

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**EĞİK PLAKA TİPİ BİR DALGA SÖNÜMLEYİCİNİN
PERFORMANSININ DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet Lami AÇANAL

Kıyı Bilimleri ve Mühendisliği Anabilim Dalı

Kıyı Bilimleri ve Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

HAZİRAN 2013

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**EĞİK PLAKA TİPİ BİR DALGA SÖNÜMLEYİCİNİN
PERFORMANSININ DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Ahmet Lami Açanal
(517111001)**

Kıyı Bilimleri ve Mühendisliği Anabilim Dalı

Kıyı Bilimleri ve Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Oral YAĞCI
Eş Danışman: Yrd Doç Dr V.Ş. Özgür KIRCA**

HAZİRAN 2013

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 517111001 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Ahmet Lami AÇANAL**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**EĞİK PLAKA TİPİ BİR DALGA SÖNÜMLEYİCİNİN PERFORMANSININ DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Oral YAĞCI**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Eş Danışman : **Yrd. Doç. Dr. V. Ş. Özgür KIRCA**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. İlhan AVCI**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Yalçın YÜKSEL
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Emel İRTEM
Balıkesir Üniversitesi

Teslim Tarihi : **03 Mayıs 2013**
Savunma Tarihi : **12 Haziran 2013**

Anneanneme ve Dedeme,

ÖNSÖZ

Bu çalışmayla Kıyı Bilimleri literatürüne bir katkıda bulunmaktan, bir anlamda bu bilim dalı içinde kendime küçük de olsa bir yer bulmaktan büyük onur duyuyorum. Her şeyden önce her zaman ve her şartta beni koşulsuz destekleyen aileme, desteğini ve sabrını benden hiç esirgemeyen kız arkadaşım Dilan Akbaba'ya, kıyı bilimleri ile tanışmama vesile olan Prof. Dr. Sedat Kabdaşlı'ya, bu bilim dalını ve bu mesleği daha yakından tanıma ve sevme fırsatı sunan başta Sayın Mustafa Ali Gülver olmak üzere MAG Mühendislik ailesine, çalışmalarım boyunca beni destekleyen Dr. Evangelia Loukogeorgaki ve Araş. Gör. M. Adil Akgül'e ve son olarak bu uzun süreçte beni gerek akademik bilgileri gerekse anlayışlarıyla sabırla destekleyen değerli danışmanlarım Doç. Dr. Oral Yağcı ve Yrd. Doç. Dr. V. Ş. Özgür Kırca'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Mayıs 2013

Ahmet Lami Açanal
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xxi
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Konu	2
1.2 Amaç	2
1.2.1 Eğik İnce Plakaların Potansiyel Avantajları	3
1.2.2 Eğik İnce Plakalar'ın Kullanım Alanları	3
1.3 Literatür Çalışmaları	8
1.3.1 Dalgakıran Tipleri	8
1.3.1.1 Taş Dolgu Dalgakıranlar	8
1.3.1.2 Monolitik Dalgakıranlar	9
1.3.1.3 Yüzer Dalgakıranlar	9
1.3.1.4 Özel Tip Dalgakıranlar	10
1.3.2 Dalgaların Kıyı Yakınlarındaki Özellikleri.....	10
1.3.2.1 Sapma	10
1.3.2.2 Dönme	11
1.3.2.3 Yansıma	11
1.3.2.4 Kırılma	13
1.3.3 Ters Yönlü Dip Akıntısı.....	16
1.3.4 Dalga Teorileri	16
1.3.4.1 Lineer Dalga Teorisi	16
1.3.4.2 Nonlineer Dalga Teorileri	17
1.3.5 Konuyla İlgili Daha Önce Gerçekleştirilen Çalışmalar	17
2. DENEYSEL ÇALIŞMA	23
2.1 Deney Düzeneği	23
2.2 Deney Konfigürasyonları	26
2.3 Ölçümler.....	27
3. ANALİZ YÖNTEMLERİ	29
3.1 Dalga Yüksekliği Analizleri.....	29
3.1.1 Dalga Parametreleri.....	30
3.1.2 Geometrik Parametreler	30
3.1.3 Boyutlandırma Parametreleri	31
3.2 Hız Analizleri	31
3.2.1 Hız ve Enerji Parametreleri	32
3.2.2 Dalga Parametreleri.....	33
3.2.3 Geometrik Parametreler	33
3.2.4 Box Plot Analizleri.....	34

3.3 Eğik İnce Plakaların Taş Dolgu Dalgakıranlar İle Ardışık Kullanımının Tasarıma Etkisi Üzerine Örnek Bir Hesap	37
4. DENEY SONUÇLARI.....	39
4.1 Eğik İnce Plaka'ların Performans Analizleri.....	39
4.1.1 Dalga Parametreleri'nin Performansa Etkisi.....	39
4.1.1.1 İletim katsayısı (C_t)'nin H/d ile değişimi	39
4.1.1.2 İletim katsayısı (C_t)'nin kd ile değişimi	43
4.1.1.3 İletim katsayısı (C_t)'nin dalga dikliği (H/L) ile değişimi	47
4.1.1.4 Yansımaya katsayısı (C_r)'nin dalga dikliği (H/L) ile değişimi	52
4.1.1.5 Sönümlleme katsayısı (C_d)'nin dalga dikliği (H/L) ile değişimi	56
4.1.2 Geometrik Parametreler'in Performansa Etkisi	60
4.1.2.1 Yansımaya katsayısı (C_r)'nin ψ ile değişimi.....	60
4.1.2.2 İletim katsayısı (C_t)'nin Ω ile değişimi	61
4.1.3 Boyutlandırma parametreleri.....	62
4.1.3.1 İletim katsayısı (C_t)'nin ε ile değişimi.....	62
4.1.3.2 İletim katsayısı (C_t)'nin λ ile değişimi	66
4.1.3.3 Yansımaya katsayısı (C_r)'nin ξ ile değişimi	70
4.2 Hız Verileri'nin Analizi.....	74
4.2.1 Hız ve Enerji Parametreleri	74
4.2.1.1 Yatay hız bileşeninin derinlikle değişimi	74
4.2.1.2 Yatay enerji bileşeninin boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi	78
4.2.1.3 Yatay hız bileşenindeki oransal değişimin boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi	80
4.2.2 Dalga Parametreleri.....	85
4.2.3 Geometrik Parametreler	88
4.2.4 Box Plot Analizleri.....	92
4.3 Eğik İnce Plakaların Taş Dolgu Dalgakıranlar İle Ardışık Kullanımının Tasarıma Etkisi Üzerine Örnek Bir Hesap	95
4.3.1 Durum 1: $H=4m$, $L=80m$	96
4.3.2 Durum 2: $H=6m$, $L=120m$	96
5. SONUÇLAR	97
KAYNAKLAR.....	101
EKLER.....	105
ÖZGEÇMİŞ.....	109

KISALTMALAR

TDDK	: Taş Dolgu Dalgakıran
EİP	: Eğik İnce Plaka Tipi Kısmi Batık Dalgakıran
RTD	: Rezistans Tipi Dalgaölçer

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : Sörf Benzerlik Parametresi değ er aralıklarına göre kırılma tipleri.....	15
Çizelge 2.1 : Hedef dalga özellikleri	24
Çizelge 2.2 : Dalgakıran pozisyonlarına ait boyutlar.	26
Çizelge 3.1 : Box Plot yöntemiyle incelenen pozisyonların özellikleri.....	37

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Dalganın plaka üzerinden aşarak dökülmesi.....	2
Şekil 1.2 : EİP'lerin olası kullanım şekillerine örnekler.....	4
Şekil 1.3 : Kıyı duvarı önünde olası dalga davranışları.....	5
Şekil 1.4 : Kıyı duvarı önünde duran dalga ve oluşan akımlar.....	5
Şekil 1.5 : İnce daneli taban malzemesinin kıyı duvarı önünde davranışı.....	6
Şekil 1.6 : Kalın daneli taban malzemesinin kıyı duvarı önünde davranışı.	6
Şekil 1.7 : Ürdün Aqaba'da liman içi çalkantıyı önleme amaçlı yapılmış bir dalgakıran.....	7
Şekil 1.8 : Taş dolgu dalgakıranlara bir örnek.....	8
Şekil 1.9 : Monolitik dalgakıranlara örnekler.....	9
Şekil 1.10 : Yüzer dalgakıranlara örnekler.....	10
Şekil 1.11 : Dalgaların sapması.....	11
Şekil 1.12 : Dalgaların dönmesi.....	11
Şekil 1.13 : Gelen ve yansıyan dalgaların süperpoze olması durumu.....	12
Şekil 1.14 : Dalga kırılma sınır koşulları.....	13
Şekil 1.15 : Dalga kırılmasını açıklar grafik.....	14
Şekil 1.16 : A: Kırılmakta olan bir dalga yapısı. B: Gösterilen kesitlerdeki hız profilleri.....	14
Şekil 1.17 : Kırılan dalga özellikleri.....	15
Şekil 1.18 : Dalga kırılma tipleri.....	16
Şekil 1.19 : Yu (2002) tarafından incelenen yatay plakaların kavramsal gösterimi...	18
Şekil 1.20 : Krishnakumar ve diğerleri (2010) tarafından incelenen pozisyonlar.....	19
Şekil 1.21 : Murakami ve diğerleri (1994) tarafından elde edilen sonuçları gösteren grafikler.....	20
Şekil 1.22 : Rao ve diğerleri (2009) tarafından gerçekleştirilen deneylerdeki plaka pozisyonları.....	21
Şekil 2.1 : Deney setinin yerleşimi.....	23
Şekil 2.2 : EİP'nin yerleşimi ve boyut tanımlamaları.....	24
Şekil 2.3 : EİP modeli'nin 3 boyutlu gösterimi.....	25
Şekil 2.4 : EİP modeli'nin farklı bir açıdan 3 boyutlu gösterimi.....	25
Şekil 2.5 : Deneylerde kullanılan EİP modelinin 3 boyutlu gösterimi.....	26
Şekil 2.6 : Model pozisyonlarının isimlendirme şeması.....	26
Şekil 2.7 : Yapılan hız ölçümlerinin şematik gösterimi.....	28
Şekil 2.8 : Yansıyan dalgaların hesaplanma yöntemi.....	28
Şekil 3.1 : Box Plot örneği.....	35
Şekil 3.2 : Box Plot analizlerinde yapılan karşılaştırmalar.....	35
Şekil 4.1 : $a5y50$ pozisyonu için C_t - H/d değişimi.....	39
Şekil 4.2 : $a5y67$ pozisyonu için C_t - H/d değişimi.....	40
Şekil 4.3 : $a5y75$ pozisyonu için C_t - H/d değişimi.....	40
Şekil 4.4 : $a10y50$ pozisyonu için C_t - H/d değişim.....	40
Şekil 4.5 : $a10y67$ pozisyonu için C_t - H/d değişimi.....	41

Şekil 4.6 : a_{10y75} pozisyonu için C_t - H/d değişimi.....	41
Şekil 4.7 : a_{15y67} pozisyonu için C_t - H/d değişimi.....	41
Şekil 4.8 : a_{15y75} pozisyonu için C_t - H/d değişimi.....	42
Şekil 4.9 : $a_{15y83,3}$ pozisyonu için C_t - H/d değişimi.....	42
Şekil 4.10 : $a_{15y91,7}$ pozisyonu için C_t - H/d değişimi.....	42
Şekil 4.11 : a_{5y50} pozisyonu için C_t - kd değişimi.....	43
Şekil 4.12 : a_{5y67} pozisyonu için C_t - kd değişimi.....	44
Şekil 4.13 : a_{5y75} pozisyonu için C_t - kd değişimi.....	44
Şekil 4.14 : a_{10y50} pozisyonu için C_t - kd değişimi.....	44
Şekil 4.15 : a_{10y67} pozisyonu için C_t - kd değişimi.....	45
Şekil 4.16 : a_{10y75} pozisyonu için C_t - kd değişimi.....	45
Şekil 4.17 : a_{15y67} pozisyonu için C_t - kd değişimi.....	45
Şekil 4.18 : a_{15y75} pozisyonu için C_t - kd değişimi.....	46
Şekil 4.19 : $a_{15y83,3}$ pozisyonu için C_t - kd değişimi.....	46
Şekil 4.20 : $a_{15y91,7}$ pozisyonu için C_t - kd değişimi.....	46
Şekil 4.21 : a_{5y50} pozisyonu için C_t - H/L değişimi.....	47
Şekil 4.22 : a_{5y67} pozisyonu için C_t - H/L değişimi.....	48
Şekil 4.23 : a_{5y75} pozisyonu için C_t - H/L değişimi.....	48
Şekil 4.24 : a_{10y50} pozisyonu için C_t - H/L değişimi.....	48
Şekil 4.25 : a_{10y67} pozisyonu için C_t - H/L değişimi.....	49
Şekil 4.26 : a_{10y75} pozisyonu için C_t - H/L değişimi.....	49
Şekil 4.27 : a_{15y67} pozisyonu için C_t - H/L değişimi.....	49
Şekil 4.28 : a_{15y75} pozisyonu için C_t - H/L değişimi.....	50
Şekil 4.29 : $a_{15y83,3}$ pozisyonu için C_t - H/L değişimi.....	50
Şekil 4.30 : $a_{15y91,7}$ pozisyonu için C_t - H/L değişimi.....	50
Şekil 4.31 : $a=5^\circ$ pozisyonları için C_t - H/L değişimi karşılaştırması.....	51
Şekil 4.32 : $a=10^\circ$ pozisyonları için C_t - H/L değişimi karşılaştırması.....	51
Şekil 4.33 : $a=15^\circ$ pozisyonları için C_t - H/L değişimi karşılaştırması.....	51
Şekil 4.34 : a_{5y50} pozisyonu için C_r - H/L değişimi.....	52
Şekil 4.35 : a_{5y67} pozisyonu için C_r - H/L değişimi.....	53
Şekil 4.36 : a_{5y75} pozisyonu için C_r - H/L değişimi.....	53
Şekil 4.37 : a_{5y50} pozisyonu için C_r - H/L değişimi.....	53
Şekil 4.38 : a_{10y67} pozisyonu için C_r - H/L değişimi.....	54
Şekil 4.39 : a_{10y75} pozisyonu için C_r - H/L değişimi.....	54
Şekil 4.40 : a_{15y75} pozisyonu için C_r - H/L değişimi.....	54
Şekil 4.41 : a_{15y75} pozisyonu için C_r - H/L değişimi.....	55
Şekil 4.42 : $a_{15y83,3}$ pozisyonu için C_r - H/L değişimi.....	55
Şekil 4.43 : $a_{15y91,7}$ pozisyonu için C_r - H/L değişimi.....	55
Şekil 4.44 : a_{5y50} pozisyonu için C_d - H/L değişimi.....	56
Şekil 4.45 : a_{5y67} pozisyonu için C_d - H/L değişimi.....	57
Şekil 4.46 : a_{5y75} pozisyonu için C_d - H/L değişimi.....	57
Şekil 4.47 : a_{10y50} pozisyonu için C_d - H/L değişimi.....	57
Şekil 4.48 : a_{10y67} pozisyonu için C_d - H/L değişimi.....	58
Şekil 4.49 : a_{10y75} pozisyonu için C_d - H/L değişimi.....	58
Şekil 4.50 : a_{15y67} pozisyonu için C_d - H/L değişimi.....	58
Şekil 4.51 : a_{15y75} pozisyonu için C_d - H/L değişimi.....	59
Şekil 4.52 : $a_{15y83,3}$ pozisyonu için C_d - H/L değişimi.....	59
Şekil 4.53 : $a_{15y91,7}$ pozisyonu için C_d - H/L değişimi.....	59
Şekil 4.54 : Farklı pozisyonlara ait ψ değerleri için C_r değerleri karşılaştırması.....	60
Şekil 4.55 : Farklı pozisyonlara ait Ω değerleri için C_t değerleri karşılaştırması.....	61

Şekil 4.56 : $a5y50$ pozisyonu için $C_{I-\varepsilon}$ değişimi.....	62
Şekil 4.57 : $a5y67$ pozisyonu için $C_{I-\varepsilon}$ değişimi.....	63
Şekil 4.58 : $a5y75$ pozisyonu için $C_{I-\varepsilon}$ değişimi.....	63
Şekil 4.59 : $a10y50$ pozisyonu için $C_{I-\varepsilon}$ değişimi.....	63
Şekil 4.60 : $a10y67$ pozisyonu için $C_{I-\varepsilon}$ değişimi.....	64
Şekil 4.61 : $a10y75$ pozisyonu için $C_{I-\varepsilon}$ değişimi.....	64
Şekil 4.62 : $a15y67$ pozisyonu için $C_{I-\varepsilon}$ değişimi.....	64
Şekil 4.63 : $a15y75$ pozisyonu için $C_{I-\varepsilon}$ değişimi.....	65
Şekil 4.64 : $a15y83,3$ pozisyonu için $C_{I-\varepsilon}$ değişimi.....	65
Şekil 4.65 : $a15y91,7$ pozisyonu için $C_{I-\varepsilon}$ değişimi.....	65
Şekil 4.66 : $a5y50$ pozisyonu için $C_{I-\lambda}$ değişimi.....	66
Şekil 4.67 : $a5y67$ pozisyonu için $C_{I-\lambda}$ değişimi.....	67
Şekil 4.68 : $a5y75$ pozisyonu için $C_{I-\lambda}$ değişimi.....	67
Şekil 4.69 : $a10y50$ pozisyonu için $C_{I-\lambda}$ değişimi.....	67
Şekil 4.70 : $a10y67$ pozisyonu için $C_{I-\lambda}$ değişimi.....	68
Şekil 4.71 : $a10y75$ pozisyonu için $C_{I-\lambda}$ değişimi.....	68
Şekil 4.72 : $a15y67$ pozisyonu için $C_{I-\lambda}$ değişimi.....	68
Şekil 4.73 : $a15y75$ pozisyonu için $C_{I-\lambda}$ değişimi.....	69
Şekil 4.74 : $a15y83,3$ pozisyonu için $C_{I-\lambda}$ değişimi.....	69
Şekil 4.75 : $a15y91,7$ pozisyonu için $C_{I-\lambda}$ değişimi.....	69
Şekil 4.76 : $a5y50$ pozisyonu için $C_{I-\zeta}$ değişimi.....	70
Şekil 4.77 : $a5y67$ pozisyonu için $C_{I-\zeta}$ değişimi.....	71
Şekil 4.78 : $a5y75$ pozisyonu için $C_{I-\zeta}$ değişimi.....	71
Şekil 4.79 : $a10y50$ pozisyonu için $C_{I-\zeta}$ değişimi.....	71
Şekil 4.80 : $a10y67$ pozisyonu için $C_{I-\zeta}$ değişimi.....	72
Şekil 4.81 : $a10y75$ pozisyonu için $C_{I-\zeta}$ değişimi.....	72
Şekil 4.82 : $a15y67$ pozisyonu için $C_{I-\zeta}$ değişimi.....	72
Şekil 4.83 : $a15y75$ pozisyonu için $C_{I-\zeta}$ değişimi.....	73
Şekil 4.84 : $a15y83,3$ pozisyonu için $C_{I-\zeta}$ değişimi.....	73
Şekil 4.85 : $a15y91,7$ pozisyonu için $C_{I-\zeta}$ değişimi.....	73
Şekil 4.86 : $a5y67$ pozisyonu için yatay hız bileşeninin derinlikle değişimi (detaylı gösterim).....	75
Şekil 4.87 : $a10y67$ pozisyonu için yatay hız bileşeninin derinlikle değişimi (detaylı gösterim).....	75
Şekil 4.88 : $a15y67$ pozisyonu için yatay hız bileşeninin derinlikle değişimi (detaylı gösterim).....	76
Şekil 4.89 : $a5y67$ pozisyonu için yatay hız bileşeninin derinlikle değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).....	76
Şekil 4.90 : $a10y67$ pozisyonu için yatay hız bileşeninin derinlikle değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).....	77
Şekil 4.91 : $a15y67$ pozisyonu için yatay hız bileşeninin derinlikle değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).....	77
Şekil 4.92 : $a5y67$ pozisyonu için yatay enerji bileşeninin derinlikle değişimi (detaylı gösterim).....	79
Şekil 4.93 : $a10y67$ pozisyonu için yatay enerji bileşeninin derinlikle değişimi (detaylı gösterim).....	79
Şekil 4.94 : $a10y67$ pozisyonu için yatay enerji bileşeninin derinlikle değişimi (detaylı gösterim).....	80
Şekil 4.95: Plakanın altında gelen dalga ile ters akımın karşılaşmasından doğan türbülans.....	81

Şekil 4.96: Plakanın başlangıç noktasında gelen dalga ile plakayı aşamayıp geri dökülen su kütesinin karşılaşmasından doğan türbülans.....	81
Şekil 4.97 : <i>a5y67</i> pozisyonu için yatay hız bileşenindeki oransal değişimin (δ) boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi (detaylı gösterim).....	82
Şekil 4.98 : <i>a10y67</i> pozisyonu için yatay hız bileşenindeki oransal değişimin (δ) boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi (detaylı gösterim).....	82
Şekil 4.99 : <i>a15y67</i> pozisyonu için yatay hız bileşenindeki oransal değişimin (δ) boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi (detaylı gösterim).....	83
Şekil 4.100 : <i>a5y67</i> pozisyonu için yatay hız bileşenindeki oransal değişimin (δ) boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).....	83
Şekil 4.101 : <i>a10y67</i> pozisyonu için yatay hız bileşenindeki oransal değişimin (δ) boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).....	84
Şekil 4.102 : <i>a15y67</i> pozisyonu için yatay hız bileşenindeki oransal değişimin (δ) boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).....	84
Şekil 4.103 : <i>a5y67</i> pozisyonu boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- ϕ değişimi (detaylı gösterim).....	85
Şekil 4.104 : <i>a10y67</i> pozisyonu boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- ϕ değişimi (detaylı gösterim).....	86
Şekil 4.105 : <i>a15y67</i> pozisyonu boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- ϕ değişimi (detaylı gösterim).....	86
Şekil 4.106 : <i>a5y67</i> pozisyonu boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- ϕ değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).....	87
Şekil 4.107 : <i>a10y67</i> pozisyonu boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- ϕ değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).....	87
Şekil 4.108 : <i>a15y67</i> pozisyonu boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- ϕ değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).....	88
Şekil 4.109 : <i>a5y67</i> pozisyonu boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- κ değişimi (detaylı gösterim).....	89
Şekil 4.110 : <i>a10y67</i> pozisyonu boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- κ değişimi (detaylı gösterim).....	89
Şekil 4.111 : <i>a15y67</i> pozisyonu boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- κ değişimi (detaylı gösterim).....	90
Şekil 4.112 : <i>a5y67</i> pozisyonu boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- κ değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).....	90
Şekil 4.113 : <i>a10y67</i> pozisyonu boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- κ değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).....	91
Şekil 4.114 : <i>a15y67</i> pozisyonu boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- κ değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).....	91
Şekil 4.115 : Pozisyon 1-6 için Box Plot analizleri.....	93
Şekil 4.116 : Pozisyon 7-12 için Box Plot analizleri.....	93
Şekil 4.117 : Pozisyon 13-18 için Box Plot analizleri.....	93
Şekil 4.118 : Pozisyon 19-24 için Box Plot analizleri.....	94
Şekil 4.119 : Pozisyon 25-30 için Box Plot analizleri.....	94
Şekil 4.120 : Pozisyon 31-36 için Box Plot analizleri.....	94

NOTASYON LİSTESİ

a	: Plaka ile sakin su yüzeyi arasındaki açı
c	: Dalga yayılma hızı
C_d	: Sönümleme katsayısı
C_r	: Yansıma katsayısı
C_t	: İletim katsayısı
d	: Su derinliği
d_b	: Kırılma derinliği
g	: Yer çekimi ivmesi
H	: Dalgakıran önündeki dalga yüksekliği
H_0	: Açık deniz dalga yüksekliği
h_1	: Plakanın en alt noktası ile sakin su seviyesi arası mesafe
h_2	: Plakanın en alt noktası ile taban arası mesafe
H_b	: Kırılan dalga yüksekliği
H/L	: Dalga dikliği
L	: Dalga boyu
l	: Toplam plaka boyu
L_0	: Açık deniz dalga boyu
l_1	: Plakanın suyun dışında kalan uzunluğu
l_2	: Plakanın suyun altında kalan uzunluğu
T	: Dalga Periyodu
u	: Yatay hız bileşeni
u_d	: Modelin deniz tarafında ölçülen yatay hız bileşeni
u_k	: Modelin kara tarafında ölçülen yatay hız bileşeni
w	: Düşey hız bileşeni
ε	: Dalga yüksekliği analizleri için türetilmiş boyutsuz boyutlandırma parametresi
κ	: Hız analizleri için türetilmiş boyutsuz geometrik parametre
λ	: Dalga yüksekliği analizleri için türetilmiş boyutsuz boyutlandırma parametresi
ξ	: Sörf benzerlik parametresi
ρ	: Suyun özkütlesi
ϕ	: Hız analizleri için türetilmiş boyutsuz dalga parametresi
ψ	: Dalga yüksekliği analizleri için türetilmiş boyutsuz geometrik parametre
ω	: Açısal frekans
Ω	: Dalga yüksekliği analizleri için türetilmiş boyutsuz geometrik parametre

EĞİK PLAKA TİPİ BİR DALGA SÖNÜMLEYİCİNİN PERFORMANSININ DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

ÖZET

Taş dolgu dalgakıranlar (TDDK) kıyı koruma yapısı olarak uzun yıllardır dünyanın her yerinde kullanılmaktadır. Ancak, bu tip dalgakıranlar sıkça kullanılmalarına karşın; ağırlıkları nedeniyle ortaya çıkan temel stabilitesi problemleri, büyük maliyetleri vb dezavantajlara da sahiptir. Örneğin, TDDK'larda tasarım dalgasının aşırı büyük olduğu durumlarda koruma tabakası için gerekli ağırlıkta ocak taşı bulunamadığından yapay bloklar kullanılması gerekmekte ve bu da doğal olarak maliyeti doğrudan etkilemektedir. Yapay bloklarda oluşabilecek hidrasyon da farklı bir risk unsuru olarak ortaya çıkmaktadır. Diğer bir dezavantaj olarak belirtildiği üzere büyük ağırlıkları nedeniyle TDDK'lar olası yetersiz temel koşullarında çökme riski taşıma yapılarıdır. Çökme durumunda dalgakıranın fonksiyonu azalır, stabilitesi düşer. Bu dezavantajlar daha iyi kıyı koruma çözümleri bulunmasını zorunlu kılmaktadır. Bu arayışlar sonucunda ortaya atılan fikirlerden biri de ince plakaların dalga sönümlenmesinde kullanılması fikridir. İnce plakalar gerek tek başlarına gerekse TDDK'lar ile ardışık kullanılarak TDDK'ların birçok dezavantajı bertaraf edilebilir. TDDK'ların deniz tarafına yerleştirilmiş ince plakalar TDDK'ya gelen dalga yüksekliğini önemli ölçüde azaltarak koruma tabakasında kullanılacak taş büyüklüğünü azaltabilir, yapay bloklar yerine ocak taşı kullanımını mümkün kılabilir.

Bu çalışmaya da konu olan eğik ince plakalar TDDK'ların aksine gelen dalgayı kütleleri ile durdurmaz. Dalgalar plakanın üzerinde tırmanarak üzerinden aşar ve bu sayede kırılırlar. Plakanın üzerinden aşarak kara tarafından dökülen su kütlesi plakanın altından iletilen dalga enerjisinin de sönümlenmesine yardımcı olur. Dalganın plaka üzerinde kırılması ve kara tarafından dökülerek plaka altından geçen enerjiyi sönümlemesi olarak özetlenebilecek bu iki dalga sönümleme mekanizmasının etkinliği plakanın eğiklik derecesi, batıklığı ve plaka uzunluğu gibi çeşitli geometrik parametrelere bağlıdır.

Deneyler çerçevesinde plakanın 3 farklı açısı (5° , 10° ve 15°) ve bu açılarda farklı batıklığa sahip pozisyonları için ölçümler yapılmıştır. Bu sayede plakaya ait geometrik parametrelerin performans üzerindeki etkisi anlaşılmaya çalışılmıştır. Deneylerde dalgaya ait parametrelerin de incelenmesi amacıyla farklı dalga periyodu (T) ve dalga yüksekliği (H) değerlerine sahip dalgalar kullanılarak iletim katsayısı (C_t), yansıma katsayısı (C_r) ve sönümleme katsayısı (C_d) hesaplanmış, dalgakıran modelinin en iyi performans gösterdiği dalga-pozisyon eşleşmesi araştırılmıştır. Ayrıca plakanın deniz ve kara tarafında 3 boyutlu noktasal hız ölçümleri yapılmış, plaka etrafındaki kinematik yapının daha iyi anlaşılması hedeflenmiştir. Bu ölçümler ışığında modelin dalga hızına olan etkisi de açıklanmaya çalışılmıştır.

Yapılan ölçümler ışığında ilk etapta iletim katsayısı (C_t), yansıma katsayısı (C_r), ve sönümleme katsayısı (C_d)'nın dalgaya ait parametreler olan dalga boyu (L), dalga yüksekliği (H) ve dalga dikliği (H/L) ile ilişkisi analiz edilmiştir. Daha sonra yansıma ve iletim katsayılarının plakanın geometrik özelliklerinden yola çıkılarak türetilen boyutsuz parametrelerle değişimi incelenmiş ve son olarak da bu katsayıların potansiyel boyutlandırma çalışmalarına zemin oluşturmak amacıyla hem dalganın özelliklerini hem de modelin geometrik özelliklerini içeren boyutlandırma parametreleri ile ilişkileri irdelenmiştir.

Sonuçlar, eğik ince plakaların (Burada sözü edilen ince olma koşulu, yapı alın kalınlığının yarattığı yansımanın ihmal edilebilir olmasıdır.) gelen dalga yüksekliğini %20-%30 mertebesine kadar indirebildiğini ve gelen dalga enerjisinin büyük kısmının sönümlendiğini göstermektedir.

EXPERIMENTAL EXAMINATION OF PERFORMANCE OF AN INCLINED THIN PLATE TYPE BREAKWATER

SUMMARY

Rubble Mound Breakwaters (RMBs) are applied coastal structures for many years around the World. Although they are commonly applied, they also have some drawbacks such as stability problems due to poor foundation and high costs. For instance, when the design wave height is extremely large, over-weighted armor units or even artificial blocks are required. And this situation results in higher costs. Also due to the quick hydration of the concrete, over-sized artificial blocks may lose their function earlier than expected. As mentioned, poor foundation stability restricts the application of oversized RMBs. These drawbacks result in a search for a new kind of coastal defense structure. Pile-mounted, horizontal or inclined thin plates may be one of the right solutions for this case. Inclined thin plates (ITPs) may eliminate most of the handicaps that RMBs have in case of both single use or tandem use with RMBs. ITPs emerge as functional coastal structures in terms of reducing the overall wave height and reduce the required armor unit weight when they are applied in the seaward side of a RMB.

ITPs do not block the wave motion; they transform energy transfer into mass transfer. The incoming waves are efficiently broken during the overtopping over ITP. This causes a mass transfer free fall from the leeward side of the plate brings energy dissipation of the wave passing under the breakwater. These two mechanisms are effected by design conditions, i.e. submergence degree, angle, and total length of the plate.

A thin plexiglass plate mounted on steel rods were used for the experiments. The thickness of the plate and piles are very small so that the side face of the plate considered not to reflect wave and the piles also considered not to effect the wave characteristics.

ITPs may be an effective solution for a large range of shore protection problems:

- i. Tandem application of ITP may decrease the required armor unit weight of RMB's and even prevent the usage of artificial units.
- ii. Application of ITPs may solve the problem for the cases that over-all wave height is undesirably high in the harbor.
- iii. When tandemly applied with seawalls, ITPs may break the wave before reaching the seawalls and prevent possible damages due to wave breaking on the wall.
- iv. ITPs may be an efficient solution for protecting touristic beaches from high waves.

Except of reducing the required armor unit weight of the tandemly applied RMB, further potential advantages of ITPs may be stated as follows;

- i. Instead of blocking the wave motion, ITPs transform the energy transfer into mass transfer. This mechanism greatly reduces the forces that effect the structure.
- ii. Due to least affecting the coastal ecosystem ITPs can be considered as ecofriendly shore protection structures.
- iii. Due to not blocking the stream ITPs provide sustainable solutions for sediment transportation.

During the experiments, the effect of parameters related to geometry of the plate to performance of wave attenuation was examined. For this purpose, positions with 3 different angles (5° , 10° and 15°) and different submergence degrees were studied. In total 10 different positions were investigated under 10 target waves for each. In other words, 100 measurements were handled for the wave attenuation performance tests. For understanding the effect of wave parameters; during the experiments target waves were chosed to have different wave period (T) and wave heights (H). Transmission Coefficients (C_t), Reflection Coefficients (C_r) and Dissipation Coefficients (C_d) were calculated to observe the wave condition – plate position match with the best performance.

Also, for revealing the kinematic structure of the wave, 3 directional velocity measurements were also handeled on the both seaward and leeward side of the inclined plate. For this purpose, 3 positions with different angles and same submergence degrees were examined. 51 measurements were made on a vertical line on the each side of the plate.

As the first step of data analysis, relationship between Transmission Coefficients (C_t), Reflection Coefficients (C_r) and Dissipation Coefficients (C_d) and parameters related to wave characteristics such as wave length (L) and wave height (H) and wave steepness (L) were analysed. Then, the effect of geometric parameters to transmission and reflection is studied. And finally the influence of the scale-up parameters to reflection and transmission were examined. The parameters which contain both variables belong to wave and plate were used for the purpose of providing a fundamental knowledge for further scaling up studies.

Secondly, change of velocity among depth is studied to explain the effect of ITP to velocity profiles. Also energy distrubution among depth and some further wave parameters and geometric parameters were analysed. Box Plot analysis were made to show the difference between the velocity-time series before and after the ITP.

The analysis show the following results:

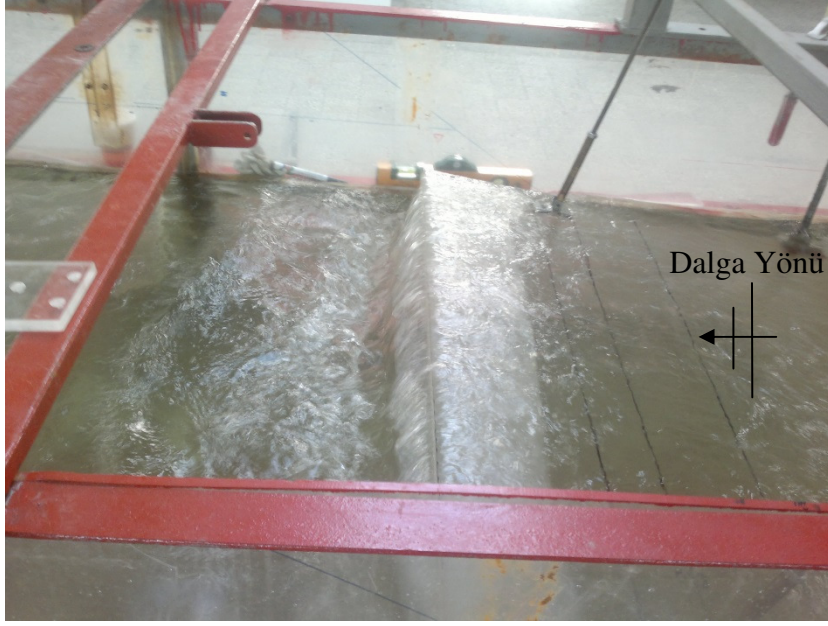
- i. ITPs are environmentally friendly shore protection structures with high wave dissipation performance.
- ii. ITPs reduce the overall wave height to 20%-30% of the incident wave height. Positions with bigger angles provides smaller wave heights.
- iii. ITPs work with a higher performance and provides smaller transmitted wave on higher and shorter waves.
- iv. Although the wave height (H) and wave length (L) effects the wave dissipation performance; wave steppnes is the major prameter that controls the wave dissipation of the ITP. ITP's work more efficiently on stepper waves.
- v. ITPs diminishes a significant ammount of the wave energy. Positions with bigger angles work with a higher energy dissipating performance.

- vi. ITP provides relatively small ($C_r < 0,60$) reflection coefficients. Positions with smaller angles cause more reflection.
- vii. The tandem use of ITPs and RMBs lead to reduction of required armor unit weight. The hypothetical calculations showed that usege of ITP provides more than 30 times lighter armor units.
- viii. Although the hypothetical calculations revealed that usege of ITP reduces the armor unit weight; further cost analysis are necessary to claim that The tandem use of ITPs and RMB's is a more cost effective method compared to RMBs.
- ix. For understanding the effect of plate's material to performance, further analysis are necessary. Change of friction force due to application of different materials with different roughness would directly effect the performance of ITP.

1. GİRİŞ

Taş Dolgu Dalgakıranlar (TDDK), kıyı alanlarının korunmasında dünyanın her yerinde uzun zamandır kullanılmaktadır. Ancak, tasarım dalgalarının aşırı büyük olduğu durumlarda hesaplamaların gerektirdiği ağırlıkta ocak taşı bulunamadığından koruma tabakasında yapay elemanların kullanımı zorunlu olmaktadır. Bu yapay elemanların büyüklükleri arttıkça; dayanıklılıkları, kütle betonunun kürü sırasında ortaya çıkan yüksek hidrasyon sıcaklığı ve buna bağlı olarak rastlanan termik rötre çatlakları nedeniyle azalma riskiyle karşı karşıya kalır. Dayanıklılığı azalan yapay bloklar tahmin edilen ömürlerinden daha kısa sürede fonksiyonlarını yitirme riski taşırlar. Buna ilave olarak aşırı ağırlıktaki bu tip dalgakıranlar daha sağlam zemin gerektirmekte, olası yetersiz temel durumlarında çökme riski taşımaktadır. Olası çökmeler dalgakıranın dayanımını azaltmaktadır. Bu durumlarda TDDK'ların deniz tarafına yerleştirilmiş Eğik İnce Plaka tipi kısmi batık dalgakıranlar (EİP) dalga yüksekliğini düşürerek koruma tabakasında kullanılması gerekli kaya büyüklüğünü azaltabilir, ocak taşı kullanımına imkan sağlayabilir.

İyi tasarlanmış bir *Eğik İnce Plaka*'da dalgalar, dalgakıranın üzerinden aşar ve bu sayede kırılırlar. Bu su kütlesi plakanın kara tarafından dökülerek (Bkz Şekil 1.1) plakanın altından iletilen dalga enerjisinin de sönümlenmesini sağlar. Burada bahsedilen "EİP'nin üzerinden aşan su" ve "EİP'nin altından iletilen dalga enerjisi" plakanın dalga sönümleme performansını belirlemektedir. Dalga enerjisinin sönümlenmesini sağlayan diğer bir mekanizma ise gelen dalganın eğik plaka üzerinde kırılmasıdır. Plaka, dalgalar üzerinde plaj etkisi yaratarak kırılmalarına sebep olmakta bu da dalganın enerjisini kırmaktadır. Toplamda bakıldığında Eğik İnce Plakalar'ın fonksiyonelliği eğiklik derecesi, batıklığı ve plaka uzunluğu olmak üzere çeşitli geometrik parametrelere bağlıdır.



Şekil 1.1: Dalganın plaka üzerinden aşarak dökülmesi

1.1 Konu

Tez konusu, Eğik İnce Plakalar'ın performansının farklı koşullar altında incelenmesi ve kinematik ölçümler yapılarak plaka etrafında oluşan hız profillerinin açıklanmasıdır.

1.2 Amaç

Çalışmanın temel amaçları:

- Eğik İnce Plaka Tipi Dalgakıranlar'ın çalışma mekanizmasını anlamak,
- Eğik İnce Plaka Tipi Dalgakıranlar'ın çalışma mekanizmasını etkileyen faktörleri incelemek,
- Dalgakıranın hangi dalga koşulları altında nasıl bir dalga sönümleme performansı gösterdiğini belirlenmek,
- Hız profillerini ölçüp yorumlayarak kinematik yapıyı açıklamak,
- Etkin bir tasarım ortaya çıkarmaktır.

Bu çerçevede plakanın farklı geometrileri (farklı açı ve batıklık kombinasyonları) 10 dalgadan oluşan bir tasarım dalgası yelpazesıyla incelenmiş, yapının farklı dalga koşulları altında dalga sönümleme performansı anlaşılmaya çalışılmıştır. Dalga sönümleme performansının boyutsuz parametreler, dalga özellikleri ve dalgakıranın

fiziki boyutları ile değişimi incelenmiştir. Bu dalgakıranın hangi durumlar altında maksimum fayda sağladığı, hangi alt ve üst sınır koşulları arasında etkili olduğu anlaşılmaya çalışılmıştır. Burada yüksek performans ile kastedilen unsurlar;

- a. Dalgakıran üzerinde net su kütlesi transferi ve dalga kırılması ile dalgakıran arkasında minimum dalga yüksekliği,
- b. Minimum yansıyan dalga yüksekliği'dir.

1.2.1 Eğik İnce Plakaların Potansiyel Avantajları

İncelenen Eğik İnce Plaka Tipi Kısmi Batık Dalgakıranlar'ın (EİP) birçok potansiyel avantajı bulunmaktadır. Bu avantajlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- a. Dalgayı tamamen durdurmak yerine üzerinden aşmasına izin verdiği için dalgakıran üzerinde büyük kuvvetler oluşmamaktadır.
- b. Kıyı boyu akıntının kesilmemesi, kıyıda akım özelliklerinin nispeten korunmasını sağlamaktadır. Bu şekilde kıyı boyu katı madde hareketini tamamen durdurmadıkları için daha sürdürülebilir bir çözüm sunarlar.
- c. Kıyı ekosistemine ve doğal yaşama birçok dalgakıran tipinden daha az etki etmektedir. Diğer bir deyişle evre dostudur.
- d. TDDK ile ardışık kullanım halinde dalgakırana gelen dalga yüksekliğini önemli oranda azaltacağı için olası büyük prefabrik elemanların yerine daha küçük elemanların kullanılması ve hatta ocak taşı kullanımı mümkün kılınmakta, bu sayede;
 - i. TDDK'nın fırtınalarda hasar alma ihtimali azaltılmakta,
 - ii. Topuk oyulmaları minimuma indirilmekte,
 - iii. Toplam maliyet azalamakta,
 - iv. Uygulama kolaylığı sağlanmaktadır.

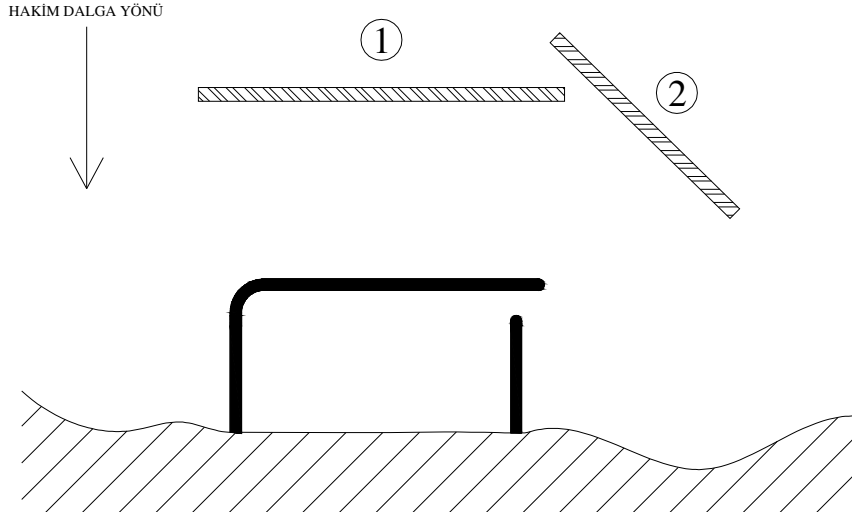
Sıralanan bu avantajlar daha ileri çalışmalarla desteklenmeye ihtiyaç duymaktadır. Bu alışma dahilinde elde edilen sonuçlarla, sıralanan avantajların daha net ortaya koyulması ve anlaşılması da amaçlanmaktadır.

1.2.2 Eğik İnce Plakalar'ın Kullanım Alanları

Eğik İnce Plak Tipi Dalgakıranlar tabana kazıklarla sabitlendiğinden batimetriden taş dolgu dalgakıranlara göre daha az etkilenirler. Bu da Eğik İnce Plakalar'ı

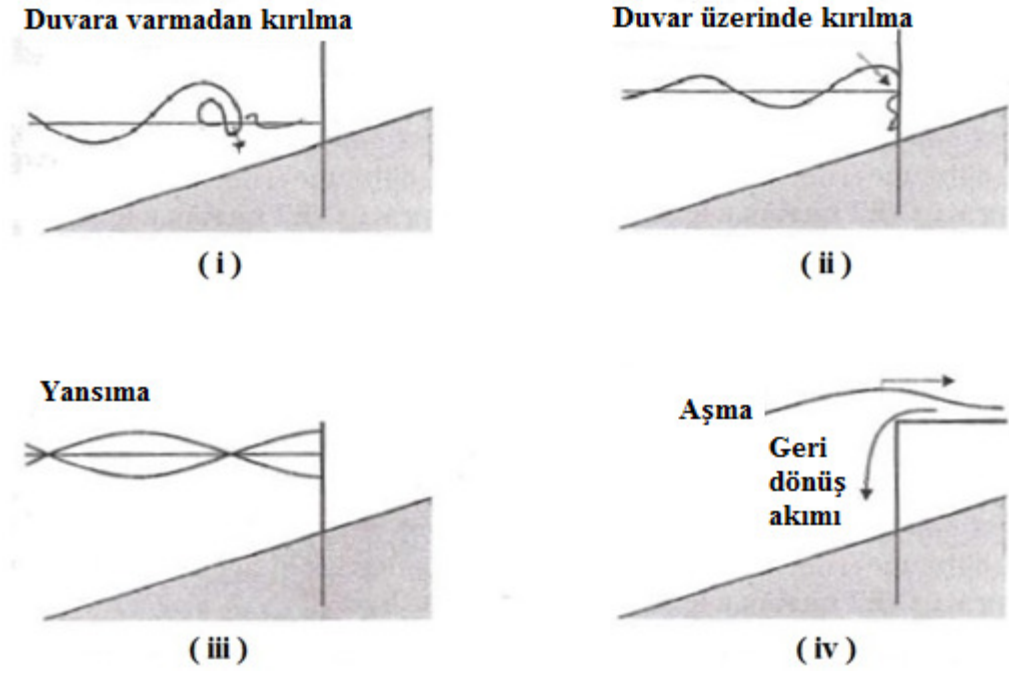
TDDK’lardan daha derin bölgelerde de kullanıma uygun hale getirir. EİP’lerin olası kullanım alanları aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- a. Daha önce de belirtildiği üzere EİP’lerin, TDDK’ların deniz tarafında konumlandırılmaları durumunda TDDK’ya gelen dalga yüksekliğini azaltarak TDDK koruma tabakası taş büyüklüğünün azalması sağlanabilir. Bu sayede gerek olası stabilite risklerinin önüne geçilmesi gerekse maliyetin azalması mümkün olabilir. Ancak bu konuda nihai karara varabilmek için maliyet ile ilgili detaylı analizlere ihtiyaç duyulmaktadır. EİP’nin Şekil 1.2’de 1 numara ile gösterilen pozisyonda yerleştirilmesi durumunda hakim dalga önce EİP tarafından karşılanacak, TDDK’ya EİP’nin arkasına iletilen dalga yüksekliği azalmış dalga etki edecektir. Bu da TDDK’nın daha koruma tabakasında kullanılması gereken taş büyüklüğünü önemli ölçüde azalatacaktır.



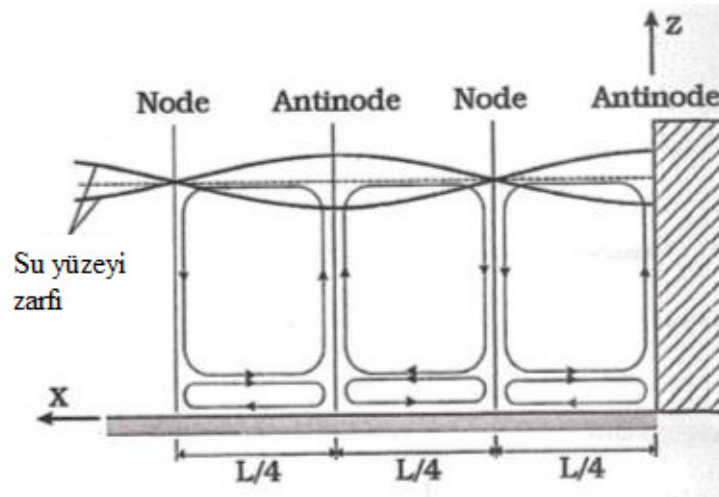
Şekil 1.2: EİP’lerin olası kullanım şekillerine örnekler.

- b. EİP’ler kıyı duvarlarının deniz tarafına konumlandırılmaları durumunda dalganın davranış biçiminin değiştirilmesi için kullanılabilir. Dalgalar kıyı duvarlarının önüne geldiğinde;
- Dalgalar kıyı duvarına varmadan kırılabilir,
 - Dalgalar kıyı duvarına çarparak kırılabilir,
 - Dalgalar kıyı duvarına çarpıp kırılmadan yansıyabilir,
 - Dalgalar kıyı duvarının üzerinden aşabilir.



Şekil 1.3: Kıyı duvarı önünde olası dalga davranışları (Sümer ve Fredsøe, 2002).

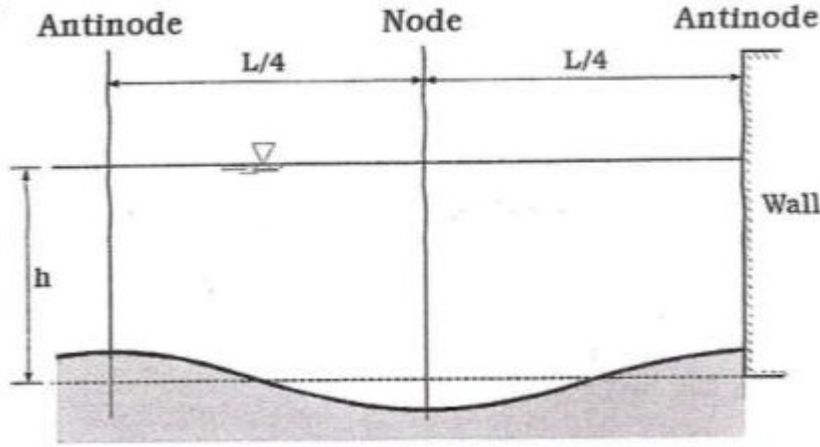
Dalgaların kıyı duvarı üzerinde kırılarak yapı üzerinde büyük kuvvetler meydana getirmesi (ii), duvarın hasar almasına; kıyı duvarına çarpıp kırılmadan yansiyarak yapı önü dalga yüksekliğini aşırı artması (iii) kıyı duvarı önünde oyulmaların meydana gelmesine sebep olabilmektedir. Oyulmalar tabandaki katı maddenin duvar önünde ortaya çıkan akımlardan etkilenmesi sonucu oluşurlar.



