

KIYI BOYU KUM TEPELERİ ÜZERİNDE DALGALARIN DEFORMASYONU

Kemal GÜNAYDIN

Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Batı Meşelik, 26480 ESKİŞEHİR

M. Sedat KABDAŞLI

İ.T.Ü. , İnşaat Fakültesi, Hidrolik Ana Bilim Dalı , Maslak, İSTANBUL

ÖZET

Kıyılarının dinamik stabilitesinde kıyı profilinin en önemli karakteristiklerinden biri olan kum tepesinin çok büyük etkisinin bulunduğu bilinmektedir. Bu kıyı formasyonunun dalgaları kırılmaya zorlayarak büyük miktarda enerjinin harcanmasına yol açtığı çeşitli araştırmalar tarafından ortaya konmuştur. Diğer taraftan dalgaların kıyı taban topoğrafyası (batimetresi) nedeniyle deformasyona uğradıkları ve özelliklerinde değişimler olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla kıyı boyu kum tepelerinin dalgaların yansımalarına yol açmaları yanında, özellikle kum tepelerinin açık deniz tarafından kıyıya yaklaşmakta olan dalgaların özellikleri üzerinde etkilerinin olduğunu söylemek mümkün olmaktadır.

Bu temel düşüncelerden hareketle kum tepelerinin gelen dalga üzerindeki etkileri deneysel bir çalışma ile araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

- Kum tepelerinin boyutlarına bağlı olarak önemli miktarda dalga yansımaktadır.
- Yansıyan dalgalar, açık denizden gelen dalgalar üzerinde etkili olmaktadır.
- Kum tepelerinin boyutuna bağlı olarak gelen dalga özelliklerinde farklı değişimler gözlenmiştir.

1. GİRİŞ

Dalga etkisi altındaki kıyılarda oluşan kum tepeleri kıyının dinamik stabilitesinin sağlanmasında önemli bir faktördür. Gelen dalga özelliklerine bağlı olarak değişik formlarda oluşan kum tepeleri üzerine son zamanlarda çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Oluşan kum tepelerinin dalgayı kırılmaya zorlayarak enerjisini harcadığı bilinmektedir.

Bu çalışmada dalga etkisi altında kıyıda oluşan kum tepelerinin açıktan gelen dalga üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla bir deneysel çalışma yapılmıştır. Konu ile ilgili çalışmalar araştırılmış ve oluşan kum tepelerinin dalga formasyonu üzerindeki meydana getirdikleri değişimler belirlenmiştir.

2. TABAN BATİMETRİSİNİN ETKİSİ

Açık denizde rüzgarın etkisiyle oluşan dalgalar belli bir yayılma hızıyla kıyı yakınlarına ulaşırlar. Açık deniz koşullarında su derinliğinin dalga karakteristikleri üzerinde büyük bir etkisi yoktur. Buna karşı dalga boyunun su derinliğinin yarısına düştüğü noktadan itibaren dalga özelliklerinde değişimler olmaya başlar ve sırasıyla sığlaşma, sapma ve kıyının durumuna bağlı olarak yansıma ve dönme olayları ortaya çıkar. Taban batimetrisi nedeniyle olan bu oluşumların dalga karakteristikleri üzerine büyük etkisi bulunmaktadır (KABDAŞLI, M.S., 1992).

3. DALGA YANSIMASI

Açık denizden gelen dalga bir engele çarptığında eğer engelin geometrisi ve yüzey özellikleri dalganın enerjisini sönmlemeye yetmiyorsa, gelen dalganın bir kısmı veya tamamı geri yansır. Bu olaya dalganın yansıması denir (KABDAŞLI, M.S., 1992). Yansıyan dalgalar gelen dalgayla girişim yaparak dalga karakteristiklerinde değişime neden olur.

Gelen dalga yüksekliği H , yansıyan dalga yüksekliği H_y , ise yansıma katsayısı,

$$K_y = \frac{H_y}{H} \quad (1)$$

şeklinde ifade edilebilir. Eğer $K_y=1$ ise tam yansıma, $K_y=0$ ise tam harcanma olarak değerlendirilir.

Herhangi bir doğal kumsalda veya eğimli yüzeye sahip kıyı yapısında dalga enerjisinin bir kısmı geri yansır. Bunun hesabında kıyı benzerlik parametresi önemli bir faktördür.

$$\xi = \frac{1.0}{\cot \phi \sqrt{H} / L_0} \quad (2)$$

Burada, ξ , kıyı benzerlik parametresi; ϕ , kıyının yatayla yaptığı açı; H , yapı önündeki dalga yüksekliği; L_0 açık deniz dalga boyudur (KABDAŞLI, M.S., 1992).

