

KIRILAN DALGA ŞARTLARINDA TETRAPOD DALGAKIRAN STABİLİTESİNİN ARAŞTIRILMASI

Deniz TÜMER¹

Esin ÇEVİK²

Yalçın YÜKSEL³

Ali RızaGÜNBAK⁴

¹Mühendis, YTÜ Hidrolik Y.L. Programı Öğrencisi

²Yrd. Doç. Dr. YTÜ, İnşaat Müh. Böl.,

³Prof. Dr. YTÜ İnşaat Fak. İnşaat Müh. Böl.

⁴Prof. Dr. STFA İnşaatı Genel Müd.

ÖZET

Dalgakıranların koruyucu tabakalarında çok büyük ağırlıklı taş elemanların kullanılması hem ekonomik hem de çevresel açıdan uygun olmadığından çoğu zaman beton elemanlar kullanılmaktadır. Bu beton elemanlardan biri de tetrapoddur. Tetrapod dalgakıranın koruyucu tabakasına iki şekilde yerleştirilebilmektedir. Ancak bu iki

yerleştirme şeklinin stabilite açısından birbirlerine olan üstünlüğü veya dezavantajı hakkında yapılmış çok fazla çalışma mevcut değildir. Bu çalışmada her iki yerleştirme şeklinin kırılan dalga şartlarında dalgakıran stabilitesi üzerine olan etkisi deneysel olarak araştırılmıştır.

1. GİRİŞ

Dalgakıranlar limanları açık denizden gelen etkilere karşı korumak için inşa edilen deniz yapılarıdır. Bu yapılar yapılış tiplerine göre taş dolgu, monolitik, yüzen ve özel tipli olmak üzere sınıflandırılmaktadır.

Tetrapod taş dolgu dalgakıranların koruma tabakasında kullanılan kilitleme özelliğine sahip özel tipli bir beton elemandır. Tetrapod taş dolgu dalgakıranın koruyucu tabakasına iki farklı tipte yerleştirilebilmektedir. Bu iki tip yerleştirmenin stabilite açısından davranışları farklıdır.

1. Tip yerleştirme: Alt tabakadaki tetrapodların üç bacağı şeve oturur ve bir bacağı yukarı bakar. İkinci sırada ise tetrapodların bir bacağı birinci sıra tetrapodların arasına aşağı bakacak şekilde yerleştirilir.
2. Tip yerleştirme: Alt tabaka 1. tip yerleştirme ile aynıdır. İkinci sırada üç bacak yere oturur, bir bacak yukarı bakar.

Sogreah laboratuvarına ait çalışmalardan alınan bu tanımlar yapısal olarak birbirlerine oldukça zıt karakterdedir. Ancak bu güne kadar yapılmış olan uygulamalardan genellikle 1. Tip yerleştirme yöntemi yapılmış olup II. Tip yerleştirme yöntemi daha az tercih edilmiştir. Ancak bu iki tipin birbirlerine üstünlüğü veya farkı belirtilmemiştir. Oysa hidrodinamik açıdan bu iki farklı yerleşim şekli gerek dalga tırmanması gerekse stabilite yönünden çok farklı gözükmektedir.

Dalgakıran stabilitesi ile ilgili çalışmalar 1960'lardan günümüze kadar çeşitli araştırmacılar tarafından yapılmaktadır. Bunlar Hedar (1960), Ahrens (1975), Per Bruun ve

Günbak(1976), Van der Meer (1988a), Losada ve Gimenez-Curto(1979), Swaragi et al. (1983). Gürer (2000) tetrapod dalgakıranların iki tip yerleştirme şartı için deneysel bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada ise tetrapod koruma tabakasının yukarıda anlatılmış iki değişik yerleştirme şartları altında kırılmayan dalga koşullarında irdelenmiştir.

2. STABİLİTE

Hangi amaçla olursa olsun inşa edilecek bir kıyı yapısının boyutlandırılmasında en önemli esaslarda biri bu yapının mevcut koşullar altında işlevini eksiksiz ya da hiç değilse yeterince sürdürmesi yani diğer bir deyişle stabilitesini korumasının sağlanmasıdır. Bu nedenle öncelikle stabilite kavramının açıklanmasında fayda vardır.

Deniz yapıları hizmet ömürleri boyunca yapının önemine göre ya hiç hasar görmeyecek ya da çok az hasar görecektir şekilde tasarlanmaktadır. Hasar, yapının tamamının veya kaplama tabakalarını oluşturan elemanların yer değiştirmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Bu statik stabilite kavramıdır. Tasarım şartları altında hiç hasara izin verilmeyen veya çok az hasara izin verilen yapılara statik olarak stabil yapılar denir. Değişik yapıların birbirleriyle olan ilişkileri $H/\Delta D$ (Van der Meer, 1988a) stabilite parametresi yardımıyla verilmektedir. Burada H dalga yüksekliği, $\Delta (= \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w})$ rölatif özgül kütle, ρ_w suyun özgül kütlesi, ρ_s tetrapodun özgül kütlesi, D yapının kaplama tabakasındaki elemanın karakteristik çapıdır.

