

## **III. OTURUM**



## UZUN DALGALARDA DALGA TIRMANMASININ BENZEŞTİRİLMESİ

Asu İNAN

AraÇ. Gör.

İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve  
Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi

Maltepe/ Ankara, Türkiye

E-posta: asu@mmf.gazi.edu.tr

Lale BALAS

DoÇ. Dr.

İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve  
Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi

Maltepe/ Ankara, Türkiye

E-posta: balas@mmf.gazi.edu.tr

### ÖZET

Gelgit veya fırtına kaynaklı uzun dalgalar, kıyı boylarında yüksek dalga tırmanmalarına yol açarlar. Kıyıya tırmanan bu dalgalar önemli hasarlara neden olurlar. Bu nedenle dalga tırmanmasının benzeştirilmesi, kıyı mühendisliğinin önemli bir konusudur. Bu çalışmada dalga tırmanışının benzeştirilmesi için taban sürtünmesini de içeren hareket ve süreklilik denklemleri sayısal olarak çözülmüŐtür. EŞitlikler lineer olmayan terimleri de içermekte olup, çözümler yöntemi olarak sonlu farklar yöntemi ile Leapfrog metodu kullanılmıştır. Sınır koşulu olarak hızı ya da su seviyesini gerektiren şaşırtmacalı bir çözümler yöntemi seçilmiştir. Su –kara sınırının her zaman seviyesinde belirlediği hareketli sınır koşulu uygulanmıştır.

## AMAÇ

Gelgit ve fırtına kaynaklı uzun dalgalar kıyı boylarında yüksek dalga tırmanmalarına yol açtığından büyük hasarlara neden olabilirler. Bu nedenle uzun dalgaların benzeştirilmesi kıyı yapıları tasarımında hasarların önlenmesi için önemli bir çalışma konusudur.

Bu çalışmada uzun dalgaların dalga tırmanması, derinlik boyunca ortalaması alınmış hareket ve süreklilik denklemleri sonlu farklar yöntemiyle çözümlenmiştir. Kıyıda sınır şartı olarak hareketli sınır şartı kullanılmıştır. Böylece kuru ve ıslak alanlardaki süreksizlikten kaynaklanan hidrodinamik ve matematiksel problemler ortadan kaldırılmıştır.

## GİRİŞ

Lewis ve Adams [1], uzun dalgaların tırmanma problemini tek boyutlu olarak incelemiş ve oldukça kompleks bir sayısal çözüm yöntemi önermişlerdir. Kowalik ve Bang [2], yine tek boyutlu durum için farklı bir sayısal yöntem geliştirmişlerdir. Islak alanın kuru bölgeyle kesiştiği nokta tekil bir noktadır. Bu noktanın belirlenmesi için bilinen en model Sielecki ve Wurtele [3], tarafından verilen, süreklilik denkleminin dayanarak su seviyesine ilk kuru noktaya dek ekstrapolasyon uygulanmasıdır. Mader [4], hareketli sınır koşulu problemine basit bir yaklaşım getirmiştir. Sınırın hareketi, süreklilik denkleminin ileri ve geri hareketler için çözümlenmesini takip etmektedir. Yersel index  $i$  olmak üzere, hız pozitif iken  $i+1$  ve  $i$  noktalarındaki su derinliği farkı; hız negatif iken ise  $i$  ve  $i-1$  noktalarındaki su derinliği farkı dikkate alınmaktadır. Süreksizlik ve lineer olmayan etkiler dalga tırmanma probleminin çözümlenmesini oldukça zorlaştırmaktadır. Bu etkiler çözümde stabilite problemlerine neden olmaktadır. Lewis ve Adams [1], bu sorunu ortadan kaldırmak için filtreleme teknikleri kullanmışlardır.

## TEORİ ve SAYISAL ÇÖZÜM YÖNTEMİ

Uzun dalgaların dalga tırmanması, aşağıda verilen, derinlik boyunca ortalaması alınmış hareket ve süreklilik denklemleri ile ifade edilmektedir.

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{ru|u|}{D} \quad (1)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} (Du) \quad (2)$$

$$D = H + \eta \quad (3)$$

Yukarıdaki denklemlerde x ilerleme yönünü, t zamanı, u ilerleme yönündeki hızı,  $\eta$  su seviyesindeki değişimi, H ortalama su derinliğini, D su tabanından su yüzeyine kadar toplam su derinliğini ve r taban sürtünme katsayısını ifade etmektedir.

Sayısal çözüm yöntemi olarak Leapfrog yöntemi uygulanmıştır. (1) ve (2) nolu eşitlikler Leapfrog yöntemine göre açıldığında aşağıdaki denklemler elde edilmektedir,

$$\frac{u_i^j - u_i^{j-2}}{2\Delta t} + u_i^{j-1} \frac{u_i^{j-1} - u_{i-1}^{j-1}}{\Delta x} = -g \frac{\eta_i^{j-1} - \eta_{i-1}^{j-1}}{\Delta x} - ru_i^{j-1} \frac{|u_i^{j-1}|}{H_i + \eta_i^{j-1}} \quad (4)$$

$$\frac{\eta_i^j - \eta_i^{j-2}}{2\Delta t} = -u_i^{j-1} \frac{H_{i+1} + \eta_{i+1}^{j-1} - H_i - \eta_i^{j-1}}{\Delta x} - \left( H_i + \eta_i^{j-1} \right) \frac{u_{i+1}^{j-1} - u_i^{j-1}}{\Delta x} \quad (5)$$

Burada zaman indeksi j ile gösterilmiştir. Leapfrog yöntemi dalga dinamiğinde sıkça kullanılan bir yöntemdir. Leapfrog metodunun avantajı denklemlerde lineer olmayan terimler bile bulunsunsa stabilite açısından sorun yaratmamasıdır. Bu yöntem uygulanırken stabilite koşulu olarak aşağıdaki eşitsizlik kullanılmıştır. Bu koşul iki adımlı zaman ilerlemesine olanak sağlamaktadır.

$$\sqrt{gH} \leq \frac{\Delta x}{2\Delta t} \quad (6)$$

Sayısal model uygulanırken başlangıç sınır şartı olarak (7) nolu eşitlik kullanılmıştır.

$$\eta = \eta_0 \sin\left(\frac{2\Pi t}{T}\right) \quad (7)$$

Şaşırtmacalı çözüm ağı kullanılmıştır. (Şekil 1) Bu çözüm yönteminde kıyıdaکی sınır şartında su seviyesindeki değişim ile hız arasında bir ilişki vardır. Bu ilişki aşağıdaki bağıntıda verilmektedir.

$$u_{ir}^j = \eta_{ir-1}^j \sqrt{\frac{g}{H}} \quad (8)$$

$ir$  kıyıdaکی sınır noktasını ifade etmektedir.



Şekil 1: Dalga ilerleme problemi şaşırtmacalı çözüm ağı

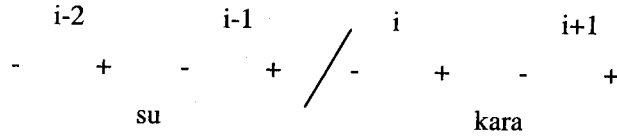
Uzun dalgaların tanımlanmasında geçerli olan (1) ve (2) nolu eşitliklerde ifade edilen hareket ve süreklilik bağıntıları kırılma olayı gerçekleştiğinde geçerliliğini yitirmektedir. Voltzinger ve arkadaşları [5], kırılma kontrolünün yapılabilmesi için boyutsuz  $B_r$  parametresini kullanmayı önermişlerdir.

$$B_r = \frac{\eta_0 w^2}{g \alpha^2} \quad (9)$$

$$w = \frac{2\Pi}{T} \quad (10)$$

$\eta_0$  başlangıç dalga büyüklüğünü,  $w$  açısal frekansı,  $g$  yerçekimi ivmesini,  $\alpha$  taban eğimini simgelemektedir. Eğer  $B_r < 1$  ise kırılmayan dalgalar oluşacaktır. Bu durumda yukarıda verilen hareket ve süreklilik denklemleri kullanılabilir. Eğer  $B_r > 1$  ise dalga eğimli kumsalı tırmanırken herhangi bir yerde kırılacaktır.

Dalga tırmanması problemlerindeki en önemli sorunlardan biri kuru ve ıslak nokta ayırımını yapabilmektir. Bu ayırım yapılmazsa kuru noktada geçerli olmayan hareket denklemleri kullanılmış olacaktır, bu da çözümde hatalara yol açacaktır. Kuru ve ıslak noktanın olup olmadığını kontrol edebilmek için Flather ve Heaps [6] basit bir algoritma önermişlerdir. Bu yaklaşıma göre eğer  $0.5(D_{i-1}+D_i)/0$  ise  $i$  noktası ıslak noktadır, eğer  $0.5(D_{i-1}+D_i)<0$  ise  $i$  noktası kuru noktadır. Sınırdaki toplam derinlik sıfır olup, ıslak noktada ise pozitif bir değer almaktadır. Çözüm ağı şekil 2’de verilmektedir.



Şekil 2: Dalga tırmanma problemi için çözüm ağı dağılımı [7]

Islak alanın kuru bölgeyle kesiştiği nokta tekil bir noktadır. Bu noktanın belirlenmesi için bilinen en iyi yöntem Sieclecki ve Wurtele'nin [3] tarafından verilen süreklilik denkleminde dayanarak su seviyesine ilk kuru noktaya dek ekstrapolasyon uygulanmasıdır.

$$\left( \eta_i^{j+1} \right)_{ext} = 2\eta_{i-1}^{j+1} - \eta_{i-2}^{j+1} \quad (11)$$

$$\left( u_i^{j+1} \right)_{ext} = 2u_{i-1}^{j+1} - u_{i-2}^{j+1} \quad (12)$$

Lineer ekstrapolasyon kullanım açısından kolay bir yöntemdir. Ancak pürüzlülüğü fazla olan kumsallarda dikkatli kullanmak gerekmektedir.

## UYGULAMA

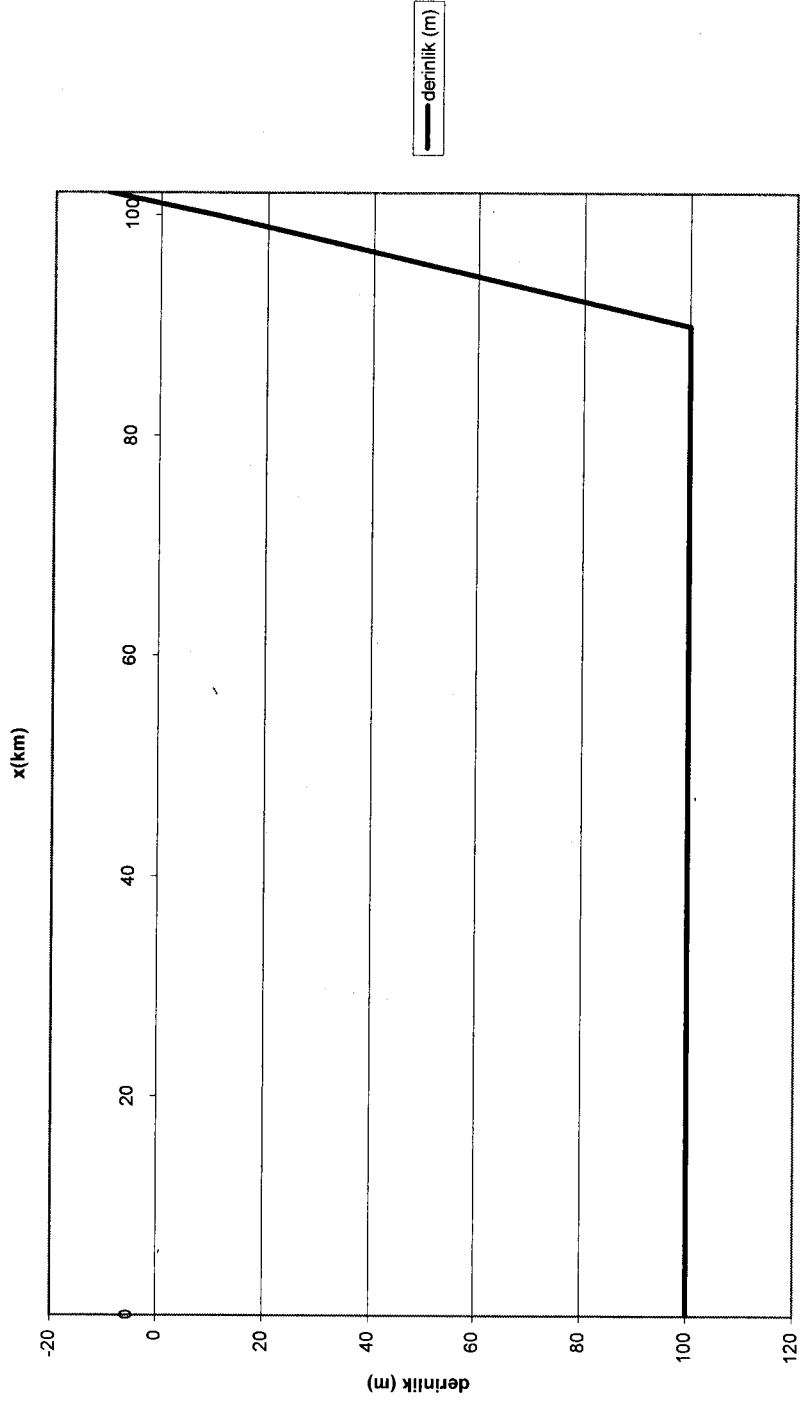
Kowalik'in [8] sayısal deneyini yaptığı kanal batimetrisi (şekil 3) ve dalga özellikleri kullanılmıştır. Kanalın başlangıcındaki dalga için sinüsoidal dalga kullanılmıştır.

$$\eta = \eta_0 \sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right) \quad (13)$$

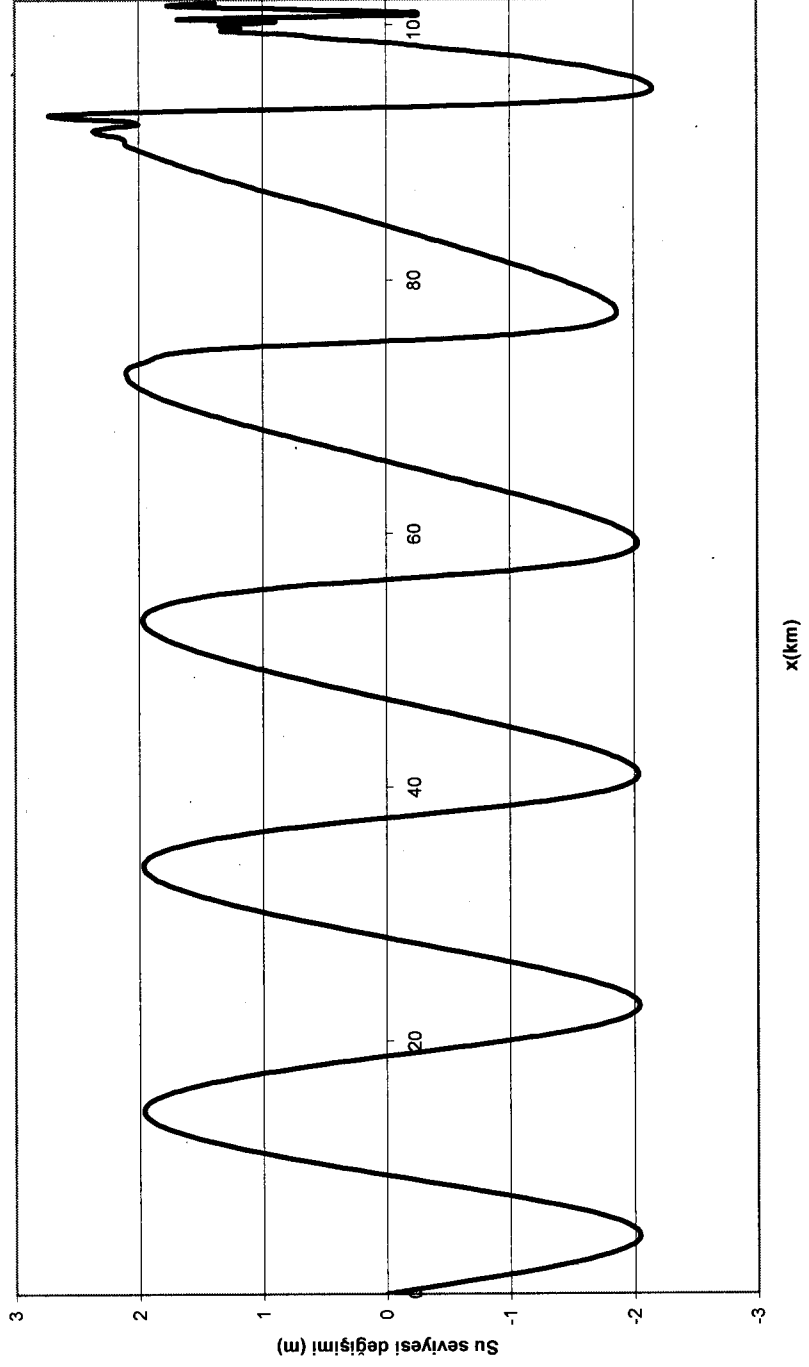
Başlangıç dalga büyüklüğü  $\eta_0 = 2\text{m}$  olarak alınmıştır. Kanalin ilk 90km'sinde derinlik 100m olarak sabit gitmektedir. 90km ile 100km arasında derinlik 100m'den 10m'ye inmektedir. 100km ile 102km arasında derinlik 10m'den -10m'ye lineer olarak değişmektedir.