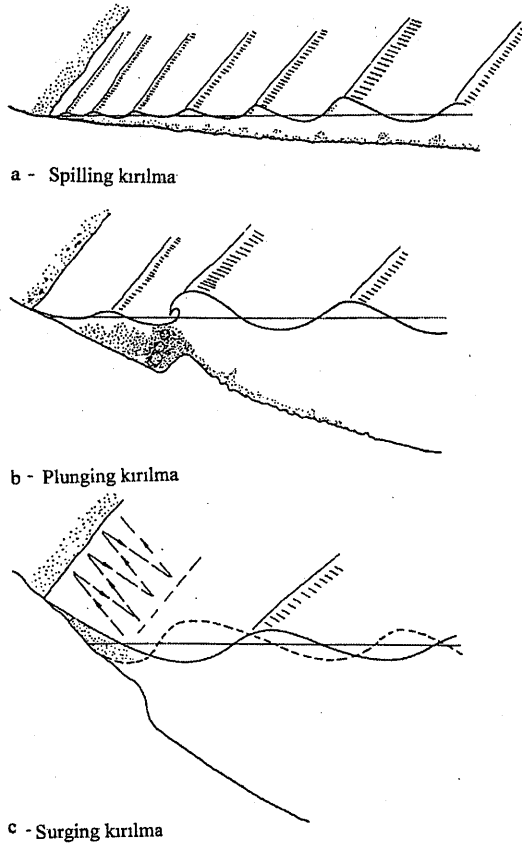
Herhangi bir yapıda yansıyan dalgalar gelen dalgalar etkisiyle tekrar yansıyarak süperpoze olabilirler ve gelen dalga özelliklerinde değişime neden olabilirler.

4. DİNAMİK PROFİL DEĞİŞİMİ

Gelen dalga kıyıya yakın bölgede değişime uğrar ve sonra kırılır. Bundan sonra kıyıda belli bir noktaya kadar tırmanır ve sonra yer çekimi etkisiyle geri döner. Bu hareket sırasında kıyıda büyük miktarda katı madde hareketi olur ve kıyı profili aniden değişir. Belli sayıda dalganın gelmesiyle bu değişim sona erer ve kıyı stabil duruma gelir. Profil değişiminin üst limiti dalga tırmanmasının son noktası, alt limiti ise katı madde hareketinin başlangıç noktasıdır. Bu profil üzerindeki bütün noktalarda katı madde hareketi halindedir. (KABDAŞLI, M.S., 1989)

Yukarıda anlatılan değişimin doğal sonucu olarak kıyıda kum tepeleri oluşur. Bu kum tepeleri zamanla büyür ve belli sayıda gelen dalga sonunda stabil duruma gelir. Oluşan kum tepeleri dalgayı kırılmaya zorlayarak enerjinin harcanmasına neden olur. Bunun doğal sonucu olarak kıyı yüzeyine çarpan dalganın yansımada da değişimler meydana gelir. Yansıyan dalgalar da gelen dalga üzerine etkili olacağı için kum tepelerinin gelen dalga karakteristikleri üzerinde değişimlere neden olacağı sonucuna varılabilir.

Yukarıda da anlatıldığı gibi oluşan kum tepesi dalganın kırılmasına neden olarak enerjisini harcar. Bu konuda Galvin (1968), dört farklı kırılma mekanizması tanımlamıştır. Bunlar spilling, plunging, collapsing ve surging kırılma tipleridir.



Şekil 1. Kırılma tipleri ve bu tipler için katı madde hareketi

- Şekil 1'de gösterilen kırılma mekanizması aşağıda tanımlanmıştır.
- Spilling Kırılma: Tabandaki yersel su hareketlerinden meydana gelen türbülans nedeniyle sınır tabakası etkilenir, kum parçacıkları harekete geçer ve askıdaki bu katı madde kıyı akımıyla taşınır.
 - Plunging Kırılma: Dalganın kırılması ile oluşan türbülans ve vorteks etkisi ile katı madde harekete geçer, kıyı akımıyla da bu askıdaki katı malzeme hareket eder.
 - Surging Kırılma: Dalganın gelişinde taban ve kırılma türbülansı ile kum taneleri kıyı çizgisinde hareket ederler. Daha sonra dalganın çekilmesi sırasında yer çekim etkisiyle normal yüzeyde geri hareket ederler. Bu hareket tekrarlanırsa diş fırçası gibi aşağı yukarı hareket gözlenir.

Battjes (1974), Galvin 'in verilerinin aşağıdaki gibi ifade edilebileceğini belirtmiştir.

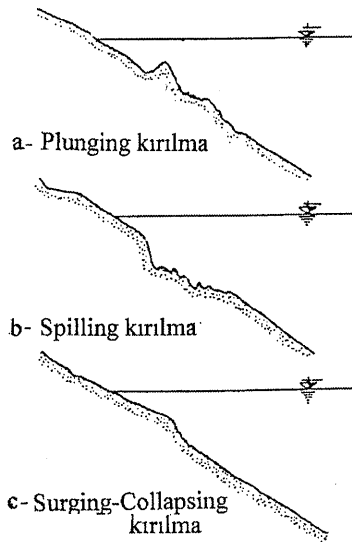
$$\xi_0 = \frac{m}{(H_0/L_0)^{1/2}} \quad (3)$$

Burada, m, şev eğimi; H_0 , derin su dalga yüksekliği; L_0 , derin su dalga boyudur. Battjes (1974) kırılma sınıflarını aşağıdaki gibi ifade etmiştir.