Kaplama tabakasında büyük elemanlara sahip yapıların $H/\Delta D$ parametresinin değeri küçüktür. Bu parametrenin büyük değerleri ise çakıl, ve kum plajlara karşılık gelmektedir. Kıyı ve limanları dalga etkilerine karşı korumak için tasarlanan yapılar bu $H/\Delta D$ (Van der Meer, 1988a) parametresine göre sınıflandırılmaktadır. Bu yapılar tasarım koşulları altındaki davranışlarına göre statik veya dinamik stabil yapılar olarak sınıflandırılmaktadır.

Statik stabilite tasarım parametresi hasar ile karakterize edilir ve kabaca $H/\Delta D$ parametresinin 4 den küçük değerleriyle sınıflandırılmaktadır (Van der Meer, 1988a).

Profil gelişimine izin verilen yapılar dinamik olarak stabil yapılardır. Elemanlar dalga hareketi ile profil boyunca taşıma kapasitesinin minimuma indiği profile ulaşana kadar hareket eder. Sakin su seviyesi civarında malzeme her dalganın tırmanması ve geri çekilmesi arasında sürekli hareket eder ve taşıma kapasitesi sıfır olduğunda profil dengeye ulaşır. Dinamik stabilite parametresi *profil* ile karakterize edilir ve kabaca $H/\Delta D > 6$ değeriyle sınıflandırılmaktadır (Van der Meer, 1988a).

Van der Meer (1988a) yaptığı çalışmalar sonucunda kırılan dalgaların tiplerine göre taş yapılarda stabilite için aşağıdaki ifadeleri elde etmiştir.

Plunging tipi kırılan dalgalar için;

$$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = \frac{6.2P^{-0.13}(S/\sqrt{N})^{0.2}}{\sqrt{\xi_m}} \quad (1)$$

Surging tipi kırılan dalgalar için;

$$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = 1.0P^{0.31}(S/\sqrt{N})^{0.2}\sqrt{\cot \alpha \xi_m^p} \quad (2)$$

Burada;

H_s = belirgin dalga yüksekliği,

Δ = rölatif özgül kütle,

D_{n50} = % 50'sinin geçtiği elek çapı nominal çapı olan değer,

P = porozite,

S = hasar,

N = dalga adedi,

ξ_m = T_m kullanılarak elde edilen surf parametresi

T_m = ortalama değer,

$\tan \alpha$ = şev eğimi.

Van der Meer (1988b) tetrapod dalgakıranlarda kırılmayan dalga şartı için sadece bir ifade vermiştir

$$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = (3.75N_0^{0.5} / N^{0.25} + 0.85)S_m^{-0.2} \quad (3)$$

Günbak (1979) tarafından yapılan araştırmalar sonucu düzenli dalgalarda en büyük stabilitesizliğin Iribarren sayısının küçük bir aralığında ortaya çıktığını görmüştür. Bu aralık rezonans koşullarının oluşmasını sağlayan $2.0 < \xi < 3.0$ aralığıdır. Bu aralıkta geri çekilen dalga ile kırılan dalga kırılma noktasında karşılaşmaktadır.

Van der Meer (1988a) hasar parametresini porozite, dalga sayısı, hasar seviyesi ve surf parametresi ile yapı eğimi ve dalga dikliğinin bir fonksiyonu ile belirlemiştir.

3. DALGA KIRILMASI

Sığ suda ilerleyen dalgalar derinliğin azalmasından dolayı taban etkisini hissetmeye başlarlar. Dalga periyodunun değişmeden kalmasına rağmen dalga boyları kısalır, dalga yayılma hızı azalmaya ve dalga cepheleri sıklaşmaya başlar, tabana yakın su partiküllerinin hareketleri yüzeydekine nazaran gecikir, dalga yüksekliği artmaya başlar, dalga tepesindeki su partiküllerinin hızları dalga yayılma hızına hemen hemen eşit olur ve dalga maksimum yüksekliğe ulaştığında stabilitesi bozularak kırılma olayı meydana gelir (Yüksel ve diğ., 1998).

Sığ suda dalgalar üç farklı tipte kırılmaktadır. Bu kırılma tipleri aşağdaki görüldüğü gibi surf parametresinin aldığı değerlere göre tariflenmektedir.

$$\xi = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{H_0 / L_0}} \quad (4)$$

Spilling tipi kırılma	$\xi < 0.5$
Plunging tipi kırılma	$0.5 < \xi < 3.3$
Surging tipi kırılma	$\xi > 3.3$

