzgar verileri kullanılarak yapılan dalga tahminleri, Doğu Karadeniz’de hakim dalga yönlerinin NW-NNW olduğunu göstermiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, 18-23 Şubat 1999 tarihleri arasında Giresun, Trabzon, Rize ve Hopa Ölçüm İstasyonlarında ölçülen rüzgar verileri ve tahmin edilen belirgin dalga yükseklikleri ve periyotları incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, özellikle 19-20 Şubat günlerinde dalga yükseklik ve periyotlarının oldukça önemli rakamlara ulaştığı belirlenmiştir. Sinoptik verilerden elde edilen maksimum dalga yükseklik ve periyotları, Giresun’da 6.31m ve 9.31sn, Trabzon’da 5.23m ve 9.48sn, Rize’de 5.37m ve 9.44sn ve Hopa’da da 4.00m ve 8.51sn olarak tahmin edilmiştir.

Üçüncü bölümde, yörede oluşan hasarların maliyet analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda, oluşan toplam hasar yaklaşık 10.65 milyon \$ olarak tahmin edilmiştir.

Seçim bölümünde ise, hasarların çok büyük olmasının nedenleri incelenerek alınabilecek önlemler araştırılmıştır. Buna göre, özellikle proje dalgası seçiminde önemli hatalar yapıldığı ve proje dalgasının genellikle küçük seçildiği, proje yeri seçiminde hatalı davranıldığı ve kıyılara bilinçsizce yapılan müdahalelerin kıyı dengesini bozduğu ve bunun sonucunda hasarların arttığı belirlenmiştir.

1. DOĞU KARADENİZ’İN DALGA İKLİMİ

Fırtınanın meydana geldiği Doğu Karadeniz’de düzenli ve uzun süreli dalga ölçümleri mevcut değildir. Şubat- Mayıs 1982 tarihleri arasında Ordu’da, belirgin dalga yükseklikleri 50cm’yi geçen toplam 61 dalga ölçüm örneği alınmıştır (Özhan ve ark.). Bu kayıtlara göre, gözlenen fırtınaların belirgin dalga yükseklikleri ortalaması 0.91m, belirgin dalga periyotları ortalaması 7.0sn ve etkin fırtına yönleri N-NNE arasındadır. Mayıs- Temmuz 1986 tarihleri arasında Trabzon’da yapılan 29 dalga gözleminin belirgin dalga yüksekliği ve periyodu ortalamaları 1.05m ve 6.08sn, fırtına yönleri de N-NW arasındadır (Gürses). NATO TU-WAVES projesi kapsamında Hopa’da yapılan ölçümlerde hakim dalga yönlerinin N-W arasında olduğu belirlenmiştir (Papila).

Yörede, rüzgar verileri kullanılarak yapılan dalga tahminlerinde, hakim dalga yönünün N-NW arasında olduğu belirlenmiştir (Yüksek ve ark.).

Doğu Karadeniz’de sıkça büyük fırtınalar gözlenmektedir. Sinoptik harita verileri kullanılarak, yapılan ekstrem dalga verileri analizinde, 50 yıl yinelemeli belirgin dalga yükseklik ve periyotlarının 5.2m-7.7m ve 9.0sn-11.0sn arasında olduğu tahmin edilmiştir (Çam).

2. RÜZGAR VE DALGA ANALİZİ

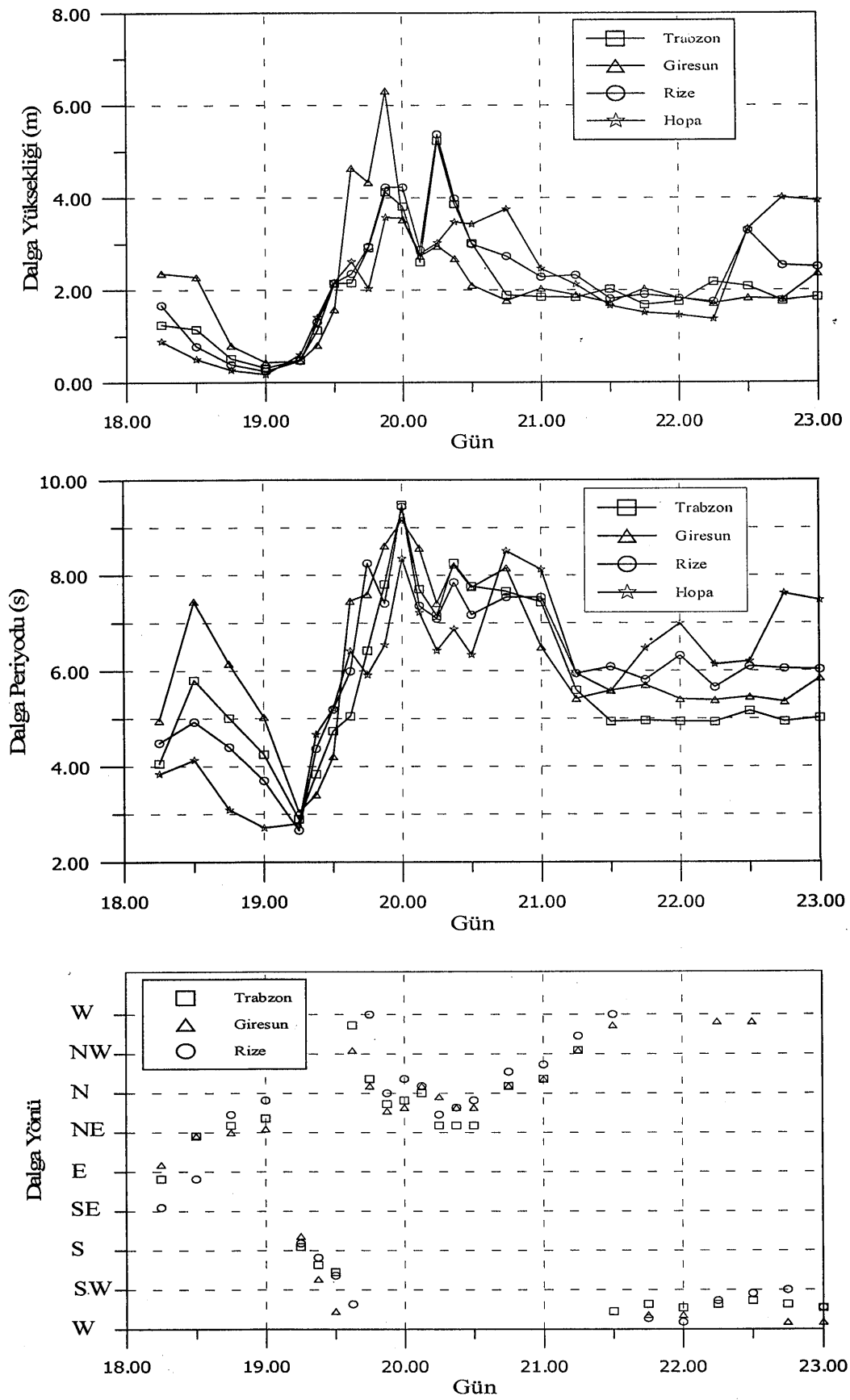
19-20 Şubat 1999’da Doğu Karadeniz’de (Giresun, Trabzon, Rize ve Hopa) meydana gelen fırtınanın analizi, D.L.H İnşaatı genel müdürlüğünde İnş. Yük.Müh. Ş.Emrah ARIKAN ve İnş.Yük.Müh. Ürfi YERLİ tarafından yapılmıştır.

Yapılan analizlerde Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Sinoptik haritalar ve Avrupa Orta Ölçekli Hava Tahmin Merkezi’nin (ECMWF) rüzgar verileri kullanılmıştır.

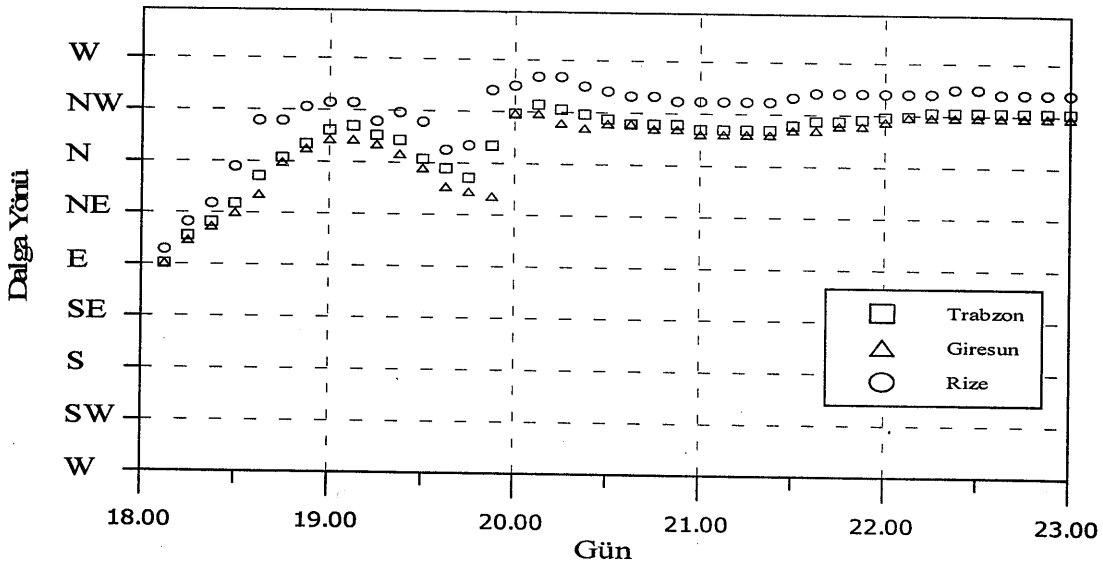
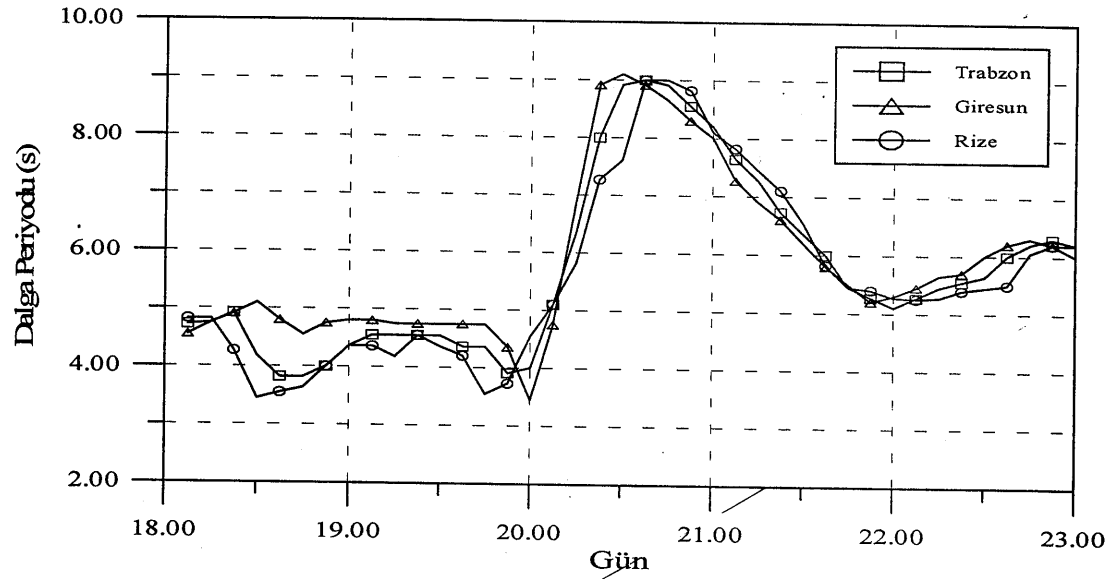
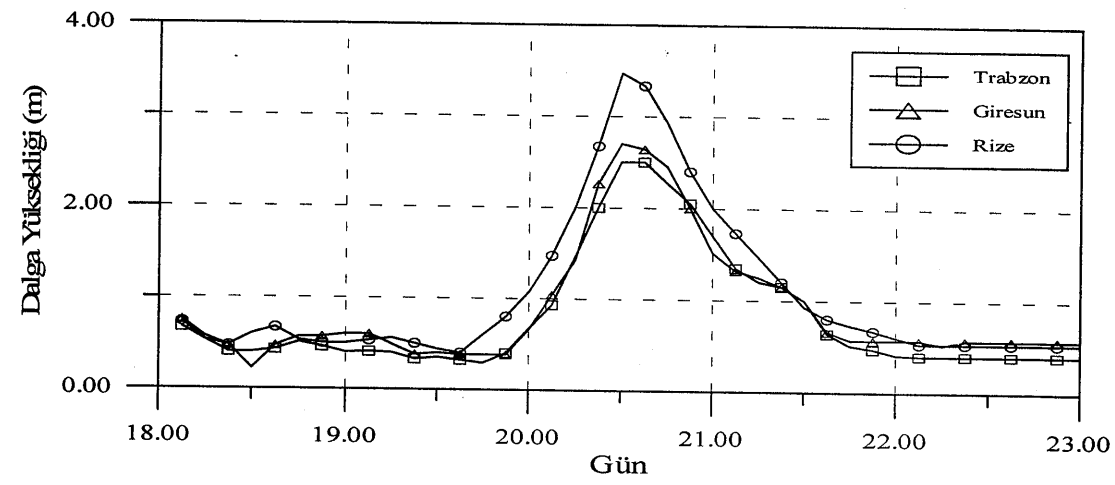
Hesaplamalar için, 18.02.1999 saat 00:00 dan 23.2.1999 saat 00:00’a kadar olan haritalar kullanılmıştır.

Sinoptik haritalar kullanılarak ve Avrupa Orta Ölçekli Hava Tahmin Merkezi (ECMWF) tarafından elde edilmiş olan rüzgar hızı ile yön bilgileri “WAM” adlı modele girilerek, belirgin dalga yükseklikleri ($H_{1/3}$), dalga periyotları (T) ve dalga yönleri hesaplanarak Şekil 1 ve 2’de gösterilmiştir (Arıkan ve Yerli).

Şekillerden de görüldüğü gibi maksimum dalga yükseklikleri 19–20 Şubat günlerinde meydana gelmiştir. Tahmin edilen maksimum dalga yükseklikleri Giresun’da 6.31m, Trabzon’da 5.23m, Rize’de 5.37m ve Hopa’da 4.0m olmuştur.



Şekil 1. Sinoptik Haritalardan Elde Edilen Dalgı Yükseklik, Periyot ve Yönu.



Şekil 2. ECMWF Yöntemiyle Belirlenen Dalgı Yıkseklik, Periyot ve Yönu.

3. HASAR TAHMİNİ

19 Şubat 1999 Cuma gecesi başlayıp 20 Şubat 1999 Cumartesi gününde devam eden fırtına nedeniyle kıyı boyunca trilyonca liralık hasar meydana gelmiştir. Ayrıca, balıkçı teknelerini ve gemileri de hazırlıksız yakalayarak can kaybı ve maddi hasara neden olmuştur. Meydana gelen bu fırtına beklenen en büyük fırtına olmamasına rağmen, hasar miktarı oldukça fazladır. 20 Şubat 1999 günü Rize'nin çeşitli yerlerinde çekilen fotoğraflar Ek Şekil 1-2-3 ve 4'te verilmiştir.

D.L.H. İnşaatı 1. Bölge Müdürlüğü hasar tespit raporuna göre meydana gelen hasarlar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. İllere Göre Hasar Tahminleri

	GİRESUN	TRABZON	RİZE	ARTVİN
Limanlar	1.6 milyon\$	1.1 milyon\$	0.2 milyon\$	0.4 milyon\$
Balıkçı Barın.	0.7 milyon\$	0.5 milyon\$	2.0 milyon\$	0.1 milyon\$
Çekek Yerleri	1.1 milyon\$	0.5 milyon\$	1.5 milyon\$	0.1 milyon\$
Sahil Tahkimatı	0.1 milyon\$	0.15 milyon\$	0.5 milyon\$	0.1 milyon\$

Yukarıdaki verilere göre Rize'de 4.2 milyon\$, Giresun'da 3.5 milyon\$, Trabzon'da 2.25 milyon\$, Artvin'de 0.7 milyon\$ olmak üzere toplamda yaklaşık 10.65 milyon\$'lık hasar tahmini yapılmıştır.

4. HASARLARIN SEBEPLERİ VE ALINABİLECEK TEDBİRLER

20 Şubat 1999 fırtınasının bu kadar büyük hasarlara yol açmasındaki başlıca etmenler ve bunlara karşılık alınabilecek tedbirler, proje dalgasının seçimi ve yapısal faktörler şeklinde iki ana gruba ayrılabilir.

4.1. Proje Dalgasının Seçimi

Kıyı yapılarının projelendirilmesinde en önemli veri olan proje dalgasının yöre için belirlenmesinde bazı güçlüklerle karşılaşılmaktadır. Daha önce de ifade edildiği gibi,

yörede uzun süreli ve düzenli dalga ölçümleri yapılmadığından, çeşitli yineleme süreli dalga yükseklik ve periyotları, rüzgar verileri yardımıyla tahmin edilmektedir. Bu ise proje dalgasının küçük seçilmesine sebep olmaktadır.

