

**Nehir-Deniz Etkileşiminde Kısa Süreli Sediment Form  
Oluşumlarının Değerlendirilmesi: Gediz ve B. Menderes  
Örnekleri**

**Program Kodu: 3501**

**Proje No: 115Y722**

Proje Yürütücüsü:  
**Öğretim Görevlisi Dr. Doğan KISACIK**

**Araştırmacılar:**

Öğretim Görevlisi Dr. Gökhan KABOĞLU  
Dr. Öğretim Üyesi Gülizar Özyurt TARAKÇIOĞLU  
Dr. Öğretim Üyesi Cüneyt BAYKAL  
Doç. Dr. Cihan Taylan AKDAĞ  
Öğretim Görevlisi Dr. Barış AKÇALI

**Danışman:**

Prof. Dr. Derman DONDURUR

**Bursiyer:**

Sinem Oğuz KABOĞLU

MAYIS 2018  
ANKARA

## ÖNSÖZ

Deniz tabanı sediment formları (bedform), deniz ve nehir akıntıları ile oluşan yapılardır. Bu yapılar çoğunlukla, akıntıların ve dalgaların kombine etkileri sonucunda, özellikle nehirler ile denizlerin birleştiği kıyı bölgelerinde oluşurlar. Bu alanlarda nehirlerden dolayı yoğun bir taze sediment girdisi vardır. Sisteme giriş yapan bu taze sediment, bölgede etkin olan kombine akımlar altında şekillenerek göreceli kısa sürelerde deniz tabanı sediment formlarına dönüşmektedir. Deniz tabanı sediment form oluşumunun önceden tahmini, kıyasal alanlarda sayısal benzeşim modellerinin kurulması ve kıyı morfolojisinin stabilizasyonu gibi konular açısından oldukça önemli bir mühendislik araştırma konusudur. Mühendislik çalışmalarındaki önemine rağmen, kombine akımlar tarafından oluşan kısa süreli sediment formları hakkında oldukça sınırlı bilgiye sahibiz. Bu proje kapsamında, nehir-deniz etkileşim bölgelerinde kombine akım alanlarının dinamiklerini ve sediment formlarının oluşum mekanizmaları araştırılmış, sadece uygulamalı bilimler değil, yer ve deniz bilimlerini de ilgilendirdiği halde, ülkemizde ciddi bir bilgi boşluğu olan araştırma konusu hakkında Türk bilimi için temel bir çalışma yapılmaya çalışılmıştır.

Bu vesile ile kendim ve projemizde çalışan uzmanların şahsında TÜBİTAK'a, araştırma sırasında imkânlarından yararlandığımız Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsüne, saha çalışmaları için destek aldığımız Tramola ve Mareks firmalarına, sualtı görüntüleme bize yardımcı olan Vahit Alan'a, sonar verilerinin alınmasında çalışan Dr. öğretim üyesi Nilhan Kaşer Kızıldağ ve Cebrail Baydan'a ve son olarak Ceyhan ve Gürhan Kaptanlara değerli katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Öğretim Görevlisi Dr. Doğan Kısacık  
Proje Yürütücüsü

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	iv
TABLolar LİSTESİ .....	xi
ÖZET .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
2.1 Deniz Taban Formları Genel Tanımı .....	4
2.2 Hidrodinamik Koşullar ve Deniz Taban Formları .....	7
2.2.1 Akıntılar Altında Oluşan Deniz Taban Formları .....	7
2.2.2 Dalga Altında Oluşan Deniz Taban Formları.....	11
2.2.3 Kombine Akımlar Altındaki Deniz Taban Formları .....	18
2.2.3 Deniz Taban Formlarının Belirlenmesinde Kullanılan Temel Parametreler .....	22
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	26
3.1 Çalışma Alanlarında Yapılan Ölçüm ve Örneklemeler (İP1) .....	26
3.1.1 Jeofizik Ölçümler .....	26
3.1.2 Oşinografik Ölçümler .....	30
3.1.3 Akıntı Ölçümleri .....	32
3.1.4 Deniz Tabanı Sediment Örneklemeleri .....	34
3.1.5 Askıda Katı Madde (AKM) Ölçümleri .....	35
3.1.6 Nehir Debilerinin Belirlenmesi.....	36
3.1.7 Sürekli Rüzgar Verilerinin Ölçülmesi.....	39
3.1.8 Yerinde Ölçümler ile Sediment Formlarının Belirlenmesi .....	40
3.2 Verilerin Analizi (İP2) .....	42
3.2.1 Fiziksel Verilerin Analizi .....	42
3.2.2 Rüzgar Verilerinin Analizi.....	46
3.2.3 Sediment Form Tipleri, Morfolojisi ve Alansal Dağılımlarının Belirlenmesi .....	53
3.3 Deniz veya Nehir Dominant Alanların Belirlenmesi (İP3).....	55
3.4 Kısa Süreli Sediment Formlarını Etkileyen Temel Parametrelerin Belirlenmesi (İP4) ..	55
3.4.1 Boyut Analizi.....	55
3.4.2 Parametrelerin Etkinlik Derecelerinin Belirlenmesi.....	57

3.4.3 Literatürde Kullanılan Mevcut Faz Diyagramının Ölçümler Doğrultusunda Geliştirilmesi.....	57
3.5 Analitik Modellerin Uygulanması (İP5).....	57
3.6 Türkçe Terimlerin Önerilmesi (İP6) .....	58
4. BULGULAR.....	59
4.1 Fiziksel Veriler .....	59
4.2 Rüzgar Verileri .....	84
4.3 Sediment Form Tipleri, Morfolojisi ve Alansal Dağılımları.....	104
4.4 Deniz ve Nehir Dominant Alanlar .....	119
4.5 Kısa Süreli Sediment Formlarını Etkileyen Temel Parametreler .....	126
4.5.1 Boyut Analizi Sonuçları.....	126
4.5.2 Kısa Süreli Sediment Formlarını Etkileyen Parametreler ve Etkinlik Dereceleri ..	136
4.5.3 Ölçüm Sonuçlarının Mevcut Faz Diyagramlarına Uygulanması .....	141
4.6 Analitik Model Sonuçları.....	157
4.7 Önerilen Türkçe Terimler .....	170
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	173
5.1 Sonuçlar .....	173
5.2 Öneriler.....	176
6. KAYNAKLAR LİSTESİ.....	178
EKLER .....	182
EK-1: ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEME İSTASYON BİLGİLERİ.....	183
EK-2: YÜZEY VE DİP SICAKLIK-TUZLULUK-YOĞUNLUK DAĞILIMLARI .....	192
EK-3: DALGACIK FORMLARI YÜKSEKLİK VE UZUNLUK ÖLÇÜMLERİ.....	207
EK-4: DALGACIK FORMLARI DESEN YAPILARI .....	217
EK-5: AKUSTİK VERİ ANALİZİ KESİTLERİ .....	225

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Sedimanter kıyı profili ve terminolojisi (Dean ve Dalrymple, 2004) .....	5
Şekil 2. Farklı deniz taban formlarına birkaç örnek a) akıntı altında oluşan kum dalgacığı (current ripple), b) dalga altında oluşan kum dalgacığı (wave ripples), c) kumul (dunes), d) kıyı boyu eşik (breaker bar) (Soulsby, 1997) .....	6
Şekil 3. Kum dalgacığının en kesitteki tanımlayıcı geometrisi .....	7
Şekil 4. Akıntı etkisi altında oluşan deniz taban formlarının şematik gösterimi: F: Froude sayısı, d: sediment büyüklüğü) (García, 2008) .....	9
Şekil 5. Birkaç saniyelik döngüsel periyoda sahip döngüsel dalganın hızı arttıkça kumlu bir tabanda gelişen formlar (J. Southard, 2006).....	13
Şekil 6. Dalga etkisi altında oluşan deniz taban formlarının sınıflandırma diyagramı (Allen, 1982).....	15
Şekil 7. Deneysel çalışma sonucu ortaya çıkarılan kombine akım altındaki tanecik hareketleri .....	19
Şekil 8. Kombine akım altında kum dalgacıklarının dağılımı (Leo C. van Rijn, 1993).....	20
Şekil 9. Kombine akımlar altında deniz taban yapılarını sınıflandırma diyagramı, (Leo C. van Rijn, 1993).....	21
Şekil 10. B. Menderes'te çok ışınlı iskandil ölçüm hatları (sol: Mart 2017, sağ: Ekim 2017)..	26
Şekil 11. Gediz'de çok ışınlı iskandil ölçüm hatları (sol: Mart 2017, sağ: Ekim 2017).....	27
Şekil 12. a) Imagenex DT101 Çok Bimli İskandil Cihazı ve Entegre AML MicroX SVP Cihazı, b) DT101 İçine Yerleştirilen CDL Minisense-3 Hareket Sensörü.....	27
Şekil 13. Çok Işınlı İskandil Sistemini Oluşturan Bileşenlerin Şematik Gösterimi (DT100 ile DT101 çalışma sistemi olarak ayırdır).....	28
Şekil 14. Kullanılan çok ışınlı iskandil cihazına ait spesifikasyon bilgileri .....	28
Şekil 15. Hemisphere Vector VS330 GNSS Sistemi Elemanları .....	29
Şekil 16. Konum bilgisi için kullanılan sisteme ait spesifikasyon bilgileri .....	29
Şekil 17. RBR 620 CTD cihazı (solda), Ruskin yazılımı ile verilerin alınması (sağda).....	30
Şekil 18. Büyük Menderes CTD ölçüm istasyonları (Mart dönemi: sol üst, Mayıs dönemi: sağ üst, Ekim dönemi: alt).....	31
Şekil 19. Gediz CTD ölçüm istasyonları (Temmuz dönemi: sol, Ekim dönemi: sağ).....	31
Şekil 20. Akıntı ölçümünde kullanılan Seaguard RCM cihazı (solda), deniz tabanına montaj (sağ üstte) ve ölçüm mesafesi (sağ altta) .....	32
Şekil 21. Büyük Menderes akıntı ölçüm istasyonları (Mart dönemi: sol üst, Mayıs dönemi: sağ üst, Ekim dönemi: alt).....	33

Şekil 22. Gediz akıntı ölçüm istasyonları (Temmuz dönemi: sol, Ekim dönemi: sağ) .....	33
Şekil 23. Büyük Menderes deniz tabanı sediment örnekleme istasyonları .....	34
Şekil 24. Gediz deniz tabanı sediment örnekleme istasyonları .....	34
Şekil 25. Büyük Menderes AKM örnekleme istasyonları (Mart dönemi: sol üst, Mayıs dönemi: sağ üst, Ekim dönemi: alt) .....	35
Şekil 26. Gediz AKM örnekleme istasyonları (Temmuz dönemi: sol, Ekim dönemi: sağ) .....	36
Şekil 27. Büyük Menderes nehir içi akıntı ölçüm istasyonu .....	36
Şekil 28. Valeport Model 106 akıntı ölçer .....	37
Şekil 29. Büyük Menderes nehir yatağında batimetri verisi alınan hatlar .....	37
Şekil 30. Büyük Menderes (üstte) ve Gediz (altta) DSİ gözlem istasyonları (Kaynak: DSİ 2018) .....	38
Şekil 31. a) Kurulu düzende meteoroloji istasyonu, b) Anemometre (rüzgâr sensörü), c) Ana konsol birimi .....	39
Şekil 32. Büyük Menderes çalışma alanında rüzgar ölçümü yapılan eski ve yeni istasyonlar .....	40
Şekil 33. Sualtı görüntüleme ekipmanları .....	40
Şekil 34. Sualtında kullanılan ölçek ve Mares M1 dalış bilgisayarı .....	41
Şekil 35. Büyük Menderes sediment formları ölçüm istasyonları. Kırmızı noktalar ölçüm yapılabilen istasyonlardır (Mart dönemi: sol üst, Mayıs dönemi: sağ üst, Ekim dönemi: alt) ..	41
Şekil 36. Gediz sediment formları ölçüm istasyonları. Kırmızı noktalar ölçüm yapılabilen istasyonlardır (Temmuz dönemi: sol, Ekim dönemi: sağ) .....	42
Şekil 37. Profil ses hızı .....	42
Şekil 38. Mareograf istasyonu su seviyesi verileri .....	43
Şekil 39. B. Menderes (üstte) ve Gediz (altta) nehir ağızlarındaki karakteristik sediment istasyonlarına ait örneklerin elek analizi sonucu görüntüleri .....	45
Şekil 40. Ege Denizi çalışma alanı ve su derinlikler .....	50
Şekil 41. B. Menderes (üst) ve Gediz (alt) çalışma alanları için kullanılan 2. Seviye SWAN çalışma alanları ve su derinlikleri .....	51
Şekil 42. B. Menderes (üst) ve Gediz (alt) alanlarında proje sırasında yapılan ölçümlerinde entegre edildiği 3. Seviye SWAN çalışma alanları ve su derinlikleri .....	52
Şekil 43. Desen çizimi hazırlığı .....	53
Şekil 44. Görüntüden dalgacıkların h ve L değerlerinin tespit edilmesi .....	54
Şekil 45. B. Menderes Mart 2017 arazi dönemine ait CTD profili .....	61
Şekil 46. B. Menderes Mayıs 2017 arazi dönemine ait CTD profili .....	62
Şekil 47. B. Menderes Ekim 2017 arazi dönemine ait CTD profili .....	63
Şekil 48. Gediz Temmuz 2017 arazi dönemine ait CTD profili .....	65

Şekil 49. B. Menderes Ekim 2017 arazi dönemine ait CTD profili .....	66
Şekil 50. B. Menderes Mart 2017 döneminde alınan BM-RCM-1 (üstte) ve BM-RCM-2 (altta) istasyonları akıntı değerleri.....	67
Şekil 51. B. Menderes Mayıs 2017 döneminde alınan BM-4 (üstte), BM-14 (orta) ve BM-24 (altta) istasyonları akıntı değerleri.....	68
Şekil 52. B. Menderes Ekim 2017 döneminde alınan BM-32 (üstte), BM-31 (orta) ve BM-4 (altta) istasyonları akıntı değerleri.....	69
Şekil 53. Gediz Temmuz 2017 döneminde alınan G-9 (üstte), G-7 (orta) ve G-8 (altta) istasyonları akıntı değerleri.....	70
Şekil 54. Gediz Ekim 2017 döneminde alınan G-9 (üstte), G-7 (orta) ve G-8 (altta) istasyonları akıntı değerleri.....	71
Şekil 55. B. Menderes nehir ağızı sediman dağılım sınıfları (Schlee, 1973; Shepard, 1954) .	73
Şekil 56. Gediz nehir ağızı sediman dağılım sınıfları (Schlee, 1973; Shepard, 1954) .....	75
Şekil 57. Büyük Menderes AKM değerleri.....	77
Şekil 58. Gediz AKM değerleri.....	78
Şekil 59. Büyük Menderes Sechhi disk değerleri dağılımı (Sol üst: Mart, sağ üst: Mayıs, alt: Ekim dönemi) .....	79
Şekil 60. Gediz Sechhi disk değerleri dağılımı (Sol: Temmuz, sağ: Ekim dönemi).....	79
Şekil 61. Büyük Menderes Mart dönemi akarsu akıntı ölçüm sonuçları .....	80
Şekil 62. Büyük Menderes Mayıs dönemi akarsu akıntı ölçüm sonuçları .....	81
Şekil 63. Büyük Menderes nehir yatağı ve kesitleri.....	82
Şekil 64. Büyük Menderes AGİ istasyon verileri (üst: D07A016, orta: E07A007, alt: D07A062 istasyonu) (Kaynak: DSİ, 2018).....	83
Şekil 65. Gediz AGİ istasyon verileri (üst: D05A084, alt: D05A025 istasyonu) (Kaynak: DSİ, 2018).....	84
Şekil 66. ECMWF 37.40°K 27.10°D noktasına ait yıllık rüzgar gülü .....	85
Şekil 67. NCEP CFSR 37.31°K 27.19°D noktasına ait yıllık rüzgar gülü .....	85
Şekil 68. ECMWF 38.70°N, 26.60°E noktasına ait yıllık rüzgar gülü .....	88
Şekil 69. NCEP CFSR 38.87°N, 26.25°E noktasına ait yıllık rüzgar gülü .....	89
Şekil 70. Dalga modelinde noktasal olarak yapılan analizlerin lokasyonları .....	91
Şekil 71. 26 Mart 2017 saat 11:00'de model çalışması süresince elde edilen en yüksek dalga yüksekliği (1,1m) modellenmiştir.....	92
Şekil 72. 6-3-2017 saat 11:00 için Ege ve B. Menderes açıklarında dalga yükseklikleri.....	92
Şekil 73. BM24 noktası için dalga yüksekliği, periyodu ve yönü.....	93
Şekil 74. B.Menderes yakın alan ayrıntılı batimetre için dalga yüksekliği (6 Mart 2017 11:00) .....	94

Şekil 75. 21 Mayıs 2017 saat 04:00'de model çalışması süresince elde edilen en yüksek dalga yüksekliği (58cm) modellenmiştir. ....	95
Şekil 76. 21 Mayıs 2017 saat 4:00 için Ege ve B. Menderes açıklarında dalga yükseklikleri ..	95
Şekil 77. BM24 noktası için dalga yüksekliği, periyotu ve yönü .....	96
Şekil 78. B.Menderes yakın alan ayrıntılı batimetre için dalga yüksekliği (21 Mayıs 2017 04:00) .....	96
Şekil 79. 7 Ekim 2017 saat 15:00'de model çalışması süresince elde edilen en yüksek dalga yüksekliği (1,4m) modellenmiştir. ....	97
Şekil 80. 7 Ekim 2017 saat 15:00 için Ege ve B. Menderes açıklarında dalga yükseklikleri ..	98
Şekil 81. BM24 noktası için dalga yüksekliği, periyotu ve yönü .....	98
Şekil 82. B.Menderes yakın alan ayrıntılı batimetre için dalga yüksekliği (7 Ekim 2017 15:00) .....	99
Şekil 83. Gediz açıklarında seçilen nokta için yapılan model çalışması sonunda elde edilen derin deniz dalga yükseklikleri .....	100
Şekil 84. 19 Temmuz 2017 saat 06:00 için Ege ve Gediz açıklarında dalga yükseklikleri ..	100
Şekil 85. G08 noktası için dalga yüksekliği, periyotu ve yönü .....	101
Şekil 86. Gediz yakın alan ayrıntılı batimetre için dalga yüksekliği (19 Temmuz 2017 06:00) .....	101
Şekil 87. Gediz bölgesi derin deniz dalga yükseklikleri (1-12 Ekim 2017) .....	102
Şekil 88. 8 Ekim 2017 saat 01:00 için Ege ve Gediz açıklarında dalga yükseklikleri .....	103
Şekil 89. G08 noktası için dalga yüksekliği, periyotu ve yönü .....	103
Şekil 90. Gediz yakın alan ayrıntılı batimetre için dalga yüksekliği (8 Ekim 2017 saat 01:00) .....	104
Şekil 91. Büyük Menderes Mart dönemi dalgacık formları h-L dağılım ve ilişkileri.....	106
Şekil 92. Büyük Menderes Mayıs dönemi dalgacık formları h-L dağılım ve ilişkileri .....	107
Şekil 93. Büyük Menderes Ekim dönemi dalgacık formları h-L dağılım ve ilişkileri.....	108
Şekil 94. Gediz Temmuz dönemi dalgacık formları h-L dağılım ve ilişkileri .....	110
Şekil 95. Gediz Ekim dönemi dalgacık formları h-L dağılım ve ilişkileri .....	111
Şekil 96. Büyük Menderes BM-S7 istasyonu batimetri verisi (üstte) ve sonar görüntüsü (altta) .....	112
Şekil 97. Büyük Menderes BM-S7 istasyonu kesitleri .....	113
Şekil 98. Büyük Menderes BM-S8 istasyonu batimetri verisi (üstte) ve sonar görüntüsü (altta) .....	115
Şekil 99. Büyük Menderes BM-S8 istasyonu kesitleri .....	116
Şekil 100. Test çalışmasında kullanılan beton bloklar .....	118



Şekil 101. Test çalışması sonuçları. Solda yanal taramalı sonar, sağda batimetri çalışması sonucu. ....	118
Şekil 102. Büyük Menderes Mart dönemi yüzey ve dip su kütleleri özellikleri (T: sıcaklık, S: tuzluluk, D: yoğunluk) .....	120
Şekil 103. Büyük Menderes Mayıs dönemi yüzey ve dip su kütleleri özellikleri (T: sıcaklık, S: tuzluluk, D: yoğunluk) .....	121
Şekil 104. Büyük Menderes Ekim dönemi yüzey ve dip su kütleleri özellikleri (T: sıcaklık, S: tuzluluk, D: yoğunluk) .....	122
Şekil 105. Gediz Temmuz dönemi yüzey ve dip su kütleleri özellikleri (T: sıcaklık, S: tuzluluk, D: yoğunluk) .....	123
Şekil 106. Gediz Ekim dönemi yüzey ve dip su kütleleri özellikleri (T: sıcaklık, S: tuzluluk, D: yoğunluk) .....	124
Şekil 107. Büyük Menderes AKM dağılımları .....	125
Şekil 108. Gediz AKM dağılımları .....	125
Şekil 109. Kombine akımlar altında gelişen deniz taban formlarının boyutlarını ( <i>LB</i> ve <i>HB</i> ) etkileyen parametreler .....	126
Şekil 110. Senaryo 1'den seçilen parametrelerin etkinlik derecelerinin grafik gösterimi a) ilk test sonucu, b) ikinci test sonucu, c) üçüncü test sonucu, d) dördüncü test sonucu, e) beşinci test sonucu, f) altıncı test sonucu .....	139
Şekil 111. Senaryo 2'den seçilen parametrelerin etkinlik derecelerinin grafik gösterimi a) ilk test sonucu, b) ikinci test sonucu, c) üçüncü test sonucu, d) dördüncü test sonucu .....	140
Şekil 112. Senaryo 3'ten seçilen parametrelerin etkinlik derecelerinin grafik gösterimi a) ilk test sonucu, b) ikinci test sonucu, c) üçüncü test sonucu, d) dördüncü test sonucu .....	141
Şekil 113. Kleinhans'ın yeni geliştirdiği faz diyagramında Gediz ve B. Menderes verilerinin bir arada gösterimi .....	144
Şekil 114. Kleinhans'ın çalışmasında yer alan diğer bir faz diyagramında Gediz ve B. Menderes verilerinin bir arada gösterimi .....	145
Şekil 115. Kleinhans'ın yeni geliştirdiği faz diyagramında B. Menderes verilerinin gösterimi .....	146
Şekil 116. Kleinhans'ın çalışmasında yer alan diğer faz diyagramında B. Menderes verilerinin gösterimi .....	147
Şekil 117. Kleinhans'ın yeni geliştirdiği faz diyagramında Gediz verilerinin gösterimi .....	148
Şekil 118. Kleinhans'ın çalışmasında yer alan diğer faz diyagramında Gediz verilerinin gösterimi .....	149
Şekil 119. Dumas ve arkadaşlarının geliştirdiği faz diyagramlarında Gediz ve B. Menderes verilerinin gösterimi a) sediment dane çapı: 0.14 mm, dalga periyodu 10.5 s, b) sediment	

dane çapı: 0.14 mm, dalga periyodu 8 s, c) sediment dane çapı: 0.22 mm, dalga periyodu 10.5 s .....	151
Şekil 120. Dumas ve arkadaşlarının geliştirdiği faz diyagramlarında B. Menderes verilerinin gösterimi a) sediment dane çapı: 0.14 mm, dalga periyodu 10.5 s, b) sediment dane çapı: 0.14 mm, dalga periyodu 8 s, c) sediment dane çapı: 0.22 mm, dalga periyodu 10.5 s .....	152
Şekil 121. Dumas ve arkadaşlarının geliştirdiği faz diyagramlarında Gediz verilerinin gösterimi a) sediment dane çapı: 0.14 mm, dalga periyodu 10.5 s, b) sediment dane çapı: 0.14 mm, dalga periyodu 8 s, c) sediment dane çapı: 0.22 mm, dalga periyodu 10.5 s .....	153
Şekil 122. Perillo'nun geliştirdiği faz diyagramlarında Gediz ve B. Menderes verilerinin gösterimi a) sediment dane çapı: 0.09-0.25 mm, dalga periyodu 1.5-25 s, b) sediment dane çapı: 0.25 mm, dalga periyodu 4 s, c) sediment dane çapı: 0.25 mm, dalga periyodu 5 s, d) sediment dane çapı: 0.25 mm, dalga periyodu 6 s,.....	155
Şekil 123. Perillo'nun geliştirdiği faz diyagramlarında B. Menderes verilerinin gösterimi a) sediment dane çapı: 0.09-0.25 mm, dalga periyodu 1.5-25 s, b) sediment dane çapı: 0.25 mm, dalga periyodu 4 s, c) sediment dane çapı: 0.25 mm, dalga periyodu 5 s, d) sediment dane çapı: 0.25 mm, dalga periyodu 6 s,.....	156
Şekil 124. Perillo'nun geliştirdiği faz diyagramlarında Gediz verilerinin gösterimi a) sediment dane çapı: 0.09-0.25 mm, dalga periyodu 1.5-25 s, b) sediment dane çapı: 0.25 mm, dalga periyodu 4 s, c) sediment dane çapı: 0.25 mm, dalga periyodu 5 s, d) sediment dane çapı: 0.25 mm, dalga periyodu 6 s, .....	157
Şekil 125. Dalga etkisinde hesaplanan boyutsuz dalgacık yüksekliği (Predicted $H_B/h$ ) ile B. Menderes ve Gediz nehirlerinde ölçülen dalgacık yüksekliği (Measured $H_B/h$ ) arasındaki ilişkiyi gösteren grafik. ....	162
Şekil 126. Dalga etkisinde hesaplanan boyutsuz dalgacık boyu (Predicted $L_B/h$ ) ile B. Menderes ve Gediz nehirlerinde ölçülen dalgacık boyu (Measured $L_B/h$ ) arasındaki ilişkiyi gösteren grafik. ....	163
Şekil 127. Akıntı etkisinde hesaplanan boyutsuz dalgacık yüksekliği (Predicted $H_B/h$ ) ile B. Menderes ve Gediz nehirlerinde ölçülen dalgacık yüksekliği (Measured $H_B/h$ ) arasındaki ilişkiyi gösteren grafik. ....	165
Şekil 128. Akıntı etkisinde hesaplanan boyutsuz dalgacık boyu (Predicted $L_B/h$ ) ile B. Menderes ve Gediz nehirlerinde ölçülen dalgacık boyu (Measured $L_B/h$ ) arasındaki ilişkiyi gösteren grafik. ....	165
Şekil 129. Kombine akım etkisinde hesaplanan boyutsuz dalgacık yüksekliği (Predicted $H_B/h$ ) ile B. Menderes ve Gediz nehirlerinde ölçülen dalgacık yüksekliği (Measured $H_B/h$ ) arasındaki ilişkiyi gösteren grafik. ....	169

Şekil 130. Kombine akım etkisinde hesaplanan boyutsuz dalgacık boyu (Predicted $L_B/h$ ) ile B. Menderes ve Gediz nehirlerinde ölçülen dalgacık boyu (Measured $L_B/h$ ) arasındaki ilişkiyi gösteren grafik. ....	169
Şekil 131. Farklı akış koşullarında oluşan deniz taban form tipleri (Simons ve Richardson, 1961) a ripples, b ripples on dunes, c dunes, d transition or washed-out dunes, e plane bed, f antidune standing waves, g antidune breaking waves, h chute-pools.....	170
Şekil 132. Deniz taban formu geometrisi (Dumas vd. 2005) .....	171

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1. Nehir ortamındaki deniz taban formlarını sınıflandıran yöntem özeti.....	8
Tablo 2. Leo C. van Rijn, (1993)'a göre nehir akıntısında oluşan taban formlarının sınıflandırması özet tablosu.....	8
Tablo 3. Literatürde mevcut taban form sınıflandırma yöntemleri özet tablosu .....	10
Tablo 4. Deniz taban formlarının tahmininde kullanılan dalga parametreleri .....	23
Tablo 5. Deniz taban formlarının tahmininde kullanılan akıntı parametreleri .....	24
Tablo 6. Deniz taban formlarının tahmininde kullanılan sediment parametreleri .....	24
Tablo 7. Literatürde mevcut taban form sınıflandırma yöntemleri özet tablosu .....	25
Tablo 8. RBR 620 CTD cihazının özellikleri .....	30
Tablo 9. Seaguard RCM cihazının özellikleri .....	32
Tablo 10. Valeport Model 106 Current Meter cihazının özellikleri .....	37
Tablo 11. Patch Testi sonuçları .....	43
Tablo 12. Taban sedimenti örneklerine yapılan analizler .....	44
Tablo 13. Rüzgar veri setlerinin istatistiki karşılaştırma sonuçları .....	48
Tablo 14. Saatlik dalga modeli analizlerinin yapıldığı tarihler .....	53
Tablo 15. Görüntülerde x ve y yönlerindeki sapmalar .....	54
Tablo 16. Sediman taşınımı alanında kullanılan miktarlar ve boyutlar.....	56
Tablo 17. Büyük Menderes Mart 2017 CTD datası özet tablosu .....	59
Tablo 18. Büyük Menderes Mayıs 2017 CTD datası özet tablosu.....	60
Tablo 19. Büyük Menderes Ekim 2017 CTD datası özet tablosu .....	60
Tablo 20. Gediz Temmuz 2017 CTD datası özet tablosu.....	64
Tablo 21. Gediz Ekim 2017 CTD datası özet tablosu .....	64
Tablo 22. Büyük Menderes deniz tabanı sediment özellikleri.....	72
Tablo 23. Gediz deniz tabanı sediment özellikleri .....	74
Tablo 24. Uzun dönem dalga istatistiği çalışmaları sonuçları - ECMWF 37.40°K 27.10°D noktası .....	86
Tablo 25. Uzun dönem dalga istatistiği çalışmaları sonuçları - NCEP CFSSR 37.31°K 27.19°D noktası .....	86
Tablo 26. En büyük değer dalga istatistiği çalışmaları sonuçları - ECMWF.....	87
Tablo 27. En büyük değer dalga istatistiği çalışmaları sonuçları – NCEP CFSSR.....	87
Tablo 28. Uzun dönem dalga istatistiği çalışmaları sonuçları - ECMWF .....	89
Tablo 29. Uzun dönem dalga istatistiği çalışmaları sonuçları – NCEP CFSSR .....	90
Tablo 30. En büyük değer dalga istatistiği çalışmaları sonuçları – ECMWF verileri .....	90

Tablo 31. En büyük değer dalga istatistiği çalışmaları sonuçları – NCEP CFSSR verileri .....	90
Tablo 32. Büyük Menderes dalgacık yükseklik ve uzunlukları (N: her dönem için yapılan okuma sayısı, ST DEV: standart sapma, VAR: varyans) .....	105
Tablo 33. Gediz dalgacık yükseklik ve uzunlukları (N: her dönem için yapılan okuma sayısı, ST DEV: standart sapma, VAR: varyans) .....	109
Tablo 34. Kombine akımlar altında gelişen deniz taban formlarını etkileyen miktarlar ve boyutları .....	127
Tablo 35. Boyut analizi sonuçlarından seçilen parametrelerin deniz taban form boyutları ( <i>HB, LB</i> ) ile ilişkileri .....	137
Tablo 36. Kleinhans'ın faz diyagramında kullandığı parametreler ve hesaplama yöntemleri .....	142
Tablo 37. Kleinhans'ın faz diyagramında kullandığı terimler ve açıklamaları .....	143
Tablo 38. Dumas ve arkadaşlarının faz diyagramında kullandığı Parametreler ve hesaplama yöntemleri.....	150
Tablo 39. Dumas ve arkadaşlarının faz diyagramında kullandığı terimler ve açıklamaları ..	150
Tablo 40. Perillo tarafından geliştirilen faz diyagramında kullanılan parametreler ve hesaplama yöntemleri .....	154
Tablo 41. Perillo tarafından geliştirilen faz diyagramında kullanılan terimler ve açıklamaları .....	154
Tablo 42. Grant ve Madsen tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri.....	158
Tablo 43. Nielsen tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri .....	159
Tablo 44. Soulsby ve arkadaşları tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri.....	160
Tablo 45. Van Rijn tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri .....	161
Tablo 46. Grasmeijer ve Kleinhans tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri.....	162
Tablo 47. Soulsby tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri .....	164
Tablo 48. Van Rijn tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri .....	164
Tablo 49. Li ve arkadaşları tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri.....	166

Tablo 50. Soulsby ve arkadaşları tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri.....	167
Tablo 51. Tanaka ve Dang tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri.....	168
Tablo 52. Khelifa ve Ouellet tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri.....	168
Tablo 53. İngilizce terimlere karşılık önerilen Türkçe karşılıklar .....	172

## ÖZET

Deniz taban formları, hidrodinamik etkiler sonucu sedimentin harekete geçmesi ile oluşmaya başlayan ve zaman içerisinde gelişip hareket eden dinamik sedimenter yapılardır. Birçok parametreden etkilenen bu formların oluşumu ve gelişimi oldukça komplekstir. Literatürde farklı koşullar için formül ve diyagramlar olsa da özellikle kombine akımlar altında oluşan deniz taban formlarının tip ve boyutlarını tahmin eden üzerinde uzlaşmış formül ve diyagramlar henüz oluşmamıştır. Projenin temel amacı, nehir-deniz etkileşim bölgelerinde kombine akım alanlarının dinamiklerini ve sediment formlarının oluşum mekanizmalarını araştırarak temel bir çalışma yapmaktır. Bu bağlamda, dalga ve nehir akıntısı ile oluşan sediment formlarının fiziksel karakterlerinin tespit edilmesi ve oluşum mekanizmalarının incelenmesi hedeflenmiştir ve proje kapsamında Gediz ve B. Menderes nehir ağızlarında saha çalışmaları yapılmıştır. Saha çalışmaları kurak ve yağışlı dönemde yapılarak çalışmanın farklı hidrodinamik koşulları kapsamı hedeflenmiştir.

Alınan örnek ve verilerden, araştırma kapsamında, deniz taban formlarının belirlenmesinde kullanılan sedimentin özellikleri, dalga-akıntı parametreleri, askıda katı madde konsantrasyonu, deniz suyu fiziksel özellikleri, Secchi disk derinliği, deniz taban tip ve boyutları, batimetri, sonar verileri toplanmıştır. Deniz taban formlarının tip ve boyutları yerinde ölçülmüş, bu ölçümler, her iki nehir ağzında üç farklı zamanda dalgıç marifeti ile ve ölçekli fotoğraflanmıştır. Deniz taban formlarının üstten ve yandan çekilen fotoğrafları Coğrafi Bilgi Sisteminde (CBS) metrik kartezyen koordinat sistemine oturtularak sayısallaştırılmıştır. Ayrıca, deniz taban formlarını tanımlayıcı özelliklerinden bir diğeri olan ve form tipinin belirlenmesinde önemli verilerden desen yapısı da yine üst görüntülemeye elde edilmiştir.

Mevcut tahmin modelleri kullanılarak ölçülen parametreler için kombine akımlar altında oluşan kısa süreli deniz taban şekillerinin boyutları hesaplanmıştır. Bu sonuçlar deniz taban şekillerinin ölçülen değerleri ile kıyaslanarak modeller performansları kıyaslanmıştır. Buna ek olarak, yine ölçülen parametreler kullanılarak mevcut faz diyagramlarından deniz taban şekillerinin tipleri tahmin edilmiş ve gerçek ölçümler ile kıyaslanarak diyagramlar doğrulanmıştır. Boyutsuz analiz çalışmaları yapılarak etkin parametre ve parametre grupları belirlenmiştir. Son olarak, anketler yapılarak alanda kullanılan teknik terimlerin türkçe karşılıkları belirlenmeye çalışılmıştır.

### **Anahtar kelimeler:**

Sediment taşınımı; Deniz taban formu; Taban sürtünmesi; Kum dagacı; Kumul; Kombine akım; Faz diyagramı; arazi ölçümü; Boyutsuz analizler

## ABSTRACT

Seabed forms are sedimentary structures, which are created by the initiation of sediment movements caused by hydrodynamic processes. These forms are dynamic so that they grow, reform and move in time. The generation of these forms are affected by various parameters and their formation is very complex. Even though there are formulae and diagrams for different conditions in the literature, there isn't still any formulae or diagram reached to a common consensus, especially for the determination of type and dimensions of seabed forms under combined flow conditions. field studies were carried out at Gediz and B. Menderes river mouths in rainy and dry periods to cover different hydrodynamic conditions.

A large set of data -such as sediment properties, wave-current parameters, suspended solid concentration, physical properties of sea water, Secchi disc depth, type and dimensions of seabed forms, bathymetry and sonar- all of which are used in determination of seabed forms, were collected within the scope of the research. An important component of these studies were the in-situ measurements of seabed forms. These measurements were performed by taking scaled photographs with diving at two river mouths at three different times. Top and side photographs of seabed forms were then referenced to a metric cartesian coordinate system in Geographic Information System (GIS) and were digitized on-screen. Texture, another common descriptive parameter of seabed forms, which is also used to determine form types, was obtained from digitized top views.

The dimensions of the short-term bedforms, formed under combined flow, were calculated from the measured parameters. Predicted bedform dimensions were compared with the measured dimensions to evaluate the analitic model performances. In addition, the types of bedforms were estimated from the existing phase diagrams by using the measured parameters. Then, the diagrams are verified with actual measurements. Effective parameter and parameter groups were determined by performing dimensionless analysis. Finally, a questionnaire surveys were conducted to determine the Turkish equivalents of technical terms used in the subject.

### **Key words:**

Sediment transport; Bedform; Bed roughness; Ripple; Dune; Phase diagram, In-stiu measurements; Dimensional analysis



## 1. GİRİŞ

Kıyı alanlarında, doğal (iklim değişikliği, vb) ya da yapay (kıyı yapıları, vb) nedenlerle akıntı düzeni değişmekte, kıyı boyu ve kıyıya dik sediman taşınımı gerçekleşmektedir. Bu değişimlerin sonucunda kıyılarda erozyon ya da yığılma meydana gelmektedir. Bununla birlikte, kıyılarda dalga etkisi ile meydana gelebilecek taşkınların öngörülmesi ve mevcut kıyı çizgisinin erozyondan korunması için yine deniz tabanındaki katı madde taşınımının bilinmesi de gerekmektedir. Tabanındaki katı maddelerin harekete geçme zamanının bilinmesi, deniz yapılarının etrafındaki yerel taban hareketleri ve kıyıların şekillenmesinde etkin olan taban ve askıdaki malzeme taşınımının belirlenmesi açısından da önemlidir.

Kıyılardaki değişikliklerin, özellikle de zaman içerisinde gerçekleşen taşınım olaylarının, alansal ölçümlerle belirlenmesi veya fiziksel modellerle incelenmesi hem zor hem de yüksek maliyetli çalışmalardır. Her geçen gün gelişen ve kapasitesi artan bilgisayarlar ile kıyılardaki sediman hareketlerinin sayısal benzeşim modelleri ile modellenmesi mümkün olmaktadır. Bu sayede kıyı alanında uzun sürelerde meydana gelen oyulma ve yığılma değişimleri başarıyla benzeştirilebilmektedir. Sediman taşınım modellerinin büyük bir çoğunluğu, zamana göre değişen hidrodinamik ve sediman taşınım formüllerini birlikte çözmektedirler. Bu formüllerin sayısal olarak çözümlenebilmesi için, modele önceden dane çapı, sediman yoğunluğu, kritik kayma gerilmesi, taban kayma gerilmesi ve çökeltme hızı gibi parametrelerin girilmesi gerekir. Taban kayma gerilmesi, tabanda oluşan sediman formları tarafından kontrol edilir. Bu formlarının doğru tahmini sayısal benzeşim modellerinin sonuçlarını doğrudan etkiler. Bu nedenle, sediman formlarını tahmin eden başarılı analitik modellere ihtiyaç vardır. Buna rağmen, üzerinde tam uzlaşmış bir analitik sediman form tahmin modeli de mevcut değildir. Sediman formları genelde tabanda görülen irili ufaklı sediman dalgacıkları veya kumullar şeklinde görülürler (Van Rijn, 1984). Sediman formlarını oluşturan temel hidrodinamik etken ise akımlardır. Kıyı bölgelerinde akımlar, çoğu zaman dalgaların ve denizel akıntılarının birlikte oluşturdukları kombine akımlardır. Kombine akımlar birden fazla akıntının alansal ya da zamansal birleşmesiyle oluşabilirler (Van Rijn, 1984). Bu sınırlı tanım içinde bile sayısız kombinasyonlar oluşturmak mümkündür. Örneğin, rüzgâr akıntıları, gelgit akıntıları, nehir akıntıları, çeken akıntılar (rip), jeostrofik akıntılar veya yer çekimi akıntıları gibi tek yönlü akıntılar bile birbirleriyle etkileşime girerek birçok farklı kombine akım çeşidi oluşturabilirler. Kombine akımlar daha çok nehir ağızları olmakla birlikte, haliç, delta önü, sahil alanları, göller, kıta sahanlığı ve açık deniz gibi alanlarda da görülebilirler. Bu kombine akımlar, tabandaki sürtünme kuvvetini belirleyen sediman form boyutlarını doğrudan etkilerler. Denizlerde, dalgalar tarafından oluşturulan dalgacık sediman formları akıntılar tarafından oluşturulan

kumullardan çok küçüktür ve genellikle dalgacık sediman formları kumulların üzerinde gelişirler. Böylece, ilk bakışta, kumul gelişiminin dalgacık sediman formların oluşumundan etkilenmediği söylenebilir. Ancak, bu kesin bir kanı olamaz, çünkü dalgaların döngüsel salınımı kumul yüzeyindeki sedimanı daha hareketli kılacaktır. Bunun da kumul gelişimi üzerinde bazı etkileri olacaktır. Buna ek olarak, akıntıyla ters yönde yayılan dalgaların tabanda oluşturduğu sürtünmenin, akıntıyla dalganın aynı yönde ilerlemesiyle oluşan sürtünmeden daha fazla olduğu da görülmüştür (Kemp ve Simons, 1982; Kemp ve Simons, 1983; Nielsen, 1992).

Tek yönlü doğrusal akıntılar ya da sadece döngüsel akıntılar kıyı bölgelerinde ender görülebilecek akıntılardır olmasına rağmen araştırmacıların çoğu, daha kolay olması nedeniyle çalışmalarını sadece dalga veya akıntı akımları altında gerçekleştirmişlerdir ve dolayısıyla kombine akımlar tarafından oluşan sediman formlar hakkında oldukça sınırlı bilgilere sahibiz. Kombine akımlar altında oluşan sediman formlar çok farklı mühendislik uygulamalarının konusu olabilir, ancak bu çalışmadaki özel ilgi daha çok bu sediman formlarının boyutu, türü ve bu sediman formları nedeniyle oluşan taban sürtünme kuvvetleri ile ilgilidir ve taban sürtünme kuvvetlerini tahmin etmek için çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Mathiesen ve Madsen, 1996; ve Fredsoe vd., 1999). Birçoğu deneysel olan bu çalışmalardan elde edilen formüller, yapılan deney koşullarında doğru sonuçlar vermelerine karşın daha geniş hareketlilik parametreleri için denenmemiştir. Bu alandaki sediman formlarının davranış ve gelişmelerini anlamak adına yeni bilimsel çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu açıdan, farklı koşulların gözlemlendiği alanlarda bu analitik modellerin denenmesi uygulanabilirlik açısından önemlidir. Literatürde, değişen dalga ve akıntı özelliklerine göre oluşan sediman formları gösteren faz diyagramları mevcuttur (Kleinhans, 2005). Bu diyagramlarda sediman form tipleri dalgaların baskın olduğu bölgeler için nispeten iyi tanımlanmış, fakat kombine akımların baskın görüldüğü alanlarda sediman form tiplerinde göreceli bir belirsizlik söz konusuydu. Bu nedenle komple tamamlanmış bir faz diyagramı için, kombine akım alanlarındaki sediman form dizilerinin belirlenmesi de önemlidir.

Türkiye kıyılarında kombine akımlar tarafından meydana gelmiş sediman formları hakkında henüz detaylı bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışma bu alandaki boşluğu doldurma çabasıdır.

Bu projenin temel amacı, nehir-deniz etkileşim alanlarının dinamiklerini kavramak ve kısa süreli deniz tabanı sediment formlarının oluşum mekanizmalarını açıklayabilecek bilgiler üretebilmektir. Buna ek olarak, ülkemiz kıyılarında kombine akımlar altında oluşan sediman formların incelenmesi ve elde edilecek veriler ile var olan analitik modellerin Türkiye kıyılarındaki nehir ağızlarında uygulanmasıdır.

Bu nedenle, proje kapsamında mevcut analitik modeller iki farklı Türkiye kıyı sistemi için ilk kez denenmiştir. Kombine akımlar, nehirler ile denizlerin birleştiği nehir ağızlarında daha kolay

gözlemlenebildiği için, saha çalışmaları Ege Denizi'ne dökülen Büyük Menderes ve Gediz Nehri ağızlarında yapılmıştır. Büyük Menderes Nehri Batı Anadolu'nun en büyük nehridir ve Menderes Havzası'nın ana sulama kaynağıdır. Gediz Nehri ise Anadolu'dan Ege Denizi'ne dökülen Büyük Menderes Nehri'nden sonraki ikinci büyük akarsudur ve İzmir Körfezi'ne dökülür. Her iki nehir de taşıdıkları su miktarı ile tarım açısından çok önemlidirler. Ayrıca, taşıdıkları su ve sediman miktarı ile her iki nehir ağızı da kombine sediman formların oluşumuna uygun ortamlardır.

Çalışma kapsamında, kombine akımlar altında oluşan kısa süreli sediment form tipleri ve morfolojisi ile bu oluşumları belirleyen dinamik koşulların belirlenmiştir. Bu bağlamda öncelikle, kombine akımların olduğu dinamik ortamı karakterize eden tuzluluk, sıcaklık, akıdaki katı madde konsantrasyonu, tabandaki sediment dane boyu dağılımı, akıntı hız ve yönü, nehir deşarjı, dalga yüksekliği ve periyodu, su derinliği gibi parametreler ölçülmüştür. Daha sonra, sediment form tipleri belirlenmiş ve morfolojik özellikleri ölçülmüştür. Ölçülen parametreler ve sediment form tiplerine göre deniz veya nehir baskın alan sınırlarının tespit edilmiştir. Ayrıca sediman form oluşum mekanizmalarının incelenmiş ve dalga, akıntı, derinlik ve sediment parametrelerinin oluşum mekanizması üzerindeki etkinlikleri tartışılmıştır.

Daha sonra, sediment formlarının tahmin edilmesinde kullanılan faz diyagramlar ve analitik modeller Gediz ve B. Menderes nehir ağızları için uygulanmıştır. Bu bağlamda öncelikle, sediment form boyutlarını tahmin eden analitik modeller ölçümlerle karşılaştırılmış ve elde edilen veriler ile mevcut sediment form faz diyagramlarındaki bilgi boşlukları doldurulmaya çalışılmıştır.

Bu araştırma, ileride yapılacak yeni analitik model çalışmalarına da altyapı sağlayacaktır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

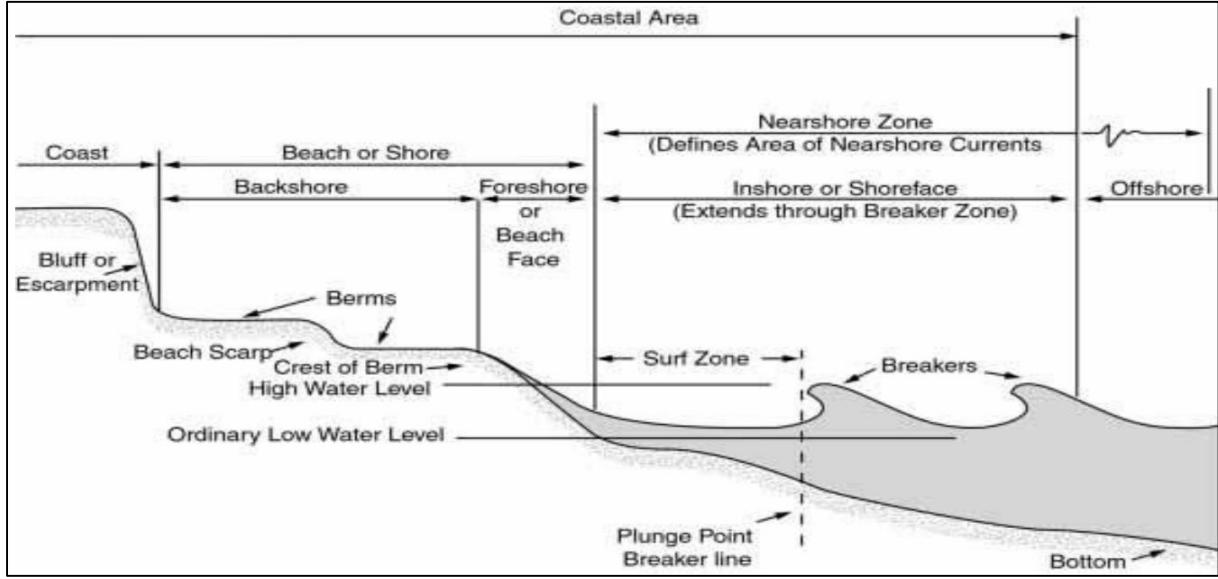
Bu çalışmada deniz taban formları (bedformlar) tanımlanmaya çalışılmış ve akıntı, dalga ve kombine akımlar altındaki bedformlar incelenmiştir. Böylece, Kısa Süreli Sediment Formlarını Etkileyen Temel Parametrelerin Belirlenmesi (İP4) kapsamında kullanılan yöntemler araştırılmış, Türkçe Terimlerin Önerilmesi (İP6) için de kapsamlı literatür çalışması yapılmıştır. Literatür çalışmaları kapsamında ayrıca bedformların oluşumunu etkileyen parametreler belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmalar kapsamında boyut analizi çalışmalarına temel oluşturan sediment formların oluşumunu kontrol eden önemli parametreler ve bağıntılar incelenmiştir. Proje kapsamında yapılan akıntı, dalga ve kombine etki altında oluşan deniz taban formları alanında kullanılan terimlerin Türkçeleştirilmesi amacıyla öncelikle literatürde mevcut çalışmalar ve kullanılan terimler ayrıntılarıyla araştırılarak tespit edilmiştir. Bunun yanında Türkiye’de bu alanda yapılmış çalışmalar ve yayınlar araştırılarak kullanılan Türkçe terimler tespit edilmeye çalışılmıştır.

### 2.1 Deniz Taban Formları Genel Tanımı

Dünya nüfusunun büyük bir çoğunluğunun yaşadığı, bir kısmının ise sıklıkla ziyaret ettiği kıyısız alanlar mühendislik açısından birçok yayında (Coastal Engineering Research Center, 1984; Haslett, 2009; Sorensen, 2006; L.C. Van Rijn, 1998) deniz yüzeyinin ve kara yüzeyinin birleştiği ve etkileşim halinde olduğu bir alan olarak tanımlanmaktadır.

Farklı yapı ve şekillerde tanımlanmış kıyı tiplerinin varlığı bilinse de (L.C. Van Rijn, 1998), sedimanter kıyılar dünyada çok daha yaygın bir kıyı tipi olarak karşımıza çıkmaktadır (Sorensen, 2006). Sedimanter kıyılar ise temel olarak literatürde üç temel kısma ayrılmıştır (Şekil 1). Bunlar kara (Coast), kıyı (beach ya da shore) ve kıyıyüzü (inshore, shoreface) (bazı kaynaklar bu kısma yakıncıyı (nearshore) olarak yer vermiştir) olarak isimlendirilmiştir. Bu alanlarda kıyı jeomorfolojisi rüzgar, dalga, akıntı ve bunların birlikte oluşturdukları etkiyle oluşur ve gelişir.

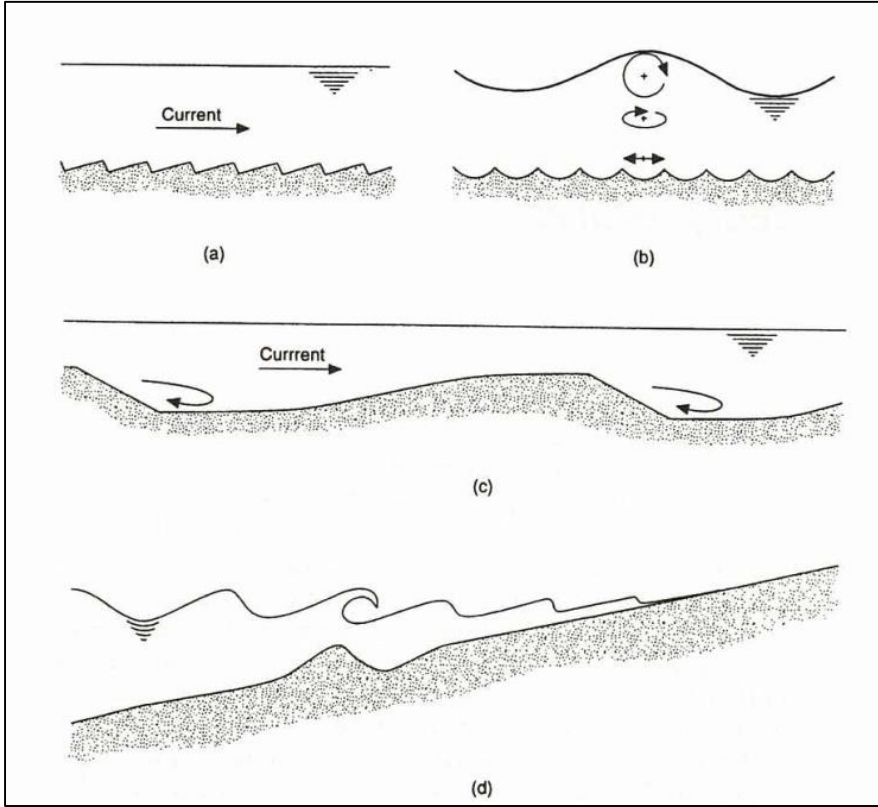
Doğada, sedimanter deniz tabanı üzerinde gözlenen dalgalı formlar, sediment taşınımının bir sonucu olarak, akışkan hareketiyle oluşur. Bölgesel depolanma ve aşınma işlemleri bu formları yönetir. Bu nedenle sedimanter deniz tabanı çok nadiren düz görülürken genelde oldukça belirgin geometrik formlar gözlemlenir (Dey, 2014). Bu farklı geometrik formlara “taban formları (taban şekilleri, yatak formları, bedform)” adı verilir. Taban formlarının, sediment taşınımında ve sedimanter tabakaların incelenmesinde önemli bir yerinin olması, mühendislerin, sedimentologların ve jeomorfolojilerin bu konuya olan ilgisini arttırmıştır (ör.: Ashley, 1990; Best, 2005; Julien ve Klaassen, 1995; J. B. Southard, 1991) (García, 2008).



Şekil 1. Sedimanter kıyı profili ve terminolojisi (Dean ve Dalrymple, 2004)

Bu metinde taban formları hidrolik bakış açısıyla değerlendirilmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde taban formları, hareketli (alüvyonlu) sedimanter bir deniz tabanı üzerinde, içerdiği taneciklerin hareket ettirebilecek herhangi bir hidrodinamik etki (akıntı, dalga ya da her ikisi birlikte) ile tetiklenerek oluşan ve geometrik taban topoğrafyasını oluşturan rölyef yapılarıdır (Van Rijn, 1993). Akıntı, dalga ve iki etkinin birlikte oluşturduğu farklı geometrik formların incelenmesi için yapılan deneysel çalışma sonuçları ve arazi verileri, bu formların akış koşulları ve sediment kompozisyonuna göre değişen karakteristik geometrik özellikleri olduğunu göstermiştir (Cheel, 2005; Dey, 2014).

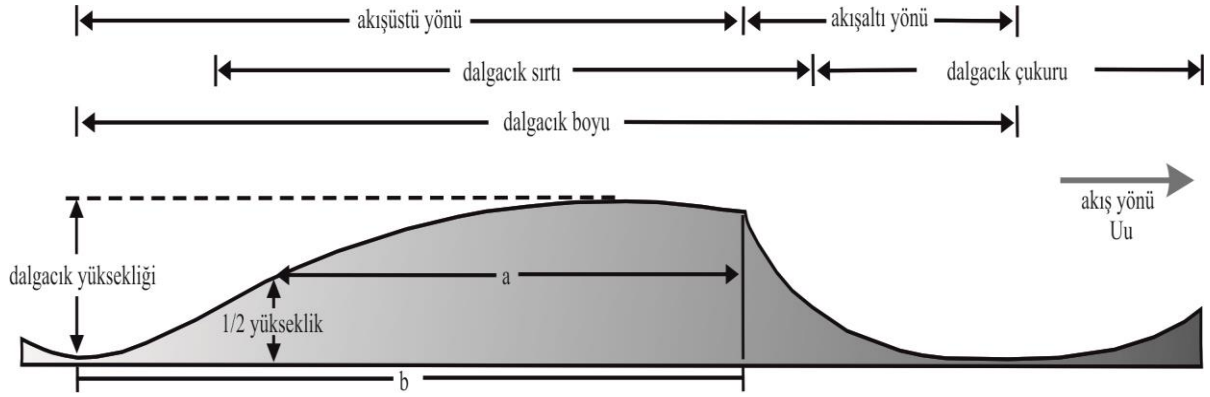
Taban formlarının tipleri daha önce de belirtildiği gibi, etkisi altında olduğu akışkanın gücü ve doğasına bağlıdır. Örneğin istikrarlı (steady) bir nehir akıntısı küçük dalgacıklar ya da geniş kumullar gibi farklı boyutlarda yapılar oluşturur. Benzer yapılar gel-git akıntıları etkisiyle de deniz ve haliçlerde de oluşur. Bunların dışında denizlerde akıntı yönüne paralel ya da dik özellik gösteren yapılar da mevcuttur. Dalganın deniz tabanında etkili olduğu alanlarda, akıntının oluşturduğu taban formlarından farklı ve daha simetrik kum dalgacıkları oluşur. Dalga aynı zamanda kırılma bölgesinde bu yapıları büyütür ve kıyı boyu eşiklerine dönüştürebilmektedir (Soulsby, 1997).



Şekil 2. Farklı deniz taban formlarına birkaç örnek a) akıntı altında oluşan kum dalgacığı (current ripple), b) dalga altında oluşan kum dalgacığı (wave ripples), c) kumul (dunes), d) kıyı boyu eşik (breaker bar) (Soulsby, 1997)

Bir kum dalgacığının tanımlanmasında kullanılan temel yapısal kısımlar dalga çukuru ile yüksekliği arasındaki dikey mesafe olan dalga boyu ( $\lambda$ ) ve iki ardışık dalga çukuru arasındaki yatay uzaklık olan dalga yüksekliğidir ( $\eta$ ) (Şekil 3). Bu iki parametre temelde taban yapılarının ayırt edilmesinde kullanılmaktadır. Bunların dışında sıklıkla kullanılan oransal parametrelerden kum dalgacığının dalga boyu ile yüksekliğine oranı olarak tanımlanan dalgacık dikliği (steepness) dalgacığın yataydaki yassılığını verir. Simetri indisi ise kum dalgacığının akışüstü (stoss side) yönündeki dalga çukuru (trough) ile sırtı (crest) arasındaki yatay mesafenin akışaltı (lee side) yönündeki dalga çukuru ile sırtı arasındaki yatay mesafeye oranı ile ifade edilir (Şekil 3). Eğrilik indisi (roundness index) kum dalgacığı yüksekliğinin yarı seviyesindeki yatay mesafenin, akışüstü tarafındaki çukur ve sırt arasındaki yatay mesafeye oranı olarak hesaplanır (S. Dumas, R.W.C. Arnott, & Southard, 2005).

Deniz tabanında bu formların farklı tipleri gözlemlenebilir. Kum sırtları ve barlar en büyük ölçekli sedimanter yapılar (genişliği 1 km'ye ve uzunluğu 10 km'ye kadar uzanabilir) olarak sayılabilirler ve çoğunlukla sığ ve orta dalga etkin alanlarda (middle and lower shoreface zone) görülürler (L.C. Van Rijn, 1998).



Şekil 3. Kum dalgacığının en kesitteki tanımlayıcı geometrisi

## 2.2 Hidrodinamik Koşullar ve Deniz Taban Formları

Kıyusal alanlarda sediment hareketi iki temel hidrodinamik hareket olan akıntı ve dalga etkisiyle meydana gelir. Doğada birçok yerde ise bu iki etki bir arada etkiyerek kombine akım koşullarını oluşturur ve sedimentin hareket etmesine neden olurlar (Grant & Madsen, 1979; Paphitis, Velegarakis, Collins, & Muirhead, 2001; Sleath, 1991; Wiberg, Drake, & Cacchione, 1994). Bu çalışma kapsamında nehir akıntıları, dalga ve bu iki etkinin birlikte oluşturduğu kombine akımlar altındaki deniz taban formları incelenmiştir.

### 2.2.1 Akıntılar Altında Oluşan Deniz Taban Formları

Bu başlık altında akıntı olarak bahsettiğimiz tabakalı ve türbülanslı akış olarak iki başlıkta incelenen nehir akıntılarıdır. Tabakalı akış göreceli olarak daha düşük akış hızlarında meydana gelir ve adından da anlaşılacağı gibi birbiri üzerinde aralarında herhangi bir akışkan geçişi olmayan katmanlar halinde kayan akış şeklini ifade eder. Akış hızı belirli bir limiti aşmaya başladığında tabakalı akışın dengesi oluşan eddy akımları ile bozularak istikrarsız hale gelir. Böyle dengesiz rastgele ve salınımlı akışlar ise türbülanslı akış olarak tanımlanır (Dey, 2014). Akıntı ile deniz taban formları arasındaki ilişki oldukça karmaşıktır. Sediment taşınımını düşünürsek deniz taban formları (akışın ters yönünde oluşan (anti-dune) ters kumul yapıları hariç) ortalama akış hızından çok daha düşük bir hızla akış yönünde hareket ederler ve bu hareketin hızında akım koşulu ve sedimentin dane özelliği etkilidir. Bir taraftan akımın gücü deniz taban formlarını kontrol ederken diğer taraftan bu yapılar akımın karakteristiğini önemli ölçüde etkiler (Dey, 2014).

Akıntı etkisinde oluşan deniz taban formlarına en kesitte bakıldığında simetrik olmadığı ve akıntı yönündeki yüzünün daha yumuşak bir eğime sahip olduğu görülür. Bu formlara yukarıdan bakıldığında genellikle düzensiz ve üç boyutludurlar (3D). Tipik olarak bağımsız bir kum dalgacığının tepe genişliğinin kum dalgacığının dalga boyunun bir ila üç katı arasında

değişmesi beklenir Dalga boyu  $\lambda_r$ , genellikle dane çapının yaklaşık 1000 katı, yüksekliği  $\Delta_r$  ise dalga boyunun 1/7'si kadardır (Soulsby, 1997).

$$\lambda_r = 1000 d_{50}$$

$$\Delta_r = \lambda_r / 7$$

Deniz taban formlarının sınıflandırırken, nehir akıntılarının akıntı rejimlerine ayrılabilmesi için literatürde en yaygın kullanıma sahip olan, Froude sayısından ( $Fr = [U/(gh_d)^{0,5}]$ ) yararlanılmıştır (U derinlik ortalaması alınmış akış hızı, g yer çekimi kaynaklı ivme,  $h_d$  su derinliği) (Dey, 2014; Frostick, McLelland, & Mercer, 2011; García, Ph, & Eng, 2008; Simons & Richardson, 1966; Leo C. van Rijn, 1993). Bu yöntemle göre üç temel ayırım yapılmıştır ve özet olarak Tablo 1'de görülmektedir. Oluşan rejimlerde meydana gelen taban formlarının şematik görüntüsü ise Şekil 4'te verilmiştir.

Tablo 1. Nehir ortamındaki deniz taban formlarını sınıflandıran yöntem özeti

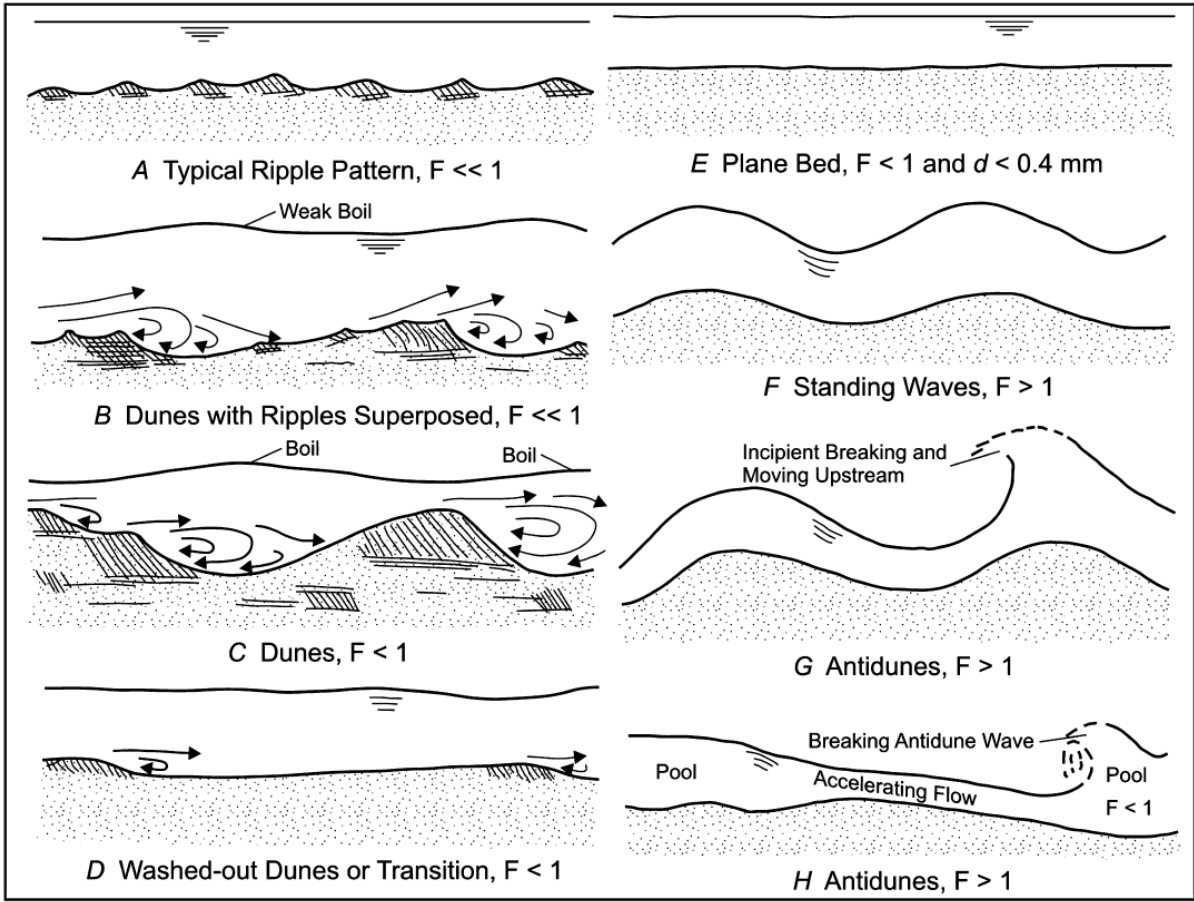
Akış rejimi	Froude sayısı	Akış sınıfı	Oluşması beklenen taban formları
Nehir	$Fr < 1$	kritik altı akış (subcritical flow)	Dalgacık, kumul üstü dalgacı ve kumullar (ripples, ripples on dunes, and dunes)
Geçiş	$Fr \approx 1$	Yaklaşık kritik akış (about critical flow)	Solgun kumullar (washed-out dunes)
Sel	$Fr > 1$	Süper kritik akış (supercritical flow)	Düzlem taban, ters kumul, eşik ve havuz formları (plane bed, antidunes, chutes, and pools)

Bu sınıflama Van Rijn (1993) tarafından, boyutsuz taban kayma gerilmesi (T) ve dane çapı parametresini ( $D_*$ ) ile Tablo 2'deki halini almıştır.

Tablo 2. Leo C. van Rijn, (1993)'a göre nehir akıntısında oluşan taban formlarının sınıflandırması özet tablosu

Akım Rejimi		Dane çapı	
		$1 \leq D_* \leq 10$	$D_* > 10$
Nehir	$0 \leq T \leq 3$	Küçük-dalgacık(ripples)	Kumul (dunes)
	$3 < T \leq 10$	Küçük-dalgacık ve kumul	Kumul
	$10 < T \leq 15$	Kumul	Kumul
Kritik	$15 < T < 25$	Solgun kumul(Washed-out dunes), kum barı (sand waves)	
Sel	$T \geq 25, Fr < 0,8$	(simetrik) kum barı	
	$T \geq 25, Fr \geq 0,8$	Düzlem taban ve/veya ters kumul (Plane bed and/or antidunes)	





Şekil 4. Akıntı etkisi altında oluşan deniz taban formlarının şematik gösterimi: F: Froude sayısı, d: sediment büyüklüğü) (García, 2008)

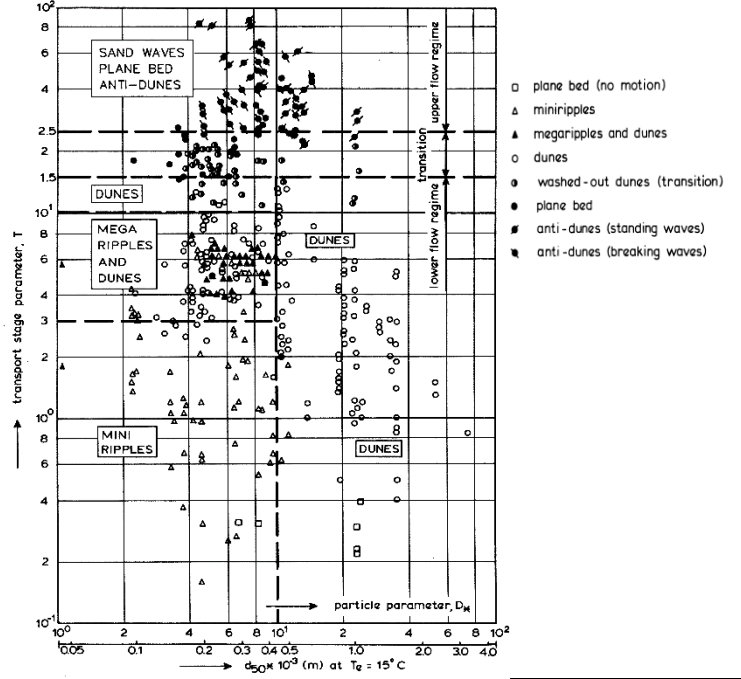
Bu genel yaklaşımın dışında, verilen bir akıntı koşulunda elde edilecek farklı parametrelerle kumlu sedimanter tabanda oluşacak formların tahminine yönelik çalışmalar da literatürde mevcuttur. Bu yöntemlerden dördü Tablo 3'te kısaca özetlenmiştir. Bunlardan Engelund ve Hansen (1967)'in ortaya attığı metot sınıflandırma parametresi olarak Froude sayısını kullanılırken, Liu (1957) askıda madde parametresini ve taneciklerle ilişkili Reynold sayısını kullanmıştır. Simons & Richardson (1966)'ın akım gücünü ve düşen tanecik çapını temel parametre olarak kullanan metodu Liu (1957) gibi deneysel çalışmalar sonucu geliştirilmiştir. Van den Berg & Van Gelder (1993) ve Van Rijn (1984) 'ın boyutsuzlaştırılmış taban kayma gerilmesi ve boyutsuzlaştırılmış tanecik parametresini kullandıkları metotları ise hem deneysel hem de arazi verilerinin birlikte kullanımıyla geliştirilmiştir.

Tablo 3. Literatürde mevcut taban form sınıflandırma yöntemleri özet tablosu

Araştırma	Taban formu (TF)	Grafik gösterim
<p>Liu (1957)</p>	$TF = F \left[ \frac{u_c}{w_s}, \frac{u_c d_{50}}{v} \right]$	
<p>Simons-Richardson (1966)</p>	$TF = F(\tau_{b,c} \bar{u}, d_f)$	
<p>Van den Berg ve Van Gelder, (1993)</p>	$TF = F(\theta', D_*)$	

Van Rijn  
(1984-  
1989,1993)

$$TF = F(T, D_*)$$



Kullanılan parametreler:

- $u_c$  : akıntıyla ilişkili taban kayma hızı  
 $w_s$  : taban malzemesinin dane düşme hızı  
 $\nu$  : kinematik viskozite sabiti  
 $d_{50}, d_{90}$  : dane çapı  
 $\tau_{b,c}$  : akıntı ile ilişkili taban kayma gerilmesi  
 $d_f$  : düşen dane çapı  
 $\theta'$  : dane hareketlilik parametresi  
 $T = (\tau'_{b,c} - \tau_{b,c})/\tau_{b,c}$  : taban kayma gerilmesi parametresi  
 $\tau'_{b,c}$  : dane ile ilişkili taban kayma gerilmesi  
 $D_*$  : dane çapı parametresi

## 2.2.2 Dalga Altında Oluşan Deniz Taban Formları

Rüzgar etkisiyle oluşan ve tipik periyotları 5-15 saniye arasında değişen dalgaların, sığ sularda yansıma (reflection), sapma (refraction), taban sürtünmesi ve sığlaşma etkilerine maruz kalması dışında, en sonunda kırılma bölgesinde (surf zone) kırılarak enerjisi sönmülmür. Dalganın, özellikle kırılma öncesi sığlaşma fazında profili ani yüksek harmoniklerle bozulmuş durumdadır (dalga asimetrisi). Dalga surf zonunda kırılarak kaotik yüksek hızlı ve küçük ölçekli türbülanslara sebep olduğu gibi düzenli kıyı boyu ve kıyıya dik (cross-shore) akıntılara da neden olur. (L.C. Van Rijn, 1998)

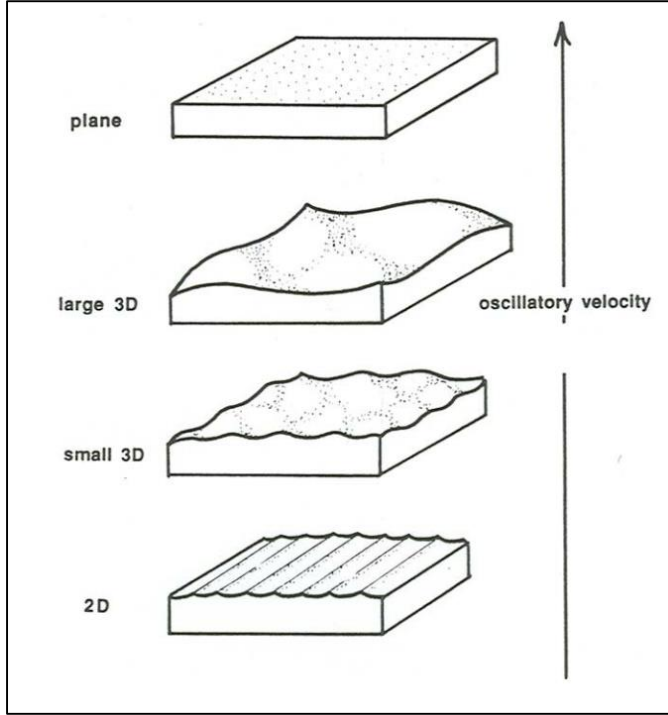
Dalga hareketini sınıflandırmak, en temelde matematiksel karmaşıklığı nedeniyle oldukça zordur. Sınıflandırma yapabilmek için kullanılan ayrımlardan biri suyun dalga ile birlikte hareket atmesi olarak tanımlanan taşıyıcı dalga (translatory waves), ve suyun sadece dalganın yörüngesel hareketine dahil olarak başlangıçtaki yerine geri geldiği döngüsel dalgadır (oscillatory waves) (J. Southard, 2006).

Deniz taban formlarının oluşumunda öncelikli öneme sahip döngüsel dalga, her bir periyotta parçacık yada suyu kapalı bir döngüsel yörüngenle hareket ettirir. Bu yörüngenin çapı su yüzeyinin altına inildikçe azalır. Su yüzeyinde oluşan dalga hareketi, rüzgarın itme kuvveti ve yer çekimi kuvvetinin karşılıklı etkileşiminin (bileşkesinin) bir sonucudur. Bu hareketin yerçekimi kuvvet bileşeni suyun en altındaki sağa ve sola harekete neden olur ki sediment hareketini sağlayan bu harekettir (J. Southard, 2006).

Kıyısız alanlarda döngüsel dalgalar kumlu bir taban üzerinde küçük, orta ve büyük ölçekli birçok farklı boyut ve şekilde taban formu oluşturabilir. Deniz tabanında dalga koşuluna göre genellikle irili ufaklı dalgacıklar (ripples) yada düz olarak gözlemlenir. Bu deniz taban formu kombinasyonları deniz tabanına yakın dalga hız profilini, tabandaki kayma gerilmesini, türbülansı ve dolayısıyla sedimentin karışmasını ve taşınmasını etkiler. Yani tabandaki hız profili, kayma gerilmesi ve türbülans tabandaki formun boyutlarını etkiler. (Frostick et al., 2011). Bunun tersi olarak taban formlarının varlığı tabandaki hızı azaltırken kayma gerilmesi ve türbülansı arttırarak sedimentin yüksek yoğunluklu askıda katı madde ile birlikte hareket etmesine neden olur.

Düzgün ve sedimanter bir deniz tabanında hareket eşiği aşıldığında, büyük oranda düzenli, en kesitte bakıldığında simetrik, çukurluk alanları geniş ve sırtları doğrusal uzanan dalgacıklar (ripples) oluşur. Bu düzenli, düz uzanan dalgacık modeli akıntı koşullarında oluşan taban formlarından farklılık gösterir. Oluşum sürecinde, kum dalgacığının boyu ve yüksekliği, tanecik hareketinin eşik değeri aşmasıyla birlikte artmaya başlar. Bu artış dalga yörüngesel çapı ve kum dalgacığının dikliğiyle orantılı olarak maksimum seviyeye ulaşır ve bir aralıkta büyük oranda sabit kalır. Buna kırılma aralığı (breakoff range) denir ve bu süreçte kum dalgacığının üzerindeki kuvvet azalır ve dalgacık yavaşça küçülür. Göreceli düşük hızlarda deniz tabanında oluşan bu dalgacıklar iki boyutlu (2D), küçük ve aralarındaki uzaklık birkaç santimetreyi aşmazken hızın artmasıyla genişler ve büyürler. Ortalama hızlarda bu yapılar fark edilir şekilde daha az düzenli ve üç boyutlu (3D) olmaya başlarlar ve hız profili doğrultusunda uzanmaya devam ederler. Bu üç boyutlu dalgacık yapısı hızın artmasıyla sönük ve geniş kumullara dönüşene kadar büyür ve genişler (Şekil 5). Bu şekilde, tıpkı akıntı koşullarında olduğu gibi yüksek hızlarda ondülasyonlu deniz tabanı düz bir tabana dönüşmeye başlar (J. Southard, 2006).

Literatürde dalga etkisi altında gelişen deniz taban formlarının sınıflandırılması konusunda yapılmış iki temel çalışma mevcuttur. Bunlar ayrıntılı yöntemleri aşağıda kısaca açıklanacak olan Bagnold (1946) ve Clifton (1976)'dır. Bu sınıflandırma yöntemlerinin dışında, Allen 1982 yılında yaptığı yayında, dalganın deniz tabanındaki etkisini deneysel analizler ve arazi çalışmaları ile incelemek amacıyla alınan 648 data setini kullanarak Şekil 6'teki sınıflandırma diyagramını geliştirmiştir.



Şekil 5. Birkaç saniyelik döngüsel periyoda sahip döngüsel dalganın hızı arttıkça kumlu bir tabanda gelişen formlar (J. Southard, 2006)

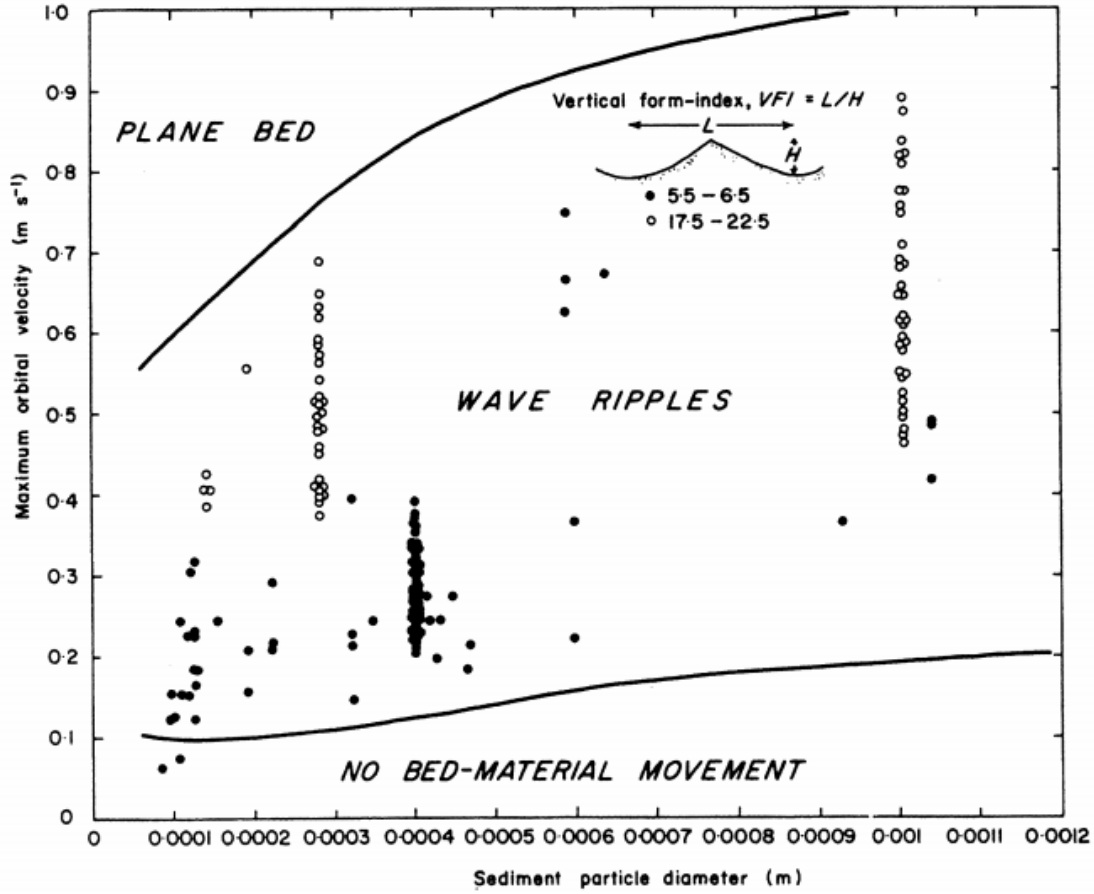
Döngüsel dalga etkisinde oluşan kum dalgacıklarını sınıflandırma yöntemlerinden en yaygın ve en eskisini geliştirmiş olan Bagnold, 1946 yılında yaptığı yayında, yuvarlanan-dane dalgacı ve vorteks dalgacı olmak üzere iki grup tanımlamıştır. Bunlardan yuvarlanan-dane dalgacı (Rolling-grain ripples) olarak adlandırılan form, hareketin başlangıcındaki düz tabanda danelerin ileri ve geri salınımlarıyla oluşmaya başlar ve danelerin zamanla bir araya toplanarak oluşturduğu küçük üçgensiz sırtları kasteder. Bu formlar Shield parametresi, kritik değerin iki katından az olduğu sürece dengededir (Bagnold, 1946). Daha güçlü bir akış durumunda kum dalgacığının kuytu, akıntı-altı (lee-side) kısmındaki akış hızlanarak danelerin iki form arasındaki boşlukta hareket etmeye başlamasına neden olur. Bu durumda kum dalgacı denge geometrisine gelinceye kadar büyüyerek vorteks dalgacı adı verilen forma ulaşır. Denge halindeki yuvarlanan-dane kum dalgacı doğada yada deneysel çalışmalarda

çok nadiren rastanmaktadır. Bunun yerine yuvarlanan-dane kum dalgacıklarının sürekli gelişerek vorteks kum dalgacıklarına dönüştüğü ancak dane hareketinin eşik değerde olması durumunda değişim sürecinin uzun olduğu görülmüştür (Werf, 2003).

Bir başka sınıflandırma yöntemi ise Clifton'ın 1976'da taban formlarını üç tipte incelediği yayında açıklanmıştır. Özetle bu yöntem yörünge çapı ( $d_o=2a$ ) ve tabandaki sedimentin dane çapına dayanmaktadır. Tanımlanan üç tip şöyledir:

- Yörüngesel kum dalgacığı (orbital ripples)  $\leftrightarrow d_o=d_{50} < 1000$ , uzunluğu  $d_o$ 'ın artmasıyla artar,  $d_{50}$ 'den etkilenmez;
- Yörüngealtı kum dalgacığı (suborbital ripples)  $\leftrightarrow 1000 < d_o=D_{50} < 5000$ , uzunluğu  $d_o$ 'ın artmasıyla azalır,  $d_{50}$ 'nin artmasıyla artar;
- Yörüngesiz kum dalgacığı (anorbital ripples)  $\leftrightarrow d_o=D_{50} > 5000$ , uzunluğu  $d_o$ 'dan bağımsızdır,  $d_{50}$ 'nin artmasıyla artar.

Gözlemler, yörüngesel kum dalgacığının (orbital ripples) diklik değerinin 0,17 olarak karakterize edildiğini göstermiştir (Wiberg ve Harris, 1994). Yörüngesiz kum dalgacıklarının (anorbital ripples) maksimum diklik değerinin ise bu değerden düşük, yaklaşık 0,12 olduğu ve bu dikliğin, tabakalı akış (sheet-flow) rejimine ulaşıncaya kadar yörüngesel çap arttıkça azaldığı gözlenmiştir. Yörüngealtı kum dalgacıklarının (suborbital ripples) diklik değeri ise bu değerlerin arasında değişmektedir. Kanal deneylerinde daha çok yörüngesel kum dalgacıkları (orbital ripples) görülürken arazi verilerinde yörüngesiz kum dalgacıkları (anorbital ripples) daha sık gözlemlenmiştir. Yörüngealtı kum dalgacıkları (suborbital ripples) ise hem deneysel hem arazi verilerinde görülmüştür (Wiberg ve Harris, 1994).



Şekil 6. Dalga etkisi altında oluşan deniz taban formlarının sınıflandırma diyagramı (Allen, 1982)

### Dalga Etkisinde Oluşan Deniz Taban Formlarının Tahmini:

Dalga etkisi altında oluşan formların tahminlerini yapan literatürde birçok formül mevcuttur. Ancak bunların en öne çıkanları Nielsen (1981), Grant, Madsen (1982), Van Rijn (1993), Soulsby ve Whitehouse, (2005) ve Nelson, Voulgaris ve Traykovski (2013)' dir.

Nielsen (1981), dalgaların düzenli yada düzensiz olma durumlarının, kum dalgacıklarının boyut ve şekillerini etkilediğini ve düzensiz dalga koşulunda oluşan kum dalgacıklarının daha kısa ve yassı olduğu sonucuna varmıştır. Arazi ve laboratuvar çalışmalarından aldığı verilerle analiz ettiği yönteminde, bu iki tür datanın, arazi datasındaki dalga parametresinin belirgin dalga yüksekliği seçilmesi durumunda birbirleriyle uyumlu olduğunu savunmaktadır. Yönteminde iki farklı durum için tahmin formülleri yayınlamıştır. Bunlar:

Laboratuvar koşullarındaki düzenli dalga için;

$$\psi < 156$$

$$\frac{\eta_r}{A} = 0.275 - 0.022 \psi^{0.5}$$

$$2 < \psi < 232$$

$$\frac{\lambda_r}{A} = 2.2 - 0.345 \psi^{0.34}$$

$$\theta_{wo} < 0.83$$

$$\frac{\eta_r}{\lambda_r} = 0.182 - 0.24 \theta_w^{1.5}$$

Arazi koşullarındaki düzensiz dalga için ise:

$$\psi \geq 10$$

$$\frac{\eta_r}{A_\delta} = 21 \psi^{-1.85}$$

$$\psi \geq 10$$

$$\frac{\lambda_r}{A} = \exp \left\{ \frac{693 - 0.37 \ln^8 \psi}{1000 + 0.75 \ln^7 \psi} \right\}$$

$$\frac{\eta_r}{\lambda_r} = 0.342 - 0.34 \sqrt[4]{\theta_{wo}}$$

Burada kum dalgacığının  $\eta_r$ : yüksekliğini,  $\lambda_r$ : ise dalga boyunu ifade ederken, A: tabana yakın orbital genlik  $\psi$ : hareketlilik parametresini,  $\theta_{wo}$ : yüzey sürtünme Shields parametresi (yüksek hızlarda taban formunun silinerek düzlem tabana döndüğü koşula ait shields(The criterion for ripple wash-out is given in term either the skin-friction shields parameter). Ayrıca  $\frac{\lambda_r}{A}$  boyutsuz dalga boyu parametresi,  $\frac{\eta_r}{\lambda_r}$  ise kum dalgacığının dikliği (steepness) olarak isimlendirilmektedir. Grand ve Madsen'in 1982 yılında yaptıkları çalışmada yüzey sürtünme Shields parametresinin kritik değerle olan durumuna göre üç farklı durumda tahmin yöntemi geliştirmiştir.

$\theta_{wo} \leq \theta_{cr}$  koşulu için;

$$\eta_r = \lambda_r = 0$$

$\theta_B > \theta_{wo} > \theta_{cr}$  koşulu için;

$$\eta_r = 0.22(\theta_w/\theta_{cr})^{-0.16} A$$

$$\lambda_r = \eta_r / [0.16(\theta_w/\theta_{cr})^{-0.14}]$$

$\theta_B < \theta_{wo}$  koşulu için ise;

$$\eta_r = 0.48(S^{1.5}/4)^{0.8}(\theta_w/\theta_{cr})^{-1.5} A$$

$$\lambda_r = \eta_r / [0.28(S^{1.5}/4)^{0.6}(\theta_w/\theta_{cr})^{-1.0}]$$

$\theta_B$  kırılma noktası (breakoff point) shields parametresi, S: boyutsuz sediment parametresini ifade etmektedir.



Van Rijn 'ın 1993 yılında yayınladığı ve Nielsen (1981)'a benzer şekilde, kum dalgacığının yüksekliği ve boyunun orbital genlikle (A) ve hareketlilik parametresiyle ( $\psi$ ) ilişkili olarak verdiği yöntemi ise şu şekildedir:

$\psi \leq 10$  için,

$$\frac{\eta_r}{A} = 0.22$$

$$\frac{\eta_r}{\lambda_r} = 0.18$$

$10 < \psi < 250$

$$\frac{\eta_r}{A\delta} = 0.28 \times 10^{-13} (250 - \psi)^{0.5}$$

$$\frac{\eta_r}{\lambda_r} = 2 \times 10^{-7} (250 - \psi)^{2.5}$$

$\psi < 250$

$$\eta_r = \lambda_r = 0$$

Burada tabakalı akım (sheet flow) koşulu  $\psi < 250$  ile ifade edilmiştir.

Soulsby & Whitehouse, (2005) yaptığı çalışmasında, oluşan formun yüksekliğini ( $\eta_r$ ) ve dalga boyunu ( $\lambda_r$ ) tahmin etmek için  $\Delta = A/d_{50}$  parametresini kullanmıştır. Burada  $A = U_w T / (2\pi)$  tabana yakın yörüngesel amplitüdü ( $U_w$ : tabana yakın en yüksek yörüngesel hız, T: dalga periyodu) ve  $d_{50}$  ise ortalama sediment dane çapını ifade etmektedir.

$\theta_{wo} \leq \theta_{cr}$  koşulu için;

$$\eta_r = \lambda_r = 0$$

$\theta_{wo} > \theta_{cr}$  koşulu için;

$$\frac{\lambda_r}{A} = [1 + 1.87 \times 10^{-3} \Delta (1 - \exp\{-(2.0 \times 10^{-4} \Delta)^{1.5}\})]^{-1}$$

$$\frac{\eta_r}{\lambda_r} = 0.15 [1 - \exp\{-(5000/\Delta)^{3.5}\}]$$

Bu yöntemde de diğerlerinde olduğu gibi sedimentin hareket etmesini sağlayacak kritik hızların altında, biyolojik hareketlilik olmadığı sürece, taban önceki halini korur, yeni form oluşmaz.

Nelson, Voulgaris, & Traykovski, (2013) dalga etkisi altında oluşan kum dalgacıklarının tahmini için Nielsen (1981)'in yaklaşımını benimseyerek düzenli (laboratuvar ortamı) ve düzensiz (arazi ortamı) dalgalar için yöntemini geliştirmiştir. Sunduğu yöntemine göre:

Düzenli dalga koşulu için;

$$\lambda = 6.76 A_{b,1/3}^{0.68} D_{50}^{0.32}$$

$$\eta = 0.115 \lambda^{0.89}$$

$$\eta/\lambda = 0.115\lambda^{-0.11} = 0.093A_{b,1/3}^{-0.075}D_{50}^{-0.035}$$

Düzensiz dalga koşulu için ise;

$$\lambda = 2.22 \times 10^3 \cdot A_{b,1/3}^{-0.11}D_{50}^{1.11}$$

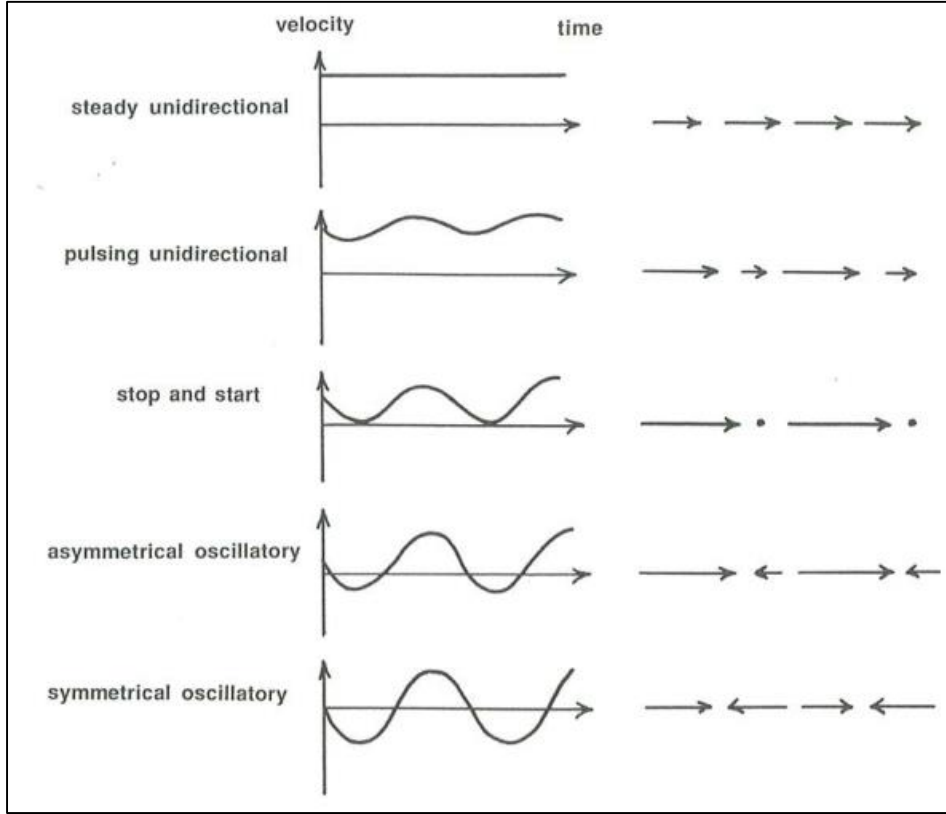
$$\eta = 0.126\lambda^{1.05}$$

$$\eta/\lambda = 0.126\lambda^{0.05} = 0.185 \times 10^{-2}A_{b,1/3}^{-0.006}D_{50}^{0.056}$$

### 2.2.3 Kombine Akımlar Altındaki Deniz Taban Formları

Kıyısız alanlarda sıklıkla akıntı ve dalga bir arada bulunduğu durumlar görülebilir. Kıyı bölgesinde ve açıklarda birçok farklı kaynak ve tipte akıntı gözlemlenmektedir. Aynı şekilde dalga karmaşık döngüsel hareketi ve maruz kaldığı etkiler düşünüldüğünde farklı kombinasyonda akıntı ve dalga etkisini bir arada gözlemlemek mümkündür. Bu akıntı ve dalga etkisini bir arada barındıran akış durumuna kombine akım adı verilmektedir. Akıntı dalgaya paralel, dik yada karşı yönlü olabileceği gibi farklı açılarla da olabilir (J. Southard, 2006; Leo C. van Rijn, 1993).

En basit tanımıyla kombine akımların oluşturduğu taban formlarını tanımlamak için yapılan bir deney çıktıları inceleyelim. Deney bir tank içerisinde aynı yönde ve tek periyotta üretilen dalga ve akıntı etkisinin kumlu bir zeminde oluşturduğu tanecik hareketini incelemekte. İlk aşamada dalga hızı akıntı hızından yüksek tutuluyor ve taneciklerin buldukları yerde salındıkları ancak net yer değiştirmenin olmadığı görülüyor. Akıntı hızı arttırıldığında ve dalga hızını geçtiğinde ise taneciklerin tek bir yöne hareket ettikleri ancak hızlarının belirli zaman aralıklarında değiştiği gözlemleniyor (Şekil 7) (J. Southard, 2006). Bu tanecik hareketi bilgisi bize deniz taban formunun hangi hakim etki altında şekillendiği bilgisini vermektedir.

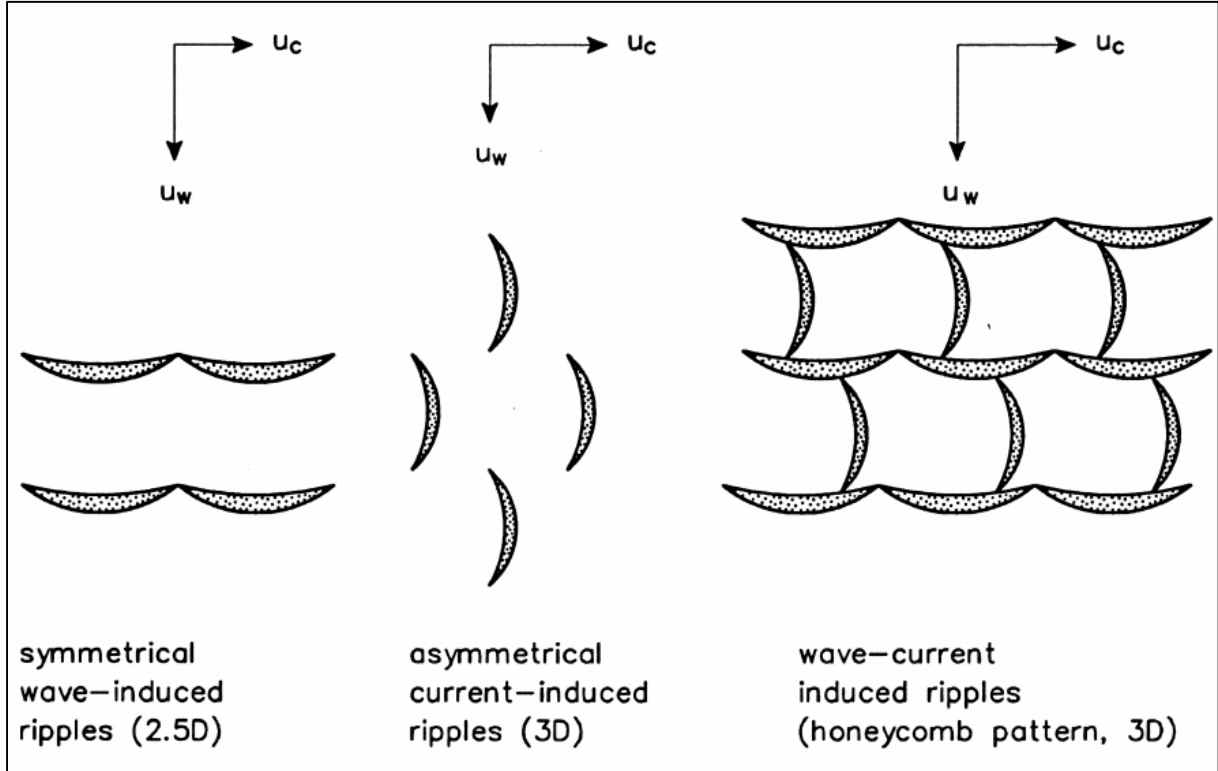


Şekil 7. Deneysel çalışma sonucu ortaya çıkarılan kombine akım altındaki tanecik hareketleri

Ancak maalesef doğada olaylar bu kadar muntazam ve düzenli değildir. Doğada bu ileri ve geri hareketin simetrisini bozan etki sadece dalga etkin kombine akım olmayabilir. Farklı yörüngesel hızlara sahip döngüsel dalgalar da (ör.: iki yönlü hareketin birinin hızı yüksek ama süresi kısa diğeri ise yavaş ama süresi uzun olma durumu) tek başına bu etkiyi yapabilir. Bu durumu özellikle yukarıda dalga bahsinde geçen dalganın sığlaşma etkisine maruz kaldığı durumlarda gözlemlemek mümkündür (J. Southard, 2006).

Leo C. van Rijn (1993)'a göre kombine akımlar altında oluşan deniz taban yapıları dört kategoriye ayrılabilir. Bunlar;

- Simetrik dalga kaynaklı kum dalgacıkları: zayıf akıntı koşulunda, kum dalgacıklarının sırtı dalga yönüne dik olacak şekilde gelişirler (Şekil 8)
- Asimetrik akıntı kaynaklı kum dalgacıkları ve geniş simetrik kum dalgaları: güçlü akıntı ve düşük dalga hızı koşulunda, kum dalgacıklarının akıntı yönüne dik olacak şekilde gelişirler,
- Petek şekilli kum dalgacı dağılımı: dalga ve akıntı güçlerinin eşit olduğu koşulda gelişirler (Şekil 8)
- Paralel uzanan sırt ve barlar: sırt ve çukurlukları akıntı yönüne paralel uzanım gösterir.



Şekil 8. Kombine akım altında kum dalgacıklarının dağılımı (Leo C. van Rijn, 1993)

Amos ve Collins, (1978) gel-git akıntılarının etkin olduğu bir alanda yaptıkları arazi çalışmaları sonucu karşılaştıkları kum dalgacıklarını şu şekilde sınıflandırmışlardır:

$$U_w/u_c > 10 \quad \text{ise} \quad \text{dalga hakim kum dalgacığı}$$

$$U_w/u_c < 1 \quad \text{ise} \quad \text{akıntı hakim kum dalgacığı}$$

Kombine akımlar etkisinde oluşan taban formları üzerine genel kanı dalga ve akıntı koşullarının hangisinin daha baskın olduğuna göre değişmiştir. Eğer bir alanda dalga bileşeni akıntı etkine baskın geliyorsa taban formları daha simetrik ve dik sırtlı olarak gözlemlenir. Akıntı gücü dalga etkisini aştığında ise özellikle karşıt yönlü olduklarında daha asimetrik formda ve büyük boy ve yükseklikte formların oluşması bekleniyor. Bu koşulda dalga etkisi kumul dalgacığın sırt kısmının daha yuvarlatılmış olmasına neden olur.

Leo C. van Rijn, (1993) yaptığı çalışmasında ulaşabildiği tüm verileri kullanarak ve temel parametre olarak dalga ve akıntı ilişkili hareketlilik parametrelerini seçerek bir sınıflandırma diyagramı oluşturmuştur (Şekil 9). Yöntem içeriği şu şekildedir:

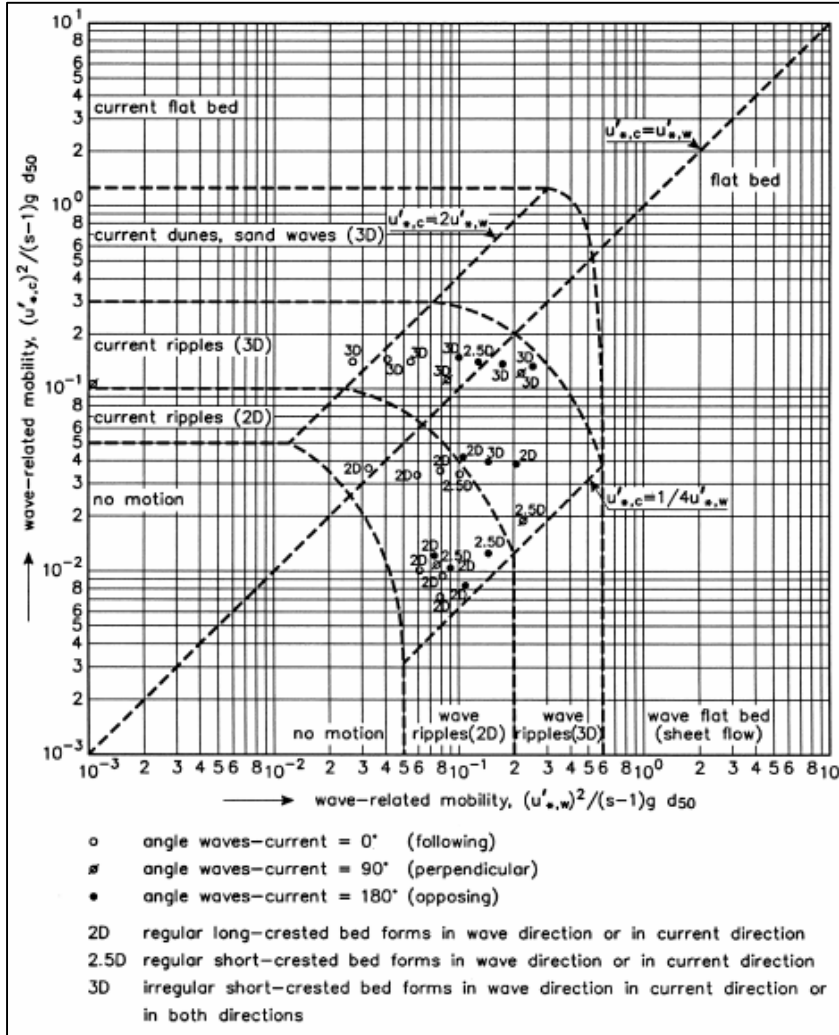
$$\theta_c = \frac{(u'_c)^2}{(s-1)gD_{50}}$$

$$\theta_w = \frac{(u'_w)^2}{(s-1)gD_{50}}$$

$$u'_c = (0.125 f'_c)^{0.5} \bar{u}$$

: akıntı kaynaklı etkin taban kayma hızı

- $u'_w = (0.25 f'_w)^{0.5} \widehat{U}_\delta$  : dalga kaynaklı etkin taban kayma hızı  
 $f'_c = 0.24[\log(12h/3D_{90})]^{-2}$  : akıntı kaynaklı sürtünme faktörü  
 $f'_w = \exp\left[-6 + 5.2\left(\frac{\hat{A}_\delta}{3D_{90}}\right)^{-0.19}\right]$  : dalga kaynaklı sürtünme faktörü  
 $\bar{u}$  : derinlik dengelenmiş hız  
 $\widehat{U}_\delta$  : görelî dalga periyoduna bağılı tabandaki maksimum yörüngesel hız  
 $\hat{A}_\delta$  : görelî dalga periyoduna bağılı tabandaki maksimum yörüngesel sapma ( $\widehat{U}_\delta = \omega \hat{A}_\delta$ )  
 $h$  : su derinliğı  
 $D_{50}, D_{90}$  : dane çapı  
 $s = \rho_s/\rho$  : göreceli yoğunluk



Şekil 9. Kombine akımlar altında deniz taban yapılarını sınıflandırma diyagramı, (Leo C. van Rijn, 1993)

### **Kombine Akımlar Etkisinde Oluşan Deniz Taban Formlarının Tahmini:**

Kombine akımlar etkisinde oluşabilecek taban formlarını tahmin için akıntı ve dalga koşullarına göre iki önemli form tahmini yapan yaklaşım mevcuttur. Bunlar Li ve Amos, (1998) ile Soulsby, Whitehouse ve Marten (2012)'dir. Her iki çalışmada da taban formlarının tahminlerinde etkin hidrodinamik kuvvetler belirlenmeye çalışılmış ve belirlenen duruma göre ilgili tahmin yöntemi önerilmiştir.

Li ve Amos (1998) zaman serisi olarak toplanan arazi verilerini değerlendirerek akıntı dalga ve kombine akım durumlarını ayırmıştır. Bunun için akıntı ve dalga için yüzey sürtünme kayma hızları ( $u_{ws}/u_{cs}$ ) (skin-friction shear velocity) arasındaki oranları dikkate almıştır. Bu yöntemde,

$$\frac{u_{ws}}{u_{cs}} > 1.25 \quad \text{ise dalga etkili}$$

$$\frac{u_{ws}}{u_{cs}} < 0.75 \quad \text{ise akıntı etkili ve}$$

$$0.75 < \frac{u_{ws}}{u_{cs}} < 1.25 \quad \text{ise kombine akım etkili kum dalgacığı oluşacağı tahmin edilmektedir.}$$

Kombine akım etkisinde oluşması beklenen kum dalgacıkları için ise Li ve Amos, (1998) aynı yayında bir tahmin yöntemi önermiştir. Bu,

$$\frac{\eta}{D_{50}} = 22.15(u_{cwb}/u_{crb}) + 6.38$$

Şeklinde verilmektedir. Burada  $u_{cwb}$  kombine akım kaynaklı yatak yükü kayma hızını,  $u_{crb}$  ise yatak yükü başlangıcı için kritik kayma hızını ifade etmektedir.

Soulsby, Whitehouse ve Marten (2012) ise çalışmasında kombine akım altında oluşacak taban formuna yönelik drek bir tahmin yöntemi önermemiş, onun yerine etkin hidrodinamik koşulları tanımlamak için belirli sınır koşulları önermiştir. Bu yaklaşıma göre araştırmacı  $\theta_w \geq \text{maksimum} (0.42\theta_c^{0.47} 0.08)$  ise kum dalgacıklarının dalga etkisinde şekilleneceğini diğer durumda ise akıntının deniz tabanını şekillendireceğini tahmin etmektedir.

### **2.2.3 Deniz Taban Formlarının Belirlenmesinde Kullanılan Temel Parametreler**

Proje içerisindeki ana amaçlardan biri olan faz diyagramlarının oluşturulması öncesinde hangi parametrelerin şimdiye kadar kullanıldığı ve dikkate alındığını hangilerinin ise hesaba katılmadığı konusunda bilgi edinebilmek için literatürde kullanılan mevcut deniz taban formu tahmin formülleri (DTFTF) analiz edilmiştir.

DTFTF, literatürde farklı hidrodinamik koşullarda oluşan deniz taban formlarını incelemektedir. Bu açıdan bakıldığında dalga, akıntı ve hem dalga hem akıntı etkisinde oluşan deniz taban formları için geliştirilmiş farklı yaklaşımlar incelenmiştir. incelemeler sonucu formüller içerisinde temel olarak kullanılan dalga, akıntı, sediman ve su parametreleri sırasıyla Tablo 4, 5, 6 ve 7'de verilmiştir.

Tablo 4. Deniz taban formlarının tahmininde kullanılan dalga parametreleri

Parametre Yayın	Taban form tipi	Veri tipi Arazi/ deney/ model	Veri durumu Yeni, tekrar	Dalga	Dalga	Dalga orbital	Dalga	Dalga	Dalga	Dalga
				orbital çapı	frekansı	excursion genliği	Periyodu	yüksekli ği	Boy	orbital hızı
				d	$\omega$	A	T	H	L	u
Traykovski, Hay, Irish, & Lynch, (1999)	Orbital, Anorbital, Suborbital	Arazi	yeni	+	+	+				
Mogridge, Davies, & Willis, (1994)	rolling grain, vortex	Deney, model	tekrar			+	+			
Wiberg & Harris, (1994)	Orbital, Anorbital, Suborbital	Arazi, deney	Tekrar		+		+	+	+	
Camenen, (2009)	LWR, SWR	deney	yeni			+	+			+
Grant & Madsen, (1982)	-	model	yeni			+	+	+	+	+
Grasmeijer & Kleinhans, (2004)	LWR, SWR	Arazi, deney	Yeni, eski	+			+			+
Nielsen, (1981)	rolling grain, vortex	deney	yeni		+	+	+			
Soulsby, Whitehouse, & Marten, (2012)	-	arazi	Yeni, eski			+				+
Li, Wright, & Amos, (1996)	-	arazi	yeni			+	+	+		+

LWR: long-wave ripples, SWR: small-wave ripples

Tablo 5. Deniz taban formlarının tahmininde kullanılan akıntı parametreleri

Parametre Yayın	Data tipi	Data durumu	Derinlik ortalaması alınmış akıntı hızı
	Arazi/ deney/ model	Yeni, tekrar	$\bar{U}$
Soulsby, Whitehouse, & Marten, (2012) van Rijn, (1982) Li, Wright, & Amos, (1996)	arazi	Yeni, eski	+
	Deney, arazi	Yeni, eski	+
	arazi	yeni	+

Tablo 6. Deniz taban formlarının tahmininde kullanılan sediment parametreleri

Parametre Yayın	Dane çapı dağılımı	Sediment yoğunluğu	Sediment özgül ağırlığı	Gravite	Sediment birikim açısı
	$D_{50}, D_{90}$	$\rho_s$	$\gamma_s$	g	$\phi$
Traykovski, Hay, Irish ve Lynch, (1999)	+	+		+	
Mogridge, Davies, ve Willis, (1994)	+	+	+		
Wiberg ve Harris, (1994)	+	+		+	
Camenen, (2009)	+	+		+	
Grant ve Madsen, (1982)	+	+		+	
Grasmeijer ve Kleinhans, (2004)	+	+		+	
Nielsen, (1981)	+	+		+	+
Soulsby, Whitehouse ve Marten, (2012)	+	+		+	
van Rijn, (1982)	+	+		+	+
Li, Wright ve Amos, (1996)	+	+		+	



İncelemeler sırasında ortaya çıkan en çarpıcı sonuçlardan biri dalga etkisi altında oluşan taban formları akıntı etkisinde oluşan taban formlarından çok daha fazla çalışılmış olmasıdır. Kombine akım (hem akıntı hem dalga) etkisinde oluşan taban formları üzerine yapılan çalışmalar ise çok daha yeni ve geliştirilmeye ihtiyaç duymaktadır. Benzer bir sonuç ise ihtiyaç duyulan parametrelerin çeşitliliği ve miktarı konusunda ortaya çıkmıştır. Farklı çalışmalarda 7 farklı dalga parametresi kullanılırken akıntı parametresi olarak sadece akıntı hızı kullanılmıştır.