Dalgalarda meydana gelen kırılma deniz yapıları üzerinde etkili olacak kuvvetler açısından oldukça önemlidir. Dalgalar kırılma noktasından sonra ön tarafındaki dalga çukuruna, özellikle plunging tipi kırılmada bükülerek düşey bir jet görünümünde çarparak

oldukça şiddetli, türbülanslı bir akım yapısına neden olurlar. Bu çarpma noktası plunging noktası olarak isimlendirilir. Bu anda dalga, enerjisinin büyük bir kısmını harcar. Bu nedenden dolayı plunging tipi kırılmalar enerjinin en fazla harcandığı kırılmalardır. Dalga kırılması deniz yapıları üzerinde oldukça önemlidir. Plunging tipi kırılma deniz yapıları üzerinde oldukça önemli şok kuvvetler uygulamaktadır ve su kütlelerinde oldukça kuvvetli çalkantı meydana getirmektedir. Kırılma sırasında meydana gelen plunging jet dalga cephesinin önündeki çukura çarparak bir seri çevrinin oluşmasına neden olur, böylece dalga yüksekliği hızla azalır. Her çevri ileriye ve geriye doğru kuvvetli bir karışıma neden olacak şekilde hareket eder. Spilling tipinde de benzeri olaylar meydana gelmekte ancak oluşan vortekslerin şiddeti daha az olmaktadır (Yüksel ve diğ., 1998)

4. DENEY SİSTEMİ

İki boyutlu stabilite deneyleri YTÜ Hidrolik ve Kıyı-Liman Laboratuvarında 1m genişliğinde, 1m yüksekliğinde ve 20 m uzunluğunda düzenli dalgaların üretildiği kanalda gerçekleştirilmiştir. Kanalin 14 m'lik kısmı boyunca yan yüzeyler camdır. Dalgalar bir eksantrik yardımıyla doğru akım motorunun miline bağlanan tabana mafsalı bir palet yardımıyla üretilmiştir. Dalga yükseklikleri ikiz çubuk elektrodlu bir sistem yardımıyla ölçülmüştür. Deneylerde kullanılan dalga periyotları 1.10 s ve 1.65 s ve dalga yükseklikleri ise 0.05-0.217 m arasında değişmektedir. Kanal taban eğimi 1/20 olarak seçilmiştir. Farklı kırılan dalga yükseklikleri elde edebilmek için su derinliği 50-60 cm arasında değiştirilmiştir. Deneylerde kullanılan dalga şartları aşağıdaki Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tüm deney koşulları her iki tip yerleşim için aynı olmasına rağmen iki tip yerleşimin poroziteleri birbirlerinden farklıdır. I. Tip yerleşimde porozite %54 iken II. Tip yerleşimde porozite %61'dir. Bu tip çalışmada kullanılan malzemedeki bozulma nedeniyle ortaya çıkan stabilitesizlik dikkate alınmamıştır.

Deneyler sırasında ortaya çıkan hasar yüzde hasar olarak (% S) değerlendirilmiştir. Hasar hesaplanırken bütün kesitteki tetrapodlar dikkate alınmıştır. Hasarın yüzde miktarı aşağıdaki ifade ile hesaplanmıştır.

$$\%S = \frac{\text{Yerinden ayrılmis tetrapodların sayısı}}{\text{Şevdeki toplam tetrapod adedi}} \times 100$$

Deneşler sırasında her dalga periyodunda birbiri ardına üretilen dalgalardan bir sonraki dalğanın yüksekliğinin bir öncekinden yüksek olması nedeniyle, küçük olan dalğanın meydana getirdiği hasarlı kesitte daha büyük dalga ile çalışmaya devam edilmiştir. Böylece küçük olan dalğanın yarattığı hasar büyük olan dalgaya olduğu gibi nakledilmiştir.

Hesaplarda kullanılan dalga yüksekliği dalgakıranın topuğundaki dalga yüksekliğidir. Topukta kırılan dalga yüksekliği S-VHS kamera kullanılarak belirlenmiştir. Ayrıca açıkta iki prob birbirlerinden L/4 mesafe aralıklarla yerleştirilerek sistemdeki yansıma miktarı belirlenmiştir.

Su derinliğinin dalga yüksekliğine oranının 2'den küçük olduğu, $d/H < 2$, derinlikte yerleştirilen taş dolgu dalgakıranda blokların stabilitesi ile şevdeki dalga tırmanma ve geri çekilmesi yaklaşan dalğanın şartlarına bağlıdır. Bu derinliklerde dalga profili yapı önündeki eğimden oldukça çok etkilenmektedir. d/H bir değerine yakın olduğunda ise dalgalar kırılmaktadırlar. Kırılan dalğanın dalgakırana olan mesafesi taş dolgu dalgakıranların stabilitesi açısından önemlidir. Hudson (1959) ve Font (1980) dalgakıran önünde kırılan dalga cephelerinin direkt olarak dalgakıranın şevine çarpması halinde en tehlikeli stabilite şartlarına neden olacağını göstermişlerdir. Taş dolgu dalgakıranların projelendirilmesinde bu su derinliklerinde maksimum kırılma yüksekliğinin, H_b , kullanılması gerekmektedir. Burada H_b dalgakıran önünde görülen maksimum ve minimum su seviyeleri arasındaki farktır.