Giresun, Trabzon, Rize ve Hopa'da; 10, 25 ve 50 yıl yinelemeli belirgin dalga değerleri ile, fırtına döneminde tahmin edilen maksimum dalgalar (H_g, T_g) ve projelendirmede esas alınan tasarım dalgaları (H_t, T_t) Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Tahmin Edilen Dalgalar ve Tasarım Dalgaları

Yöre	H_{10}	H_{25}	H_{50}	T_{10}	T_{25}	T_{50}	H_g	T_g	H_t	T_t
Giresun	4.00	4.65	5.15	7.94	8.56	9.00	6.31	9.16	5.79	9.50
Trabzon	5.36	6.09	6.63	9.14	9.74	10.17	5.23	9.48	5.00	8.17
Rize	5.48	6.34	7.02	9.24	10.1	10.63	5.37	9.44	5.53	8.27
Hopa	5.80	6.80	7.69	9.57	10.36	11.02	4.00	8.51	5.53	8.27

Yukarıdaki tablonun incelenmesiyle şu sonuçlar elde edilmiştir.

a- Giresun'da fırtına sırasında tahmin edilen değerler, hem tasarım dalgasından hem de 50 yıl yinelemeli dalga değerlerinden daha büyüktür.

b- Trabzon ve Rize'de tahmin edilen gözlem değerlerinin yineleme süreleri yaklaşık 10 yıldır ve bu değerler tasarım dalgası değerlerine yaklaşık olarak eşittir.

c- Hopa'daki fırtınanın tahmin edilen dalga değerlerinin yineleme süresi yaklaşık 2 yıldır ve gözlem değeri tasarım dalgası değerinden küçüktür.

d- Giresun dışındaki yörelerde tasarım dalgası değerleri, 50 yıl yinelemeli dalga değerlerinden küçüktür ve tasarım dalgalarının ortalama yineleme süreleri 10 yıldır ki bu da oldukça küçük bir rakamı ifade etmektedir.

Sonuç olarak, tasarım dalgalarının, son fırtına gözlemleri de dikkate alınarak yeniden belirlenmesi gerekmektedir.

4.2. Yapısal Faktörler

Yapısal faktörler; taş ağırlıklarının belirlenmesi, kesit özellikleri ve kıyılara yapılan müdahaleler şeklinde üç gruba ayrılabilir.

4.2.1 Taş Ağırlıklarının Belirlenmesi: Yöredeki kıyı yapılarının (liman, barınak, çekek yeri ve tahkimat) büyük bir kısmının koruyucu tabakaları ocak taşından inşa

edilmiştir. Bu yapıların stabilite hesapları genellikle Hudson Formülü'ne göre yapılmaktadır. Ancak bu formül kullanılırken çok dikkatli davranılmalıdır. Formül; tasarım dalgasına, kullanılacak taşın yoğunluğuna, stabilite katsayısına ve şev eğimine karşı çok duyarlı olduğundan, bu parametrelerde yapılabilecek küçük bir hata, taş ağırlığının hesabında önemli ölçüde hatalara yol açabilir. Ayrıca, dalga periyodunun stabilite üzerinde etkisi olmasına karşın Hudson Formülü periyodu dikkate almamaktadır.

4.2.2 Kesit Özellikleri: Koruyucu tabakalar genellikle 1/1.5 1/3 arasındaki şev eğimlerinde ve tek eğimle inşa edilmişlerdir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, bu tür yapılar, fırtınalar sonucu kısa sürede hasara maruz kalmakta ve sonuç olarak 3 eğimli profiller oluşmaktadır. Hopa Limanı ana mendireğinde meydana gelen hasarların onarımı maksadıyla yapılan bir araştırmada, 3 eğimli (üst kısımda 1/2.5, kırılma derinliğinin yarısında 1/6 ve daha derinde 1/1.5) bir koruyucu tabakanın yapılmasının hasarları önemli ölçüde azaltacağı belirlenmiştir (Bilgin ve ark.). Önerilen kesitin uygulanmasında hasarların azaldığı ve kesitin başarılı olduğu gözlenmiştir. Bu tür bir projelendirme, kret kotunun da daha küçük seçilebilmesine imkan vermektedir (Önsoy ve ark.)

Özellikle liman mendireği gibi, derinde yapılması gereken yapılarda, özel şekilli beton blokların (tribar, tatrapod, dolos v.b.) bir alternatif olarak düşünülmesi ve tüm yapıların projelendirilmesinde fiziksel model çalışmalarının yapılması büyük önem kazanmıştır.

4.2.3 Kıyılara Yapılan Müdahaleler: Bir kıyı yöresine yapılan bir yapı, civardaki yapıları genellikle olumsuz olarak etkilemektedir. Yörede etkin dalga yönleri N-NW olduğundan, kıyıya dik bir yapının (menderek veya mahmuz) özellikle mansap (doğu) taraflarındaki kıyılarda hasarlar meydana gelmektedir.

Kıyıdan veya açıktan kum alınması sonucu kıyıların dengesi bozulmakta, dalgaların kırılarak yapıya gelmesi önlenmekte ve yapı üzerinde kırılan dalgalarda büyük hasarlara yol açmaktadır.

Kıyılara yapılacak her türlü yapının komşu kıyılara etkileri ayrıntılı olarak irdelenip gerekli tedbirler alınmalı, kıyıdan ve açıktan bilinçsizce kum alınması kesinlikle önlenmelidir.

Özet olarak ifade etmek gerekirse; bundan sonra yapılacak kıyı yapılarında fırtınalar sonucu daha az hasar olması için proje dalgası hassas bir şekilde belirlenmeli,

projelendirmede fiziksel model çalışmaları yapılmalı ve kıyılara bilinçsiz müdahalelerin yapılması önlenmelidir.

KAYNAKLAR

ARIKAN, Ş.E., YERLİ, Ü., Karadeniz Bölgesi'nde Hasara Neden Olan Fırtınanın Analizi, Kıyı Mühendisliğinde Yeni Gelişmeler, Seminer 99, Sayfa 198-205.

BİLGİN, R., ÖNSOY, H., YÜKSEK, Ö., (1992), Hopa Limanı Limaniçi Çalkantısının Önlenmesi ve Dalgakıran Onarım Kesiti Araştırma Projesi Sonuç Raporu, Karadeniz Teknik Üni. Müh. Mim. Fak. İnş. Müh. Bl. Hidrolik Laboratuvarı.

ÇAM, T.,(1986), Doğu Karadeniz'de Dalga Tahmini ve Tasarım Dalgası Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üni. Fen Bil. Ens. İnş. Müh. Anabilim Dalı.

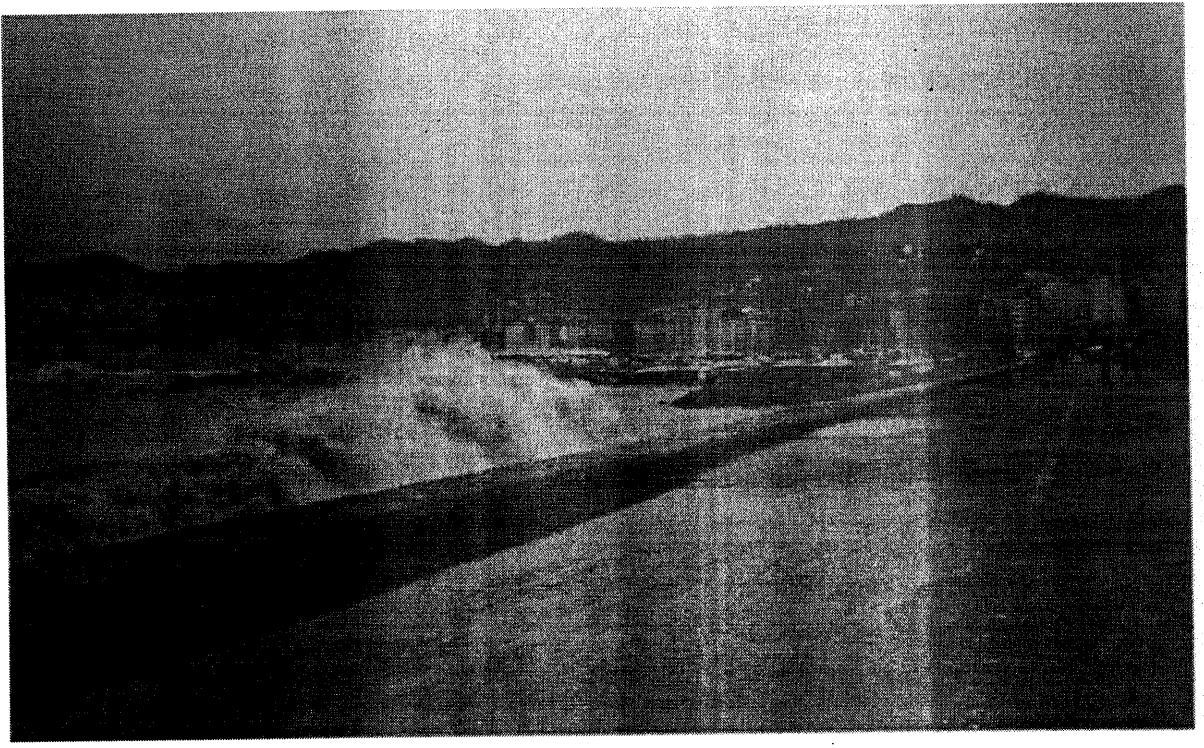
GÜRSES, M., (2000), Karadeniz Bölgesi Dalga Verilerinin Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üni. Fen Bil. Ens. İnş. Müh. Anabilim Dalı.

ÖNSOY, H., YÜKSEK, Ö., TURAN, M.U., ÖZÖLÇER, İ.H., BİRBEN, A.R., (1995), Liman ve Deniz Yapılarında Dinamik Dalga Etkisinin Etüdü Araştırma Raporu, Karadeniz Teknik Üni. Müh. Mim. Fak. İnş. Müh. Bl. Hidrolik Laboratuvarı.

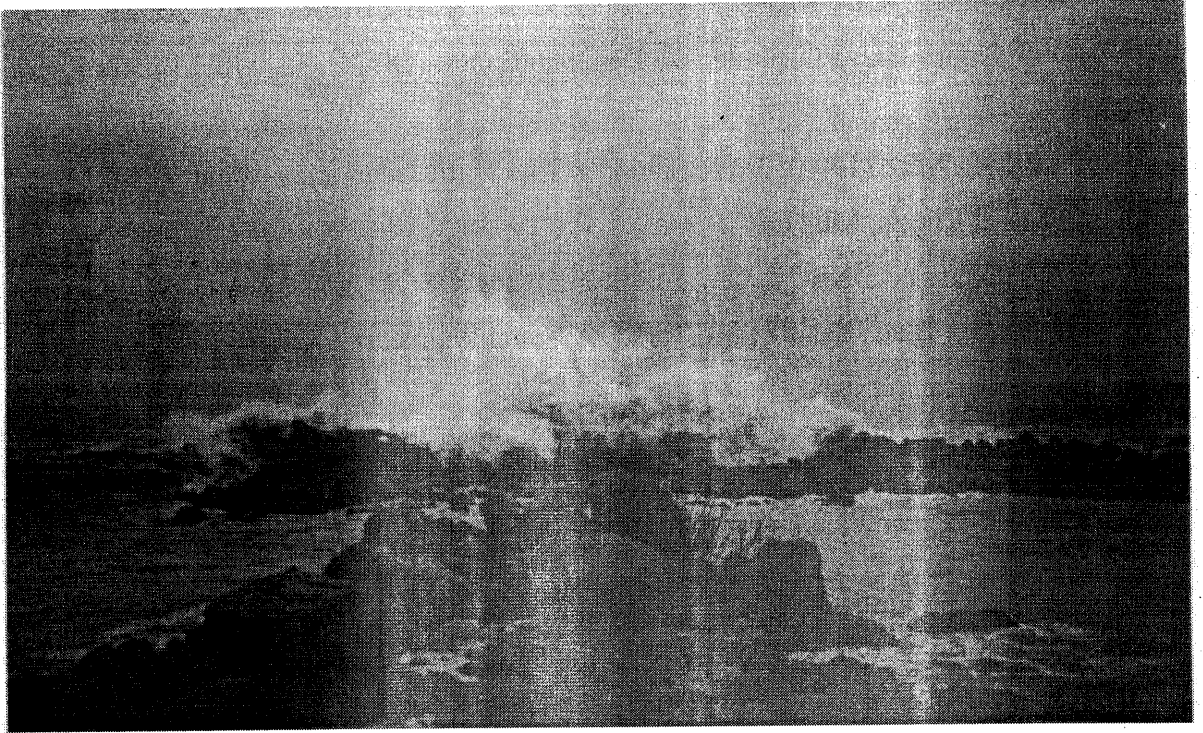
ÖZHAN, E., GÜNBAK, A.R., ERGİN, A., YALÇINER, A.C., ACAR, S.O., (1982), Ordu Kenti Dalga Ölçümleri ve Değerlendirmesi, ODTÜ, KLARE, Teknik Rapor No:28.

PAPİLA, A.S., (1996), Verification of The Third Generation Wind Wave Model METU 3, Ms. C Thesis, METU.

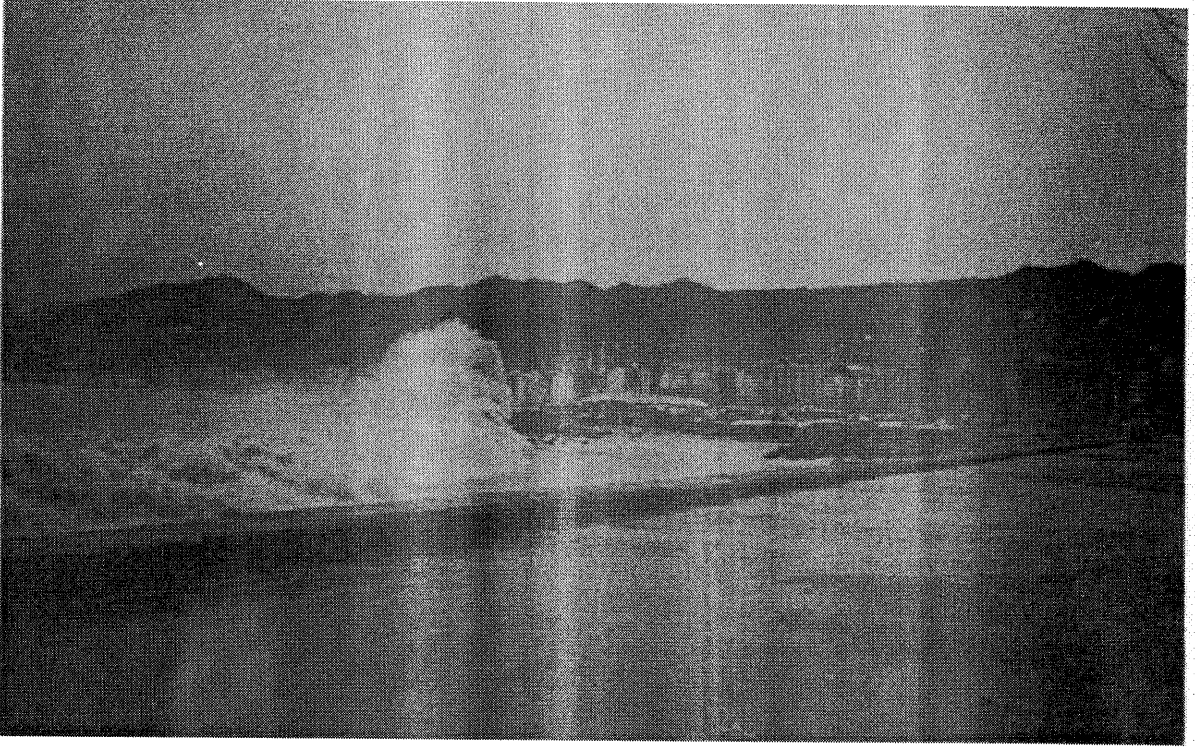
YÜKSEK, Ö., ÖNSOY, H., BİRBEN, A.R., ÖZÖLÇER, İ.H., (1995), Coastal Erosion in Eastern Black Sea Region, Turkey, Coastal Engineering, 26, pp 225-239.