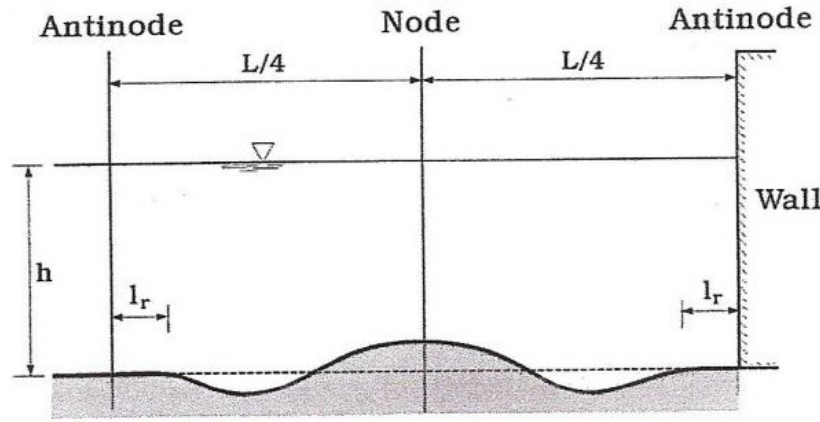
Şekil 1.4: Kıyı duvarı önünde duran dalga ve oluşan akımlar (Sümer ve Fredsøe, 2002).

Taban malzemesinin ince ya da kalın yapılı olmasına göre taban bu akımlardan farklı etkilenir. Deniz tabanının ince malzemeli olması

durumunda dalga tepesi ve çukurlarının hizasında (antinode) birikmeler (Bkz Şekil 1.5); kalın malzemeli olması durumunda dalgaların sakin su seviyesini kestiği noktalarda (node) birikmeler (Bkz Şekil 1.6) görülür. (Sumer ve Fredsøe, 2002)



Şekil 1.5: İnce daneli taban malzemesinin kıyı duvarı önünde davranışı (Sumer ve Fredsøe, 2002).



Şekil 1.6: Kalın daneli taban malzemesinin kıyı duvarı önünde davranışı (Sumer ve Fredsøe, 2002).

Olası çok büyük dalgaların kıyı duvarına vurması durumunda aşmalar görülebilmektedir. Bu risklerin önlenmesi, kıyı duvarının üzerinden olası aşmaların önüne geçilmesi hususunda EİP'ler etkin bir çözüm olarak ortaya çıkmaktadır. EİP'ler kullanılarak dalganın kıyı duvarına ulaşmadan önce kırılarak (i) bu risklerin önüne geçilmesi sağlanabilir.

- c. Liman ağzının çeşitli sebeplerden (batimetri, kıyı şekli, diğer komşu limanlar, manevra güçlükleri vb.) tam olarak ideal şekilde tasarlanamaması durumunda

liman içi çalkantı, liman işleyişi açısından bir sorun olarak ortaya çıkabilmektedir. Liman dışındaki dalga yksekliliğinin çok büyük olduğu durumlarda liman içi çalkantı, limanın işleyişini aksatacak boyutlara varabilmektedir. Bu durum limanın yıl içerisinde işleyeceği toplam gün sayısını etkileyeceğinden bir maddi kayıp olarak ortaya çıkmaktadır. Bu sorunun zm EİP'lerin şekil 1.2'de 2 numara ile gösterilen konumda kullanımı ile mümkün olabilir. Liman ağzının gemi manevrası için sorun yaratmayacak kadar uzağına yerleştirilecek bir EİP liman ağzına gelen dalga yksekliliğini önemli ölçüde azaltarak soruna çözüm sağlayabilir.



şekil 1.7: Ürdün Aqaba'da liman içi çalkantıyı nleme amaçlı yapılmış bir dalgakıran.

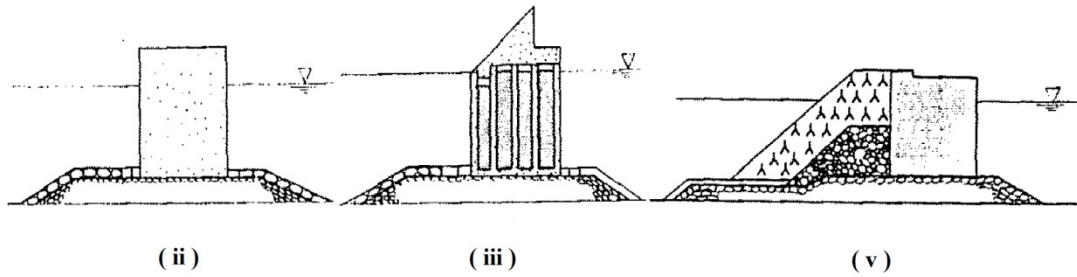
şekilde özel bir şirket tarafından tasarlanan, Ürdün Aqaba'da bir askeri limanın liman içi çalkantı problemine çözüm olarak liman ağzına yapılmış bir dalga perdesi tipi dalgakıran görülmektedir. Bu ve benzeri durumlarda EİP'ler sahip oldukları birçok avantajla diğer çözümlere bir alternatif oluşturabilir.

- d. Kıyı'da büyük dalgaların önlenmesi gereken ancak dalga etkisinin ya da akımın tamamen kesilmesinin istenmediği durumlarda EİP'lerin kullanımı tüm ihtiyaçlara cevap verebilir. Turistik olarak kullanılan bir kıyı şeridi büyük dalgalardan EİP'ler ile korunurken kıyıda akım ve dalga hareketi nispeten korunarak sürdürülebilir kıyı alanları yönetimi açısından son derece önemli bir konu olan kıyı boyu katı madde hareketinin devamlılığı sağlanmış olur. Bölgenin turistik değerinin de bu şekilde daha kalıcı ve uzun ömürlü bir şekilde muhafaza edilmesi sağlanabilir.

1.3.1.2 Monolitik Dalgakıranlar

Dalga etkisini tek parçadan oluşan bir gövdeyle durduran dalgakıranlardır. Yapım tekniği ve malzemelerine göre çeşitli türlere ayrılırlar:

- i. Yerinde yapım düşey yüzlü dalgakıranlar,
- ii. Kesonlar,
- iii. Eğimli yüzeyli monolitik dalgakıranlar,
- iv. Geçirimli yüzeyli dalgakıranlar,
- v. Yüzeyi dökme taşlı monolitik dalgakıranlar,
- vi. Kompozit dalgakıranlar (Kabdaşlı, 1992).

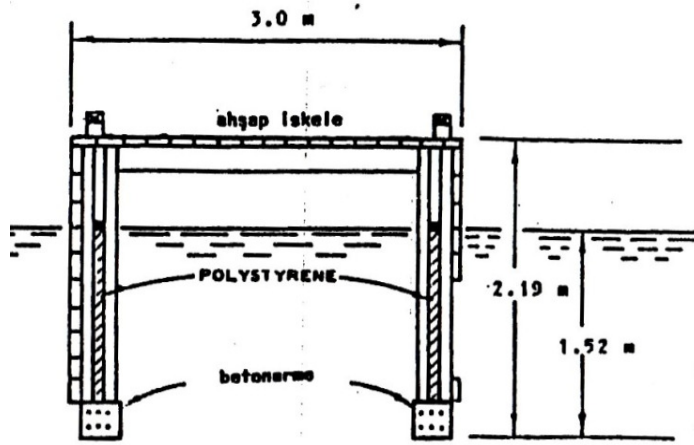


Şekil 1.9: Monolitik dalgakıranlara örnekler (Takahashi, 2006).

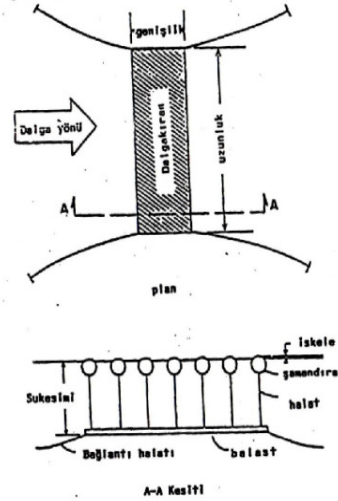
1.3.1.3 Yüzer Dalgakıranlar

Gerek kıyı boyu katı madde taşınımını etkilememeleri, gerek yerel oyulmalara sebep olmamaları gerekse su kalitesine etkilerinin minimum olması sebebiyle yüzer dalgakıranlar alternative bir kıyı koruma yapısı olarak öne çıkmaktadır. Yüzer dalgakıranların bu avantajları EİP'lerin potansiyel avantajları ile benzerlik göstermektedir. Birçok farklı tasarım bulunmasına rağmen geometrik ve işlevsel açıdan 4 grupta toplanabilirler:

- i. Kutu tipi yüzer dalgakıranlar,
- ii. Duba tipi yüzer dalgakıranlar,
- iii. Mat tipi yüzer dalgakıranlar,
- iv. Tethered tipi yüzer dalgakıranlar (Kabdaşlı, 1992).



(ii)



(iv)

Şekil 1.10: Yüzer dalgakıranlara örnekler (Kabdaşlı, 1992).

1.3.1.4 Özel Tip Dalgakıranlar

Yukarıda da bahsedilen görece alışılmış dalgakıranların dışında özel koşullar altında sınırlı kullanım alanına sahip dalga kırma sistemleri de mevcuttur. Bunlara şu örnekler verilebilir:

- Hava kabarcığı perdesi,
- Hidrolik perde (Kabdaşlı, 1992).

1.3.2 Dalgaların Kıyı Yakınlarındaki Özellikleri

1.3.2.1 Sapma

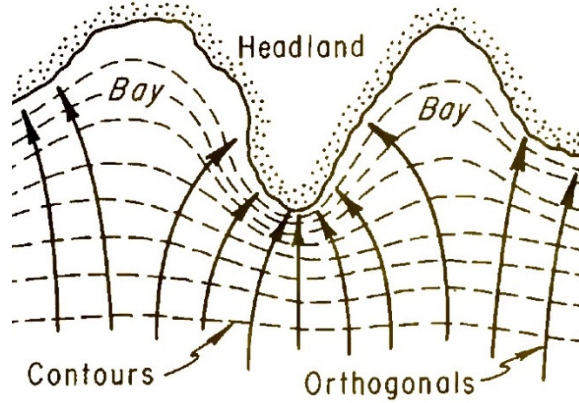
Dalganın yayılma hızı aşağıdaki denklemle hesaplanabilir:

$$c^2 = \frac{gL}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \quad (1.1)$$

Burada;

- c : Dalga yayılma hızı,
- L : Dalga boyu,
- d : Su derinliği,
- g : Yer çekimi ivmesidir.

Görüldüğü üzere hız derinliğin bir fonksiyonudur. Derinlik azaldıkça dalga yayılma hızı (c) azalmaktadır. Diğer bir deyişle kıyıya doğru yaklaşan bir dalga kretinin kıyıya daha yakın olan kısımları yavaşlamaya başlar. Bu durum aynı dalga kreti üzerinde kıyıya yaklaştıkça azalan bir dalga yayılma hızı dağılımına yol açar. Bu hız farkları dalganın batimetriye bağlı olarak sapmasına yol açar. Dalga kıyıya yaklaştıkça dalga ortagonali kıyıya dik hale gelir. Bu harekete dalga sapması adı verilir (SPM, 1984).



Şekil 1.11: Dalgaların sapması (SPM, 1984).

1.3.2.2 Dönme

Bir dalganın önüne herhangi bir engel çıktığında yanal enerji transferi sonucu engelin arkasına doğru dönmesine dalga dönmesi adı verilir. Liman ağzı açıklığını, liman içi kumlanmasını ve liman içi çalkantıyı doğrudan etkiler; bu sebepten de kıyı koruma yapılarının veriminin belirlenmesinde büyük önem taşır (SPM, 1984).



Şekil 1.12: Dalgaların dönmesi (SPM, 1984).

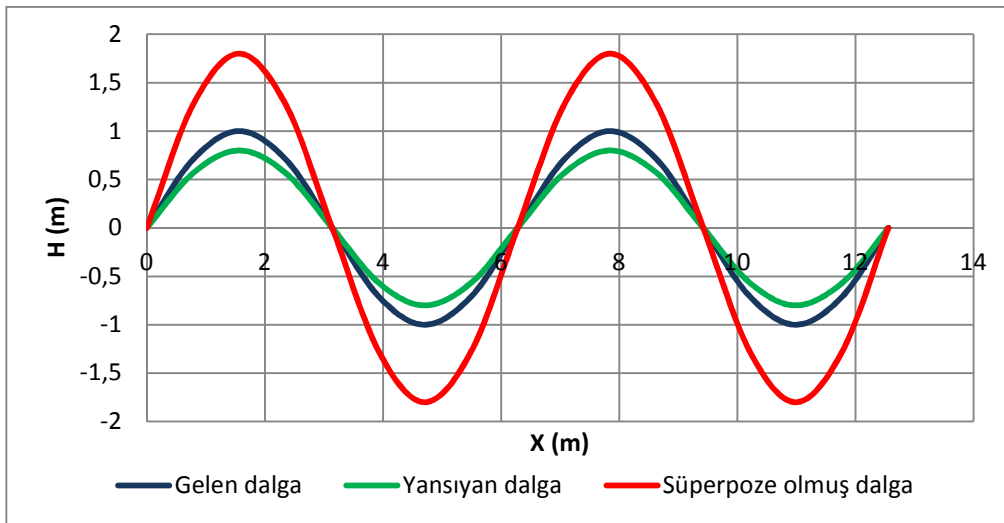
1.3.2.3 Yansıma

Gelen dalga dalgakıranına çarptığında enerjisinin bir kısmı sönümlenir geri kalan kısmı ise yansıtılır. Bu oran dalgakıranının geometrisi ve yüzey özelliklerine göre değişim gösterir. Eğimli ve pürüzlü yüzeyler daha fazla enerji sönümleyip daha az yansımaya sebep olurken; düşey ve pürüzsüz yüzeyler daha az enerji sönümleyip daha fazla

enerjiyi yansıtır. Yansıma, yansıyan dalga yüksekliğinin gelen dalga yüksekliğine oranı ile değerlendirilir; bu katsayıya *Yansıma Katsayısı* (C_r) adı verilir. Örneğin Goda (1985) ilgili çalışmasında ocak taşı kaplı şevlerin (eğim 1:2 ve 1:3) yansıma katsayısını 0,3-0,6 arasında, yapay blok kaplı şevlerin yansıma katsayısını 0,3-0,5 arasında ve doğal plajların yansıma katsayısını 0,05-0,2 arasında olduğunu belirtmiştir. Düşey yüzölçümü dalgakıranlar yansıma katsayısı ise 1'e kadar çıkabilmektedir.

Dalga yansıması, limanların tasarımında önemli etkenlerden biridir. Yansımanın fazla olduğu durumlarda dalgakıran önünde yansıyan ve gelen dalganın süperpoze olması sebebiyle gelen dalga yüksekliğinden çok daha büyük dalgalar görülebilir. Bu sebepten dalgakıran tasarımlarında dalganın daha fazla sönümlenmesi ve daha az yansıtılması gerekir.

Yukarıda bahsedilen gelen ve yansıyan dalganın süperpoze olması durumunu biraz daha detaylı açıklamak gerekirse; bu etki genellikle yansımanın daha fazla olduğu düşey yüzölçümü dalgakıranlarda görülür. Düşey yüzölçümü dalgakıranlar dalganın hemen hemen tamamını yansıtırlar. Gelen dalganın neredeyse hiç sönümlenmeden yansıtılması dalgakıran önünde benzer özelliklere sahip ama zıt yönlü ilerleyen iki dalganın süperpoze olmasına sebep olur. İki dalga tepesi ve dalga çukurunun karşılaştığı durumda dalgakıran önünde yatayda yer değiştirmeyen sadece düşey yönde alçalıp yükselen dalgalar görülür. Bir dalga tepesi ve bir dalga çukurunun karşılaştığı noktalar ise sakin su seviyesinde kalır. Bu duruma *Duran Dalga* (*Clapotis*) denir (Kabdaşlı, 1992).



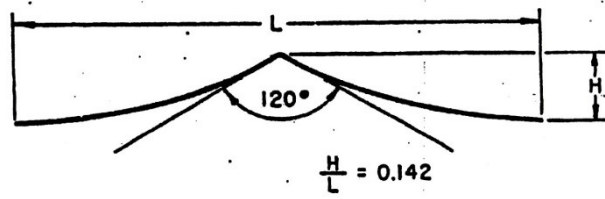
Şekil 1.13: Gelen ve yansıyan dalgaların süperpoze olması durumu.

1.3.2.4 Kırılma

Dalgalar kıyıya yaklaştıkça birçok deformasyona uğrar. Dalga boyu ve dalga yükseklikleri derinlikteki değişime bağlı olarak değişir. Bu deformasyon dalga kreti stabilitesinin bozulduğu bir sınır değere ulaştığında *Dalga Kırılması* görülür. Dalga kırılması sınır koşulu;

$$\frac{H}{L} = 0,142 \quad (1.2)$$

ve dalga kreti açısı 120° olmaktadır (SPM, 1984).



Şekil 1.14: Dalga kırılma sınır koşulları (SPM, 1984).

Dalgalar kırıldıklarında gösterdikleri özellikler oldukça farklı bir hal alır. Bu sebepten kıyı yapıları tasarımında kırılmanın önemi çok büyüktür. Gelen dalganın (H_0) kırılmaya başladığı derinliğe kırılma derinliği (d_b) ve bu derinlikteki dalga yüksekliğine kırılan dalga yüksekliği (H_b) adı verilir. Bu değerleri bulunmasında en yaygın kullanılan eşitlikler Munk (1949) tarafından ortaya konmuş ve aşağıda verilmiştir:

$$\frac{H_b}{H_0} = \frac{1}{3,3(\frac{H_0}{L_0})^{1/3}} \quad (1.3)$$

$$\frac{d_b}{H_b} = 1,28 \quad (1.4)$$

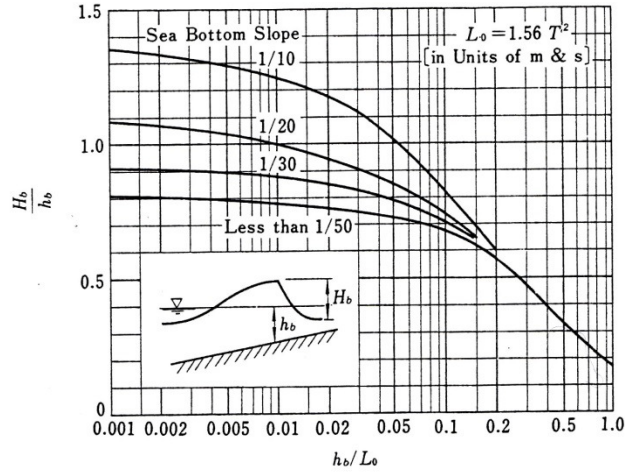
Burada,

H_b : Kırılan dalga yüksekliği,

H_0 : Açık deniz dalga yüksekliği,

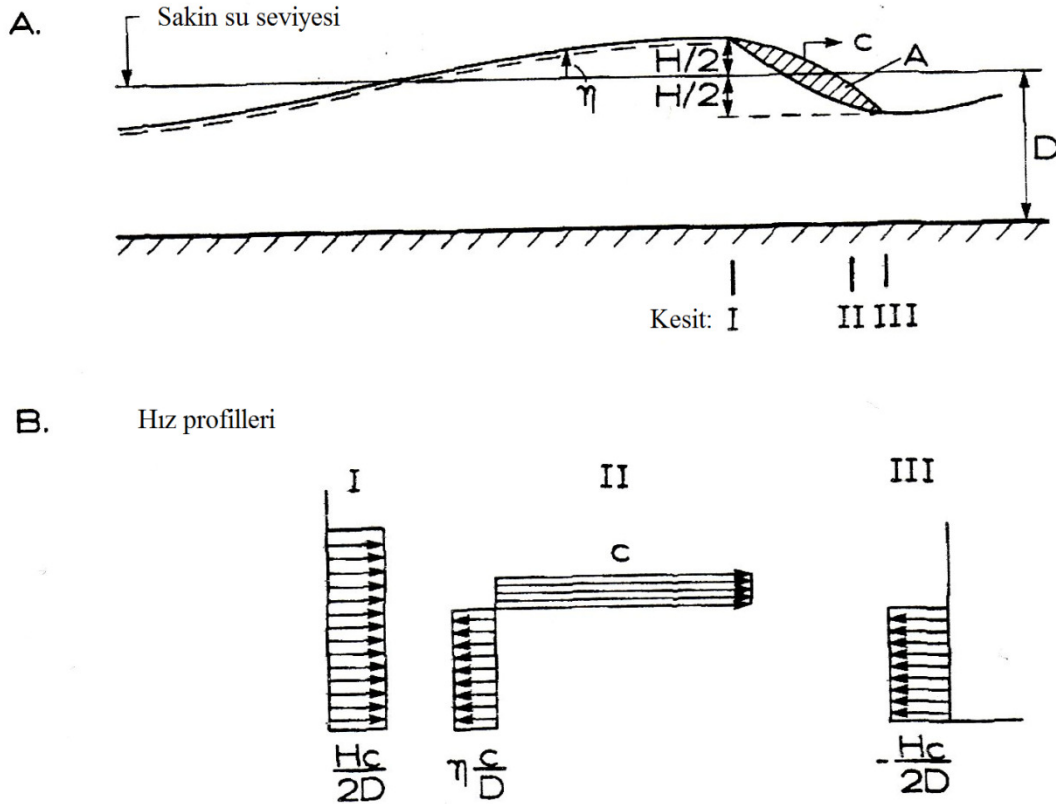
L_0 : Açık deniz dalga boyu,

d_b : Kırılma derinliği'dir.



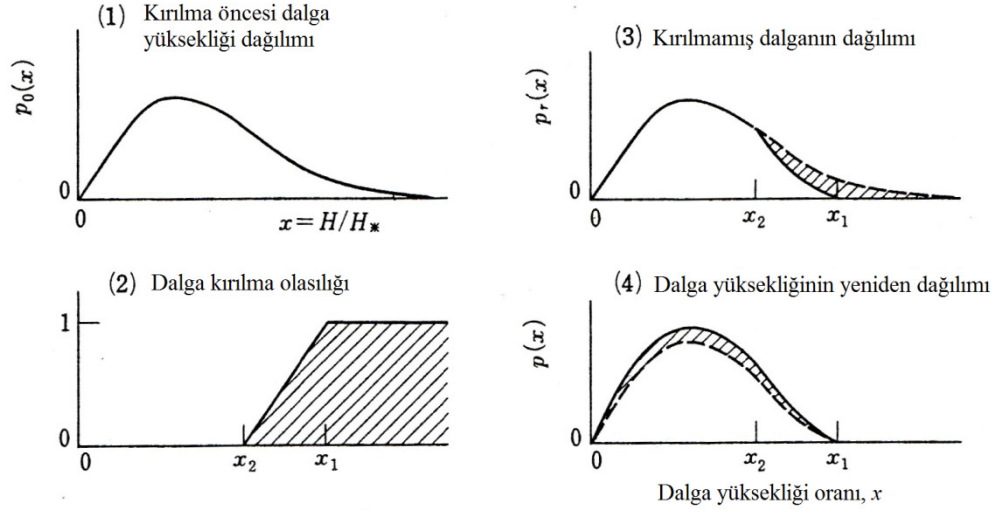
Şekil 1.15: Dalga kırılmasını açıkla grafik (Goda, 1985).

Kırılma başladığında dalga hareketi akıntıya dönüşür. Diğer bir deyişle enerji aktarımı yerini kütle transferine bırakır. Bu durum kırılmanın gerçekleştiği bölgeden kıyıya katı madde taşınımına da sebep olur. Kırılma sırasında ortaya çıkan hız profilleri Şekil 1.16'da gösterilmiştir.



Şekil 1.16: A: Kırılmakta olan bir dalga yapısı.

B: Gösterilen kesitlerdeki hız profilleri (Fredsøe ve Deigaard, 1992).



Şekil 1.17: Kırılan dalga özellikleri (Goda, 1985).

Kırılan Dalga Tipleri

Dalgaarın kırılıp kırılmayacağı ve kırılma tipinin ne olacağını Sörf Benzerlik Parametresi'ne bağlı olarak açıklamak mümkündür. Bu parametrenin farklı değer aralıkları dalganın farklı kırılma davranışları göstermesine sebep olmaktadır. Parametre ve buna göre oluşan kırılma tiplerin aşağıda açıklanmıştır (Günbak ve Bruun, 1979).

$$\xi = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{H/L_0}} \quad (1.5)$$

Burada,

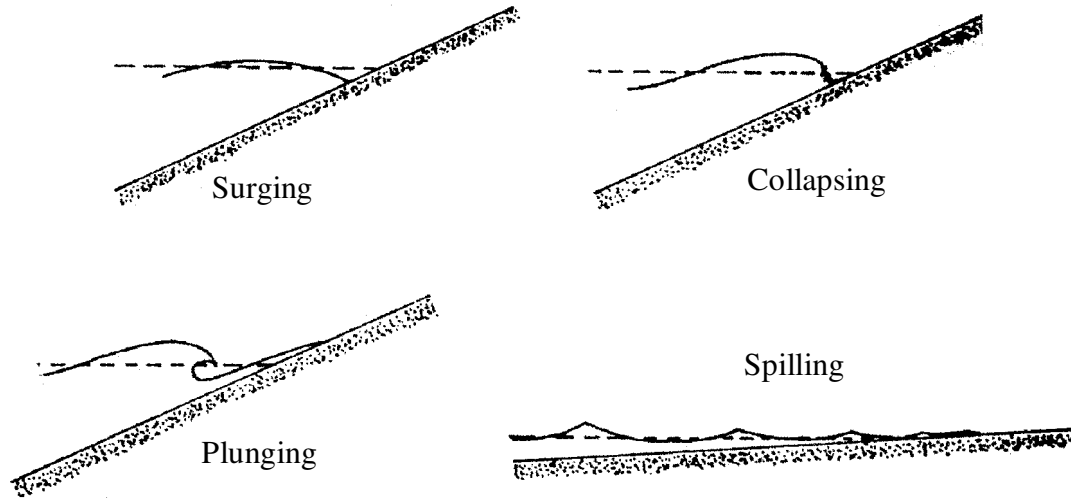
H : Dalgakıran önü dalga yüksekliği,

α : Şevin yatayla yaptığı açı

L_0 : Açık deniz dalga boyu'dur.

Çizelge 1.1: Sörf Benzerlik Parametresi değer aralıklarına göre kırılma tipleri.

Dalganın Kırılma Tipi	Spilling	Plunging	Plunging ya da Collapsing	Collapsing ya da Surging	Surging
Limit Kriter	Data yok	$?\leq \xi < 2$	$2 < \xi < 2.6$	$2.6 < \xi < 3.1$	$3.1 < \xi$



Şekil 1.18: Dalga kırılma tipleri (Bruun ve Günbak 1977).

1.3.3 Ters Yönlü Dip Akıntısı

Dalgaların plaja vurarak kırıldığı bir durumda daha önce açıklandığı üzere dalgalar kırılırken açıktan kıyıya doğru bir su kütlesi transferine sebep olurlar. Dolayısıyla sakin su seviyesi kıyıya doğru yükselme eğilimindedir. Ancak su seviyesinin sabit kalması, (yanal kütle transferinin olmadığı kabulüyle) açıktan kıyıya doğru olan bu kütle transferinin kıyıdan açığa doğru bir kütle transferi ile dengelenmesini gerektirir. Kırılma ve sebep olduğu kütle transferi yüzeyde gerçekleşen bir olay olduğundan bu ters yönlü akım bekleneneği üzere tabana yakın bölgede maksimum değerlere ulaşmaktadır. Bu akıntıya *Ters Yönlü Dip Akıntısı* adı verilir (Fredse ve Deigaard, 1992). Bu durum EİP'ler söz konusu olduğunda da gerçekleşmektedir. EİP'lerin sebep olduğu ters yönlü dip akıntısı ilgili bölümde tartışılmıştır.

1.3.4 Dalga Teorileri

1.3.4.1 Lineer Dalga Teorisi

Lineer Dalga Teorisi (Airy Dalga Teorisi), dalga yüksekliğinin dalga boyu ve derinlik ile karşılaştırıldığında çok küçük kaldığı durumlarda geçerlidir. Dalga dikliğinin $H/L < 1/20$ olduğu durumlarda genellikle doğru sonuç verdiği kabul edilebilir. Diğer bir deyişle dalgaların küçük genlikli olması durumunda teori geçerlidir. Dalga formları sinusoidal dalgalarla temsil edilebilir. Lineer dalga teorisi geçerlilik sınırları içerisinde matematiksel ifadeleri lineer formda tanımladığından bu ismi almaktadır.

Teoride aşağıda sunulan kabuller yapılmaktadır:

- i. Su, homojendir, sıkıştırılmaz ve yoğunluğu sabittir.
- ii. Yüzey gerilimleri ihmal edilebilir.
- iii. Deniz tabanı geçirimsizdir, yataydır ve değişiklik göstermemektedir.
- iv. Su yüzeyinde basınç sabittir.
- v. Dalga yüksekliği, su derinliği ve derinlikle karşılaştırıldığında çok küçüktür (Sorensen, 2006).

Lineer Dalga Teorisi'ne göre hız, dalga boyu, açısal frekans ve dalga periyodu ifadeleri sırasıyla aşağıdaki gibidir:

$$C = \sqrt{\frac{gL}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)} \quad (1.6)$$

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \quad (1.7)$$

$$\frac{\omega^2}{g} = \frac{2\pi}{L} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \quad (1.8)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad (1.9)$$

1.3.4.2 Nonlinear Dalga Teorileri

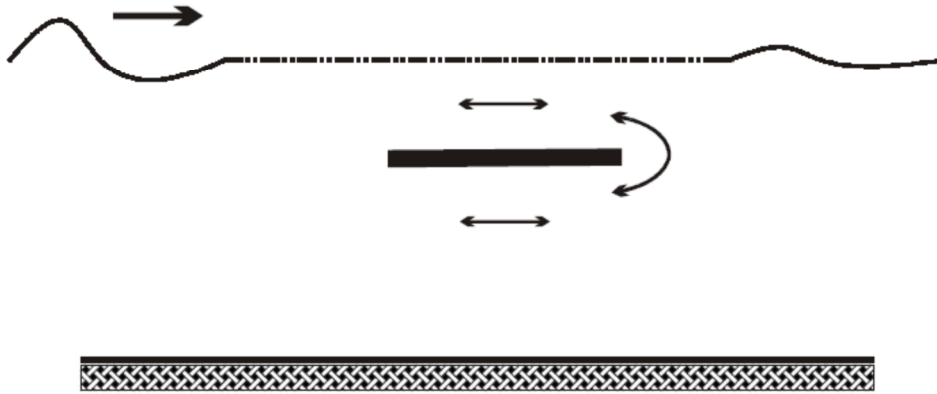
Mertebe itibarıyla dalga yüksekliğinin dalga boyu ve derinliğe göre lineer dalga teorisindeki gibi küçük olmadığı durumları kapsarlar. H/L oranlarının lineer dalga teorisi geçelilik sınırlarının dışında kaldığı durumlarda gerçeğe daha yakın sonuçlar alınması amacıyla geliştirilmişlerdir. Nonlinear Dalga Teorileri'nde dalga formları sinüs dalgalarına göre daha sivri dalga tepelerine ve daha yayvan çukurlara sahiptir. Örnek olarak;

- i. Cnoidal Dalga Teorisi,
- ii. Stokes Dalga Teorisi,
- iii. Solitary Dalga Teorisi sayılabilir.

1.3.5 Konuyla İlgili Daha Önce Gerçekleştirilen Çalışmalar

Yatay plakalar çeşitli kıyı mühendisliği uygulamalarında 1970'lerden beri kullanılmaktadır. Bu alanda yapılan ilk çalışma batık yatay plakaların incelendiği Burke (1964) tarafından gerçekleştirilen çalışmadır. Bu çalışmayı Hattori (1975)'nin ince plakaların bir dalgakıran çeşidi olarak sunduğu, batık plakaların hidrodinamik

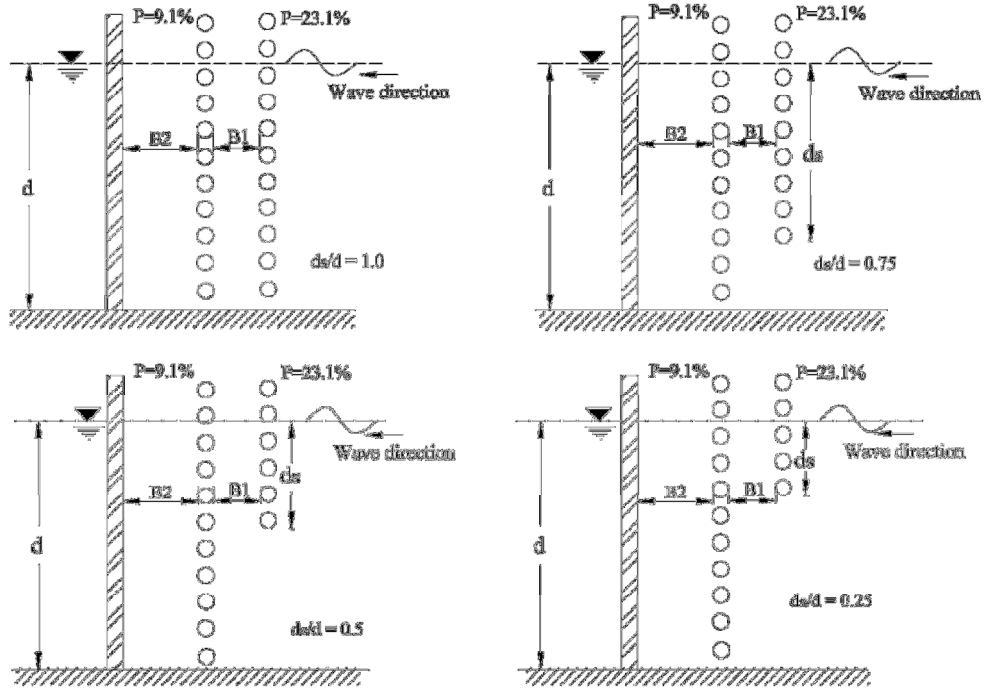
performansının incelendiği deneysel çalışması takip etmektedir. İlerleyen zamanlarda Siew ve Hurley (1977) de çalışmalarında, batık yatay plakalara bir dalgakıran çeşidi olarak yer vermiştir. Bu tezin hazırlık safhalarında incelenen çalışmalardan biri de bu tür batık plakaların detaylı şekilde incelendiği Yu'nun (2002) makalesidir. Makalede tam batık ve yatay plakaların açık deniz dalga kontrolü için kullanımı incelenmiş; plaka uzunluğu, batıklık ve geçirimliliğin performansa etkileri incelenmiştir.



Şekil 1.19: Yu (2002) tarafından incelenen yatay plakaların kavramsal gösterimi.

Neelamani ve Reedy (1992), batık ve yatay bir plakanın yansıma ve iletim katsayılarını ölçtükleri çalışmalarında en küçük iletim katsayısının yüzeyde yatay bir plaka tarafından sağlandığını belirtmişlerdir.

Düşey plakaların performansları da birçok çalışmada incelenmiştir. Krishnakumar ve diğerleri (2010), düşey ve geçirimli bir çift plakadan oluşan bir modelin performansını incelemiş; batıklığın etkisinin açıklanması amacıyla kara tarafında bulunan plaka sabit tutulurken deniz tarafında bulunan plakanın farklı batıklık değerlerine sahip pozisyonları denenmiştir.

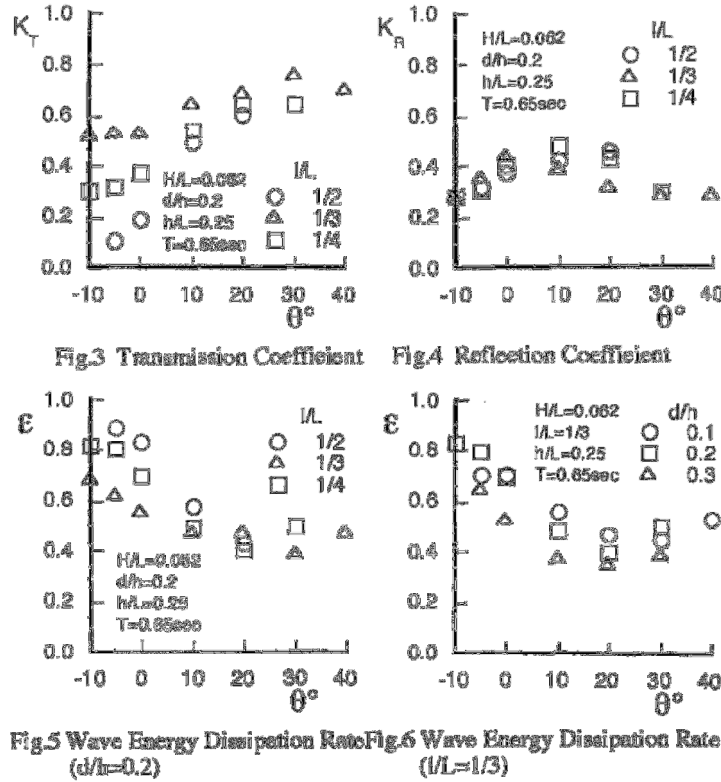


Şekil 1.20: Krishnakumar ve diğerleri (2010) tarafından incelenen pozisyonlar.

Neelamani ve Vedagari (2002) ise bir çift kısmi batık düşey plakanın düzenli ve düzensiz dalgalar altında performansını incelemiş, farklı batıklığa sahip pozisyonların iletim katsayılarını ölçmüşlerdir. Yagci ve diğerleri (2006) tarafından tabana kazıklarla sabitlenmiş düşey yüzlü bir plakaya etki eden kuvvetler ölçülmüş, modelin hem önünde hem de arkasında hız ölçümleri gerçekleştirilmiş ve iki farklı batıklık derecesi için dalga sönümleme performansı incelenmiştir. Son zamanlarda ise Chao ve Kim (2008) düşey yüzlü bir duvarın önüne yerleştirilmiş bir eğik plakanın yansımaya özellikleri üzerine deneyler yürütmüştür.

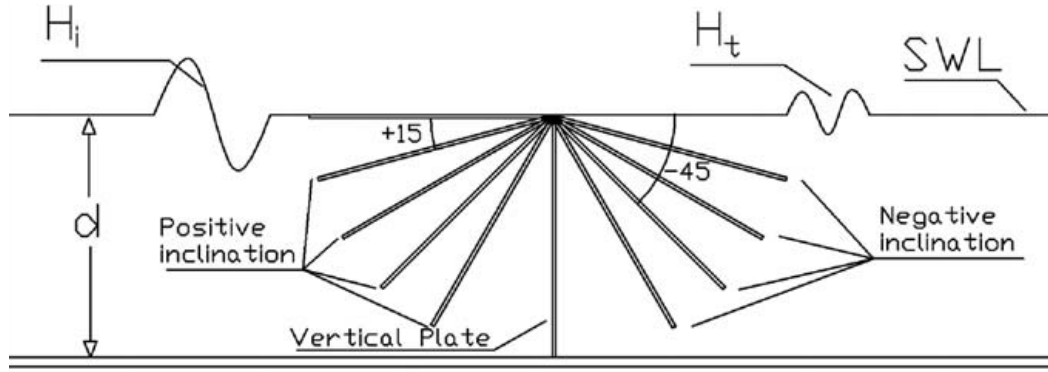
Eğik plakaların enerji sönümleme performansları ise birçok çalışmaya konu olmuştur. Yu (1990) tarafından batık ve hafifçe eğik plakaların dalga sönümlemesinin incelendiği makale ve Parsons ve Martin (1992) tarafından yatay, dikey ve eğik batık plakalar için yapılan sayısal model çalışmalarının işlendiği makale bunlara örnek olarak verilebilir. Murakami ve diğerleri (1994), batık bir eğik plakanın farklı pozisyonlarının performanslarını incelemiştir. Sabit dalga koşullarında, plaka uzunluğu 0,15-0,30m aralığında ve eğim -10° , -5° , 0° , 10° , 20° , 30° , 40° olarak değiştirilerek dalga sönümleme deneyleri yapılmıştır. Çalışmalarda yansımaya, iletim ve enerji sönümleme katsayıları hesaplanmış, düşey ve yatay parçacık hızları ölçülmüştür. Çalışma sonucunda eğik plakaların etkin bir dalga sönümleyici olduğu belirtilmiş ayrıca plakanın altında kıyıdan açığa doğru sürekli bir

akım oluştuğu gösterilmiştir. Bu akımın kıyıdaki su kalitesini artırmak adına da eğik plakaları etkin bir çözüm kıldığı anlatılmıştır.



Şekil 1.21: Murakami ve diğerleri (1994) tarafından elde edilen sonuçları gösteren grafikler.

Rao ve diğerleri (2009) batık bir eğik plakanın yansımaya ve iletim özelliklerini belirlemek için deneysel çalışmalar yürütmüştür. Plakanın pozitif ve negatif olmak üzere hem eğik hem de düşey pozisyonları incelenmiştir. Batıklık 0-0,15m aralığında açı ise artı ve eksi yönde 0° , 15° , 30° , 45° , 60° ve 90° olarak değiştirilmiştir. Deneyler sonucunda, plakanın derin suda dik dalgalar üzerinde etkin olduğu ortaya konmuş; ölçüm yapılan pozisyonların her birinin yüksek performans gösterdiği dalga koşulları açıklanmıştır. Örneğin plakanın 60° açılı pozisyonu koşullardan bağımsız şekilde tüm ölçümlerde yüksek performans ($C_t < 0,6$) gösterdiği belirtilmiştir.



Şekil 1.22: Rao ve diğerleri (2009) tarafından gerçekleştirilen deneylerdeki plaka pozisyonları.

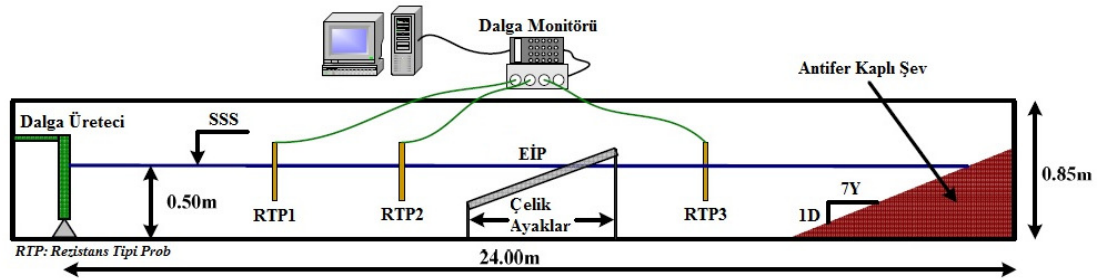
Kısmi batık eğik dalgakıranlar üzerine ilk sayısal model çalışması Parsons ve Martin (1994) tarafından gerçekleştirilmiş, bu çalışma daha sonra Parsons ve McIvor (1999) tarafından sürdürülmüştür. Bu çalışmada plaka eğimi çok küçük kabul edilerek bir sayısal model ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmada daha önce yapılan araştırmalardan farklı olarak; plakanın kısmi batık ve görece daha dik pozisyonları (5° , 10° ve 15° 'lik 3 pozisyon) için çeşitli dalga koşulları altında performansı incelenmiştir. Bunun için çeşitli boyutsuz parametreler ile dalgakıran arkasına iletilen dalga ve yansıma ölçümleri yapılmış, dalganın ne ölçüde sönümlendiği araştırılmıştır. Ayrıca EİP'nin çalışma mekanizmasının anlaşılması, kinematik yapının açıklanması amacıyla sabit dalga koşulları altında hız ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

2.1 Deney Düzeneği

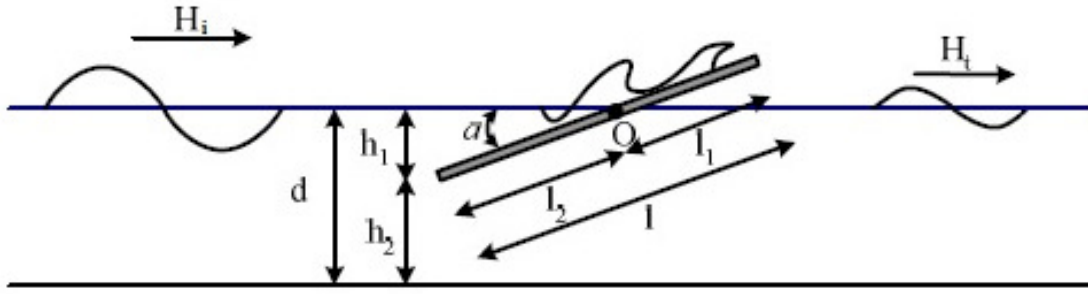
Bu tez çalışmasına konu olan deneylerin tamamı İstanbul Teknik Üniversitesi Hidrolik Laboratuvarı'nda 2 boyutlu deneyler yürütmeye elverişli bir dalga kanalında gerçekleştirilmiştir. Tüm deneylerde pleksiglas cidarlı ve beton tabanlı bir düzenli dalga kanalı kullanılmış olup kanal 26 m uzunluk, 0,98 m genişlik ve 0,85 m derinliğe sahiptir. Kanal ve deney setinin yerleşim detayları Şekil 2.1'de; sunulmuştur.



Şekil 2.1: Deney setinin yerleşimi.

Kanal, palet tipi bir düzenli dalga üretici ile donatılmıştır. Kanal sonuna dalga sönümlenmesi için yapay bir şev (7Y:1D) yapılmış ve yüzeyi iki tabaka halinde antiferle kaplanmıştır. Antiferler, daha yüksek sönümleme ve daha az yansıma elde edilmesi için Yağcı ve Kapdaşlı (2003) ve Yağcı ve diğerleri (2004) tarafından önerilen şekilde düzensiz yerleştirme tekniği ile yerleştirilmiştir.

Dalgakıran modeli olarak kullanılan ince plaka 0,80m x 0,98m x 0,015m boyutlara sahip olup su ve dalga hareketinin rahat gözlemlenebilmesi amacıyla pleksiglasdan imal edilmiştir. Plakanın dört köşesi sonsuz vida şeklinde çelik ayaklara bağlanmış ve bu ayaklar da kanala sabitlenmiştir. Plaka ile ayaklar arasındaki birleşimler mafsallı seçilerek plakanın istenen eğiklik ve batıklık kombinasyonuna sahip pozisyonda ayarlanabilmesi sağlanmıştır. Deneylerde kullanılan EİP modelinin detayları ve boyut tanımlamaları ise Şekil 2.2'de, farklı yönlerden 3 boyutlu gösterimleri ise Şekil 2.3, Şekil 2.4 ve Şekil 2.5'te sunulmuştur.



Şekil 2.2: EİP'nin yerleşimi ve boyut tanımlamaları.

EİP'nin dalga sönümleme performansının ölçülmesi amacıyla dalga yüksekliklerinin incelendiği ilk bölümü için,

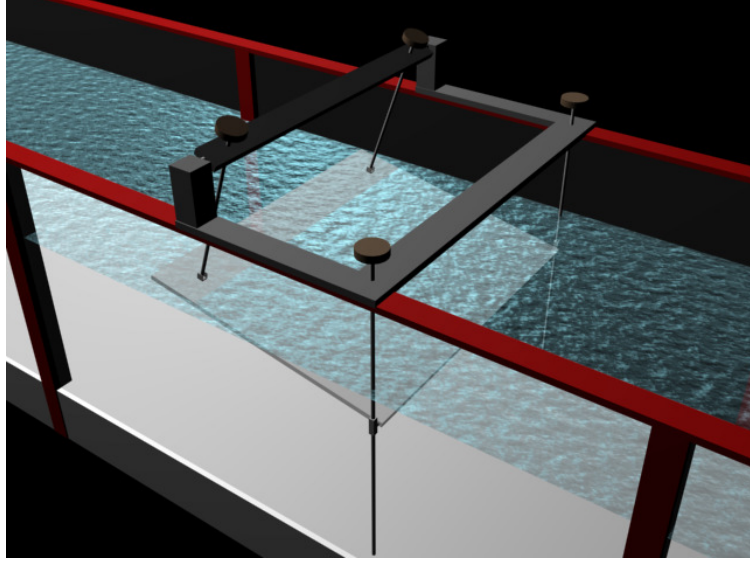
- 3 adet 60 cm boyunda rezistans tipi dalgaölçer (2 adeti modelin önünde ve 1 adeti arkasında olmak üzere),
- 1 adet dalga monitörü
- Agilent A/D Dönüştürücü (Analog sinyallerin işlenmesi için) kullanılmıştır.

EİP'nin kara ve deniz tarafında hız ölçümü yapılarak dalgakıranın önünde ve arkasındaki hız profillerinin incelendiği, deneylerin ikinci kısmında ise NortekUSA VectrinoII ölçüm cihazı kullanılmıştır. Deneylerin tamamında su derinliği $d=50$ cm olup her deneyden sonra su seviyesi kontrol edilmiştir.

