

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DOĞU KARADENİZ KIYILARINDA T MAHMUZLARININ KIYIYA ETKİLERİ
VE BALIKÇI BARINAKLARININ SİĞLAŞMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Emre Artun BAYRAKTAR

**HAZİRAN 2009
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DOĞU KARADENİZ KIYILARINDA T MAHMUZLARININ KIYIYA ETKİLERİ
VE BALIKÇI BARINAKLARININ SİĞLAŞMASI**

İnş. Müh. Emre Artun BAYRAKTAR

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“İnşaat Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 05.06.2009
Tezin Savunma Tarihi : 30.06.2009**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ömer YÜKSEK
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Coşkun ERÜZ**

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2009

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans tezi danışmanlığımı üstlenerek gerek araştırma konusunun seçiminde, gerekse tezin her aşamasında yakın ilgi ve desteğini esirgemeyen Danışman Hocam Prof. Dr. Ömer YÜKSEK' e teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Tezde kullanılan verileri benimle paylaşan değerli hocam Dr. Veli SÜME' ye teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince ilgilerini esirgemeyen değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Murat İhsan KÖMÜRCÜ' ye ve Araştırma Görevlisi Murat KANKAL' a teşekkür ederim.

Yüksek Lisans tezi çalışmalarım da destek sağlayan başta Antalya Harita Mühendisleri Odası Başkanı İlhami OKUDAN' a ve Okudan Harita Bürosu çalışanlarından Üzeyir DALKIRAN ile birlikte Fevzi KÖSE' ye şükranlarımı sunarım. Değerli katkılarından dolayı Ümit KIZILKUM' a teşekkür ederim.

Çalışmalarım da bana yardımcı olan değerli amcam Hasan BAYRAKTAR ve ailesine teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım da bana her türlü desteği sağlayan vazgeçemeyeceğim değerli ailelerime minnetlerimi sunarım.

Hayatıma girdiği günden bugüne sevgisiyle yanımda olan değerli eşim Denizime sonsuz teşekkürler.

Emre Artun BAYRAKTAR
Trabzon 2009

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET.....	IV
SUMMARY.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı.....	2
1.3. Kıyı Yapıları.....	2
1.3.1. Mahmuzlar.....	3
1.3.2. Balıkçı Barınakları.....	5
1.4. Literatür Taraması.....	5
1.4.1. Dalgaların Genel Özellikleri.....	5
1.4.2. Basit Dalga Profili.....	6
1.4.3. Dalga Boyu ve Dalga Hızı.....	6
1.4.4. Dalga Dönüşümü (Transformasyonu).....	7
1.4.4.1. Dalga Kırılması.....	8
1.4.4.2. Dalga Sapması.....	11
1.4.4.3. Dalga Sığılaşması.....	12
1.4.4.4. Dalga Kırınımı.....	12
1.4.4.5. Dalga Yansıması.....	14
1.4.5. Katı Madde Taşınımı.....	14
1.4.5.1. Kıyıya Dik Katı Madde Taşınımı.....	15
1.4.5.2. Kıyı Boyu Katı Madde Taşınımı.....	16
1.4.6. Kıyı Gelişimi İçin Tahmin Metotları.....	18
1.4.7. Doğu Karadeniz Bölgesi Dalga İklimi ve Katı Madde Rejimi.....	32
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	34

2.1. Çalışma Yapılmış Mahmuz Sistemleri.....	34
2.2. Çalışma Yapılmış Balıkçı Barınakları.....	37
3. BULGULAR.....	38
3.1. T Mahmuz Grupları Ölçüm Sonuçları.....	38
3.2. Balıkçı Barınakları Ölçüm Sonuçları.....	41
3.2.1. Derepazarı Eriklimanı Çekek Yeri.....	43
3.2.2. Derepazarı Yanıktaş Çekek Yeri.....	46
3.2.3. Fenerboğazı Çekek Yeri.....	47
3.2.4. Gündoğdu Balıkçılar Balıkçı Barınağı.....	48
3.2.5. Gündoğdu Söğütlü Balıkçı Barınağı.....	49
3.2.6. Alipaşa Balıkçı Barınağı.....	50
3.2.7. Uzunkaya Balıkçı Barınağı.....	51
3.2.8. Of Balıkçı Barınağı.....	52
4. İRDELEME.....	53
4.1. T Mahmuzları.....	53
4.1.1. Alipaşa'da 2'li Mahmuz Grubu.....	53
4.1.2. Hamuda'da 5'li Mahmuz Grubu.....	55
4.1.3. Limanköy'de 3'lü Mahmuz Grubu.....	56
4.1.4. Meteler Bölgesi'nde 8'li Mahmuz Grubu.....	58
4.2. Balıkçı Barınakları.....	61
5. SONUÇLAR.....	64
6. ÖNERİLER.....	65
7. KAYNAKLAR.....	66
8. EKLER.....	67