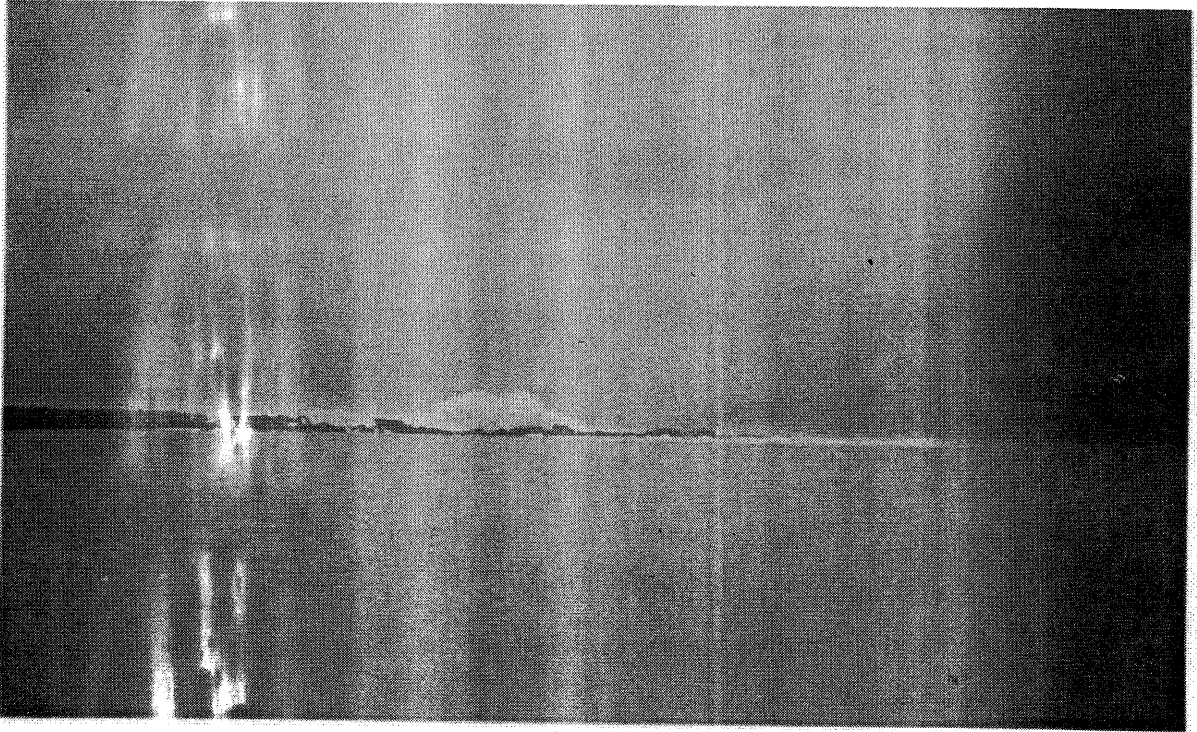
Ek Şekil 1. 20-Şubat-1999 Rize Sahil Şeridi



Ek Şekil 2. 20-Şubat-1999 Rize’de Bir Balıkçı Barınağı



Ek Şekil 3. 20-Şubat-1999 Rize’de Bir Balıkçı Barınağı



Ek Şekil 4. 20-Şubat-1999 Rize Limanı

ABSTRACT

ANALYSIS OF A STORM AND ITS DAMAGES

In this study, wind and wave analysis of the storm occurred in 19-20-21 February – 1999, in the Eastern Black Sea Region (Giresun, Trabzon, Rize and Artvin) and damages caused by the storm are analysed, reasons for the damages and possible measurements to be taken are investigated.

In the first section of the study, general information about wave climate of the Eastern Black Sea Region is given. Short-term wave measurements in Giresun, Trabzon, Rize and Hopa in 18-23 February 1999 significant wave height and period are investigated. Significant wave height and period have the highest values especially in 19-20 February. Maximum significant wave height and period are forecasted 6.31m and 9.16 sec in Giresun, 5.23m and 9.48 sec in Trabzon, 5.37m and 9.44 sec in Rize, 4.0 m and 8.51 sec in Hopa, respectively.

In the third section, cost analysis of damages occurred in the region are given. Total damage are estimated about 10.65 million \$.

In the fourth section, the reasons for why damages were too great are studied and possible measurement are researched.

GÖLLERDEKİ SU DÜZEYİ DEĞİŞİMLERİ VE KIYI YAPILARI TASARIMLARI

Zübeyde KURTULUŞ

İnş. Yük. Müh.

DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü

Liman Etüd Proje Daire Başkanlığı

ANKARA

ÖZET

Ülkemizdeki göllerin birçoğunda su seviye değişiklikleri 1940'lı yıllardan bu yana ölçülmektedir. Bunların birçoğunun su düzeylerinde hem yıl içinde, hem yıllar arasında yükselme ve alçalmalar olmaktadır. Geçmiş yıllardaki su düzeyi değişimleri ve nedenlerinin irdelenmesi ve buna bağlı olarak gelecek yıllardaki değişimlerin tahmin edilmesi, göllerin kıyılarında inşa edilecek kıyı yapılarının tasarımları için önemli ve gerekli verilerdir.

Bu tebliğ kapsamında, Keban Baraj Gölü ile Van ve Eğirdir Göllerindeki geçmiş döneme ait su düzeyi değişimleri incelenmiştir. Su seviye değişimlerinin göl veya baraj kıyılarında inşa edilecek kıyı yapılarının fonksiyon (boyutlandırma ve kullanım kolaylığı) ve stabilitesine etkisi incelenmiş, örneklerle anlatılıp tartışılmıştır.

1. GİRİŞ

Türkiye'deki önemli tabii ve baraj gölleri ile yüzölçümleri Tablo1 ve Tablo 2'de verilmiştir. DLH İnşaatı Genel Müdürlüğünün Van ve Eğirdir Gölleri ile Keban Baraj Gölü'nde yapılmış ve yapılması planlanan kıyı yapısı yatırımları mevcuttur. Eğirdir Gölü'nün suyu tatlı olup içme ve sulama suyu olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda tatlı su balıkları ile kerevit üretimi yapılmaktadır. Van Gölü'nün suyu ise sodalıdır. Bu nedenle içme ve sulamada kullanılamamaktadır. Van ile Tatvan yerleşimleri arasında yük ve yolcu ulaşımında, özellikle demiryolu vagonlarının feribotla naklinde yararlanılmaktadır.

Göllerdeki su seviye değişimleri birçok nedene bağlıdır. Yağış, akarsu ve yüzey sularının beslemesi ile yer altı suları su seviyesinde yükselmeye; buharlaşma, yer altına sızma, sulama ve içme suyu olarak kullanım gibi faktörlerde su seviyesinde azalmalara neden olmaktadır. Türkiye'de göllerin su seviye değişimleri EİE ve DSİ tarafından

ölçülmektedir. Tablo 1 ve Tablo 2’de verilen göl yüzey alanları ve denizden yükseklik değerleri ortalama olup her yıl su seviye değişimine göre farklılık göstermektedir.

Bu nedenle su seviye değişimi göllerdeki kıyı yapılarının planlanmasında önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Eğirdir ve Van Gölü’nde yapımı devam eden yatırımların olması nedeniyle daha çok Eğirdir ve Van Gölü’nün su düzeyi değişimleri ve kıyı yapıları ele alınarak su seviye değişiminin kıyı yapılarının fonksiyon ve stabilitesine etkisi irdelenmiştir.

Bunun yanı sıra yurdumuzda yapılmış olan barajlarımız da yüzölçümleri bakımından tabii göllerin yüzölçümlerine yaklaşmış durumdadır. Barajlarda su seviye değişimi, akarsuların beslemesine ve işletme koşullarına bağlı olarak tabii göllere göre daha fazla olmaktadır. Keban Barajı’nda ulaşım amaçlı feribot yanaşma yeri yapılmıştır. Keban Barajı’ndaki ulaşım amaçlı yapılmış olan feribot rampası, kayar platform ve su seviye değişimleri ile ilgili kısa bir bilgi verilecektir.

Tablo 1 : Türkiye’deki Önemli Tabii Göller

Gölün Adı	Yüzey Alanı	Denizden yüksekliği
Van Gölü	3.713 Km ²	1.646 m
Tuz Gölü	1.500 Km ²	905 m
Beyşehir Gölü	656 Km ²	1.121 m
Eğirdir Gölü	468 Km ²	916 m
İznik Gölü	308 Km ²	0 m
Burdur Gölü	200 Km ²	854 m
Manyas Gölü	166 Km ²	15 m
Acıgöl	153 Km ²	836 m

Tablo 2 : Türkiye’deki Önemli Baraj Gölleri

Gölün Adı	Yüzey Alanı
Atatürk	817 Km ²
Keban	675 Km ²
Karakaya	268 Km ²
Altinkaya	118 Km ²

2. SU SEVİYE DEĞİŞİMİNİN KEBAN BARAJI, VAN ve EĞİRDİR GÖLLERİ’DEKİ YATIRIMLARA ETKİLERİ

Bu bölümde, Keban Barajı ile Van ve Eğirdir Göllerindeki su seviye değişimi incelenmiş ve su seviye değişiminin kıyı yapılarının projelendirilmesinde, inşasında ve kullanımında karşılaşılan problemler ve üretilen çözümler özetlenmiştir.

2.1 Keban Barajı

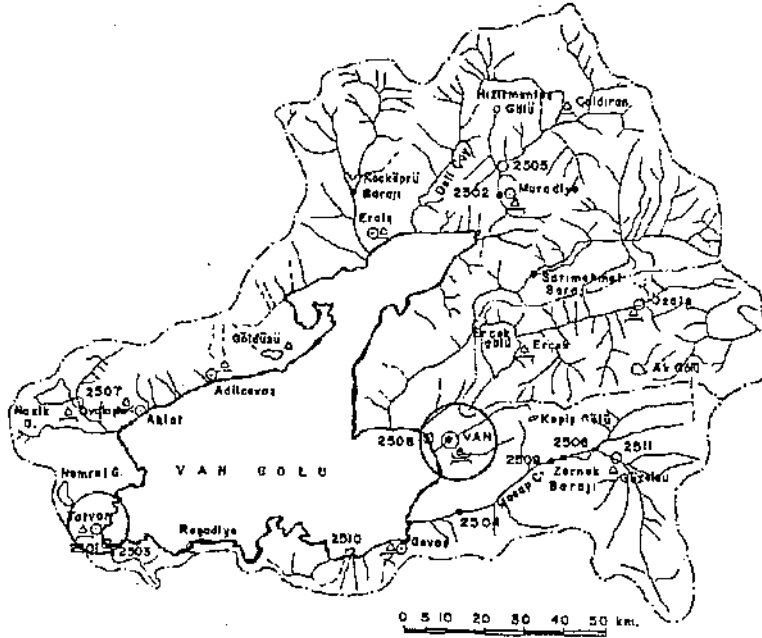
Elazığ ile Pertek arası ulaşımın sağlanmasına yönelik olarak talep edilen Keban Barajı feribot yanaşma iskelesi, kurumumuz tarafından projelendirilmiştir. DSİ tarafından

barajdaki su seviye değişiminin maksimum 35 m olacağı bildirilmiş, projelendirme buna göre yapılmıştır. Rampa en kesiti Çizim 1’de, rampa ve kayar platform boy kesiti Çizim 2’de verilmiştir. 350 m boyunda, %10 eğimli, her 20 m’ de bir her iki yana feribot bağlama beton bloklarından oluşan rampa DSİ tarafından yapılmıştır. Bu rampa üzerinde, boyuna döşenen raylar ile bu raylar üzerinde hareket eden kayar platform, kumanda odası, çelik halatlı makaralı sistem kurumumuz tarafından 1986 yılında ihale edilerek yaptırılmıştır. Kumanda odasından kumanda edilebilen makaralı sisteme bağlı çelik halat kullanılarak su seviyesine göre istenilen kota indirilen kayar platform, hareketli iskele vazifesi görmektedir. Feribot, bu platform üzerine kapak atmaktadır. Kayar platform sisteminin işletmesi, Keban Belediyeler Birliğine devredilmiştir. Söz konusu birliğin, sistemin işletmesini ve bakımını düzgün yapamaması nedeniyle bir taraftaki kayar platform koparak baraj gölü sularına gömülmüş, diğeri ise atıl durumda kalmıştır.

Çizim 1. Keban Barajı Feribot İskelesi Rampası En Kesiti

Çizim 2. Keban Barajı Feribot İskelesi Rampası ile Kayar Platform Boy Kesiti

1998 - 2000 yılları arasında EİE İdaresi tarafından ölçülen maksimum değerlerin 1998 yılında 1650.35 m., 1999 yılında 1649.97 m., 2000 yılında ise 1649.50 m. olması, bu çalışmayı doğrulamaktadır. Söz konusu bildiride çizilmiş olan 1994 - 1998 arası aylık ortalama su seviye grafiğine 1999 ve 2000 yılları ölçüm değerleri eklenmiştir (Çizim 4). Van Gölü havzası ve ölçüm istasyonlarını gösteren Çizim 3, aynı bildiriden alınarak üzerine kıyı yatırımlarımızın konumu işlenmiştir.



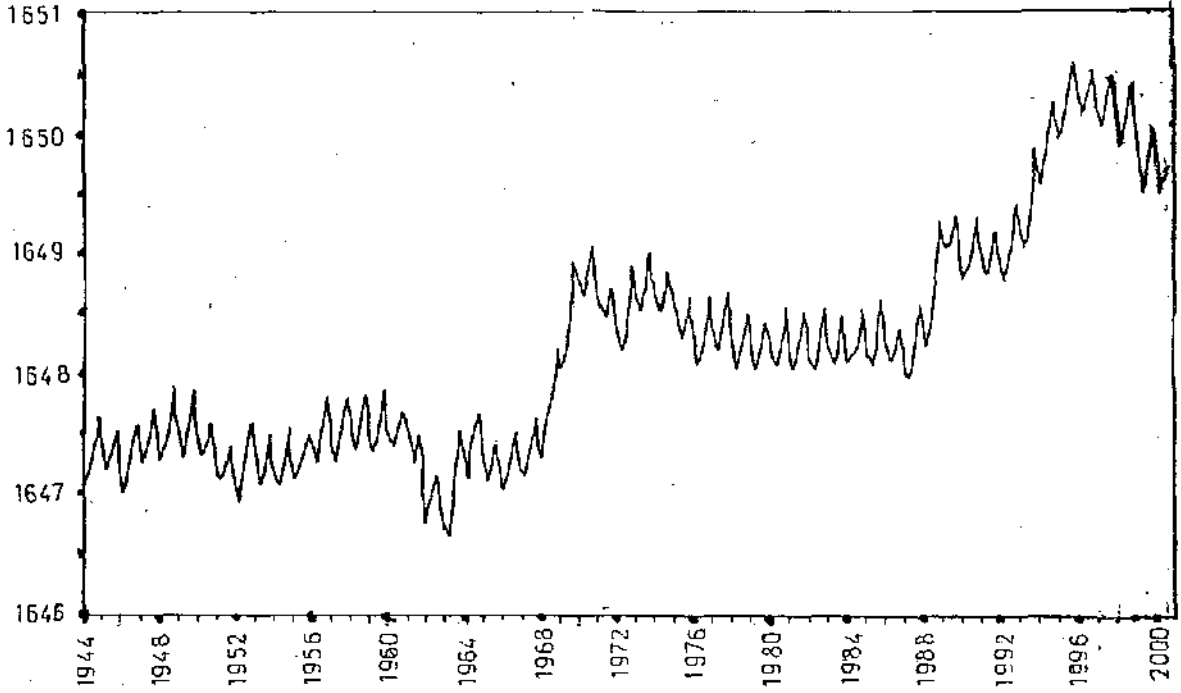
Çizim 3. Van Gölü Havzası ve Ulaşım Amaçlı Kıyı Yatırımlarının Konum Planı

Van Gölü su düzeyi, hem yıl içinde hem yıllar boyunca değişim göstermektedir. Genel olarak her yılın mayıs ve haziran aylarında en yüksek düzeye çıkan Van Gölü su düzeyi, aynı yılın eylül ve ekim aylarında en düşük düzeye inmektedir. Bu aylar arasındaki su seviye farkı, ortalama olarak 50 cm civarında olmaktadır.

Çizim 4'te de görüldüğü gibi Van Gölü su seviyesi, 1968 ve 1970 yıllarına kadar 1647 m. ile 1648 m.' ler arasında iken 1962-1964 arasında 50 cm düşmüş, 1968 ve 1969 yıllarında da aniden yükselerek 1649 m.' ye ulaşmış, 1988 yılına kadar da bu seviyede kalmıştır. 1988 yılında 50 cm. yükselen su seviyesi 1995' te tekrar yükselmiş ve iskele üst kotu olan 1650.50 kotunu geçerek 1650.53 m.' ye ulaşmıştır. 1996'da 1650.49 m. olan su seviyesi bu tarihten itibaren azalmış, 1997'de 1650,38 m., 1998'de 1649.97 m., 2000 yılında ise 1649.50 m. olarak ölçülmüştür.

Ahmet Cevdet Yalçın tarafından 10-12 Şubat 1993 tarihinde Van Gölü'nde su seviyesi ölçülmüş, Van İskelesinin 1.18 m. aşağısında olduğu tesbit edilmiştir. Çizim 4 'teki grafiğe göre 1993 Şubat ayı ortalama su seviyesi 1649.07 m.'dir. Bu rakama 1.18 m. eklendiğinde mevcut iskele kotu 1650.25 m. olmaktadır. Diğer yandan 1996 yılında DLH İnşaatı Genel Müdürlüğünce yapılan onarım projesinde su seviyesinin mevcut iskelenin 20 cm. üzerinde olduğu gösterilmiştir. Bu tarihte maksimum su seviyesi 1650.49 m. olup bu rakamdan 20 cm. çıkarıldığında mevcut iskele kotu 1650.29 m. olmaktadır. Projede alınan

su seviyesinin kotu ve tarihi olmadığından buradan bulunan iskele üst kotu yaklaşık hesaplanmıştır. Belli bir tarihte yapılan ölçümlere dayanması nedeniyle '650.25 m. kotunun daha doğru olduğu kabul edilmiş ve kesitlerde bu kot, mevcut iskele kotu olarak kullanılmıştır.