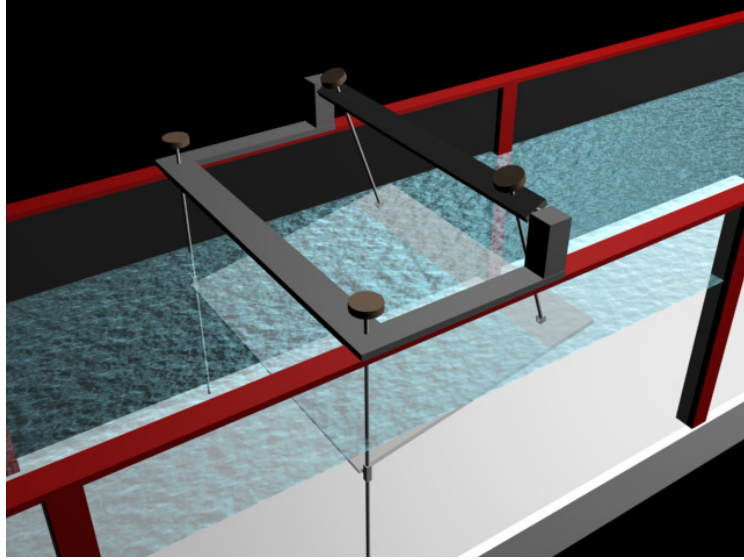
Deneyde modelin farklı dalga koşulları altında davranışını incelemek amacıyla yukarıda bahsedildiği üzere farklı dalga periyodu ve dalga yüksekliği kombinasyonları ile oluşturulmuş 10 farklı dalga kullanılmıştır. Hedef dalgalara ait özellikler Çizelge 2.1'de verilmiştir. Bu 10 dalga, dalgakıranın farklı batıklık ve eğime sahip her bir pozisyonu için tatbik edilerek dalgakıranın en yüksek performans gösterdiği pozisyon ve dalga özellikleri araştırılmıştır.

Çizelge 2.1: Hedef dalga özellikleri.

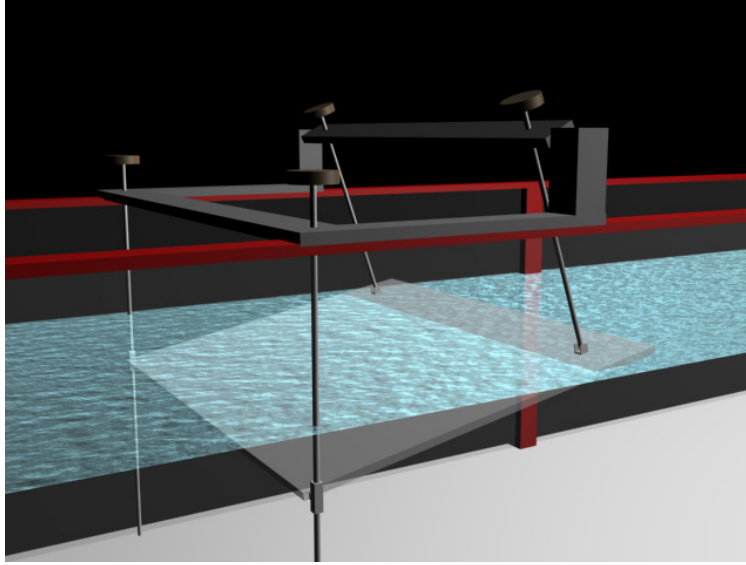
	min	maks
H (m)	0,04	0,13
T (sn)	0,8	1,6
H/L	0,013	0,11



Şekil 2.3: EİP modelinin 3 boyutlu gösterimi.



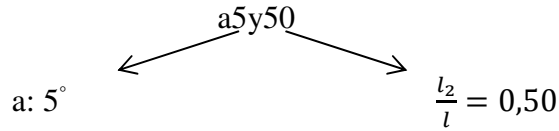
Şekil 2.4: EİP modeli'nin farklı bir açıdan 3 boyutlu gösterimi.



Şekil 2.5: Deneylerde kullanılan EİP modelinin 3 boyutlu gösterimi.

2.2 Deney Konfigürasyonları

Eğik plakanın incelenen pozisyonları, özelliklerinin verilen isimlerden kolay anlaşılması amacıyla plakanın yatayla yaptığı açıları ve plakanın yüzde cinsinden batıklığını gösterir şekilde adlandırılmışlardır. (Şekil 2.6) Bu şekilde 3 farklı açı (5° , 10° ve 15°) ve bu açılarda farklı batıklığa sahip pozisyonlar belirlenerek toplamda 10 deney konfigürasyonu belirlenmiştir. Deneylerin gerçekleştirildiği 10 adet pozisyonun özellikleri Çizelge 2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.6: Model pozisyonlarının isimlendirme şeması.

Çizelge 2.2: Dalgakıran pozisyonlarına ait boyutlar.

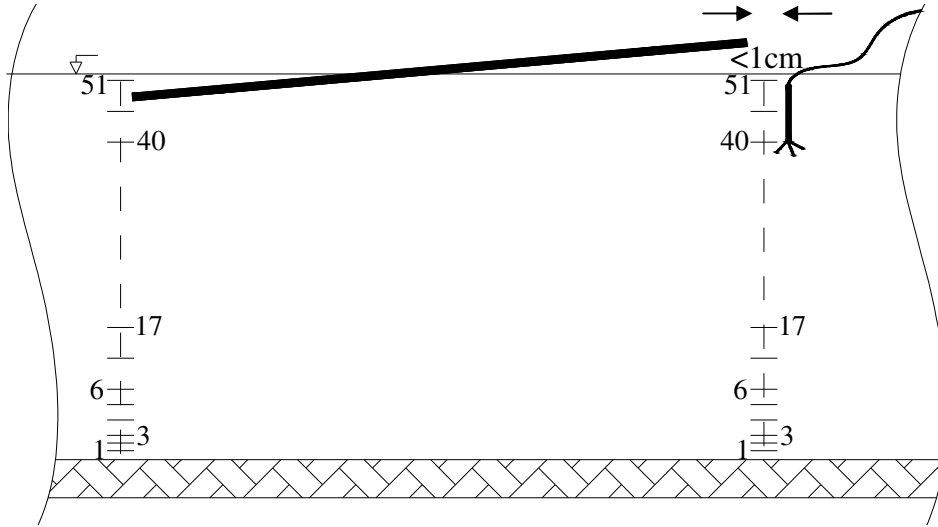
	$a(^{\circ})$	l_2/l	h_1 (cm)	h_2 (cm)	l_1 (cm)	l_2 (cm)	d (cm)
a5y50	5°	0,50	3,5	46,5	40	40	3,5
a5y67	5°	0,67	4,7	45,3	26,4	53,6	2,3
a5y75	5°	0,75	5,2	44,8	20	60	1,7
a10y50	10°	0,50	6,9	43,1	40	40	6,9
a10y67	10°	0,67	9,3	40,7	26,4	53,6	4,6
a10y75	10°	0,75	10,4	39,6	20	60	3,5
a15y67	15°	0,67	13,9	36,1	26,4	53,6	6,8
a15y75	15°	0,75	15,5	34,5	20	60	5,2
a15y83,3	15°	0,83	17,2	32,7	13,4	66,6	3,5
a15y91,7	15°	0,92	18,9	31,0	6,6	73,4	1,7

EİP modelinin *a5y67*, *a10y67* ve *a15y67* pozisyonları için sabit dalga etkisi altında modelin kara ve deniz taraflarında yüzeyden tabana kadar hız ölçümleri de yapılmış ve hız profilleri çıkarılmıştır. Bu üç pozisyonun seçilmesindeki etken batıklık yüzdelerinin (plakanın suyun altında kalan uzunluğunun, plakanın toplam uzunluğuna oranı) aynı, eğimlerinin farklı olmasıdır (Bkz Çizelge 2.2). Deneylerde aynı batıklık yüzdesi ve aynı dalgalar kullanılarak sonuçlar batıklık ve dalganın yarattığı farktan arındırılmış, açının yapının çalışma performansına etkisi araştırılmıştır.

2.3 Ölçümler

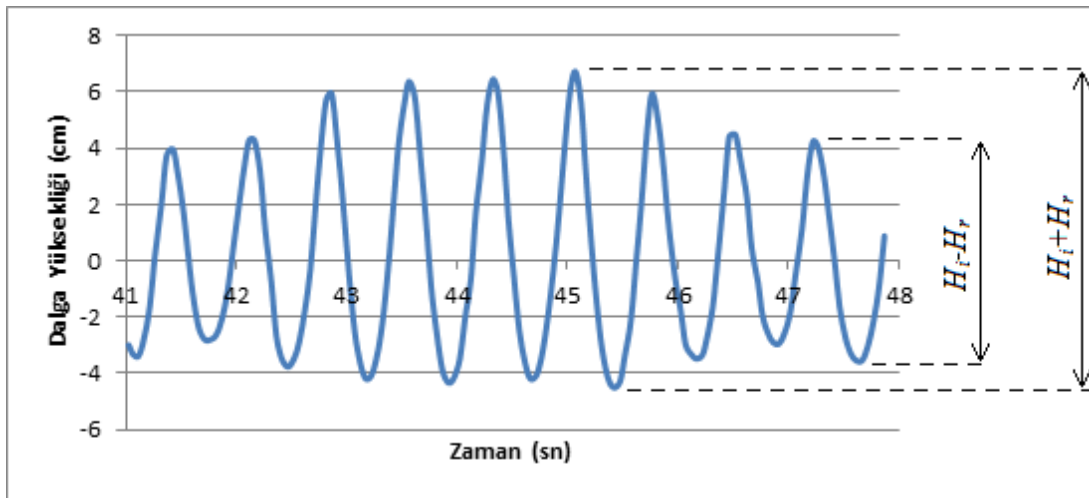
Dalga yüksekliği ölçümleri, özellikleri Çizelge 2.2’de de verilen modelin toplam 10 adet pozisyonun her biri için 10’ar adet deney dalgası ile gerçekleştirilmiştir. Modelin 3 farklı aç ve çeşitli batıklık kombinasyonlarına sahip 10 pozisyonu için 100 adet ölçüm yapılarak performansın birçok parametreyle değişimi irdelenmiştir. Deneylerin tamamında dalga yüksekliği örnekleme frekansı 20 Hz’dir.

Hız ölçümlerinde kullanılan NortekUSA VectrinoII ölçüm cihazı, 50 Hz frekansla ve tek defada 3,5 cm yüksekliğe sahip bir birim hacimde 0,1 cm aralıkla ölçüm yapmaktadır. Diğer bir deyişle her ölçüm işleminde düşeyde 3,5 cm’lik bir dilim 35 parça halinde ölçülmektedir. Bu ölçümlerden derinlik boyunca veri sıklığı ve ölçüm kalitesi dikkate alınarak uygun görülenler kullanılmış, uygun bulunmayanlar analizlere dahil edilmemiştir. Hızdaki değişimin net şekilde gözlenlenebilmesi amacıyla tabana yakın bölgede düşey doğrultuda 0,2 cm aralıklarla hız ölçümleri yapılmış; tabandan uzaklaşıldıkça kademeli olarak ölçüm aralığı önce 0,5 cm’e ardından da 1 cm’e çıkarılmıştır. Okumalar, tabandan başlanıp ölçüm cihazının yapısı gereği yüzeyden 5 cm derinliğe kadar yapılmıştır. Bu şekilde toplamda dalgakıran modelinin önünde ve arkasında düşey boyunca 51’er adet noktada ölçüm yapılarak hız profilleri çıkarılmıştır. Toplam ölçüm sayısı pozisyon başına ön ve arka olmak üzere 102; 3 pozisyonun tamamı için 306’dır. Hız ölçümü noktalarının şematik gösterimi Şekil 2.7’de verilmiştir. Ölçümler sırasında cihaz başlığının plakaya uzaklığı 1 cm’den küçük olacak şekilde yerleştirilmiştir.



Şekil 2.7: Yapılan hız ölçümlerinin şematik gösterimi.

Dalga yüksekliği ölçümleri için 2 adedi dalgakıran modelinin deniz tarafında ve 1 adedi de kara tarafında olmak üzere toplam 3 adet Rezistans Tipi Dalgaölçer kullanılmıştır. 1 numaralı dalgaölçer, modelden yansıyıp geri gelen dalgalar ölçüm noktasına varmadan önce yeterli sayıda dalganın ölçülebilmesi için modelden uzağa yerleştirilmiştir. Dalgakıranın arkasına geçen dalgalar 3 numaralı dalgaölçer ile ölçülmüş; 2 numaralı dalgaölçer ise yansıyan dalga yüksekliğinin Healy (1952) tarafından belirtilen metotla ölçülmesi amacıyla hareketli olarak kullanılmıştır. Metot uyarınca, 2 numaralı dalgaölçer deney esnasında çok düşük bir hızla kanal boyunca hareket ettirilmiştir. Bu sayede gelen dalga ve yansıyan dalgaların toplamı ($H_i + H_r$) ve farklarından ($H_i - H_r$) ileri gelen dalga yüksekliği değişimleri bir zarf eğrisi şeklinde okunarak yansıyan dalgalar hesaplanmıştır.



Şekil 2.8: Yansıyan dalgaların hesaplanma yöntemi.

3. ANALİZ YÖNTEMLERİ

Yapılan deneylerin sonuçlarının sistematik şekilde değerlendirilmesi, Eğik İnce Plakaların çalışma mekanizmasının daha iyi anlaşılması ve bu şekilde uygulanacak tasarımların verimli şekilde çalışmasını sağlamak amacıyla çeşitli boyutsuz parametrelerin birbirlerine göre değişimleri çalışmanın bu kısmında analiz edilmiştir. Bu analizler;

- a. Dalga yüksekliği analizleri,
- b. Hız analizleri, olmak üzere iki grupta toplanmıştır.

3.1 Dalga Yüksekliği Analizleri

Dalgakıranın performansı, dalgakıran arkasına geçen dalga yüksekliğinin gelen dalgaya oranı olarak tanımlanan iletim katsayısı ile açıklanmıştır (3.1). Yansıyan dalga yüksekliği Bölüm 3.1’de açıklandığı şekilde ölçülmüştür. Yansıma katsayısı C_r , yansıyan dalga yüksekliğinin gelen dalga yüksekliğine oranı (3.2) olarak tanımlanmış ve sönümleme katsayısı C_d hesaplanmıştır. (3.3)

$$C_t = H_t / H_i \quad (3.1)$$

$$C_r = H_r / H_i \quad (3.2)$$

$$C_d^2 + C_t^2 + C_r^2 = 1 \quad (3.3)$$

Burada,

H_i : Gelen dalga yüksekliğini,

H_r : Yansıyan dalga yüksekliğini,

H_t : EİP arkasına iletilen dalga yüksekliğini göstermektedir.

Gerekli görülen çeşitli parametrelerle bu 3 katsayının değişimleri tetkik edilmiştir. Bu parametreler kullanım sebeplerine göre “Dalga parametreleri, Geometrik parametreler ve Boyutlandırma parametreleri” olmak üzere 3 grupta toplanabilir.

3.1.1 Dalga Parametreleri

3 temel dalga parametresinin dalgakıran performansına etkisi araştırılmıştır. Bunlar dalga yüksekliği (H), dalga boyu (L) ve dalga dikliği (H/L)'dir. Dalgaya ait bu özelliklerin performansa etkilerinin gözlemlenebilmesi amacıyla C_d , C_t ve C_r katsayılarının,

- kd (burada k dalga sayısı, $k=2\pi/L$ ve d derinlik olmak üzere) (d tüm deneylerde daha önce de belirtildiği üzere sabittir.),
- H/d ,
- H/L (dalga dikliği) parametreleri ile değişimleri analiz edilmiştir.

kd 'nin analiz edilmesi içerdiği tek değişken dalga boyu (L) olduğu için dalga boyunun performansa etkisinin, H/d analizi dalga yüksekliği (H)'nin etkisinin ve H/L analizi her iki değişkenin birlikte EİP'nin performansına nasıl etki ettiğinin açıklanmasını sağlamaktadır.

3.1.2 Geometrik Parametreler

Dalgakıran modelinin farklı pozisyonlarının birbirileriyle karşılaştırılması amacıyla modelin geometrik özelliklerinin performansa etkileri incelenmiştir. Bu geometrik özellikler a (Plakanın yatayla yaptığı açı) ve l_1/l veya l_2/l (Bkz Şekil 2.2) olup, analizler ψ ve Ω parametreleri kullanılarak yapılmıştır.

$$\psi = \frac{h_1}{d} \quad (3.4)$$

Burada,

h_1 : Sakin su seviyesi ile plakanın en alt noktası arasındaki uzaklık (Bkz Şekil 2.2)

d : Su derinliği'dir.

$$\Omega = \frac{h_2}{d} = 1 - \psi \quad (3.5)$$

Burada,

h_2 : Taban ile plakanın en alt noktası arasındaki uzaklık (Bkz Şekil 2.2)

d : Su derinliği'dir.

3.1.3 Boyutlandırma Parametreleri

Boyutlandırma işlemi fiziksel model çalışmaları için büyük önem taşımaktadır. Elde edilen sonuçların gerçek hayata uygulanabilirliği bu çalışmalar sonunda daha anlaşılabilir olmaktadır. Bu sebepten, hem dalgakıran modelinin geometrik özelliklerini hem de dalga özelliklerini barındıran parametreler türetilmiş; C_d , C_t ve C_r katsayılarının bu parametrelerle değişimleri incelenmiştir. Bu parametreler ε ve λ 'dır.

$$\varepsilon = \frac{H^3/T}{\sqrt{g \cdot l_1^5}} \quad (3.6)$$

Burada,

H : Dalga yüksekliği,

T : Dalga periyodu,

g : Yer çekimi ivmesi,

l_1 : Dalgakıranın su üzerinde kalan bölümünün uzunluğu (Bkz Şekil 2.2)'dur.

$$\lambda = \frac{l_1}{L} \quad (3.7)$$

Burada,

l_1 : Dalgakıranın su üzerinde kalan bölümünün uzunluğu (Bkz Şekil 2.2),

L : Dalga boyu'dur

Ayrıca Sörf Benzerlik Parametresi (*Iribarren Number* ya da *Surf Similarity Parameter*) (ζ) de hem dalga hem de modele ait özellikler barındırdığından bu grupta incelenmiştir.

Boyutlandırma parametrelerinin kullanılma amaçları dalgakıran modelinin çalışma mekanizmasını açıklamaktan çok olası uygulamalara ve boyutlandırma çalışmalarına zemin oluşturmaktır. Detaylı bilgi “Kırılan Dalga Tipleri” bölümünde sunulmuştur.

3.2 Hız Analizleri

Dalgakıran modelinin etrafındaki kinematik yapının açıklanabilmesi amacıyla modelin deniz ve kara tarafından tabandan yüzeye kadar hız ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler analiz edilme sebeplerine göre “Hız ve enerji parametreleri, Dalga parametreleri ve Geometrik parametreler” olarak 3 gruba ayrılabilir. Elde edilen

birçok grafiğin hem tüm değerlerin gösterildiği halleri hem de sadeleştirilmiş halleri sunulmuştur. Sadeleştirilmiş grafikler, ölçümlerin 3'erli gruplar halinde aritmetik ortalamaları alınıp grafikte gösterilen nokta sayısı 1/3'e indirilmek suretiyle oluşturulmuştur. Diğer bir deyişle sadeleştirilmiş grafiklerde örnekleme sayısı 3 katına çıkarılmıştır. Son olarak ise seçilen (elde edilen grafiklerde sarı renkle işaretlenen noktalar) seriler Box Plot yöntemiyle analiz edilmişlerdir.

3.2.1 Hız ve Enerji Parametreleri

Düşey boyunca okunan hız ve bunlardan türetilen enerji değerleri 3 şekilde analiz edilmiştir. Yapılan analizlerin detayları aşağıda sunulmuştur:

- Yatay hız bileşeninin derinlikle değişimi incelenmiştir. Bu sayede EİP etkisiyle hızda oluşan değişiminin açıklanması amaçlanmıştır.
- Yatay enerji bileşeninin boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi irdelenmiştir. Yatay enerji bileşeninin hesaplanmasında faydalanan eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$E = 1/2 \rho \int_{-h}^0 [1/T \int_0^T (u^2 + w^2) dt] dz \quad (3.9)$$

Burada,

ρ : Suyun özkütlesi

T : Dalga periyodu,

u : Yatay hız bileşeni

w : Düşey hız bileşeni'dir.

- Yatay hız bileşenindeki oransal değişimin boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi analiz edilmiştir. Bu şekilde EİP'nin hız üzerinde ne kadar etkili olduğu, sebep olduğu oransal değişim ile açıklanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla δ boyutsuz parametresi türetilmiştir.

$$\delta = 1 - \frac{u_k}{u_d} \quad (3.10)$$

Burada;

Min : Dalganın minimum hız genliğini,

$Maks$: Dalganın maksimum hız genliğini,

u_d : Modelin deniz tarafında yapılan yatay hız ölçümlerini,

u_k : Modelin kara tarafında yapılan yatay hız ölçümlerini göstermektedir.

Üretilen δ parametresi modelin yatay hız bileşeni üzerindeki etkisini net şekilde göstermektedir. Parametrenin 0'a yaklaşması, modelin önünde ve arkasında ölçülen hız değerlerinin birbirine yakın olması anlamına gelir. Bu durum modelin hız üzerinde etkisi olmadığı şeklinde yorumlanır. Parametrenin aldığı değerlerin 1'e yaklaşması ise modelin kara tarafında ölçülen hızın 0'a yaklaşması diğer bir deyişle EİP'nin gelen dalganın yatay hız bileşenini büyük ölçüde azalttığını gösterir. Bu da modelin hız üzerinde büyük etkisi olduğunun kanıtı olarak yorumlanabilir.

3.2.2 Dalga Parametreleri

Yapılan hız ölçümlerinin analizinde dalgaya ait özelliklerin mekanizmaya etkisinin göz önüne alınabilmesi amacıyla φ parametresi türetilerek boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi incelenmiştir.

$$\varphi = \frac{u_d}{H_i/T} - \frac{u_k}{H_t/T} \quad (3.11)$$

Burada;

u_d : Modelin deniz tarafında yapılan yatay hız ölçümleri,

u_k : Modelin kara tarafında yapılan yatay hız ölçümleri,

H_i : Modelin deniz tarafında yapılan dalga yüksekliği ölçümleri (gelen dalga),

H_t : Modelin kara tarafında yapılan dalga yüksekliği ölçümleri (iletilen dalga),

T : Dalga periyodu'dur.

3.2.3 Geometrik Parametreler

Dalgakıran modeline ait özelliklerin dalgakıran etrafında ortaya çıkan kinematik yapıya etkisinin incelenmesi amacıyla κ parametresi türetilerek boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi analiz edilmiştir.

$$\kappa = \frac{(u_d - u_k)}{l_1 \sqrt{h_2/g}} \quad (3.12)$$

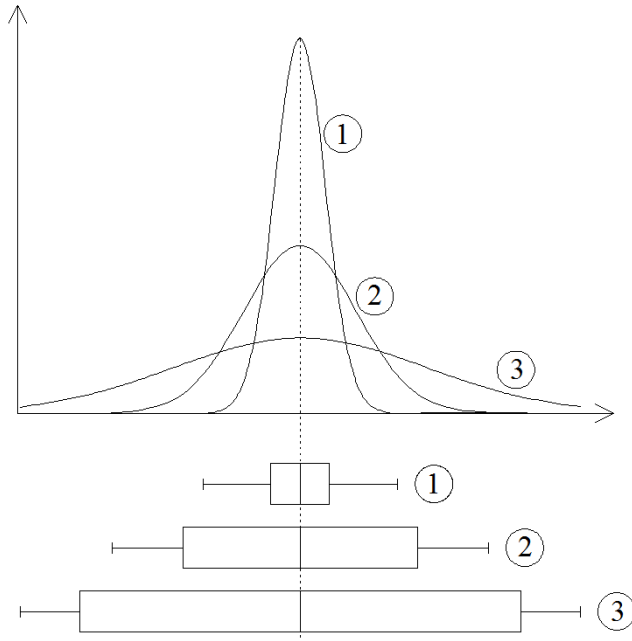
Burada;

- u_d : Modelin deniz tarafında yapılan yatay hız ölçümlerini,
 u_k : Modelin kara tarafında yapılan yatay hız ölçümlerini,
 l_1 : Dalgakıran modelinin suyun üzerinde kalan bölümünün uzunluğunu,
 h_2 : Dalgakıran modelinin en alt noktası ile taban arasındaki mesafeyi,
 g : Yer çekimi ivmesini göstermektedir.

3.2.4 Box Plot Analizleri

Box Plot Yöntemi rastgele değişkenlerin dağılımını göstermenin bir yoludur. Alt ve üst kenarları $x_{0,25}$ ve $x_{0,75}$ kuantilleri hizasında olan bir kutu çizilir, kutunun yüksekliği IQR 'a eşittir. Kutu içinde medyan hizası işaretlenir. Kutunun altına ve üstüne kutudan itibaren her bir yönde $1,5 IQR$ uzaklık içinde bulunan en küçük ve en büyük gözlemlerin hizasına kadar birer düşey çizgi çizilir. Ayrıca her iki yönde kutuya uzaklığı $1,5 IQR$ 'dan fazla olan aykırı değerlerin yerleri çarpı işaretiyle, $3 IQR$ 'dan fazla olan aykırı değerlerin yerleri de daire işaretiyle gösterilir. Kutu grafiği değişkeninin medyan ve IQR değerlerini, çarpıklığını ve varsa aykırı değerleri toplu olarak göstermektedir (Bayazıt, 1996).

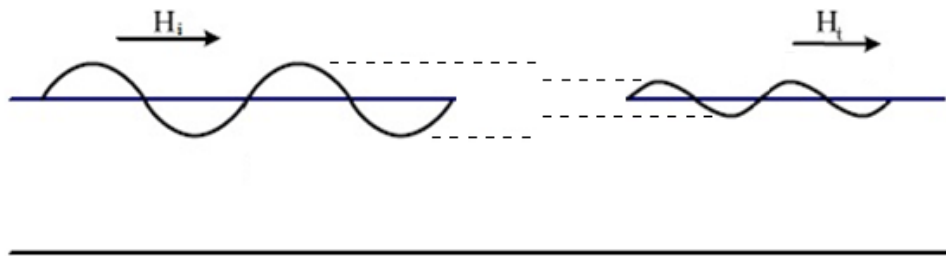
Box Plot yönteminin daha net açıklanması amacıyla aşağıda örnek bir çizim verilmiştir. (Bkz Şekil 3.1) Şekilde de görüleceği üzere; değerleri daha dar bir aralıkta bulunan ya da diğer bir deyişle olasılık yoğunluk fonksiyonu dar bir veri grubunun Box Plot çizimi; değerleri daha geniş bir aralıkta bulunan yani olasılık yoğunluk fonksiyonu geniş bir veri grubunun Box Plot çizimine göre daha küçük olmaktadır.



Şekil 3.1: Box Plot örneği.

Dalgakıran modelinin deniz ve kara taraflarında yapılan hız ölçümlerinden yola çıkılarak Box Plot yöntemi ile serilerin detaylı analizleri yapılmıştır. Bu analizler sayesinde serilerin, diğer boyutsuz parametre analizleriyle açıklamanın mümkün olmayacağı değerlendirmeleri de ilgili bölümde sunulmuştur. Box Plot yöntemiyle irdelenen seriler, hız ölçümleri analizleri sırasında elde edilen grafiklerde sarı renk ile işaretlenmiştir.

Her bir pozisyon ($a5y67$, $a10y67$, $a15y67$) için 3 farklı derinlikte ($z=5\text{ cm}$, $z=14\text{ cm}$, $z=36\text{ cm}$) yapılan ölçümler Box Plot yöntemiyle incelenmiştir. Dalgakıranın deniz ve kara tarafında yapılan ölçümler karşılaştırılarak hızlardaki değişimler açıklanmaya çalışılmıştır. Bunun için ölçülen hız verilerinin maksimum değerleri kendi içinde ve minimum değerleri de kendi içinde karşılaştırılmıştır. Diğer bir ifadeyle, her bir pozisyonda deniz tarafında ölçülen maksimum değerlerle kıyı tarafında ölçülen maksimum değerler ve deniz tarafında ölçülen minimum değerlerle kıyı tarafında ölçülen minimum değerler karşılaştırılmıştır. (Bkz Şekil 3.2) Bu şekilde yapının dalga kinematiği ve çalışma mekanizması araştırılmıştır.



Şekil 3.2: Box Plot analizlerinde yapılan karşılaştırmalar.

Çizelge 3.1: Box Plot yöntemiyle incelenen pozisyonların özellikleri.

No	Model Açısı (a)	Tabandan Uzaklık (z) (mm)	Boyutsuz Derinlik (z/d)	Modelin Hangi Tarafında Ölçüldüğü	Min / Maks
1	5	50	0,111	Deniz	Min
2	5	50	0,111	Kara	Min
3	5	140	0,311	Deniz	Min
4	5	140	0,311	Kara	Min
5	5	360	0,8	Deniz	Min
6	5	360	0,8	Kara	Min
7	5	50	0,111	Deniz	Maks
8	5	50	0,111	Kara	Maks
9	5	140	0,311	Deniz	Maks
10	5	140	0,311	Kara	Maks
11	5	360	0,8	Deniz	Maks
12	5	360	0,8	Kara	Maks
13	10	50	0,111	Deniz	Min
14	10	50	0,111	Kara	Min
15	10	140	0,311	Deniz	Min
16	10	140	0,311	Kara	Min
17	10	360	0,8	Deniz	Min
18	10	360	0,8	Kara	Min
19	10	50	0,111	Deniz	Maks
20	10	50	0,111	Kara	Maks
21	10	140	0,311	Deniz	Maks
22	10	140	0,311	Kara	Maks
23	10	360	0,8	Deniz	Maks
24	10	360	0,8	Kara	Maks
25	15	50	0,111	Deniz	Min
26	15	50	0,111	Kara	Min
27	15	140	0,311	Deniz	Min
28	15	140	0,311	Kara	Min
29	15	360	0,8	Deniz	Min
30	15	360	0,8	Kara	Min
31	15	50	0,111	Deniz	Maks
32	15	50	0,111	Kara	Maks
33	15	140	0,311	Deniz	Maks
34	15	140	0,311	Kara	Maks
35	15	360	0,8	Deniz	Maks
36	15	360	0,8	Kara	Maks

3.3 Eğik İnce Plakaların Taş Dolgu Dalgakıranlar İle Ardışık Kullanımının Tasarıma Etkisi Üzerine Örnek Bir Hesap

EİP'lerin uygulamada sağladığı faydaların daha net anlaşılması amacıyla EİP ve TDDK'nın ardışık olarak uygulandığı ve EİP'nin bulunmadığı durumlar için iki farklı dalga koşulu altında TDDK koruma tabakası taş ağırlığı hesabı yapılarak karşılaştırmaları sunulmuştur. Bu sayede EİP kullanımının TDDK tasarımına etkilerinin ve EİP'lerin avantajlarının daha somut şekilde görülmesi amaçlanmıştır.

4. DENEY SONUÇLARI

4.1 Eğik İnce Plaka'ların Performans Analizleri

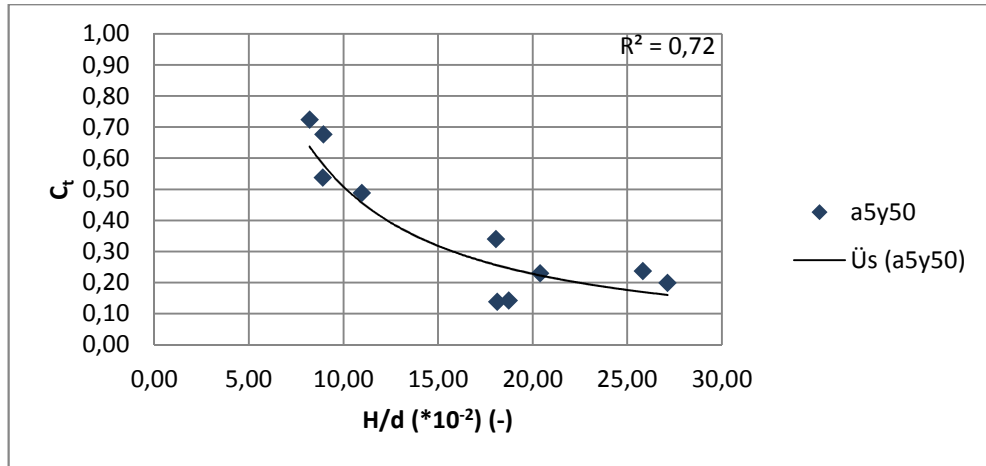
4.1.1 Dalga Parametreleri'nin Performansa Etkisi

4.1.1.1 İletim katsayısı (C_t)'nin H/d ile değişimi

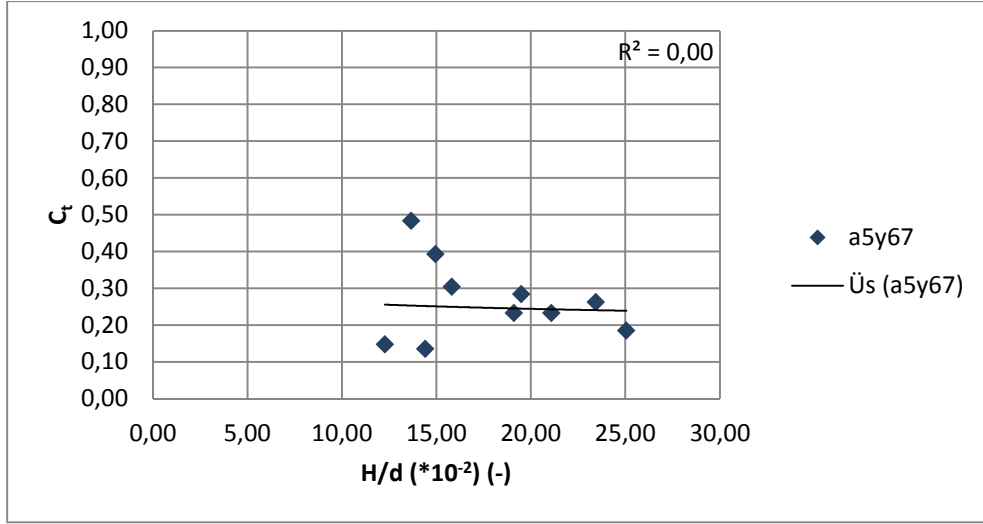
Dalga'ya ait özelliklerden dalga yüksekliğinin (H) dalga sönümleme performansına etkisinin irdelenmesi amacıyla ilk olarak iletim katsayısı (C_t)'nin H/d ile değişimi analiz edilmiştir.

Şekil 4.1-4.10'da verilen grafikler, her bir pozisyon için iletim katsayısı (C_t)'nin H/d ile değişimini göstermektedir. Elde edilen sonuçlar göstermektedir ki;

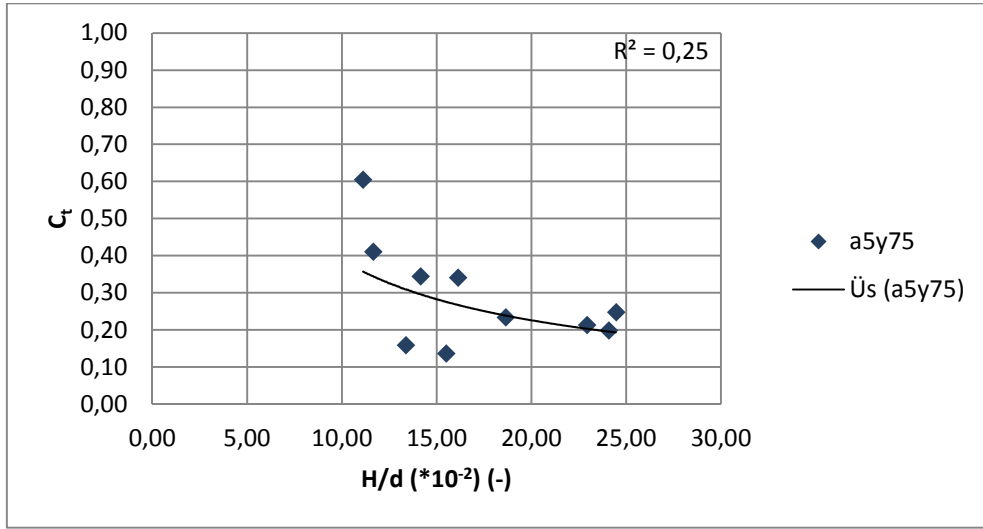
- H/d ile C_t arasında çok güçlü olmamakla birlikte bir ilişki vardır. H/d 'nin artan değerleri için C_t azalma eğilimindedir. Bunun anlamı dalga yüksekliği büyüdükçe dalgakıran modelinin performansı artmaktadır.
- Yukarıda bahsi geçen ilişki 15° açılı pozisyonlarda zayıflamakta; 15° açılı pozisyonlarda dalganın özelliklerinden bağımsız şekilde plakanın arkasına geçen dalga gelen dalganın en fazla %40'ı yükseklikte olmaktadır.
- Çok belirgin olmamakla beraber batıklığın arttığı pozisyonlarda iletim katsayısı (C_t)'nin azalma eğiliminde olduğu yani EİP arkasına daha az dalga geçtiği görülmektedir.



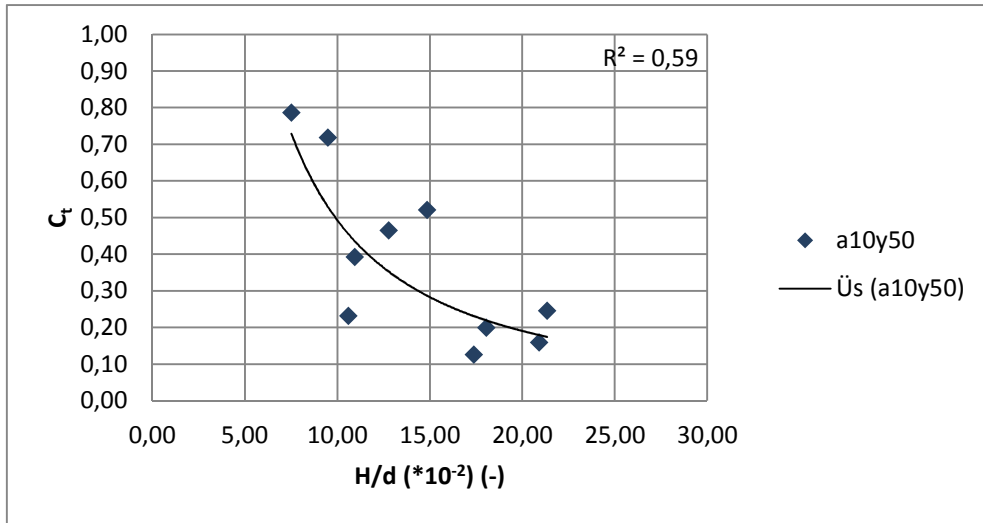
Şekil 4.1: $a5y50$ pozisyonu için C_t - H/d değişimi.



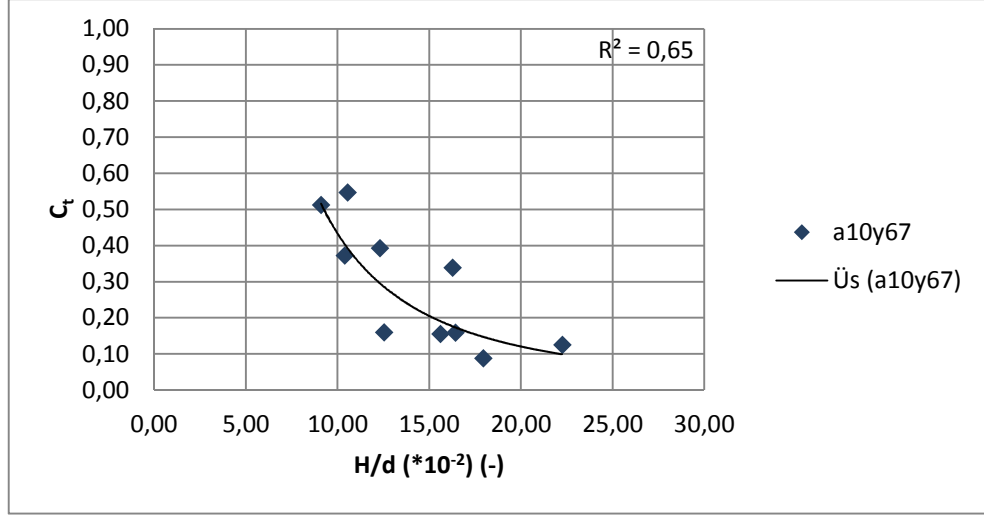
Şekil 4.2: $a5y67$ pozisyonu için C_r - H/d değişimi.



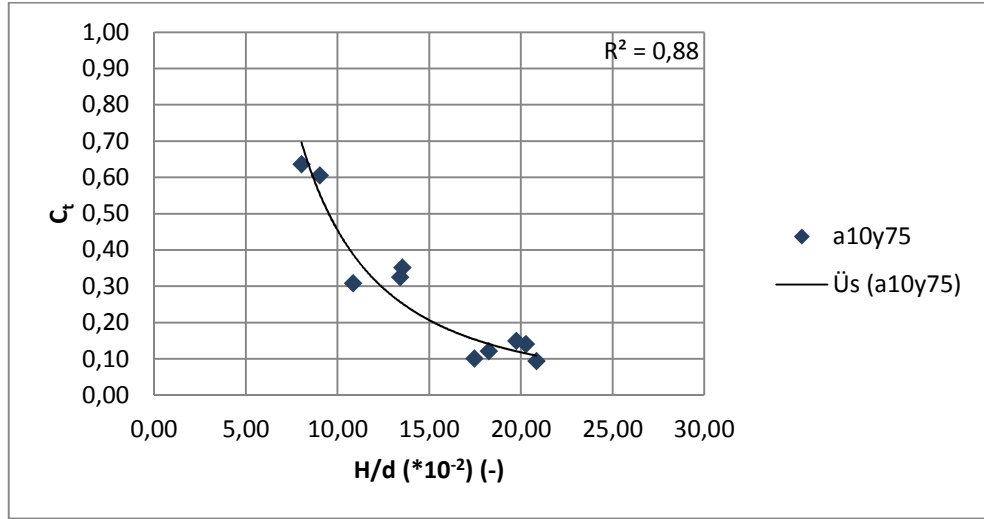
Şekil 4.3: $a5y75$ pozisyonu için C_r - H/d değişimi.



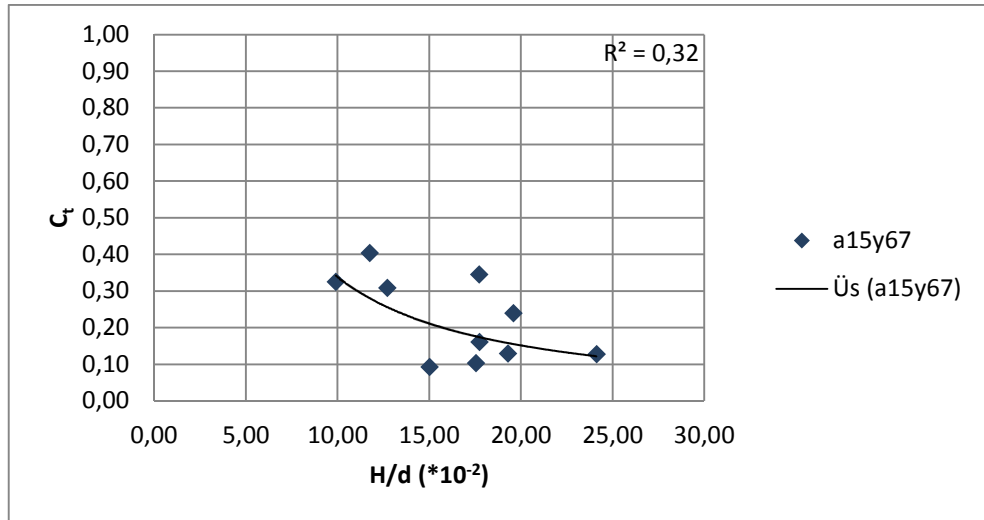
Şekil 4.4: $a10y50$ pozisyonu için C_r - H/d değişimi.



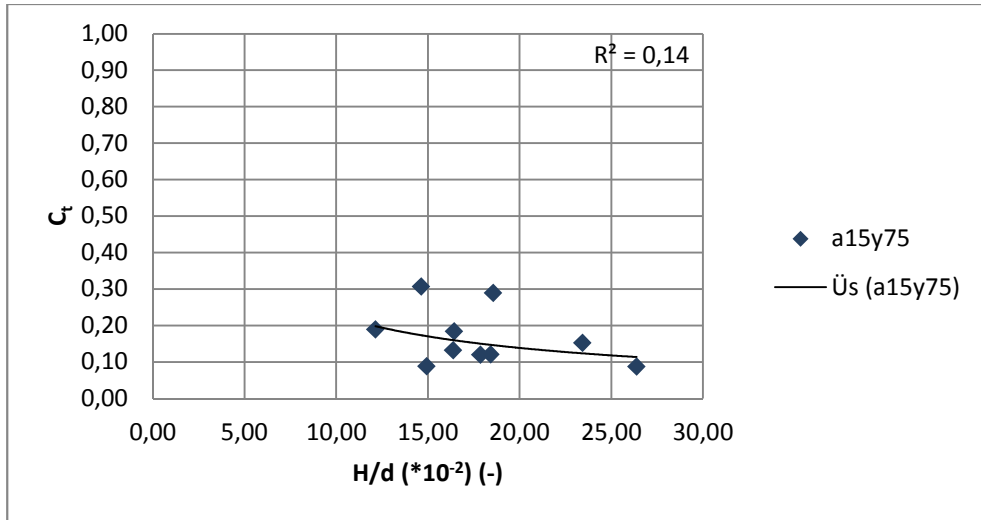
Şekil 4.5: $a10y67$ pozisyonu için C_r - H/d değişimi.



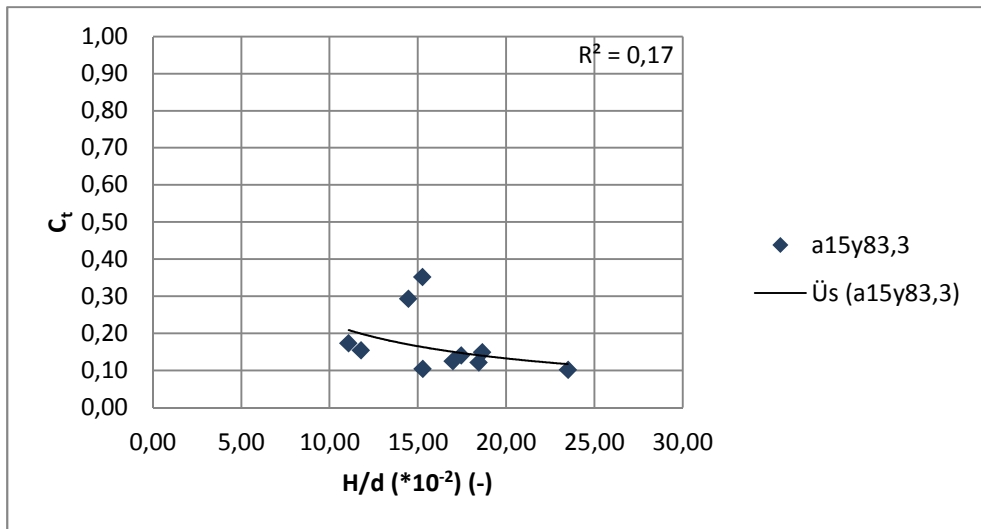
Şekil 4.6: $a10y75$ pozisyonu için C_r - H/d değişimi.



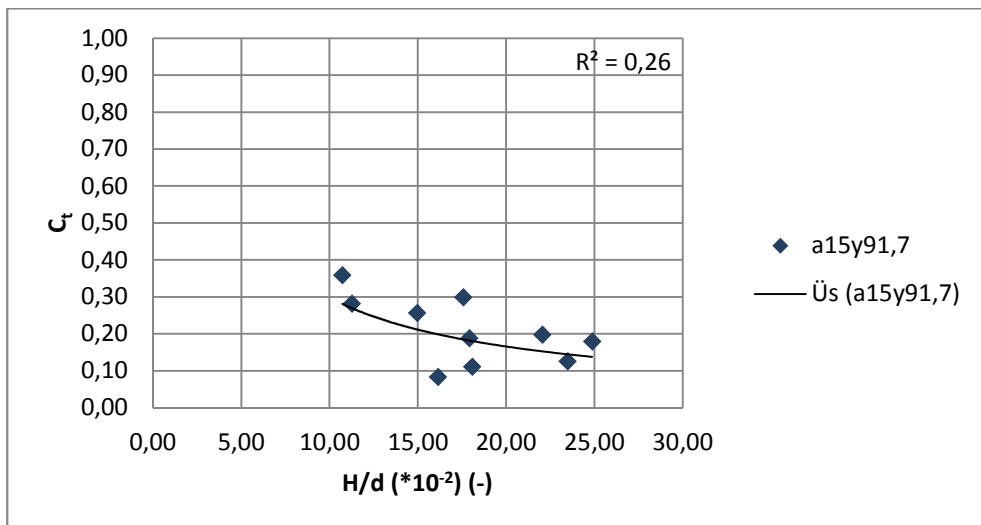
Şekil 4.7: $a15y67$ pozisyonu için C_r - H/d değişimi.



Şekil 4.8: $a15y75$ pozisyonu için C_r - H/d değişimi.



Şekil 4.9: $a15y83,3$ pozisyonu için C_r - H/d değişimi.



Şekil 4.10: $a15y91,7$ pozisyonu için C_r - H/d değişimi.

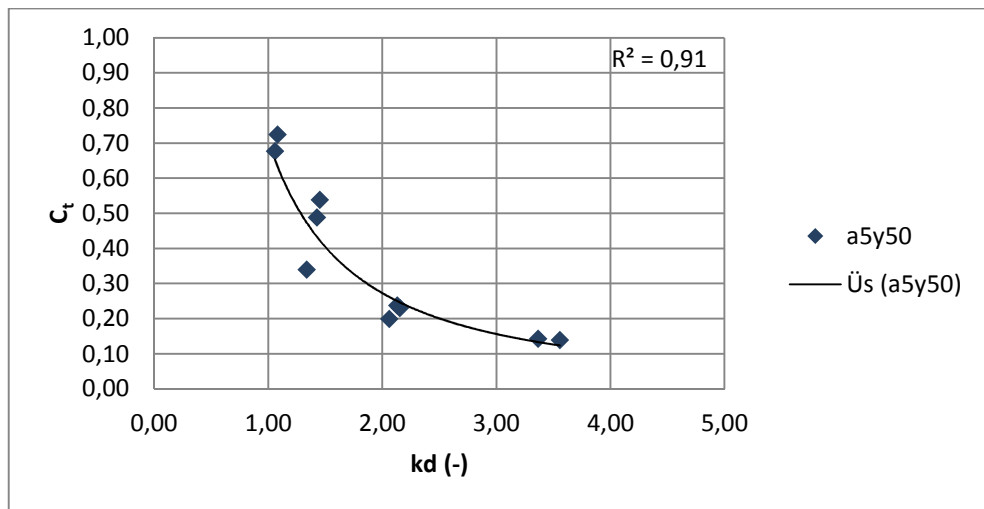
4.1.1.2 İletim katsayısı (C_t)'nin kd ile değişimi

Şekil 4.11-4.20'de verilen grafikler, her bir pozisyon için iletim katsayısı (C_t)'nin kd ile değişimini göstermektedir.