Tablo 1 Dalga koşulları

T (sn)	Durum	H _i (cm)	L (m)	H _b (cm)	H ₀ (cm)	L ₀ (m)	H ₀ /L ₀ (-)	ξ (-)	X _p (cm)
1.10	1	6,49	1,81	8,00	6,94	1,89	0,037	3,490	28,30
		9,69		10,50	10,36		0,055	2,851	37,14
		11,65		13,50	12,45		0,066	2,607	47,76
		10,16	1,81	7,00	10,74		0,057	2,803	24,76
		11,69		10,00	12,36		0,065	2,627	35,38
		14,88		16,00	15,74		0,083	2,326	56,60
		9,52	1,82	5,50	9,97		0,053	2,913	19,46
		13,58		12,00	14,22		0,075	2,445	42,45
	18,72		21,00	19,60	0,104	2,081	74,29		
	8,39	1,81	8,00	7,36	0,039	3,401	28,30		
	9,77		12,00	10,44	0,055	2,851	42,45		
	9,86	1,81	9,50	10,43	0,055	2,851	33,61		
	11,23		14,00	11,88	0,063	2,669	49,53		
	14,22		15,30	15,04	0,080	2,367	54,12		
10,29	1,82	10,00	10,77	0,057	2,803	35,38			
12,94		12,50	13,55	0,072	2,500	44,22			
17,64		21,00	18,47	0,098	2,141	74,29			
1.20	1	7,64	2,07	10,70	8,28	2,25	0,037	3,490	37,85
		10,59		11,50	11,47		0,051	2,965	40,68
		11,16		20,50	12,09		0,054	2,888	72,52
		8,06	2,12	6,50	8,68		0,039	3,401	22,99
		9,98		19,00	10,74		0,048	3,059	67,21
		13,58		18,00	14,62		0,064	2,627	63,68
		12,90	2,10	14,00	13,74		0,061	2,713	49,53
		14,73		15,80	15,69		0,070	2,528	55,89
	17,79		20,00	18,95	0,084	2,320	70,75		
	4,76	2,07	6,50	5,16	0,023	4,408	22,99		
	7,68		8,00	8,32	0,037	3,490	28,30		
	10,76		12,50	11,66	0,052	2,939	44,22		
	8,02	2,12	10,50	8,63	0,038	3,436	37,14		
	11,57		15,00	12,45	0,055	2,863	53,06		
13,47		16,50	14,50	0,064	2,648	58,37			
12,33	2,10	19,00	13,13	0,058	2,780	67,21			
14,41		20,50	15,35	0,068	2,567	72,52			
16,25		21,70	17,31	0,077	2,419	76,76			
1.35	1	8,37	2,40	10,00	9,15	2,84	0,032	3,743	35,38
		8,17		11,00	8,93		0,031	3,807	38,91
		10,88		15,00	11,90		0,042	3,268	53,06
		6,46	2,54	8,00	7,05		0,025	4,241	28,30
		9,00		12,50	9,82		0,035	3,583	44,22
		11,40		16,00	12,44		0,044	3,190	56,60
		9,79	2,57	9,00	10,64		0,037	3,490	31,84
		12,01		15,00	13,05		0,046	3,131	53,06
	14,64		19,00	15,90	0,056	2,827	67,21		
	8,39	2,40	10,00	9,17	0,032	3,743	35,38		
	7,97		12,50	8,72	0,031	3,807	44,22		
	10,80		14,50	11,81	0,042	3,268	15,92		
	6,78	2,54	9,00	7,40	0,026	4,161	31,84		
	8,17		11,00	8,92	0,031	3,807	38,91		
12,38		20,50	13,51	0,048	3,059	72,52			
11,76	2,57	13,00	12,78	0,045	3,160	45,99			
12,69		16,00	13,79	0,049	3,032	56,60			

Tablo 1 Devamı

1.50	1	6,98	2,86	10,20	7,63	3,51	0,022	4,527	36,08
		9,85		14,00	10,77		0,031	3,807	49,53
		8,01	2,87	10,50	8,77		0,025	4,241	37,14
		10,24		12,20	11,22		0,032	3,743	43,16
		13,89		16,00	15,21		0,043	3,237	56,60
		9,42	3,00	12,00	10,31		0,029	3,941	42,45
		11,13		14,00	12,19		0,035	3,583	49,53
	16,66		20,00	18,24	0,052	2,939	70,75		
	2	7,16	2,86	10,50	7,83	3,51	0,022	4,527	37,14
		9,84		13,50	10,76		0,031	3,807	47,76
		8,02	2,87	8,50	8,78		0,025	4,241	30,07
		10,03		11,00	10,99		0,031	3,807	38,91
		12,80		20,00	14,02		0,040	3,350	70,75
		9,39	3,00	12,00	10,28		0,029	3,941	42,45
10,26			14,00	11,23	0,032		3,743	49,53	
13,64		15,00	14,93	0,043	3,238	53,06			
1.65	1	7,36	3,16	7,50	8,00	4,25	0,019	4,855	26,53
		7,84		10,80	8,52		0,020	4,752	38,21
		11,38		18,00	12,36		0,029	3,941	63,68
		8,04	3,30	11,50	9,10		0,021	4,621	40,68
		11,13		15,00	12,14		0,029	3,941	53,06
		12,80		20,50	13,96		0,033	3,681	72,52
		12,29	3,43	16,20	13,44		0,032	3,743	57,31
		16,96		19,00	18,54		0,044	3,190	67,21
	18,64		21,00	20,39	0,048	3,059	74,29		
	2	6,50	3,16	7,00	7,06	4,25	0,017	5,154	24,76
		7,56		9,50	8,21		0,019	4,855	33,61
		8,83		13,50	9,59		0,023	4,408	47,76
		6,37	3,30	5,00	6,95		0,016	5,317	17,69
		9,95		11,00	10,85		0,026	4,161	38,91
11,22		3,43	8,40	12,27	0,029		3,941	29,72	
14,39			13,50	15,73	0,037		3,490	47,76	
15,11		17,80	16,52	0,039	3,401	62,97			