Şekil (4) ve (5)'de verilen sonuçlar bir saatlik dalga ilerlemesi sonucunda elde edilmiştir. 90.km'den sonra dalga tırmanması gerçekleşmektedir. Farklı çözüm ağı aralıklarından elde edilen sonuçlar şekil (4) ve (5)'de ayrı ayrı gösterilmiştir. Tankın son noktalarında farklı eşitlikler kullanıldığından salınımlar gözlenmektedir. Bu salınımlar filtreleme yöntemiyle minimuma indirgenebilir.

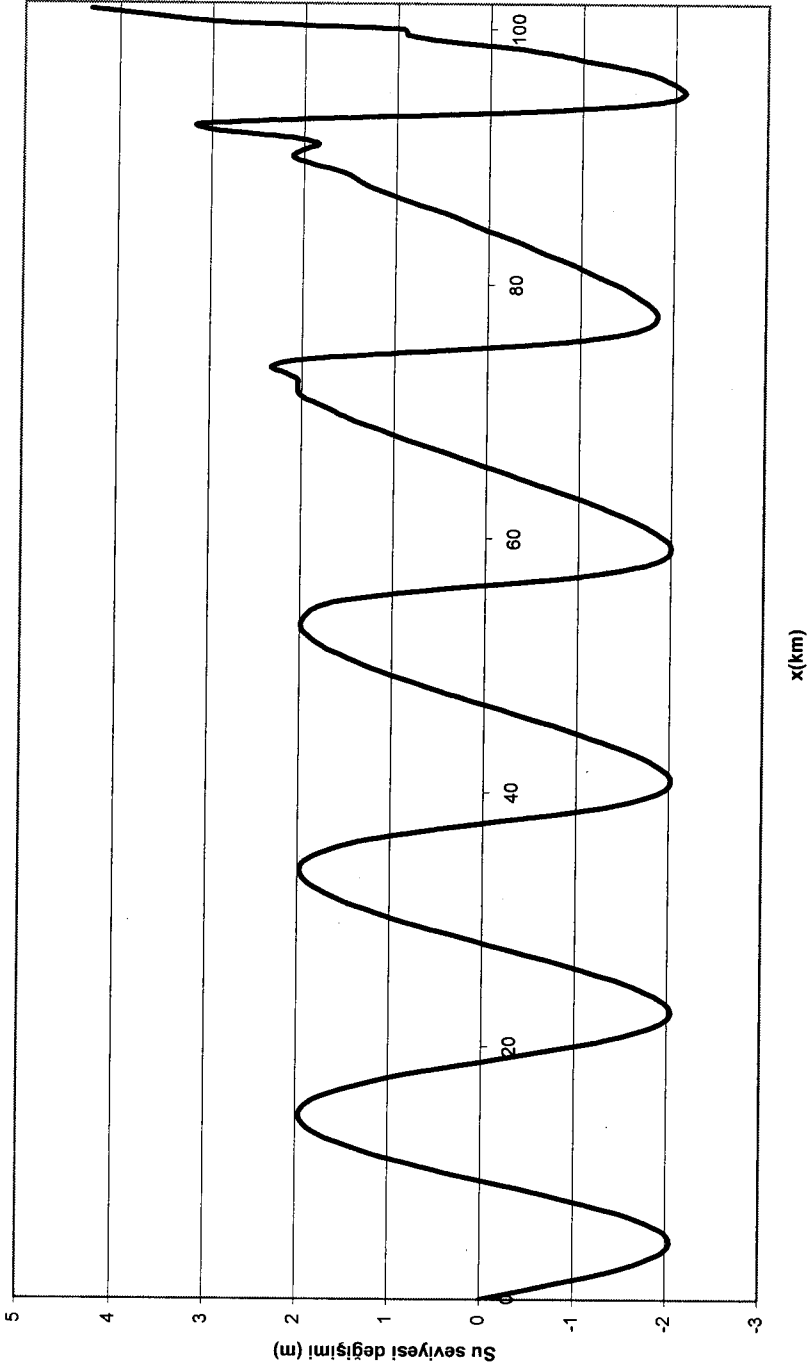




Şekil 3: Sayısal deneyin yapıldığı tankın batimetrisi (Kowalik, 2001)



şekil 4:  $\Delta x=250\text{m}$ ,  $\Delta t=2.5\text{s}$ ,  $T=600\text{s}$  ve  $\eta_0=2\text{m}$



şekil 5:  $\Delta x=500\text{m}$ ,  $\Delta t=5\text{s}$ ,  $T=600\text{s}$  ve  $\eta_0=2\text{m}$

## SONUÇ

Bu çalışmada uzun dalgalar için tek boyutlu hareket ve süreklilik denklemleri sayısal yöntemle çözümlenerek dalga tırmanma problemi irdelenmiştir. Sayısal yöntem olarak sonlu farklar yöntemiyle Leapfrog metodu uygulanmıştır. Şaşırtmacalı çözüm ağı kullanılmıştır. Böylece stabilite problemi kontrol altına alınmıştır. Taban eğimine, dalga büyüklüğüne ve açılal frekansa bağılı olarak dalga kırılma kontrolü yapılmıştır. Kıyıda hareketli sınır şartı kullanılmış, çözümlenen noktanın ıslak veya kuru nokta olup olmadığına bakılmıştır. Kuru nokta için lineer ekstrapolasyon uygulanmıştır.

## KAYNAKLAR

1. Lewis, C.H. III, Adams, W.M., 'Development of a tsunami- flooding model having versatile formulation of moving boundary conditions', The Tsunami Society MONOGRAPH SERIES, 1983, No.1, pp 128
2. Kowalik, Z., Bang, I., 'Numerical computation of tsunami run-up by-the upstream derivative method', Sci. Tsunami Hazards, 1987, 5(2), 77-84
3. Sieleceki, A., Wurtele, M.G., 'The numerical integration of the nonlinear shallow- water equations with sloping boundaries', J. Comput. Physics, 1970, 6, pp. 219-236
4. Mader, L.Ch., 'Numerical Modeling of Water Waves', Univ. of California Press, Berkeley, Calif, 1988
5. Voltzinger, N.E., Klevanny, K.A., Pelinovsky, E.N., 'Long-Wave Dynamics of the Coastal Zone', Gidrometizdat., Leningrad, 1989
6. Flather, R.A., Heaps, N.S., ' Tidal computations for Morecamble Bay', Geophys. J. Roy. Astr. Soc., 1975, 42,pp.423-436

7. Kowalik, Z., Murty, T.S., 'Numerical Modeling of Ocean Dynamics', Advanced Series  
on Ocean Engineering, 1993, Chp.3

8. Kowalik, Z., 'Basic Relations between Tsunami Calculations and Their Physics',  
Science of Tsunami Hazards, 2001, Vol. 19, No.2, pp. 99-115

## SIMULATION OF WAVE RUN-UP FOR LONG WAVES

Asu İNAN

Araç. Gör.

İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve  
Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi

Maltepe/ Ankara, Türkiye

E-posta: asu@mmf.gazi.edu.tr

Lale BALAS

Doç. Dr.

İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve  
Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi

Maltepe/ Ankara, Türkiye

E-posta: balas@mmf.gazi.edu.tr

### ABSTRACT

Tidal or wind oriented long waves cause high wave run-up on the coasts. These waves bring about important damages, therefore simulation of wave run-up is an important subject of coastal engineering. In this work, the continuity and motion equations including bottom friction are solved numerically. Equations contain nonlinear terms. Finite difference method and Leapfrog method are used for the solution. As a boundary condition, staggered grid is selected needed velocity or water level. Moving boundary condition where water-land boundary is appeared in each time level is applied.

## K.K.T.C. KIYILARINDA DALGA İKLİMİ

Ali GÜNYAKTI

Prof. Dr. (ali.gunyakti@emu.edu.tr)

DAÜ – İnşaat Mühendisliği Bölümü

Gazimağusa – K.K.T.C.

Ece ÇELİK

İnş. Yük. Müh. (ece.celik@emu.edu.tr)

DAÜ – İnşaat Mühendisliği Bölümü

Gazimağusa – K.K.T.C.

### ÖZET

Kıbrıs adası Doğu Akdeniz de deniz ulaşımı ve ticareti için bazı avantajlara sahiptir. Bu bağlamda, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (K.K.T.C.), deniz ticareti ve ulaşımı, tersanecilik, deniz turizmi ve yatçılık, balıkçılık gibi etkinlikler açısından sahip olduğu önemi bazı yapısal düzenlemelerle güçlendirebilir. Bu bağlamda, tasarlanıp uygulanacak kıyı ve liman yapıları için o yöredeki hakim dalga özelliklerini bilmek hem bir gereksinin hem de projeleri hızlandırabilir. Hiç ölçüm olmayan Kıbrıs kıyılarında ise ana verileri oluşturacak dalga özellikleri ancak bazı yöntemlerle tahmin edinilebilir. Bu yazıda Gazimağusa koyu, Güzelyurt körfezi ve Girne bölgesi için planlanacak kıyı ve liman yapılarının tasarımında kullanılabilir dalga özelliklerinin tahminleri yapılmaktadır.

### GİRİŞ

Deniz turizmi kapsamında yer alan yat turizmi, günümüzde süratli gelişim gösteren bir sektördür. Zamanımızda hızlı gelişim sürecinde olan yat turizmi Kıbrıs gibi bir ada ülkesi için bulunmaz bir fırsattır. Ancak, yat turizmi çevre-anarşi-altyapı yetersizliği-bürokrasi-güvenlik (harp olasılığı) gibi nedenlere yakinen bağlı olarak çok ürkek bir sektördür. Bölgesel güvenlik ve diğer kısıtlayıcı unsurlar gerekli ve yeterli seviyeye kısa sürede getirilebilse dahi altyapı gereksinimi planlama-proje-yapım gibi nedenlerle uzun

süreler alır. Yapısal gelişmelerin sürelerini kısaltmak için dalga iklimi ile ilgili bazı verilerin el altında olması gerekir. Uluslararası standartlara sahip bir yat limanı mevcut olmadığından yatlara ve yatçılara yönelik gereken anlık ve yılboyu hizmeti üretmekte yetersiz kalan Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (K.K.T.C.) yat turizminden çok az bir gelir elde etmektedir.

Kıbrıs adası, hem kuzey-güney hem de doğu-batı doğrultuda Doğu Akdeniz' deki deniz ulaşımı ve ticareti için bazı avantajlara sahiptir. Şu an mevcut iki limandan Gazimağusa limanı K.K.T.C. nin ana dış alım ve satım kapısıdır. Mevcut potansiyelinin çok az kesimi kullanılmasına karşın yeni gereksinimlere cevap verecek olanakları hızla geliştirilebilir konumdadır. İkinci önemli Girne Turizm limanı, Türkiye' ye olan yakınlığı nedeniyle etkin bir deniz trafiğine sahiptir. Ancak, bazı zamanlarda yolcu beraberinde taşınan ve hatta kamyon veya tırlarla taşınan ticari mal girişi nedeniyle yetersiz kalabilmektedir. Bu iki liman dışında, Orta Doğu ve Orta Asya ülkelerine yönelik, uluslararası ticari malların depolanması için yeni bir limana gereksinim duyulabilecektir.

Kıbrıs, Süveyş Kanalı ve Ceyhan çıkışlı tankerler ve diğer gemiler için az bir güzergah sapması ile gerekli bakım onarım işlerinin yürütülebileceği bir adadır. Bilhassa Bakü-Ceyhan petrol hattı işletmeye açılınca petrol tankerlerinin bakım-onarım sorunları en ekonomik şekilde çözümlenebilir. Şimdiden K.K.T.C. kıyılarında tersane için uygun yerler tesbit edilip bazı ön etüdlerin (dalga ve akıntı özelliklerinin tesbiti gibi) yapılmasında yarar vardır. Bu bağlamda, deniz turizmine zarar vermeyecek şekilde, tankerler ve diğer deniz araçları için modern bir tersane planlanabilir.

Kıbrıs bir ada ülkesi olmasına rağmen balıkçılık açısından doğal potansiyelinden yararlanamıyor. Derin deniz Orkinos ve kılıç balığı avcılığı yanında kıyılarında uygun yerlere konuşlandırılacak çiftliklerde yapay balık üretimi yapılabilirse, bilhassa ekonomisinin lokomotifini olan turizm için, en azından iç tüketimine cevap verir hale gelebilir. Derin deniz balık avcılığı yeterli büyüklük ve donanımlı teknelerle birlikte modern balıkçı barınakları gerektirmektedir.

Birincil önemi olan deniz ulaşımı ve deniz turizmi imkanları yanında yukarıda sayılan ikincil avantajlarından K.K.T.C. bazı yapısal düzenlemelerle faydanabilecektir. Liman ve diğer kıyı kullanım yapıları için mutlaka dalga ikliminin bilinmesi gerekir. O yöredeki hakim dalga özelliklerini bilmek projeleri hızlandıracaktır. Hiç ölçüm olmayan kıyılarımızda ise dalga özellikleri ancak bazı yöntemlerle tahmin edilebilmektedir. Bu yazıda Gazimağusa koyu, Güzelyurt koyu ve Girne bölgesi için planlanacak kıyı ve liman yapılarının tasarımında kullanılacak dalga özelliklerinin tahminleri yapılmaktadır.



## DALGA KARAKTERLERİNİN TANIMI VE SAPTANMASI

Gerek yat limanı olsun gerek diğer kıyı kullanım yapıları olsun mutlaka dalgalara karşı dayanıklı ve korunmalı biçimde tasarlanırlar. Kıyı ve Liman Mühendisliği uygulamalarında en önemli veri fırtına dalgalarının özellikleridir. Bir yerde düşünülen kıyı yapısının tasarımında ve yapımında ihtiyaç duyulan dalga özelliklerini dalga periyodu (T), dalga yüksekliği (H) ve dalganın gelme yönü oluşturur.

Proje sahası için her zaman bir dalga verisine ulaşmak olası değildir. Nitekim, K.K.T.C. kıyıları için güvenilir dalga verisi (hiç ölçüm olmadığından) yoktur. Bu çalışmadaki dalga tahminlerinde bir grafik çözüm yöntemi olan CERC metodu kullanılmaktadır. Bu yöntemle yapılacak dalga tahminlerinde kullanılacak rüzgar hızları meteorolojik rüzgar kayıtlarından veya sinoptik haritalardan elde edilir. Bu yazıda eldeki tek veri olan meteorolojik rüzgar kayıtları kullanılmıştır. İlgili rüzgar hızlarının CERC metoduna göre deniz seviyesinden 10 m yükseklikte ölçülmüş olması gerekmektedir. Fakat Devlet Meteoroloji Dairesi'nden alınan rüzgar verileri Gazimağusa bölgesi için deniz seviyesinden 2.65 m ve Girne bölgesi için de deniz seviyesinden 11.75 m yükseklikte ölçüldüğü için aşağıdaki formül kullanılarak, hesaplamalarda gerekli olan, deniz seviyesinden 10 m yükseklikteki hız bulunur.

$$U(10) = U(z) (10/z)^{1/7} \quad (1)$$

Burada  $U(z)$ , deniz seviyesinden  $z$  m yüksekte olan rüzgar hızıdır. CERC metodu ile dalga tahmini yaparken rüzgar hızı yerine rüzgar gerilme faktörü kullanılmaktadır. Rüzgar gerilme faktörü için bağıntı

$$U_A = 0.71 U^{1.23} \quad (2)$$

Şeklinde dir. Burada  $U$  (m/s), rüzgar hızıdır.