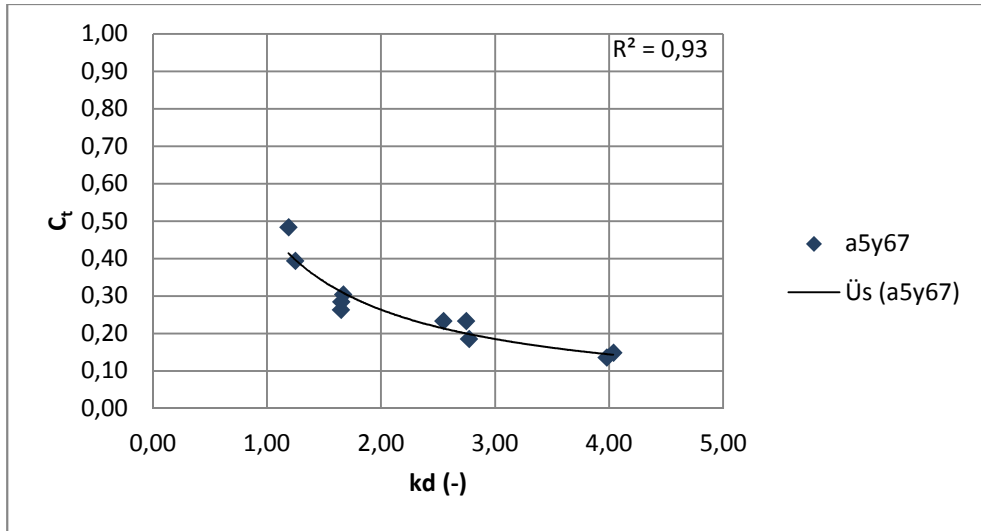
Dalga boyu'nun EİP'nin performansına etkisinin incelenmesi amacıyla iletim katsayısı (C_t)'nin kd ($kd = 2\pi d/L$) ile değişimi analiz edilmiştir.

Sonuçlarda açıkça görülmektedir ki;

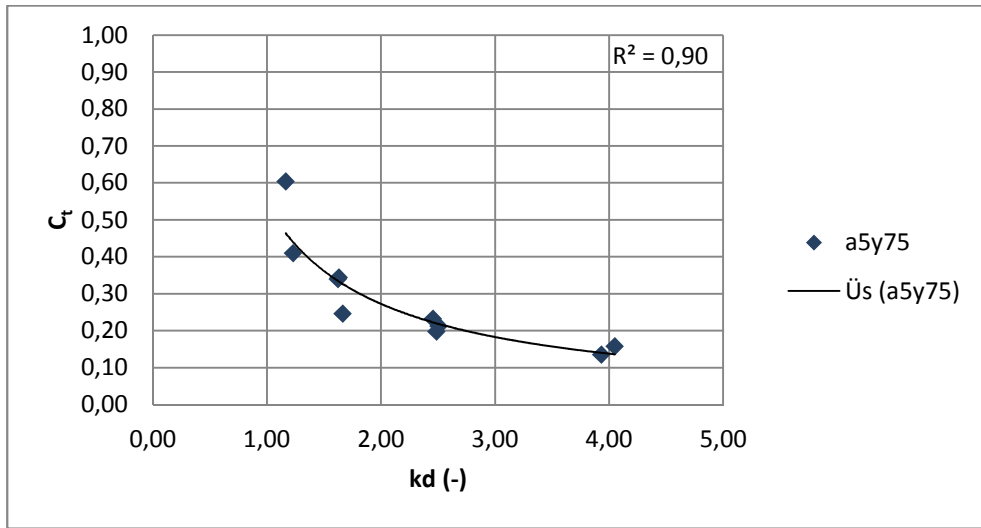
- kd ile C_t arasındaki ilişki oldukça güçlüdür. kd 'nin artan değerleri için C_t azalma eğilimi göstermektedir. Başka bir deyişle kısa dalgalar model arkasına daha az iletilmekte ve EİP daha iyi sönümleme performansı sergilemektedir.
- Daha batık pozisyonlarda dalgakıran modelinin performansı artmaktadır. Bunun sebebi EİP'nin daha batık pozisyonlarında plakanın altından iletilen dalga'nın azalmasıdır.
- kd ile C_t arasındaki ilişki $a15y83,3$ pozisyonunda zayıflamakta ve $a15y91,7$ pozisyonunda kaybolmaktadır. $a15y91,7$ değerler 0,40 değerinin altında kalmak kaydıyla saçılım göstermektedir. Bunun sebebi muhtemelen bu pozisyonlarda dalgakıranın su üzerinde kalan bölümünün çok ufalarak mekanizmaya etki edemez hale gelmesidir. (Bkz Şekil 2.2)
- Daha kısa dalga boyuna sahip dalgalar (kd değeri daha küçük dalgalar) daha yüksek performansla sönümlenmektedir. Ancak bu durum plakanın su üzerinde kalan bölümünün mekanizmaya etki edemeyecek kadar küçüldüğü pozisyonlarda görülememektedir.



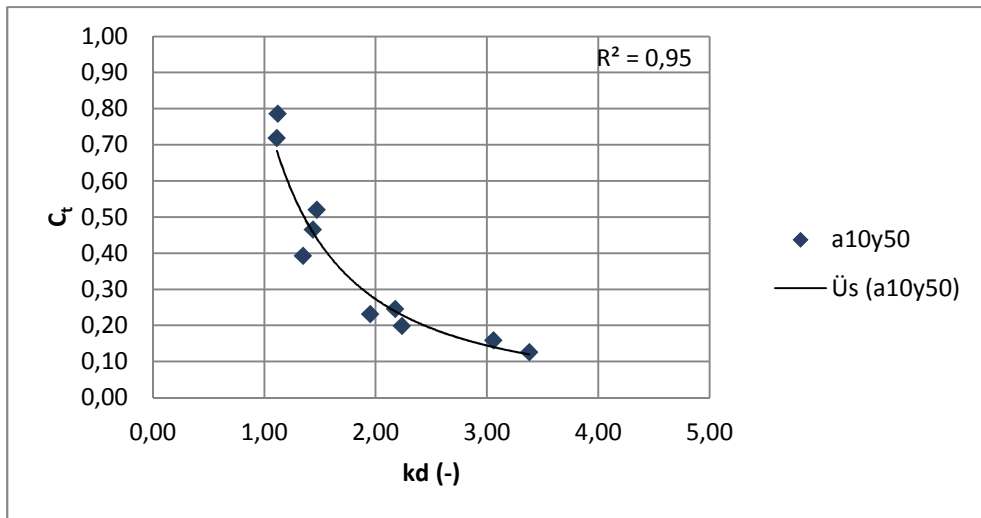
Şekil 4.11: $a5y50$ pozisyonu için C_t - kd değişimi.



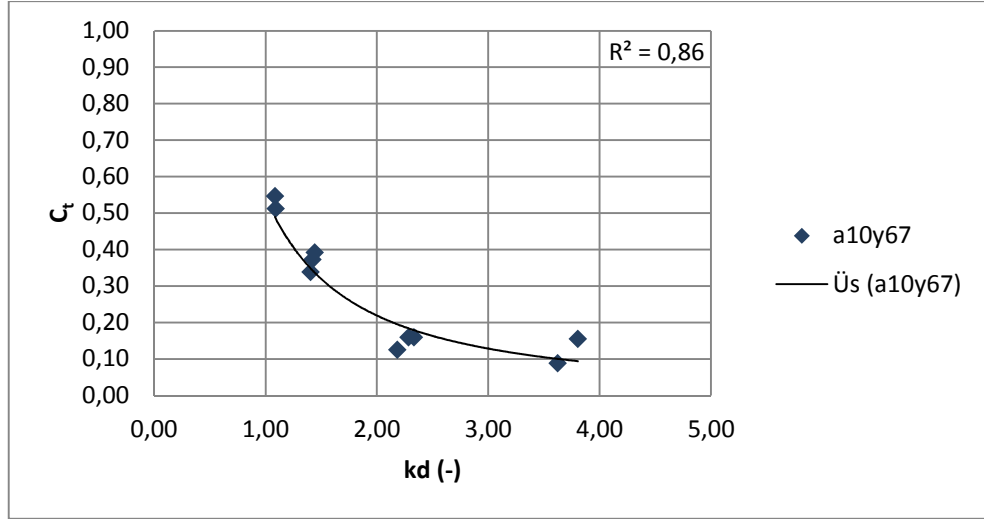
Şekil 4.12: $a5y67$ pozisyonu için C_r - kd değişimi.



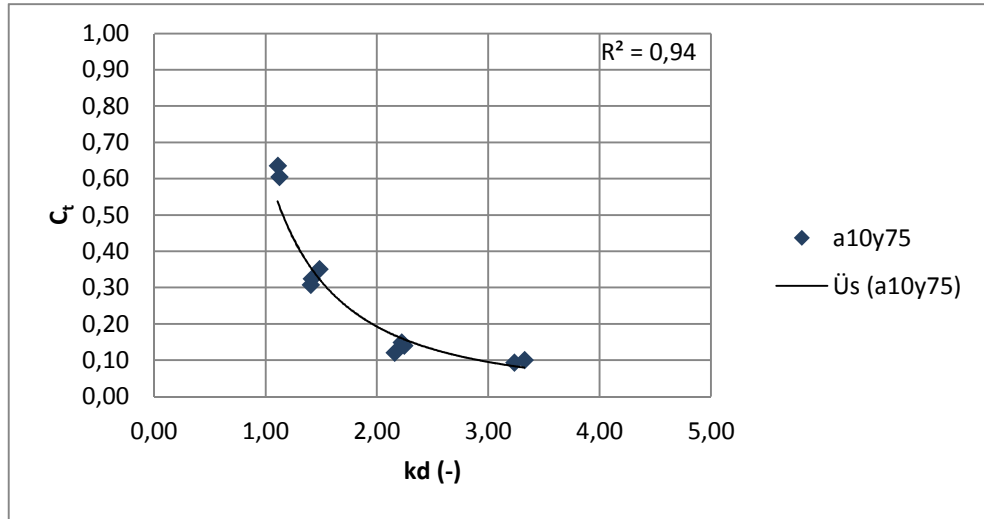
Şekil 4.13: $a5y75$ pozisyonu için C_r - kd değişimi.



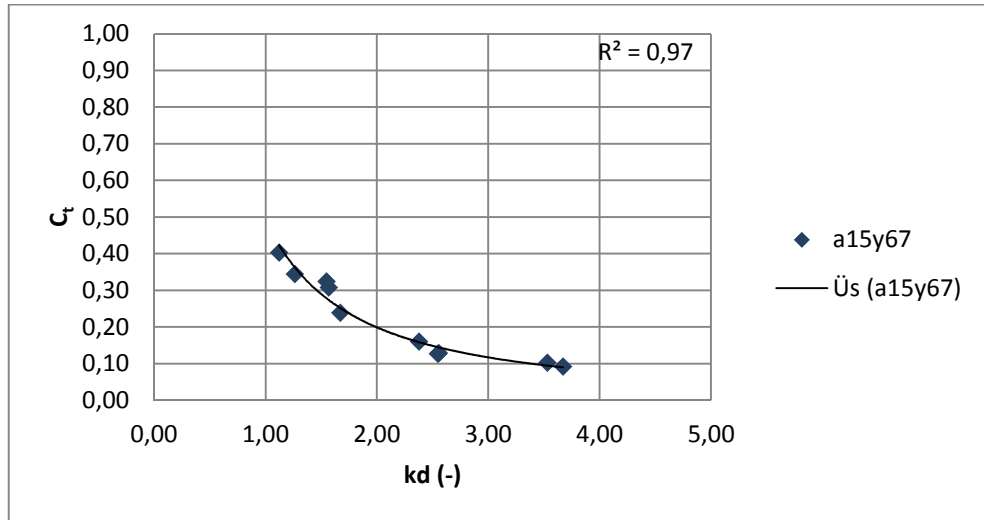
Şekil 4.14: $a10y50$ pozisyonu için C_r - kd değişimi.



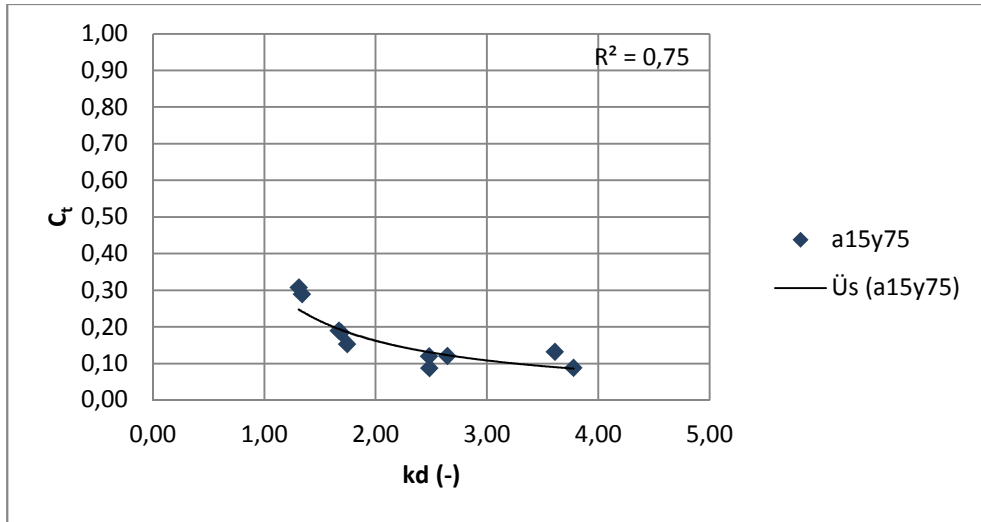
Şekil 4.15: $a10y67$ pozisyonu için C_r - kd değişimi.



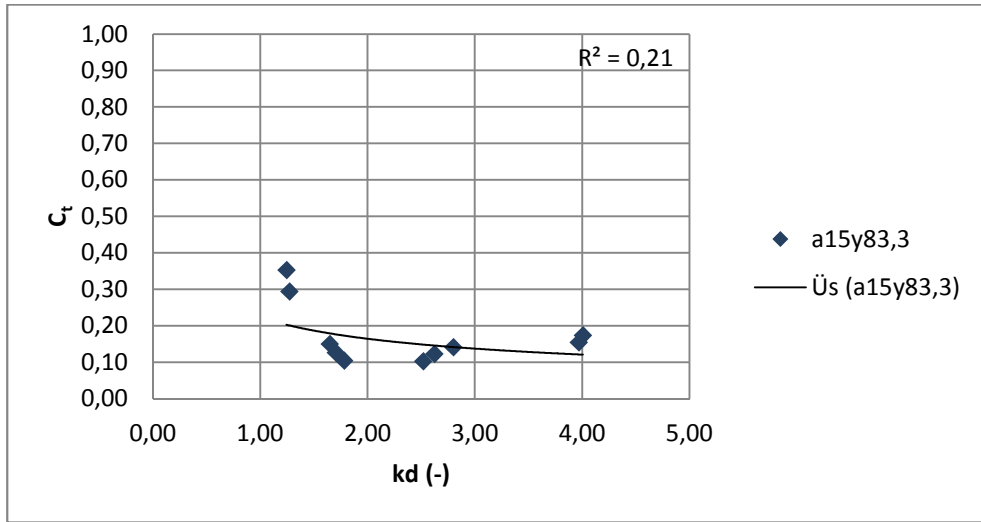
Şekil 4.16: $a10y75$ pozisyonu için C_r - kd değişimi.



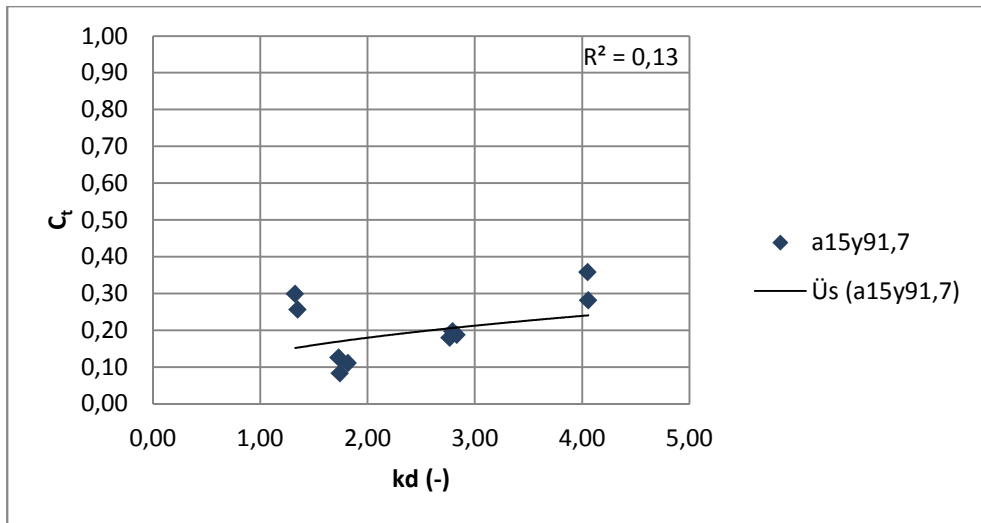
Şekil 4.17: $a15y67$ pozisyonu için C_r - kd değişimi.



Şekil 4.18: $a15y75$ pozisyonu için C_r - kd değişimi.



Şekil 4.19: $a15y83,3$ pozisyonu için C_r - kd değişimi.



Şekil 4.20: $a15y91,7$ pozisyonu için C_r - kd değişimi.

4.1.1.3 İletim katsayısı (C_t)'nin dalga dikliği (H/L) ile değişimi

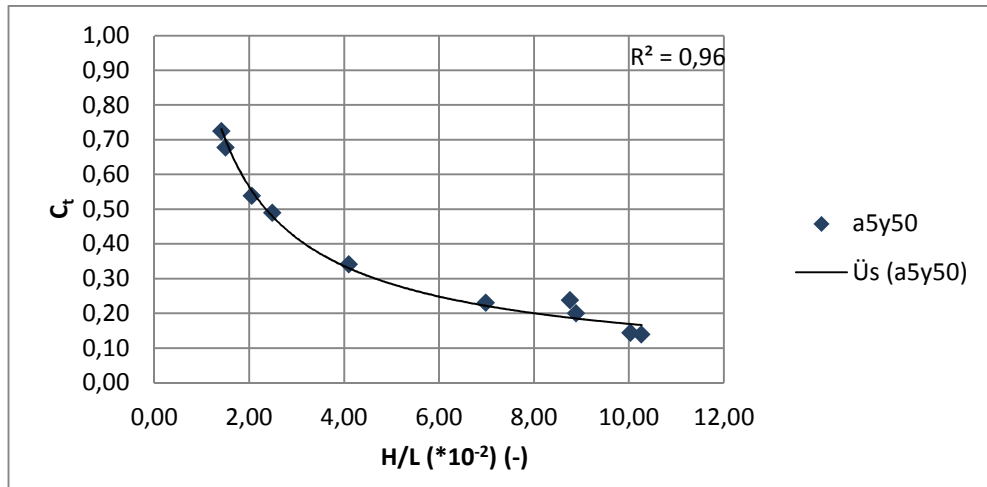
Şekil 4.21-4.33 ile verilen grafikler, her bir pozisyon için iletim katsayısı (C_t)'nin dalga dikliği (H/L) ile değişimini ve son olarak Şekil 4.21-4.32'de açılarına göre gruplar halinde birbirleriyle karşılaştırmalarını göstermektedir.

Sonuçlar incelendiğinde dalga dikliğinin (H/L) model arkasına geçen dalga yüksekliğini etkileyen en önemli parametre olduğu görülmüştür. Dalgalar dikleştikçe (H/L büyüdükçe) geçen dalga yüksekliği belirgin biçimde azalmaktadır.

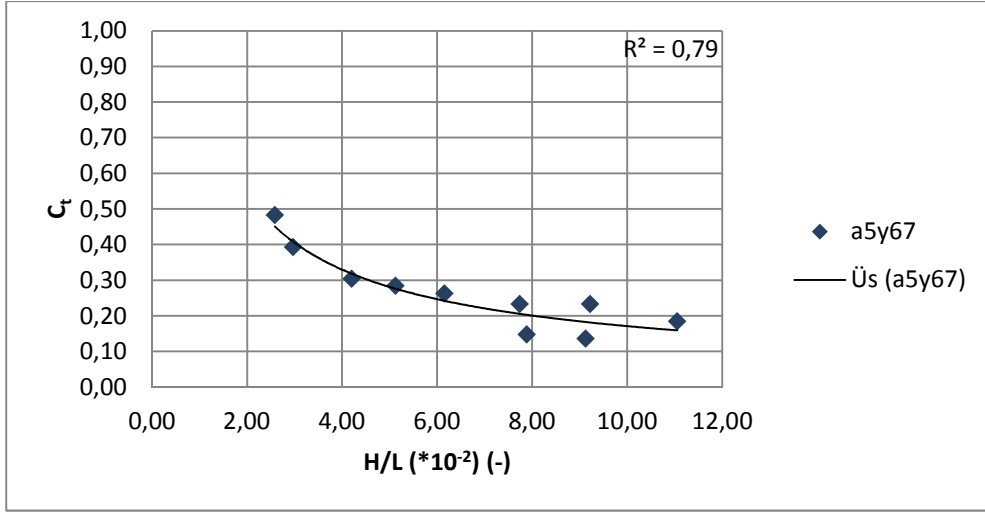
İncelemelerde ortaya şu sonuçlar çıkmıştır:

- Dalgakıran modeli daha dik (H/L değerlerinin daha büyük olduğu) dalgalar üzerinde belirgin biçimde daha yüksek performans göstermektedir.
- Dalgakıranın eğimi (α), performansa tek başına bariz bir etkiye bulunmamakta, etki batıklıkla birleşince güçlenmektedir.
- H/L ile C_t arasındaki ilişki $a15p83,3$ pozisyonunda zayıflamaya başlamış ve $a15y91,7$ pozisyonunda kaybolmuştur. Bunun görünen nedeni dalgakıranın su üzerinde kalan kısmının uzunluğunun (l_1) çok azalması sonucu mekanizmaya etki edemez hale gelmesidir. Bu pozisyonlarda değerler belli bir eğilim çizgisine sadık kalmaksızın dar bir bantta saçılım halini almıştır. Diğer bir deyişle tüm dalgalar yüksek bir performansla sönünlenmektedir.

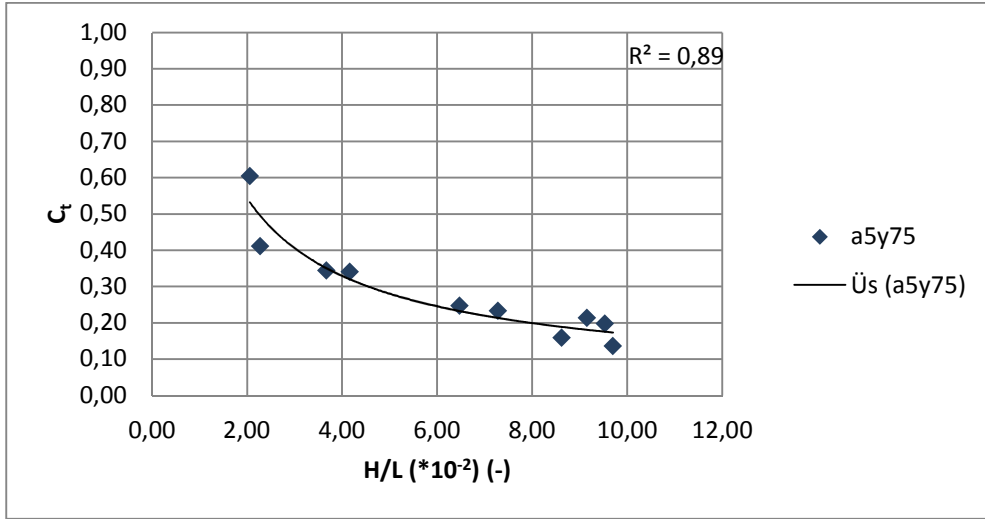
Sonuçlar, C_t-H/d ve C_t-kd analizlerinin sonuçlarıyla karşılaştırıldığında görülmektedir ki; dalga yüksekliği (H) ve dalga boyu (L) da performans üzerinde etkili olmakla beraber dalgaya ait özellikler arasında dalgakıran modelinin performansını en çok etkileyen parametre dalga dikliği (H/L)'dir.



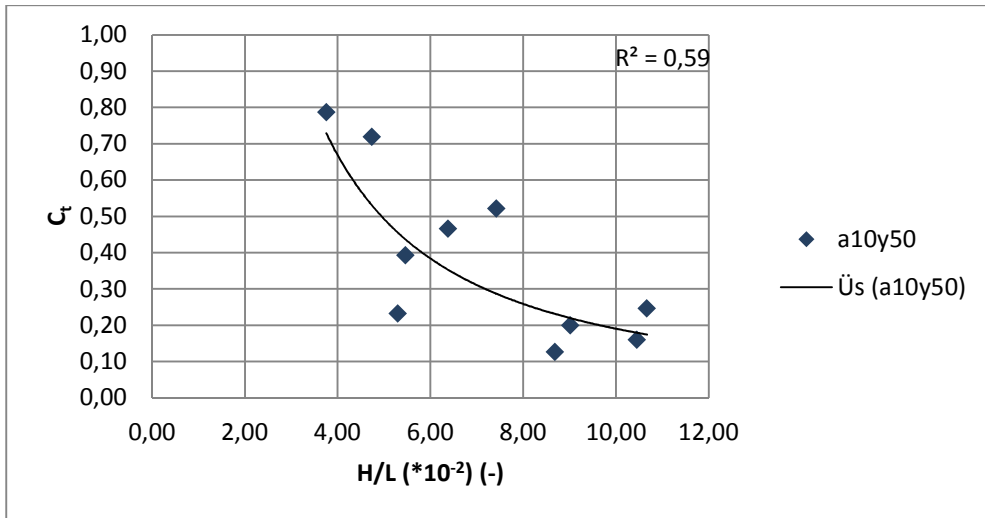
Şekil 4.21: $a5y50$ pozisyonu için C_t-H/L değişimi.



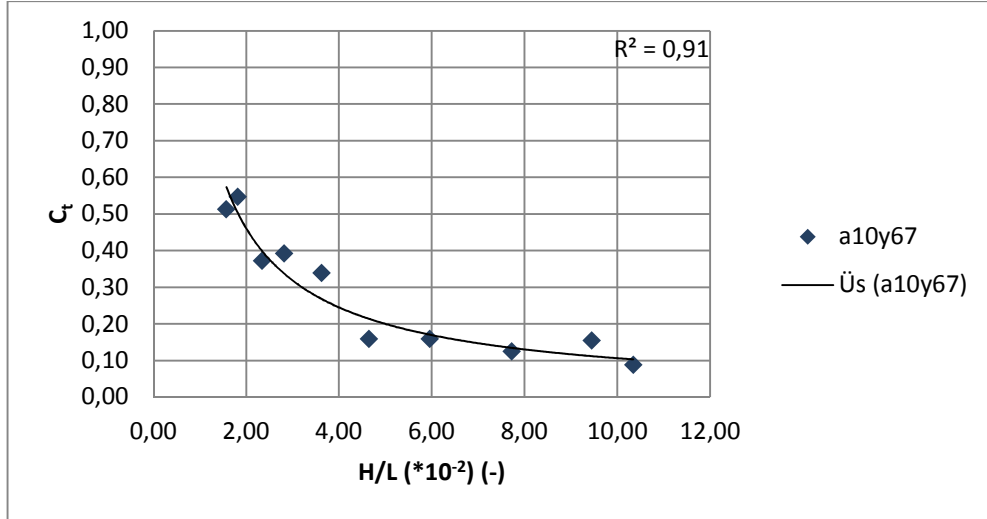
Şekil 4.22: $a5y67$ pozisyonu için C_t - H/L değişimi.



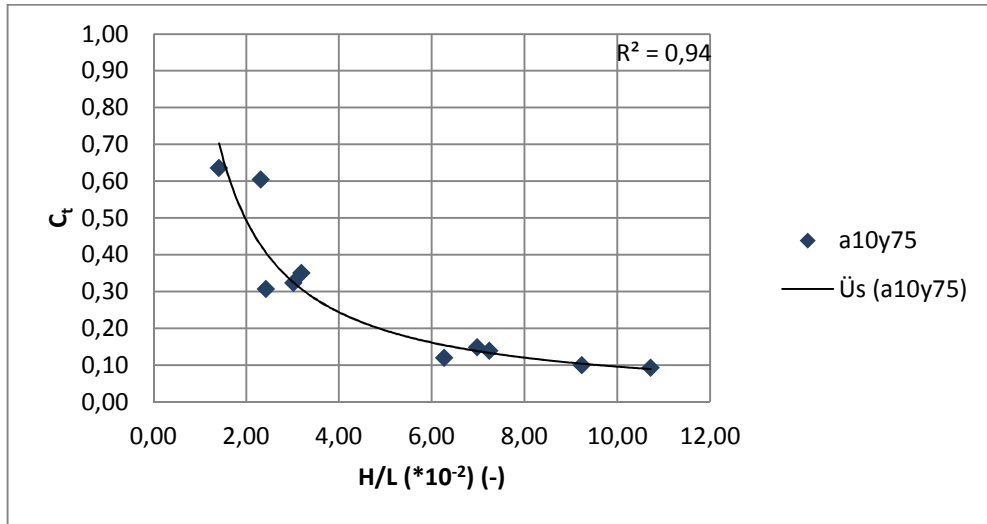
Şekil 4.23: $a5y75$ pozisyonu için C_t - H/L değişimi.



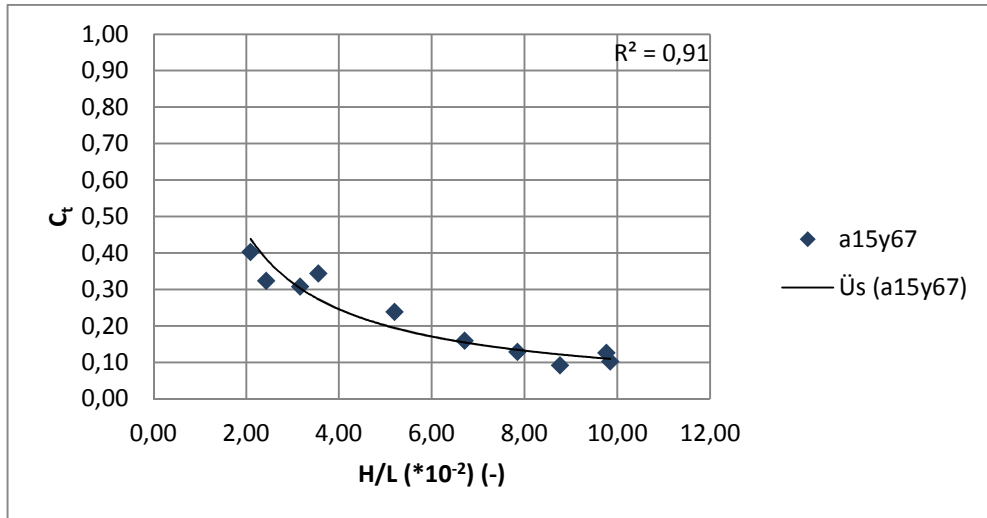
Şekil 4.24: $a10y50$ pozisyonu için C_t - H/L değişimi.



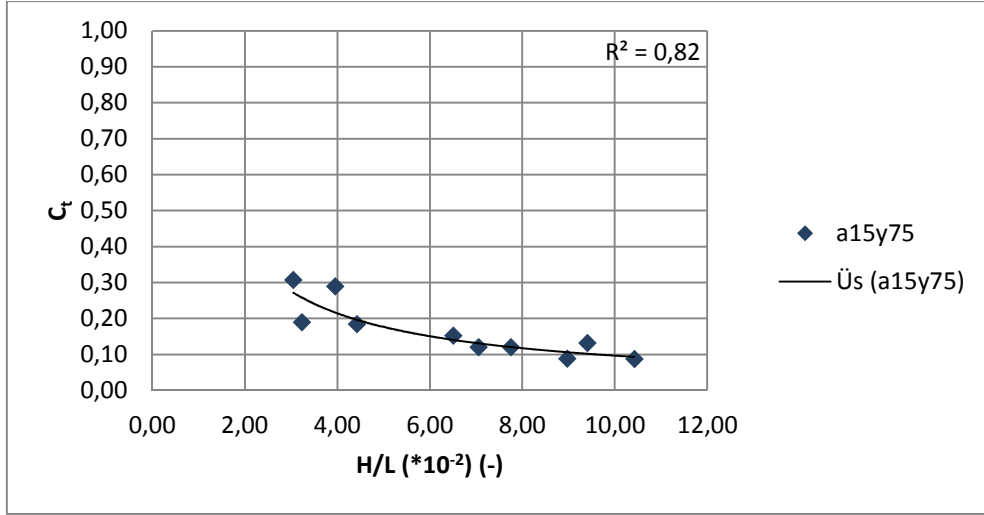
Şekil 4.25: $a10y67$ pozisyonu için C_r - H/L değişimi.



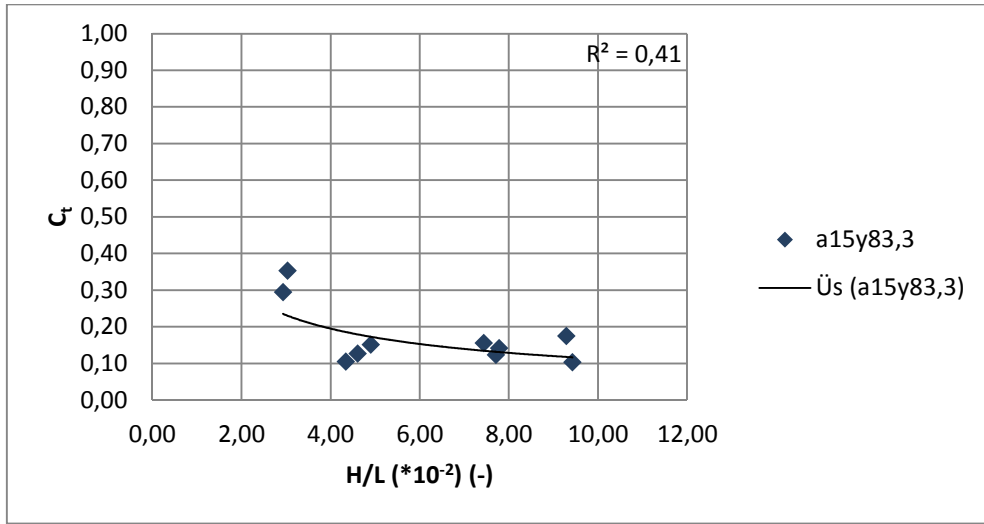
Şekil 4.26: $a10y75$ pozisyonu için C_r - H/L değişimi.



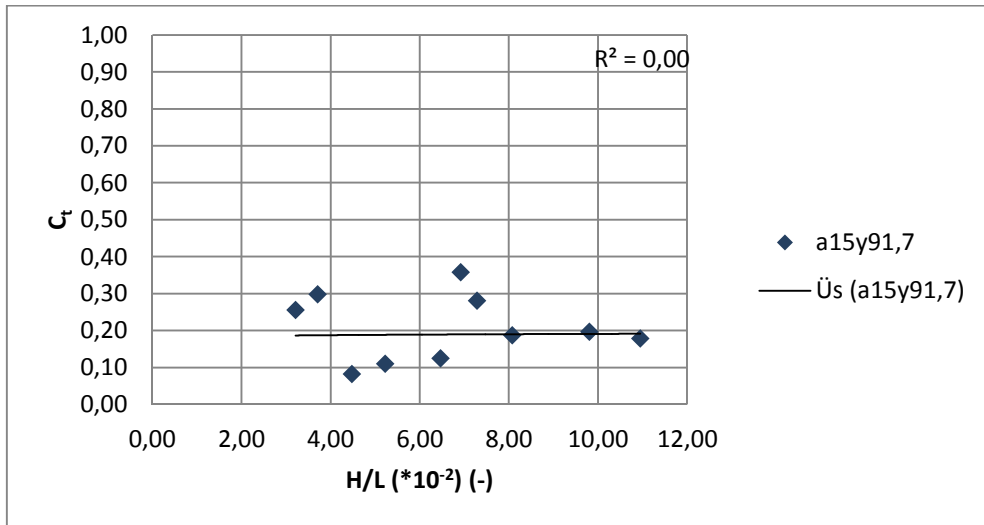
Şekil 4.27: $a15y67$ pozisyonu için C_r - H/L değişimi.



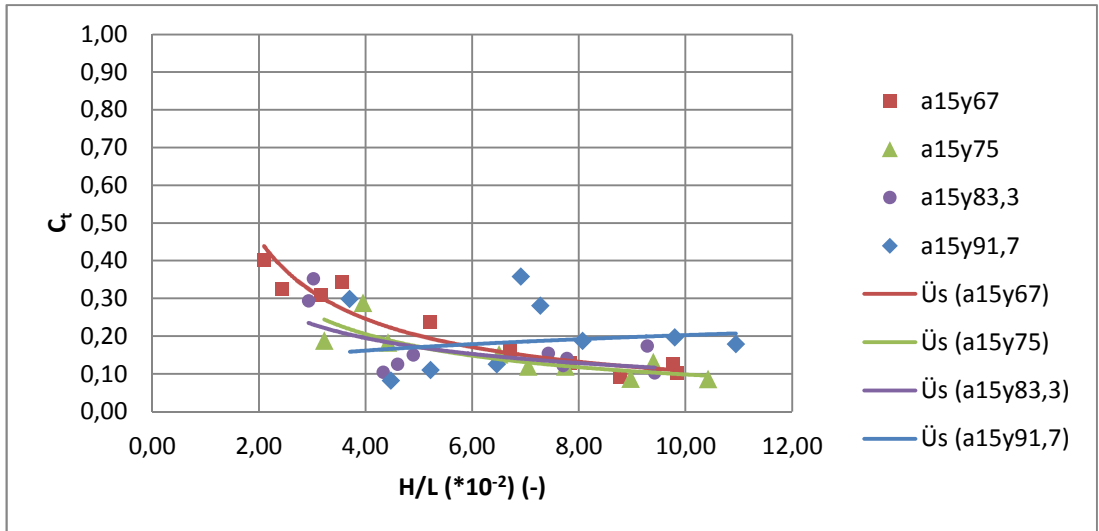
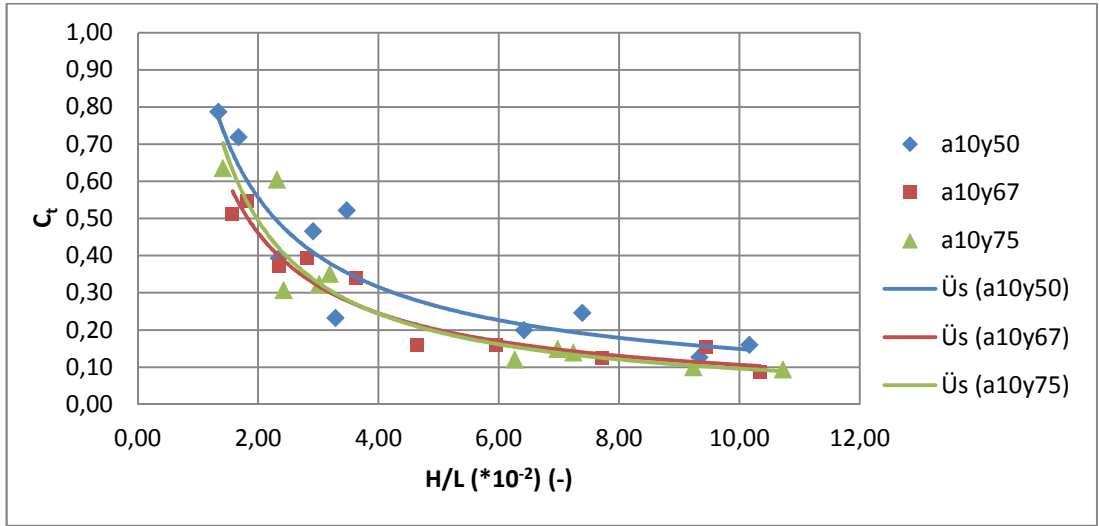
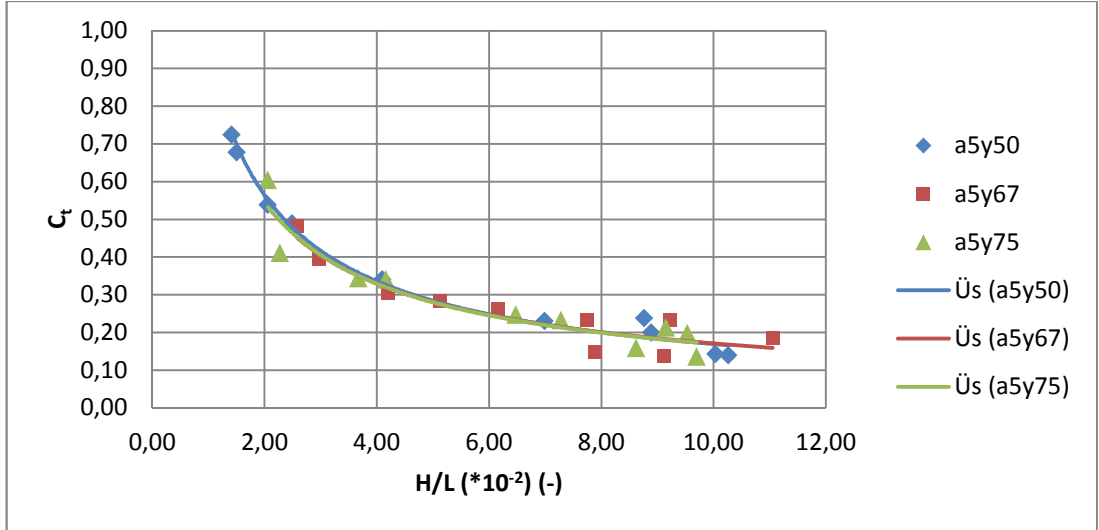
Şekil 4.28: $a15y75$ pozisyonu için C_r - H/L değişimi.



Şekil 4.29: $a15y83,3$ pozisyonu için C_r - H/L değişimi.



Şekil 4.30: $a15y91,7$ pozisyonu için C_r - H/L değişimi.

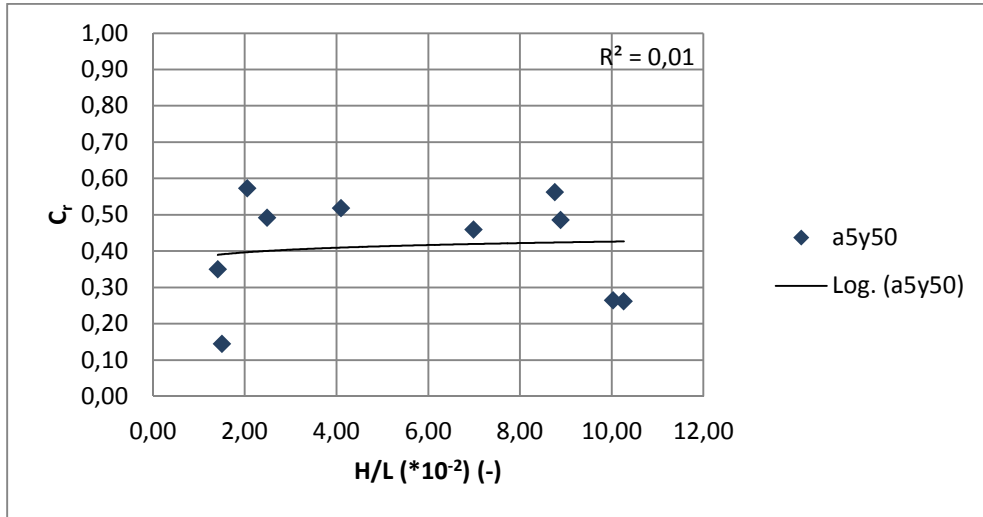


4.1.1.4 Yansımaya katsayısı (C_r)'nın dalga dikliği (H/L) ile değişimi

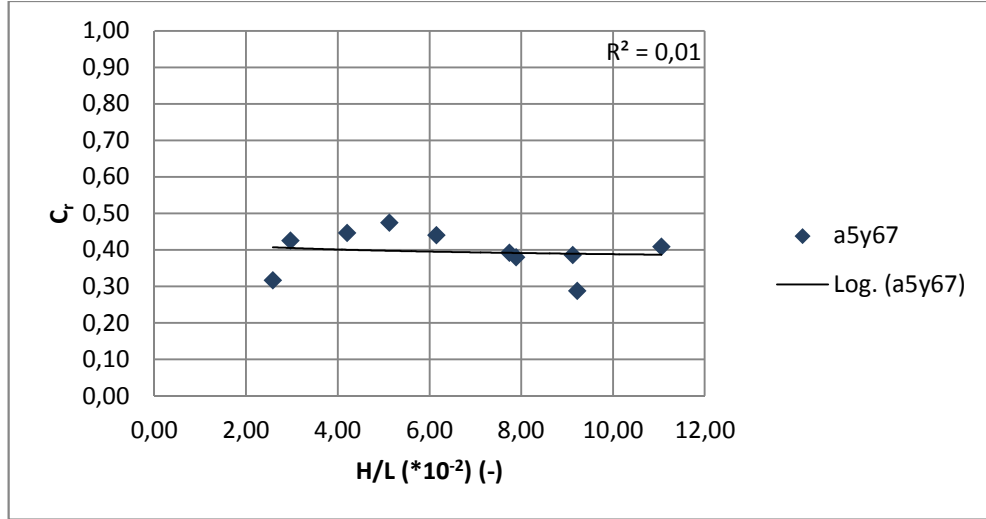
Şekil 4.34-4.43 ile verilen grafikler yansımaya katsayısı (C_r)'nın dalga dikliği $H/L(*10^{-2})$ ile değişimini göstermektedir.

Şekil 4.34-4.43 analiz edildiğinde dalga yansımalarının dalga dikliğine kuvvetli şekilde bağlı olmadığı, belli bir değer aralığında saçılım gösterdiği gözlemlenmiştir. Ancak modelin daha büyük açılı pozisyonları için $C_r - H/L$ değişimi nispeten daha belirgindir. 10° ve 15° açılı pozisyonlarda dalga dikliği (H/L) arttıkça yansımaya katsayısı (C_r) yükselme eğilimi göstermektedir. Diğer bir deyişle dalgakıranın sakin su yüzeyiyle yaptığı açı büyüdükçe daha dik dalgalar yansımaya eğilimi güçlenmektedir. Dalgakıranın daha dik pozisyonlarında dik dalgalar daha çok yansımaya eğilimindedir. Varılan sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

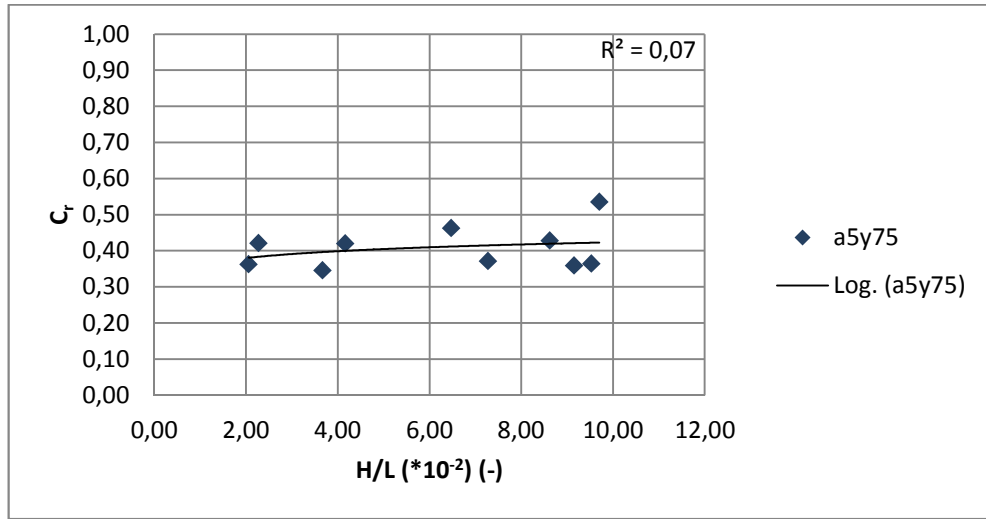
- Dalgakıranın 5° açılı pozisyonlarında net bir ilişki görülmemekte, değerler belirli bir aralıkta saçılım göstermektedir. Diğer bir deyişle dalga özelliklerinden bağımsız bir biçimde C_r katsayısı sürekli belli bir bandta değer almaktadır.
- Dalgakıranın daha dik pozisyonlarında (10° ve 15°) ilişki kısmen daha görülebilir boyuttadır. Görece daha dik pozisyonlarda dik dalgalar daha fazla yansımaya eğilimindedir.



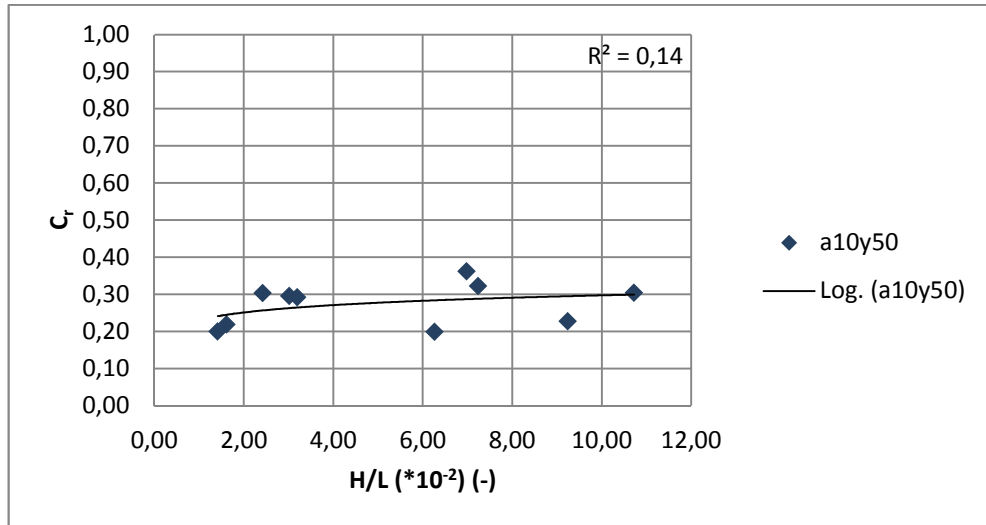
Şekil 4.34: $a5y50$ pozisyonu için C_r - H/L değişimi.