Tablo 7. Literatürde mevcut taban form sınıflandırma yöntemleri özet tablosu

Yayın	Parametre	Su yoğunluğu $\rho_w$	Su derinliği h	Kinematik viskozite (su) $\nu$
Traykovski, Hay, Irish ve Lynch, (1999)		+		
Mogridge, Davies ve Willis, (1994)		+		
Wiberg ve Harris, (1994)		+	+	
Camenen, (2009)		+		+
Grant ve Madsen, (1982)		+	+	+
Grasmeijer ve Kleinhans, (2004)		+		
Nielsen, (1981)		+		
Soulsby, Whitehouse ve Marten, (2012)		+	+	+
van Rijn, (1982)		+	+	+
Li, Wright ve Amos, (1996)		+		+

Sediman ve su parametreleri ise neredeyse tüm formüllerde kullanılmış ve bu durum tahminler için temel parametrelerden olduğunu ortaya koymuştur.

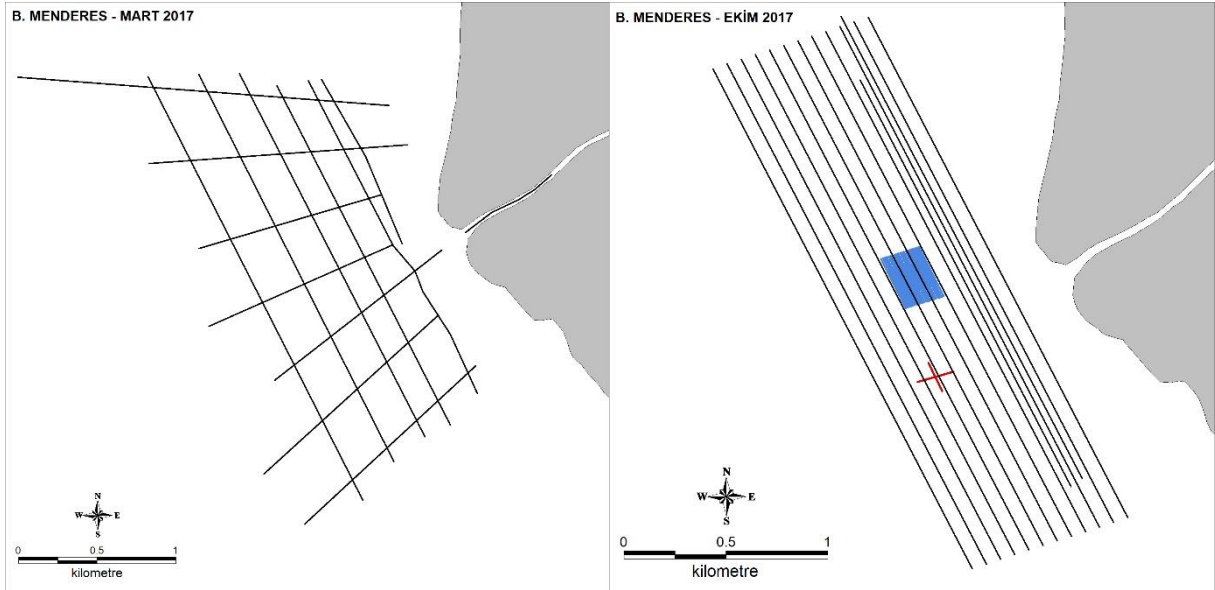
### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1 Çalışma Alanlarında Yapılan Ölçüm ve Örneklemeler (İP1)

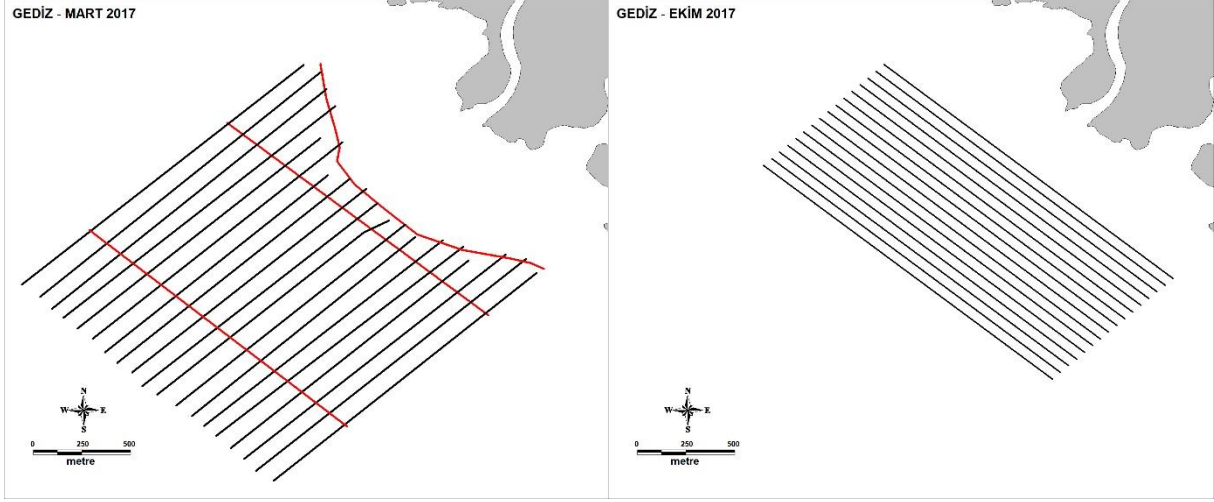
Projenin temel bilimsel sorusu olan dalgacık formları ve bu formların ortamın fiziksel değişkenleri ile ilişkilerinin belirlenmesi birçok verisetinin elde edilmesi ve değerlendirmesine dayanmaktadır. Bu bölümde, proje sürecinde yapılan arazi çalışmaları alt başlıklar halinde sunulmaktadır. Bu bölümde, proje sürecinde yapılan arazi çalışmaları alt başlıklar halinde sunulmaktadır. Bu bölümde, proje sürecinde yapılan arazi çalışmaları alt başlıklar halinde sunulmaktadır. Bu bölümde, proje sürecinde yapılan arazi çalışmaları alt başlıklar halinde sunulmaktadır.

##### 3.1.1 Jeofizik Ölçümler

Büyük Menderes ve Gediz Nehir ağzlarında Şekil 10 ve 11’de verilen hatlar üzerinde gerçekleştirilen Jeofizik ölçümlerde bölgenin taban morfolojisi incelenmiştir. Bu çalışmalarda bölgelerdeki balıkçı tekneleri ve Tramola S. yakın kıyı araştırma teknesi kullanılmıştır.



Şekil 10. B. Menderes'te çok ışınlı iskandil ölçüm hatları (sol: Mart 2017, sağ: Ekim 2017)

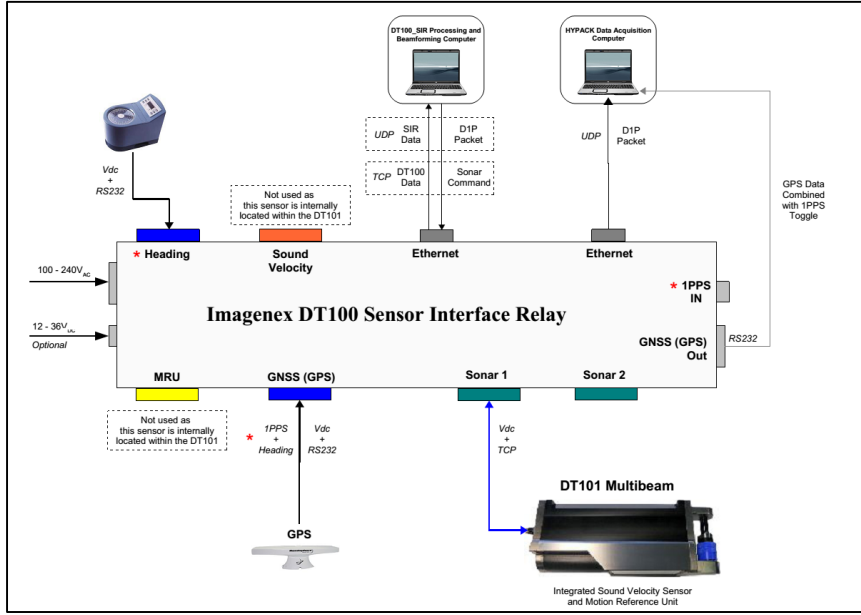


Şekil 11. Gediz'de çok ışınlı iskandil ölçüm hatları (sol: Mart 2017, sağ: Ekim 2017)

Çok ışınlı iskandil ölçümleri için Hidrografik ölçümlerde kullanılan Imagenex DT101 Sistemi kullanılmıştır. Sistemin kendisi ve bileşenlerine (Şekil 12 ve 13) ait ayrıntılı teknik özellikler aşağıda verilmiştir. Taşınabilir bir sistem olarak dizayn edilen DT101 sistemi içerisinde Teledyne CDL Minisense-3 hareket sensörü entegre edilmiştir. Bu sensör teknenin hareketlerini kaydederek sinyallerin yansıdıkları yerlerin doğru şekilde tespit edilmesini sağlar. Sistem aynı zamanda ses hızı düzeltmesine ihtiyaç duyar ve bunun için de yine üzerine entegre AML marka MicroX SVP Cihazını kullanmaktadır. Çok ışınlı iskandil ölçüm sistemini oluşturan bileşenlerin şematik gösterimi Şekil 13'te verilmiştir. Ayrıca ölçüm cihazının teknik özellikleri Şekil 14'te görülmektedir.



Şekil 12. a) Imagenex DT101 Çok Bimli İskandil Cihazı ve Entegre AML MicroX SVP Cihazı, b) DT101 İçine Yerleştirilen CDL Minisense-3 Hareket Sensörü



Şekil 13. Çok Işınlı İskandil Sistemini Oluşturan Bileşenlerin Şematik Gösterimi (DT100 ile DT101 çalışma sistemi olarak aynıdır)

HARDWARE SPECIFICATIONS:	
FREQUENCY	240 kHz
SWATH WIDTH (nominal beam geometry)	Transmit: 120° x 3° Receive: 120° x 3°
EFFECTIVE BEAM WIDTHS	Narrow: 0.75° Medium: 1.5° Wide: 3°
NUMBER OF BEAMS	Default: 480 Selectable: 240, 120
RANGE RESOLUTION	0.02% of range
RANGE	75 m (246') water depth 150 m (492') slant range
MIN. DETECTABLE RANGE	0.5 m (1.6') below transducer
MOTION REFERENCE UNIT Pitch and Roll Accuracy: Heave:	Internally mounted OEM version of CDL MiniSense3 0.04° 5 cm or 5% (whichever is greater)
SOUND VELOCITY SENSOR	Internally mounted OEM version of AML Micro-X 1400 m/s to 1600 m/s +/- 0.025 m/s
MAX. OPERATING DEPTH (Submersion depth)	300 m (984') and 3000 m (9843') available
INTERFACE TO PC	Ethernet (100 Mbps) using TCP/IP
MAX. CABLE LENGTH	100 m (328') on CAT5-e, longer cable runs possible with additional hardware
CONNECTOR	Underwater wet-mateable 8 conductor
POWER SUPPLY (sonar head only)	22 - 32 VDC at less than 15 Watts
DIMENSIONS	306 mm (12.05") L x 117 mm (4.59") H x 94 mm (3.68") W
WEIGHT: In Air	300 m unit: 4.2 kg (9.5 lbs) 3000 m unit: TBA
In Water	300 m unit: 1.9 kg (4.2 lbs) 3000 m unit: TBA
MATERIALS	Polyoxymethylene (i.e. Delrin), Titanium, PVC, Titanium connector
POWER SUPPLY/ TIMING BOX: DT100 Sensor Interface Relay (DT100 SIR)	2 port Ethernet switch (DT101 PC and Survey PC) Interfaces to: DT101 GNSS (GPS) Gyro / Heading Sensor 100 - 240 VAC or 12 - 36 VDC input range Dimensions: 394 mm (15.5") x 325 mm (12.8") x 87 mm (3.5")
MAX. PING RATE	20 Hz

Şekil 14. Kullanılan çok ışınlı iskandil cihazına ait spesifikasyon bilgileri

Çok ışınlı iskandil ölçümlerinde konum bilgisi için Vector VS330 sisteme entegre edilerek kullanılmıştır. Bu sistem yüksek hassasiyet gerektiren deniz, dinamik konumlandırma ve kara uygulamaları için geliştirilen en son teknoloji RTK konumlandırma ve heading sistemidir (Şekil 15). Bu konum belirleme sistemine ait teknik bilgiler Şekil 16'da görülmektedir.



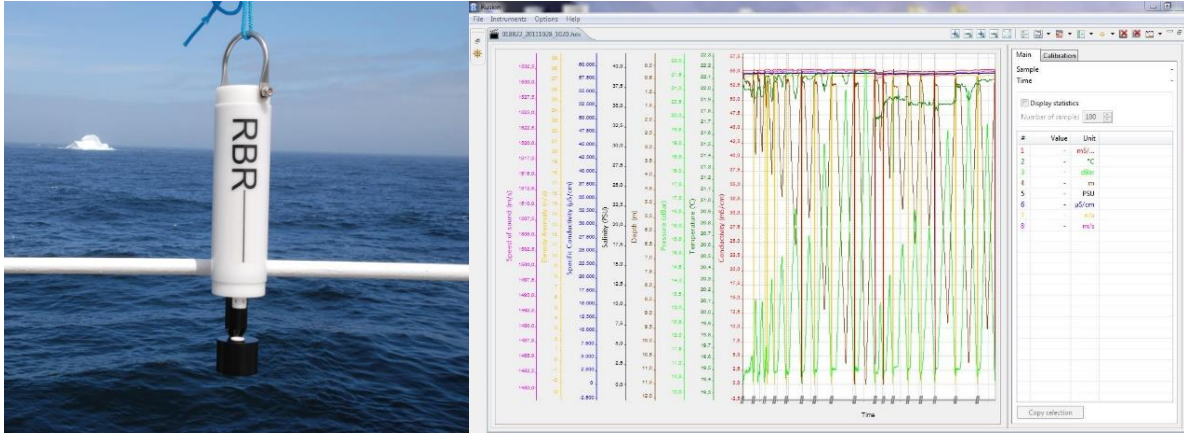
Şekil 15. Hemisphere Vector VS330 GNSS Sistemi Elemanları

<b>GNSS Receiver Specifications</b>		
Receiver Type:	Vector GNSS L1/L2 RTK Receiver	
Signals Received:	GPS, GLONASS, and BeiDou	
Channels:	744	
GPS Sensitivity:	-142 dBm	
SBAS Tracking:	3-channel, parallel tracking	
Update Rate:	10 Hz standard, 20 Hz optional	
Timing (1PPS) Accuracy:	20 ns	
Rate of Turn:	100°/s maximum	
Compass Safe		
Distance:	30 cm (with enclosure) <sup>5</sup>	
Cold Start:	60 s (no almanac or RTC)	
Warm Start:	20 s typical (almanac and RTC)	
Hot Start:	5 s typical (almanac, RTC and position)	
Heading Fix:	20 s typical (valid position)	
Maximum Speed:	1,850 mph (999 kts)	
Maximum Altitude:	18,288 m (60,000 ft)	
Differential Options:	SBAS, Beacon, External RTCM, Atlas L-band and Athena RTK	
<b>Positioning and Heading Accuracy</b>		
RMS:	Horizontal	Vertical
Single Point <sup>1</sup> :	1.2 m	2.5 m
SBAS (WAAS) <sup>1</sup> :	0.3 m	0.6 m
Code Differential		
GNSS <sup>1</sup> :	0.3 m	0.6 m
L-Band <sup>2</sup> :	0.08m	0.16 m
RTK <sup>1,3</sup> :	10 mm + 1 ppm	20 mm + 2 ppm
Heading Accuracy:	0.17° rms @ 0.5 m antenna separation	
	0.09° rms @ 1.0 m antenna separation	
	0.04° rms @ 2.0 m antenna separation	
	0.02° rms @ 5.0 m antenna separation	
	0.01° rms @ 10.0 m antenna separation	
Pitch/Roll Accuracy		
(RMS):	1°	
Heave Accuracy		
(RMS):	30 cm (DGPS) <sup>5</sup> , 10 cm (RTK) <sup>1,3</sup>	

Şekil 16. Konum bilgisi için kullanılan sisteme ait spesifikasyon bilgileri

### 3.1.2 Oşinografik Ölçümler

Sediment formlarının akışkan özellikleri ile ilişkisi ve nehir-deniz etkileşim alanında geçiş sularının tanımlanması amacı ile akışkan (deniz ve nehir suyu) tuzluluk-sıcaklık-yoğunluk (CTD) değerleri RBR 620 CTD cihazı ile ölçülmüştür (Şekil 17). Sıcaklık, iletkenlik ve basınç sensörleri içeren RBR 620 CTD cihazı ile su sütunundaki derinliğe bağlı sıcaklık, iletkenlik ve ses hızı değerleri elde edilmiştir. Tuzluluk ve yoğunluk değerleri ölçülen iletkenlik değerlerinden elde edilmektedir. RBR 620 CTD saniyede 6 kez örnekleme yapabilmekte ve bu değerleri hafızasına kaydetmektedir. Cihaz belli bir eşik değerine göre otomatik aç-kapa yapabilmektedir. Veri aktarımı veri kablosu ve bir yazılım vasıtası ile sağlanmaktadır. Kullanılan yazılım V1.12.4 versiyondur. RBR 620 CTD cihazının temel teknik özellikleri Tablo 8'de verilmiştir.



Şekil 17. RBR 620 CTD cihazı (solda), Ruskin yazılımı ile verilerin alınması (sağda)

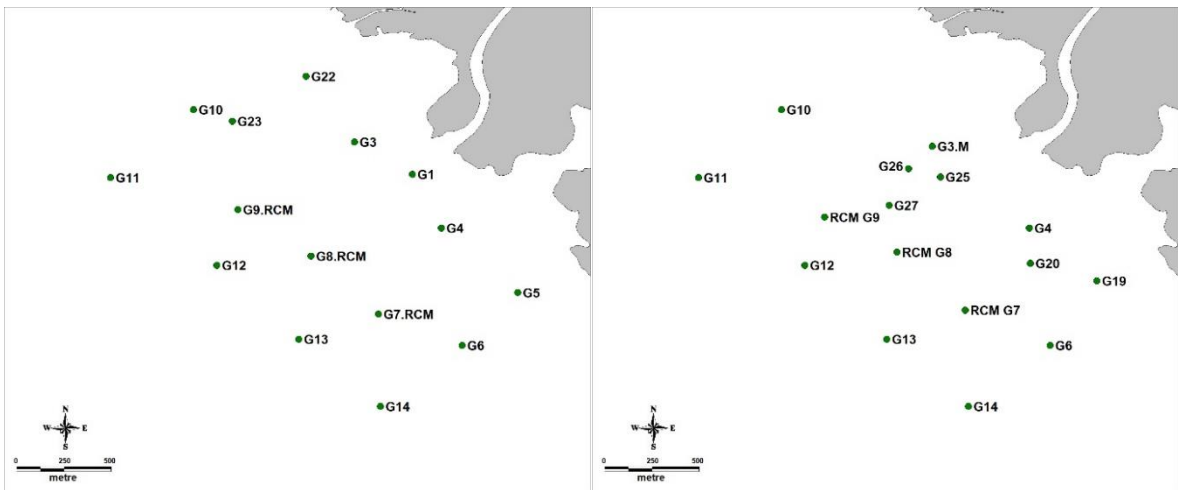
Tablo 8. RBR 620 CTD cihazının özellikleri

Saat hassasiyeti	± saniye/yıl
Sıcaklık	- Ölçüm aralığı: -5 +35 °C - Hassasiyet: ± 0,002 °C - Çözünürlük: < 0,00005 °C
Derinlik	- Ölçüm aralığı: 0 - 700 m - Hassasiyet: ± 0,05% - Çözünürlük: < 0,001%
İletkenlik	- Ölçüm aralığı: 0 – 85 mS/cm - Hassasiyet: ± 0,003 mS/cm (35 psu 15 °C) - Çözünürlük: ~0,01 µS/cm (tatlısu), ~1 µS/cm (deniz)

Büyük Menderes çalışma alanında, Mart 2017'de 18, Mayıs 2017'de 10 ve Ekim 2017'de 20 istasyonda CTD ölçümleri yapılmıştır (Şekil 18). Gediz çalışma alanında ise, Temmuz 2017'de 15 ve Ekim 2017'de 16 istasyonda CTD ölçümleri yapılmıştır (Şekil 19).



Şekil 18. Büyük Menderes CTD ölçüm istasyonları (Mart dönemi: sol üst, Mayıs dönemi: sağ üst, Ekim dönemi: alt)



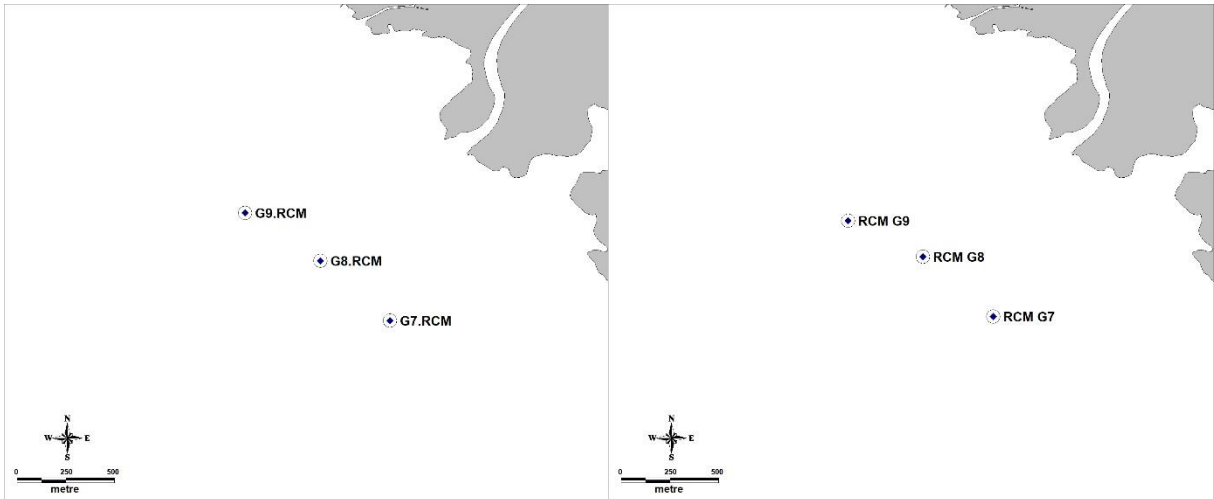
Şekil 19. Gediz CTD ölçüm istasyonları (Temmuz dönemi: sol, Ekim dönemi: sağ)







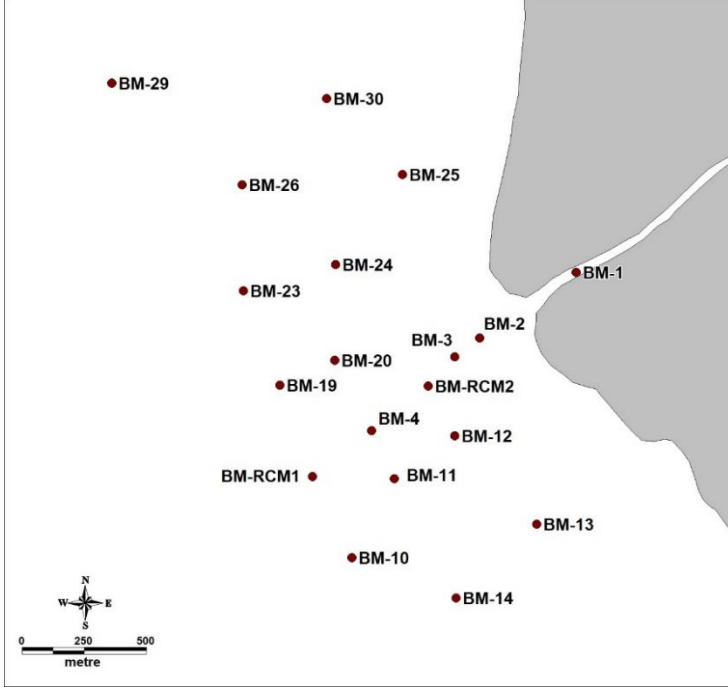
Şekil 21. Büyük Menderes akıntı ölçüm istasyonları (Mart dönemi: sol üst, Mayıs dönemi: sağ üst, Ekim dönemi: alt)



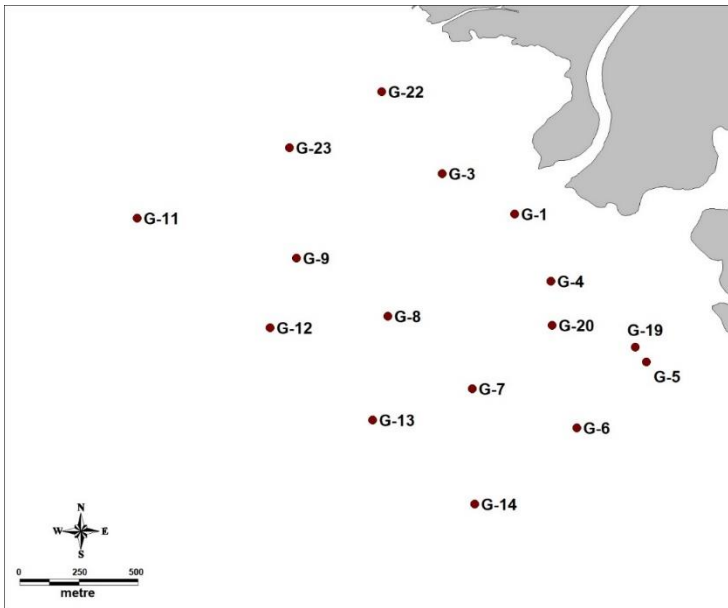
Şekil 22. Gediz akıntı ölçüm istasyonları (Temmuz dönemi: sol, Ekim dönemi: sağ)

### 3.1.4 Deniz Tabanı Sediment Örneklemeleri

Büyük Menderes Nehri ağzından 19 (Şekil 23) ve Gediz Nehri ağzından 16 (Şekil 24) istasyonda deniz tabanı sediment örnekleme Van der veen grab ile gerçekleştirilmiştir. Sediment örnekleri yaklaşık 2 kg olacak şekilde alınmış ve su içeriği kaybını önlemek amacıyla numune torbalarına doğrudan aktarılmıştır. Akabinde numune bilgilerini içeren etiketleme işlemi yapılarak ikinci bir numune poşetine yerleştirilme suretiyle muhafaza edilmiştir.



Şekil 23. Büyük Menderes deniz tabanı sediment örnekleme istasyonları

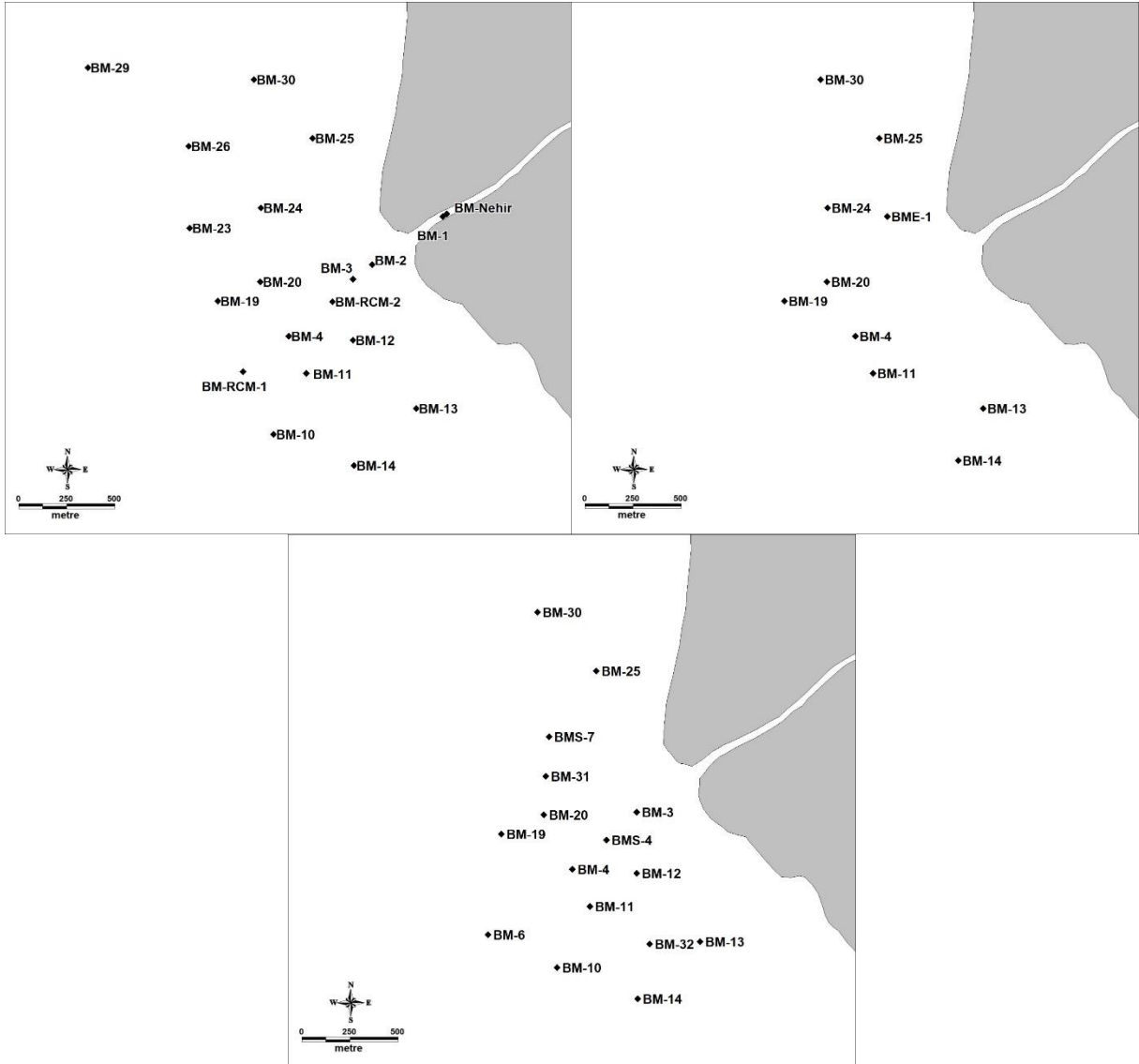


Şekil 24. Gediz deniz tabanı sediment örnekleme istasyonları

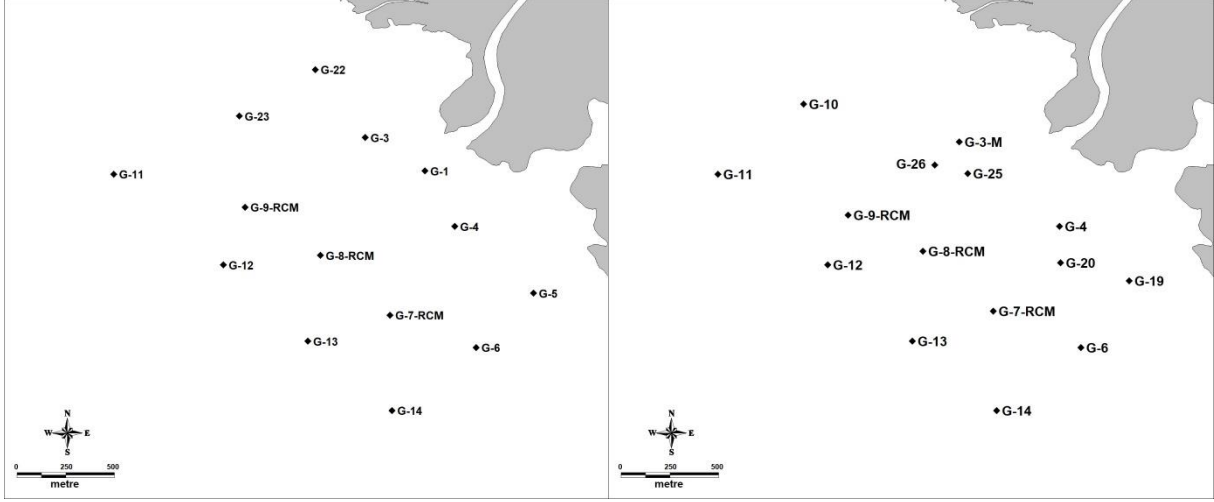
### 3.1.5 Askıda Katı Madde (AKM) Ölçümleri

Zamansal ve alansal olarak çok değişkenlik gösteren bir parametre olan AKM, çalışma alanlarında tüm dönemlerde örneklenmiştir (Şekil 25 ve 26). Büyük Menderes'te Mart döneminde 20, Mayıs döneminde 10, Ekim döneminde 16 örnek, Gediz'de ise Temmuz döneminde 14, Ekim döneminde de 15 istasyondan su örnekleri Ruttner şişesi ile alınmıştır. Örnekler, 3 replikat yapabilmek için yaklaşık olarak 5 lt alınmıştır. Proje alanı oldukça sığ özellik gösterdiği için numuneler çoğunlukla yüzeyden alınmış, yalnızca derinliğin uygun olduğu istasyonlarda dip suyu örnekleme yapılmıştır.

Alınan su örnekleri biyolojik etkinliğin ölçümleri etkilemesini önlemek adına arazi koşullarında süzülerek gerekli tartımlar yapılan dek buzdolabı koşullarında saklanmıştır.



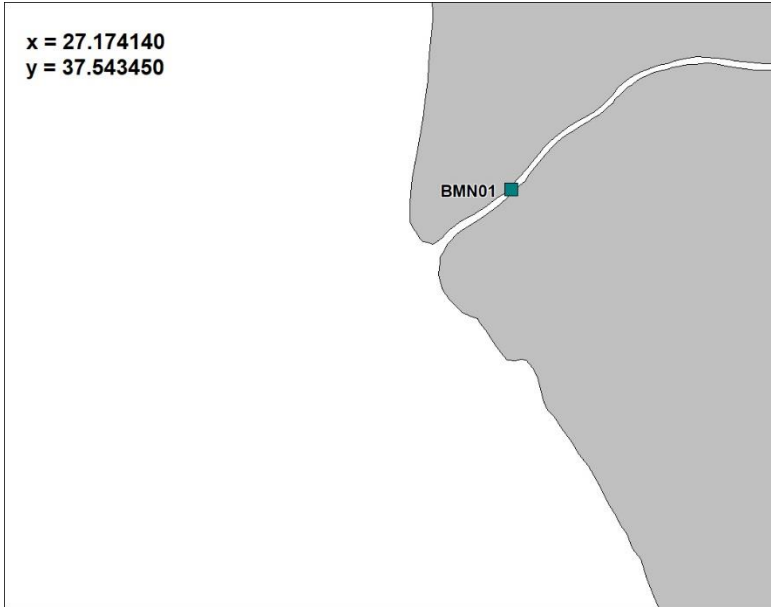
Şekil 25. Büyük Menderes AKM örnekleme istasyonları (Mart dönemi: sol üst, Mayıs dönemi: sağ üst, Ekim dönemi: alt)



Şekil 26. Gediz AKM örnekleme istasyonları (Temmuz dönemi: sol, Ekim dönemi: sağ)

### 3.1.6 Nehir Debilerinin Belirlenmesi

Çalışma alanlarında sadece ölçüm için uygun olan Büyük Menderes Nehri içerisinde tek noktada akıntı ölçümü yapılabilmektedir (Şekil 27). Akıntı ölçümleri, Valeport Model 106 Current Meter cihazı ile (Şekil 28) tek noktada sürekli kayıt alınarak yapılmıştır. Böylece, nehir akıntı değerlerinin çalışma zamanında değişimi elde edilmiştir.



Şekil 27. Büyük Menderes nehir içi akıntı ölçüm istasyonu



Şekil 28. Valeport Model 106 akıntı ölçer

Nehir yatağına monte edilen Valeport Model 106 Current Meter cihazı 10 saniye aralıklı veri kaydedecek şekilde ayarlanmıştır. Cihaz spesifikasyonları Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10. Valeport Model 106 Current Meter cihazının özellikleri

Akıntı hızı	- Ölçüm aralığı: 0,03-5 m/s - Hassasiyet: $\pm 0,004$ m/s (<0,15m/s için), $\pm 1,5\%$ (>0,15m/s için) - Çözünürlük: 0,001m/s
Akıntı yönü	- Ölçüm aralığı: 0-360° (manyetik) - Hassasiyet: $\pm 2,5^\circ$ - Çözünürlük: 0,5°

Nehir debisinin hesaplanabilmesi için gerekli diğer parametre ise kesit alanıdır. Bu alanın belirlenmesi için Büyük Menderes nehir yatağında çok ışınlı iskandil ile batimetri çalışması da yapılmıştır (Şekil 29).



Şekil 29. Büyük Menderes nehir yatağında batimetri verisi alınan hatlar

Her iki nehrin uzun dönemli debi verileri ise Devlet Su İşleri Gözlem İstasyonları Yönetim Sistemi'nden alınmıştır (<http://rasatlar.dsi.gov.tr>). Büyük Menders'te ağza yakın 3, Gediz'de ise ağza yakın 2 gözlem istasyonunun veri grafikleri alınıp değerlendirilmiştir (Şekil 30).

İstasyon kodları şunlardır:

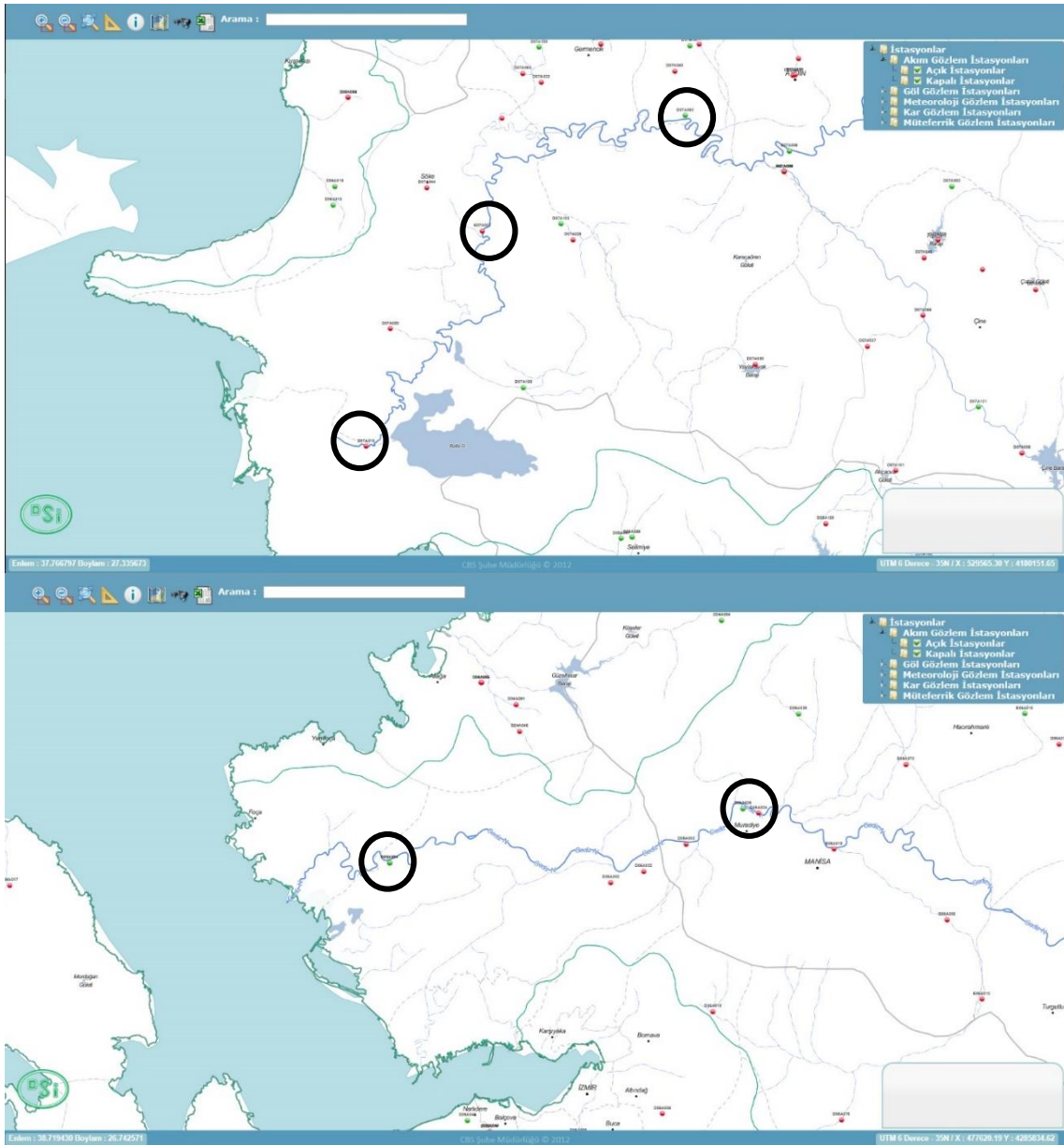
D07A016/B.Menderes Nehri (Dalyan Köprüsü)

E07A007/B.Menderes Nehri (Söke)

D07A062/B.Menderes Nehri (Koçarlı Köprüsü)

D05A084/Gediz N. (Maltepe)

D05A025/Gediz N. (Muradiye Köprüsü)



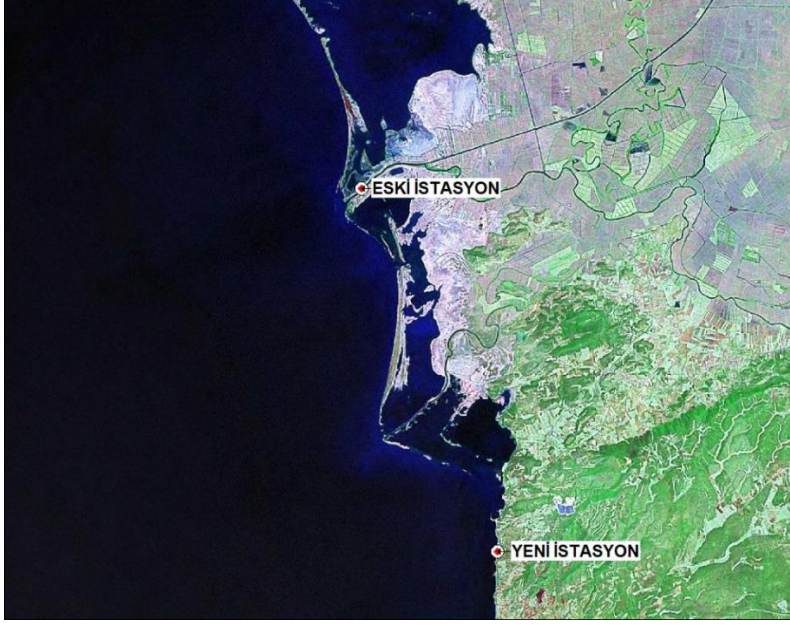
Şekil 30. Büyük Menderes (üstte) ve Gediz (altta) DSİ gözlem istasyonları (Kaynak: DSİ 2018)

### 3.1.7 Sürekli Rüzgar Verilerinin Ölçülmesi

Yüksek basınç (antisiklon) alanlarından alçak basınç (siklon) alanlarına doğru olan yatay hava akımlarına rüzgâr denir. Rüzgârın yönü, coğrafi yönlerle ifade edilir. Rüzgâr hızı anemometre adı verilen aletlerle ölçülür. Proje çerçevesinde, rüzgâr hız ve yönlerini ve bu rüzgârların yarattığı dalga parametrelerini hesaplamak için meteoroloji istasyonları kuruldu. Kurulan anemometre (Rüzgâr Sensörü) deniz seviyesinden yaklaşık 10 m yüksekliktedir. Saatlik ortalama rüzgâr şiddeti ve yönünü deniz seviyesinde 10 m yükseklikte ölçmekte ve sürekli veri kaydı alınmıştır (Şekil 31). Olumsuz hava koşulları nedeni ile şiddetli bir fırtınada hasar görmüştür. Daha sonra yeni bir meteoroloji istasyonu temin edilmiş ve yeni istasyon daha korunaklı bir yer olan Taşucu balıkçı barınağı yanına Mart 2017 tarihinde kurulmuştur (Şekil 32). Bu istasyon kurulduğundan beri düzenli veri almaktadır. Gediz Nehir için ise rüzgâr verileri Enstitümüz bünyesinde yürütülen “İzmir Körfezinde Gerçek Zamanlı Akıntı ve Sediment Taşınımı Modelleme Programı İle İzleme Projesi” İZSU projesi kapsamında Foça istasyonunda temin edilmiştir. Saha ölçümlerine ek olarak Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmin Merkezi (ECMWF) ve Amerika Ulusal Hava Tahmin Merkezi İklim Tahmin Sistemi (NCEP-CFSR) tarafınca sağlanan sayısal model sonuçları alınmış ve bu sonuçlara bağlı rüzgâr ve dalga çalışmaları yapılmıştır.



Şekil 31. a) Kurulu düzende meteoroloji istasyonu, b) Anemometre (rüzgâr sensörü), c) Ana konsol birimi



Şekil 32. Büyük Menderes çalışma alanında rüzgar ölçümü yapılan eski ve yeni istasyonlar

### 3.1.8 Yerinde Ölçümler ile Sediment Formlarının Belirlenmesi

Proje sürecinde yapılan literatür çalışmaları sonucunda edinilen bilgiler dikkate alınarak, bu çalışma kapsamında ve bütçesinde olmamasına rağmen, sediment formlarının dalış marifeti ile yerinde ölçülmesi çalışması da araştırmaya dahil edilmiştir. Bu çalışmanın dahil edilmesindeki temel amaç, hem nehir ağzlarında risk oluşturan akustik yöntemlerle yapılan ölçümlere bir B-planı oluşturmak hem de akustik yöntemlerle tespit edilebilme boyut marjininin altında kalan sediment formlarının görsel yöntemlerle boyutlarını tespit edebilmektir.

Çalışmalarda 1 adet Sony HDR-XR520VE Hd video kamera ve Sea&sea DX-2G sualtı fotoğraf makinası kullanılmıştır (Şekil 33). Ölçümler için 40x40 cm ölçülerinde ölçekten yararlanılmış, istasyon derinlikleri Suunto Gekko dalış bilgisayarı kullanılarak kaydedilmiştir (Şekil 34).



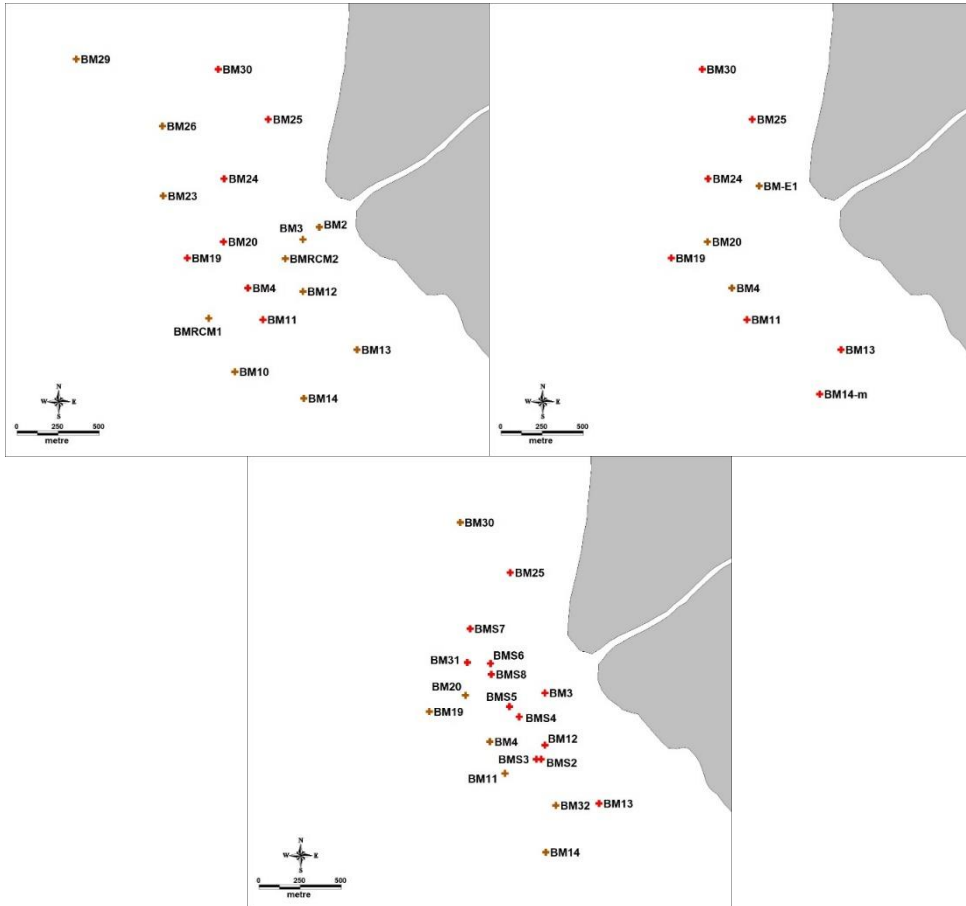
Şekil 33. Sualtı görüntüleme ekipmanları



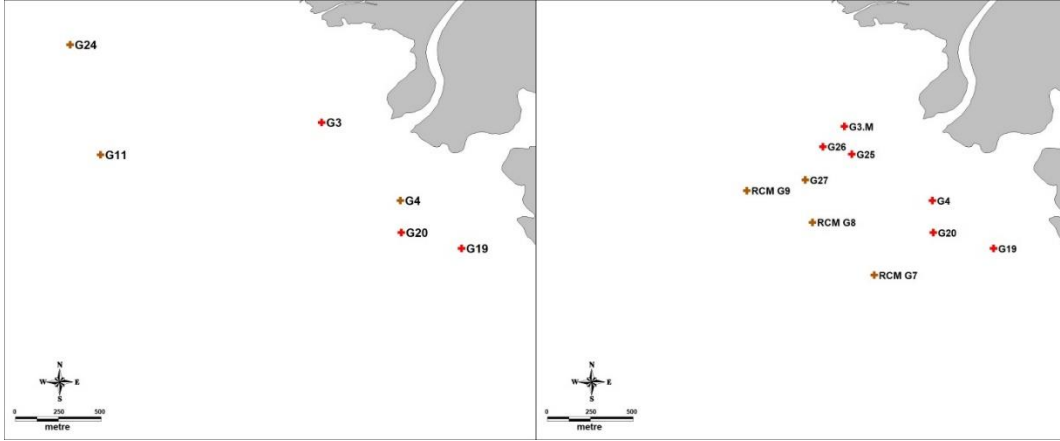


Şekil 34. Su altında kullanılan ölçük ve Mares M1 dalış bilgisayarı

Büyük Menderes çalışma alanında Mart döneminde 18 istasyonda dalış 7 istasyonda ölçüm, Mayıs döneminde 10 istasyonda dalış 7 istasyonda ölçüm, Ekim döneminde 19 istasyonda dalış 12 istasyonda ölçüm yapılabilmektedir (Şekil 35). Gediz çalışma alanında ise Temmuz döneminde 6 istasyonda dalış 3 istasyonda ölçüm, Ekim döneminde 10 istasyonda dalış 6 istasyonda ölçüm yapılabilmektedir (Şekil 36).



Şekil 35. Büyük Menderes sediment formları ölçüm istasyonları. Kırmızı noktalar ölçüm yapılabilen istasyonlardır (Mart dönemi: sol üst, Mayıs dönemi: sağ üst, Ekim dönemi: alt)



Şekil 36. Gediz sediment formları ölçüm istasyonları. Kırmızı noktalar ölçüm yapılabilen istasyonlardır (Temmuz dönemi: sol, Ekim dönemi: sağ)

### 3.2 Verilerin Analizi (İP2)

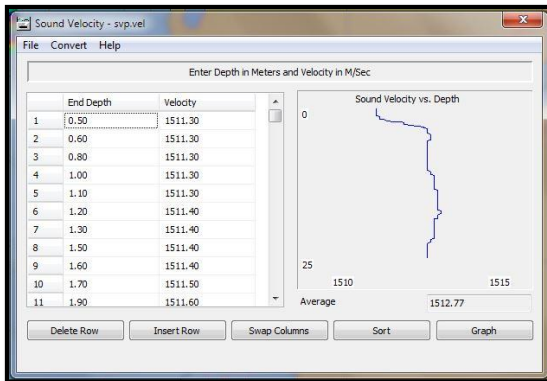
Proje kapsamında elde edilen her verisetine uygulanan analiz işlemleri bu bölümde sunulmaktadır. Alt başlıklar, proje teklifinde belirtilen İP2 yapısına göre hazırlanmıştır.

#### 3.2.1 Fiziksel Verilerin Analizi

##### Batimetri Veri Analizi:

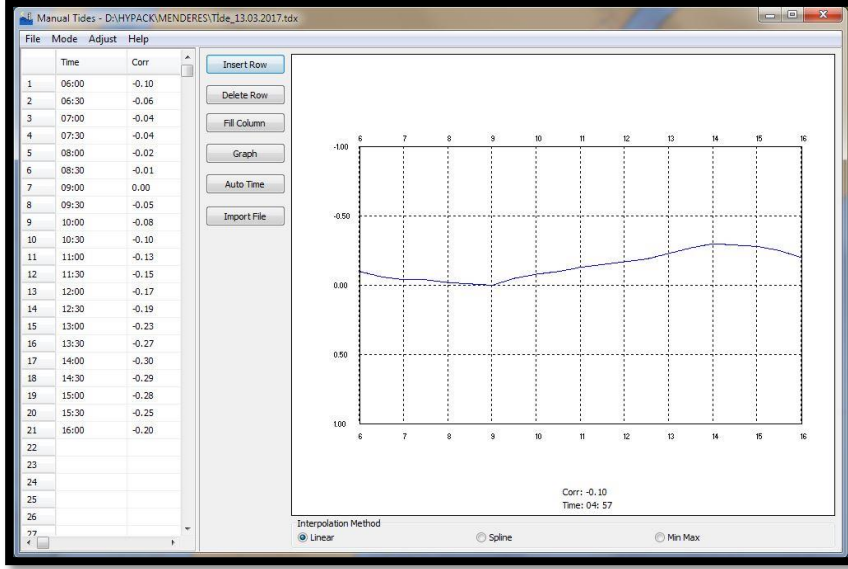
Elde edilen batimetri verileri kullanımdan önce bir post-proses işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlem şu aşamaları içermektedir:

1. Gürültü temizleme: Ham veri olarak toplanan veriler sömrey yazılımında kontrol edilmiş, veriler 'spike' adı verilen gürültülerden temizlenmiştir.
2. Deniz suyu ses hızı düzeltilmesi: Ses hızı ölçümü ve düzeltilmesi ÇBİ sistemleri için büyük önem taşımaktadır. Bundan dolayı çalışma esnasında hem su kolonu boyunca alınan CTD profili kullanılmıştır, hem de gerçek zamanlı ses hızı sensörünün ölçüm değerleri kullanılmıştır.



Şekil 37. Profil ses hızı

3. Su seviyesi ölçüm ve düzeltmeleri: Su seviyesi değişim bilgisi için Harita Genel Komutanlığı tarafından işletilen MENTEŞ mareograf istasyonu verileri kullanılmıştır. Sörvey programına veriler zamana bağlı olarak girilerek Şekil 38'deki profil oluşturulmuştur.



Şekil 38. Mareograf istasyonu su seviyesi verileri

4. Patch Test: Patch Test tekne üzerine kurulan aletlerin birbiri ile senkronizasyonlarını oluşturmak ve hataları elemine etmek amacı ile yapılır. Patch test kapsamında Roll, Pitch ve Yaw testleri yapılmıştır. Roll test, hareket sensörü ve sonar transdüser arasında teknenin sancak ve iskele eksenindeki açısal hatayı tespiti, Pitch test, teknenin gidiş doğrultusunda sonar ve hareket sensörü arasındaki açısal hatanın tespiti, Yaw test ise teknenin istikamet verisini toplayan antenler ile sonar verisi arasındaki açısal hatayı tespit etmek amacı ile yapılmıştır. Test sonuçları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Patch Testi sonuçları

Roll	2.65 (derece)
Pitch	3.00 (derece)
Yaw	1.00 (derece)

XYZ verisi kullanıma hazır hale getirildikten sonra, Dijital Yükseklik Modellerinde veri enterpolasyonun sıkça kullanılan bir yöntem olan Üçgenlenmiş Düzensiz Ağ (TIN) yöntemi (Li ve Heap, 2008) kullanılmıştır.

### **Oşinografik Veri (CTD) Analizi:**

CTD cihazı ile elde edilen veriler öncelikle filtlenerek ölçüm hatalarından ayıklanmıştır. Sonrasında, fiziksel verilerin değerlendirilmesinde alanlarda genel hidrografik koşulları betimlemek ve akışkan parametreleri hakkında bilgiler edinmek amacı ile her dönem için temel fiziksel parametreler olan sıcaklık (T), tuzluluk (S) ve yoğunluk (D) değerlerinin (Talley vd., 2011) tüm istasyon verileri kullanılarak profiller oluşturulmuştur.

### **Akıntı Veri Analizi:**

RCM cihazları ile sürekli kayıt alınan akıntı verilerinin, SeaguardStudio yazılımında yön ve şiddetlerin zamansal değişim grafikleri elde edilmiştir.

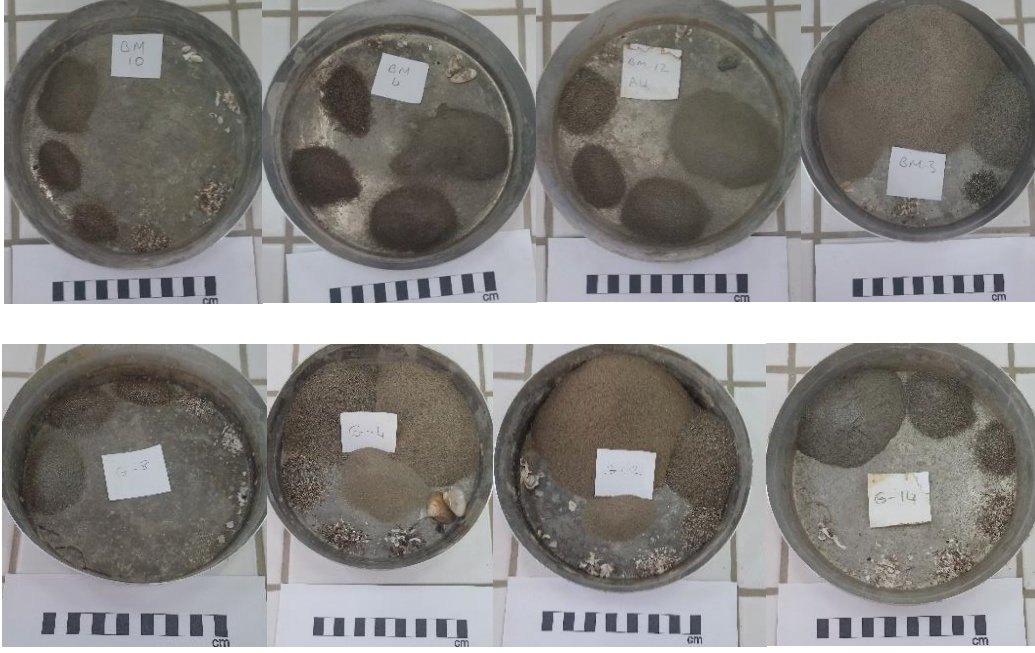
### **Sediment Veri Analizi:**

Arazi çalışmalarında alınan örnekler Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü bünyesinde bulunan Jeoloji Laboratuvarı'nda Tablo 12'de verilen standartlara göre deneylere tabi tutulmuştur.

Tablo 12. Taban sedimenti örneklerine yapılan analizler

<b>Belirlenen Parametre ve Özellikler</b>	<b>Belirleme Yöntemi</b>	<b>Standart</b>
Sediment türü ve sınıfı	Mekanik elek analizi	ASTM D421
Ortalama sediment çapı ( $D_{50}$ )	Hidrometre analizi	ASTM D422
Sediment su içeriği ( $w$ )	Su içeriği deneyi	ASTM D2216
Sediment özgül ağırlığı ( $G_s$ )	Özgül Ağırlık deneyi	ASTM D854

Karakteristik sediment istasyonlarına ait örneklerin elek analizi sonucu görüntüleri Şekil 39'da verilmiştir.



Şekil 39. B. Menderes (üstte) ve Gediz (altta) nehir ağızlarındaki karakteristik sediment istasyonlarına ait örneklerin elek analizi sonucu görüntüleri

Yapılan analizler ve değerlendirmeler sonrası veriler deniz taban formlarının oluşumundaki etkileri açısından incelenmiştir. Çalışma alanlarının sediman özellikleri ise SedPlot (Poppe ve Eliason, 2008) programı kullanılarak Shepard (1954)'a göre belirlenerek yine bulgular kısmında sunulmuştur. Ayrıca analiz sonuçları nehir ağızları bölgelerinde haritada işlenmiş ve sediman sınıfı dağılımı alansal olarak ifade edilmiştir. Böylelikle analiz sonuçlarını içeren tablo, Shepard sınıflandırma çizelgesi ve harita üzerindeki alansal dağılım dikkate alınarak değerlendirmeler yapılmıştır.

#### **Askıda Katı Madde (AKM) Veri Analizi:**

Alınan su örnekleri, biyolojik etkinliğin ölçümleri etkilemesini önlemek adına arazi koşullarında süzülerek gerekli tartımlar yapılan dek buzdolabı koşullarında saklanmıştır. AKM konsantrasyonunun belirlenmesinde ASTM D5907-13 standardı kullanılmıştır ve veri kalitesinin sağlanması gereği her istasyon üç replikatlı çalışılmıştır. Replikatların ortalama değerleri istasyonlara AKM değeri olarak atanmıştır.

#### **Bulanıklık (Secchi disk) Analizi:**

Tüm istasyonlarda dönemsel olarak elde edilen Secchi disk verileri arazi çalışmalarında kaydedilmiş ve sonrasında çalışma alanlarında

### **Nehir Debilerinin Belirlenmesi:**

Akarsu debisi genel olarak  $Q = V \times A$  olarak ifade edilir. Gerçek debi hesaplamaları ise, bir kesit boyunca dik dilimlerde hız ölçümleri ve her dilimin alanı çarpımlarının toplamı olarak elde edilir. Çalışma kapsamında böyle bir ölçüm yapılamadığı için tek noktada akıntı hızı ölçümü ve kesit tayini için çok ışınlı iskandil ile batimetrik çalışma yapılmıştır. TIN enterpolasyonu ile gridlenen XYZ verisi kullanılarak 3 farklı lokasyonda akarsu kesitleri elde edilmiştir. Akımın doğrusal ve üniform olduğu varsayımı ile debi hesaplanmıştır. Ayrıca, uzun dönemli DSİ verileri grafiksel olarak elde edilmiş ve değerlendirilmiştir.

### **3.2.2 Rüzgar Verilerinin Analizi**

Proje kapsamında öncelikli olarak her iki çalışma bölgesi için yöreye ait rüzgar ve dalga iklimi çalışmaları yapılmıştır. Proje kapsamında çalışma alanlarında yerinde rüzgar ölçümleri yapılmıştır. Ancak bu ölçümlerin süresi uzun dönemli rüzgar ve dalga iklimi çalışmaları için yeterli değildir. Bu amaçla çalışma alanlarındaki mevcut uzun süreli rüzgar ve dalga ölçümleri çeşitli kaynaklardan elde edilmiştir. Uzun süreli rüzgar ve dalga ikliminin değerlendirildiği aşamada, Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmin Merkezi (ECMWF) tarafından 1983-2018 yılları arası, Amerika Ulusal Hava Tahmin Merkezi İklim Tahmin Sistemi Analiz (NCEP-CFSR) veri setindeki 1979-2010 yılları arası saatlik ortalama rüzgar hız ve yön verileri kullanılmıştır. Bu veri setleri global atmosfer modelleri ile yerinde ölçümlerin kullanılması ile elde edilen sayısal model sonuçlarıdır. Sayısal model verileri olmaları nedeniyle çalışma alanlarında kullanılabilirliklerinin test edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla her iki veri setinin de proje kapsamında yerelde yapılan kısa süreli ölçümler ile uyumluluğu istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda hem hız hem de yönsel tutarlılıkları değerlendirilmiştir.

Bu analiz için öncelikle her iki çalışma alanına ait rüzgar ölçüm verileri kontrol edilerek hatalı ve eksik olan süreler veri setinden ayıklanmıştır. Proje kapsamında yapılan ölçümlerin zamansal aralığı yarım saat ile bir saat arasında değişmektedir. Bu ölçümler bir saatlik ve 6 saatlik zaman aralıkları olacak şekilde iki ayrı veri seti olarak her bir çalışma alanı için yeniden düzenlenmiştir. İki ayrı zaman aralığı olan veri seti yapılmasının nedeni CFSRv2 setinin 1 saatlik, ECMWF veri setinin ise 6 saatlik zaman aralığına sahip olmasıdır. Ayrıca kullanılan her iki veri setinin zamanı GTM olarak tanımlanmıştır. Bu nedenle ölçüm veri setlerinin GTM olarak yeniden düzenlenmesi yapılmıştır. Karşılaştırma için kullanılan ECMWF ve CFSRv2 ölçüm noktaları, proje ölçüm istasyonuna en yakın olan deniz noktası olarak seçilmiştir. Bütün bu kriterler veri setlerinin doğru bir şekilde karşılaştırılmasını sağlamıştır.

Orijinal veri setleri ile diğer veri setlerinin karşılaştırılması için normalize edilmiş üç istatistiksel parametre kullanılmıştır. Bu istatistiksel parametreler ve ilgili kısa açıklamalar aşağıda verilmektedir. İstatistik parametrelerin açıklamasında orijinal veri seti (proje kapsamında

yapılan ölçümler) “gözlenen veri”; ECMWF ve ya CFSRv2 veri setleri ise “tahmin edilen veri” olarak adlandırılmıştır.

1. Karesel Ortalama Hata Varyasyon Katsayısı (KOHVK): Karesel ortalama hata zaman serisi analizlerinde, tahmin yönteminin performansının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bir istatistiksel parametredir. KOHVK ise verinin ölçeklendirilmesine bağlılığı ortadan kaldıran bir parametredir.

$$KOHVK = \frac{\sqrt{\sum_{t=1}^m (y_{gözlenen,t} - y_{tahmin,t})^2 / m}}{\bar{y}_{gözlenen}} \quad (1)$$

Denklem 1’de m veri sayısı, ygözlenen ölçümler ve model çalışmaları sonucu elde edilmiş orijinal veri, ytahmin tahmin edilen veri ve  $\bar{y}_{gözlenen}$  ise ölçümler sonucu elde edilmiş olan orijinal verinin ortalamasıdır.

2. Normalize Mutlak Ortalama Hata (NMOH): Mutlak ortalama hata, gözlemlenen veri ile tahmin edilen veri arasındaki hatayı yansıtmak için kullanılan diğer bir parametredir. NMOH ise verideki ölçek etkisinin ortadan kaldırılması için normalize edilmiş mutlak ortalama hatayı gösterir.

$$NMOH = \frac{\sum_{t=1}^m |y_{gözlenen,t} - y_{tahmin,t}| / m}{std(y_{gözlenen})} \quad (2)$$

Denklem 2’de m veri sayısı, ygözlenen ölçümler ve model çalışmaları sonucu elde edilmiş orijinal veri, ytahmin tahmin edilen veri ve  $std(y_{gözlenen})$  ise ölçümler ve model çalışmaları sonucu elde edilmiş olan orijinal verinin standart sapmasıdır.

3. Tahmin Kabiliyeti (TK): İklim verileri ile ilgili çalışmalarında yaygın olarak tahmin edilebilme kabiliyetini belirlemek için kullanılan bir istatistiksel parametre olan Tahmin Kabiliyeti (TK), aşağıda verilmektedir.

$$TK = 1 - \frac{var(y_{gözlenen} - y_{tahmin})}{var(y_{gözlenen})} \quad (3)$$

Denklemden  $var(y_{gözlenen} - y_{tahmin})$  ölçümler ve model çalışmaları sonucu elde edilmiş orijinal veri ile tahmin edilen veri arasındaki farkın, diğer bir deyişle hatanın, varyansı;  $var(y_{gözlenen})$  ise ölçümler ve model çalışmaları sonucu elde edilmiş olan orijinal verinin varyansıdır.

Veri setleri arasında yapılan istatistik karşılaştırma sonuçları ise Tablo 13’de sunulmaktadır.

Tablo 13. Rüzgar veri setlerinin istatistiki karşılaştırma sonuçları

	B.Menderes		Gediz	
	Ölçüm – CFSRv2	Ölçüm - ECMWF	Ölçüm – CFSRv2	Ölçüm - ECMWF
Tahmin Kabiliyeti	0.0644	0.1330	0.0496	0.1201
Normalize Yanlılık	0.2265	0.1567	-0.3963	-0.3948
KOHVK	0.9256	0.8787	0.7148	0.6909
NMOH	0.7047	0.6924	1.0610	1.0880
Ölçüm Ortalama Hız	6.5661	6.2410	3.6656	3.6677
Karşılaştırılan Veri Seti Ortalama Hız	5.1801	5.3297	4.6524	4.6507

Tablo 13’de verilen istatistiksel karşılaştırmalarda CFSRv2 veri setinin ölçüm sonuçları ile çok daha iyi bir benzetime (KOHVK) sahip olduğu görülmektedir. Tahmin Kabiliyeti açısından ise CFSRv2 veri seti ECMWF veri setine göre çok daha üstündür. (Tahmin kabiliyeti sonucu 0’a ne kadar yakınsa o kadar başarılı demektir.) Yanlılık açısından değerlendirildiğinde CFSRv2 ve ECMWF veri setleri Büyük Menderes’te ölçümlere oranla daha düşük, Gediz’de ise daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bu durum ortalama hızların karşılaştırılmasında da ortaya çıkmaktadır.

Bu analizler sonucunda, proje kapsamında yapılan uzun dönem dalga iklimi çalışmasında hem ECMWF hem de CFSR veri setleri değerlendirilmiş, saha çalışma dönemi için modellenen dalga parametreleri içinse CFSRv2 veri setinin kullanılmasına karar verilmiştir.

### **Uzun Dönemli Rüzgar ve Dalga İstatistikleri:**

ECMWF ve CFSR veri setleri kullanılarak yıllık ve mevsimsel rüzgar gülleri hazırlanmıştır. Ayrıca yörenin dalga ikliminin belirlenmesi için ODTÜ, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Deniz Mühendisliği Araştırma Merkezi’nde geliştirilmiş olan “Derin Deniz Dalga Tahmin Matematik Modeli” kullanılmıştır. Bu model yardımıyla ve yörenin etkin yönler için bulunan kabarma uzunlukları ile rüzgar verileri kullanılarak 32 yıl süre ile gerçekleşen fırtınalarda oluşan rüzgar dalgalarının belirgin dalga yükseklikleri ( $H_s$ , en yüksek dalgaların 1/3’ünün ortalaması) ve periyotları ( $T_s$ ) saptanmıştır. Bu veriler kullanılarak yöreye ait derin deniz dalga dikliği (derin deniz dalga yüksekliğinin dalga boyuna oranı,  $H_0/L_0$ ) hesaplanmıştır.

Uzun dönem dalga istatistiği bir yörede etkin yönler için fırtınalarda oluşan rüzgar dalgalarının belirgin dalga yükseklikleri ile bunların oluşma olasılıkları arasındaki ilişkiyi gösterir. “Log-linear” ya da “Deniz Durumunun Sürekliliği” olarak da anılan bu dağılım, dalga olaylarının önemli olduğu mühendislik problemlerinin istatistiksel olarak tanımlanmasında kullanılmaktadır. Bu türden problemlere önemli örneklerden birisi, liman içinde dalgaların yol açtığı çalkantıların ne sürelerde oluştuğunun bulunmasıdır.



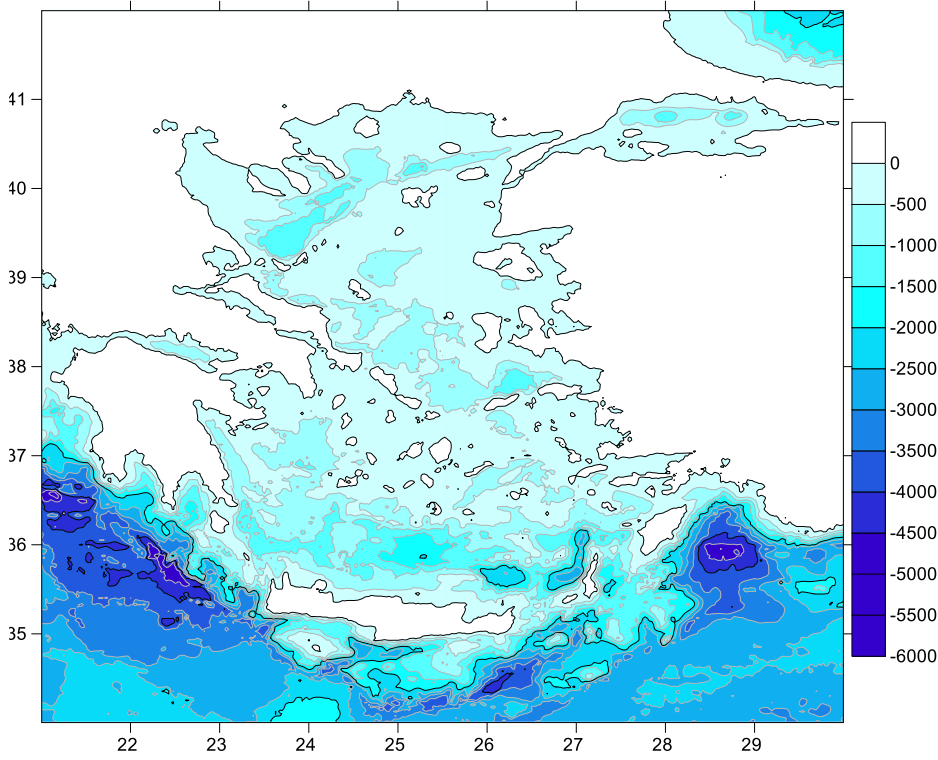
Kıyı yapılarının tasarımında yapının ekonomik (50 ya da 100 yıl gibi) ömrü içinde oluşabilecek en büyük dalga parametreleri (derin deniz belirgin dalga yüksekliği ve periyodu) kullanılır. Belirli bir yineleme dönemi içinde denizde oluşması beklenen en büyük dalga parametrelerinin belirlenmesi amacıyla en büyük değer dalga istatistiği çalışması yapılır. Bu çalışmada yöreye ait uzun yılları kapsayan dalga verisi alınır; her yılın en yüksek belirgin dalgası belirlenir; sıralanır; olasılık dağılımı elde edilir; bir teorik modelin dağılımla uyumlu olduğu kabul edilerek, istenilen yineleme dönemlerine sahip dalga parametreleri bulunur. Proje yöresi için dalga iklimi verilerinden her yıl için en büyük dalga yüksekliği değerleri kullanılarak en büyük değer belirgin dalga yüksekliği istatistiği yapılmıştır. En büyük değer istatistiği çalışmalarında kullanılmak üzere çeşitli dağılım modelleri vardır (Goda,2000). Geçerli teorik dağılım modelleri Fisher Tippet Tip I (Gumbel) ve Tip II (Fréchet), Tip III (Weibull) ve Log-Normal olmakla birlikte Gumbel dağılımının kullanımı yaygındır. Elde bulunan veriyi en iyi temsil edecek olan dağılımın belirlenmesi başlıca ölçütleri sağlanmasına bakılarak yapılır. Kullanılan ölçütler sırasıyla; bağlantı katsayısı, (r), artık bağlantı katsayısı, ( $\Delta r$ , REC ölçütü), artık bağlantı katsayısının en düşük oranı  $\Delta r/\Delta r_{ort}$ , MIR ölçütü) ve en büyük değer sapması (DOL ölçütü) ölçütleridir. Bu ölçütlerin sağlanması başarısına göre elde bulunan dalga verileri için en iyi dağılım modelleri ortaya konmuştur. Analiz sonuçları Bulgular kısmında tartışılmıştır.

### **SWAN Deniz Dalga Tahmin Modeli ve Saatlik Dalga Verisinin Üretilmesi:**

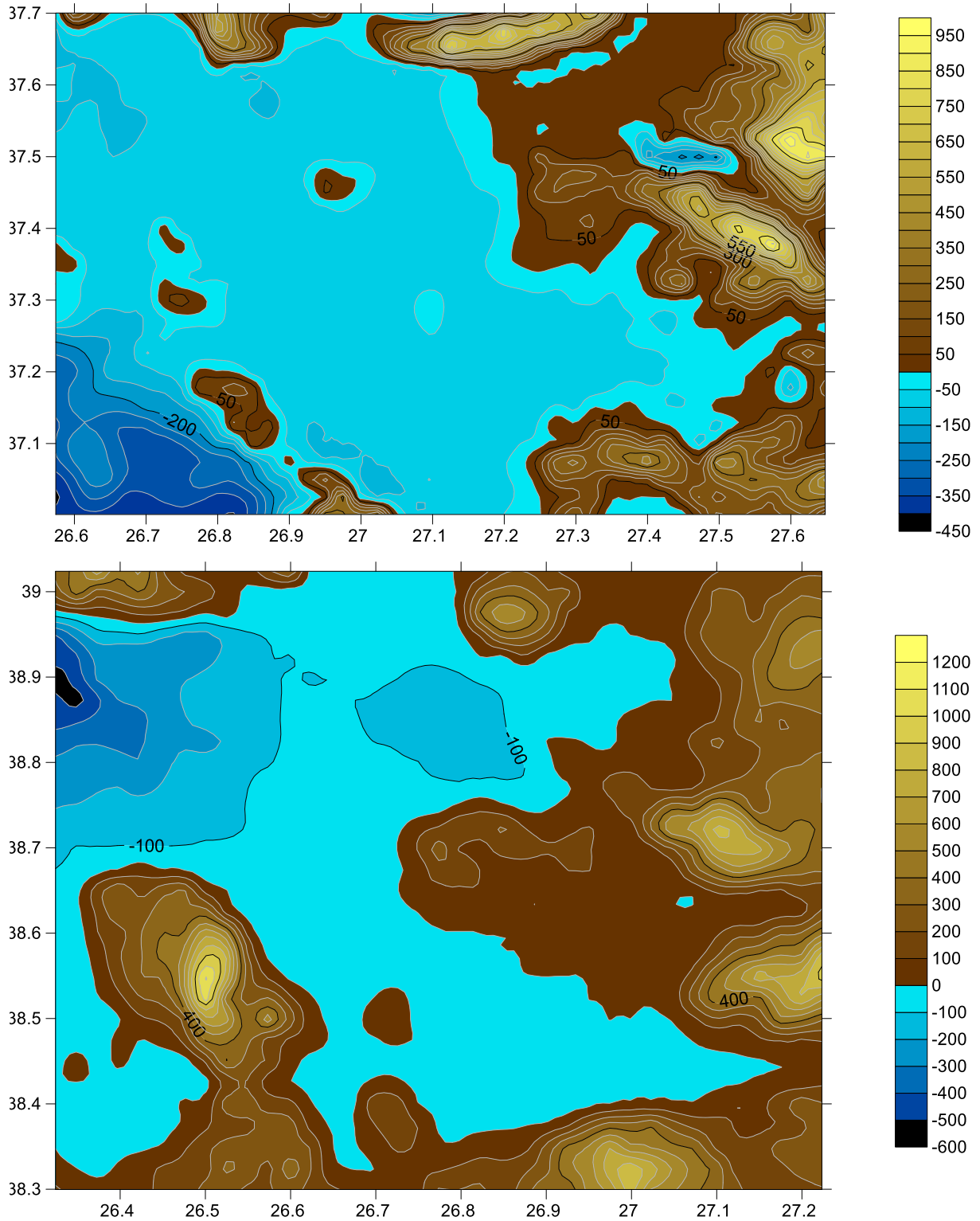
SWAN Deniz Dalga Tahmin Modeli, Hollanda'da Delft Üniversitesi ve Özel Sektör işbirliği ile gerçekleştirilen 3. nesil bir dalga tahmin modelidir. Yaklaşık olarak 50 ülkede 700 enstitü tarafından yaygın olarak kullanılan bu model ile, derin deniz dalga koşulları, rüzgâr, taban topoğrafyası, derin ve sığ sulardaki akıntı ve gelgit bilgilerine dayanarak kıyısız çevreler için düzensiz dalgalar hesaplanmaktadır. SWAN modeli; akıntı ve derinlikten kaynaklı yansımayı, lineer olmayan dalga ilişkilerini ve rüzgar kaynaklı dalga oluşumunu içermektedir. Model zamana ve yere bağlı dalga dağılımını, sığlaşmayı, rüzgarla dalga oluşumunu, taban sürtünmesini ve derinliğe bağlı kırılmayı, bitki örtüsü nedeniyle güç kaybını, engellere karşı yansımayı ve kırınımı hesaplar ve bu fiziksel hesaplamalar sonucu çıktıları vermektedir. Saatlik rüzgar hız ve yön bilgisi ile batimetre bilginin modele girdi olarak tanımlanması sonucunda proje alanları için belirgin dalga yüksekliği ve dalga periyotları ile ortalama dalga yönü bilgisi modellenmiştir.

Ancak üretilen bu verilerin gerçeğe yakın olabilmesi için öncelikle tüm Ege Denizi modellenmiştir. Bunun nedeni Ege Denizi'nde bulunan birçok adanın dalga oluşumundaki etkilerinin doğru olarak yansıtılması gerekliliği ve Türkiye kıyılarının çok girintili çıkıntılı olmasıdır. SWAN uygulamasında kullanılan Ege Denizi basen alanı ve su derinlikleri Şekil 40'ta verilmektedir.

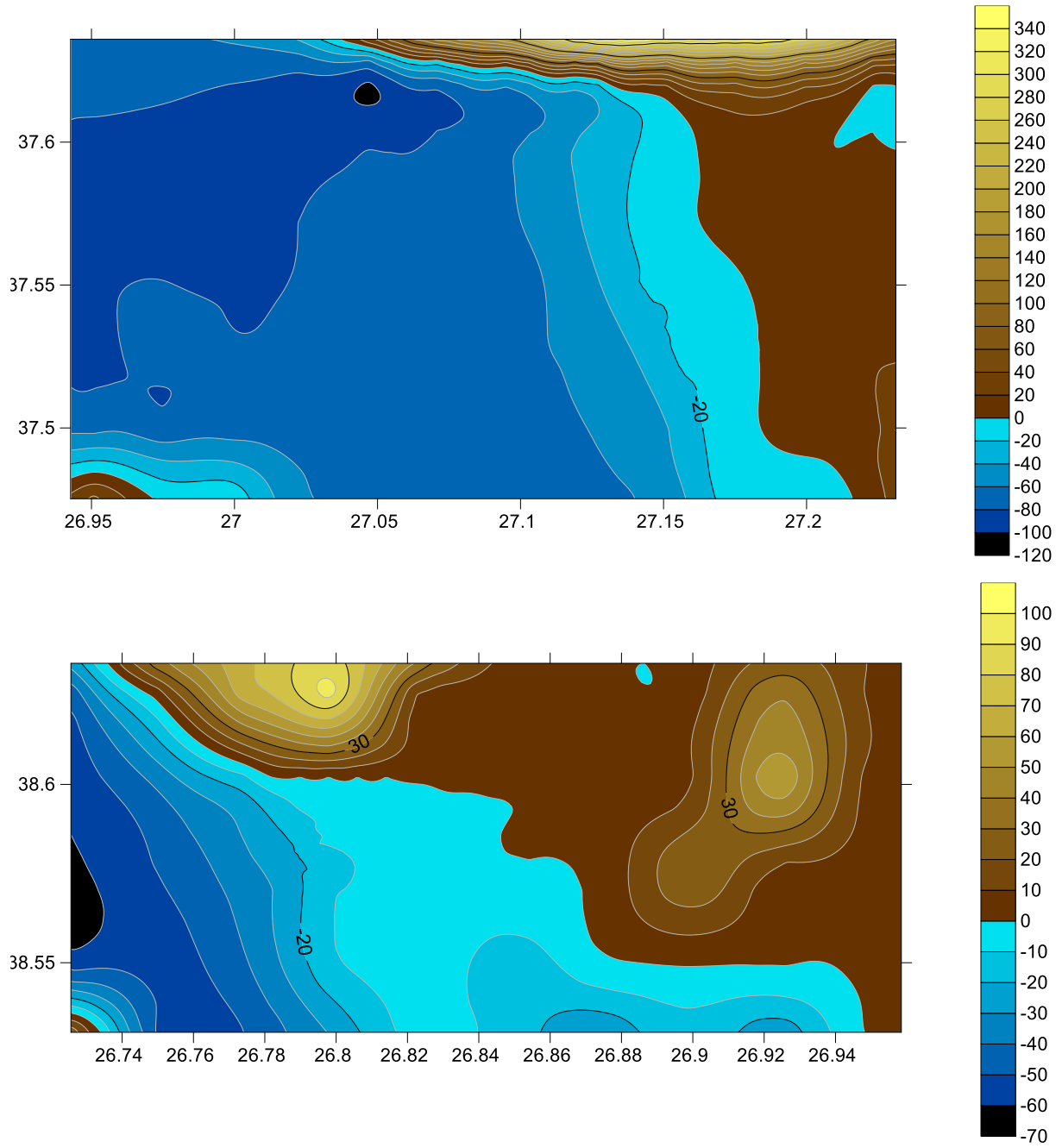
Şekil 40'ta tanımlanan çalışma alanı, 2500 metre çözünürlükle 320x260'lik bir matristen oluşan düzgün karelajlama yöntemi ile model için tanımlanmıştır. Karelaj noktaları SWAN tarafından çözümlenmelerin yapıldığı noktalardır. SWAN çalışmasının ilk çözüm aşamasında kullanılan Şekil 40'ın çözünürlüğü kıyı alanları için kaba kalmaktadır. Bu nedenle çalışma sahaları için daha yüksek çözünürlüklü karelaj alanları tanımlanmıştır. Bu alanlar Şekil 41'de su derinlik bilgileri ile verilmektedir. Her iki alanın da çözünürlükleri 900metredir. Üçüncü aşamada ise proje kapsamında veri toplamanın yapıldığı en yakın kıyı alanları model için tanımlanmıştır. 90 metre çözünürlük ile Şekil 42'de tanımlanan model çalışma alanları su derinlik bilgisi ile verilmektedir. Böylece proje kapsamında saha çalışmalarının yapıldığı zaman aralığını kapsayan 3 aşamalı içi içe geçen bir modelleme tercih edilmiştir.



Şekil 40. Ege Denizi çalışma alanı ve su derinlikler



Şekil 41. B. Menderes (üst) ve Gediz (alt) çalışma alanları için kullanılan 2. Seviye SWAN çalışma alanları ve su derinlikleri



Şekil 42. B. Menderes (üst) ve Gediz (alt) alanlarında proje sırasında yapılan ölçümlerinde entegre edildiği 3. Seviye SWAN çalışma alanları ve su derinlikleri

SWAN modeli ile yukarıda tanımlanan çalışma alanlarında saha çalışmaları ile uyumlu olacak şekilde Tablo 14'te verilen tarihler için saatlik dalga modeli analizleri yapılmıştır. Analizlere ait sonuçlar Bulgular kısmında tartışılmıştır. Bu bulgular kullanılarak projenin ana konusu olan sediment form tipleri ve bu formları etkileyen parametrelerin tanımlanması yapılabilmektedir.

Tablo 14. Saatlik dalga modeli analizlerinin yapıldığı tarihler

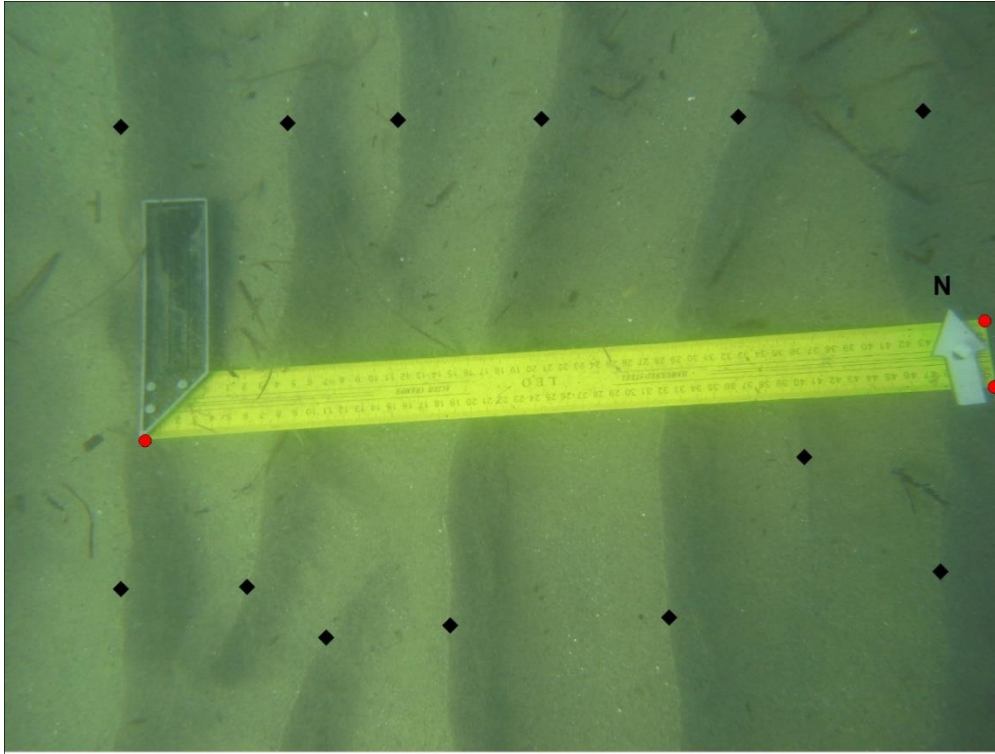
Çalışma Alanı	Saha çalışması tarihleri	Model tarafından çalışılan tarihler
B. Menderes	12-13 Mart 2017	26 Şubat – 15 Mart 2017
B. Menderes	23-24 Mayıs 2017	19 – 26 Mayıs 2017
B. Menderes	18-19 Ekim 2017	1-22 Ekim 2017
Gediz	25 Temmuz 2017	17-26 Temmuz 2017
Gediz	9-10 Ekim 2017	1-12 Ekim 2017

### 3.2.3 Sediment Form Tipleri, Morfolojisi ve Alansal Dağılımlarının Belirlenmesi

Sediment form tiplerinin belirlenmesinde desen yapıları ve morfolojileri kullanılmaktadır (Nelson ve Vulgaris, 2014).

Gediz ve Büyük Menderes sediment formlarının desen yapıları şu şekilde belirlenmiştir:

- Üstten çekilen görüntüler cetvel üzerinde 3 kontrol noktası (Şekil 43, kırmızı noktalar) okunarak MapInfo CBS programında kartezyen koordinat sistemine oturtulmuştur.
- Desenleri oluşturan tepe noktaları (Şekil 43, siyah noktalar) bir tabakada vektörel olarak ekran-üstü sayısallaştırma ile çizilmiştir.

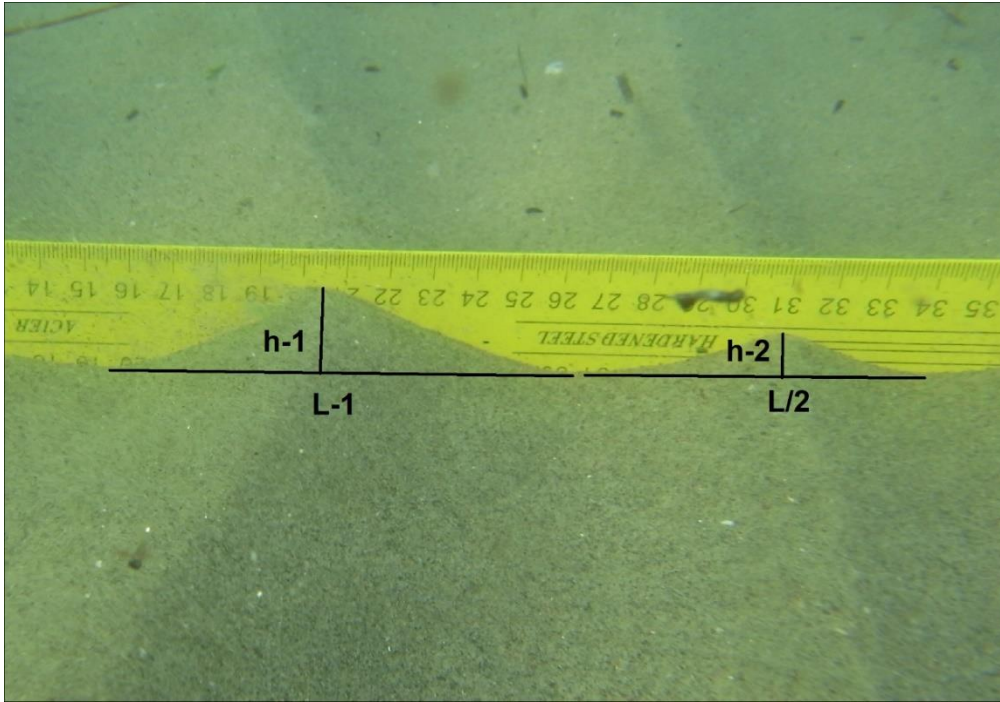


Şekil 43. Desen çizimi hazırlığı

Analizlere esas olan parametreler dalgacık yüksekliği (h) ve uzunluğu (L) ise yandan çekilen fotoğraflardan tespit edilmiştir. İzlenen yöntem aşağıda verilmiştir:

- Her istasyonda replikalı ölçekli görüntü alınmıştır.

- Bu görüntüler, MapInfo CBS programında kartezyen koordinat sistemi tanıtılarak taban haritası yapılmıştır.
- Her görüntüde dalga boyu ve yüksekliği çizilmiştir (Şekil 44).
- Görüntülerin alınma açısı ve cetvel oryantasyonu nedeni ile oluşan x ve y yönlerindeki birim deplasmanlar hesaplanmıştır (Tablo 15).
- Bu değerlere göre düzeltmeler yapılarak dalga uzunluk ve yükseklik değerleri elde edilmiştir (Oğuz Kaboğlu vd., 2018).



Şekil 44. Görüntüden dalgacıkların h ve L değerlerinin tespit edilmesi

Tablo 15. Görüntülerde x ve y yönlerindeki sapmalar

	X yönünde	Y yönünde
Minimum deplasman	0.00	0.00
Maksimum deplasman	0.71	0.73
Ortalama	0.13	0.11
Standart sapma	0.11	0.16

Diğer taraftan, arazi çalışmalarında elde edilen çok ışınlı iskandil verileri dalışlarda dalgacık tespit edilen alanlarda analiz edilmiştir. Bu analizler şu aşamaları içermektedir:

- Veri enterpolasyonu: TIN yöntemi ile XYZ verileri 2 cm grid hücresi çözünürlüğünde enterpole edilmiştir.
- CBS yazılımında bu verilerin kesit profilleri oluşturulmuştur.

Sediment formlarının alansal dağılımlarının belirlenmesinde dalış ve batimetri verilerine ilaveten, proje bütçesinde olmamasına rağmen deneme olarak yapılan yanal taramalı sonar ölçümleri de kullanılmıştır. Alanlarda karşılaşılan dalgacıkların ebatlarının çok küçük olması batimetri deteksiyon limitleri sınır değerlerine yakın olması nedeni ile bu verilerin tek başına kullanılmasına el vermemektedir. Bu nedenle, yerinde ölçüm verileri ve sonar görüntüleri batimetri verilerine destekleyici veri olarak kullanılmıştır.

### **3.3 Deniz veya Nehir Dominant Alanların Belirlenmesi (İP3)**

Nehir ağızlarında fiziksel parametrelerin özellikle yüzey dağılımları önem kazanmaktadır. Öyle ki gel-git, akarsu debisi ve batimetri tarafında şekillenen tuzluluk değişimleri nehir ağızı dinamiklerinin araştırılmasında ve sınıflandırılmasında temel başvuru verilerden biridir (Prandle, 2009). Ülkemizde yapılan en kapsamlı çalışma olan geçiş sularının belirlenmesi çalışmasında sadece yüzey tuzluluk değeri kullanılmıştır (Beşiktepe ve Kaboğlu, 2013; TÜBİTAK-MAM ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2014). Bu çalışmada ise nehir-deniz etkileşim alanlarının betimlenmesi amacı ile kullanılan parametreler şunlardır:

- Sıcaklık: yüzey ve dip (su kolonunda yüzeyde ve tabanda yarım metre içerisindeki veri ortalaması)
- Tuzluluk: yüzey ve dip (su kolonunda yüzeyde ve tabanda yarım metre içerisindeki veri ortalaması)
- Yoğunluk: yüzey ve dip (su kolonunda yüzeyde ve tabanda yarım metre içerisindeki veri ortalaması)
- AKM: askıda katı madde yüzey dağılımı

### **3.4 Kısa Süreli Sediment Formlarını Etkileyen Temel Parametrelerin Belirlenmesi (İP4)**

#### **3.4.1 Boyut Analizi**

Hidrolik mühendisliği alanındaki problemler i) teorik yaklaşımlar, ii) ampirik metotlar, iii) yarı ampirik metotlar, iv) fiziksel modeller veya v) matematiksel modeller yardımıyla çözülür. Teorik çözümler sadece laminar akımların birkaç hali için geçerlidir. Bununla birlikte, Ampirik metotlar, fiziksel sistemlerde gözlenen etkili değişkenler arasındaki korelasyonu çözüm olarak kabul ederler. Bu bağıntılar sadece benzeri verilerin olması halinde kullanılabilir. Bazı problemler için bu method ile oluşan matematiksel bağıntıların fiziksel etkileşimlerini ifade etmek oldukça güçtür. Buna rağmen sediman taşınımı ve deniz taban formlarının oluşumu gibi konularda sıklıkla kullanılan bir yöntemdir.

Boyut analizi ile fiziksel olaya etki eden birçok parametreyi boyutsuz sayılar ile ifade etmek mümkündür. Boyut analizinin esası, farklı değişkenleri kapsayan fiziksel sistemleri daha az sayıda boyutsuz gruplar halinde ifade etmektir. Değişkenlerin gruplar halinde düzenlenmesinde, her bir grubun fiziksel bir anlama sahip olmasına dikkat edilir. Bütün fiziksel parametreler, mühendislikte temel boyutlar olarak bilinen [M] Kütle, [L] Uzunluk ve [T] Zaman büyüklükleriyle izah edilir. Sediman taşınımı alanında kullanılan başlıca büyüklükler Tablo 16'da gösterilmiştir.

Tablo 16. Sediman taşınımı alanında kullanılan miktarlar ve boyutlar

Fiziksel Miktar	Sembol	Boyutsal Form
Uzunluk	$l$	$L$
Zaman	$t$	$T$
Kütle	$m$	$M$
Hız	$u$	$LT^{-1}$
İvme	$a$	$LT^{-2}$
Özkütle	$\rho$	$ML^{-3}$
Dinamik Vizkozite	$\mu$	$ML^{-1}T^{-1}$
Kinematik Vizkozite	$\nu$	$L^2T^{-1}$

### Pi Teoremi

Doğadaki olaylar, insanlar tarafından kurulmuş olan birim sistemlerinden bağımsız olduklarına göre bu olayları ifade eden matematiksel bağıntılarının da birim sistemlerinden bağımsız olmaları gerekir. Boyutsuz büyüklüklerin sayısal değerleri, kullanılan birim sisteminden bağımsız olduğundan fizik kanunlarını ifade eden herhangi bir bağıntının boyutsuz büyüklükler çinsinden yazılabilmesi gerekir. Pi Teoremi boyutsuz büyüklükler elde edilmek için sıklıkla kullanılan bir yöntemdir.

Bir parametre  $A_i = L^{a_i}T^{b_i}M^{c_i}$  şeklinde gösterilir ve n adet boyutlu  $A_i$  büyüklüğü ile

$$f(A_1, A_2, \dots, A_n) = 0$$

m = n-r adet boyutsuz  $\Pi_i$  büyüklüğü oluşturulabilir.

$$f(\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_m) = 0$$

Burada r,  $A_i$  büyüklüklerinde görünen temel boyutların sayısıdır ( $r \leq 3$ ) ve

$\Pi_i$  büyüklüklerini elde etmek için,  $A_1, A_2, \dots, A_n$  boyutlu büyüklükleri arasından r adet temel boyut belirlenir. Temel boyutlar şu özellikleri sağlamalıdır.

1) Seçilen bu büyüklüklerden herhangi birinin boyutları diğer seçilenlerin boyutlarının bir kombinezonu olmamalıdır.

$$\begin{bmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{bmatrix} \neq 0$$

2) r adet temel boyutun herbiri seçilen büyüklüklerin en az birinde bulunmalıdır.



### 3.4.2 Parametrelerin Etkinlik Derecelerinin Belirlenmesi

Boyut analizi, oluşan fiziksel olayı tanımlayabilmemiz için bize ilişkili olabilecek parametreleri verir. Ancak bu parametrelerin bizim ilgilendiğimiz fiziksel olayla (parametreyle) ne kadar ilgili olduğu incelenmesi gereken bir konudur. Bu inceleme için oluşturulan parametreler ilgilenilen fiziksel olayla (taban formu boyutlarıyla) körele edilerek ilişki seviyelerine bakılır.

Proje kapsamında yapılan incelemelerde basit regresyon (R<sup>2</sup>) testi kullanılmıştır. Bu test basit olarak tahmin etmeye çalıştığımız taban form parametreleri ile boyut analizi sonucu oluşturulan parametreler arasındaki doğrusal bir ilişki olduğunu var sayar ve bu ilişkiyi derecelendirir (Tobergte ve Curtis, 2013). Elde edilen R<sup>2</sup> değeri 1 ile 0 arasında değişir. Değer 1'e yaklaştıkça ilişkilendirilen parametre ile ilgilenilen parametre arasındaki ilişki güçlü demektir. Değer 0'a yaklaştıkça ilişki zayıflar.

### 3.4.3 Literatürde Kullanılan Mevcut Faz Diyagramının Ölçümler Doğrultusunda Geliştirilmesi

Kombine akımlar altında oluşan deniz taban formlarının sınıflandırılması ve bağlı oldukları parametrelere göre tanımlanması amacıyla geliştirilmiş olan faz diyagramları konusunda literatürde fikir birliğine henüz varılamamıştır. Mevcut bu faz diyagramlarının nehir ağızı koşullarıyla uyumunu incelemek ve elde edilen verilerle geliştirebilmek için literatürden üç çalışma seçilmiştir. Bu çalışmalar kombine akım koşulları için geliştirilmiş faz diyagramlarını içermektedir ve aşağıda verilmiştir.

- Kleinhans, 1990
- S. Dumas, R.W.C. Arnott, ve Southard, 2005
- Perillo, Best, ve Garcia, 2014

Eldeki verilerle yapılan çalışmaların değerlendirilebilmesi için öncelikle kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri incelenmiştir. Bu ortaya çıkarıldıktan sonra diyagramlarda kullanılan parametreler arazi verisinden hesaplanarak Grapher programı sayesinde mevcut diyagramlarla karşılaştırılarak grafiklenmiştir.

### 3.5 Analitik Modellerin Uygulanması (İP5)

Deniz taban formlarının boyutlarını analitik olarak belirlemeyi amaçlayan çalışmalar çok uzun yıllardır yapılmaktadır. Bu çalışmalar dalga etkisinde, akıntı etkisinde ya da bu iki etkiyi de barındıran kombine akım etkisinde oluşmalarına göre sınıflandırılmaktalar. Preje kapsamında nehir ağızında yapılan çalışmalar dalga etkin dönem ve nehir etkin dönem olarak planlanmış ve yapılmıştır. Bu yaklaşımı göz önünde bulundurarak literatürde yukarıda tanımlanan üç sınıftaki çalışmalar da dikkate alınmış ve değerlendirilmiştir.

Dalga etkisi altında aşağıdaki çalışmalar ve önerdikleri formüller dikkate alınmıştır.

- Nielsen, 1981
- Grant ve Madsen, 1982
- Van Rijn, 1993
- Grasmeijer ve Kleinhans, 2004
- Soulsby ve Whitehouse, 2005

Literatürden seçilen akıntı etkisi altında oluşan deniz taban formlarını tahmin eden çalışmalar aşağıda verilmiştir.

- Van Rijn, 1993
- Soulsby ve Whitehouse, 2005

Kombine akım etkisini dikkate alarak deney ve arazi çalışmalarıyla geliştirilmiş taban formu tahmin formüllerinin seçildiği çalışmalar ise şu şekildedir:

- Li, Wright ve Amos, 1996
- Tanaka ve Dang, 1996
- Khelifa ve Ouellet, 2000
- Soulsby, Whitehouse, ve Marten, 2012

Tüm bu tahmin formüllerini araziden alınan verilerle ve model sonuçları ile test edebilmek için öncelikle kullanılan tüm parametreler ve hesaplama yöntemleri belirlenmiştir. Belirlenen yöntemlere göre parametreler hesaplanarak tahmini deniz taban form boyutları belirlenmiştir. Belirlenen boyutlar derinlikle ve sediman çapı ile boyutsuzlaştırılarak arazi sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada  $Y=X$  eğrisi değerlendirmelerde kullanılarak hangi yaklaşımın gerçek ölçümlere yakınsadığı belirlenmeye çalışılarak analiz edilmiştir.

### **3.6 Türkçe Terimlerin nerilmesi (İP6)**

Deniz taban formları ile ilgili yapılan literatür çalışmalarında, konu ile ilgili terimlerin Türkçe karşılıkların ya olmadığını ya da henüz üzerinde uzlaşılmış bir Türkçe karşılığının bulunmadığı farkedildi. Bu alışma kapsamında alandaki teknik terimlere karşılık Türkçe kelimeler önerilmeye çalışıldı. Literatürdeki terimlerin Türkçeleştirilmesi amacıyla anket formu oluşturuldu. Anket ile konunun uzman isimlerinden bu konudaki görüşleri alınarak üzerinde mutabık kalınmış ve Türkçeleştirilmiş terimlerin oluşturuldu. Bu terimlerin alanda yapılacak Türkçe yayın ve kitaplara yardımcı olacağı düşünülmüştür. Anket sonuçları bölüm 4.7'de paylaşılmıştır.

## 4. BULGULAR

### 4.1 Fiziksel Veriler

Fiziksel veri olarak CTD, akıntı deniz tabanı sedimentleri, askıda katı madde, bulanıklık ve debi sonuçları değerlendirilmiştir. Akustik ölçümler (çok ışınlı iskandil ve yanal taramalı sonar) ise taban formları ile ilgili bölümde, taban formları açısından değerlendirilerek sunulmuştur.

### Oşinografik Bulgular:

Büyük Menders'te Mart döneminde sıcaklık değerleri tüm istasyonlarda ve su kolonu boyunca elde edilen toplam veri değerlendirildiğinde 13,7-15,89 °C, tuzluluk değerleri 9,76-39,15 ppt, yoğunluk değerleri ise 6,76-28,97 [(sigma-t) kg/m<sup>3</sup>] aralığında değişmektedir (Tablo 17). Bu değerler, Mayıs döneminde sırasıyla 17,77-22,68 °C, 20,67-39,41 ppt ve 13,83-28,67 [(sigma-t) kg/m<sup>3</sup>] aralığında (Tablo 18), Ekim döneminde ise 19,28-20,61 °C, 35,48-39,48 ppt ve 25,16-27,82 [(sigma-t) kg/m<sup>3</sup>] aralığındadır (Tablo 19).