Yapılan hesaplardan feç, tam gelişmiş deniz durumu hali için bulunan feçten küçük ve esme süresi de tam gelişmiş deniz durumu halinden daha küçük olduğundan gelişmekte olan deniz durumunun olduğu görülmektedir. Denizin durumu belirlendikten sonra her yıl için belirgin dalga yüksekliği ve periyodu hesaplanmaktadır.

Rüzgar hızları (gerekli yükseltide) bulunduktan sonra Gazimağusa koyu, Güzelyurt körfezi ve Girne bölgesi için dalga tahminleri yapılmıştır. Tablo 1-3 gazimagusa koyunun maksimum belirgin dalga özelliklerini, Tablo 4-6 Girne bölgesinin ve Tablo 7-9 da Güzelyurt körfezinin maksimum belirgin dalga özelliklerini vermektedir.

Gazimağusa koyu, Güzelyurt körfezi ve Girne bölgesi için elde edilen yıllık en büyük değerler kullanılarak belirgin dalga yüksekliklerinin frekans dağılımları çizilince Şekil 1- 9 da görülen değerler ortaya çıkar. Bu değerlerin farklılığında feç mesafesi yanında hakim rüzgar yönü ve rüzgar hızı büyük rol oynamaktadır.

Tablo 1 – Gazimağusa (Doğu) yıllık maksimum belirgin dalga yüksekliği ve periyodu

Yıl	$U_f$ (m/s)	t (sec)	$U_f/U_{3600}$	$U_{3600}$	U (m/s)	$U_A$ (m/s)	$H_s$ (m)	$T_m$ (sec)	$T_s$ (sec)
1992	15.9	78	1.210	13.14	11.17	13.81	2.63	7.76	7.37
1993	16.2	76	1.215	13.33	11.33	14.06	2.47	7.40	7.03
1994	16.2	76	1.215	13.33	11.33	14.06	2.47	7.40	7.03
1995	32.2	46	1.260	25.56	21.73	31.31	7.33	11.68	11.09
1996	20.6	64	1.225	16.82	14.27	18.72	3.85	9.03	8.58
1997	28.2	51	1.260	22.38	19.02	26.59	5.97	10.76	10.23
1998	15.2	81	1.210	12.56	14.78	19.49	4.05	9.22	8.75
1999	12.1	90	1.200	10.08	8.57	9.97	1.75	6.59	6.26
2000	13.1	89	1.200	10.92	9.28	11.00	1.98	6.92	6.58
2001	15.7	80	1.210	12.98	11.03	13.60	2.57	7.70	7.31

Tablo 2 – Gazimağusa (Kuzey Doğu) yıllık maksimum belirgin dalga yüksekliği ve periyodu

Yıl	U <sub>f</sub> (m/s)	t (sec)	U <sub>f</sub> /U <sub>3600</sub>	U <sub>3600</sub>	U (m/s)	U <sub>A</sub> (m/s)	H <sub>s</sub> (m)	T <sub>m</sub> (sec)	T <sub>s</sub> (sec)
1992	24.8	66	1.221	20.31	17.26	23.59	5.14	10.14	9.63
1993	17.3	73	1.220	14.18	12.05	15.17	2.96	8.13	7.72
1994	17.3	73	1.220	14.18	12.05	15.17	2.96	8.13	7.72
1995	16.1	78	1.210	13.31	11.31	14.03	2.96	7.82	7.43
1996	18.0	71	1.235	14.57	12.38	15.68	3.09	8.27	7.85
1997	26.8	53	1.250	21.44	18.22	25.22	5.59	10.48	9.96
1998	33.2	44	1.280	25.94	22.05	31.89	7.50	11.79	11.20
1999	14.6	82	1.205	12.12	10.30	12.50	2.33	7.38	7.01
2000	14.3	82	1.205	11.87	10.09	12.19	2.25	7.29	6.92
2001	11.5	90	1.200	9.58	8.14	9.36	1.62	6.39	6.07

Tablo 3 – Gazimağusa (Güney Doğu) yıllık maksimum belirgin dalga yüksekliği ve periyodu

Yıl	U <sub>f</sub> (m/s)	t (sec)	U <sub>f</sub> /U <sub>3600</sub>	U <sub>3600</sub>	U (m/s)	U <sub>A</sub> (m/s)	H <sub>s</sub> (m)	T <sub>m</sub> (sec)	T <sub>s</sub> (sec)
1992	11.6	90	1.200	9.67	8.22	9.47	1.64	6.42	6.10
1993	14.4	82	1.208	11.92	10.13	12.25	2.27	7.31	6.94
1994	14.0	85	1.205	11.62	9.88	11.88	2.01	7.19	6.84
1995	18.1	70	1.220	14.84	12.62	16.05	3.18	8.36	7.94
1996	14.1	85	1.205	11.70	9.95	11.98	2.02	7.23	6.86
1997	27.1	52	1.250	21.68	18.43	25.58	5.69	10.80	10.26
1998	19.3	67	1.225	15.44	13.12	16.84	3.37	8.57	8.14
1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	14.6	82	1.208	12.09	10.28	12.47	2.32	7.37	7.00
2001	19.8	67	1.225	16.16	13.74	17.82	3.62	8.81	8.37

Tablo 4 – Girne (Kuzey) yıllık maksimum belirgin dalga yüksekliği ve periyodu

Yıl	$U_f$ (m/sn)	t (sn)	$U_f/U_{3600}$	$U_{3600}$	U (m/sn)	$U_A$ (m/sn)	$H_s$ (m)	$T_m$ (sn)	$T_s$ (sn)
1992	25.9	54	1.260	20.56	17.48	23.97	5.25	10.22	9.71
1993	19.4	68	1.230	15.73	13.37	17.23	3.47	5.78	5.49
1994	24.6	56	1.260	19.55	16.62	22.57	4.87	9.91	9.42
1995	22.2	61	1.240	17.89	15.21	20.20	4.24	9.38	8.91
1996	23.5	59	1.245	18.84	16.01	21.51	4.58	9.68	9.19
1997	22.3	61	1.240	17.97	15.27	20.29	4.26	9.40	8.93
1998	24.2	57	1.250	19.39	16.48	22.29	4.79	9.86	9.36
1999	13.0	89	1.200	10.83	9.21	10.90	1.97	6.89	6.55
2000	22.3	61	1.240	17.98	15.28	20.31	4.27	9.40	8.93
2001	21.0	65	1.235	17.00	14.45	18.96	3.94	9.13	8.67

Tablo 5 – Girne - Kuzey Batı yönü için yıllık maksimum belirgin dalga yüksekliği ve periyodu

Yıl	$U_f$ (m/sn)	t (sn)	$U_f/U_{3600}$	$U_{3600}$	U (m/sn)	$U_A$ (m/sn)	$H_s$ (m)	$T_m$ (sn)	$T_s$ (sn)
1992	20.7	64	1.235	16.78	14.26	18.66	3.84	9.02	8.57
1993	10.9	90	1.200	9.04	7.68	8.71	1.48	6.16	5.85
1994	15.6	78	1.220	12.82	10.90	13.41	2.54	7.64	7.26
1995	20.2	65	1.235	16.38	13.92	18.11	3.70	8.88	8.44
1996	9.8	90	1.200	8.14	6.92	7.67	1.26	6.17	5.86
1997	19.2	68	1.230	15.57	13.23	17.01	3.42	5.69	5.41
1998	8.3	90	1.220	6.93	5.89	6.29	0.99	5.24	4.97
1999	14.7	82	1.208	12.14	10.32	12.53	2.33	7.39	7.02
2000	13.5	88	1.202	11.23	9.55	11.39	2.07	7.05	6.69
2001	14.6	82	1.208	12.09	10.28	12.47	2.32	7.37	7.00

Tablo 6 – Girne - Kuzey Doğu yönü için yıllık maksimum belirgin dalga yüksekliği ve periyodu

Year	$U_f$ (m/sn)	t (sec)	$U_f/U_{3600}$	$U_{3600}$	U (m/sn)	$U_A$ (m/sn)	$H_s$ (m)	$T_m$ (sn)	$T_s$ (sn)
1992	14.56	82	1.208	12.05	10.24	12.41	2.29	7.33	6.96
1993	13.19	89	1.200	10.99	9.34	11.09	2.00	6.95	6.60
1994	17.00	75	1.220	13.93	11.84	14.84	2.88	8.04	7.64
1995	15.83	78	1.220	12.98	11.03	13.60	2.58	7.69	7.13
1996	19.74	67	1.230	16.05	13.64	17.66	3.58	8.77	8.33
1997	19.06	69	1.230	15.50	13.18	16.94	3.40	8.59	8.16
1998	19.84	66	1.235	16.06	13.65	17.68	3.57	8.77	8.34
1999	17.79	72	1.220	14.58	12.39	15.69	3.09	8.27	7.86
2000	20.1	65	1.235	16.28	13.84	17.98	3.66	8.85	8.41
2001	14.7	82	1.208	12.17	10.34	12.56	2.33	7.40	7.03

Tablo 7 – Güzelyurt - Batı yönü için yıllık maksimum belirgin dalga yüksekliği ve periyodu

Yıl	$U_f$ (m/sn)	t(sn)	$U_f/U_{3600}$	$U_{3600}$	U(m/sn)	$U_A$ (m/sn)	$H_s$ (m)	$T_m$ (sn)	$T_s$ (sn)
1992	20.6	64	1.235	16.63	14.14	18.46	3.79	8.97	8.52
1993	20.2	65	1.235	16.38	13.92	18.11	3.70	8.88	8.44
1994	24.4	56	1.260	19.39	16.48	22.29	4.79	9.86	9.36
1995	17.4	72	1.220	14.25	12.11	15.26	2.98	8.15	7.45
1996	21.2	63	1.235	17.10	14.54	19.11	3.95	9.13	8.67
1997	29.3	49	1.270	23.09	19.63	27.64	6.27	10.97	10.43
1998	24.5	56	1.260	19.47	16.55	22.41	4.82	9.88	9.39
1999	28.9	50	1.265	22.78	19.36	27.17	6.14	10.88	10.34
2000	25.6	55	1.260	20.32	17.24	23.61	5.15	10.14	9.63
2001	25.4	55	1.260	20.16	17.14	23.39	5.09	10.01	9.59

Tablo 8 – Güzelyurt - Kuzey yönü için yıllık maksimum belirgin dalga yüksekliği ve periyodu

Yıl	$U_f$ (m/sn)	t(sec)	$U_f/U_{3600}$	$U_{3600}$	U(m/s)	$U_A$ (m/sn)	$H_s$ (m)	$T_m$ (sn)	$T_s$ (sn)
1992	25.9	54	1.260	20.56	17.48	23.97	5.25	10.22	9.71
1993	19.4	68	1.230	15.73	13.37	17.23	3.47	5.78	5.49
1994	24.6	56	1.260	19.55	16.62	22.52	4.87	9.91	9.42
1995	22.2	61	1.240	17.89	15.21	20.20	4.24	9.38	8.91
1996	23.5	59	1.250	18.84	16.01	21.51	4.58	9.68	9.19
1997	22.3	61	1.240	17.97	15.27	20.29	4.26	9.40	8.93
1998	24.2	57	1.250	19.39	16.48	22.29	4.79	9.86	9.36
1999	13.0	89	1.200	10.83	9.21	10.90	1.96	6.89	6.55
2000	22.3	61	1.240	17.98	15.28	20.31	4.27	9.40	8.93
2001	21.0	65	1.235	17.00	14.45	18.96	3.94	9.13	8.67

Tablo 9 – Güzelyurt - Kuzey Batı yönü için yıllık maksimum belirgin dalga yüksekliği ve periyodu

Yıl	$U_f$ (m/sn)	t(sec)	$U_f/U_{3600}$	$U_{3600}$	U(m/s)	$U_A$ (m/sn)	$H_s$ (m)	$T_m$ (sn)	$T_s$ (sn)
1992	20.7	65	1.240	16.71	14.20	18.56	3.8	8.99	8.54
1993	10.9	90	1.200	9.04	7.68	8.71	1.5	6.17	5.86
1994	15.6	79	1.210	12.93	10.99	13.54	2.6	7.68	7.30
1995	20.2	65	1.240	16.31	13.86	18.01	3.7	8.86	8.41
1996	9.8	90	1.200	8.14	6.92	7.67	1.3	5.79	5.50
1997	19.2	66	1.240	15.44	13.13	16.85	3.4	8.57	8.14
1998	8.3	90	1.200	6.92	5.88	6.27	1.0	5.23	4.97
1999	14.7	82	1.210	12.12	10.30	12.50	2.3	7.39	7.02
2000	13.5	88	1.200	11.25	9.56	11.41	2.07	7.05	6.69
2001	14.6	82	1.208	12.09	10.28	12.47	2.32	7.37	7.00

## SONUÇ

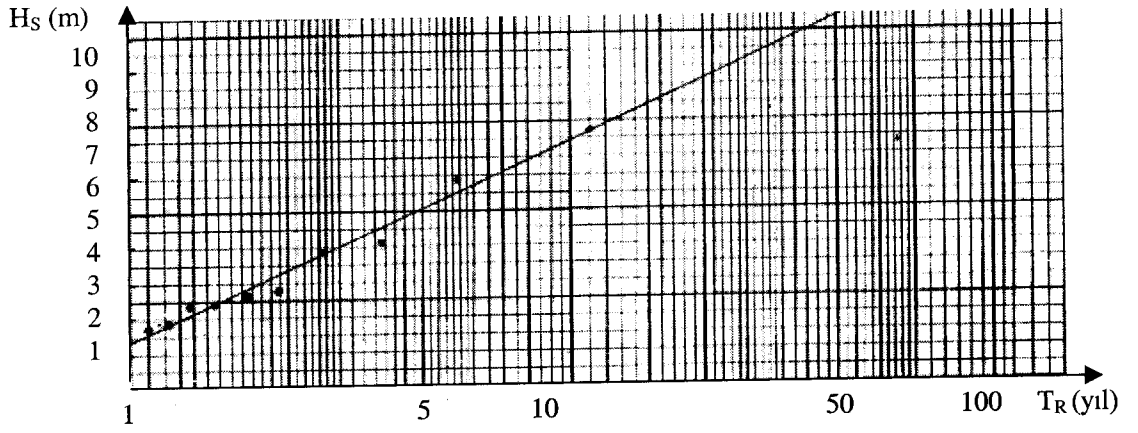
Kıbrıs adası, genel konumu nedeniyle, Doğu Akdeniz çanağında denizcilik için hep ön planda kalmıştır. Günümüzde deniz ticareti başta olmak üzere deniz turizmi ve tersanecilik açısından da Kıbrıs önemli bir potansiyele sahiptir. Kıyılarında mevcut yapıların rehabilitasyonu yanında yeni modern kıyı ve liman yapılarının desteği ile bu potansiyelini etkili hale dönüştürebilir. Doğru tasarlanmış kıyı ve liman yapıları ile deniz turizmi ve ulaşımı karlı birer sektör haline getirilebilir.

Kruvazör taşımacılığında bir durak noktası ve yat limanı olarak geliştirilecek Gazimağusa limanı ülke ekonomisine önemli katkı sağlayabilecek durumdadır. Ayrıca kuzey sahilleri boyunca inşa edilecek modern yat limanları, hele yatlara kışlama olanağı sağlayabilirse, turizme canlılık kazandırabilecektir. Yine konumu nedeniyle, Süveyş kanalı çıkışına ve Ceyhan dolum tesislerine yakınlığı K.K.T.C. kıyıları için tersanecilik de bir ekonomik potansiyel oluşturmaktadır. Bu tür gelişimler ancak bazı yapısal projelerle desteklenmek zorundadır. Yapıların tasarımı ise yerel dalga özelliklerini gerekli kılar. Ölçümlerle sağlanmış dalga verileri olmadığından tasarımcı mühendisler önce dalga tahminleri yapmak zorundadırlar. Rüzgar özellikleri ve feç mesafelerini esas alan "CERC" yöntemini kullanarak K.K.T.C. kıyılarında dalga tahminleri yapan mevcut çalışma, kıyı ve liman yapıları için mühendislere tasarım dalgası verisi sağlamak amacı gütmektedir.