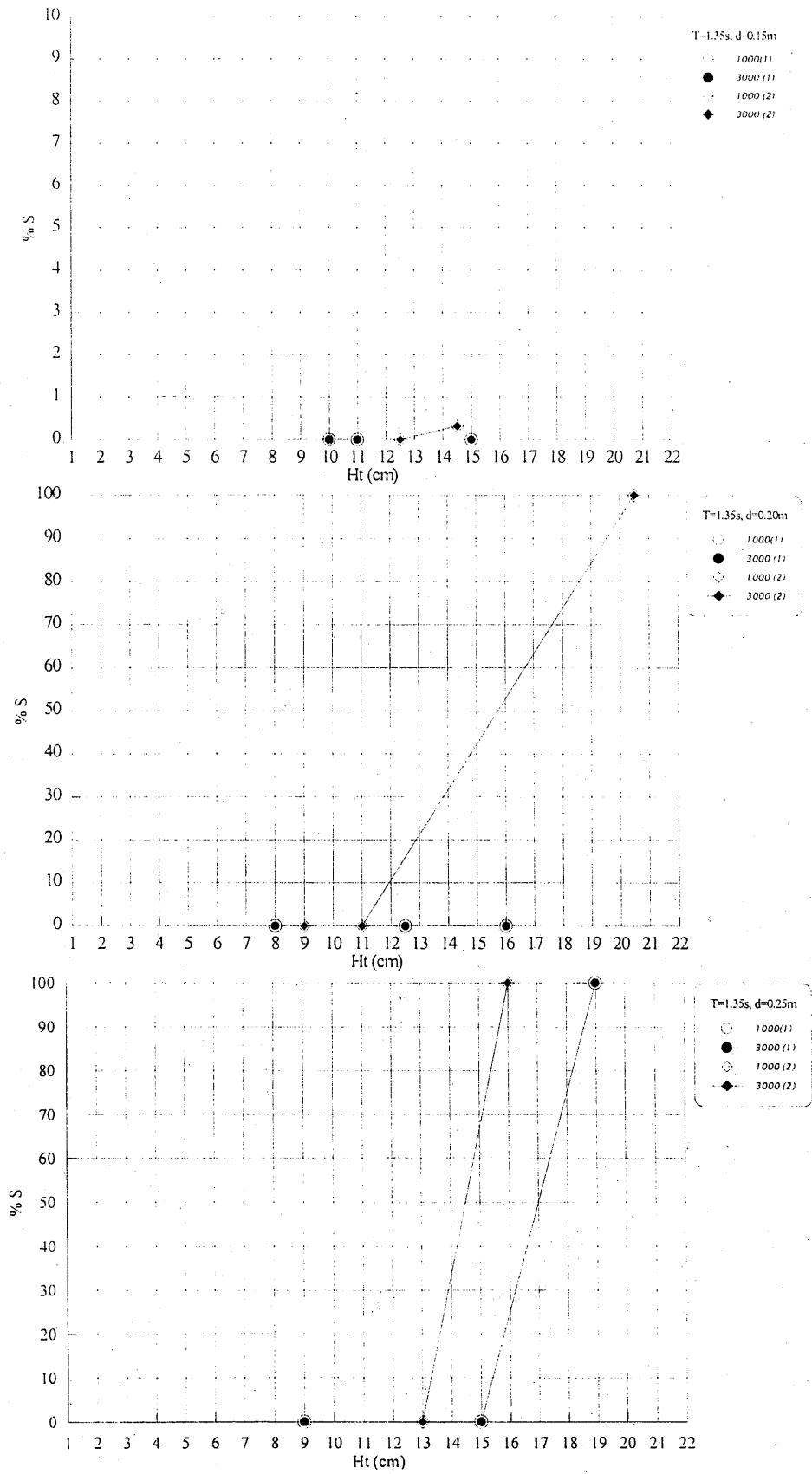
5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada deneyler aynı yapı şev eğiminde ve taban eğiminde ancak farklı kırılan dalga yükseklikleri elde edebilmek için farklı su derinliklerinde ve farklı periyotlarda değişik dalga yüksekliklerinde dalgakıranın koruma tabakasına iki farklı tipte yerleştirilmiş tetrapodlar için gerçekleştirilmiştir. Bu iki sistem arasındaki tek fark iki farklı yerleştirme sonucundaki porozite farklılığıdır. I. Tip yerleştirmedeki porozite %54 iken II. Tip yerleştirmede %61'dir.