ÖZGEÇMİŞ

ÖZET

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz kıyılarında T mahmuzların kıyılara etkileri ve balıkçı barınaklarının sığlaşması araştırılmıştır. Bazı yıllarda yapılmış ölçümler ile elde edilen su derinliği verileri bilgisayar ortamında sayısallaştırılmıştır. Her ölçüm yılı verileri ile T mahmuzları ve balıkçı barınakları için eş derinlik eğrileri oluşturulmuştur. T mahmuzlarında kıyı boyunca alınan dört kesitte eş derinlik eğrilerinin, balıkçı barınaklarında ise ortalama su derinlikleri ile ortalama barınak giriş ağız su derinliklerinin ölçüm yılları arasındaki değişimi irdelenmiştir. Yapılan irdemeler sonucunda hem mahmuzlarda hem de balıkçı barınaklarında sığlaşma gözlemlenmiştir. Özellikle akarsuların mansap tarafında bulunan mahmuz ve balıkçı barınaklarında sığlaşma daha belirgindir. Bazı mahmuzlarda ve balıkçı barınaklarında az da olsa oyulma oluşmuştur.

Anahtar Kelimeler: T Mahmuzları, Balıkçı Barınakları, Doğu Karadeniz Bölgesi, Sığlaşma

SUMMARY

The Effect of T Groins and the Shoaling of Fishery Harbors in the Eastern Black Sea Coasts

In this study, the effects of T groins on coasts and the shoaling processes of fishery harbors, located in the Eastern Black Sea coasts, are studied. The water depth data, which are obtained from depth sounding measurements, are evaluated at computers. Depth contours for groins and fishery harbors are drawn. The variations between measurements are studied. The studies are performed at four sections for groins and at the mean water and entrance depths for fishery harbors. Accretion is observed both at groins and fishery harbors. Especially, at the downstream sides of streams the accretion is significant. Little erosion is also observed at some groins and fishery harbors.

Key Words: T Groins, Fishery Harbors, Eastern Black Sea Region, Shoaling

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Dalgakıran arkasında dalga parametreleri	8
Şekil 2. Dalgakıran arkasında dalga kırınımı parametreleri	13
Şekil 3. Kıyı profili	16
Şekil 4. N-Line sayısal modelin üç boyutlu gösterimi	20
Şekil 5. N-Line sayısal modelde üzerinde hesap yapılacak hücreye etki eden taşınımlar.....	20
Şekil 6. Kritik eğim	21
Şekil 7. Yaz profilinde katı madde taşınımı ve kıyı profili	26
Şekil 8. Kış profilinde katı madde taşınımı ve kıyı profili	26
Şekil 9. T mahmuzunda kırınım etkisi	29
Şekil 10. Sayısal modelde bir noktada etkili olan taşınım debileri ve pozitif yönleri.....	31
Şekil 11. Çalışma yapılmış T mahmuzlarının konumu.....	35
Şekil 12. Ölçüm yapılmış mahmuz boyutları	35
Şekil 13. 5x5 m'lik karelaj ağı.....	36
Şekil 14. 10x10 m'lik karelaj ağı.....	36
Şekil 15. Çalışma yapılmış balıkçı barınakları ve çekek yerlerinin konumu.....	37
Şekil 16. Derepazarı Eriklimanı Çekek Yeri ortalama su derinlikleri	43
Şekil 17. Derepazarı Eriklimanı Çekek Yeri 1971 yılı eş derinlik eğrileri.....	45
Şekil 18. Derepazarı Eriklimanı Çekek Yeri 2000 yılı eş derinlik eğrileri	45
Şekil 19. Derepazarı Eriklimanı Çekek Yeri 2003 yılı eş derinlik eğrileri	46
Şekil 20. Derepazarı Yanıktaş Çekek Yeri ortalama su derinlikleri	47
Şekil 21. Fener Boğazı Çekek Yeri ortalama su derinlikleri	48
Şekil 22. Gündoğdu Balıkçılar Balıkçı Barınağı ortalama su derinlikleri	49
Şekil 23. Gündoğdu Söğütlü Balıkçı Barınağı ortalama su derinlikleri	49
Şekil 24. Alipaşa Balıkçı Barınağı ortalama su derinlikleri	50
Şekil 25. Uzunkaya Balıkçı Barınağı ortalama su derinlikleri	51
Şekil 26. Of Balıkçı Barınağı ortalama su derinlikleri	52
Ek Şekil 1. Alipaşa 1 mahmuzu eş derinlik eğrileri.....	67
Ek Şekil 2. Alipaşa 2 mahmuzu eş derinlik eğrileri	68