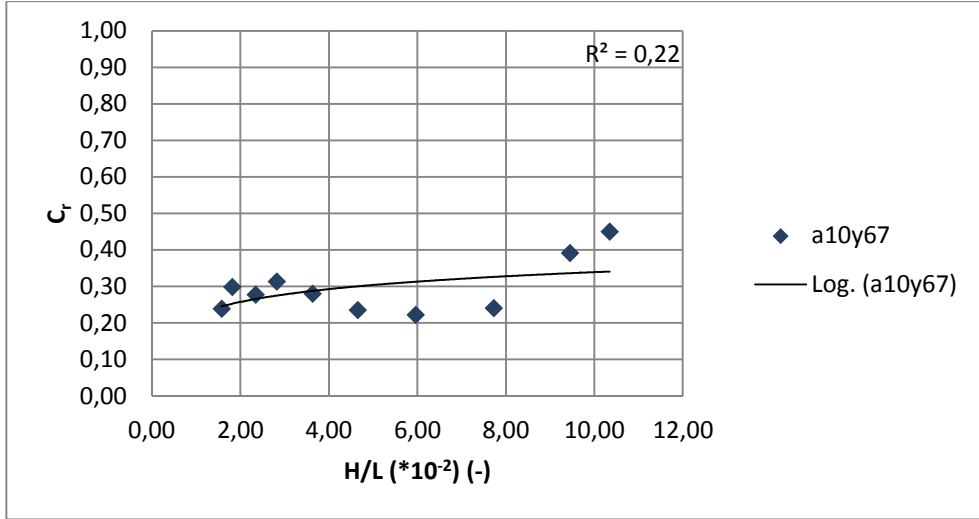
Şekil 4.35: $a5y67$ pozisyonu için C_r - H/L değişimi.



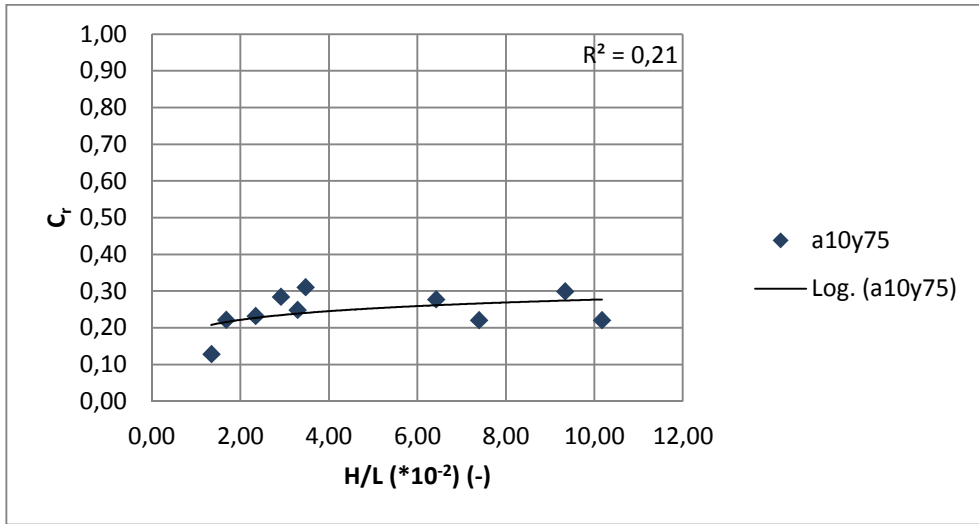
Şekil 4.36: $a5y75$ pozisyonu için C_r - H/L değişimi.



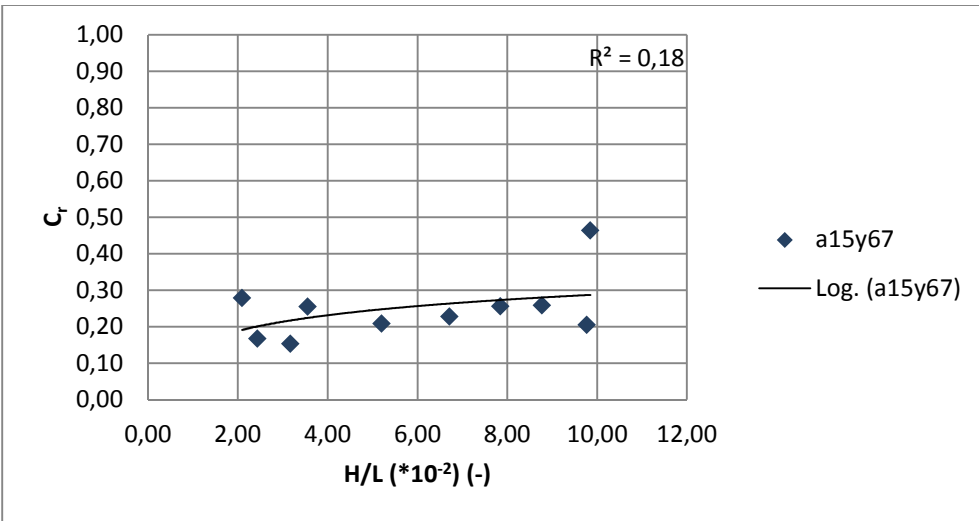
Şekil 4.37: $a10y50$ pozisyonu için C_r - H/L değişimi.



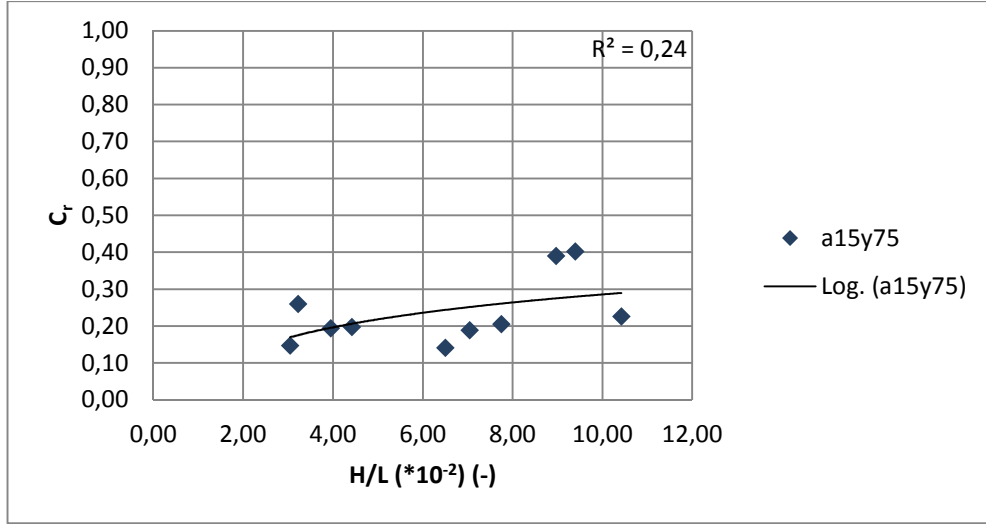
Şekil 4.38: $a10y67$ pozisyonu için C_r - H/L değişimi.



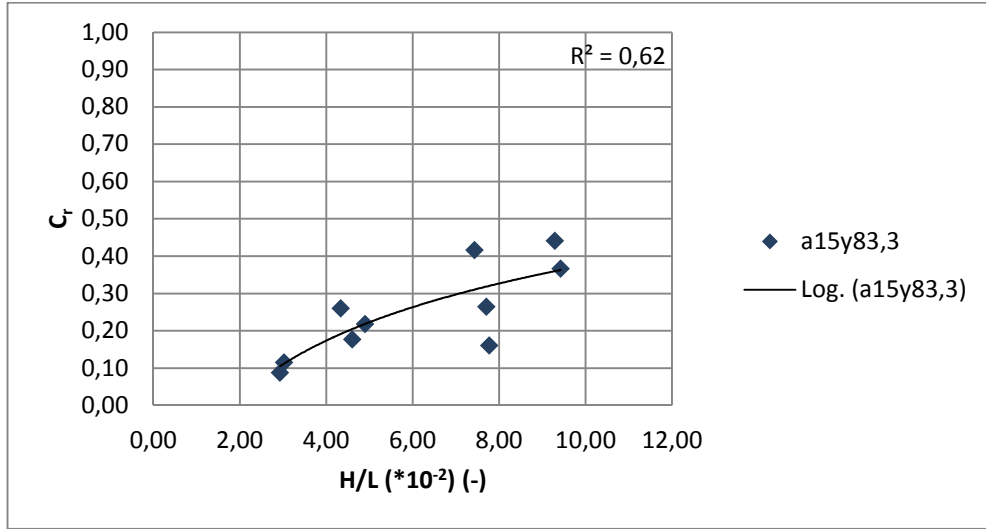
Şekil 4.39: $a10y75$ pozisyonu için C_r - H/L değişimi.



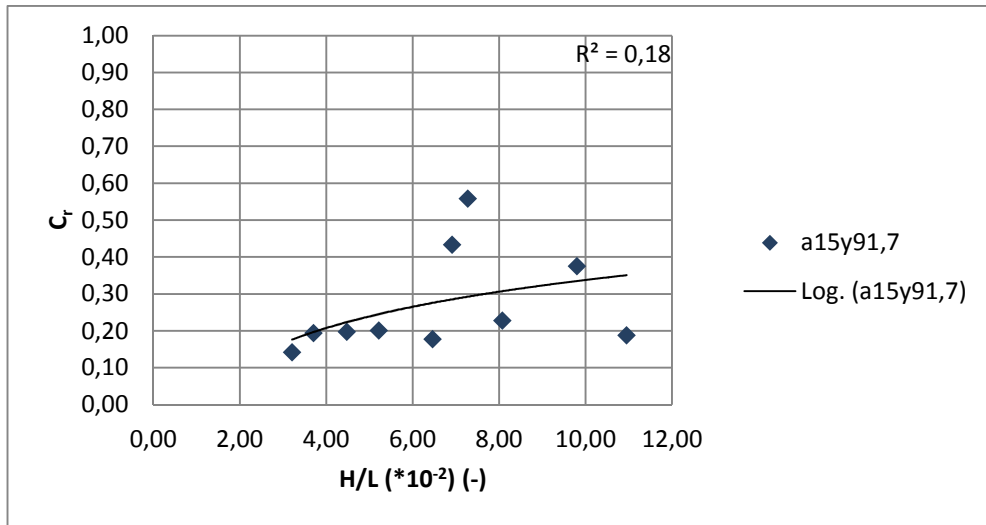
Şekil 4.40: $a15y75$ pozisyonu için C_r - H/L değişimi.



Şekil 4.41: $a15y75$ pozisyonu için C_r - H/L değişimi.



Şekil 4.42: $a15y83,3$ pozisyonu için C_r - H/L değişimi.



Şekil 4.43: $a15y91,7$ pozisyonu için C_r - H/L değişimi.

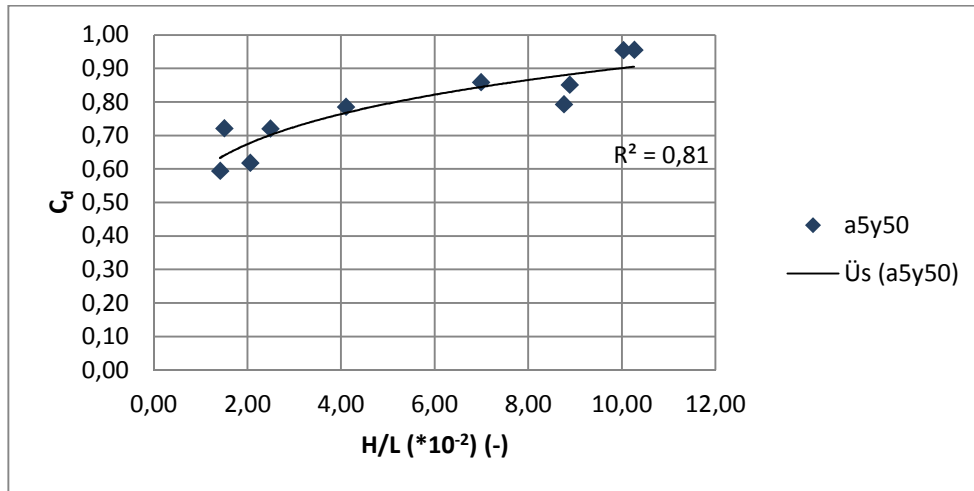
4.1.1.5 Sönümleme katsayısı (C_d)'nın dalga dikliği (H/L) ile değişimi

Deneylerde modelin farklı pozisyonları için Sönümleme Katsayısı (C_d) parametresinin dalga dikliği (H/L) ile değişimi incelenmiştir. 5° ve 10° 'lik pozisyonlarda dalga dikliği ile Sönümleme Katsayısı arasında güçlü bir ilişki bulunduğu, dalgalar dikleştikçe enerji sönümlenmesinin arttığı görülmüştür. 15° 'lik pozisyonlarda ise ilişki zayıflayarak %80 - %100 arasında saçılma göstermektedir.

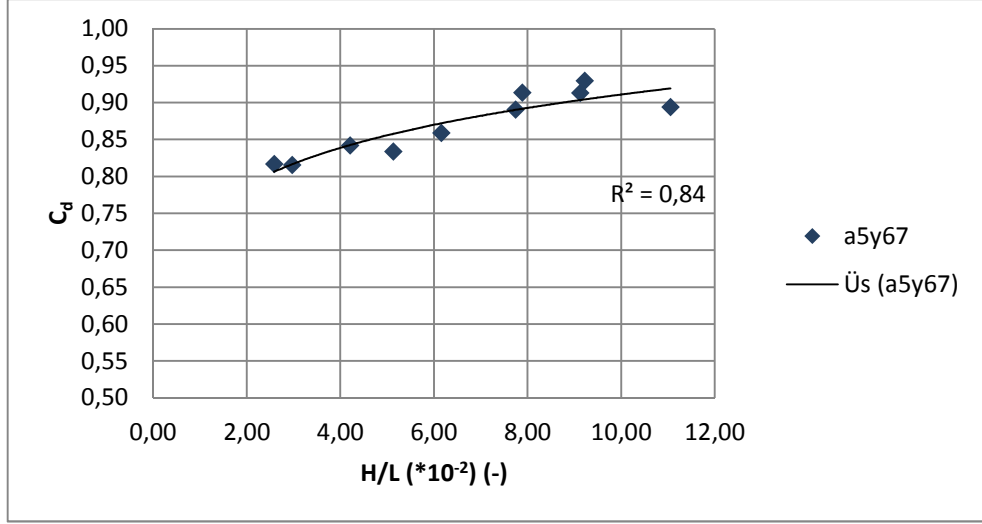
Ortaya çıkan grafiklerden özetle aşağıdaki sonuçlara varılmaktadır,

- Sönümleme katsayısı (C_d) 0,60 mertebesinin altına düşmemekte ve dalga dikliği ile artmaktadır. Diğer bir deyişle daha dik dalgalarda sönümleme performansı daha yüksektir.
- 5° ve 10° 'lik pozisyonlarda dalga dikliği arttıkça Sönümleme Katsayısı (C_d) büyümektedir. 15° eğimli pozisyonlarda dalga dikliğinin önemi kalmamakta, model diklikten bağımsız şekilde yüksek performans göstermektedir.

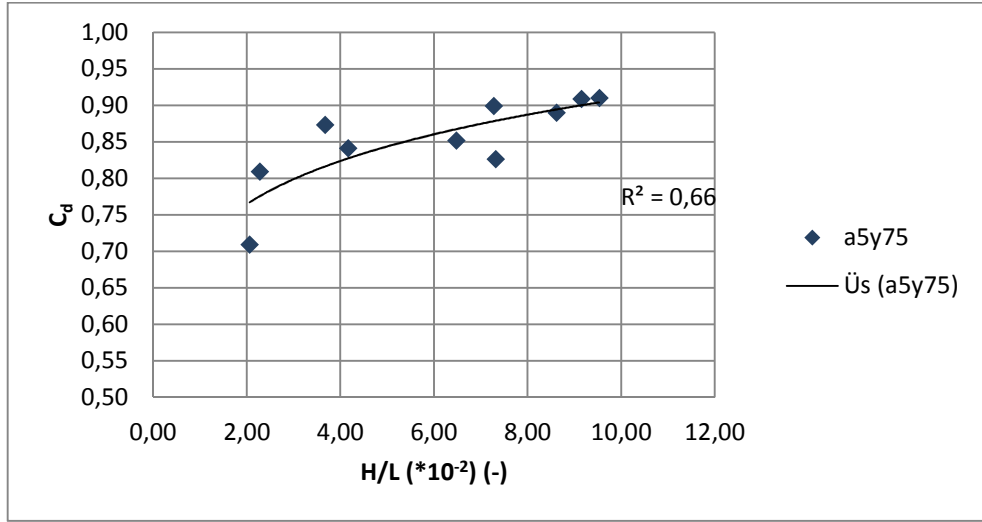
Şekil 4.44-4.53'te verilen grafikler Sönümle katsayısı (C_d)'nın dalga dikliği (H/L) ile değişimini göstermektedir.



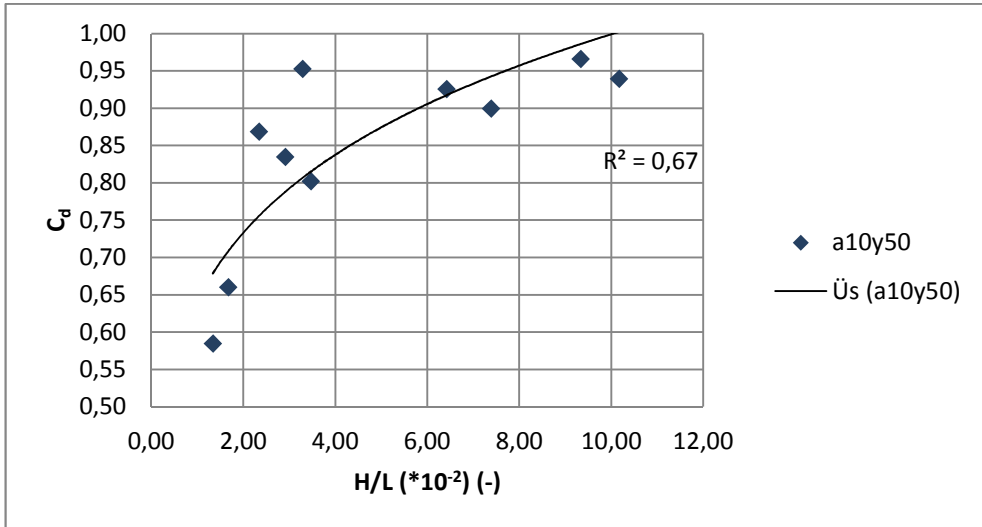
Şekil 4.44: a5y50 pozisyonu için C_d - H/L değişimi.



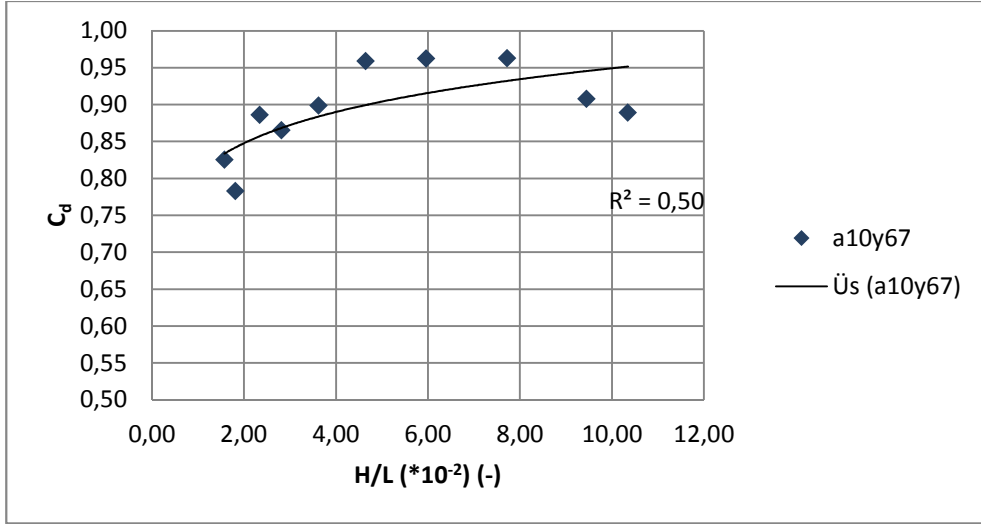
Şekil 4.45: $a5y67$ pozisyonu için C_d-H/L değişimi.



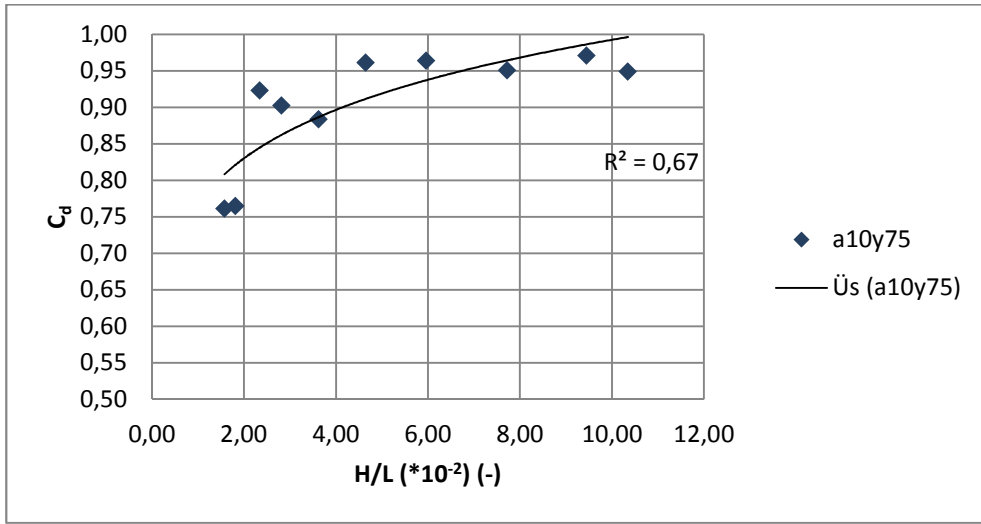
Şekil 4.46: $a5y75$ pozisyonu için C_d-H/L değişimi.



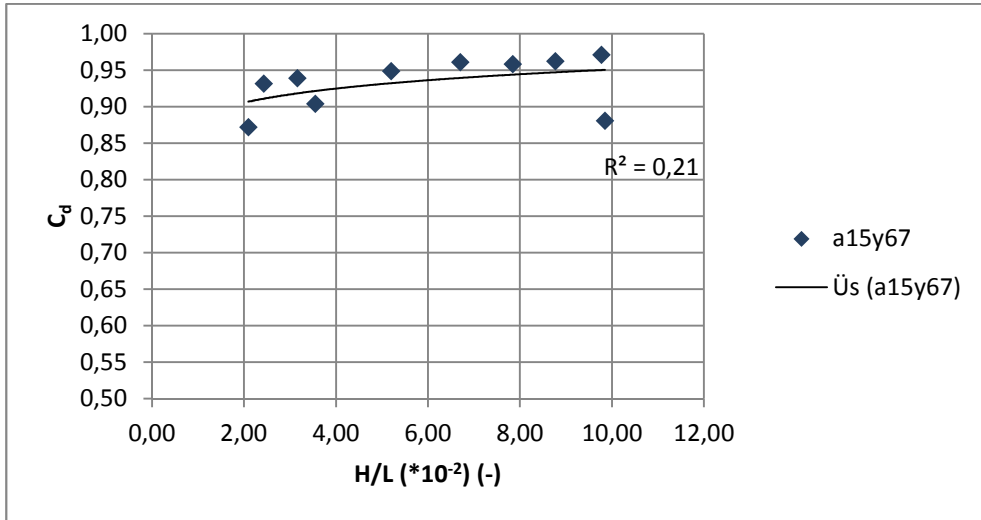
Şekil 4.47: $a10y50$ pozisyonu için C_d-H/L değişimi.



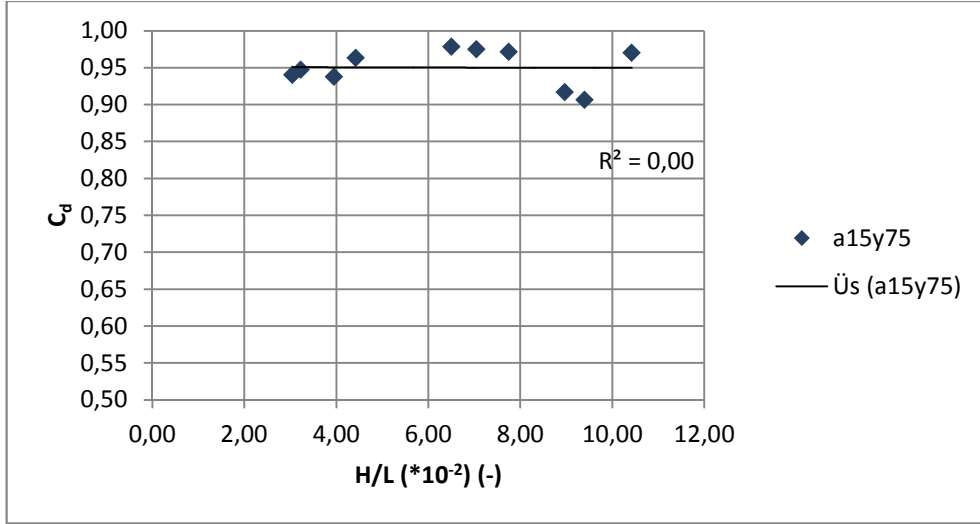
Şekil 4.48: $a10y67$ pozisyonu için C_d - H/L değişimi.



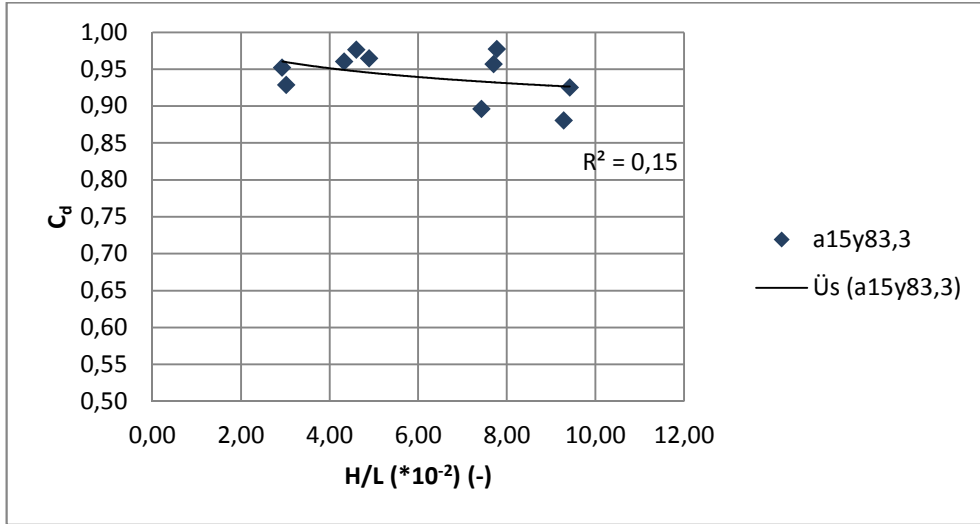
Şekil 4.49: $a10y75$ pozisyonu için C_d - H/L değişimi.



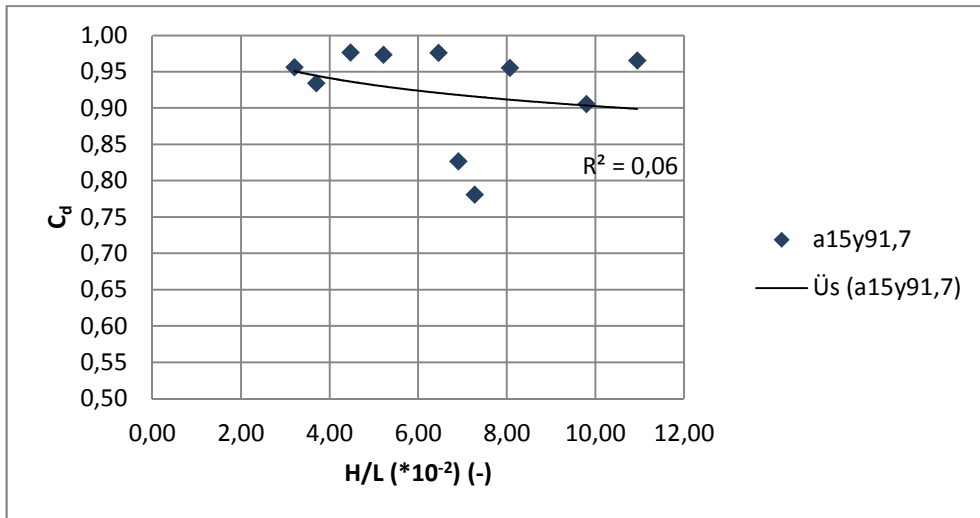
Şekil 4.50: $a15y67$ pozisyonu için C_d - H/L değişimi.



Şekil 4.51: $a15y75$ pozisyonu için C_d - H/L değişimi.



Şekil 4.52: $a15y83,3$ pozisyonu için C_d - H/L değişimi.



Şekil 4.53: $a15y91,7$ pozisyonu için C_d - H/L değişimi.

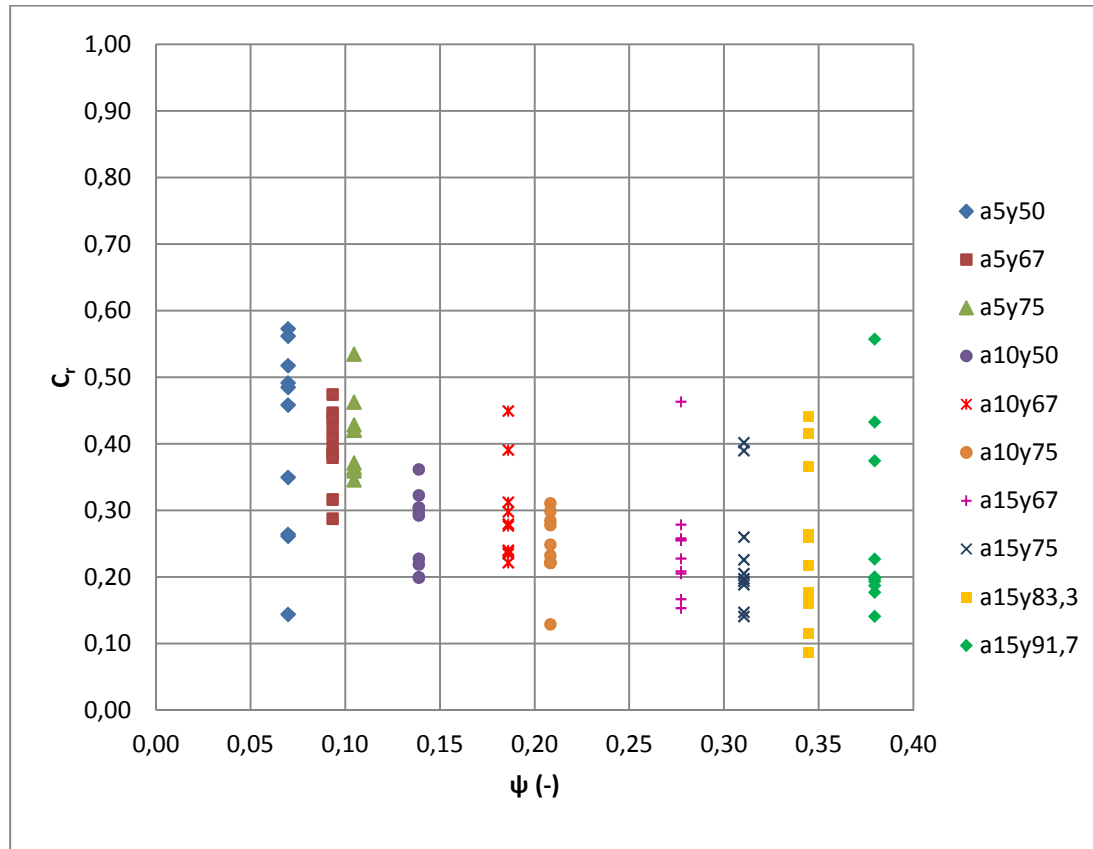
4.1.2 Geometrik Parametreler'in Performansa Etkisi

4.1.2.1 Yansıma katsayısı (C_r)'nın ψ ile değişimi

Deneylerde modelin düşey batıklığının (ne kadar derine indiğinin) (h_I) yansıyan dalga yüksekliğini doğrudan etkilediği görülmüş ve bu durumun incelenmesi için ψ boyutsuz parametresi türetilmiştir. (3.4)

Şekil 4.54'te verilen grafikte C_r ve ψ arasındaki ilişki incelenmiştir. Grafikte her bir pozisyon bir ψ değeri tarafından karakterize edilmekte bu pozisyonların her biri için 10 deney dalgasının hesaplanan iletim katsayısı (C_r) değerleri değişimi görülmektedir. Arşılaştırılmalarından aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir,

- Plakanın sakin su seviyesinden daha derine indiği (ψ 'nin büyüdüğü) pozisyonlar için dalgalar $a=5^\circ$ ve $a=10^\circ$ 'lik pozisyonlarda belirgin olmasa da daha az yansıma eğilimi göstermekte; $a=15^\circ$ pozisyonlarında ise ilişki terse dönerek, yansıma batıklık arttıkça (ψ büyüdükçe) kısmen artmaktadır.
- Dalgakıranın farklı geometrileri için elde edilen yansıma katsayıları merteye olarak birbirilerine yakındır.



Şekil 4.54: Farklı pozisyonlara ait ψ değerleri için C_r değerleri karşılaştırması.

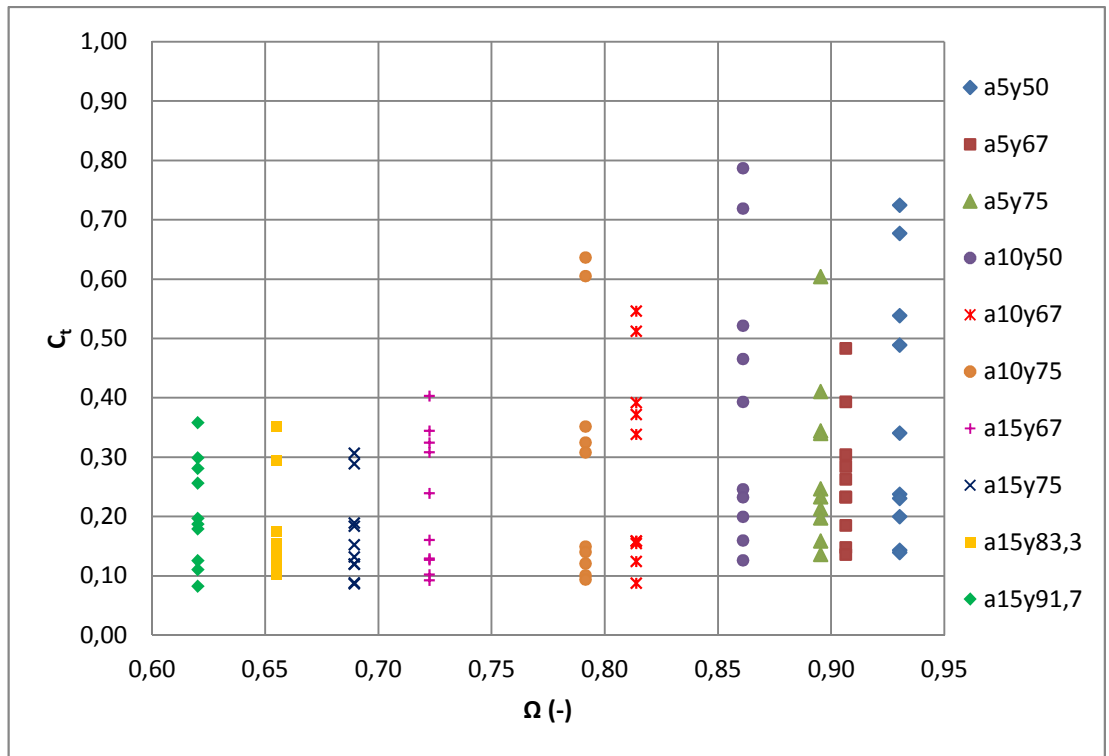
4.1.2.2 İletim katsayısı (C_t)'nın Ω ile değişimi

Modelin düşeyde kapatmadığı derinliğin (modelin en alt noktası ile taban arası mesafe) (h_2) model arkasına geçen dalga yüksekliğini nasıl etkilediğinin görülmesi amacıyla Ω parametresi türetilmiştir. (3.5)

Şekil 4.55'te her bir pozisyonu karakterize eden Ω değeri için 10 deney dalgasının hesaplanan iletim katsayısı (C_t) değerleri değişimi görülmektedir.

Analizlerden göstermiştir ki;

Ω parametresinin küçüldüğü modelin daha dik ($a=15^\circ$) pozisyonlarında, iletim katsayısı (C_t) modelin daha batık pozisyonları için belirgin şekilde azalmaktadır. Bunun fiziksel anlamı modelin daha dik pozisyonlarında dalgakıran arkasında geçen dalga yüksekliği daha azdır. Bu sonucu doğuran asıl önemli etken h_2 (Taban ile plakanın en alt noktası arasındaki uzaklık)'nin azalmasıdır. h_2 azaldıkça plakanın altından iletilen dalga enerjisi azalmaktadır.



Şekil 4.55: Farklı pozisyonlara ait Ω değerleri için C_t değerleri karşılaştırması.

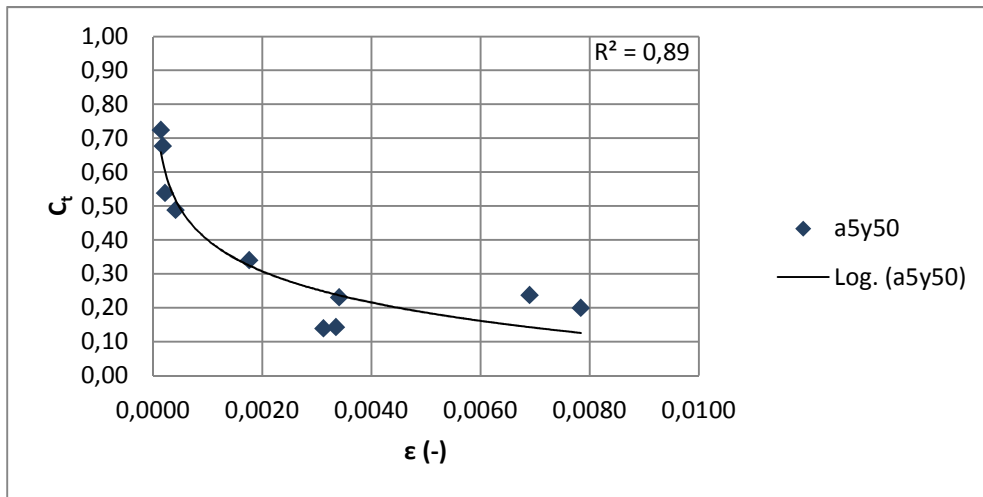
4.1.3 Boyutlandırma parametreleri

4.1.3.1 İletim katsayısı (C_t)'nın ε ile değişimi

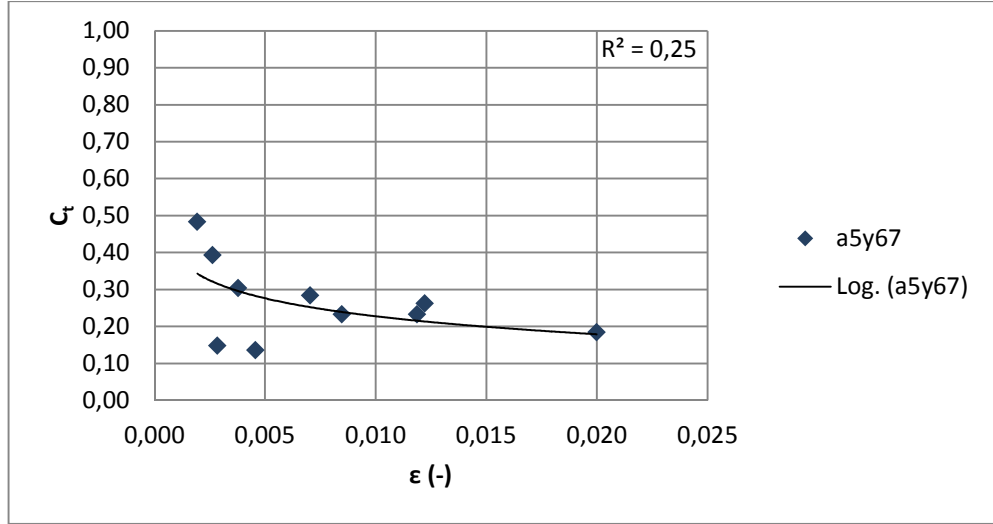
Değerlendirmeler çerçevesinde dalga ve EİP'nin özelliklerini birarada parametre dahilinde ifade etmek amacıyla bir ε boyutsuz parametresi (3.6) tanımlanmıştır. ε ile C_t arasında bulunan ilişki Şekil 4.56-4.65'te verilen grafiklerde görülebilmektedir. Aşağıdaki denklemde pay dalgaya, payda yapıya ait özellikleri karakterize etmektedir.

Şekil 4.80-4.89'da verilen grafiklerde görülmektedir ki,

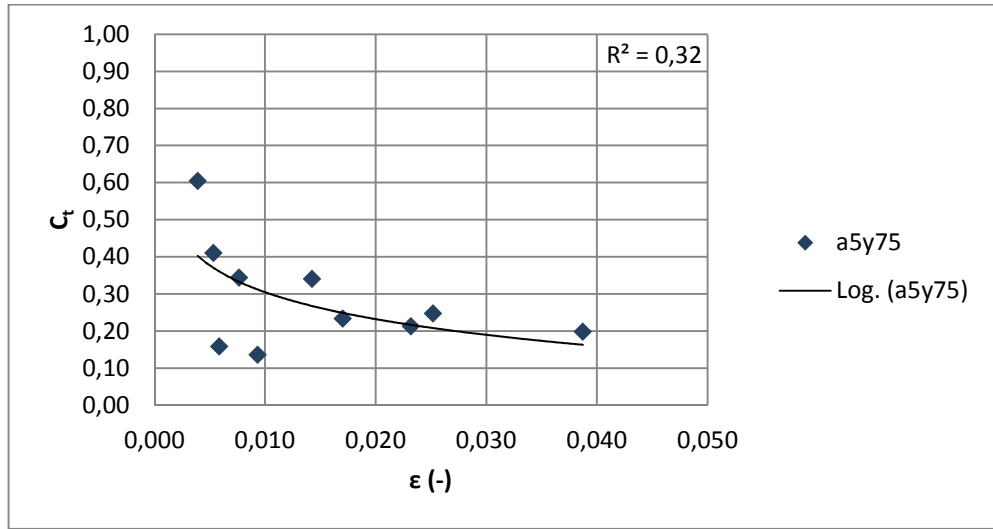
- Türetilen ε parametresi ile C_t arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır.
- ε 'un artan değerleri için C_t azalma eğilimindedir. Yani ε değerinin daha büyük hesaplandığı durumlarda dalgakıran daha yüksek performansla çalışmaktadır.
- Yapısal tasarımda bu durum dikkate alınarak ε maksimize edilmelidir.



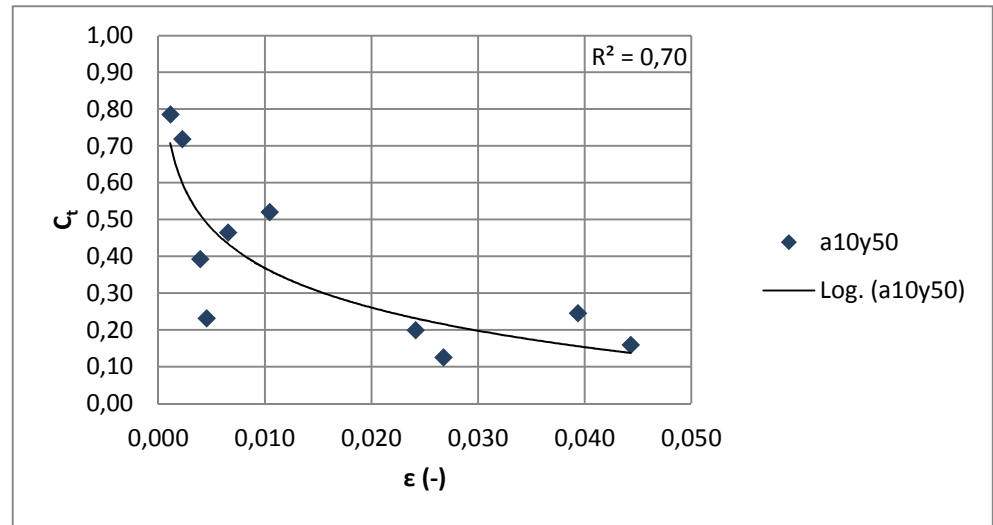
Şekil 4.56: $a5y50$ pozisyonu için C_t - ε değişimi.



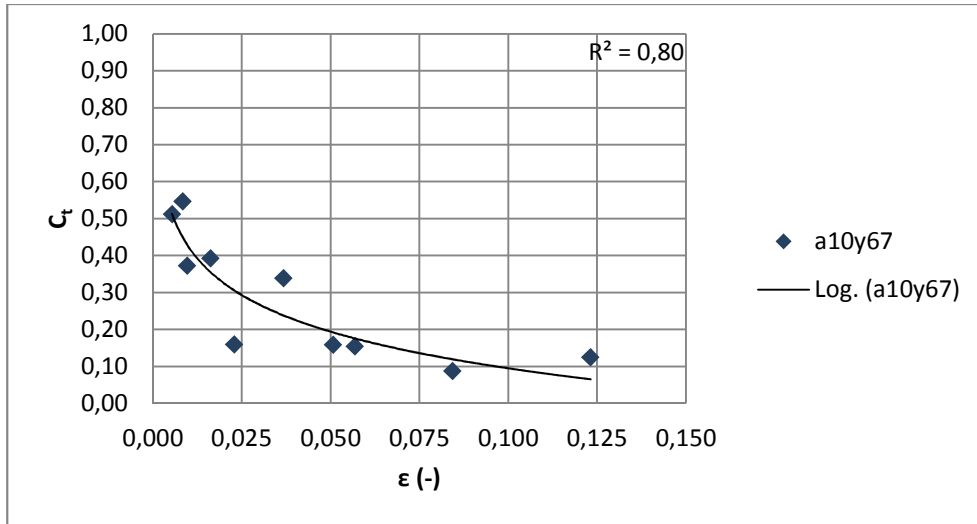
Şekil 4.57: $a5y67$ pozisyonu için C_r - ϵ değişimi.



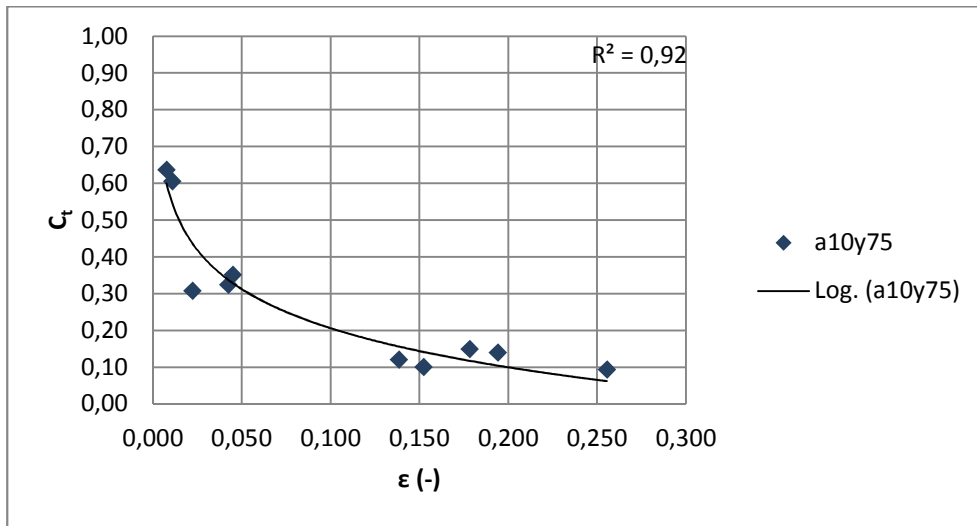
Şekil 4.58: $a5y75$ pozisyonu için C_r - ϵ değişimi.



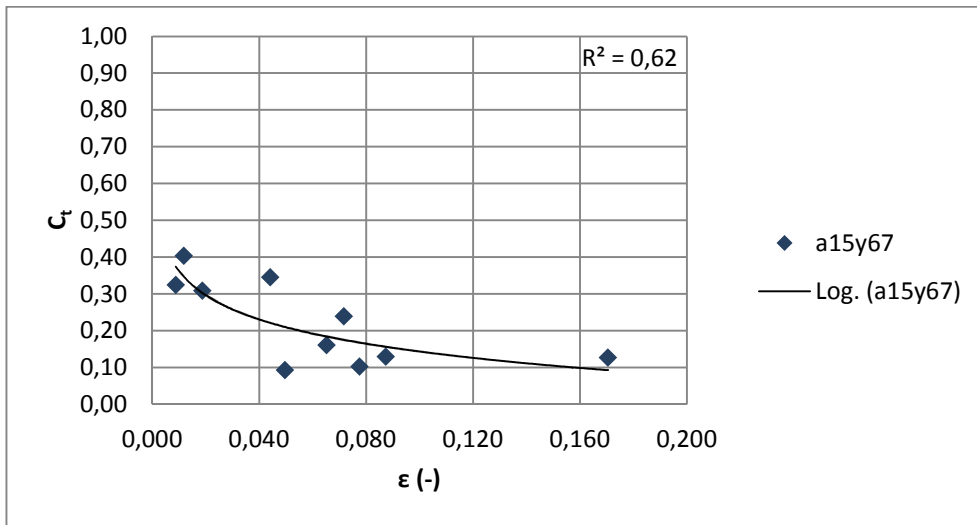
Şekil 4.59: $a10y50$ pozisyonu için C_r - ϵ değişimi.