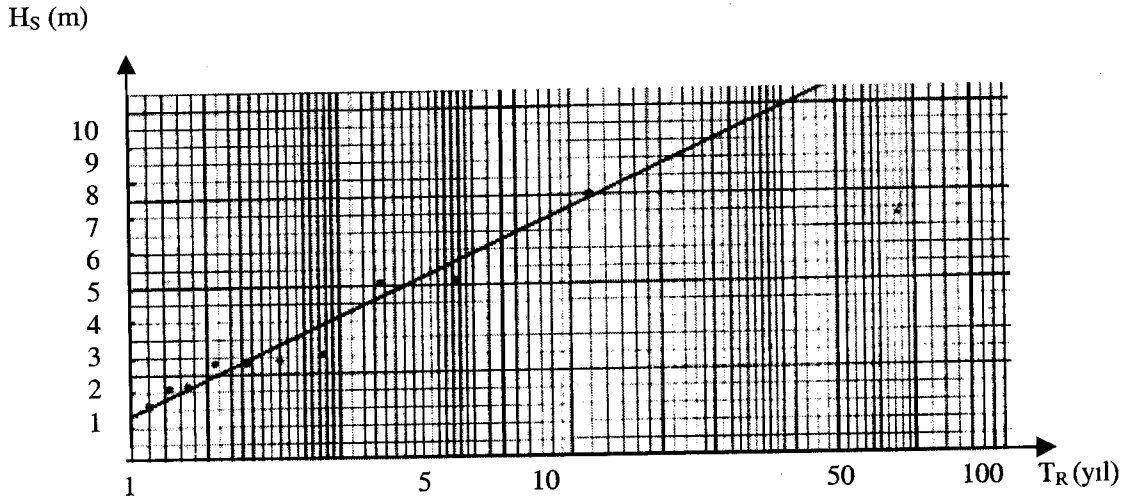
## KAYNAKLAR

1. CERC, Shore Protection Manual, 4<sup>th</sup> Ed., Coastal Engineering Research Center, US Army Corps of Engineers, Vicksburg, Va, 1984.

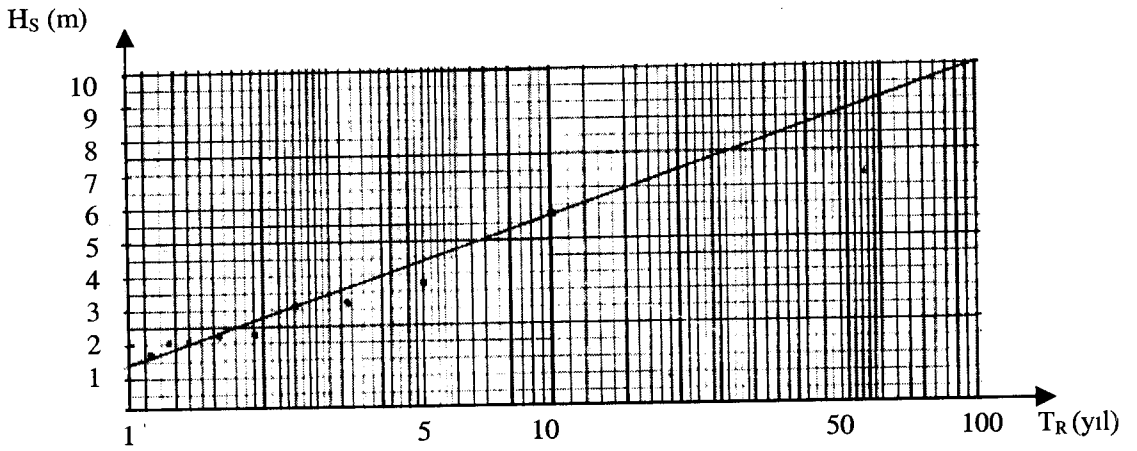
2. YÜKSEL, Y., ÇEVİK, E. ve ÇELİKOĞLU, Y., Kıyı ve Liman Mühendisliği, TMMOB, İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara Şubesi. 1998, 401 sayfa.



Şekil 1 Gazimağusa (Doğu)

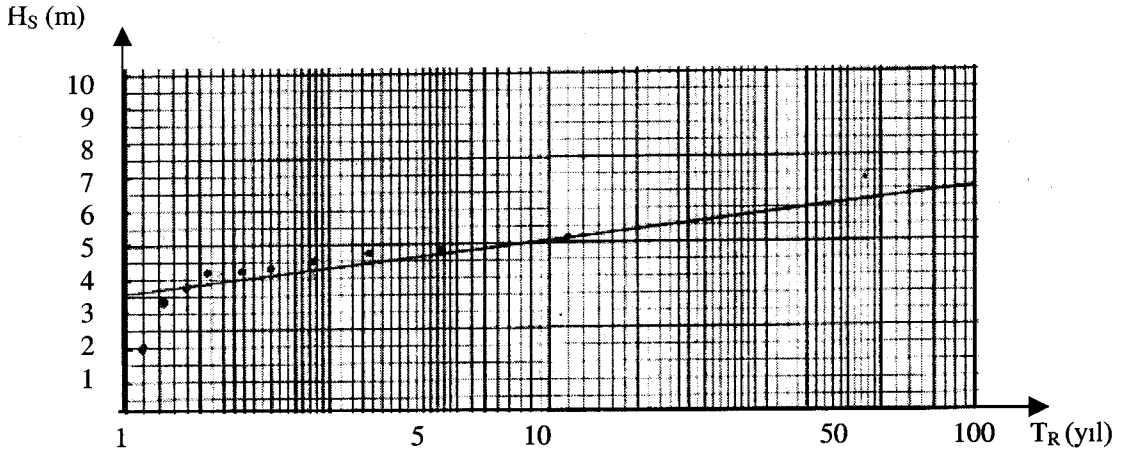


Şekil 2 Gazimağusa (Kuzey-Doğu)

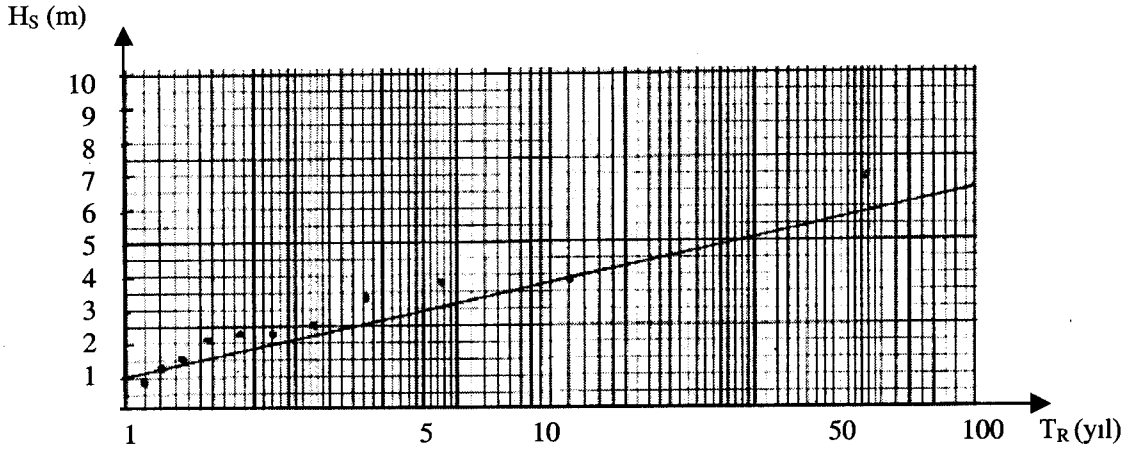


Şekil 3 Gazimağusa (Güney-Doğu)

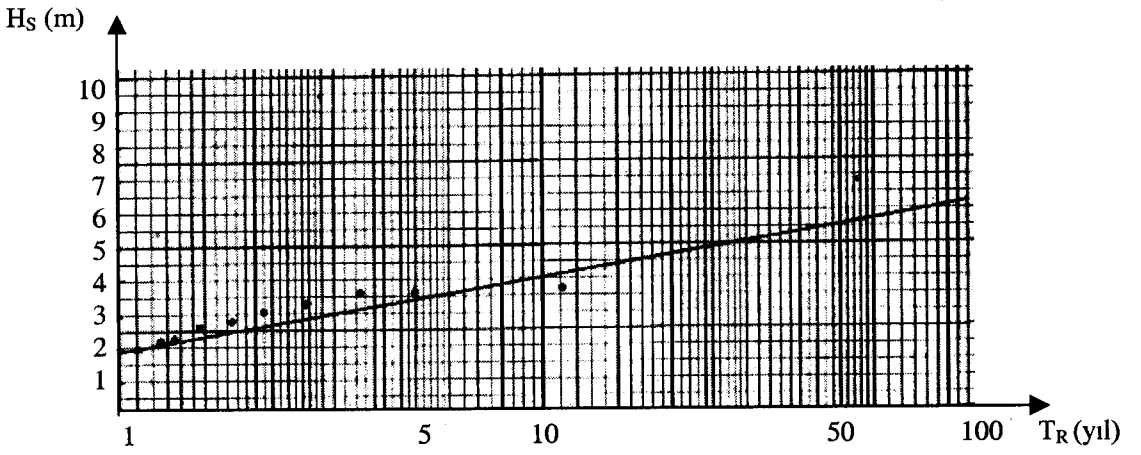




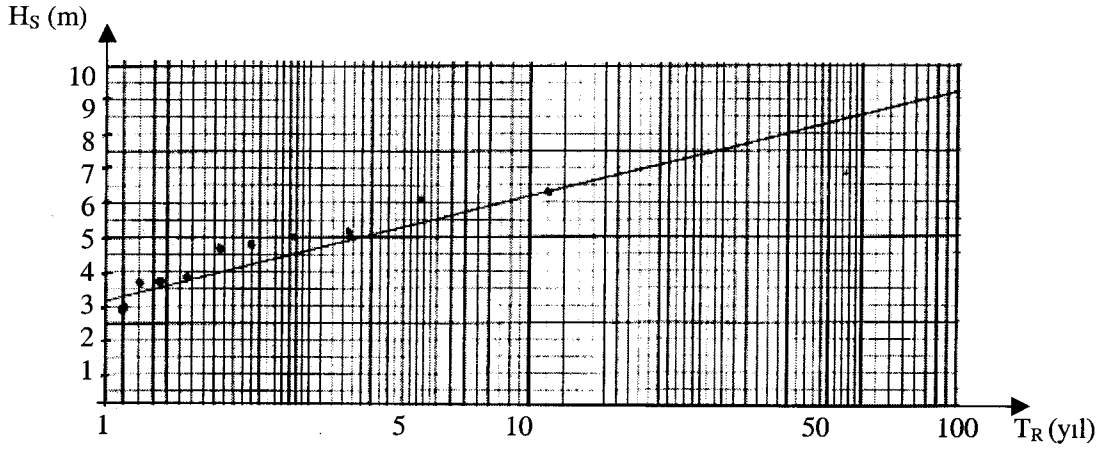
Şekil 4 Girne (Kuzey)



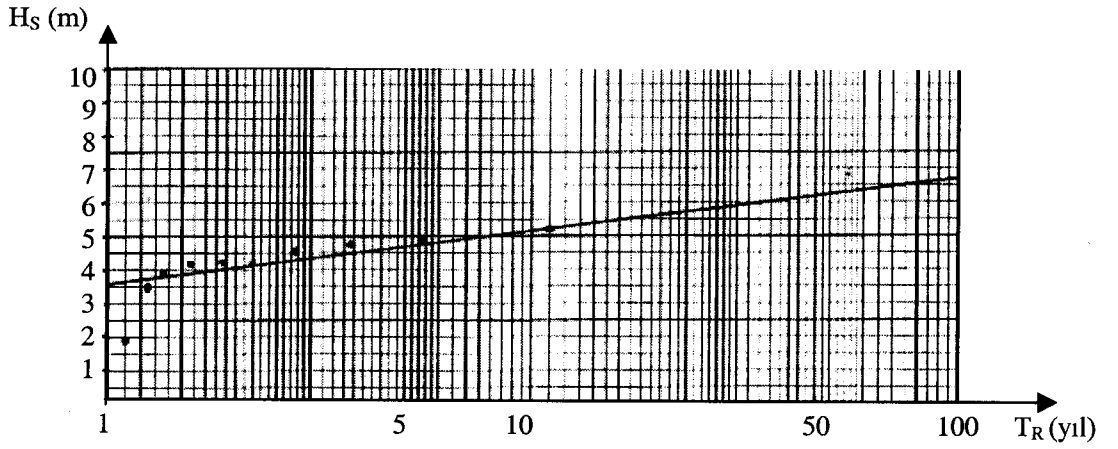
Şekil 5 Girne (Kuzey-Batı)



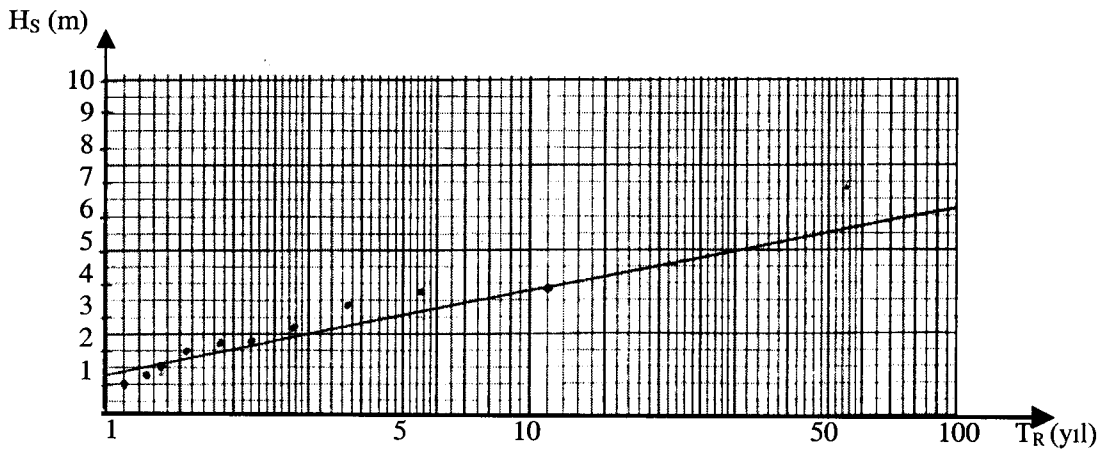
Şekil 6 Girne (Kuzey-Doğu)



Şekil 7 Güzelyurt (Batı)



Şekil 8 Güzelyurt (Kuzey)



Şekil 9 Güzelyurt (Kuzey-Batı)

## 1956 GÜNEY EGE DEPREŞİM DALGASININ BODRUM YARIMADASINDAKİ ETKİLERİ

Tarık Eray Çakır<sup>1</sup> Ahmet Cevdet YALÇINER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Analiz Mühendislik, Yalı Mevkii, 5. Gül Sok, 4/C Turgutreis Bodrum

<sup>2</sup>ODTÜ, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Deniz Mühendisliği Araştırma Merkezi, 06531,  
Ankara

### ÖZET

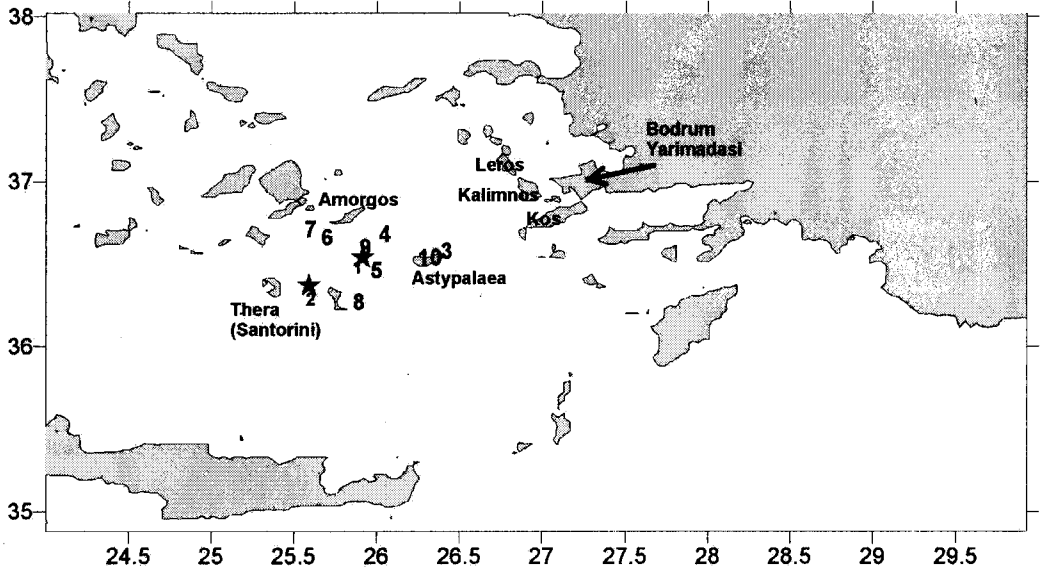
Ege Denizinde tarih boyunca çok sayıda depremler ve onlara bağlı depreşim dalgaları oluşmuştur. 1956 Güney Ege Depreşim Dalgası son yüzyılda Ege Denizinde oluşan önemli tsunamilerden biridir. Bu çalışmada Bodrum Yarımadasındaki çeşitli kıyı köylerinde bulunana çok sayıdaki görgü şahidi ile görüşmeler yapılmış, anketler uygulanmış ve çeşitli bilgiler elde edilmiştir. Bu bilgiler kullanılarak, depreşim dalgasının Bodrum Yarımadası kıyılarındaki etkileri derlenmiştir.