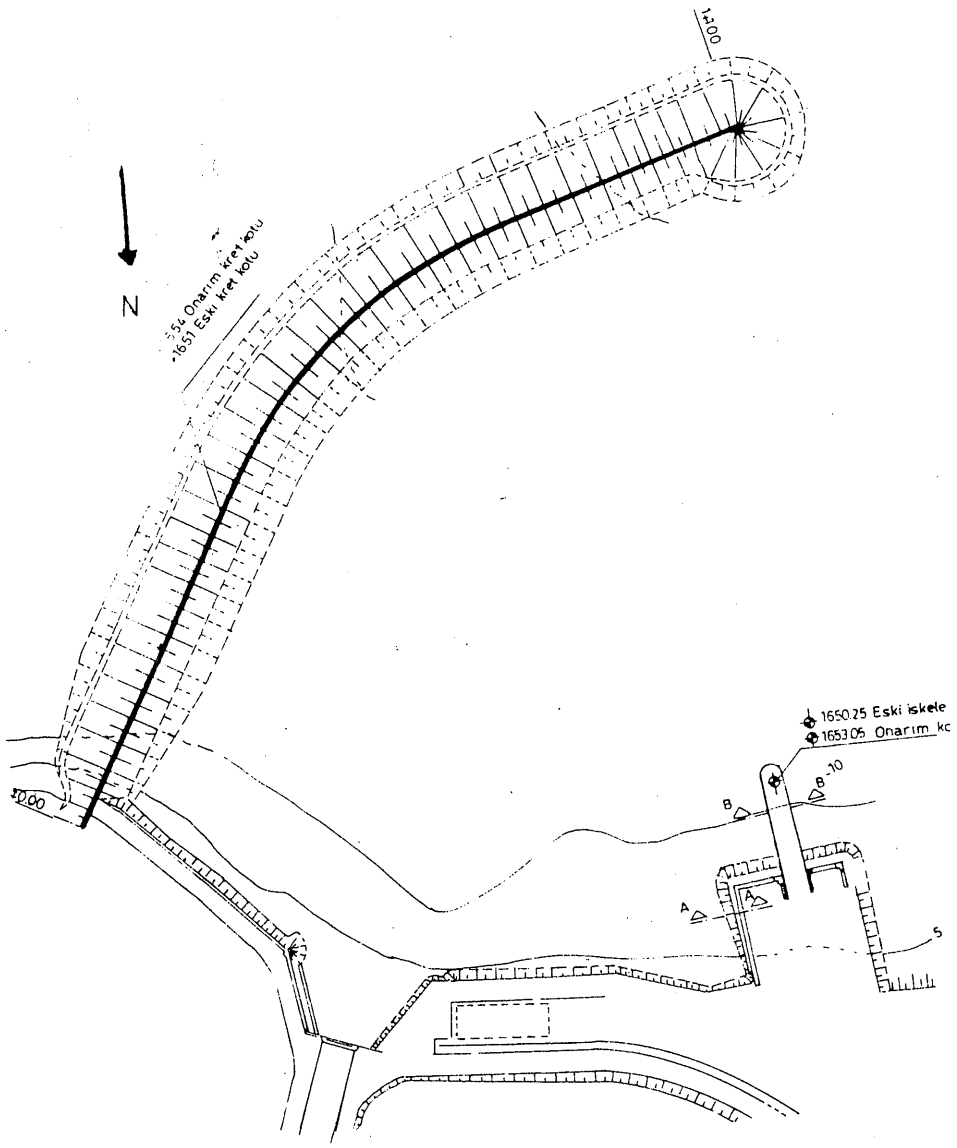
Çizim 4. Van İstasyonunda 1944 - 2000 Yılları Arasında Ölçülen Su Seviye Değişimlerinin Aylık Ortalamalarının Dağılımı

2.2.1 Van Feri İskelesi

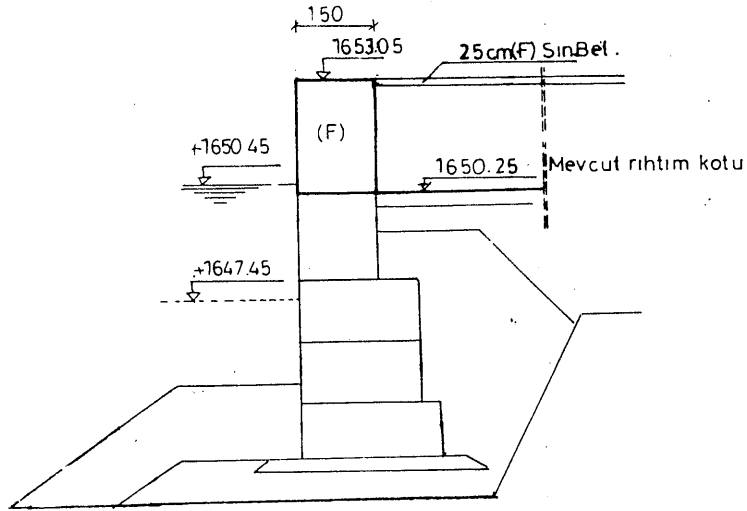
Van Gölü'nde 26 Haziran 1995 yılında göl su seviyesi 1650.53 m.' ye kadar yükselmiş, çevredeki 60 km² 'lik bir alan sular altında kalmış, önemli miktarda maddi kayıp meydana gelmiştir. 1995 Haziran ayı itibarı ile su seviyesi ani yükselerek iskele seviyesinin üzerine çıkmıştır. Van Gölü'ndeki İskele ve tahkimatlarımızın bu yıllarda meydana gelen su seviyesindeki ani yükselme nedeniyle yükseltilerek onarımı gündeme gelmiştir (Çizim 5,6,7).

2.2.2. Tatvan Feri İskelesi

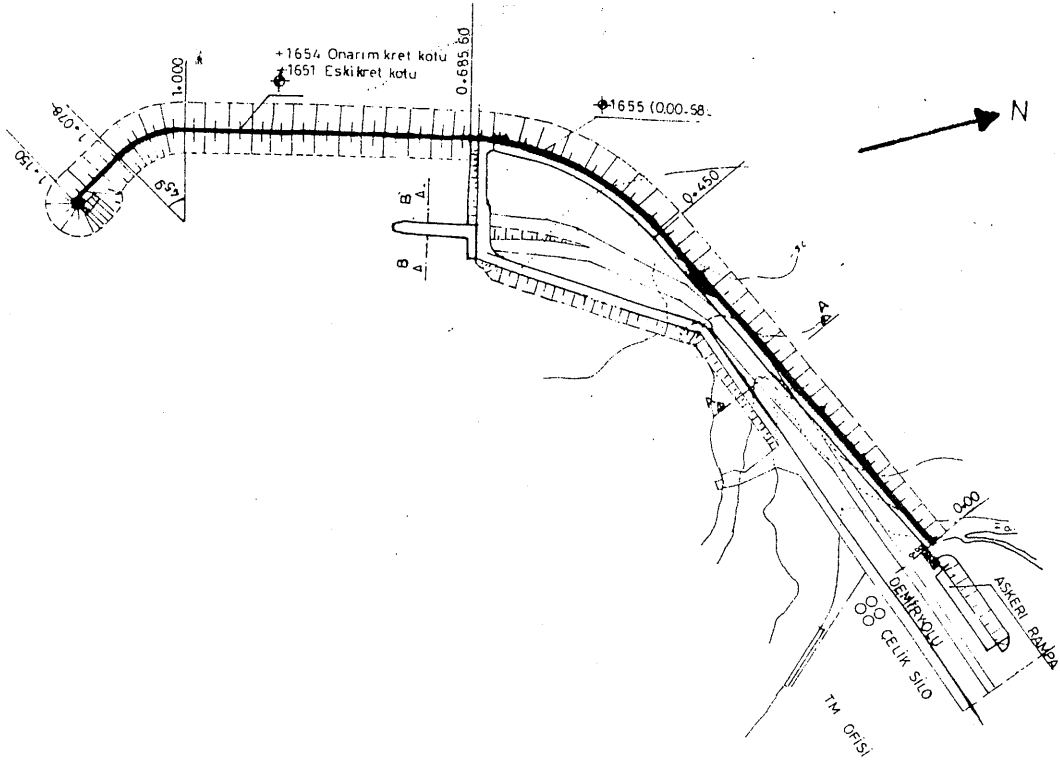
Van Feri İskelesi'nde olduğu gibi Tatvan Feri İskelesi'nde de 1995 Haziran ayında ani yükselen su seviyesinin, iskele üst kotunun üzerine çıktığı belirlenmiştir. Tatvan Feri İskelesi ile sular altında kalan sahil kesiminin, su seviyesindeki bu ani yükselme nedeniyle sahil tahkimatının yapılması ve iskelenin yükseltilerek onarılması gündeme gelmiştir (Çizim 8,9). Sahil tahkimatının bir kısmı yapılmış kalan kısmı ödenek yetersizliği nedeniyle tamamlanamamıştır. Yatırım programına geri kalan sahil tahkimatı işi tamamlanması için konulmuş, ancak bugüne kadar ödenek olmaması nedeniyle ihalesi yapılamamıştır. Sahil tahkimatının yapılmış kısmının görünümü Çizim 10' da verilmiştir.



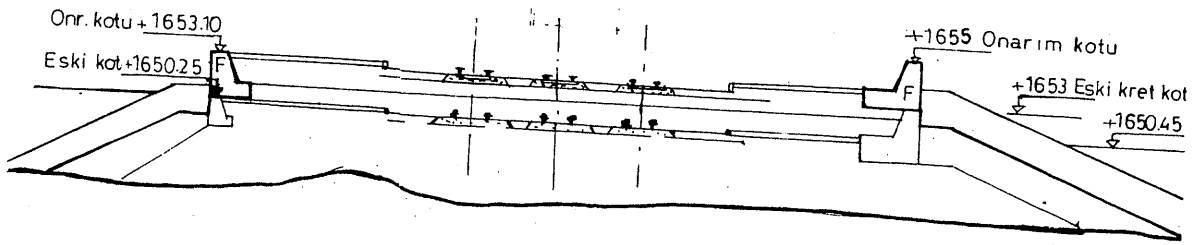
Çizim 8. Tatvan Feri İskelesi Vaziyet Planı



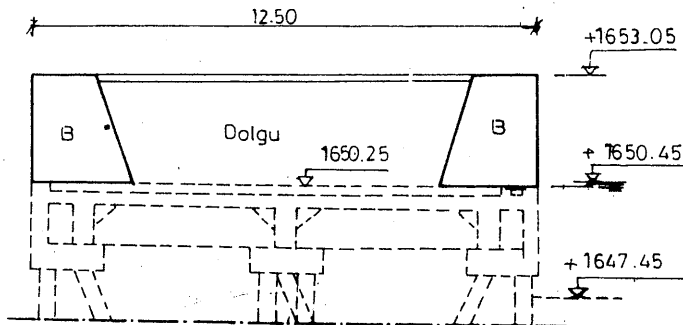
Çizim 9. Tatvan Feri İskelesi Onarım Kesiti



Çizim 5. Van Feri İskelesi Vaziyet Planı



Çizim 6. Van Feri İskelesi A - A Onarım Kesiti



Çizim 7. Van Feri İskelesi ve Tatvan Feri İskelesi B - B Onarım Kesiti



Çizim 10. Tatvan Sahil Tahkimatının Yapılmış Kısımının Görünümü

2.3. Eğirdir Gölü

Eğirdir Gölü, İsparta ili sınırları içerisinde, Eğirdir, Gelendost, Yalvaç ve Senirkent ilçeleri ile çevrili olup $37^{\circ} 50' 41''$ - $38^{\circ} 16' 55''$ kuzey enlemleri ile $30^{\circ} 44' 39''$ - $30^{\circ} 57' 43''$ doğu boylamları arasındadır.

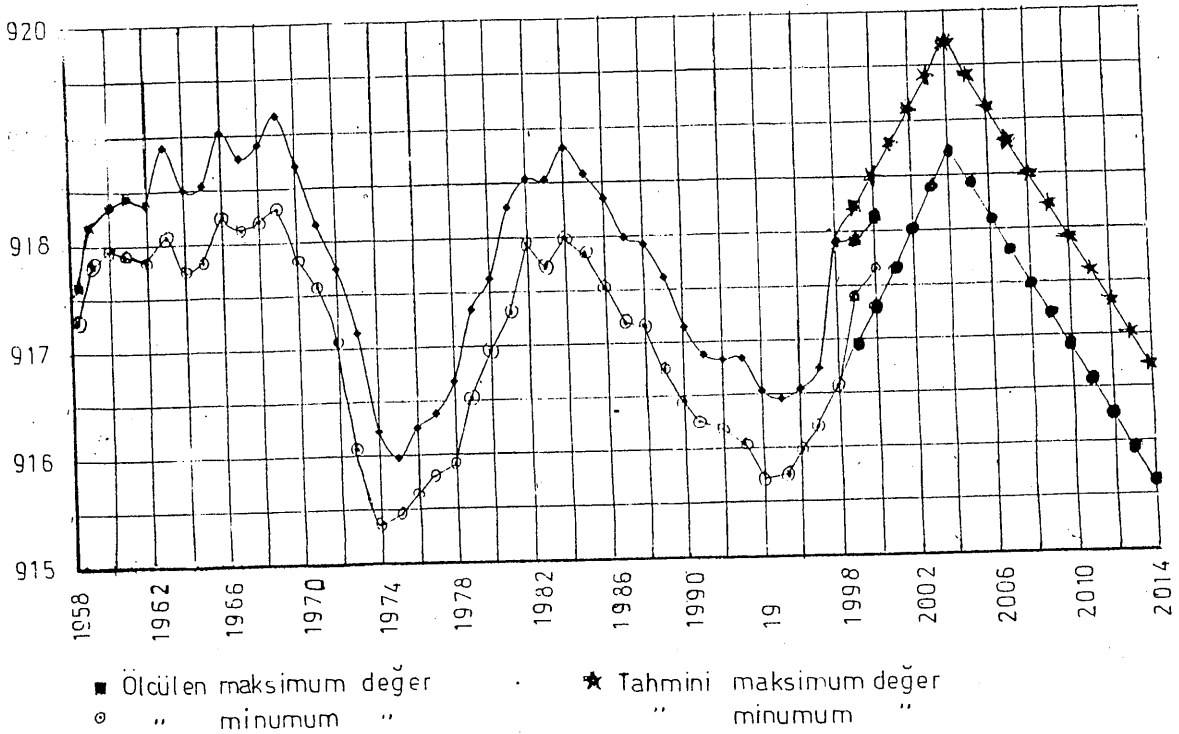
Gölün güneyinde Eğirdir, batısında Sarıdris Balıkçı Barınakları mevcut, kuzeyinde ise Hoyran Balıkçı Barınağı ihale edilmiş, yapımı devam etmektedir. Bu yatırımların göldeki konumları Çizim 11'de görülmektedir.

DSİ tarafından 1958 yılından bu yana su seviye değişimi, günde üç kez olmak üzere ölçülmekte ve bu ölçümlere göre günlük, aylık, yıllık su seviye değişimleri analiz edilmektedir. Gölün büyük bölümünde ortalama 6-7 m. kadar olan derinlik, güneyde yaklaşık 13 m.' yi bulur. Beyşehir'den sonra Türkiye'nin suyu tatlı ikinci büyük gölüdür. Sultan Dağı'ndan inen dereler başta olmak üzere çevredeki birçok dere tarafından beslenir.

Eğirdir Gölü'nde DSİ'nin ölçümlerine göre yıl içinde, ilkbaharda su seviyesi yükselmekte, sonbaharda alçalmaktadır. Su seviyesinde bir yıl içerisinde oluşan fark her yıl değişken olmakla birlikte minimum 0.5 m maksimum 1.5 m arasındadır (Çizim 12). Yıl içerisinde ocak ayından itibaren yağışların artması buharlaşmanın azalması derelerin beslemesiyle Mayıs - Haziran aylarında en yüksek noktaya ulaşan su düzeyi, Hazirandan sonra buharlaşmanın artması, içme ve sulama suyu kullanımı ve yağışın azalmasıyla su seviyesi azalarak Kasım - Aralık aylarında en düşük seviyesine ulaşır .

DSİ tarafından 1958'den buyana yapılan 40 yıllık ölçümler analiz edilmiş ve yıl içinde maksimum ve minimum su seviye ölçüm değerleri baz alınarak yıllara göre su seviye değişiminin grafiği çizilmiştir (Çizim 12). Bu grafiğe göre 10 yılda bir maksimum ve minimum su seviyesi 3.5 m. - 4.5 m. arasında değişmektedir. 1965 -1969 ve 1984, yıllarında su seviyesi en yüksek olup 1969' da su seviyesi 919.16 m. 1984 yılında 918.84 m., 1975, 1994 yıllarında ise su seviyesi en düşük olup 1975'de 15.32 m., 1994'de 916.04 m 'dir.

sıkıntısının aşılması ve buradaki hidroelektrik santralının çalıştırılması için bu göle su aktarılmasından kaynaklanmıştır. 1998'de ise beklenenden fazla yağış, 1.25 m. kadar ani bir yükselişe neden olmuştur.