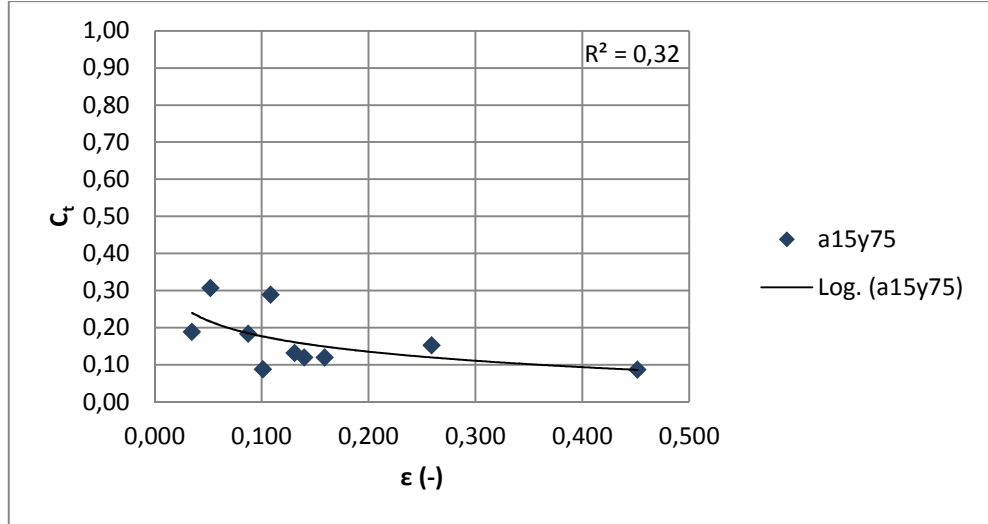
Şekil 4.60: $a10y67$ pozisyonu için C_r - ϵ değişimi.



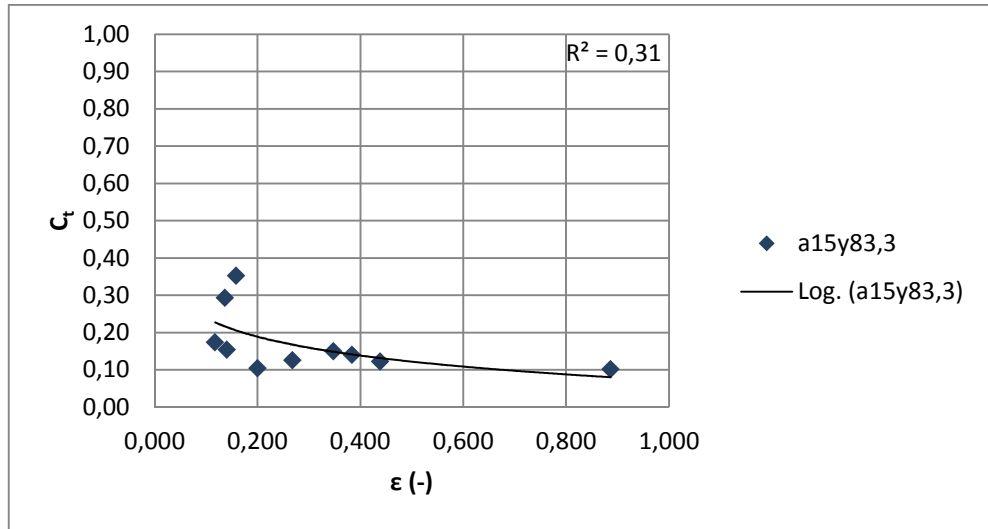
Şekil 4.61: $a10y75$ pozisyonu için C_r - ϵ değişimi.



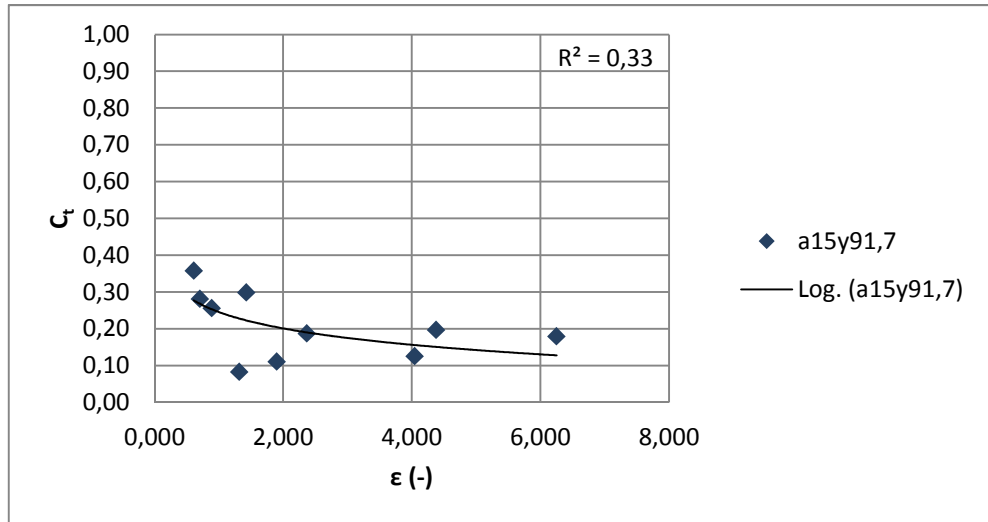
Şekil 4.62: $a15y67$ pozisyonu için C_r - ϵ değişimi.



Şekil 4.63: $a15y75$ pozisyonu için C_r - ϵ değişimi.



Şekil 4.64: $a15y83,3$ pozisyonu için C_r - ϵ değişimi.



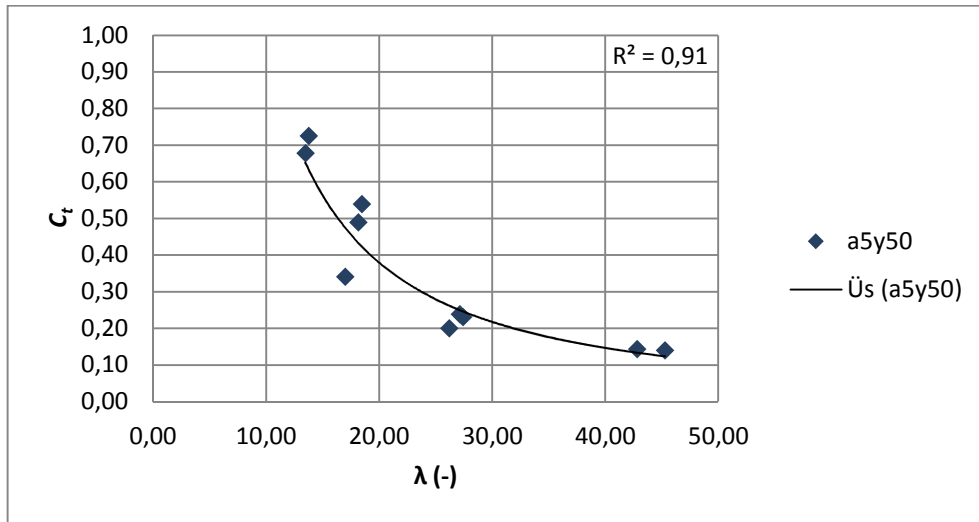
Şekil 4.65: $a15y91,7$ pozisyonu için C_r - ϵ değişimi.

4.1.3.2 İletim katsayısı (C_t)'nın λ ile değişimi

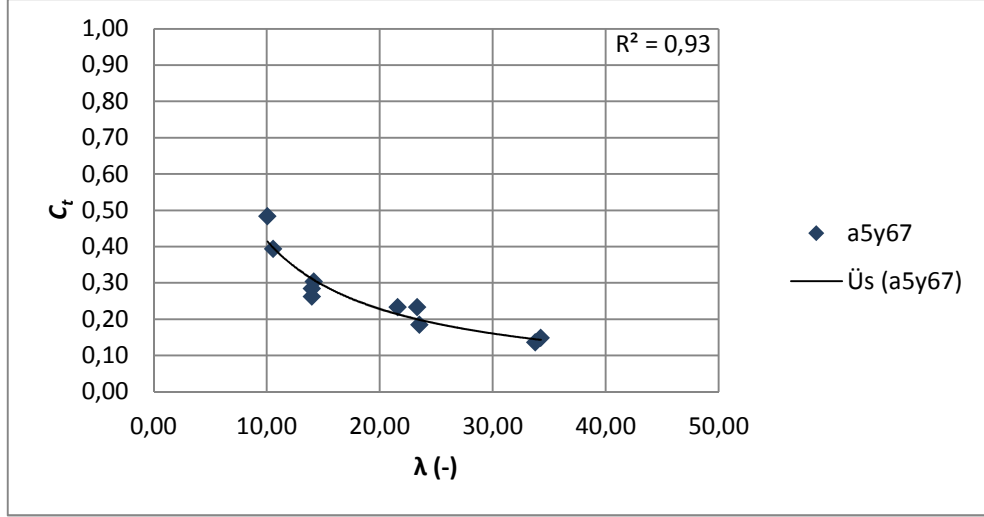
Dalga boyu ve modelin su üzerinde kalan kısmını değerlendirmeye katmak amacıyla tanımlanan λ boyutsuz parametresi (3.7) ile C_t arasındaki ilişki aşağıda Şekil 4.66-4.75'te sunulan grafiklerde görülmektedir. $C_t - \lambda$ arasında bulunan güçlü ilişki *a15p83,3* ve *a15p91,7* pozisyonlarında kaybolmuş, değerler saçılım şeklini almıştır. Bunun nedeni bu pozisyonlarda L_s 'nin çok küçük değerler alması ve mekanizmaya etki edemez hale gelmesidir.

Grafiklerde görülmektedir ki,

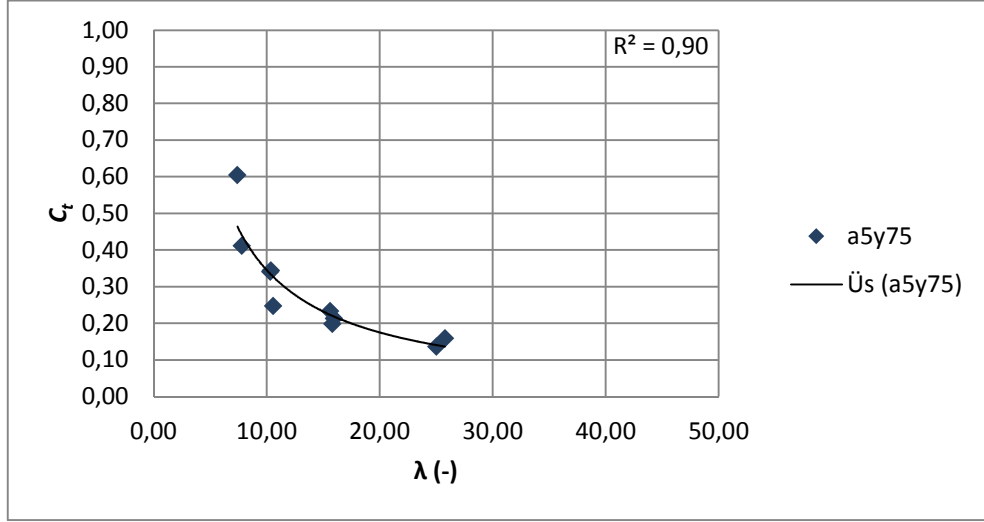
- λ parametresi ile C_t arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır.
- λ 'nın artan değerleri için C_t azalma eğilimindedir. Yani λ değerinin daha büyük hesaplandığı durumlarda dalgakıran daha yüksek performansla çalışmaktadır.
- a15p83,3* ve *a15p91,7* pozisyonlarında C_t ile λ arasındaki ilişki kaybolmuş, değerler saçılım halini almıştır. l_f 'in bu pozisyonlarda değerinin çok küçülerek etkisini yitirmesi, değerlerin bir eğilim çizgisi göstermek yerine belli bir değer aralığına yığılmasına neden olmuştur.



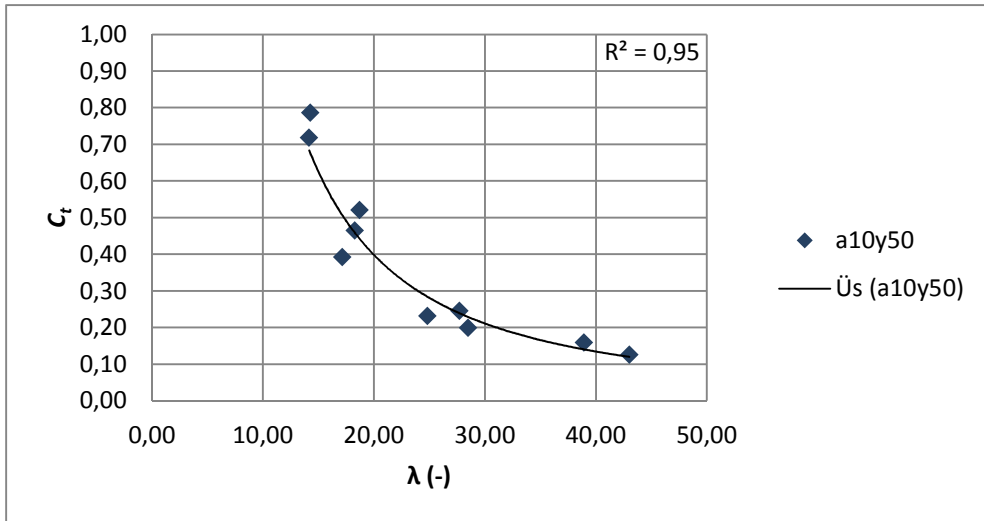
Şekil 4.66: *a5y50* pozisyonu için C_t - λ değişimi.



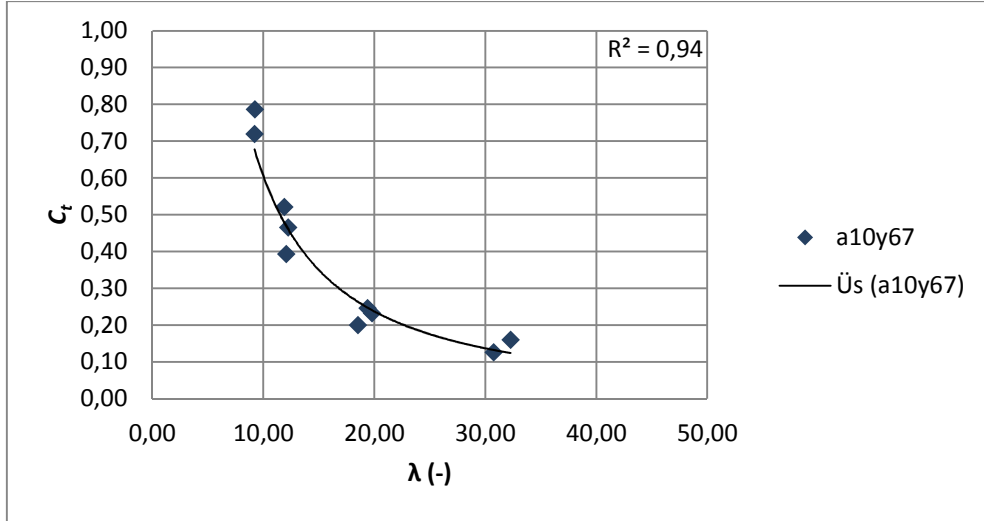
Şekil 4.67: $a5y67$ pozisyonu için C_t - λ değişimi.



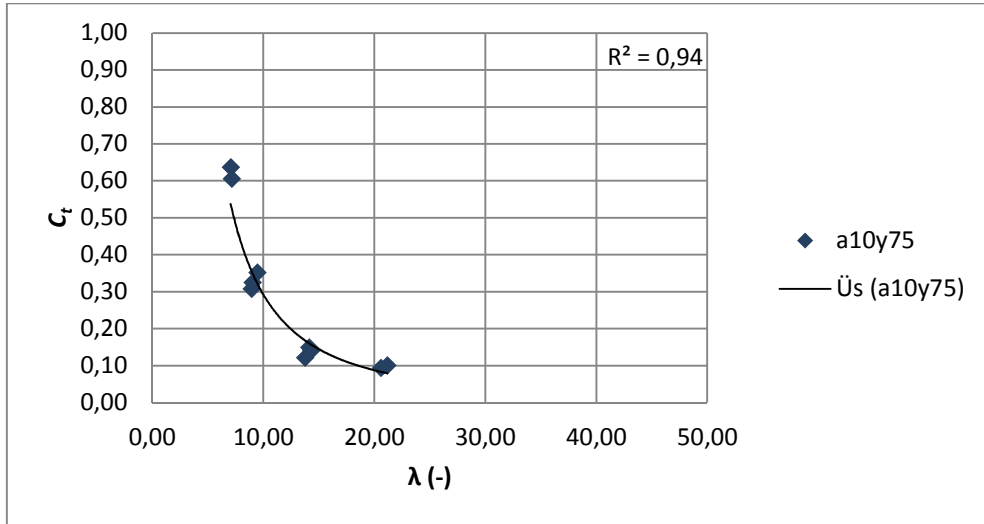
Şekil 4.68: $a5y75$ pozisyonu için C_t - λ değişimi.



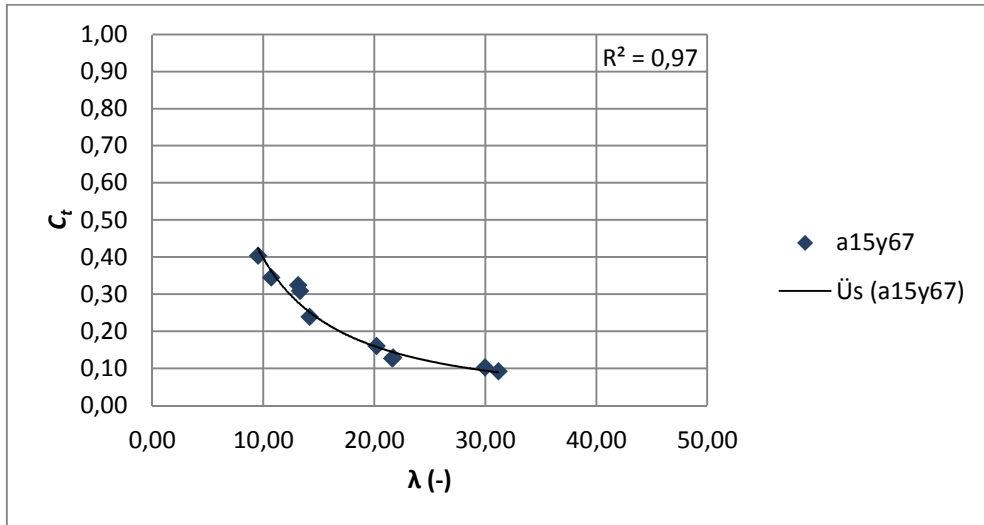
Şekil 4.69: $a10y50$ pozisyonu için C_t - λ değişimi.



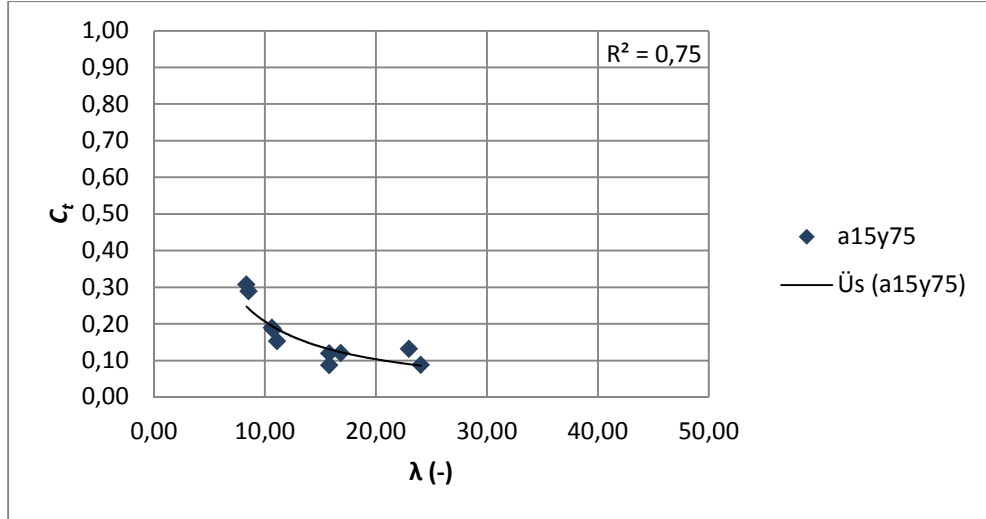
Şekil 4.70: $a10y67$ pozisyonu için C_r - λ değişimi.



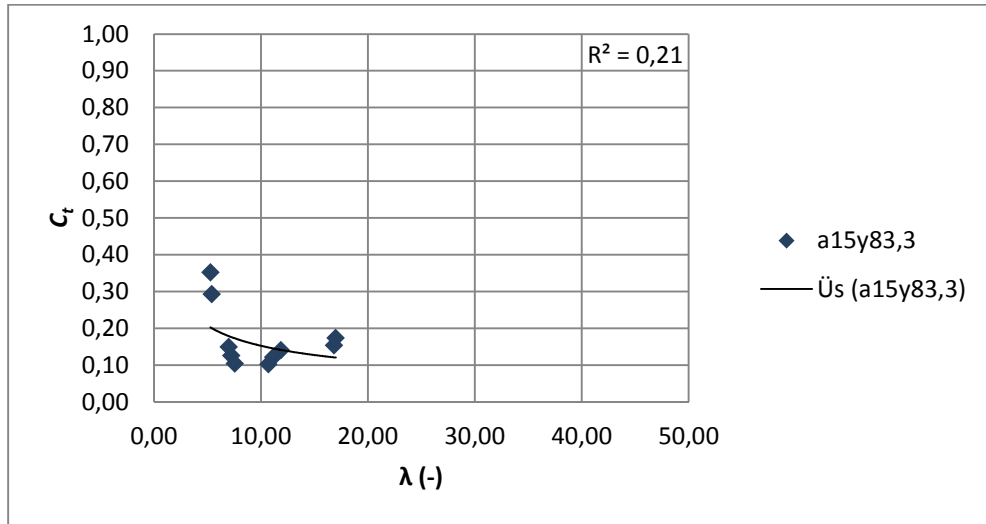
Şekil 4.71: $a10y75$ pozisyonu için C_r - λ değişimi.



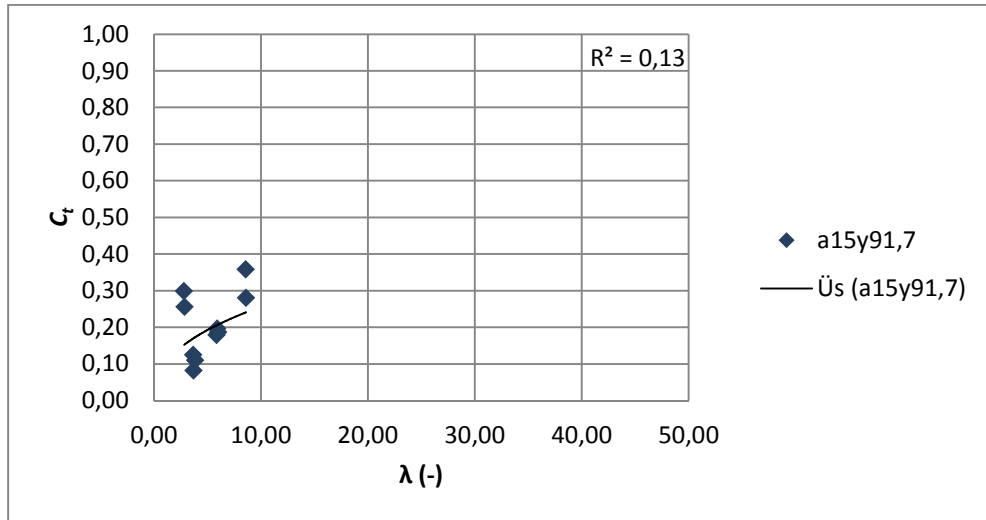
Şekil 4.72: $a15y67$ pozisyonu için C_r - λ değişimi.



Şekil 4.73: $a15y75$ pozisyonu için C_r - λ değişimi.



Şekil 4.74: $a15y83,3$ pozisyonu için C_r - λ değişimi.



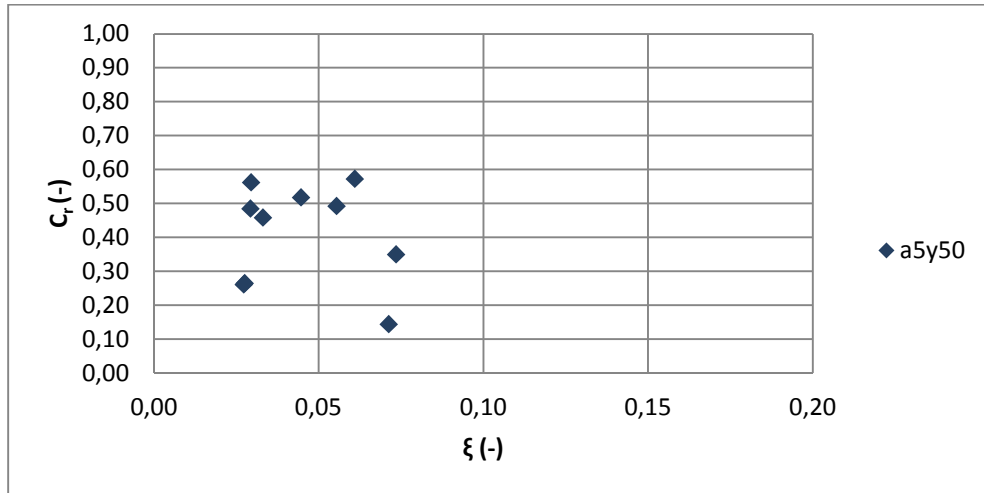
Şekil 4.75: $a15y91,7$ pozisyonu için C_r - λ değişimi.

4.1.3.3 Yansıma katsayısı (C_r)'nın ξ ile değişimi

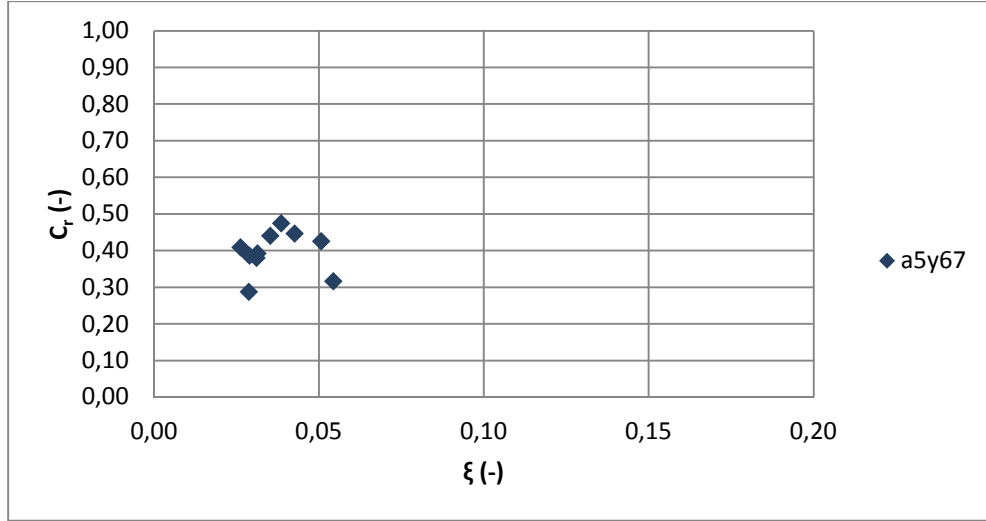
Modelin açısı, dalga yüksekliği ve dalga boyunun etkisinin değerlendirilmesi amacıyla C_r 'nin Sörf Parametresi (ξ) (*Iribarren Number* ya da *Surf Similarity Parameter*) (3.8) ile değişimi incelenmiştir. ξ 'nin azalan değerleri için C_r artma eğilimi göstermekte ancak bu durum net bir eğilim çizgisi şeklinde değil, saçılım şeklinde düzensiz olmaktadır.

Şekil 4.76-4.85'de verilen grafiklerde görülmektedir ki,

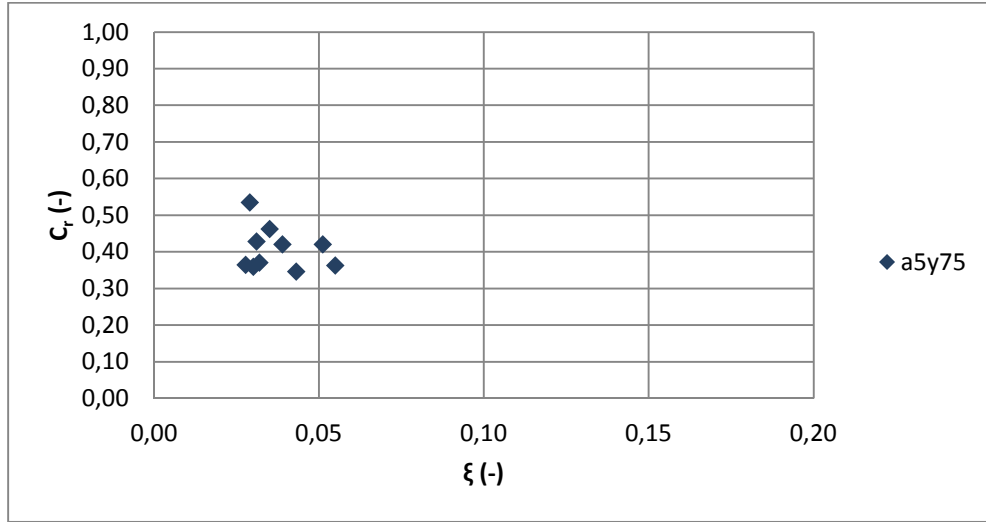
- 5° açılı pozisyonlarda net bir eğilim görülmemekte, değerlerin tamamı dar bir bantta yer almaktadır.
- 10° ve 15° açılı pozisyonlarda ilişki daha görülür bir hal almaktadır. Her ne kadar bu zayıf bir ilişki olsa da 5° açılı pozisyonlara göre daha düzenli şekilde dağılmaktadır. ξ 'nin azalan değerleri için yansıma katsayısı (C_r) artma eğilimi göstermektedir.
- Bu sonuçlar, yansıma katsayısı (C_r)'nın dalga özelliklerinden ziyade yapısal özelliklere bağlı olduğunu göstermektedir.



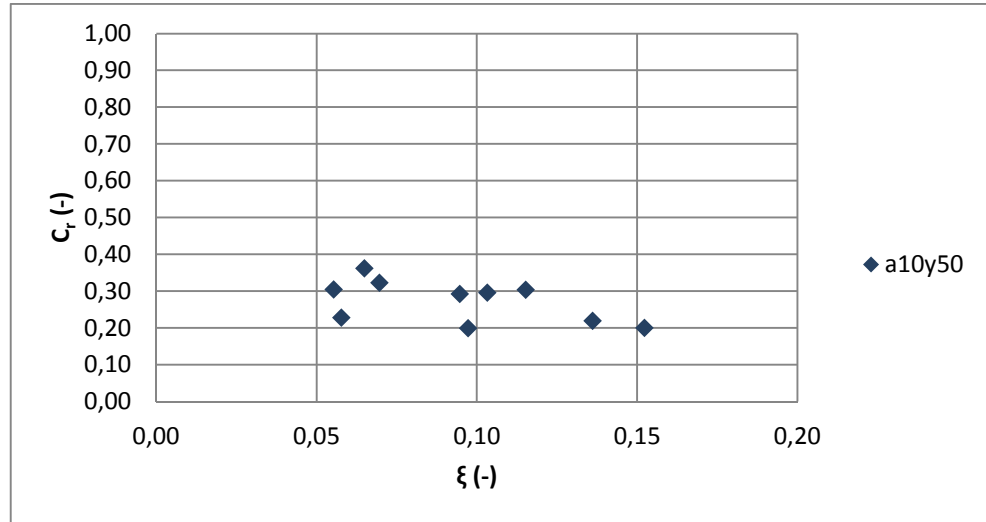
Şekil 4.76: a5y50 pozisyonu için C_r - ξ değişimi.



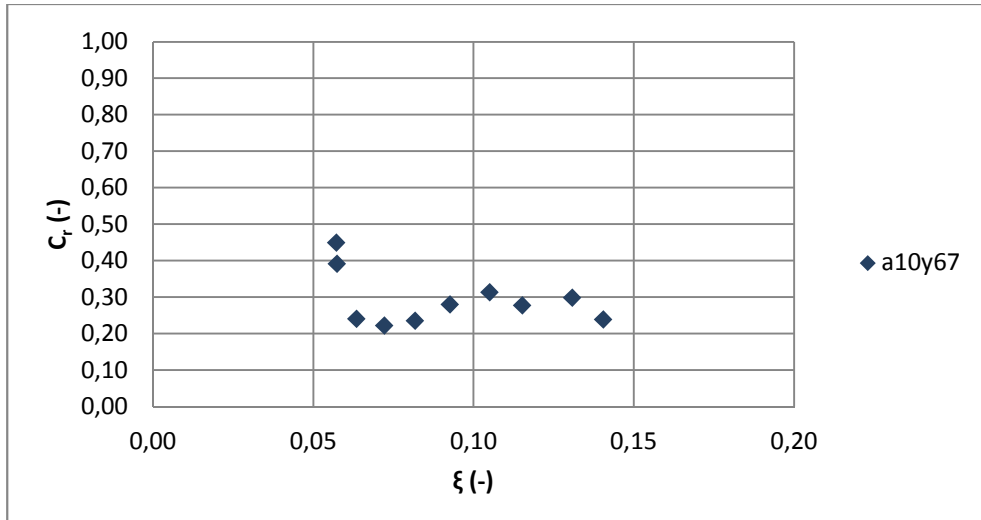
Şekil 4.77: *a5y67* pozisyonu için C_r - ξ değişimi.



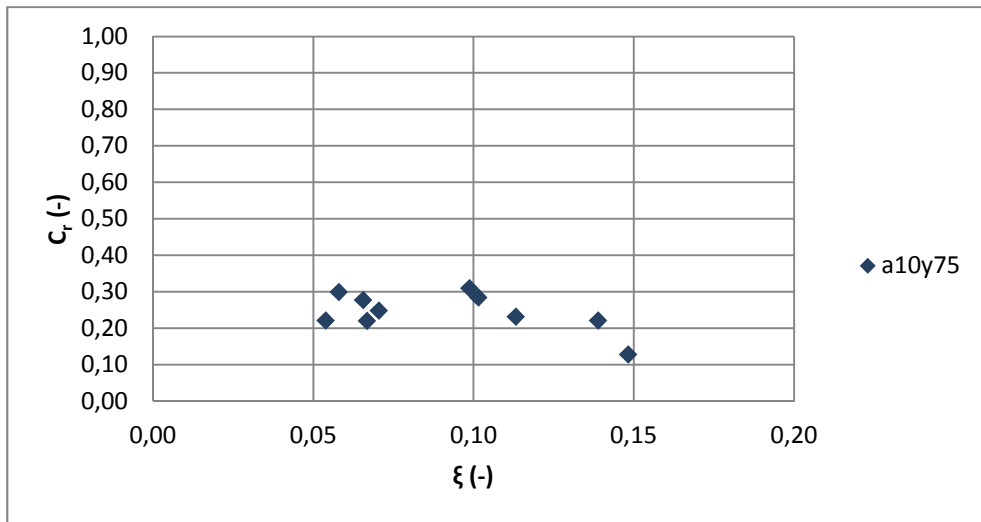
Şekil 4.78: *a5y75* pozisyonu için C_r - ξ değişimi.



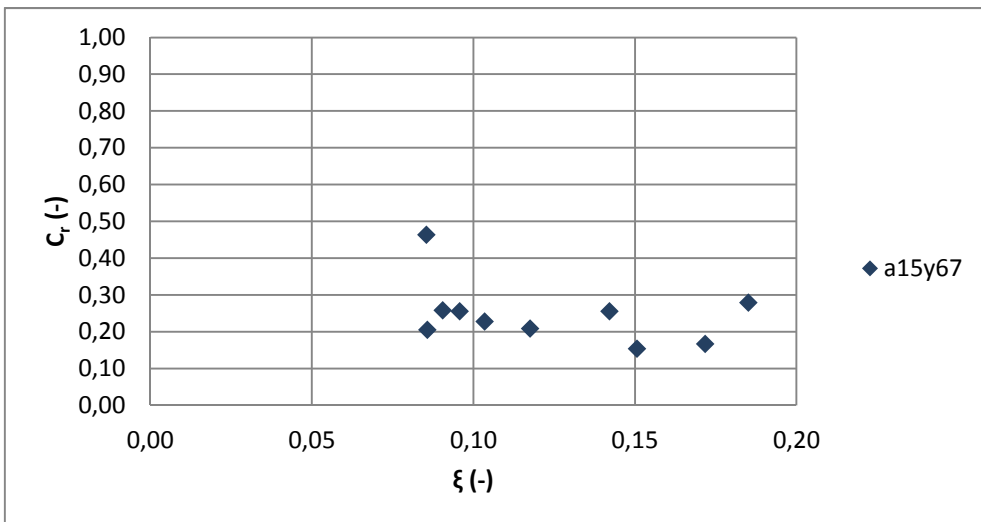
Şekil 4.79: *a10y50* pozisyonu için C_r - ξ değişimi.



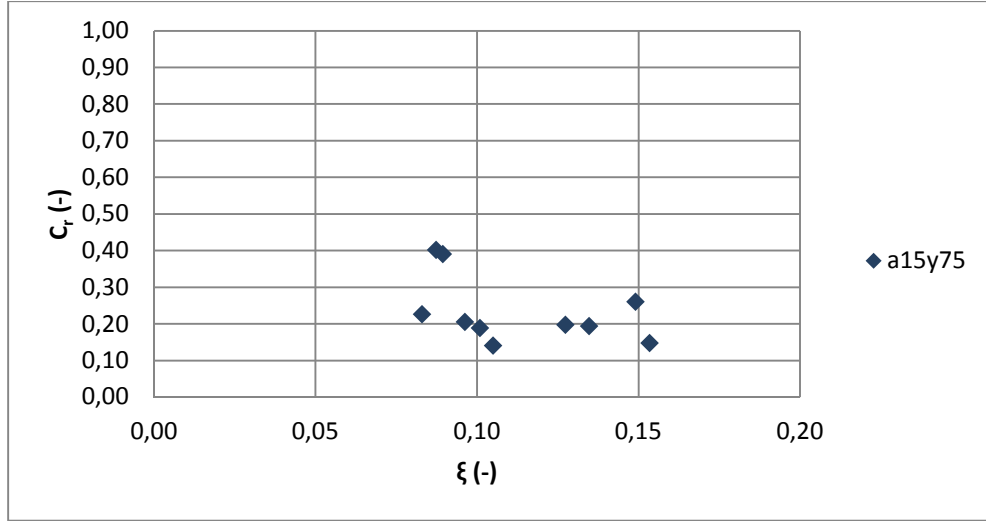
Şekil 4.80: *a10y67* pozisyonu için C_r - ξ değişimi.



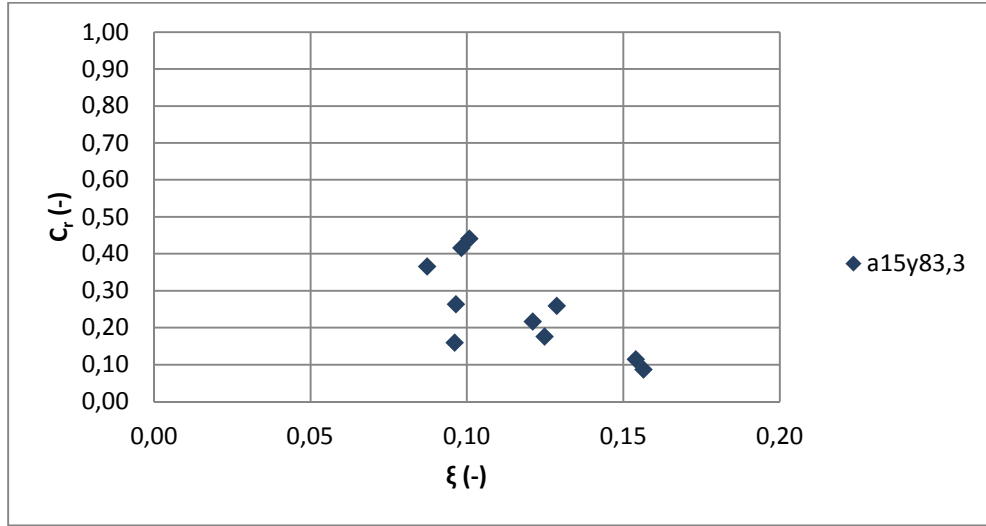
Şekil 4.81: *a10y75* pozisyonu için C_r - ξ değişimi.



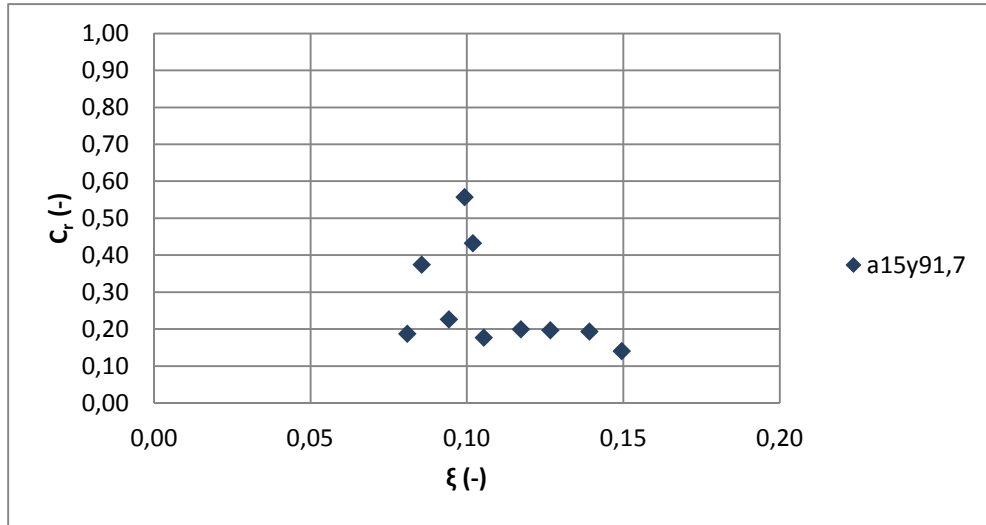
Şekil 4.82: *a15y67* pozisyonu için C_r - ξ değişimi.



Şekil 4.83: *a15y75* pozisyonu için C_r - ξ değişimi.



Şekil 4.84: *a15y83,3* pozisyonu için C_r - ξ değişimi.



Şekil 4.85: *a15y91,7* pozisyonu için C_r - ξ değişimi.

4.2 Hız Verileri'nin Analizi

4.2.1 Hız ve Enerji Parametreleri

4.2.1.1 Yatay hız bileşeninin derinlikle değişimi

Deney çerçevesinde modelin her iki tarafında da (deniz ve kara) sabit dalga koşulları ($H=7,5$ cm ve $T=0,8$ sn) altında hız ölçümleri yapılmıştır. Ölçümlerde elde edilen yatay orbital hız-zaman serilerinden minimum (dalga ilerleme yönünün tersi) ve maksimum (dalga ilerleme yönünde) hız genliği değerleri ayıklanmış ve bunların ortalamaları alınarak o seriye ait karakteristik u_{min} ve u_{maks} değerleri elde edilmiştir.

Yatay hız bileşeninin derinlikle değişimini gösterir grafikler; yapılan tüm ölçümlerin ve ilgili bölümde Box Plot yöntemiyle irdelenecek serilerin görüldüğü¹ Şekil 4.86-4.88'de ve sadeleştirilmiş hallerinin görüldüğü Şekil 4.89-4.91'de verilmiştir. Her grafikte modelin farklı bir pozisyonu için deniz ve kara taraflarında yapılan ölçümler karşılaştırmalı olarak görülmektedir.

Burada;

u Min Açık Deniz: Modelin deniz tarafında yapılan yatay hız ölçümlerinin minimum genliklerinin ortalaması,

u Maks Açık Deniz: Modelin kara tarafında yapılan yatay hız ölçümlerinin maksimum genliklerinin ortalaması,

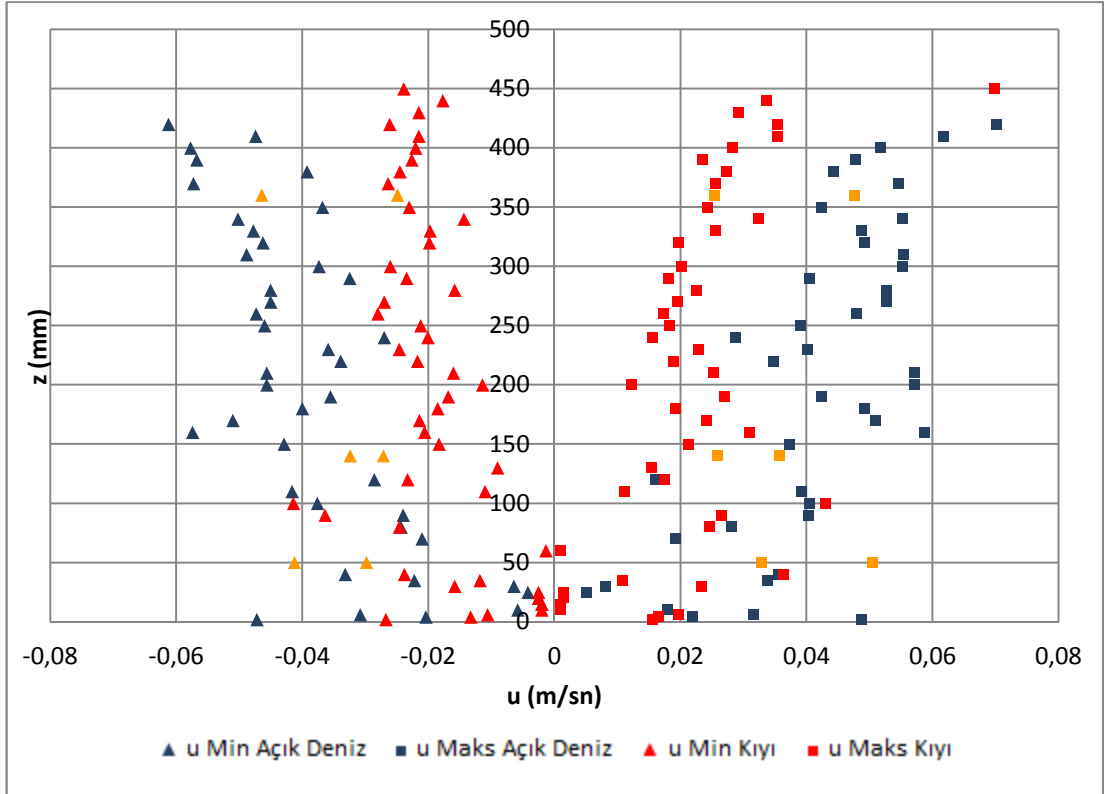
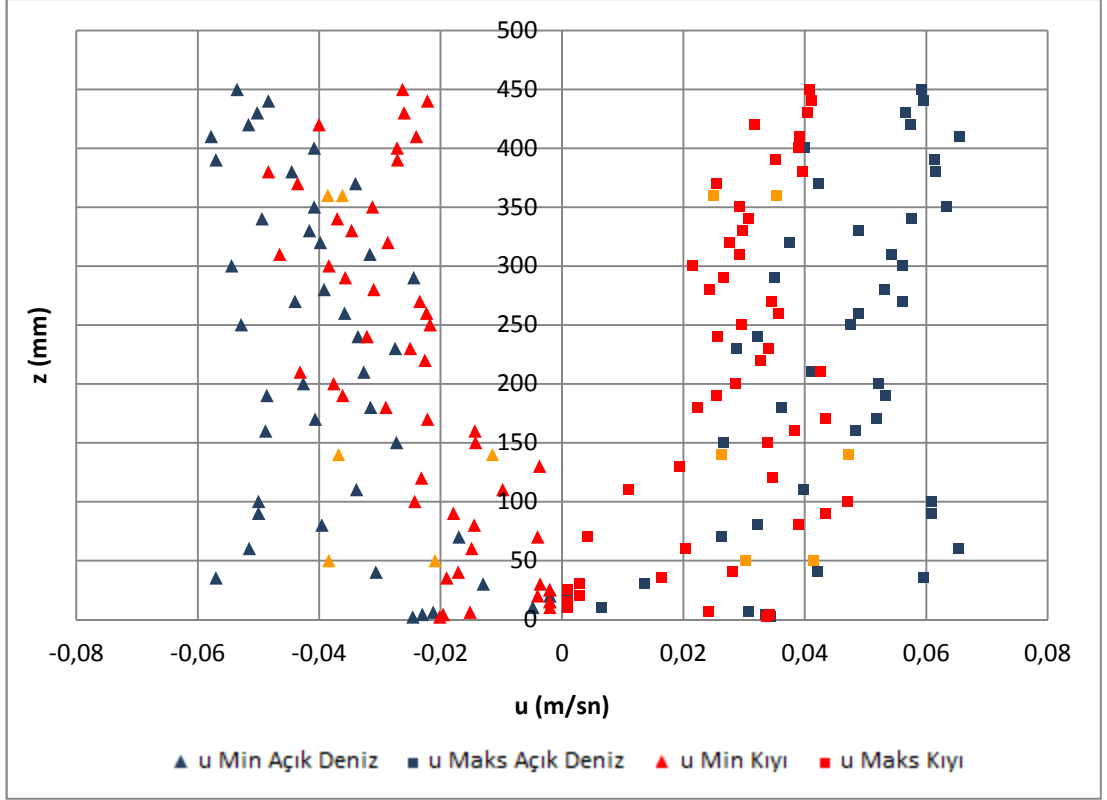
u Min Kıyı: Modelin kara tarafında yapılan yatay hız ölçümlerinin minimum genliklerinin ortalaması,

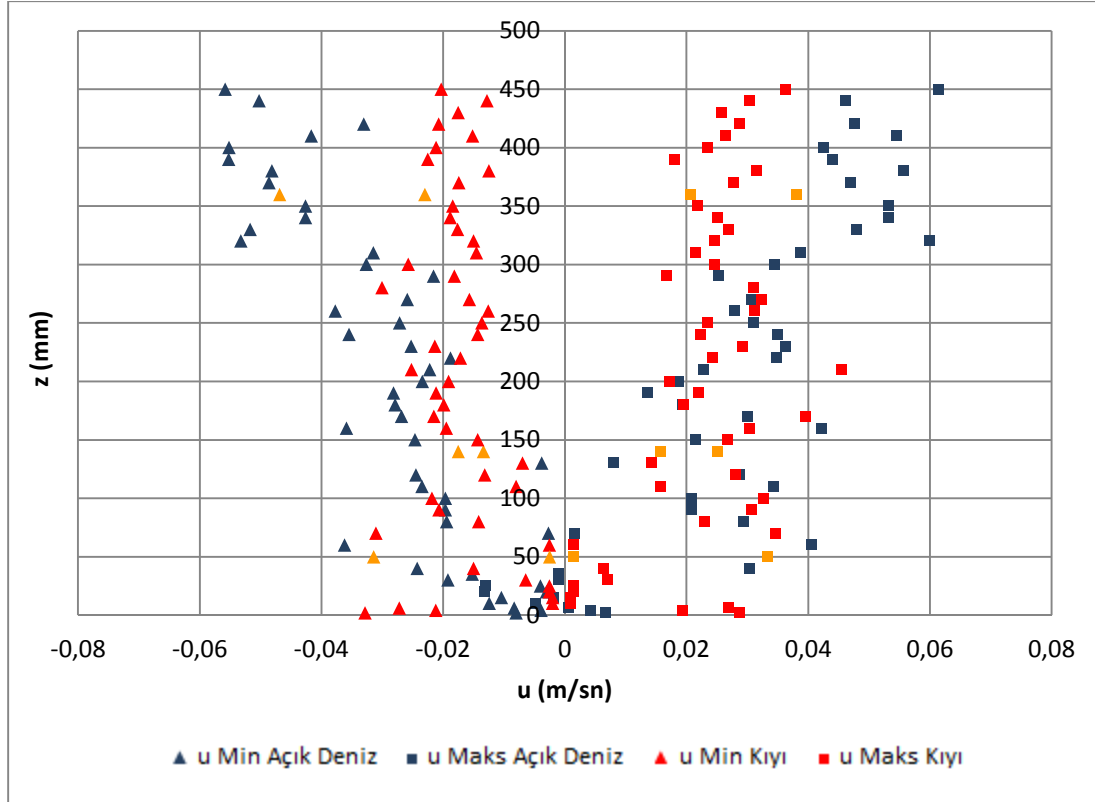
u Maks Kıyı: Modelin kara tarafında yapılan yatay hız ölçümlerinin maksimum genliklerinin ortalamasıdır.