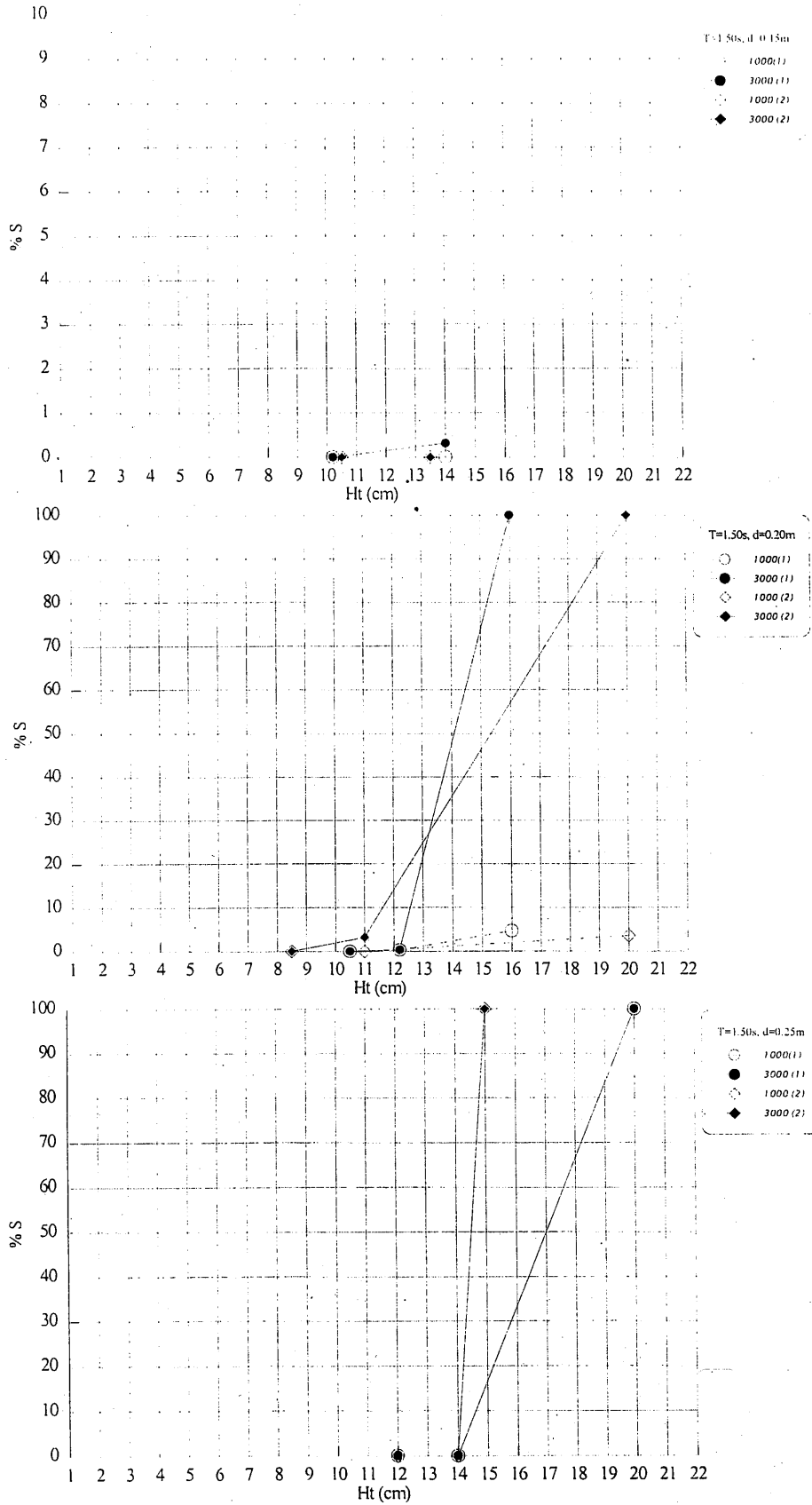
Şekil 1, 2, 3'de kırılan dalga şartlarında iki farklı yerleştirme için $T= 1.35, 1.5$ ve 1.65 periyotlarında kırılan dalga şartı için iki farklı yerleştirmenin yüzde hasar değerlerinin dalgakıran topuğunda ölçülen dalga yükseklikleri ile değişimleri çizilmiştir. Şekillerden görüldüğü gibi su derinliğinin az olması durumunda daha küçük kırılan dalga yükseklikleri elde edilmekte dolayısıyla daha az hasar meydana gelmektedir. Ancak artan su derinliği ile daha büyük dalgalara ulaşılmakta ve hasar miktarıda artmaktadır.