Tablo 1. Kırılma Tipleri

$0.5 > \xi_0$	Spilling kırılma
$0.5 > \xi_0 > 3.3$	Plunging kırılma
$\xi_0 > 3.3$	Collapsing veya surging kırılma

Yukarıda anlatıldığı gibi, gelen dalganın etkisiyle kıyıda katı madde hareketi meydana gelir. Bu katı madde hareketi kıyıda çeşitli formlar oluşturur. Bu formlardan biride katı madde hareketiyle oluşan kum tepeleridir. Özhan, E. (1982), yaptığı çalışmasında kıyıda oluşan bu değişimleri Şekil 2' de aşağıdaki gibi tanımlamıştır.



Şekil 2. Farklı kırılma tiplerinde oluşan kıyı profilleri

5. DALGA ENERJİSİNİN HARCANMASI

Dinamik profil düşünüldüğünde dalga enerjisi katı madde taşınımının büyük olduğu bölgede daha fazla harcanacaktır. Yani katı madde hareketinin dalga enerjisinin harcanması ile doğru orantılı olduğunu söylemek mümkündür. Kıyı üzerinde yatayla belli bir β açısı yapan bir birim alan düşünüldüğünde tırmanma sırasındaki su kütlelerinin kıyıya doğru hareketinde katı madde hareketine yol açan sürtünme ile enerji kaybı (ΔE_1), taşınan katı madde miktarı ve bunların kat ettiği x uzunluğu ile orantılı olacaktır. Eğer içsel sürtünme açısı $tg\phi$ ve hareket eden katı madde kütlesi m ise,

$$\Delta E_1 = a \cdot \frac{\rho_s - \rho}{\rho_s} \cdot g \cdot m_1 \cdot x_1 \cdot \cos \beta \cdot (tg\phi - tg\beta) \quad (4)$$

şeklinde yazılabilir. Burada a , orantılı katsayısı; ρ_s , katı madde yoğunluğu; ρ , suyun yoğunluğudur (BAGNOLD, 1963).

Başka bazı enerji kayıpları nedeniyle geri dönüş sırasında meydana gelen enerji kaybı (ΔE_2), daha az olacaktır.

$$\Delta E_2 = a \cdot \frac{\rho_s - \rho}{\rho_s} \cdot g \cdot m_2 \cdot x_2 \cdot \cos \beta \cdot (tg\phi + tg\beta) \quad (5)$$

Eğer profil dengede ise tırmanma ve geri dönüş sırasında eşit miktarda katı madde hareketi meydana gelir. Yani,

$$m_1 \cdot x_1 = m_2 \cdot x_2 \quad (6)$$

şeklinde yazılabilir. Buna göre,

$$\Delta E_2 = c_f \cdot \Delta E_1 \quad (7)$$

yazılabilir. Yani,

$$c_f = \frac{tg\phi - tg\beta}{tg\phi + tg\beta} \quad (8)$$

dir. Görüldüğü gibi dinamik profil değişimi üzerine yerel geometrinin büyük etkisi bulunmaktadır (KABDAŞLI, M.S., 1989).

6. DENEYSEL ÇALIŞMA

Deneysel çalışmalar için İ.T.Ü. İnşaat fakültesi, Hidrolik Laboratuvarında bir model düzeneği kurulmuştur.

Deneyler 22.5 m boyunda x 1 m genişliğinde x 0.5 m yüksekliğinde yatay tabanlı düzenli dalga üreten kanalda yapılmıştır. Kanalın yan kenarları camdan yapıldığı için daha iyi gözlem yapılabilme imkanı bulunmuştur. Deneler 33 cm sabit su derinliğinde

yapılmıştır. Kanala 1/5 eğiminde doğal kum plaj malzemesi serilmiştir. Bu malzeme tüm şev boyunca düz bir satıhta serilmiştir. Kanalda üretilebilecek maksimum ve minimum dalgalar gönderilerek ve her 5 dakika aralıklarla dalga kayıtları ve profil kayıtları alınmıştır.

Dalga kayıtlarının alınması için şev tabanından 1.5 m açığa ve kanalın ortasına yerleştirilen iki adet rezistans tip elektrot (uc) yerleştirilmiştir. Bu uçlar suyun alçalıp yükselmesi esasına göre çalışır. Uclardan elde edilen dirençler HRLM Wallingford Cle3 tip amplifikatörde güçlendirilirler. Amplifikatörden gelen sinyaller PCLD-780 tip kart üzerinde toplanarak PCL 812 PG tip A/D dönüştürücü ile keşikli dijital volt değerlerine çevrilir. Bu değerler daha önce hazırlanmış bilgisayar programında tekrar düzenlenerek dalgayı karakterize eden büyüklükler haline getirilir.