### Giriş

Tarih boyunca Ege denizinde çok sayıda depremler ve onlara ilişkin depreşim dalgaları (tsunamiler) oluştuğu bilinmektedir (Ambraseys, 1962, Kuran ve Yalçiner, 1993, Papadopoulos, 2000, Altınok ve Ersoy, 2001). Ege denizindeki en önemli tsunamilerden biri M.Ö. 1631 yıllarında olduğu sanılan Thera (Santorini) Volkanı patlaması ve ona ilişkin depreşim dalgalarıdır. Ege denizindeki en son depreşim dalgası ise 1956 yılında oluşan Güney Ege Depreşim Dalgasıdır. Bu dalğanın oluşum mekanizması Papadopoulos, Yalçiner, Kuran 1994, Perissoratis ve Papadopoulos, 1999 içinde tartışılmıştır. Bu dalğanın Ege denizindeki adalardaki etkileri ise Ambraseys, 1960'ta ayrıntılı biçimde verilmiştir. O tarihten günümüze kadar 1956 Güney Ege Depreşim Dalgasının Türkiye kıyılarındaki etkiler üzerine herhangi bir yayın yapılmamıştır. Ancak Ege denizinin güneyinde tüm adalarda etkili olan bu dalğanın Türkiye kıyılarında da etkili olmasını beklemek doğaldır. Bu çalışmada, Bodrum yarımadasında görgü şahitleri ile yapılan görüşmeler ve onların gözlemlerine dayanarak dalğanın yarımadanın kuzey ve güney kıyılarındaki tırmanma yükseklikleri, ilerleme uzaklıkları ve dalga biçimleri anlatılmaktadır.

## 9 Temmuz 1956 Thera (Santorini) Depremi

9 Temmuz 1956 sabahı yaklaşık 13 dakika ara ile (03:11:38 GMT and 03:24:05 GMT) Thera, Amorgos ve Astypalaea adaları arasında meydana gelen iki şoka bağlı depremler Ege adalarında hasara ve yaklaşık 250 kişilik can kaybına neden olmuştur. Bu depremlere bağlı olarak oluşan depreşim dalgası (tsunami) Ege adalarında 80 teknenin hasar görmesine neden olmuştur. Depremin ana ve artçı şoklarının dağılımı Çizim 1’de ve Tablo 1’de verilmiştir. Görüldüğü üzere 13 dakika ara ile iki ana şok ve onları izleyen ardçı şokların hepsi Thera (Santorini), Amorgos ve Astypalaea adaları arasındaki üçgen içinde kalmıştır. Depreşim dalgası da bu alanda oluşmuş olduğu düşünülebilir.



Çizim 1: 1956 Depremi Ana ve Artçı Şokların Dağılımı (Şokların oluşma zamanları Tablo 1’de verilmiştir)

Tablo: 9 Temmuz 1956 Depremi Ana ve Ardçı Şoklar (KOERI,2002)

No	Yıl	Ay	Gün	Yerel Saat	Dk	Sn	Boylam °E	Enlem °N	Derinlik (km)	Şiddet	Açıklama
1	1956	07	09	05	11	43.7	36.69	25.92	15	7.4	Ana Şok
2	1956	07	09	05	24	16.5	36.59	25.86	95	6.5	Ana Şok
3	1956	07	09	06	15	21.2	36.70	25.90	100	4.8	Ardçı
4	1956	07	09	06	33	27.5	36.68	26.05	40	4.7	Ardçı
5	1956	07	09	07	14	16.4	36.46	26.00	60	4.6	Ardçı
6	1956	07	09	08	19	16.9	36.66	25.70	70	5.0	Ardçı
7	1956	07	09	08	22	59.0	36.74	25.73	78	5.3	Ardçı
8	1956	07	09	09	36	30.0	36.27	25.89	30	4.8	Ardçı
9	1956	07	09	11	45	10.0	36.60	25.93	10	4.8	Ardçı
10	1956	07	09	13	30	55.6	36.54	26.32	40	4.4	Ardçı

Tablo 2: 1956 Depreşim Dalgasının Bazı Ege Adalarındaki Tırmanma Yükseklikleri (Ambraseys, 1960)

Yer	Dalga Tırmanma Yüksekliği (m)
Amorgos	30
Astypalaea	20
Cos	1
Kalimnos	3.6
Leros	1.2

Bodrum Yarımadasında yapılan alan çalışmalarında depremi yaşamış ve depreşim dalgasını görmüş olan kişilerin isim ve adresleri eldeedilmeye çalışılmıştır. Bu kişilerin sayı ve olayı izledikleri yerlerin dağılımı Tablo 3’de verilmektedir.

Tablo 3: Görgü Şahitlerinin Dağılımı

No	Bölge Adı	Bölge Kodu	Bilinen Şahit Sayısı	Görüşme Yapılan Şahit Sayısı
1	Bodrum	BOD	25	7
2	Bitez	BIT	1	1
3	Ortakent	ORT	1	
4	Turgut Reis	TUR	15	5
5	Gümüşlük	GUM	5	
6	Yalıkavak	YAL	10	5
7	Gündoğan	GN	1	1
8	TürkBükü	TBK	1	1
9	Torba	TOR	1	
		TOPLAM	60	20

### Değerlendirme ve Sonuçlar

Araştırmada uygulanan anket örneği ekte verilmiştir. Yapılan görüşmelerde ve anket sorularına alınan cevaplarda, bölgedeki bazı başka depremlere ilişkin bilgiler de ortaya çıkmıştır. Bu depremler ile ilgili bilgiler 1956 bilgilerinden ayrı tutulmuştur. Bu depremler Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4: Bodrum Yarımadası Çevresindeki Bazı Depremler

Deprem Tarihi	Depremin Yeri	Şiddeti
1933	Kos	
09/02/1948 akşam	Karpathos	7
16/07/1955	Söke	7
09/07/1956 sabah	Güney Ege	7.5
25/04/1957 Akşam	Fethiye	7.1

Görgü şahitlerinden edinilen bilgiler Tablo 5'te özetle verilmiştir. Bu tablodan görüldüğü üzere görgü, şahitlerinin hissettikleri ilk dalga biçimi denizin karaya doğru ilerlemesi biçimindedir. Dalga tırmanma yükseklikleri ise yarımada çevresinde 1 m. düzeyinde kalmıştır. Denizin ilerleme ve çekilme mesafeleri ise 40 metrelere ulaşmıştır. Dalgaların yarımada ulaşma zamanı saat 9:00 civarı olduğu belirtilmektedir. Bu bilgiler, görgü şahitlerinin 45 yıldan fazla süre sonra hatırladıkları bilgilerdir. Bu bilgilerin ayrıntılarına ulaşmak için başka şahitler ile de görüşmek, elde edilen bilgilerin adalarda elde edilen bilgilerle de karşılaştırılması yararlı olacaktır.

Tablo 5: Görgü Şahitlerinden Edinilen Bilgilere Göre Bodrum Yarımadasında 1956 Depreşim Daldasının Etkileri

Yer	İlk Dalga Özelliği + İlerleme - Gerileme	Denizin İlerleme Mesafesi (m)	Denizin Gerileme Mesafesi (m)	Dalga Tırmanma Yüksekliği (m)	Ulaşma Zamanı (yaklaşık saat)	Açıklama
<b>Kuzey Kıyılar</b> Torba, Türk Bükü, Gündoğan	+	20	30	0.5-1	9:00-10:00	3-5 adet dalga geldi, kayıklar sürüklendi
<b>Batı Kıyılar</b> Yalıkavak, Gümüşlük, Turgut Reis	+	25-30	30-40	0.5-1	9:00	Yalıkavak'ta kıyıda bulunan kavak ve kahvenin önündeki asma ağacı kurudu, kıyıya yakın tarlaya deniz ulaştı
<b>Güney Kıyılar</b> Ortakent, Bitez, Bodrum	+	20-30	25-30	1.2	8:00	Bodrum'da Limanın arkasında bulunan mağazayı sular bastı, Limanda, kayıklar sürüklendi, 2 tekne battı, kıyıda karpuzları deniz aldı

### Katkı Belirtme

Yazarlar, görgü şahitleri Arif Özyanık, Arif Şerif Öncü, Ayfer Uslu, Bekir Yıldırım, Erdoğan Akalan, Faik Öztaşkın, Eyüp Akın, Haris Tengiz, Eyüp Özelbey, İbrahim Erdoğan, Mustafa Sevinç, Nuri Dinçer, Osman Çınar, Perihan Mandalinci, Yaşar Dinçer, Tevfik Uslu'ya önemli katkıları nedeniyle teşekkür eder. Kıvanç Okalp, İrfan Altınsoy, Salih Uslu, Alpay Sevim, Mücahit Dinçer ve Süleyman Uysal anket çalışmalarında önemli katkılar sağlamışlardır.

## Kaynaklar

AMBRASEYS N. N., (1960), "The Seismic sea wave of July 9, 1956, in Greek Archipelago", Journal of Geophysical Research, 1630 BC V 65, 4, 1257-1265

ALTINOK, Y., ERSOY, Ş., (2000), Tsunamis observed at Turkish coasts and near surroundings, Natural Hazards, Special issue on "State of the Art at the End of the Second Millenium", Kluwer Academic Publisher, (Eds: Papadopoulos, Murty, Venkatesh, Blong) Natural Hazards (21) pp: 185-205

FARRERAS, S., (2001= "Post Tsunami Field Surveys Procedure: An Outline", Natural Hazards, Special issue on "State of the Art at the End of the Second Millenium", Kluwer Academic Publisher, (Eds: Papadopoulos, Murty, Venkatesh, Blong) Natural Hazards (21) pp: 207-214

KURAN, U., YALÇINER, A.C., (1993), Crack propagations earthquakes and tsunamis in the vicinity of Anatolia, in S. Tinti (Ed.) Fifteenth International Tsunami Symposium, 1991, Tsunamis in the World, Kluwer Academic Publishers, pp. 159-175.

KOERI, 2002, Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, Bosphorus University, <http://jeofizik.koeri.boun.edu.tr/> )

PAPADOPOULOS G. A., (2001), "Tsunami Hazards in the Eastern Mediterranean: A Catalogue for the Area of Greece and Adjacent Seas, Workshop on Tsunami Risk Assesment Beyond 2000: Theory, Practice and Plans" Organized by Joint IOC-IUGG International Workshop (2001) 34-44

PAPADOPOULOS, G.A., YALÇINER, A. C., and KURAN, U., (1994),. "A Discussion on the Generation Mechanism of 1956 Southern Aegean Tsunami" Paper Presented and Abstract Published in general Assembly of European Geophysical Society, Tsunami Session, 23-27 April, 1994, Grenoble, France.

PERISSORATIS C, PAPADOPOULOS G. A., (1999), "Sediment Instability and Slumping in the Southern Aegean and a case History of the 1956 Tsunami', Marine Geology, 16 (1999) 287-305

SOYSAL, H., (1985), Tsunami (deniz taşması) ve Türkiye kıyılarını etkileyen tsunamiler, İ.Ü., Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni, 2: 59-67, İstanbul.

YALÇINER, A.C., KURAN, U., AKYARLI, A. and IMAMURA F., (1995), "An Investigation on the Generation and Propagation of Tsunamis in the Aegean sea by Mathematical Modeling", Paper in the Book, "Tsunami: Progress in Prediction, Disaster Prevention and Warning", in the book series of Advances in Natural and Technological Hazards Research by Kluwer Academic Publishers, (1995), Ed. Yashuito Tsuchiya and Nobuo Shuto.

YALÇINER, A., KURAN, U., MINOURA, K., IMAMURA, F., TAKAHASHI, T, PAPADOPOULOS, G, (2000a), Ege Kıyılarında Depreşim Dalgası Dalgası (Tsunami) İzleri, Batı Anadolunun Depremselliği Sempozyumu, MTA, 23-27, Mayıs, 2000, İzmir, sayfa : 256-266.

**EK : ÖRNEK ANKET FORMU (Sürüm 2.0)**

(Bu Form Ahmet C. Yalçiner, Tarık E. Çakır ve Kıvanç Okalp tarafından Tohoku Üniversitesi Anket Formu kullanılarak geliştirilmiştir @Mart/2002).

**9 TEMMUZ 1956-GÜNEY EGE DEPREŞİM DALGASI ARAŞTIRMA ANKETİ**

Anket Tarihi	...../...../2002
Kodu	
<b>Ankete Cevap Veren Kişi</b>	
Ad	
Soyad	
Yaş	
Meslek	
Adres	
Telefon	
Faks	
E-posta	

RESİM
-------

- 9 Temmuz 1956 sabahı, yerel saat ile saat 05:15 civarında herhangi bir sarsıntı/deprem hissettiniz mi?**  
EVET HAYIR
- Tsunami dalgalarını ne zaman gördünüz?**  
SABAH ERKEN SABAH ÖĞLEN AKŞAM ÜSTÜ  
AKŞAM SAAT:..... BİLGİM YOK
- Dalgaları gözlediğiniz/izlediğiniz yer neresidir?**  
.....
- Deniz önce çekildi mi yoksa kıyıya doğru ilerledi mi?**  
ÇEKİLDİ İLERLEDİ BİLGİM YOK
- Deniz hiç görülmemiş biçimde karaya doğru ilerledi mi? İlerledi ise ne kadar mesafe ileri ve yükseğe gitti?**  
İLERİ:.....m YÜKSEKLİK:.....m BİLGİM YOK
- Deniz hiç görülmemiş biçimde çekildi mi? Çekildi ise ne kadar mesafe geri ve derine çekildi?**  
ÇEKİLME:.....m DERİNLİK:.....m BİLGİM YOK
- Denizden gelen anormal sesler duydunuz mu?**  
EVET HAYIR BİLGİM YOK  
a. Davul sesi gibi  
b. Fokurdama sesi gibi  
c. Duş sesi gibi  
d. Uçak sesi gibi
- Denizde herhangi bir renk farklılaşması oluştu mu?**  
EVET :..... HAYIR BİLGİM YOK
- Deniz yükselirken aşağıdaki biçimlerden hangisi gibiydi?**  
Duvar gibi yükseldi  
Yavaş yavaş yükseldi  
Nehir akar gibi geldi ve yükseldi  
Her zaman ki gibi yükseldi  
Bilgim yok



10. Deniz kaç kez geldi?  
BİR KEZ İKİ KEZ ÜÇ KEZ ..... KEZ

11. Dalgaların gelip çekilmesi kaç saat sürdü? .....

12. Denizin yükselerek ulaştığı en yüksek nokta, denizin şimdiki seviyesinden kaç metre yukarıdaydı? Bu yerin adını belirtiniz.