Çizim 12. Eğirdir Gölünde 1958- 2000 Yılları Arasında Haziran ve Ekim Aylarındaki Su Seviye Değişimi ile 2014 Yılına Kadar Tahmini Su Seviye Değişimi Grafiği

2.3.1 Eğirdir Balıkçı Barınağı

Eğirdir Gölü'ndeki ilk yatırımlarımız olan Eğirdir Balıkçı Barınağı inşaatına 1976 yılında başlanmıştır. Su seviyesi 1976 yılı Haziran ayında maksimum 916.25 m., Ekim ayında minimum 915.85 m. arasında değişmektedir. 1976 yılına kadar yeterli süre ve sayıda su seviyesi ölçüm değerleri olmadığından su seviye değişimi analizi yapılamamıştır. Bu nedenle inşaa edilen 400 m. boyunda Ana mendirek ile 180 m. boyunda Tali mendireğin kret kotu, 1958-1974 yılları arasındaki seviye farkı dikkate alınarak, 918 m. yapılmıştır. 1984 yılına kadar meydana gelen su seviyesindeki artışlar nedeniyle barınak kret kotu su seviyesi ile eşitlenmiştir. Bunun üzerine kret kotu 919.60 m'ye yükseltilmiştir.

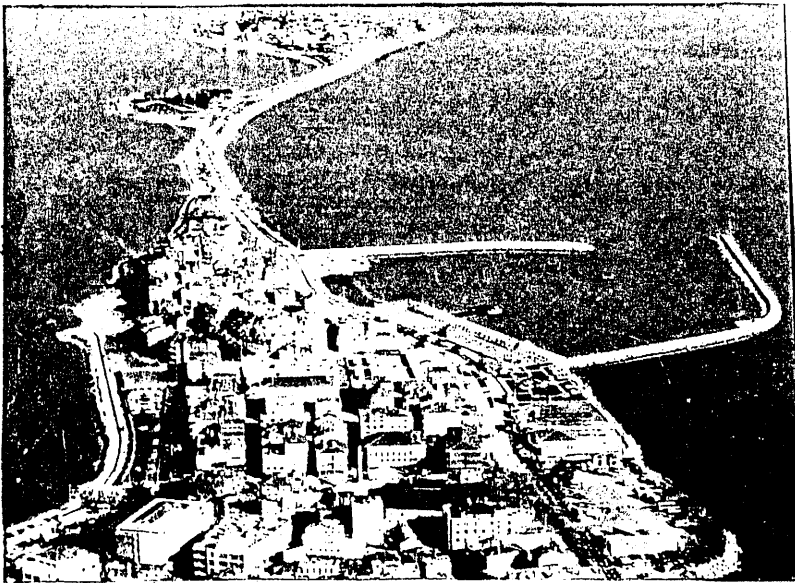
1987 yılında ana mendirek tarafına 919.20 m. kotunda 132 m. boyunda rıhtım yapılmıştır. Yine bu yıllarda su seviyesi haziran ayında 918 m. Ekim ayında ise 917.22 m. olarak ölçülmüştür. Yıl içerisinde meydana gelen 80 cm. ile 1 m. arasındaki kot farkı nedeniyle rıhtım basamaklı olarak iki farklı kotta inşaa edilmiş, her iki su seviyesinde de balıkçıların rıhtımı rahat kullanmaları sağlanmıştır. Daha sonra 1989 yılında tali mendirek yanına 30 m. boyunda çekek yeri yapılmıştır Bu tarihlerde yapılmış barınağın görünümü Çizim 13'de verilmiştir.

Balıkçılığın artması nedeniyle ilave rıhtım ihtiyacı ortaya çıkmış, 1993 yılında mevcut rıhtım ile çekek yeri arasına 917.60 m. kotunda toplam 115 m. boyunda – 1.5 m.’ lik rıhtım yapılmıştır. Su seviyesi 1993 yılı Haziran ayında 916.84 m. Kasım ayında 916.04 m. olup 1995 yılında ise Mayıs ayında 916.45 m. Kasım ayında 915.76 m. olarak ölçülen su düzeyi en düşük seviyeye inmiştir.

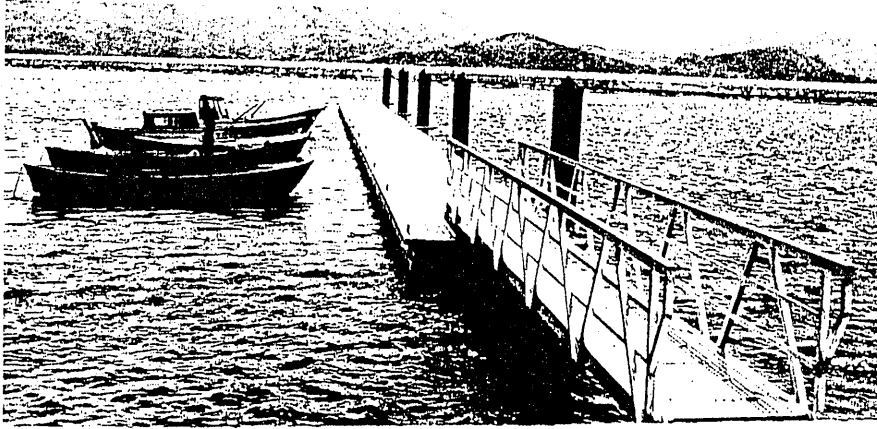
Rıhtım stabilite hesapları gayri müsait olan en düşük su seviyesi dikkate alınarak yapılmalıdır. Deprem ve toprak itki kuvvetlerinden oluşan yanal yükler düşey yüklere göre daha fazla artması nedeniyle, devrilme veya öne doğru eğilme problemi ortaya çıkmaktadır. Nitekim 919.20 m. kotunda inşaa etmiş olduğumuz rıhtımlar bu nedenle öne doğru eğilmiş ve geri sahada da yer yer çökme ve bozulmalar meydana gelmiştir.

Su seviyesinin, 1995 yılından sonra yükselme trendine girdiği Çizim 12’deki grafikten de görülmektedir. 1997 yılında, yıl içerisinde 1 m.’ ye, 10 yılda bir 3.5- 4.5 m. ’lere varan su seviye değişimi nedeniyle rıhtımların büyük bölümü kullanılamamaktadır. Kalıcı çözüm olarak yüzer iskele yapılmasına karar verilmiş, ihalesi yapılmış ve inşaatı tamamlanmıştır. Yüzer İskelelerin fotoğrafları Çizim 14 ve 15’de verilmiştir.

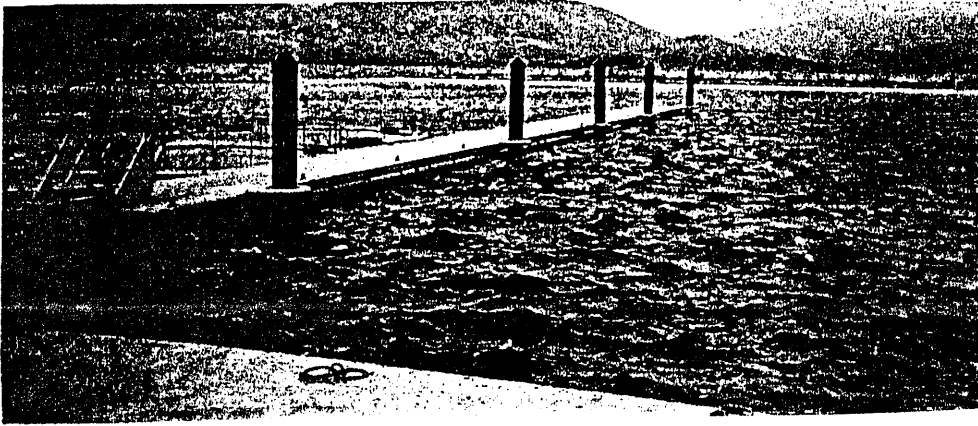
Bu ihale kapsamında 1997 ye kadar olan su seviye değişimleri incelenerek projelendirme yapılmıştır. 917.60 m kotunda yapılmış mevcut rıhtım en kesitinin elverdiği ölçüde yükseltilerek 918.30 m. kotuna çıkarılmıştır. Düşük su seviyelerinde rıhtımın kullanılabilmesi için basamaklar teşkil edilmiştir. Yüzer iskelenin bir tanesi 919.20 m. kotlu rıhtıma, diğeri ise 918.30 m. kotlu yükseltilen rıhtıma yerleştirilmiştir. Yukarıda bahsedilen geri sahada oluşan bozulmalar onarılmıştır. Geri saha üzerine inşaa edilen Balıkçı Hizmet Binasının barınak tarafındaki girişi 919 m. kotunda yapılması o tarihte uygun bulunmuştur. 1994 ve 2000 yıllarında 20’er cm.’ lik yükselme olmuş olup, artışın beklenenden fazla olması durumunda geri saha ve rıhtım su altında kalabilecektir. Bu durumun olması halinde rıhtım kronmanı ve geri saha ilave basamak ile yükseltilerek oluşabilecek sorunlar çözümlenecektir. Yukarıda bahsedilen barınağın inşaa aşamalarını gösterir plan Çizim 16’da verilmiştir.



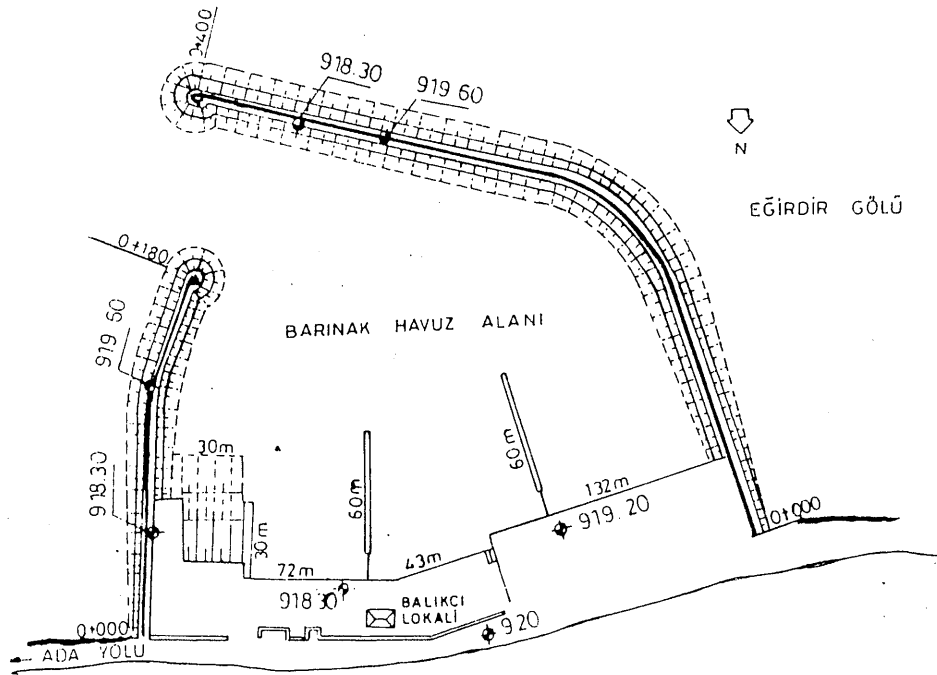
Çizim 13. Eğirdir Balıkçı Barınağının 1989 Yıllarındaki Görünümü



Çizim 14. Eğirdir Balıkçı Barınağı (919.20) m Kotlu Rıhtımdaki Yüzer İskeleden görünüm



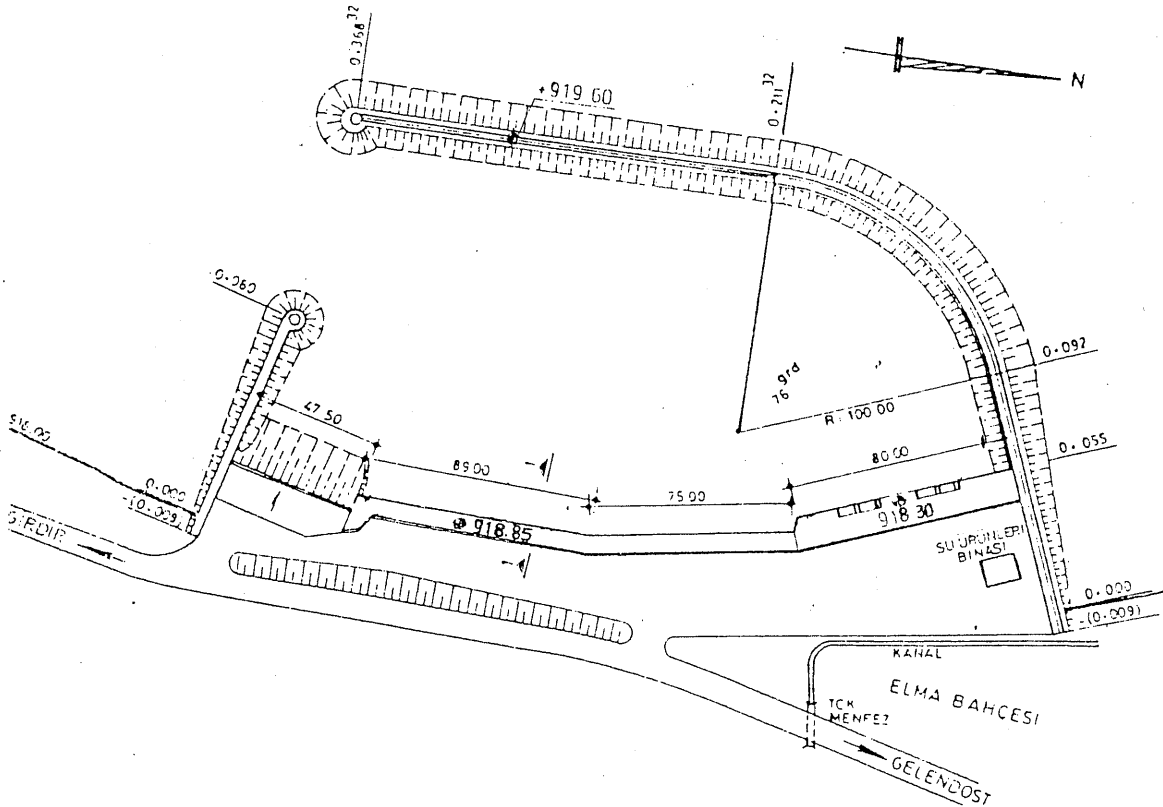
Çizim 15. Eğirdir Balıkçı Barınağı (918.30) m Kotlu Rıhtımdaki Yüzer İskeleden görünüm



Çizim 16. Eğirdir Balıkçı Barınağı Su Seviye Değişimlerine Bağlı İnşaa Aşamaları

2.3.2 Sarıdris Balıkçı Barınağı

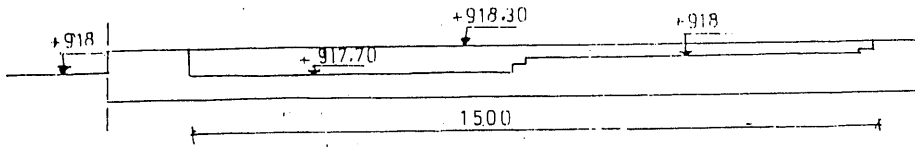
Eğirdir Gölü batısında, Eğirdir İlçesi Sarııdris beldesinde, 1981 yılında yapımına başlanmış olan bu barınağın ana dalgakıran boyu 368 m. tali dalgakıran boyu 80 m. olup korunmuş su alanı 35.000 m.²’ dir. 80 m. boyunda rıhtım, 918.3 m., 918 m., 917.7 m. kotlarında üç basamak halinde yapılmıştır. 164 m.’ lik kıyı düzenlemesi ve 47.5 m. boyunda çekek yeri de mevcuttur. Barınağın su seviyesinin yüksek olduğu dönemde inşaa edilmesi nedeniyle mendirek kret kotu 919.60 m. yapılmıştır (Çizim17).



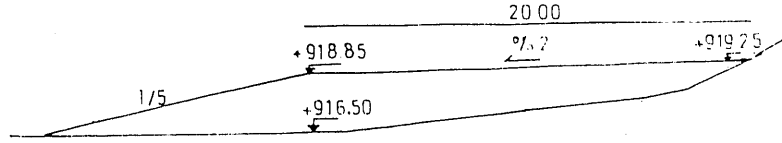
Çizim 17. Sarıidris Balıkçı Barınağı vaziyet planı

Eğirdir Balıkçı Barınağında karşılaşılan mendirek ve rıhtımların su seviyesi altında kalması problemi bu barınakta olmamıştır. Minumum su seviyesinin yaşandığı 1995-1996 yılları arasında rıhtımın basamaklı (Çizim 18), ve kıyı düzenlemesinin eğimli (Çizim 19) yapılmış olması nedeniyle yavaşmada da bir sıkıntı olmamaktadır.

2004 yılına kadar su seviye değişiminin beklenen artışların çok üzerinde olması durumunda barınak kret kotu, su kotu ile aynı düzeyde veya biraz altında kalabilecektir. 918.30 m. kotunda yapılmış olan rıhtımlarda su altında kalacaktır. Bu durumda sahil düzenlemesinin bulunduğu kısma basamaklı rıhtım yapılarak, mendirek kret kotu ve geri saha kotu yükseltilerek burada oluşabilecek sorunlar çözümlenecektir.