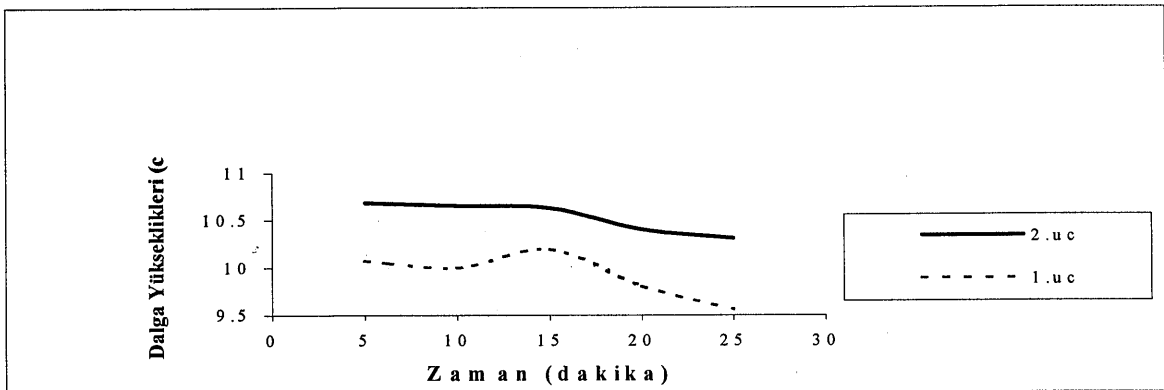
Profil kayıtları ise dalga gönderildikten sonra her 5 dakika aralıklarla cam üzerine yerleştirilen şeffaf kağıt üzerine çizilerek belirlenmiş ve daha sonra bilgisayara aktarılmıştır.

6.1 Deney Sonuçları

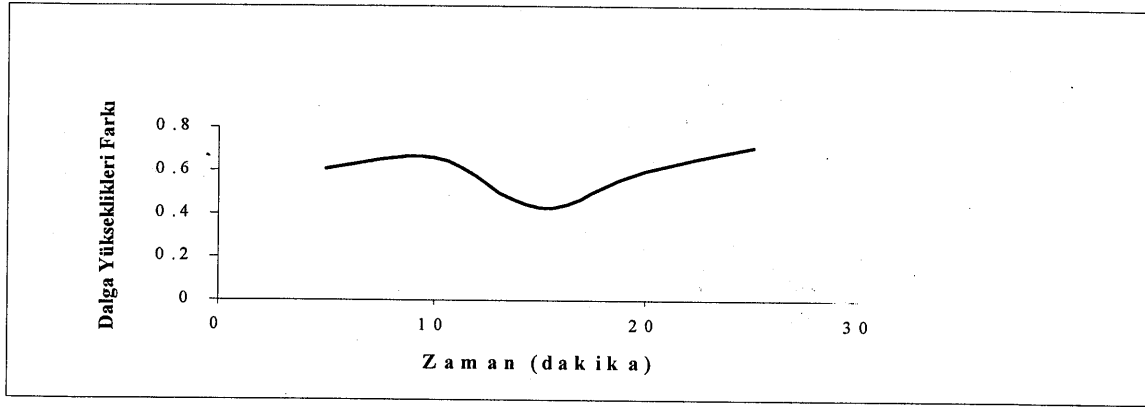
1/5 eğimli kıyı profilinde her 5 dakika aralıklarla gönderilen dalgaların özellikleri şev topuğundan 1.5 m açığa yerleştirilen 1. uc ve kanal ortasına yerleştirilen 2. uc ile belirlenmiştir. Deneyler maksimum ve minimum dalgalar için yapılmıştır. Yapılan deneyler sonunda söz konusu uçlardan elde edilen dalga özellikleri ve gönderilen dalganın oluşturduğu kıyı profilleri aşağıda grafiklerle gösterilmiştir.

Tablo 2. Alınan maksimum dalga karakteristikleri

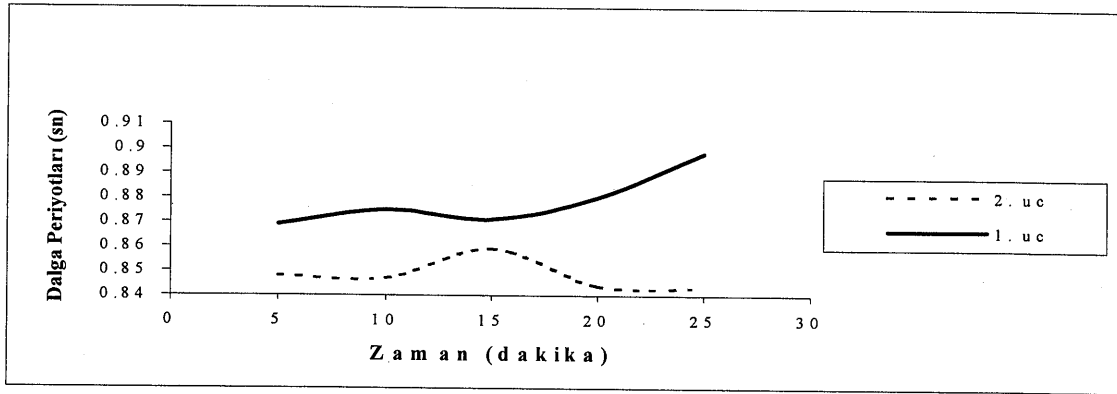
Seri No	Zaman(dak.)	2. uc		1. uc		ΔH_s	ΔT_s
		H_s (cm)	T_s (sn)	H_s (cm)	T_s (sn)		
1	5	10.683	0.848	10.074	0.869	+0.609	-0.021
2	10	10.657	0.847	9.997	0.875	+0.660	-0.028
3	15	10.627	0.859	10.195	0.871	+0.432	-0.012
4	20	10.404	0.844	9.803	0.880	+0.601	-0.036
5	25	10.307	0.843	9.557	0.898	+0.710	-0.055