Şekil 1,2 ve 3'de görüldüğü gibi kırılan dalga şartlarında kırılmayan dalgaya göre hasara çok daha hızlı ulaşılmaktadır. Bunu da şekildeki eğrilerin dikliklerinin fazla olması göstermektedir. Kırılan dalga şartlarında I. ve II Tip yerleştirmenin stabilite açısından birbirlerine göre üstünlükleri gözlenmemiştir.

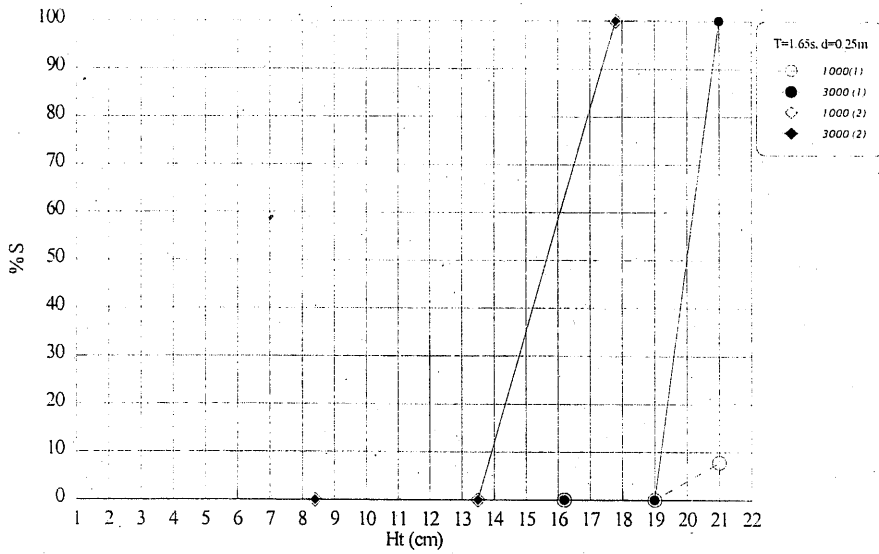
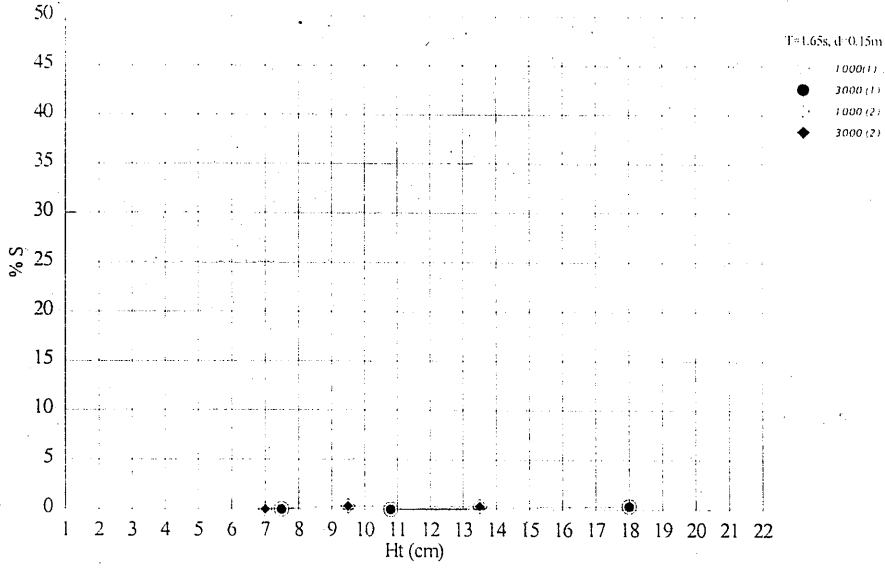
Kırılan dalga koşullarında, kırılma mekanizmasının stabilite üzerine etkisini fiziksel olarak anlayabilmek için plunging jetin çarpma noktasını incelemek gerekmektedir. Çarpma sırasında ortaya çıkan impuls kuvveti oldukça şiddetli olan vorteks ve makro türbülans yapısı blokların stabilitesi üzerine oldukça etkin olacaktır. Ayrıca jetin suya ya da doğrudan bloklara çarpması da bunların stabilitelerini farklı şekillerde etkilemektedir. Bu nedenle plunging jetin hareket mesafesinin surf parametresi ile değişimi Şekil 4'de çizilmiştir. Şekil 4'den de görüldüğü gibi surf parametresinin küçük değerleri yani 2-3 arasındaki değerlerde X_p , kırılma mesafesindeki artış oldukça büyüktür. Dolayısıyla kırılan dalga doğrudan dalgakıran şevine çarpmakta ve daha büyük hasar meydana getirmektedir.