Tablo 17. Büyük Menderes Mart 2017 CTD datası özet tablosu

CTD İst.	Sıcaklık (°C)			Tuzluluk (‰)			Yoğunluk [(sigma-t) kg/m <sup>3</sup> ]		
	maks.	min.	ort.	maks.	min.	ort.	maks.	min.	ort.
BM-2	15.50	13.96	14.72	38.93	9.76	25.69	28.90	6.76	18.87
BM-3	15.85	13.70	14.99	38.98	10.69	30.04	28.85	7.53	22.16
BM-4	15.57	14.84	15.47	39.06	28.61	38.17	28.99	21.07	28.32
BM-10	15.78	15.62	15.75	39.15	24.04	38.53	29.02	17.41	28.54
BM-11	15.64	15.44	15.61	39.06	36.73	38.85	28.97	27.21	28.81
BM-12	15.88	14.53	15.73	39.06	30.64	38.23	28.92	22.71	28.30
BM-13	15.86	15.71	15.80	39.05	38.23	38.61	28.91	28.30	28.58
BM-14	15.86	15.34	15.81	39.07	34.48	38.91	28.95	25.50	28.81
BM-19	15.65	14.54	15.48	39.06	14.59	37.79	28.98	10.38	28.03
BM-20	15.46	14.53	15.39	38.95	24.83	38.06	28.93	18.24	28.26
BM-23	15.51	14.29	15.40	38.94	25.63	38.46	28.95	18.88	28.57
BM-24	15.89	15.54	15.86	39.06	38.41	39.02	28.92	28.45	28.88
BM-25	15.76	15.66	15.73	38.99	38.86	38.91	28.89	28.79	28.83
BM-26	15.44	14.08	15.25	38.94	34.77	38.66	28.96	25.99	28.76
BM-29	15.70	15.56	15.65	39.10	38.91	39.05	29.02	28.86	28.98
BM-30	15.84	15.75	15.79	39.07	37.30	38.95	28.95	27.58	28.85
BM-RCM-2	15.83	15.82	15.82	39.05	39.01	39.03	28.91	28.88	28.90
BM-RCM-1	15.86	15.79	15.84	39.06	38.67	39.03	28.94	28.62	28.90
	Genel Ortalama		15.561	Genel Ortalama		37.444	Genel Ortalama		27.742

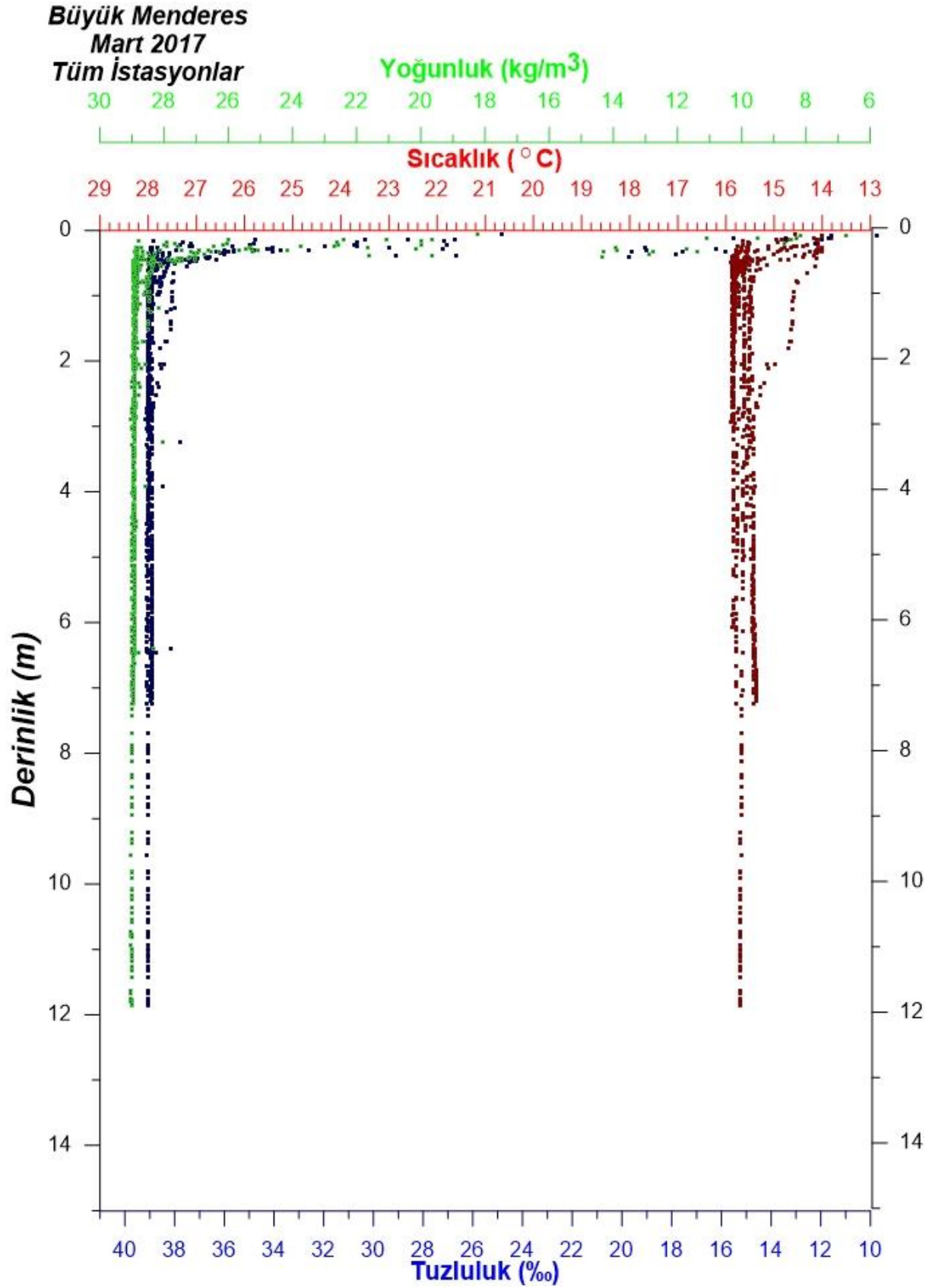
Tablo 18. Büyük Menderes Mayıs 2017 CTD datası özet tablosu

CTD İst.	Sıcaklık (°C)			Tuzluluk (%)			Yoğunluk [(sigma-t) kg/m <sup>3</sup> ]		
	maks.	min.	ort.	maks.	min.	ort.	maks.	min.	ort.
BM-4	19.07	17.94	18.70	39.41	38.56	39.21	28.58	27.76	28.33
BM-11	19.70	19.04	19.44	38.94	38.38	38.61	28.04	27.43	27.67
BM-13	22.68	19.24	19.69	38.97	20.67	38.09	28.00	13.20	27.21
BM-14	18.89	17.77	18.82	39.28	37.31	38.69	28.59	26.83	27.90
BM-19	19.09	18.07	18.70	39.17	37.75	38.39	28.48	27.10	27.70
BM-20	19.24	18.13	18.71	39.20	36.51	38.18	28.47	26.12	27.53
BM-24	18.74	18.63	18.70	39.28	39.19	39.24	28.40	28.30	28.35
BM-25	18.98	18.55	18.65	39.34	38.84	39.15	28.44	27.97	28.29
BM-30	18.94	17.85	18.44	39.38	39.01	39.23	28.67	28.22	28.41
BME-1	18.80	18.58	18.74	39.07	38.63	38.80	28.25	27.87	28.00
	<b>Genel Ortalama</b>		<b>18.859</b>	<b>Genel Ortalama</b>		<b>38.758</b>	<b>Genel Ortalama</b>		<b>27.940</b>

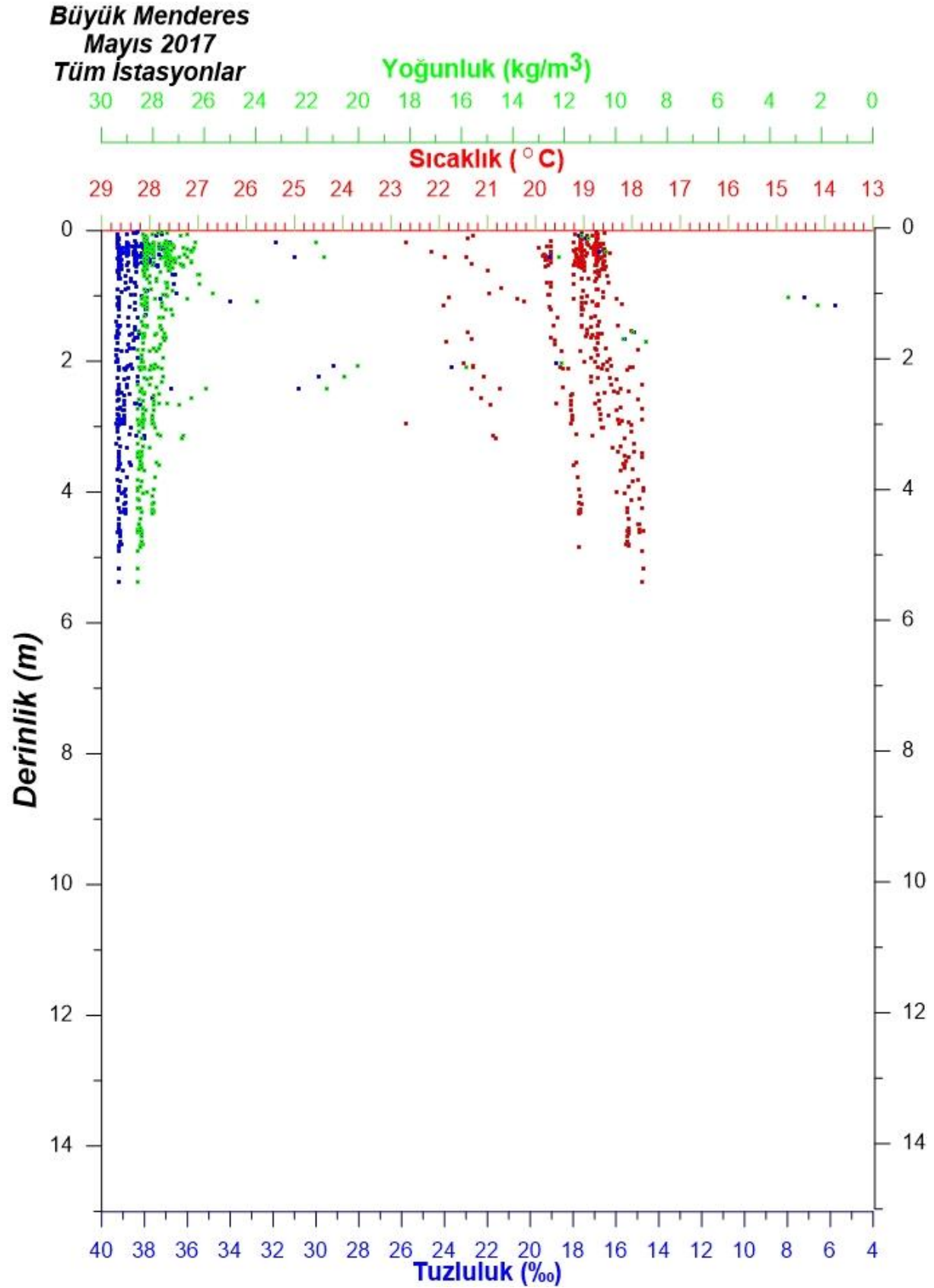
Tablo 19. Büyük Menderes Ekim 2017 CTD datası özet tablosu

CTD İst.	Sıcaklık (°C)			Tuzluluk (%)			Yoğunluk [(sigma-t) kg/m <sup>3</sup> ]		
	maks.	min.	ort.	maks.	min.	ort.	maks.	min.	ort.
BM-3	20.61	20.43	20.45	39.15	36.95	39.05	27.82	26.13	27.73
BM-4	20.16	19.42	19.52	39.44	37.21	39.20	28.26	26.41	28.11
BM-6	19.76	19.28	19.61	39.33	36.30	39.24	28.21	25.95	28.12
BM-10	19.64	19.43	19.49	39.32	39.15	39.20	28.19	28.08	28.12
BM-11	20.16	19.54	19.88	39.27	38.72	38.96	28.16	27.57	27.83
BM-12	20.28	19.92	20.21	39.21	38.45	38.60	28.00	27.34	27.46
BM-13	20.26	19.81	19.98	39.37	38.74	39.09	28.16	27.55	27.89
BM-14	19.90	19.44	19.66	39.28	35.48	39.17	28.20	25.16	28.05
BM-19	20.02	19.65	19.90	39.27	39.06	39.21	28.12	27.86	28.02
BM-20	20.12	19.49	19.63	39.26	38.25	39.10	28.17	27.21	28.00
BM-23	20.07	19.60	19.85	39.26	39.11	39.18	28.14	27.89	28.01
BM-25	20.19	20.11	20.17	39.09	39.01	39.05	27.86	27.78	27.81
BM-26	20.17	19.59	19.83	39.25	38.68	39.02	28.15	27.53	27.90
BM-30	20.13	19.74	19.95	39.31	38.85	39.08	28.14	27.67	27.90
BM-31	20.31	19.64	19.83	39.48	38.39	39.17	28.28	27.32	28.00
BM-32	20.16	19.54	19.72	39.33	38.51	39.15	28.20	27.40	28.02
BMS-2	19.68	19.55	19.59	39.31	38.89	39.15	28.18	27.83	28.04
BMS-4	19.71	19.37	19.58	39.24	36.75	38.81	28.12	26.26	27.79
BMS-5	20.00	19.57	19.74	39.27	35.83	39.00	28.15	25.41	27.89
BMS-7	20.21	19.74	19.92	39.30	38.03	38.79	28.12	27.02	27.69
BMS-8	20.21	19.62	19.80	39.23	37.67	38.92	28.10	26.75	27.81
	<b>Genel Ortalama</b>		<b>19.825</b>	<b>Genel Ortalama</b>		<b>39.054</b>	<b>Genel Ortalama</b>		<b>27.913</b>

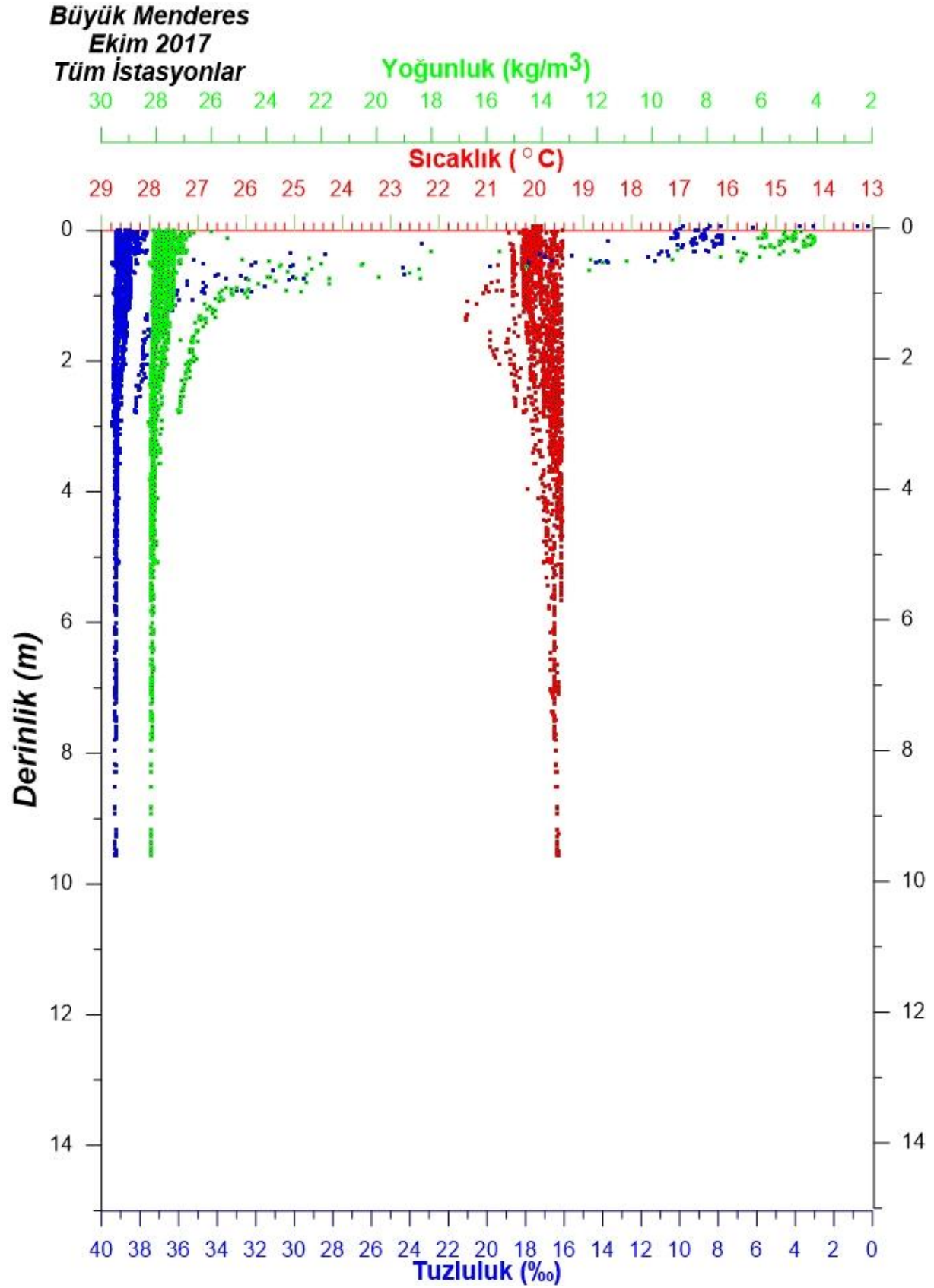
Profiller incelendiğinde ise Büyük Menderes'te Mart ayı döneminde ilk yarım metrede farklı bir su kütlesi olduğu (Şekil 45) görülmekte iken, Mayıs dönemindeki verilere göre profil boyunca böyle bir ayrımlılık tespit edilememiştir (Şekil 46). Ekim döneminde bir metre civarında derinlikte su kütlesi ayrılmaya başlamıştır (Şekil 47).



Şekil 45. B. Menderes Mart 2017 arazi dönemine ait CTD profili



Şekil 46. B. Menderes Mayıs 2017 arazi dönemine ait CTD profili



Şekil 47. B. Menderes Ekim 2017 arazi dönemine ait CTD profili

Gediz çalışma alanında fiziksel veriler değerlendirildiğinde, Temmuz dönemi sıcaklık değerleri 23,74-28,60 °C aralığında, tuzluluk 30,67-40,24 ppt ve 19,31-27,17 [(sigma-t) kg/m<sup>3</sup>] aralığında (Tablo 20), Ekim döneminde ise sırasıyla 17,79-21,34 °C, 28,72-40,13 ppt ve 20,00-28,75 [(sigma-t) kg/m<sup>3</sup>] aralığında değerler ölçülmüştür (Tablo 21).

Tablo 20. Gediz Temmuz 2017 CTD datası özet tablosu

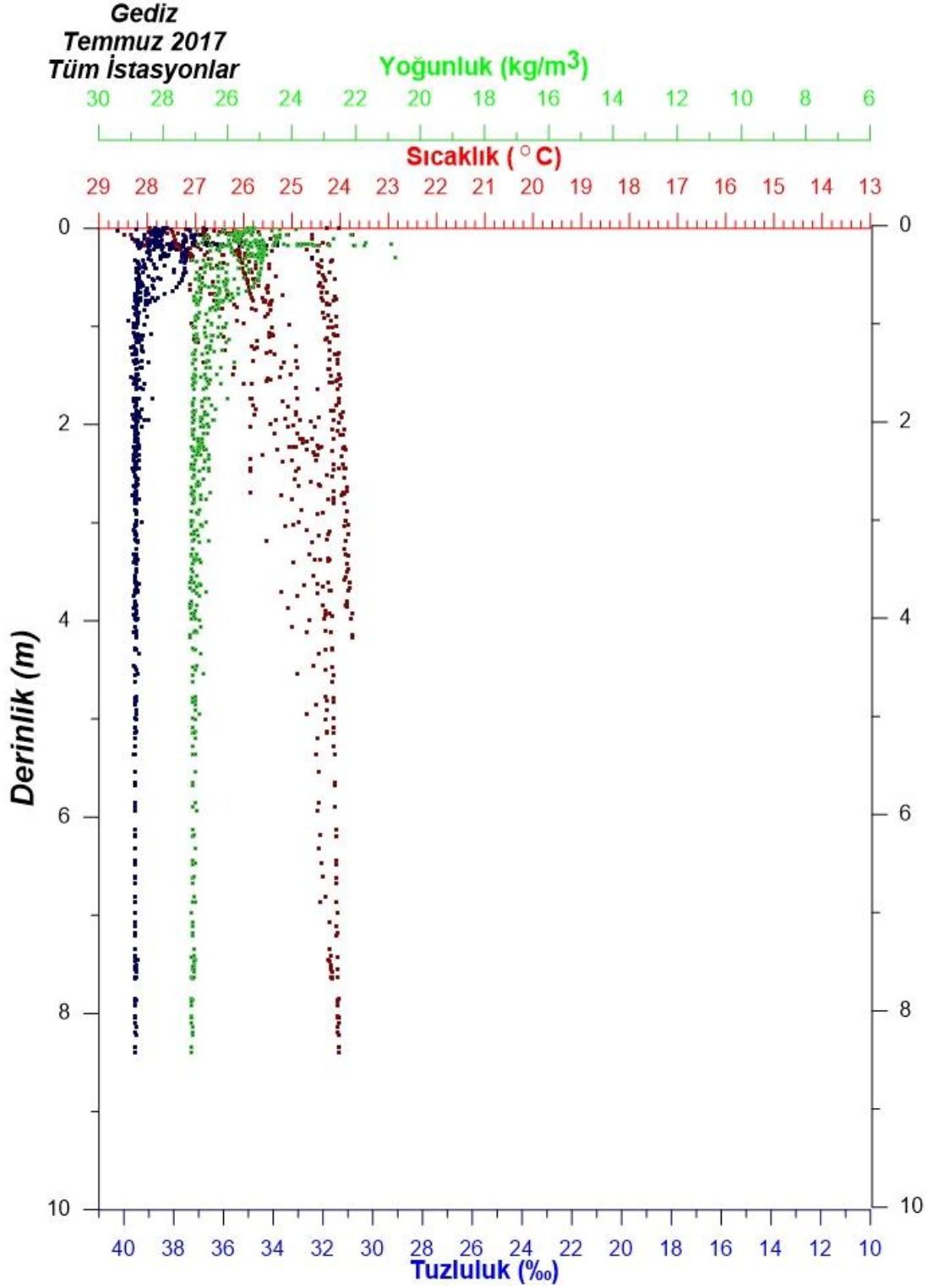
CTD İst.	Sıcaklık (C°)			Tuzluluk (%)			Yoğunluk [(sigma-t) kg/m <sup>3</sup> ]		
	maks.	min.	ort.	maks.	min.	ort.	maks.	min.	ort.
G-1	28.60	27.07	27.25	38.58	32.16	37.69	25.39	20.55	24.66
G-3	27.52	27.40	27.47	38.27	30.67	36.42	25.03	19.31	23.64
G-4	26.83	26.75	26.80	39.05	36.55	38.55	25.85	23.96	25.46
G-5	26.19	25.41	25.85	39.13	37.47	38.10	26.34	24.85	25.42
G-6	24.62	24.14	24.25	39.55	38.69	39.43	27.06	26.25	26.93
G-7	25.08	23.86	24.11	39.58	38.44	39.41	27.17	25.92	26.96
G-8	24.52	23.80	24.04	39.57	38.97	39.46	27.15	26.49	27.02
G-9	24.59	23.74	23.97	39.50	39.16	39.47	27.15	26.61	27.05
G-10	26.80	24.63	25.60	39.55	38.33	38.95	26.90	25.29	26.14
G-11	27.78	24.31	25.80	39.82	38.48	39.46	27.04	25.09	26.47
G-12	27.97	24.02	24.83	39.67	38.25	39.43	27.12	25.16	26.76
G-13	28.33	24.16	25.47	40.24	38.31	39.41	27.08	24.92	26.55
G-14	27.73	24.27	25.11	39.71	38.35	39.47	27.05	25.20	26.70
G-22	27.37	26.40	26.73	39.16	36.69	37.74	26.03	23.88	24.87
G-23	27.30	24.47	25.21	39.68	38.03	39.28	27.03	24.98	26.52
	<b>Genel Ortalama</b>		<b>25.499</b>	<b>Genel Ortalama</b>		<b>38.818</b>	<b>Genel Ortalama</b>		<b>26.076</b>

Tablo 21. Gediz Ekim 2017 CTD datası özet tablosu

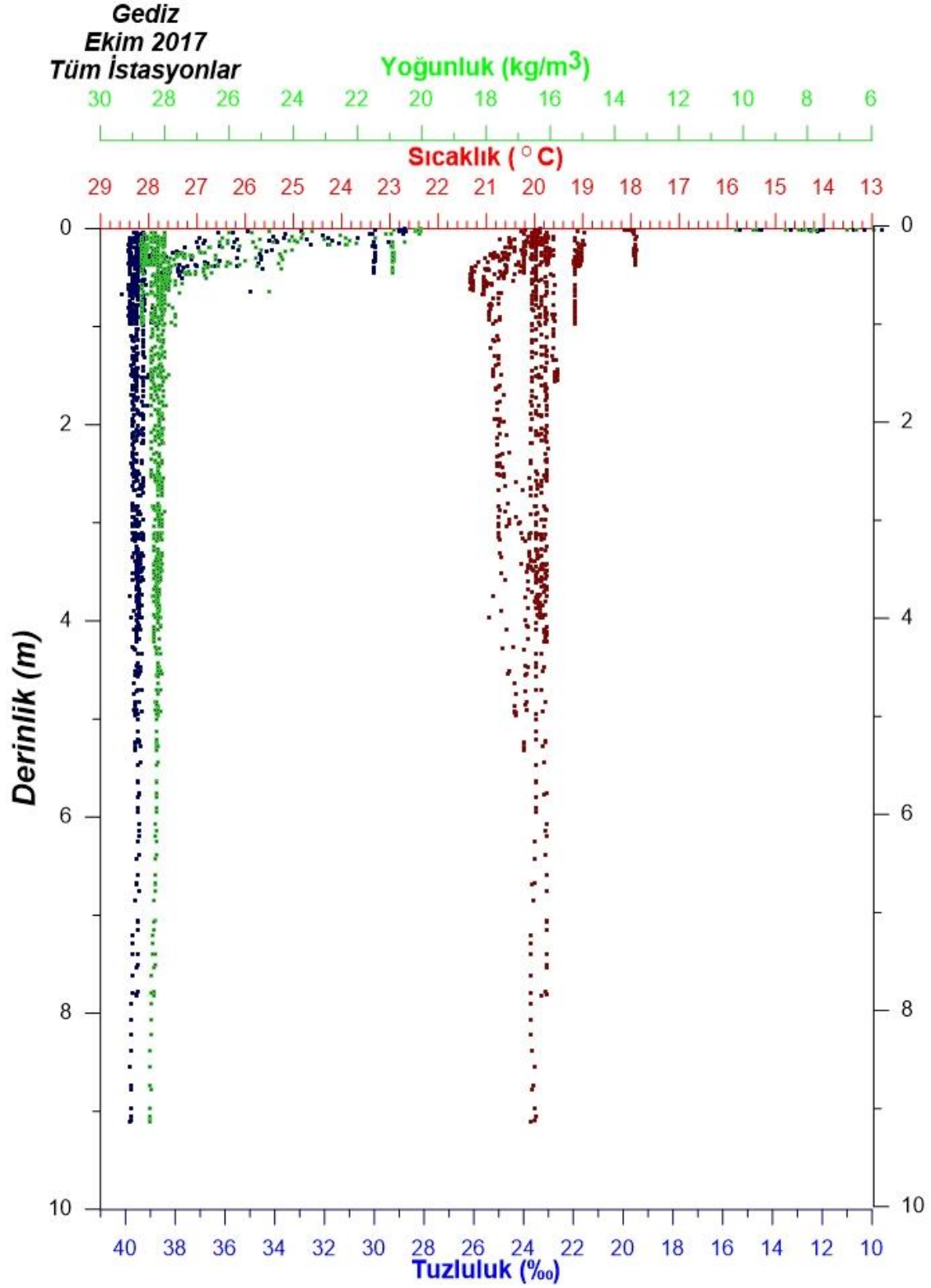
CTD İst.	Sıcaklık (C°)			Tuzluluk (%)			Yoğunluk [(sigma-t) kg/m <sup>3</sup> ]		
	maks.	min.	ort.	maks.	min.	ort.	maks.	min.	ort.
G-4	20.23	20.19	20.21	30.11	29.96	30.00	20.98	20.87	20.90
G-6	19.96	19.85	19.91	39.46	35.66	39.09	28.20	25.30	27.92
G-7	20.95	19.88	20.48	39.77	36.76	39.16	28.28	25.97	27.82
G-8	20.86	19.73	20.24	39.81	33.45	39.21	28.38	23.61	27.92
G-9	20.75	20.39	20.66	39.78	39.50	39.68	28.31	28.07	28.17
G-10	19.75	19.71	19.74	39.68	39.50	39.66	28.41	28.27	28.40
G-11	19.79	19.38	19.76	39.83	39.52	39.55	28.62	28.28	28.31
G-12	20.08	19.71	19.98	39.80	39.46	39.54	28.47	28.19	28.25
G-13	19.86	19.73	19.82	39.54	39.25	39.36	28.33	28.05	28.15
G-14	20.23	20.01	20.12	39.64	39.22	39.41	28.29	27.98	28.11
G-19	21.07	19.86	20.76	40.13	33.94	38.33	28.53	23.92	27.10
G-20	21.34	19.87	20.73	39.68	28.72	36.24	28.02	20.00	25.51
G-25	17.93	17.79	17.91	39.39	37.86	39.30	28.66	27.49	28.59
G-26	19.18	19.11	19.16	39.86	32.94	39.82	28.71	23.42	28.67
G-27	19.70	19.51	19.60	39.61	39.49	39.56	28.42	28.28	28.36
G-3-M	19.10	18.97	19.06	39.86	36.29	39.59	28.75	25.99	28.52
	<b>Genel Ortalama</b>		<b>19.884</b>	<b>Genel Ortalama</b>		<b>38.593</b>	<b>Genel Ortalama</b>		<b>27.543</b>



Profillerde, Temmuz döneminde 80 cm civarında (Şekil 48), Ekim döneminde ise 1 m civarında (Şekil 49) su kütlelerinin farklılaştığı görülmektedir.



Şekil 48. Gediz Temmuz 2017 arazi dönemine ait CTD profili

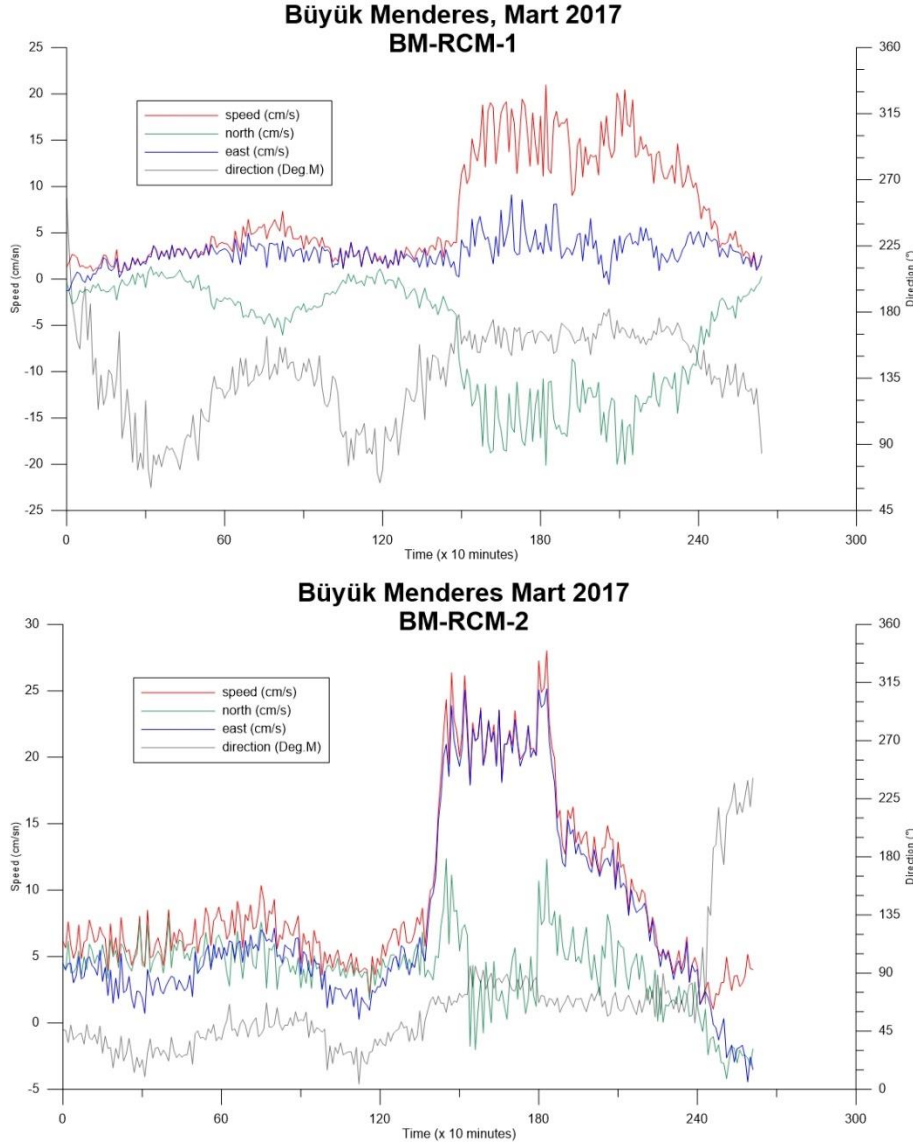


Şekil 49. B. Menderes Ekim 2017 arazi dönemine ait CTD profili

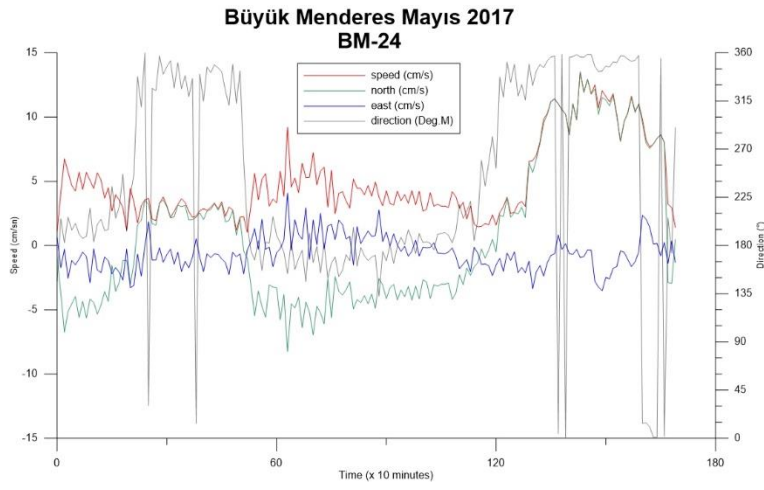
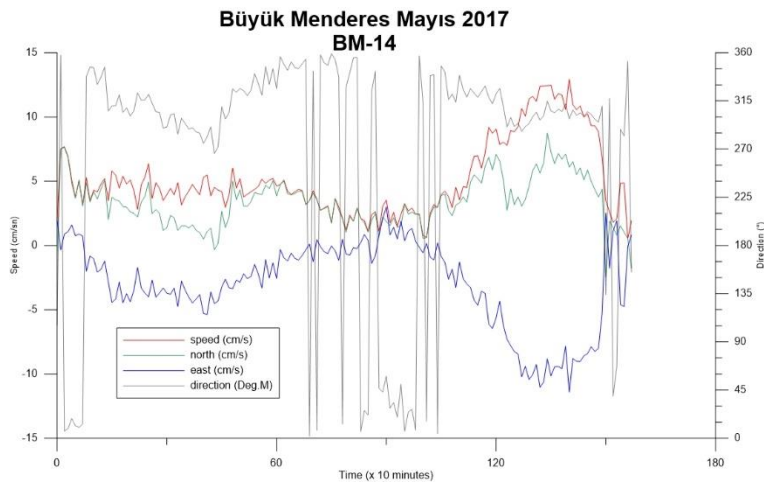
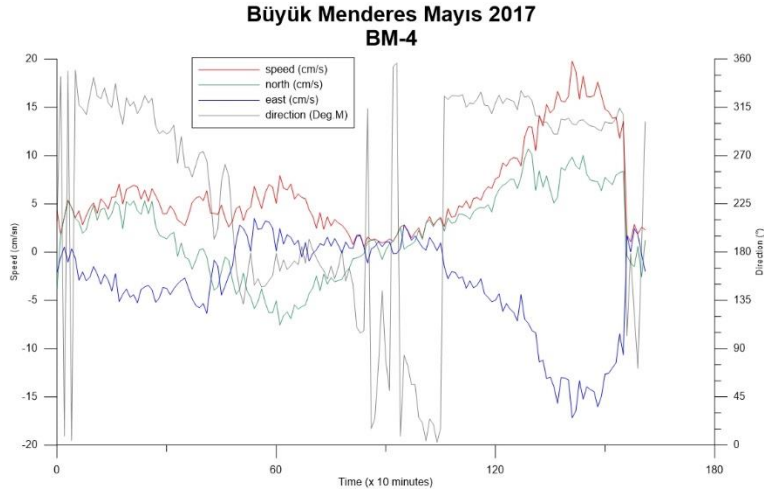
Her iki alanda yüzey ve dip sıcaklık-tuzluluk-yoğunluk dağılımları Ek-2'de ayrıca verilmiştir ve Bölüm 4.4'te değerlendirilmiştir.

### Akıntı:

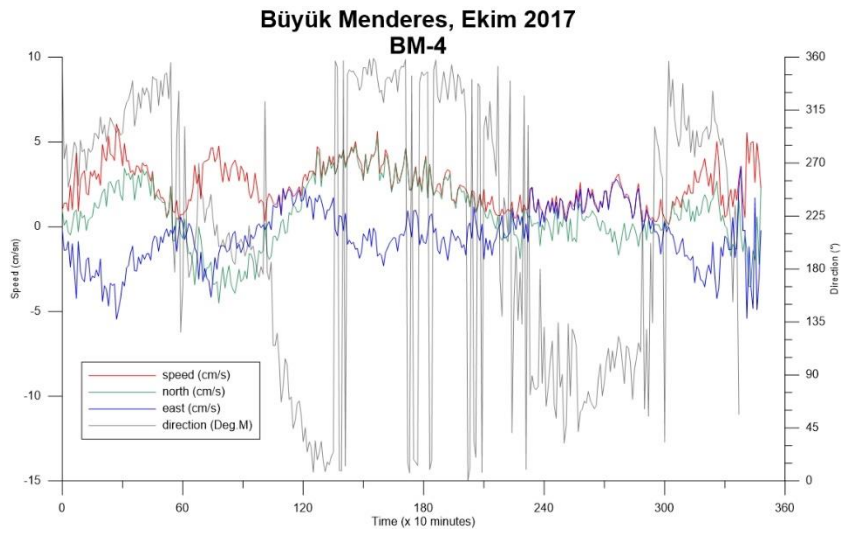
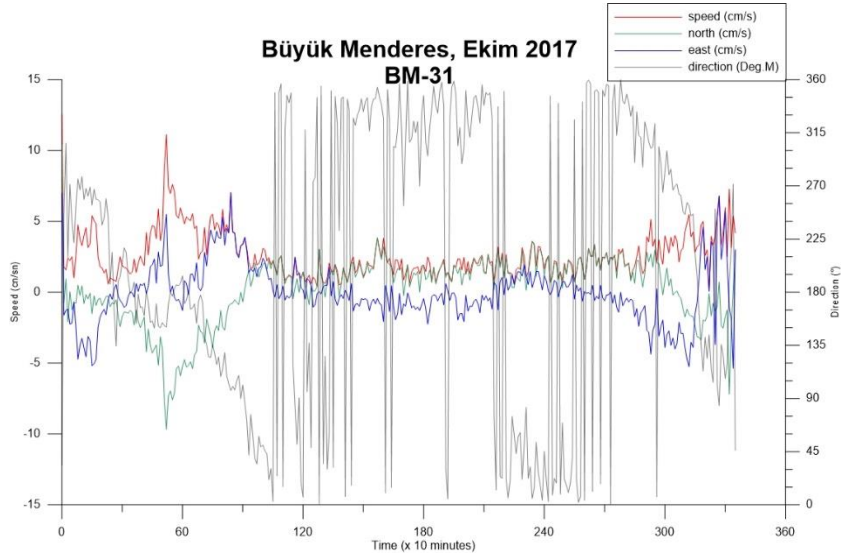
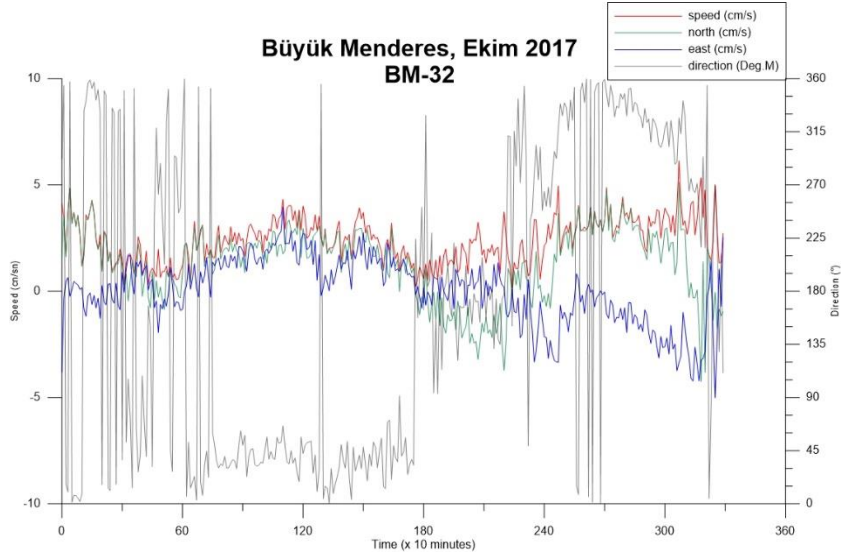
Denizde yapılan akıntı ölçümlerinde Büyük Menderes Mayıs döneminde akıntı değerlerinin 2-30 cm/sn, yönlerinin ise kuzey-batı yönlerinde olduğu görülmektedir (Şekil 50). Mayıs döneminde hız 2-20 cm/sn aralığına sıkışırken yönler ise daha değişken olmuştur (Şekil 51). Ekim döneminde hızlar daha da sıkışarak 1-12 cm/sn aralığına gelmiş, yönlerin zamansal değişkenliği artmıştır (Şekil 52).



Şekil 50. B. Menderes Mart 2017 döneminde alınan BM-RCM-1 (üstte) ve BM-RCM-2 (altta) istasyonları akıntı değerleri

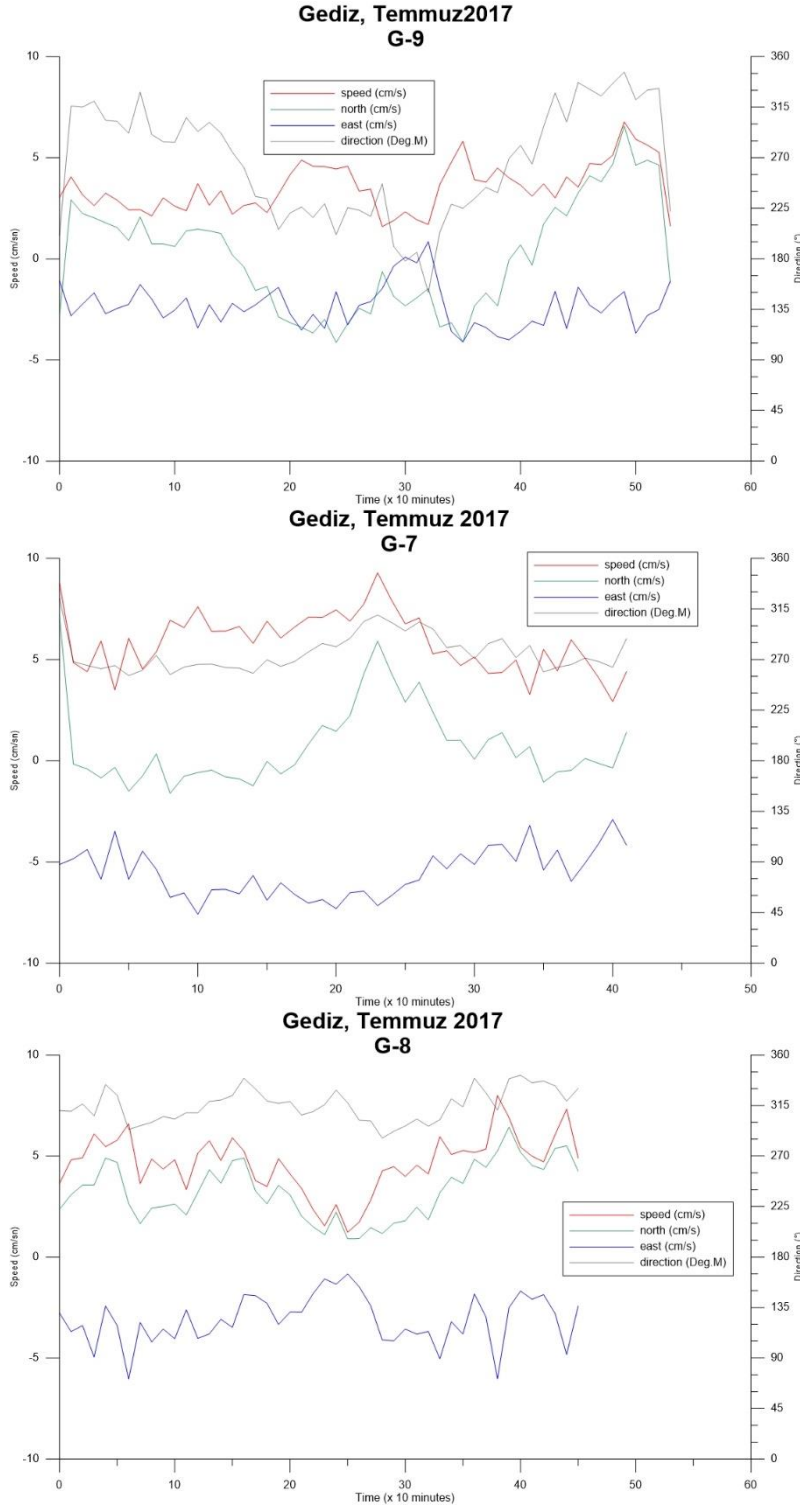


Şekil 51. B. Menderes Mayıs 2017 döneminde alınan BM-4 (üstte), BM-14 (orta) ve BM-24 (altta) istasyonları akıntı değerleri

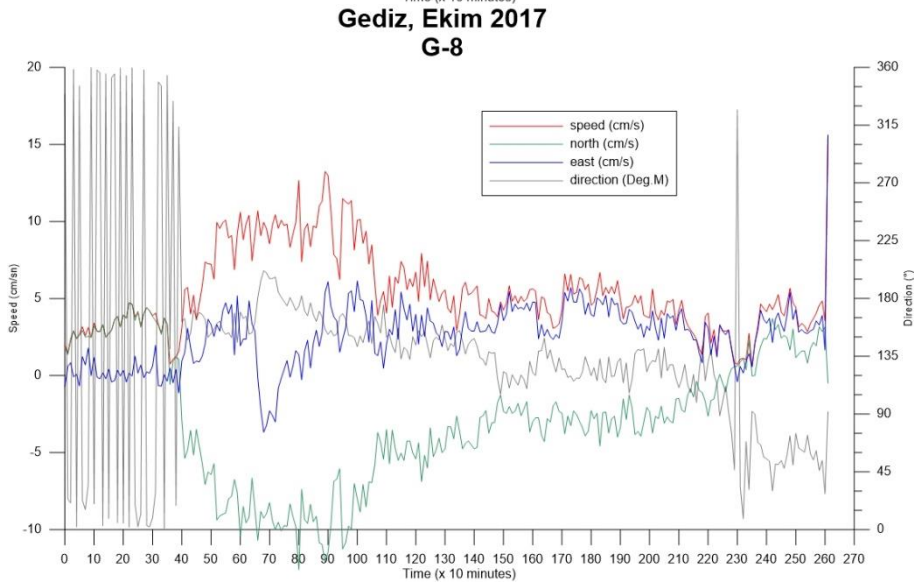
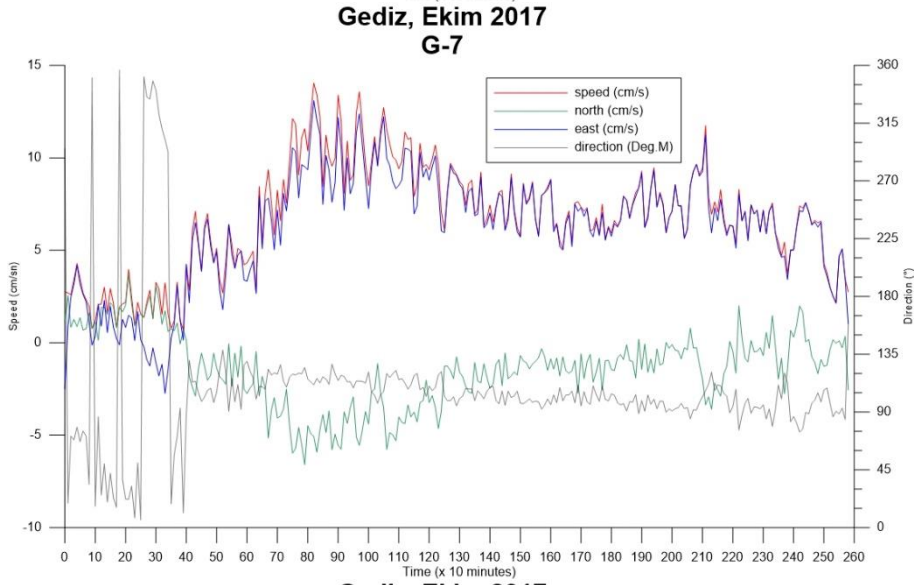
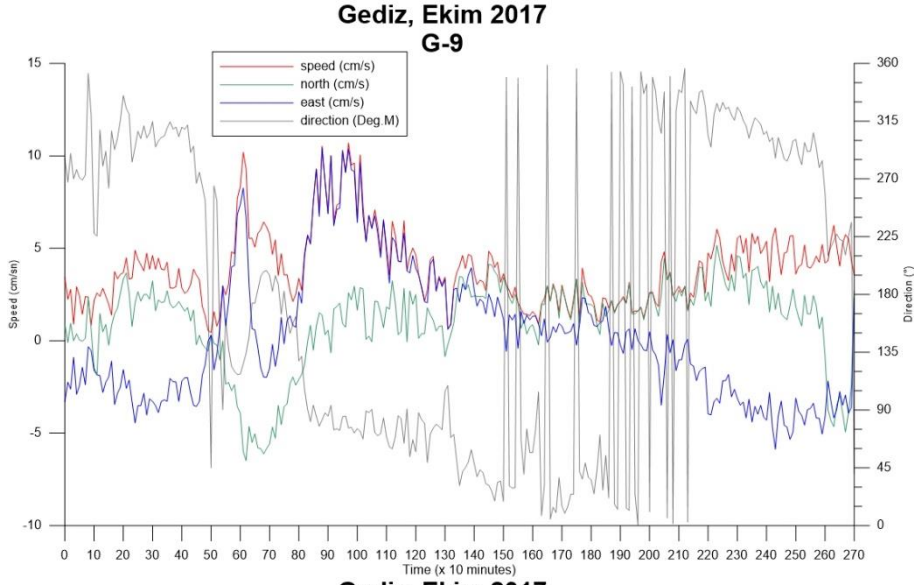


Şekil 52. B. Menderes Ekim 2017 döneminde alınan BM-32 (üstte), BM-31 (orta) ve BM-4 (altta) istasyonları akıntı değerleri

Gediz'de ise Temmuz döneminde akıntı değerleri 2-9 cm/sn aralığında güneybatıdan batıya doğru yönel değişkenlik gösterirken (Şekil 53), Ekim döneminde hızlar 1-14 cm/sn aralığındadır ve yönler zamansal olarak hızlı yön değiştirmektedir (Şekil 54).



Şekil 53. Gediz Temmuz 2017 döneminde alınan G-9 (üstte), G-7 (orta) ve G-8 (altta) istasyonları akıntı değerleri



Şekil 54. Gediz Ekim 2017 döneminde alınan G-9 (üstte), G-7 (orta) ve G-8 (altta) istasyonları akıntı değerleri

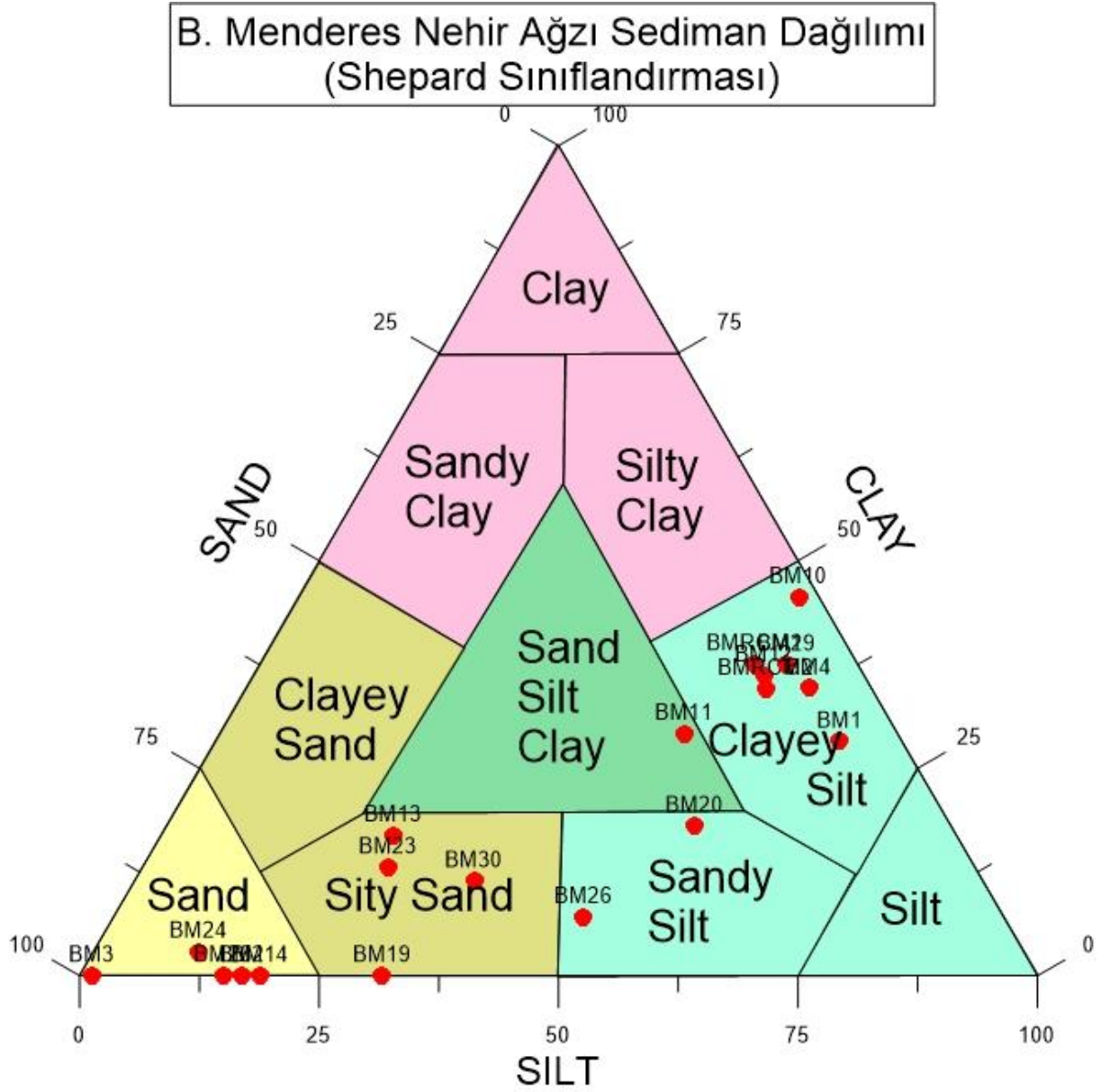
### Deniz Tabanı Sedimentleri:

Sonuçlar göstermektedir ki her iki nehir ağzında sediman sınıfı dağılımı oldukça farklıdır. Büyük Menderes nehir ağzında kum, siltli kum ve kumlu silt, başka bir ifade ile iri daneli yapı sediman sınıflarının ağırlıklı olduğunu görmekteyiz (Tablo 22 ve Şekil 55). Burada killi sediman yine ağırlıklı olarak killi silt sınıfında bulunmakta ve kil oranları görece düşük ve yaklaşık olarak % 35 içeriğinde bulunmaktadır. Büyük Menderes nehir ağzında siltli kil bulunmamaktadır.

Tablo 22. Büyük Menderes deniz tabanı sediment özellikleri

Örnek no. Parametre	Çakıl/Kavaklı içeriği (%) (40-4 mm)	Kum içeriği (%) (4-0,075mm)	Silt içeriği (%) (0,075-0,005mm)	Kil içeriği (%) (0,005-0,001mm)	Su içeriği (%)	Özgül ağırlık	Sediman sınıfı (Shephard'a göre)
BM-1	0	6.5	65.3	28.2	150.04	2.622	Killi Silt
BM-2	0	83	17	0	28.56	2.595	Kum
BM-3	0	98.7	1.3	0	35.81	2.606	Kum
BM-4	0.1	6.5	58.8	34.6	100.21	2.450	Killi Silt
BM-10	0	2.1	52.3	45.6	97.40	2.549	Killi Silt
BM-11	0.2	22.2	48.5	29.1	59.29	2.584	Kumlu Silt-Kil
BM-12	0.2	10.4	53.3	36.1	105.75	2.530	Killi Silt
BM-13	0.2	58.7	24.3	16.9	46.61	2.605	Siltli Kum
BM-14	0.2	81	18.8	0	31.43	2.639	Kum
BM-19	0.1	68.3	31.6	0	29.57	2.563	Siltli Kum
BM-20	0.1	26.7	55.2	18	83.62	2.571	Kumlu Silt
BM-23	0	61.2	25.7	13.04	37.81	2.564	Siltli Kum
BM-24	0	86.1	11	2.9	31.85	2.622	SAND
BM-25	0.2	84.8	15	0	33.07	2.632	SAND
BM-26	0	43.8	49.1	7.1	34.87	2.542	Kumlu Silt
BM-29	0	7.4	55.1	37.5	66.77	2.563	Killi Silt
BM-30	0	53.1	35.5	11.4	32.23	2.571	Siltli Kum
BM-RCM1	0.1	10.7	51.7	37.5	62.77	2.593	Killi Silt
BM-RCM2	0	11	54.4	34.6	60.34	2.552	Killi Silt





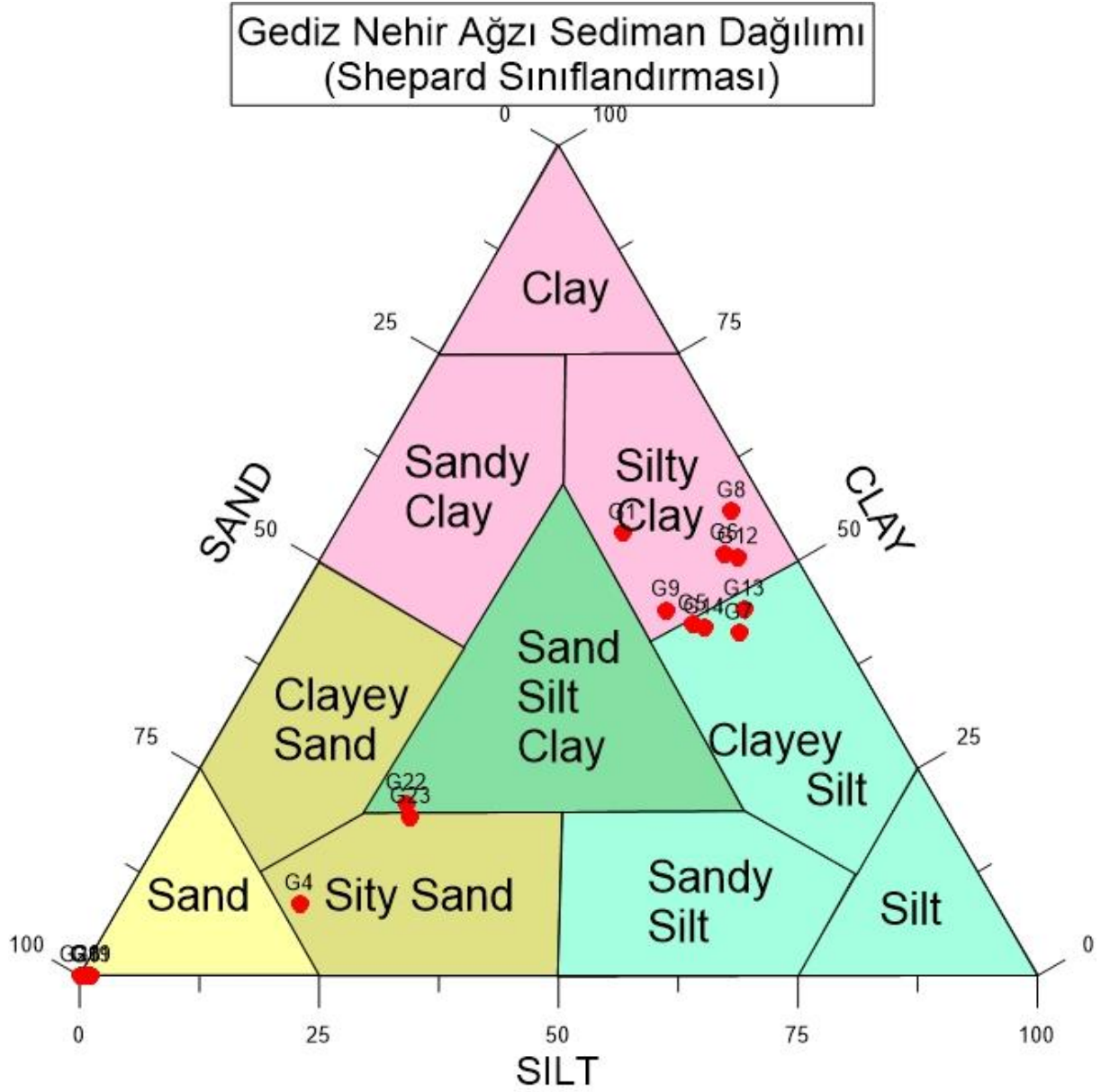
Şekil 55. B. Menderes nehir ağı sediman dağılım sınıfları (Schlee, 1973; Shepard, 1954)

Bunun yanı sıra Gediz nehir ağızında yoğunluklu olarak siltli kil ve killi silt ve ayrıca kum bulunmaktadır. Bu sonuç Büyük Menderes nehir ağızında elde edilen ağırlıklı iri daneli sediman sınıfının aksine Gediz nehir ağızında ince daneli yapının daha hakim olduğu ve kil içeriğinin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Killi silt sediman sınıfında kil oranı Gediz ağızında Büyük Menderese göre daha fazla olup % 40-45 seviyesindedir. Siltli kil sınıfı da ağırlıklı olmakla birlikte kil oranı % 50-55 civarında silt oranı ise % 30-45 oranında bulunmaktadır. Gediz nehir ağızında siltli kum Büyük Menderes nehir ağızındakine göre daha az bulunmaktadır. Ancak Gediz ağızında bulunan kum sedimanda kum neredeyse sade bir şekilde bulunmakta ve yüzde içerik olarak % 99 seviyelerinde elde edilmiştir. Menderes ağızında ise kum sediman genel olarak % 80-85 aralığında bulunmakta ve %10-15 arası silt içermektedir.

Tablo 23. Gediz deniz tabanı sediment özellikleri

Örnek no: Parametre	Çakıl/Kavaklı içeriği (%) (75-4,75 mm)	Kum içeriği (%) (4,75-0,075mm)	Silt içeriği (%) (0,075-0,002mm)	Kil içeriği (%) (<0,002mm)	Su içeriği (%)	Özgül ağırlık	Sediman sınıfı (Shephard'a göre)
G-1	0.02	16.56	30.13	53.30	101.73	2.578	Siltli Kil
G-3	0.13	99.06	0.81		35.22	2.634	Kum
G-4	0.69	72.21	18.53	8.57	49.52	2.542	Siltli Kum
G-5	0.07	14.85	42.84	42.24	125.18	2.585	Killi Silt
G-6	0.10	7.19	41.89	50.82	66.85	2.556	Siltli Kil
G-7	0.08	10.50	48.18	41.24	82.51	2.578	Killi Silt
G-8	0.00	3.95	40.12	55.93	121.44	2.409	Siltli Kil
G-9	0.03	16.71	39.23	44.03	99.29	2.545	Siltli Kil
G-11	0.01	98.82	1.16		41.33	2.564	Kum
G-12	0.00	6.00	43.62	50.38	113.43	2.530	Siltli Kil
G-13	0.01	8.53	47.38	44.09	109.29	2.568	Killi Silt
G-14	0.02	13.82	44.27	41.88	65.65	2.604	Killi Silt
G-19	0.55	98.24	1.21		37.53	2.295	Kum
G-20	0.23	99.63	0.15		31.23	2.656	Kum
G-22	0.09	55.43	23.83	20.65	55.98	2.605	Siltli-Killi Kum
G-23	0.02	55.83	25.03	19.12	55.06	2.552	Siltli Kum

Toparlanacak olursa Büyük Menderes nehir ağzında ağırlıklı olarak kum ve silt sediman ağırlıklı bir sediment bulunmakta ve ikili sediman sınıflarında kil görece düşük oranda bulunmakta. Gediz nehir ağzında ise kil, silt ve kum sediman bulunmakta. İkili sediman sınıflarında kil ve silt içerikleri birbirine yakın seviyede bulunmakta. Böylelikle Gediz ağzında kil sedimanın yoğun olduğunu görmekteyiz. Tek sediman sınıfında ise kum sedimanın neredeyse sade bir şekilde bulunduğunu görmekteyiz.



Şekil 56. Gediz nehir ağızı sediman dağılım sınıfları (Schlee, 1973; Shepard, 1954)

Alansal olarak değerlendirdiğimizde ise her iki nehir ağızı yakın bölgesinde, nehir ağızını denize doğru izleyen hat boyunca ve nehir ağızının özellikle her iki tarafında olan bölge açısından nehir-deniz etkileşiminin sediman dağılımı üzerinde oldukça etkili olduğunu görmekteyiz.

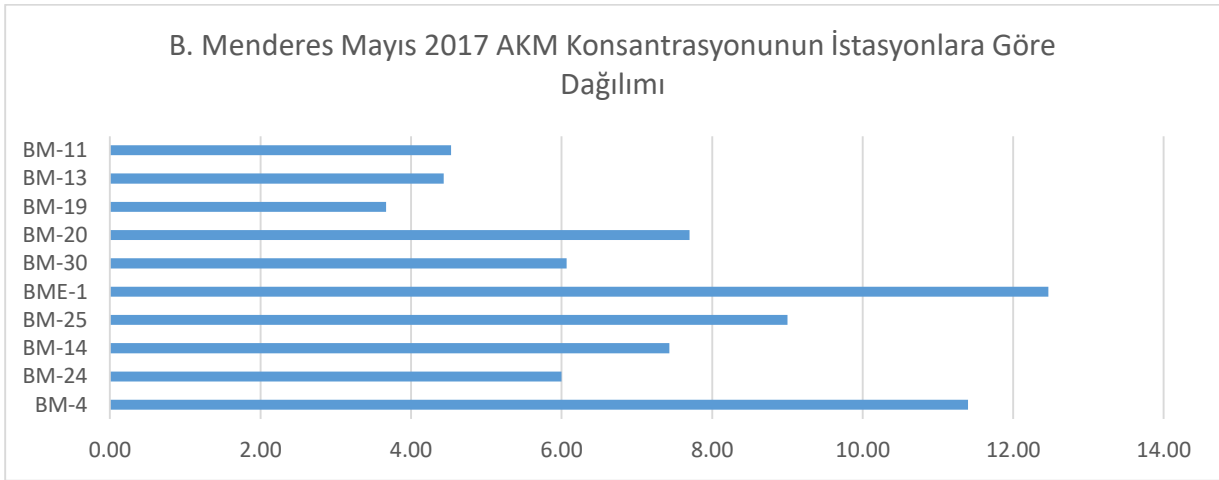
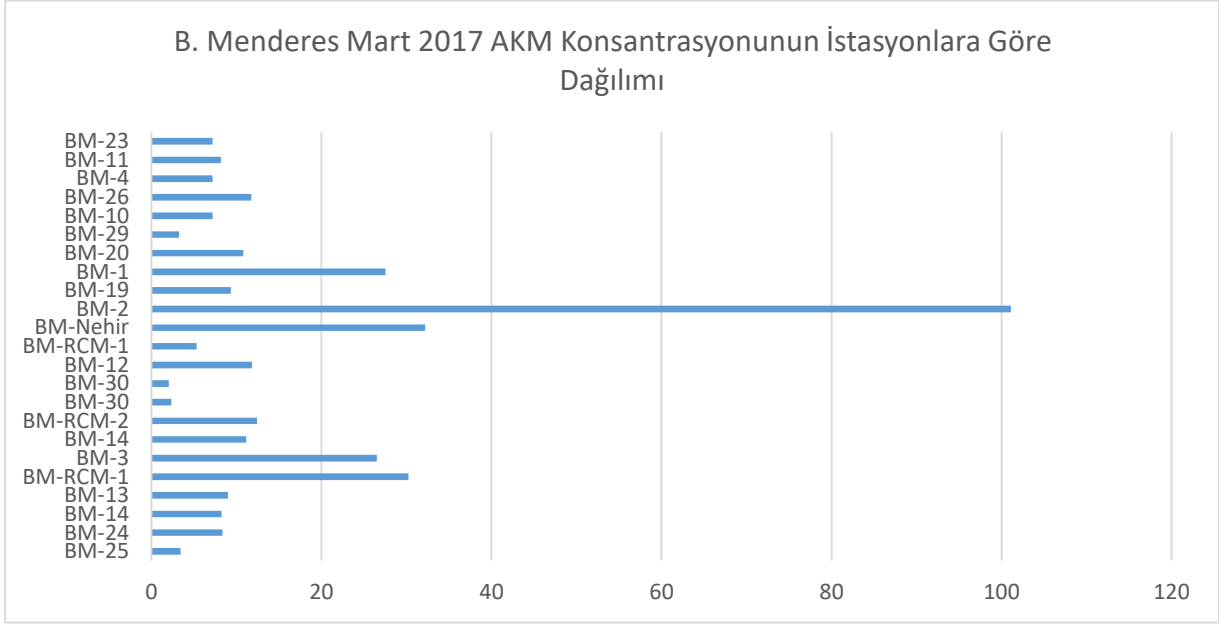
Büyük Menderes nehir ağızında nehrin içinden nehir ağızına doğru olan bölgede kum içeriği hat boyunca artış göstermekte ve hattın devamında nehir ağızından belli bir noktaya doğru kum içeriği artışı devam ettirmektedir. Belli bir noktada % 98 değerine kadar ulaşmaktadır. Bu bölgede kum yapının nehir akıntı hattına dik bir set oluşturduğunu gözlemlemiş bulunmaktayız. Bu setin bir tarafında kum diğer bir tarafında silt hakimiyeti bulunmaktadır. Paralel akımlarla birlikte bu sette yer alan askıdaki katı madde açıklara doğru taşınmıştır. Böylelikle kum ve silt hakim setten sonra hat genişleyerek kum içeriği radikal bir düşüş ile %10 civarına düşmekte

ve yerini silt ve kil sedimana veya ince daneli yapıya bırakmaktadır. Bunun yanı sıra nehir ağızı ve hattın iki yanında olan kısımda kum sediman silt ile birlikte ağırlıklı olarak yer almaya devam etmektedir.

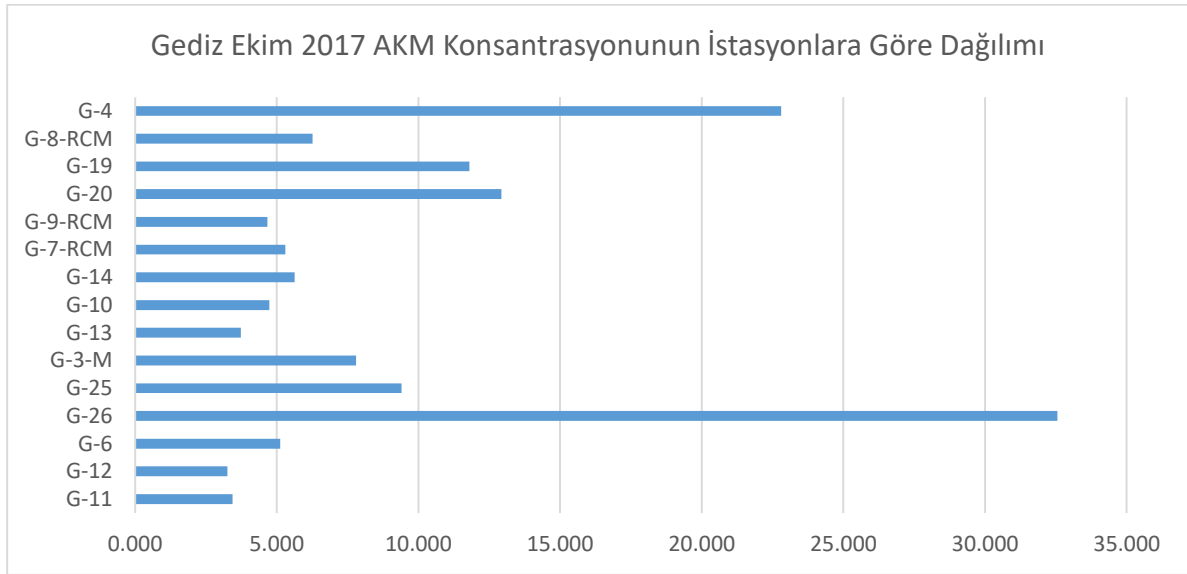
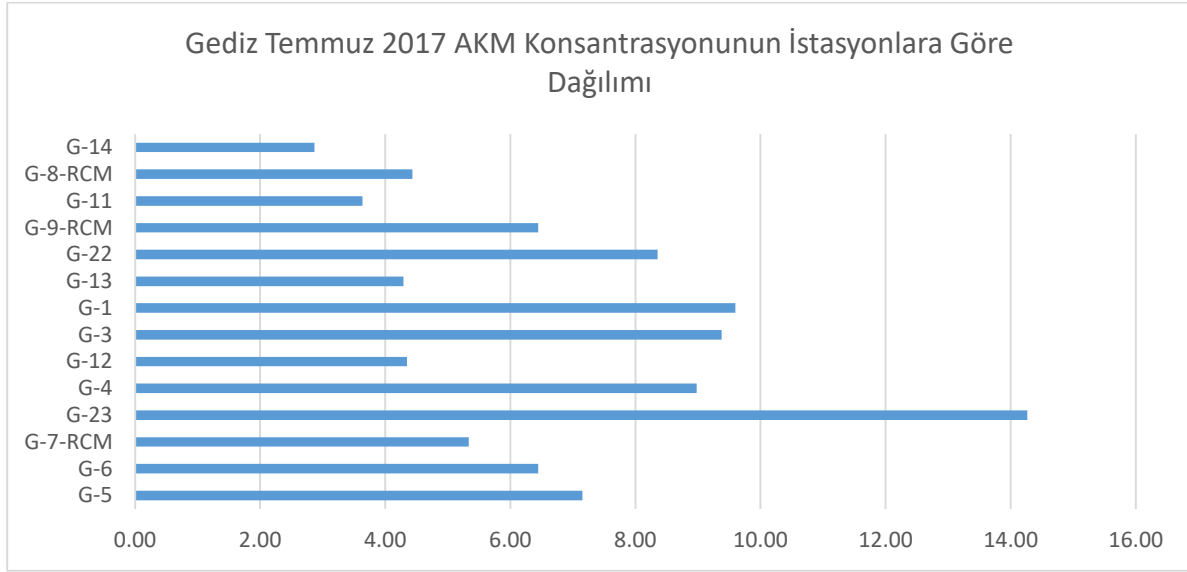
Gediz nehir ağızında sediman dağılımı anlamında daha net bir tablo belirlemekte. Nehir ağızına yakın bölgede neredeyse ağız genişliğince silt ile birlikte kil ağırlıklı bir sediman yer almakta ve bu özellik bir hat olarak belli noktaya kadar devam etmektedir. Sözkonusu belirli noktadan sonra kil-silt zemin genişleyerek yayılmaktadır. Nehir ağızından itibaren kum da ağız bölgesinde %20-30, genişleyen bölgede ise % 10 seviyesinde bulunmaktadır. İfade edilen hattın iki yanında geniş bir bölgede yüzde içerik olarak hattan uzaklaştıkça artan geniş kum sediman bölgesi bulunmaktadır. Bu sonuçlar göstermektedir ki Gediz nehri akıntı ile askıda bulunan katı maddeyi nehri ağızına taşımış ve belli bir hat boyunca da transfer etmeye devam etmiştir. Daha ileride söz konusu ince malzemeyi geniş bir alana yaymıştır.

#### **Askıda Katı Madde (AKM):**

AKM değerleri Büyük Menderes'te yağışlı dönem sonrası yapılan Mart ölçümlerinde bariz olarak fazladır (Şekil 57). Nehir ağızında beklendiği üzere maksimum olmuştur. Gediz'de ise AKM değerleri Ekim ayında artış göstermektedir (Şekil 58). AKM yüzey dağılımları Bölüm 4.4'te sunulmuş ve değerlendirilmiştir.



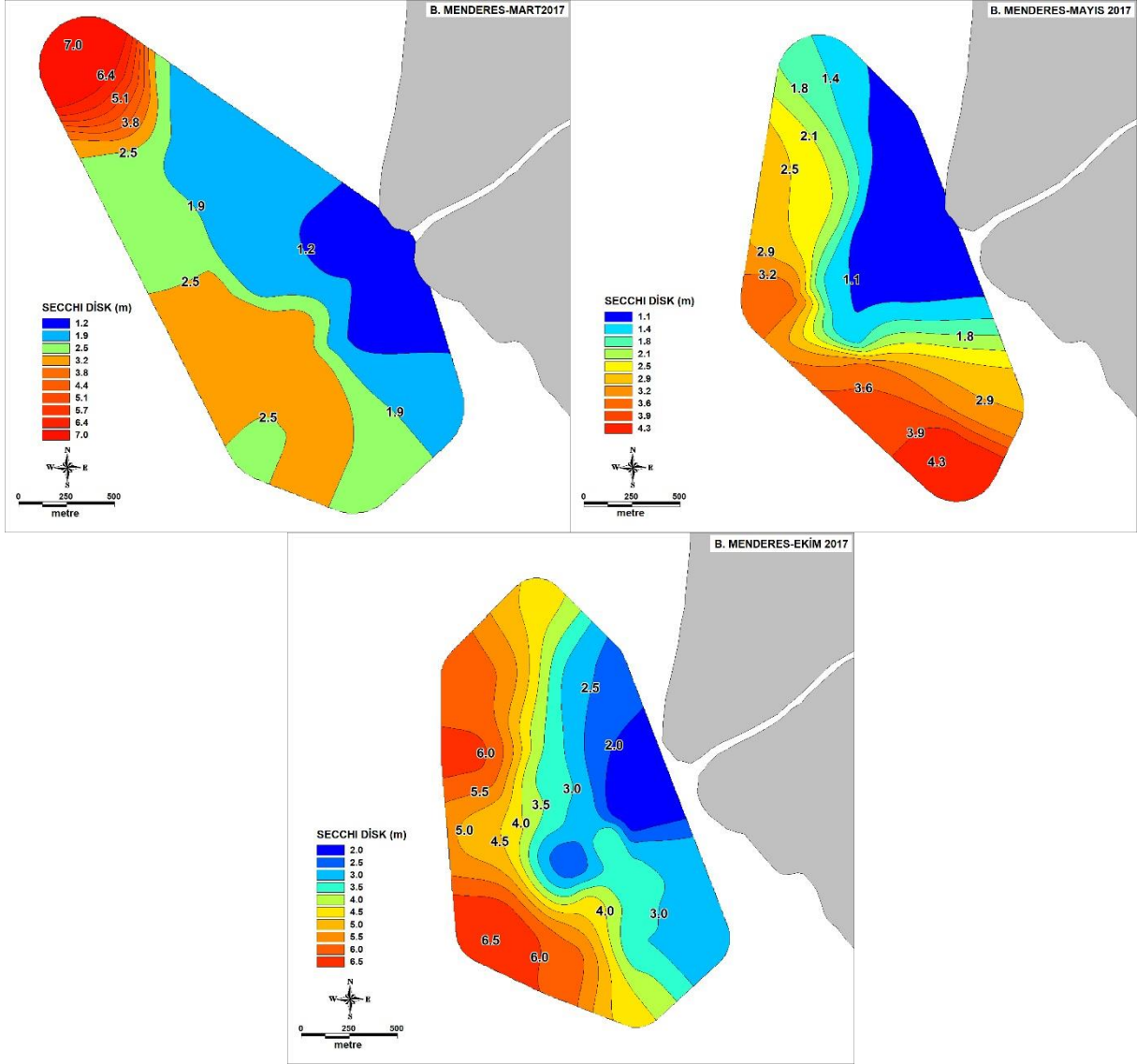
Şekil 57. Büyük Menderes AKM değerleri



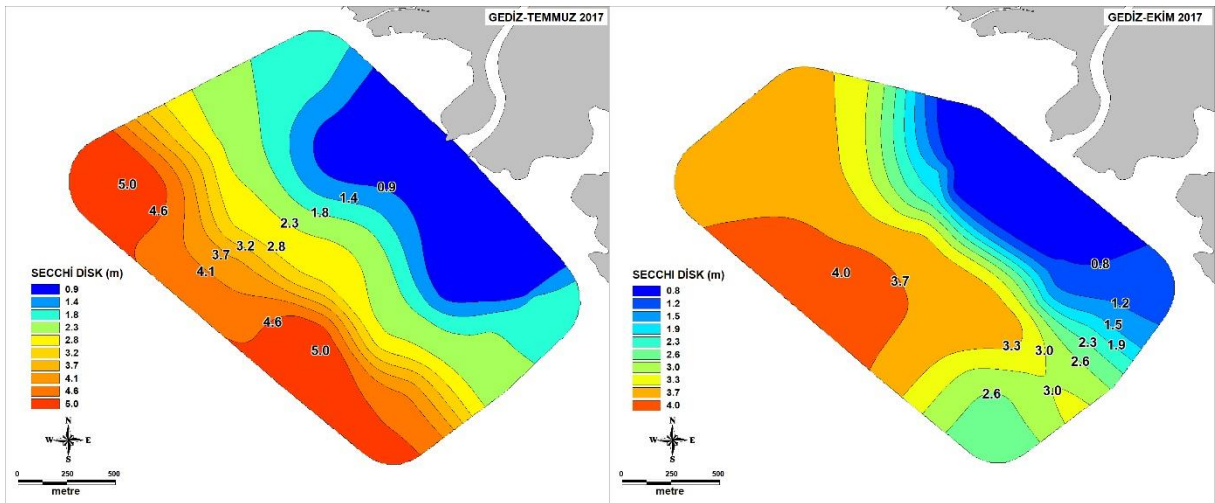
Şekil 58. Gediz AKM değerleri

**Bulanıklık (Secchi disk):**

Secchi disk dağılımları, her iki nehirde de tipik nehir ağızı karakteristiği göstererek ağızdan açığa doğru bulanıklıkta azalmayı ve dönemsel olarak değişkenliğini göstermektedir (Şekil 59 ve 60).



Şekil 59. Büyük Menderes Sechhi disk değerleri dağılımı (Sol üst: Mart, sağ üst: Mayıs, alt: Ekim dönemi)

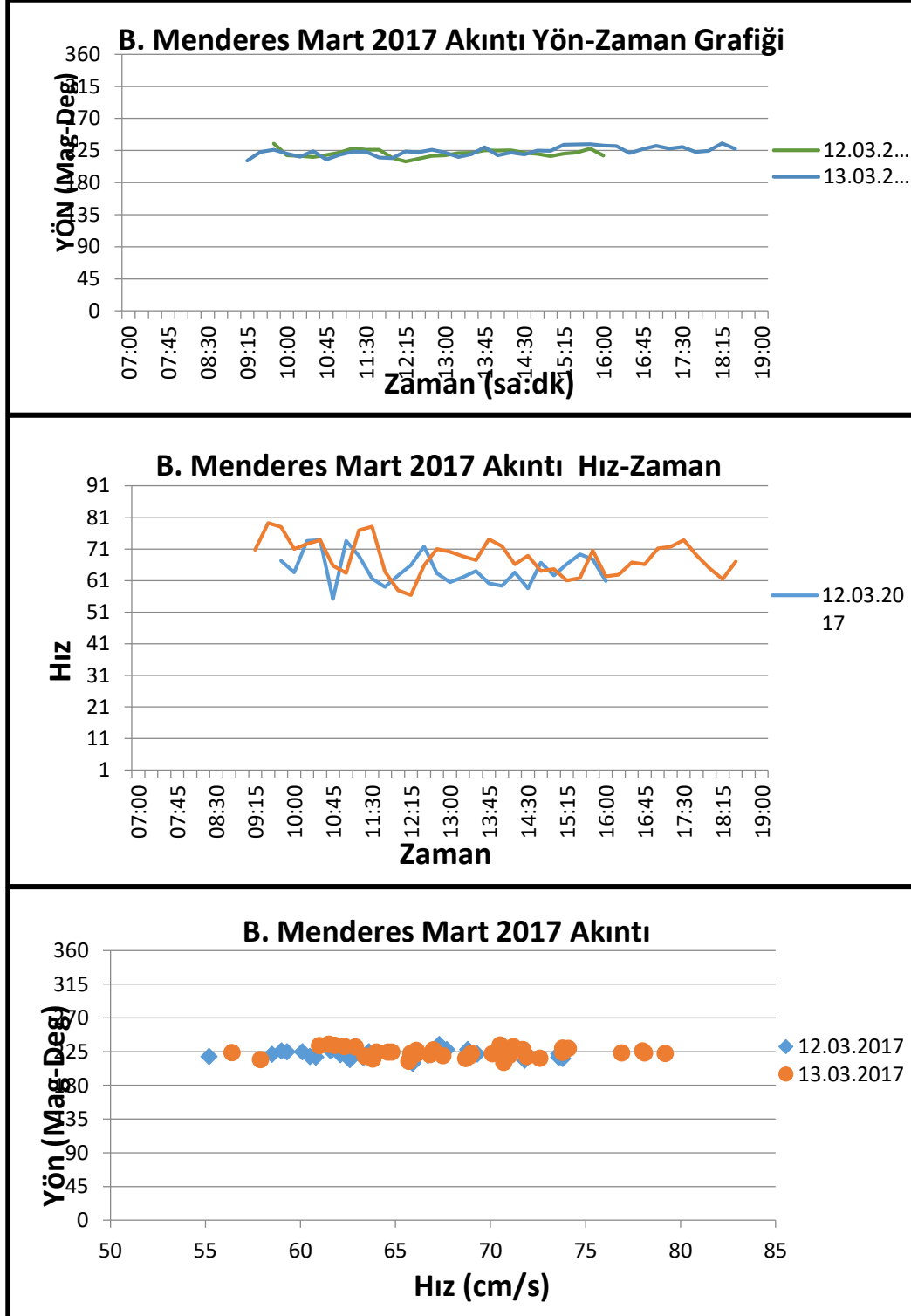


Şekil 60. Gediz Sechhi disk değerleri dağılımı (Sol: Temmuz, sağ: Ekim dönemi)

### Nehir Debileri:

Büyük Menderes Mart ayında havzanın su toplaması ve sonucunda debinin artması ile yüksek akıntı değerleri görülmüştür (Şekil 61).

Mart ortalama hız: 66,42 cm/sn

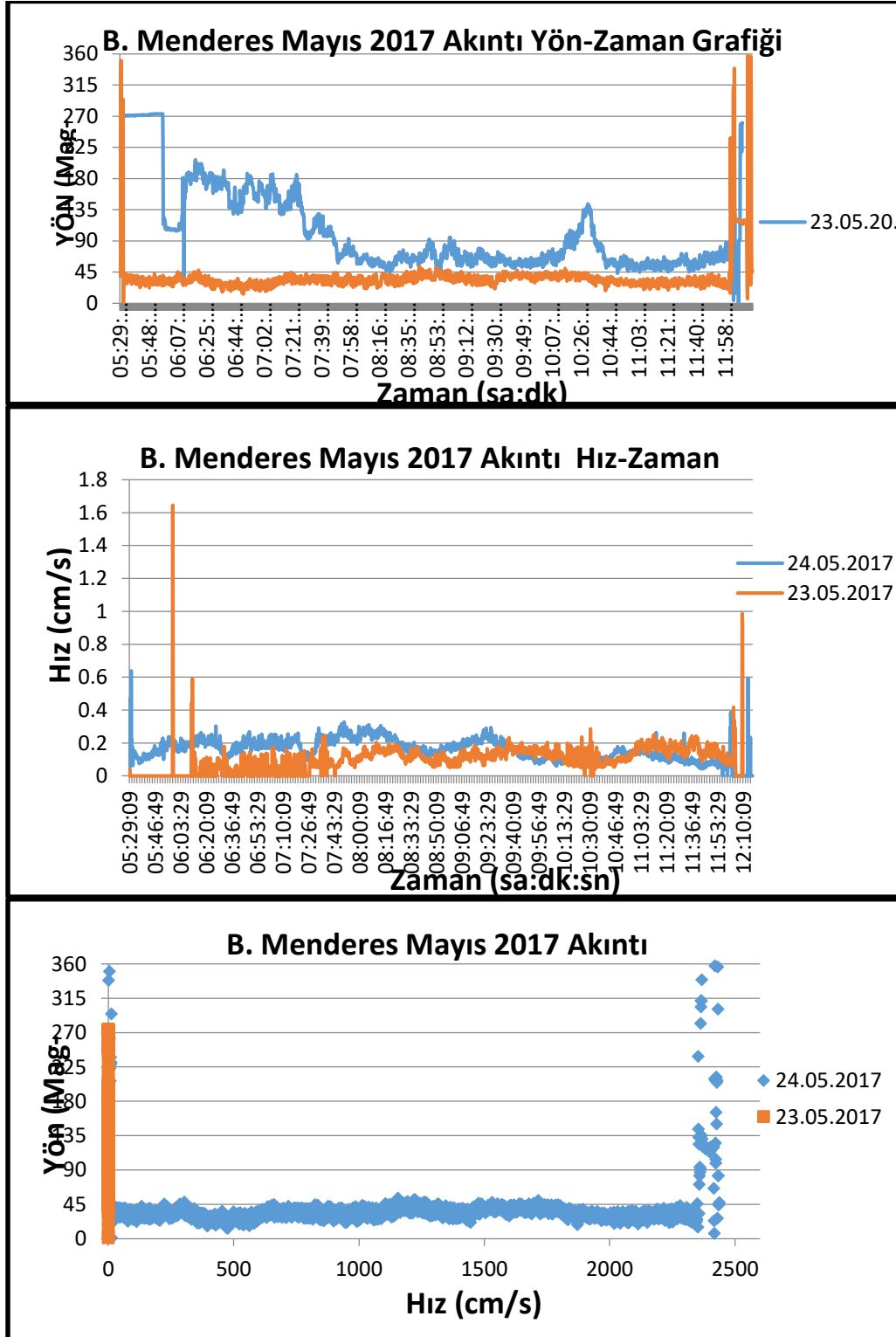


Şekil 61. Büyük Menderes Mart dönemi akarsu akıntı ölçüm sonuçları



Mayıs döneminde hızın azaldığı, deniz sularının içeri de basması nedeni ile akıntı yönlerinin ise daha değişken olduğu tespit edilmiştir (Şekil 62).

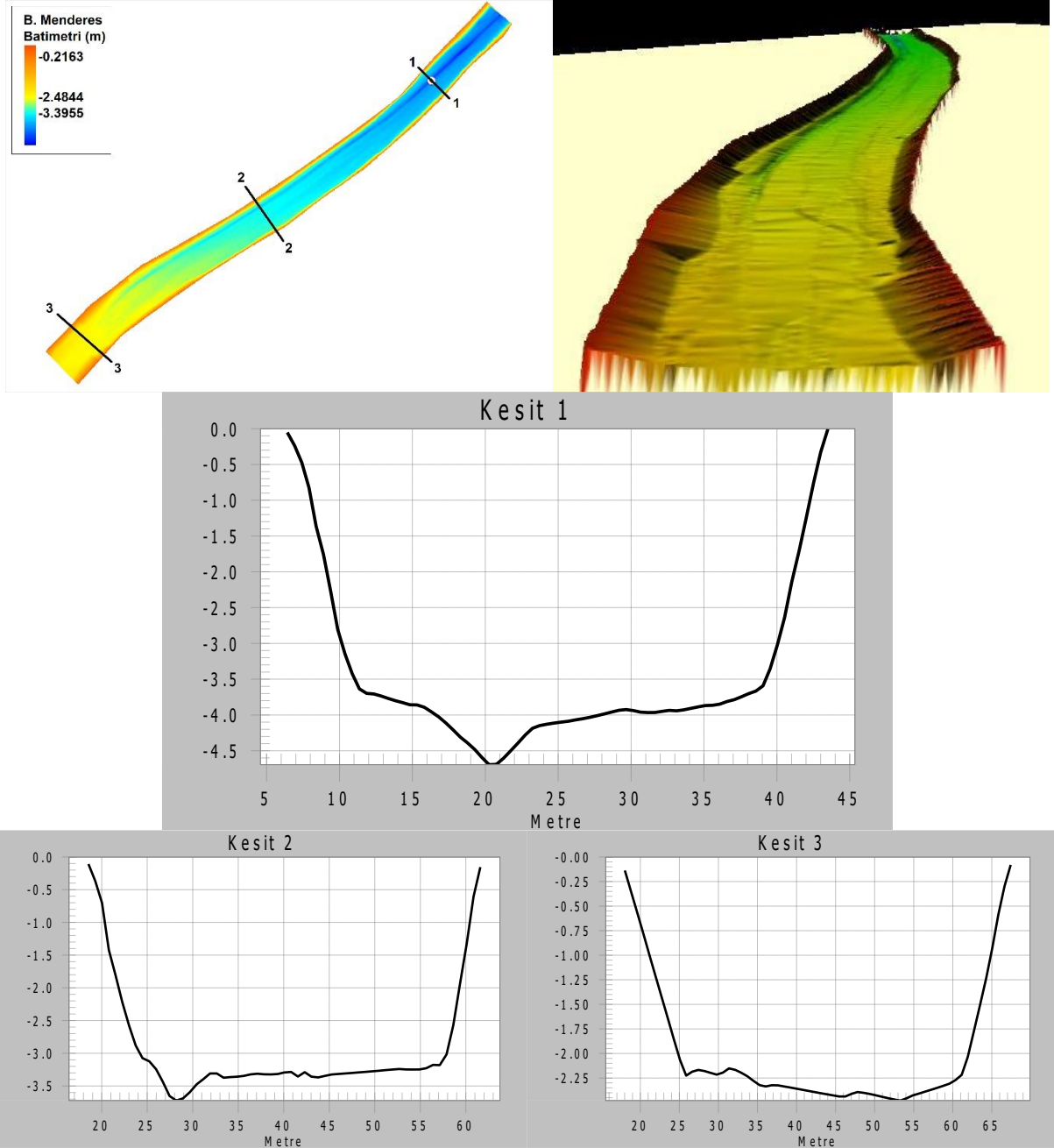
Mayıs ortalama hız: 12,79 cm/sn



Şekil 62. Büyük Menderes Mayıs dönemi akarsu akıntı ölçüm sonuçları

Nehirde yapılan batimetri çalışması sonucunda nehir yatağı morfolojisi ve akıntı ölçümü yapılan nokta (Kesit-1) ve nehir ağzına doğru 2 lokasyonda daha kesitler elde edilmiştir (Şekil 63).

**Kesit alanı  $\approx 125 \text{ m}^2$  (yaklaşık değer)**

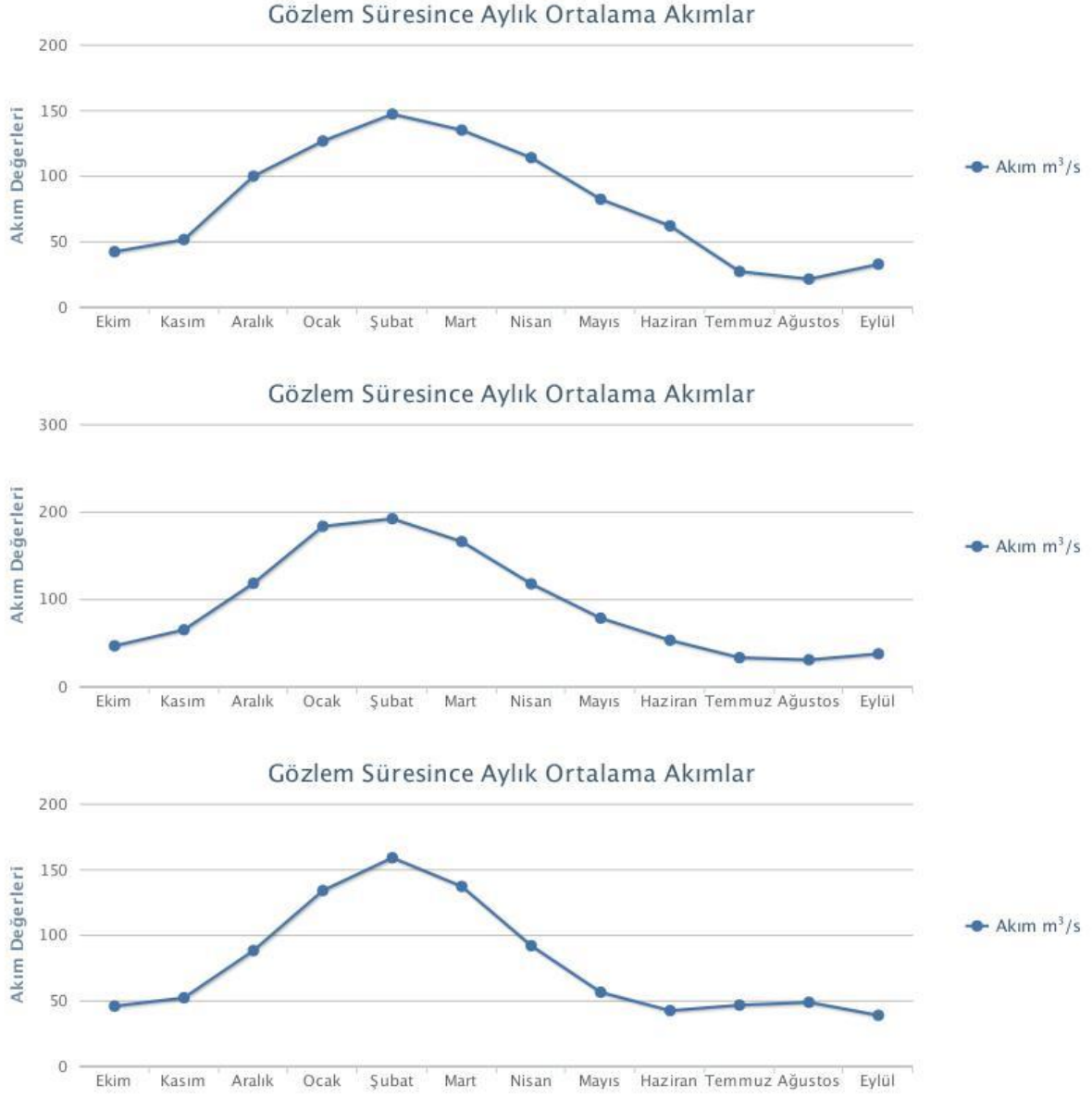


Şekil 63. Büyük Menderes nehir yatağı ve kesitleri

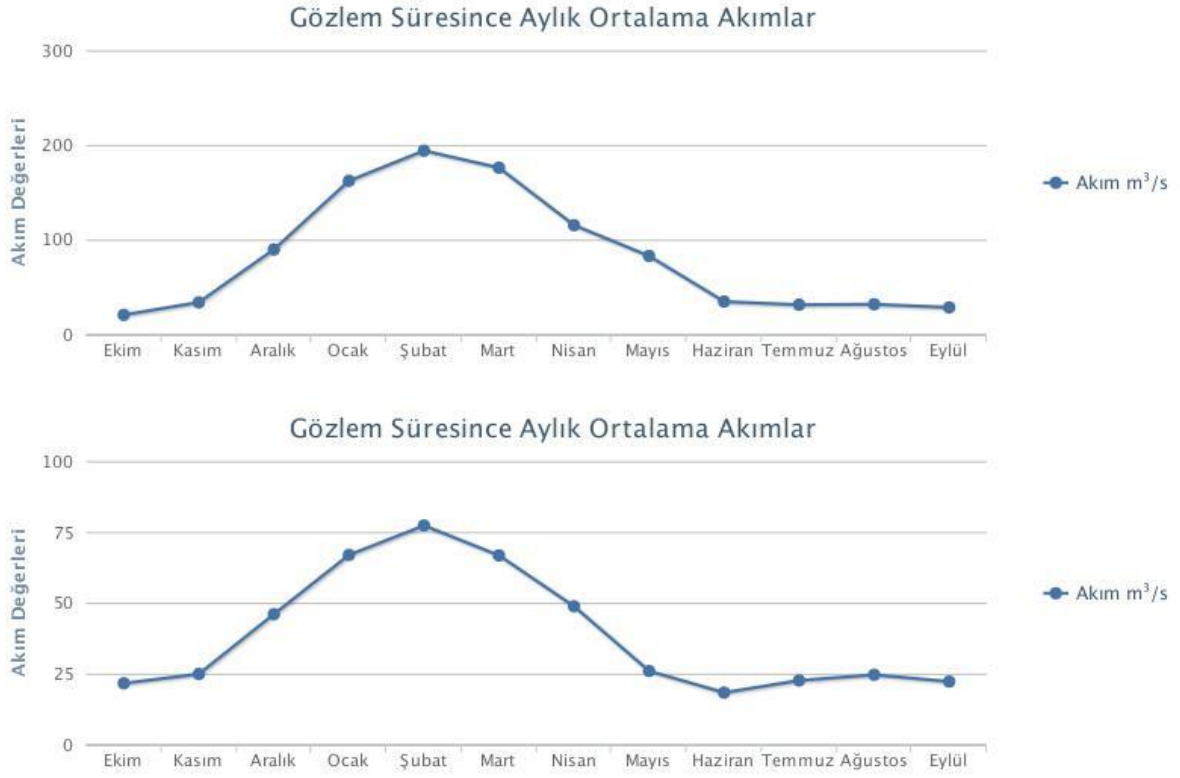
$$Q_{\text{Mart}} \approx 0,6642 \times 125 = 83,025 \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$Q_{\text{Mayıs}} \approx 0,1279 \times 125 = 15,988 \text{ m}^3/\text{sn}$$

Büyük Menderes'te bulunan gözlem istasyonlarının çalışma dönemlerine ait grafikleri (Şekil 64) incelendiğinde veriler arasında ciddi farklılıklar olması, nehir akıntı verilerinin güvenilirliğini azaltmaktadır. Gediz akım grafikleri de Şekil 65'te verilmiştir.



Şekil 64. Büyük Menderes AGİ istasyon verileri (üst: D07A016, orta: E07A007, alt: D07A062 istasyonu) (Kaynak: DSİ, 2018)



Şekil 65. Gediz AGİ istasyon verileri (üst: D05A084, alt: D05A025 istasyonu) (Kaynak: DSİ, 2018)

#### 4.2 Rüzgar Verileri

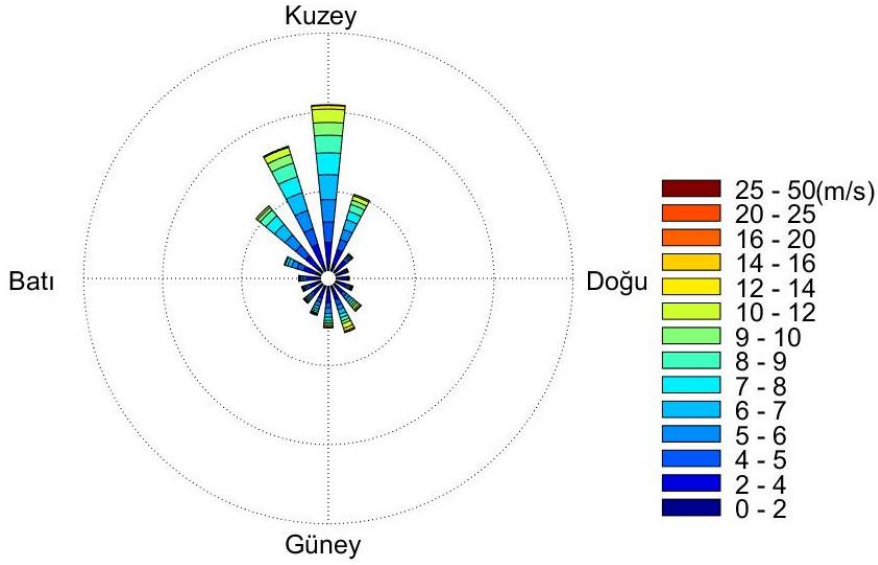
Proje kapsamında öncelikli olarak he iki çalışma bölgesi için yöreye ait rüzgar ve dalga iklimi çalışmaları yapılmıştır. Ara raporlarda ayrıntılı olarak tartışılan uzun dönem rüzgar ve dalga analiz sonuçlarının bir özeti burada sunulmaktadır.

##### **Büyük Menderes Proje Alanı:**

1983-2018 yılları arasında ECMWF (European Centre for Medium-range Weather Forecasting) tarafından 37.40°K 27.10°D noktası için sağlanan 6 saatlik ortalama rüzgar verilerinin yıldaki yönsel dağılımlarına göre denizden hakim yönler Kuzey-Kuzey-Batı ve Kuzey-Batı olarak gözlenmiştir. Karadan ise hakim rüzgarların Kuzey ve Kuzey-Kuzey-Doğu yönlerinden estiği gözlenmiştir (Şekil 66).

YILLIK

27.1D 37.4K



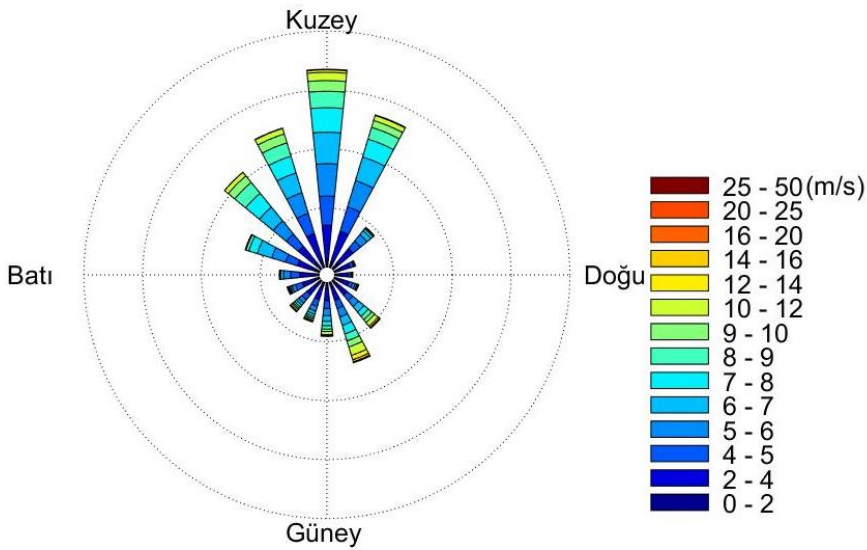
her çember %10'u temsil etmektedir

Şekil 66. ECMWF 37.40°K 27.10°D noktasına ait yıllık rüzgar gülü

1979-2010 yılları arasında NCEP CFSR tarafından 37.31°K 27.19°D noktasında verilen saatlik ortalama rüzgar verilerinin yıldaki yönsel dağılımlarına göre denizden hakim yönler Kuzey-Kuzey-Batı ve Kuzey-Batı olarak gözlenmiştir. Karadan ise hakim rüzgarların Kuzey ve Kuzey-Kuzey-Doğu yönlerinden estiği gözlenmektedir (Şekil 67).

YILLIK

27.19D 37.31K



her çember %5'i temsil etmektedir

Şekil 67. NCEP CFSR 37.31°K 27.19°D noktasına ait yıllık rüzgar gülü

Her iki veri seti sonuçları yönsel olarak tutarlı olup, rüzgar hızları açısından farklılık göstermektedir. Karşılaştırmalı olarak yapılan değerlendirme bir önceki bölümde tartışılmıştır. Uzun dönemli dalga iklimi çalışması sonucunda ECMWF verilerine göre dalga dikliği 0.0466, NCEP CFSR verilerine göre ise 0.0471 olarak bulunmuştur.

Tüm yönler için uzun dönem dalga istatistiği dağılım denklemleri ve bu denklemler kullanılarak bulunan tüm yönlerden yılda oluşma süreleri için (1-100 saat/yıl gerçekleşme sıklığına sahip) derin deniz belirgin dalga yükseklikleri ( $H_s$ ) ve periyotları ( $T_s$ ) her iki veri seti için Tablo 24 ve Tablo 25'te verilmektedir.

Tablo 24. Uzun dönem dalga istatistiği çalışmaları sonuçları - ECMWF 37.40°K 27.10°D noktası

Aşılma Olasılığı		KKB	KB	BKB	B	BGB	GB	GGB	G
1 saat/yıl	$H_{s0}$ (m)	2.03	1.46	1.70	1.94	2.31	2.02	2.21	2.02
	$T_s$ (sn)	5.29	4.49	4.84	5.17	5.64	5.27	5.52	5.27
5 saat/yıl	$H_{s0}$ (m)	1.57	1.15	1.24	1.30	1.57	1.47	1.71	1.53
	$T_s$ (sn)	4.65	3.98	4.13	4.24	4.65	4.49	4.85	4.59
10 saat/yıl	$H_{s0}$ (m)	<b>1.38</b>	1.02	1.04	1.03	1.25	1.23	<b>1.50</b>	<b>1.32</b>
	$T_s$ (sn)	4.35	3.74	3.78	3.76	4.15	4.11	4.54	4.27
20 saat/yıl	$H_{s0}$ (m)	1.18	0.88	0.84	0.75	0.93	0.99	1.28	1.11
	$T_s$ (sn)	4.03	3.48	3.40	3.22	3.58	3.68	4.20	3.91
50 saat/yıl	$H_{s0}$ (m)	0.92	0.70	0.58	0.39	0.51	0.67	0.99	0.84
	$T_s$ (sn)	3.55	3.11	2.82	2.32	2.66	3.04	3.70	3.39
100 saat/yıl	$H_{s0}$ (m)	0.72	0.57	0.38	0.12	0.19	0.43	0.78	0.63
	$T_s$ (sn)	3.14	2.80	2.29	1.27	1.63	2.43	3.27	2.93

Tablo 25. Uzun dönem dalga istatistiği çalışmaları sonuçları - NCEP CFSR 37.31°K 27.19°D noktası

Aşılma Olasılığı		KKB	KB	BKB	B	BGB	GB	GGB	G
1 saat/yıl	$H_{s0}$ (m)	2.06	1.72	1.60	1.83	2.23	2.06	2.54	2.30
	$T_s$ (sn)	5.29	4.84	4.66	4.98	5.51	5.30	5.87	5.59
5 saat/yıl	$H_{s0}$ (m)	1.54	1.36	1.26	1.34	1.59	1.55	1.93	1.74
	$T_s$ (sn)	4.57	4.31	4.14	4.27	4.65	4.59	5.12	4.87
10 saat/yıl	$H_{s0}$ (m)	1.31	1.21	1.12	1.13	1.32	1.33	<b>1.67</b>	<b>1.50</b>
	$T_s$ (sn)	4.22	4.06	3.90	3.93	4.23	4.25	4.76	4.52
20 saat/yıl	$H_{s0}$ (m)	1.09	1.06	0.97	0.93	1.04	1.11	1.41	1.26
	$T_s$ (sn)	3.84	3.79	3.64	3.55	3.77	3.88	4.37	4.14
50 saat/yıl	$H_{s0}$ (m)	0.79	0.86	0.78	0.65	0.68	0.81	1.06	0.95
	$T_s$ (sn)	3.28	3.41	3.26	2.98	3.04	3.33	3.80	3.59
100 saat/yıl	$H_{s0}$ (m)	0.56	0.70	0.64	0.44	0.41	0.59	0.80	0.71
	$T_s$ (sn)	2.77	3.09	2.94	2.46	2.35	2.84	3.30	3.10

Tablo 24'ten görüldüğü üzere ECMWF veri seti ile elde edilen etkin dalga yönleri Güney-Güney-Batı, Kuzey-Kuzey-Batı ve Güney olup, yılda 10 saat gözlenebilecek dalga yükseklikleri 1.3 – 1.5 metre aralığındadır.

CFSR veri seti sonuçlarına göre ise etkin dalga yönleri Güney-Güney-Batı ve Güney olup, yılda 10 saat gözlenebilecek dalga yükseklikleri sırasıyla 1.67 ve 1.50 metredir. Diğer kritik yönler ise Güney-Batı, Batı-Güney-Batı ve Kuzey-Kuzey-Batı olup yılda 10 saat gözlenebilecek dalga yükseklikleri 1.31-1.33 metre aralığındadır.

ECMWF ve CFSR verilerinden elde edilen her yıl için en yüksek derin deniz belirgin dalga değerleri yönlerden bağımsız olarak çalışılmış, verileri en iyi temsil eden dağılım modellerinin en büyük değer dalga istatistik sonuçları Tablo 26 ve Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 26. En büyük değer dalga istatistiği çalışmaları sonuçları - ECMWF

Dağılım Modeli	Yineleme Periyodu	5 yıl	10 yıl	20 yıl	50 yıl	100 yıl	1000 yıl
Gumbel, FT-Ia	H <sub>s0</sub> (m)	2.50	2.75	2.98	3.29	3.52	4.28
	T <sub>s</sub> (sn)	5.87	6.15	6.41	6.73	6.96	7.67
Gumbel, FT-Ib	H <sub>s0</sub> (m)	2.47	2.69	2.91	3.19	3.40	4.09
	T <sub>s</sub> (sn)	5.82	6.08	6.32	6.62	6.83	7.50
FT-II (k=10.0)	H <sub>s0</sub> (m)	2.43	2.66	2.90	3.24	3.52	4.58
	T <sub>s</sub> (sn)	5.78	6.05	6.32	6.68	6.96	7.94
Weibull (k=1.4)	H <sub>s0</sub> (m)	2.47	2.71	2.93	3.19	3.38	3.96
	T <sub>s</sub> (sn)	5.83	6.10	6.34	6.63	6.82	7.38
Weibull (k=2.0)	H <sub>s0</sub> (m)	2.50	2.71	2.89	3.09	3.23	3.63
	T <sub>s</sub> (sn)	5.87	6.10	6.30	6.52	6.67	7.07
Log-Normal	H <sub>s0</sub> (m)	2.49	2.69	2.87	3.08	3.23	3.69
	T <sub>s</sub> (sn)	5.86	6.09	6.28	6.51	6.67	7.12

Tablo 27. En büyük değer dalga istatistiği çalışmaları sonuçları – NCEP CFSR

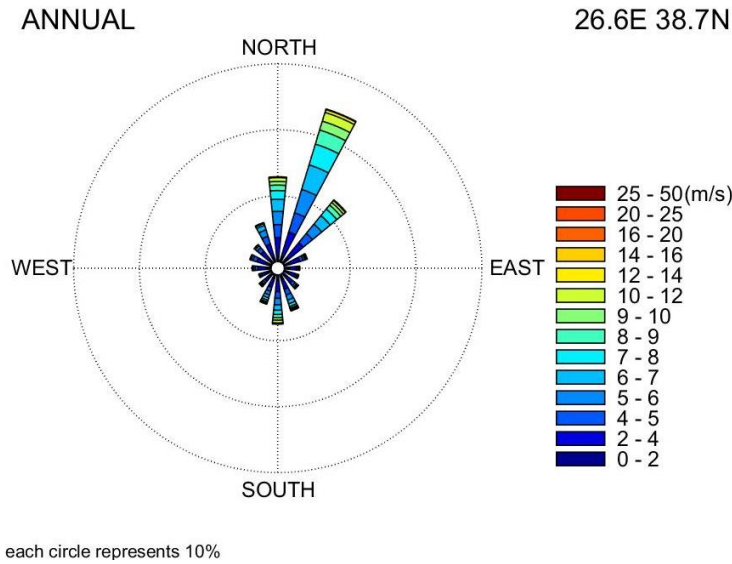
Dağılım Modeli	Yineleme Periyodu	5 yıl	10 yıl	20 yıl	50 yıl	100 yıl	1000 yıl
Gumbel, FT-Ia	H <sub>s0</sub> (m)	2.78	3.05	3.31	3.65	3.91	4.75
	T <sub>s</sub> (sn)	6.15	6.44	6.71	7.05	7.29	8.04
Gumbel, FT-Ib	H <sub>s0</sub> (m)	2.74	2.99	3.22	3.53	3.77	4.53
	T <sub>s</sub> (sn)	6.10	6.37	6.62	6.93	7.16	7.85
FT-II (k=10.0)	H <sub>s0</sub> (m)	2.69	2.95	3.22	3.59	3.89	5.06
	T <sub>s</sub> (sn)	6.05	6.34	6.62	6.99	7.28	8.30
Weibull (k=1.4)	H <sub>s0</sub> (m)	2.74	3.00	3.24	3.54	3.75	4.39
	T <sub>s</sub> (sn)	6.11	6.39	6.65	6.94	7.14	7.73
Weibull (k=2.0)	H <sub>s0</sub> (m)	2.78	3.01	3.21	3.43	3.59	4.04
	T <sub>s</sub> (sn)	6.15	6.40	6.61	6.84	6.99	7.41
Log-Normal	H <sub>s0</sub> (m)	2.77	3.00	3.20	3.44	3.61	4.13
	T <sub>s</sub> (sn)	6.14	6.39	6.60	6.84	7.01	7.50

Tablo 26’da görüldüğü üzere 50 yıl içinde en az bir kez oluşması beklenebilecek derin deniz belirgin dalga yükseliği 3.08 ile 3.29 m aralığında, dalga periyodu ise 6.51 ile 6.73 sn aralığında bulunmuştur. Tablo 27’de görüldüğü üzere 50 yıl içinde en az bir kez oluşması beklenebilecek derin deniz belirgin dalga yükseliği 3.43 m ile 3.65 m

aralığında, dalga periyodu ise 6.84 sn ile 7.05 sn aralığında bulunmuştur. Her iki veri seti yakın sonuçlar sağlamaktadır.

### İzmir – Gediz Proje Alanı:

1983-2015 yılları arasında ECMWF tarafından 38.70°N, 26.60°E noktası için sakin deniz seviyesinden 10 metre yükseklikte denizde ölçülmüş 6 saatlik ortalama rüzgar hızları ve yönleri bilgisi ( $U_{ort,10}$  m/s cinsinden) kullanılarak sağlanan ortalama rüzgar verilerinin yıldaki yönsel dağılımları için yöreye ait yıllık ve mevsimlik rüzgar gülleri çıkarılmıştır. Buna göre hakim yönler Kuzey-Kuzey-Doğu, Kuzey-Doğu ve Kuzey yönleri olarak gözlenmiştir. Deniz yönünden ise hakim rüzgarların Batı-Kuzey-Batı ve Batı yönleri olduğu gözlenmektedir (Şekil 68).



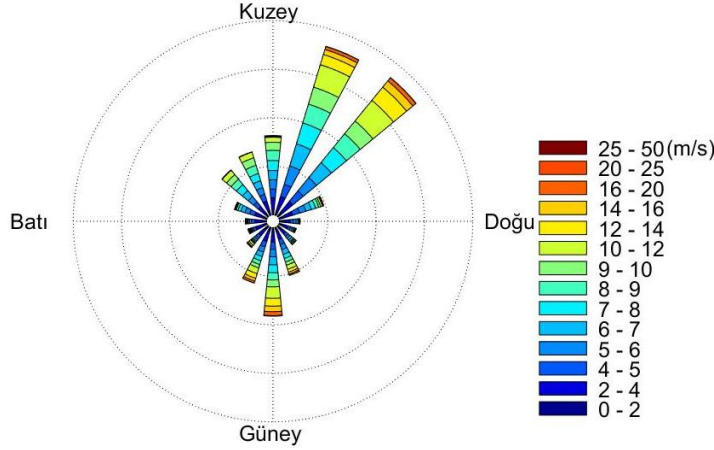
Şekil 68. ECMWF 38.70°N, 26.60°E noktasına ait yıllık rüzgar gülü

1979-2010 yılları arasında NCEP CFSR tarafından 38.87°N, 26.25°E noktası için sakin deniz seviyesinden 10 metre yükseklikte denizde ölçülmüş saatlik ortalama rüzgar hızları ve yönleri bilgisi ( $U_{ort,10}$  m/s cinsinden) kullanılarak sağlanan ortalama rüzgar verilerinin yıldaki yönsel dağılımları için yöreye ait yıllık ve mevsimlik rüzgar gülleri çıkarılmıştır. Buna göre hakim yönler Kuzey-Kuzey-Doğu, Kuzey-Doğu ve Güney yönleri olarak gözlenmiştir. Deniz yönünden ise hakim rüzgarların Kuzey-Batı ve Kuzey-Kuzey-Batı yönleri olduğu gözlenmektedir (Şekil 69).