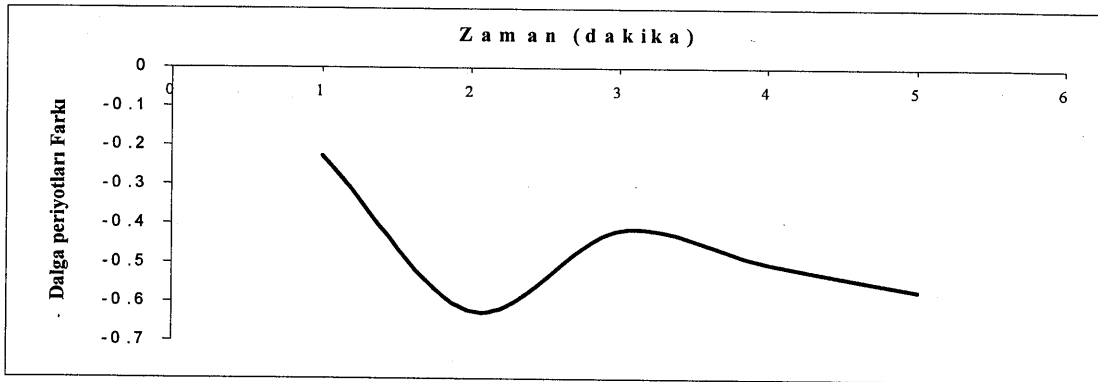
Şekil 3. Maksimum dalga yüksekliğinde 1. ve 2. uc dalga ölçümleri



Şekil 4. Maksimum dalga yüksekliğinde 1. ve 2. uc dalga yükseklik farkı



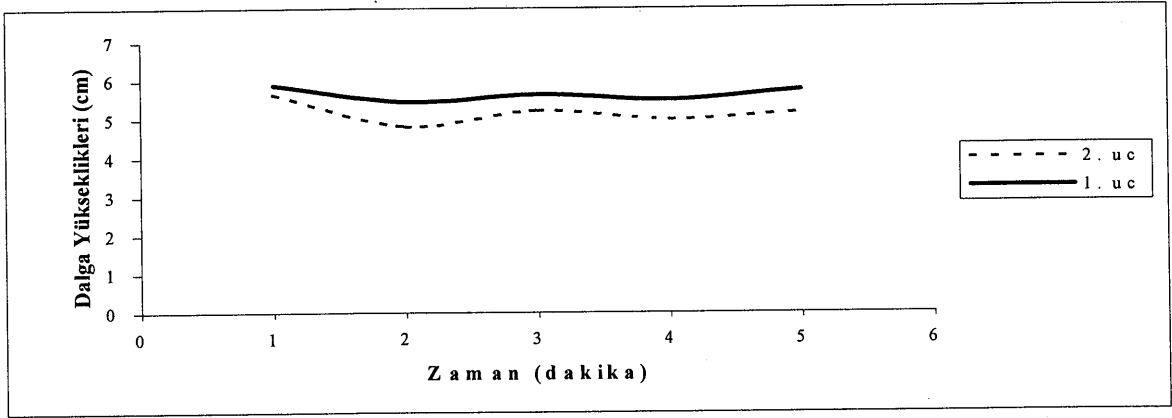
Şekil 5. Maksimum dalga periyotlarında 1. ve 2. uc dalga ölümleri



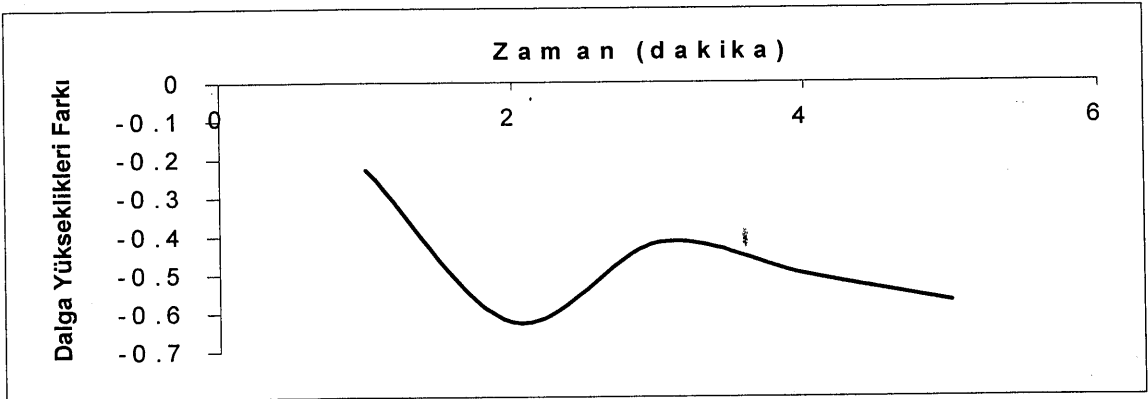
Şekil 6. Maksimum dalga periyotlarında 1. ve 2. uc dalga periyot farkı