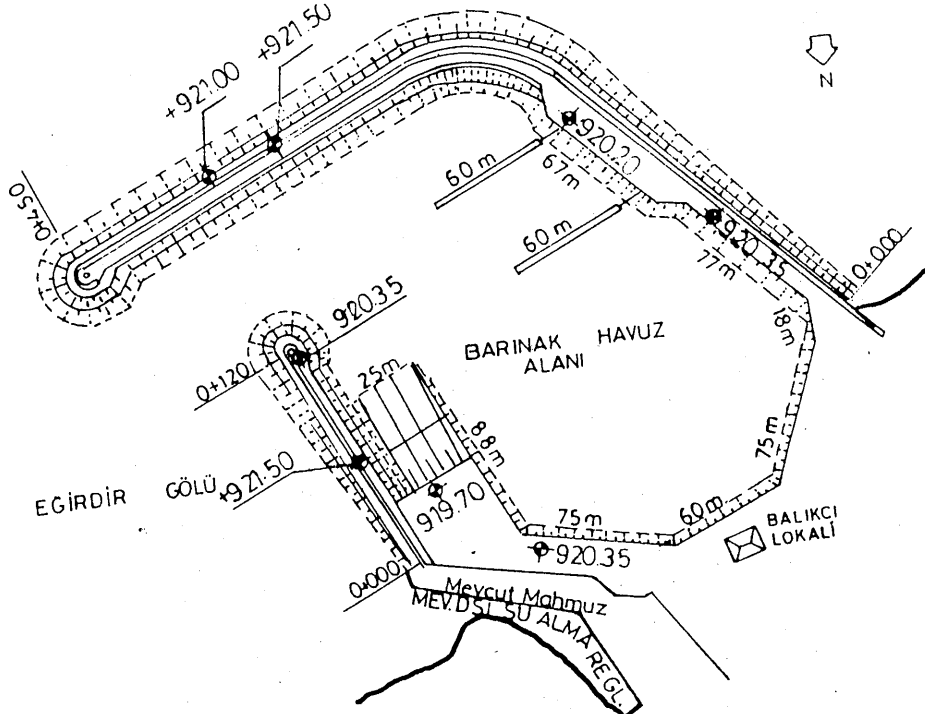
Çizim 18. Sarıdris Balıkçı Barınağı Basamaklı Rıhtım Kesiti



Çizim 19. Sarıdris Balıkçı Barınağı Sahil Düzenlemesi Kesiti

2.3.3. Hoyran Balıkçı Barınağı

1998 yılında ihalesi yapılan ancak ÇED raporunun alınması vb sorunların çıkması nedeniyle yapımına başlanamayan Hoyran Balıkçı Barınağının ana mendirek boyu 450 m., tali mendirek boyu 120 m. olup, korunmuş su alanı 30.000 m.² dir. 2 adet 60 m. boyunda yüzer iskele planlanmıştır (Çizim 20). Dizayn dalgası $H_s = 1.48$ m., periyodu $T_s = 4.6$ sn. olarak hesaplanmıştır (Özgen, 1998).



Çizim 19. Hoyran Balıkçı Barınağı Vaziyet Planı

Elimizde yeterli miktarda su seviye değişimi ölçüm değerlerinin olması nedeniyle sonraki yıllarda oluşabilecek muhtemel su seviye değişimi tahmininin yapılması

mümkündür. Bu nedenle Hoyran Balıkçı Barınağında projelendirme aşamasında, Eğirdir ve Sarıdris Balıkçı Barınaklarında yaşanan ve yaşanacak olan sorunlarla karşılaşmamak için veriler değerlendirilerek optimum çözüm bulunmaya çalışılmış, projelendirmede su seviye değişimi dikkate alınarak Çizim 19’ dan da görüldüğü gibi barınak kret kotu 921 m. seçilmiştir. Yanaşma yeri olarak her su seviyesinde kullanım avantajı olması nedeniyle yüzer iskelenin uygun olacağı düşünülmüştür. Yüzer iskele bağlantıları maksimum ve minumum su seviyesinde kullanılabilecek şekilde dizayn edilmiştir (Çizim 21).

Çizim 20. Hoyran Balıkçı Barınağı Yüzer İskele Bağlantı Kesiti

Van, Eğirdir Göl'leri ile Keban Baraj Gölü'nde yaptığımız yatırımların projelendirme ve yapım aşamasında yaşanan bu tecrübeler bize kıyı mühendisliğinde uzun dönem su seviye değişimi ve dalga ölçümlerinin çok önemli olduğunu göstermiştir. 1995 yılında Van Gölü su seviyesinin ani yükselişi nedeniyle iskelemizin kullanılamaz hale gelmesi ve çevrenin sular altında kalarak maddi zarara neden olması, Eğirdir Gölünde mendireklerin sular altında kalması ve bu nedenle yükseltilmesi gibi örnekler bu hususun önemini ortaya çıkarmaktadır.

Su seviye değişimi nedeniyle karşımıza çıkan ikinci problem stabilite açısından dır. Rıhtım stabilite hesapları gayri müsait olan en düşük su seviyesi dikkate alınarak yapılmalıdır. Deprem ve toprak itki kuvvetlerinden oluşan yanal yükler düşey yüklere göre daha fazla artması nedeniyle, devrilme veya öne doğru eğilme problemi ortaya çıkmaktadır.

Su seviye değişimi olan g llerimizde 2000 yılı itibari ile uzun dönem projelendirmeler için yeterli olmasa bile kısa dönemli projelendirmede kullanılabilecek miktarda ölçüm değerleri mevcut olup, bundan sonraki yatırımlarda bunun dikkate alınması, milli servet olan yatırımlarımızın geleceği açısından son derece önemlidir.

Sonuç olarak su seviye değişiminin bulunduğu yerlerde yapılacak yapılar stabilite, kullanım kolaylığı, maliyet ve yapım kolaylığı gibi pek çok açıdan incelererek ve yeni teknolojiler takip edilerek planlanmalı ve yapılmalıdır.

4. KAYNAKLAR

E E Su akım yıllıkları

DSÖ, Akım Gözlem Yıllıkları

DLH  nşaatı Genel Müdürlüğü Arşivi

DLH  nşaatı Genel Müdürlüğü Kıyı Yapıları Envanteri

YAL  NER, A.C., (1993), Van  skelesi Tarama Hacmi Araştırması, 18.

SE    N,  .U.,       , M., (1998),     . II Ulusal Hidroloji Kongresi “Van G l n n 1998yılı Seviye Yükselmesi Hidrolojik Tahmin  alışmaları konulu tebliği,

    N, Y., (1998), Hoyran Balıkçı Barınağı Hesap Raporu

ABSTRACT

In most of the lakes of our country, water level differences have been measured since 1940. In most of our lakes, Water level decreases and increases in yearly period and also in seasonal period. To estimate possible water level differences Which will occur in the future, We have to investigate the water level differences Which happened in the past. These investigation are very important and necessary for designing structure of shore line on the lakes.

In the scope of the presentation, the past water level differences in the Van and Eğirdir lakes was investigated. Suggestions of projection for the future and with the investigation of this differences of water level affects on the function and stability of shore protection on the lakes and on the dam lakes are discussed with different samples.

DENİZ YAPILARINDA KULLANILACAK ANROŞMANLARIN JEOLJİK VE TEKTONİK ÖZELLİKLERİ

Hasan ŞİŞ

Jeoloji Mühendisi

ÖZET

Bu çalışma; deniz ortamlarında yapılacak yapılara ait kullanılacak doğal kayaç/taş malzemelerin, kullanılma kriterlerinin neler olması gerektiği konusunda, bu alanda çalışma yapmış bilgi ve deneyim sahibi kişi ve kuruluşların neler yaptıklarını, kullanılan doğal yapı malzemelerinin şartname ve standartlarını aktarmaya yöneliktir.

Ayrıca deniz ve diğer su yapılarında kullanılacak anroşman kayaların / kayaçların kullanılabilirlik limitlerinin saptanması ve bu konuda yetkili, bilgili kişi ve kuruluşların bir araya gelerek; tartışmalarını sağlamaya yönelik olup, ortak ve kabul edilebilir değerlerin saptanması amaçlanmaktadır.

Bu özellikler; yani anroşmanların kullanılma kriterleri arazide ve laboratuvarında olmak üzere iki aşamada yapılması en uygun yaklaşım olduğu araştırmacıların ortak görüşüdür.

1.GİRİŞ

Ülkemizde yapılan, Liman, Yat limanı, Balıkçı Barınağı ve kıyıları koruma amaçlı deniz yapıları inşaatlarında yapım sonrası sorunlar olmaktadır. Bu sorunların içinde önemli bir pay da kullanılan malzemenin (kayaçların, anroşmanların veya blok taşların) kalitesine yada kullanılan malzemenin uygun standartta olup olmaması ile ilgilidir. 8500 km'yi geçen kıyılarımızda yapılan yatırımlar ve durumları incelendiğinde kullanılan malzemenin önemi anlatılacaktır.

Bu sorunun aşılması ise, kullanılan kayaçların (taşların) bir çok parametrelerinin arazide (yerinde) ve laboratuvarında değerlendirilmesi sonucu söz konusu kayacın deniz yapılarında kullanılır yada kullanılmaz olarak değerlendirilmelerinden geçer.

Unutulmamalıdır ki bir yada birkaç değerlendirme parametreleri bir kayacın anroşman olarak kullanılıp kullanılmayacağı hakkında kesin bir sonuç vermeyebilir. Bu bakımdan kullanılacak kayacın yerinde gösterdiği durumlarla, atmosfer ve su ortamında göstereceği davranışların bilinmesi gerekmektedir. Bu da yerinde yapılacak etüt ve laboratuvar şartlarında araştırılmasından geçer. Bu çalışmaları arazi ve laboratuvarında olmak üzere iki etapta değerlendirmekle mümkün olur.

Şüphesiz ocakların yeterli rezervde olup olmadığı, istenilen ebatlarda blok alımı, ocak işletmesi ve işletme sırasında en uygun yöntemin seçilmesi ayrı konulardır. Unutulmamalıdır ki liman yapmak bina yapmaktan ,karayolu yapmaktan, tünel ve köprü yapmaktan daha karmaşık ve zor bir iştir. Burada ocaktan alınan/alınacak malzemenin yerinde ve laboratuvarında mühendislik özelliklerinin bilinmesinden geçer.

Ulaştırma Bakanlığı D.L.H. İnşaatı Genel Müdürlüğü ülke çapında deniz yapılarını yaptırmakla yetkili olmasına rağmen, kullanılacak anroşmanlara ait bir standardının olmayışı önemli bir eksikliklerdir. Jeoloji, jeoteknik ve inşaat mühendisliği disiplinlerinin uygulama alanlarını oluşturan deniz yapılarının önemli bir unsuru da kullanılan veya kullanılması düşünülen taş ocaklarıdır. Bu bildirinin sunum amacı da bu konudaki eksikliği gidermeye yönelik olup, konuyla ilgili çalışma yapmış başka kişi ve kuruluşların çalışmalarını da sergileyerek bu alandaki görüş, düşünce ve önerileri değerlendirmek olacaktır.

2. DOĞAL YAPI MALZEMELERİNİN ÖZELLİKLERİ

Doğal yapı malzemelerinin özelliklerini ERDEM, P., (1972) aşağıdaki şekilde değerlendirmiştir.

2.1. Dayanımlılık Durumlarına Göre

Çok az dayanımlı taşlar : 400 kg/cm² den az
Az dayanımlı taşlar : 400 -800 kg/cm² arası
Orta dayanımlı taşlar : 800-1800 kg/cm² arası
Yüksek dayanımlı taşlar : 800-2800 kg/cm² arası
Çok yüksek dayanımlı taşlar : 2800' den büyük.

2.2. Gözenekliliğe Göre

% 20 Çok fazla gözenekli
% 10-20 Çok gözenekli
% 5-10 Oldukça gözenekli
% 2.5 -5 Orta gözenekli
% 1 -2.5 Az gözenekli
% 1 den az Çok yoğun, masif, gözeneksiz

2.3. Bozulmaya (Ayrışmaya) Göre

2.3.1 Fiziksel bozulma

Fiziksel bozulmanın nedenleri atmosfer etkileri olup, bu nedenler:

Isı farkı : Mevsim ve günlük ısı farklarından hacim değişikliği ile genişlemeler sonucu taş yada kayaç dayanıklılığını kaybeder, azaltır.

Yağmur suları : Killi ve marnlı taşlar yağmur suları ile şişerek yumuşar, plastik hale gelir inşaata zararı olur. (deniz yapıları için ...!)

Nem : En önemli bozulma sebeplerinden biridir. Zararlı tuzları ve asitleri taşta tespit eder, bazı hallerde bu maddeler taşın içine doğru sızar. Sık sık nemlenme ve kuruma taş için zararlı bir olaydır.

Don: Taşın dona karşı mukavemeti porozite ile ilgilidir.

Rüzgar: Havadaki toz, kum, kurum parçaları yağmur ile beraber tesir eder.

Güneş Yanması : Taşın üstünde yıldız şeklinde lekeler ve kılcal çatlaklar meydana gelir. Taş parçalanır. Bu olay camı dokulu bazaltlarda sık görülür.

2.3.2. Kimyasal bozulma

Kimyasal bozulmanın başlıca nedenleri “CO₂” ve “O” dır. “CO₂” ve “O” su ile birlikte karbonatları eritir. Sülfat ve kömürlü kısımların okside olmasına sebep olur. Magmatik taşların feldispatlarını da kaolinize eder, yani oksit pas haline gelince hacim büyür bozuşma olur.

3. KAYAÇLARIN DİRENCİNE ETKİ YAPAN FAKTÖRLER

Kayaçların direncine etki yapan faktörleri ERGUVANLI, K., (1973) aşağıdaki şekilde sınıflandırmıştır.

- a). Doku (teksture): Kayaç elemanları yada kristallerin büyüklüğü, tanelerin biçimi, dizilişi dirence etki yapar.
- b). Kristalleşme ve çimentolanma derecesi, kayaç çimentosunun türü.
- c). Kenetlenme derecesi
- d). Porozite
- e). Kayacın doygunluk derecesi
- f). İzotropi ve hemojenite
- g). Süreksizlik
- h). Ayrışma derecesi.
- i). Türkiye' de inşaatlarda kullanılan taşlar üzerinde yapılan deneylerde çıkan sonuçlara göre; kalkerler üzerinde yapılan deneylerde su içinde tutulan numunelerin basınç dirençlerini %40 kadar kaybettiği görülmüştür.
- j). Kalkerli bir ocaktan alınan örneklerin fazla sayıda deneylere tabi tutularak en küçük ile en büyük direnç oranları 0.8- 1.1 arasında olmalı.
- k). Parke olarak kullanılacak taşların basınç dirençleri 1200 kg/cm² olmalı (TSE)
- l). Yapılarda taşıyıcı olarak kullanılacak taşların 400 kg/ cm²'den düşük olmamalıdır.
- m). Su emmesi; %0.5'den küçük olan taşlar yüksek dirençlidir. Su emmesi %3'e kadar olanlar kullanılabilir. Büyük olanlar kullanılmaz.

Taşların Yapı Malzemesi Olarak Kullanılabilmeleri İçin;

- n). Özgöl ağırlık,
- o). Porozite,
- p). Su emme,
- q). Birim hacim ağırlığı,
- r). Basınca karşı direnç,
- s). Atmosfer etkisine karşı direnç,
- t). Aşınma,
- u). Parçalanma (sadme ile darbe),
- v). Şekil ve hacim özelliklerinin laboratuvarında araştırılıp rakamlarla ifade edilmesi gerekir.

4. SAĞLAM KAYAÇLARIN TEKNİK SINIFLAMASI

ATAMAN T., (1982) kırık ve çatlak içermeyen taşların teknik sınıflamasını iki özelliği dikkate alarak düzenlemiştir.

4.1. Basınç Dayanımına Göre

SINIFI	NİTELİĞİ	Kg / cm ²
A	Çok yüksek dayanımlı	>2200
B	Yüksek dayanımlı	1100 - 2200
C	Orta dayanımlı	550 - 1100
D	Düşük dayanımlı	275 - 550
E	Çok düşük dayanımlı	< 275

4.2. Kayaçların yerinde değerlendirilmesi

KAYAÇLARDAKİ ÇATLAKLAR ARASI UZAKLIK	AÇIKLAMA
5 cm	Çok yakın
5 - 30 cm	Yakın
30 -90 cm	Oldukça yakın
1.0 -3.0 m	Uzak
>3.0 m	Çok uzak

5. KAYAÇLARIN BASINÇ DİRENÇLERİNE GÖRE SINIFLANDIRILMASI

ERGUVANLI, K., (1978) kayaçların basınç dirençlerine göre yaptığı sınıflandırma aşağıda görülmektedir.

DEYİM	Basınç Direnci Kg/cm ²	ARAZİDE SERTLİĞİ KESTİRME
Çok yumuşak	< 0.4	Cıvık avuç içinde sıkınca pıtlar
Yumuşak	0.4 –0.8	Parmaklar arasında kolayca yoğrulur
Sertçe	0.8 –1.5	Parmaklar arasında zor yoğrulur
Sert	1.5 -3	Parmaklar arasında yoğrulmaz
Çok sert	3- 6	Tırnakla çizilir
Çok sağlam zemin veya çok zayıf kaya	6- 12.5	Gevrek elle zor kırılır
Zayıf (Ayrışmış)	12.5- 50	Çok yumuşak, çekiçle vurunca ufalanı
Orta zayıf (Ayrışmış)	50- 125	Elle kırılmaz çekiçle az ufalanır
Sağlamca	125- 500	Yumuşakça, kazma ucu iz yapar
Sağlam	500-1000	Sert, elle tutulan parça bir çekiç vuruşuyla kırılır
Çok sağlam	1000-2000	Çok sert, birden fazla çekiç darbesiyle kırılır
Çok çok sağlam	>2000	Çok sert, birden fazla çekiç darbesiyle kırılır

Son yıllarda direnç Kg/cm² yerine MN/m² veya MPa olarak gösterilmektedir.