YILLIK

26.25D 38.87K



her çember %5'i temsil etmektedir

Şekil 69. NCEP CFSR 38.87°N, 26.25°E noktasına ait yıllık rüzgar gülü

Bu veriler kullanılarak yöreye ait derin deniz dalga dikliği (derin deniz dalga yüksekliğinin dalga boyuna oranı,  $H_0/L_0$ ) hesaplanmış olup **Error! Reference source not found.**, ortalama olarak 0.047 olarak kabul edilmiştir.

Farklı aşılma olasılıkları (1, 5, 10, 12, 20, 50 ve 100 saat/yıl) için etkili kabarma yönlerinden oluşması beklenen derin deniz belirgin dalga yükseklikleri Tablo 28 ve Tablo 29'da verilmiştir.

Tablo 28. Uzun dönem dalga istatistiği çalışmaları sonuçları - ECMWF

Aşılma Olasılığı		GD	GG D	G	GG B	B	BK B	KB	KK B	K	KK D	KD	DK D
1 saat/yıl	$H_{s0}$	1.1	1.70	1.7	0.75	2.1	2.04	0.9	1.14	2.0	2.68	1.6	0.92
	(m)	9		8		3		6		6		1	
	$T_s$ (sn)	4.0	4.83	4.9	3.21	5.4	5.30	3.6	3.95	5.3	6.06	4.7	3.56
5 saat/yıl	$H_{s0}$	0.8	1.26	1.3	0.57	1.5	1.52	0.7	0.84	1.6	2.21	1.2	0.61
	(m)	3		7		2		1		7		7	
	$T_s$ (sn)	3.3	4.16	4.3	2.80	4.5	4.56	3.1	3.39	4.7	5.51	4.1	2.89
10 saat/yıl	$H_{s0}$	0.6	1.07	1.1	0.49	1.2	1.29	0.6	0.71	1.5	2.01	1.1	0.47
	(m)	7		9		5		0		0		3	
	$T_s$ (sn)	3.0	3.83	4.0	2.61	4.1	4.21	2.8	3.12	4.5	5.25	3.9	2.54
20 saat/yıl	$H_{s0}$	0.5	0.88	1.0	0.42	0.9	1.06	0.4	0.58	1.3	1.81	0.9	0.33
	(m)	2		2		9		9		3		8	
	$T_s$ (sn)	2.6	3.48	3.7	2.39	3.6	3.82	2.5	2.82	4.2	4.98	3.6	2.14
50 saat/yıl	$H_{s0}$	0.3	0.63	0.7	0.31	0.6	0.76	0.3	0.41	1.1	1.54	0.7	0.16
	(m)	1		8		4		4		0		9	
	$T_s$ (sn)	2.0	2.94	3.2	2.08	2.9	3.24	2.1	2.37	3.9	4.60	3.2	1.46
100 saat/yıl	$H_{s0}$	0.1	0.44	0.6	0.24	0.3	0.54	0.2	0.28	0.9	1.34	0.6	0.02
	(m)	6		1		7		4		3		4	

T <sub>s</sub> (sn)	1.4	2.46	2.8	1.81	2.2	2.71	1.8	1.96	3.5	4.29	2.9	0.51
	6		9		6		0		8		7	

Tablo 29. Uzun dönem dalga istatistiği çalışmaları sonuçları – NCEP CFSSR

Aşılma Olasılığı		GD	GGD	G	GB	B	BKB	KB	KKB	K	KKD	KD	DKD
<b>1 saat/yıl</b>	H <sub>s0</sub> (m)	1.87	2.28	2.15	1.52	3.28	3.76	1.88	1.72	2.32	3.23	2.63	1.38
	T <sub>s</sub> (sn)	5.11	5.64	5.48	4.61	6.77	7.25	5.12	4.90	5.69	6.72	6.05	4.38
<b>5 saat/yıl</b>	H <sub>s0</sub> (m)	1.29	1.72	1.72	1.12	2.31	2.89	1.44	1.34	1.89	2.70	2.15	1.03
	T <sub>s</sub> (sn)	4.24	4.90	4.89	3.96	5.67	6.36	4.49	4.32	5.14	6.13	5.48	3.79
<b>10 saat/yıl</b>	H <sub>s0</sub> (m)	1.04	1.48	1.53	0.95	1.89	2.52	1.25	1.17	1.71	2.46	1.95	0.88
	T <sub>s</sub> (sn)	3.81	4.54	4.62	3.64	5.13	5.93	4.18	4.04	4.88	5.86	5.22	3.50
<b>20 saat/yıl</b>	H <sub>s0</sub> (m)	0.79	1.24	1.34	0.78	1.46	2.15	1.07	1.00	1.52	2.23	1.75	0.72
	T <sub>s</sub> (sn)	3.33	4.16	4.33	3.29	4.52	5.47	3.86	3.74	4.61	5.58	4.94	3.18
<b>50 saat/yıl</b>	H <sub>s0</sub> (m)	0.46	0.92	1.09	0.55	0.91	1.65	0.82	0.78	1.28	1.93	1.48	0.53
	T <sub>s</sub> (sn)	2.54	3.58	3.91	2.77	3.56	4.80	3.38	3.31	4.23	5.18	4.54	2.71
<b>100 saat/yıl</b>	H <sub>s0</sub> (m)	0.21	0.68	0.91	0.38	0.49	1.28	0.63	0.62	1.10	1.69	1.28	0.37
	T <sub>s</sub> (sn)	1.73	3.08	3.56	2.30	2.61	4.22	2.96	2.94	3.92	4.86	4.22	2.28

Tablolardan görüldüğü üzere etkin dalga yönleri olarak Kuzey-Kuzey-Doğu, Batı-Kuzey-Batı, Kuzey, Kuzey-Doğu ve Batı olup, yılda 10 saat gözlenebilecek dalga yükseklikleri 1.25 - 2.50 metre arasındadır.

Tablo 30'da görüldüğü üzere 50 yıl içinde en az bir kez oluşması beklenebilecek derin deniz belirgin dalga yükseliği 3.30 metre, dalga periyodu ise 6.7 sn olarak bulunmuştur..

Tablo 30. En büyük değer dalga istatistiği çalışmaları sonuçları – ECMWF verileri

	Yineleme Periyodu	5 yıl	10 yıl	20 yıl	50 yıl	100 yıl	1000 yıl
<b>Gumbel</b>	H <sub>s</sub> (m)	2.52	2.76	3.00	3.30	3.53	4.28
	T <sub>s</sub> (sn)	5.88	6.16	6.42	6.73	6.96	7.46

Tablo 31'de görüldüğü üzere 50 yıl içinde en az bir kez oluşması beklenebilecek derin deniz belirgin dalga yükseliği 5.30 metre, dalga periyodu ise 8.5 sn olarak bulunmuştur.

Tablo 31. En büyük değer dalga istatistiği çalışmaları sonuçları – NCEP CFSSR verileri

	Yineleme Periyodu	5 yıl	10 yıl	20 yıl	50 yıl	100 yıl	1000 yıl
<b>Gumbel</b>	H <sub>s</sub> (m)	3.95	4.38	4.78	5.30	5.70	7.00
	T <sub>s</sub> (sn)	7.35	7.73	8.07	8.50	8.80	9.75

### SWAN Dalga Modeli Sonuçları:

Proje kapsamında yapılan saha gezileri sırasında her iki çalışma alanında bir çok noktada çeşitli veriler toplanmıştır. Özellikle sediment form tipleri ve dağılımları ile ilgili yapılan bir çok gözlemin değerlendirilebilmesi için saha çalışması sırasında ve öncesinde, sahayı etkileyen dalga koşullarının bilinmesi önemlidir. Yerinde dalga ölçümü yapılamayan koşullarda uygulanabilen bir yöntem dalga koşullarının sayısal olarak modellenmesidir. Uzun dönemli dalga iklim çalışmalarından bağımsız olarak, 3. Nesil sayısal dalga modeli SWAN kullanılarak proje alanlarında çeşitli model çalışmaları tamamlanmıştır. Bu çalışmalarda önceki bölümlerde bahsedilen 3 aşamalı birbirine geçen kareyaj yöntemi kullanılmış ve en son aşamada özellikle veri toplanılan koordinatlar için ayrıntılı sonuçlar elde edilmiştir. Dalga yüksekliği, periyodu ve yönü Şekil 70’de gösterilen her bir nokta için tablo şeklinde model tarafından üretilmiştir. Ayrıca parametrelerin alansal değişimini anlamak için tüm kareyaj için de sonuçlar harita üzerinde gösterilmektedir.

Proje kapsamında önceki bölümde sunulan Tablo 14’te belirtilen tarihler için elde edilen sonuçlardan bazı örnekler burada tartışılmıştır. Her bir saha çalışması için elde edilen genel sonuçlar ile noktasal bazı verilerin yorumlanmasına dair grafikler aşağıda sunulmaktadır.

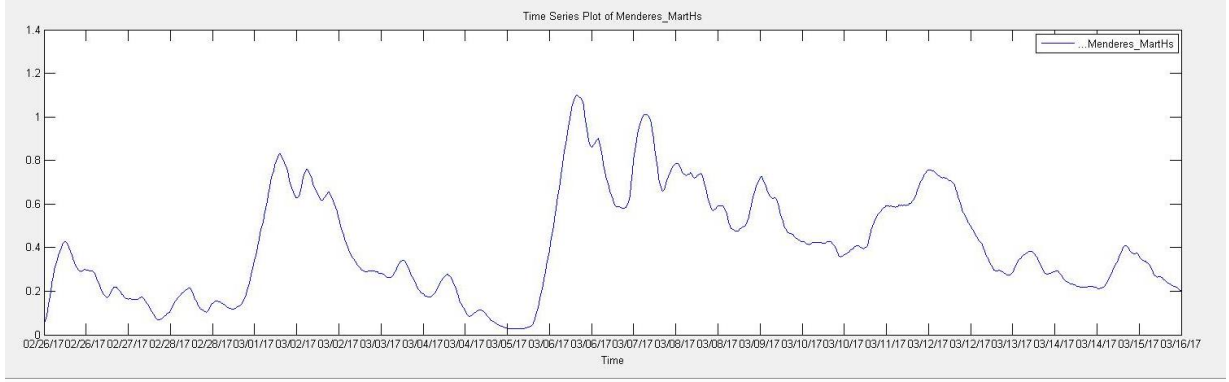


Şekil 70. Dalga modelinde noktasal olarak yapılan analizlerin lokasyonları

### Mart 2017 – B. Menderes:

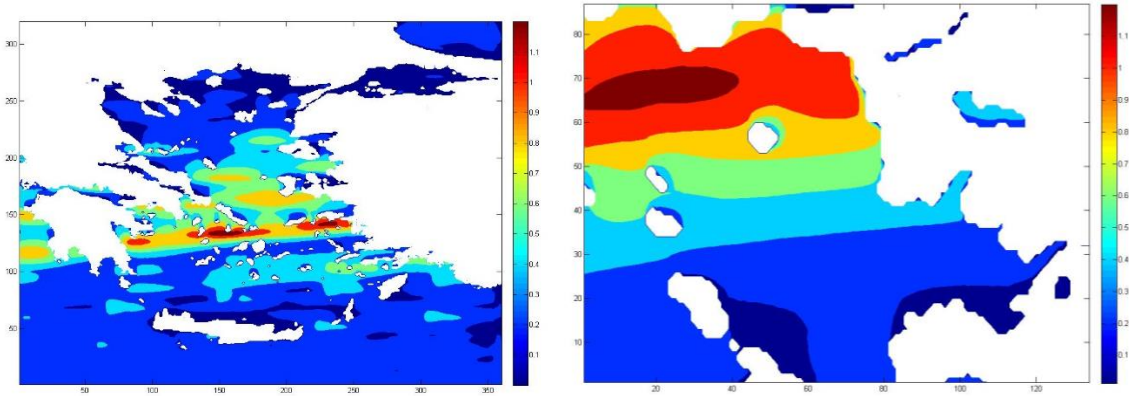
B. Menderes çalışma alanında ilk veriler 12-13 Mart 2017 tarihleri arasında toplanmıştır. Bu çalışma dönemi için SWAN sayısal dalga modeli ile 26 Şubat – 15 Mart 2017 tarihleri arasındaki dalga özellikleri CFSRv2 1 saatlik rüzgar veri seti ile modellenmiştir. Saatlik ve yarım saatlik zaman ölçeklerinde model sonuçları elde edilmiş olup, saha çalışması sırasındaki örnek dalga özellikleri ile saha çalışması öncesinde alanda gözlenen yüksek enerjili deniz ortamını yansıtan haritalar sunulmaktadır. B.Menderes açıklarında seçilen nokta için yapılan model çalışması sonunda elde edilen derin deniz dalga yükseklikleri (26 Şubat -15Mart 2017) Şekil 71’de verilmektedir. Bu grafikten görüldüğü üzere saha çalışmasından bir hafta önce

bölgede 60cm-1.00m aralığında dalgaların gözlemlendiği bir enerjili bir dönem yaşanmıştır. Saha çalışması sırasında ise deniz oldukça sakinidir (gözlemler ile uyumlu olarak ortalama 20cmlik dalga yüksekliği).



Şekil 71. 26 Mart 2017 saat 11:00'de model çalışması süresince elde edilen en yüksek dalga yüksekliği (1,1m) modellenmiştir.

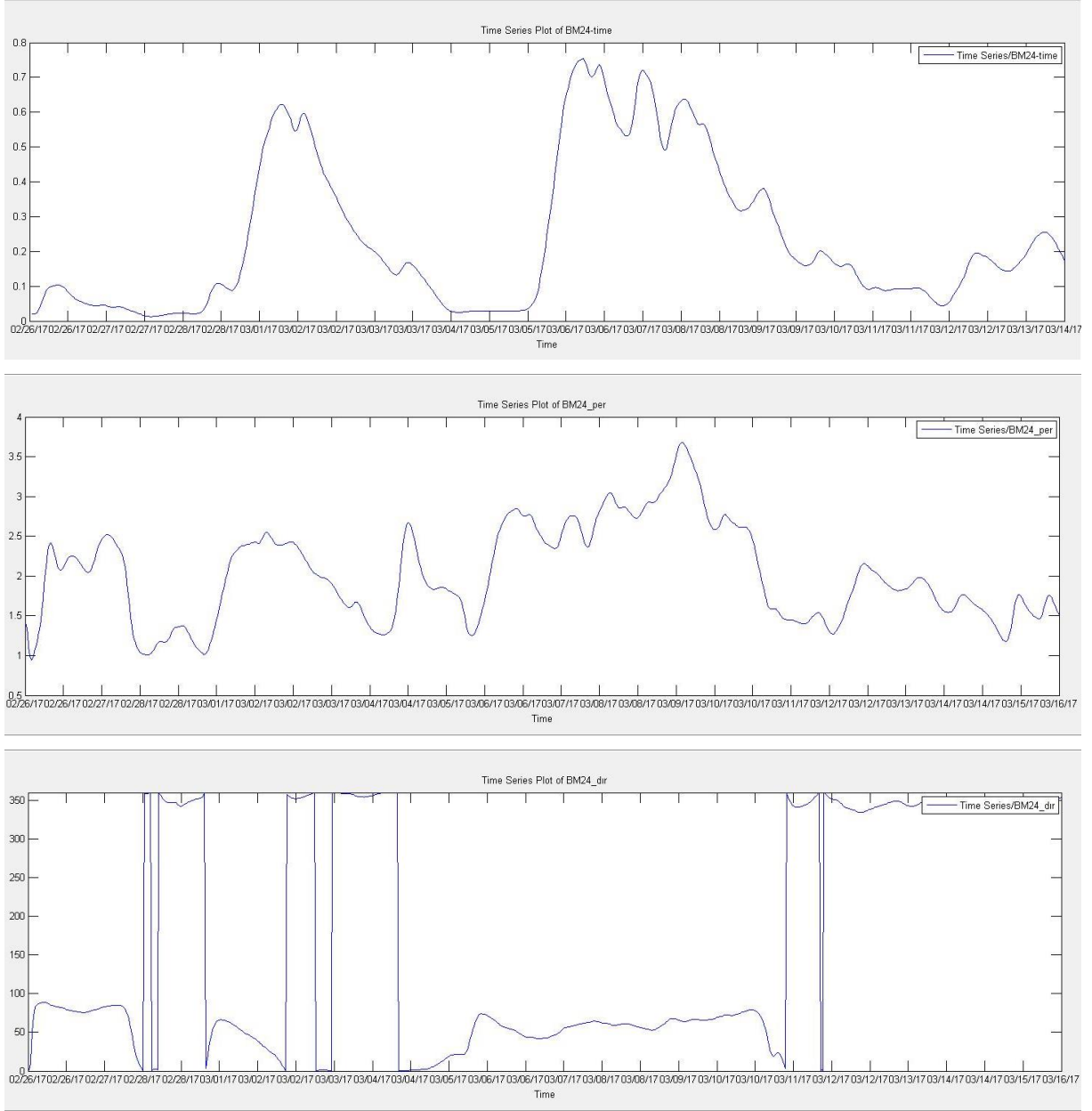
Bu saate ait Ege geneli ve saha çalışması alanı için elde edilen dalga yüksekliği haritaları Şekil 72'de gösterilmektedir.



Şekil 72. 6-3-2017 saat 11:00 için Ege ve B. Menderes açıklarında dalga yükseklikleri

Şekil 73'te ise saha çalışması sırasında veri alınan BM24 kodlu koordinata ait dalga yüksekliği, periyodu ve yönü ile ilgili sonuçlar gösterilmektedir. Açık deniz trendlerinin yansıdığı bu noktada dalganın yaşadığı transformasyona bağlı olarak yüksekliğinde belirli oranda azalma gözlenmektedir. 6 Mart dönemi sırasında 60-70cmlik dalgalar modellenmiş, saha çalışmaları sırasında ise 10cm'lik dalgalar (gözlemlerle benzeşen) dalga yükseklikleri hesaplanmıştır. Dönemdeki dalga periyotları 1-2sn arasında olup, rüzgar dalgaları özelliğini göstermektedir. 6 Mart sırasında gözlenen dalgaların yönü Güney-Güney-Batı doğrultusundadır. Bu durum uzun

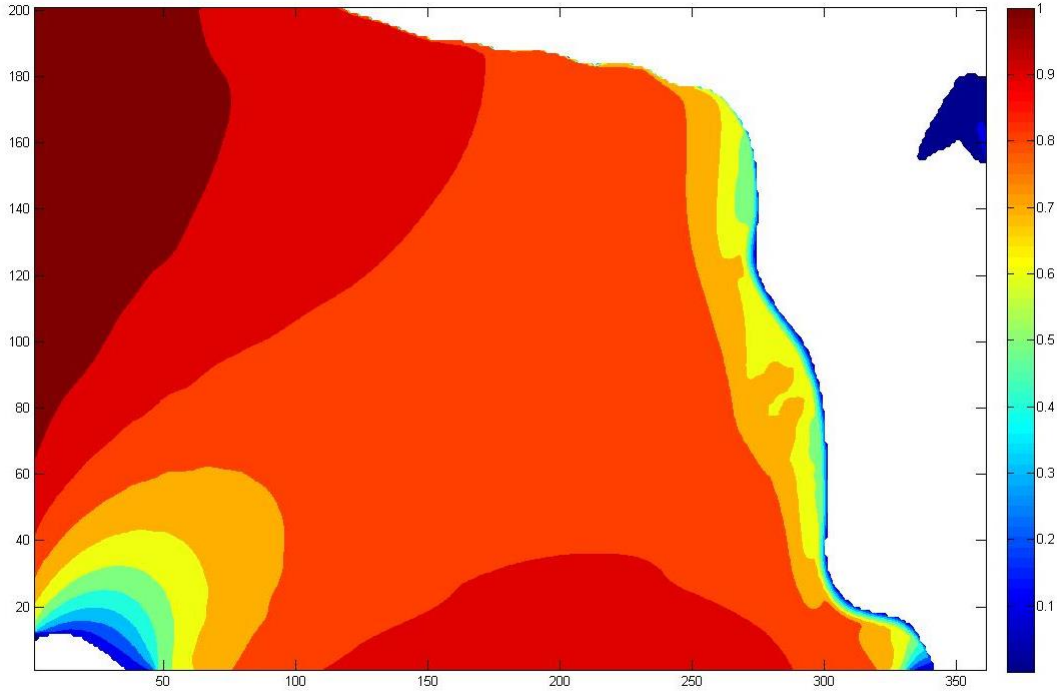
dönemli dalga istatistikleri ile de (yilda 10 saat gözlenen etken dalgaların GGB yönlü ve ortalama 1 metre olması) uyuşmaktadır.



Şekil 73. BM24 noktası için dalga yüksekliği, periyodu ve yönü

B.Menderes nehir ağzına en yakın alanı kapsayan ve ayrıntılı batimetre için yapılmış dalga yüksekliği model sonucu ise yine 6 Mart 2017 saat 11:00 için aşağıda verilmektedir (Şekil 74). Özellikle B.Menderes açıklarında bulunan Eşek Adası'nın (Agathonis) dalga enerjisini sönmülemeedeki etkisi görülmektedir. Bu ada sayesinde gelen dalga yükseklikleri bir miktar

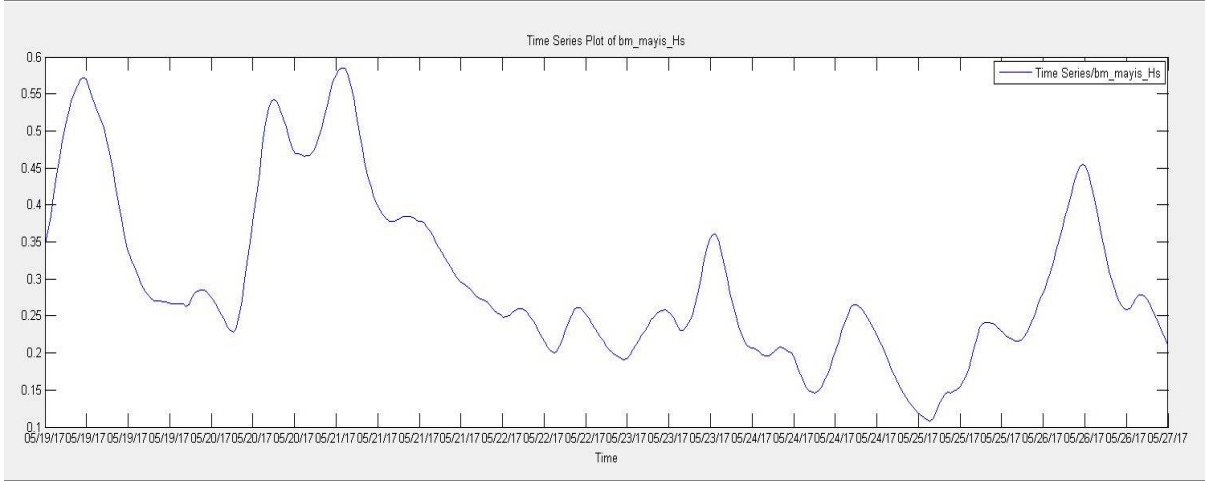
azalmaktadır.



Şekil 74. B.Menderes yakın alan ayrıntılı batimetre için dalga yüksekliği (6 Mart 2017 11:00)

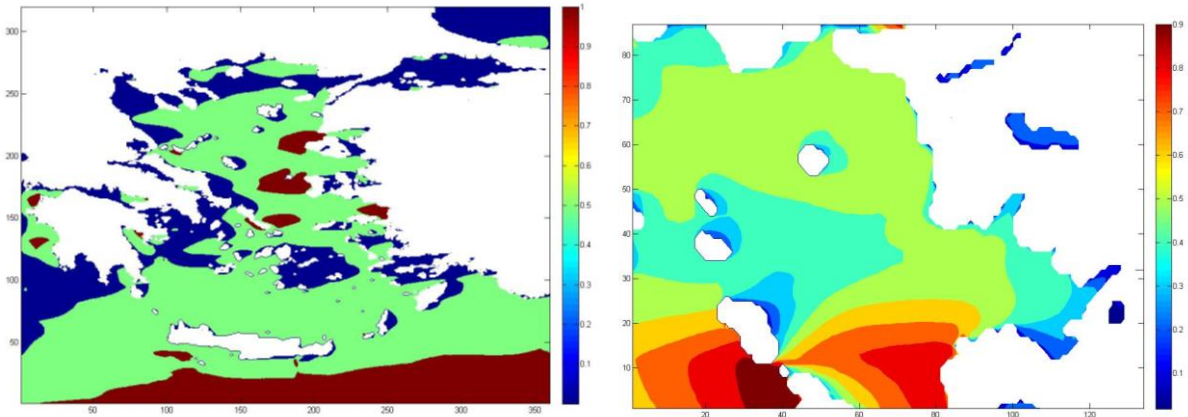
#### **Mayıs 2017 – B. Menderes:**

B. Menderes çalışma alanında ikinci veriler 23-24 Mayıs 2017 tarihleri arasında toplanmıştır. Bu çalışma dönemi için SWAN sayısal dalga modeli ile 19-26 Mayıs 2017 tarihleri arasındaki dalga özellikleri CFSRv2 1 saatlik rüzgar veri seti ile modellenmiştir. Saatlik ve yarım saatlik zaman ölçeklerinde model sonuçları elde edilmiş olup, saha çalışması sırasındaki örnek dalga özellikleri ile saha çalışması öncesinde alanda gözlenen yüksek enerjili deniz ortamını yansıtan haritalar sunulmaktadır. B.Menderes açıklarında seçilen nokta için yapılan model çalışması sonunda elde edilen derin deniz dalga yükseklikleri (19-26 Mayıs 2017) Şekil 75'te verilmektedir. Bu grafikten görüldüğü üzere saha çalışmasından 2 gün önce bölgede 50cm yüksekliğinde dalgaların gözlemlendiği bir dönem yaşanmıştır. Saha çalışması sırasında ise deniz oldukça sakin (gözlemler ile uyumlu olarak ortalama 10cm lik dalga yüksekliği).



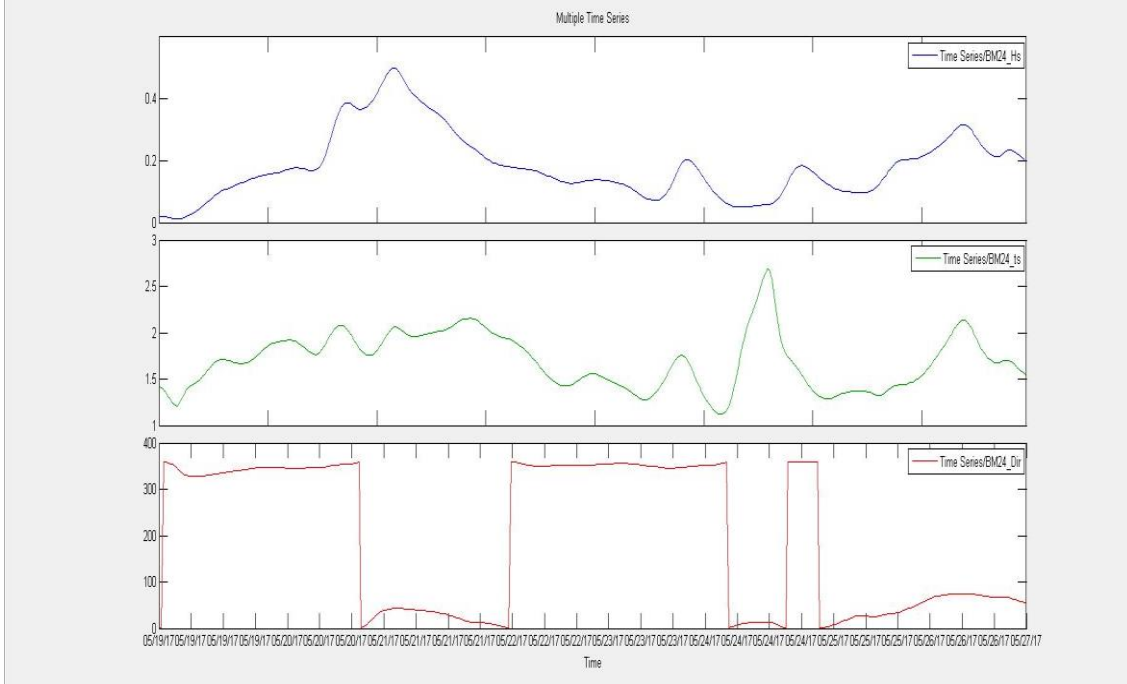
Şekil 75. 21 Mayıs 2017 saat 04:00'de model çalışması süresince elde edilen en yüksek dalga yüksekliği (58cm) modellenmiştir.

Bu saate ait Ege geneli ve saha çalışması alanı için elde edilen dalga yüksekliği haritaları Şekil 76'da gösterilmektedir.



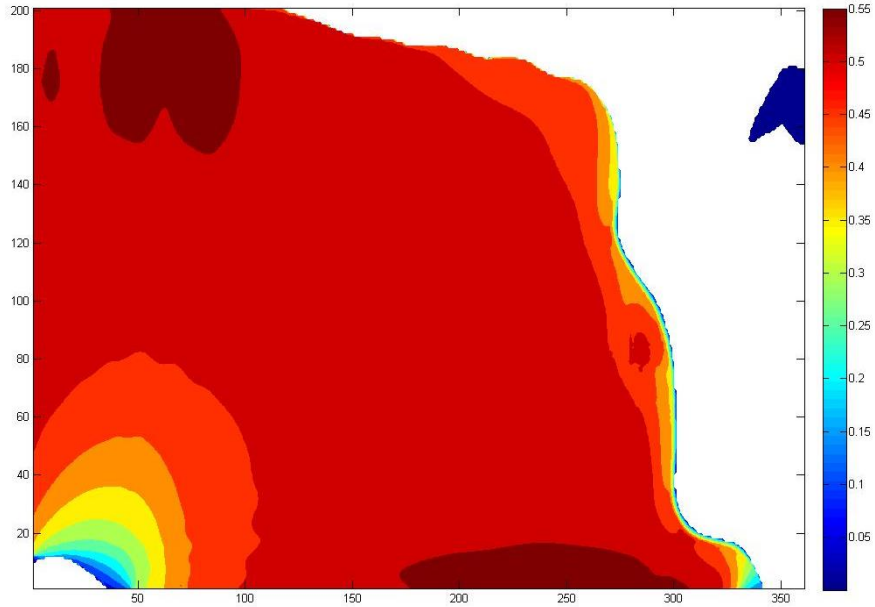
Şekil 76. 21 Mayıs 2017 saat 4:00 için Ege ve B. Menderes açıklarında dalga yükseklikleri

Şekil 77'de ise saha çalışması sırasında veri alınan BM24 kodlu koordinata ait dalga yüksekliği, periyodu ve yönü ile ilgili sonuçlar gösterilmektedir. Açık deniz trendlerinin yansıdığı bu noktada dalganın yaşadığı transformasyona bağlı olarak yüksekliğinde belirli oranda azalma gözlenmektedir. 21 Mayıs dönemi sırasında 45cm'lik dalgalar modellenmiş, saha çalışmaları sırasında ise 10cm'lik dalgalar (gözlemlerle benzeşen) dalga yükseklikleri hesaplanmıştır. Dönemdeki dalga periyotları 2sn olup, rüzgar dalgaları özelliğini göstermektedir. 21 Mayıs sırasında gözlenen dalgaların yönü Batı doğrultusundadır. Bu durum ilkbahar aylarında artan Batı yönlü rüzgarların bir yansıması olup, uzun dönemli dalga istatistikleri ile de (yılda 50 saat gözlenen B yön – sıklıkla gözlenebilir) uyumaktadır.



Şekil 77. BM24 noktası için dalga yüksekliği, periyodu ve yönü

B.Menderes nehir ağzına en yakın alanı kapsayan ve ayrıntılı batimetre için yapılmış dalga yüksekliği model sonucu ise yine 21 Mayıs 2017 saat 04:00 için aşağıda verilmektedir. Dalgaların Batıdan gelmesi sonucu B.Menderes açıklarında bulunan Eşek Adası'nın (Agathonis) dalga enerjisini sönmülemdeki etkisi bu günlerde görülmemektedir (Şekil 78).

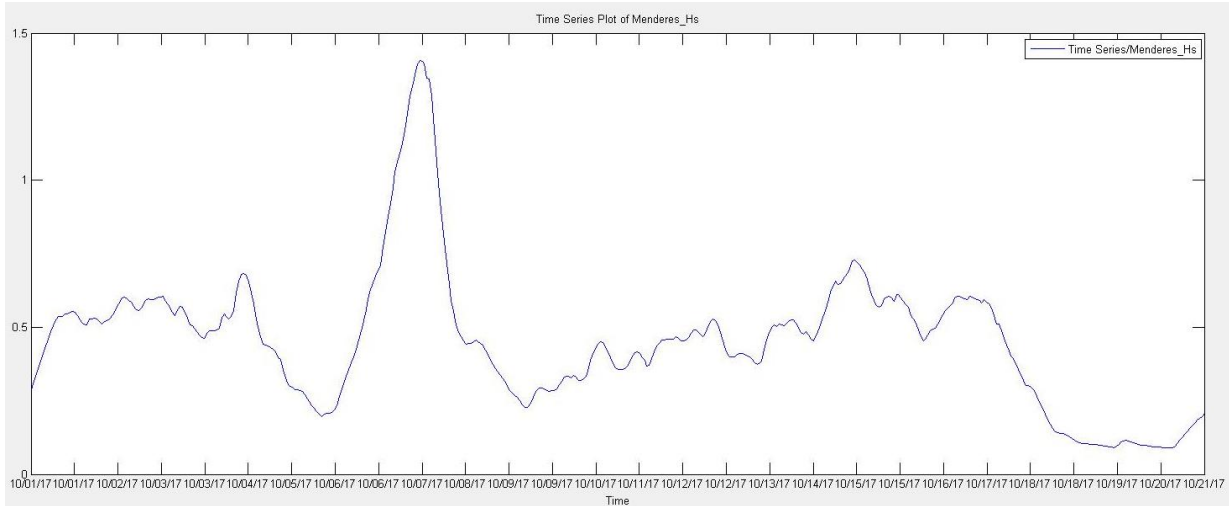


Şekil 78. B.Menderes yakın alan ayrıntılı batimetre için dalga yüksekliği (21 Mayıs 2017 04:00)



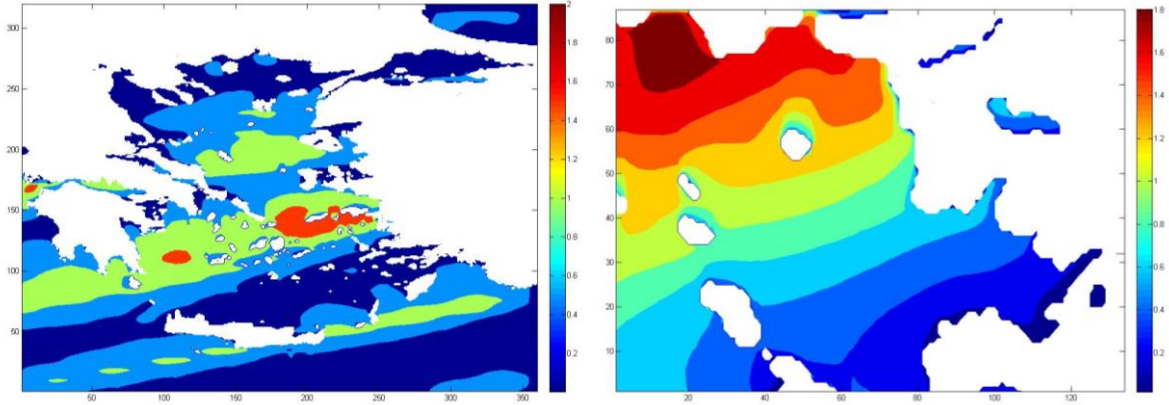
### Ekim 2017 – B. Menderes:

B. Menderes çalışma alanında son veriler ise 18-19 Ekim 2017 tarihleri arasında toplanmıştır. Bu çalışma dönemi için SWAN sayısal dalga modeli ile 1-22 Ekim 2017 tarihleri arasındaki dalga özellikleri CFSRv2 1 saatlik rüzgar veri seti ile modellenmiştir. Saatlik ve yarım saatlik zaman ölçeklerinde model sonuçları elde edilmiş olup, saha çalışması sırasındaki örnek dalga özellikleri ile saha çalışması öncesinde alanda gözlenen yüksek enerjili deniz ortamını yansıtan haritalar sunulmaktadır. B.Menderes açıklarında seçilen nokta için yapılan model çalışması sonunda elde edilen derin deniz dalga yükseklikleri (1-22 Ekim 2017) Şekil 79'da verilmektedir. Bu grafikten görüldüğü üzere saha çalışmasından iki hafta öncesine kadar deniz oldukça sakin kalmıştır. Ancak 5-9 Ekim 2017 tarihleri arasında bölgede 1.5m'lik dalgaların gözlemlendiği yüksek enerjili bir dönem yaşanmıştır. Saha çalışması sırasında ise deniz oldukça sakin (gözlemler ile uyumlu olarak ortalama 10cm'lik dalga yüksekliği).



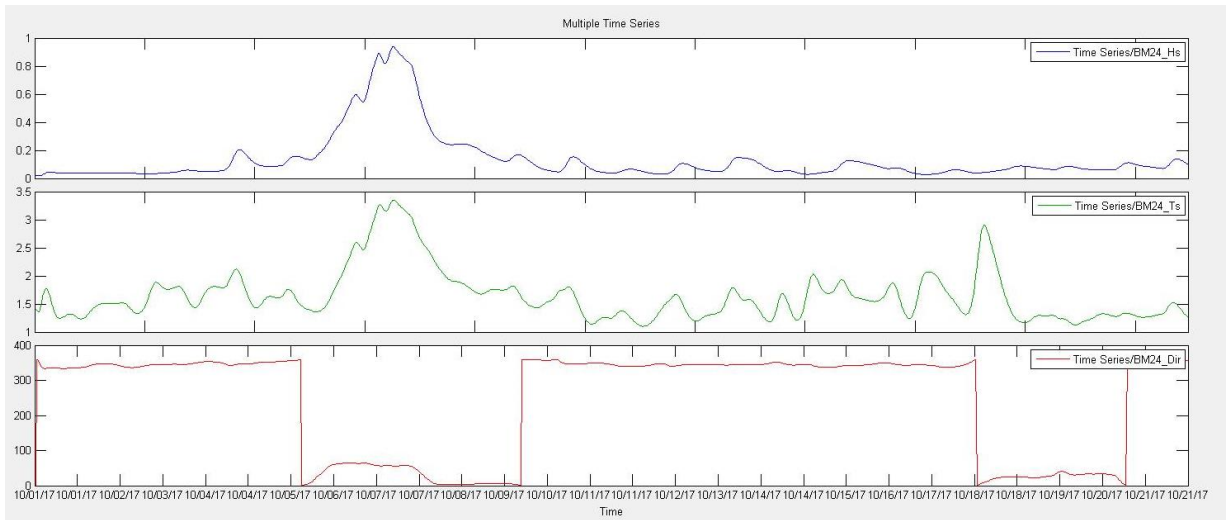
Şekil 79. 7 Ekim 2017 saat 15:00'de model çalışması süresince elde edilen en yüksek dalga yüksekliği (1,4m) modellenmiştir.

Bu saate ait Ege geneli ve saha çalışması alanı için elde edilen dalga yüksekliği haritaları Şekil 80'de gösterilmektedir.



Şekil 80. 7 Ekim 2017 saat 15:00 için Ege ve B. Menderes açıklarında dalga yükseklikleri

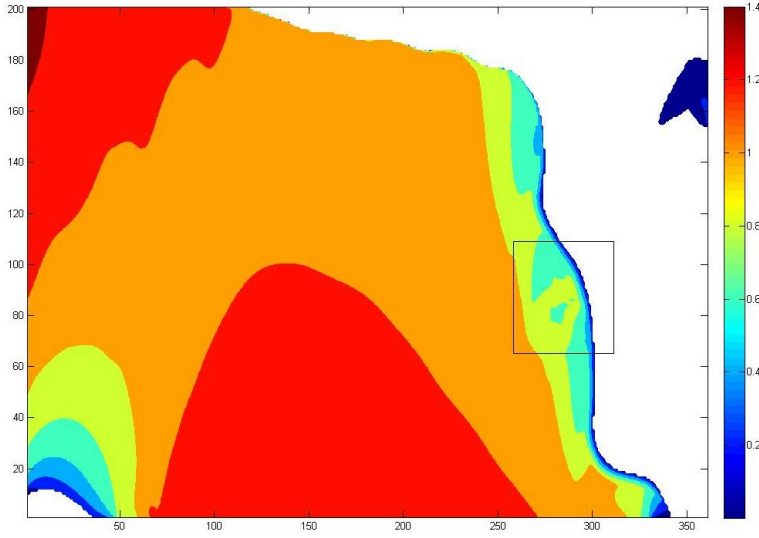
Şekil 81'de ise saha çalışması sırasında veri alınan BM24 kodlu koordinata ait dalga yüksekliği, periyodu ve yönü ile ilgili sonuçlar gösterilmektedir. Açık deniz trendlerinin yansıdığı bu noktada dalganın yaşadığı transformasyona bağlı olarak yüksekliğinde belirli oranda azalma gözlenmektedir. 7 Ekim dönemi sırasında 1 metreye yakın dalgalar modellenmiş, saha çalışmaları sırasında ise 10cm'lik dalgalar (gözlemlerle benzeşen) dalga yükseklikleri hesaplanmıştır. Dönemdeki dalga periyotları 3-3.5sn arasında olup, rüzgar dalgaları özelliğini göstermektedir. 7 Ekim sırasında gözlenen dalgaların yönü Güney-Güney-Batı doğrultusundadır. Bu durum uzun dönemli dalga istatistikleri ile de (yılda 10saat gözlenen etken dalgaların GGB yönlü ve ortalama 1 metre olması) uyuşmaktadır (BKZ TabloXX).



Şekil 81. BM24 noktası için dalga yüksekliği, periyodu ve yönü

B.Menderes nehir ağzına en yakın alanı kapsayan ve ayrıntılı batimetre için yapılmış dalga yüksekliği model sonucu ise yine 7 Ekim 2017 saat 15:00 için aşağıda verilmektedir (Şekil 82). Gelen dalgaların daha Güneyli dalgalar olması nedeniyle B.Menderes açıklarında bulunan

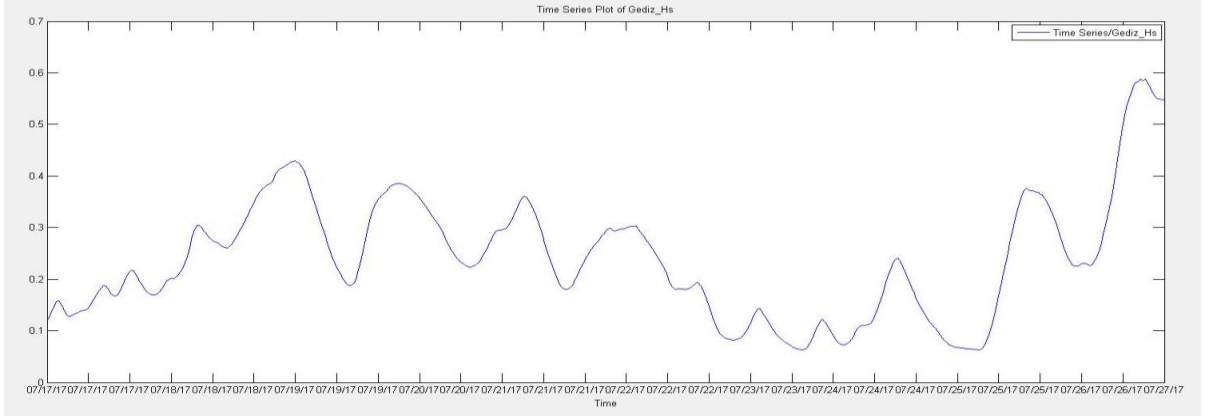
Eşek Adası'nın (Agathonis) dalga enerjisini sönmülemdeki etkisi düşük kalmıştır. Ayrıntılı batimetre sayesinde alandaki batimetrenin dalga yüksekliğine etkisi (birikmeye bağlı sığlaşmanın etkisi) siyah kare ile belirlenen alanda görülmektedir. Burada modellenen dalga yüksekliklerinin belirgin şekilde alandaki değişiminin sedimen formları üzerindeki etkisinin olup olmadığı proje içerisinde değerlendirilmiştir.



Şekil 82. B.Menderes yakın alan ayrıntılı batimetre için dalga yüksekliği (7 Ekim 2017 15:00)

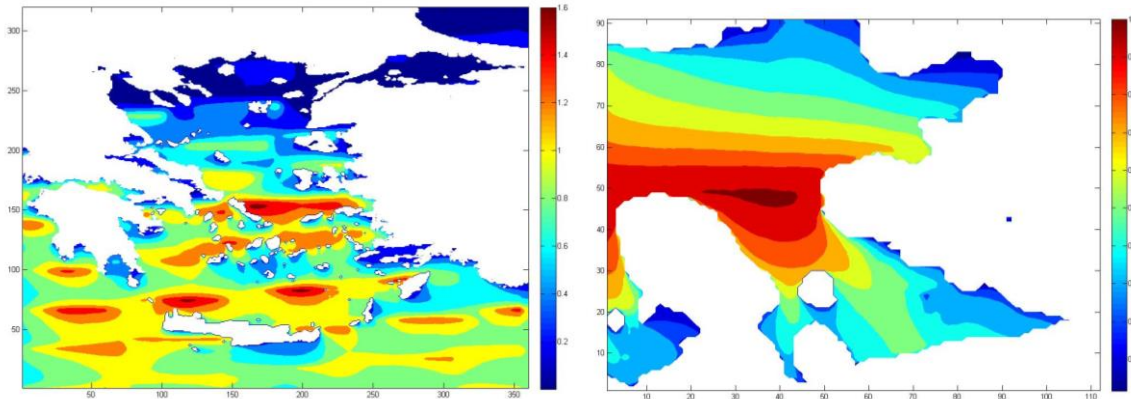
### **Temmuz 2017 – Gediz:**

Gediz çalışma alanında ilk veriler 25 Temmuz 2017 tarihinde toplanmıştır. Bu çalışma dönemi için SWAN sayısal dalga modeli ile 17-26 Temmuz 2017 tarihleri arasındaki dalga özellikleri CF SRv2 1 saatlik rüzgar veri seti ile modellenmiştir. Saatlik ve yarım saatlik zaman ölçeklerinde model sonuçları elde edilmiş olup, saha çalışması sırasındaki örnek dalga özellikleri ile saha çalışması öncesinde alanda gözlenen yüksek enerjili deniz ortamını yansıtan haritalar sunulmaktadır. Gediz açıklarında seçilen nokta için yapılan model çalışması sonunda elde edilen derin deniz dalga yükseklikleri (17-26 Temmuz 2017) Şekil 83'te verilmektedir. Bu grafikten görüldüğü üzere saha çalışmasından bir hafta önce bölgede düzenli olarak ortalama 30 cm'lik dalgaların gözlemlendiği bir dönem yaşanmıştır. Saha çalışması sırasında (25 Temmuz günü) ise deniz oldukça sakin (10cm'in altında dalga yüksekliği) ancak çalışmanın da erken bitmesine neden olacak şekilde deniz hızla kabarmış ve modele de bu durum yansımıştır (25 Temmuz akşam itibarıyla dalga yüksekliklerinin 60 cm civarına çıkması)



Şekil 83. Gediz açıklarında seçilen nokta için yapılan model çalışması sonunda elde edilen derin deniz dalga yükseklikleri

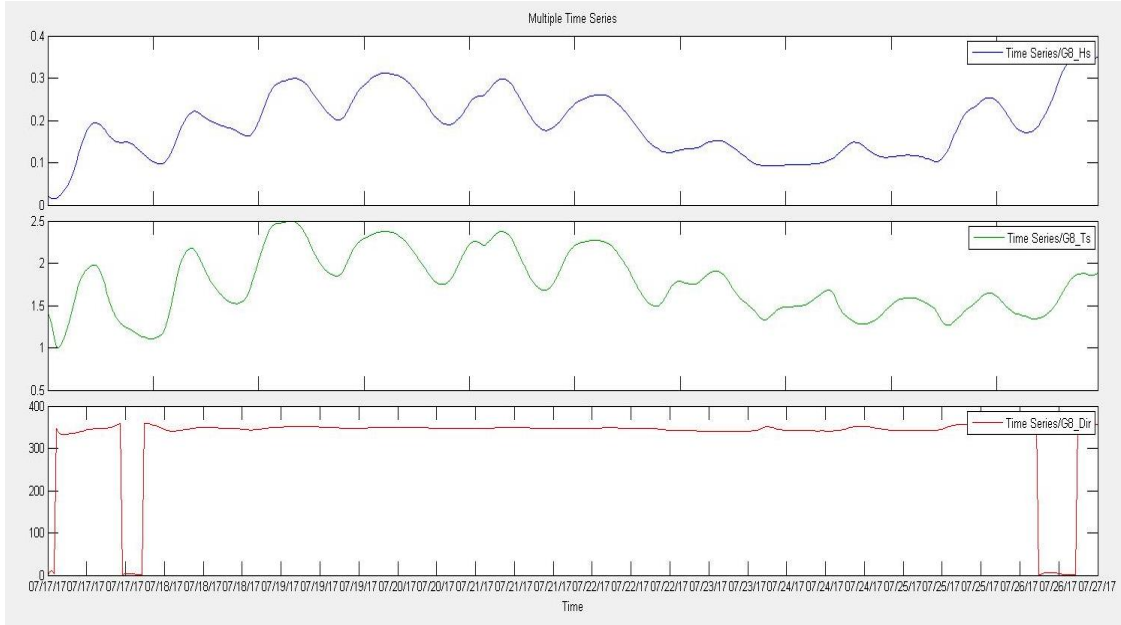
Saha çalışmasından önceki dönemi tanımlamak için 19 Temmuz 2017 saat 06:00'ya ait veriler burada değerlendirilmiştir. 19 Temmuz 2017 saat 06:00'da model çalışması süresince elde edilen en yüksek dalga yüksekliği (45cm) modellenmiştir. Bu saate ait Ege geneli ve saha çalışması alanı için elde edilen dalga yüksekliği haritaları Şekil 84'te gösterilmektedir.



Şekil 84. 19 Temmuz 2017 saat 06:00 için Ege ve Gediz açıklarında dalga yükseklikleri

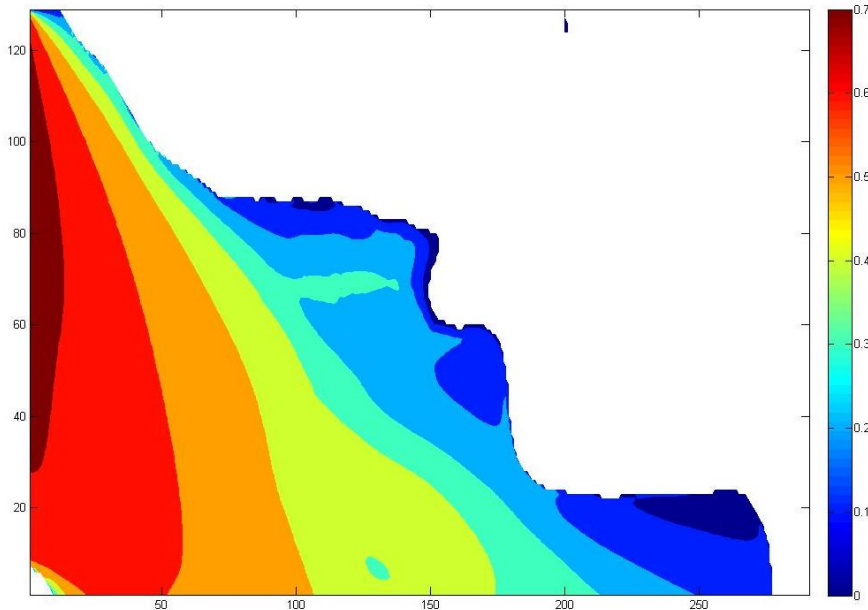
Şekil 85'te ise saha çalışması sırasında veri alınan G08 kodlu koordinata ait dalga yüksekliği, periyodu ve yönü ile ilgili sonuçlar gösterilmektedir. Nehir ağzına yakın olan yaklaşık 5 metre derinliğindeki bu noktada hem deltanın lokasyonu hem de dalganın yaşadığı transformasyona bağlı olarak dalga yüksekliğinde yarı oranda azalma gözlenmektedir. Bu dönem sırasında ortalama 25cm'lik dalgalar modellenmiş, saha çalışmaları sırasında ise 10cm'lik dalgalar (gözlemlerle benzeşen) dalga yükseklikleri hesaplanmıştır. Dönemdeki dalga periyotları 1-2sn arasında olup, rüzgar dalgaları özelliğini göstermektedir. Tüm dönem sırasında gözlenen dalgalar Batı'dan gelmektedir. Bu durum uzun dönemli dalga istatistikleri ile de (yılıda 100 saat

gözlenen etken dalgaların B yönlü ve ortalama 40cm olması) uyuşmakta ve bölge için sıklıkla gözlenmektedir.



Şekil 85. G08 noktası için dalga yüksekliği, periyodu ve yönü

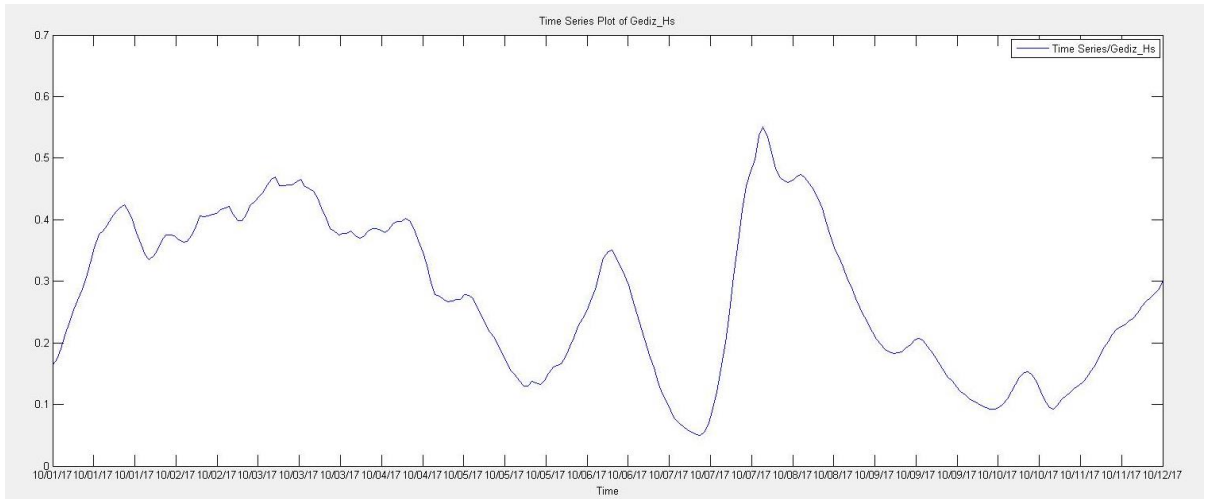
Gediz nehir ağzına en yakın alanı kapsayan ve ayrıntılı batimetre için yapılmış dalga yüksekliği model sonucu ise yine 19 Temmuz 2017 saat 06:00 için aşağıda verilmektedir. Özellikle Gediz nehir ağzının kuzeyinin kara ile çevrelenmiş olması, açık deniz dalgalarının sahaya ulaşmasını oldukça engellemektedir. Bu nedenle gelen dalga yükseklikleri ciddi oranda azalmaktadır (Şekil 86).



Şekil 86. Gediz yakın alan ayrıntılı batimetre için dalga yüksekliği (19 Temmuz 2017 06:00)

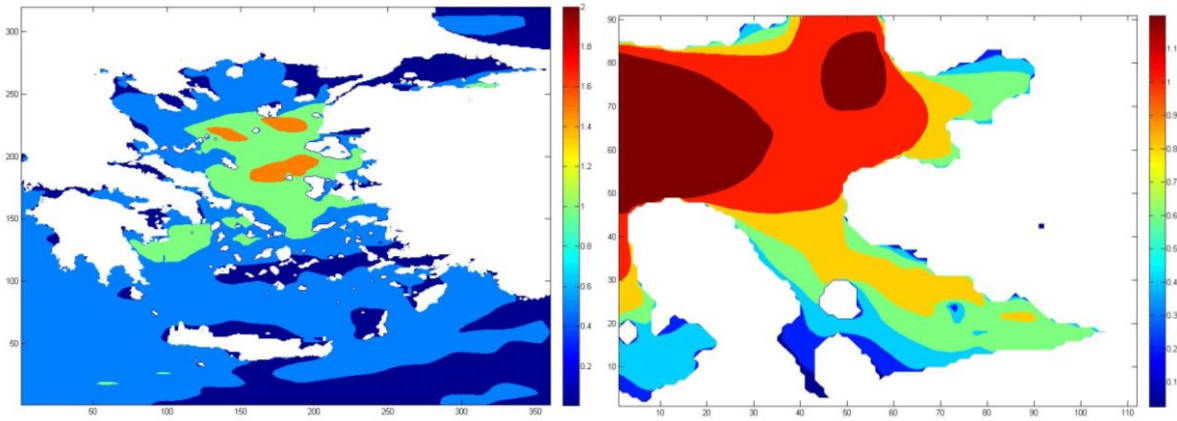
### Ekim 2017 – Gediz:

Gediz çalışma alanında sonraki veriler 9-10 Ekim 2017 tarihleri arasında toplanmıştır. Bu çalışma dönemi için SWAN sayısal dalga modeli ile 1-12 Ekim 2017 tarihleri arasındaki dalga özellikleri CFSRv2 1 saatlik rüzgar veri seti ile modellenmiştir. Saatlik ve yarım saatlik zaman ölçeklerinde model sonuçları elde edilmiş olup, saha çalışması sırasındaki örnek dalga özellikleri ile saha çalışması öncesinde alanda gözlenen yüksek enerjili deniz ortamını yansıtan haritalar sunulmaktadır. Gediz açıklarında seçilen nokta için yapılan model çalışması sonunda elde edilen derin deniz dalga yükseklikleri (1-12 Ekim 2017) Şekil 87’de verilmektedir. Bu grafikten görüldüğü üzere saha çalışmasından hemen önce 7-8 Ekim 2017 tarihlerinde bölgede 60cm’e yaklaşan dalgaların gözlemlendiği bir dönem yaşanmıştır. Bu hava olayı B. Menderes bölgesinde 6-7 Ekim 2017’de gözlenen hava olayının devamıdır. Saha çalışması sırasında ise deniz sakinidir (gözlemler ile uyumlu olarak ortalama 15cmlik dalga yüksekliği).



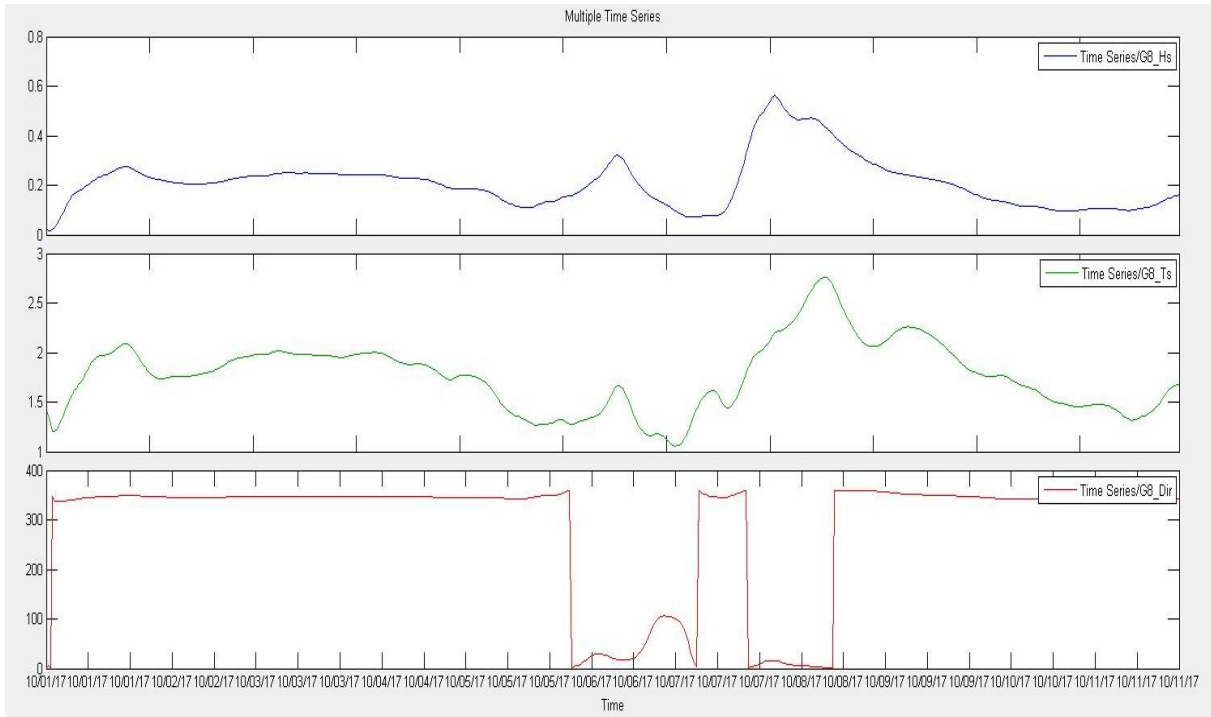
Şekil 87. Gediz bölgesi derin deniz dalga yükseklikleri (1-12 Ekim 2017)

8 Ekim 2017 saat 01:00’de model çalışması süresince elde edilen en yüksek dalga yüksekliği (55cm) modellenmiştir. Bu saate ait Ege geneli ve saha çalışması alanı için elde edilen dalga yüksekliği haritaları Şekil 88’de gösterilmektedir.



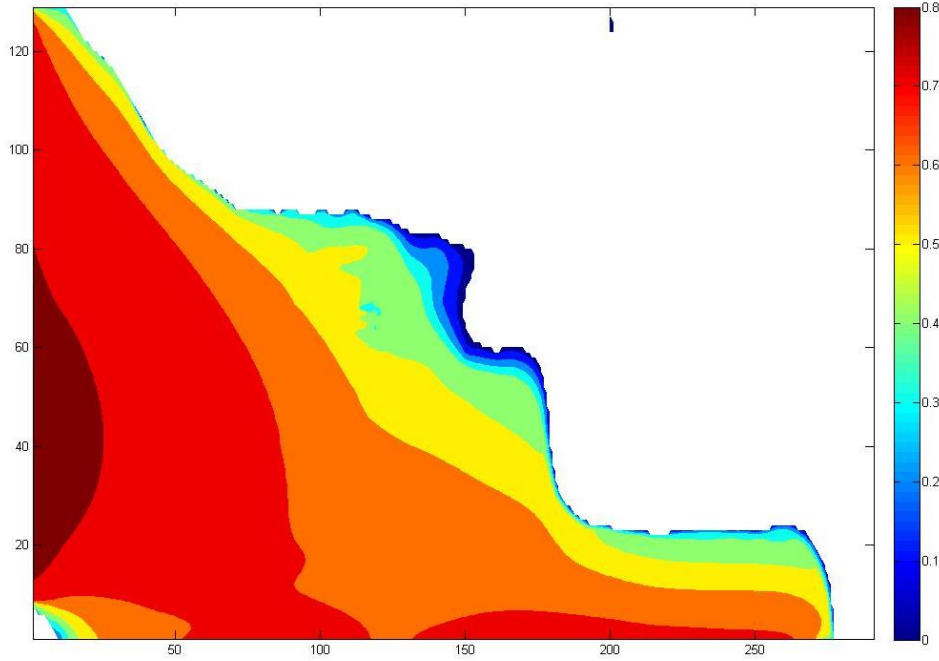
Şekil 88. 8 Ekim 2017 saat 01:00 için Ege ve Gediz açıklarında dalga yükseklikleri

Şekil 89'da ise saha çalışması sırasında veri alınan G08 kodlu koordinata ait dalga yüksekliği, periyodu ve yönü ile ilgili sonuçlar gösterilmektedir. Nehir ağzına yakın olan yaklaşık 5 metre derinliğindeki bu noktada hem deltanın lokasyonu hem de dalganın yaşadığı transformasyona bağlı olarak dalga yüksekliğinde belirli oranda azalma gözlenmektedir. Bu dönem sırasında ortalama 45cmlik dalgalar modellenmiş, saha çalışmaları sırasında ise 10cm'lik dalgalar (gözlemlerle benzeşen) dalga yükseklikleri hesaplanmıştır. Dönemdeki dalga periyotları 2-2,5 sn arasında olup, rüzgar dalgaları özelliğini göstermektedir. Tüm dönem sırasında gözlenen dalgalar Batı'dan gelmektedir. Bu durum uzun dönemli dalga istatistikleri ile de (yılıda 50 saat gözlenen etken dalgaların B yönlü ve ortalama 40cm olması) uyuşmaktadır.



Şekil 89. G08 noktası için dalga yüksekliği, periyodu ve yönü

Gediz nehir ağzına en yakın alanı kapsayan ve ayrıntılı batimetre için yapılmış dalga yüksekliği model sonucu ise yine 8 Ekim 2017 saat 01:00 için aşağıda verilmektedir. Derin denizden gelen dalgaların daha yüksek enerjiye sahip olması nedeniyle Gediz nehir ağzının kuzeyinde kalan burnun etkisi daha az kalmıştır (Şekil 90).



Şekil 90. Gediz yakın alan ayrıntılı batimetre için dalga yüksekliği (8 Ekim 2017 saat 01:00)

#### 4.3 Sediment Form Tipleri, Morfolojisi ve Alansal Dağılımları

##### Büyük Menderes Sediment Formları:

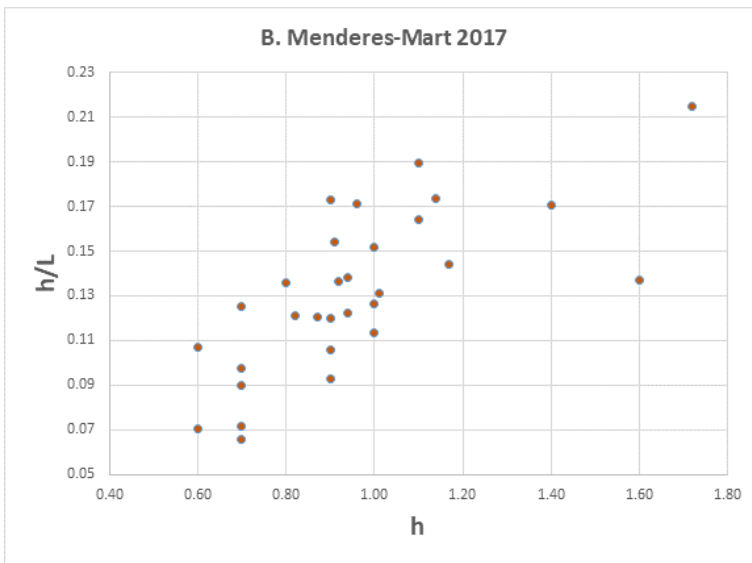
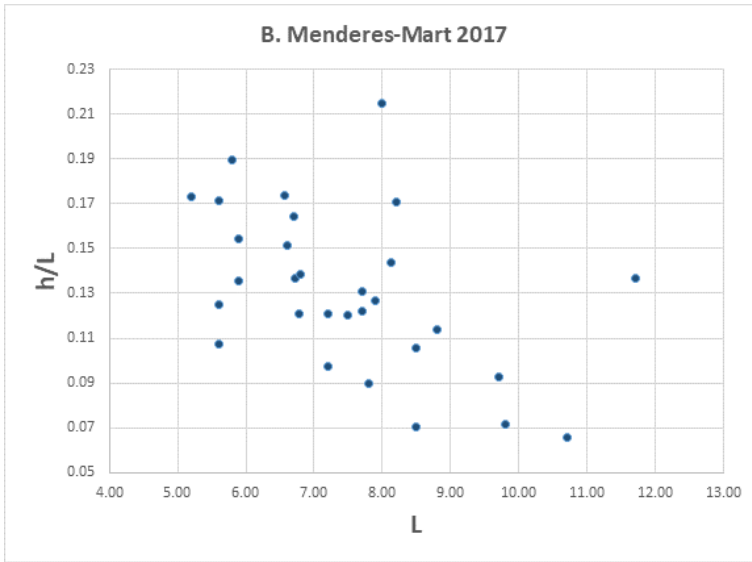
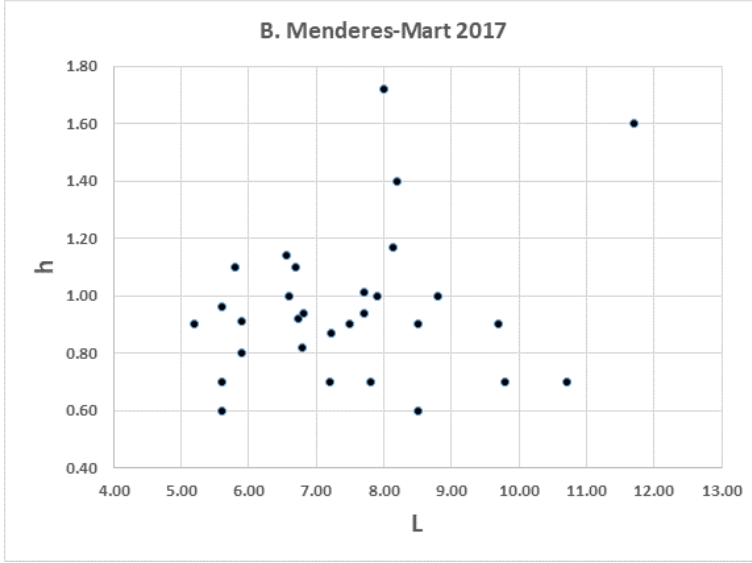
Büyük Menderes çalışma alanında Mart, Mayıs ve Ekim aylarında yapılan yerinde ölçümlerle dalgacık yükseklik (h) ve uzunlukları (L) ile ilgili veriler elde edilmiş, bu veriler kullanılarak h/L oranları hesaplanmıştır (Tablo 32). Tablodan da görüleceği üzere 4,15-14,31 cm aralığında dalgacık boyları ölçülmüş, yükseklikler ise 0,43-2,28 cm arasında değişmektedir. En büyük dalgacık formları Ekim döneminde tespit edilmiştir. h-L, h/L-L ve h/L-h grafikleri her dönem için Şekil 91, 92 ve 93'te verilmiştir.

Ek-3'te her istasyondan verilen ölçüm görüntülerinden de görüldüğü üzere dalgacık formları oldukça küçük ve genelde simetrik veya simetriğe yakın parabolik yapılar göstermektedir. Dalgacıkların desen yapılarına ait çizimler ise Ek-4'te verilmiştir. Dalgacık desenlerinin lokal olarak farklılıklar göstermesine rağmen çok karmaşık yapılar görülmemektedir.

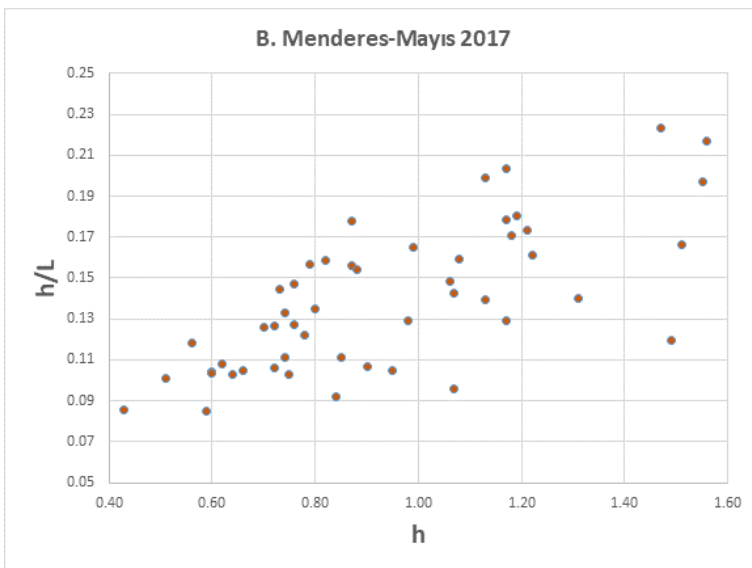
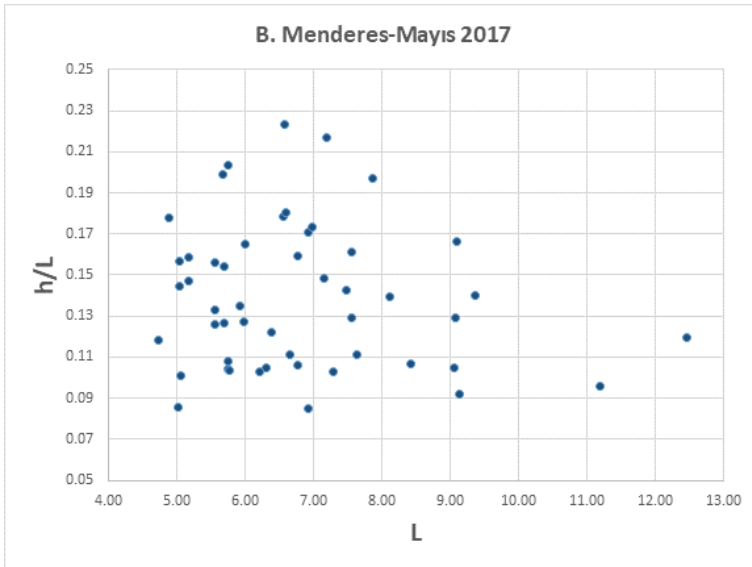
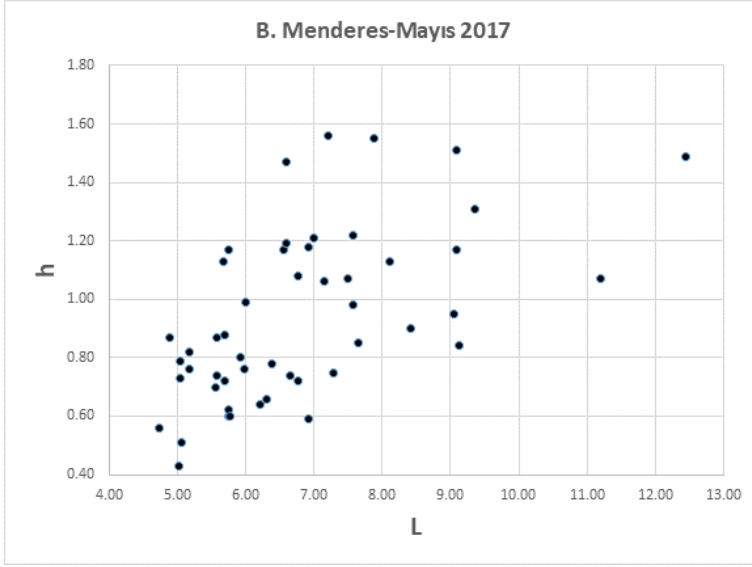


Tablo 32. Büyük Menderes dalgacık yükseklik ve uzunlukları (N: her dönem için yapılan okuma sayısı, ST DEV: standart sapma, VAR: varyans)

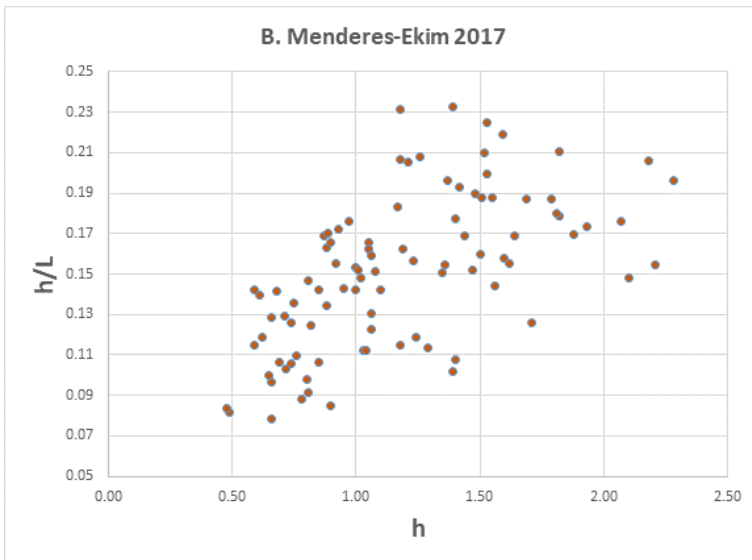
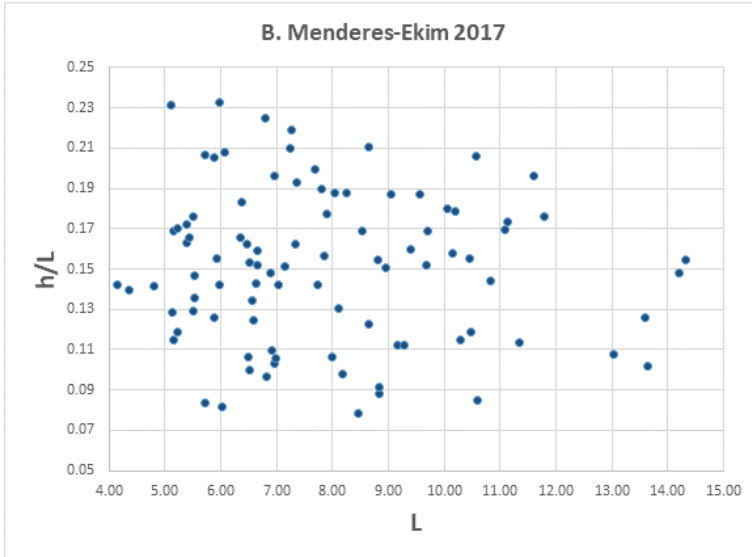
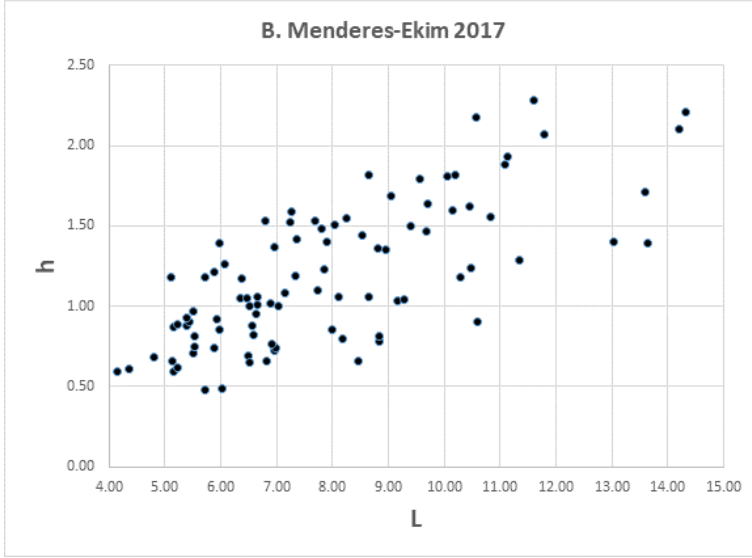
		L	h	h/L	
<b>Büyük Menderes</b>	<b>Mart</b>	<b>N</b>	58	34	30
		<b>MIN</b>	4.20	0.60	0.07
		<b>MAX</b>	11.70	1.72	0.22
		<b>AVE</b>	6.97	0.95	0.13
		<b>ST DEV</b>	1.53	0.25	0.04
		<b>VAR</b>	2.33	0.06	0.0013
	<b>Mayıs</b>	<b>N</b>	50	50	50
		<b>MIN</b>	4.73	0.43	0.09
		<b>MAX</b>	12.45	1.56	0.22
		<b>AVE</b>	6.80	0.94	0.14
		<b>ST DEV</b>	1.62	0.29	0.03
		<b>VAR</b>	2.62	0.08	0.0012
	<b>Ekim</b>	<b>N</b>	93.00	93.00	93.00
		<b>MIN</b>	4.15	0.48	0.08
		<b>MAX</b>	14.31	2.28	0.23
		<b>AVE</b>	7.89	1.19	0.15
		<b>ST DEV</b>	2.33	0.43	0.04
		<b>VAR</b>	5.44	0.19	0.0014



Şekil 91. Büyük Menderes Mart dönemi dalgacık formları h-L dağılım ve ilişkileri



Şekil 92. Büyük Menderes Mayıs dönemi dalgacık formları h-L dağılım ve ilişkileri



Şekil 93. Büyük Menderes Ekim dönemi dalgacık formları h-L dağılım ve ilişkileri

### Gediz Sediment Formları:

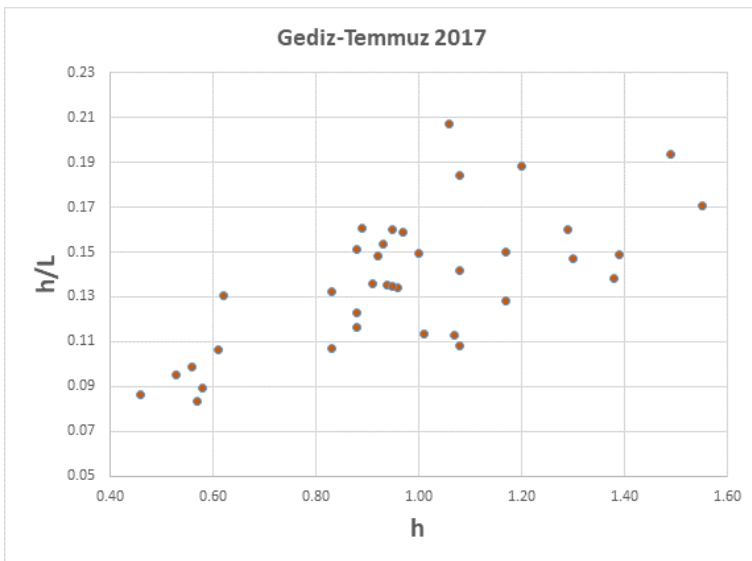
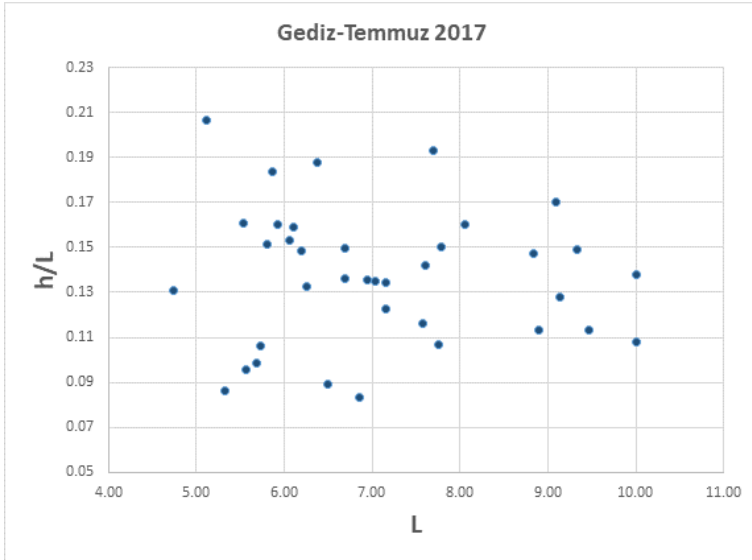
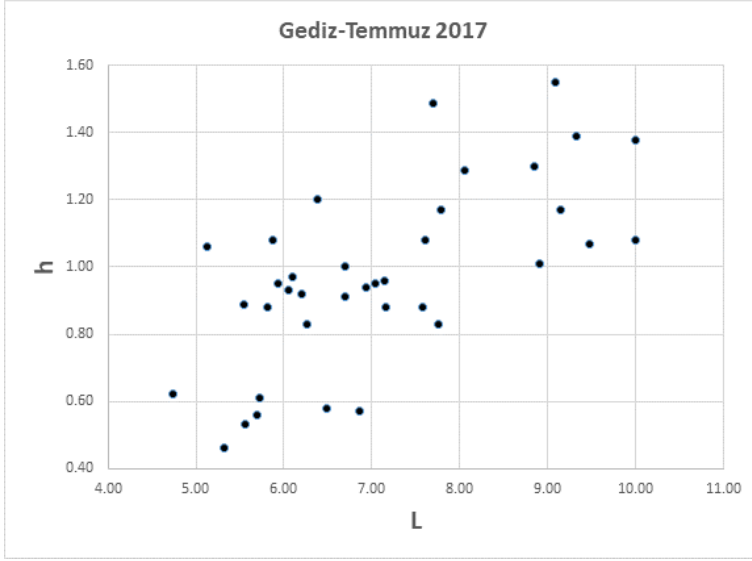
Gediz çalışma alanında Büyük Menderes'e oranla dalgacık yakalama başarısı düşük olmuştur. İki dönemde yapılan ölçümlerde dalgacık yükseklikleri 0,46-2,34 cm arasında, uzunlukları ise 3,59-10,80 cm arasında ölçülmüştür (Tablo 33). Büyük dalgacık formları burada da Ekim döneminde görülmüştür. h-L, h/L-L ve h/L-h grafikleri her dönem için Şekil 94 ve 95'te verilmiştir.

Ek-3'te her istasyondan verilen ölçüm görüntülerinden görüldüğü üzere, dalgacık formları Büyük Menderes'e oranla biraz daha küçük ve yine genelde simetrik veya simetriğe yakın parabolik yapılar göstermektedir.

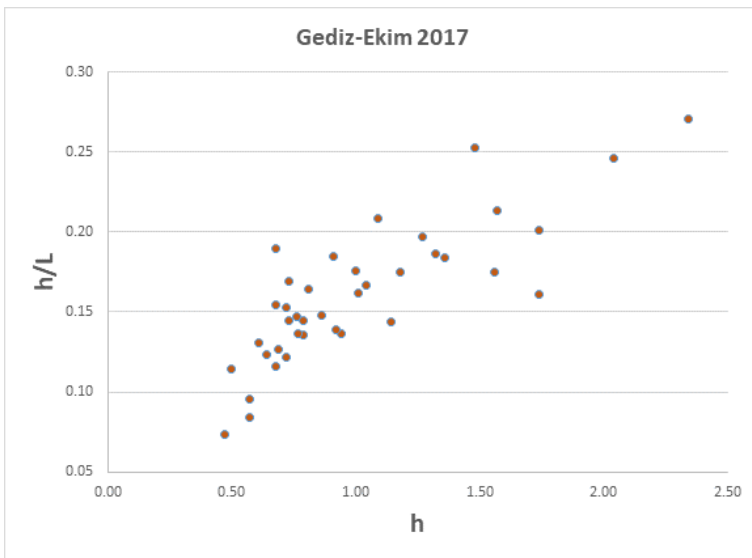
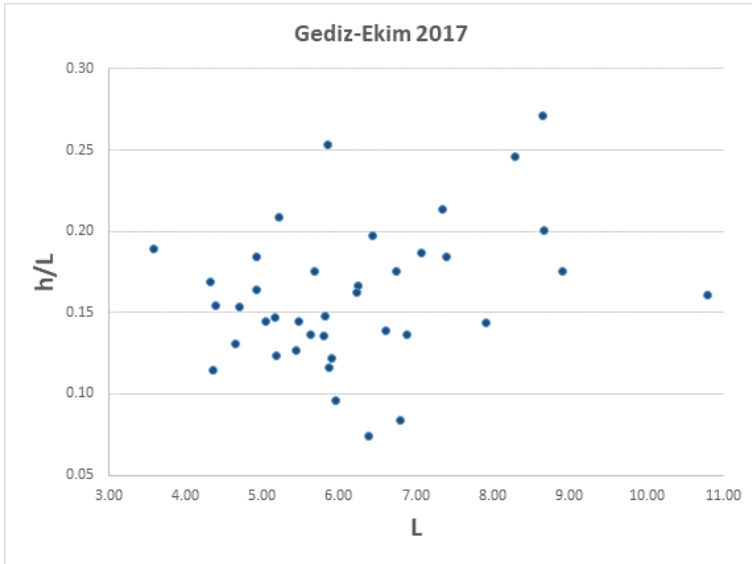
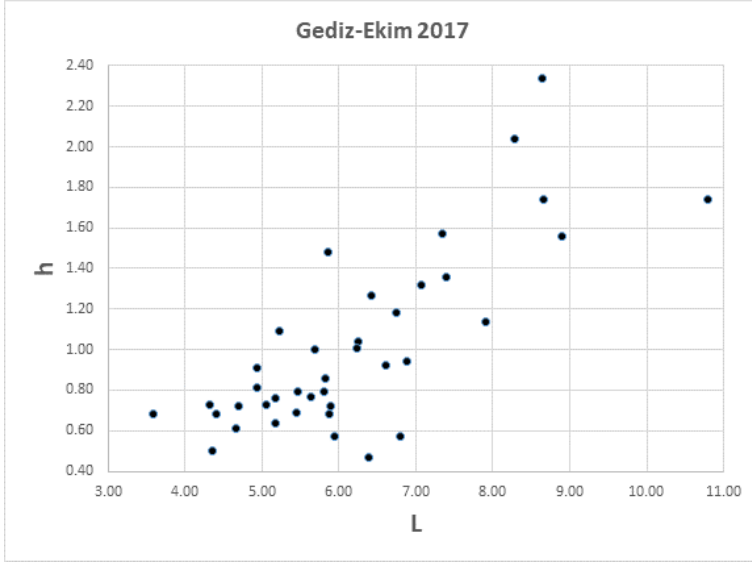
Dalgacıkların desen yapılarına ait çizimler ise Ek-4'te verilmiştir. Dalgacık desenlerinin lokal olarak farklılıklar göstermesine rağmen çok karmaşık yapılar görülmemektedir.

Tablo 33. Gediz dalgacık yükseklik ve uzunlukları (N: her dönem için yapılan okuma sayısı, ST DEV: standart sapma, VAR: varyans)

		L			
		L	h	h/L	
Gediz	Temmuz	N	37	37	37
		MIN	4.74	0.46	0.08
		MAX	10.00	1.55	0.21
		AVE	7.10	0.97	0.14
		ST DEV	1.45	0.27	0.03
		VAR	2.09	0.07	0.0009
	Ekim	N	39	39	39
		MIN	3.59	0.47	0.07
		MAX	10.80	2.34	0.27
		AVE	6.19	1.01	0.16
		ST DEV	1.49	0.44	0.04
		VAR	2.21	0.19	0.0018



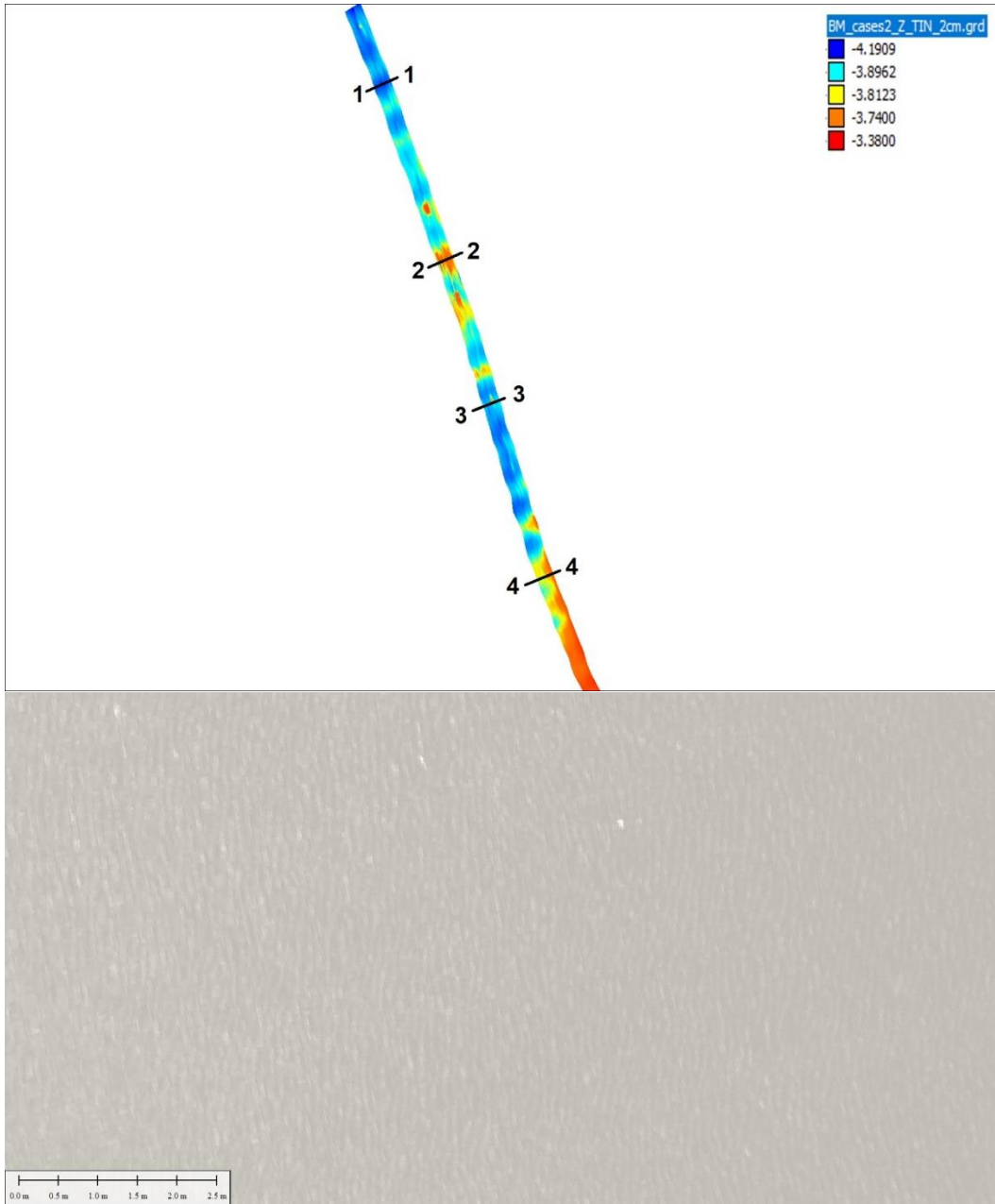
Şekil 94. Gediz Temmuz dönemi dalgacık formları  $h$ - $L$  dağılım ve ilişkileri



Şekil 95. Gediz Ekim dönemi dalgacık formları  $h$ - $L$  dağılım ve ilişkileri

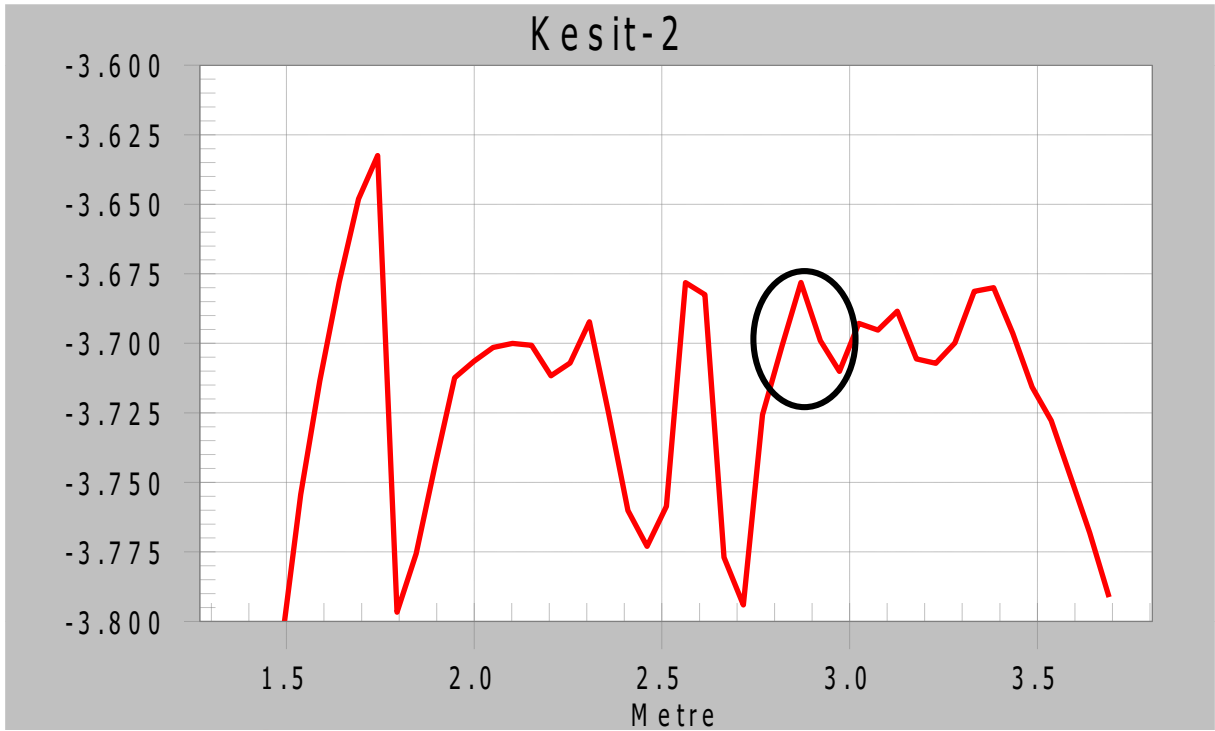
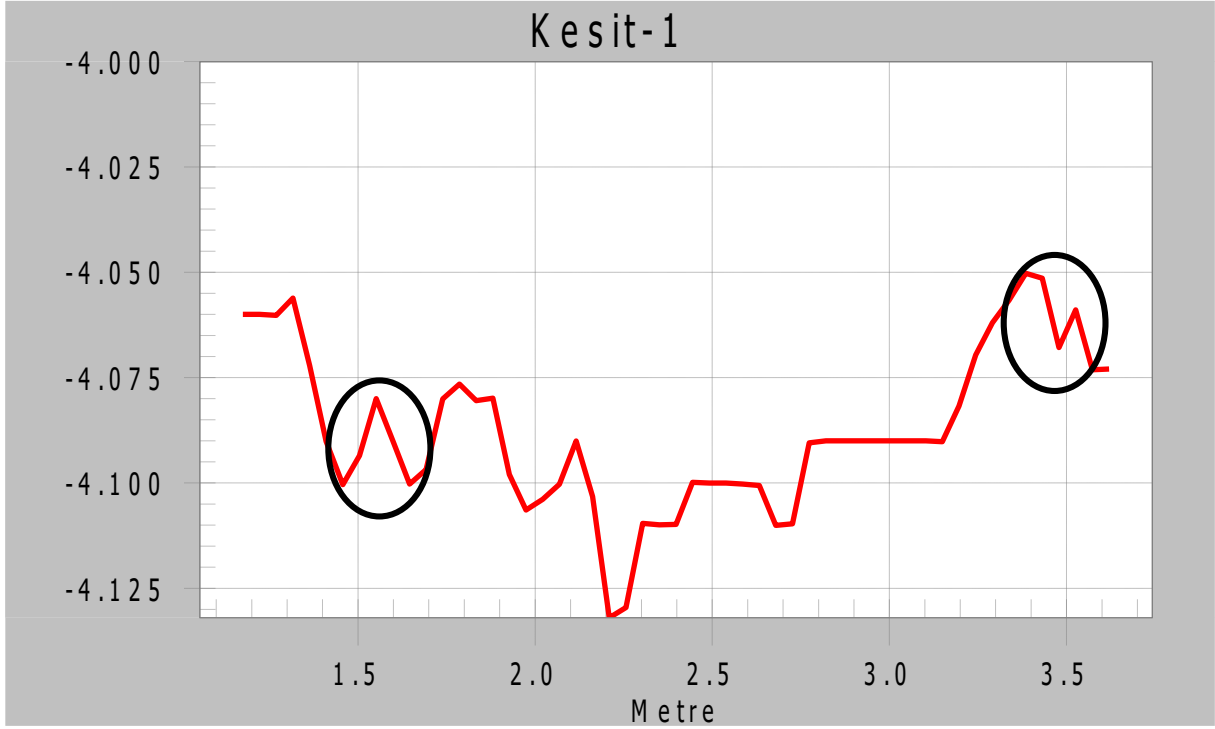
### Akustik Çalışma Bulguları:

Batimetri verileri, karşılaşılan dalgacık formlarının çok küçük olmasından dolayı tek başına güvenilir bir sonuç vermemektedir. Bu nedenle, yerinde ölçüm verileri büyük önem kazanmaktadır. Batimetri verileri, dalış çalışmaları ile tespit edilen alanlarda değerlendirilerek varlığı bilinen dalgacıklar ve yapılan ölçümler dikkate alınmıştır. BM-S7 istasyonu yakınından eş zamanlı alınan batimetri ve sonar görüntüleri (Şekil 96) incelenip yüksek çözünürlükte kesitleri alındığı (Şekil 97) zaman dalgacık formlarının h ve L değerlerine yakın formların yer aldığı görülmektedir. Fakat kesitlerde, dalgacık yapılarında süreklilik olmaması batimetri verilerinin bu kadar küçük yapılarda güvenilir kullanılmasını kısıtlamaktadır.

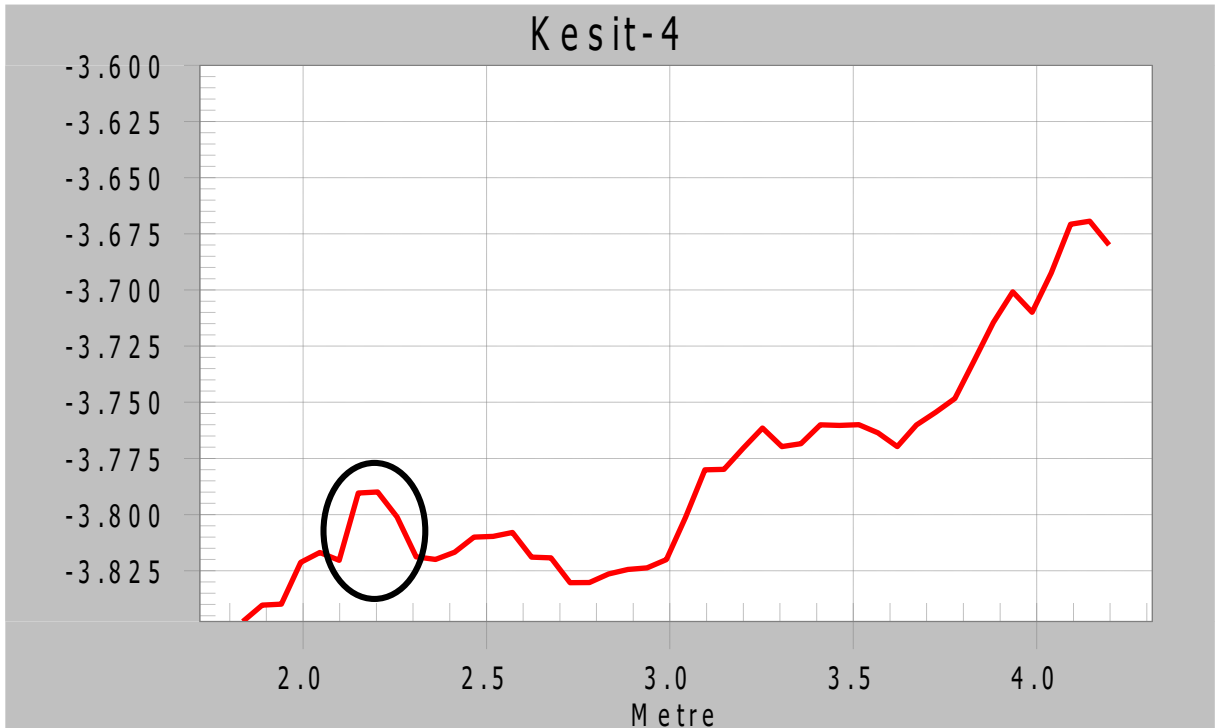
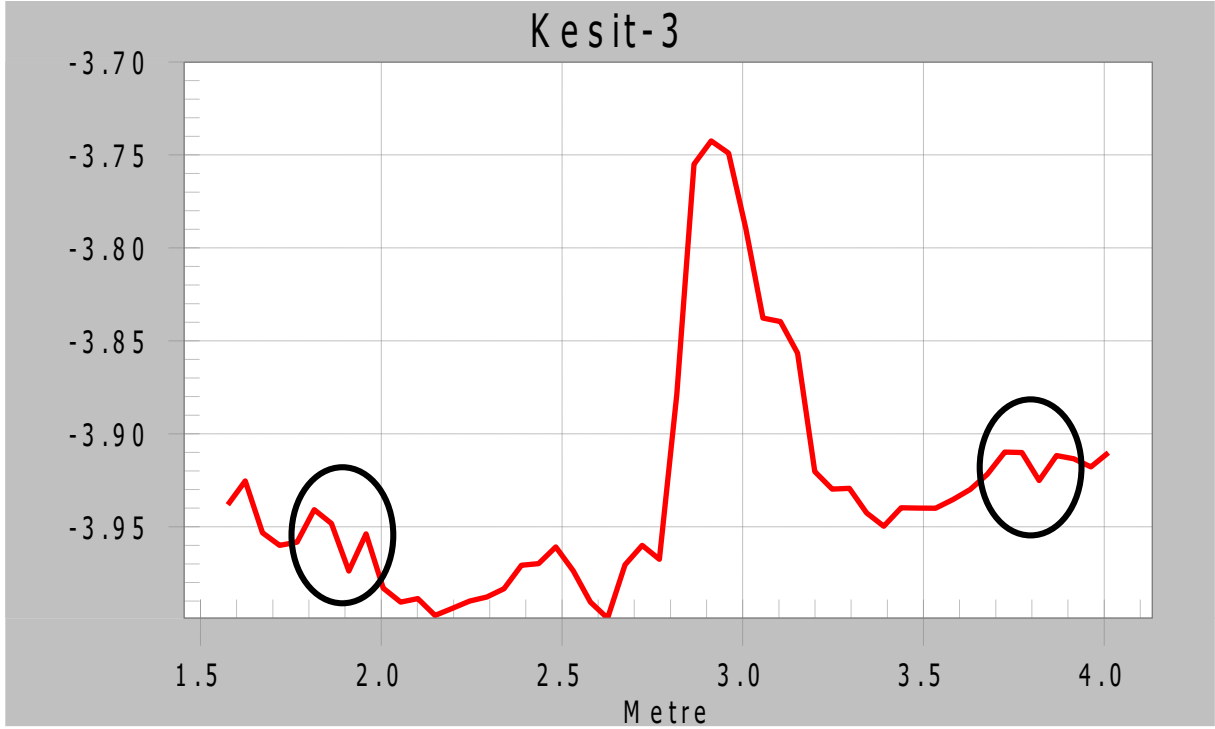


Şekil 96. Büyük Menderes BM-S7 istasyonu batimetri verisi (üstte) ve sonar görüntüsü (altta)



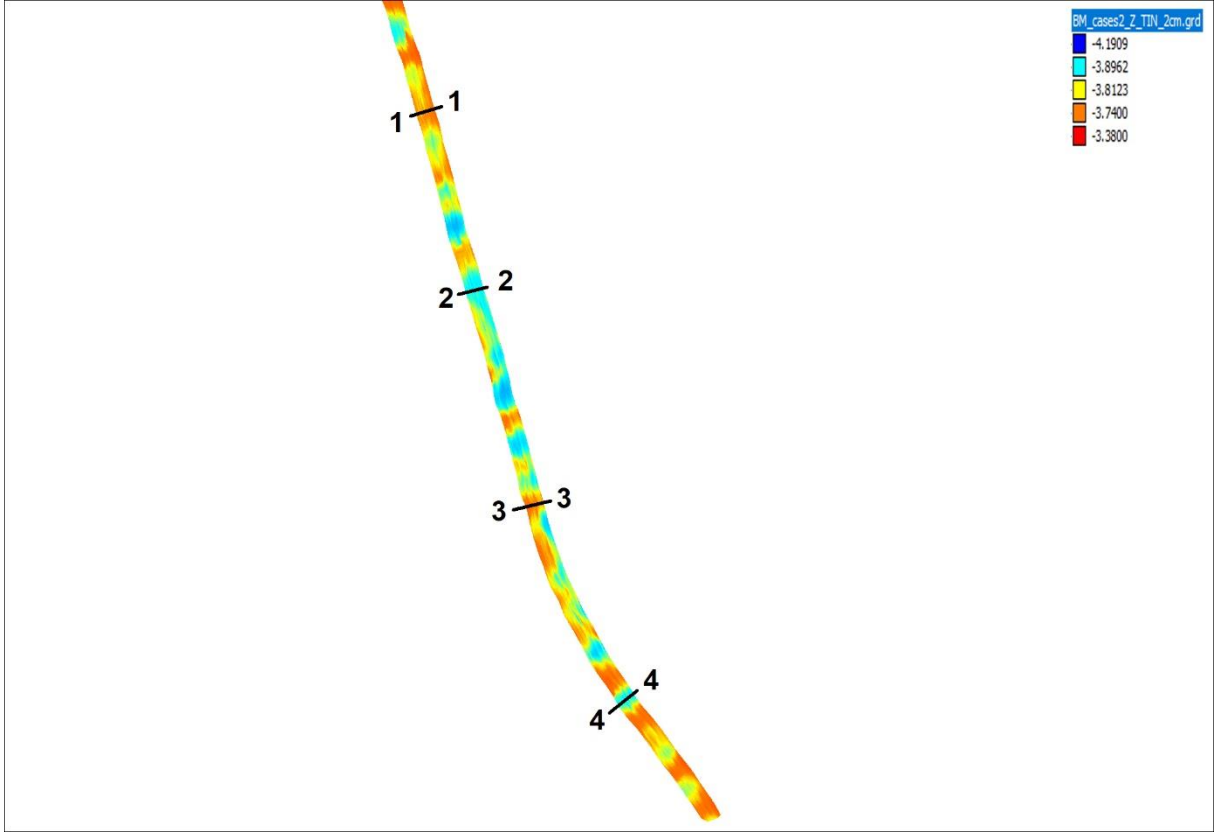


Şekil 97. Büyük Menderes BM-S7 istasyonu kesitleri

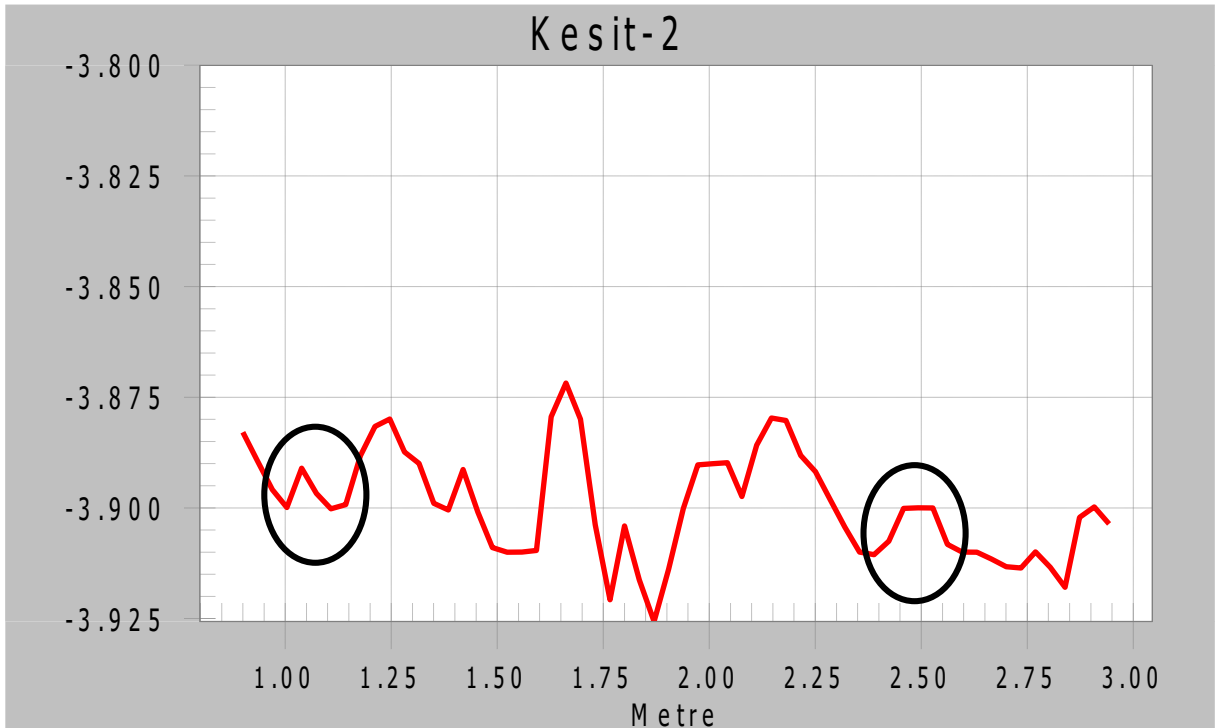
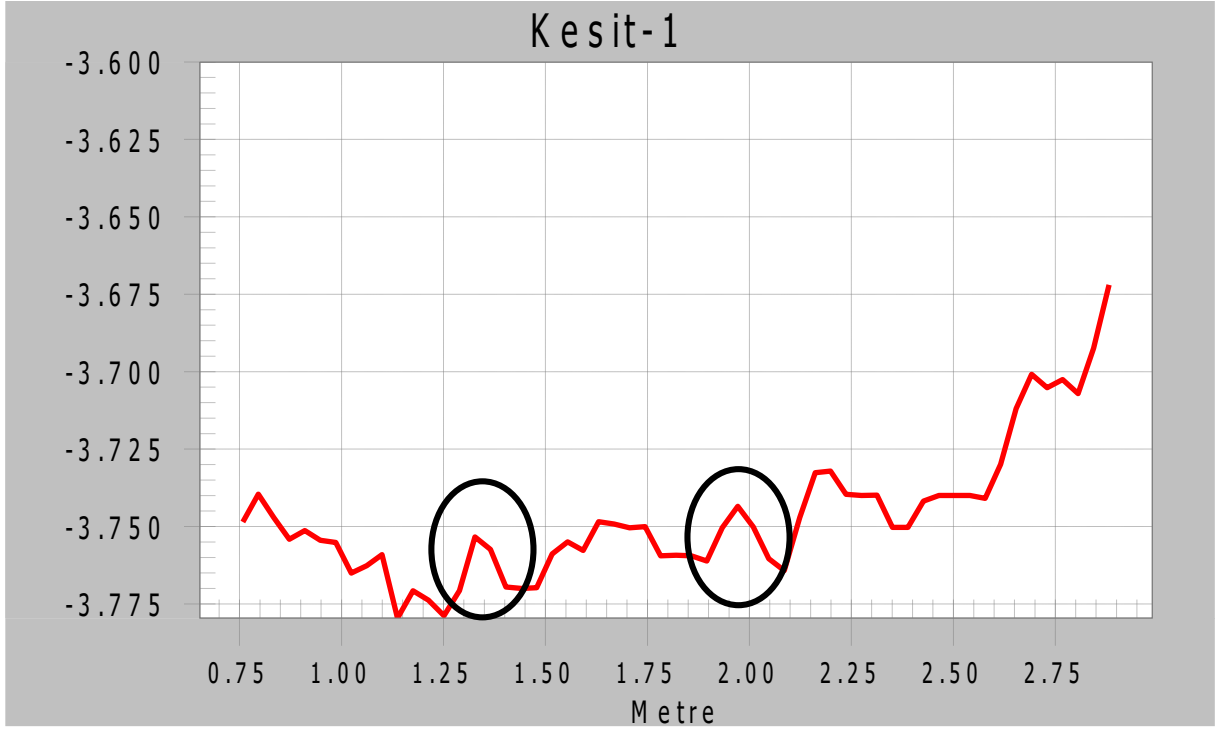


Şekil 97. Büyük Menderes BM-S7 istasyonu kesitleri (devam)

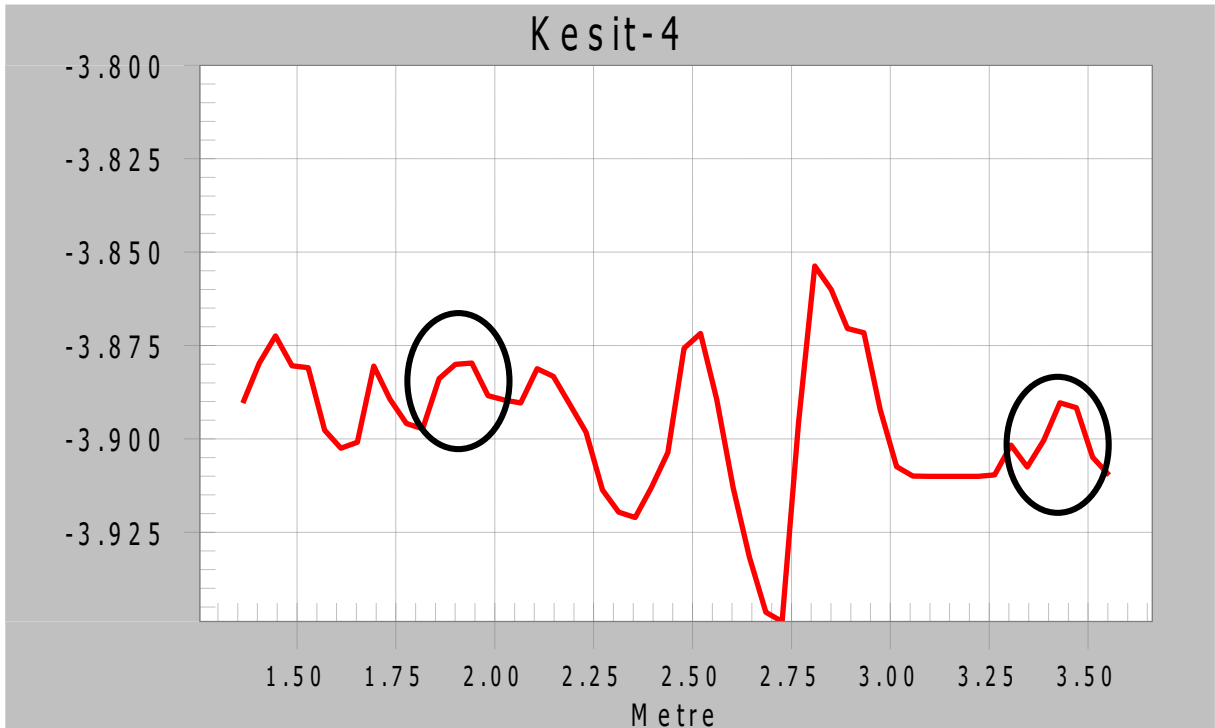
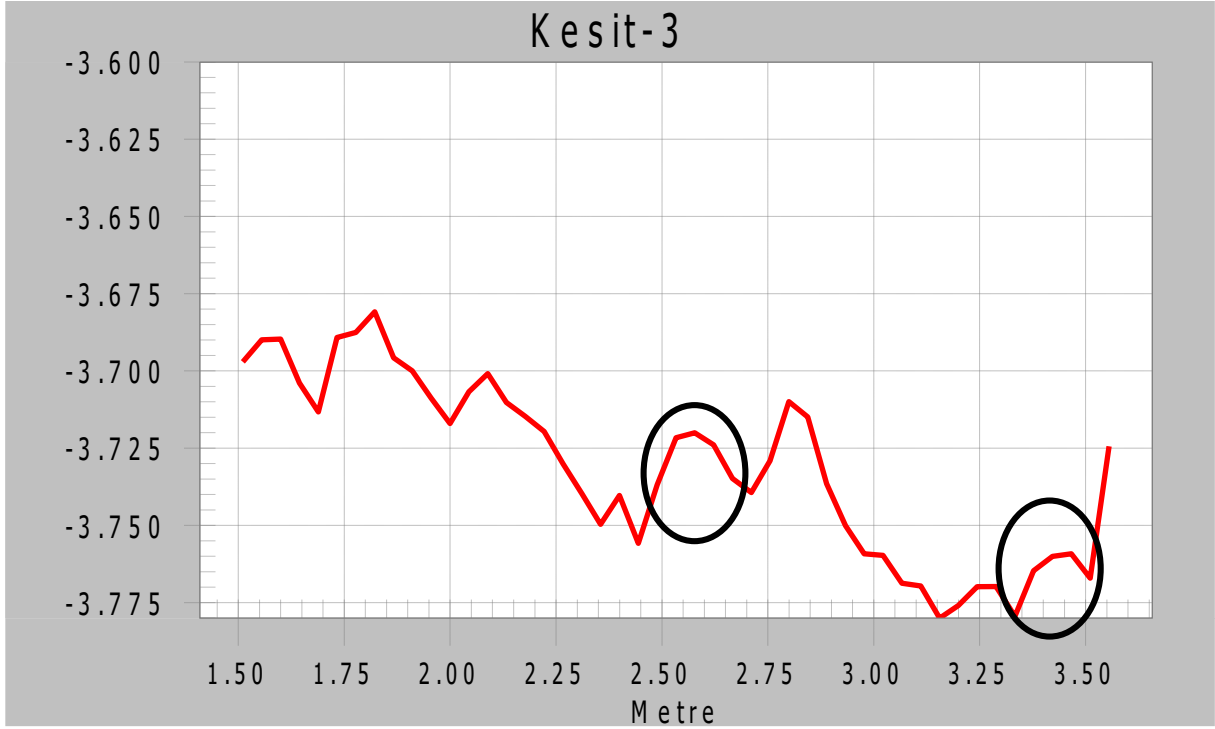
Büyük Menderes BM-S8 istasyonunda da hem ripple ölçümü yapılmış hem de destekleyici sonar görüntüsü alınmıştır. Bu istasyona ait batimetri ve sonar görüntüleri Şekil 98'de, elde edilen kesitler ise Şekil 99'da verilmiştir.