Şekil 4.86-4.91'de verilen grafiklerden anlaşılmaktadır ki:

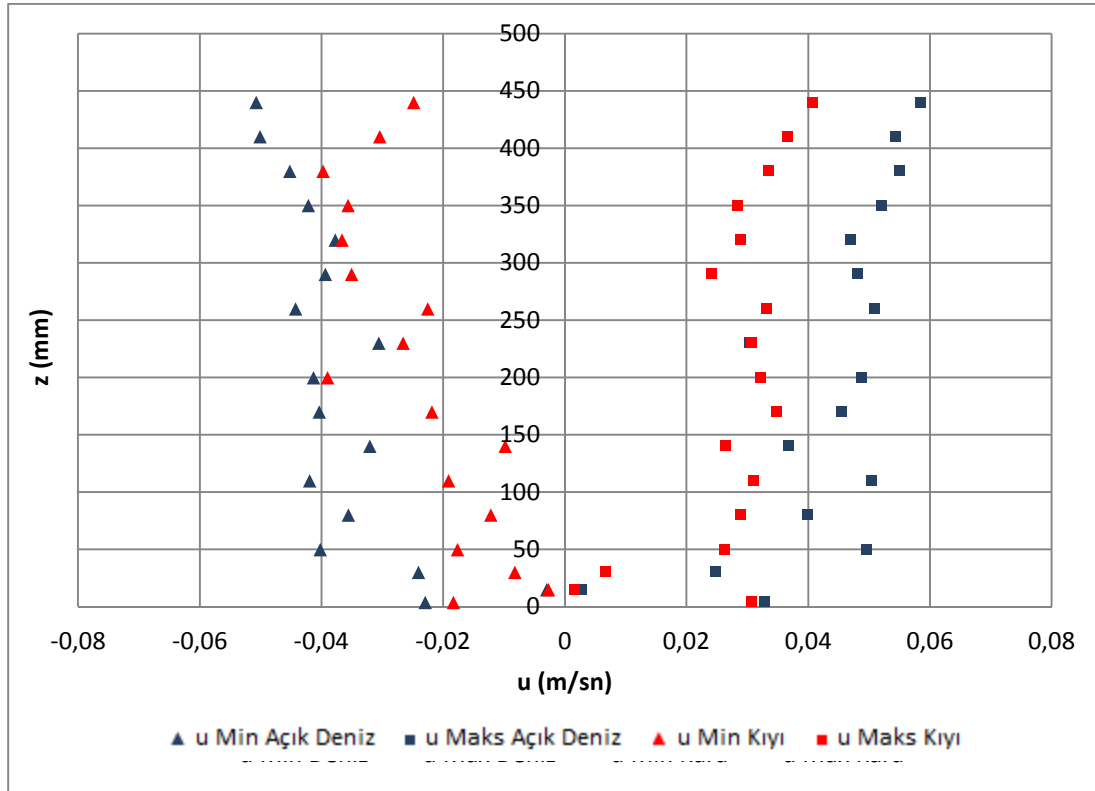
- Deniz tarafında ölçülen hızlar kara tarafında ölçülen hızlara göre bariz biçimde daha büyüktür.
- Bekleneceği üzere orbital hız tabana yaklaştıkça azalmaktadır.
- Modelin sağladığı fayda yüzeyde daha belirgindir zira orbital yörüngeleri EİP'nin etkisiyle deformasyona uğramaktadır.
- Dalgakıran modeli dalga hızını belirgin şekilde azaltmaktadır.

¹ Bu grafiklerde sarı renk ile işaretlenen noktalara ait seriler Bölüm 4.2.4'te Box Plot yöntemi ile irdelenmiştir.

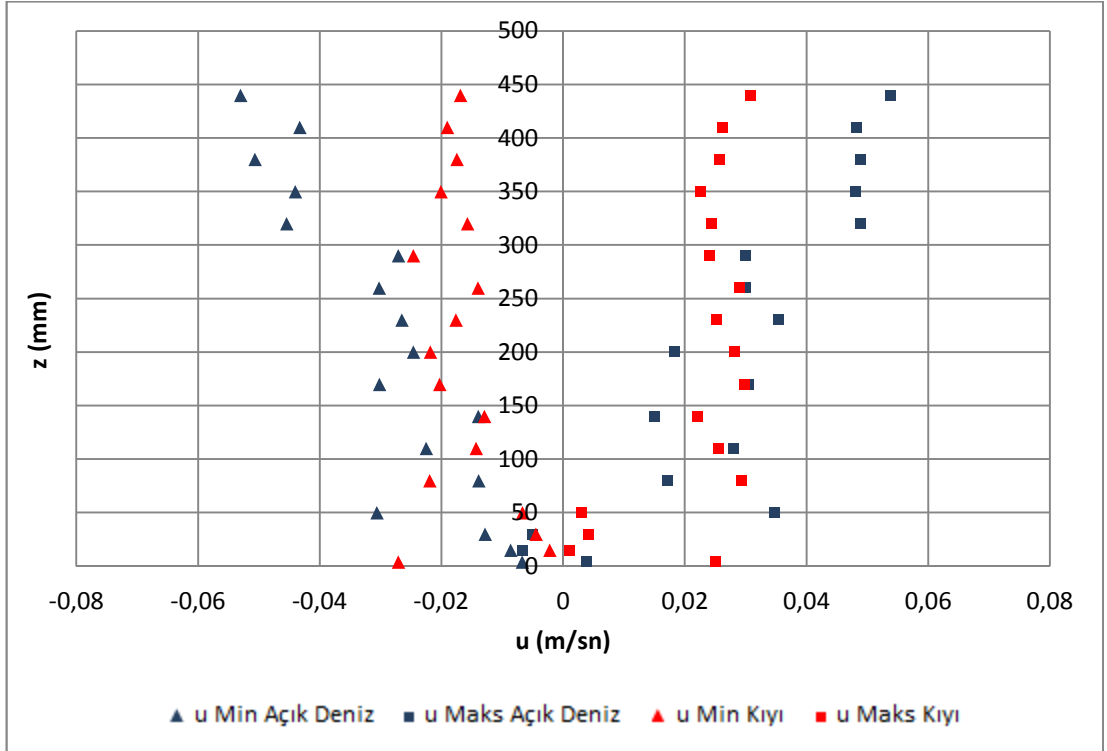
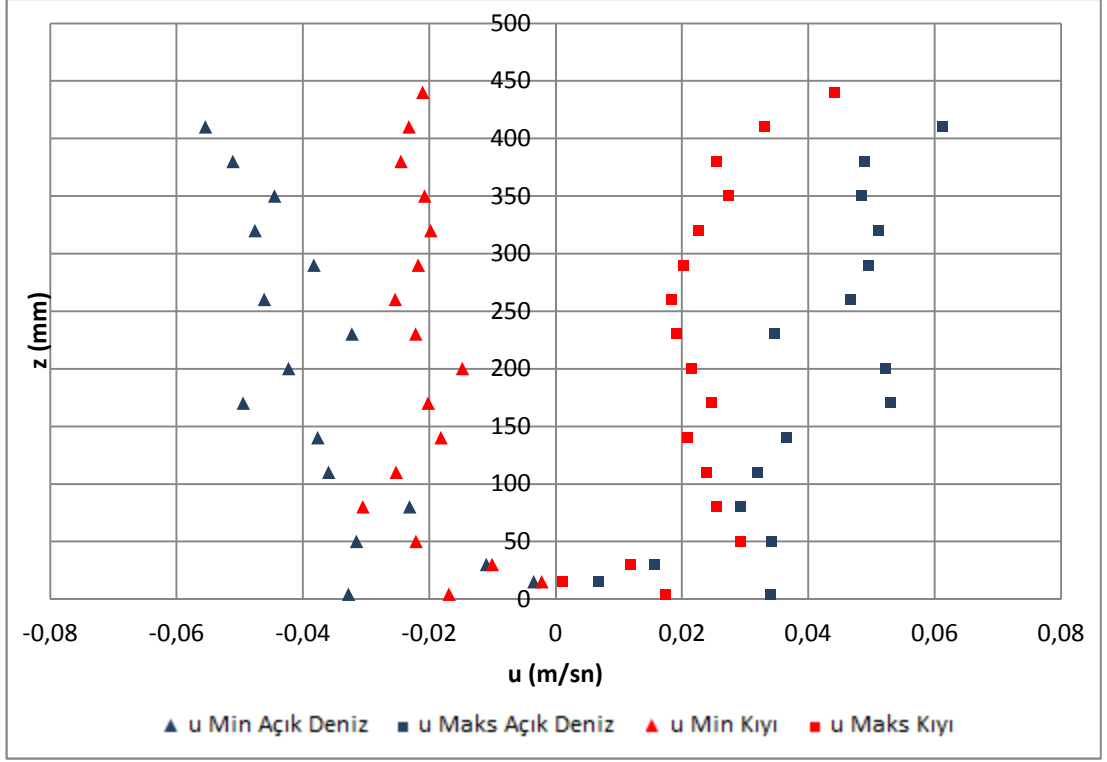




Şekil 4.88: $a15y67$ pozisyonu için yatay hız bileşeninin derinlikle değişimi (detaylı gösterim).



Şekil 4.89: $a5y67$ pozisyonu için yatay hız bileşeninin derinlikle değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).



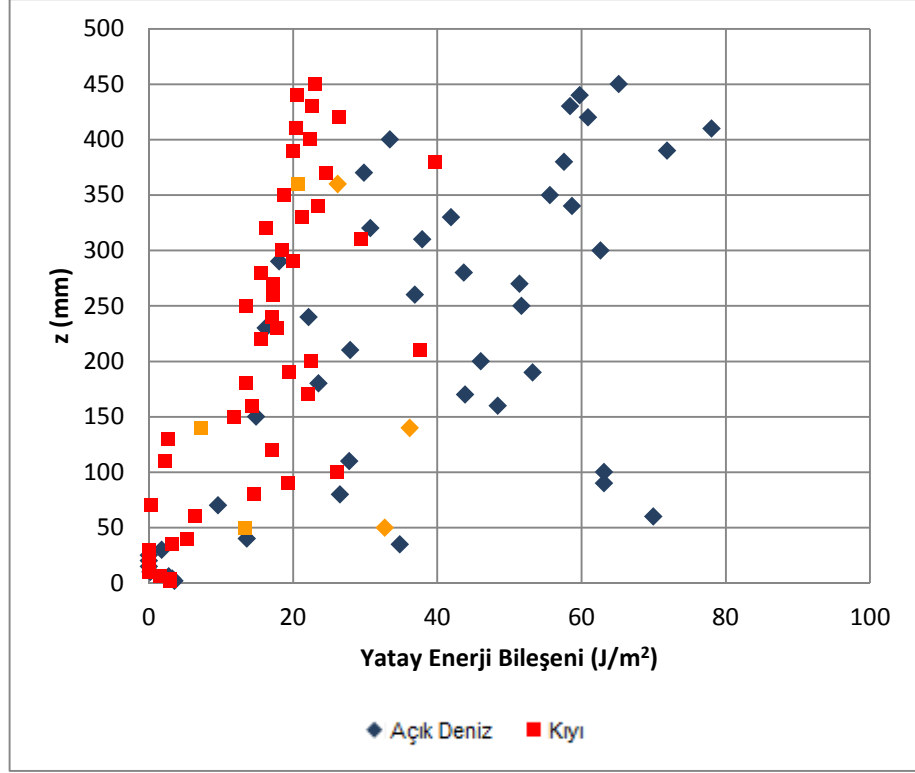
4.2.1.2 Yatay enerji bileşeninin boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi

Modelin dalga enerjisini sönümleme performansının değerlendirilmesi amacıyla, daha önce verilen kinetik enerji formülü (3.9) dalgakıranın deniz ve kara taraflarında ölçülen yatay hız değerleriyle (u) çözülmüş ve elde edilen sonuçlar Yatay Enerji Bileşeni'nin Derinlik'le değişimini gösteren grafikler Şekil 4.92-4.94'de verilmiş, verilen grafiklerde ilgili bölümde Box Plot yöntemiyle irdelenecek serilerin sarı renk ile gösterilmiştir.²

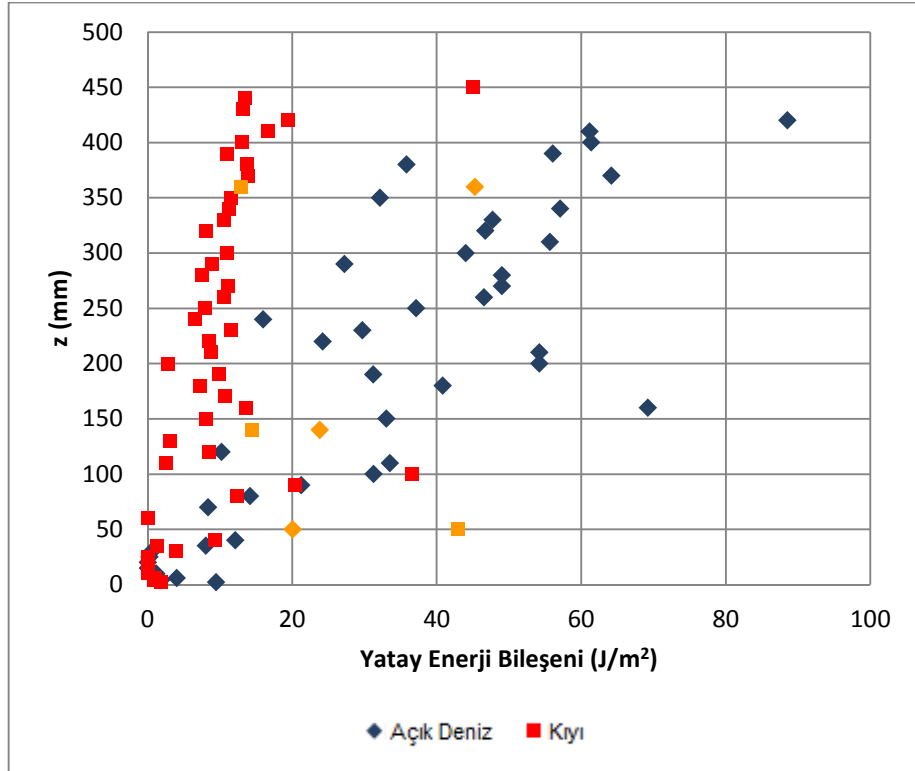
Şekil 4.92-4.94'te sunulan grafiklerde açıkça görülmektedir ki:

- i. Dalgakıran gelen dalganın enerjisini büyük ölçüde azaltmaktadır.
- ii. Kanal kesiti boyunca yüzeye doğru çıkıldıkça enerji sönümlenmesi artmaktadır. Dalgakıran yüzeyde daha aktif çalışmaktadır ki bu kısım dalga kinetik enerjisinin yüksek olduğu kısımdır.
- iii. EİP'nin daha dik pozisyonları daha yüksek performansla enerji sönümlemektedir.
- iv. Tabana yakın bölgede iletilen enerji ihmal edilebilecek kadar azdır.

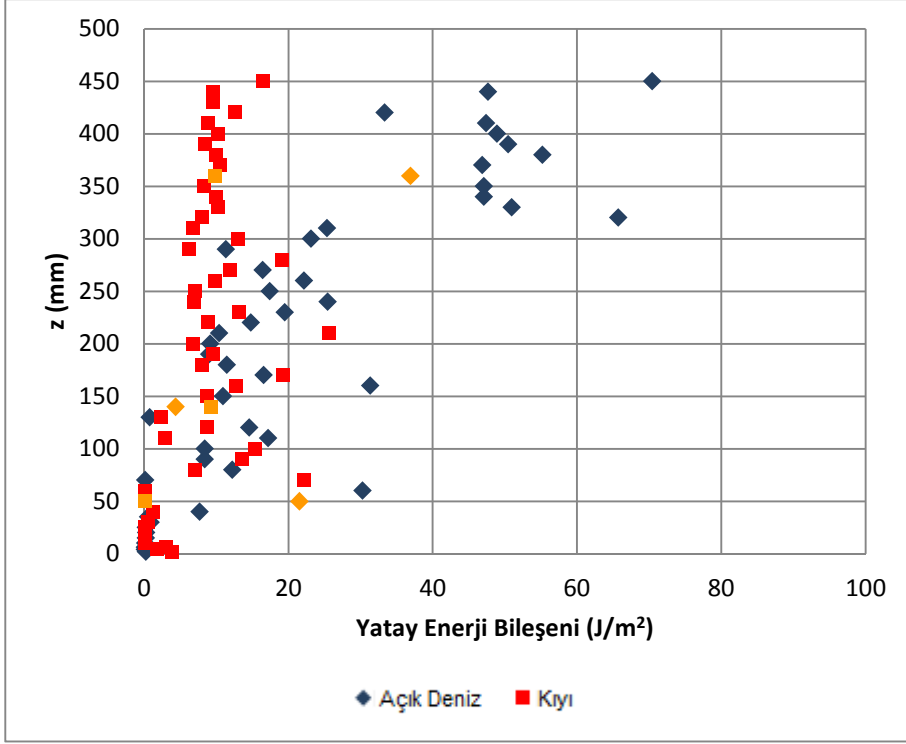
² Bu grafiklerde sarı renk ile işaretlenen noktalara ait seriler Bölüm 4.2.4'te Box Plot yöntemi ile irdelenmiştir.



Şekil 4.92: $a5y67$ pozisyonu için yatay enerji bileşeninin derinlikle değişimi (detaylı gösterim).



Şekil 4.93: $a10y67$ pozisyonu için yatay enerji bileşeninin derinlikle değişimi (detaylı gösterim).



Şekil 4.94: *a15y67* pozisyonu için yatay enerji bileşeninin derinlikle değişimi (detaylı gösterim).

4.2.1.3 Yatay hız bileşenindeki oransal değişimin boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi

Dalgakıran modelinin önünde (deniz tarafında) ve arkasında (kara tarafında) yapılan hız ölçümleri yapıldıktan sonra modelin performansının değerlendirilmesi amacıyla hız bileşenindeki değişim de incelenmiştir. Bunun için aşağıda verilen formül kullanılmış ve hızdaki değişimi oransal olarak ifade eden δ parametresi hesaplanmıştır. (3.10)

Min ve Maks hızlardaki oransal değişimin boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi Şekil 4.97-4.102’de verilen grafiklerde sunulmaktadır. Şekil 4.97-4.99’daki grafiklerde³ tüm ölçümler ve ilgili bölümde Box Plot yöntemiyle irdelenecek serilerin gösterildiği noktalar; Şekil 4.100-4.102’de ise sadeleştirilmiş halleri görülmektedir.

Şekil 4.97-4.102’de verilen grafikler göstermektedir ki,

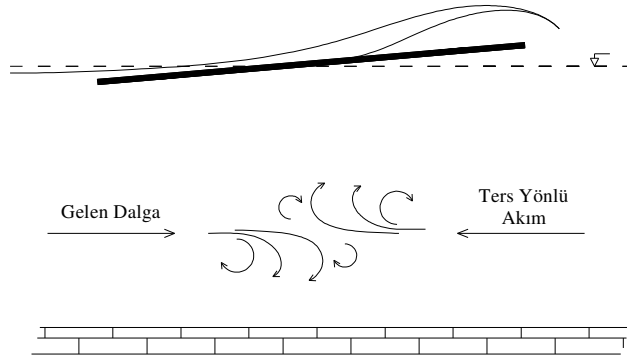
- Neredeyse tüm ölçümlerde parametre 0,5 etrafında değer aldığı, diğer bir deyişle

³ Bu grafiklerde sarı renk ile işaretlenen noktalara ait seriler Bölüm 4.2.4’te Box Plot yöntemi ile irdelenmiştir.

modelin arkasında ölçülen hız değerinde modelin önünde ölçülen değere göre %35-%75'lik (ortalama %50) bir azalma vardır. Gelen dalgada ölçülen hızlar modelin etkisiyle ortalama %50 oranında azalmıştır.

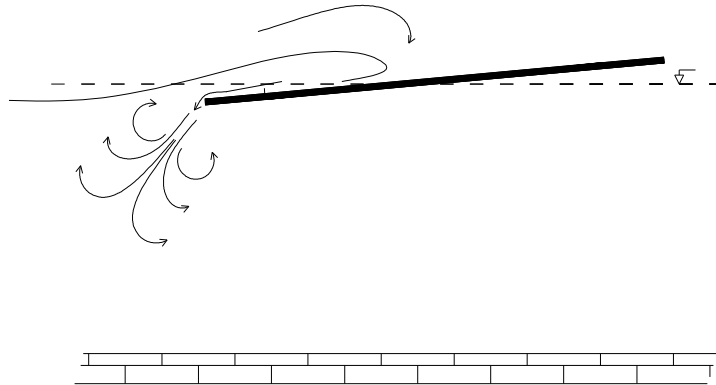
- b. *a/10* pozisyonunda $z/d=0,2$ ve *a/15* pozisyonunda $z/d=0,4$ değerleri civarında δ parametresinin negatif değerler aldığı gözlemlenmektedir. Bu modelin kara tarafında deniz tarafından daha yüksek hız ölçüldüğünü gösterir. Bu durumun sebeplerinin,

- I. *a/10* pozisyonunda plakanın altından geçen dalga ile plaka altında oluşan ters yönlü akımın karşılaşmasından doğan türbülans (Bkz Şekil 4.),

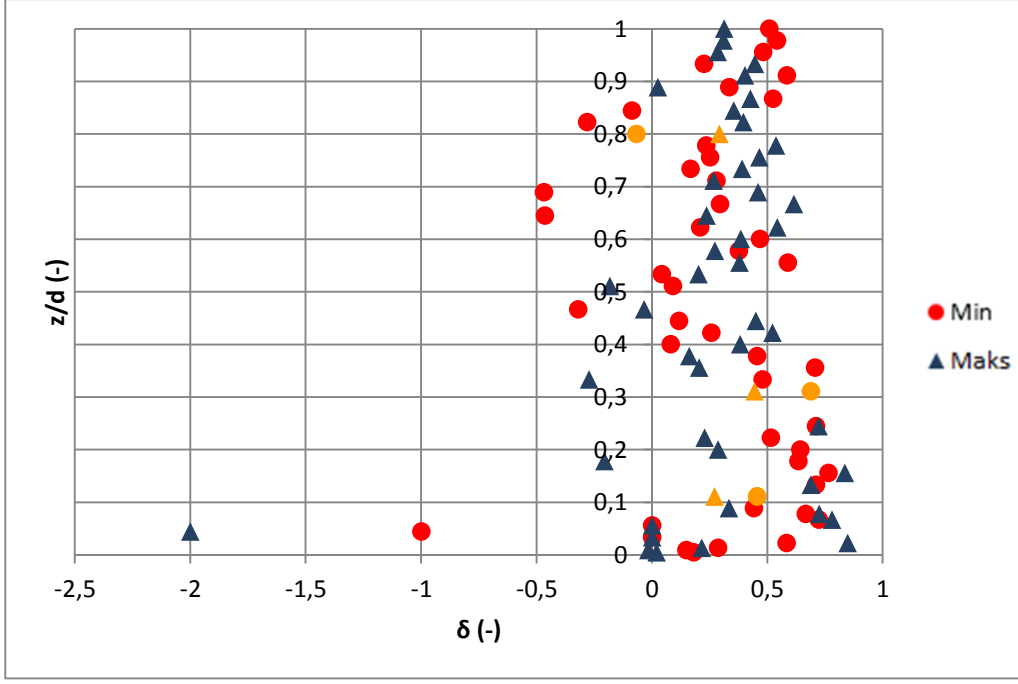


Şekil 4.95: Plakanın altında gelen dalga ile ters akımın karşılaşmasından doğan türbülans.

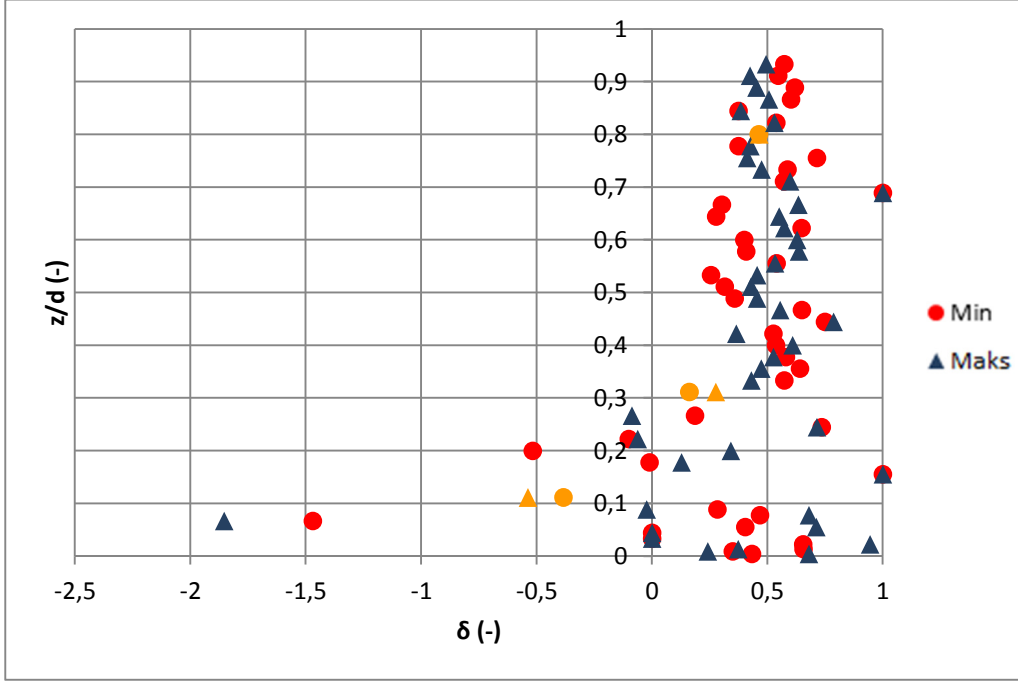
- II. *a/15* pozisyonunda ise plakanın üzerinden aşamayan dalgaların geri dökülerek hemen plakanın başlangıç noktasında gelen dalgayla karşılaşarak oluşturduğu türbülans (Bkz Şekil 4.) olduğu düşünülmektedir.



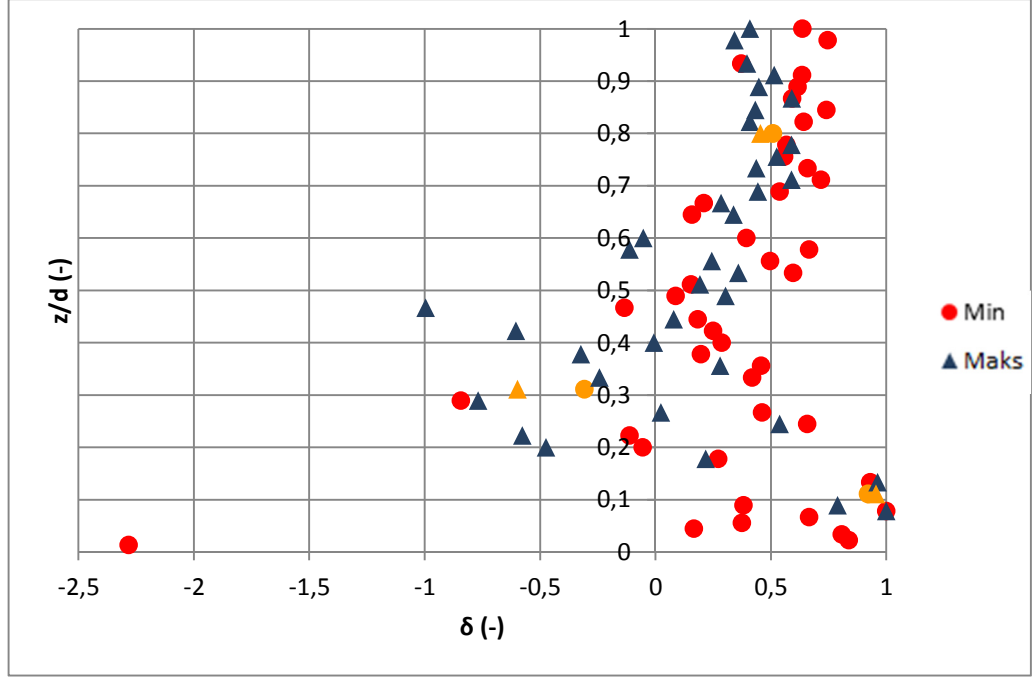
Şekil 4.96: Plakanın başlangıç noktasında gelen dalga ile plakayı aşamayıp geri dökülen su kütlesinin karşılaşmasından doğan türbülans.



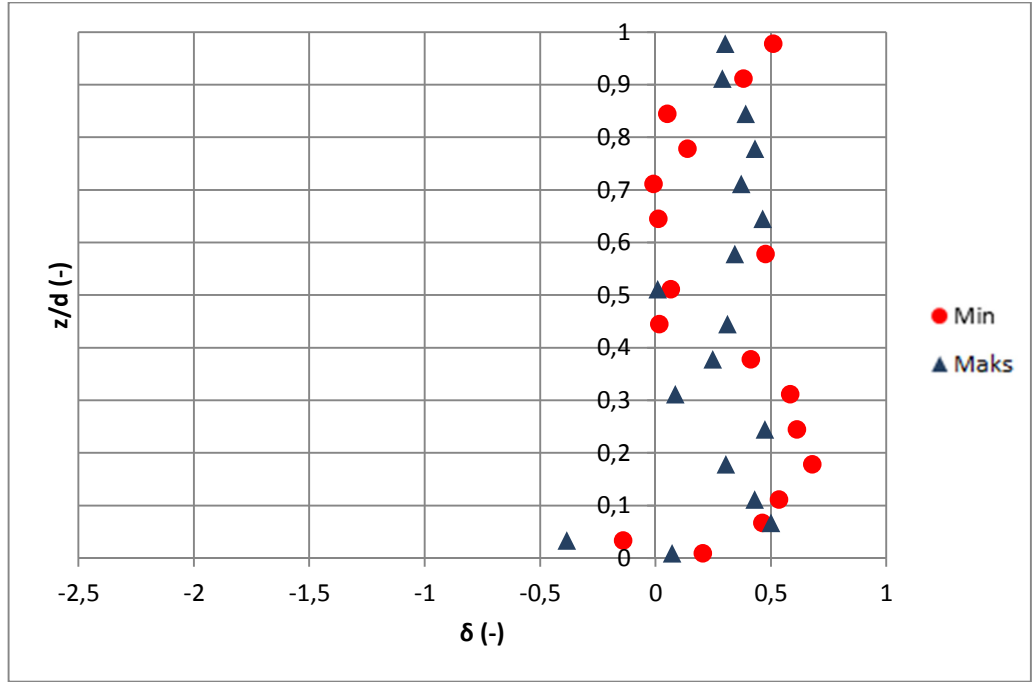
Şekil 4.97: *a5y67* pozisyonu için yatay hız bileşenindeki oransal değişimin (δ) boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi (detaylı gösterim).



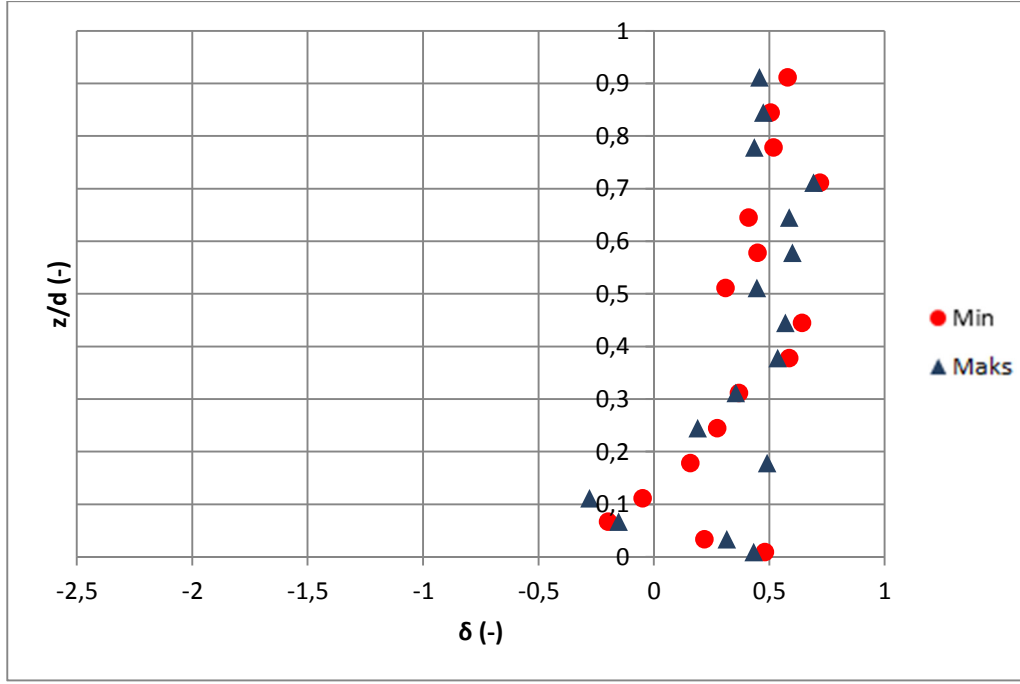
Şekil 4.98: *a10y67* pozisyonu için yatay hız bileşenindeki oransal değişimin (δ) boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi (detaylı gösterim).



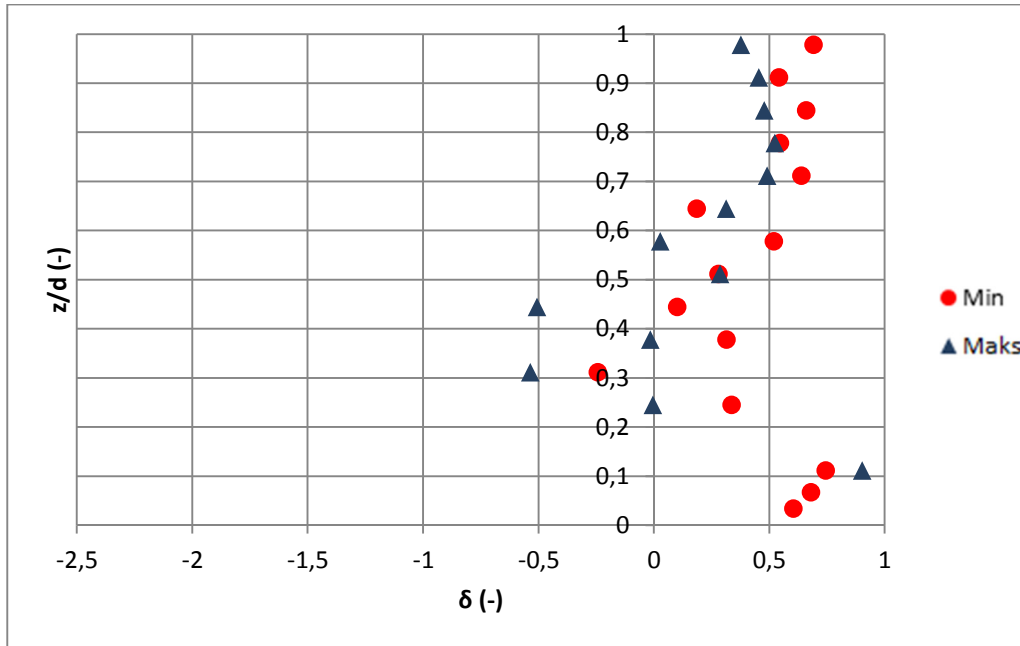
Şekil 4.99: *a15y67* pozisyonu için yatay hız bileşenindeki oransal değişimin (δ) boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi (detaylı gösterim).



Şekil 4.100: *a5y67* pozisyonu için yatay hız bileşenindeki oransal değişimin (δ) boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).



Şekil 4.101: *a10y67* pozisyonu için yatay hız bileşenindeki oransal değişimin (δ) boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).

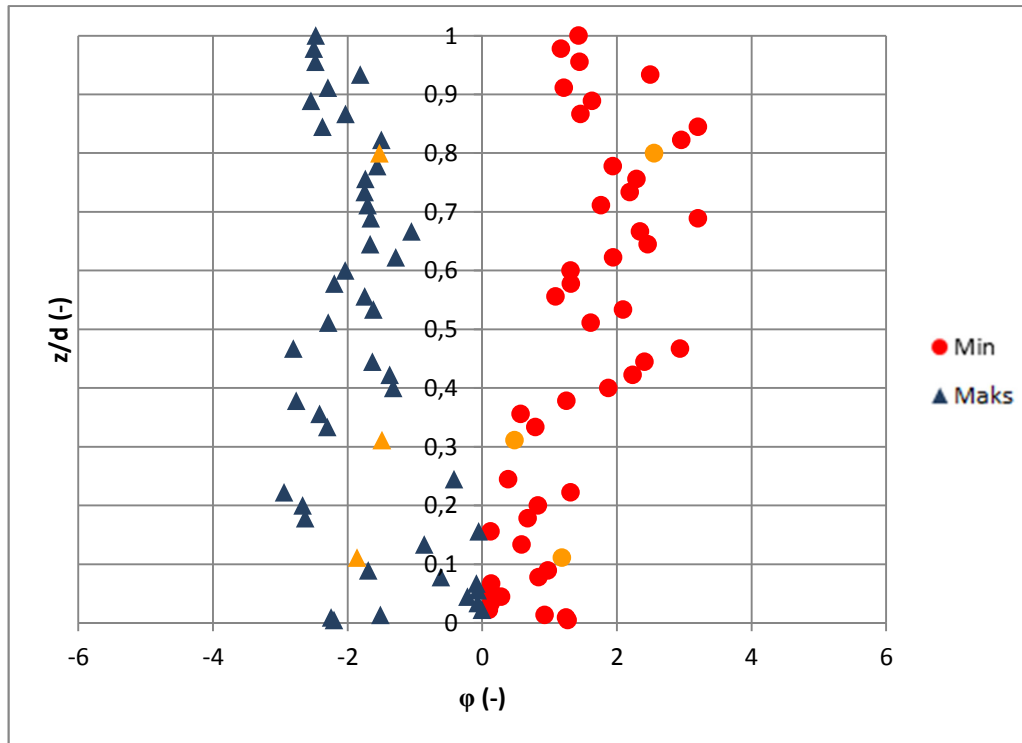


Şekil 4.102: *a15y67* pozisyonu için yatay hız bileşenindeki oransal değişimin (δ) boyutsuzlaştırılmış derinlikle (z/d) değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).

4.2.2 Dalga Parametreleri

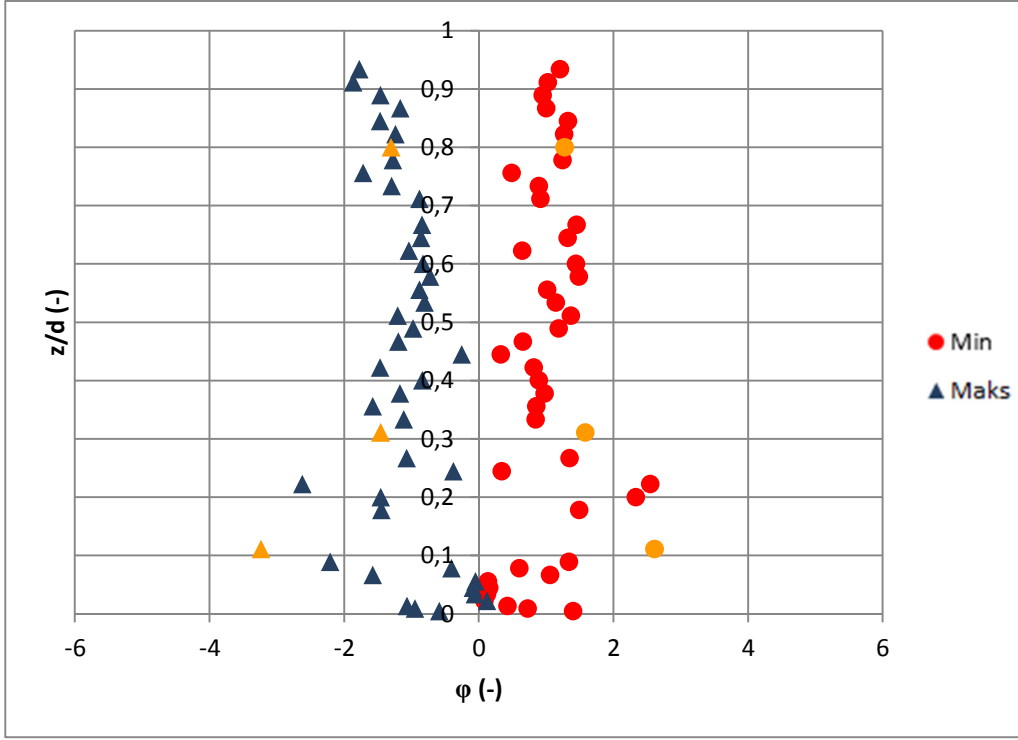
Dalga yüksekliğinin hesaba katılması amacıyla türetilen φ boyutsuz parametresinin (3.11) boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d) ile ilişkisi Şekil 4.103-4.108’de verilen grafiklerde görülmektedir.

Şekil 4.103-4.105’de tüm ölçümlerin ve ilgili bölümde Box Plot yöntemiyle irdelenecek serilerin gösterildiği grafikler⁴ ve Şekil 4.106-4.108’de sadeleştirilmiş halleri verilmiştir .

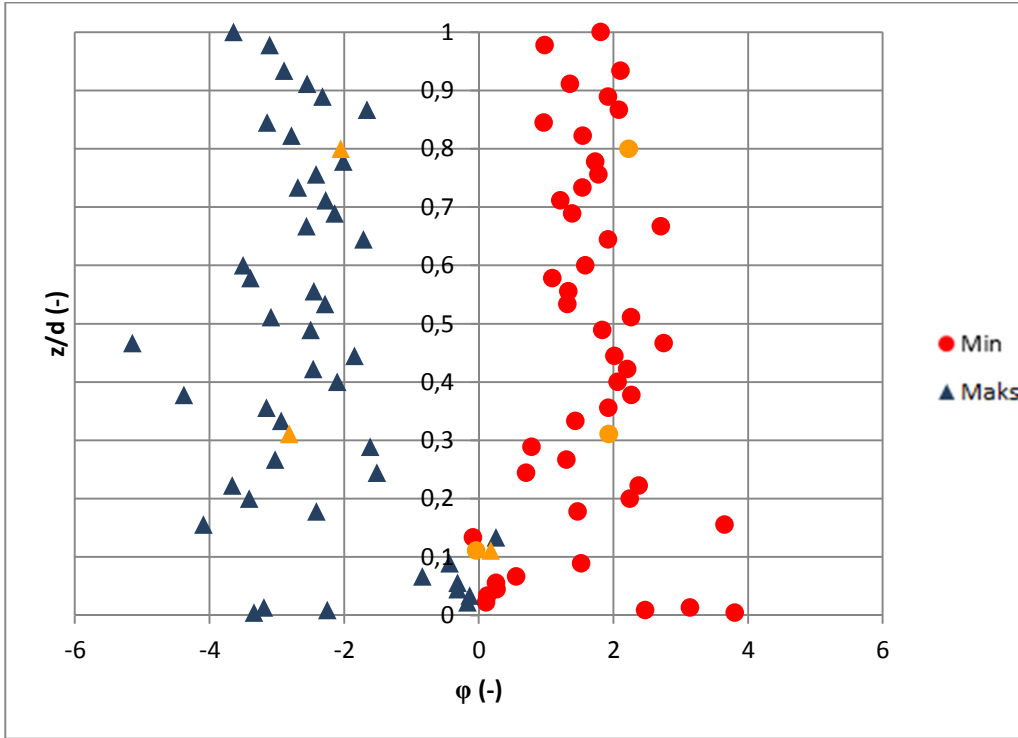


Şekil 4.103: $a5y67$ pozisyonu boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- φ değişimi (detaylı gösterim)

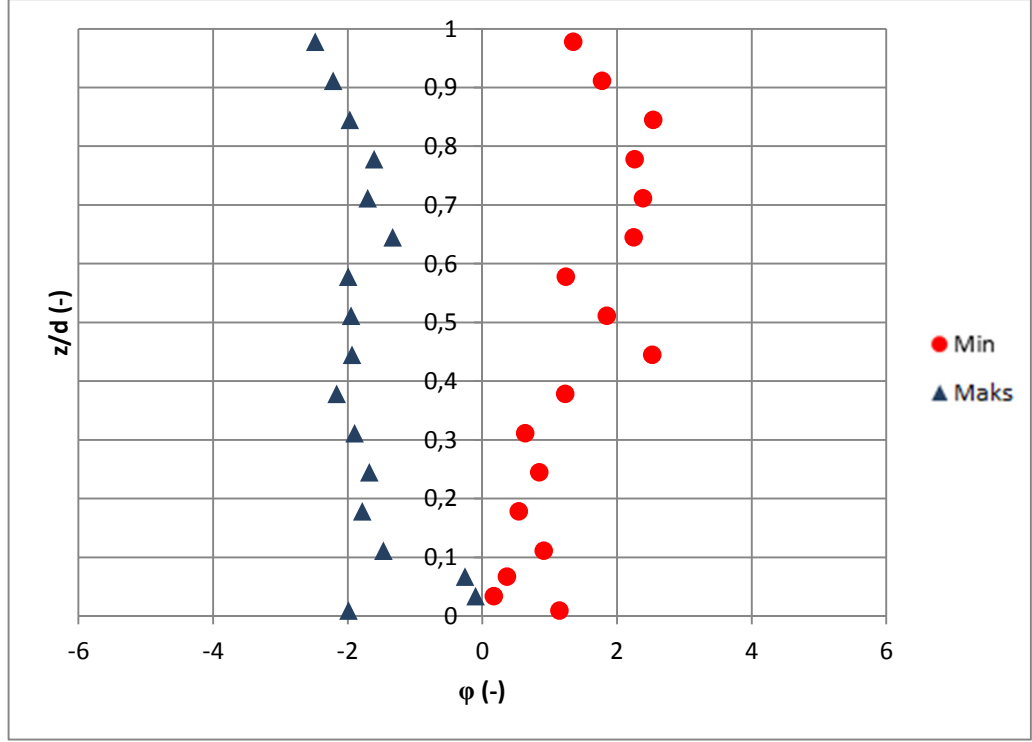
⁴ Bu grafiklerde sarı renk ile işaretlenen noktalara ait seriler Bölüm 4.2.4’te Box Plot yöntemi ile irdelenmiştir.



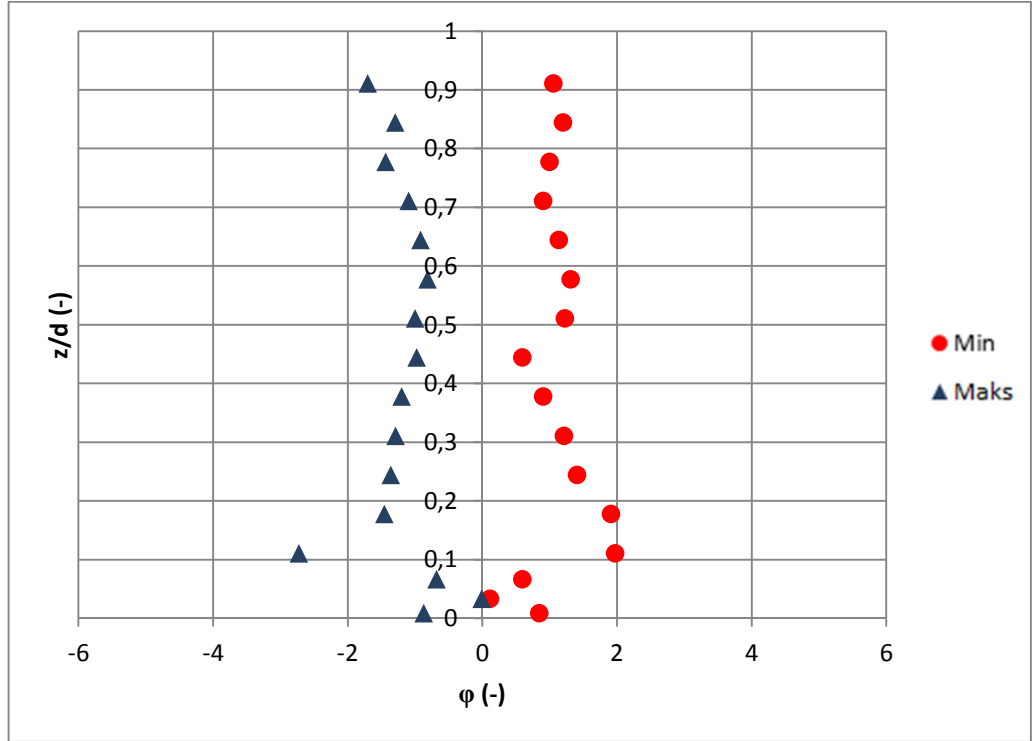
Şekil 4.104: $a10y67$ pozisyonu boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- ϕ değişimi (detaylı gösterim).