1MPa → 1MN/m² = 10,2 Kg /cm²

6. DOĞAL YAPI TAŞLARININ KULLANILMA ŞARTLARI

TANYOLU, E., (1983) çalışmalarında doğal yapı taşlarının;

1. Su emmesinin %1.8 den küçük olması,
2. Don deneyi sonucu ağırlık azalması %5 den fazla olamaması (25 deney tekrarı sonucu) gerektiğini belirtir.

6.1. TCDD Balast Teknik Şartnamesi (TSE-7043)

Balast olarak (kırmataş) kullanılacak kaya yada taş özellikleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

1. Aşınmaya dayanıklılık: 100 devir sonunda max.%10, 500 devir sonunda max.%30 olmalıdır.
2. Su emme: % 2 den büyük olmamalıdır.
3. Dona dayanıklılık:
4. Sodyum sülfatta % 10 dan fazla kütle kaybı olmamalıdır.
5. Manganezyum sülfatta % 15 den fazla kütle kaybı olmamalıdır.
6. Organik kökenli madde miktarı: ağırlıkça %0.5 den fazla olmamalıdır.
7. Yoğunluk : 2.5 gr/cm³ den büyük olmalı.
8. Özgül ağırlık: 2.5 gr/cm³ den büyük olmalı
9. Birim hacim ağırlığı: 2.5 gr/cm³ den büyük olmalıdır.
10. Basınç mukavemeti: 1000 kg/cm² den büyük olmalıdır.

6.2. Bayındırlık Ve İskan Bakanlığı Yapı Malzemeleri Standartları (TSE-2513)

6.2.1. Doğal yapı taşlarında minimum basınç ve eğilmede çekme dayanımı değerleri

TAŞIN CİNSİ	Basınç Day.(Min) Kgf / cm ²	Eğ-Çekme Day. (Min) Kgf / cm ²
Kalker, traverten, kireç bağlayıcı kumtaşı	350	30
Yoğun kalker, dolomit, bazalt	500	40
Silis çimentolu kumtaşı, grovak	800	60
Granit, siyenit, melafir, diyabaz, andezit	1200	75
Diğer tortul ve metamorfik taşlar	500	50
Diğer püskürük taşlar	1400	80

6.2.2. Doğal Parke Taşlarının Özellikleri

Taş Cinsi	Özgül Ağırlık (Min)	Gözeneklilik Hacim % Max	Su Emme Ağırlık % Max	Basınç Day. Min Kgf / m ²	Eğ-Çek Day. Min Kgf/cm ²	Sürtünmeden Dolayı Aşınma (50 cm ² de cm ³ Max)	Darbe Day. (Min)
Granit	2.60	1.5	0.5	1600	100	8	10
Diyorit	2.85	1.2	0.4	1700	100	8	10
Bazalt	3.00	0.9	0.3	2500	150	8.5	12
Diyabaz	2.80	1.1	0.4	1800	150	8	11
Gabro	2.85	1.2	0.4	1700	100	8	10
Grovak	2.65	2.0	0.5	1500	130	8	10

Çizelgede adı geçmeyen fakat yukarıda gösterilen değerlere sahip olan taşlar da parke taşı olarak kullanılabilirler.

6.2.3. Dona Dayanıklılık Sınır Değerleri

AGREGA SINIFI	AĞIRLIKÇA (%) KAYIP	
	Sodyum Sülfat Çözeltisi	Magnezyum sülfat çözeltisi
İnce agrega	15.0	22.0
İri agrega	18.0	27.0

Aynı ocak malzemesi ile yapılmış ,normal hava şartları altında beş yıl içinde aşırı derecede yıpranma göstermemiş betonlar varsa veya bu agregalarla yapılan beton üzerinde donma ve çözülme deneyleri uygun sonuç vermiş ise bu özellik aranmaz.

6.3. ASTM Beton Ve Asfalt Kaplama Standartları(Agregalar İçin)

Beton ve asfalt kaplamaları için max. aşınma %35

Don kaybı (Sodyum sülfatta) max.%12 (Dona karşı dayanıklılık)

Soyulma deneyi (Su tesirine karşı dayanıklılık) :

Beton asfalt için Soyulma deneyi maksimum %25 olmalıdır.

Atmosfer basıncı altında su emme yeteneği % 0.5 den küçük olmalıdır.
Donma katsayısı ≤ 0.8 olması halinde dayanıklı olup;
Su emme % 1.8 den küçük olmalı
Don kaybı % 5 den küçük olmalıdır. (Don çözülme deneyi sonucu)
Cevher içeren agregalar hariç; birim hacim ağırlığı $2.6 - 2.9 \text{ gr./cm}^3$ olmalıdır.

7. İNŞAATLARDA KULLANILACAK KIRMA TAŞ VE BALAST ŞARTNAMESİ(D I N -- ALMANYA) KUMBASAR, F.,(1970)

Bu şartnamede kullanılacak taşlar yerinde ve laboratuvarında olmak üzere iki aşamada incelenmektedir.

7.1 Yerinde Yapılan Gözlem Ve İncelemeler

Taşın cinsi: Taşın kuru ve ıslak olduğu zamanlarda; yeni ve eski kırılma yüzlerinin renk ve görünüşü, kırılma yüzeylerinin özellikleri(düz, pürüzlü, parlak olması gibi).Kenar ve köşelerinin özellikleri (sağlam, keskin).Çekiçle vurulduğunda çıkan sesin özelliği, kuru numune koklandığı zaman kil toprak kokusu duyulup duyulmadığı, küçük parça taşların kırılma esnasında koku hasıl edip etmediği, taşların mineral durumunun kalitatif olarak tahmin edilmesi gerekir.

Magmatik taşlarda ana kütle ve bunun içindeki mineraller: Klastik taşlarda ise çekirdek ve bağlayıcı maddeler ayrı ayrı incelenip bilinmelidir. Mukavemet ve aşınmaya da yanıklık bakımından taşı teşkil eden her mineral önemli olduğundan bu hususta bilhassa fazla itina gösterilmelidir. Klastik taşlar; bir taraftan gayet sert ve aşınmaya dayanıklı, diğer taraftan çabuk kırılabilen mukavemetsiz hatta elverişsiz, zararlı elemanlar olabilir. Ayrıca taşı meydana getiren elemanların değişikliği büyük önem taşır.

Kayacın (taşın) bünyesi (Strüktürü) yani; tane örgüsü ve tane arası dolgu: Bu konuda tane büyüklükleri, özellikleri, durumu, tane büyüklüğünün taş içindeki dağılışı şekli, birbirine bağlantı şekilleri incelenmelidir. Tane örgülerinin dağılıma ve örgü şekilleri, dizilimleri, homojen olup olmadıkları ve porozite hakkında bilgi verilmelidir.

Kayaçların düzensizliği: Ayrılma, yarıлма, kılcal çatlaklar, damarlanma, parçalanma özellikleri iyi incelenmelidir.

İnce kesit: Taşın cinsi,taşı meydana getiren mineraller (nokta sayısı kantitatif metoduna göre yapılmalıdır.) Aşınmaya karşı ve diğer tesirlere karşı mukavemeti kendini teşkil eden en zayıf elemanların mukavemetinden daha fazla olamaz.

Bazaltlarda güneş yanığının incelenmesi: Kayaçların hava tesiri ile atmosfer şartlarında yüzeylerinin renginin bozulup bozulmadığı, pirit,markazit, manyetit gibi minerallerin varlığı bütün taş bloğunun bozulmasına yol açar.

7.2. Laboratuvar Deneyleri

Yoğunluk (kaba, hakiki yoğunluk derecesi, toplam boşluk), Su alma (su emme), Suya doyma derecesinin tespiti, Don dayanıklılığı deneyi, Basınç deneyi, Kristalleşme deneyi Aşınma deneyi, Darbe deneyi yapılmalıdır.

Devlet otobanlarında kullanılacak kırmataşın (mıcırın) basınç dayanımı 2000 kg/cm² olmalıdır. Orta trafikli yollarda en az 1500 kg/cm² olmalıdır. Az trafikli yollarda 1000 kg/cm² olmalıdır.

8. ULAŞTIRMA BAKANLIĞI D L H İNŞAATI GENEL MÜDÜRLÜĞÜNÜN İNŞAATLARDA KULLANDIĞI DOĞAL AGREGALARIN VE ANROŞMANLARIN KULLANILABİLİRLİK DEĞERLERİ (ŞARTNAME -1987)

8.1. Havameydanları inşaatında kullanılan konkose edilmiş temel ve temel altı malzemeleri için

Aşınma (Los Angeles) max. % 40 olmalıdır. Dona karşı dayanıksızlık (Na₂ SO₄) max. % 12 olmalıdır. Betonlarda kullanılan agregalar da Don dayanımı (Na₂SO₄) max. % 12, (MgSO₄) max.% 15dir. Los Angeles Aşınma kaybı max. % 35, No 200 den geçen (kil, silt) max %1 dir. ASR (Alkali Silika Reaksiyonu) yabancı aktif silis reaksiyonu max. %0.15, dere malzemesinden elde edilen kırmataşlarda % 0.10'a kadar olanlar kullanılır. Hızlandırılmış genleşme deneyi (Kanada metoduna göre % 0.2 ve üstü reddedilir. Kıрма taşlarda % 0.2- 0.1 arası ve alkali silika vermeyen malzemeler kullanılır.

8.2. Asfalt Kaplamalar için

Kaba agrega için Yoğunluk 2.5 gr/cm³, Aşınma Yüzdesi (AASHOT 96) Na₂SO₄ 500 devir için %35, Don dayanımı (AASHOTOT 104 %12 Soyulma nispeti %25'i aşmayacak. Su Arbsorsiyonu %2.5'e kadar olanlar kullanılır.

8.3. Limanların “Deniz İşlerine Ait Genel Teknik Şartnamesinde”

：“.....Anroşman olarak kullanılacak taş, Kontrol Mühendisi tarafından uygun görülecektir.Ayrılmış kaya kabul edilmeyecektir. Sağlam kayacın özgül ağırlığı 2.5 Ton/m³ den aşağı olmayacaktır.Pratik olarak suya karşı geçirimsiz olacaktır.denilmektedir.”Ancak; 2 Şubat 1995 tarih ve 1829 Sayılı Bakanlık oluru ile kullanılacak anroşmanların yoğunluğu 2.2 Ton/m³ den aşağı olmayacaktır “ denilmektedir. Anılan tarihten buyana uygulama böyledir. TSE 2513'de de DOĞAL YAPI TAŞLARININ ÖZGÜL AĞIRLIĞI: 2.55 gr/cm³ den aşağı olmayacaktır der.

9- KAYAÇ KÜTLESİNDEKİ AYRIŞMA SINIFLARI

Dearman , Baynes ve İrfan (1978) tarafından aşağıdaki sınıflandırma yapılmıştır.

TERİM	SINIF	TANIM
Taze	I	Kayaç maddesinde ayrışmanın hiç bir etkisi görülmez; belki ana süreksizlik etkisi görülmez; belki ana süreksizlik yüzeylerinde renk değişimi olabilir.
Az Derecede Ayrışmış	II	Renk değişimi kayaç maddesinin ve süreksizlik yüzeylerinin ayrıştığını gösterir. Ayrışma sonucu kayaç kısmen renk değiştirebilir. Fakat henüz direncinden bir şey yitirmemiştir.
Orta Derecede Ayrışmış	III	Kayaç maddesi tümüyle renk değiştirmiş ve kayaç önemli ölçüde direncini yitirmiştir. Taze veya renk değiştirmiş dirençli kayaç ya süreksiz bir çatı veya çekirdek taşları şeklinde bulunur.
İleri Derecede Ayrışmış	IV	Kayaç kısmen toprağa bozuşmuş ve / veya ufalanmıştır. Toprak içinde taze veya renk değiştirmiş veya dayanımsız kayaç maddesi ya süreksiz bir çan veya çekirdek taşları şeklinde bulunabilir.
Tümüyle Ayrışmış	V	Kayaç tümüyle toprağa bozuşmuş ve / veya ufalanmıştır. İlksel kayaç yapısı ve dokusu kısmen korunmaktadır.
Kalıntı Toprak	VI	Kayaç tümüyle toprağa dönüşmüştür Kütlesel yapı ve maddesel doku bozulmuştur. Hacim büyük ölçüde azalmıştır, fakat toprak henüz aşınmamıştır. A ve B toprak seviyelerine ayrılabilir.
Sınıf II ,III ; IV kayaç maddesinin bileşim oranlarına göre alt sınıflara bölünebilir.		

10. TAŞOCAKLARINDA NUMUNE ALINMADAN ÖNCE OCAK YERİNDE VEYA OCAK AYNASINDA ASGARİ İNCELENECEK ÖZELLİKLER (TSE 699) (KÖKEN İTİBARI İLE)

10.1. Magmatik Taşlar

Granit, Siyenit, Pegmatit, Monzonit, Gabro, Diyorit, Peridotit, Serpantin, Porfir, Diyabaz, Dasit, Trakit, Andezit gibi.

Yatak durumu : Batolit, Lakolit, Sil, Damar, Örtü, Koni, Fakolit, Dayk, Kubbe, Blok...vb.

Tektonik unsurlar : Çizgi ve düzlem şeklindeki akıntı unsurları, yatay ayrılma düzlemi.

Kırılma unsurları : Enine, boyuna, faylar.

Boyutlar : Ocaktan alınabilecek en büyük blok boyutları ve elde edilme oranları.

0-2, 2-4, 4-6, 6-10 ve 10 tondan büyük blok. Ocağın ne oranda blok vereceği, Ocak üzerinde örtü kalınlığı ve türü, renk farklılıkları, tane büyüklüğü, gözeneklilik, taşın kullanımına etken olacak mineral birikimi, ocakta başka cins taş olup olmadığı, taşlardaki yerel, yanal ve düşey değişiklikler.

10.2. Tortul Taşlar

1. Kalker, radyolarit, traverten, konglomera, dolomit, jips, kumtaşı, grovak, arkoz
2. Yaşı : Zaman, devir, devre.
3. Tabakalanma : Alt ve üst yüzeyleri, doğrultu, eğim, tabaka kalınlıkları.

4. Tabakaların kırıklı yapısı: Çatlak, yarık, fay, fissür, çatlak dolgusu, çatlak genişliği ..gibi.
5. Çatlak sıklığı.
6. Ocakdan alınabilecek blok büyüklükleri ve oranları
7. Tabakaların, renk, sertlik doku ve tabaka kalınlıkları ve tabakalanma durumları.
8. Fosil, mineral, organik madde, boşluk durumu.
9. Taşın ocakta bulunuş şekli: Tabakalı, masif.

10.3. Metamorfik Taşlar

Özellikleri, oluş ve yataklanma şekilleri bakımından magmatik ve tortul taşlara yaklaştığından incelemeler yukarda bahsedilen 1. ve 2. Grup taşların aynısı yapılmalıdır. Ayrıca her üç grup taşlar için petroğrafik muayeneler yapılmalıdır.

10.4. Doğal Yapı Taşlarında Uygulanacak Laboratuvar Testleri (TSE 699)

Hacim kütlesi deneyi, Su emme deneyi ; kaynar suda su emme deneyi, basınç altında su emme deneyi. Görünen Porozite Deneyi, Komposite (Doluluk oranı deneyi), Porozite Derecesi Deneyi, Doygunluk katsayısı, Basınç mukavemeti deneyi, Eğilme mukavemeti deneyi, Darbe mukavemeti deneyi, Elastisite modülünün tayini, Sürtünme ile aşınma kaybı deneyi, Tabii don tesirine dayanımlılık deneyi ve don deneyi sonu basınç mukavemeti deneyi, Don kaybı deneyi (Sodyum sülfat veya magnezyum sülfatla), Darbeli aşınma deneyi (Los Angeles), Çekme mukavemeti deneyi, Su geçirimliliği (Permeabilite)deneyi, Bazaltlar da güneş yanığı deneyi, Pas tehlikesinin tayini deneyi.

- 1) Kayaçları meydana getiren mineraller arasında hava etkisi ile paslı renk bozukluklarının meydana gelmesine sebep olabilecek pirit, markazit, pirotin, magnetit, demir karbonat karışımları ve biyotit gibi minerallerin leke oluşturacak miktar ve durumlarını, havanın ve nemin etkisiyle ortaya çıkabilecek sülfürik asidin taşdaki diğer mineralleri etkileyip etkilemeyeceğinin tayini için yapılır.
- 2) TSE 699 'a göre saptanan suya doymun halde ki küp veya çapı yüksekliğine eşit olan silindir şeklindeki numunenin basınç dayanımı 1000 kg/cm^2 'den büyük olanlara aşınma deneyi yapmaya gerek yoktur.
- 3) TSE 699'a göre kırma taş agregaları; belirlenen taşın su emme oranının ağırlıkça % 0.5 den büyük olması, suya doymun taşın küp basınç dayanımının 1500 Kg/cm^2 olması halinde dona karşıda dayanıklıdır.
- 4) TSE2513'de dona karşı dayanıklılık %5 den fazla olmamalıdır.(Ağırlık azalması).