Şekil 98. Büyük Menderes BM-S8 istasyonu batimetri verisi (üstte) ve sonar görüntüsü (altta)



Şekil 99. Büyük Menderes BM-S8 istasyonu kesitleri

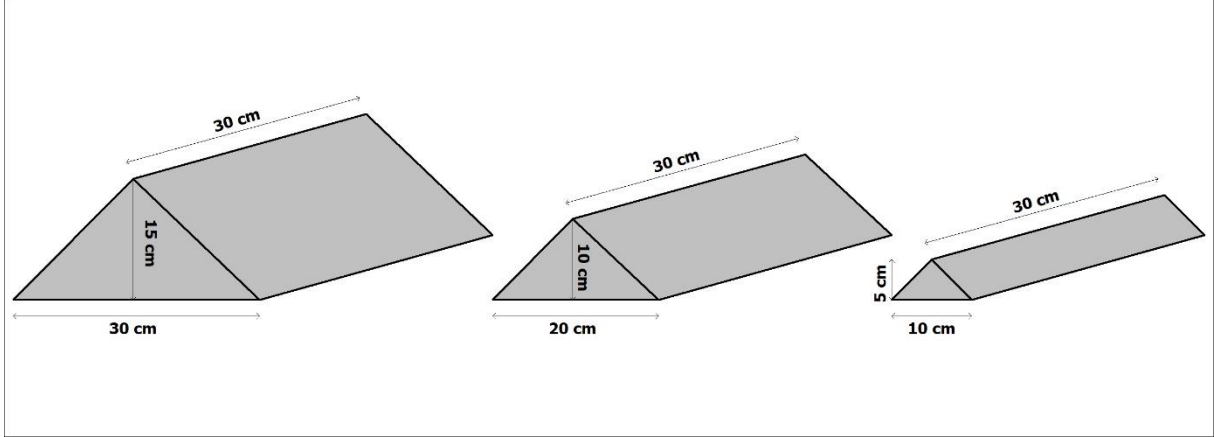


Şekil 99. Büyük Menderes BM-S8 istasyonu kesitleri (devam)

Ek-5'te yerinde ölçüm ile batimetri verilerinin desteklendiği diğer kesitler sunulmaktadır.

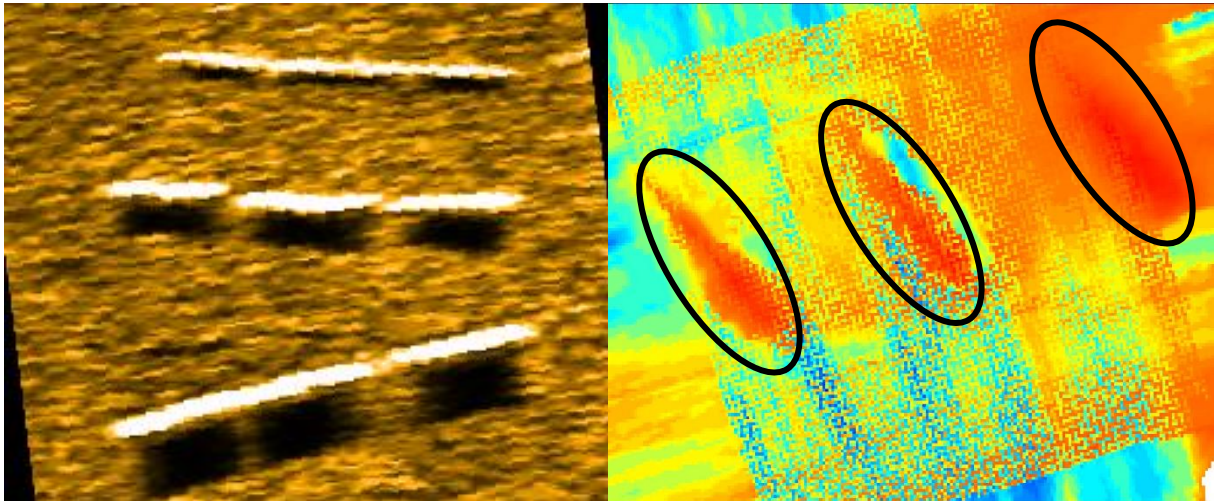
### Akustik Veri Testi:

Batimetri ve sonar sistemlerinin güvenilirliğini test etmek için Ekim döneminde Büyük Menderes'te bir test çalışması yapılmıştır. Bu çalışma farklı ebatlardaki üçgen prizma beton blokların (Şekil 100) batimetri ve sonar teknikleri ile tespit edilip edilememesi, tespit etme durumunda başarı seviyesinin belirlenmesi için yapılmıştır.



Şekil 100. Test çalışmasında kullanılan beton bloklar

Yapılan çalışma sonucunda, hassasiyeti yüksek yanal taramalı sonar cihazlarının tespit etmekte çok başarılı olduğu, batimetri çalışmasında da blokların tespit edildiği fakat özellikle küçük ebatlarda morfoloji bilgisinin edinilemediği görülmüştür (Şekil 101).



Şekil 101. Test çalışması sonuçları. Solda yanal taramalı sonar, sağda batimetri çalışması sonucu.

#### **4.4 Deniz ve Nehir Dominant Alanlar**

Bu bölümde, değerlendirilen parametrelerin nehir-deniz etkileşiminde bariz fark ortaya koyan değerleri dikkate alınarak, nehir aksı doğrultusu ve denizde yönsel olarak etki alanları ifade edilerek, denizde nehirden gelen su kütlelerinin dağılımı ifade edilmiştir. Böylece, hangi parametrelerin nehir veya deniz etkin alanları tanımlamada göstere olabileceği vurgulanabilecektir.

##### **Büyük Menderes Mart Dönemi (Şekil 102):**

Sıcaklık (T) ve tuzluluk (S) hem yüzey hem de dip değerleri ile, yoğunluk (D) sadece yüzey değeri su kütlelerini nehir ağzından açığa doğru ayırt ediyor. D dip değeri kıyıya paralel bir kütle farkı gösteriyor.

##### **Büyük Menderes Mayıs Dönemi (Şekil 103):**

T, S ve D yüzey ve dip değerleri farklı su kütlelerini nehir ağzından açığa doğru, eksen kaymaları ile birlikte ayırt ediyor. T dip ile S ve D yüzey değerlerinin nehir ağzı ayrımlılığı düşük.

##### **Büyük Menderes Ekim Dönemi (Şekil 104):**

T, S ve D yüzey değerleri su kütlelerini nehir ağzından açığa doğru ayırt ediyor. T, S, D dip değerleri kıyıya paralel bir kütle farkı gösteriyor.

##### **Gediz Temmuz Dönemi (Şekil 105):**

S ve T yüzey ve dip değerleri nehir ağzı tatlısu kütlelerini ayırt edebiliyor. T yüzey ve dip değerleri kıyıya paralel bir kütleleşme tespit ediyor.

##### **Gediz Ekim Dönemi (Şekil 106):**

T, S ve D yüzey ve dip değerleri tatlı su kütlelerini hem nehir ağzında hem de denizde dağılımını bariz gösteriyor.

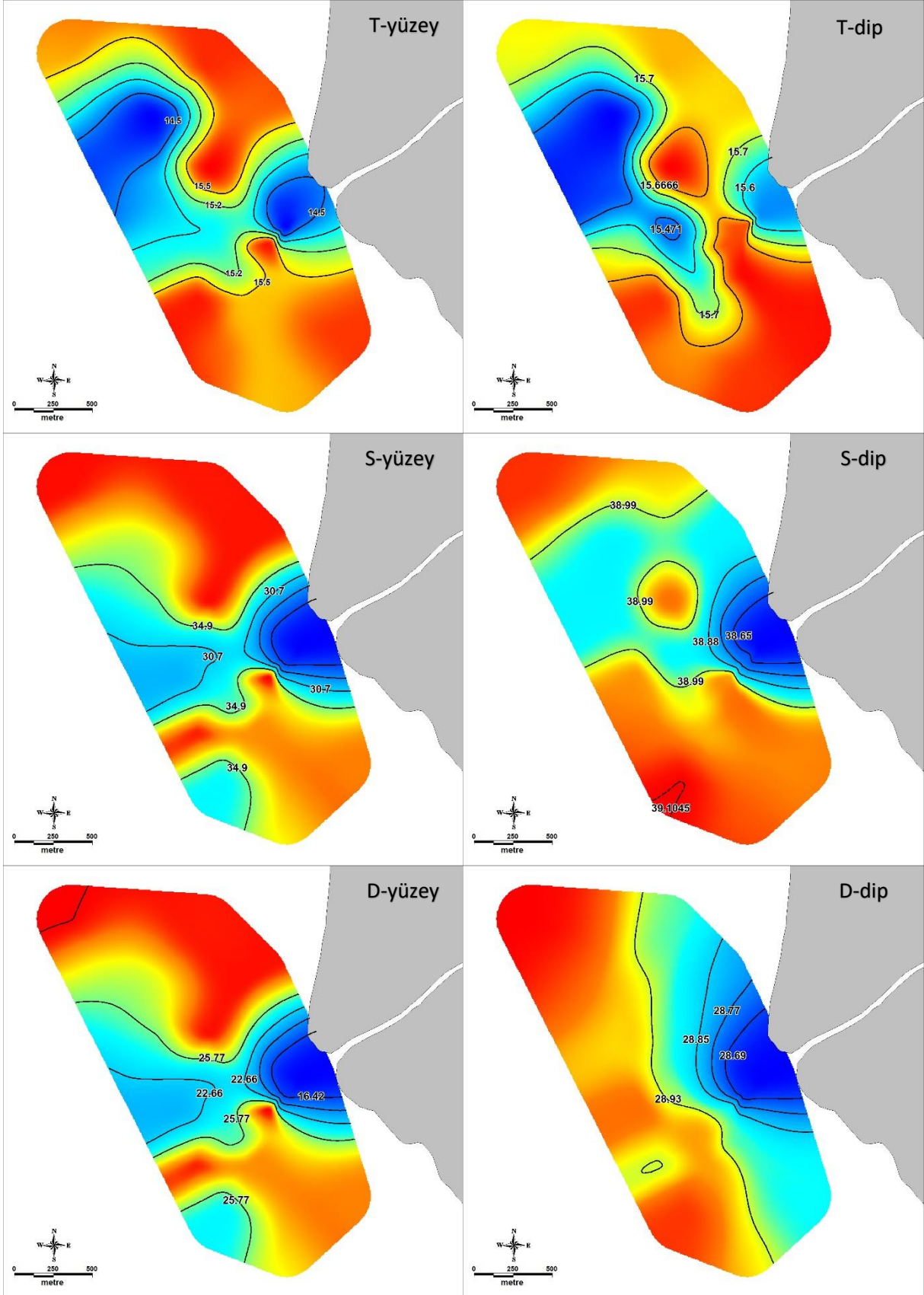
T, S ve D dağılımları genel olarak değerlendirildiğinde ise bu parametrelerin kurak (=az debi) ve yağışlı (=yoğun tatlısu girişi) dönemlerinin farklarını net olarak ortaya koyabildiği görülmektedir.

##### **AKM Büyük Menderes (Şekil 107):**

Yağışlı dönemde nehir ağzında yoğun, diğer dönemlerde daha düşük, Mayıs döneminde yayılı, Ekim döneminde parçalı yapı. Nehir etkisini gösteriyor.

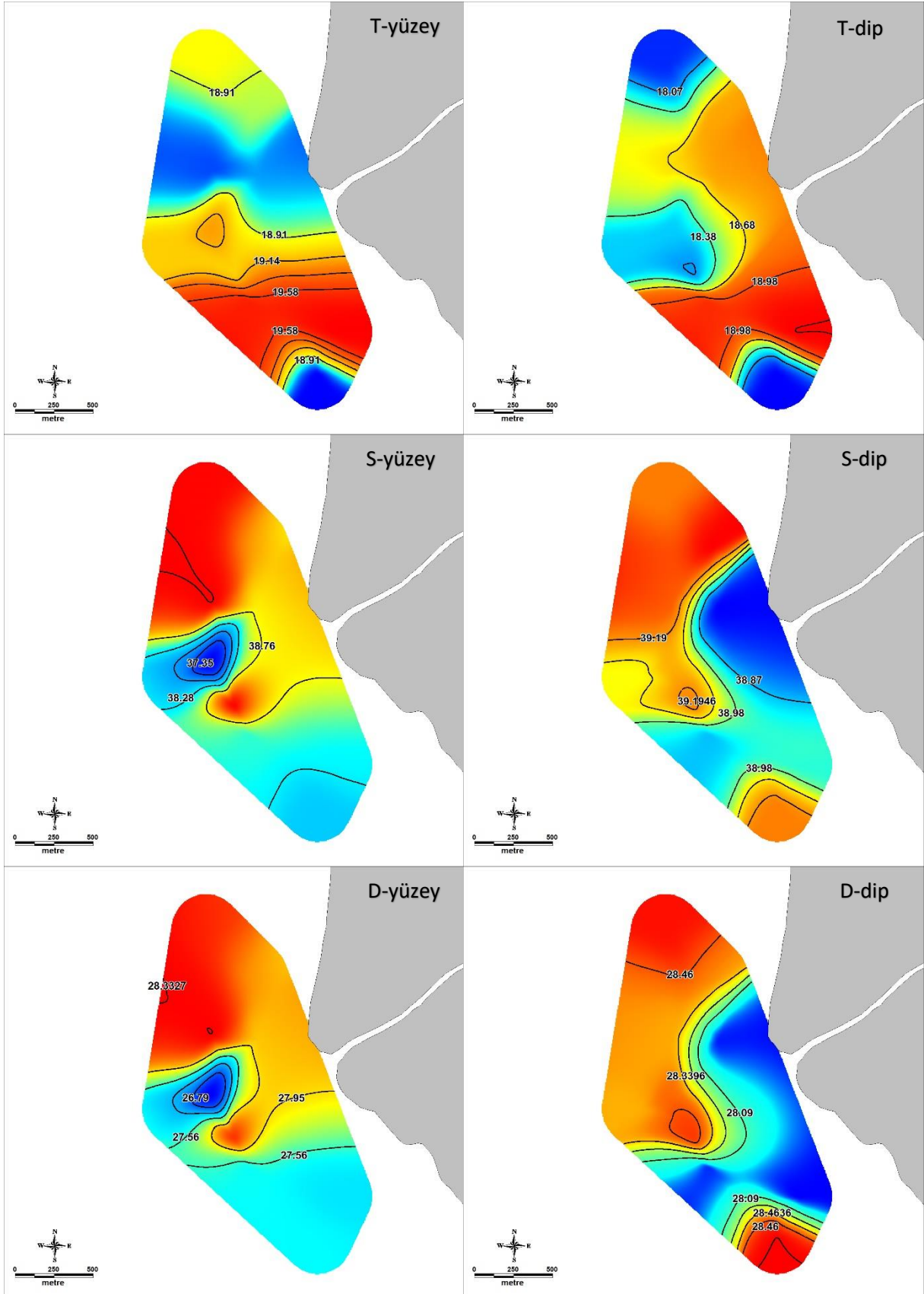
##### **AKM Gediz (Şekil 108):**

Büyük Menderes'in aksine kıyı boyunca AKM dağılımında yoğunluk. Nehir etkisi belirsiz.

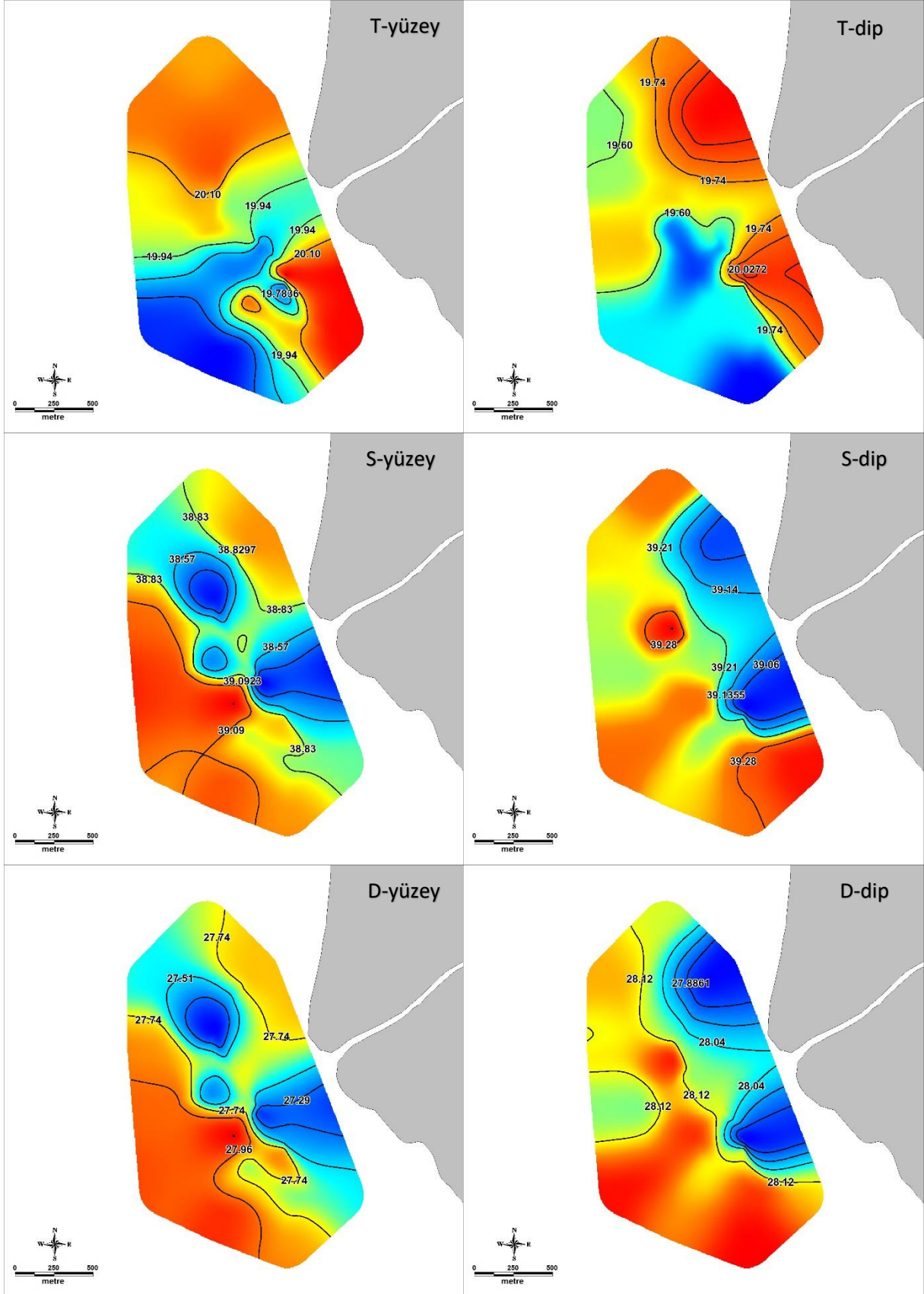


Şekil 102. Büyük Menderes Mart dönemi yüzey ve dip su kütleleri özellikleri (T: sıcaklık, S: tuzluluk, D: yoğunluk)

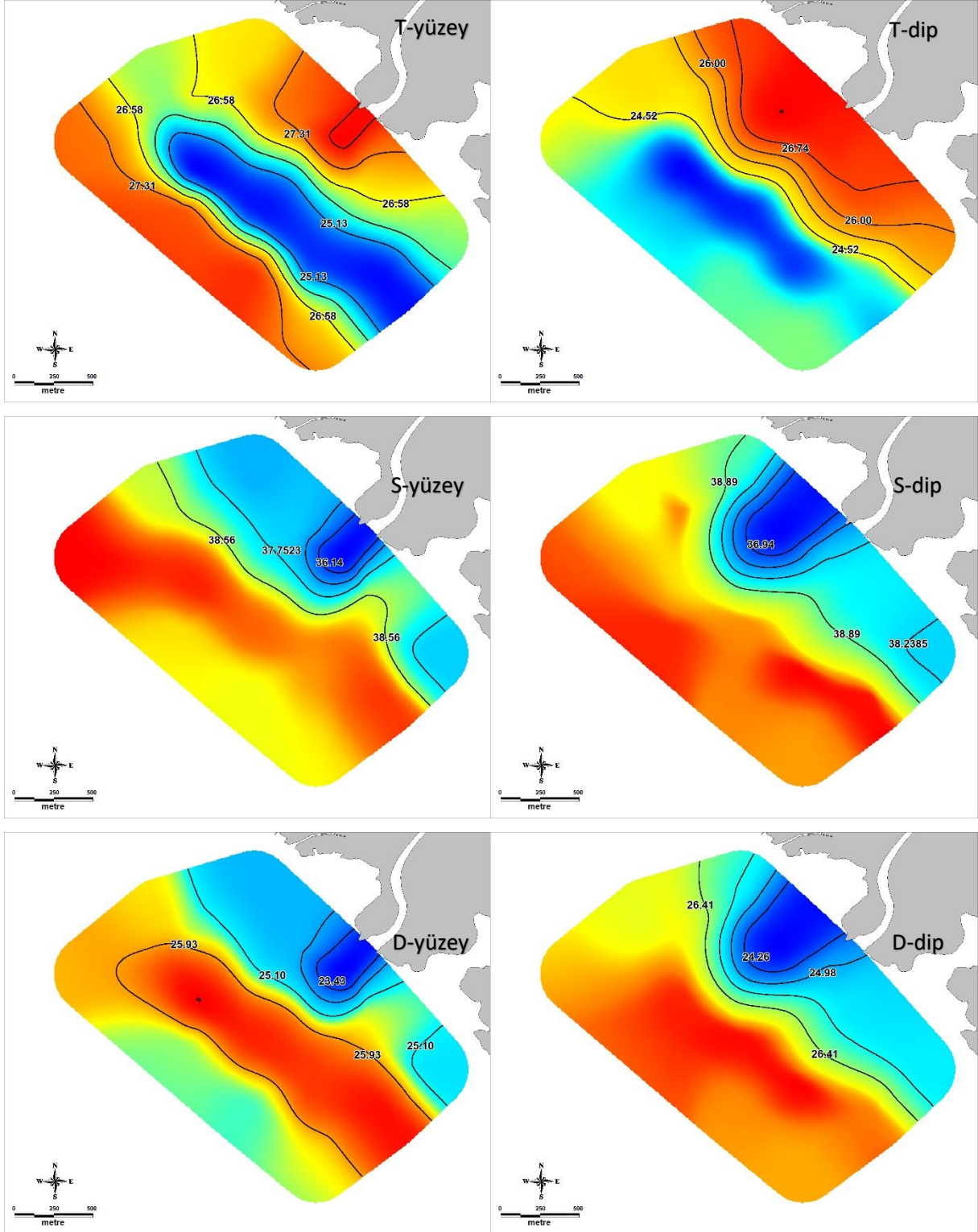




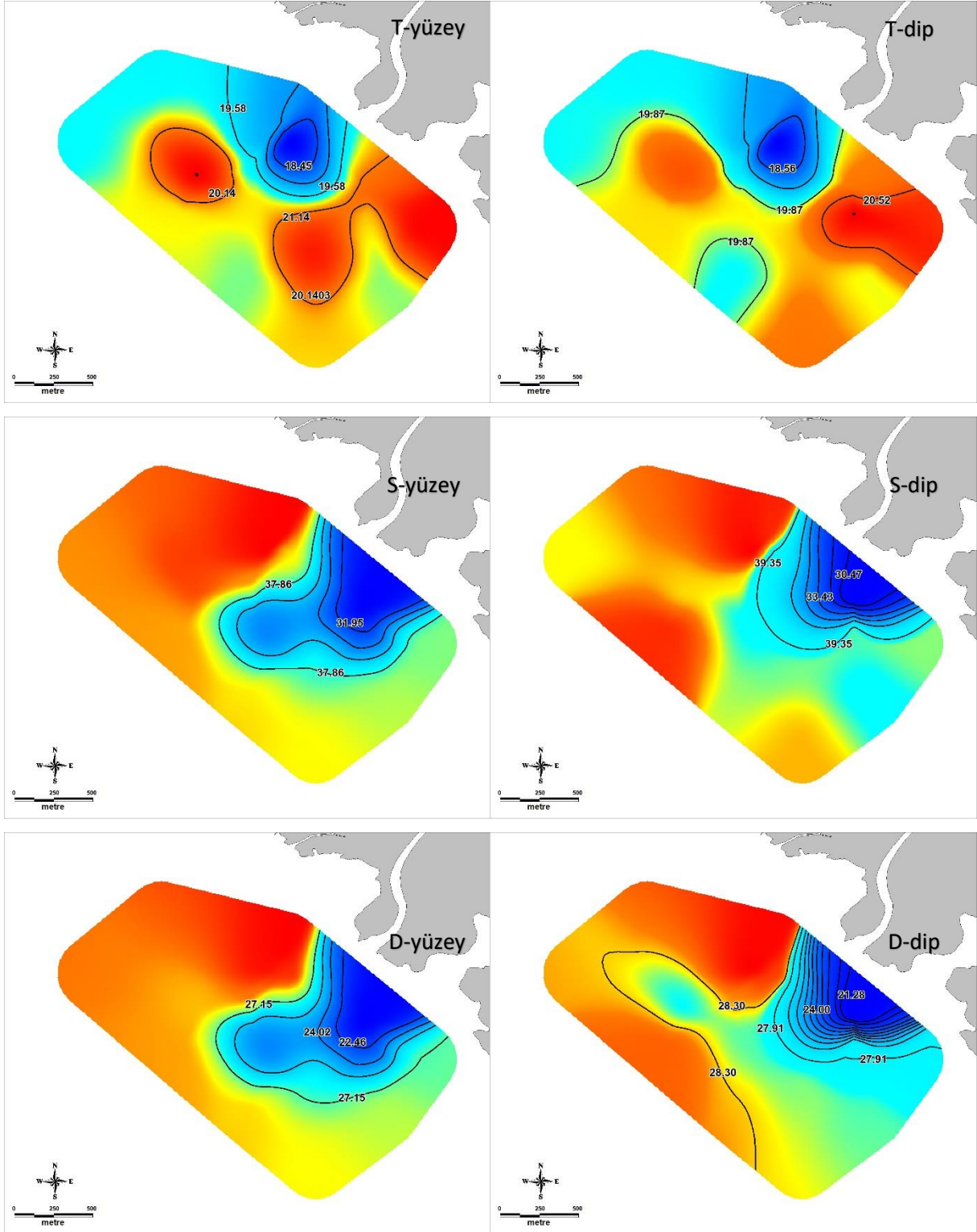
Şekil 103. Büyük Menderes Mayıs dönemi yüzey ve dip su kütleleri özellikleri (T: sıcaklık, S: tuzluluk, D: yoğunluk)



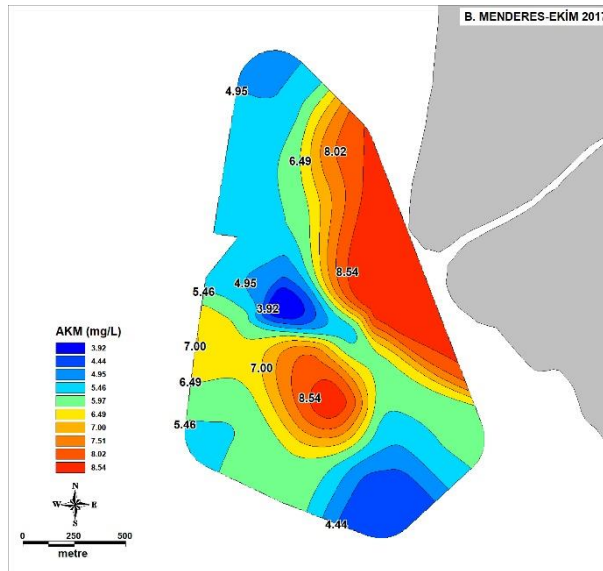
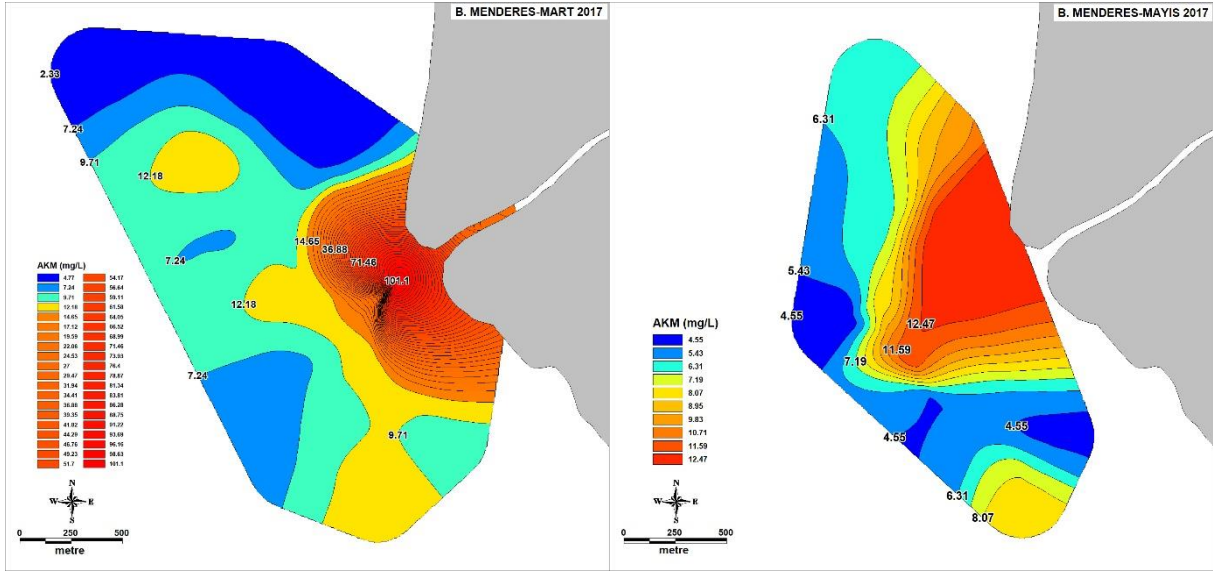
Şekil 104. Büyük Menderes Ekim dönemi yüzey ve dip su kütleleri özellikleri (T: sıcaklık, S: tuzluluk, D: yoğunluk)



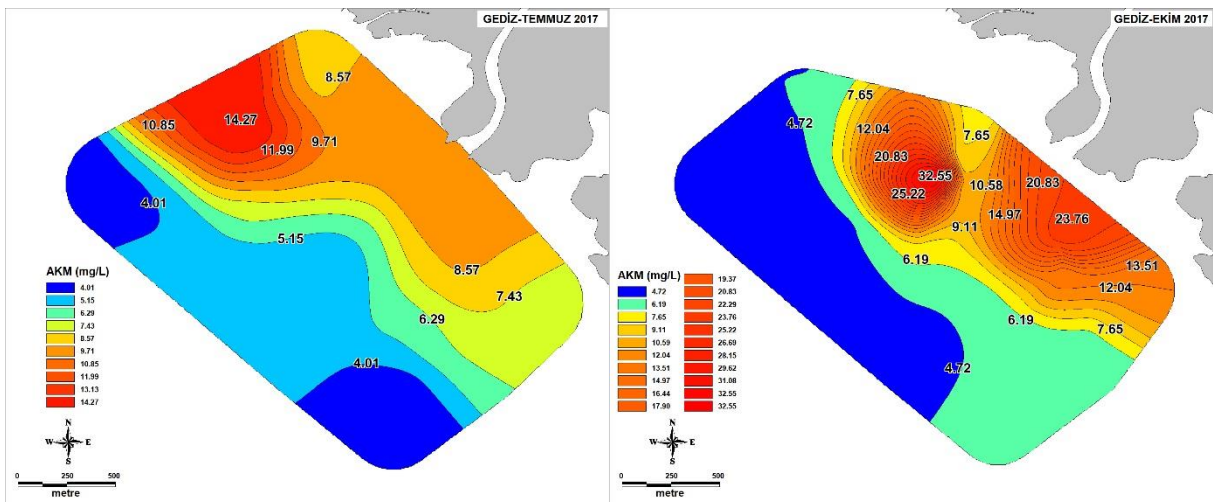
Şekil 105. Gediz Temmuz dönemi yüzey ve dip su kütleleri özellikleri (T: sıcaklık, S: tuzluluk, D: yoğunluk)



Şekil 106. Gediz Ekim dönemi yüzey ve dip su kütleleri özellikleri (T: sıcaklık, S: tuzluluk, D: yoğunluk)



Şekil 107. Büyük Menderes AKM dağılımları

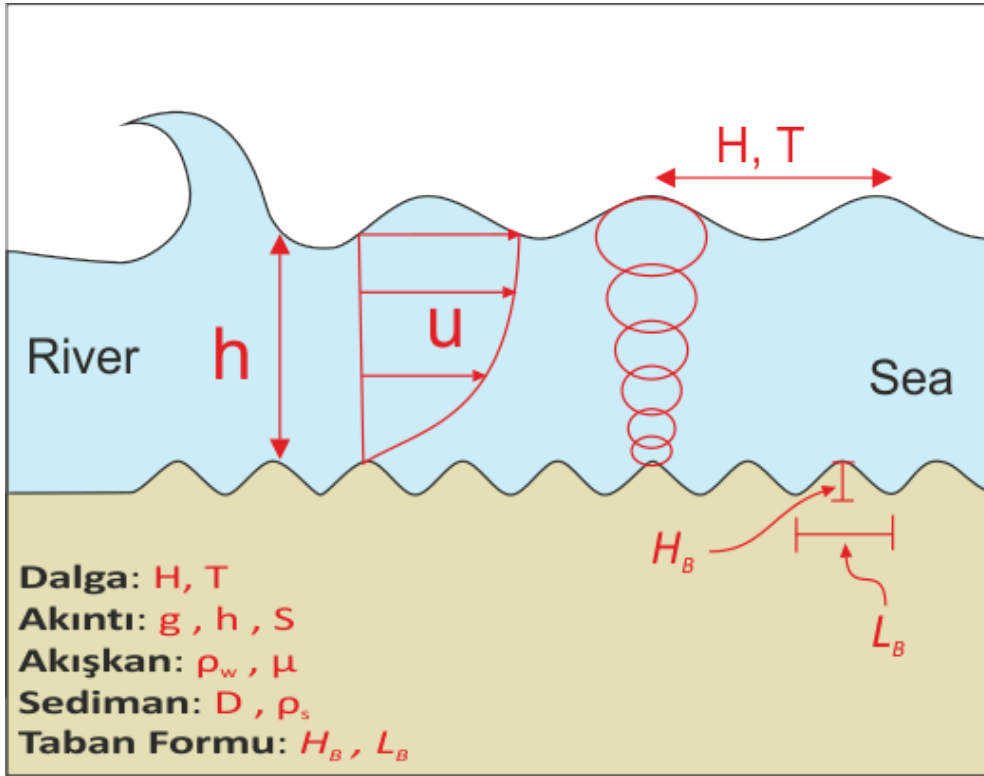


Şekil 108. Gediz AKM dağılımları

## 4.5 Kısa Süreli Sediment Formlarını Etkileyen Temel Parametreler

### 4.5.1 Boyut Analizi Sonuçları

Boyut analizi çalışmaları ile, kombine akımlar altında oluşan deniz taban formlarının geometrilerini kontrol eden bağıntı grupları belirlenmeye çalışıldı. Şekil 109, kombine akımlar altında gelişen deniz taban formlarının boyu ( $L_B$ ) ve yüksekliğini ( $H_B$ ) etkileyen parametreler özetlendi. Kombine akım, nehirden gelen doğrusal akıntı ile denizden dalgaların oluşturduğu döngüsel akıntının nehir ağzındaki kombinasyonu şeklinde basitleştirildi. Yerçekimi ivmesi ( $g$ ), su derinliği ( $h$ ) ve deniz taban eğimi ( $S$ ) nehir akıntısını kontrol edilen parametreler olarak belirlendi. Öte yandan, dalga yüksekliği ( $H$ ) ve periyodu ( $T$ ) döngüsel akıntıyı temsil eden parametrelerdir. Akışkan parametreleri olarak suyun yoğunluğu ( $\rho_w$ ) ve dinamik viskozite seçildi ( $\mu$ ). Deniz tabanı dane boyu ( $D$ ) ve yoğunluk ( $\rho_s$ ) ile ifade edilen kohezyonsuz sediment olarak belirlendi (Tablo 34).



Şekil 109. Kombine akımlar altında gelişen deniz taban formlarının boyutlarını ( $L_B$  ve  $H_B$ ) etkileyen parametreler

$n=10$  adet adet  $A_i$  büyüklüğü bulunmaktadır (Tablo 34)

$$f(A_1, A_2, \dots, A_{10}) = 0$$

Bunlar içerisinde r=3 adet temel boyut belirlenir ve bu kombinasyon ile m = 10-3= 7 adet boyutsuz  $\Pi_i$  büyüklüğü oluşturulur.

$$f(\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_7) = 0$$

Tablo 34. Kombine akımlar altında gelişen deniz taban formlarını etkileyen miktarlar ve boyutları

n	Fiziksel Miktar (parametre), $A_i$	Sembol	Boyutsal Form
1	Taban form yüksekliği yada uzunluğu	$H_B$ yada $L_B$	$L^1 T^0 M^0$
2	Su derinliği	$h$	$L^1 T^0 M^0$
3	Yerçekimi ivmesi	$g$	$L^1 T^{-2} M^0$
4	Akıntı hızı	$u$	$L^1 T^{-1} M^0$
5	Dinamik vizkozite	$\mu$	$L^{-1} T^{-1} M^1$
6	Suyun yoğunluğu	$\rho_w$	$L^{-3} T^0 M^1$
7	Dalga yüksekliği	$H$	$L^1 T^0 M^0$
8	Dalga periyodu	$T$	$L^0 T^1 M^0$
9	Sediment dane boyu	$D$	$L^1 T^0 M^0$
10	Sediment yoğunluğu	$\rho_s$	$L^{-3} T^0 M^1$

**Senaryo-1:**  $f(A_1, A_2, \dots, A_{10}) = f(H_B, h, H, D, u, \mu, g, T, \rho_w, \rho_s)$ , taban eğimi yerine akıntı hızı alındı

n=10, r=3 ve 10-3=7 tane  $\pi$  bağlantısı oluşur

**a) Seçilen bağımsız parametreler  $r = (h, u, \rho_w)$**

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ -3 & 0 & 1 \end{bmatrix} \neq 0 \text{ ise seçilen parametreler bağımsızdır.}$$

$\Pi_1 = (h)^a (u)^b (\rho_w)^c H_B$ $H, D$ içinde aynı değerleri alır. $\Pi_1 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^1 T^{-1} M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^1 T^0 M^0)$ $a+b-3c=-1$ $a=-1$ $-b=0$ $b=0$ $c=0$ $c=0$ $\Pi_1 = \frac{H_B}{h}, \Pi_2 = \frac{H}{h}, \Pi_3 = \frac{D}{h}$	$\Pi_5 = (h)^a (u)^b (\rho_w)^c T$ $H, D$ içinde aynı değerleri alır. $\Pi_5 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^1 T^{-1} M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^0 T^1 M^0)$ $a+b-3c=0$ $a=-1$ $-b=-1$ $b=1$ $c=0$ $c=0$ $\Pi_5 = \frac{uT}{h}$
$\Pi_4 = (h)^a (u)^b (\rho_w)^c \mu$ $H, D$ içinde aynı değerleri alır. $\Pi_4 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^1 T^{-1} M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^{-1} T^{-1} M^1)$ $a+b-3c=1$ $a=-1$	$\Pi_7 = (h)^a (u)^b (\rho_w)^c, \rho_s$ $H, D$ içinde aynı değerleri alır. $\Pi_7 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^1 T^{-1} M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^{-3} T^0 M^1)$ $a+b-3c=3$ $a=0$

$-b=1 \quad b=-1$ $c=-1 \quad c=-1$ $\Pi_4 = \frac{\mu}{hu\rho_w}$	$-b=0 \quad b=-2$ $c=-1 \quad c=0$ $\Pi_7 = \frac{\rho_s}{\rho_w}$
$\Pi_5 = (h)^a(u)^b(\rho_w)^c g$ $H, D$ içinde aynı değerleri alır. $\Pi_5 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^1 T^{-1} M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^1 T^{-2} M^0)$ $a+b-3c=-1 \quad a=1$ $-b=2 \quad b=-2$ $c=0 \quad c=0$ $\Pi_5 = \frac{hg}{u^2}$	

**b) Seçilen bağımsız parametreler  $r = (h, \mu, \rho_w)$**

$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ -3 & 0 & 1 \end{bmatrix} \neq 0$  ise seçilen parametreler bağımsızdır.

$\Pi_1 = (h)^a(\mu)^b(\rho_w)^c H_B$ $H, D$ içinde aynı değerleri alır. $\Pi_1 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^{-1} T^{-1} M^1)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^1 T^0 M^0)$ $a-b-3c=-1 \quad a=-1$ $-b=0 \quad b=0$ $b+c=0 \quad b=-c$ $\Pi_1 = \frac{H_B}{h}, \Pi_2 = \frac{H}{h}, \Pi_3 = \frac{D}{h}$	$\Pi_5 = (h)^a(\mu)^b(\rho_w)^c T$ $H, D$ içinde aynı değerleri alır. $\Pi_5 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^{-1} T^{-1} M^1)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^0 T^1 M^0)$ $a-b-3c=0 \quad a=-2$ $-b=-1 \quad b=1$ $b+c=0 \quad c=-1$ $\Pi_5 = \frac{\mu T}{h^2 \rho_w}$
$\Pi_4 = (h)^a(\mu)^b(\rho_w)^c u$ $H, D$ içinde aynı değerleri alır. $\Pi_4 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^{-1} T^{-1} M^1)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^1 T^{-1} M^0)$ $a-b-3c=-1 \quad a=1$ $-b=1 \quad b=-1$ $b+c=0 \quad c=1$ $\Pi_4 = \frac{h\rho_w u}{\mu}$	$\Pi_7 = (h)^a(\mu)^b(\rho_w)^c, \rho_s$ $H, D$ içinde aynı değerleri alır. $\Pi_7 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^{-1} T^{-1} M^1)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^{-3} T^0 M^1)$ $a-b-3c=3 \quad a=0$ $-b=0 \quad b=0$ $b+c=-1 \quad c=-1$ $\Pi_7 = \frac{\rho_s}{\rho_w}$



$\Pi_5 = (h)^a(\mu)^b(\rho_w)^c g$ $H, D$ içinde aynı değerleri alır. $\Pi_5 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^{-1} T^{-1} M^1)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^1 T^{-2} M^0)$ $a-b-3c=-1$ $a=3$ $-b=2$ $b=-2$ $b+c=0$ $c=2$ $\Pi_5 = \frac{h^3 \rho_w^2 g}{\mu^2}$	
---	--

**c) Seçilen bağımsız parametreler  $r = (h, g, \rho_w)$**

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ -3 & 0 & 1 \end{bmatrix} \neq 0 \text{ ise seçilen parametreler bağımsızdır.}$$

$\Pi_1 = (h)^a(g)^b(\rho_w)^c H_B$ $H, D$ içinde aynı değerleri alır. $\Pi_1 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^1 T^{-2} M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^1 T^0 M^0)$ $a+b-3c=-1$ $a=-1$ $-2b=0$ $b=0$ $c=0$ $c=0$ $\Pi_1 = \frac{H_B}{h}, \Pi_2 = \frac{H}{h}, \Pi_3 = \frac{D}{h}$	$\Pi_5 = (h)^a(g)^b(\rho_w)^c T$ $H, D$ içinde aynı değerleri alır. $\Pi_5 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^1 T^{-2} M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^0 T^1 M^0)$ $a+b-3c=-1$ $a=-1$ $-2b=0$ $b=0$ $c=0$ $c=0$ $\Pi_5 = \frac{\mu T}{h^2 \rho_w}$
$\Pi_4 = (h)^a(g)^b(\rho_w)^c u$ $H, D$ içinde aynı değerleri alır. $\Pi_4 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^1 T^{-2} M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^1 T^{-1} M^0)$ $a+b-3c=-1$ $a=-1$ $-2b=0$ $b=0$ $c=0$ $c=0$ $\Pi_4 = \frac{h \rho_w u}{\mu}$	$\Pi_7 = (h)^a(g)^b(\rho_w)^c, \rho_s$ $H, D$ içinde aynı değerleri alır. $\Pi_7 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^1 T^{-2} M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^{-3} T^0 M^1)$ $a+b-3c=-1$ $a=-1$ $-2b=0$ $b=0$ $c=0$ $c=0$ $\Pi_7 = \frac{\rho_s}{\rho_w}$
$\Pi_5 = (h)^a(g)^b(\rho_w)^c \mu$ $H, D$ içinde aynı değerleri alır. $\Pi_5 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^1 T^{-2} M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^1 T^{-2} M^0)$ $a+b-3c=-1$ $a=-1$	

-2b=0    b=0	
c=0      c=0	
$\Pi_5 = \frac{h^3 \rho_w^2 g}{\mu^2}$	

**d) Seçilen bağımsız parametreler  $r = (h, T, \rho_w)$**

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -3 & 0 & 1 \end{bmatrix} \neq 0 \text{ ise seçilen parametreler bağımsızdır.}$$

$\Pi_1 = (h)^a (T)^b (\rho_w)^c H_B$ <i>H, D içinde aynı</i> değerleri alır. $\Pi_1 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^0 T^1 M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^1 T^0 M^0)$ a-3c=-1      a=-1 b=0      b=0 c=0      c=0 $\Pi_1 = \frac{H_B}{h}, \Pi_2 = \frac{H}{h}, \Pi_3 = \frac{D}{h}$	$\Pi_5 = (h)^a (T)^b (\rho_w)^c g$ <i>H, D içinde aynı</i> değerleri alır. $\Pi_5 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^0 T^1 M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^1 T^{-2} M^0)$ a-3c=-1      a=-1 b=2      b=2 c=0      c=0 $\Pi_5 = \frac{g T^2}{h}$
$\Pi_4 = (h)^a (T)^b (\rho_w)^c u$ <i>H, D içinde aynı</i> değerleri alır. $\Pi_4 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^0 T^1 M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^1 T^{-1} M^0)$ a-3c=-1      a=-1 b=1      b=1 c=0      c=0 $\Pi_4 = \frac{T u}{h}$	$\Pi_7 = (h)^a (T)^b (\rho_w)^c \rho_s$ <i>H, D içinde aynı</i> değerleri alır. $\Pi_7 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^0 T^1 M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^{-3} T^0 M^1)$ a-3c=3    a=0 b=0      b=0 c=-1      c=-1 $\Pi_7 = \frac{\rho_s}{\rho_w}$
$\Pi_5 = (h)^a (T)^b (\rho_w)^c \mu$ <i>H, D içinde aynı</i> değerleri alır. $\Pi_5 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^0 T^1 M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^{-1} T^{-1} M^1)$ a-3c=1    a=-2 b=1      b=1 c=-1      c=-1 $\Pi_5 = \frac{T \mu}{h^2 \rho_w}$	

Senaryo 1 için elde edilen tüm kombinasyonlar

Tüm kombinasyonlarda  $\rho_w$  yerine  $\rho_s$  alınabilir.

a) Seçilen bağımsız parametreler  $(h, u, \rho_w)$ ,  $f\left(\frac{H_B}{h}, \frac{H}{h}, \frac{L}{h}, \frac{D}{h}, \frac{\mu}{h u \rho_w}, \frac{h g}{u^2}, \frac{u T}{h}, \frac{\rho_s}{\rho_w}\right) = 0$ ,  
 $h$  yerine  $H, L$  ve  $D$  değerleri konularak yeni setler üretilir.

b) Seçilen bağımsız parametreler  $(h, \mu, \rho_w)$ ,  $f\left(\frac{H_B}{h}, \frac{H}{h}, \frac{L}{h}, \frac{D}{h}, \frac{h \rho_w u}{\mu}, \frac{h^3 \rho_w^2 g}{\mu^2}, \frac{\mu T}{h^2 \rho_w}, \frac{\rho_s}{\rho_w}\right) = 0$ ,  
 $h$  yerine  $H, L$  ve  $D$  değerleri konularak yeni setler üretilir.

c) Seçilen bağımsız parametreler  $(h, g, \rho_w)$ ,  $f\left(\frac{H_B}{h}, \frac{H}{h}, \frac{L}{h}, \frac{D}{h}, \frac{h \rho_w u}{\mu}, \frac{h^3 \rho_w^2 g}{\mu^2}, \frac{\mu T}{h^2 \rho_w}, \frac{\rho_s}{\rho_w}\right) = 0$ ,  
 $h$  yerine  $H, L$  ve  $D$  değerleri konularak yeni setler üretilir.

d) Seçilen bağımsız parametreler  $(h, T, \rho_w)$ ,  $f\left(\frac{H_B}{h}, \frac{H}{h}, \frac{L}{h}, \frac{D}{h}, \frac{T u}{h}, \frac{T \mu}{h^2 \rho_w}, \frac{g T^2}{h}, \frac{\rho_s}{\rho_w}\right) = 0$ ,  
 $h$  yerine  $H, L$  ve  $D$  değerleri konularak yeni setler üretilir.

### Bilinen parametreler:

1) Froude Sayısı

$$\frac{h g}{u^2} \quad \frac{u^2}{g h} \quad \text{karekök alırsak} \quad Fr = \frac{u}{\sqrt{g h}}$$

2) Reynold sayısı

$$\frac{h \rho_w u}{\mu} \quad \frac{\rho_w u h}{\mu} \quad Re = \frac{\rho V L}{\mu}$$

3) Dalga boyunun derinliğe oranı, dalga kırılma indisi

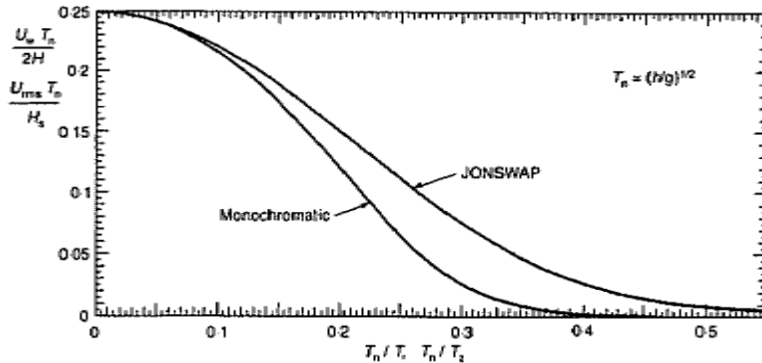
$$\frac{g T^2}{h} = 2\pi \frac{L_o}{h}$$

4) Dalganın tabandaki döngüsel genlik indisi  $A/h$

$$\frac{T u}{h} = \frac{A * 2\pi}{h}$$

5) Dalganın tabandaki döngüsel genliği? indisi  $A/h$

$$\frac{T u}{h} \quad \frac{u T}{2H} \quad \text{şeklinde yazılabilir, Soulsby sayfa 73}$$



**Senaryo-2:**  $f(A_1, A_2, \dots, A_{10}) = f(H_B, h, H, L, D, u_{*c}, \vartheta, \rho_w, \rho_s, \gamma)$ ,

Bu kombinasyonda dalga periyodu ( $T$ ) yerine dalga boyu ( $L$ ), kinematik vizkozite ( $\mu$ ) yerine kinematik viskozite ( $\vartheta$ ), eğim yerine ( $S$ ) taban sürtünme hızı  $u_{*c} = \sqrt{gSh}$  ve yerçekimi ivmesi yerine de Spesifik ağırlık  $\gamma = g(\rho_s - \rho_w)$  alındı.

$n=10$ ,  $r=3$  ve  $10-3=7$  tane  $\pi$  bağlantısı oluşur

**a) Seçilen bağımsız parametreler  $r = (h, u_{*c}, \rho_w)$**

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ -3 & 0 & 1 \end{bmatrix} \neq 0 \text{ ise seçilen parametreler bağımsızdır.}$$

$\Pi_1 = (h)^a (u_{*c})^b (\rho_w)^c H_B$ $H, L, D$ için de aynı değerleri alır. $\Pi_1 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^1 T^{-1} M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^1 T^0 M^0)$ $a+b-3c=-1$ $a=-1$ $-b=0$ $b=0$ $c=0$ $c=0$ $\Pi_1 = \frac{H_B}{h}$ , $\Pi_2 = \frac{H}{h}$ , $\Pi_3 = \frac{L}{h}$ , $\Pi_4 = \frac{D}{h}$	$\Pi_6 = (h)^a (u_{*c})^b (\rho_w)^c \rho_s$ $\Pi_6 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^1 T^{-1} M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^{-3} T^0 M^1)$ $a+b-3c=3$ $a=0$ $-b=0$ $b=0$ $c=-1$ $c=-1$ $\Pi_6 = \frac{\rho_s}{\rho_w}$
$\Pi_5 = (h)^a (u_{*c})^b (\rho_w)^c \vartheta$ $\Pi_5 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^1 T^{-1} M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^2 T^{-1} M^0)$ $a+b-3c=-2$ $a=-1$ $-b=1$ $b=-1$ $c=0$ $c=0$ $\Pi_5 = \frac{\vartheta}{hu_{*c}}$	$\Pi_7 = (h)^a (u_{*c})^b (\rho_w)^c \gamma$ $\Pi_7 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^1 T^{-1} M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^{-2} T^{-2} M^1)$ $a+b-3c=2$ $a=1$ $-b=2$ $b=-2$ $c=-1$ $c=-1$ $\Pi_7 = \frac{h\gamma}{\rho_w u_{*c}^2}$

**b) Seçilen bağımsız parametreler  $(h, \vartheta, \rho_w)$ ,**

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 2 & -1 & 0 \\ -3 & 0 & 1 \end{bmatrix} \neq 0 \text{ ise seçilen parametreler bağımsızdır.}$$

$\Pi_1 = (h)^a (\vartheta)^b (\rho_w)^c H_B$ $H, L, D$ için de aynı değerleri alır. $\Pi_1 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^2 T^{-1} M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^1 T^0 M^0)$ $a+2b-3c=-1$ $a=-1$	$\Pi_6 = (h)^a (\vartheta)^b (\rho_w)^c \rho_s$ $\Pi_6 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^2 T^{-1} M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^{-3} T^0 M^1)$ $a+2b-3c=3$ $a=0$ $-b=0$ $b=0$
---	--

$-b=0 \quad b=0$ $c=0 \quad c=0$ $\Pi_1 = \frac{H_B}{h}, \Pi_2 = \frac{H}{h}, \Pi_3 = \frac{L}{h}, \Pi_4 = \frac{D}{h}$	$c=-1 \quad c=0$ $\Pi_6 = \frac{\rho_s}{\rho_w}$
$\Pi_5 = (h)^a(\vartheta)^b(\rho_w)^c u_{*c}$ $\Pi_5 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^2 T^{-1} M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^1 T^{-1} M^0)$ $a+2b-3c=-1 \quad a=1$ $-b=1 \quad b=-1$ $c=0 \quad c=0$ $\Pi_5 = \frac{h u_{*c}}{\vartheta}$	$\Pi_7 = (h)^a(\vartheta)^b(\rho_w)^c \gamma$ $\Pi_7 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^2 T^{-1} M^0)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^{-2} T^{-2} M^1)$ $a+2b-3c=2 \quad a=3$ $-b=2 \quad b=-2$ $c=-1 \quad c=-1$ $\Pi_7 = \frac{h^3 \gamma}{\vartheta^2 \rho_w}$

**c) Seçilen bağımsız parametreler ( $h, u_{*c}, \gamma$ ),**

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ -2 & -2 & 1 \end{bmatrix} \neq 0$$

$\Pi_1 = (h)^a(u_{*c})^b(\gamma)^c H_B \quad H, L, D \text{ için de aynı değerleri alır.}$ $\Pi_1 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^1 T^{-1} M^0)^b (L^{-2} T^{-2} M^1)^c (L^1 T^0 M^0)$ $a+b-2c=-1 \quad a=-1$ $-b-2c=0 \quad b=0$ $c=0 \quad c=0$ $\Pi_1 = \frac{H_B}{h}, \Pi_2 = \frac{H}{h}, \Pi_3 = \frac{L}{h}, \Pi_4 = \frac{D}{h}$	$\Pi_6 = (h)^a(u_{*c})^b(\gamma)^c \rho_s \quad \text{same for } \rho_w$ $\Pi_6 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^1 T^{-1} M^0)^b (L^{-2} T^{-2} M^1)^c (L^{-3} T^0 M^1)$ $a+b-2c=3 \quad a=-1$ $-b-2c=0 \quad b=2$ $c=-1 \quad c=-1$ $\Pi_6 = \frac{u_{*c}^2 \rho_s}{h\gamma}, \Pi_7 = \frac{u_{*c}^2 \rho_w}{h\gamma}$
$\Pi_5 = (h)^a(u_{*c})^b(\gamma)^c \vartheta$ $\Pi_5 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^1 T^{-1} M^0)^b (L^{-2} T^{-2} M^1)^c (L^2 T^{-1} M^0)$ $a+b-2c=-2 \quad a=-1$ $-b-2c=1 \quad b=-1$ $c=0 \quad c=0$ $\Pi_5 = \frac{\vartheta}{h u_{*c}}$	

**d) Seçilen bağımsız parametreler ( h, ϑ, γ )**

$$\Pi_5 = (h)^a (\vartheta)^b (\gamma)^c u_{*c}$$

$$\Pi_6 = (h)^a (\vartheta)^b (\gamma)^c \rho_s \quad \text{same for } \rho_w$$

$$\Pi_5 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^2 T^{-1} M^0)^b (L^{-2} T^{-2} M^1)^c (L^1 T^{-1} M^0)$$

$$\Pi_6 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^2 T^{-1} M^0)^b (L^{-2} T^{-2} M^1)^c (L^{-3} T^0 M^1)$$

$$a+2b-2c=-1 \quad a=-1$$

$$a+2b-2c=3 \quad a=-3$$

$$-b-2c=1 \quad b=-1$$

$$-b-2c=0 \quad b=2$$

$$c=0 \quad c=0$$

$$c=-1 \quad c=-1$$

$$\Pi_5 = \frac{hu_{*c}}{\vartheta}$$

$$\Pi_6 = \frac{\vartheta^2 \rho_s}{h^3 \gamma}, \quad \Pi_7 = \frac{\vartheta^2 \rho_w}{h^3 \gamma}$$

**Senaryo 2 tüm kombinasyonlar**

a) Seçilen bağımsız parametreler ( h, u<sub>\*c</sub>, ρ<sub>w</sub>),  $f\left(\frac{H_B}{h}, \frac{H}{h}, \frac{L}{h}, \frac{D}{h}, \frac{\vartheta}{hu_{*c}}, \frac{\rho_s}{\rho_w}, \frac{h\gamma}{\rho_w u_{*c}^2}\right) = 0$

h yerine H, L ve D değerleri konularak yeni setler üretilir.

b) Seçilen bağımsız parametreler ( h, ϑ, ρ<sub>w</sub>),  $f\left(\frac{H_B}{h}, \frac{H}{h}, \frac{L}{h}, \frac{D}{h}, \frac{hu_{*c}}{\vartheta}, \frac{\rho_s}{\rho_w}, \frac{h^3 \gamma}{\vartheta^2 \rho_w}\right) = 0,$

h yerine H, L ve D değerleri konularak yeni setler üretilir.

c) Seçilen bağımsız parametreler ( h, u<sub>\*c</sub>, γ),  $f\left(\frac{H_B}{h}, \frac{H}{h}, \frac{L}{h}, \frac{D}{h}, \frac{\vartheta}{hu_{*c}}, \frac{u_{*c}^2 \rho_s}{h\gamma}, \frac{u_{*c}^2 \rho_w}{h\gamma}\right) = 0$

h yerine H, L ve D değerleri konularak yeni setler üretilir.

d) Seçilen bağımsız parametreler ( h, ϑ, γ),  $f\left(\frac{H_B}{h}, \frac{H}{h}, \frac{L}{h}, \frac{D}{h}, \frac{hu_{*c}}{\vartheta}, \frac{\vartheta^2 \rho_s}{h^3 \gamma}, \frac{\vartheta^2 \rho_w}{h^3 \gamma}\right) = 0,$

h yerine H, L ve D değerleri konularak yeni setler üretilir.

Bilinen parametreler:

1) Sediment yoğunluğunun suyun yoğunluğuna oranı

$$s = \frac{\rho_s}{\rho_w}$$

2) Boyutsuz dane boyu parametresi:

$$D_* = \left[ \frac{g(s-1)}{\vartheta^2} \right]^{1/3} D \quad \frac{\vartheta^2 \rho_w}{h^3 \gamma} \quad h \text{ yerine } D \text{ yazarsak ve bağıntıyı ters çevirir küp kökünü}$$

$$\text{alırsak } \left[ \frac{\gamma}{\vartheta^2 \rho_w} \right]^{1/3} D, \gamma = g(\rho_s - \rho_w), \left[ \frac{1}{\vartheta^2} \frac{g(\rho_s - \rho_w)}{\rho_w} \right]^{1/3} D$$

$$\text{ve } s = \frac{\rho_s}{\rho_w}, \text{ ve } s - 1 = \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} \text{ ise } \left[ \frac{g(s-1)}{\vartheta^2} \right]^{1/3} D$$

3) Dalga ya da akıntı hareketlilik sayısı

$$\Psi = \frac{u_*^2}{g(s-1)D} \text{ yukarıdaki çalışmada bulduğumuz } \frac{u_{*c}^2 \rho_s}{D\gamma} \text{ denklikleri benzerdir.}$$

**Senaryo-3:**  $f(A_1, A_2, \dots, A_{10}) = f(H_B, h, H, D, T, \vartheta, \tau, \gamma, \rho_w, \rho_s)$ ,

$\tau = \rho u_*^2 = L^{-1}T^{-2}M^1$  Taban sürtünme gerilmesi, Akıntı hızı yerine kullanıldı

$n=10, r=3$  ve  $10-3=7$  tane  $\pi$  bağlantısı oluşur

**a) Seçilen bağımsız parametreler  $r = (h, \vartheta, \gamma)$**

$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 2 & -1 & 0 \\ -2 & -2 & 1 \end{bmatrix} \neq 0$ , ise seçilen parametreler bağımsızdır.

<p><math>\Pi_1 = (h)^a(\vartheta)^b(\gamma)^c H_B</math> <math>H, L, D</math> içinde aynı değerleri alır.</p> <p><math>\Pi_1 = (L^1T^0M^0)^a(L^2T^{-1}M^0)^b(L^{-2}T^{-2}M^1)^c(L^1T^0M^0)</math></p> <p><math>a+2b-2c=-1</math> <math>a=-1</math></p> <p><math>-b-2c=0</math> <math>b=0</math></p> <p><math>c=0</math> <math>c=0</math></p> <p><math>\Pi_1 = \frac{H_B}{h}</math> <math>\Pi_2 = \frac{H}{h}</math>, <math>\Pi_3 = \frac{L}{h}</math>, <math>\Pi_4 = \frac{D}{h}</math></p>	<p><math>\Pi_6 = (h)^a(\vartheta)^b(\gamma)^c \rho_s</math> same for <math>\rho_w</math></p> <p><math>\Pi_6 = (L^1T^0M^0)^a(L^2T^{-1}M^0)^b(L^{-2}T^{-2}M^1)^c(L^{-3}T^0M^1)</math></p> <p><math>a+2b-2c=3</math> <math>a=-3</math></p> <p><math>-b-2c=0</math> <math>b=2</math></p> <p><math>c=-1</math> <math>c=-1</math></p> <p><math>\Pi_6 = \frac{\vartheta^2 \rho_s}{h^3 \gamma}</math>, <math>\Pi_7 = \frac{\vartheta^2 \rho_w}{h^3 \gamma}</math></p>
<p><math>\Pi_5 = (h)^a(\vartheta)^b(\gamma)^c \tau</math></p> <p><math>\Pi_5 = (L^1T^0M^0)^a(L^2T^{-1}M^0)^b(L^{-2}T^{-2}M^1)^c(L^{-1}T^{-2}M^1)</math></p> <p><math>a+2b-2c=1</math> <math>a=-1</math></p> <p><math>-b-2c=2</math> <math>b=0</math></p> <p><math>c=-1</math> <math>c=-1</math></p> <p><math>\Pi_5 = \frac{\tau}{h\gamma}</math></p>	<p><math>\Pi_8 = (h)^a(\vartheta)^b(\gamma)^c T</math></p> <p><math>\Pi_8 = (L^1T^0M^0)^a(L^2T^{-1}M^0)^b(L^{-2}T^{-2}M^1)^c(L^0T^1M^0)</math></p> <p><math>a+2b-2c=0</math> <math>a=-2</math></p> <p><math>-b-2c=-1</math> <math>b=1</math></p> <p><math>c=0</math> <math>c=0</math></p> <p><math>\Pi_8 = \frac{\vartheta T}{h^2}</math>,</p>

**b) Seçilen bağımsız parametreler  $(h, \tau, \rho_w)$ ,**

$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & 1 \\ -3 & 0 & 1 \end{bmatrix} \neq 0$

<p><math>\Pi_1 = (h)^a(\tau)^b(\rho_w)^c H_B</math> <math>H, L, D</math> içinde aynı değerleri alır.</p> <p><math>\Pi_1 = (L^1T^0M^0)^a(L^{-1}T^{-2}M^1)^b(L^{-3}T^0M^1)^c(L^1T^0M^0)</math></p> <p><math>a-b-3c=-1</math> <math>a=-1</math></p>	<p><math>\Pi_1 = (h)^a(\tau)^b(\rho_w)^c T</math></p> <p><math>\Pi_1 = (L^1T^0M^0)^a(L^{-1}T^{-2}M^1)^b(L^{-3}T^0M^1)^c(L^0T^1M^0)</math></p> <p><math>a-b-3c=0</math> <math>a=-1</math></p> <p><math>-2b=-1</math> <math>b=1/2</math></p>
--	--

$-2b=0 \quad b=0$ $b+c=0 \quad c=0$ $\Pi_1 = \frac{H_B}{h}, \Pi_2 = \frac{H}{h}, \Pi_3 = \frac{L}{h}, \Pi_4 = \frac{D}{h}$	$b+c=0 \quad c=-1/2$ $\Pi_5 = \frac{T}{h} \sqrt{\frac{\tau}{\rho_w}}$
$\Pi_1 = (h)^a (\tau)^b (\rho_w)^c \vartheta$ $\Pi_1 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^{-1} T^{-2} M^1)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^2 T^{-1} M^0)$ $a-b-3c=-2 \quad a=-1$ $-2b=1 \quad b=-1/2$ $b+c=0 \quad c=1/2$ $\Pi_5 = \frac{\vartheta}{h} \sqrt{\frac{\rho_w}{\tau}}$	$\Pi_1 = (h)^a (\tau)^b (\rho_w)^c \gamma$ $\Pi_1 = (L^1 T^0 M^0)^a (L^{-1} T^{-2} M^1)^b (L^{-3} T^0 M^1)^c (L^{-2} T^{-2} M^1)$ $a-b-3c=2 \quad a=1$ $-2b=2 \quad b=-1$ $b+c=-1 \quad c=0$ $\Pi_5 = \frac{h\gamma}{\tau}$

a) Seçilen bağımsız parametreler  $(h, \vartheta, \gamma)$ ,  $f\left(\frac{H_B}{h}, \frac{H}{h}, \frac{L}{h}, \frac{D}{h}, \frac{\tau}{h\gamma}, \frac{\vartheta^2 \rho_w}{h^3 \gamma}, \frac{\vartheta T}{h^2}\right) = 0$ ,

$h$  yerine  $H$  ve  $D$  değerleri konularak yeni setler üretilir.

b) Seçilen bağımsız parametreler  $(h, \tau, \rho_w)$ ,  $f\left(\frac{H_B}{h}, \frac{H}{h}, \frac{L}{h}, \frac{D}{h}, \frac{\vartheta}{h} \sqrt{\frac{\rho_w}{\tau}}, \frac{T}{h} \sqrt{\frac{\tau}{\rho_w}}, \frac{h\gamma}{\tau}\right)$ ,

$h$  yerine  $H$  ve  $D$  değerleri konularak yeni setler üretilir.

Bilinen parametreler:

1) Shields parametresi

$\frac{h\gamma}{\tau}$ , ters çevirirsek  $\frac{\tau}{h\gamma}$ ,  $\frac{\tau}{hg(\rho_s - \rho_w)}$  bu da Shields parametresidir.

#### 4.5.2 Kısa Süreli Sediment Formlarını Etkileyen Parametreler ve Etkinlik Dereceleri

Boyut analizinde belirlenen deniz taban formları ile ilgili olabilecek parametrelerin etkinlik derecelerini belirlemek amacıyla yapılan analiz sonuçları Tablo 35'de özetlenmiştir. Bu analiz sadece her bir senaryo için seçilen sonuçlar üzerine uygulanmıştır.



Tablo 35. Boyut analizi sonuçlarından seçilen parametrelerin deniz taban form boyutları ( $H_B, L_B$ ) ile ilişkileri

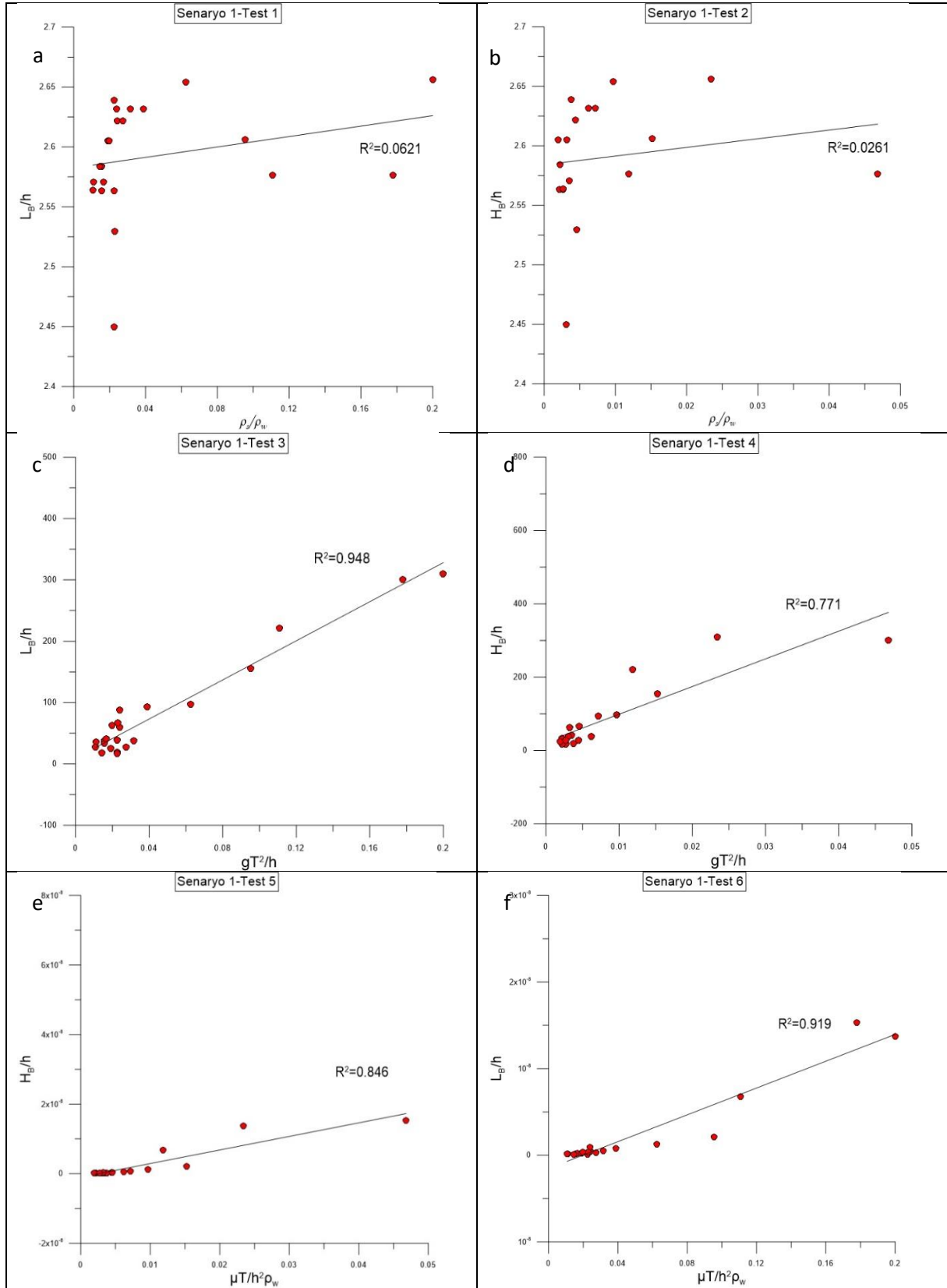
Senaryo	Test	Parametreler		Etkinlik Derecesi ( $R^2$ )
		X eksen	Y eksen	
1	1	$\rho_s/\rho_w$	$L_B/h$	0.062
1	2	$\rho_s/\rho_w$	$H_B/h$	0.026
1	3	$gT^2/h$	$L_B/h$	0.948
1	4	$gT^2/h$	$H_B/h$	0.771
1	5	$\mu T/h^2\rho_w$	$H_B/h$	0.846
1	6	$\mu T/h^2\rho_w$	$L_B/h$	0.919
2	1	$v/hu_{*c}$	$L_B/h$	0.232
2	2	$v/hu_{*c}$	$H_B/h$	0.219
2	3	$v^2\rho_s/h^3\gamma$	$L_B/h$	0.838
2	4	$v^2\rho_s/h^3\gamma$	$H_B/h$	0.874
3	1	$\tau/h\gamma$	$H_B/h$	0.679
3	2	$\tau/h\gamma$	$L_B/h$	0.932
3	3	$v/h\sqrt{\rho_w/\tau}$	$L_B/h$	0.943
3	4	$v/h\sqrt{\rho_w/\tau}$	$H_B/h$	0.863

Yapılan ilk incelemelerde deniz taban form boyunun ( $L_B$ ) su derinliği ( $h$ ) ile boyutsuzlaştırılmasıyla elde edilen  $L_B/h$  parametresinin ilk senaryoda üretilen  $gT^2/h$  parametresiyle %95 uyumlu olduğu tespit edilmiştir (Şekil 110,c). Yine ilk senaryodaki  $\mu T/h^2\rho_w$  parametresiyle ise %92 gibi yüksek bir uyum göstermiştir (Şekil 110,f). İkinci senaryoda ise  $L_B/h$  parametresi en yüksek uyumu, üretilen  $v^2\rho_s/h^3\gamma$  parametresiyle gösteriyor olsa da bu uyum %84 seviyesinde kalmıştır (Şekil 2,c). Üçüncü senaryoya geçildiğinde ise bu parametrenin üretilen  $\tau/h\gamma$  ve  $v/h\sqrt{\rho_w/\tau}$  parametreleri ile sırasıyla %93 ve %94 gibi yine yüksek bir uyum gösterdiği görülmektedir (Şekil 112,b,c). Üçüncü senaryoda üretilen bu iki parametre içerdiği terim sayısı ve gösterdiği uyum açısından diğer etkili görünen parametrelerin önüne geçmiş durumdadır. Bu parametrelerin içerdiği her bir terimin etkisini deniz taban form boyunda ( $L_B$ ) da gözlemlemek, seçilecek parametrenin, farklı koşullara uyum sağlaması açısından, aranan özelliklerinden biridir.

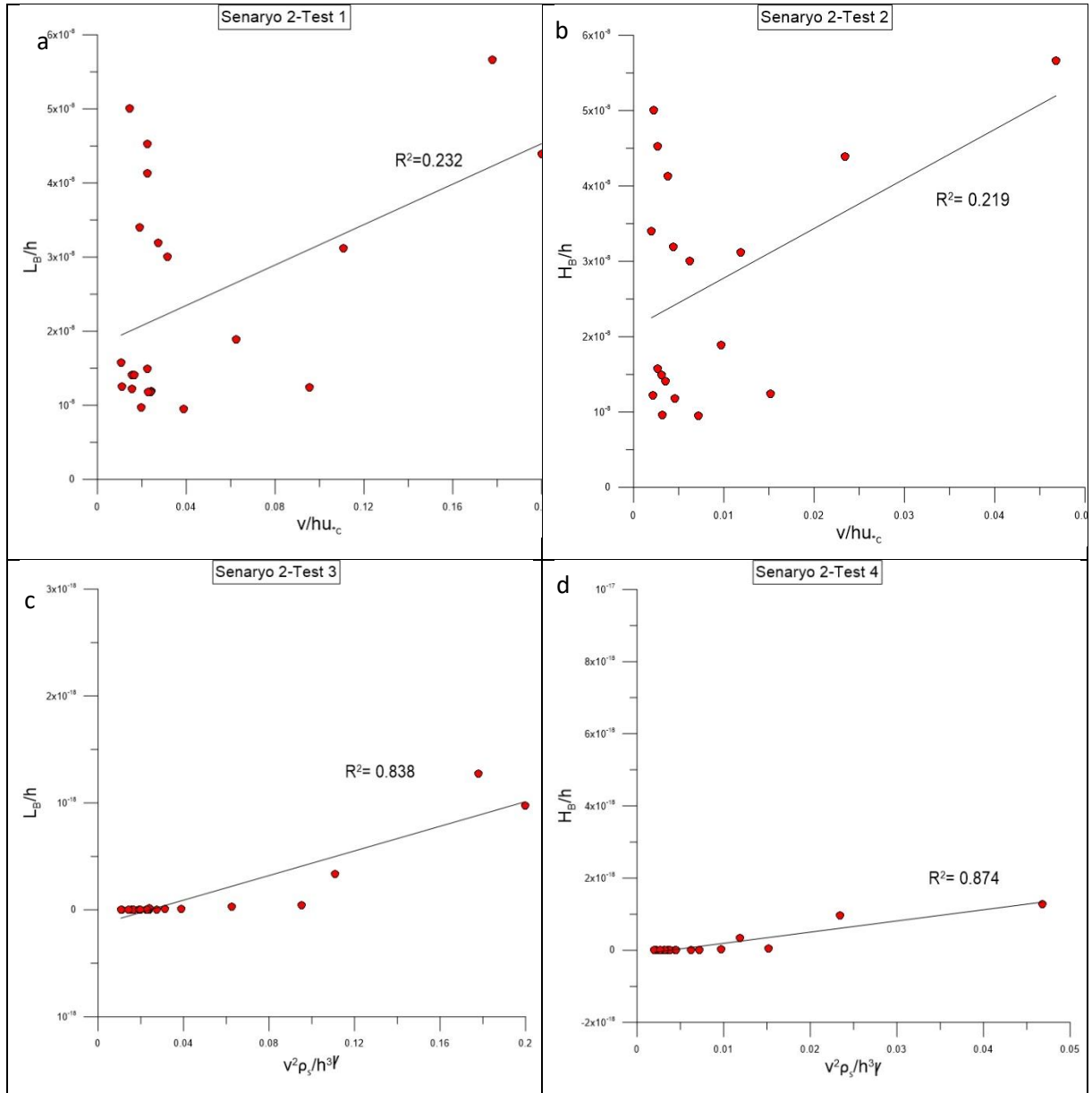
Deniz taban form yüksekliğini temsil eden  $H_B$  parametresinin yine su derinliği ile boyutsuzlaştırıldığı  $H_B/h$  parametresinin, boyut analizinin ilk senaryosunda üretilen  $\mu T/h^2\rho_w$

parametresiyle %85 uyum gösterdiği(Şekil 110,e) görülmüştür. Bu oran deniz taban form boyu ile görüldüğü gibi yüksek bir oran olmasa da yine ilk senaryoda üretilen  $\rho_s/\rho_w$  .parametresiyle gösterdiği %2.6 uyum göz önüne alındığında yüksek olduğu görülmektedir. İkinci senaryoda üretilen  $v^2\rho_s/h^3\gamma$  parametresi ile ise yine %87 gibi göreceli yüksek bir uyum(Şekil 111,d) göstermiştir. Üçüncü senaryoda ise deniz taban form boyu ile de yüksek uyum gösteren  $v/h\sqrt{\rho_w/\tau}$  parametresiyle %86 uyum(Şekil 112,d) göstermiştir.

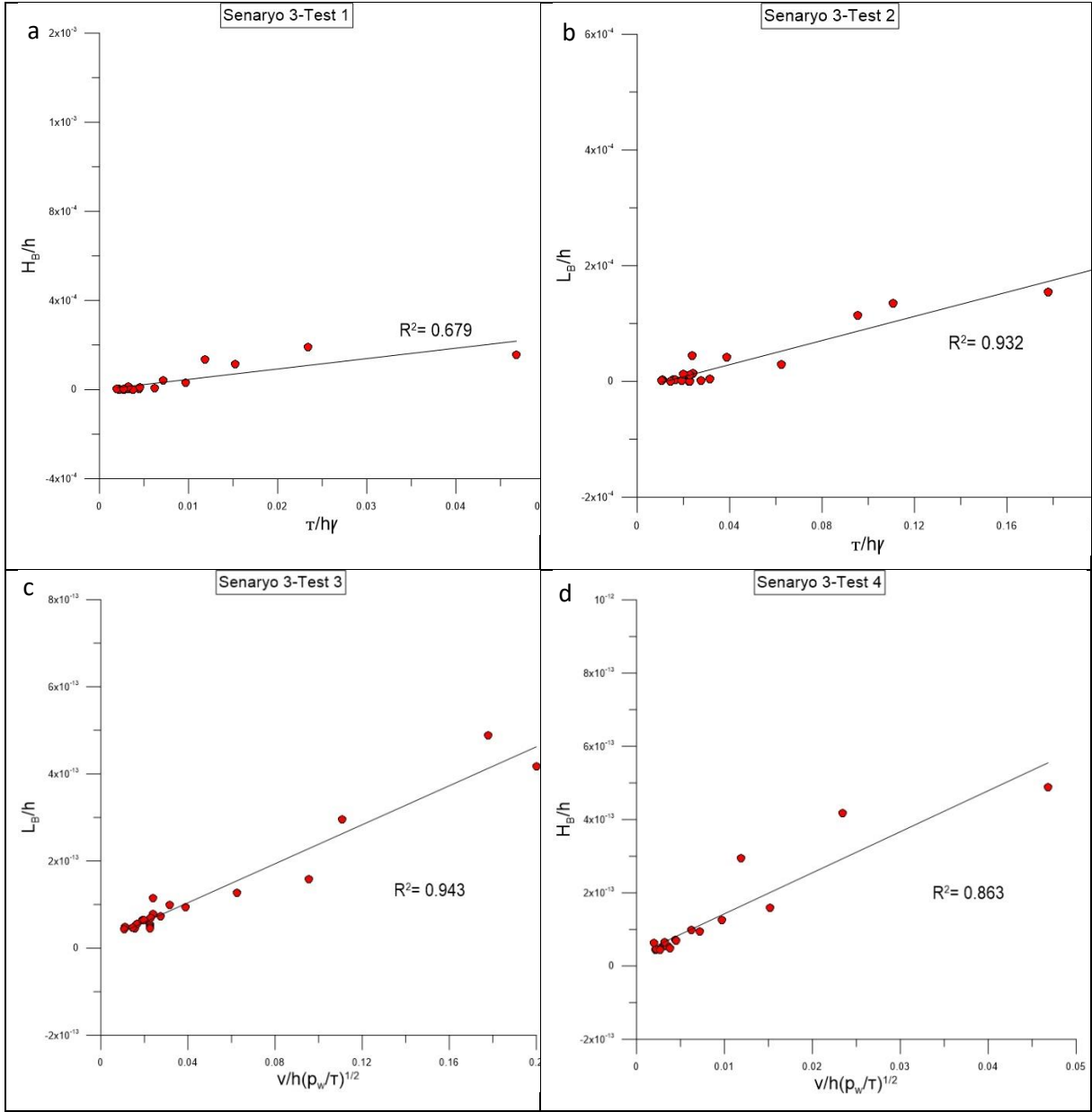
Deniz taban formlarının tanımlanabildiği ve ileriki bölümde tanımlanan ve açıklanan faz diyagramlarının oluşturulmasında yapılan bu boyut analizi ve etkinlik analizleri oldukça büyük öneme sahiptir. Bu incelemeler sonucu ortaya çıkan etkin parametreler deniz taban formlarının tanımlanması için kullanılarak faz diyagramlarını oluşturmaktadırlar. Proje kapsamında yapılan incelemelerde yukarıda da özetlendiği gibi  $v/h\sqrt{\rho_w/\tau}$  parametresi bu tip bir faz diyagramı oluşturmakta kullanılabilir bir terim olarak ortaya çıkmaktadır.



Şekil 110. Senaryo 1'den seçilen parametrelerin etkinlik derecelerinin grafik gösterimi a) ilk test sonucu, b) ikinci test sonucu, c) üçüncü test sonucu, d) dördüncü test sonucu, e) beşinci test sonucu, f) altıncı test sonucu



Şekil 111. Senaryo 2'den seçilen parametrelerin etkinlik derecelerinin grafik gösterimi a) ilk test sonucu, b) ikinci test sonucu, c) üçüncü test sonucu, d) dördüncü test sonucu



Şekil 112. Senaryo 3'ten seçilen parametrelerin etkinlik derecelerinin grafik gösterimi a) ilk test sonucu, b) ikinci test sonucu, c) üçüncü test sonucu, d) dördüncü test sonucu

#### 4.5.3 Ölçüm Sonuçlarının Mevcut Faz Diyagramlarına Uygulanması

Faz diyagramları, bir veya daha fazla kararlı deniz taban formunun varlığını gösteren grafiklerdir. Bu grafikler farklı hidrodinamik koşullarda oluşacak deniz taban formu ile ilgili bize bilgi verirler. Proje kapsamında seçilen iki nehir ağzında yapılan çalışmalar ile bu faz diyagramlarının değerlendirilmesi ve geliştirilmesi amacıyla incelemeler yapılmıştır. Literatürden kombine akımlar altında oluşan deniz taban formlarını inceleyen üç çalışma seçilerek incelenmiştir.

Bunlardan ilki aşağıda Tablo 36’da kullandığı parametrelerin yer aldığı Kleinhans’ın 2005 yılındaki çalışması. Bu çalışma ayrıntılı olarak dalga akıntı ve bu iki etkiyi bir arada barındıran kombine akım altında oluşacak deniz taban formlarını faz diyagramlarında incelemiştir. Bunlardan kombine akım altında olan faz diyagramı aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir.

- Kleinhans, 2005

Wave shield parameter  $\theta_w$  Current shield parameter  $\theta_c$

Tablo 36. Kleinhans’ın faz diyagramında kullandığı parametreler ve hesaplama yöntemleri

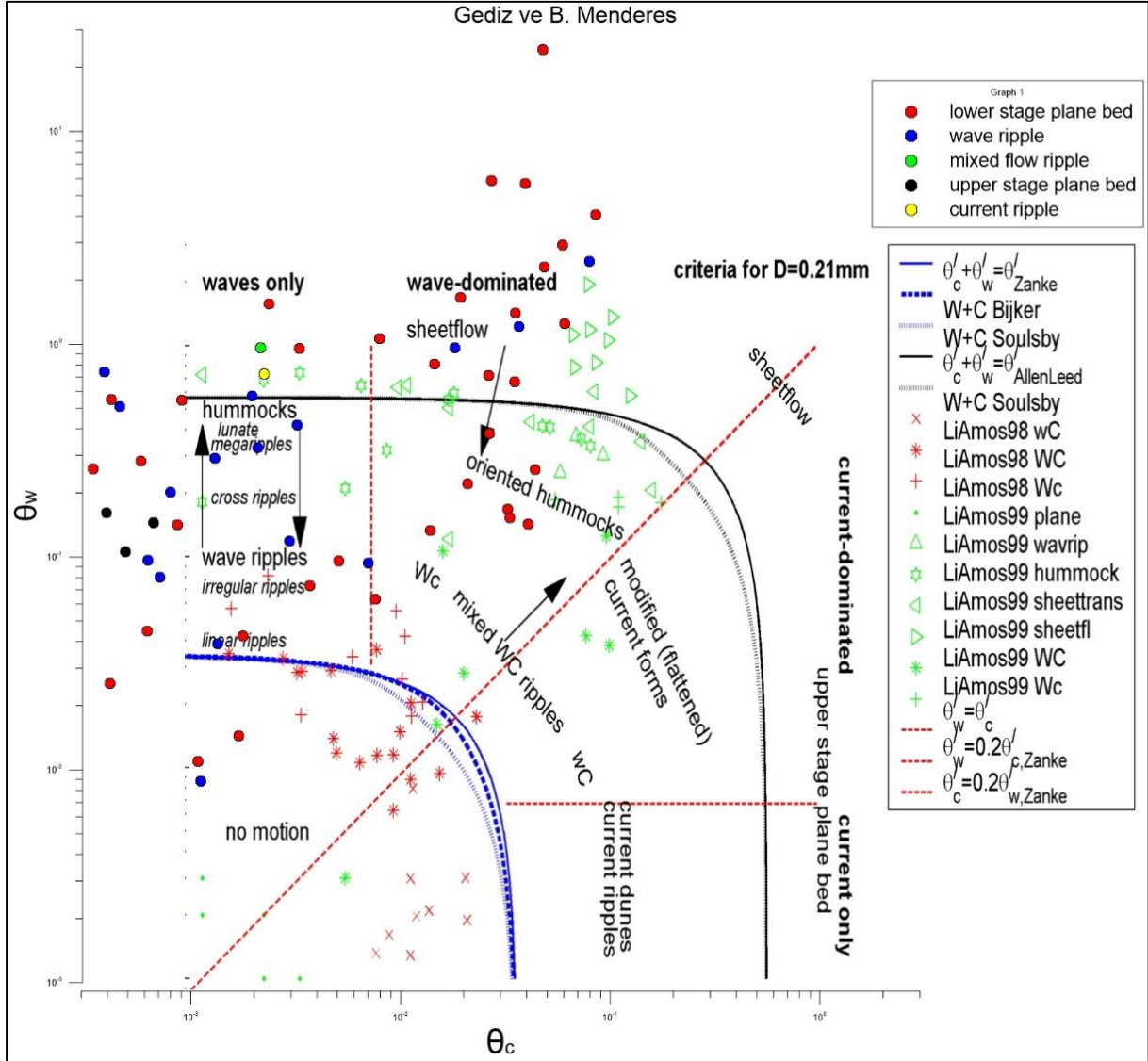
Parametre	Parametre formülü	Tanımı
$\theta_w$	$\tau_w/[(\rho_s - \rho)gD_{50}]$	Dalga shields' parametresi
$\theta_c$	$\tau_c/[(\rho_s - \rho)gD_{50}]$	Akıntı shields' parametresi
$\tau_w$	$1/2 \rho f_w u_w^2$	Dalga altında taban gerilme kuvveti
$f_w$	$exp[5.213(2.5D_{50}/A)^{0.194} - 5.977]$	Dalga sürtünme kuvveti
$\tau_c$	$1/8 \rho f_c U_c^2$	Akıntı altında taban gerilme kuvveti
$f_c$	$0.24(\log 12h/k_s)^{-2}$	Akıntı sürtünme kuvveti
A	$U_w T / (2\pi)$	Tabana yakın dalga excursion büyüklüğü
$U_w$	$\frac{\pi H}{T \sinh(kh)}$	( $U_{1/10}$ ) en yüksek 1/10 dalga hızı ortalaması
H	$H_{1/10}$	en yüksek 1/10 dalga yüksekliği ortalaması
T	$T_p$	Dalga pik periyodu
$k_s$	$2.5D_{50}$	Hidrolik pürüzlülük direnci
$D_{50}$	-	Sediment dane çapı
g		gravite
$\rho_s$	$G_s * \rho$	sediment yoğunluğu
$G_s$	-	Sediment özgül ağırlığı
$\rho$	-	Su yoğunluğu
k	$2\pi/L$	Dalga numarası
L	$\frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$ (Hunt's iteration)	(Tanımlanmamış) Dalga boyu
h	-	Su derinliği

Yazar yaptığı çalışmada daha önce yapılmış arazi ve deney sonuç verilerini kullanarak incelemiştir. Tablo 37’de oluşturduğu diyagramda taban formlarını ayırdığı gruplar ve bu grupların özellikleri görülmektedir. Proje kapsamında alınan veriler ışığında hesaplanan parametreler ve görsel örneklemeler yardımıyla bu yönerge doğrultusunda sınıflamalar yapılarak faz diyagramı üzerine çizilmiştir. Şekil 113, 115 ve 117’de yeni ortaya attığı kombine akımlar altındaki deniz taban formları faz diyagramında sırasıyla B. Menderes ve Gediz birlikte, B. Menderes, Gediz ölçüm sonuçları görülmektedir. Sonuçlarda oldukça net bir şekilde ortaya çıkan bulgu her iki nehir ağızındaki deniz taban formlarının dalga dominant etkisiyle oluştuğudur. Ayrıca yeni sonuçlar oluşturulan diyagramda daha düşük akıntı hızlarında da benzer sonuçların elde edilmiş olduğunu gösterirken faz diyagramının gelişmesini sağlıyor.

Tablo 37. Kleinhans'ın faz diyagramında kullandığı terimler ve açıklamaları

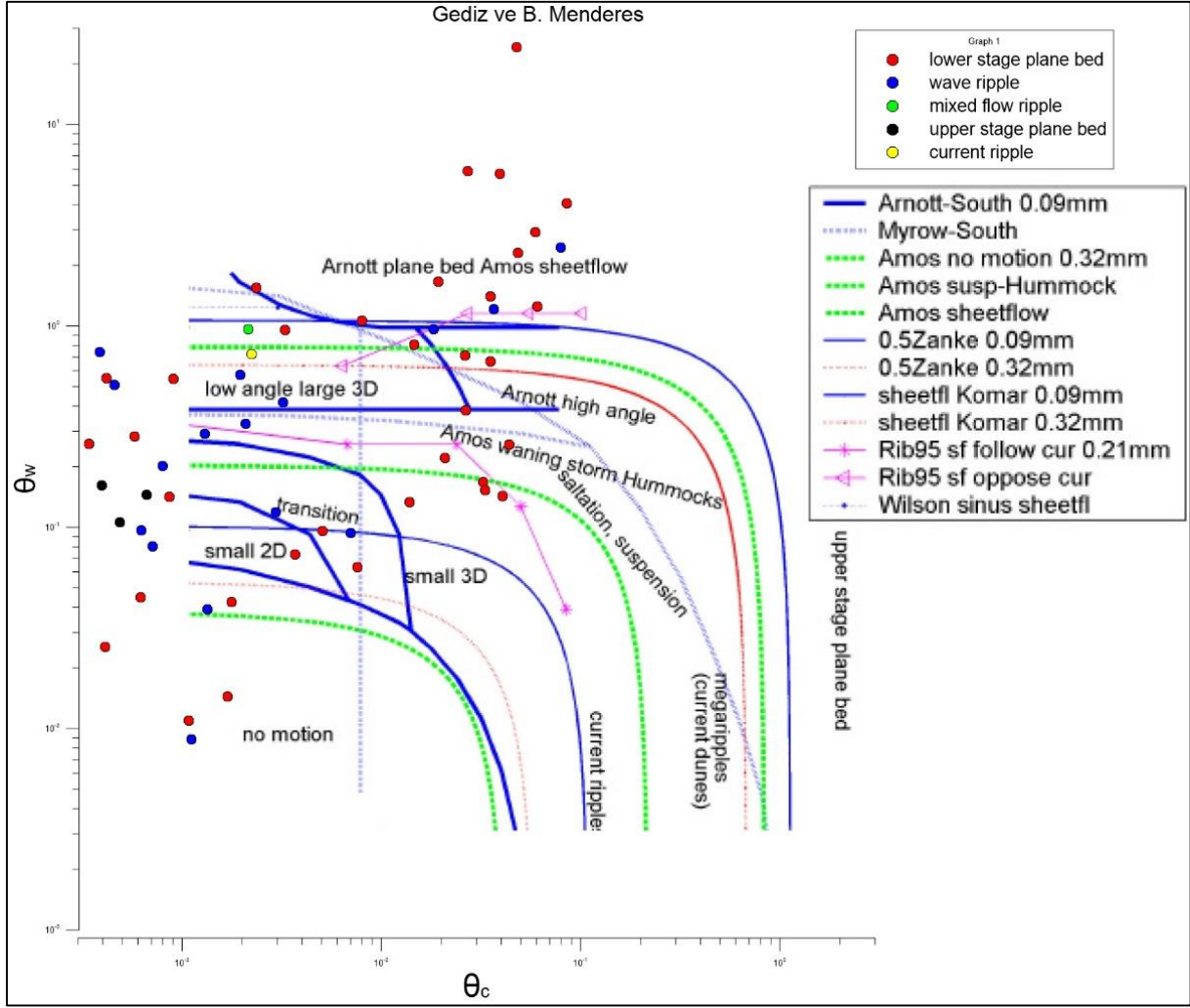
Deniz taban formu sınıfı	Deneyimsel tanımlaması
lower stage plane bed	Yüksek pürüzlülük direnci gösteren düzlem taban görüntüsü, (biyolojik aktivite hariç) sediment hareketinin olmaması ya da sıra dışı sediment hareketi
upper stage plane bed	Yüksek pürüzlülük direnci gösteren düzlem taban görüntüsü, büyük orbital hızlara yada akıntı hızlarına bağlı oluşan askıda katı madde hareketi, kritik altı akıntılarda (subcritical flow) ( $Fr < 0.8$ ) paralell tabakalanma gösterir
upper flow regime, antidunes	Akış yönüne ters düz yada ondülasyonlu taban, kritik yada süper kritik akışla ilişkilendirilir ( $Fr \sim 0.84$ , supercritical flow $Fr > 1$ )
current ripples	Maksimum uzunluğu 0.4m ve yüksekliği 0.02m olan linguoid taban formu, dengedeki taban form boyutları akış koşullarından bağımsız, dengeye ulaşmamış taban formları ise düz sırtlı görülebilir, ( $Re^* < 11.6$ )
current dunes	Üçgenimsi kesite sahip fakat sıklıkla akışüstü tarafı (stoss side) dışbükey özellik gösterirken akışaltı tarafı (lee-side) vortekler nedeniyle bulanık, boyutları 10m'den 100m'ye ulaşabilir, ( $Re^* > 11.6$ )
3D vs 2D dunes	yok
wave ripples	Her iki yüzü de iç bükey özellik gösterir, $D_{50} > 0.5$ mm ve sakin koşullarda düz sırt özelliği gösterebilir, fakat aksi takdirde çoğunlukla düzensizdir
hummocks	yok
mixed flow ripples	Hem akıntı hem dalga etkisini gösteren taban formlarıdır. Örneğin dalga etkisinde oluşan dalgacığa zayıf bir akıntı etkisi olduğunda zıt yada aynı yönlü bir akıntı ise dalgacığın akıntı yönünde yamulmasına eğrilmesine neden olur
long wave ripples	yok
megaripples	yok

Şekil 114, 116 ve 118'de ise çalışması içerisinde kombine akımlar için sunduğu bir diğer faz diyagramı sonuçlarını yine sırasıyla B. Menderes ve Gediz birlikte, B. Menderes, Gediz ölçüm sonuçları görülmektedir. Bu sonuçlar birçok farklı yazarın görüş ve çalışmalarını içermekte ve yine veriler her iki nehir ağzında bulunan deniz taban formlarının da dalga dominant etkisinde olduğunu göstermektedir.

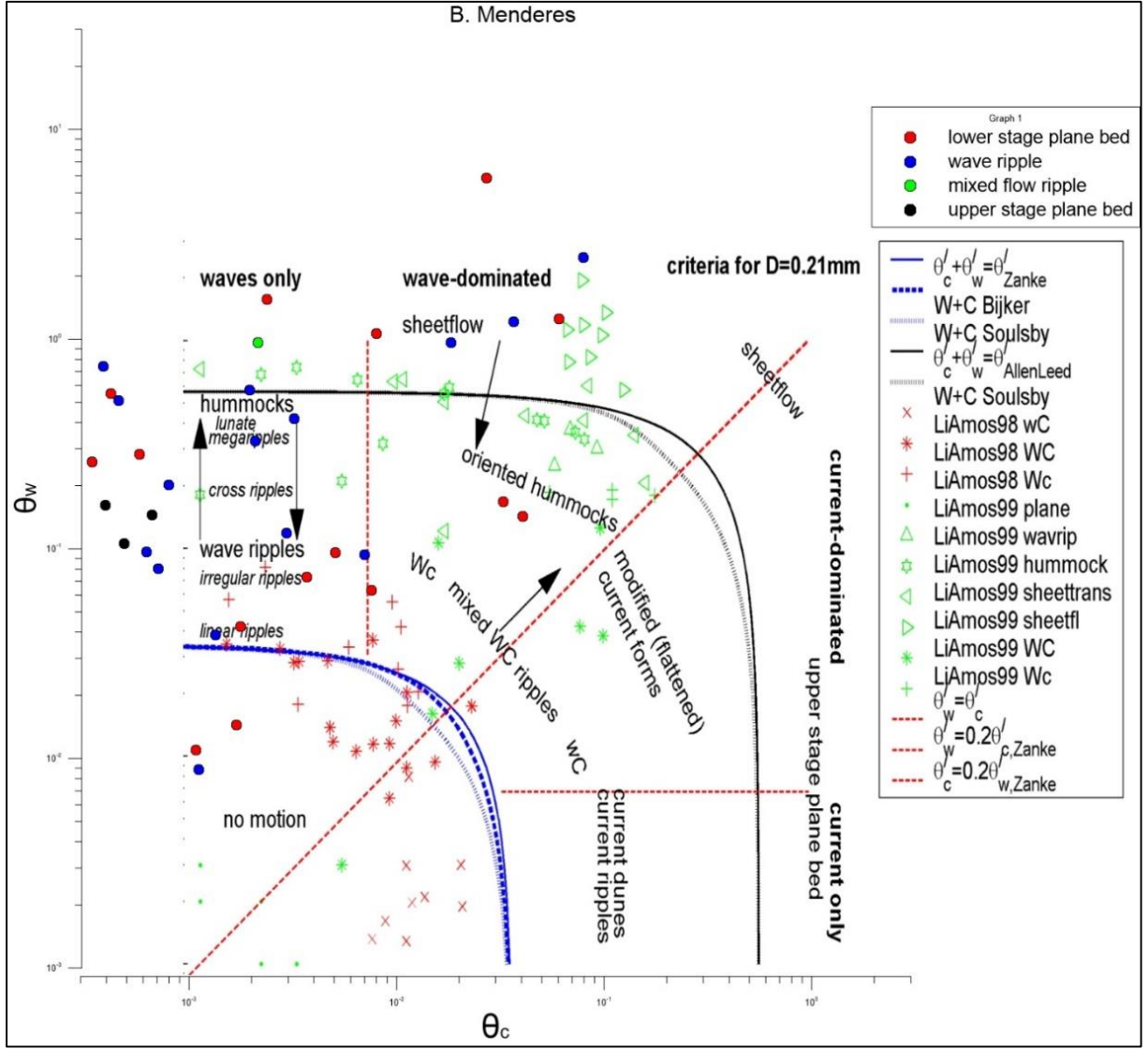


Şekil 113. Kleinhans'ın yeni geliştirdiği faz diyagramında Gediz ve B. Menderes verilerinin bir arada gösterimi

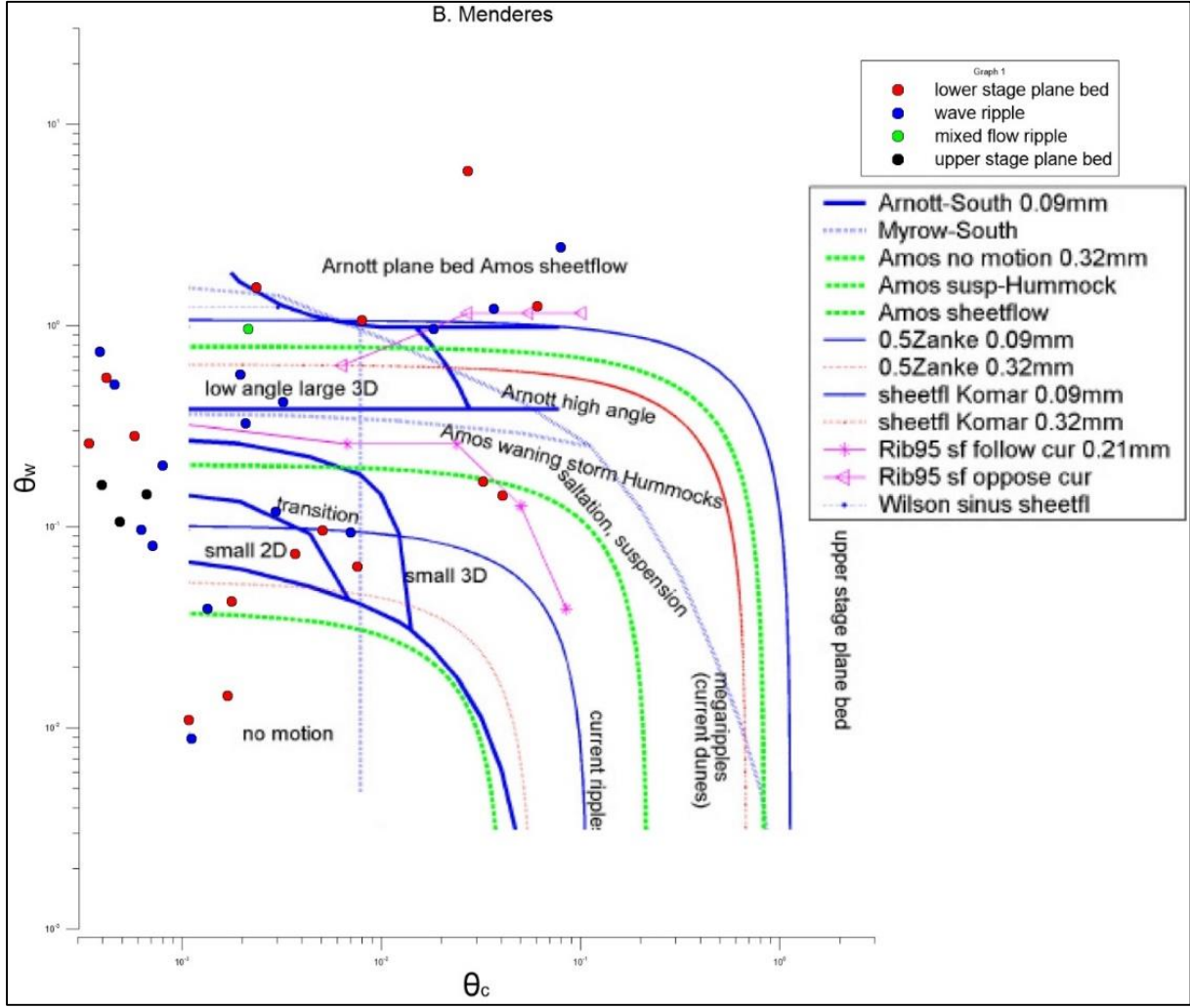




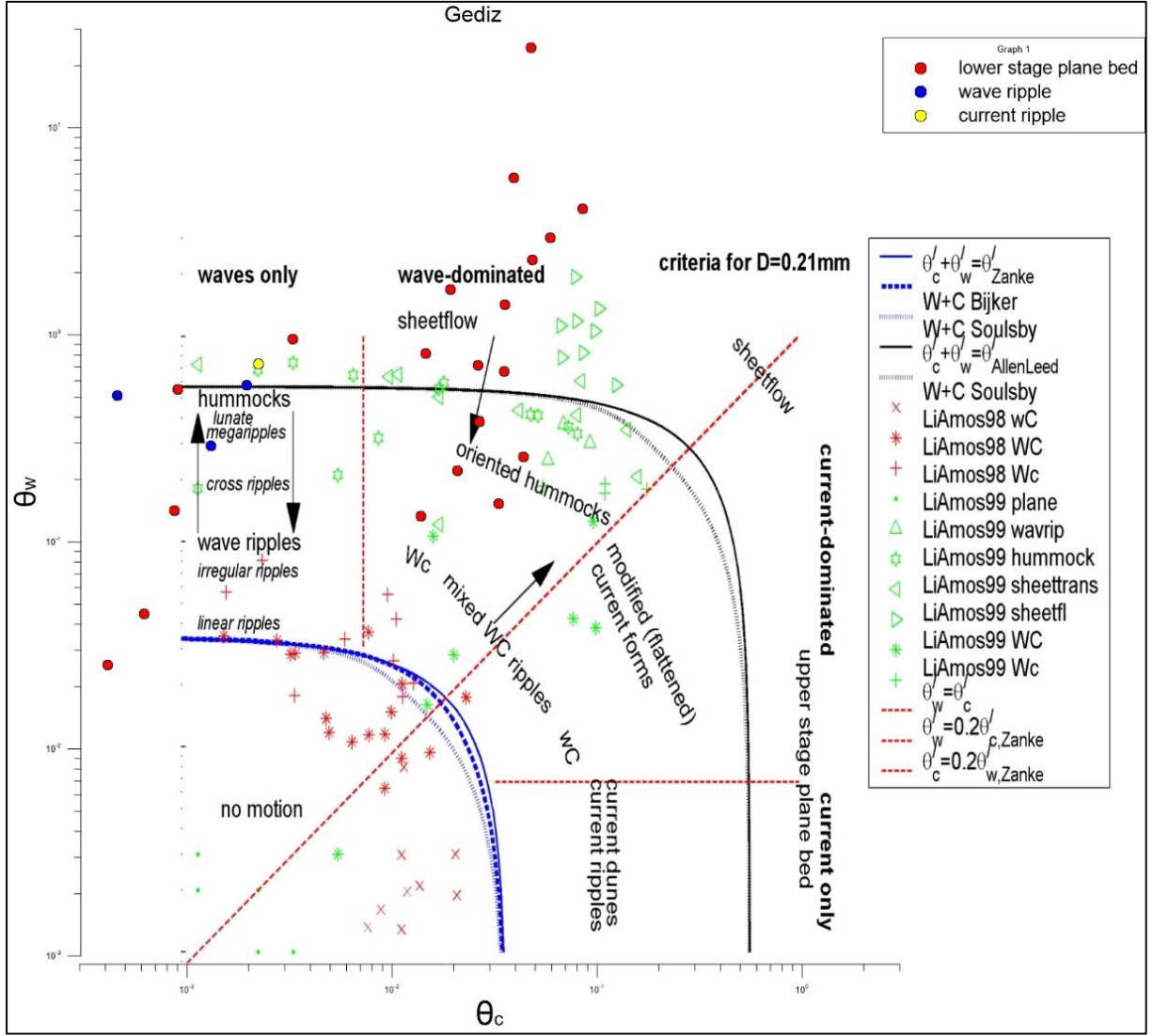
Şekil 114. Kleinhans'ın çalışmasında yer alan diğer bir faz diyagramında Gediz ve B. Menderes verilerinin bir arada gösterimi



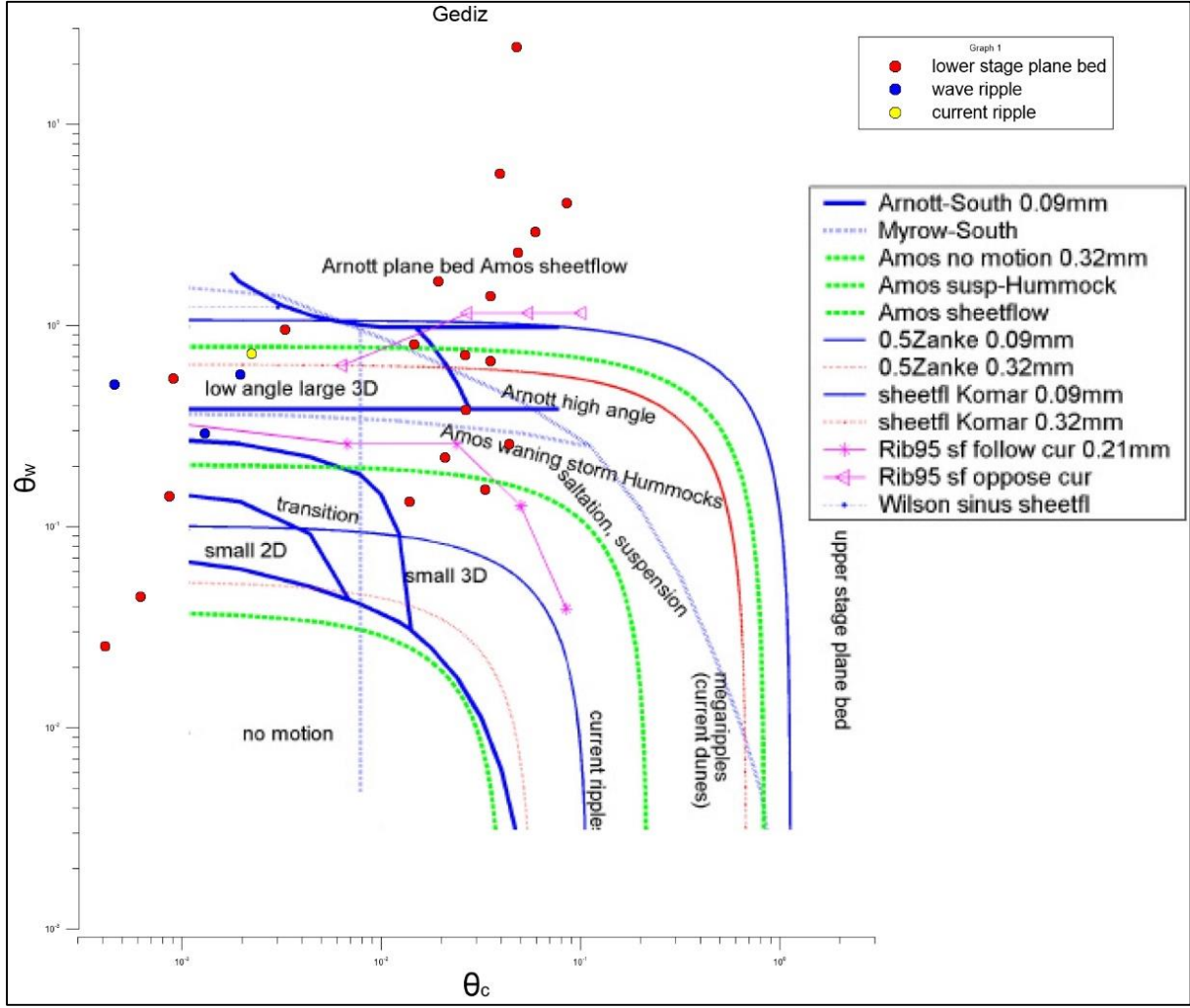
Şekil 115. Kleinhans'ın yeni geliştirdiği faz diyagramında B. Menderes verilerinin gösterimi



Şekil 116. Kleinhans'ın çalışmasında yer alan diğer faz diyagramında B. Menderes verilerinin gösterimi



Şekil 117. Kleinhans'ın yeni geliştirdiği faz diyagramında Gediz verilerinin gösterimi



Şekil 118. Kleinhans'ın çalışmasında yer alan diğer faz diyagramında Gediz verilerinin gösterimi

Kombine akımlar altında deniz taban formlarını faz diyagramlarıyla inceleyen bir başka çalışma olan Dumas vd. (2005) çalışmalarında deney sonuçlarını kullanmışlardır. Farklı açılarla akıntı ve dalga hızlarında inceledikleri deniz taban formlarını akıntı hızı ve dalga hızına göre faz diyagramlarında grafiklemişlerdir. Tablo 38'de bu diyagramda kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri görülmektedir.