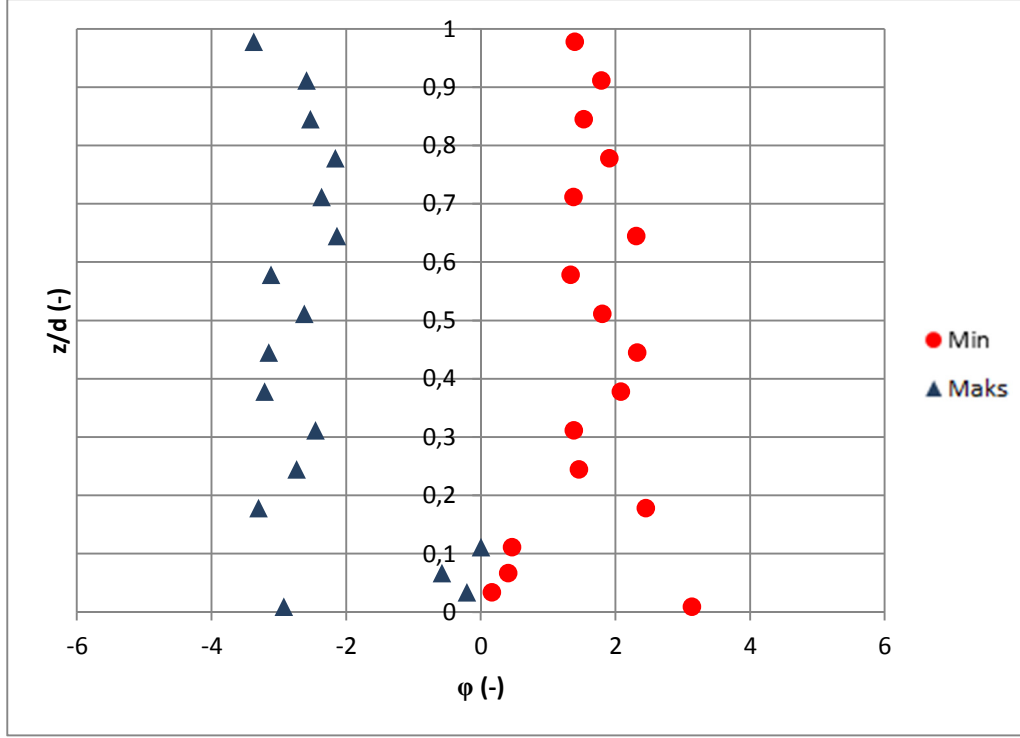
Şekil 4.105: $a15y67$ pozisyonu boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- ϕ değişimi (detaylı gösterim).



Şekil 4.106: $a5y67$ pozisyonu için boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- ϕ değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).



Şekil 4.107: $a10y67$ pozisyonu için boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- ϕ değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).



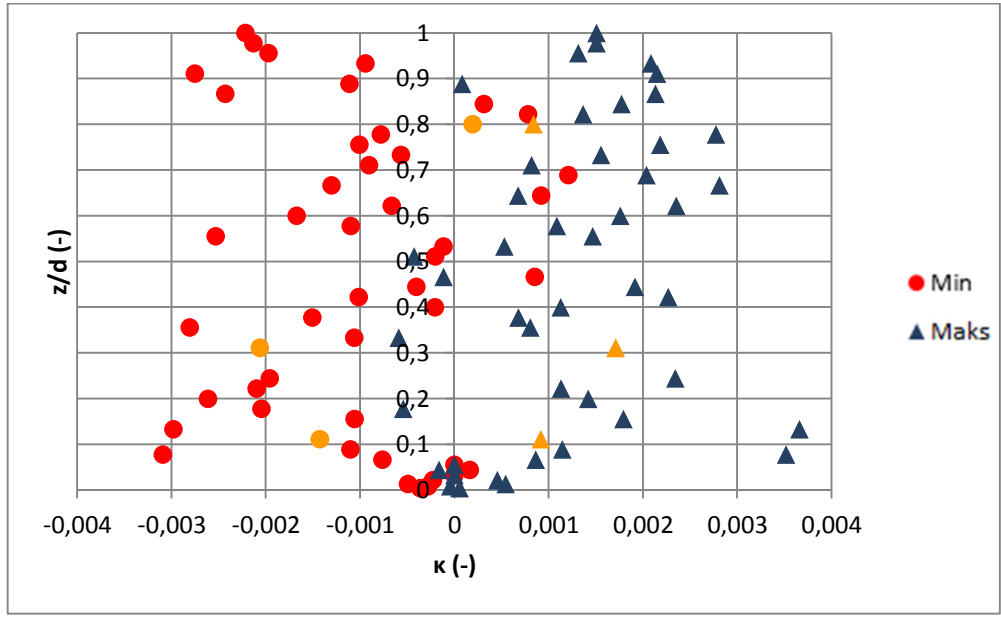
Şekil 4.108: *a15y67* pozisyonu için boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- ϕ değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).

4.2.3 Geometrik Parametreler

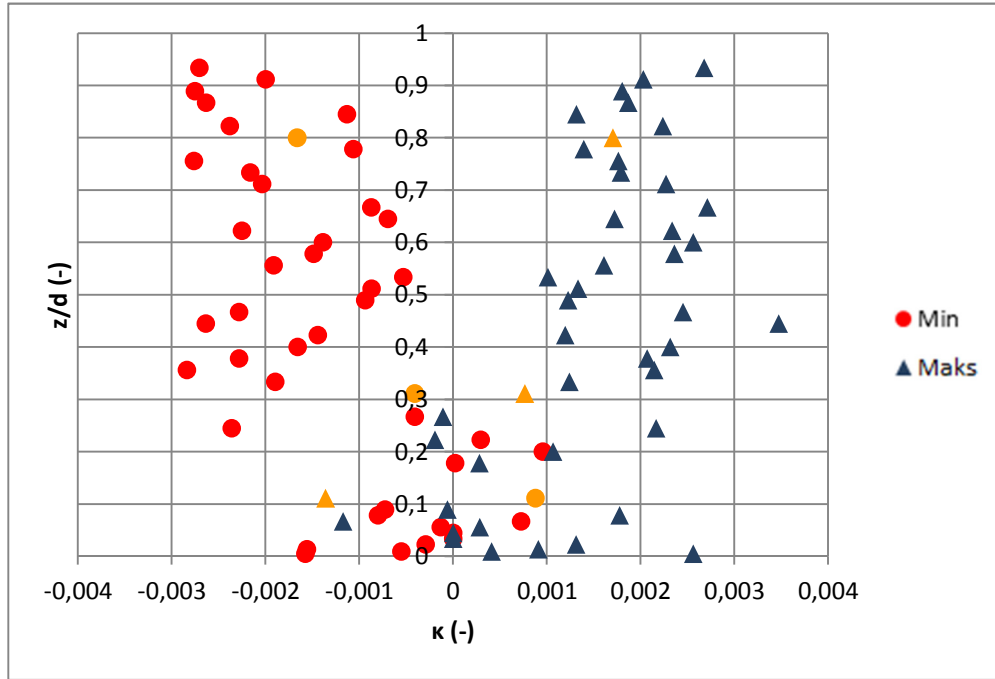
Dalgakıran modelinin fiziksel özelliklerinin de hesaplara dahil edilmesi amacıyla κ boyutsuz parametresi (3.12) türetilmiştir. Bu sayede modelin hangi özelliklerinin performansı hangi şekilde etkilendiğinin açıklanması amaçlanmıştır.

Şekil 4.109-4.111’de tüm ölçümlerin ve ilgili bölümde Box Plot yöntemiyle irdelenecek serilerin gösterildiği grafikler⁵ ve Şekil 4.112-4.114’te ise sadeleştirilmiş halleri görülmektedir.

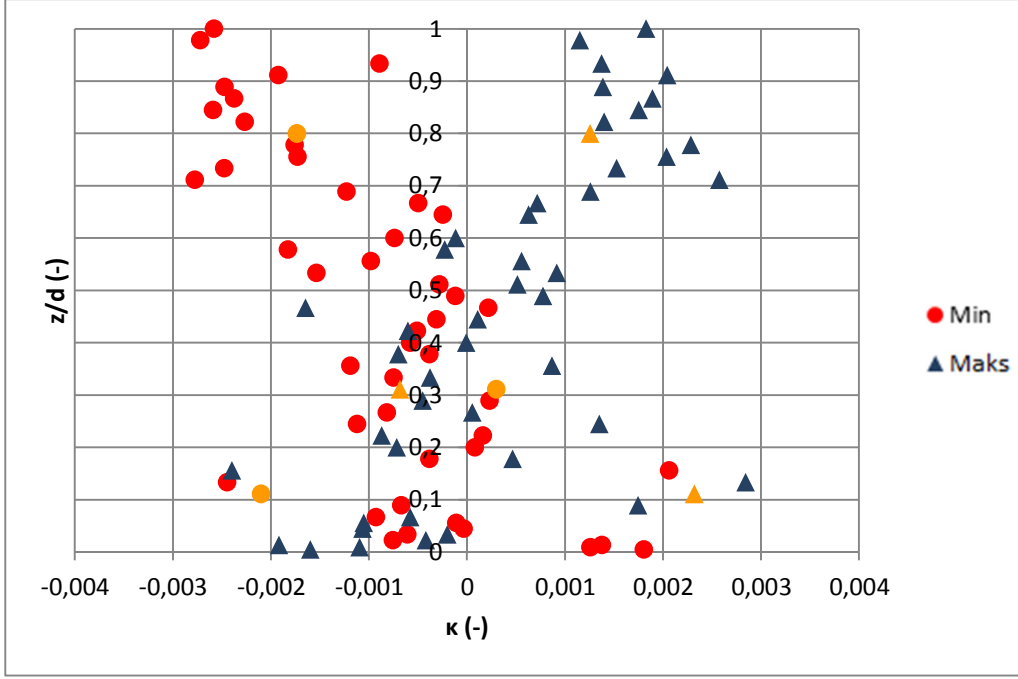
⁵ Bu grafiklerde sarı renk ile işaretlenen noktalara ait seriler Bölüm 4.2.4’te Box Plot yöntemi ile irdelenmiştir.



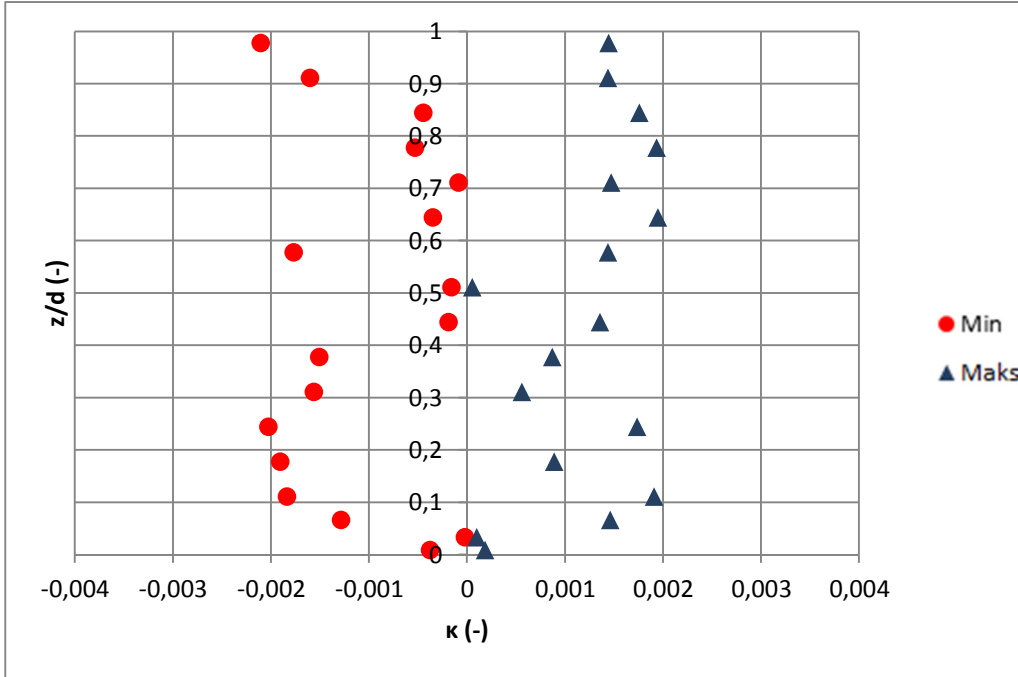
Şekil 4.109: $a5y67$ pozisyonu için boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- κ değişimi (detaylı gösterim).



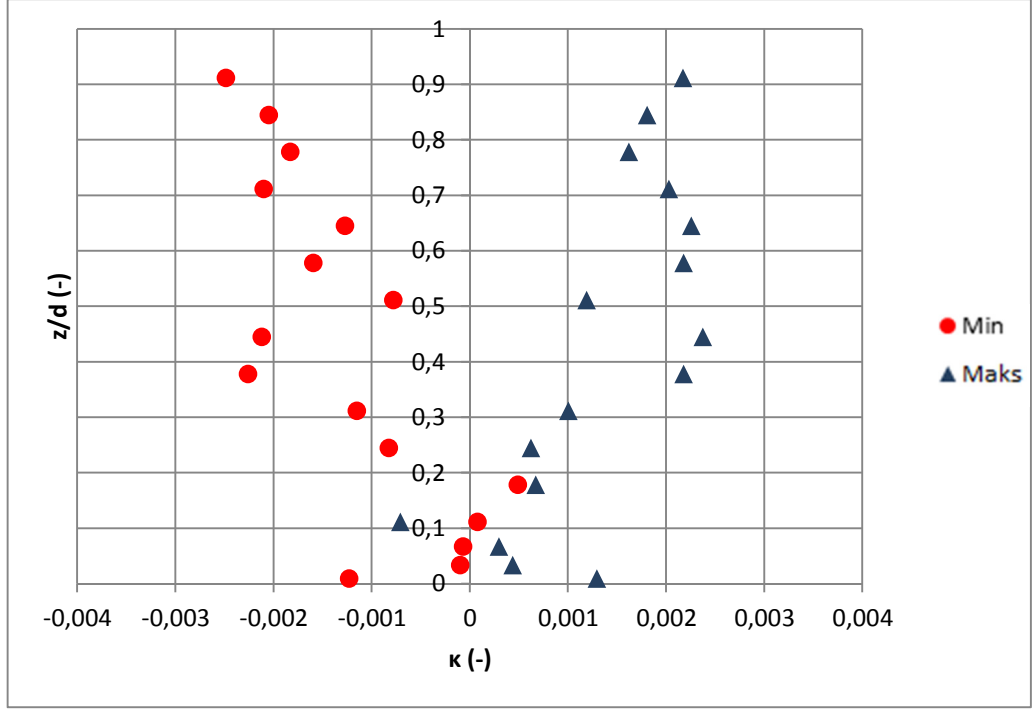
Şekil 4.110: $a10y67$ pozisyonu için boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- κ değişimi (detaylı gösterim).



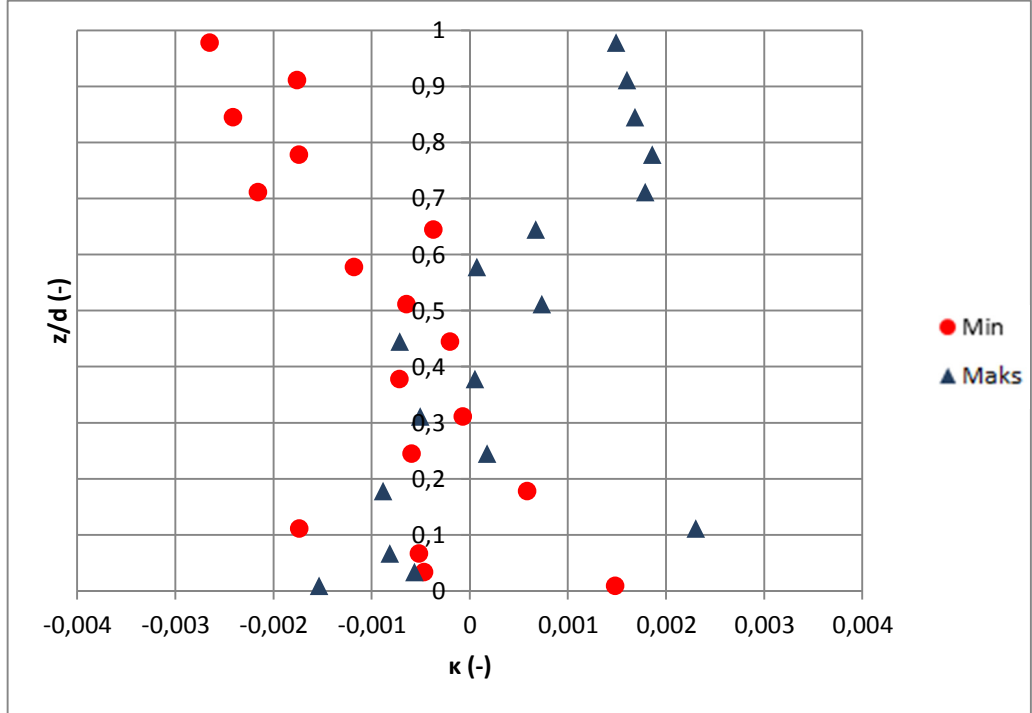
Şekil 4.111: *a15y67* pozisyonu için boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- κ değişimi (detaylı gösterim).



Şekil 4.112: *a5y67* pozisyonu için boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- κ değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).



Şekil 4.113: $a10y67$ pozisyonu için boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- κ değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).

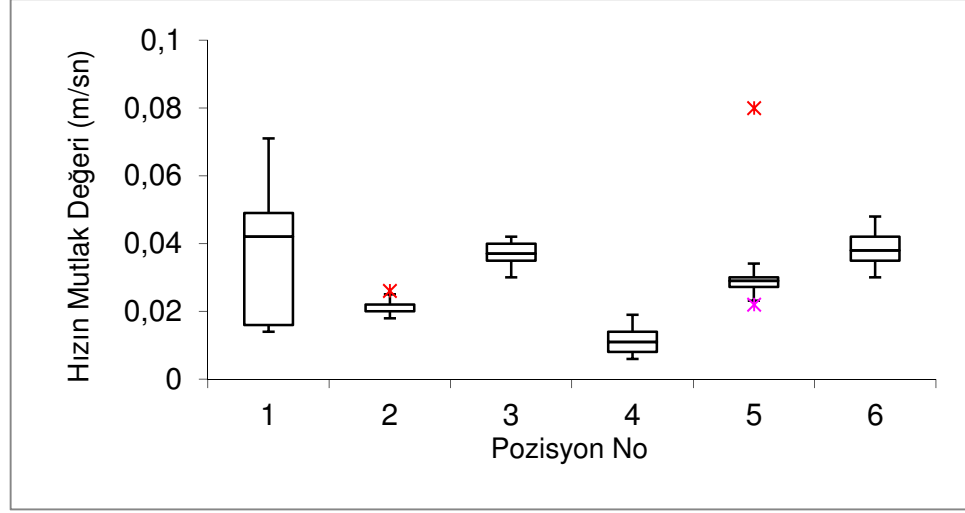


Şekil 4.114: $a10y67$ pozisyonu için boyutsuzlaştırılmış derinlik (z/d)- κ değişimi (sadeleştirilmiş gösterim).

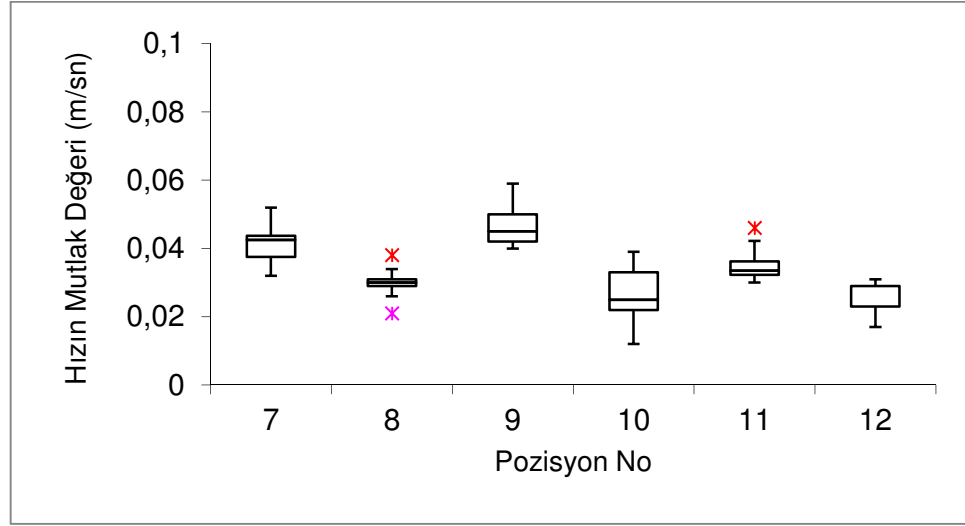
4.2.4 Box Plot Analizleri

Box Plot analizleri sonucu elde edilen grafikler Şekil 4.115-4.120’de verilmiştir. Grafiklerde pozisyon numaralarıyla verilen ölçüm noktalarının detayları Çizelge 3.1’de görülebilir. Analizlerden çıkarılan sonuçlar aşağıda sıralanmıştır:

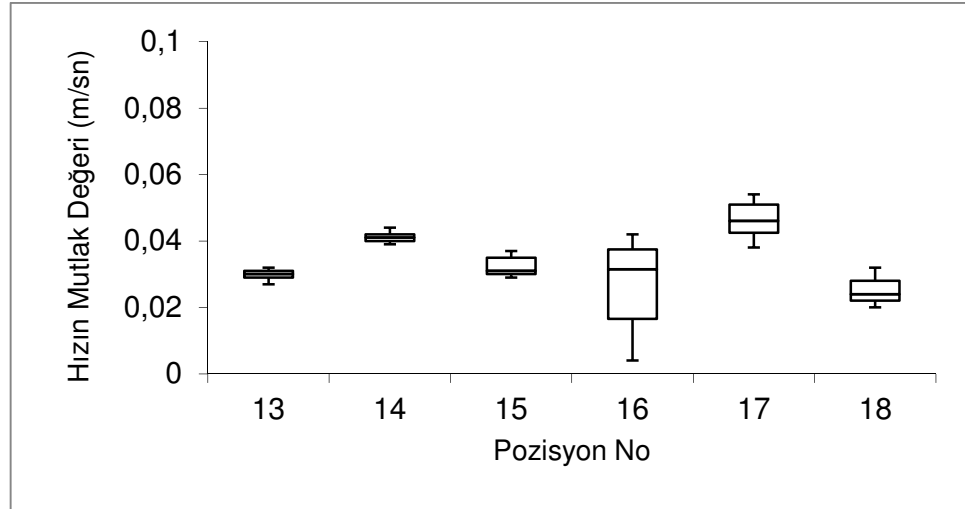
- a. Box Plot kutularının yüksekliği dalgakıranın kara tarafında yapılan ölçümlerde deniz tarafında yapılan ölçümlere göre azalma eğilimindedir. Diğer bir deyişle dalgakıranın arkasına geçen dalgaların orbital dalga hızı gelen dalgaların orbital dalga hızına göre daha düzenli olmaktadır. Fiziksel anlamda, dalgakıranın arkasına geçen dalgalar benzer özelliklere sahip dalgalardır. Benzer yerel minimum ve yerel maksimum hız genliği değerlerine sahip olmaktadır.
- b. Box Plot çizimleri dalgakıranın kara tarafında yapılan ölçümlerde deniz tarafında yapılan ölçümlere göre daha küçük ortalama değerlere sahiptir. Yani dalgakıran arkasına geçen dalgaların maksimum ve minimum hızları gelen dalgalara göre daha küçüktür. Dalgakıran modeli, maksimum ve minimum hızların azalmasına neden olmakta, daha özet anlatımla dalgakıran modeli gelen dalga hızını azaltmaktadır.
- c. 13 – 14 ve 19 – 20 numaralı Box Plot çizimleri karşılaştırıldığında dalgakıran modelinin kara tarafında ölçülen minimum ve maksimum hız değerlerinin artış gösterdiği görülmektedir. Bu durum muhtemelen Sayfa 81’de “Yatay Hız Bileşenindeki Oransal Değişimin Boyutsuzlaştırılmış Derinlikle (z/d) Değişimi” bölümünde de açıklandığı üzere plakanın altından geçen dalga plaka altında oluşan ters yönlü akımın karşılaşmasından doğan türbülansın ileri gelmektedir.



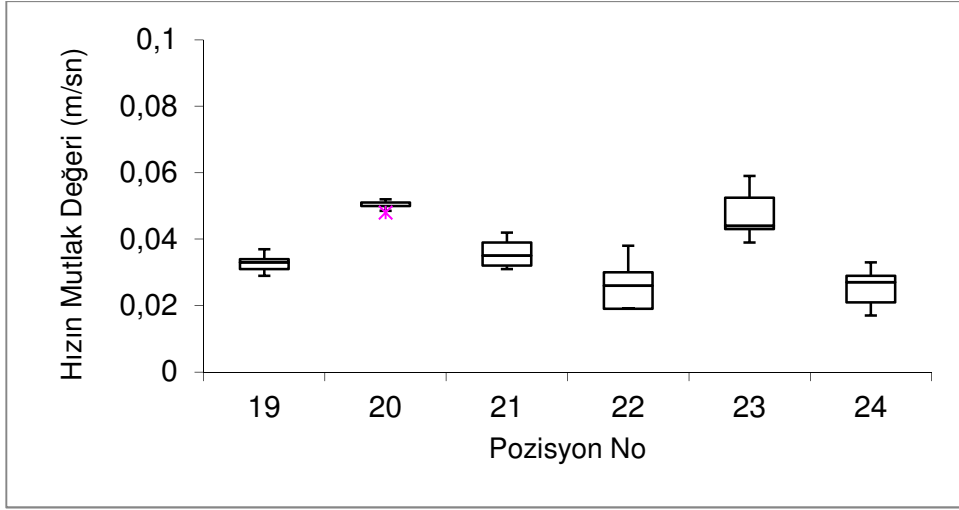
Şekil 4.115: Pozisyon 1-6 için Box Plot analizleri.



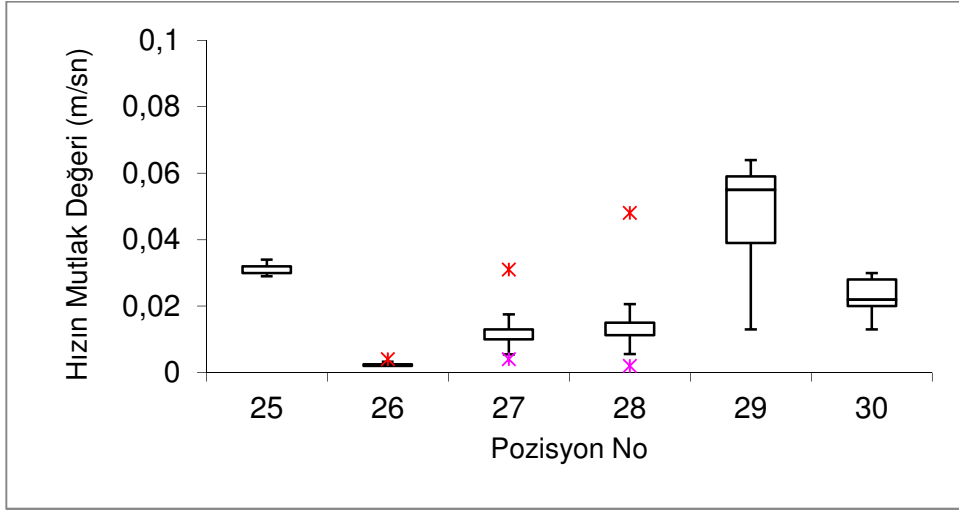
Şekil 4.116: Pozisyon 7-12 için Box Plot analizleri.



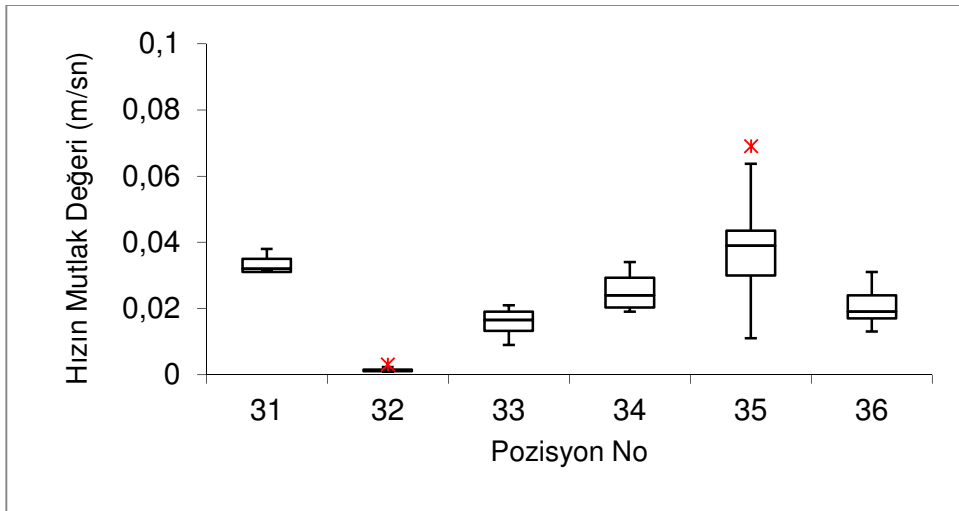
Şekil 4.117: Pozisyon 13-18 için Box Plot analizleri.



Şekil 4.118: Pozisyon 19-24 için Box Plot analizleri.



Şekil 4.119: Pozisyon 25-30 için Box Plot analizleri.



Şekil 4.120: Pozisyon 31-36 için Box Plot analizleri.

4.3 Eğik İnce Plakaların Taş Dolgu Dalgakıranlar İle Ardışık Kullanımının Tasarıma Etkisi Üzerine Örnek Bir Hesap

Bu bölümde EİP'nin faydaları farazi bir hesap üzerinden somutlaştırılarak anlatılacaktır. Bu bağlamda; iki farklı tasarım dalgası için EİP'nin kullanılmadığı ve TDDK ile EİP'nin tandem (ardışık) olarak kullanıldığı durumlar incelenecek; TDDK koruma tabakası taş ağırlığı hesabı yapılarak iki durumun karşılaştırması sunulacaktır. Karşılaştırmanın sonuçlarının net görülmesi amacıyla tüm ortam şartları (dalga koşulları, batimetri vb) her iki durumda da aynı alınmıştır.

Hesaplarda Hudson Formülü (Hudson ve diğerleri, (1979)) (6.1) kullanılmıştır.

$$W = \frac{\gamma_s H^3}{K_D \left(\frac{\gamma_s}{\gamma_w} - 1 \right)^3 \cot \varphi} \quad (6.1)$$

Burada,

γ_s : Taşın (yapay blolar için betonun) birim hacim ağırlığı,

γ_w : Suyun birim hacim ağırlığı

H : Tasarım dalga yüksekliği

K_D : Stabilitate katsayısı,

φ : Şev açısı'dır.

Hesaplarda aşağıdaki şartlar kabul edilmiştir;

- Dalgakıran gövdesi,
- $\cot \varphi = 2$,
- $K_D = 4$ (Shore Protection Manual (1984)'da $\cot \varphi = 2$ ve pürüzlü ocak taşı durumu için $K_D = 4$ olarak verilmiştir.),
- γ_s : $2,65 \text{ ton/m}^3$ (ocak taşı),
- γ_s : $2,3 \text{ ton/m}^3$ (beton),
- γ_w : $1,025 \text{ ton/m}^3$ (deniz suyu),
- Dalgakıran inşa derinliği 16m,
- EİP pozisyonu $a5y50$ (Plaka eğimi 5, plakanın %50'si batık) seçilmiştir.

4.3.1 Durum 1: H=4m, L=80m

EİP'nin kullanılmadığı durumda belirtilen varsayımlarla hesaplanan taş ağırlığı 5,3 ton (53 kN) olmakta ve 4-6 ton taş sınıfı kullanımını gerektirmektedir. Öte yandan EİP'nin kullanılması durumunda tasarım dalga yüksekliğinin $4 \times 0,3 = 1,2m$ 'ye düşeceği ($H_i \times C_t = H_t$) hesaplanabilir. Bu durumda yeni taş ağırlığı 0,15 ton (1,5 kN) olarak ortaya çıkmaktadır. EİP'nin kullanılmadığı durumda ortaya çıkan TDDK koruma tabakası taş ağırlığı, EİP ve TDDK'ın tandem kullanıldığı duruma göre 36 kat fazladır.

4.3.2 Durum 2: H=6m, L=120m

EİP'nin bulunmadığı durumda hesaplanan taş ağırlığı 18 ton (180 kN) olmaktadır. Bu ağırlık temin edilebilir ocak taşı ağırlığı sınırının üzerinde olduğundan yapay blok kullanılması gerekecektir. Yapay blok olarak bu hesapta tetrapod kullanıldığı varsayılacaktır. Hesaplar buna göre tekrarlanırsa tetrapod ağırlığı 16 ton (160 kN) olarak ortaya çıkmaktadır. EİP'nin kullanılması durumunda ise tasarım dalga yüksekliği $6 \times 0,3 = 1,8m$ 'ye; buna bağlı olarak taş ağırlığı da 0,5 ton (5kN)'a düşmektedir. EİP ve TDDK'nın tandem kullanımı durumunda yapay blok kullanımına gerek kalmamaktadır. Gerekli taş ağırlığı EİP kullanımı sayesinde EİP'nin kullanılmadığı duruma 1/36'ya düşmüştür.

Hesaplardan da açıkça görülmektedir ki, EİP ve TDDK'nın tandem kullanımı durumunda koruma tabakası taş ağırlıkları belirgin şekilde azalmakta, bu da TDDK'nın maliyetini azaltmaktadır. Ancak EİP'nin ekonomik açıdan değerlendirilmesi için daha ileri maliyet analizlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

5. SONUÇLAR

Hem deney verileri, hem deneyler sırasında yapılan gözlemler, hem de yapılan araştırmalar Eğik İnce Plaka (EİP) Tipi Dalgakıranlar'ın doğa dostu ve yüksek kıyı koruma performansına sahip bir kıyı koruma yapısı olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle temel stabilitesinin kritik olduğu ya da koruma tabakası taş ağırlığının büyük olduğu durumlarda Taş Dolgu Dalgakıranlar (TDDK) ve EİP'lerin tandem kullanımının gerekli koruma tabakası taş ağırlığını belirgin şekilde azalttığı görülmüştür. Bu durum EİP'leri başarılı bir kıyı koruma çözümü olarak öne çıkarmaktadır. Ancak EİP'lerin ve TDDK'ların birlikte kullanımı durumunda toplam maliyetleri konusunda daha ileri analizlere ihtiyaç vardır.

Daha yüksek dalgalarda EİP belirgin şekilde daha yüksek dalga sönümleme performansı göstermektedir. Aynı şekilde dalga boyu daha kısa olan dalgalarda da EİP'nin performansı daha yüksektir. Fiziksel olarak bu durum gelen dalganın 2 mekanizma tarafından sönümlenmesiyle açıklanabilir:

- i. Gelen dalganın bir kısmı plakanın üstünde kırılarak enerjisinin bir miktarını yitirmektedir.
- ii. Gelen dalganın bir kısmı dalgakıranın üzerinden aşarak arka tarafından dökülmekte, kalan kısmı ise dalgakıranın altından geçerek kara tarafına iletilmektedir. Dalgakıranın üzerinden aşan su kütlesi plakanın altından geçen dalganın üzerine dökülerek enerjisinin sönümlenmesine sebep olmaktadır.

i maddesinde açıklanan mekanizma dik dalgalarda etkin biçimde gözlenmekte ancak dalga boyunun görece daha uzun olduğu daha az dik dalgalarda etkisini kaybetmektedir. Uzun dalgalar özellikle plaka eğiminin az olduğu pozisyonlarda bu mekanizmadan daha az etkilenmektedir. ii maddesinde belirtilen mekanizma ise özellikle dik dalgalarda daha etkili olmaktadır ancak tüm dalgalar için (belirgin dalga aşması görülmesi şartıyla) geçerlidir.

Analiz edilen sonuçlar göstermiştir ki dalga periyodu (T) dalga sönümleme performansında dalga yüksekliğinden (H) daha büyük etkiye sahiptir. Esas itibarı ile dalga periyodunun bir fonksiyonu olan dalga boyu (L) sönümleme performansını dalga yüksekliğine göre daha çok etkilemektedir. Ancak performansa etki eden en güçlü parametre dalga dikliği (H/L)'dir. Dalga dikliğinin birden fazla mekanizmaya etki ettiğinden performans üzerinde tesiri diğer parametrelerden daha büyüktür. Deneysel çalışma sonuçlarına göre dalga dikliği performansı iki şekilde kontrol etmektedir:

- a. Dalga dikliği kırılmayı doğrudan etkilemektedir. Daha dik dalgalar daha fazla enerji kaybetmektedir.
- b. Dalga dikliği, ζ (*Iribaren Number* ya da *Surf Similarity Parameter*)'in değişkenlerinden biridir. Bu parametre de daha önce anlatıldığı üzere dalga kırılması ve tırmanmayı kontrol etmektedir.

Plaka eğiminin küçük olduğu durumlarda batıklığın ile performans büyük bir etkisi görülememiştir. Ancak $\alpha=15^\circ$ ve $H/L<0,05$ durumunda ilişki biraz daha izlenebilir bir hal almakta; daha batık olan pozisyonlar daha yüksek dalga sönümleme performansı göstermektedir.

Her ne kadar bu çalışmadaki öncelikli performans kriteri dalgakıran arkasına iletilen dalga yüksekliği olsa da yansıyan dalga yüksekliği de göz önünde bulundurulması gereken bir husustur. Analiz sonuçlarında görülmüştür ki plaka açısı büyüdükçe yansıma azalmaktadır. Bunun nedeni plaka üzerinde dalga kırılmasının etkisinin artmasıdır. Batıklık ile yansıma arasında ise kayda değer bir ilişki gözlemlenememiştir.

Ölçülen yatay hız bileşenleri dalgakıran modelinin kara tarafında deniz tarafıyla karşılaştırıldığında belirgin şekilde azalmaktadır. Hem minimum hem de maksimum hız genliği değerleri gözle görülür şekilde azalsa da asıl fark ölçülen minimum değerlerde göze çarpmaktadır. Dalga etkisi altında yaşanan salınım hareketleri dalgakıran modelinin etkisiyle daha asimetric bir hal almaktadır. Diğer bir deyişle su parçacıklarının yer değiştirmesi modelin kara tarafında asimetric olmakta, pozitif (dalga ilerleme yönünde) deplasman negatif deplasmandan belirgin şekilde büyük olmaktadır. Bu durum esasen net kütle transferi olarak yorumlanabilir. Bu mekanizma açısı büyüdükçe bariz olmasa da güçlenmektedir.

Dalgakıranın kara tarafında ölçülen kinetik enerji bileşenleri deniz tarafında ölçülene göre bariz şekilde küçülmektedir. Bunun anlamı, modelin dalga enerjisini gözle görülür şekilde sönmölemektedir. Sonuçlara göre enerji sönmöleme performansı model açısı büyödükçe artmaktadır.

Sözö edilen tüm sonuçlar çalışmanın yöntemi uyarınca laboratuvar şartları altında elde edilmiştir. Model daha önce de belirtildiğı üzere pleksiglasdan imal edilmiştir. Laboratuvar şartlarında pleksiglas plaka ile yapılan ölçümlerde sürtünmenin mekanizmaya etkisi gerçek hayata göre daha büyüktür. Gerçek uygulamalarda plaka, deneyde kullanıldığı gibi pleksiglastan imal edilirse; deney ortamında ölçülenden daha büyük su kütlesi transferi görölmesi olasıdır. Bu durum dalgakıranın performansını artıracaktır. Öte yandan gerçek uygulamalarda plakanın pleksiglastan daha pürüzlü bir malzemedan imal edilmesi durumunda plaka üzerindeki oluşun sürtünme kuvveti artacak ve bu da plaka üzerindeki tırmanmayı azaltacaktır. Bu da su kütlesi transferinin azalacağı anlamına gelmektedir. Dolayısıyla kullanılacak malzeme prototipin performansını doğrudan etkileyecektir. Bu durumun daha iyi anlaşılması adına daha ileri araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Bayazıt, M.** (2006) İnşaat Mühendisliğinde olasılık yöntemleri, İTÜ İnşaat Fak. Matbaası, 245pp
- Bruun, P.M. ve Günbak A.R.** (1977) Risk Criteria Design Stability of Sloping Structures, Symposium on Design of Rubble Mound Breakwaters, British Hovercraft Corporation, No:4.
- Burke, J. E.** (1964). Scattering of surface waves on an infinitely deep fluid, J. Math. Phys. 5, 6, pp. 805-819.
- SPM** (1984). Shore Protection Manual, US Army Coastal Engineering Research Centre, Washington, DC.
- Chao, I.H. ve Kim, M.H.** (2008). Wave absorbing system using inclined perforated plates. *Journal of Fluid Mechanics*, 608, 1-20.
- Dean, R.G., Dalrymple, R.A.** (1991) Water wave mechanics for engineers and scientists. Advanced series on Ocean Engineering, Volume 2, World Scientific.
- Fredsøe, J., Deigaard R.,** (1992) Mechanics of coastal sediment transport. Advanced series on Ocean Engineering, Volume 2, World Scientific.
- Hattori, M.** (1975). Wave transmission through a submerged plate, *Proc. 22nd Japanese Conf. Coastal Eng., JSCE*, pp. 513-517 (in Japanese).
- Healy, J.J.** (1952) Wave damping effect of beaches, *Proceedings of Minnesota International Hydraulics Convention*, pp. 213-220.
- Goda Y.,** (1985) Random seas and design of maritime structures. University of Tokyo Press.
- Günbak, A.R.,** (2001) Taş Dolgu Dalgakıranlar. İstanbul
- Günbak, A.R. ve Bruun, P.M.,** (1979) Wave Mechanics Principles on the Design of Rubble Mound Breakwaters, Port and Ocean Engineering Under Artic Conditions, Norwegian Institute of Technology, pp. 1301-1318.
- Hudson, V.Y., Herrmann, F.A., Sager, R.A., Whalin, R.W., Keulegan, G.H., Chatham, C.E. ve Hales, L.Z.** (1979) Coastal Hydraulic Model. Virginia: US Army Corps of Engineering, Coastal Engineering Research Centre, Special Report, No.5, 531p.
- Kabdaşlı S.** (1992) Kıyı Mühendisliği, İTÜ, İstanbul.
- Krishnakumar C., Sundar V., Sannasiraj S. A.** (2010). Hydrodynamic Performance of Single- and Double-Wave Screens. *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, ASCE* / January/February 2010, 59-65.

- Munk, W. H.** (1949) The solitary wave theory and its applications to surf problems, New York Acad. Science Annals, 51, 376.
- Murakami, H., Itph, S., Hosoi, Y. ve Sawamura, Y.** (1994). Wave induced flow around submerged sloping plates. *Proceedings of the 24th International Conference of Coastal Engineering (Kobe, Japan)*, ASCE, pp.1454-1468.
- Neelamani, S. ve Reddy, M.S.** (1992). Wave transmission and reflection characteristics of a rigid surface and submerged horizontal plate. *Ocean Engineering* 19, 327-341.
- Neelamani, S. ve Vedagiri, M.** (2002). Wave interaction with partially immersed twin vertical barriers. *Ocean Engineering* 29 215–238
- Parsons, N.F. ve Martin, P.A.** (1992). Scattering of water waves by submerged plates using hypersingular integral equations. *Applied Ocean Resesearch*, 14, 313-321.
- Parsons, N.F. ve Martin, P.A.** (1994). Scattering of water waves by submerged curved plates and by surface-piercing flat plates. *Applied Ocean Research*, 16, 129-139.
- Parsons, N.F. ve McIvor, P.** (1999). Scattering of water waves by surface-piercing plate. *Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics*, 52, 513-524.
- Rao, S., Shirlal, K.G., Varghese, R.V. ve Govindaraja, K.R.** (2009). Physical model studies on wave transmission of a submerged inclined plate breakwater. *Ocean Engineering*, 36, 1199-1207.
- Siew, P. F. ve Hurley, D. G.** (1977). Long surface wave incident on a submerged horizontal plate. *J. Fluid Mech.* 83: 141-151.
- Sorensen, R.M.** (2006) Basic coastal engineering. Springer Science+Business Media
- Sumer, B.M. ve Fredsøe, J.** (2002) Hydrodynamics Around Cylindrical Structures, World Scientific, p530.
- Takahashi, S.** (2006) Design of vertical breakwaters. Port and airport research institute, Japan.
- Yagci, O. ve Kapdasli, S.** (2003) Alternative placement technique for antifer blocks used on breakwaters. *Ocean Engineering* 30, 1433-1451
- Yagci, O., Kapdasli, S. ve Cigizoglu, H.K.** (2004). The stability of the antifer units used on breakwaters in case of irregular placement. *Ocean Engineering* 31(8-9), 1111-1127.
- Yagci, O., Kirca, V.S.O., Kabdasli, M. S., Celik, A.O., Unal, N.E. ve Aydingakko, A.** (2006) An experimental model application of wavescreeen: Dynamic pressure, water particle velocity and wave measurements. *Ocean Engineering* 33, 1299-1321.
- Yu, X.** (1990). Study on wave transformation over submerged plate. Tokyo, Japan: University of Tokyo, PhD Thesis, 151p.

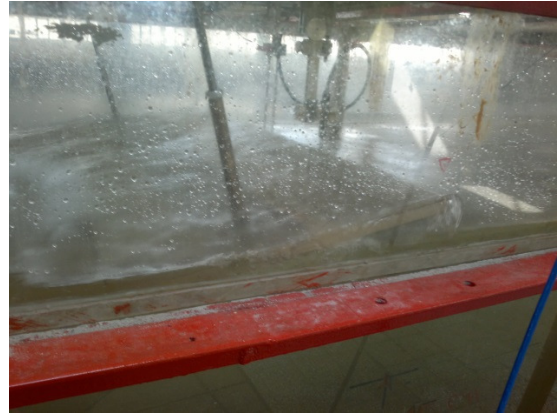
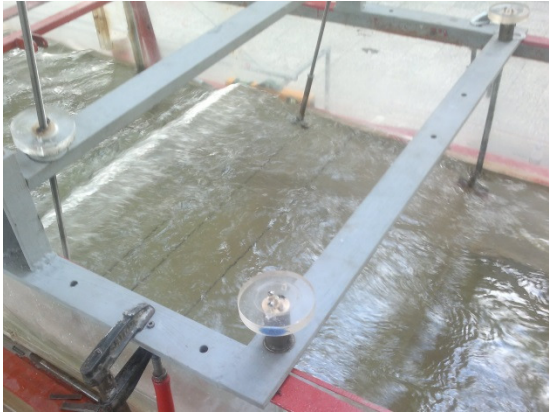
Yu, X. (2002). Functional performance of a submerged and essentially horizontal plate for offshore wave control: a review. *Coastal Engineering Journal* 44 (2), 127-147.

EKLER

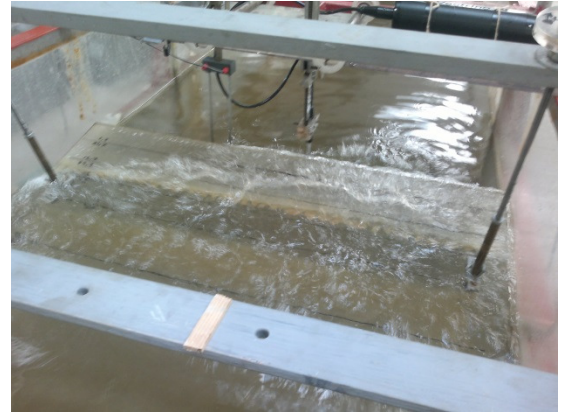
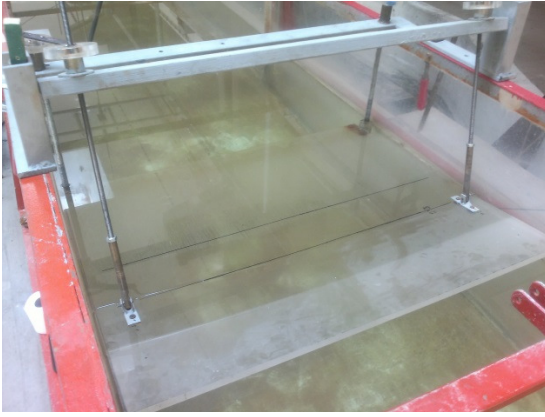
EK A: Deney Fotoğrafları

EK B: Deney Videoları CD'si

EK A



Şekil A.1 : Deney fotoğrafları



Şekil A.2 : Deney fotoğrafları

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Ahmet Lami Açanal
Doğum Yeri ve Tarihi: Mersin / 19.09.1988
Adres: 44. Ada Gardenya3-6 D:11 Ataşehir / İstanbul
E-Posta: acanallami@gmail.com
Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi – İnşaat Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi – Kıyı Bilimleri ve Mühendisliği Yüksek Lisans Programı
Mesleki Deneyim ve Ödüller: MAG Mühendislik LTD.
3 Boyutlu Tasarım (1 Yıl)

Yayın ve Patent Listesi:

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

▪ **Acanal, L.**, Loukogeorgaki, E., Yagci, O., Kirca, V.S.O. and Akgul, A., 2013. "Performance of an Inclined Thin Plate in Wave Attenuation", Journal of Coastal Research, Special Issue No. 65, pp. 141-146.