Tablo 3. Alınan minimum dalga karakteristikleri

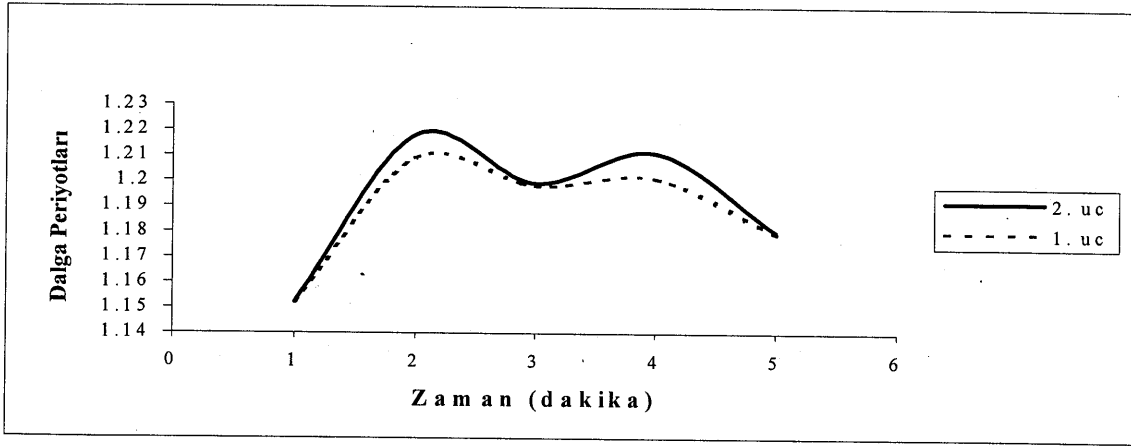
Seri No	Zaman(dak.)	2. uc		1. uc		ΔH_s	ΔT_s
		H_s (cm)	T_s (sn)	H_s (cm)	T_s (sn)		
6	5	5.659	1.152	5.886	1.152	-0.227	0
7	10	4.821	1.218	4.446	1.209	-0.625	+0.009
8	15	5.219	1.199	5.637	1.198	-0.418	+0.001
9	20	4.988	1.211	5.489	1.201	-0.501	+0.01
10	25	5.173	1.180	5.744	2.179	-0.571	+0.001



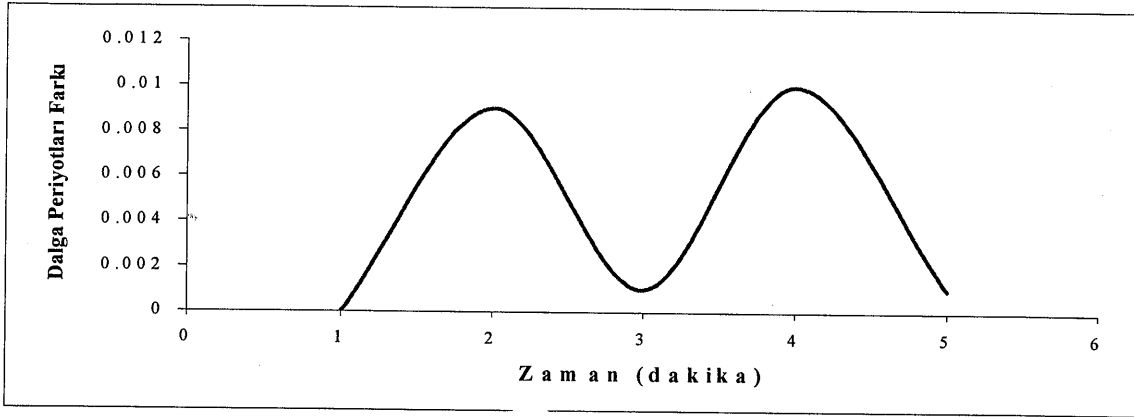
Şekil 7. Minimum dalga yüksekliğinde 1. ve 2. uc dalga ölçümleri