- Dumas vd., (2005)

Unidirectional velocity(Akıntı hızı)  $U_c$

Oscillatory velocity(Dalga hızı)  $U_w$

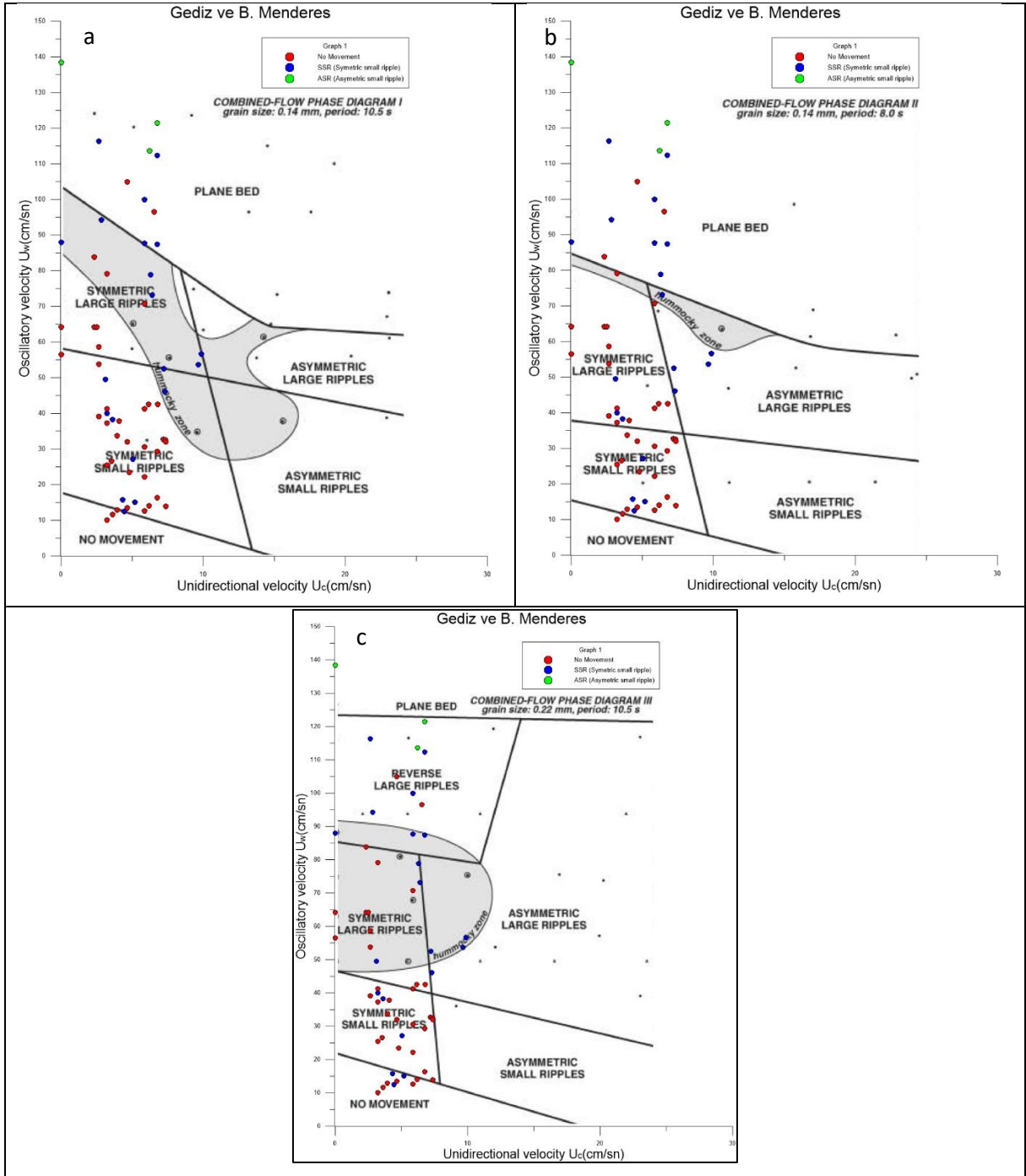
Gözlemledikleri deniz taban formlarını sınıflandırarak ve tanımlayarak faz diyagramlarını oluşturan araştırmacıların kullandıkları sınıf ve tanımları Tablo 39'da sunulmaktadır.

Tablo 38. Dumas ve arkadaşlarının faz diyagramında kullandığı Parametreler ve hesaplama yöntemleri

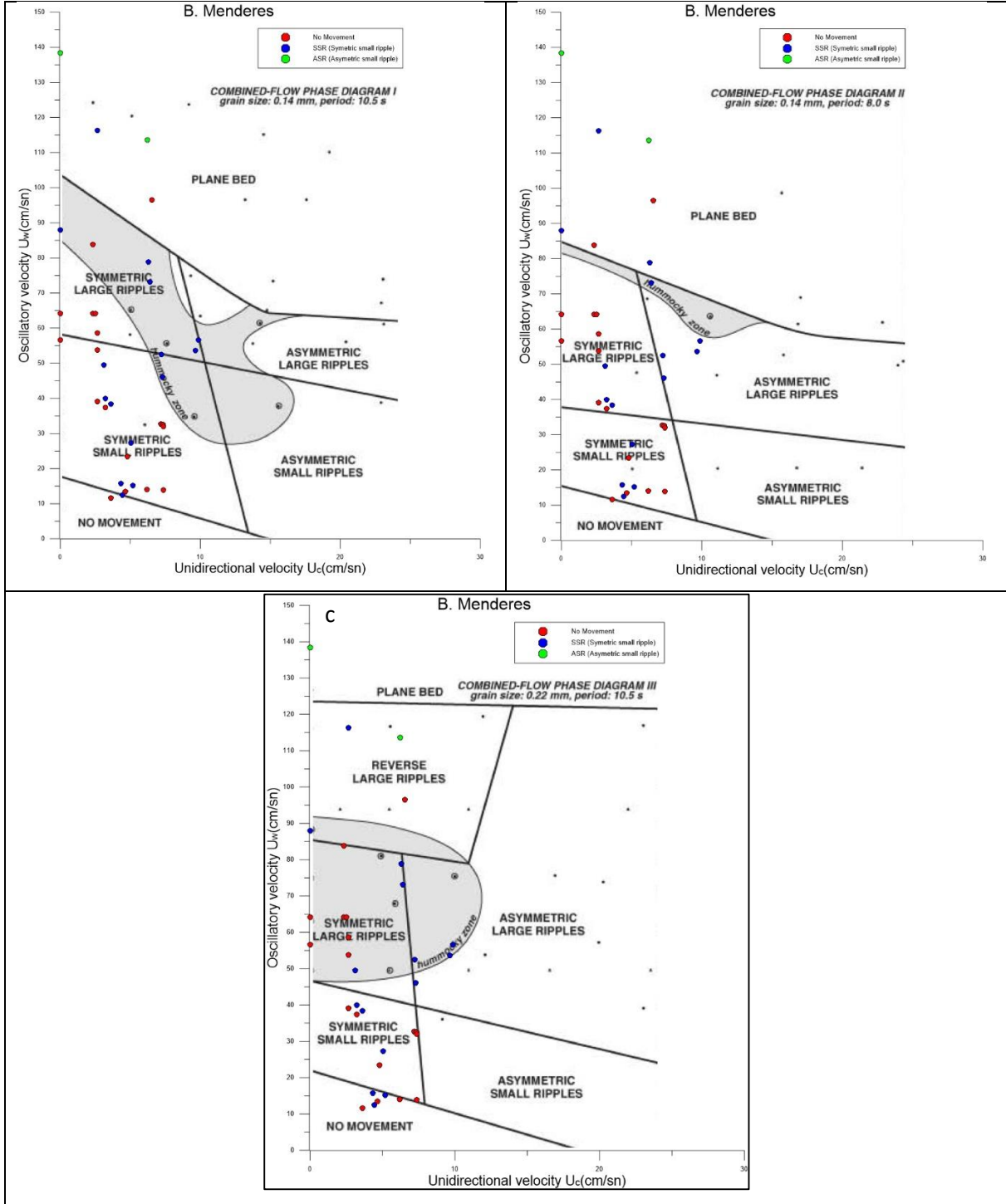
Parametre	Parametre formülü	Tanımı
$U_w$	$\frac{\pi H}{T \sinh(kh)}$ (Soulsby,97)	(Tanımlanmamış, deneysel) Dalga hızı
$U_c$	ölçüldü	Akıntı hızı
H	$H_{1/10}$	Dalga yüksekliği
T	$T_p$	Dalga pik periyodu
h		Su derinliği
k	$2\pi/L$	Dalga numarası
L	$\frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$ (Hunt's iteration)	(Tanımlanmamış) Dalga uzunluğu

Tablo 39. Dumas ve arkadaşlarının faz diyagramında kullandığı terimler ve açıklamaları

Deniz taban formu sınıfı	Kısaltması	Deneyimsel tanımlaması
<i>No Movement</i>		➤ Faz diyagramındaki “no movement” alanı basitçe dalga ve akıntının hareket eşik değer eğrilerinin çakıştırılmasıyla oluşturulmuştur.
<i>Symmetric Small Ripples</i>	SSR	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dalgacık uzunlukları 7 ile 11 cm arasında, ortalama 9 cm kadardır ve <math>U_c</math> ile doğru orantılı olarak artar</li> <li>➤ Dalgacık yükseklikleri ise 0.5 ile 1.3 cm arasında değişirken genelde 1 cm civarındadır. <math>U_c</math> ile ters orantı gösterir ancak bu etki oldukça hafiftir.</li> <li>➤ Dar ve keskin (iyi tanımlanmış) sırt karakteristiği gösterirler</li> <li>➤ Geniş ve yuvarlak çukurlukları vardır ve akışaltı ve akışüstü tarafları düzdür</li> <li>➤ Simetrik bir profil gösterirler (simetri indeksleri genellikle 1'dir)</li> <li>➤ Sırt çizgileri devamlı ve düzdür, akıntıya diktir</li> <li>➤ Desen olarak genelde 2D dağılım gösterirler</li> <li>➤ Dalgacık indeksi 6 ile 14 arasında değişir ve ortalama 10'dur</li> <li>➤ Eğrilik indeksi ise genellikle 0.4 civarındadır.</li> </ul>
<i>Asymmetric Small Ripples</i>	ASR	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dalgacık uzunluğu 11 ile 21 cm arasında değişir ve ortalama 13 cm civarındadır. Yükseklikleri ise 1.2 ile 2.9 cm arasındadır ve ortalama 1.8 cm'dir.</li> <li>➤ Bu tip taban formları geniş sırt özelliği gösterir ve akışaltı ile akışüstü tarafları dışbükey özellik gösterir.</li> <li>➤ Sırt çizgileri düzensizdir ve 3D dağılım gösterirler</li> <li>➤ Dalgacık indeksi 4 ile 11 arasında değişirken ortalama değer 8'dir.</li> <li>➤ Yuvarlatılmış bir görüntüsü vardır ve Eğrilik indeksi 0.6 civarındadır.</li> </ul>
<i>Symmetric Large Ripples</i>	SLR	➤ yok
<i>Asymmetric Large Ripples</i>	ALR	➤ yok
<i>Reverse Large Ripples</i>	RLR	➤ yok
<i>Plane Bed</i>	PL	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yörüngesel hızlar 90–120 cm/s civarındayken yada <math>U_w</math> en düşük 60 cm/s ve <math>U_c</math> 20 cm/s hız ile ona eklendiğinde deniz taban formu düzleşerek “Plane Bed” olarak adlandırılır.</li> <li>➤ Genellikle bu olay taban üzerinde yüksek askıda sediman konsantrasyonuna neden olacaktır.</li> </ul>

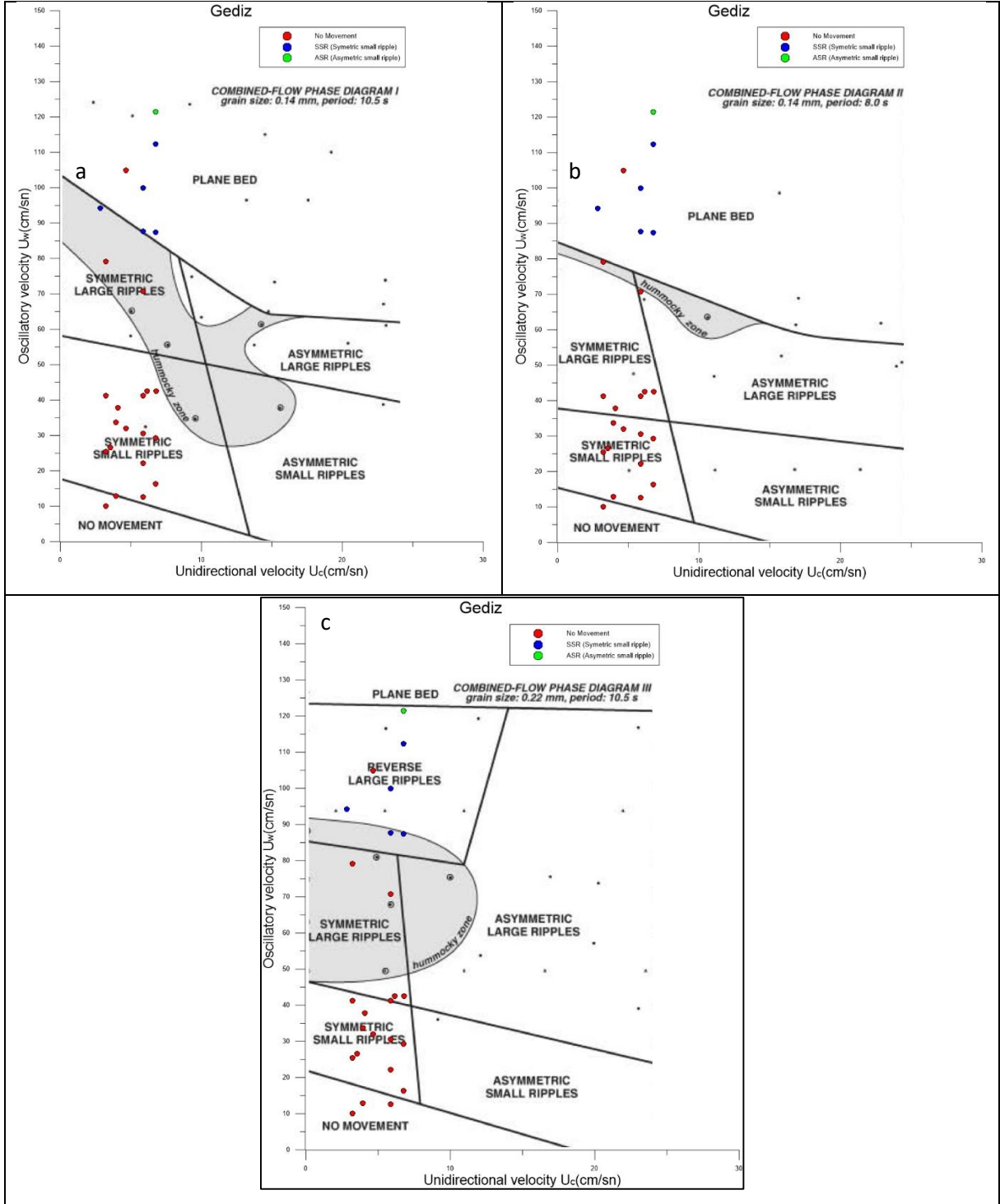


Şekil 119. Dumas ve arkadaşlarının geliştirdiği faz diyagramlarında Gediz ve B. Menderes verilerinin gösterimi a) sediment dane çapı: 0.14 mm, dalga periyodu 10.5 s, b) sediment dane çapı: 0.14 mm, dalga periyodu 8 s, c) sediment dane çapı: 0.22 mm, dalga periyodu 10.5 s



Şekil 120. Dumas ve arkadaşlarının geliştirdiği faz diyagramlarında B. Menderes verilerinin gösterimi a) sediment dane çapı: 0.14 mm, dalga periyodu 10.5 s, b) sediment dane çapı: 0.14 mm, dalga periyodu 8 s, c) sediment dane çapı: 0.22 mm, dalga periyodu 10.5 s





Şekil 121. Dumas ve arkadaşlarının geliştirdiği faz diyagramlarında Gediz verilerinin gösterimi a) sediment dane çapı: 0.14 mm, dalga periyodu 10.5 s, b) sediment dane çapı: 0.14 mm, dalga periyodu 8 s, c) sediment dane çapı: 0.22 mm, dalga periyodu 10.5 s

En yeni faz diyagramlarından olan Perillo vd. (2014) çalışmasında deney sonuçlarını kullanarak diyagramlarını geliştirmiştir. Özellikle Gediz ve B. Menderes ağzlarının karakteristik

özelliği olan ince dane çapına sahip nehir ağızlarında Şekil 122, 123 ve 124'te a) grubunda görülen sonuçlar oldukça tatmin edici ve uyumlu görülmüştür.

- Perillo, 2013 ve Perillo vd., 2014

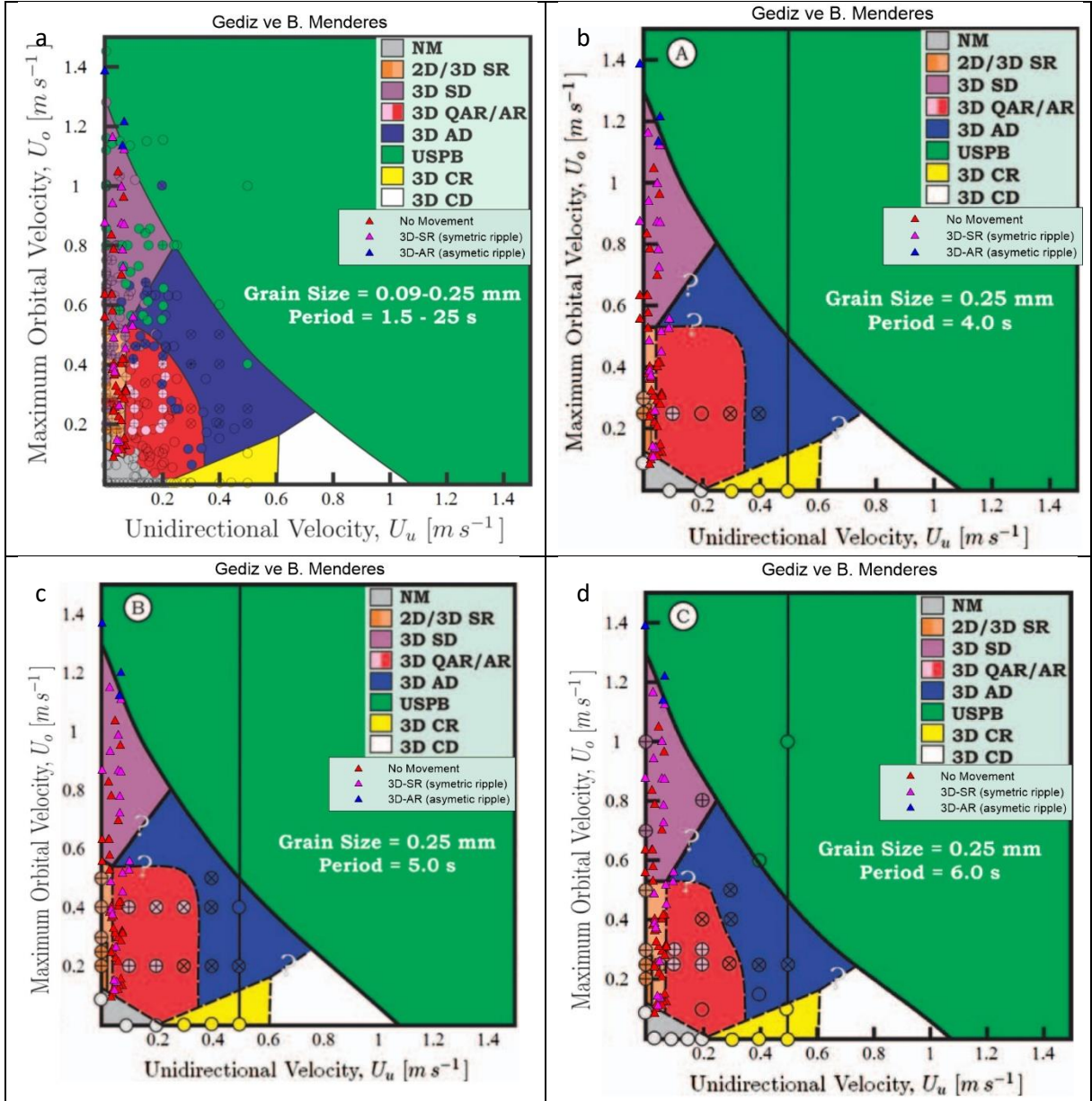
Unidirectional velocity(Akıntı hızı)  $U_c$  Maximum orbital velocity(Dalga hızı)  $U_o$

Tablo 40. Perillo tarafından geliştirilen faz diyagramında kullanılan parametreler ve hesaplama yöntemleri

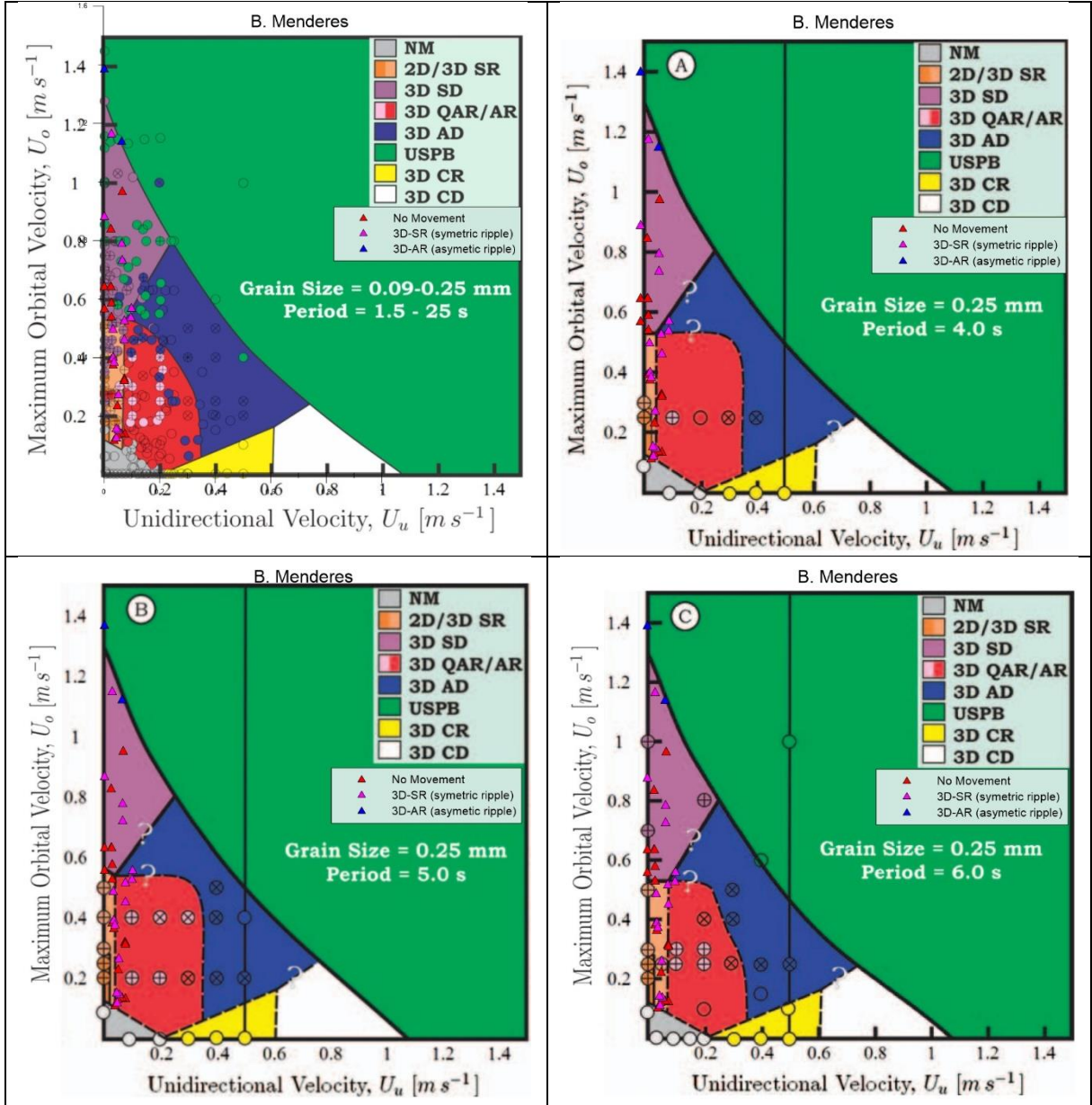
Parametre	Parametre formülü	Tanımı
$U_o$	$\frac{\pi H}{T \sinh(kh)}$ (Soulsby,97)	(Tanımlanmadı, deneysel) Maksimum dalga hızı
$U_c$	Ölçüldü	Akıntı hızı
H	$H_{1/10}$	Dalga yüksekliği
T	$T_p$	Dalga pik periyodu
h		Su derinliği
k	$2\pi/L$	Dalga numarası
L	$\frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$ (Hunt's iteration)	Dalga uzunluğu

Tablo 41. Perillo tarafından geliştirilen faz diyagramında kullanılan terimler ve açıklamaları

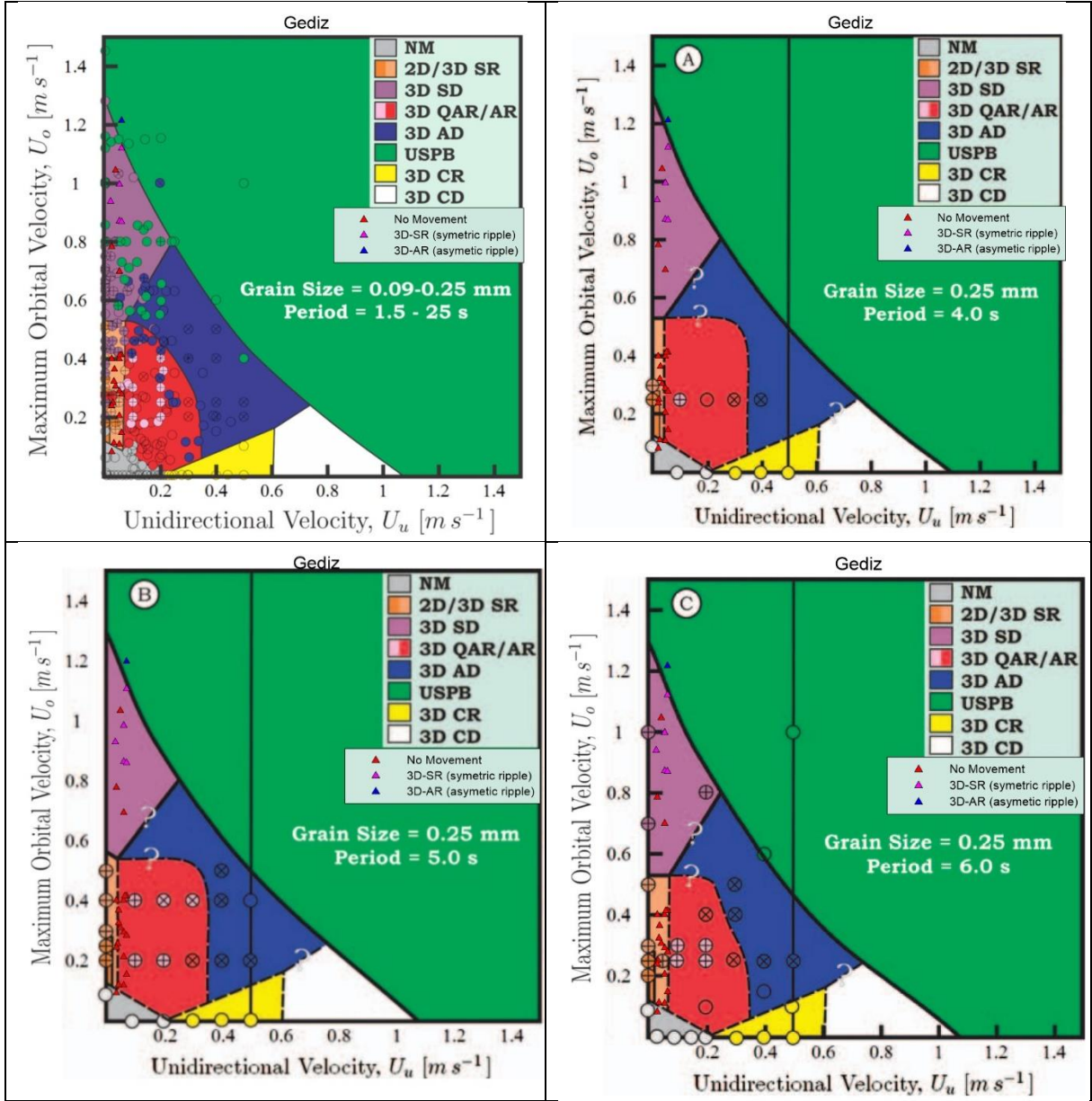
Deniz taban formu sınıfı	Kısaltması	Deneyimsel tanımlaması
No Motion	NM	➤ “No motion (NM)” bölümü sediment hareketinin başladığı sınıra kaar olan düzlem taban dönemini karakterize etmektedir.
2D Symmetric Ripples	(2D SR)	➤ 2D simetrik dalgacıklar net olarak belirlenebilirler, düzenli, devamlılık gösteren keskin sırtlara sahip akışa dik uzanan yapılardır. ➤ Bu tip taban formları düzgün ve simetrik bir profile sahiptir.
3D Symmetric Ripples	(3D SR)	➤ Bu taban formlarının karakteristiği 2DSR'a çok benzemektedir. Ancak bu formların uzanımları devamlı ve düzenli değildir.
3D Symmetric Dunes	(3D SD)	➤ yok
3D Asymmetric Ripples	(3D AR)	➤ Ortalama dalgacık boyları 0.14 ile 0.42 m arasında değişirken ortalama $0.22 \pm 0.07$ m olarak tanımlanmaktadır. ➤ Benzer şekilde değişim gösteren dalgacık yükseklikleri 0.016 ile 0.050 m arasında değişirken ortalama $0.025 \pm 0.009$ m gözlenmiştir.
3D Asymmetric Dunes	3D AD	➤ yok
Upper-Stage Plane Bed	(USPB)	➤ Bu alanda yoğun sediment hareketiyle düzlem bir taban ile karakterize edilir.
3D Current Ripples	3D CR	➤ yok
3D Current Dunes	3D CD	➤ yok



Şekil 122. Perillo'nun geliştirdiği faz diyagramlarında Gediz ve B. Menderes verilerinin gösterimi a) sediment dane çapı: 0.09-0.25 mm, dalga periyodu 1.5-25 s, b) sediment dane çapı: 0.25 mm, dalga periyodu 4 s, c) sediment dane çapı: 0.25 mm, dalga periyodu 5 s, d) sediment dane çapı: 0.25 mm, dalga periyodu 6 s,



Şekil 123. Perillo'nun geliştirdiği faz diyagramlarında B. Menderesverilerinin gösterimi a) sediment dane çapı: 0.09-0.25 mm, dalga periyodu 1.5-25 s, b) sediment dane çapı: 0.25 mm, dalga periyodu 4 s, c) sediment dane çapı: 0.25 mm, dalga periyodu 5 s, d) sediment dane çapı: 0.25 mm, dalga periyodu 6 s,



Şekil 124. Perillo'nun geliştirdiği faz diyagramlarında Gediz verilerinin gösterimi a) sediment dane çapı: 0.09-0.25 mm, dalga periyodu 1.5-25 s, b) sediment dane çapı: 0.25 mm, dalga periyodu 4 s, c) sediment dane çapı: 0.25 mm, dalga periyodu 5 s, d) sediment dane çapı: 0.25 mm, dalga periyodu 6 s,

#### 4.6 Analitik Model Sonuçları

Dalga etkisi altında oluşan deniz taban formlarını tahmin amaçlı geliştirilen formüllerin her biri aşağıda yöntem, kullandıkları parametreler ve hesaplama teknikleri açısından incelenmiştir.

- (Grant ve Madsen, 1982)

Aşağıda kullanılan tahmin formülleri verilen çalışmada Tablo 42, bu formülleri hesaplamak için kullanılan tüm parametreleri ve hesaplama yöntemlerini açıklamaktadır. Bu yöntemler kullanılarak tüm veriler taban form boyutlarının hesabı için kullanılmıştır.

$$\begin{aligned} (\theta/\theta_c) < (\theta/\theta_c)_B & \text{ ise } \frac{\eta}{A_b} = 0,22(\theta/\theta_c)^{-0,16} & \text{ ve } \frac{\eta}{\lambda} = 0,16(\theta/\theta_c)^{-0,04} \\ (\theta/\theta_c) > (\theta/\theta_c)_B & \text{ ise } \frac{\eta}{A_b} = 0,48S_*^{0,8}(\theta/\theta_c)^{-1,5} & \text{ ve } \frac{\eta}{\lambda} = 0,28S_*^{0,6}(\theta/\theta_c)^{-1,0} \end{aligned}$$

Tablo 42. Grant ve Madsen tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri

Parametre	Parametre formülü	Tanımı
$\theta_{GM}$	$\tau_{bmGM}/\rho(s-1)gD$	Maksimum Shields' parametresi
$(\theta/\theta_c)_B$	$1,8S_*^{0,6}$	Kırılma noktası yüzey sürtünme Shields' parametresi
s	$\rho_s/\rho$	Rölatif sediment yoğunluğu
$\rho_s$	$G_s * \rho$	Sediment yoğunluğu
$G_s$	-	Sediment özgül ağırlığı
$\rho$	-	Su yoğunluğu
D		Sediment dane çapı
g		Gravite sabiti
$\theta_{cGM}$	$\frac{0,30}{1 + 1,2D_*} + 0,055[1 - \exp(-0,02D_*)]$	Kritik shields' parametresi (Soulsby, 1997) (Madsen & Grant, 1976'ya en yakın değer)
$\tau_{bmGM}$	$1/2 \rho f_{wGM} u_{bm}^2$	<b>Dalga altında maksimum taban gerilme kuvveti</b>
$u_{*wm}$	$(f_w/2)^{1/2} u_{bm}$	<b>Dalga altında maksimum gerilme hızı</b>
$u_{bm}$	$\frac{0,183 * (2H)}{\sqrt{h/g}}$	Tabana yakın orbital hız (Tanımlanmamış) (Soulsby, 1997)
$f_{wGM}$	$0,08/[Ker^{22}(\zeta_0)^{1/2} + Kei^{22}(\zeta_0)^{1/2}]$	<b>Dalga sürtünme kuvveti (Soulsby et al. 2005)</b>
$\zeta_0$	$k_b/30l$	
l	$\kappa u_{*wm}/\omega$	
$\kappa$	0,41	von karman Sabiti ( <a href="http://wiki.eanswers.com/en/Von_K%C3%A1rm%C3%A1n_constant?ext=t&amp;cid=5036">http://wiki.eanswers.com/en/Von_K%C3%A1rm%C3%A1n_constant?ext=t&amp;cid=5036</a> )
If $(k_b/A_b) > 1$	$f_{cGM} = 0,23$	
$k_b$	$k_s = 2,5 * D_{50}$ grain roughness	Eşdeğer pürüzlülük yüksekliği
$A_b$	$H/2 \sinh kh$	(h:Su derinliği) Tabana yakın dalga excursionu
$S_*$	$(D/4v)[(s-1)gD]^{1/2}$	Boyutsuz sediment parametresi
$D_*$	$\left[\frac{g(s-1)}{v^2}\right]^{1/3} D_{50}$	Boyutsuz sediment çapı
k	$2\pi/L$	Dalga numarası
$\omega$	$2\pi/T$	Radyal dalga frekansı
L	$\frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$ (Hunt's iteration)	Dalga boyu
H	$H_{1/10}$	(Tanımlanmamış) en yüksek 1/10 dalga yüksekliği ortalaması
T	$T_p$	(Tanımlanmamış)Pik periyot
h		Su derinliği

- (Nielsen, 1981)

Deniz taban formlarını tahmin eden formül ve gerekli parametreleri (Tablo 9) aşağıda verilen çalışma alınan verilerle değerlendirilerek gerekli boyutlar hesaplanmıştır. Hesap sonuçları Şekil 16 ve 17’de karşılaştırmalı olarak görülmektedir.

$$\lambda/a = \exp\left[\frac{693-0.37\ln^7\psi}{1000-0.75\ln^8\psi}\right] \quad \eta/\lambda = 0.342 - 0,34\sqrt[4]{\theta} \quad \eta/a = 21\psi^{-1.85}$$

Tablo 43. Nielsen tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri

Parametre	Parametre formülü	Tanımı
$\psi$	$(a\omega)^2/(s-1)gD$	Hareketlilik parametresi
$\omega$	$2\pi/T$	Radyal dalga frekansı
$s$	$\rho_s/\rho$	Rölatif sediment yoğunluğu
$\rho_s$	$G_s * \rho$	Sediment yoğunluğu
$G_s$	-	Sediment özgül ağırlığı
$\rho$	-	Su yoğunluğu
$D$		Sediment dane çapı
$g$		Gravite sabiti
$\theta_N$	$1/2 (f_w \psi)$	Shields' parametresi
$f_{wN}$	$\exp[5.213(2.5D/a)^{0.194} - 5.977]$	<b>Dalga sürtünme kuvveti</b>
$a$	$U_{1/3}T/(2\pi)$ (Soulsby 97)	Dalga yarı excursionu (Tanımlanmamış)
$T$	$T_p$	(Tanımlanmamış)Pik periyot
$U_{1/3}$	$\frac{\pi H}{T \sinh(kh)}$	(Tanımlanmamış) Dalga orbital hızı
$k$	$2\pi/L$	Dalga numarası
$h$		Su derinliği
$H$	$H_{1/10}$	(Tanımlanmamış) en yüksek 1/10 dalga yüksekliği ortalaması
$L$	$\frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$ (Hunt's iteration)	(Tanımlanmamış)Dalga boyu

- (Soulsby vd., 2012)

Bu çalışmaya göre oluşacak taban formları belirli bir kritere bağlı gelişmektedir. Buna göre:

Eğer  $\theta_w \leq \theta_{cr}$  ise deniz taban form boyutu var olduğu şekliyle kalır

Eğer  $\theta_w > \theta_{cr}$  ise deniz taban form boyutları aşağıdaki formülle hesaplanır

$$\lambda/A = [1 + 1.87 * 10^{-7} \Delta (1 - \exp\{-(2 * 10^{-4} \Delta)^{1.5}\})]^{-1}$$

$$\eta/\lambda = 0.15[1 - \exp\{-(5000/\Delta)^{3.5}\}]$$

Tablo 44, bu formüllerin hesaplanabilmesi için gereken parametreleri ve hesaplama yöntemlerini göstermektedir. Bu yöntemle tüm parametreler hesaplanarak Şekil 125 ve 126'da karşılaştırmalı olarak çizilmiştir.

Tablo 44. Soulsby ve arkadaşları tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplama yöntemleri

Parametre	Parametre formülü	Tanımı
$\theta_w$	$\tau_w / [(\rho_s - \rho)gD_{50}]$	Shields' parametresi
$\theta_{cr}$	$\frac{0.30}{1 + 1.2D_*} + 0.055[1 - \exp(-0.02D_*)]$	Kritik shields' parametresi
$\tau_w$	$1/2 \rho f_w u_w^2$	Taban gerilme kuvveti
$f_w$	$0.00251 \exp[5.21(0.4\Delta)^{-0.19}]$	Tanecikle ilişkili dalga sürtünme kuvveti
A	$U_w T / (2\pi)$	Tabana yakın dalga excursionu
$U_w$	$\frac{\pi H}{T \sinh(kh)}$	$U_{1/10}$ En yüksek 1/10 dalga hızı ortalaması
H	$H_{1/10}$	en yüksek 1/10 dalga yüksekliği ortalaması
T	$T_p$	Pik periyot
$\Delta$	$A/D_{50}$	
$D_{50}$	-	Sediment dane çapı
$D_*$	$\left[ \frac{g(s-1)}{v^2} \right]^{1/3} D_{50}$	Boyutsuz sediment çapı
g		Gravite sabiti
s	$\rho_s / \rho$	Rölatif sediment yoğunluğu
$\rho_s$	$G_s * \rho$	Sediment yoğunluğu
$G_s$	-	Sediment özgül ağırlığı
$\rho$	-	Su yoğunluğu
k	$2\pi/L$	Dalga numarası
L	$\frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$ (Hunt's iteration)	(Tanımlanmamış) Dalga boyu



- (van Rijn, 1993)

$$\begin{aligned} \psi \leq 10 & \quad \text{için} \quad \frac{\eta}{A_b} = 0.22 & \quad \text{ve} & \quad \frac{\eta}{\lambda} = 0.18 \\ 10 < \psi < 250 & \quad \text{için} \quad \frac{\eta}{A_b} = 2.8 * 10^{-13}(250 - \psi)^5 & \quad \text{ve} & \quad \frac{\eta}{\lambda} = 2 * 10^{-7}(250 - \psi)^{2.5} \\ \psi \geq 250 & \quad \text{için} \quad \frac{\eta}{A_b} = 0 & \quad \text{ve} & \quad \frac{\eta}{\lambda} = 0 \end{aligned}$$

Tablo 45. Van Rijn tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri

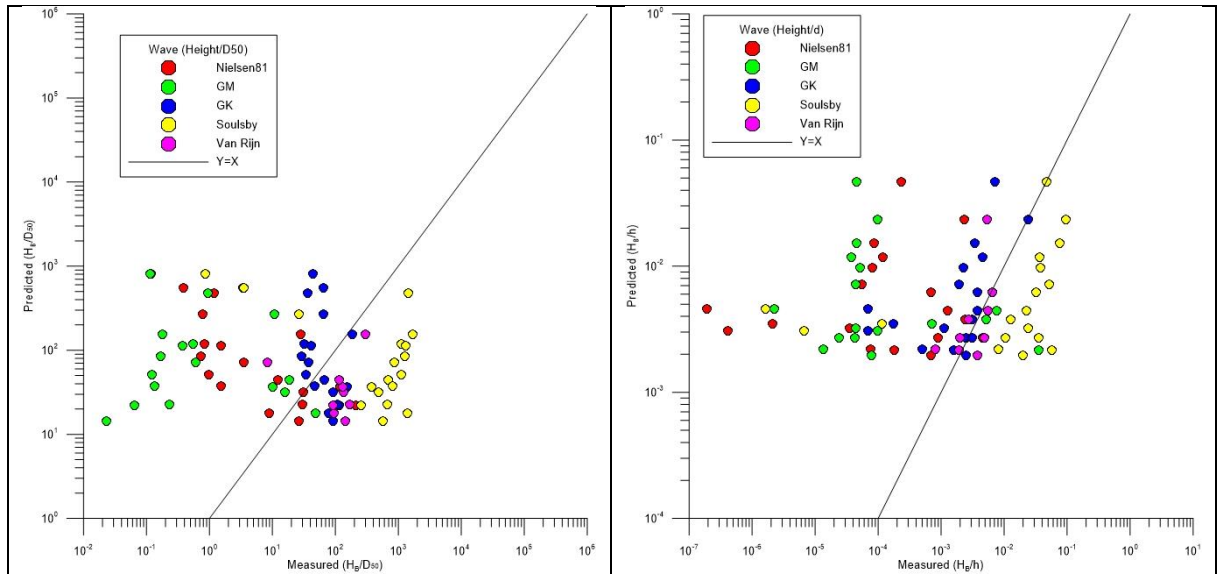
Parametre	Parametre formülü	Tanımı
$A_b$	$H/2 \sinh kh$	Tabana yakın orbital excursionun pik değeri
$\psi$	$(u_b)^2 / (s - 1)gD$	Hareketlilik parametresi
$U_b$	$\frac{\pi H}{T \sinh(kh)}$	Tabana yakın orbital hızın pik değeri
$s$	$\rho_s / \rho$	Rölatif sediment yoğunluğu
$\rho_s$	$G_s * \rho$	Sediment yoğunluğu
$G_s$	-	Sediment özgül ağırlığı
$\rho$	-	Su yoğunluğu
$k$	$2\pi/L$	Dalga numarası
$D_{50}$	-	Sediment dane çapı
$h$	-	Su derinliği
$H$	$H_{1/3}$	Significant Dalga yüksekliği
$T$	$T_p$	Pik periyot
$L$	$\frac{gT^2}{2\pi} \tanh(kh)$ $\frac{gT^2}{2\pi} \tanh(\frac{2\pi d}{L})$ (Hunt's iteration is used)	Dalga boyu

- (Grasmeijer ve Kleinhans, 2004)

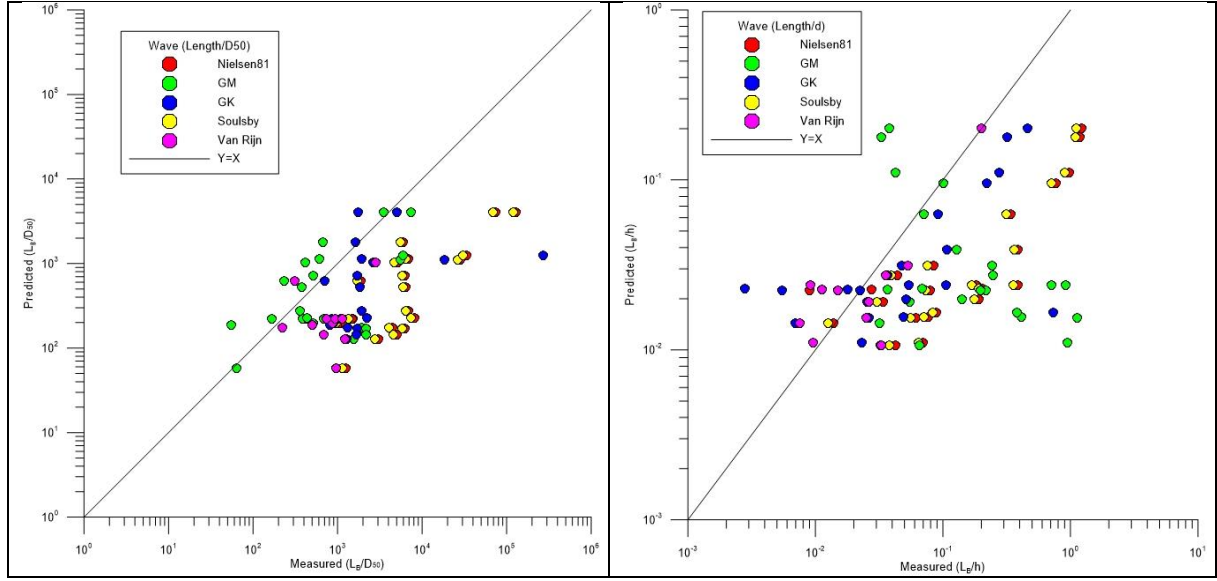
$$\begin{aligned} \psi > 10 \text{ için} \quad \frac{\eta}{A} &= 2\psi^{-1} & \text{ve} \quad \frac{\eta}{\lambda} &= -0.078 + 0.355\psi^{-0.221} \\ \psi < 10 \text{ için} \quad \frac{\eta}{A} &= 0.275 - 0.022\psi^{0.5} & \text{ve} \quad \frac{\eta}{\lambda} &= 0.14 \end{aligned}$$

Tablo 46. Grasmeijer ve Kleinhans tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri

Parametre	Parametre formülü	Tanımı
A	$H/2 \sinh kh$	Tabana yakın orbital excursion
$\psi$	$\frac{(U_{1/3})^2}{sgD_{50}}$	Hareketlilik parametresi
$U_{1/3}$	$\frac{\pi H}{T \sinh(kh)}$	(Tanımlanmamış) Ortalama pik orbital hız
s	$\rho_s / \rho$	Rölatif sediment yoğunluğu
$\rho_s$	$G_s * \rho$	Sediment yoğunluğu
$G_s$	-	Sediment özgül ağırlığı
$\rho$	-	Su yoğunluğu
k	$2\pi/L$	Dalga numarası
$D_{50}$	-	Sediment dane çapı
h	-	Su derinliği
H	$H_{1/10}$	Dalga yüksekliği(Tanımlanmamış)
T	$T_p$	Pik periyot(Tanımlanmamış)
L	$\frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$ (Hunt's iteration)	Dalga boyu(Tanımlanmamış)



Şekil 125. Dalga etkisinde hesaplanan boyutsuz dalgacık yüksekliği (Predicted  $H_B/h$ ) ile B. Menderes ve Gediz nehirlerinde ölçülen dalgacık yüksekliği (Measured  $H_B/h$ ) arasındaki ilişkiyi gösteren grafik.



Şekil 126. Dalga etkisinde hesaplanan boyutsuz dalgacık boyu (Predicted  $L_B/h$ ) ile B. Menderes ve Gediz nehirlerinde ölçülen dalgacık boyu (Measured  $L_B/h$ ) arasındaki ilişkiyi gösteren grafik.

Akıntı etkisi altında oluşan deniz taban formlarının tahmini için literatürden iki çalışma seçilmiştir. Bu çalışmalardan Van Rijn (1993) içerisinde en sakin akıntı koşulları için olan tahmin formülü seçilmiş olmasına karşın elde edilen verilerin akıntı etkisiyle deniz tabanı oluşturamayacağı sonucu elde edildi. Aşağıda seçilen iki çalışmaya ait parametreleri ve hesaplama yöntemleri Tablo 47 ve Tablo 48’te verilmektedir.

- (Soulsby et al., 2012)

$$\frac{\eta_{max}}{D_{50}} = \frac{1}{D_*} [31.1 \ln(D_*) + 285] \quad \frac{\lambda_{max}}{D_{50}} = \frac{1}{D_*} [700 \ln(D_*) + 2023]$$

$$1.2 < D_* < 16 \quad \text{için} \quad \eta_{max} = D_{50} 202 D_*^{-0.554}$$

$$1.2 < D_* < 16 \quad \text{için} \quad \lambda_{max} = D_{50} (500 + 1881 D_*^{-1.5})$$

$$0 \leq \theta_c \leq \theta_{cr} \quad \text{için} \quad \eta = \text{var olduğu şekliyle kalır}$$

$$\theta_{cr} < \theta_c \leq \theta_{wo} \quad \text{için} \quad \eta = \eta_{max}$$

$$\theta_{wo} < \theta_c \leq \theta_{sf} \quad \text{için} \quad \eta = \eta_{max} \left( \frac{\theta_{sf} - \theta_c}{\theta_{sf} - \theta_{wo}} \right)$$

$$\theta_{sf} < \theta_c \quad \text{için} \quad \eta = 0$$

$$D_* > 1.58 \quad \text{için} \quad \theta_{wo} = 1.66 D_*^{-1.3}$$

$$D_* > 1.58 \quad \text{için} \quad \theta_{sf} = 2.26 D_*^{-1.3}$$

$$D_* \leq 1.58 \quad \text{için} \quad \theta_{wo} = 0.916 \quad \text{ve} \quad \theta_{sf} = 1.25$$

Tablo 47. Soulsby tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri

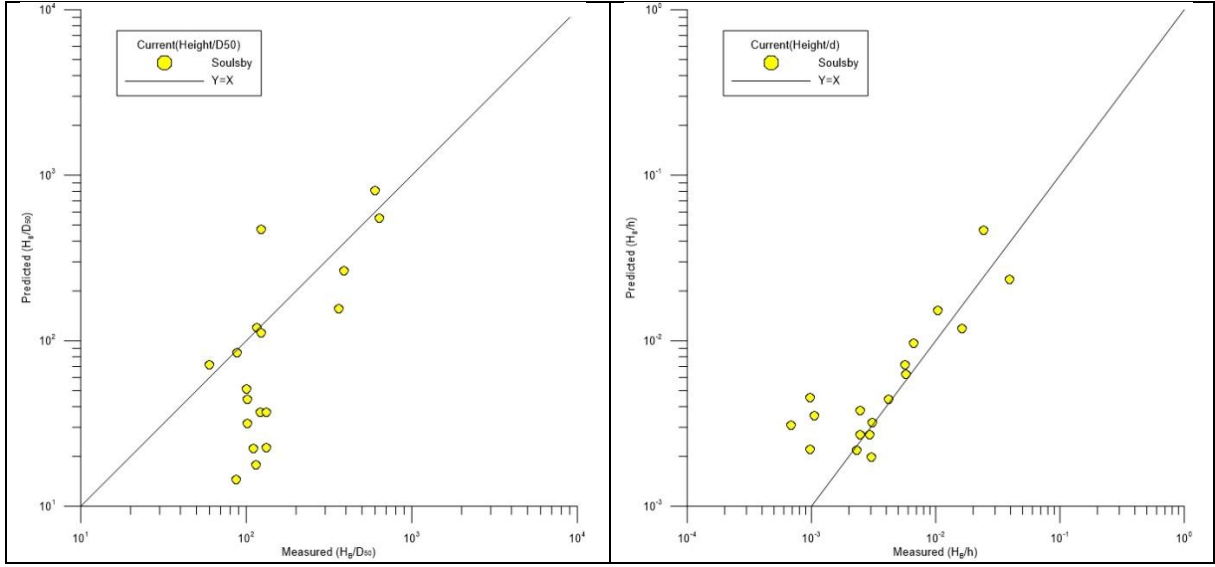
Parametre	Parametre formülü	Tanımı
$\theta_c$	$\frac{C_D \bar{U}^2}{g(s-1)D_{50}}$	Akıntı shields' parametresi
$\theta_{cr}$	$\frac{0.30}{1+1.2D_*} + 0.055[1 - \exp(-0.02D_*)]$	Kritik shields' parametresi
$C_D$	$\left[ \frac{0.40}{\ln(h/z_0) - 1} \right]^2$	Sürüklenme katsayısı
$z_0$	$D_{50}/12$	
$D_{50}$	-	Sediment dane çapı
$D_*$	$\left[ \frac{g(s-1)}{v^2} \right]^{1/3} D_{50}$	Boyutsuz sediment çapı
$g$		Gravite sabiti
$s$	$\rho_s/\rho$	Rölatif sediment yoğunluğu
$\rho_s$	$G_s * \rho$	Sediment yoğunluğu
$G_s$	-	Sediment özgül ağırlığı
$\rho$	-	Su yoğunluğu
$\bar{U}$	-	Derinlikle ortalanmış akıntı hızı
$h$	-	Su derinliği

- (van Rijn, 1993)

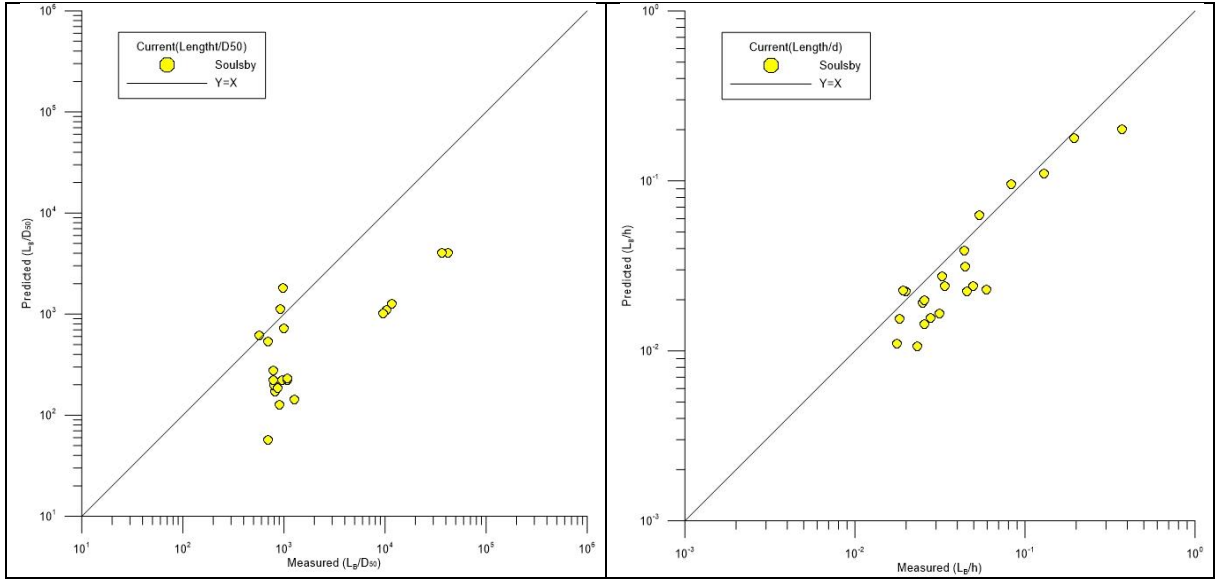
$$1 \leq D_* \leq 10 \quad \text{ve} \quad 3 \leq T \leq 10 \quad \text{için} \quad \frac{\eta}{h} = 0.02(1 - e^{-0.1T})[10 - T] \quad \text{ve} \quad \lambda = 0.5h$$

Tablo 48. Van Rijn tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri

Parametre	Parametre formülü	Tanımı
$T$	$(\tau_b - \tau_{cr})/\tau_{cr}$	Taban gerilme parametresi
$\tau_b$	$\rho g(\bar{U}/C)^2$	Tanecikle ilişkili taban gerilme kuvveti
$C$	$18 \log(12h/3D_{90})$	Tanecikle ilişkili chezy-katsayısı
$\tau_{cr}$	$\theta_{cr}/[(\rho_s - \rho)gD_{50}]$	Kritik taban gerilmesi (Tanımlanmamış) (Soulsby 97)
$\theta_{cr}$	$\frac{0.30}{1+1.2D_*} + 0.055[1 - \exp(-0.02D_*)]$	Kritik shields' parametresi (Tanımlanmamış) (Soulsby 97)
$D_*$	$\left[ \frac{g(s-1)}{v^2} \right]^{1/3} D_{50}$	Boyutsuz sediment çapı
$D_{90}$	-	Sediment dane çapı (90%)
$D_{50}$	-	Sediment dane çapı (50%)
$g$	-	Gravite sabiti
$v$	-	Suyun kinematik viskozitesi
$s$	$\rho_s/\rho$	Rölatif sediment yoğunluğu
$\rho_s$	$G_s * \rho$	Sediment yoğunluğu
$G_s$	-	Sediment özgül ağırlığı
$\rho$	-	Su yoğunluğu
$\bar{U}$	-	Derinlikle ortalanmış akıntı hızı
$h$	-	Su derinliği



Şekil 127. Akıntı etkisinde hesaplanan boyutsuz dalgacık yüksekliği (Predicted  $H_B/h$ ) ile B. Menderes ve Gediz nehirlerinde ölçülen dalgacık yüksekliği (Measured  $H_B/h$ ) arasındaki ilişkiyi gösteren grafik.



Şekil 128. Akıntı etkisinde hesaplanan boyutsuz dalgacık boyu (Predicted  $L_B/h$ ) ile B. Menderes ve Gediz nehirlerinde ölçülen dalgacık boyu (Measured  $L_B/h$ ) arasındaki ilişkiyi gösteren grafik.

Kombine akımlar altında oluşan deniz taban formlarını tahmin eden formüller arasından seçilen dört çalışma aşağıda incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda elde edilen sonuçlar Şekil 129 ve 130'da görülmektedir.

- (Li vd., 1996)

$$\theta_{wm} < \theta_B \quad \text{için} \quad \eta = 0.101A_b(\theta_{wm}/\theta_c)^{-0.16} \quad \text{ve} \quad \lambda = 4.95\eta(\theta_{wm}/\theta_c)^{0.04}$$

$$\theta_{wm} > \theta_B \quad \text{için} \quad \eta = 0.356A_b(\theta_{wm}/\theta_c)^{-1.5} \quad \text{ve} \quad \lambda = 3.03\eta S_*^{-0.6}(\theta_{wm}/\theta_c)$$

Tablo 49. Li ve arkadaşları tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri

Parametre	Parametre formülü	Tanımı
$\theta_{wm}$	$\rho U_{*wm}^2 / \rho(s-1)gD$	Maksimum Shields' parametresi
$\theta_c$	$\frac{0.30}{1 + 1.2D_*} + 0.055[1 - \exp(-0.02D_*)]$	Kritik shields' parametresi (Soulsby, 1997) (Madsen & Grant, 1976'ya en yakın değer)
$\theta_B$	$1.8\theta_c S_*^{0.6}$	Kırılma noktası taban sürtünme shields parametresi (Madsen & Grant, 1976)
s	$\rho_s / \rho$	Rölatif sediment yoğunluğu
$\rho_s$	$G_s * \rho$	Sediment yoğunluğu
$G_s$	-	Sediment özgül ağırlığı
$\rho$	-	Su yoğunluğu
D		Sediment dane çapı
g		Gravite sabiti
$S_*$	$(D/4v)[(s-1)gD]^{1/2}$	Boyutsuz sediment parmetresi
$f_w$	$0.00251 \exp[5.21(0.4\Delta)^{-0.19}]$	Dalga sürtünme kuvveti (Tanımlanmamış) (Soulsby et. Al. 2005)
$\Delta$	$A_b/D_{50}$	
$u_{*wm}$	$(f_w/2)^{1/2} u_{bm}$	Dalga altındaki maksimum shear hızı
$u_{bm}$	$\frac{0.183 * (2H)}{\sqrt{h/g}}$	Tabana yakın orbital dalga hızı (Tanımlanmamış) (Soulsby, 1997 is used)
$\kappa$	0.41	von karman sabiti ( <a href="http://wiki.eanswers.com/en/Von_K%C3%A1rm%C3%A1n_constant?ext=t&amp;cid=5036">http://wiki.eanswers.com/en/Von_K%C3%A1rm%C3%A1n_constant?ext=t&amp;cid=5036</a> )
$k_b$	$k_s = 2.5 * D_{50}$ tane pürüzlülüğü	Eşdeğer pürüzlülük yüksekliği
$A_b$	$H/2 \sinh kh$	(h:Su derinliği) Tabana yakın dalga excursionu
k	$2\pi/L$	Dalga numarası
$\omega$	$2\pi/T$	Radyal dalga frekansı
L	$\frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$ (Hunt's iteration)	Dalga boyu
H	$H_{1/3}$	Signifikant dalga yüksekliği
T	$T_p$	Dalga pik periyodu
h		Su derinliği
v	-	Suyun kinematik viskozitesi

- (Soulsby vd. 2012)

Eğer  $\theta_w > \theta_c$  ise Dalga dominant

Eğer  $\theta_w < \theta_c$  ise Akıntı dominant

Tablo 50. Soulsby ve arkadaşları tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri

Parametre	Parametre formülü	Tanımı
$\theta_c$	$\frac{C_D \bar{U}^2}{g(s-1)D_{50}}$	Akıntı shields' parametresi
$\theta_{cr}$	$\frac{0.30}{1 + 1.2D_*} + 0.055[1 - \exp(-0.02D_*)]$	Kritik shields' parametresi
$C_D$	$\left[ \frac{0.40}{\ln(h/z_0) - 1} \right]^2$	Sürüklenme katsayısı
$z_0$	$D_{50}/12$	
$D_{50}$	-	Sediment dane çapı
$D_*$	$\left[ \frac{g(s-1)}{v^2} \right]^{1/3} D_{50}$	Boyutsuz sediment çapı
$\theta_w$	$\tau_w / [(\rho_s - \rho)gD_{50}]$	Shields' parametresi
$\tau_w$	$1/2 \rho f_w u_w^2$	Taban gerilme kuvveti
$f_w$	$0.00251 \exp[5.21(0.4\Delta)^{-0.19}]$	Tanecikle ilişkili dalga sürtünme kuvveti
A	$U_w T / (2\pi)$	Tabana yakın dalga excursionu
$U_w$	$\frac{\pi H}{T \sinh(kh)}$	$U_{1/10}$ En yüksek 1/10 dalga hızı ortalaması
H	$H_{1/10}$	The mean of the highest one-tenth Dalga yüksekliği
T	$T_p$	Pik periyot
k	$2\pi/L$	Dalga numarası
L	$\frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$ (Hunt's iteration)	(Tanımlanmamış) Dalga boyu
$\Delta$	$A/D_{50}$	
g		Gravite sabiti
s	$\rho_s/\rho$	Rölatif sediment yoğunluğu
$\rho_s$	$G_s * \rho$	Sediment yoğunluğu
$G_s$	-	Sediment özgül ağırlığı
$\rho$	-	Su yoğunluğu
$\bar{U}$	-	Derinlikle ortalanmış akıntı hızı
h	-	Su derinliği

- (Tanaka ve Dang, 1996)

$$\alpha(d_0/D_{50}) < 1600 \quad \text{için} \quad \frac{\lambda}{D_{50}} = 0.65\alpha(d_0/D_{50})$$

$$\alpha(d_0/D_{50}) > 1600 \quad \text{için} \quad \frac{\lambda}{D_{50}} = 1000$$

Tablo 51. Tanaka ve Dang tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri

Parametre	Parametre formülü	Tanımı
$\alpha$	$1 + 0.81/(\tanh(0.3S_*^{2/3}))^{2.5}(\bar{U}/U_w)^{1.9}$	
$d_0$	$H/\sinh(2\pi h/L)$	Su taneciğinin orbital çapı
$D_{50}$	-	Sediment dane çapı
$U_w$	$\frac{\pi H}{L} \frac{(L/T \pm \bar{U})}{\sinh(2\pi h/L)}$	Dalga bileşeninin hızı (aynı yöndeki hızlar için işaret negatif, karşılıklı yönlerdeki hızlar ise pozitif alınacak)
$S_*$	$(D/4\nu)[(s-1)gD]^{1/2}$	Boyutsuz sediment parametresi
H	$H_{1/10}$	(Tanımlanmamış) en yüksek 1/10 dalga yüksekliği ortalaması
T	$T_p$	(Tanımlanmamış)Pik periyot
L	$\frac{gT^2}{2\pi} \tanh(\frac{2\pi d}{L})$ (Hunt's iteration)	(Tanımlanmamış)Dalga boyu
$\bar{U}$	-	Derinlikle ortalanmış akıntı hızı
h	-	Su derinliği
g	-	Gravite sabiti

- (Khelifa ve Ouellet, 2000)

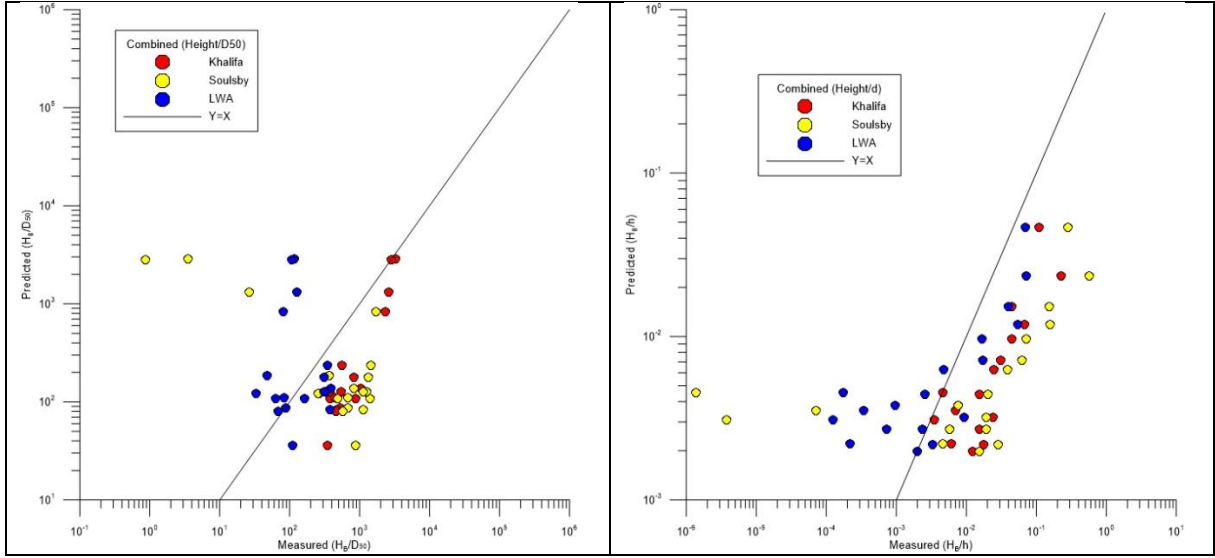
$$2\lambda/d_{wc} = 1.9 + 0.08\ln^2(1 + \psi_{wc}) - 0.74\ln(1 + \psi_{wc})$$

$$2\eta/d_{wc} = 0.32 + 0.017\ln^2(1 + \psi_{wc}) - 0.142\ln(1 + \psi_{wc})$$

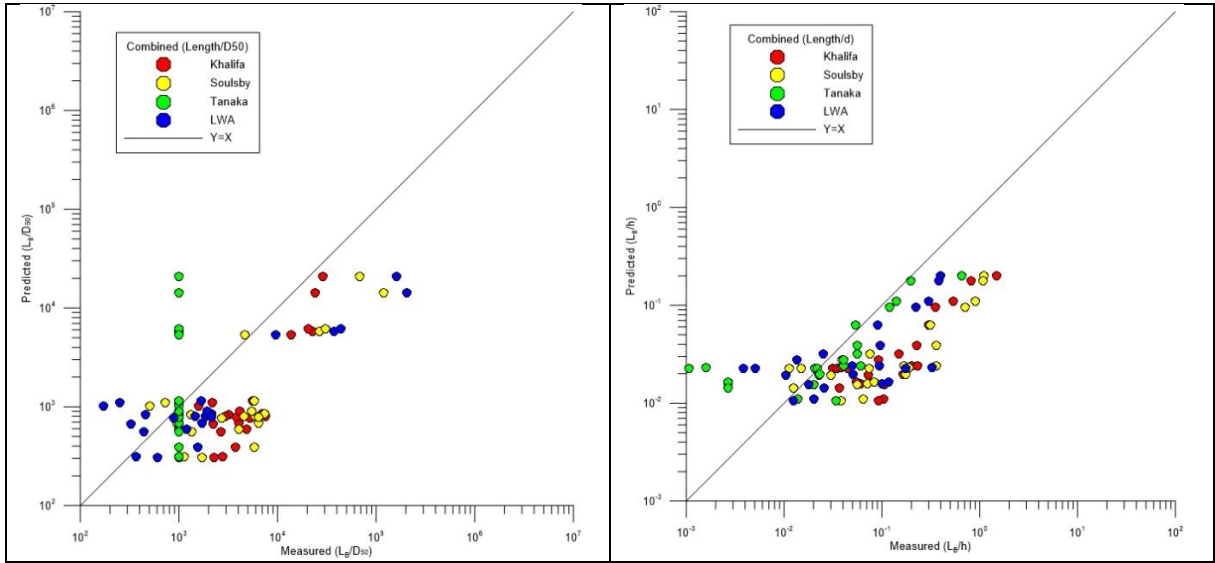
Tablo 52. Khelifa ve Ouellet tarafından geliştirilen tahmin formüllerinde kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri

Parametre	Parametre formülü	Tanımı
$d_{wc}$	$U_{wc}^{0.5}T$	Efektif orbital akışkan çapı
$\psi_{wc}$	$\frac{U_{wc}^2}{(s-1)gD}$	Hareketlilik parametresi
$U_{wc}$	$(\frac{U_\delta}{\pi})^2 + \bar{u}^2 + 2\frac{U_\delta}{\pi}\bar{u} \cos\theta $	Komabine akım hızı
$U_\delta$	$U_{1/3} = \frac{\pi H}{T\sinh(kh)}$ (Soulsby, 97)	(Tanımlanmamış) Dalga hızı
$\bar{u}$	-	(Tanımlanmamış) Derinlikle ortalanmış akıntı hızı
T	$T_p$	(Tanımlanmamış)Pik periyot
H	$H_{1/10}$	(Tanımlanmamış) en yüksek 1/10 dalga yüksekliği ortalaması
$\theta$	B. Menderes:118° Gediz:107°	Dalga ve akıntının karşılaşma açısı
D	-	Sediment dane çapı
k	$2\pi/L$	Dalga numarası
L	$\frac{gT^2}{2\pi} \tanh(\frac{2\pi d}{L})$ (Hunt's iteration)	(Tanımlanmamış)Dalga boyu
g	-	Gravite sabiti





Şekil 129. Kombine akım etkisinde hesaplanan boyutsuz dalgacık yüksekliği (Predicted  $H_B/h$ ) ile B. Menderes ve Gediz nehirlerinde ölçülen dalgacık yüksekliği (Measured  $H_B/h$ ) arasındaki ilişkiyi gösteren grafik.



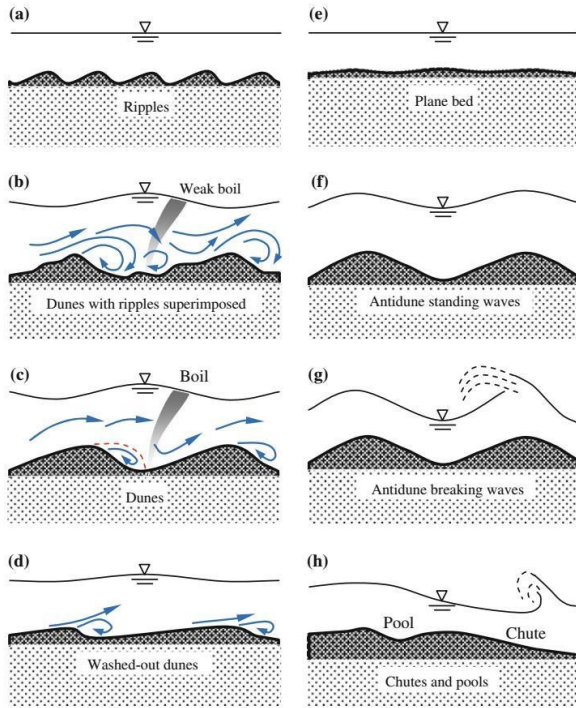
Şekil 130. Kombine akım etkisinde hesaplanan boyutsuz dalgacık boyu (Predicted  $L_B/h$ ) ile B. Menderes ve Gediz nehirlerinde ölçülen dalgacık boyu (Measured  $L_B/h$ ) arasındaki ilişkiyi gösteren grafik.

Tüm parametreler ve formüller hesaplanıp arazide ölçülen deniz taban form uzunluk ve yükseklikleriyle kıyaslanmıştır. Her bir hesaplama ve ölçülen boy ve uzunluk su derinliği ve sediman dane çapıyla boyutsuzlaştırılarak karşılıklı çizdirilmiştir. Sonuçlar tahmin sonuçlarının birebir arazi sonuçlarıyla örtüşmese de önemli ölçüde yakınlık ve benzer özellik göstermektedir. Grafiklerde görülen  $Y=X$  eğrisine her bir noktanın yakınlığı bu durumu açıklamaktadır. Tüm sonuçlar incelendiğinde her koşul için tutarlı sonuçlar veren Soulsby'nin çalışmaları dikkat çekmektedir. Kombine akım altında ise deniz taban formu boyu için Tanaka ve Dang, (1996)'ın tahmin formülü, deniz taban formu yüksekliğinde ise Li ve ark., (1996)'nın

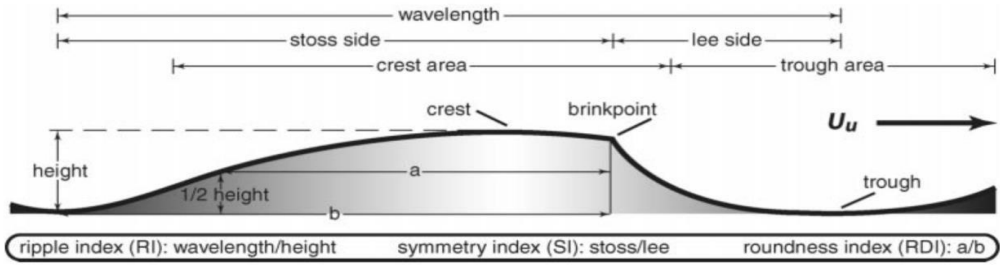
tahmin formülü özellikle bu projedeki gibi nehir ağızlarında en kullanışlı ve doğruya en yakın formüller olarak önerilmektedir.

#### 4.7 Önerilen Türkçe Terimler

Deniz taban formları ile ilgili literatürdeki terimlerin Türkçeleştirilmesi amacıyla anket düzenlendi. Ankette, farklı akış koşullarında oluşan deniz taban form tiplerini ve deniz taban formu geometrilerini tanımlayan İngilizce terimler soru olarak iletildi (Şekil 131 ve Şekil 132). Bu anket dahilinde alanda öne çıkan x adet araştırmacı ile görüşüldü. İngilizce terimler için önerilen Türkçe karşılıklar Tablo 53'te gösterilmiştir. Görüldüğü üzere Türkçe terimler üzerinde genel anlamıyla bir uzlaşma söz konusu değildir. Buda bu anket çalışmasının ne kadar yerinde bir çalışma olduğunu göstermektedir. Anket üzerinde genel bir değerlendirme yapılmış ve anket sonuçlarındaki bakarak bir öneri listesi oluşturulmuştur.



Şekil 131. Farklı akış koşullarında oluşan deniz taban form tipleri (Simons ve Richardson, 1961) a ripples, b ripples on dunes, c dunes, d transition or washed-out dunes, e plane bed, f antidune standing waves, g antidune breaking waves, h chute-pools



Şekil 132. Deniz taban formu geometrisi (Dumas vd. 2005)

Tablo 53. İngilizce terimlere karşılık önerilen Türkçe karşılıklar

Farklı Akış Koşullarında Oluşan Deniz Taban Form Tipleri (Simons & Richardson, 1961)									
İngilizce Terim	Türkçe Karşılığı								
	Öneri 1	Öneri 2	Öneri 3	Öneri 4	Öneri 5	Öneri 6	Öneri 7	Öneri 8	Genel Öneri
<b>Bedform</b>	Deniz Taban Formu	Taban Şekli	Taban Şekli	Deniz Tabanı Formu	Deniz Tabanı Formu	Taban Şekilleri	Deniz Tabanı Formu	Taban Şekli	<b>Deniz Taban Şekli</b>
<b>Ripple</b>	Dalgacık	Kum Dalgacığı	Dalgacık	Kum Dalgacığı	Kıvrıntı	Dalgacık	Dalgacık	Kum Tepesi	<b>Kum Dalgacığı</b>
<b>Dune</b>	Kumul	Kum Eşiğı	Kumul	Kum Tepesi	Kumul	Kum Eşiğı	Kumul	Kumul	<b>Kumul</b>
<b>Antidune</b>	Terskumul	Ters Eşik Veya Ters Kum Eşiğı	Terskumul	Ters Kum Tepesi	-	Ters Eşik	Dalga Kumulu Veya Paralel Kumul	Terskumul	<b>Ters Kumul</b>
<b>Plane Bed</b>	Düz Yüzey	Düzlem Taban	Tabaka Halinde Katı Madde Taşınımı	Düzlem Taban (Deniz Tabanı)	Taban Düzlemi	Düzlem Taban	Düz Deniz Tabanı	Düzlemsel Taban	<b>Düzlem Taban</b>
<b>Washed-Out Dune</b>	Solgun Kumul	Yıkanmış Eşik Veya Geçiş Hali	Yıkanan Kumul	Süprülmüş Kum Tepeleri	-	Süprüntü Eşik	Sönmüş Kumul	Solgun Kumul	<b>Solgun Kumul</b>
<b>Chute-Pool</b>	Eşik-Havuz	Şütler Ve Göller	Düşü-Çukur	Şut Eşiğı ( / Eşik) Ve Havuzlar (/Kum Oyulma Çukuru)	Düşü Havuzu	Oluk-Havuz	Düşü-Havuz	Eşik	
Deniz Taban Formu Geometrisi (Dumas, Et Al. 2005)									
<b>Lee-Side</b>	Akışaltı	Art-İz	Mansap Tarafı	Akışaltı	Akış Altı	Akışaltı	Tepenin Kara Tarafı	Art	
<b>Stoss-Side</b>	Akışüstü	Ön Yüzey	Menbaa Tarafı	Akışüstü	Akış Üstü	Akışüstü	Tepenin Deniz Tarafı	Üst	
<b>Trough</b>	Çukur	Çukur	Çukur	Çukur (Dalga Çukuru)	Oluk	Çukur	Çukur	Çukur	
<b>Crest</b>	Sırt	Tepe	Tepe	Tepe (Dalga Tepesi)	Sırt	Tepe	Tepe	Sırt	
<b>Roundness Index</b>	Eğrilik İndisi		Eğrilik İndisi	Eğrilik İndisi	Dairesellik Oranı	Kavis İndisi / Eğrilik İndisi	Yuvarlaklık İndisi	Eğrilik Göstergesi	

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

### 5.1 Sonuçlar

Deniz taban formları, hidrodinamik etkiler sonucu sedimentin harekete geçmesi ile oluşmaya başlayan ve zaman içerisinde gelişip hareket eden dinamik sedimenter yapılardır. Birçok parametreden etkilenen bu formların oluşumu ve gelişimi oldukça komplekstir. Literatürde farklı koşullar için formül ve diyagramlar olsa da özellikle kombine akımlar altında oluşan deniz taban formlarının tip ve boyutlarını tahmin eden üzerinde uzlaşmış formül ve diyagramlar henüz oluşmamıştır. Bu amaç doğrultusunda, nehir-deniz etkileşim bölgelerinde kombine akım alanlarının dinamiklerini ve sediment formlarının oluşum mekanizmaları araştırılmıştır. Araştırmalar Gediz ve B. Menderes nehir ağzlarında kurak ve yağışlı dönemlerde yapılmıştır. Deniz taban formlarının belirlenmesinde kullanılan sedimentin özellikleri, dalga-akıntı parametreleri, askıda katı madde konsantrasyonu, deniz suyu fiziksel özellikleri, Secchi disk derinliği, deniz taban tip ve boyutları, batimetri, sonar verileri toplanmıştır. Deniz taban formlarının tip ve boyutları yerinde ölçülmüş, bu ölçümler, her iki nehir ağzında üç farklı zamanda dalgıç marifeti ile ve ölçekli fotoğraflanmıştır. Deniz taban formlarının üstten ve yandan çekilen fotoğrafları Coğrafi Bilgi Sisteminde (CBS) metrik kartezyen koordinat sistemine oturtularak sayısallaştırılmıştır. Ayrıca, deniz taban formlarını tanımlayıcı özelliklerinden bir diğeri olan ve form tipinin belirlenmesinde önemli verilerden desen yapısı da yine üst görüntülemeyen elde edilmiştir.

Fiziksel veri olarak CTD, akıntı deniz tabanı sedimentleri, askıda katı madde, bulanıklık ve debi sonuçları değerlendirilmiştir. Akustik ölçümler (çok ışınlı iskandil ve yanal taramalı sonar) ise taban formları ile ilgili bölümde, taban formları açısından değerlendirilerek sunulmuştur.

CTD profiller incelendiğinde Büyük Menderes'te Mart ayı döneminde ilk yarım metrede farklı bir su kütlesi olduğu görülmekte iken, Mayıs dönemindeki verilere göre profil boyunca böyle bir ayrımlılık tespit edilememiştir. Ekim döneminde bir metre civarında derinlikte su kütlesi ayrışmaya başlamıştır. Gedizde ölçülen profillerde ise Temmuz döneminde 80 cm civarında, Ekim döneminde ise 1 m civarında su kütlelerinin farklılaştığı görülmektedir.

Denizde yapılan akıntı ölçümlerinde Büyük Menderes Mayıs döneminde akıntı değerlerinin 2-30 cm/sn, yönlerinin ise kuzey-batı yönlerinde olduğu görülmektedir. Mayıs döneminde hız 2-20 cm/sn aralığına sıkışırken yönler ise daha değişken olmuştur. Ekim döneminde hızlar daha da sıkışarak 1-12 cm/sn aralığına gelmiş, yönlerin zamansal değişkenliği artmıştır. Gediz'de ise Temmuz döneminde akıntı değerleri 2-9 cm/sn aralığında güneybatıdan batıya doğru yönsel değişkenlik gösterirken, Ekim döneminde hızlar 1-14 cm/sn aralığındadır ve yönler

zamansal olarak hızlı yön değiştirmektedir. Büyük Menderes Mart ayında havzanın su toplaması ve sonucunda debinin artması ile yüksek akıntı değerleri görülmüştür.

Her iki nehir ağzında sediman sınıfı dağılımları da oldukça farklıdır. Büyük Menderes nehir ağzında kum, siltli kum ve kumlu silt, başka bir ifade ile iri daneli yapı sediman sınıflarının ağırlıklı olduğunu görmekteyiz. Burada killi sediman yine ağırlıklı olarak killi silt sınıfında bulunmakta ve kil oranları görece düşük ve yaklaşık olarak % 35 içeriğinde bulunmaktadır. Büyük Menderes nehir ağzında siltli kil bulunmamaktadır. Bunun yanı sıra Gediz nehir ağzında yoğunluklu olarak siltli kil ve killi silt ve ayrıca kum bulunmaktadır. Bu sonuç Büyük Menderes nehir ağzında elde edilen ağırlıklı iri daneli sediman sınıfının aksine Gediz nehir ağzında ince daneli yapının daha hakim olduğu ve kil içeriğinin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Toparlayacak olursak, Büyük Menderes nehir ağzında ağırlıklı olarak kum ve silt sediman ağırlıklı bir sediment bulunmakta ve ikili sediman sınıflarında kil görece düşük oranda bulunmakta. Gediz nehir ağzında ise kil, silt ve kum sediman bulunmakta. İkili sediman sınıflarında kil ve silt içerikleri birbirine yakın seviyede bulunmakta. Böylelikle Gediz ağzında kil sedimanın yoğun olduğunu görmekteyiz. Tek sediman sınıfında ise kum sedimanın neredeyse sade bir şekilde bulunduğunu görmekteyiz.

AKM değerleri Büyük Menderes'te yağışlı dönem sonrası yapılan Mart ölçümlerinde bariz olarak yüksektir. Nehir ağzında beklendiği üzere maksimum olmuştur. Gediz'de ise AKM değerleri Ekim ayında artış göstermektedir.

Secchi disk dağılımları, her iki nehirde de tipik nehir ağzı karakteristiği göstererek ağızdan ağığa doğru bulanıklıkta azalmayı ve dönemsel olarak değişkenliğini göstermektedir.

Proje kapsamında öncelikli olarak he iki çalışma bölgesi için yöreye ait rüzgar ve dalga iklimi çalışmaları yapılmıştır. Uzun dönem rüzgar ve dalga analiz çalışmaları yapılmıştır.

Batimetri ve sonar sistemlerinin güvenilirliğini test etmek için Ekim döneminde Büyük Menderes'te bir test çalışması yapılmıştır. Bu çalışma farklı ebatlardaki üçgen prizma beton blokların batimetri ve sonar teknikleri ile tespit edilip edilememesi, tespit etme durumunda başarı seviyesinin belirlenmesi için yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, hassasiyeti yüksek yanal taramalı sonar cihazlarının tespit etmekte çok başarılı olduğu, batimetri çalışmasında da blokların tespit edildiği fakat özellikle küçük ebatlarda morfoloji bilgisinin edinilemediği görülmüştür. Batimetri verileri, karşılaşılan dalgacık formlarının çok küçük olmasından dolayı tek başına güvenilir bir sonuç vermemektedir. Bu nedenle, yerinde ölçüm verileri büyük önem kazanmıştır.

Sediment form tiplerinin belirlenmesinde ise desen yapıları ve morfolojileri kullanıldı. Sediment formlarının alansal dağılımlarının belirlenmesinde dalış ve batimetri verilerine ilaveten, proje bütçesinde olmamasına rağmen deneme olarak yapılan yanal taramalı sonar ölçümleri de kullanılmıştır. Alanlarda karşılaşılan dalgacıkların ebatlarının çok küçük olması batimetri

deteksiyon limitleri sınır değerlerine yakın olması nedeni ile bu verilerin tek başına kullanılmasına el vermemektedir. Bu nedenle, yerinde ölçüm verileri ve sonar görüntüleri batimetri verilerine destekleyici veri olarak kullanılmıştır.

Nehir ağızlarında fiziksel parametrelerin dağılımları önemlidir. Parametrelerin dağılımlarından yola çıkarak, bu çalışmada sıcaklık (yüzey ve dip, su kolonunda yüzeyde ve tabanda yarım metre içerisindeki veri ortalaması), Tuzluluk (yüzey ve dip su kolonunda yüzeyde ve tabanda yarım metre içerisindeki veri ortalaması), Yoğunluk (yüzey ve dip, su kolonunda yüzeyde ve tabanda yarım metre içerisindeki veri ortalaması), AKM (askıda katı madde yüzey dağılımı) ve Dalga etkinlik derinliği gibi parametreler kullanılarak nehir-deniz etkileşim alanlarının sınırları betimlenmiştir.

Boyut analizi ile fiziksel olaya etki eden parametreyi boyutsuz sayılar ile ifade edilmeye çalışıldı. Boyut analiz çalışmaları sonucu farklı değişkenleri kapsayan fiziksel sistemler daha az sayıda boyutsuz gruplar halinde ifade edildi. Değişkenlerin gruplar halinde düzenlenmesinde, her bir grubun fiziksel bir anlama sahip olmasına dikkat edildi.

Boyut analizi sonucu elde edilen parametreler taban formu boyutlarıyla korele edilerek ilişki seviyelerine bakıldı. Proje kapsamında yapılan incelemelerde basit regresyon (R<sup>2</sup>) testi kullanıldı. Bu test basit olarak tahmin etmeye çalıştığımız taban form parametreleri ile boyut analizi sonucu oluşturulan parametreler arasındaki doğrusal bir ilişki olduğunu var saydı ve bu ilişkiyi derecelendirildi.

Deniz taban formlarının boyutlarını analitik olarak belirlemeyi amaçlayan çalışmalar ise çok uzun yıllardır yapılmaktadır. Bu çalışmalar dalga etkisinde, akıntı etkisinde ya da bu iki etkiyi de barındıran kombine akım etkisinde oluşmalarına göre sınıflandırılmaktalar. Proje kapsamında nehir ağızında yapılan çalışmalar dalga etkin dönem ve nehir etkin dönem olarak planlanmış ve yapılmıştır. Bu yaklaşımı göz önünde bulundurarak literatürde tanımlanan üç sınıftaki çalışmalar da dikkate alınmış ve değerlendirilmiştir. Dalga etkisinin dominant olduğu durumlar için Nielsen, (1981); Grant ve Madsen, (1982); Van Rijn, (1993); Grasmeijer ve Kleinhans, (2004); Soulsby ve Whitehouse, (2005)'ün çalışmaları, akıntı etkisinin dominant olduğu durumlar için ise Van Rijn, (1993) ve Soulsby ve Whitehouse, (2005)'ün çalışmaları dikkate alındı. Kombine akım etkisini dikkate alarak deney ve arazi çalışmalarıyla geliştirilmiş taban formu tahmin formüllerinin seçildiği çalışmalar ise: Li, Wright ve Amos, (1996); Tanaka ve Dang, (1996); Khelifa ve Ouellet, (2000); Soulsby, Whitehouse, ve Marten, (2012) 'ün çalışmalarıdır. Tüm bu tahmin formüllerini araziden alınan verilerle ve model sonuçları ile test edebilmek için öncelikle kullanılan tüm parametreler ve hesaplama yöntemleri belirlenmiştir. Belirlenen yöntemlere göre parametreler hesaplanarak tahmini deniz taban form boyutları belirlenmiştir. Belirlenen boyutlar derinlikle ve sediman çapı ile boyutsuzlaştırılarak arazi

sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada  $Y=X$  eğrisi değerlendirmelerde kullanılarak hangi yaklaşımın gerçek ölçümlere yakınsadığı belirlenmeye çalışılarak analiz edilmiştir.

Daha sonra mevcut bu faz diyagramlarının nehir ağızı koşullarıyla uyumunu incelemek ve elde edilen verilerle geliştirebilmek için literatürden üç çalışma seçildi. Bunlar Kleinhans, (1990); S. Dumas, R.W.C. Arnott, ve Southard, (2005); Perillo, Best, ve Garcia, (2014)'un çalışmalarıdır. Bu çalışmalar kombine akım koşulları için geliştirilmiş faz diyagramlarını içermektedir. Eldeki verilerle yapılan çalışmaların değerlendirilebilmesi için öncelikle kullanılan parametreler ve hesaplanma yöntemleri incelendi. Bu ortaya çıkarıldıktan sonra diyagramlarda kullanılan parametreler arazi verisinden hesaplanarak Grapher programı sayesinde mevcut diyagramlarla karşılaştırılarak grafiklendi.

Deniz taban formları ile ilgili yapılan literatür çalışmalarında, konu ile ilgili terimlerin Türkçe karşılıkların ya olmadığını ya da henüz üzerinde uzlaşmış bir Türkçe karşılığının bulunmadığı farkedildi. Anket çalışmaları yapılarak alandaki teknik terimlere karşılık Türkçe kelimeler önerildi.

## 5.2 Öneriler

- Sediment formlarının belirlenmesinde batimetri verisine ek olarak yerinde ölçümler ve sonar ölçümlerinde olması başarılı sonuçlar elde etmek için önemlidir. Yapılan çalışmalarda 5 cm den küçük kum dalgacıklarının sadece batimetri verileriyle tespit edilemeyeceği anlaşılmıştır.
- Deniz taban formlarının yerinde ölçüm çalışmaları için detayları bölüm 3.2.3 de verilen ve deniz bilimleri 2018 konfernsında sunulan yöntem önerilmektedir. Bu yöntemin uygulanmasında fotoğraflar çekilirken kullanılan çetvelin uygun seçilmesi ve çekimler esnasında çetvelin konumu çok önemlidir.
- Batimetri verilerinin analizinde, enterpolasyon tekniklerinin uygulanmasında veriler gerçek durumu betimlemekten uzaklaşmaktadır. Bu durum, morfolojik özellikler ve dağılımların belirlenmesinde güvenilir sonuçlar elde etmeyi zorlaştırmaktadır. XYZ verilerinin enterpolasyonunda Üçgenlenmiş Düzensiz Ağ (TIN) tekniği önerilmektedir. Enterpolasyon işleminde, özellikle Gediz ve Büyük Menderes'te karşılaşılan gibi küçük kum dalgacıklarının tespit edilebilmesi ve morfolojilerinin elde edilebilmesi için mümkün olan en yüksek çözünürlükte gridleme önerilmektedir. Bu çalışmada, grid hücre büyüklüğü 2 cm alındığında en başarılı sonuçlar elde edilmiştir.
- CTD ve AKM parametrelerinin nehir deniz etkin alanlarının belirlenmesinde etkin olarak kullanılabileceği çalışmada görülmüştür.
- Parametrelerin etkinlik derecelerinin incelemeleri sonucu ortaya çıkan etkin parametreler deniz taban form boyu ve uzunluğu ile yüksek uyum gösteren  $v/h\sqrt{\rho_w/\tau}$



parametresi faz diyagramı oluşturmakta kullanılabilir bir terim olarak ortaya çıkmaktadır.

- Her iki nehir ağzındaki deniz taban formlarının dalga dominant etkisiyle oluştuğu faz diyagramı (Kleinhans (2005)) sonuçlarında anlaşılmıştır. Ayrıca proje kapsamında elde edilen yeni sonuçlar daha düşük akıntı hızlarında da benzer sonuçların elde edilmiş olduğunu göstermektedir ve faz diyagramını bu alanda geliştirmektedir.
- En yeni faz diyagramlarından olan Perillo ve ark. (2014) çalışmasında deney sonuçlarını kullanarak diyagramlarını geliştirmiştir. Özellikle Gediz ve B. Menderes ağzlarının karakteristik özelliği olan ince dane çapına sahip nehir ağzlarında Şekil 13,14 ve 15'te a) grubunda görülen sonuçlar uyumlu görülmüştür.
- Tüm parametreler ve formüller hesaplanıp arazide ölçülen deniz taban form uzunluk ve yükseklikleriyle kıyaslanmıştır. Her bir hesaplama ve ölçülen boy ve uzunluk su derinliği ve sediman dane çapıyla boutsuzlaştırılarak karşılıklı çizdirilmiştir. Sonuçlar tahmin sonuçlarının birebir arazi sonuçlarıyla örtüşmese de önemli ölçüde yakınlık ve benzer özellik göstermektedir. Grafiklerde görülen  $Y=X$  eğrisine her bir noktanın yakınlığı bu durumu açıklamaktadır. Tüm sonuçlar incelendiğinde her koşul için tutarlı sonuçlar veren Soulsby'nin çalışmaları dikkat çekmektedir. Kombine akım altında ise deniz taban formu boyu için Tanaka ve Dang, (1996)'ın tahmin formülü, deniz taban formu yüksekliğinde ise Li ve ark., (1996)'nın tahmin formülü özellikle bu projedeki gibi nehir ağzlarında en kullanışlı ve doğruya en yakın formüller olarak önerilmektedir.

## 6. KAYNAKLAR LİSTESİ

- Allen, J. R. L. 1982. *Developments in Sedimentology 30A.*, (Vol. I). Elsevier yayınları
- Amos, C. L., Collins, M. B. 1978. "The combined effects of wave motion and tidal currents on the morphology of intertidal ripple marks"; *The Wash*, U.K. *Journal of Sedimentary Research*. Vol.48, p 849-856
- Ashley, G. M. 1990. "Classification of Large-Scale Subaqueous Bedforms: A New Look at an Old Problem-SEPM Bedforms and Bedding Structures". *Journal of Sedimentary Research*, 60(1), 160–172.
- Bagnold, R. A. 1946. "Motion of waves in shallow water. interaction between waves and sand bottoms (with comments from Taylor, G.)". *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 187(1008), 1–18.
- Bayazıt, M.; Avcı, İ. 2010, *Akarsularda Akım ve Sediment Taşınımı*, (1. Basım), Birsen Yayınevi, ISBN 9755115344
- Best, J. 2005. "The fluid dynamics of river dunes: A review and some future research directions". *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 110(4), 1–21.
- Beşiktepe, Ş. T. ve Kaboğlu, G. 2013. *Türkiye Kıyı-Geçiş Sularında Tipoloji ve Sınıflandırma Çalışması Yapılması Projesi, DBTE-208, Sonuç Raporu*. İzmir: DEU-DBTE.
- Camenen, B. 2009. "Estimation of the wave-related ripple characteristics and induced bed shear stress". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 84(4), 553–564.
- Cheel, R. J. 2005. *Introduction to Clastic Sedimentology (Notes for University)*. Department of Earth Sciences Brock University.
- Coastal Engineering Research Center. 1984. *Shore protection manual*. Vicksburg, Miss. : Dept. of the Army, Waterways Experiment Station, Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center ;
- Dean, R. G., Dalrymple, R. A. 2004. *Coastal processes with engineering applications*. Cambridge University Press.
- Devlet Su İşleri. "Gözlem İstasyonları Yönetim Sistemi D07A016/B.Menderes Nehri (Dalyan Köprüsü), E07A007/B.Menderes Nehri (Söke), D07A062/B.Menderes Nehri (Koçarlı Köprüsü), D05A084/Gediz N. (Maltepe), D05A025/Gediz N. (Muradiye Köprüsü) istasyon çizelgeleri". <http://rasatlar.dsi.gov.tr>,
- Dey, S. 2014. *Fluvial hydrodynamics: Hydrodynamic and sediment transport phenomena*. (Vol. 52) Springer.
- Dumas, S. Arnott, R.W.C.; Southard, J.B., 2005, "Experiments on Oscillatory-Flow and Combined-Flow Bed Forms: Implications for Interpreting Parts of the Shallow-Marine Sedimentary Record", *Journal of Sedimentary Research*, 75(3):501

- Engelund, F., Hansen, E. 1967. "A monograph on sediment transport in alluvial streams". Teknisk Forlag, 65.
- Frostick, L. E., McLelland, S. J., Mercer, T. G. 2011. Users Guide to Physical Modelling and Experimentation: Experience of the HYDRALAB Network. (Vol. 167) CRC press.
- García, M. H. 2008. Sedimentation Engineering, Processes, Measurements, Modeling, and Practice. Sedimentation Engineering.
- Grant, W. D., Madsen, O. S. 1979. "Combined wave and current interaction with a rough bottom". Journal of Geophysical Research, 84(C4), 1797.
- Grant, W. D., Madsen, O. S. 1982. "Movable bed roughness in unsteady oscillatory flow". Journal of Geophysical Research, 87(C1), 469.
- Grasmeijer, B. T., Kleinhans, M. G. 2004. "Observed and predicted bed forms and their effect on suspended sand concentrations". Coastal Engineering, 51(5–6), 351–371.
- Julien, P. Y., Klaassen, G. J. 1995. "Sand-dune geometry of large rivers during floods". Journal of Hydraulic Engineering. 121:9(657)
- Khelifa, A., Ouellet, Y. 2000. "Prediction of sand ripple geometry under waves and currents". Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, 126(1), 14–22.
- Kleinhans, M. G. 1990. "Phase diagrams of bed states in steady, unsteady, oscillatory and mixed flows". EU SANDPIT End-Book, 1–16.
- Li, J. Heap, A. D. 2008. A Review of Spatial Interpolation Methods for Environmental Scientists. Canberra, Avustralya: Geoscience Australia, Record 2008/23.
- Li, M. Z., Wright, L. D., Amos, C. L. 1996. "Predicting ripple roughness and sand resuspension under combined flows in a shoreface environment". Marine Geology, 130(1–2), 139–161.
- Li, M. Z., Amos, C. L. 1998. "Predicting ripple geometry and bed roughness under combined waves and currents in a continental shelf environment". Continental Shelf Research.
- Mogridge, G. R., Davies, M. H., Willis, D. H. 1994. "Geometry prediction for wave-generated bedforms". Coastal Engineering, 22(3–4), 255–286.
- Nelson, T. R. Voulgaris, G. 2014 "Temporal and spatial evolution of wave-induced ripple geometry: Regular versus irregular ripples", J. Geophys. Res. Oceans, 119, 664–688,
- Nielsen, P. 1981. "Dynamics and Geometry of Wave-Generated Ripples". Journal of Geophysical Research, 86(C7), 6467–6472.
- Oğuz Kaboğlu, S., Kaboğlu, G., Kısacık, D., Akçalı, B. ve Alan, V. 2018. "Kombine Akımlar Altında Oluşan Deniz Taban Formlarının Yerde Ölçülmesi". 3. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı Bildiriler Kitabı (yayın aşamasında).
- Paphitis, D., Velegrakis, A. F., Collins, M. B., Muirhead, A. 2001. "Laboratory investigations into the threshold of movement of natural sand-sized sediments under unidirectional, oscillatory and combined flows". Sedimentology, 48(3), 645–659.

- Perillo, M. M., Best, J. L., Garcia, M. H. 2014. "A New Phase Diagram For Combined-Flow Bedforms", 301–313.
- Poppe, L. J., Eliason, A. H. 2008. "A Visual Basic program to plot sediment grain-size data on ternary diagrams". *Computers and Geosciences*, 34(5), 561–565.
- Prandle, D. 2009. *Estuaries Dynamics, Mixing, Sedimentation and Morphology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Schlee, J. 1973. "Atlantic Continental Shelf and Slope of the United States- Sediment Texture of the Northeastern Part". *Geological Survey Professional Paper*, 529–L.
- Shepard, F. P. 1954. "Nomenclature Based on Sand-Silt-Clay Ratios". *Journal of Sedimentary Petrology*, 24(3), 151–158.
- Simons, B. D., Richardson, E. V. 1966. "Resistance to flow in alluvial channels". *Geological Survey Professional Paper*, 422–J, 70.
- Simons, D. B., Richardson, E. V., 1961, "Form of bed roughness in alluvial channels". *J. Hydr. Div., ASCE*, 87, 1961.
- Sleath, J. F. A. 1991. "Velocities and shear stresses in wave-current flows". *Journal of Geophysical Research: Oceans (1978–2012)*, 96(C8), 15237–15244.
- Sorensen, R. M. 2006. *Basic Coastal Engineering Basic Coastal. Environmental Engineering*.
- Soulsby, R. L. 1997. "Dynamics of marine sands: a manual for practical applications. *Dynamics of Marine Sands: A Manual for Practical Applications*".
- Soulsby, R. L., & Whitehouse, R. J. S. 2005. "Prediction of Ripple Properties in Shelf Seas-Mark 2 Predictor for Time Evolution". *Security*, (December), 97.
- Soulsby, R. L., Whitehouse, R. J. S., Marten, K. V. 2012. "Prediction of time-evolving sand ripples in shelf seas". *Continental Shelf Research*, 38, 47–62.
- Southard, J. 2006. *Introduction to Fluid Motions, Sediment Transport, and Current-Generated Sedimentary Structures*.
- Southard, J. B. 1991. "Experimental Determination of Bed-Form Stability". *Annual Reviews Earth Planet*, 19, 423–455.
- Talley, L., Pickard, G., Emery, W. ve Swift, J. 2011. *Descriptive Physical Oceanography: An Introduction (6. Basım)*. Amerika: Elsevier.
- Tanaka, H., Dang, V. T. 1996. "Geometry of sand ripples due to combined wave-current flows". *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*, 122(6), 298–300.
- Tobergte, D. R., Curtis, S. 2013. "Applied statistics using SSPS, Statistica, Matlab and R". *Journal of Chemical Information and Modeling (Vol. 53)*.
- Traykovski, P., Hay, A. E., Irish, J. D., Lynch, J. F. 1999. "Geometry, migration, and evolution of wave orbital ripples at LEO-15". *Journal of Geophysical Research*, 104(C1), 1505.

TÜBİTAK-MAM ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2014. Deniz ve Kıyı Suları Kalite Durumlarının Belirlenmesi ve Sınıflandırılması Projesi (DEKOS), ÇTÜE 5118703, Rapor No. ÇTÜE.13.155 (Sonuç Raporu), Gebze-Kocaeli: TÜBİTAK-MAM.

Van den Berg, J. H., Van Gelder, A. 1993. "A new bedform stability diagram, with emphasis on the transition of ripples to plane bed in flows over fine sand and silt". Special Publication of the International Association of Sedimentologists, 17, 11–21.

van Rijn, L. C. 1982. "The prediction of bed forms and alluvial roughness". In Euromech Conference Sediment Transport.

Van Rijn, L. C. 1984. "Sediment Transport, Part III: Bed forms and Alluvial Roughness". Journal of Hydraulic Engineering. 110:12

van Rijn, L. C. 1993. Principles of Sediment Transport in Rivers, Estuaries and Coastal Seas (Part I). Aqua Publication.

Van Rijn, L. C. 1998. Principles of Coastal Morphology. Aqua Publications.

Werf, J. J. Van Der. 2003. "A literature review on sand transport under oscillatory flow conditions in the rippled-bed regime"., 72.

Wiberg, P. L., Harris, C. K. 1994. "Ripple geometry in wave-dominated environments". Journal of Geophysical Research, 99(C1), 775–789.

Wiberg, P. L., Drake, D. E., Cacchione, D. A. 1994. "Sediment resuspension and bed armoring during high bottom stress events on the northern California inner continental shelf: measurements and predictions". Continental Shelf Research, 14(10–11), 1191–1219.