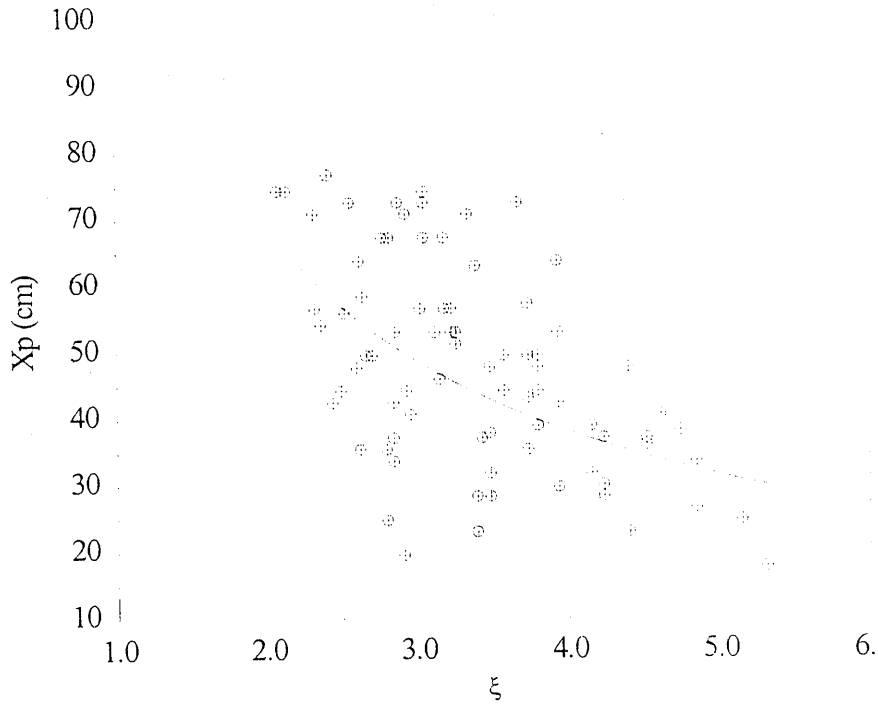
Şekil 1 T=1.35 s için her iki tip yerleştirmede 1000 ve 3000 dalga sonucunda oluşan % hasar miktarı



Şekil 2 T=1.5 s için her iki tip yerleştirmede 1000 ve 3000 dalga sonucunda oluşan % hasar miktarı



Şekil 3 T=1.65 s için her iki tip yerleştirmede 1000 ve 3000 dalga sonucunda oluşan % hasar miktarı



Şekil 4 Kırılma mesafesinin surf parametresi ile değişim

6. SONUÇLAR

Kırılan dalga koşullarında tetrapod dalgakıranların iki farklı yerleştirme şeklinin stabiliteyi deneysel olarak düzenli bir dalga kanalında araştırılmıştır.

1. Dalgakıran önündeki su derinliğine bağlı olarak kırılan dalga koşullarına göre tetrapod dalgakıranın stabilitesi etkilenmektedir
2. Yerleştirme şekilleri kırılan dalga koşullarında belirgin bir stabilite üstünlüğüne sahip değildir. Bu durumda ikinci tip yerleştirmenin daha ekonomik olacağı aşikardır.
3. Kırılan dalga şartlarında tam hasara, kırılmayan dalga şartlarına göre çok daha hızlı erişilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Yrd. Doç. Dr. Esin Çevik tarafından yürütülen YTÜ Araştırma Fonu 20-05-01-02 nolu projesi ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

AHRENS, (1975), "Large Wave Tank Tests of Riprap Stability", CERC, Technical Momerandum, No:51, USA.

BRUUN, P. and GÜNBAK, A.R., (1976), "New design principles for Rubble Mounds", Proceedings of the 15th Int. Conf. On Coastal Engineering, Honolulu, Hawaii.

GÜNBAK A.R.(1979), "Rubble Mound Breakwater", Report No1, Division of Port Ocean Eng. The University of Trondheim, Norway

GÜRER, S. (2000), "Tetrapod Dalgakıranların Stabilitelerinin İncelenmesi", Master Tezi, YTÜ, İstanbul, Türkiye.

HEDAR, P.A, (1960), "Stability of Rock Fill Breakwaters", Doctoral Thesis, University of Goleborg, Sweden.

LOSADA, M.A. and GİMENEZ-CURTO L.A., (1979), "The Joint Effect of Wave Heigth and Period in the Stability of Rubble Mound Breakwaters Using Iribarrens Number", Coastal Eng., Vol:3, 77-96.

SAWARAGİ, T, RYU, C and IWATA, K., (1983), " Considerations of the Destruction Mechanism of Rubble Mound Breakwaters due to the Resonance Phenomenon", 8th Int. Harbor Cogress, Antwerp, Belgium, 3197-3208.

VAN DER MEER, J.W., (1988a), "Rock Slopes and Gravel Beaches under Wave Attack", Doctarate Thesis, Delft Technical University, Netherlands.

VAN DER MEER (1988b), "Stability of Cubes, Tetrapods and Acropode", ICE, Design of Breakwaters, proc. Cnf Breakwaters'88, Thomas Telford, London, Ch.6, 59-68.

YÜKSEL,Y., ÇEVİK, E. ve ÇELİKOĞLU, Y., (1988), "Kıyı ve Liman Mühendisliği", TMMOB, IMO, Ankara.