YER:..... YÜKSEKLİK:..... m

13. Tsunamiye bağlı olan hasarlar;

- Can kaybı sayısı:.....
- Yaralı sayısı:.....
- Sürüklenen bina sayısı:.....
- Yıkılan bina sayısı:.....
- Bodrum/zemin katı su altında kalan bina sayısı:.....
- Hasar gören iskele/liman sayısı:.....
- Hasar gören tekne/gemi sayısı:.....
- Hasar gören balıkçı ağı sayısı:.....
- Deniz/göl suyu altında kalıp hasar gören tarla sayısı:.....
- Diğer hasarlar:.....

14. Elinizde olay ile ilgili fotoğraf/video görüntüsü/doküman var mı? VAR YOK

15. Ekleme istedikleriniz, gözlemleriniz?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

16. Dalgaların gelip çekilmesi olayının nedeni hakkında düşündükleriniz?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

17. Tsunami olayı ile ilgili bilgi sahibi olan, görüşmemizi tavsiye edebileceğiniz kişiler?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## ABSTRACT

A strong earthquake with two shocks (03:11:38 GMT and 03:24:05 GMT) occurred in the early morning of July 9, 1956 in Aegean Sea. The epicenters were in between Thera, Amorgos and Astypalaea islands and caused damages and casualties especially in Santorini (Thera) and nearby islands.

There are numerous tsunamis in Aegean Sea since the caldera collapse in Thera volcano around 1630 BC. The latest tsunami observed in Aegean Sea was in 1956 and named as Southern Aegean Tsunami whose source mechanism has been discussed in Perissoratis and Papadopoulos, (1999) and the coastal effects and runup distribution at the coasts of many islands have been documented by Ambraseys, (1960).

There has not been any report published about the effects of this earthquake and tsunami on the coasts of Turkey. Actually there must be similar coastal effects especially at western coast of Turkey.

A field survey had been performed to look for the people who experienced and remembered this earthquake and tsunami in Bodrum Peninsula. At the first stage of the study 11 eyewitnesses who had observed the wave motion at the different villages (Torba, Gündoğan, Yalıkavak, Turgut Reis, Akyarlar, Ortakent, Gumbet, Bodrum) had been interviewed separately. The evaluation of the interviews and questionnaires showed that the tsunami waves have mainly leading depression wave characteristic in almost all of the observations but the wave inundated 30-60 meters at some locations. The runup height was around 1 m but and was not in a destructive level along coast of Bodrum Peninsula. The eyewitnesses could also give information about 1933 Kos and 1957 Fethiye earthquakes.

In this study the runup and inundation areas and the behavior of the 1956 tsunami around Bodrum Peninsula are described according to the interpretation of eyewitness reports.

The eyewitnesses Arif Özyanık, Arif Şerif Öncü, Ayfer Uslu, Bekir Yıldırım, Erdoğan Akalan, Faik Öztaşkın, Eyüp Akın, Haris Tengiz, Eyüp Özelbey, İbrahim Erdoğan, Mustafa Sevinç, Nuri Dinçer, Osman Çınar, Perihan Mandalinci, Yaşar Dinçer, Tevfik Uslu are greatly acknowledged for their patience and sincere hospitality in interviews, and for the valuable information they provided us about the tsunami effects around the Bodrum Peninsula. The authors thank Civil Engineer Mr. Kıvanç Okalp, İrfan Altınsoy, Salih Uslu, Alpay Sevim, Mücahit Dinçer ve Süleyman Uysal for their assistance and efforts for the interviews in this study.

**KIYI ALANLARININ KORUNMASI AMACIYLA UYGULANAN  
DERİN DENİZ DEŞARJI SİSTEMELERİ  
-ATIKSU ARITMA TESİSLERİ (AAT) İLİŞKİSİ-**

Carlo, AVANZINI  
Dr. Eng.  
M.E.C.C.  
Genova – İstanbul,  
İtalya - Türkiye

Cenk, GERDANLI  
M.E.C.C  
İstanbul, Türkiye

Moti, ÖZÜBAHAR  
M.E.C.C.  
İstanbul, Türkiye

**ÖZET**

Bu bildirin içeriği bir deniz deşarjının tasarım ve inşaat yönünden incelenmesini kapsar. İlk olarak deniz deşarjlarında bakteri kontrolü, WHO (Dünya Sağlık Örgütü) tarafından yayımlanmış yönetmeliklere bağlı kalarak ele alınır ve proje dizaynı, süpervizyonluk, bakım ve gözlemlene üstüne yoğunlaşır.

**GİRİŞ**

Deniz ortamının korunması ve deşarj sisteminin uygun inşaatı ve verimli işletilmesi için tüm aşamaların düşünüldüğü iyi bir proje yönetimi gerekmektedir. Aynı zamanda, “zayıf” veya “ucuz” bir mühendislik ve inşaat kontrollüğü kolayca başarısızlığa sebep olabilir.

Biz bir deniz deşarjını deniz kıyısındaki bir arıtma tesisi için türü ve kalitesi ne olursa olsun gerekli olduğunu ve aynı zamanda arıtılmış suların yeniden kullanımı için varlığının şart olduğunu düşünüyoruz.

Doğru tasarlanmış, monte edilmiş ve gözlemlenebilir bir deniz deşarjı, sistemin verimini artırır ve deniz ortamının korunmasına katkıda bulunur. Bundan dolayı tüm kurumların (kamu ve özel), tasarımcıların ve müteahhitlerin sistemin geniş problemleri hakkında bilgi sahibi olmaları gerekmektedir. Ve, deniz deşarjından en yüksek verimi elde edebilmek için ortak çaba sarf edilmelidir.

John ruskin- 19. Yy. Ekonomisti ve sosyal reformcusu;

“Herhangi bir yatırım için çok para ödemek akıllıca olmayabilir, ama bunun daha kötüsü çok az para ödemektir. Eğer çok öderseniz sadece az bir para kaybedersiniz. Öte taraftan eğer çok az öderseniz bazen her şeyi kaybedebilirsiniz. Çünkü, satın almış olduğunuz ürün veya hizmet gerekli ihtiyaçları karşılayamaz. Ekonominin kuralı yüksek değerlerin düşük paralarla satın alınmasını yasaklar. Eğer en düşük teklif kabul edilirse ortaya çıkan risklerden dolayı ilave maliyetlerin ödenmesine hazır olunmalıdır. Eğer böyle bir olanak varsa o zaman birinci durumun başlangıçta tercihi daha iyi olacaktır.”

Bu durum günümüzde halen geçerlidir. Tasarımın kalitesi onun fiyatına değil proje mühendisinin veya proje grubunun kapasitesin, teorik ve pratik deneyimine bağlıdır. Sonuç; öz, kesin, anlaşılabilir ve çalışılabilir bir proje olmalıdır, bazen olduğu gibi proje kullanılan kağıt ağırlığına bakılarak, daha kötüsü en ucuz maliyet dikkate alınarak değerlendirilmemelidir.

### **Dizayn Konsepti**

Buradaki çalışmamız, ana hatlarıyla deniz deşarjı sistemlerinin planlama, tasarım materyalleri, inşaat, inceleme ve kontrol, bakım ve izleme çalışmalarını kapsayacaktır.

Amaç, denizlerimiz için daha akilci bir yaklaşımla kalite standartlarını geliştirmek iyileştirmektir. Denizaltı boruları için herhangi bir “standart tasarım” mevcut değildir. Deniz ve deniz tabanı ile ilgili parametrelerin çokluğu ve kara yapılarının çeşitli konfigürasyonları

her deşarj projesine açık görüşlölükle ve farklı (kategorik olmayan) bir şekilde yaklaşılması gerekliliğini zorunlu kılar.

Deniz deşarjının verimi kıyıdaki atık su arıtma tesisinin yapısına ve işletme sürecine bağılıdır. Son yıllarda kıyı atık su arıtma tesislerinin (AAT) iyi dizayn edilmiş bir deşarjla tamamlanabileceği olgusu kabul edilmiştir. Deniz deşarjı, (çoğunlukla zorunlu olmayan) dezenfeksiyon ünitesinin inşaat ve işletme giderlerinin azaltılmasına katkıda bulunur. Ayrıca AAT'nin çalıştırılmaması durumunda veya yağmur suyu drenajı açısından bir yedek kapasitedir.

Bu şartlarda difüzör atık sudaki yeterli seyrelmeyi sağlamış olur. Bilimsel kurumlar ve ABD Çevre Koruma Kurumu (US.EPA) "Cormix" ve "Visual Plumes" programları üzerinde çalışmalarına devam etmektedirler. Bu arada EIB ve WH|Delft "METAP" yazılımını difüzör hesaplamalarıyla birlikte tamamlamıştır.

Eylül 2002 de düzenlenen MWWD2002 Konferansında sunulan bildirimler ve bahsedilen programlar Konferans Kitabında bulunmaktadır.

### **Bakteri Kontrolü**

Yüzme ve kıyı sularının korunması açısından anahtar rolündedir. Verimli bir deniz deşarjı herhangi bir rüzgar ve dalga şartlarında bile kıyıların hijyenik açıdan korunmasını garanti etmelidir. Bunun dışında su kalitesi ile ilgili düzenleyici göstergeler Avrupa birliği tarafından yayınlanmış - Avrupa ülkeleri tarafından yasalar olarak kabul edilmiştir - ve Dünya Sağlık Teşkilatı rekrenasyonel suların kalitesi ile ilgili yeni yönetmelikler üzerinde çalışmaktadır.

İyi bilindiği gibi evsel atık su çok miktarda bakteri içermektedir ; AAT girişi için tipik değerler 8-10 milyon toplam koli form (tc)/100 ml ve 1-2 milyon faecal streptococci(fs)/100 ml mertebesindedir. Arıtma, bu sayıları 1/5 -1/10 oranında azaltır: bu 1 milyon veya daha fazla tc ve 200 000 fs'nin deşarj borusuna girmesi demektir. Gerekirse çeşitli türde

dezenfektanlar kullanılabilir. En çok kullanılan klordur. Ancak klor su kaynaklarına ve deniz yaşamına zararlı etki yaptığı için klor uzaklaştırılması (de-chlorination) gerekebilir. Ozonlama ve ultraviyole deniz ortamı için olumsuz etkisi olmayan etkili dezenfektanlardır. Ancak inşaa, işletme ve bakım açılarından maliyeti yüksek ve bazı durumlarda güvenilirlikleri azdır.

İyi bir difüzörün kendisi bir garantidir. Bakterilerin kıyıya dönüşü sadece kıyıda yapılan dezenfeksiyondan ziyade –bilindiği üzere- atık suların (arıtılmış olsalar dahi) kıyıdan emniyetli bir mesafeden deşarjıyla daha güvenilir bir şekilde sağlanabilir

Derin deniz deşarjına izin verilebilecek atık suların özellikleri ulusal ve uluslararası yönetmeliklerden sağlanmalıdır. Genel bir kural bu konudaki yorumu, “insan teması olan koruma bölgelerindeki derin deniz deşarjlarında seyrelmeleri takiben toplam koliform değeri en muhtemel sayı olarak aşağıdaki değerlerden düşük olmalıdır.” şeklindedir

- ◆ 1000 tc/100 ml için toplam koliform
- ◆ 200 fc/100 ml için fekal koliform zamanın %90 nında

Kıyıları için hijyenik koruma kuralları hala tartışma ve yenileme konusudur.

Avrupa topluluğu, üyeleri için yeni genel kuralları ilave etmiş ve yayınlamıştır. (directive 76/160/eec).

Dünya Sağlık Teşkilatı rekrenasyon amaçlı kullanılan sular için doğru yeni kuralları bugünlerde yayınlamaktadır.

Bazı veriler aşağıdaki tablolarda verilmiştir

*Yüzme sularının kalitesiyle ilgili Avrupa birliği direktifi (76/160/eec)*

Mikrobiyolojik parametreler	Tavsiye edilen	Zorunlu
Toplam koliform/100 ml	500	10.000
Fekal koliform/100 ml	100	2.000
Fekal streptococci/100 ml	100	----
Salmonella/litre	----	0
Enteroviruses pfu/10 litre	----	0

### İtalyan yönetmelikleri

- ◆ Yakın alan sular için “escherichia coli” < 5000 ufc/100 ml (deşarjlar için zorunlu limitler)
- ◆ Yüzme yapılan sular için < 100 (genellikle kıyıda 100 m. Uzakta kabul edilen koruma bölgesinde alınan örneklerin %95’inde)

### **WHO (Dünya Sağlık Teşkilatı) Kılavuzları**

Aşağıdaki bilgiler WHO kılavuzlarından alınmıştır.

Rekrenasyonel su ortamlarının korunması için taslak kurallar, Cilt 1: kıyı ve tatlı sular, bölüm 4: fekal kirlenme ve su kalitesi

(\*) (rekreasyonel sular için WHO kurallarının bir bölümü olacaktır)

*Deşarjlar dolayısıyla atık suya maruz kalabilecek insan sağlığı için bağıl risk potansiyeli*

Arıtma	Deşarj türü		
	Doğrudan kumsala	Kısa deşarj	Etkili deşarj
Hiç arıtma yok	Çok yüksek	Yüksek	Na
Ön arıtma	Çok yüksek	Yüksek	Düşük
Ön arıtma (septik tank dahil)	Çok yüksek	Yüksek	Düşük
İkincil arıtma	Yüksek	Yüksek	Düşük
İkincil arıtma + dezenfeksiyon	Orta	Orta	Çok düşük
Üçüncül arıtma	Orta	Orta	Çok düşük
Üçüncül arıtma + dezenfeksiyon	Çok düşük	Çok düşük	Çok düşük
Lagün	Yüksek	Yüksek	Düşük

(\*)yüzme suyu kalitesi ve insan sağlığı: fekal kirlenme

Bir uzman konsültasyonunun sonuçları, Farnham, İngiltere, nisan 2001,

### **Atıksu arıtma tesisi türü**

- ◆ Arıtma yok = ham atıksu
- ◆ Ön arıtma = elek veya mikro eleklerden geçirme
- ◆ Birincil arıtma = fiziksel çökeltim (septik tank sistemleri dahil)
- ◆ İkincil arıtma = birincil arıtma + damlatmalı filtre / aktif çamur

- ◆ İkincil arıtma + dezenfeksiyon
- ◆ Üçüncül arıtma = ikincil arıtma + koagülasyon – kum filtrasyonu
- ◆ Üçüncül arıtma + dezenfeksiyon
- ◆ Lagunlar = düşük hızlı biyolojik arıtma

#### **Deşarj türü**

- ◆ Doğrudan= kıyıya
- ◆ Kısa = iç veya tidal zone, atıksu bulutunun kıyıya ulaşma olasılığı yüksek
- ◆ Etkili = atıksu bulutunun kıyıya ulaşma olasılığını düşük kılan yeterli uzunluk ve derinlikteki deşarj

#### **Proje Gereklilikleri**

Son kullanıcılar, tasarım ve problemsiz imalat ile işletme sağlayacak uzmanlara güvenmek zorundadırlar. Çevre ile ilgili iyi bir araştırmaya, AAT ile kordine edilmiş detaylı bir mühendislik çalışmasına, ciddi inşaat şartnamelerine ve dikkatli kontrollük hizmetlerine, yeterli işletme ve bilinçli bakım ile izleme çalışmalarına olan ihtiyaç gayet iyi bilinmektedir

Deşarjlar için arazi çalışmalarının tamamlanması, tasarım parametrelerinin tanımlanması, difüzörün hidrolik tasarımı, borunun derinlik, uzunluk ve pozisyonunun seçimine özellikle önem verilmelidir. Kullanılan malzemeler, inşaat ve kontrollük, test etme, işletme ve izleme için uygun şartnameler bulunmalıdır. Mühendislerin ve müteahhitlerin yeterliliği ayrıca bir gerekliliktir. Uzunluğun tartışma konularının arasında önemli bir yeri vardır ve bu konudaki farklı kişilerin aynı açıklamaları aşağıdaki gibidir; “Deşarj borusunun uzunluğu 1500 metreden; deşarj noktasının derinliği 15 metreden az olmamalıdır”

Diğer Avrupa yönetmeliklerinde uzunluk > 1000-1500m. Ve derinlik >30 m.; ancak yinede her durum için bağlayıcı unsur en yakın kıyı noktasına olan bakteri dönüşüdür. 500m ve daha kısa uzunluk ve 10-15m derinlikler, sadece acil deşarjlar için kullanılabilir.