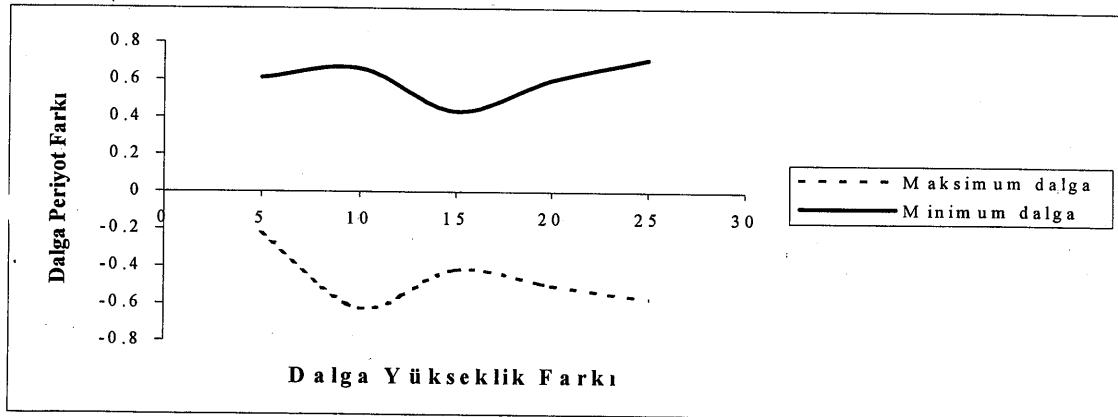
Şekil 8. Minimum dalga yüksekliklerinde 1. ve 2. Uc dalga yükseklik farkı



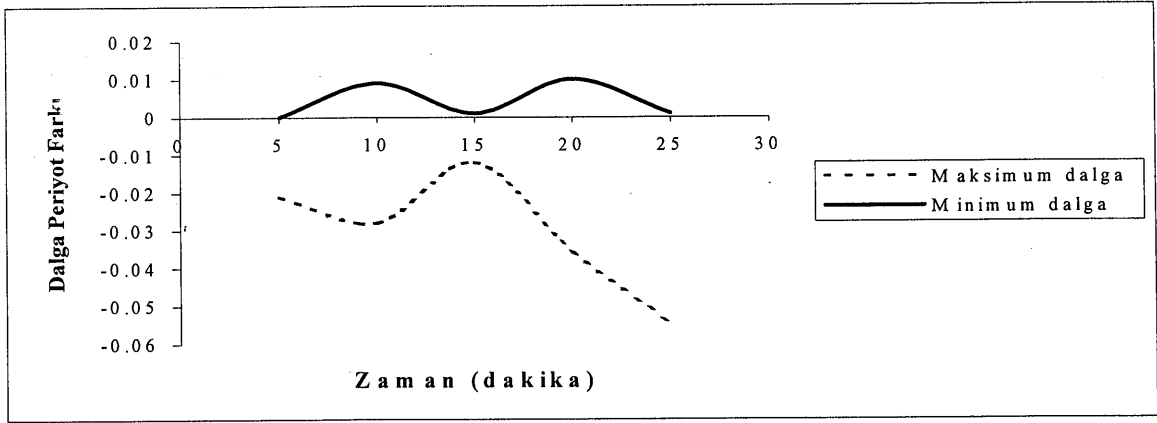
Şekil 9. Minimum dalga periyotlarında 1. ve 2. uc dalga ölçümleri



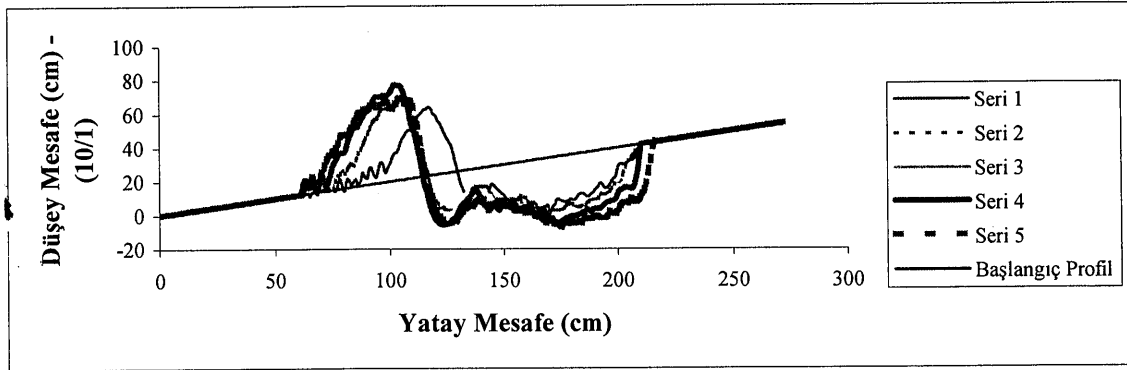
Şekil 10. Minimum dalga periyotlarında 1. ve 2. uc dalga periyot farkı



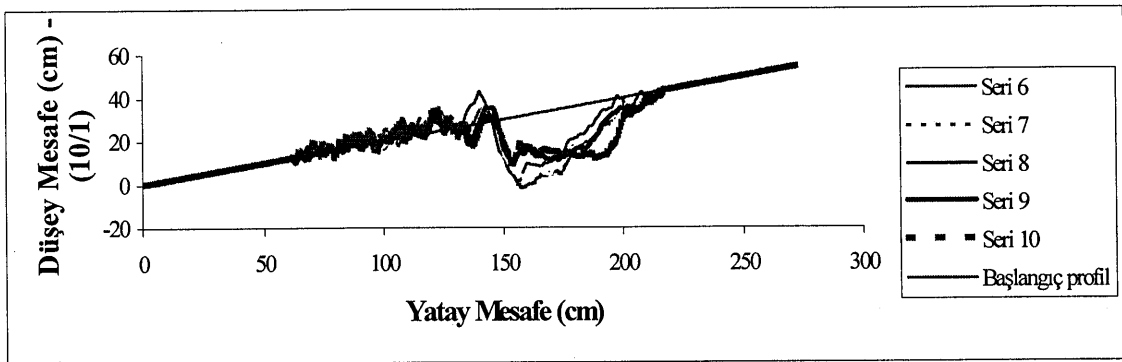
Şekil 11. Maksimum ve minimum dalga yükseklik farkları