Yüksel, Y. 2005, Akışkanlar Mekaniği ve Hidrolik (2. Basım), İstanbul, Arıkan Yayınevi, 2005

**EKLER**

**EK-1: ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEME İSTASYON BİLGİLERİ**

<b>BÜYÜK MENDERES - MART BATİMETRİ HATLARI</b>					
<b>HAT</b>	<b>BAŞLANGIÇ-X</b>	<b>BAŞLANGIÇ-Y</b>	<b>BİTİŞ-X</b>	<b>BİTİŞ-Y</b>	<b>HAT UZUNLUĞU (km)</b>
Dik-1	27.136646	37.551273	27.163361	37.549234	2.366
Dik-2	27.146056	37.545052	27.164720	37.546411	1.652
Dik-3	27.149664	37.538936	27.162838	37.542804	1.239
Dik-4	27.150396	37.533342	27.163675	37.539145	1.336
Dik-5	27.155153	37.529473	27.167177	37.538831	1.486
Dik-6	27.154369	37.522729	27.166916	37.534126	1.682
Dik-7	27.157297	37.519122	27.169635	37.530519	1.670
Paralel-1	27.161479	37.520847	27.146004	37.551326	3.653
Paralel-2	27.163727	37.523618	27.149664	37.551482	3.337
Paralel-3	27.165975	37.525395	27.152591	37.551535	3.137
Paralel-4	27.167805	37.526232	27.155310	37.550646	2.930
Paralel-5	27.169739	37.528532	27.157558	37.551012	2.728
Paralel-6	27.164302	37.539301	27.158499	37.551117	1.412
Nehir	27.168861	37.540098	27.175087	37.544240	0.721

BÜYÜK MENDERES - EKİM BATİMETRİ HATLARI					
HAT	BAŞLANGIÇ-X	BAŞLANGIÇ-Y	BİTİŞ-X	BİTİŞ-Y	HAT UZUNLUĞU (km)
Paralel-1	27.163385	37.523443	27.148967	37.551229	3.341
Paralel-2	27.164169	37.523701	27.149751	37.551488	3.341
Paralel-3	27.164954	37.523959	27.150536	37.551746	3.341
Paralel-4	27.165738	37.524217	27.151320	37.552004	3.341
Paralel-5	27.166522	37.524475	27.152104	37.552262	3.341
Paralel-6	27.167306	37.524733	27.152889	37.552520	3.341
Paralel-7	27.168090	37.524991	27.153673	37.552778	3.341
Paralel-8	27.168875	37.525249	27.154458	37.553036	3.341
Paralel-9	27.169659	37.525507	27.155242	37.553294	3.341
Paralel-10	27.168859	37.527996	27.157133	37.550597	2.717
Paralel-11	27.170443	37.525765	27.156027	37.553552	3.341
Paralel-12	27.169463	37.528479	27.156077	37.554132	3.087
Paralel-13	27.171227	37.526023	27.156811	37.553810	3.341
Paralel-14	27.172011	37.526281	27.157596	37.554068	3.341



GEDİZ - MART BAİMETRİ HATLARI					
HAT	BAŞLANGIÇ-X	BAŞLANGIÇ-Y	BİTİŞ-X	BİTİŞ-Y	HAT UZUNLUĞU (km)
Dik-1	26.789275	38.578984	26.805860	38.591869	2.032
Dik-2	26.790344	38.578279	26.806862	38.591436	2.050
Dik-3	26.791056	38.577571	26.807187	38.590441	2.003
Dik-4	26.791724	38.577049	26.807706	38.589446	1.957
Dik-5	26.792542	38.576409	26.806830	38.587571	1.756
Dik-6	26.793447	38.575820	26.808142	38.587337	1.809
Dik-7	26.794159	38.575012	26.807265	38.585395	1.622
Dik-8	26.794870	38.574388	26.808556	38.585178	1.690
Dik-9	26.795753	38.573833	26.809525	38.584589	1.692
Dik-10	26.796357	38.573041	26.810172	38.583746	1.691
Dik-11	26.797240	38.572536	26.810863	38.582735	1.644
Dik-12	26.798359	38.571897	26.811831	38.582500	1.662
Dik-13	26.799264	38.571291	26.812413	38.581792	1.634
Dik-14	26.799996	38.570702	26.814048	38.581576	1.719
Dik-15	26.800707	38.570129	26.815231	38.581206	1.764
Dik-16	26.801569	38.569405	26.815556	38.580414	1.725
Dik-17	26.802344	38.568765	26.817726	38.580754	1.888
Dik-18	26.803034	38.568074	26.818952	38.580503	1.956
Dik-19	26.804089	38.567485	26.819556	38.579677	1.909
Paralel-1	26.808412	38.570657	26.793246	38.582173	1.838
Paralel-2	26.816714	38.577201	26.801355	38.588465	1.831
Paralel-3	26.819985	38.579914	26.806829	38.591917	1.966

GEDİZ - EKİM BA TİMETRİ HATLARI					
HAT	BAŞLANGIÇ-X	BAŞLANGIÇ-Y	BİTİŞ-X	BİTİŞ-Y	HAT UZUNLUĞU (km)
Paralel-1	26.804430	38.591877	26.821409	38.579348	2.029
Paralel-2	26.803958	38.591483	26.820937	38.578954	2.030
Paralel-3	26.803486	38.591090	26.820465	38.578560	2.030
Paralel-4	26.803015	38.590696	26.819993	38.578167	2.029
Paralel-5	26.802543	38.590302	26.819522	38.577773	2.030
Paralel-6	26.802071	38.589908	26.819050	38.577379	2.030
Paralel-7	26.801600	38.589514	26.818578	38.576985	2.029
Paralel-8	26.801128	38.589120	26.818107	38.576591	2.030
Paralel-9	26.800657	38.588727	26.817635	38.576198	2.029
Paralel-10	26.800185	38.588333	26.817163	38.575804	2.029
Paralel-11	26.799713	38.587939	26.816692	38.575410	2.030
Paralel-12	26.799241	38.587545	26.816220	38.575016	2.030
Paralel-13	26.798770	38.587151	26.815748	38.574623	2.029
Paralel-14	26.798298	38.586757	26.815277	38.574229	2.029
Paralel-15	26.797827	38.586364	26.814805	38.573835	2.030
Paralel-16	26.797355	38.585970	26.814334	38.573441	2.030

**BÜYÜK MENDERES - MART 2017 ARAZI ÖRNEKLEME VE ÖLÇÜM ÇİZELGESİ**

İstasyon	X	Y	İstasyon Derinliği (m)	CTD	AKM	Sediment	Akıntı (deniz)	Akıntı (nehir)	Dalış	Dalgacık ölçümü
BMN01	27.174140	37.543450	4.5			+		+		
BMN02	27.170610	37.541320		+	+					
BMN03	27.172780	37.542520		+						
BM1.1	27.170850	37.541470		+	+	+				
BM2	27.166450	37.538490	1.6	+	+	+			+	
BM3	27.165310	37.537630	1.5	+	+	+			+	
BM4	27.161530	37.534270	5.2	+	+	+			+	+
BM10	27.160640	37.528490	8.0	+	+	+			+	
BM11	27.162570	37.532090	5.3	+	+	+			+	+
BM12	27.165310	37.534040	3.5	+	+	+			+	
BM13	27.169050	37.530020	3.7	+	+	+			+	
BM14	27.165370	37.526650	6.8	+	+	+			+	
BM19	27.157360	37.536340	6.0	+	+	+			+	+
BM20	27.159860	37.537460	4.9	+	+	+			+	+
BM23	27.155690	37.540640	8.0	+	+	+			+	
BM24	27.159890	37.541830	3.4	+	+	+			+	+
BM25	27.162940	37.545920	2.3	+	+	+			+	+
BM26	27.155630	37.545460	8.1	+	+	+			+	
BM29	27.149710	37.550070	12.9	+	+	+			+	
BM30	27.159490	37.549370	5.6	+	+	+			+	+
BMRCM1	27.158830	37.532180	7.2	+	+	+	+		+	
BMRCM2	27.164110	37.536300	2.7	+	+	+	+		+	

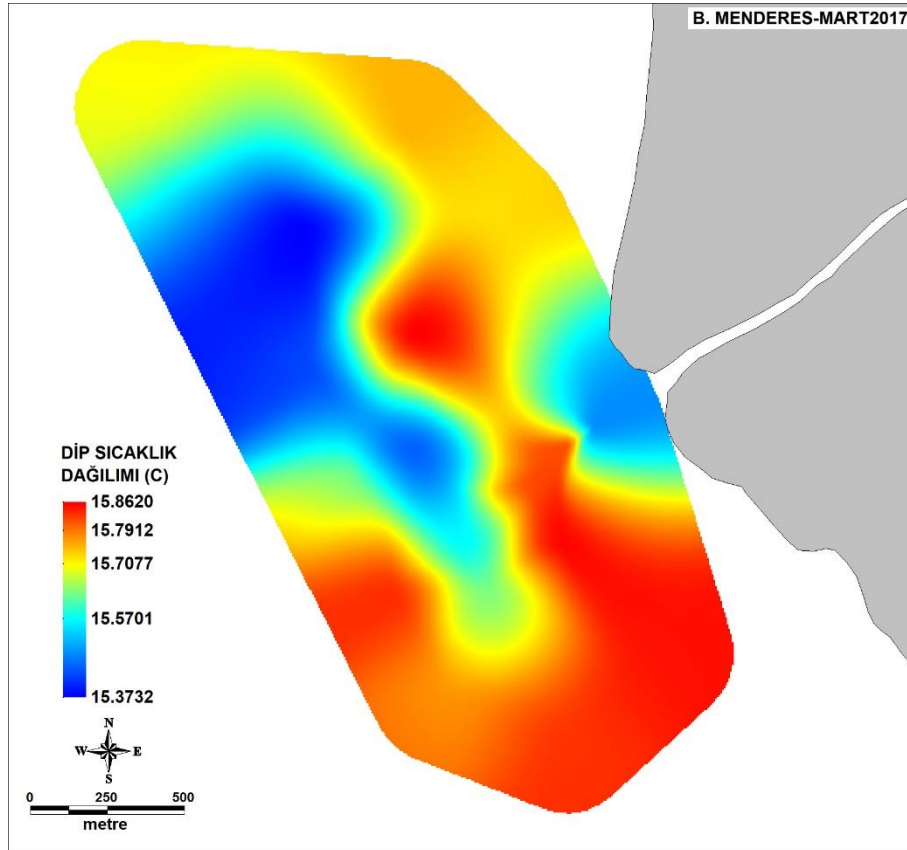
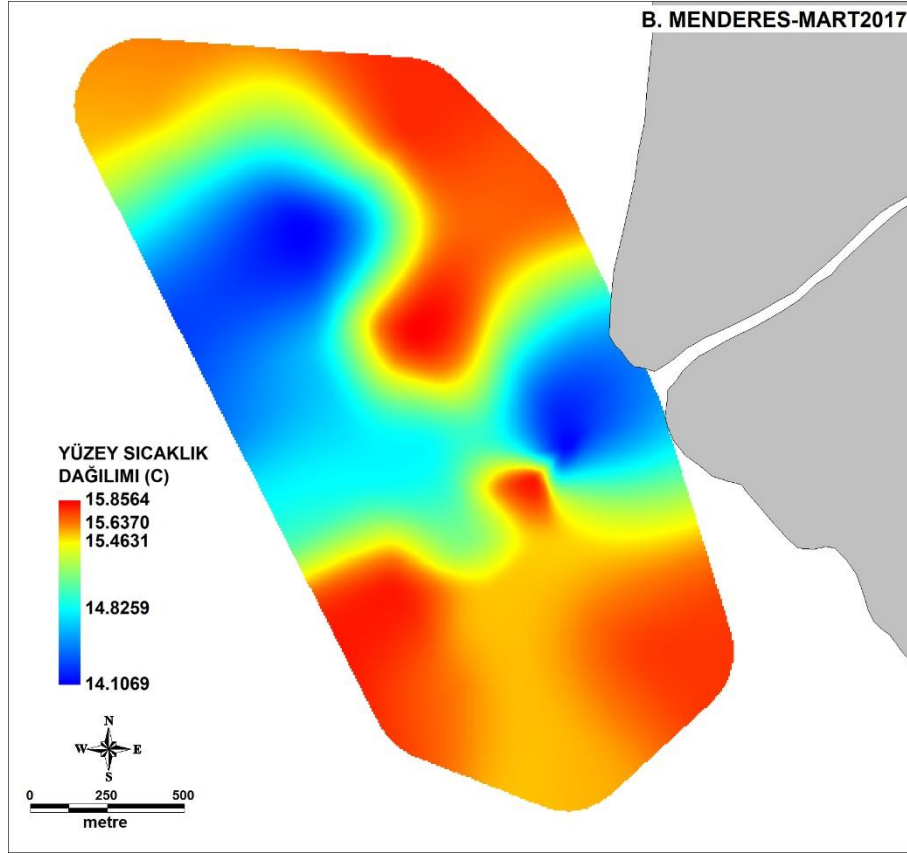
BÜYÜK MENDERES - MAYIS 2017 ARAZI ÖRNEKLEME VE ÖLÇÜM ÇİZELGESİ										
İstasyon	X	Y	İstasyon Derinliği (m)	CTD	AKM	Sediment	Akıntı (deniz)	Akıntı (nehir)	Dalış	Dalgacık ölçümü
BM-E1	27.163400	37.541310	1.8	+	+	+			+	
BM4	27.161530	37.534270	5.2	+	+	+	+		+	
BM11	27.162570	37.532090	5.3	+	+	+			+	+
BM13	27.169050	37.530020	3.8	+	+	+			+	+
BM14-m	27.167590	37.526950	5.0	+	+	+	+		+	+
BM19	27.157360	37.536340	5.5	+	+	+			+	+
BM20	27.159860	37.537460	4.9	+	+	+			+	
BM24	27.159890	37.541830	3.4	+	+	+	+		+	+
BM25	27.162940	37.545920	2.5	+	+	+			+	+
BM30	27.159490	37.549370	5.7	+	+	+			+	+

BÜYÜK MENDERES - EKİM 2017 ARAZİ ÖRNEKLEME VE ÖLÇÜM ÇİZELGESİ										
İstasyon	X	Y	İstasyon Derinliği (m)	CTD	AKM	Sediment	Akıntı (deniz)	Akıntı (nehir)	Dalış	Dalgacık ölçümü
BM3	27.165310	37.537630	1.5	+	+	+			+	+
BM4	27.161530	37.534270	5.7	+	+		+		+	
BM6	27.156570	37.530420	10.5	+	+					
BM10	27.160640	37.528490	10.0	+	+					
BM11	27.162570	37.532090	5.0	+	+				+	
BM12	27.165310	37.534040	3.5	+	+	+			+	+
BM13	27.169050	37.530020	3.7	+	+	+			+	+
BM14	27.165370	37.526650	5.0	+	+				+	
BM19	27.157360	37.536340	6.0	+					+	
BM20	27.159860	37.537460	5.0	+	+				+	
BM23	27.155690	37.540640	8.0	+						
BM25	27.162940	37.545920	2.5	+	+	+			+	+
BM26	27.155670	37.545460	8.0	+						
BM30	27.159490	37.549370	5.5	+	+				+	
BM31	27.159970	37.539740	3.4	+	+	+	+		+	+
BM32	27.166070	37.529870	4.5	+	+		+		+	
BMS1	27.166600	37.530317	3.5							
BMS2	27.165067	37.533067	3.6	+					+	+
BMS3	27.164733	37.533050							+	+
BMS4	27.163550	37.535983	3.5	+	+	+			+	+
BMS5	27.162883	37.536683	3.2	+					+	+
BMS6	27.161567	37.539650							+	+
BMS7	27.160167	37.542050	3.4	+	+	+			+	+
BMS8	27.161633	37.538917		+		+			+	+

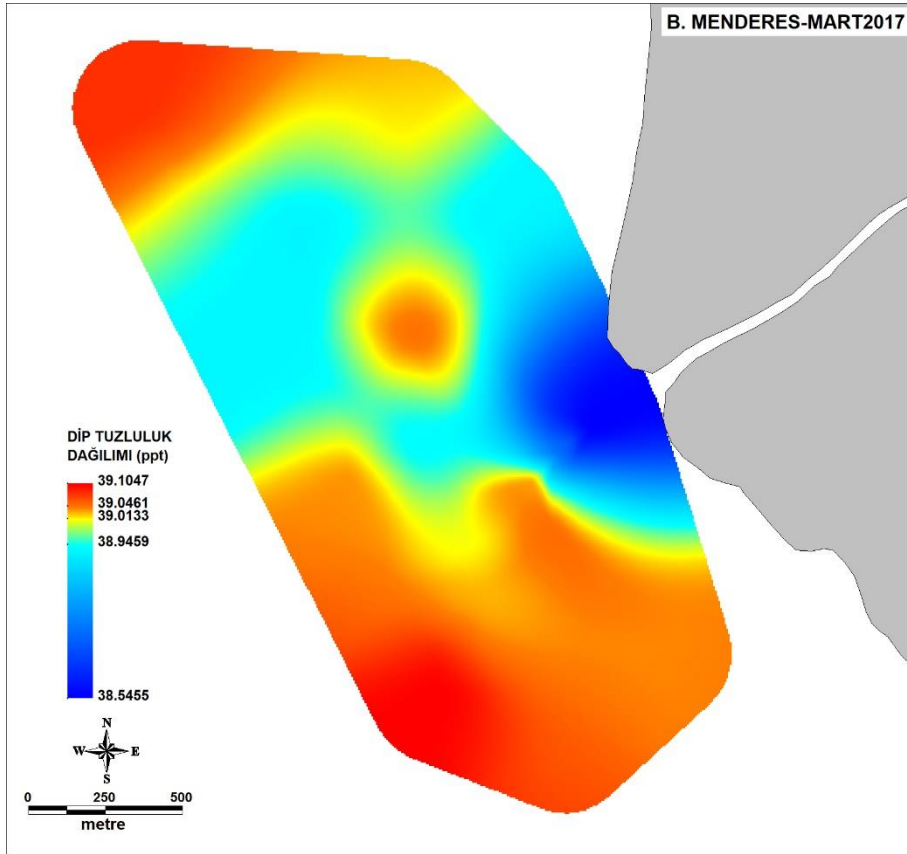
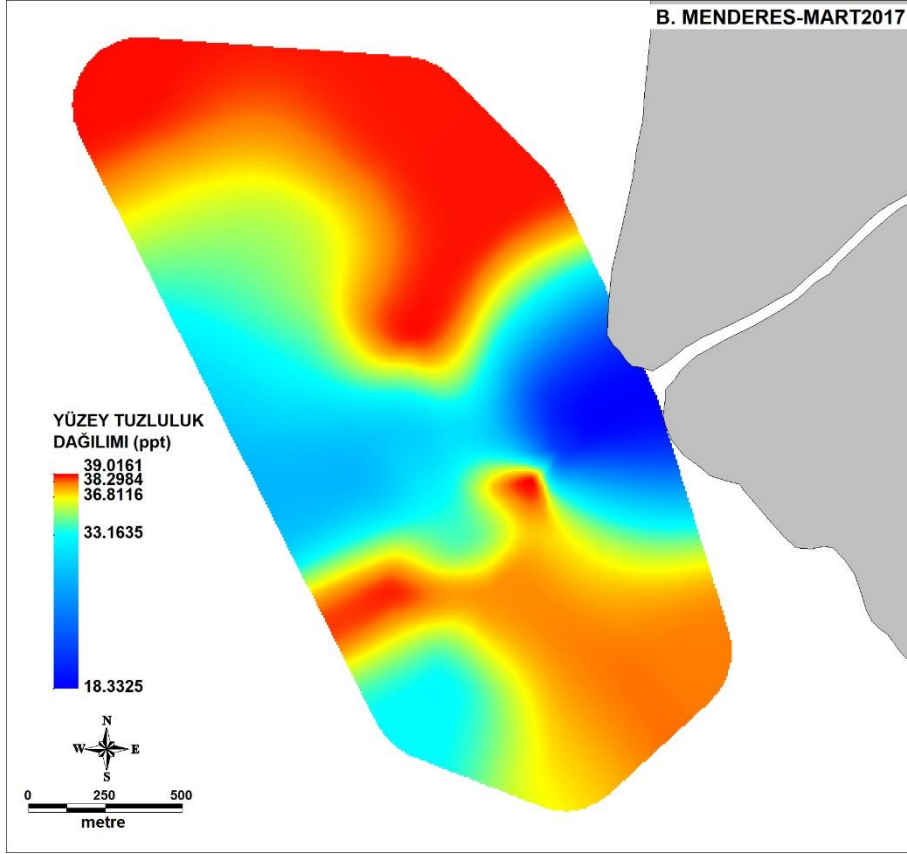
GEDİZ - TEMMUZ 2017 ARAZİ ÖRNEKLEME VE ÖLÇÜM ÇİZELGESİ										
İstasyon	X	Y	İstasyon Derinliği (m)	CTD	AKM	Sediment	Akıntı (deniz)	Akıntı (nehir)	Dalış	Dalgacık ölçümü
G1	26.813947	38.586976	0.8	+	+	+				
G2	26.805640	38.593460	1.5							
G3	26.810430	38.588940	0.6	+	+	+			+	
G4	26.815690	38.583730	0.7	+	+	+			+	
G5	26.820320	38.579820	1.8	+	+	+				
G6	26.816950	38.576630	3.5	+	+	+				
G7.RCM	26.811880	38.578530	4.7	+	+	+	+			
G8.RCM	26.807790	38.582030	4.5	+	+	+	+			
G9.RCM	26.803360	38.584860	5.3	+	+	+	+			
G10	26.800670	38.590900	3.4	+						
G11	26.795630	38.586790	5.5	+	+	+			+	
G12	26.802080	38.581470	9.6	+	+	+				
G13	26.807060	38.577000	8.6	+	+	+				
G14	26.812010	38.572940	6.1	+	+	+				
G19	26.819790	38.580536	0.7			+			+	
G20	26.815753	38.581592	0.5			+			+	
G21	26.812240	38.582692	0.5							
G22	26.807482	38.592920	1.6	+	+	+				
G23	26.803022	38.590195	3.5	+	+	+				
G24	26.793602	38.594131							+	

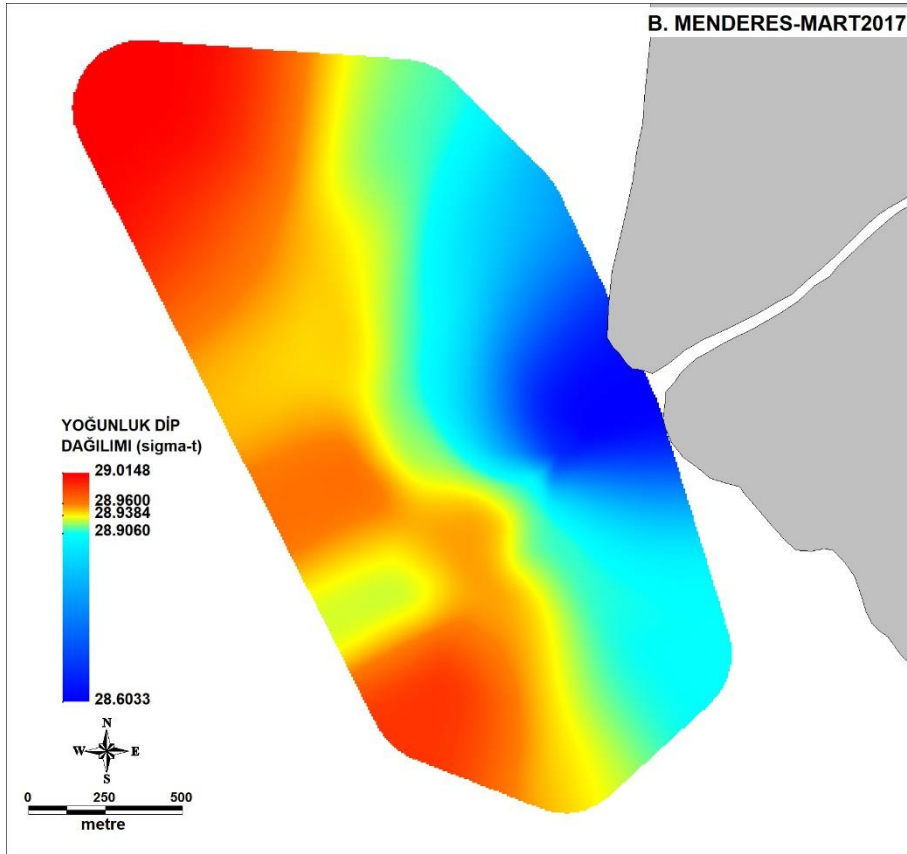
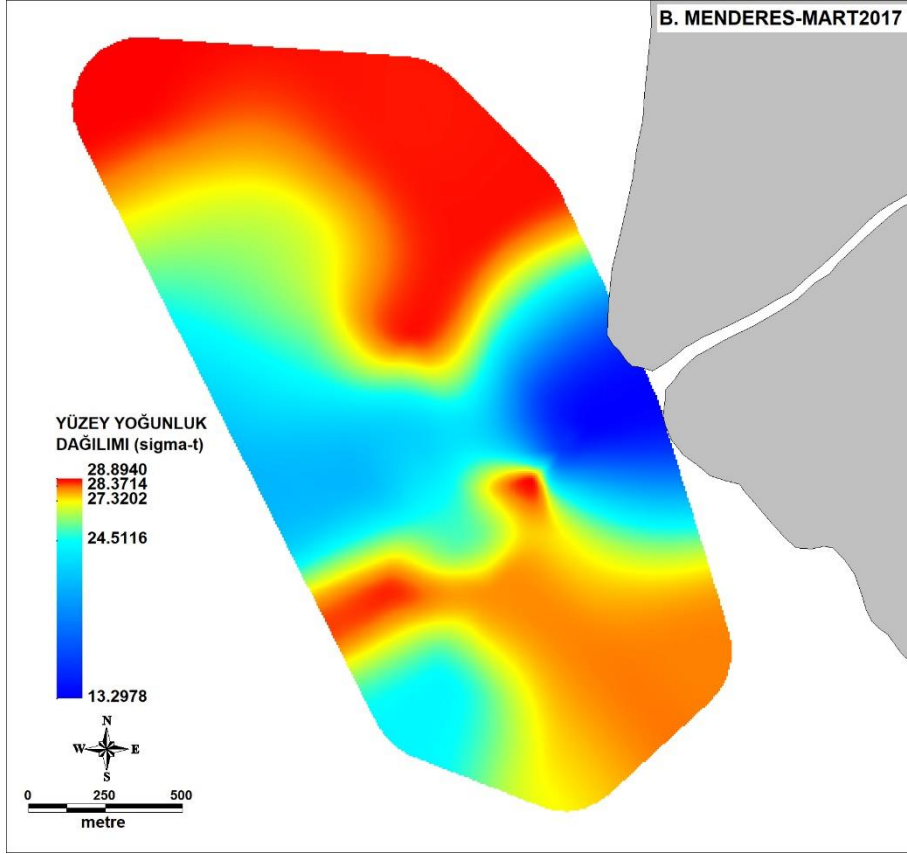
GEDİZ - EKİM 2017 ARAZİ ÖRNEKLEME VE ÖLÇÜM ÇİZELGESİ										
İstasyon	X	Y	İstasyon Derinliği (m)	CTD	AKM	Sediment	Akıntı (deniz)	Akıntı (nehir)	Dalış	Dalgacık ölçümü
RCM G7	26.811797	38.578762	4.5	+	+		+		+	
RCM G8	26.807669	38.582284	4.5	+	+		+		+	
RCM G9	26.803281	38.584397	5.0	+	+		+		+	
G19	26.819790	38.580536	1.5	+	+	+			+	+
G20	26.815753	38.581592	1.0	+	+	+			+	+
G25	26.810305	38.586823	0.5	+	+	+			+	+
G4	26.815690	38.583730	0.5	+	+	+			+	+
G3.M	26.809799	38.588682	0.5	+	+	+			+	+
G26	26.808370	38.587326	1.6	+	+				+	+
G27	26.807194	38.585108	2.5	+					+	
G6	26.816950	38.576630	3.5	+	+					
G10	26.800670	38.590900	3.4	+	+					
G11	26.795630	38.586790	5.5	+	+					
G12	26.802080	38.581470	9.6	+	+					
G13	26.807060	38.577000	8.6	+	+					
G14	26.812010	38.572940	6.1	+	+					

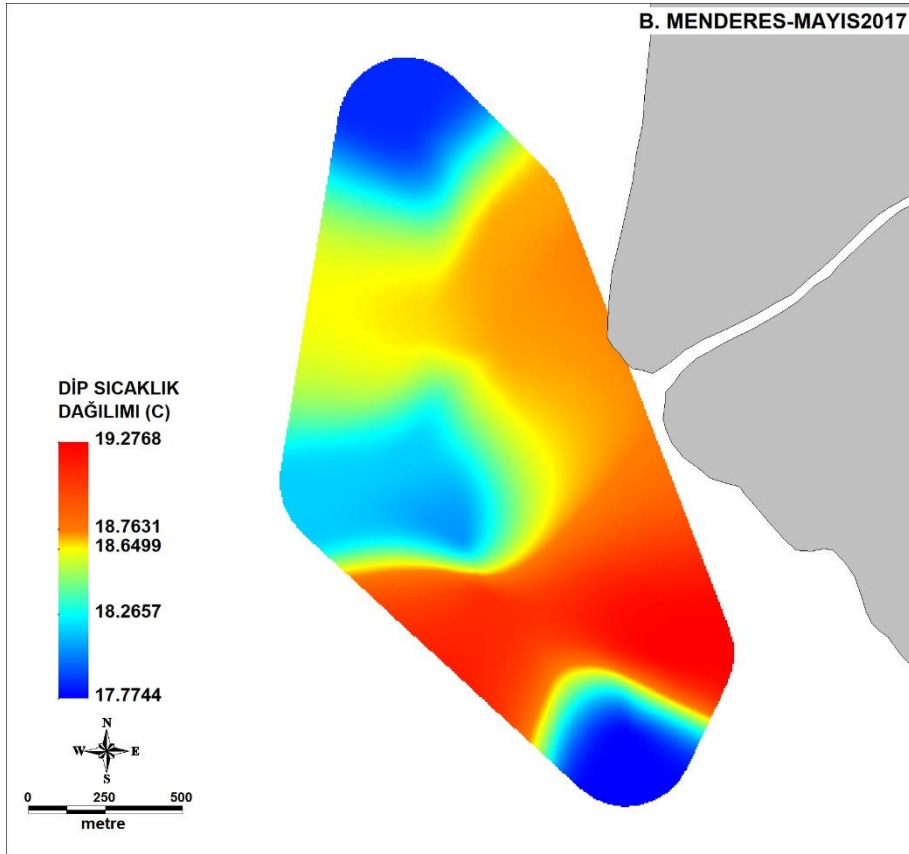
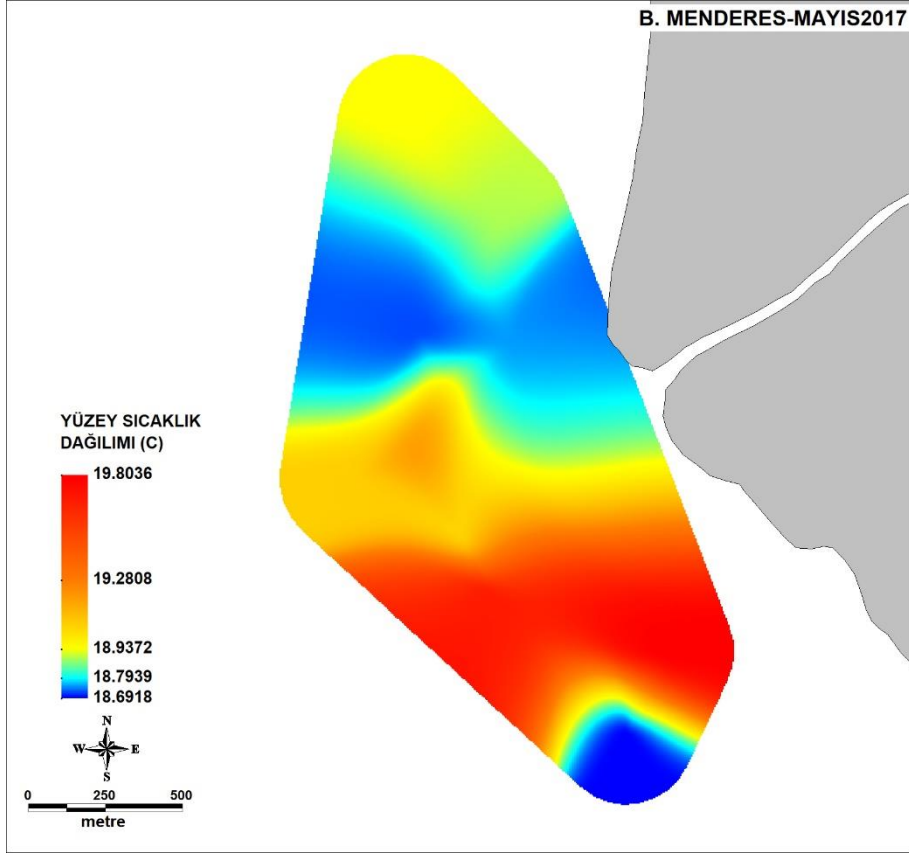
## EK-2: YÜZEY VE DİP SICAKLIK-TUZLULUK-YOĞUNLUK DAĞILIMLARI

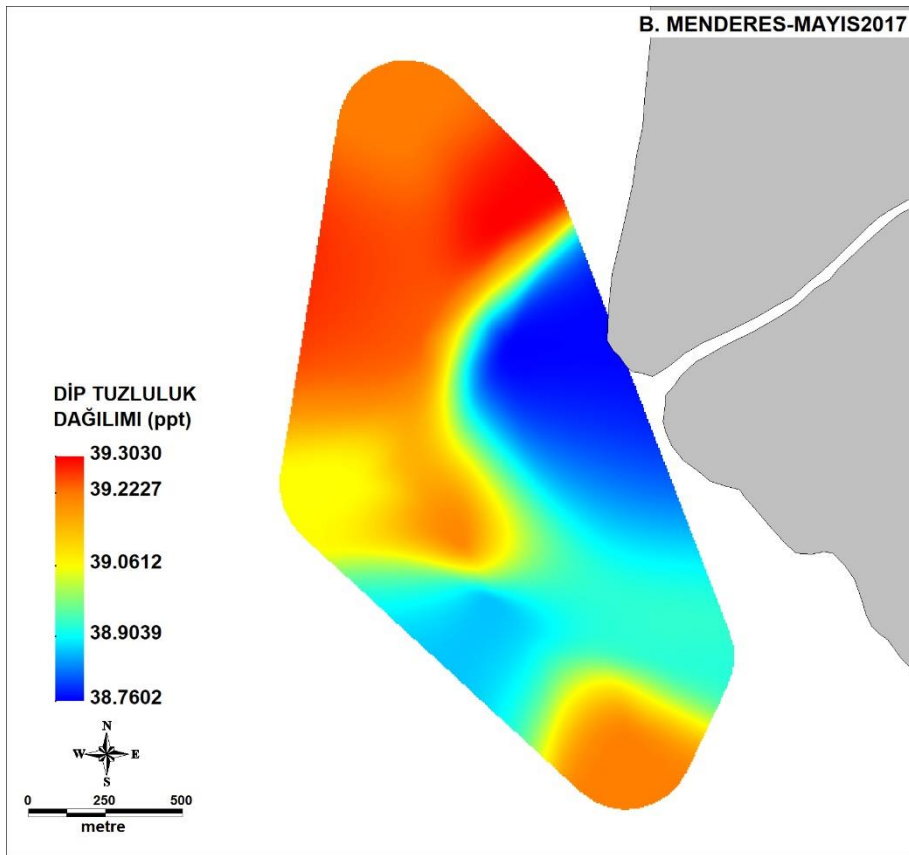
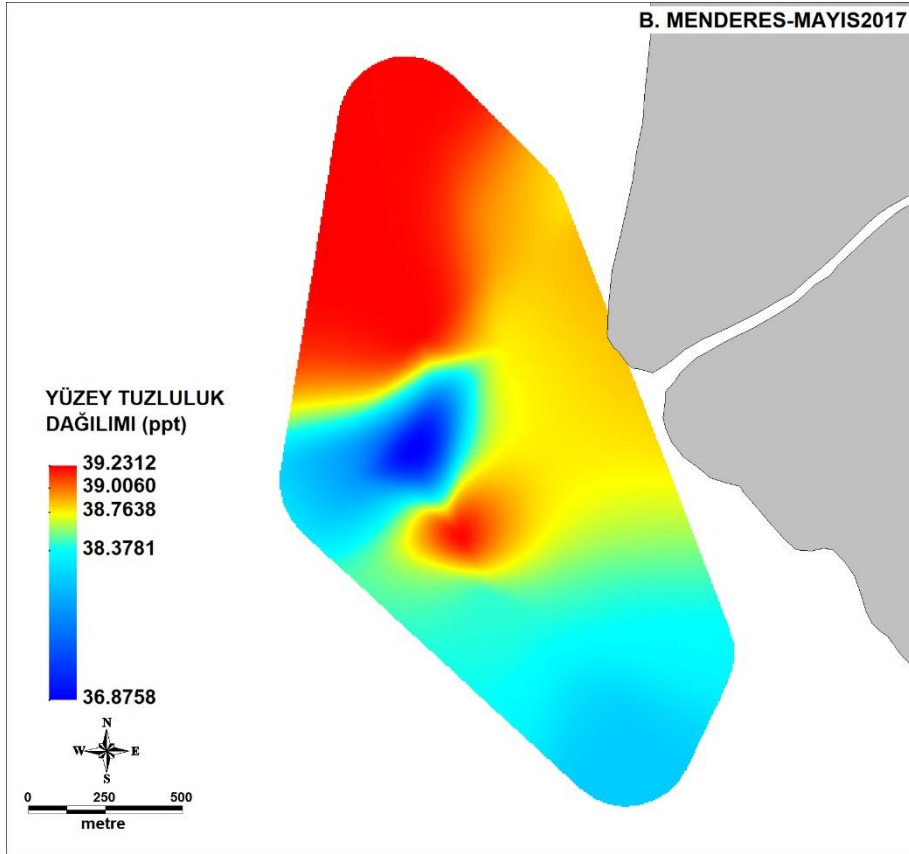


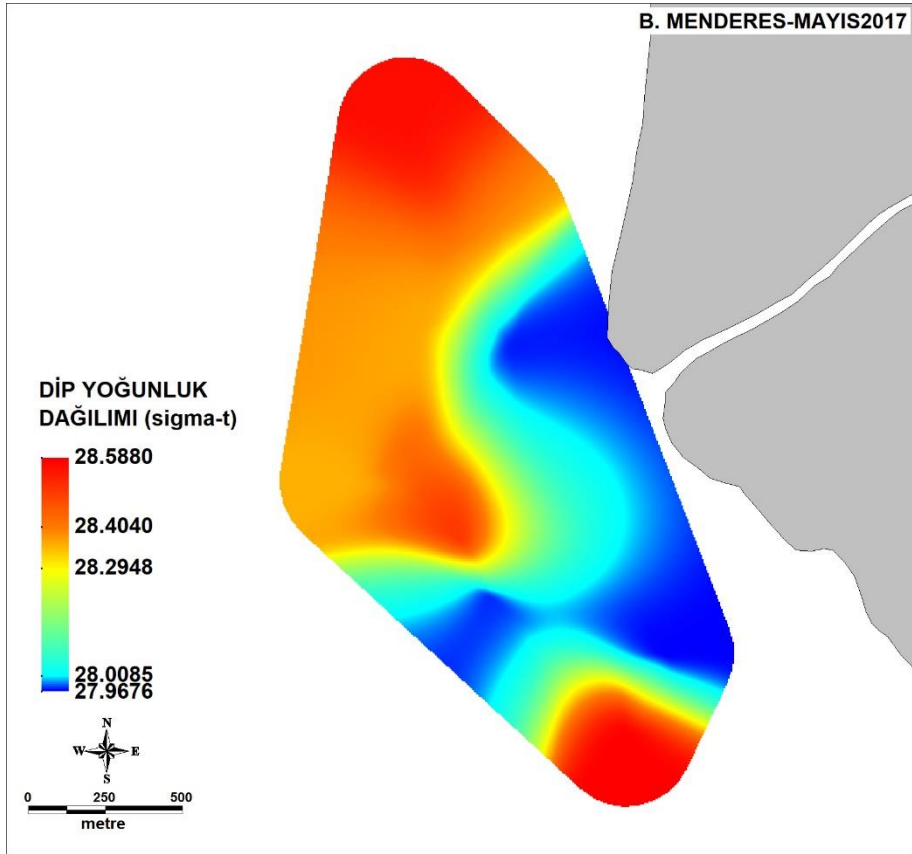
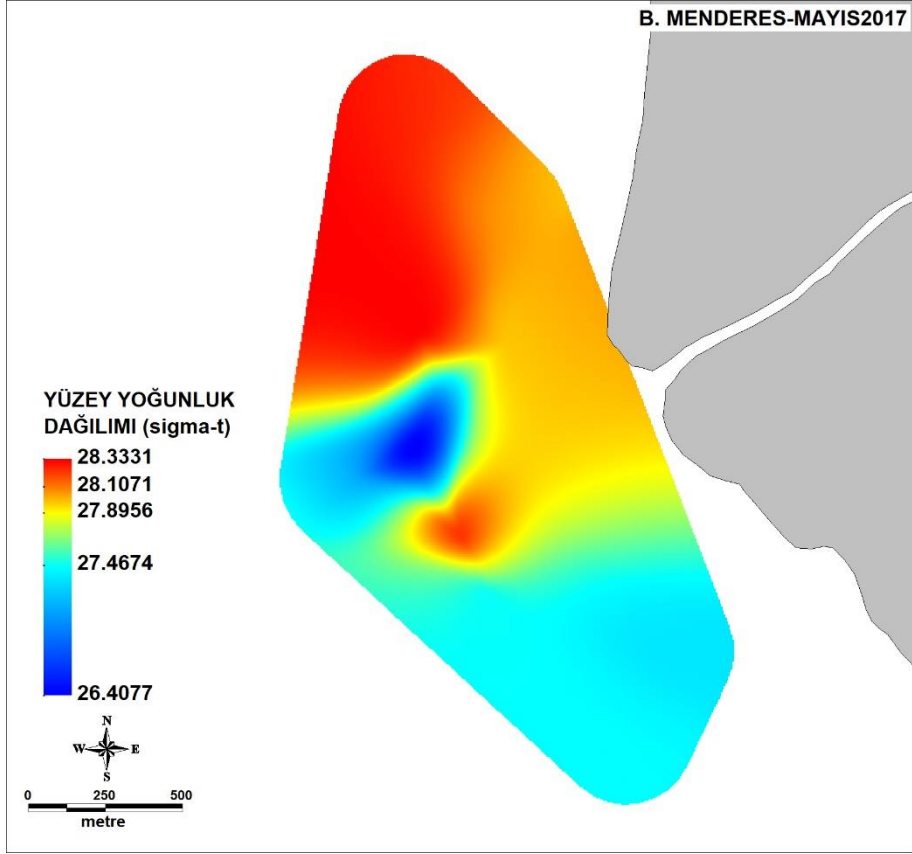


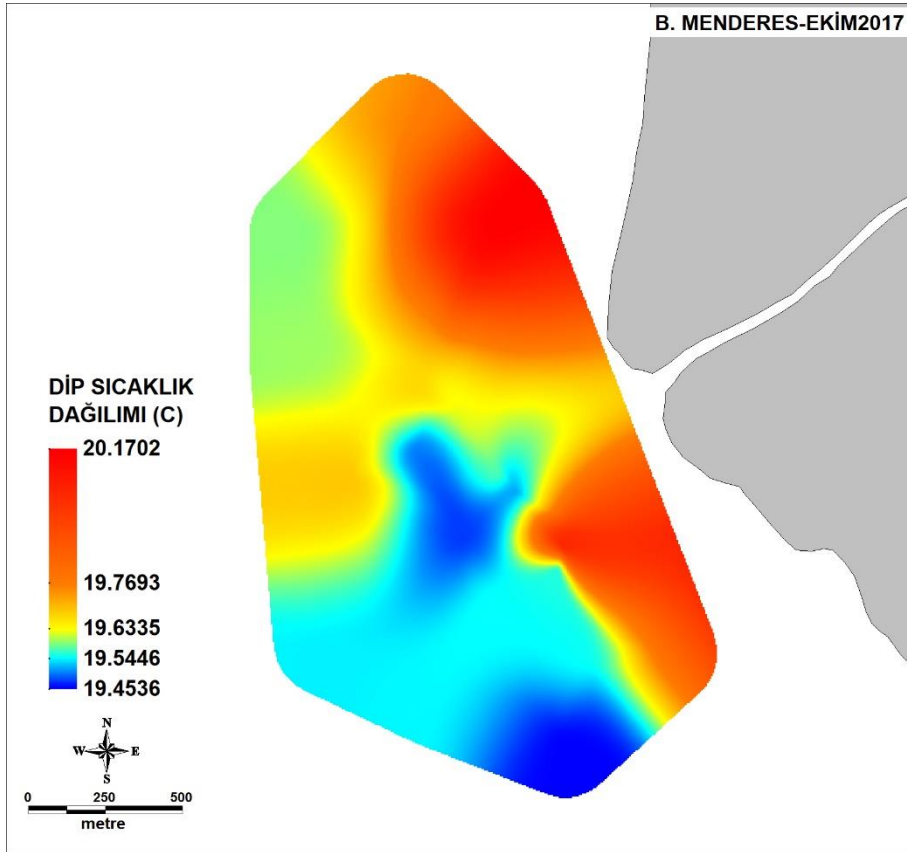
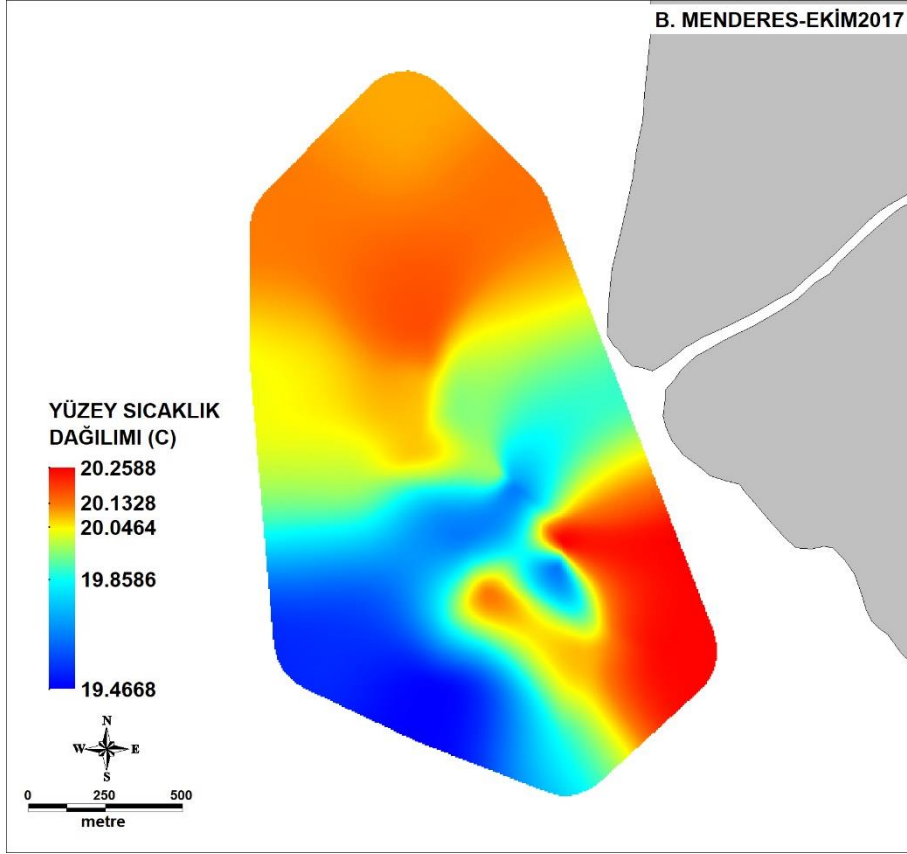


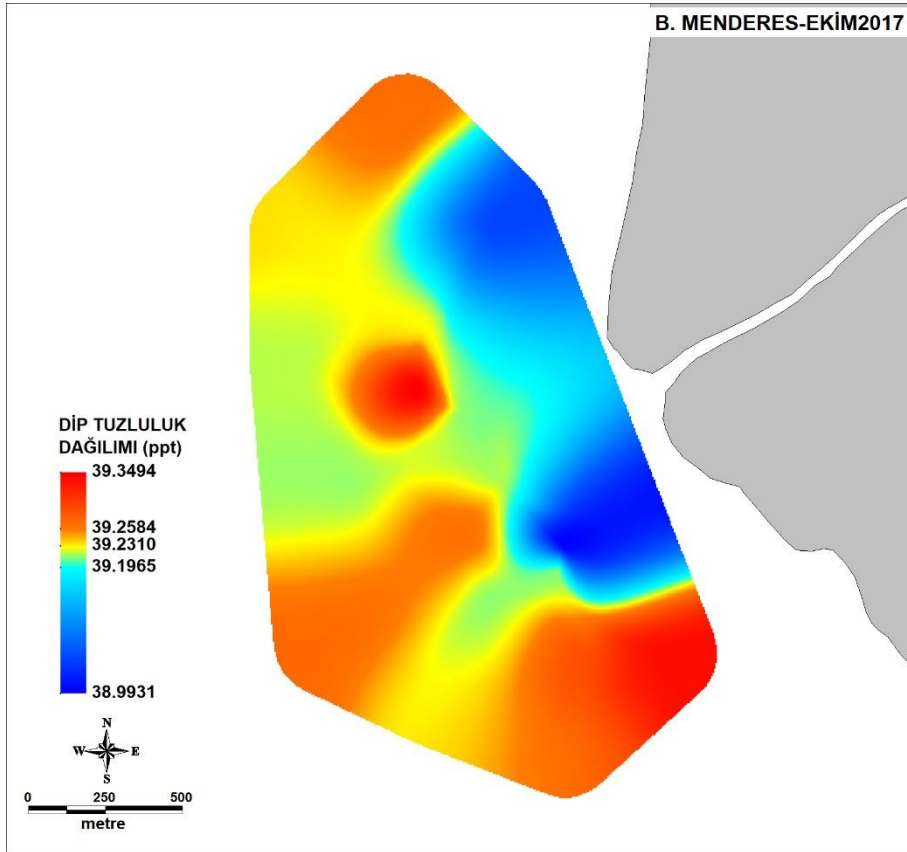
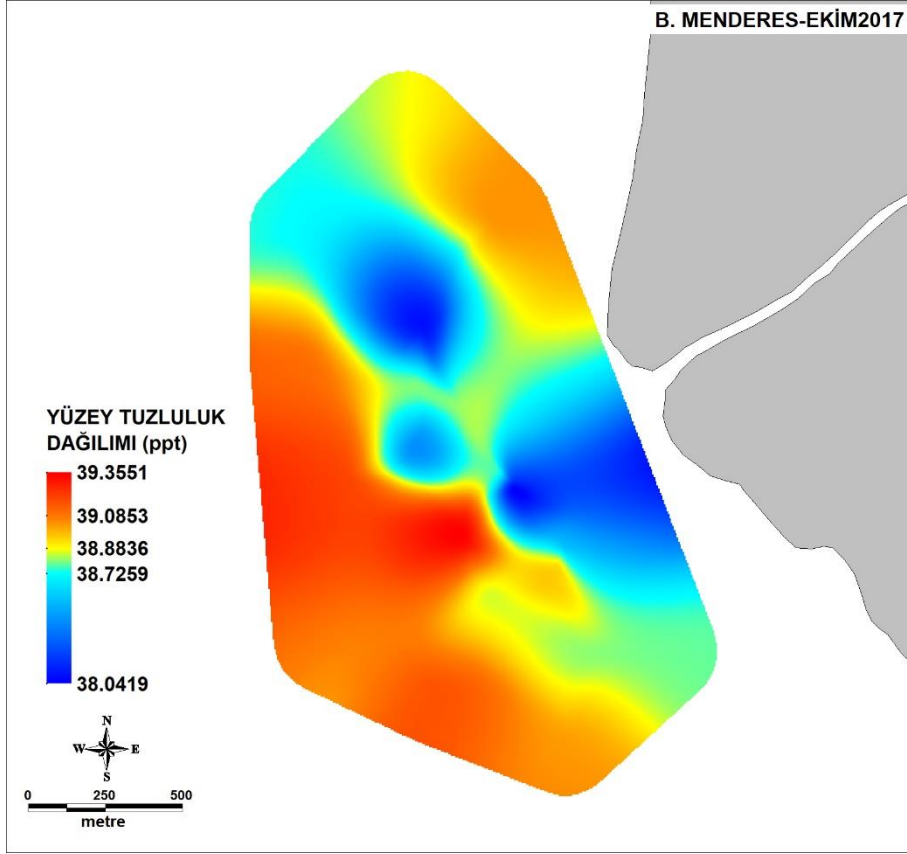


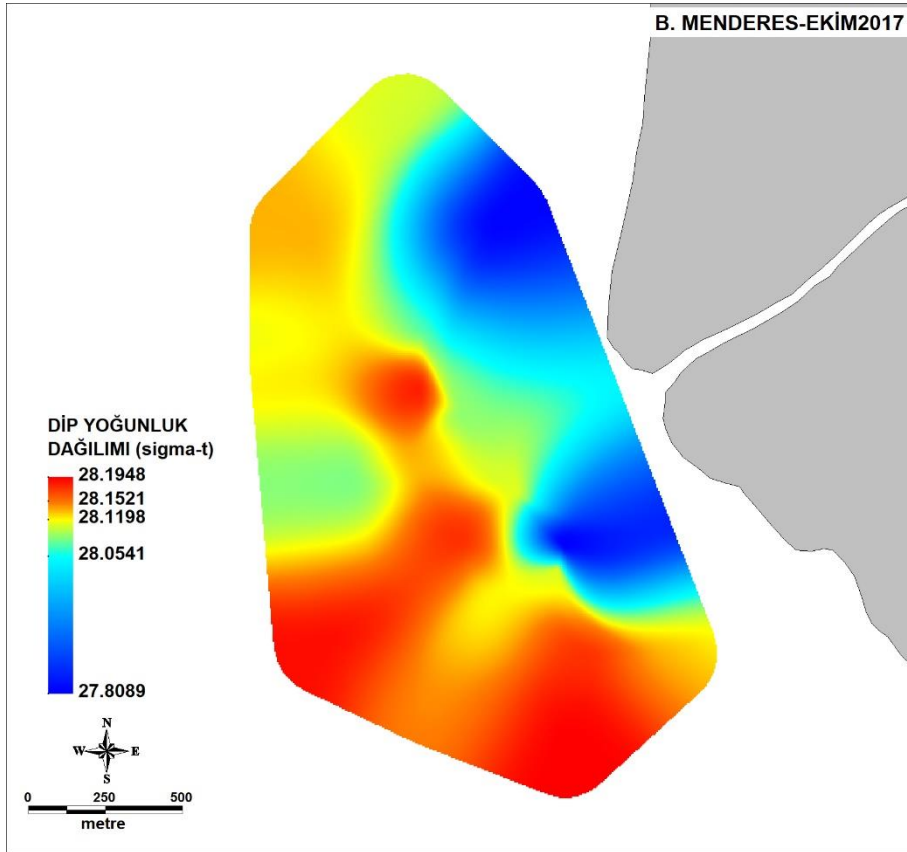
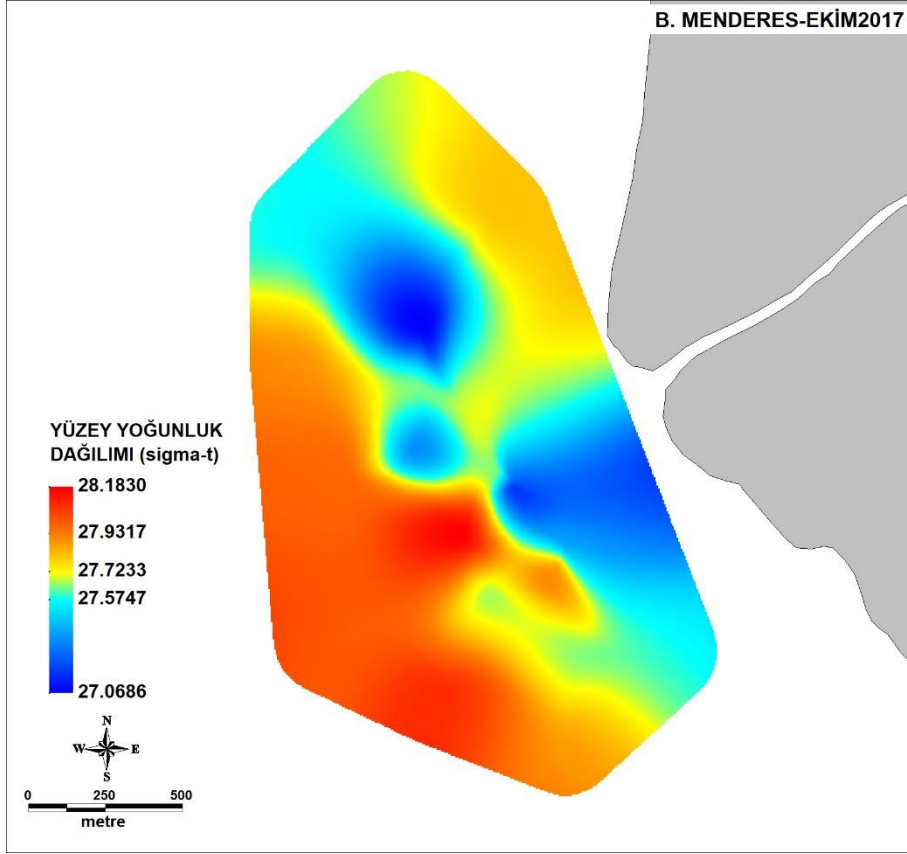




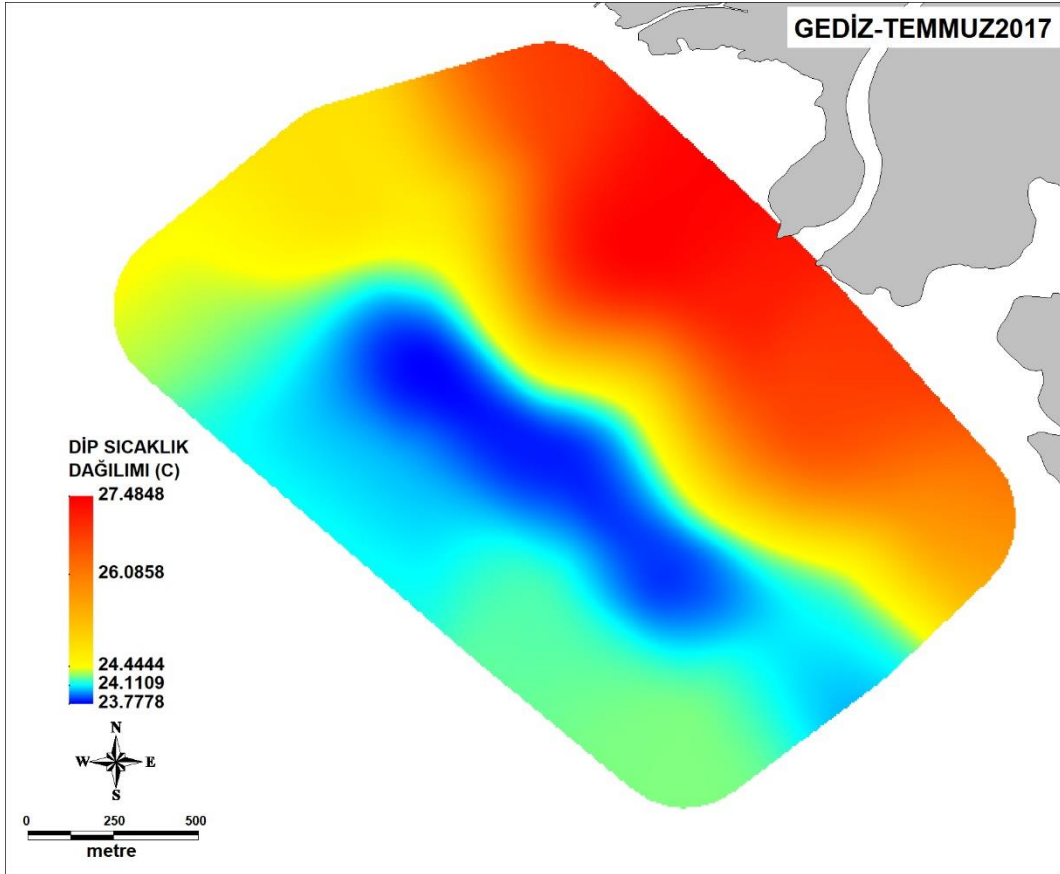
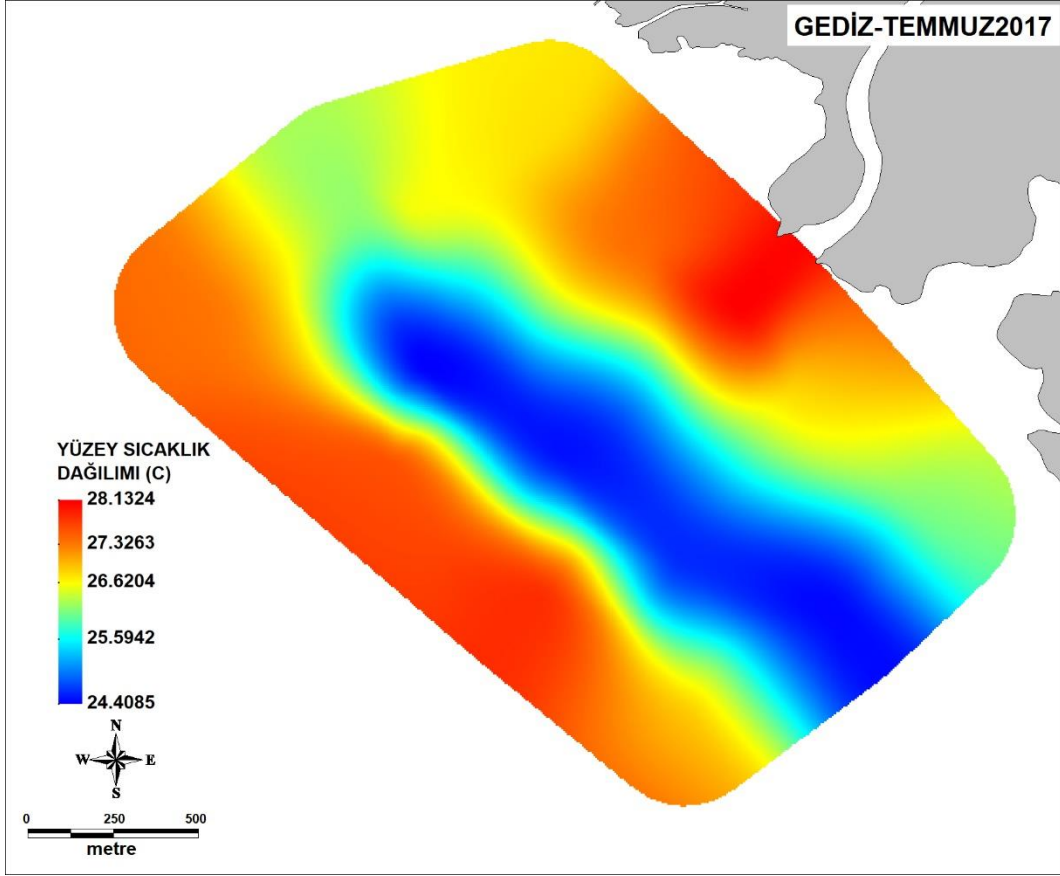


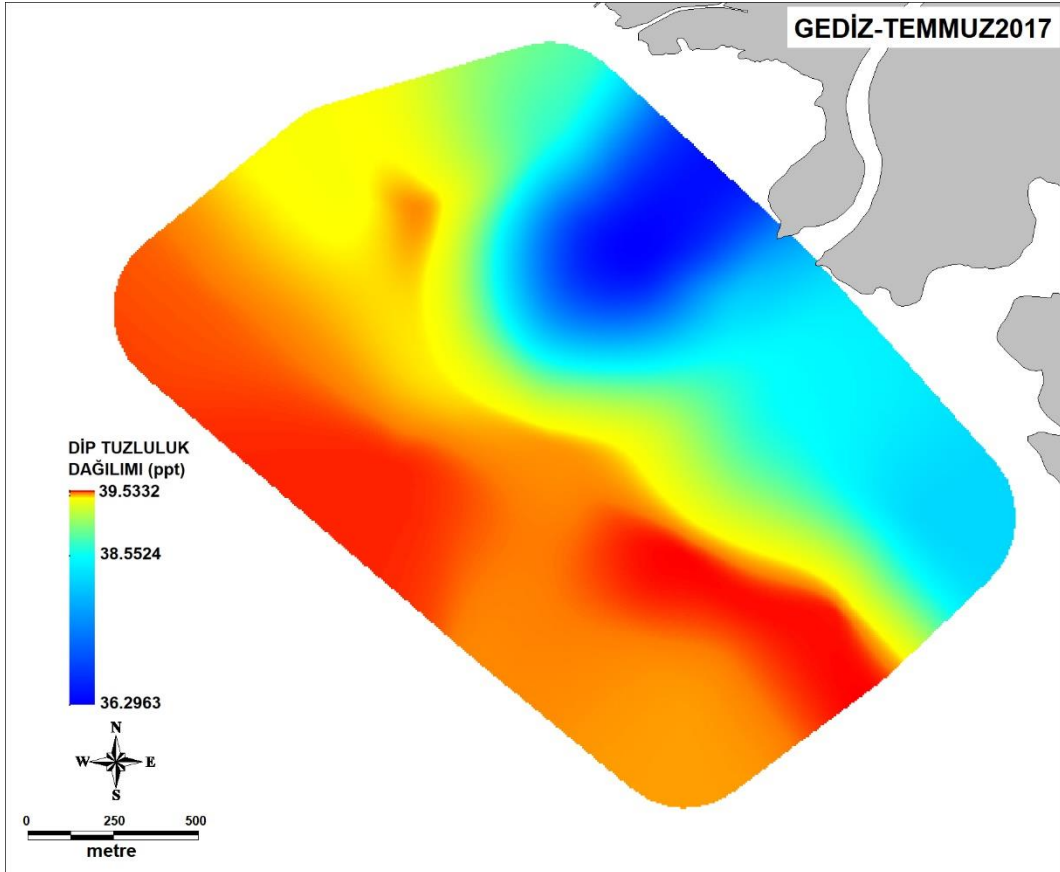
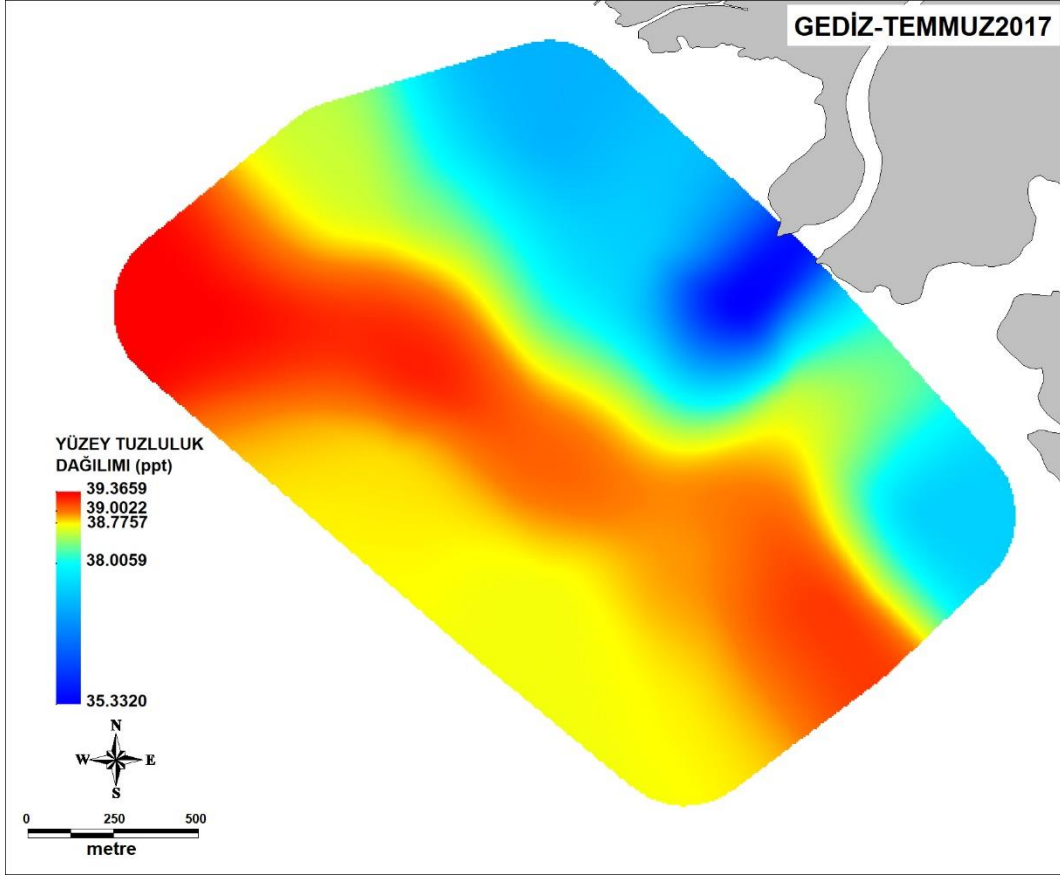


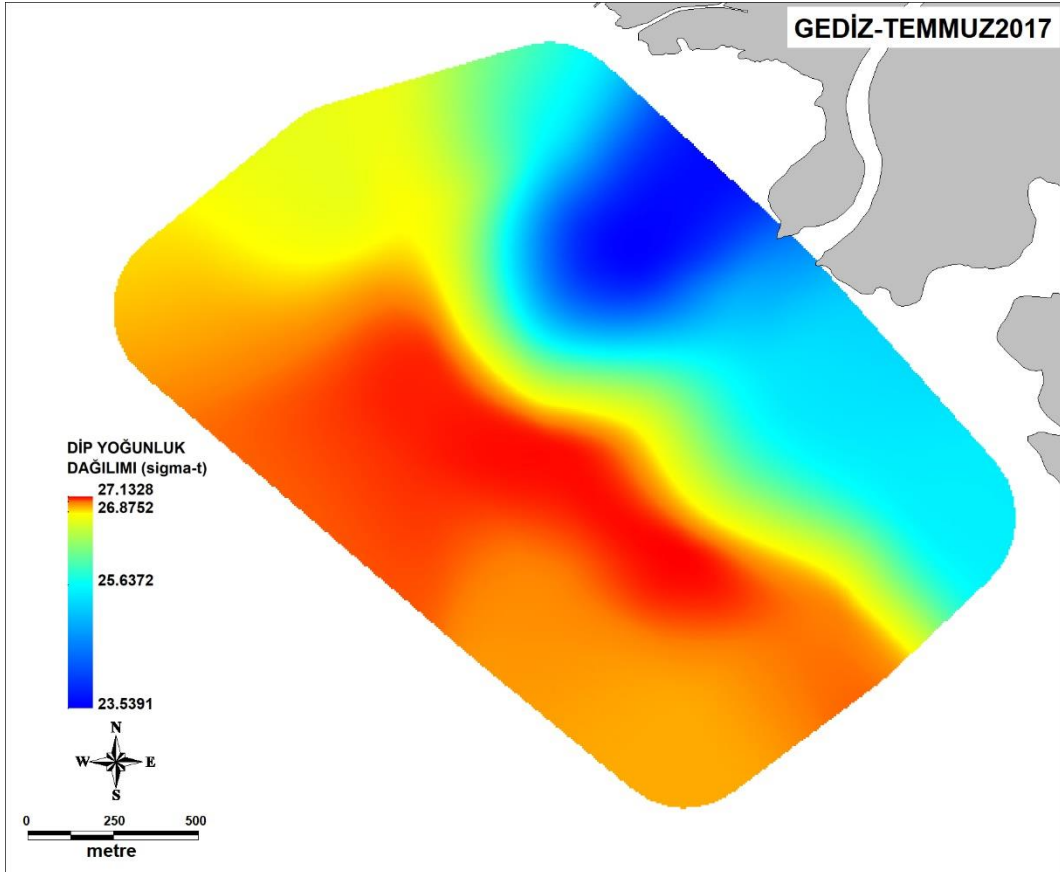
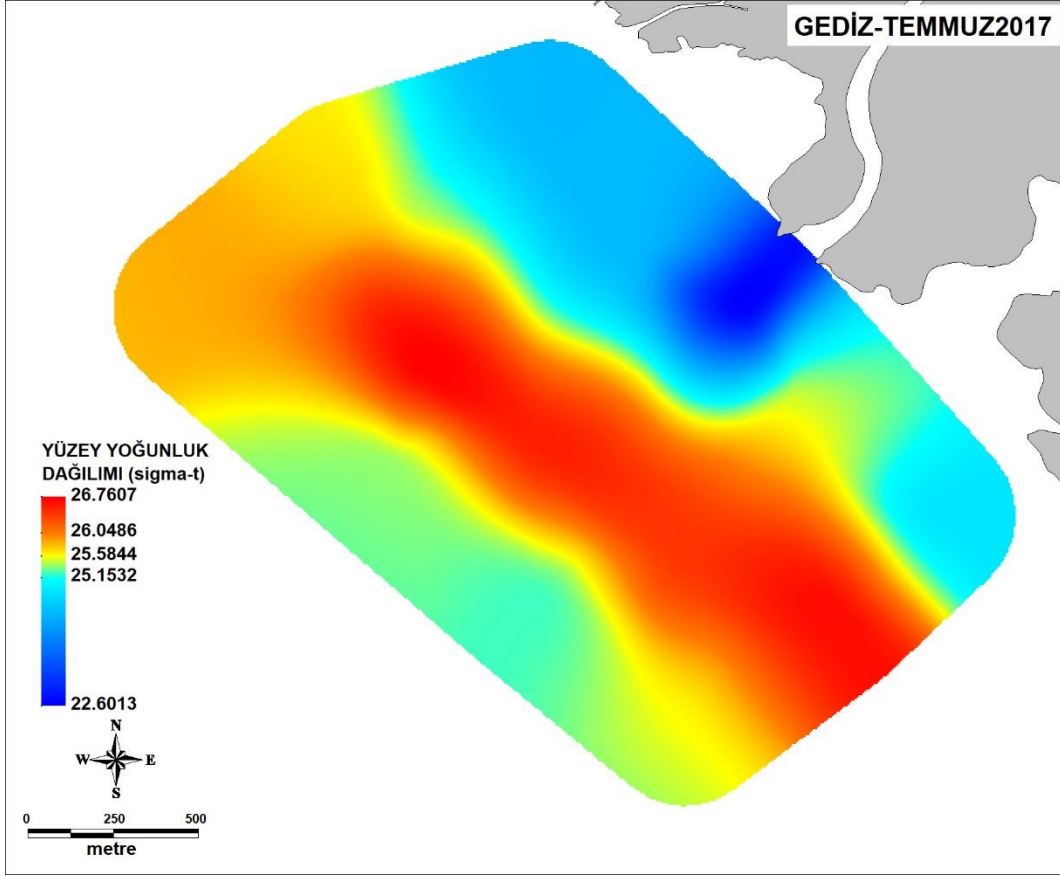


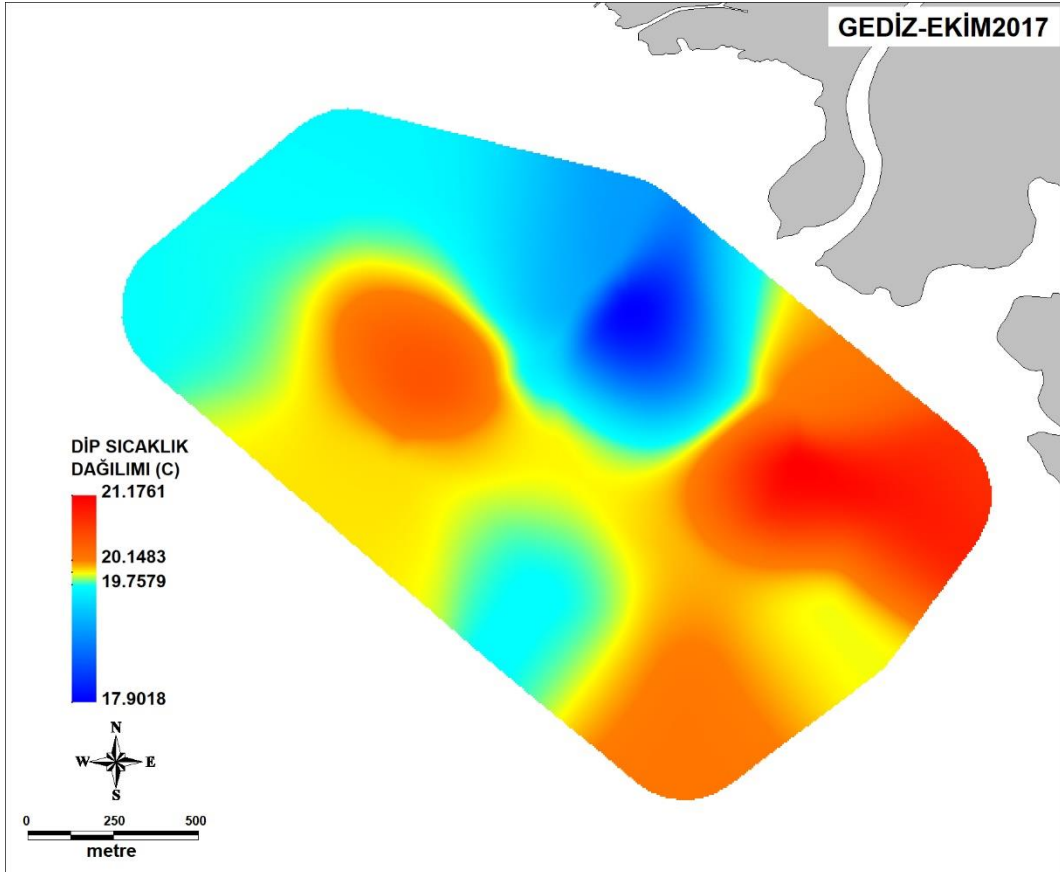
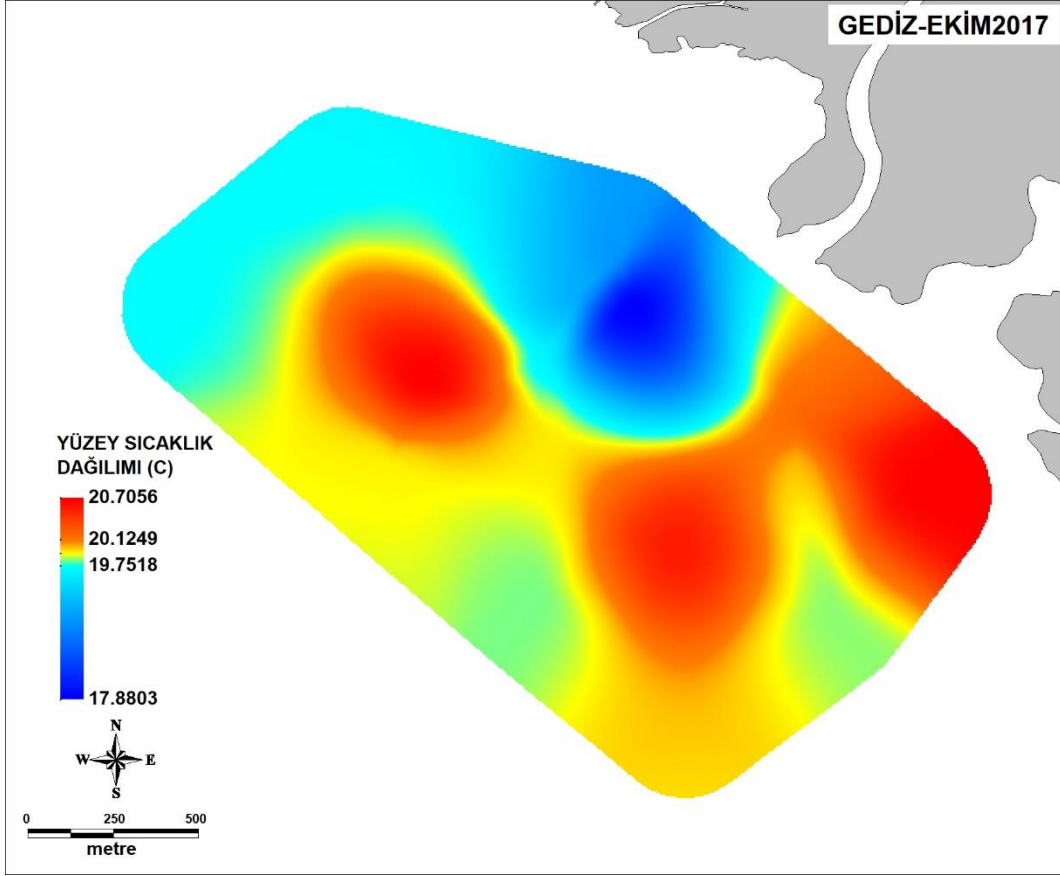


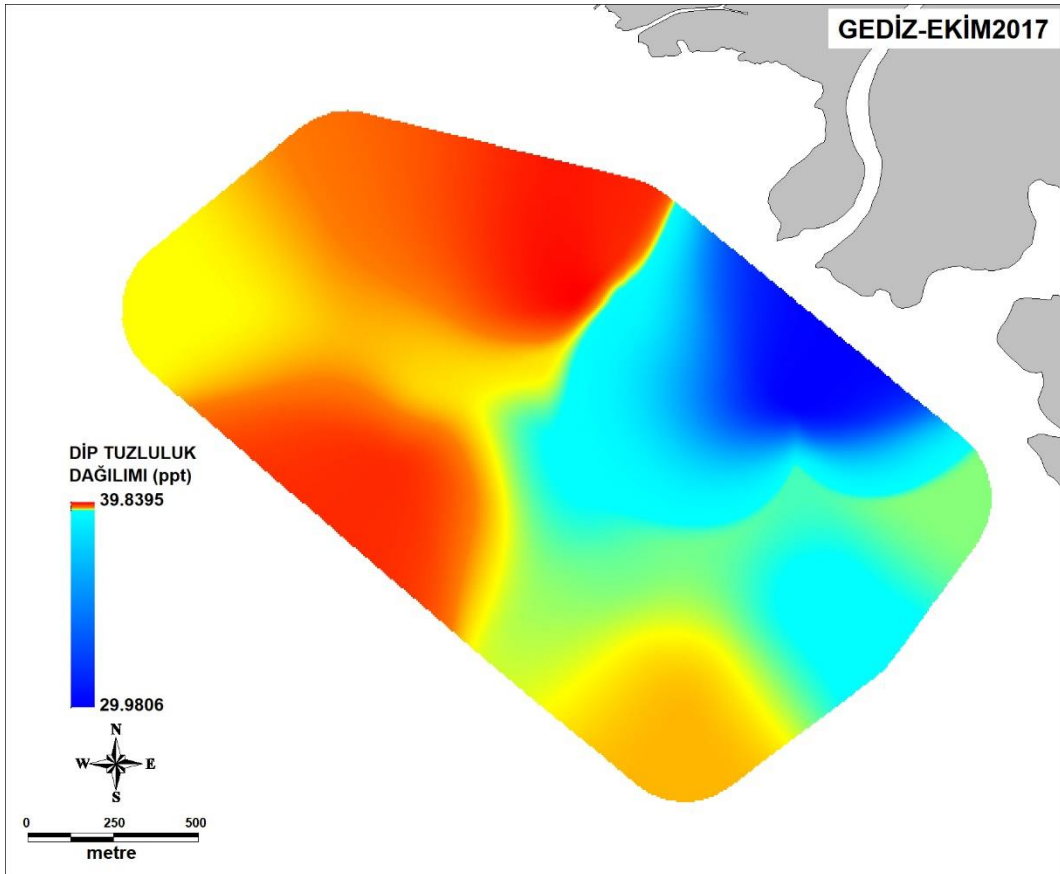
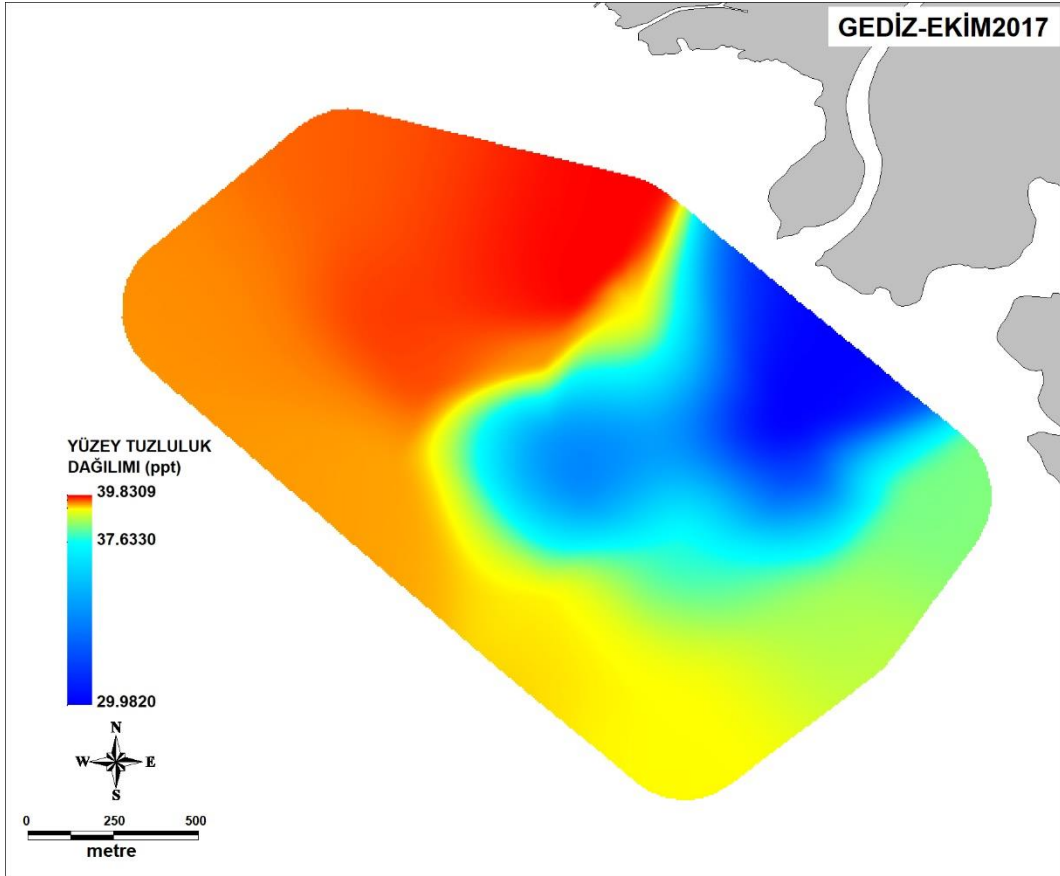


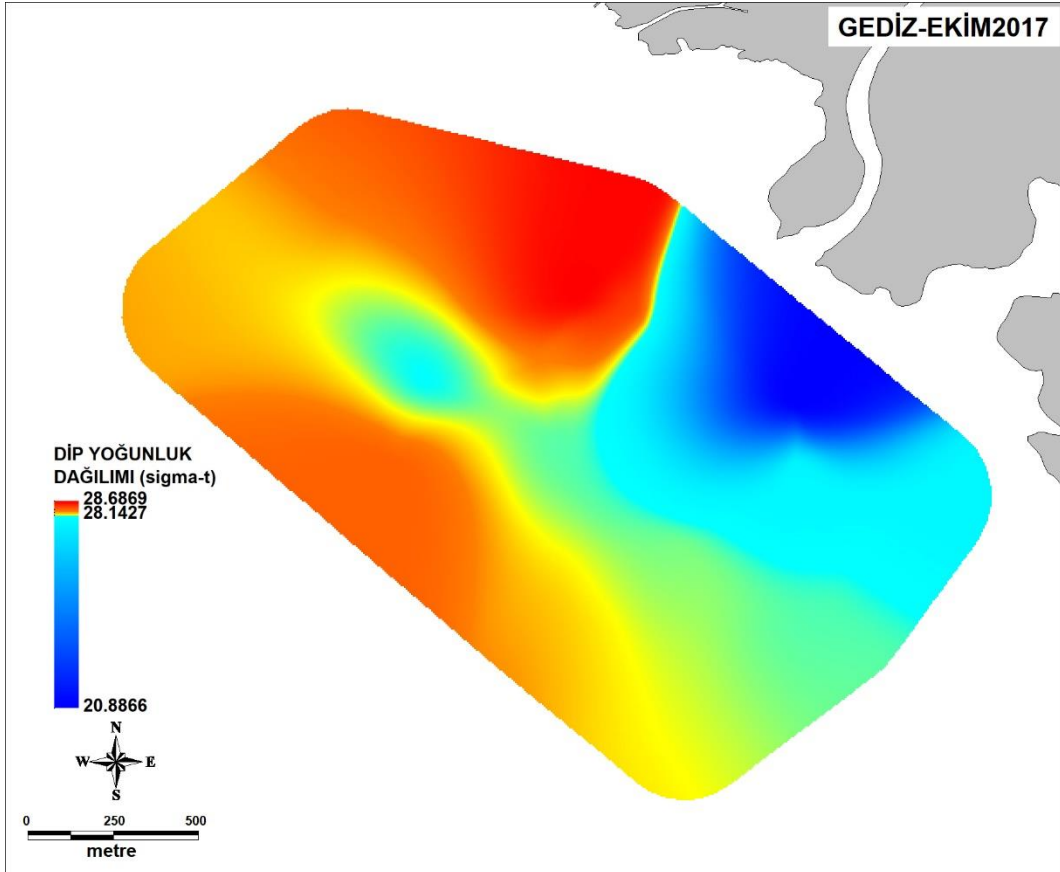
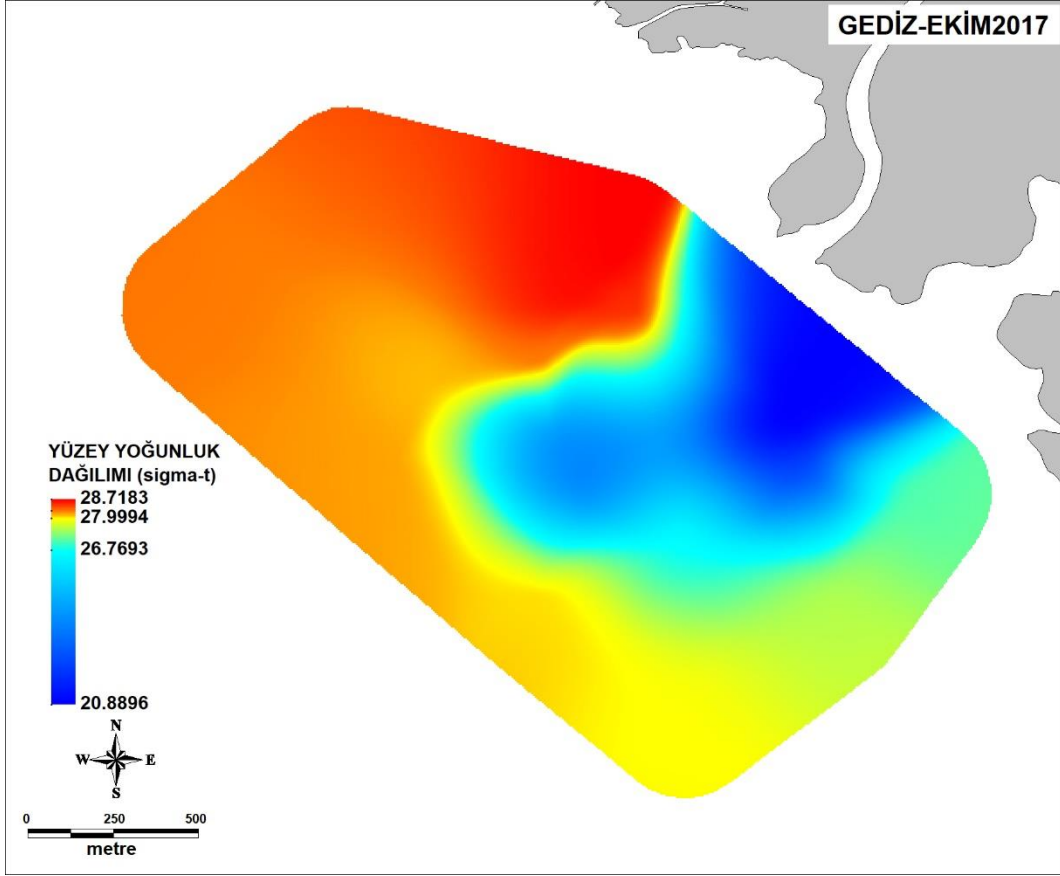