Deşarj derinliğinin 30 metreden fazla, seyrelme ve dönüş sürelerinin bakteri yok olması için yeterli olması durumunda yerel kıyı koşullarına göre deşarj boyu kısaltılabilir.

Turistik bölgeler için, gözle görünen su kalitesi – renk, geçirgenlik, yüzen maddeler – ilave bir gerekliliktir.

Maalesef, bu durumda sık sık kullanılabilir bağıntı:

“mevcut bütçe/birim maliyet = deşarj borusu uzunluğu

Deşarjlar için aynı zamanda geçerli olan;

ÇED – Çevre Etki Değerlendirilmesidir : yapılan herhangi bir faaliyetin çevre üzerindeki olası etkilerinin değerlendirilmesidir. Bu sadece insan aktiviteleri için değil, ayrıca hassas bölgeler veya özel koruma bölgeleri (balık üreme alanları, yaban yaşam ortamları, deniz parkları, hassas su altı bölgeleri, – örneğin posidonia prairies) için bir gerekliliktir.

Planlanan difüzörün bulunduğu alanda, doğru bir bentik yaşam araştırması doğrudan deşarjın kabul edilebilirliği veya deşarj noktasının daha derinlere götürülebilmesinin kabulü açısından bir gerekliliktir.

### **Bir deşarj sisteminin tasarımı için gerekli olanlar**

Teknik unsurlardan çok “insan” öğesi önemlidir. Gerekli olan nedir ?

- ◆ AAT proje yöneticisini ve deşarj mühendisini koordine eden, işveren organizasyonunda bulunan bir proje yöneticisi
- ◆ Bölge özellikleri, debiler, özel koşullar açısından mühendislik spesifikasyonlarının iyi tanımlanmış değerlendirilmesi. Bu noktada AAT'nin işletme koşullarının iyi bir şekilde verilmiş olması bir gerekliliktir.
- ◆ Sadece teorik yönlerden değil ayrıca inşaat ve işletme açısından da deneyimi kanıtlanmış, güvenilir bir mühendislik şirketi. Şirket mühendislik sözleşmesinin imzalanması öncesi yeterlilik almalıdır.

AAT'nin ve deşarj projesinin tasarımları farklı şirketler tarafından yapılsa bile (ki böylesi önerilir) paralel ilerlemelidir. AAT tasarımının tamamlanmış olması halinde, arıtma tesisini deşarja bağlayan üniteler (terfi merkezi veya pompa istasyonu) deşarj mühendisi tarafından deşarj sisteminin işletmesini ve verimini optimize etmek amacıyla revize edilmelidir.

### **Teknik açıdan incelenmesi gereken konular**

Aşağıda dizayn ile ilgili noktalar incelenmiştir. Bunlar önem sırasına göre listelenmemiştir ve hepsi dizayn için doğru bir şekilde dikkate alınmalıdır.

#### **❖ *Borunun hendek içinde veya deniz tabanı üzerinde olması?***

Tüm deşarj sisteminin hendek içine yerleştirilmesi stabilize bakımından veya insan faktöründen ortaya çıkan risklerden korunma gibi durumlar olmadıkça çok gerekli değildir.

Çapa veya trol ile (kazımalı) balık avcılığının deniz deşarjı sistemine verebilecek zararın riski deniz trafiğinin çok yoğun olduğu yerler dışında çok azdır.

Boru, üstünde max 1 m örtü ile kaplı olduğu sığ hendeklerde yeterli güvenlikte olmadığı gözlenmiştir. Dahası, deniz tabanı üzerindeki borular, hendek içine yerleştirilmiş olanlara göre daha kolay kontrol edilebilir ve onarılabilir.

Özetle, gerekli hendek uzunluğu stabilize açısından gerekli olan uzunlukla sınırlıdır.

Hendek uzunluğuna karar verilmesinde, maliyeti (bütçe) etkileyen dolgu ve kazım işlemlerinin masrafı etkili rol oynamaktadır.

Hendek kısmında yapılan dolgunun dalga etkisine karşı stabilizesi boru stabilizesi kadar önemlidir. Düzgün yapılmayan dolgu neticesinde malzemenin kaçması ve boru üzerindeki ağırlığın azalması boru için tehlikelidir.

Boru, özellikle kıyı yaklaşımı bölgelerinde –kıyıdan 4-5m derinliğe kadar olan kesitte düzgün tane dağılımına sahip taşlarla veya deniz uygulamaları için üretilmiş bitümenli

şiltelerle (şuan Türkiye’de de üretilmekte olan Sarmac tipi) yada içi malzeme doldurulmuş ve sağlamlaştırılmış gabionlar ile koruma altına alınmalıdır.

#### ❖ *Ağırlaştırma*

Borunun hendek uzunluğu balast tasarımını etkiler.

Bütün boruların dalgalar tarafından yaratılan atalet ve hidrodinamik kuvvetlere karşı balastı düzgün bir şekilde sağlanmalıdır. Bu kuvvetlerin hesaplanmaları tasarıma esas (etkin) dalga yüksekliğinin incelikle seçimine bağlıdır. Aynı zamanda, hidrodinamik kuvvetlerin (HDPE borularda) batırma halkalarına da etki edeceği unutulmamalı ve batırma halkalarının stabilitesi dikkate alınmalıdır.

Deniz çok öfkeli olabilir. Bu nedenden dolayı kırılmış bir deşarj borusunu tamir etmek yerine, çok daha ucuza elde edilebilecek olan batırma halkalarını (tespit kütlesi) biraz fazla tutmak daha iyidir.

Ağırlaştırma aynı zamanda gömülü kısımda da uygulanmalıdır, çünkü;

- ◆ Boruyu batırabilmek ve dolgu yapılarına kadar stabilizasyonu sağlamak,
- ◆ Dolgu malzemesinin yıkanması halinde kısmende olsa borunun stabilizesinin sağlamak için gereklidir.

Boru stabilizesi kavramı sadece borunun yerinde tutulmasını sağlayan gerekli ağırlıkla sınırlandırılmamalıdır. Ayrıca dipteki taşıma kapasitesi, taban yapısı, sediment taşınımı, sıyrılma ve yüklemeye göre taşıma kapasitesi sadece hendek için değil genel olarak göz önüne alınmalıdır.

Çok rijit bir mesnetleme (tabana sabitleme), yanlış serilmiş veya çok miktardaki dolgu, boru stabilizesine katkıda bulunma yerine tehdit unsuru olabilir.

#### ❖ *Diğer Problemler*

Deniz deşarjı sistemlerinin işletimini etkileyebilen bazı önemli problemler tasarım aşamasında göz önünde bulundurulmalıdır.

- ◆ Deşarj hattında hava olması: borunun içine hava girmesi stabilitenin önemli ölçüde kaybolmasına ve yersel çift faz akışına neden olabilir. Bu durum tesis çıkışının deniz seviyesinden daha aşağı kota yerleştirilmesi, boruyu dolu tutmak için debi kontrol vanası

konması, hava alma ekipmanlarının yerleştirilmesi gibi gerekli koruma önlemleriyle engellenebilir.

◆ Sedimentasyon (çökme): özellikle difüzörün son kısımlarında karşılaşılabilecek çökme problemi yeterli akış debisi sağlanması suretiyle engellenebilir.

◆ Tuzlu su girişi: düşük debilerde eğimli difüzörler için rahatsız edici bir gerçektir. Bu durumdan debinin iyi bir şekilde kontrol edilmesi, özel tasarlanmış çıkış ağızlıkları veya kontrol vanaları kullanılarak kaçınılabılır.

#### ❖ Cazibeli akış veya pompalar ?

AAT ve deniz deşarjından sorumlu mühendislerin ortak olarak karar vermesi gereken bir konudur. Cazibeyle çalışmak daha az enerji tüketimi sağlar ancak projenin tüm hizmet süresi göz önüne alındığında her zaman için mümkün olmayabilir. Deşarj borusuna yapılacak herhangi bir boşaltım için deşarj borusunun hidrolik işletim eğrisi (boru karakteristik eğrisi) hesaba katılmalıdır; bunun anlamı, boşaltım seviyeleri ve pompa kotunun deşarj borusunun hidrolik tasarımı yapıldıktan sonra belirlenmesidir.

Cazibeli deşarj, nihai olarak difüzör çapını artırarak, mümkün olduğunca uzun süre kullanılmalıdır ancak difüzöründe verimli çalışabilmesi için gerekli olan hidrolik gereksinimleri unutulmamalıdır. Bununla birlikte pompa istasyonu deşarj hidroliğine göre doğru pompa kombinasyonu kullanılarak dizayn edildiği takdirde enerji tüketimini azaltan bir sistem elde edilebilir.

#### ❖ Hattın Yıkınması

AAT ve deşarj sisteminin birbiriyle olan bağlantısına bağlı olarak periyodik olarak hattın yıkınması gereklidir. “Yıkama” boru içindeki su kütlesinin mümkün olabilecek maksimum hız ile deşarj olması anlamına gelir; böylelikle boru içine çökelmiş katı maddeler, hava kabarcıkları ve tuzlu su dışarı atılır. Teorik olarak, iyi bir yıkama tüm boru hacminin tatlı su ile doldurulması ve gerek yerçekimi gerekse pompajla yapılan deşarjda, yıkama ile ilgili olarak yapılan depolamanın gerekli hacimde olması şarttır.

Pek çok defalar, deşarj borusunun uzunluğu ve çapı nedeniyle uygun yer ve tüm hacim için biriktirme tankı sağlamak, zor, hatta imkansızdır. Yıkama işleminin kesikli yapılması koşuluyla deşarj hattının %25-30'u kadar hacim kabul edilebilir. Yeni deşarj hatları pig özellikleriyle yapılması nedeniyle borunun iç yüzeyinin periyodik bir şekilde temizlenmesini sağlarlar. Pig özelliği aynı zamanda yapılandırma sürecinde veya operasyon sırasında oluşabilecek hava kabarcıklarının da çıkarılmasını sağlar.

#### ❖ Difüzör hesapları

Genellikle hidrolik ve çevre verileri (su karakteristiği, akıntılar, t90, vb.) tam olarak tanımlanmış veya doğru olarak tahmin edilmiş ise mevcut difüzör hesaplamaları yeterli hassasiyettir. Hidrolik olarak konu basit görünmektedir. Yine de, birinci seyrelme, hatta devamında meydana gelen (ikincil) seyrelme ve atıksu tarlası oluşması halen araştırma konusudur. Eski yöntemlerin (örn. Brooks) halen güvenilirliği vardır, ancak "Cormix" ve "Visual Plumes" gibi bugünlerde sıklıkla kullanılan ve tasarımcı için en uygun silahı oluşturabilecek sürekli geliştirilen başka araçlar da vardır.

Difüzör, deşarj sisteminin verimliliğinde anahtar elemandır. Bu nedenle difüzör tasarımı titizlikle belirlenmiş kuralları izlemelidir ve bir kez işletilmeye başlandığında çalışma koşullarının değerlendirilme olanağı olmalıdır. "İzleme Çalışmaları" nispeten yenidir, kapsamı ve kuralları sadece iyi niyetli yerel belediyeler veya su yönetimi konusunda çalışan firmalar tarafından konulur.

#### ❖ Difüzörün konfigrasyonu

Difüzörün "fiziksel" tasarımı aynı derecede önemlidir. Bir difüzör tüm debi aralıklarında hidrolik olarak geçerli olmalıdır. Debi değeri gerekli mertebeye ulaşana kadar maksimum debinin %50-60'ından az olan minimum debiler için belli sayıda çıkış ağzı kapalı kalmalıdır. Deliklerin çapları hesaplanmalıdır. Ancak, tıkanma riskinden kaçınmak için 80-100 mm'nin üzerinde tutulmalıdır.

Toplam delik alanı boru içindeki alanın %65 ve %80'i arasında olmalıdır.

Deliklerin tasarımı olası deniz kirliliğini azaltmak ve temizleme işlemini kolaylaştırmak için mümkün olduğunca basit olmalıdır. Son deliğin difüzörün son bölümünde yeterli hızları sağlayacak biçimde tasarlanması gereklidir.

❖ **Difüzör: kısa veya uzun? Eşit (sabit) çaplı veya azalan?**

Kesin bir yanıt verilemez, daha ziyade mühendisin tercihinine bağlıdır.

Yine de;

- ◆ Difüzör hidrolik olarak doğru olmalıdır.
- ◆ Delik sayısı ve çapları deşarj edilen debinin eşit dağıtımına olanak vermelidir.
- ◆ Deliklerin sayısı 8-10'dan fazla olmalıdır; ancak debi miktarına bağlıdır.
- ◆ Delikler arasındaki mesafe derinlik ile ilişkilidir (genelde derinliğin 1/4 ve 1/6'si arasındadır).
- ◆ Değişmeyen tek bir çapa sahip difüzör daha az maliyetli ve montajı daha kolaydır.

**Malzemeler ve montaj**

Tasarım problemlerinin daha iyi kavranması için kullanılabilir malzeme hakkında doğru bilgiye sahip olmak gereklidir. Eğer ehil bir mühendislik ile desteklenmiş ve uygun teknikler ile yerleştirilmiş ise betondan plastiğe, YYPE'den CTP'ye, düktil demir ve çeliğe kadar tüm malzemelerin doğru bir seçim olabileceği tasarım mühendisleri ve işverenler tarafından onaylanmalıdır. Bununla birlikte proje optimizasyonu yapmadan karar vermek doğru değildir. Daha kötüsü, sadece borunun birim fiyatına veya boruya dair kişisel sempati gibi duygulara dayalı olarak seçim yapılmasıdır.

Son 30-35 yıldır, deniz deşarj sistemlerinde uzunluk, derinlik ve çap bazındaki boyutlarda önemli değişiklikler görülmüştür. Deşarj sistemlerinin çaplarının sürekli büyümesine, çevresel gerekler nedeniyle daha uzun ve derin deşarj sistemleri istenmesine rağmen kullanılabilir malzemelerde pek bir değişiklik görülmemektedir, ancak özellikleri sürekli olarak gelişmektedir. Boru üretim teknolojisindeki ve dolayısıyla boruların teknik parametrelerindeki farkedilir gelişme, günümüzde artık hemen hemen tüm boru şeklindeki ürünlerin -değişik olasılıklarla ve maliyetlerle- deniz işlerinde kullanılmasını sağlamaktadır.

Gerçekte en uygun malzemenin seçimi aşağıdakilere bağlı olmalıdır:

- ◆ Mümkün olan çaplar –her malzeme için istenen çaplar bulunmayabilir.
- ◆ Mühendislik ve/veya inşaat problemleri – yerleştirilecek yer ve şantiye durumu, ekipman temini, deniz ortamının yapısı, vb.
- ◆ Deniz tabanına döşenen boru hattının maliyeti veya daha açıkca maliyet/verim oranı
- ◆ Beklenen ömür ve bakım maliyeti

Çelik petrol endüstrisinde kullanılan bir malzeme olmakla beraber deniz altına döşenen boruların inşaatında da artan oranda tercih edilmektedir. Diğer malzemeler de teknolojik gelişmenin sonucu deniz tabanına yerleştirilebilirliği ve yoğun pazarlama faaliyetleri neticesinde kullanılmaya başlanmıştır.

Akılsızlığa yer vermemek. Ancak, malzeme seçiminde her yönden -projenin tasarımından, bakım ve onarımına kadar olan sürecinde- dürüst bir şekilde değerlendirme yapabilmek için mantıksız bir “sevgi-beğeniye” neden olunmamalıdır. Seçilen malzeme proje bütünüyle incelendiğinde en iyi maliyet/verim (fayda/masraf) oranını sağlamalıdır.

Mühendis ve müteahhitlerin bilmesi gerçeğine rağmen, boru inşaatı sürecinin kavramsal olarak temelde aşağıda yer alan üç şekilde yapılabileceğini yinelemek yerinde olur:

- ◆ Borunun kısım kısım yerleştirilmesi
- ◆ Yüzdürme ve batırma yöntemleriyle borunun yerleştirilmesi
- ◆ Tabandan çekme yöntemiyle borunun yerleştirilmesi

Her bir yöntem bazı varyasyonlar gösterir – bunlar alt-sınıflar olarak isimlendirilebilir - ancak, her sistem belli bir malzemenin yerleştirilmesi için bulunmuştur ve hemen hemen hepsi, çeliğin petrol endüstrisinde kullanılmasına başlanmasıyla beraber belli dereceye kadar geliştirilmeye başlamıştır.