Şekil 12. Maksimum ve minimum dalga periyot farkları



Şekil 13. Maksimum dalga koşullarında oluşan profil değişimleri



Şekil 14. Minimum dalga koşullarında oluşan profil değişimleri

7. DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada dalga etkisi altında oluşan kum tepelerinin gelen dalga özelliklerinde meydana getirdikleri değişimler ele alınmıştır.

Tablo 2' de özellikleri verilen maksimum dalga karakteristikleri için şevden 1.5 m açığa (1. uc)ve kanal ortasına (2. uc) yerleştirilen uçlardan elde edilen ölçümler görülmektedir. Elde edilen ölçümler sonucunda Şekil 3'te de görüldüğü 2. ucdan elde edilen dalga yüksekliklerinin 1. ucdan elde edilen dalga yüksekliklerinden daha büyüktür. Şekil 4'te bu dalga yükseklikleri arasındaki farkın değişimi görülmektedir. Alınan dalgaların periyotları incelendiğinde (Şekil 5) dalga yüksekliğinin tersine 1. ucdan elde edilen dalga periyodunun 2. ucdan elde edilene göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Şekil 6'da dalga periyotları arasındaki fark görülmektedir. Bu dalga özelliklerinin oluşturduğu kıyı profilleri Şekil 13'te verilmiştir. Kum tepesi oluşumunun fazla olduğu bu yapıda dalga dikliğinin 2. uca daha fazla olduğu görülmüştür.

Tablo 3' te özellikleri verilen minimum dalga karakteristikleri için 1. ve 2. ucdan elde edilen ölçümler görülmektedir. Elde edilen ölçümler sonucunda Şekil 7' de görüldüğü gibi 2. ucdan elde edilen dalga yüksekliklerinin 1. ucdan elde edilen dalga yüksekliklerinden daha küçüktür. Şekil 8'te bu dalga yükseklikleri arasındaki farkın değişimi görülmektedir. Alınan dalgaları periyotları incelendiğinde (Şekil 9) dalga yüksekliğinin tersine 1. ucdan elde edilen dalga periyodunun 2. ucdan daha düşük olduğu görülmüştür. Şekil 10'da dalga periyotları arasındaki fark görülmektedir. Bu dalga özelliklerinin oluşturduğu kıyı profilleri Şekil 14' te verilmiştir. Kum tepesi oluşumunun fazla olmadığı bu yapıda dalga dikliğinin 1. Uca daha yüksek olduğu görülmüştür.

Kıyıda oluşan kum tepelerinin dalgayı kırılmaya zorlayarak enerjisini harcadığı bilinmektedir. Bu çalışmada dalga ölçümler şevden 1.5 m açıkta yani dalganın taban topografyasından etkilenmediği nokta ve kanal ortasından yani açık deniz koşullarında alındığı için oluşan kum tepelerinin daha dalganın tabandan etkilenmediği gelen dalga özellikleri üzerinde de etkisinin olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- BATTJES, J.A., (1974), Surf Similarity, 14th Conference of Coastal Engineering, v.1, p. 466-480, New York.
- BAGNOLD, R.A., (1963), Mechanics of Marine Sedimentation, The Sea Ideas and Observations, v.3, p.507-529, New York.
- GALVIN, C.J., (1968), Breaker Type Classification on Three Laboratory Beaches, Journal of Geophysics Research, v.73, p.3651-3659.
- KABDAŞLI, M.S., (1989), Kıyıların Doğal Yapısını Bozmayan Düşük Maliyetli Kıyı Koruma Yapıları, İstanbul.
- KABDAŞLI, M.S., (1992), Kıyı Mühendisliği, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- ÖZHAN, E., (1982), Laboratory Study of Breaker Type Effect on Longshore Sand Transportation, Mechanics of Sediment Transport, İstanbul.

ABSTRACT

DEFORMATION OF WAVES ON LONGSHORE BAR

It is known that, the longshore bar which is one of the most important characteristics of the shore profile has more effects on dynamic stability of the shore. The observations by some researchers have shown that this shore formation causes to break the wave and dissipate the wave energy. It is known that, the waves deform and change their characteristics because of shore bathymetry. It could be said that the longshore bar causes to reflect the wave and effects the wave charecteristics.

With these basic principles, the effects of the longshore bar on the waves are investigated through laboratory experiments. The results of this study are given below.

- a) According to the size of the longshore bar, considerable amount of wave reflects.
- b) The reflected waves have effects on the offshore waves.
- c) According to the size of the longshore bar, different changes are determined on the characteristics of offshore waves.