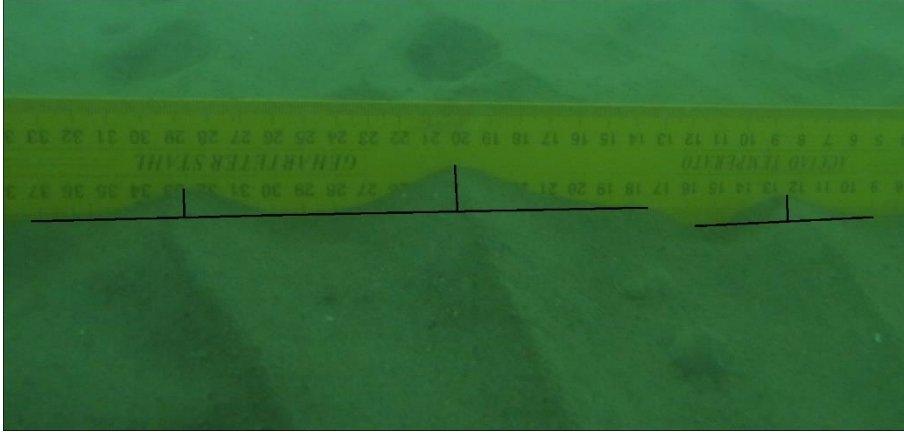




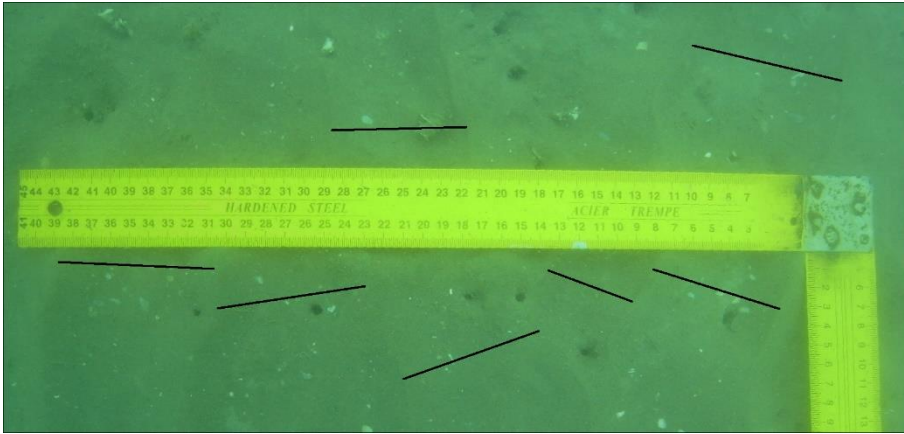
## EK-3: DALGACIK FORMLARI YÜKSEKLİK VE UZUNLUK ÖLÇÜMLERİ

### BÜYÜK MENDERES: MART DÖNEMİ

BM-4



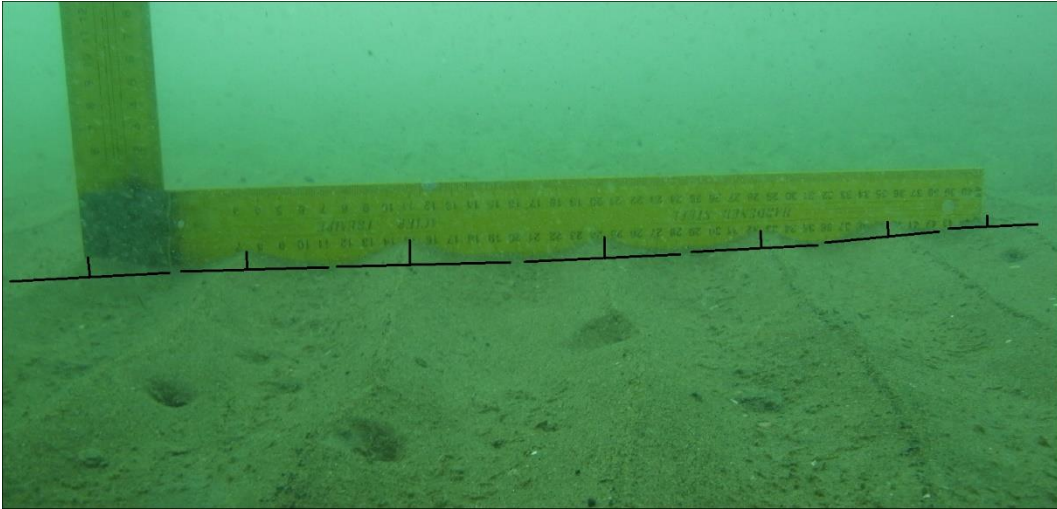
BM-11



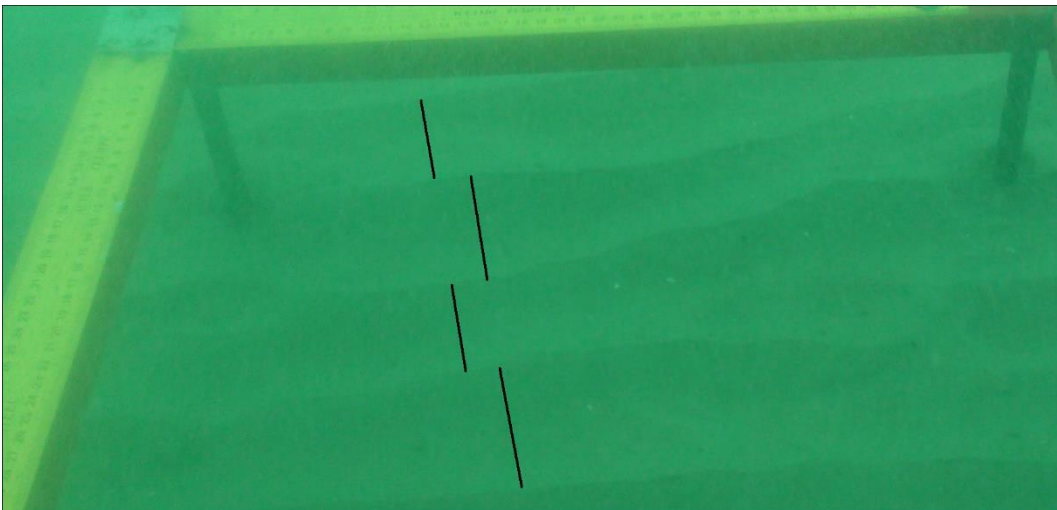
BM-19



**BM-20**



**BM-24**



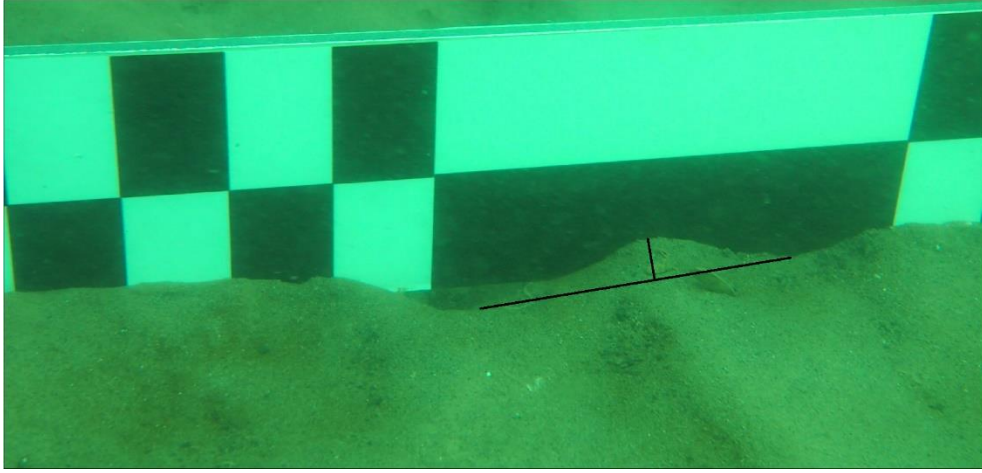
**BM-25**



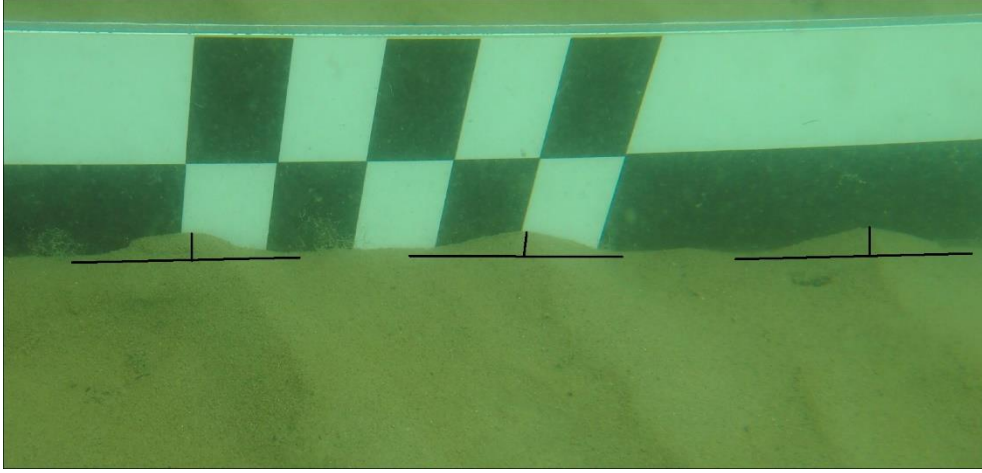


**BÜYÜK MENDERES: MAYIS DÖNEMİ**

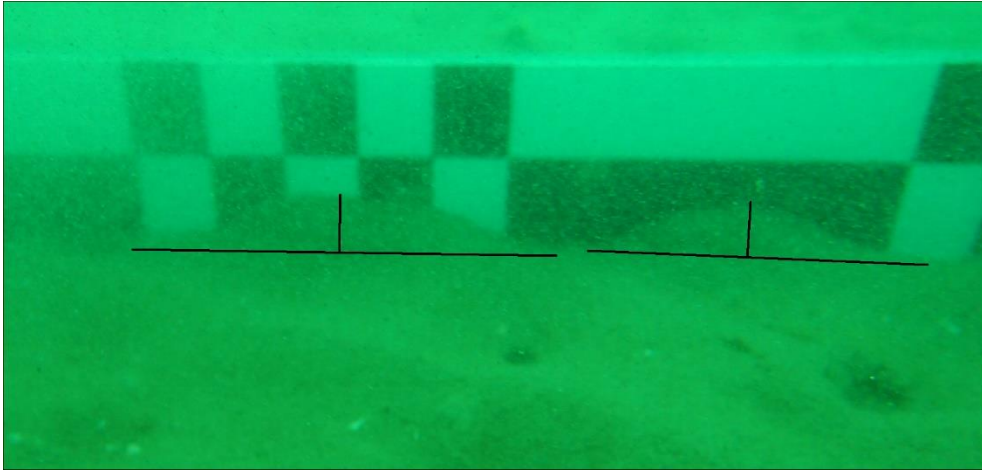
**BM-11**



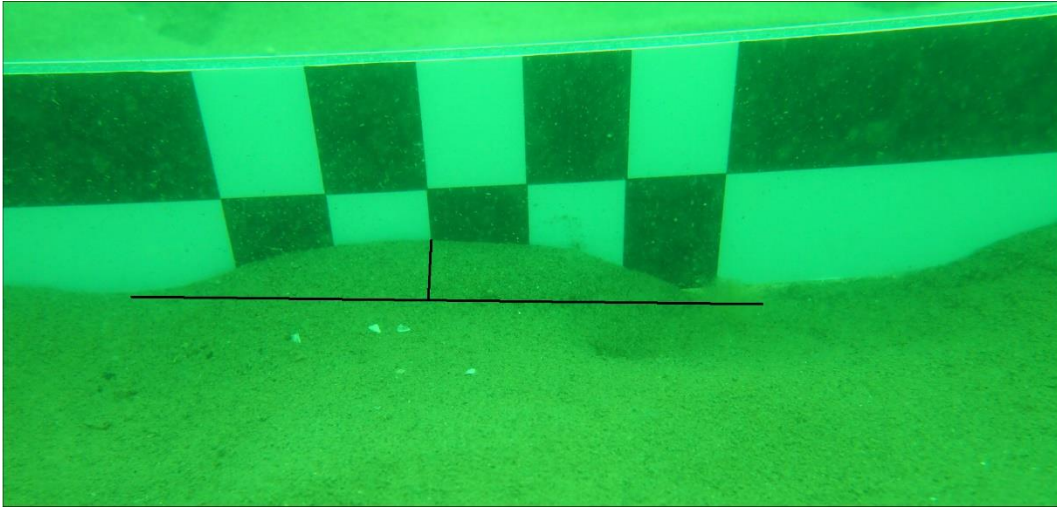
**BM-13**



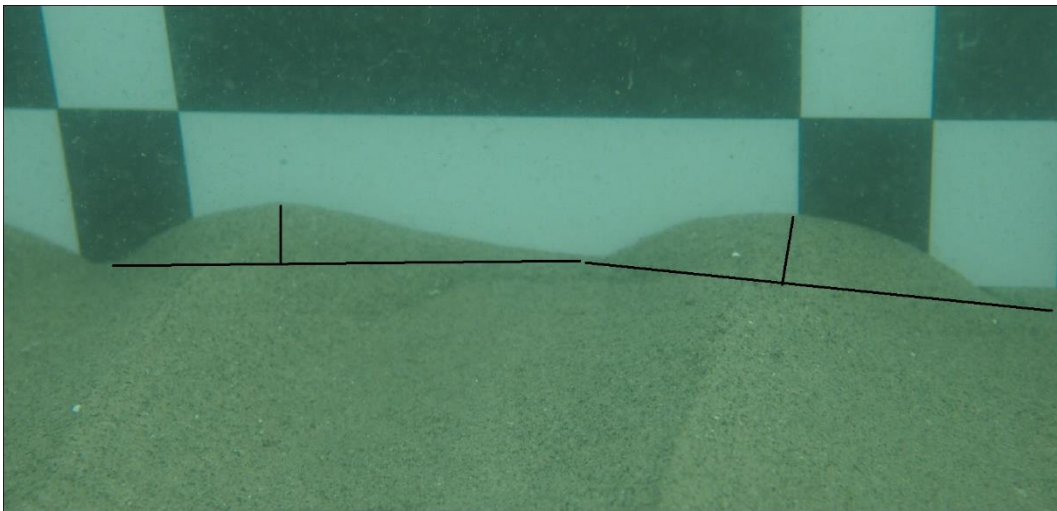
**BM-14**



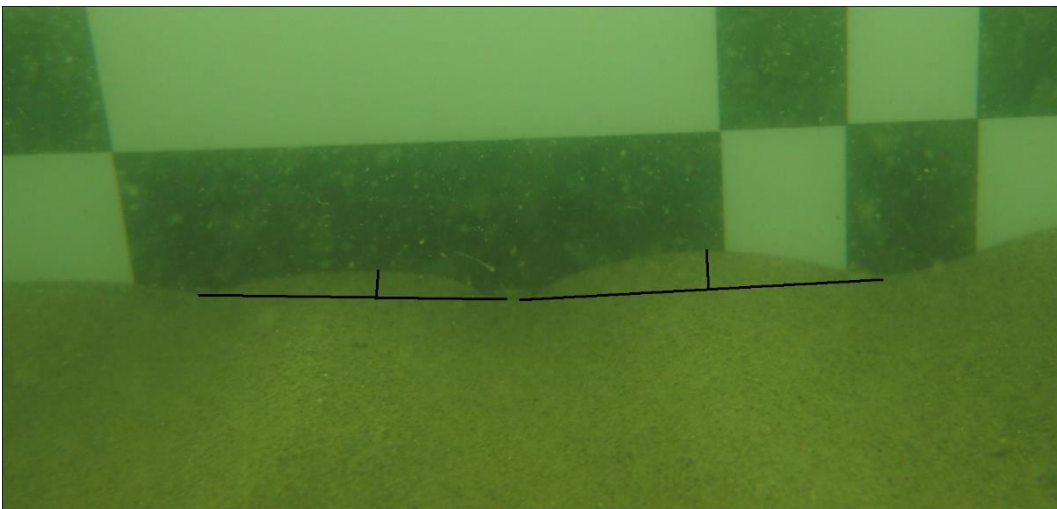
**BM-19**



**BM-24**

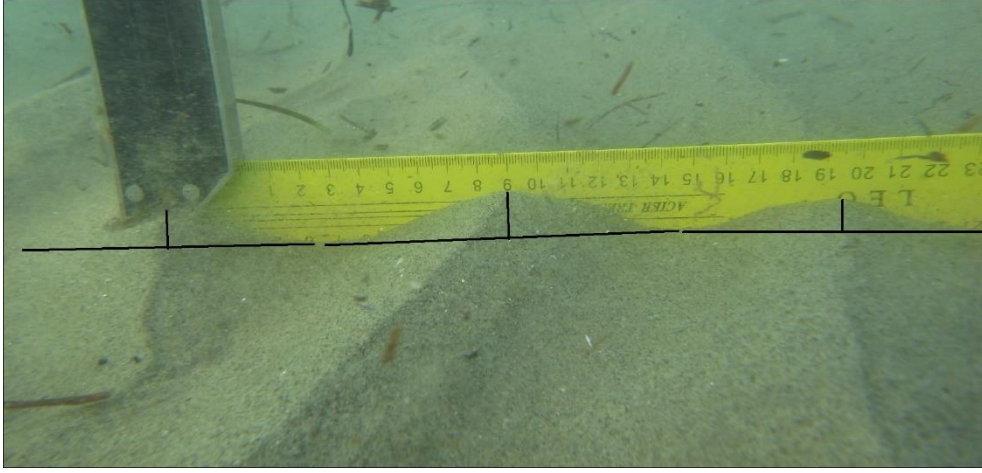


**BM-25**

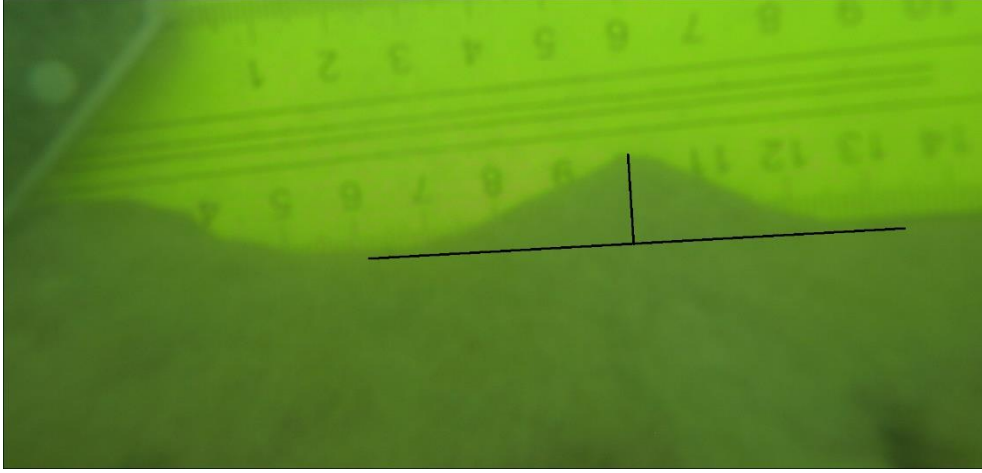


**BÜYÜK MENDERES: EKİM DÖNEMİ**

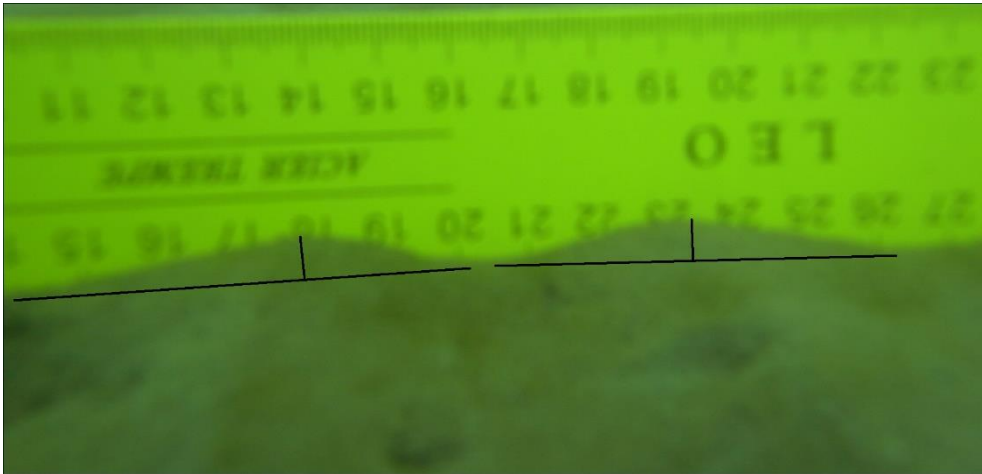
**BM-3**



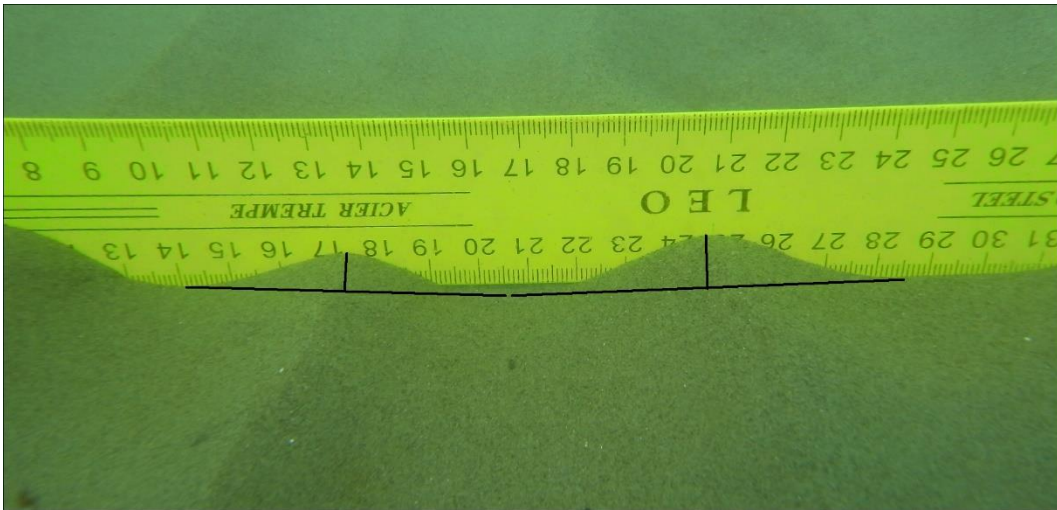
**BM-12**



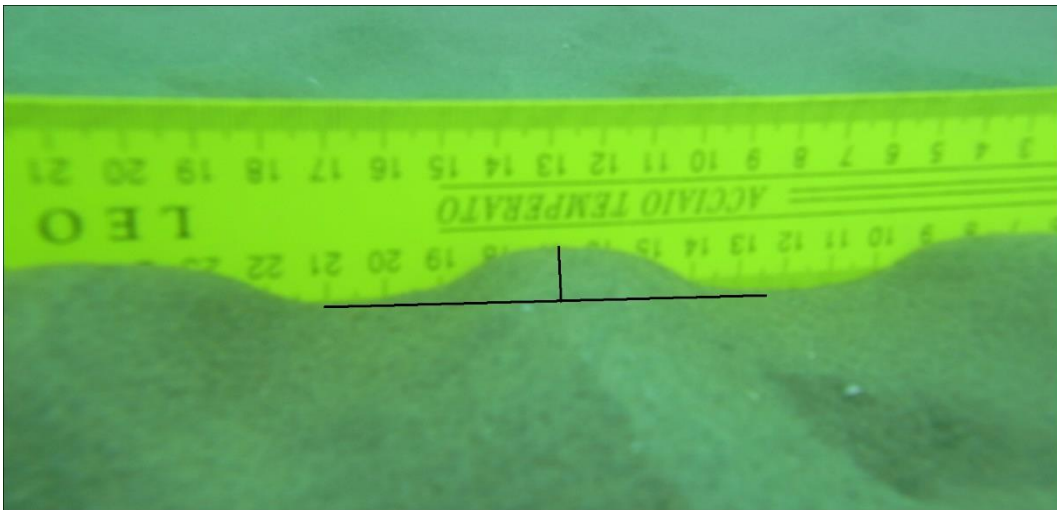
**BM-13**



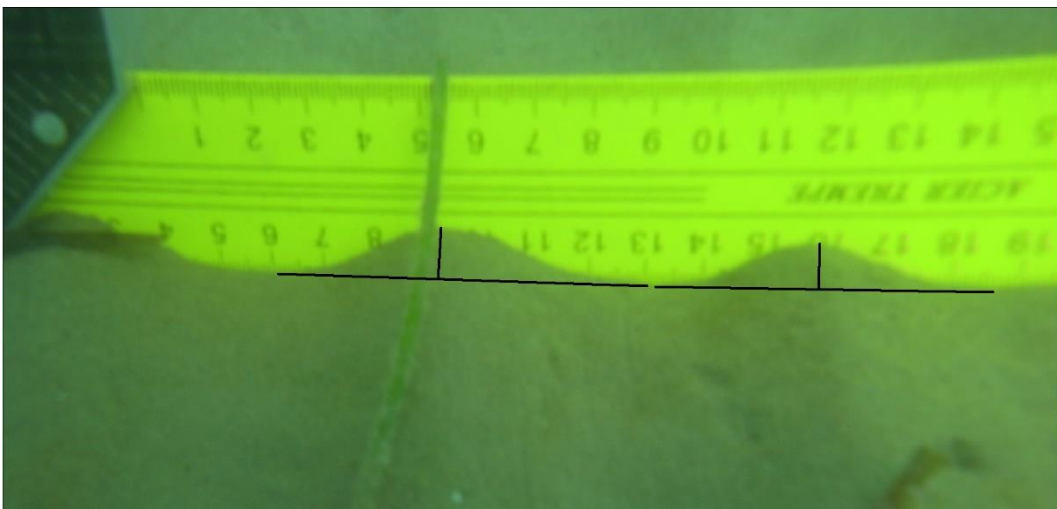
**BM-25**



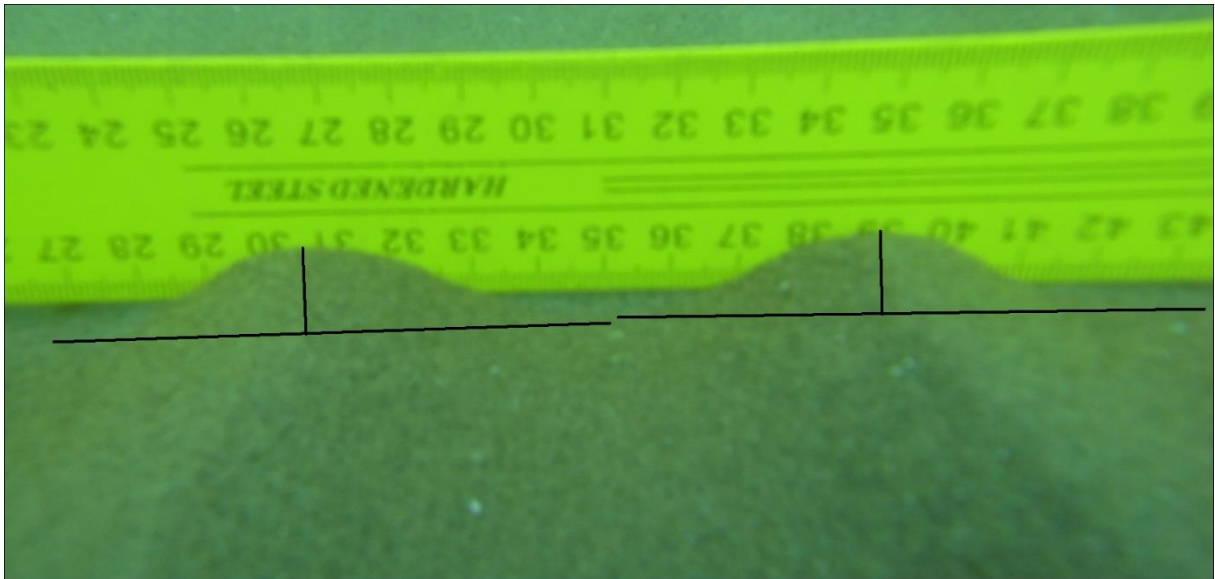
**BM-31**



**BM-S4**



BM-S7

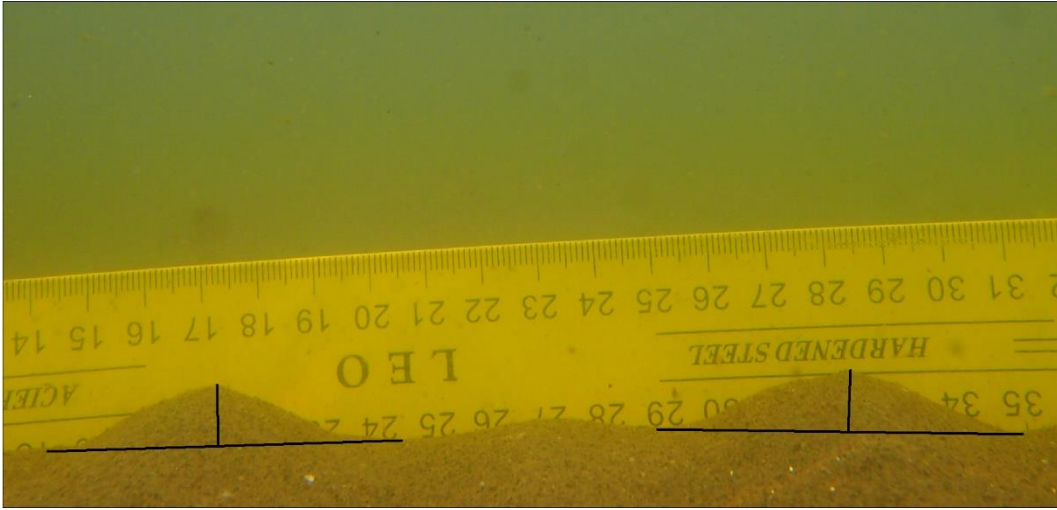


**GEDİZ: TEMMUZ DÖNEMİ**

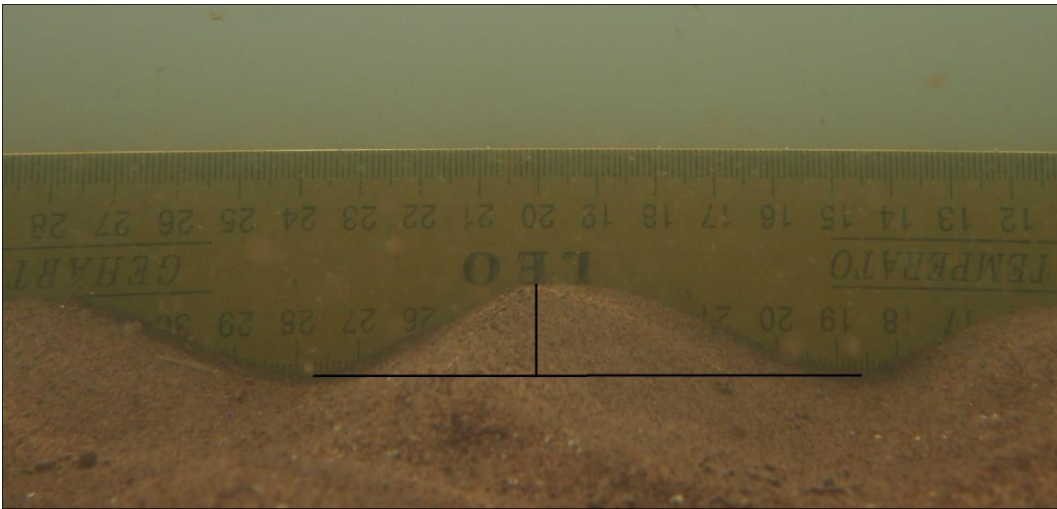
**GN-3**



**GN-19**

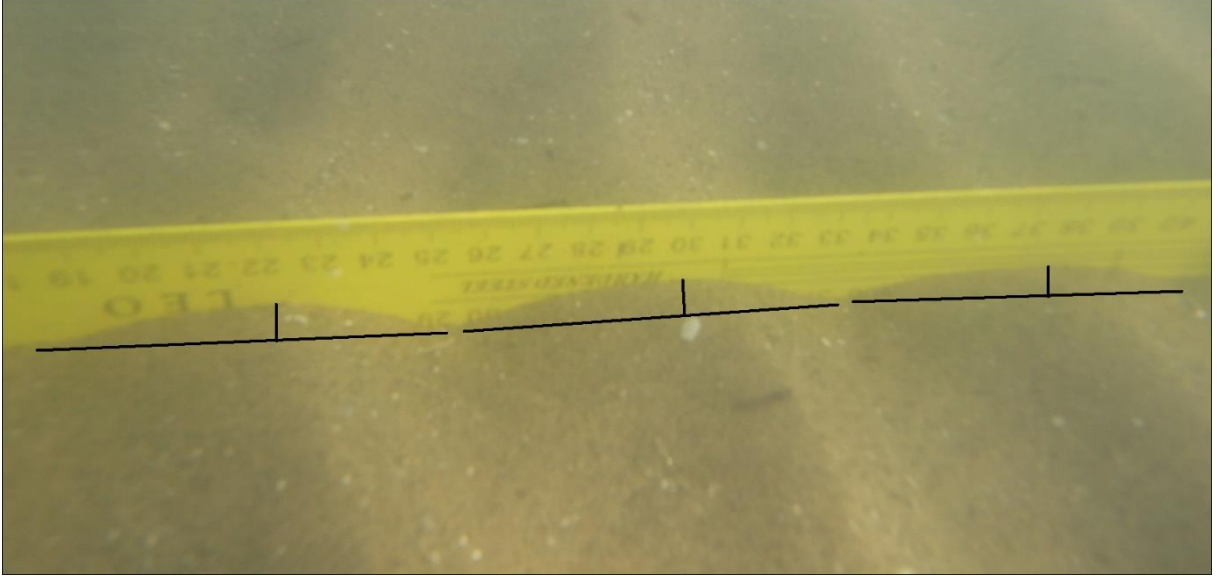


**GN-20**

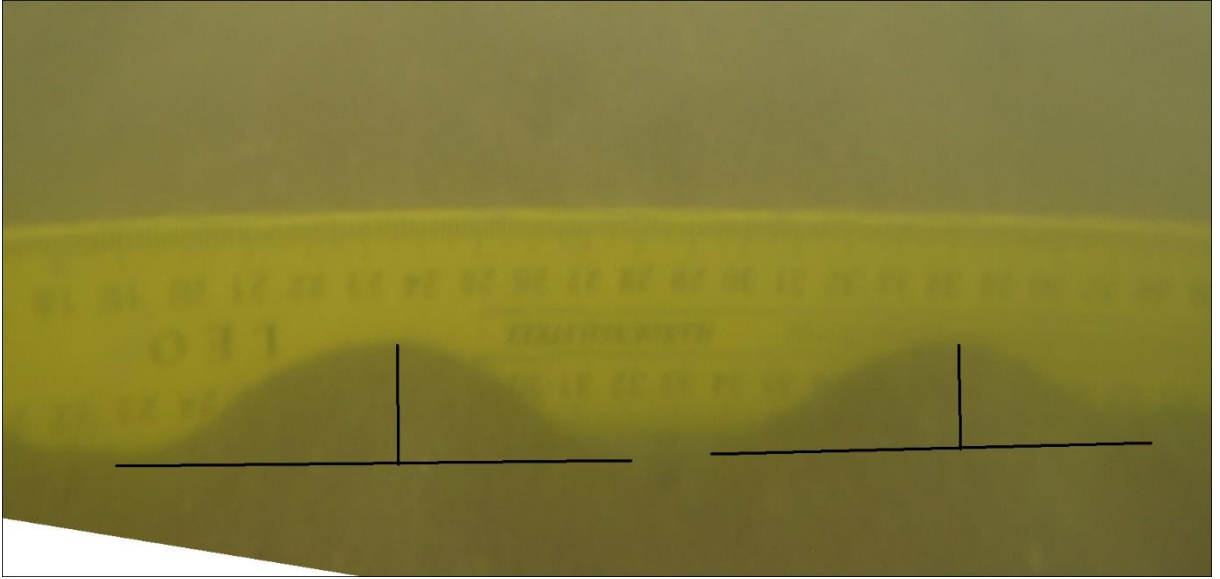


**GEDİZ: EKİM DÖNEMİ**

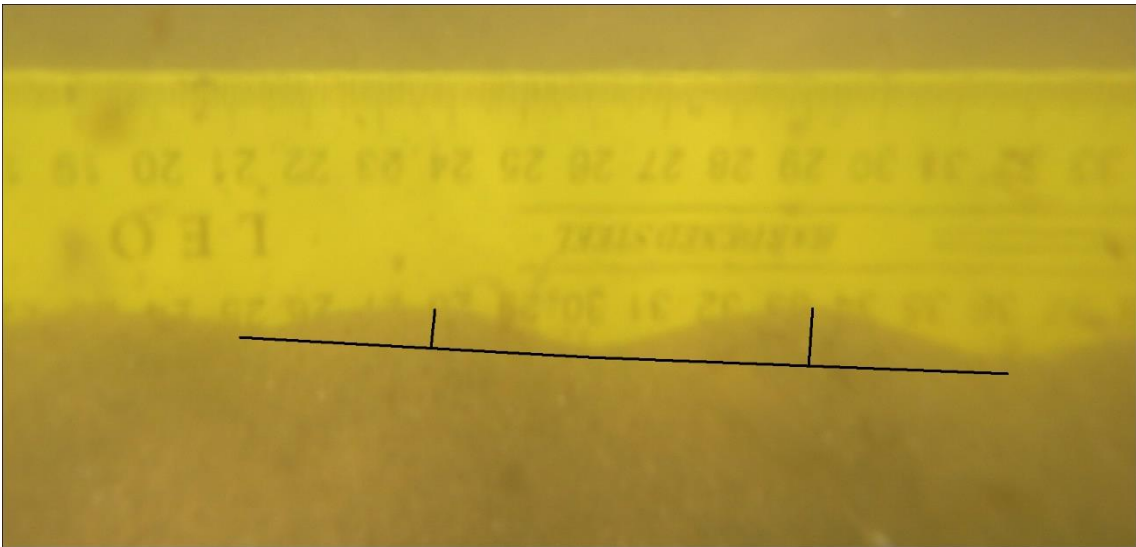
**GN-3M**



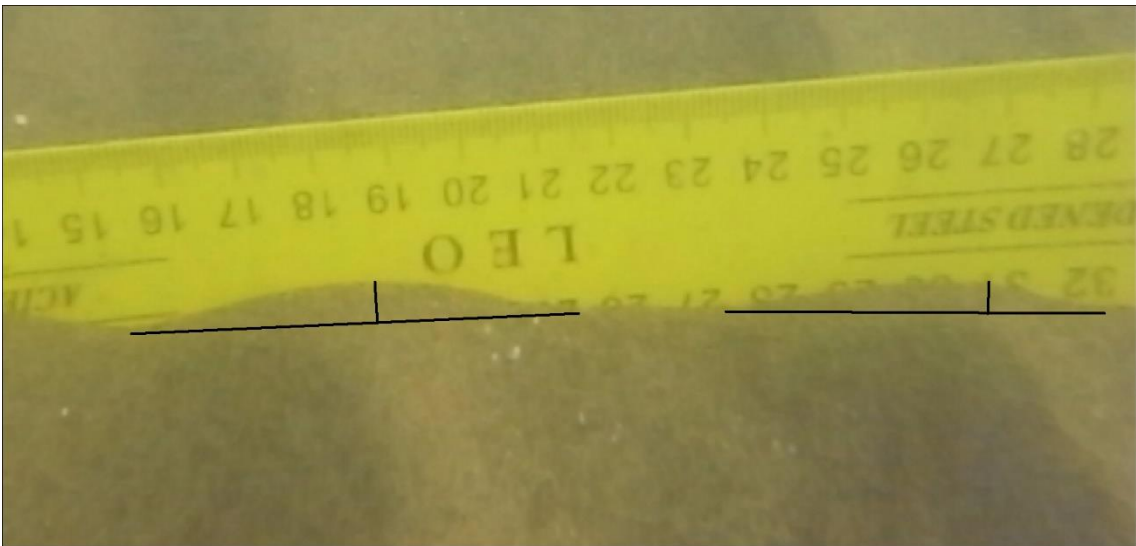
**GN-19**



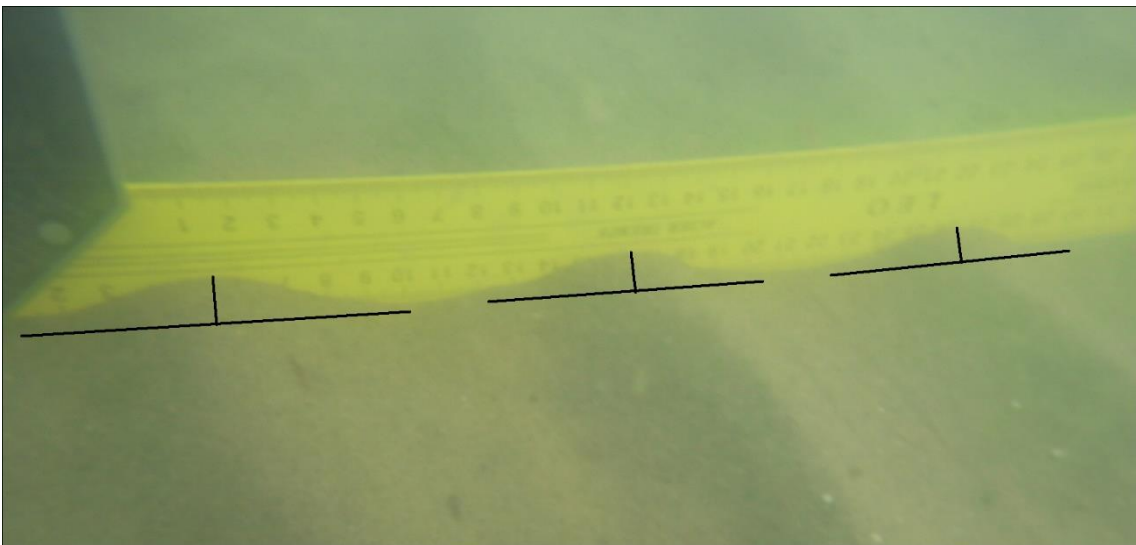
GN-20



GN-25



GN-26

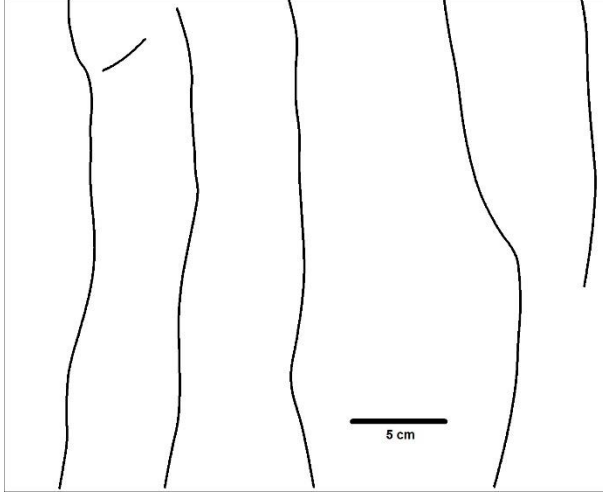




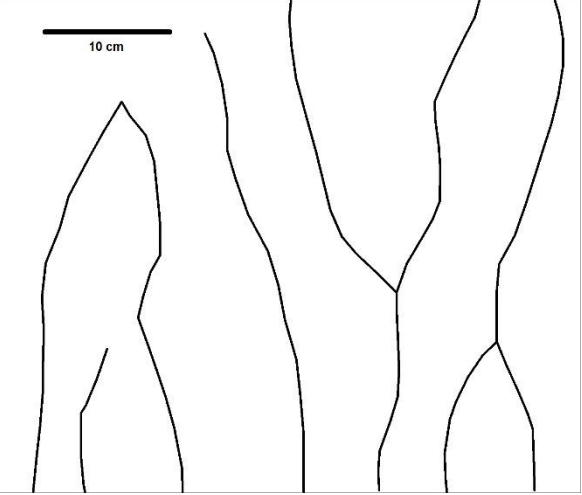
**EK-4: DALGACIK FORMLARI DESEN YAPILARI**

**BÜYÜK MENDERES: MART DÖNEMİ**

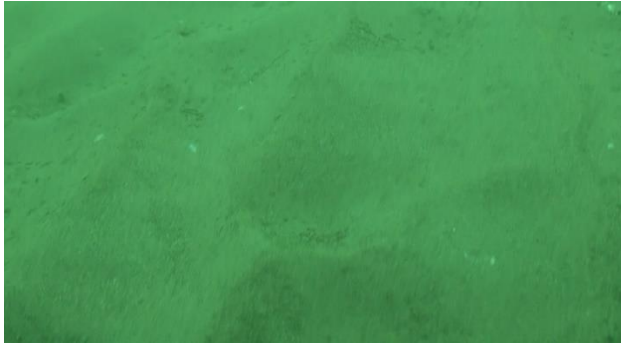
**BM-4**



**BM-11**



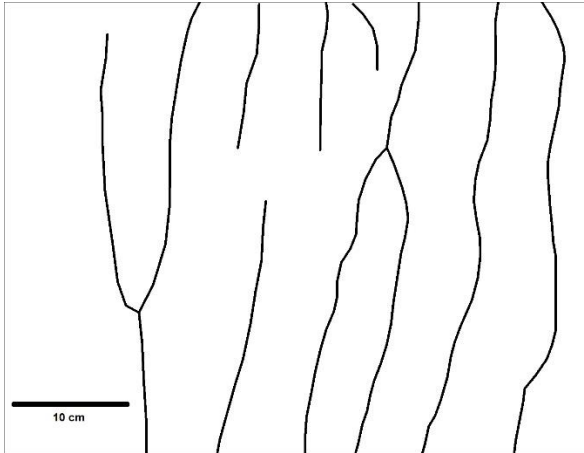
**BM-13**



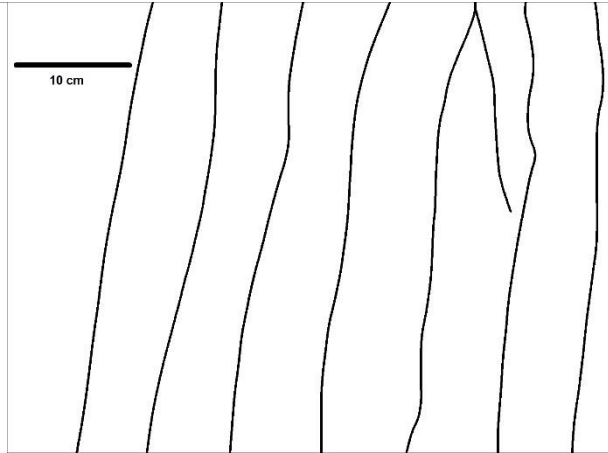
**BM-14**



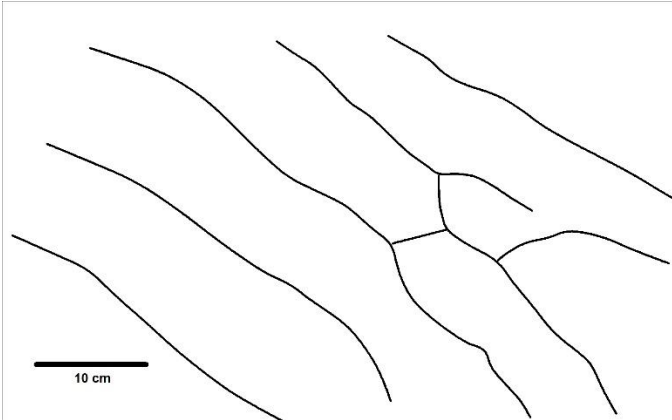
**BM-19**



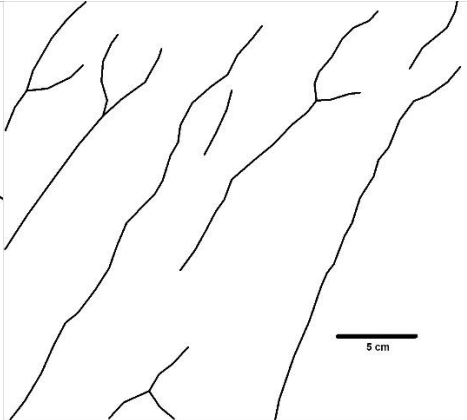
**BM-20**



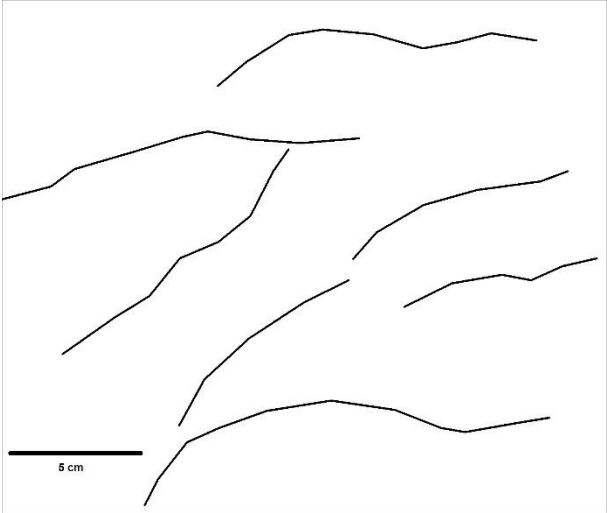
**BM-24**



**BM-25**

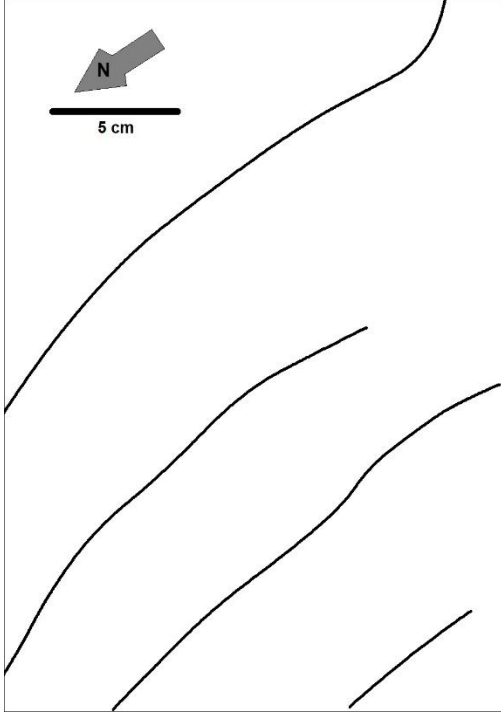


**BM-30**

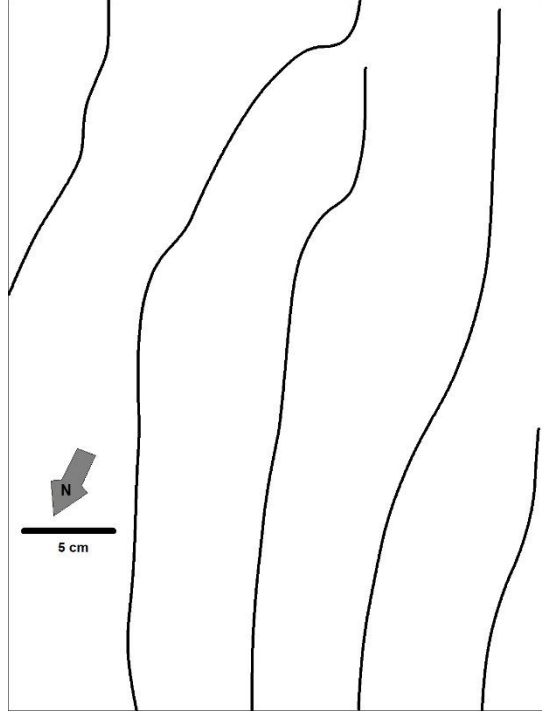


## BÜYÜK MENDERES: MAYIS DÖNEMİ

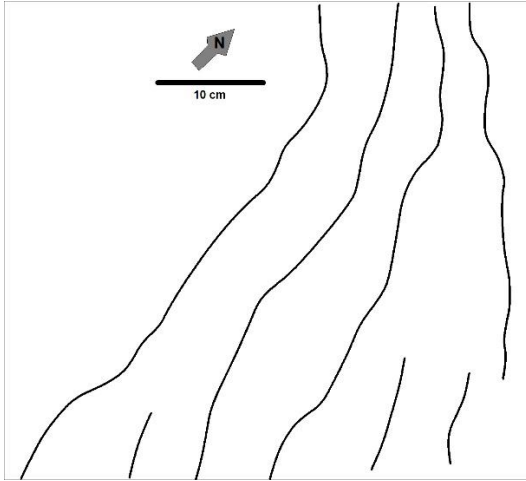
BM-11



BM-13



BM-14

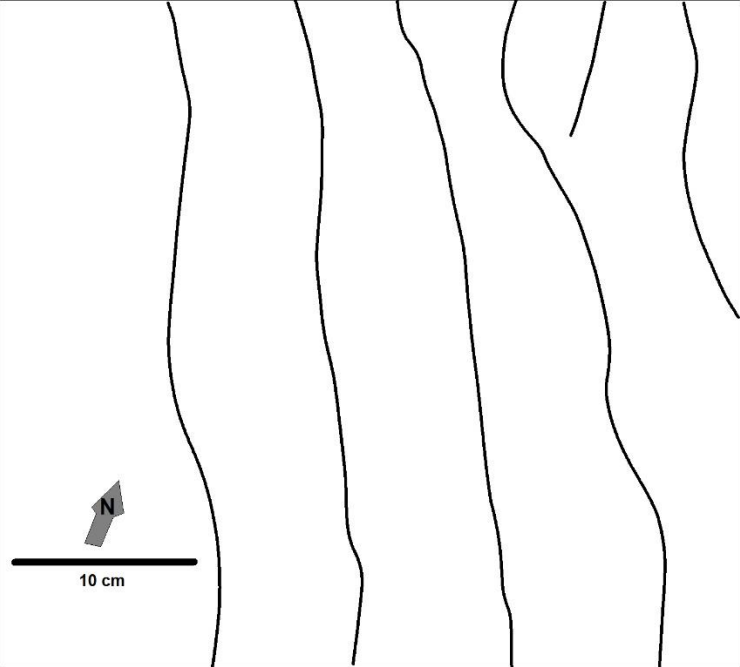
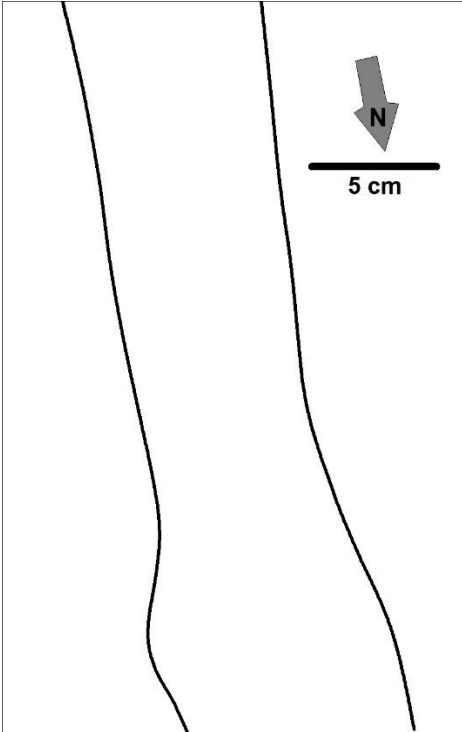


BM-20



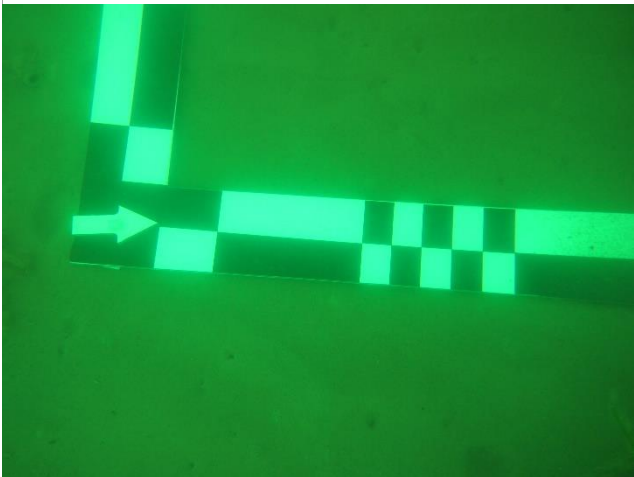
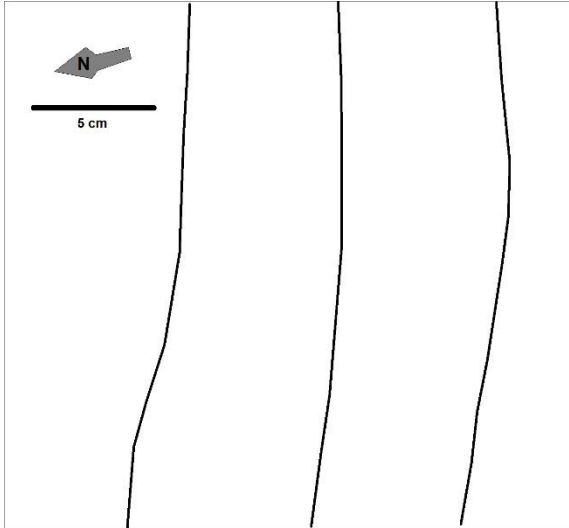
**BM-19**

**BM-24**



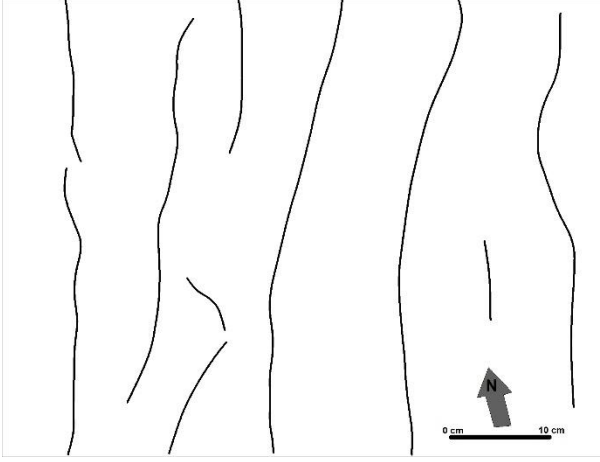
**BM-25**

**BM-30**

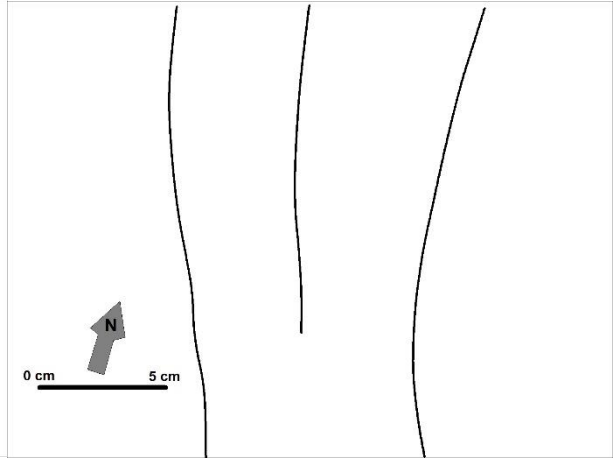


## BÜYÜK MENDERES: EKİM DÖNEMİ

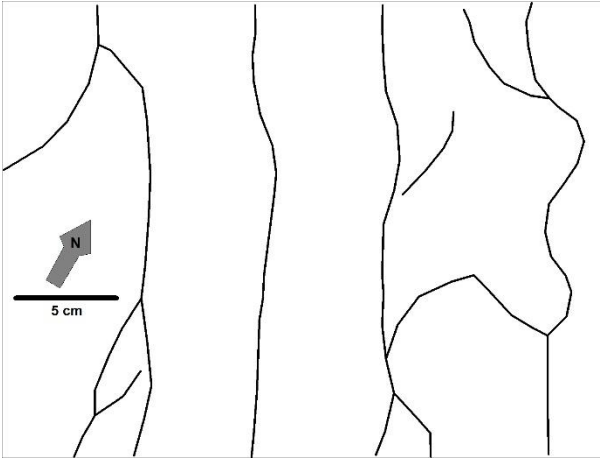
**BM-3**



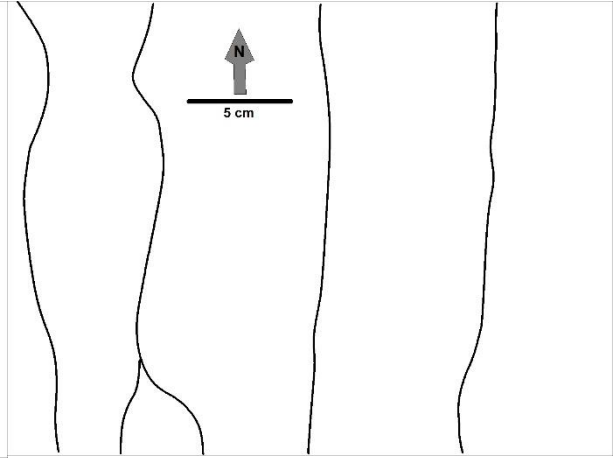
**BM-12**



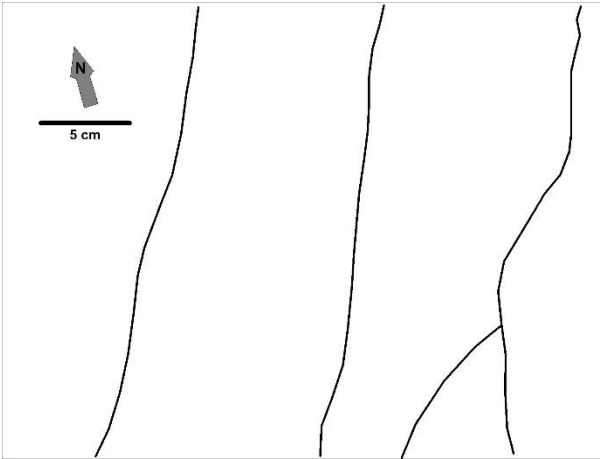
**BM-13**



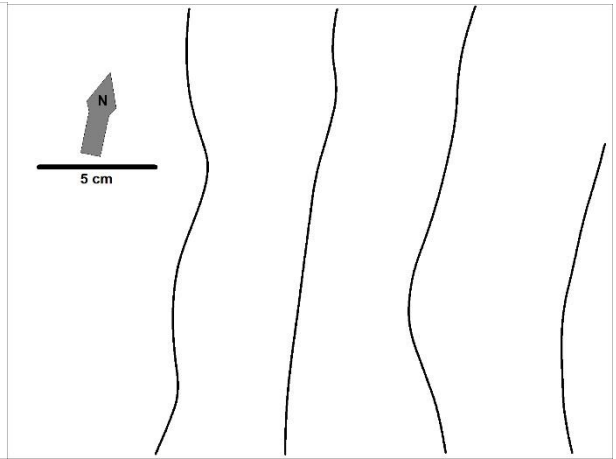
**BM-25**



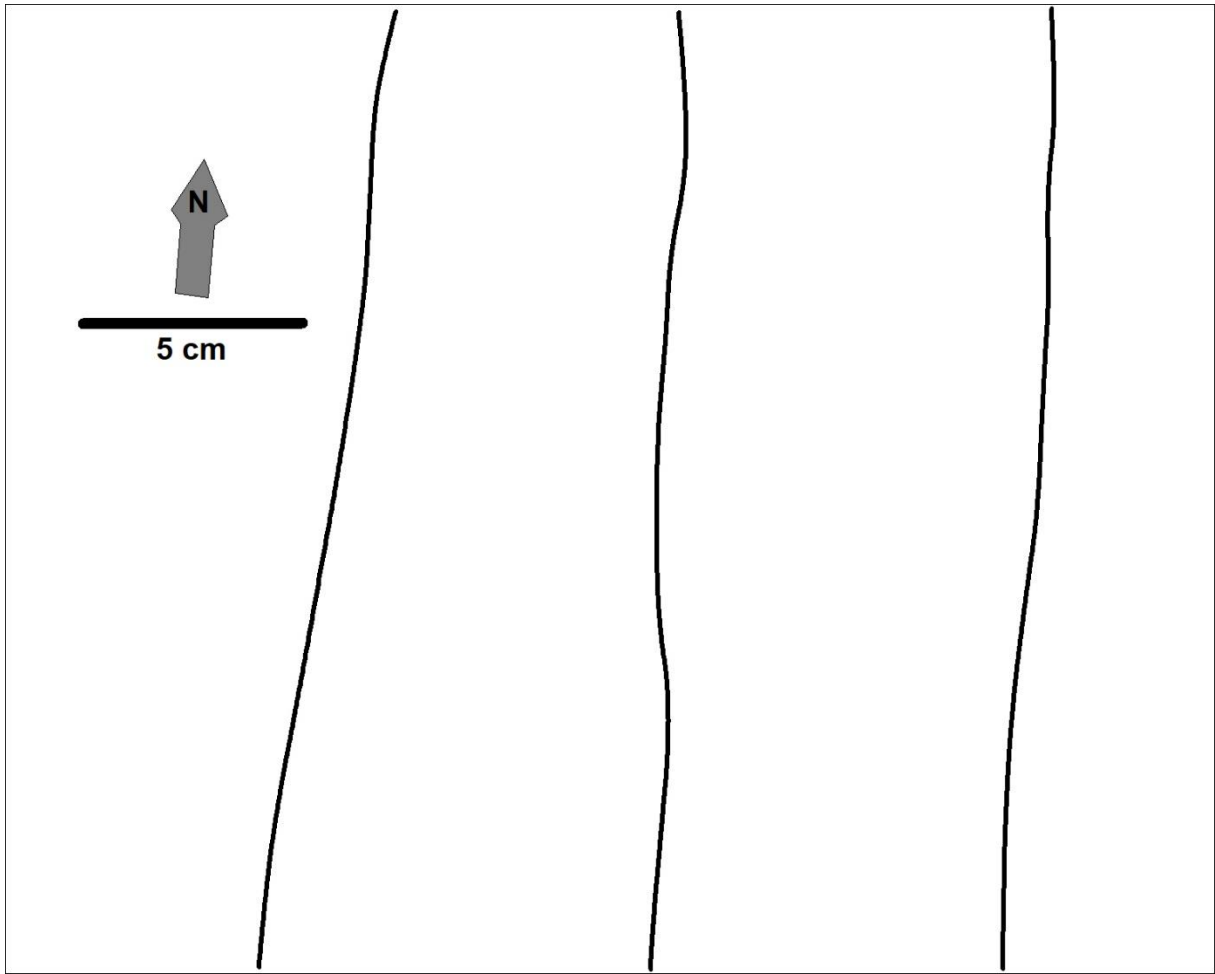
**BM-31**



**BM-S4**

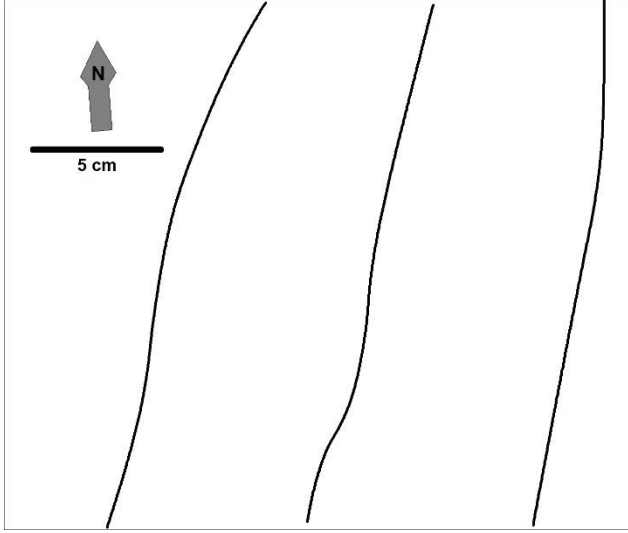


BM-S7

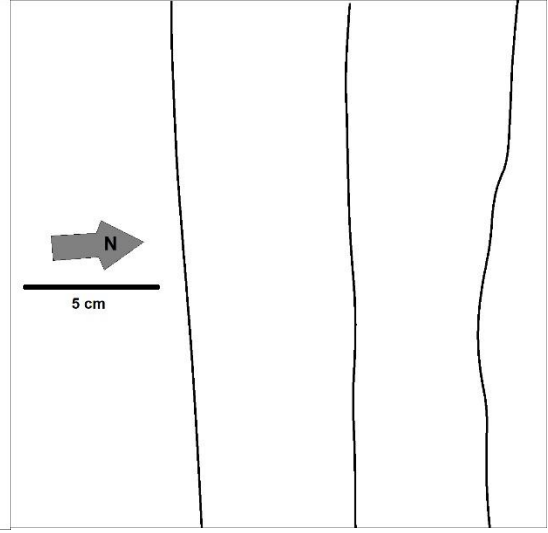


**GEDİZ: TEMMUZ DÖNEMİ**

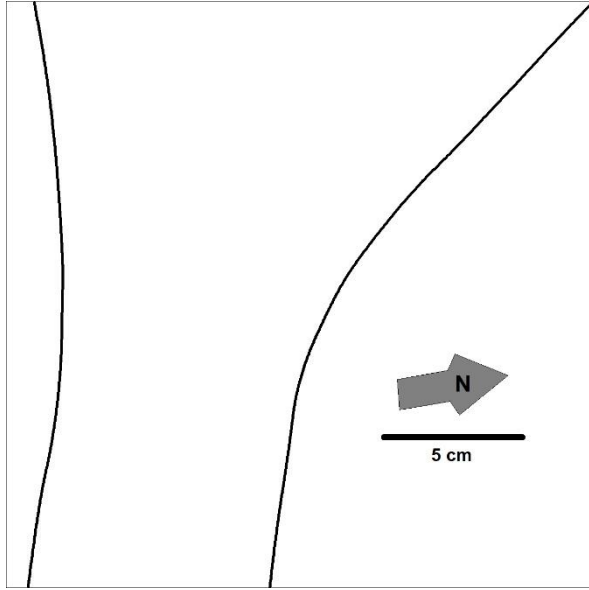
**GN-3**



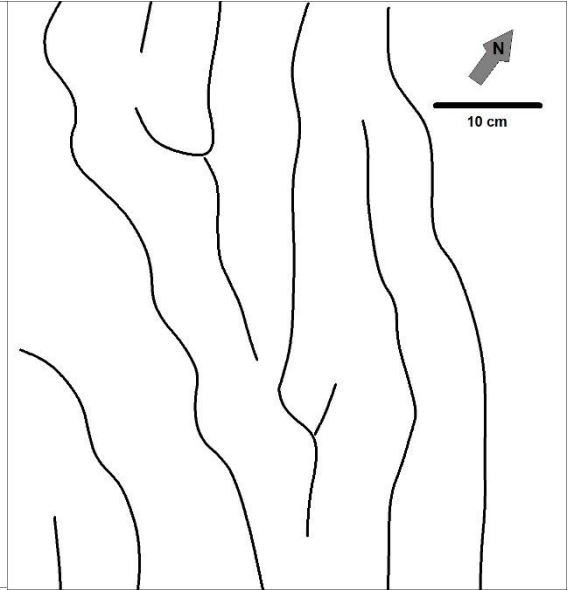
**GN-19**



**GN-20**

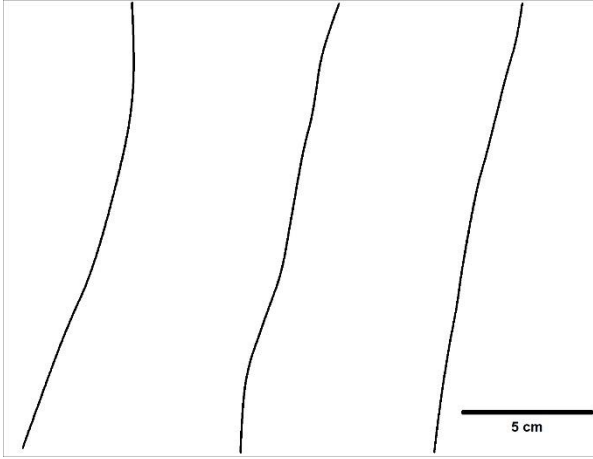


**GN-24**

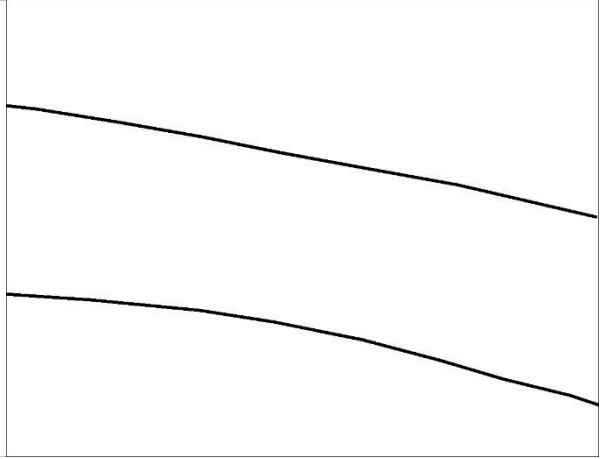


## GEDİZ: EKİM DÖNEMİ

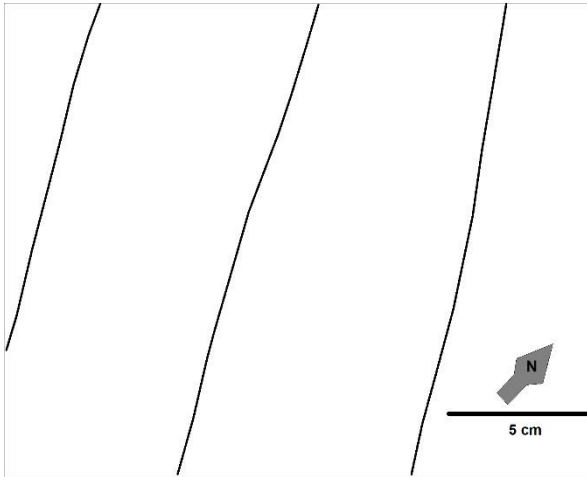
GN-3M



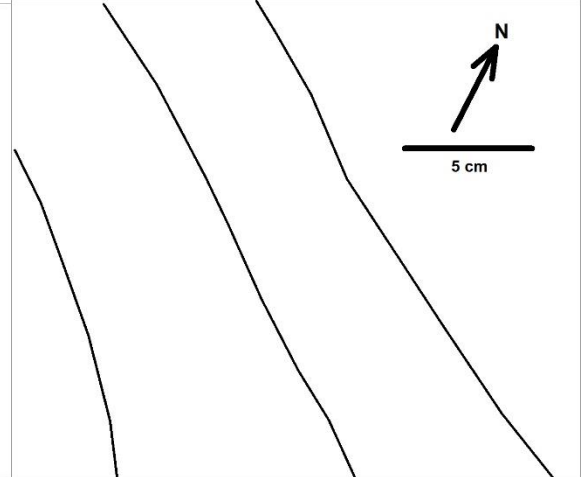
GN-4



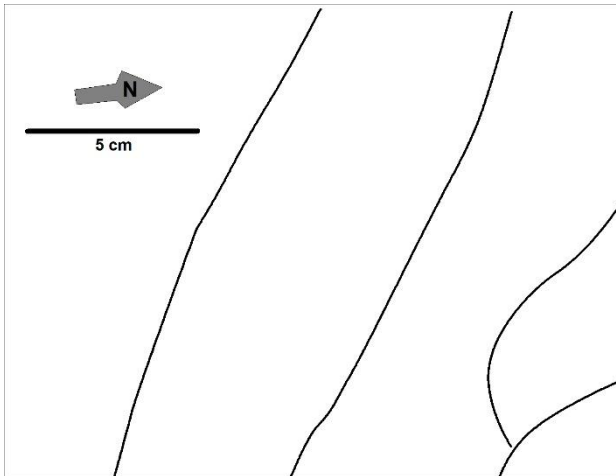
GN-19



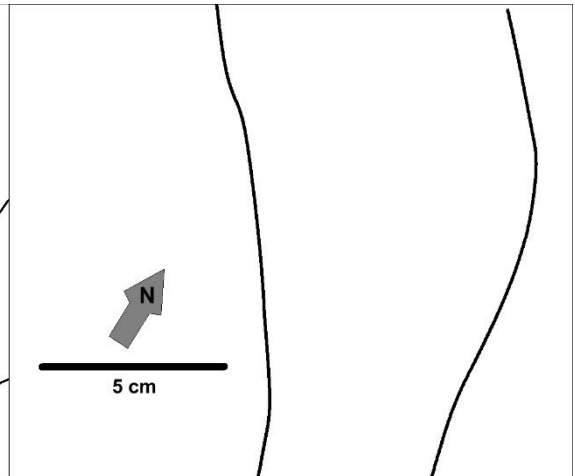
GN-20



GN-25



GN-26

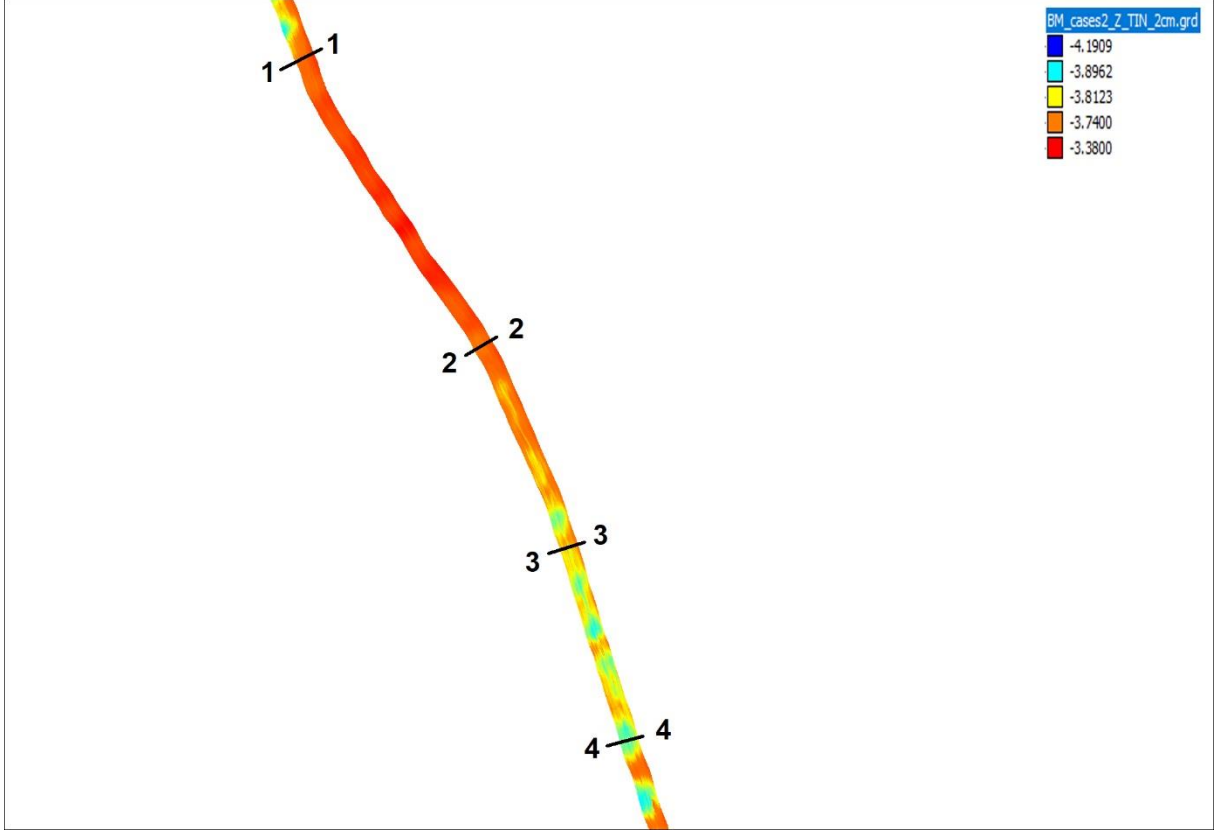




## EK-5: AKUSTİK VERİ ANALİZİ KESİTLERİ

### BÜYÜK MENDERES – BM-S6 İSTASYONU

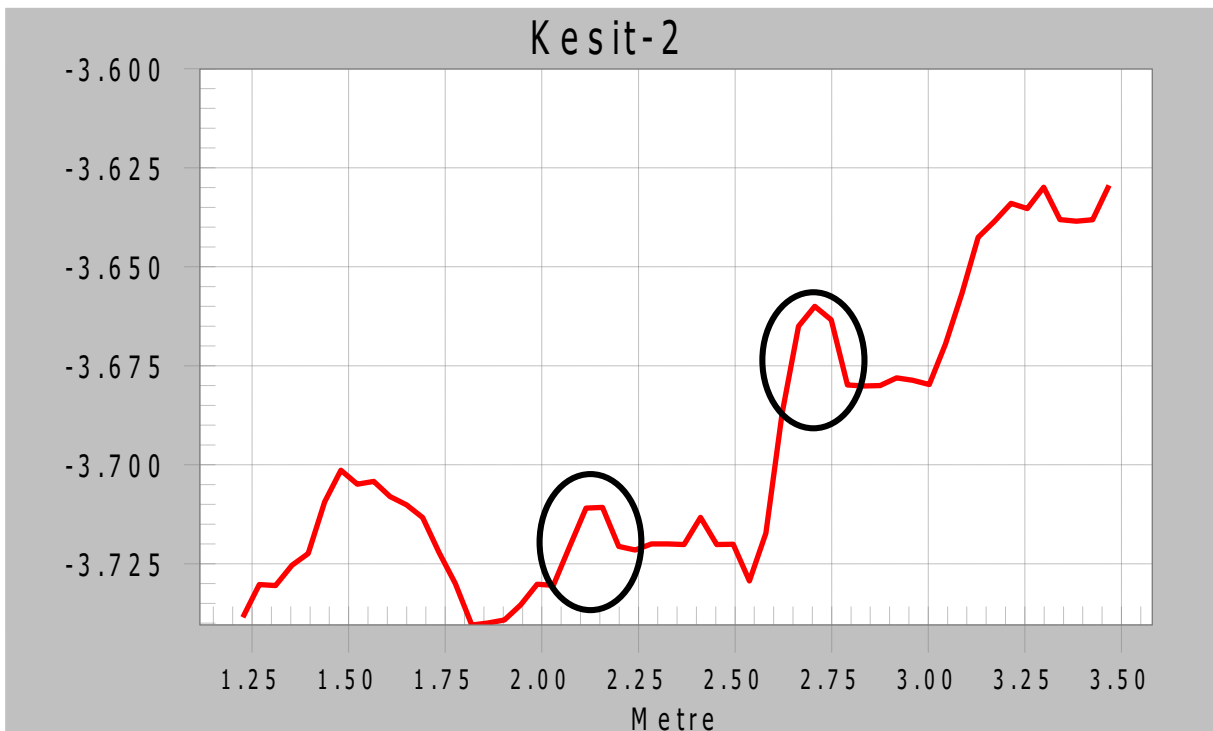
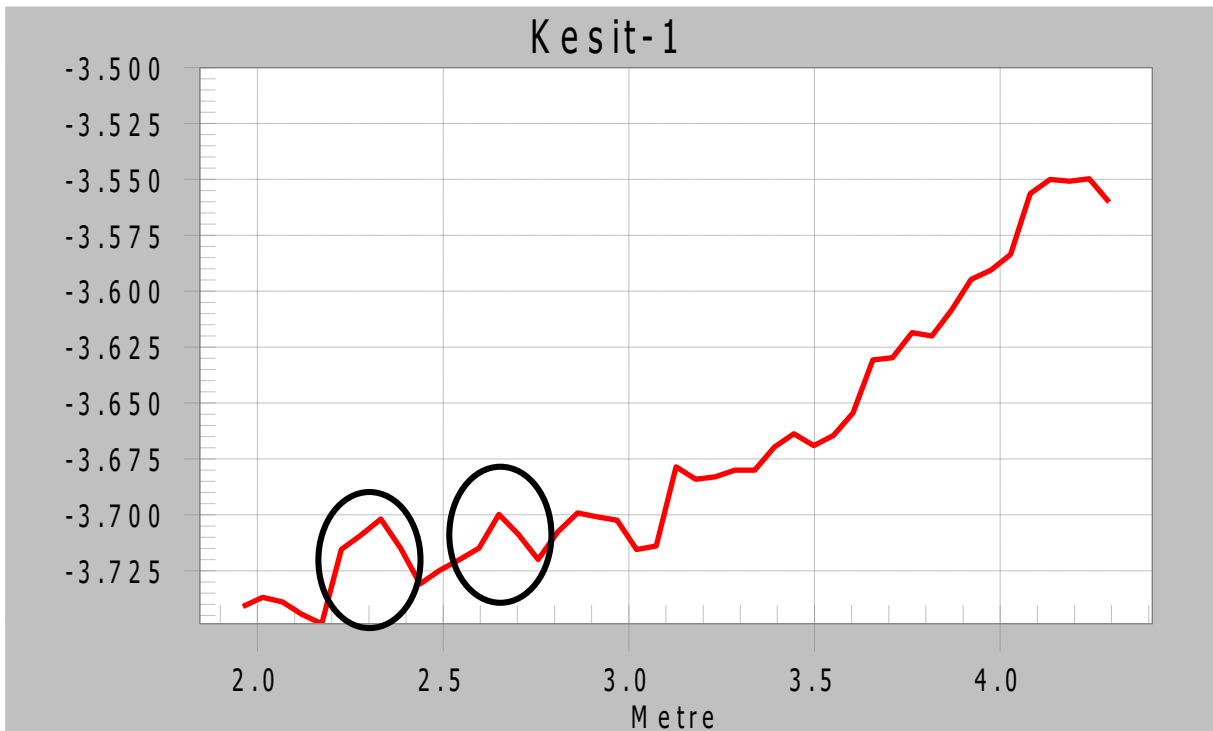
Batimetri Verisi:

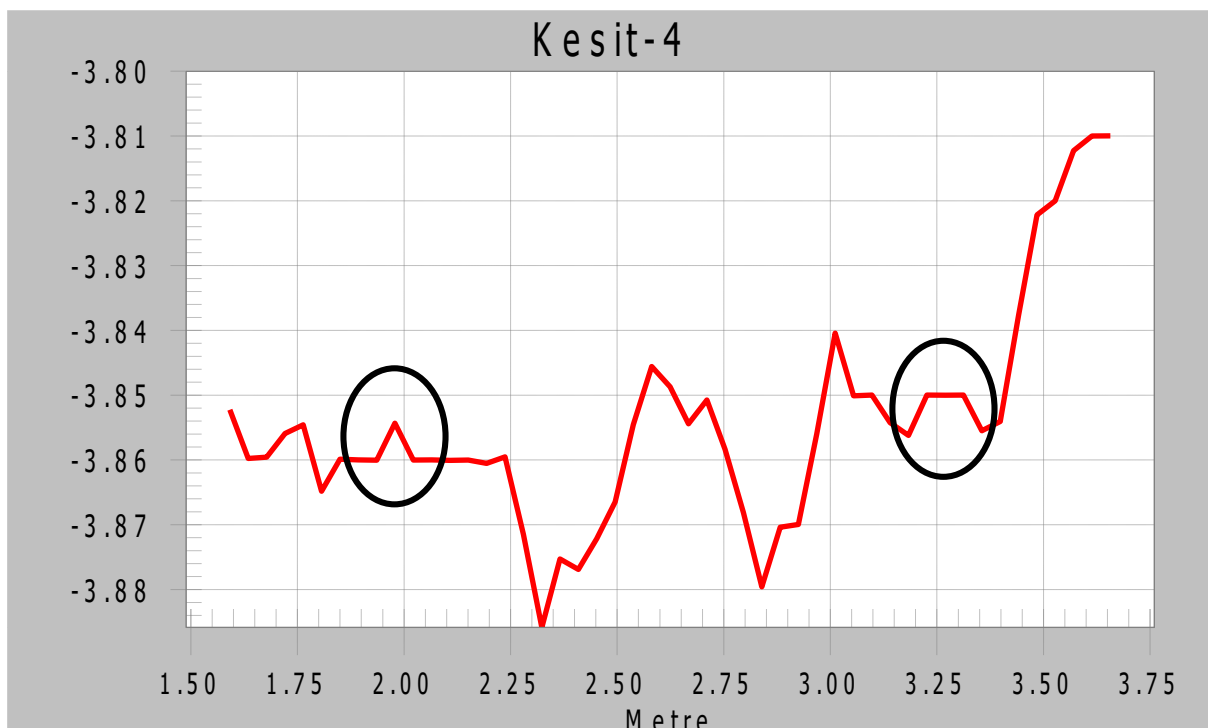
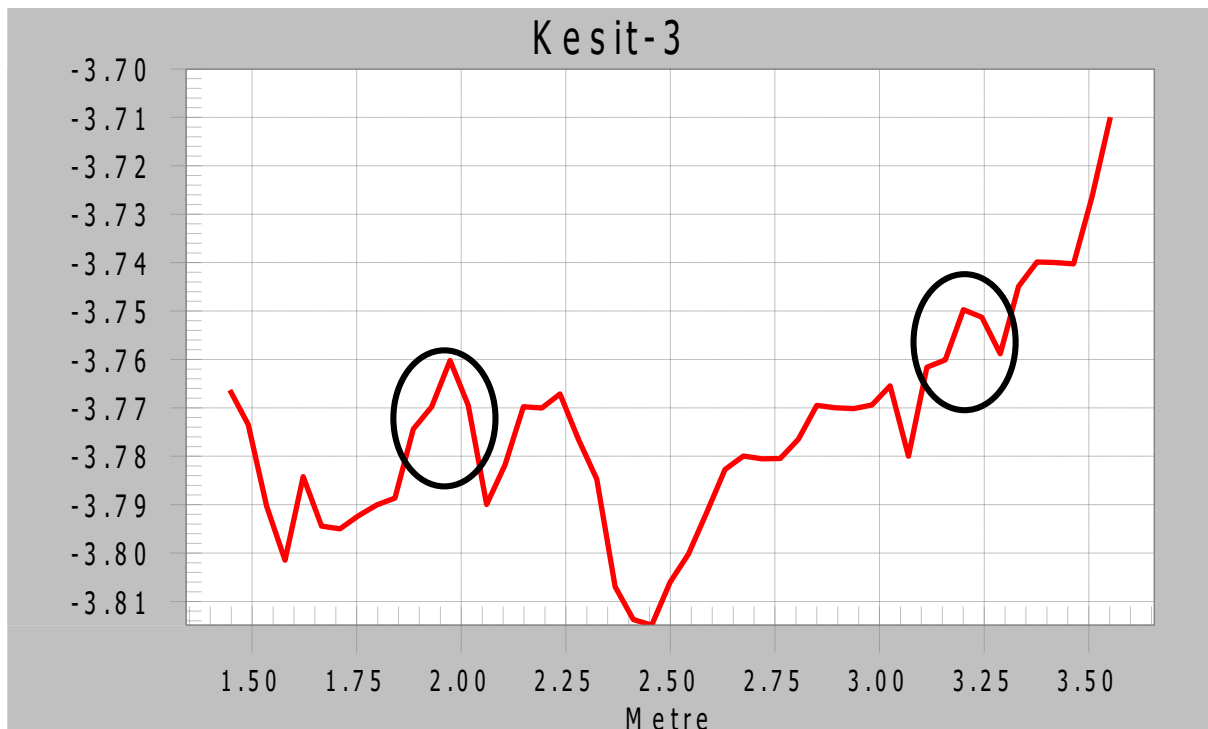


Sonar Görüntüsü:



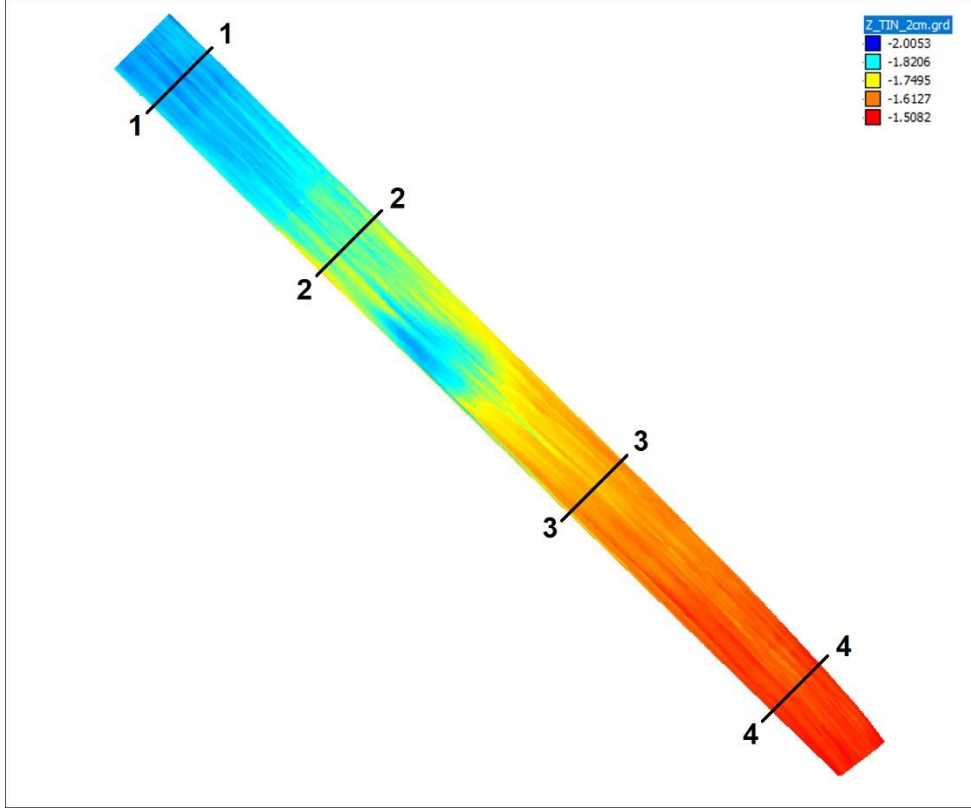
Kesitler:



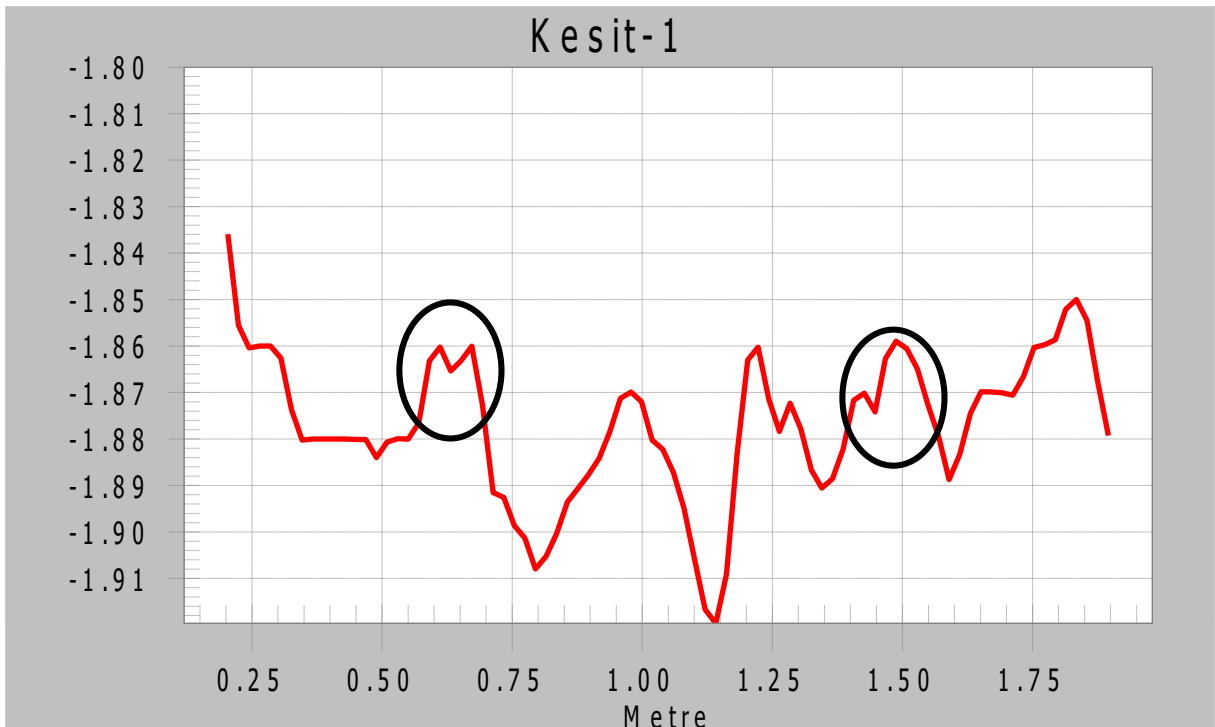


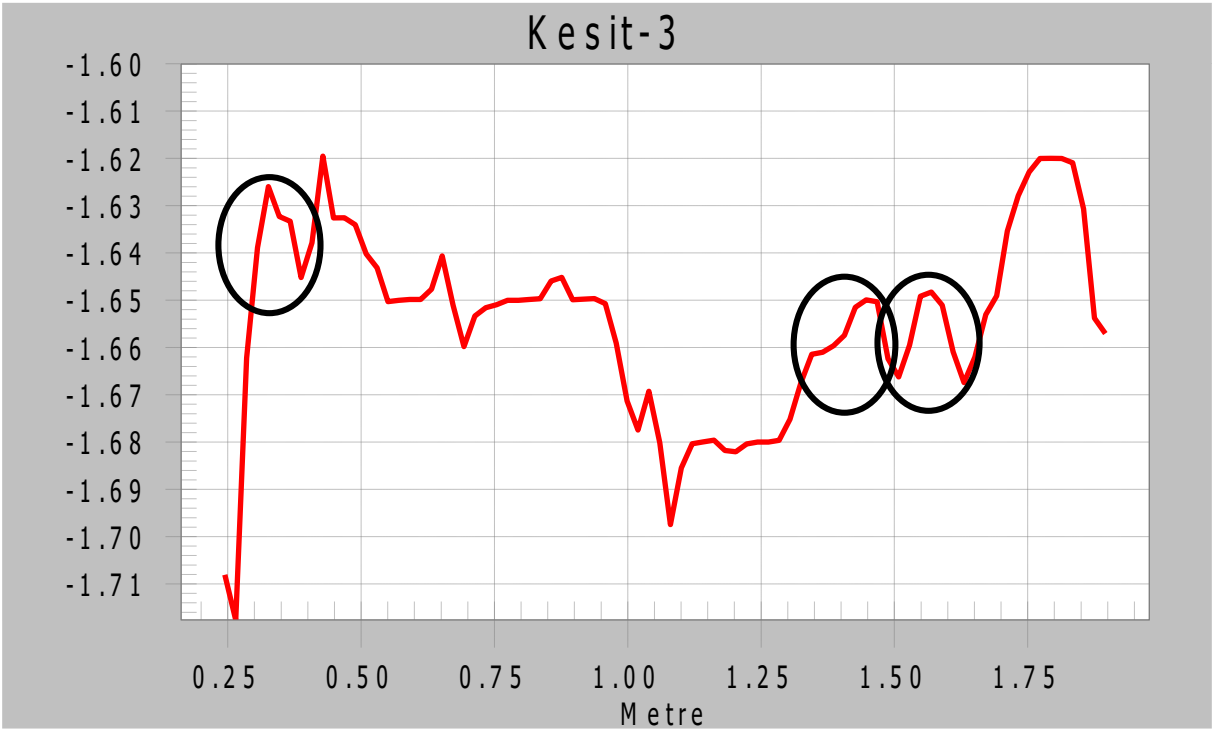
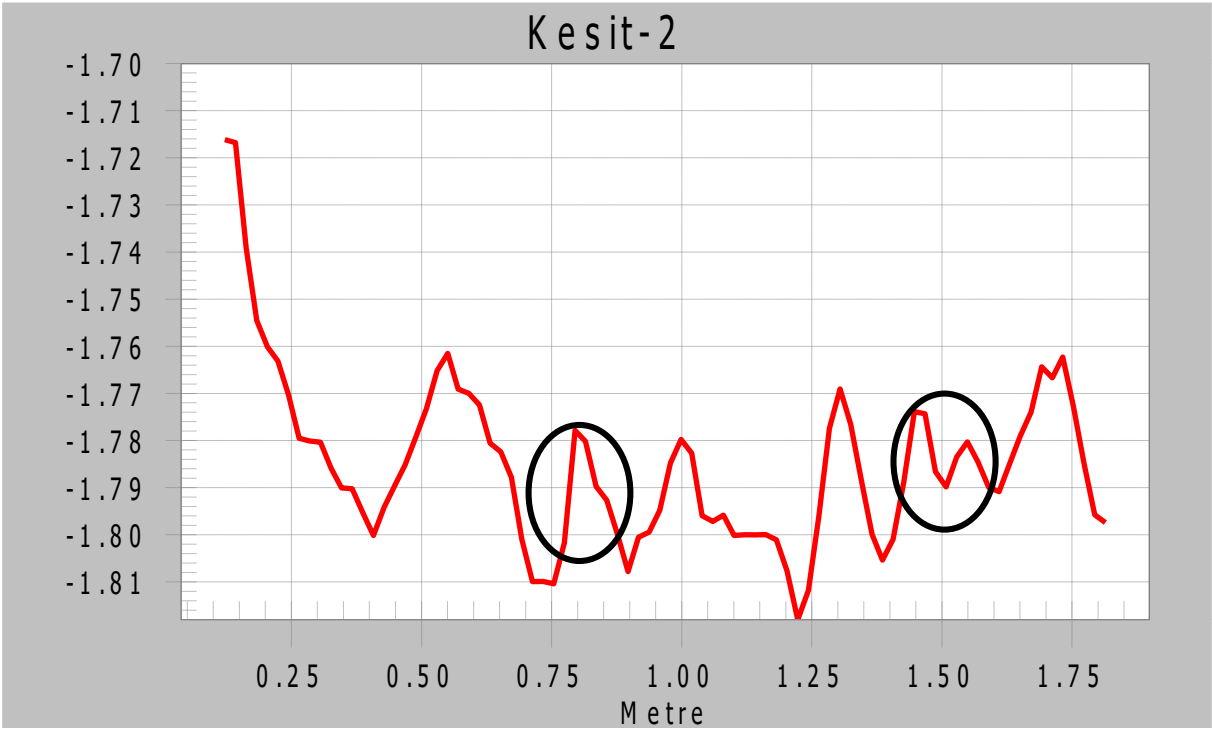
## GEDİZ – G-26 İSTASYONU

Batimetri Verisi:

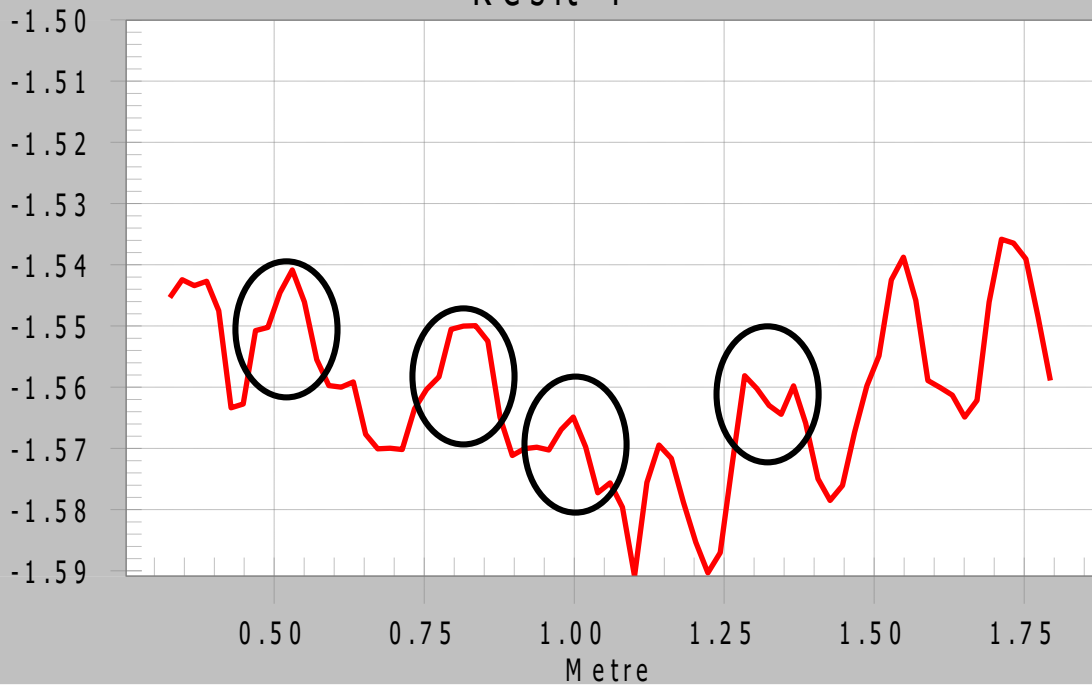


Kesitler:



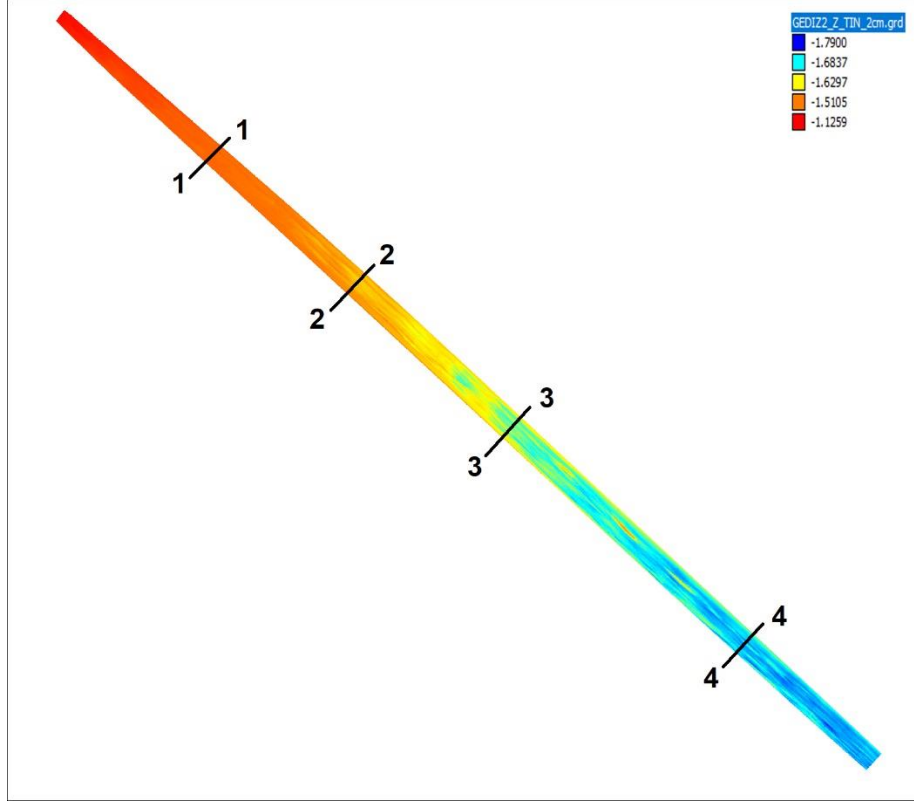


Kesit-4

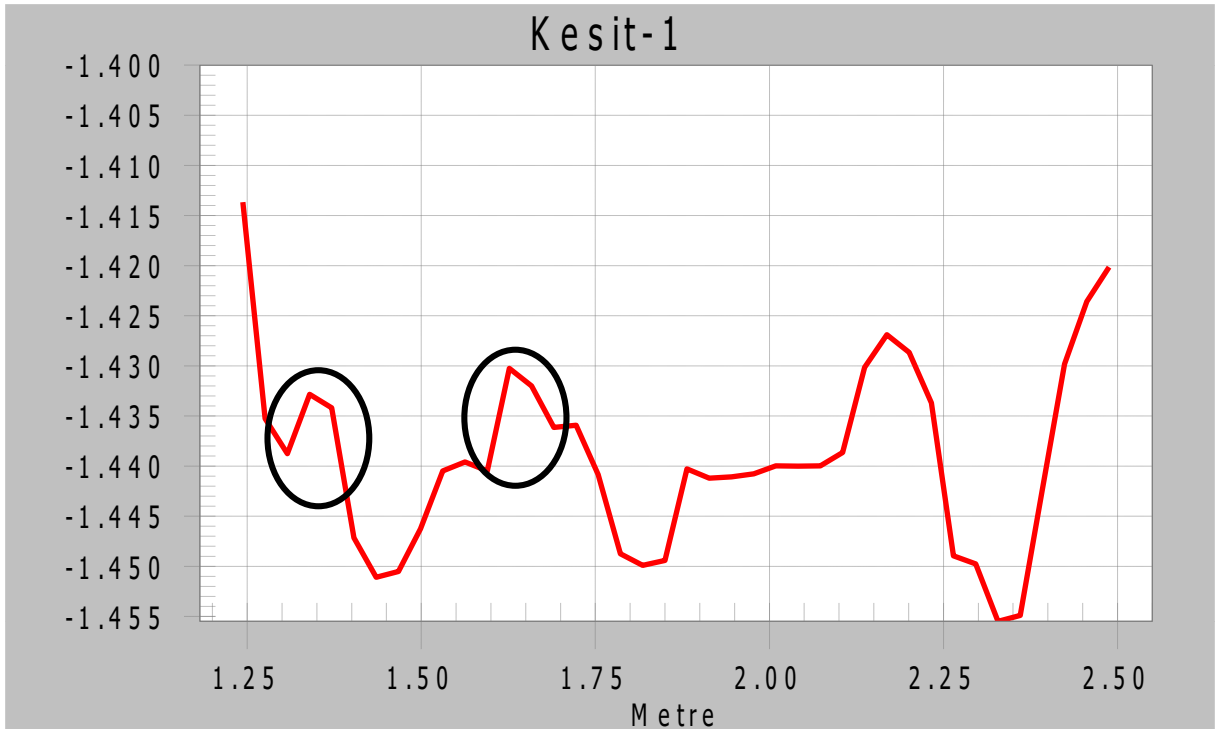


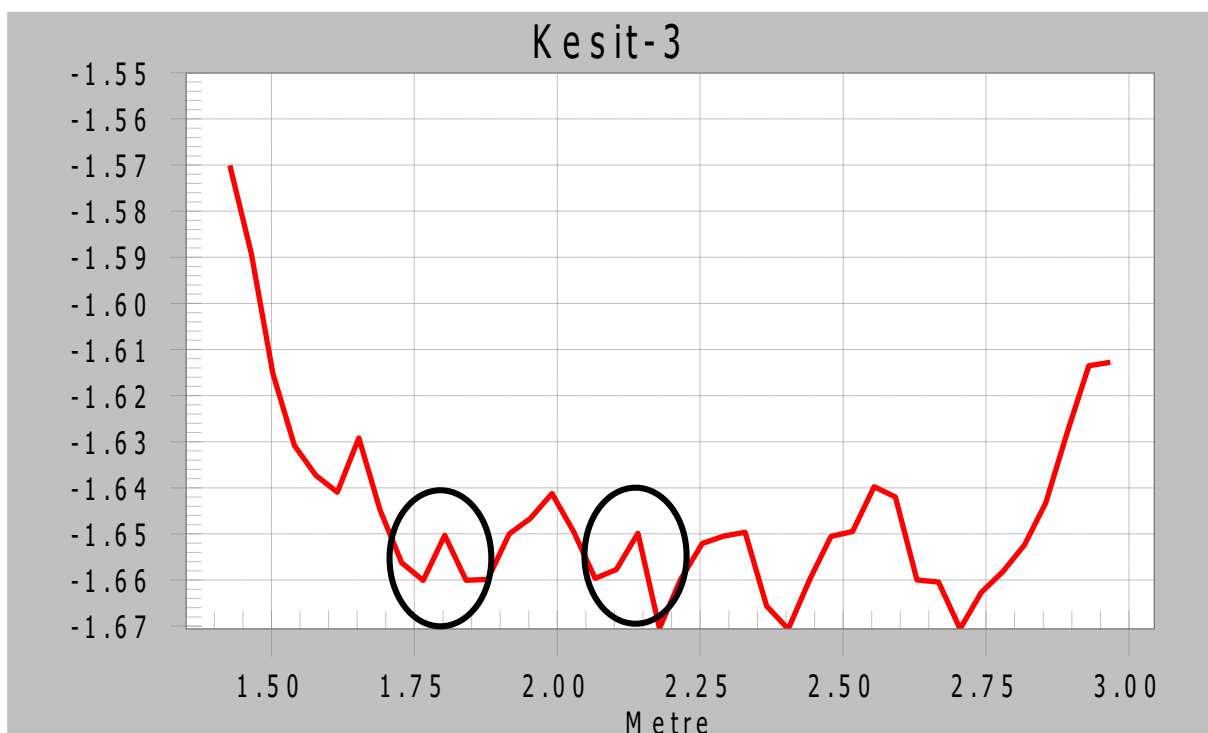
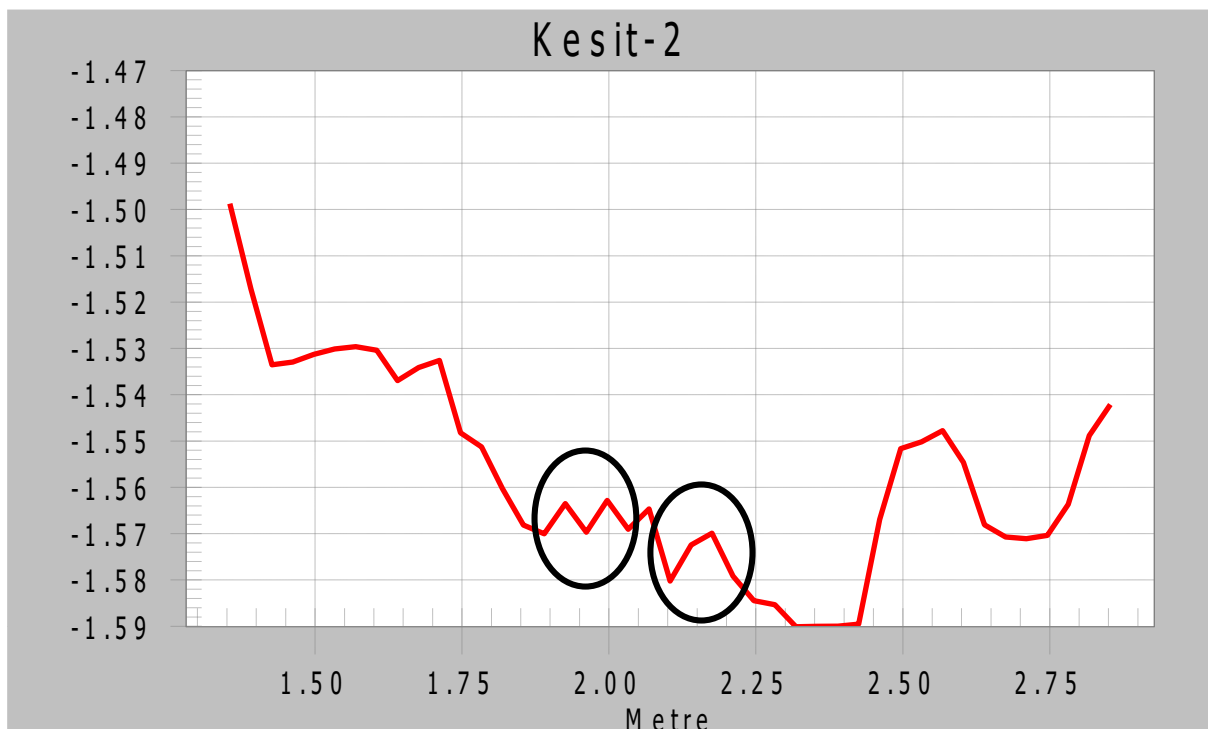
## GEDİZ – G-19 İSTASYONU

Batimetri Verisi:



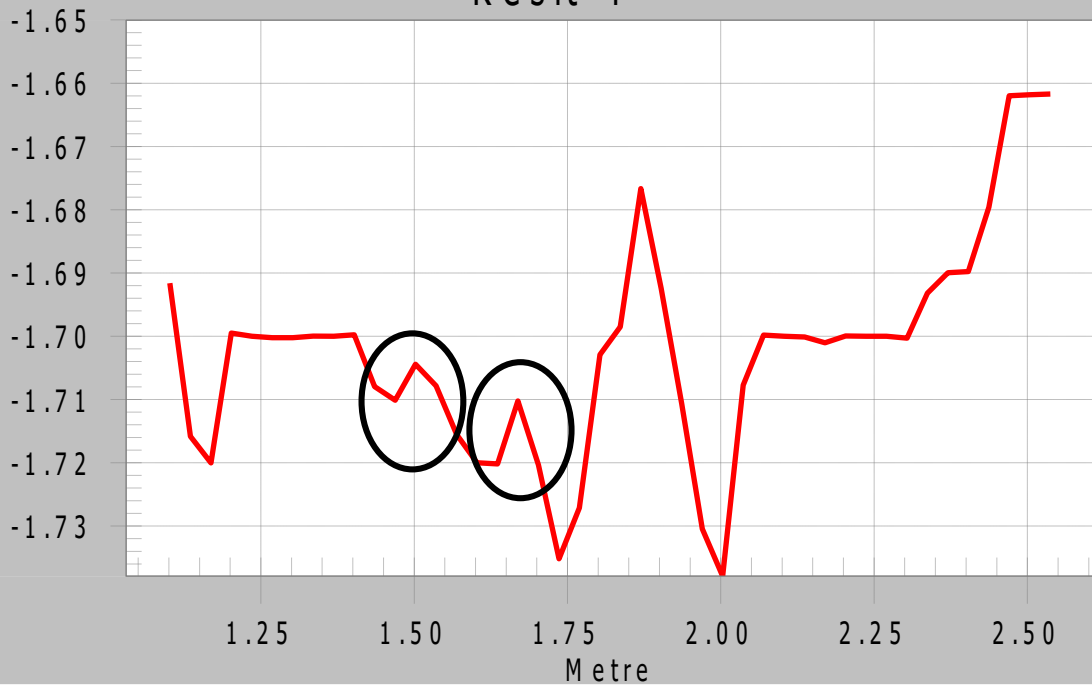
Kesitler:





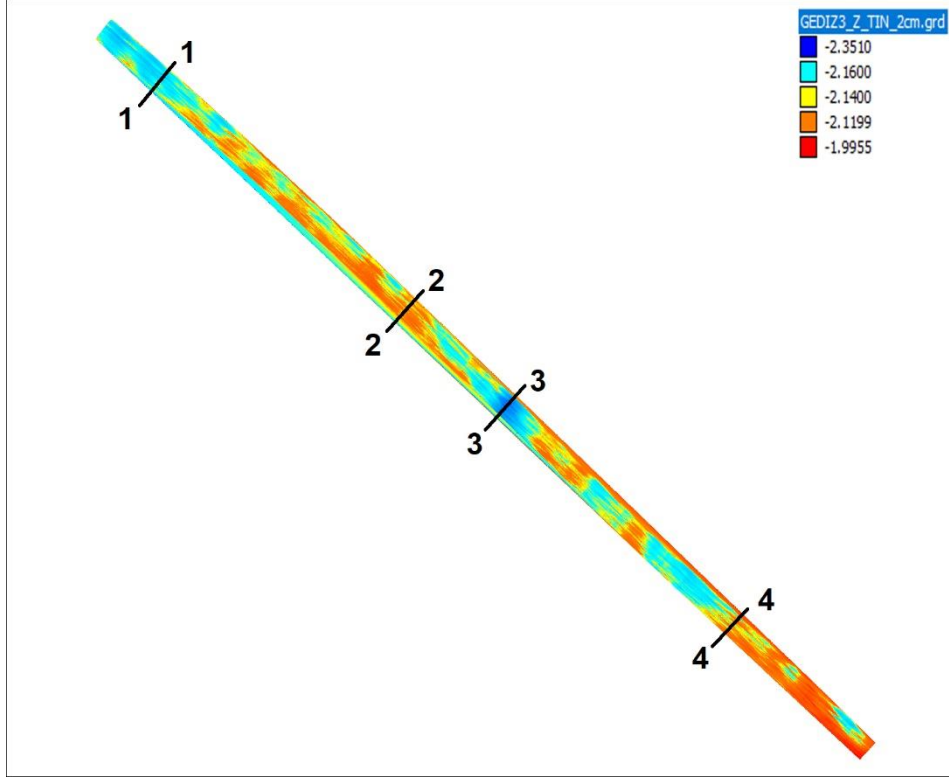


### Kesit-4

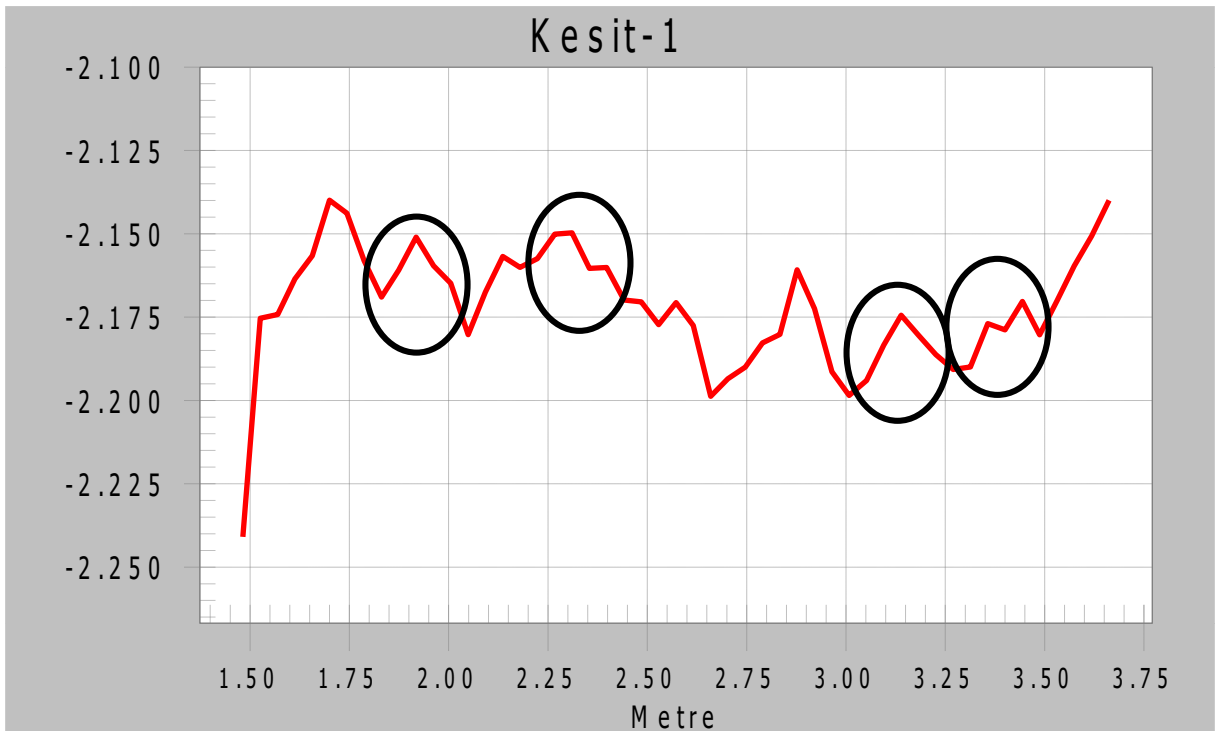


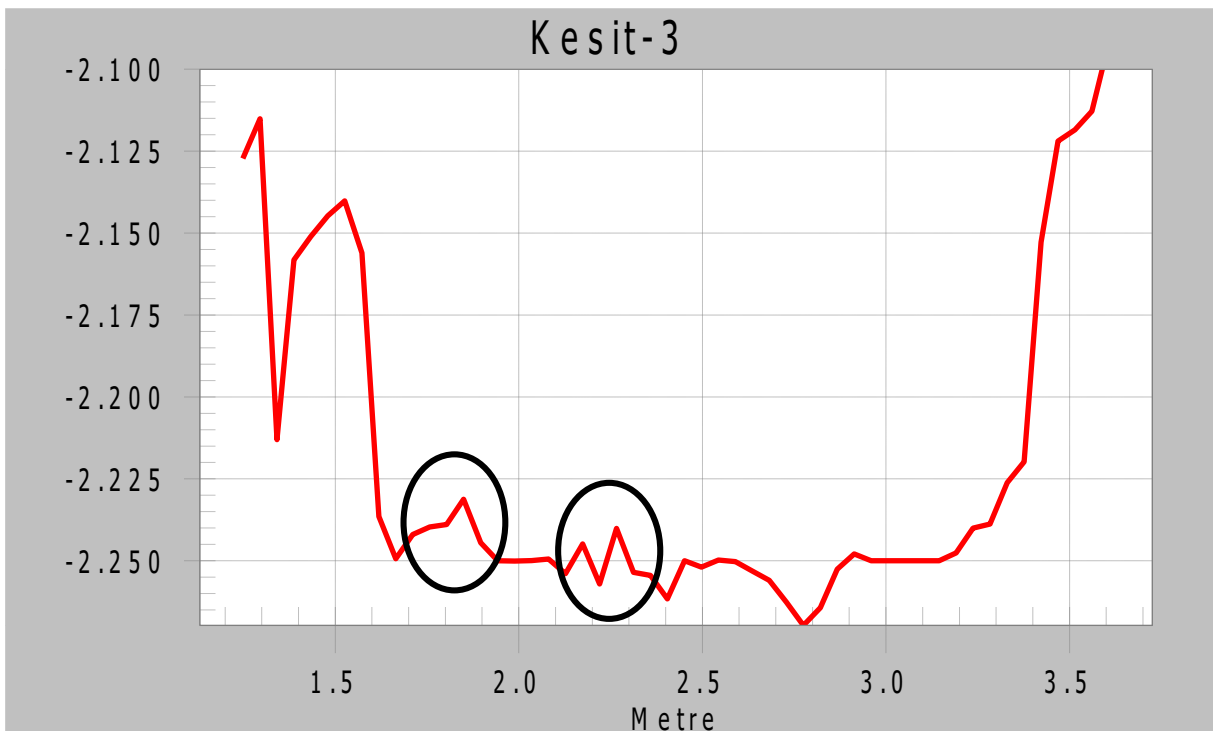
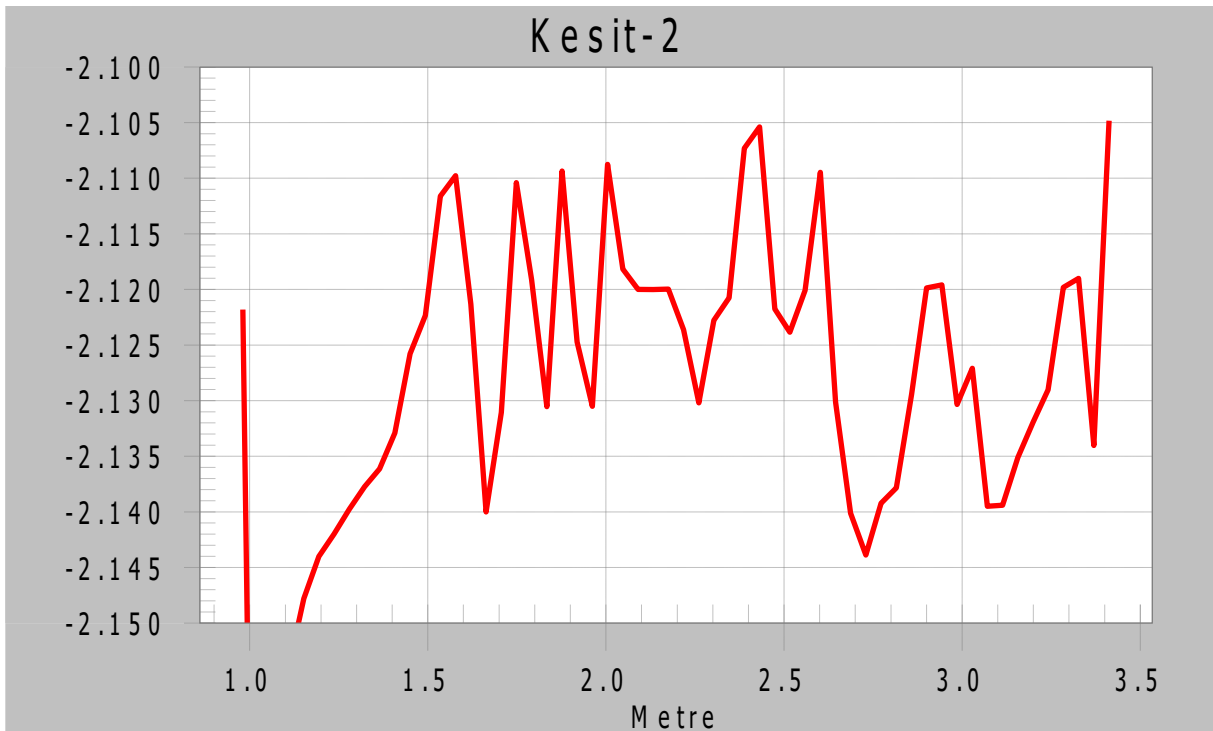
## GEDİZ – G-3M İSTASYONU

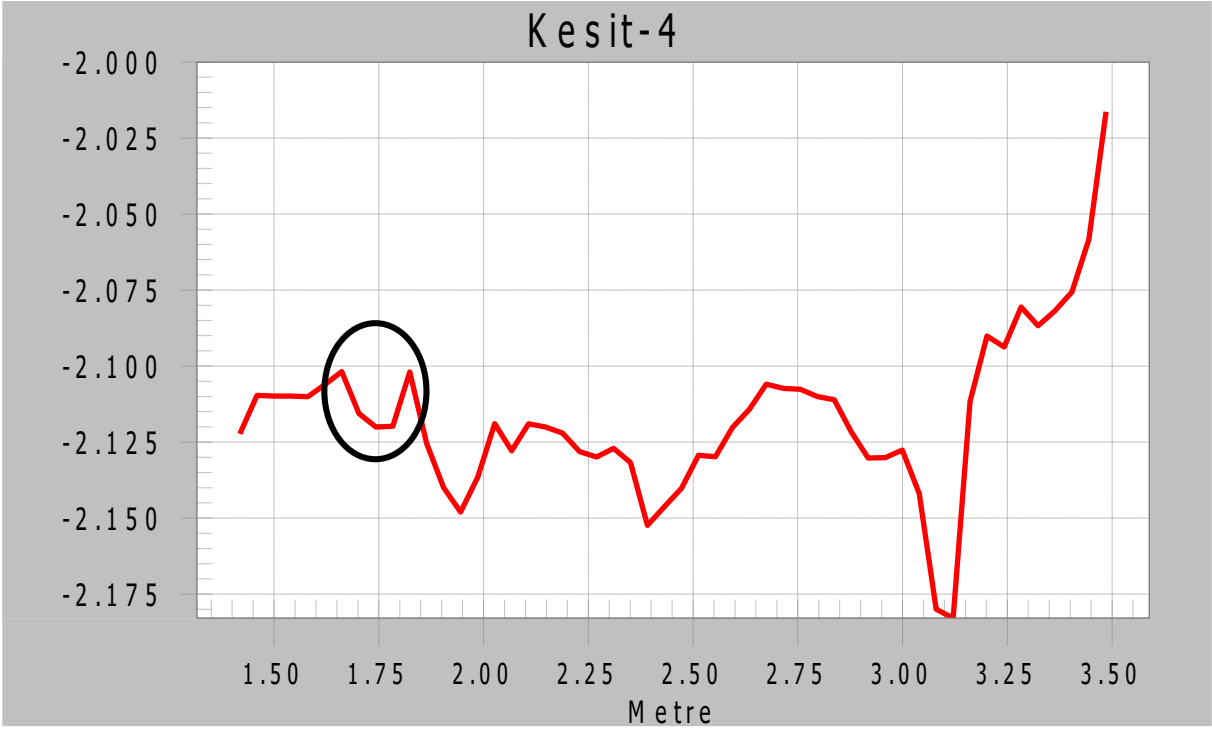
Batimetri Verisi:



Kesitler:







**TÜBİTAK**  
**PROJE ÖZET BİLGİ FORMU**

Proje Yürütücüsü:	Dr. DOĞAN KISACIK
Proje No:	115Y722
Proje Başlığı:	Nehir-Deniz Etkileşiminde Kısa Süreli Sediment Form Oluşumlarının Değerlendirilmesi: Gediz ve B. Menderes Örnekleri
Proje Türü:	3501 - Kariyer
Proje Süresi:	24
Araştırmacılar:	CİHAN TAYLAN AKDAĞ, GÜLİZAR ÖZYURT TARAKCIOĞLU, CÜNEYT BAYKAL, GÖKHAN KABOĞLU, BARIŞ AKÇALI
Danışmanlar:	DERMAN DONDURUR
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:	DOKUZ EYLÜL Ü. DENİZ BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİSİ ENSTİTÜSÜ
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:	01/04/2016 - 01/04/2018
Onaylanan Bütçe:	361015.0
Harcanan Bütçe:	322151.33
Öz:	<p>Deniz taban formları, hidrodinamik etkiler sonucu sedimentin harekete geçmesi ile oluşmaya başlayan ve zaman içerisinde gelişip hareket eden dinamik sedimanter yapılardır. Birçok parametreden etkilenen bu formların oluşumu ve gelişimi oldukça kompleksdir. Literatürde farklı koşullar için formül ve diyagramlar olsa da özellikle kombine akımlar altında oluşan deniz taban formlarının tip ve boyutlarını tahmin eden üzerinde uzlaşmış formül ve diyagramlar henüz oluşmamıştır. Projenin temel amacı, nehir-deniz etkileşim bölgelerinde kombine akım alanlarının dinamiklerini ve sediment formlarının oluşum mekanizmalarını araştırarak temel bir çalışma yapmaktır. Bu bağlamda, dalga ve nehir akıntısı ile oluşan sediment formlarının fiziksel karakterlerinin tespit edilmesi ve oluşum mekanizmalarının incelenmesi hedeflenmiştir ve proje kapsamında Gediz ve B. Menderes nehir ağızlarında saha çalışmaları yapılmıştır. Saha çalışmaları kurak ve yağışlı dönemde yapılarak çalışmanın farklı hidrodinamik koşulları kapsamaya hedeflenmiştir.</p> <p>Alınan örnek ve verilerden, araştırma kapsamında, deniz taban formlarının belirlenmesinde kullanılan sedimentin özellikleri, dalga-akıntı parametreleri, askıda katı madde konsantrasyonu, deniz suyu fiziksel özellikleri, Secchi disk derinliği, deniz taban tip ve boyutları, batimetri, sonar verileri toplanmıştır. Deniz taban formlarının tip ve boyutları yerinde ölçülmüş, bu ölçümler, her iki nehir ağızında üç farklı zamanda dalgıç marifeti ile ve ölçekli fotoğraflanmıştır. Deniz taban formlarının üstten ve yandan çekilen fotoğrafları Coğrafi Bilgi Sisteminde (CBS) metrik kartezyen koordinat sistemine oturtularak sayısallaştırılmıştır. Ayrıca, deniz taban formlarını tanımlayıcı özelliklerinden bir diğeri olan ve form tipinin belirlenmesinde önemli verilerden desen yapısı da yine üst görüntülemeye elde edilmiştir. Mevcut tahmin modelleri kullanılarak ölçülen parametreler için kombine akımlar altında oluşan kısa süreli deniz taban şekillerinin boyutları hesaplanmıştır. Bu sonuçlar deniz taban şekillerinin ölçülen değerleri ile kıyaslanarak modeller performansları kıyaslanmıştır. Buna ek olarak, yine ölçülen parametreler kullanılarak mevcut faz diyagramlarından deniz taban şekillerinin tipleri tahmin edilmiş ve gerçek ölçümler ile kıyaslanarak diyagramlar doğrulanmıştır. Boyutsuz analiz çalışmaları yapılarak etkin parametre ve parametre grupları belirlenmiştir. Son olarak, anketler yapılarak alanda kullanılan teknik terimlerin türkçe karşılıkları belirlenmeye çalışılmıştır.</p>
Anahtar Kelimeler:	Sediment taşınımı; Deniz taban formu; Taban sürtünmesi; Kum dagacığı; Kumul; Kombine akımlar
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu Mu?:	Hayır

Projeden Yapılan Yayınlar:

1- Kombine Akımlar Altında Oluşan Deniz Taban Formlarının Yerinde Ölçülmesi (Bildiri - Ulusal Bildiri - Sözlü Sunum),  
2- DESCRIPTIONS OF FIELD MEASUREMENTS FOR BEDFORMS UNDER COMBINED FLOW AT GEDİZ AND B. MENDERES RIVER MOUTHS (Bildiri - Uluslararası Bildiri - Poster Sunum),

TÜBİTAK