11. DSİ'DE KULLANILAN ANROŞMANLAR

DSİ malzeme laboratuvarında uygulanan yöntemler ve yapılacak çalışmalar aşağıdaki gibi sıralanmıştır.(DSİ, 1961)

11.1. Yapı Malzemesi Olarak Kullanılacak Taşların Bilinmesi Gereken Özellikleri

Renk, Parlaklık, Taşın cinsi, Taşların ihtiva ettikleri minerallerin dağılımı, Yoğunluk, Sertlik,Aşınma derecesi, Tutunma kabiliyeti, Elastik ve plastik tutumu, İşlenebilme kabiliyeti, İşlenebilme kabiliyeti, Don mukavemeti, Su geçirimliliği, Normal hava değişimlerine direnci, Kimyasal tesirlere ve ısı değişimlerine karşı gösterdiği dirençlerin

bilinmesi gerekir. Ayrıca; Basınç dayanımları 500 kg/cm^2 den küçük olamaz. Dona karşı dayanıklılık Don deneyi sonu basınç değeri normal basınç değerinin %15'inden küçük olamaz. Don kaybı: %10 dan fazla olamaz. Özgül ağırlık 2.55 gr/cm^3 'den küçük olmamalıdır. Su emmesi %1.8 den fazla olmamalıdır. Aşınma kaybı: 100 devir sonunda max.%10 olmalı, 500 devir sonunda max.%40 olmalıdır.

11.2. Blok Taşlarda İstenilen Mühendislik Özellikleri

Birim hacim, ağırlık, Su emme, Porozite, Basınç dayanımı, Los Angeles aşınma dayanımı, Suda aşınma kaybı, Petroğrafik analizleri sonuçları istenir.

11.3. Barajlar İçin Kullanılacak Anroşmanlarda İstenilen Deneyler

ŞEKERCİOĞLU E.,(1993)'e göre: Birim ağırlık, Özgül ağırlık ve erime, Basınç dayanımı, Sodyum sülfat ile hava koşullarına dayanım, Los Angeles aşınma kaybı, Görünür porozite, Arbsorbsiyon (Su emme), Petroğrafik analiz ve Özgül ağırlık 2.6 gr/cm^3 ' den büyük, Don deneyi sonucu direnç kaybı max. %10, Basınç dayanımı min. 500 kg/cm^2 , Los Angeles aşınma kaybı 100 Devirde max. %10, 500 Devirde max. %40 olmalıdır.

11.4. Kayaçları Basınç Dayanımına Göre

SINIFI	DAYANIM	TEK EKSENLİ SIKIŞMA DAYANIMI kg/cm^3
A	Çok yüksek	> 2200
B	Yüksek	1100 – 2200
C	Orta	550 – 1100
D	Düşük	275 – 550
E	Çok düşük	< 275

12. KAYA KALİTE SINIFLAMASI İÇİN LABORATUVAR TESTLERİ

Yalnız Kireçtaşları İçin Cıra/Cur 1991 aşağıdaki sınıflamayı yapmışlardır.

LABORATUVAR DENEYLERİ	KAYA KALİTE SINIFI			
	Mükemmel	İyi	Marjinal	Zayıf
Blok Yoğunluğu (t/m^3)	>2.9	2.6-2.9	2.3-2.6	<2.3
Su emme derecesi (%)	<0.5	0.5-0.2	2 - 6	>6
M. Sülfata dayanıklılık (%) BS 812-6349	<2.0	2 – 12.0	12 – 30	>30
Donma – Çözülme (%)	<0.1	0.1- 0.5	0.5 –2.0	>2.0
Metelin absorpsiyonu(g/100)	<0.4	0.4- 0.7	0.7- 1.0	>1.0
Kırık mukavemeti, $\text{Mpa m}^{1/2}$ (ISMR 1988)	>2.2	1.4- 2.2	0.8- 1.4	<0.8
Nokta yükleme indeksi, Mpa (ISMR 1985)	<8	4 – 8	1.5 – 4	<1.5
Yaş dinamik ezilme değeri (%)	<12	12-20	20-30	>30
Aşınma dayanımı indeksi(100 dön.)	<0.002	0.002 –.004	0.004-0.015	>0.015
Blok bütünlüğü–düşme deneyi (%)	<2	2 – 5	5- 15	>15

13. AÇILMIŞ OCAK AYNASINDA, SONDAJ KAROTLARINDA, ARAZİDE KARMAÇLARI TANIMLAMA VE TANIMLARA AİT KRİTERLER (E.İ.E.İ. 1979)

Çizelge 11.1 Renk Tablosu

1	2	3
Pembe	Pembemsi	Açık
Kırmızı	Kırmızımsı	Koyu
Sarı	Sarımsı	
Kahverengi	Kahverengimsi	
Zetyuni		
Yeşil	Yeşilimsi	
Mavi	Mavimsi	

1	2	3
Beyaz		
Bej		
Gri	Grimsi	
Turuncu		
Mor	Morumsu	
Siyah		

Çizelge 13.2. Tane Boyu Tablosu

TANIMLAMA	BOYUT (mm.)	TANIMA	EŞDEĞER TOPRAK TIPI
Çok ince Taneli (Çok ince kristalli)	<0.06	Tekçe Taneler el büyüteci ile görülmez	Kil ve siltler
İnce Taneli (ince kristalli)	0.06-0.2	Tekçe Taneler el büyüteci ile ancak görülebilir.	İnce kum
Orta Taneli (orta kristalli)	0.2-0.6	Taneler el büyüteci kolaylıkla çıplak gözle ancak görülebilir.	Orta kum
Kaba Taneli (İri kristalli)	0.6-2.0	Taneler çıplak gözle kolayca görülür.	Kaba kum
Çok Kaba Taneli (Çok iri kristalli)	>2.0	Taneler ölçülebilir.	Çakıl

Çizelge 13.3. Arazi Çalışmasında Yapılan Sınıflama

SINIFLAMA	SAHA DENEYİ	Tek Eksenli Basınç Direnci Sınırları Kg/cm ²
Çok yumuşak	Çakı ile kesilebilir, Jeolog çekicinin sivri tarafının sert darbeleri ile parçalanır.	10-30
Yumuşak	Çakı ile kazınabilir, sert çekiç darbeleri ile 2-4 mm'lik çentikler oluşur.	30-100
Orta sertlikte	Çakı ile kazınamaz veya kesilemez, el numuneleri sert çekiç darbeleri ile kırılır.	100-500
Sert	Sert çekiç darbesi ile zorlukla kırılabilir.	>500

Çizelge 13.4. Kaya Ayırışma Tablosu

BULGU ŞEKİLLERİ/ TANIMLAMA TERİMİ	RENK BOZULMASI	KIRIK KOŞULLARI	YÜZEY ÖZELLİKLERİ	ÖZGÜN DOKU	TANE DOKANAĞI
Ayrışmış	yok	Kapalı veya renk bozulması	Değişmemiş	Korunmuş	Sıkı
Az Ayrışmış	kırığın her iki tarafında kırık aralığının %20'sinden az	Renk bozulmuş kalın dolgu kapsayabilir	kısmi renk değişmesi	Korunmuş	Sıkı
Orta Derecede Ayrışmış	kırığın her iki tarafında kırık aralığının %20'sinden fazla	Renk bozulmuş kalın dolgu kapsayabilir	kısmi tam renk bozulması, zayıf çimentolu kayalar hariç dağılgan değil	Korunmuş	Kısmen açık
Çok Ayrışmış	Boydan boya	—	Dağılgan ve çukurlanma olası	Oldukça korunmuş	Kısmen ayrılmış
Tamamen Ayrışmış	Boydan boya	—	Toprağa benzer	Kısmen korunmuş	Tamamen ayrılmış

Çizelge 13.5. Pürüzlülük Tablosu

SINIFLANDIRMA	TANIMLAMA
Düz	Özellikle dokunulduğunda pürüzsüzdür. Sürtünme izleri bulunabilir
Hafif pürüzlü	Kırık yüzeylerinde girinti ve çıkıntılar (pürüzler) görülür ve açıkça hissedilebilir.
Orta pürüzlü	Pürüzler açıkça bellidir ve kırık yüzeyi aşındırıcı görünüştedir.
Pürüzlü	İri pürüzler görülebilir. Bazı çıkıntılar ve yüksek açılı basamaklar belirgindir.
Çok pürüzlü	Kırık yüzeyinde hemen hemen dik basamaklar ve çıkıntılar vardır.

Çizelge 13.6. Süreksizlik Açıklığı Tablosu

TANIMLAMA	AÇIKLIK(mm.)
Kapalı	0
Az açık	0-1
Açık	0-5
Çok açık	5-25 *

*Açıklık 25 mm'den fazla olduğu takdirde ana kırık olarak tanımlanmaktadır.

Çizelge 13.7. Süreksizlik Aralığı Tablosu

Yapısal şekiller için tanımlama, tabakalama, yapraklama veya akma bantları	Aralık (mm)	Eklem,fay ve diğer kırıklar için tanımlama
ÇOK KALIN (Tabakalı, yapraklanmalı veya bantlı)	1000'den büyük	ÇOK SEYREK
KALIN	300-100	SEYREK
ORTA	100-300	ORTA
İNCE	30-100	SIK
ÇOK İNCE	10-30	ÇOK SIK
Mikro yapı şekilleri için tanımlama, laminalama, yapraklama veya dilinim	—	—
İNCE LAMİNALI (yapraklanma veya dilinimli)	3-10	
ÇOK İNCE LAMİNALI	<3	

Çizelge 13.8. Dolgu Özelliği Tablosu

TANIMLAMA	AÇIKLAMA
Temiz	Kırık dolgusu yoktur.
Lekeli	Sadece kayada boyanma vardır. Görülür dolgu malzemesi yoktur.
Dolgulu	Kırıkta belirli dolgu malzemesi vardır.

14. DENİZ YAPILARI İÇİN İDEAL TAŞ ÖZELLİKLERİ

Limanlarda kullanılacak anroşmanlar üzerinde aşağıdaki ölçüler (Ciria /Cur 1991) esas alınmıştır.

ÖZELLİK	KORUMA TAŞI	FİLTRE TAŞI	ÇEKİRDEK DOLGU
Ayrışma derecesi	I-II	I-II	I-II
Çatlak aralığı	1m+	0.5m+	0.2m+
RQD (%)	80-100	75-100	55-100
Porosite	0-5	0-10	0-10
Su Emme (%)	<2.0	<2.5	<3.0
Tek eksenli Basınç c (Mpa)	>100	>100	>50
Yoğunluk (kg/m ³)	>2600	>2600	>2000

RQD: 100 mm'den uzun kırksız taş boyunun toplam örnek boyuna oranı

SONUÇLAR

Ulaştırma Bakanlığı, Demiryolları, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğünün; su ve deniz ortamlarında kullanılacak anroşmanlara ait yeterli şartnamesi ve kayaçların niteliklerine yönelik kullanma standartları yoktur.

Bu konuda çalışma yapan uzman kişi ve kuruluşlarla ayrı bir çalışma yapılarak, bu eksikliklisini en kısa zamanda giderilmesi her şeyden önce ülke menfaatine uygun olacaktır.

Su yapılarında kullanılacak anroşmanlar ocak yerinde ve laboratuvarda olmak üzere iki aşamada değerlendirilmelidir.

Yerinde yapılacak gözlem, inceleme, araştırma sonuçlarına göre; jeolojik ve jeoteknik özellikleri uygun olmayan malzemeleri laboratuvarda incelemeye ve bu konuda boş yere emek, zaman ve para harcamaya gerek yoktur.Ocak yerinde yapılması gereken jeolojik gözlem ve etütler için bütün kayaç grupları ayrı ayrı incelenmelidir.

Tortul Kayalar: Renk; rengin dağılışı, taze kırık yüzeylerinin rengi içerdiği mineraller, içerdiği mineraller, çimentolanma türü, tabaka özellikleri, tabaka kalınlığı, tabakaların yüzey yapıları, doğrultu ve eğim, yapısal özellikler (fay, kırık, çatlak), ayrışma yüzeyleri ve ayrışma derecesi, yanal ve dikey devamlılık, Fosiller tanınma dereceleri, adları, korunma durumları, çatlak sıklığı ve çatlak dolgusu, kayacın yaşı, ocaktan alınabilecek blok büyüklükleri ve tahmini oranları, ocak üzerinde bulunan örtü kalınlığı ve türü.

Magmatik Kayaçlar: Renk,(taze ve ayrışma yüzeyleri), minerallerin bileşimi ve göreceli oranları, mineral dizilimi ve yönlenmesi, yapı ve tektonik unsurlar, eklemler ve sıklığı, kayacın yerleşim biçimi (dayk, sil, damar, lakolit, batolit,...), komşu kayaçla ilişkisi, yanal ve düşey değişimler, tane büyüklüğü, ocak üzerindeki örtü kalınlığı varsa başka özellikler.

Başkalaşım (Metamorfik) Kayaçları: Renk, taze ve ayrışma yüzeyleri, mineral bileşimi, yapı, çizgisellikler (doğrultusu ve türü), eklemler, kırılmalar, başkalaşım türü ve derecesi, komşu kayaçlarla ilişkisi, varsa ilksel katmanlanma, yorumlanabilirse başkalaşım öncesi kaya türü.Her grup için kullanılacak malzemelerin aşağıda belirtilen laboratuvar değerleri saptanmalıdır.

Özgül ağırlık tayini, Basınç dayanımı, Su emme, Porozite, Los Angeles aşınma kaybı Sürtünmeden dolayı aşınma kaybı, Darbe muayenesi, Don dayanımı ve don deneyi sonrası basınç mukavemeti, Bazaltlarda güneş yanığı tayini, Pas tehlikesi tayini,Sodyum sülfata dayanıklılık, Doğal birim hacim ağırlığı, Bitki artığı (mümkünse olmamalıdır), Petroğrafik muayene, Kayaç isimlerine göre kullanılabilirlik limitleri ayrı ayrı saptanmalıdır.

Bütün anroşmanların açılı ve köşeli olması istenir. Anroşmanların en büyük boyutu en küçük boyutunun üç katından büyük olması istenmez. Bazı araştırmacılar iki katı olmasını benimsemişlerdir. Şekil olarak yuvarlak veya kısmen yassı olması tercih edilir. Kısa köşegenin uzun köşegenin yarısından büyük olması tercih edilir.

Ocak yeri aynası yok ise; Anroşmaneledi edebilmek amacıyla işletilmesi düşünülen ocak yerinde önceden jeofizik çalışma yapılmalıdır. Ayrıca yapılacak sondajdan alınan karot örnekleri (RQD) değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- ASTM C-170, C-90, C-33, C-97
ATAMAN, Prof .Dr. Tacettin, (1982), Kaya Mekaniğine Giriş, *ODTÜ Müh.Fak. Ankara*
BAYINDIRLIK VE İSKAN BAKANLIĞI (1985) Beton Laboratuvar Deneyleri-12
BAYINDIRLIK VE İSKAN BAKANLIĞI (1985) Yapı Malzemeleri-4 *Ankara*
CUR-CIRA (1991), Manual On The Use Of Rock In Coastal And Shorline Engineering, *CIRIA Special Publication 83, CUR Report 154*
DALYAN (1981)
DEARMAN , BAYNES ve İRFAN, (1978)
DEER ve MILLER (1966)
DENER, Reyyan, (1961) DSİ Malzeme Lab.
DSİ (1961) Tabii İnşaat Taşları Ve Kontrolleri *DSİ Malzeme Lab.-2*
EİEİ (1977) Karot Tanımlama rehberi,-11, Ankara
ERDEM, Prof.Dr. Nuriye Pınar, (1972), Kayaçların Basınç Dirençlerine göre Sınıflandırılması *İDMMA Yayınları No: 156 İstanbul*
ERGUVANLI, Prof.Dr.Kemal, Taşların Yapı Malzemesi Olarak Kullanılması(1978), *İTÜ Kütüphanesi Sayı: 966*
KUMBASAR, Feridun, (1970) Framiz Ve Alman Demiryollarının Balast Şartnamesi *TCDD Matbaası-68 İzmir*
ŞEKERCİOĞLU, Dr.Erdal, (1993)Yapıların Projelendirilmesinde Mühendislik Jeolojisi *TMMOB JMO Yayını No : 28*
TANYOLU, Doc.Dr.Erkal,(1983) Uygulamalı Jeoloji *Doyuran Matbaası-İstanbul*
ULŞ.BAK.DLH İNŞ.GN.MD.(1987) Liman ve Deniz İşlerine ait Genel Teknik Şartname

ABSTRACT

Natural rock, which is used in the construction of rubble mound breakwaters, sea walls or any other costal marine structures, is a very important parameter considering the stability and durability of the structures. In this study the methods for the determination of the features and classification of the national rocks by site investigation and laboratuvary work is discussed. However, criteria to use the national rock for the construction accepted by different organisation are searched.