Diğer malzemelerin kullanılması için temel yöntemler, küçük veya önemli mertebede modifiye edilmiş ve bu konuda değişik oranda başarıya ulaşılmıştır.

Genel bir değerlendirme olarak, yerleştirme metodunun seçimi ve sualtı işlerinin zorluk derecesi bazı temel faktörlere dayanır:

- ◆ Yerleştirilecek olan borunun kütlesi ve yapılandırma şartlarında suya batırılmış ağırlığı
- ◆ Borunun ve boru kısımlarının eksenel fleksibilitesi
- ◆ Büyük çaplarda özel önem arz eden halkanın sağlamlığı – çemberin direnci-. Uygun bir halka sertliği şeklin bozulup ovalleşmesi riskini, yön değiştirmesini (defleksiyon) ve bağlantı yerlerinden kopma riskini engeller
- ◆ Bağlantı yerlerinin eksenel kuvvetlere direnci

Yine, deşarj sistemi veya deniz altı boru hattı için malzeme seçimi başarılı bir projenin anahtarıdır. Kullanılacak malzemeye karar verme, tasarım esaslarında incelenen teknik ve ekonomik alternatiflerin kapsamlı ve yorucu analizlerine bağlı kalınarak yapılmalıdır.

Farklı malzemelerin kıyaslanması çoğunlukla yerel koşullara bağlı olarak genelleştirilememektedir.

Her malzemenin bazı olumlu ve olumsuz tarafları vardır ve yalnızca inşaat ve kontrollük deneyimi olan bir deniz (marin) mühendisi mevcut durumun bütün bir analizini yapabilir. Bu analiz sadece boru karakteristikleri ve maliyetleri ile ilgili değil, bunun yanı sıra projenin tümünün seçimine dair değerlendirmeleri, prefabrikasyonu, elemanlarının montajını, bağlantısının yapılmasını, yerleştirilmesini, ekipman ihtiyacını, hendek açma ve üzerinin kapatılmasını kapsar.

### **Müteahhitlerin yeterliliği ve seçimi**

Su altındaki deşarj borularının yapımı bazen kolay ve karlı görülebilir dolayısıyla piyasaya girmiş bütün yeni firmalar bu konuda istekli olurlar. İş verenlerin çok küçük ihalelerde bile ön yeterlilik istemeleri, firmalardaki önemli (anahtar) personelin ismi, deneyimi, referansları, mühendislik kapasitesi ve firmanın mevcut ekipmanları hakkında bilgi almaları gerekmektedir. Referansların sadece deniz inşaatlarına yönelik olması ve detaylandırılarak açıklanması özellikle önemlidir. Bu kapsamda söz konusu şirketin ana müteahhit veya taşeron statüsünde olup olmadığı ve işin ne kadarını yaptığı ortaya anlaşılabilir. Proje mühendisinin, ön yeterlilik belgelerinin ve ihalenin teknik olarak değerlendirilmesini yapması uygundur.



Diğer işlerdeki genel yeterlilikleri çok başarılı olsa bile, deniz işi müteahhitliği için bir yeterlilik olarak görülmemelidir. Fakat her biri denize boru döşeme projelerinde özel deneyim ve kabiliyete sahip birkaç firma, proje yöneticisi ve mühendisleriyle birlikte iş birliğine giderek (konsorsiyum) gerekli yeterliliği sağlayabilirler

Ancak, bu gibi koşullar iyi bir şekilde değerlendirilmelidir çünkü böyle geçici birliktelikler bir süre sonra iç sürtüşmeler neticesi bazı sıkıntılar yaratabilir ve projenin nihai sonucunu tehlikeye düşürebilir. Sorumlulukların ve kar paylaşımı oranlarının net bir tanımının yapılmasının zor olduğu özellikle küçük projelerde böyle bir girişim riskli olmaktadır.

Böyle bir durumda, tümüyle olmasa bile belli bir yeterlilikteki bir ana müteahhit olması ve bu müteahhite deneyimli bir taşeron firmanın tayin edilmesi en iyi yoldur. “Tayin edilme”nin manası işin süresi boyunca daha ucuz ve daha az deneyimli bir taşeron şirketle değiştirilemeyeceği manasındadır. İhaleyi düzenleyen ve potansiyel müteahhit, fiyatın dışında proje için gerekli olabilecek tüm elementleri, detaylı prosedürleri, ekipman listesini ve programı vermelidir.

### **Montaj: malzemeler, ekipmanlar, hendekleme, program**

Konuyla ilgili birkaç söz:

- ◆ Müteahhit işverene, kontratın imzalanmasından kısa bir süre sonra, son dizaynını, malzeme listesini, montaj prosedürünü ve kullanılacak elemanların kalitesini ispatlamalıdır.
- ◆ Mütahit bu aşamada, işverene veya onun kontrolörüne onaylaması amacıyla, asıl projede yapacağı nihai değişiklikleri veya modifikasyonları bildirmelidir.
- ◆ Proje tipine veya kullanılacak malzemelere istinaden, mütahit firma sahip olduğu veya kullanacağı ekipmanları işverene kanıtlamalıdır.
- ◆ Hendekleme için verilen bilgiler içinde “ulaşılacak derinlikler” ve “hafriyat oranları”, (kuru hacim/saat) bulunmalıdır.

- ◆ Programın her aşamasındaki çeşitli faaliyetlerin tamamlandığına dair detaylı program verilmelidir. Programa mümkün mertebe uyulmalı ve en azından 15 günde bir detaylı gelişme raporu teslim edilmelidir.

### **Supervisor**

Supervisor mühendislik hizmetiyle birlikte projenin başarısı için bir anahtardır.

Eğer işveren kendi olanakları dahilinde kontrollük hizmetini gerçekleştiremiyorsa bir başka yerden (üçüncü taraf) bu hizmeti almalıdır. Zorunlu olmamakla birlikte bu hizmet projeyi yapan ve ihalenin teknik ve ön yeterliliğine katkıda bulunan mühendislerden alınabilir. Kontrollük hizmetlerinin mühendislik hizmetleri kadar bir yeterliliği olmalıdır. Ve bunun yanında kontrol mühendisleri işçilikte yapılacak hataları anlayacak ve düzeltebilecek kapasitede olmalıdırlar. İşveren tarafından görevlendirilmediği sürece kontrol mühendislerinin mali konulara taraf olmamaları gerekmektedir.

### **Supervisor mühendislerinin görevleri:**

İş başlamadan önce supervisor mühendisleri müteahhit firma ile dizaynı tekrar gözden geçirmeli ve detayları mühendislik ve montaj programı aşamalarında tartışmalıdır. Müteahhit firma tarafından hazır olması gereken şartnameleri ve detayları açık bir şekilde açıklamalıdır ve işin başlangıcında şunları yapmalıdır;

- ◆ İşveren veya müteahhit tarafından sağlanan malzemenin şartnamede verilen özelliklere uygunluğunun kontrol edilmesi
- ◆ Şantiye yönetimi ve işçilerin (özellikle kaynakçıların ve kaynak işlemlerinin, dalgıç lisanslarının ve ilgili dokümanların) yeterliliğinin kontrol edilmesi
- ◆ ISO 9000'e göre kalite garantisi/kalite kontrolü (qa/qc) belgelerinin müteahhitten istenmesi ve temini
- ◆ Tüm işlemler, özellikle dalma (dalgıçlık) için detaylı iş güvenliği dökümanlarının istenmesi ve temini
- ◆ Deniz araçları ve yapılacak işlemler sonucunda ortaya çıkabilecek potansiyel kirliliğe karşı çevre koruma dokümanlarının istenmesi ve temini

### **İnsaat sırasında supervisor mühendisleri yapması gerekenler:**

- ◆ Prefabrik ve kaynak işlemlerinin kontrolü
- ◆ Müteahhit tarafından sağlanmış olan elemanların ve malzemenin kontrolü ve test edilmesi
- ◆ Müteahhit tarafından istenen yeni bir hesabın veya tasarımın (proje tadilatının) kontrol edilmesi
- ◆ İş sırasında yapılan ölçümlerin ve toplanan verinin analizi ve kontrolü
- ◆ Montajın kontrolü
- ◆ Dolgu öncesi yapılandırılmış borunun nihai kontrolü ve araştırması.
- ◆ Öngörülen testlerin yapılması ve kontrolü
- ◆ “as built” proje raporunun tasdiki ve temini

Bütün boruların numaralandırılması veya metrajlarının belirtilmesi nihai deniz altı araştırmaları için gereklidir.

“as built” raporu kontrol edilmeli ve işin sahibi ile uzman otoriteler için hazır hale getirilmelidir. “as built” raporlarında deşarj borusunun önemli noktalarının kesin koordinatlarının mutlaka verilmesi sağlanmalıdır. Bütün noktalar nautical (deniz) koordinatları (derece, dakika ve saniye) ve ulusal koordinatlar (memleket nirengisi) ile birlikte tek tek verilmelidir. Nautical (deniz) koordinatlar, deşarj borusunun deniz kayıtlarında işaret edilmesi amacıyla Hidrografi Enstitüsüne iletilmelidir.

### **Ve montaj işleminin sonunda bakım ve gözlemler**

Mühendislik ve supervisorluk hizmetleri inşaatın tamamlanmasıyla bitmemelidir.

“as built” raporu tamamlanmış olup olmadığı kontrol edilmeli işverene sunulmalıdır. “as built” raporu bütün bilgileri ve açıklamaları içermelidir ve proje grubu işletme süresince araç ve ekipmanların kontrollerini yapmalıdır ve AAT + derin deşarjı sistemini izleme ve bakım onarımı ile ilgili her türlü el kitabını, yönergeyi ve bilgiyi sağlamalıdır.

Son yıllarda yapılan izleme çalışmaları çoğunlukla derin ve yüzey sularda çevrenin kontrolüne yöneltilmiştir. Difüzörün hidrolik işletmesi teorik olarak iyi bilinmesine rağmen pratik olarak nadiren teyit edilmektedir.

Bakım ve izleme safhaları genelde ihmal edilen bölümlerdir.

Doğru bir bakım potansiyel risklerin incelenmesi amacıyla periyodik olarak su altı gözlemleri gerektirir.

Genel olarak iyi projelendirilmiş ve inşaa edilmiş bir deniz deşarjı çok az bir bakım gerektirir veya hiç gerektirmez. Ancak bunun manası sistemin terk edilip unutulacağı anlamına gelmez. Tercihen ilkbahar mevsimi başlangıcında yıllık genel bakım-onarım işlemi gerçekleştirilmelidir. Bu kapsamda aşağıdaki hususlar ele alınmalıdır.

- ◆ Dolgudaki bozulmalar ve sıyrılmalar
- ◆ Stabilite bozulması potansiyeli olan açıklıklar ve sıyrıma noktaları,
- ◆ Bozulan bazı elemanlar (örneğin batırma halkaları)
- ◆ Difüzör etrafındaki sediment birikimi olan yerler
- ◆ Difüzör delikleri üzerinde deniz canlısı gelişen bölgeler

Şüphe duyulan difüzör bölgesi nihai müdahale kararları için filme alınmalıdır. İkinci bir müdahale olarak, her sonbaharda, difüzör deliklerinde biriken deniz canlıları temizlenmelidir.

Difüzör ve deşarjların dizaynı ve yapılandırılmasındaki sanat, bilim adamlarının ve mühendislerin ortak katkılarıyla meydana gelmektedir. Yinede Cormix ve Visual Plumes gibi difüzör ve çökelme hesaplamalarında kullanılabilen güçlü araçlar olmasına rağmen gözlemlene birçok durumda eksik kalmaktadır. Gözlemlemeyi engelleyen 3 faktör vardır:

- ◆ Difüzörün verimliliğini ve çalışma durumunu aynı anda gösterebilecek imkanların olmaması
- ◆ Deniz suyunun kalitesini periyodik olarak gözlemlemenin maliyet olarak yüksek olması
- ◆ Laboratuvar testlerine başvurmadan suyun hijyenik durumunun elde edilmesi

İtalya'da hayata geçirilen ve Avrupa Birliği Life Projesi Programı doğrultusunda ilerleyen Life - Aquarius projesi, çevresel parametrelerin ve difüzörün çalışma durumunu devamlı ve daha iyi bir şekilde kontrolünü sağlamaktadır.

Yinede bakteri durumunu sahada anında bildirebilecek bir araçtan oldukça uzaktayız.

Bunun anlamı, deniz kenarı yerleşim yönetimlerinin denize girmenin yasak olduğu işareteni koyması ve belkide bunun gerekli olan zamandan daha fazla tutulmasıdır.

"Aquarius" donanımları ve yazılımı, difüzörlerin boru boyunca kontrolünün nasıl yapılacağını göstermekte ve deşarjı çevreleyen ortamın kontrolü için bir kolay bir araç olmaktadır.

Sistem 4 modül temel alınarak tasarlanmıştır

- ◆ Kara merkezli alıcılar
- ◆ Transfer şamandırası
- ◆ Çevre gözetleme istasyonu "kaplumbağa"
- ◆ Difüzör alıcıları

Life Aquarius Projesi, Avrupa Birliği tarafından finanse edilip Genova Belediyesi yönetimindeki Belediyeler ve AMGA tarafından M.E.C.C. Mühendislik katkılarıyla geliştirilmiş olup, tam bir uyum içinde çalışarak difüzör gözleme konusunda, hem eski hemde yeni deniz deşarjlarında pratik ve verimli sonuçlara ulaşılmıştır. Yakın gelecekte, tüm kıyı toplumlarına, anında difüzör durumu ve çevre durumu hakkında bilgi verebilecek bir araç olacaktır.

Yapılan model testlerinden ve var olan bir deşarjdaki prototipin testlerinden elde edilen bilgilere dayanarak projenin verimliliği hakkında yeterli bilgiler elde edilmiştir.

Yapılandırılmasından ve dalga eğrilerinin kalibrasyonundan sonra, her türlü aksaklığı, büyük yanlışlıkları ve kayda değer kirlenmelerin yanı sıra ufak olayların bile anında öğrenilmesini sağlar.

Su altındaki parçalar – sensörler, akustik modemler ve supervisorlar - bir gsm yoluyla bütün verileri atıksu tesisine yollar ve internet aracılığı ile de anında öğrenilebilmesini sağlar. Tasarlanan program, denizden ve karadan alınan bilgiler sayesinde, difüzörün durumunu, mikroskobik olayları, deniz kirliliği problemlerini, içsel ve dışsal çökelmeleri ve tuzlu su girişini öğrenmemizi sağlar.

Çevre gözlemlene istasyonun zemine yapılandırılması, online olarak suyun ısı, tuzluluk oranı, iletkenlik, oksijen çözünürlüğü gibi fiziksel parametrelerinin yanı sıra basınç, akıntı hızı ve yönünün ölçüm verilerinin akustik bir modem aracılığı ile iletilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Çoklu parametrik araştırmalar çevre açısından gerekli görülürse diğere sensörlerin eklenmesi ile yapılabilir. Takma adi kaplumbağa olan sistem paslanmaz çelikten yapılmış olup dalgıç gerektirmeden uzaktan kumanda ile batırılıp, çıkartılabilmek kontrol edilebilmektedir

### **Sonuc**

Bir deniz deşarjı projesi iyi bir mühendislik ve kontrol isteyen diğere inşaat projelerinden farklı değildir.

Yinede, “Deniz Altında” her şeyin olabileceği gerçeğine dayanarak daha fazla meydan okuma tavrındadır. Doğru gereçlerin- mühendisler, kontrolörler, yükleniciler - doğru malzemelerin ve teknolojilerin kullanılması yapım esnasında ve işletme safhasında başarıyla çalışacak bir deniz deşarjını garanti eder.

Bu yüzden işveren, gerekli olan tüm dizayn ve realizasyon fazlarını kontrol ederek, gerekli olan işletme, bakım ve gözlemlene planlarını hazırlayarak doğanın gerektiği gibi korunmasını garanti altına almalıdır.