Ek Şekil 3. Hamuda 1 mahmuzu eş derinlik eğrileri	69
Ek Şekil 4. Hamuda 2 mahmuzu eş derinlik eğrileri	70
Ek Şekil 5. Hamuda 3 mahmuzu eş derinlik eğrileri.....	71
Ek Şekil 6. Hamuda 4 mahmuzu eş derinlik eğrileri	72
Ek Şekil 7. Hamuda 5 mahmuzu eş derinlik eğrileri	73
Ek Şekil 8. Limanköy 1 mahmuzu eş derinlik eğrileri.....	74
Ek Şekil 9. Limanköy 2 mahmuzu eş derinlik eğrileri.....	75
Ek Şekil 10. Limanköy 3 mahmuzu eş derinlik eğrileri.....	76
Ek Şekil 11. Meteler 1 mahmuzu eş derinlik eğrileri.....	77
Ek Şekil 12. Meteler 2 mahmuzu eş derinlik eğrileri.....	78
Ek Şekil 13. Meteler 3 mahmuzu eş derinlik eğrileri.....	79
Ek Şekil 14. Meteler 4 mahmuzu eş derinlik eğrileri.....	80
Ek Şekil 15. Meteler 5 mahmuzu eş derinlik eğrileri.....	81
Ek Şekil 16. Meteler 6 mahmuzu eş derinlik eğrileri.....	82
Ek Şekil 17. Meteler 7 mahmuzu eş derinlik eğrileri.....	83
Ek Şekil 18. Meteler 8 mahmuzu eş derinlik eğrileri.....	84
Ek Şekil 19. Derepazarı Yanıktaş Çekek Yeri 1983 yılı eş derinlik eğrileri.....	85
Ek Şekil 20. Derepazarı Yanıktaş Çekek Yeri 2007 yılı eş derinlik eğrileri.....	86
Ek Şekil 21. Fenerboğazı Çekek Yeri 2000 yılı eş derinlik eğrileri.....	87
Ek Şekil 22. Fenerboğazı Çekek Yeri 2007 yılı eş derinlik eğrileri.....	88
Ek Şekil 23. Gündoğdu Balıkçılar Balıkçı Barınağı 1986 yılı eş derinlik eğrileri.....	89
Ek Şekil 24. Gündoğdu Balıkçılar Balıkçı Barınağı 2000 yılı eş derinlik eğrileri.....	90
Ek Şekil 25. Gündoğdu Balıkçılar Balıkçı Barınağı 2003 yılı eş derinlik eğrileri.....	91
Ek Şekil 26. Gündoğdu Söğütlü Balıkçı Barınağı 1974 yılı eş derinlik eğrileri.....	92
Ek Şekil 27. Gündoğdu Söğütlü Balıkçı Barınağı 2000 yılı eş derinlik eğrileri.....	93
Ek Şekil 28. Gündoğdu Söğütlü Balıkçı Barınağı 2003 yılı eş derinlik eğrileri.....	94
Ek Şekil 29. Alipaşa Balıkçı Barınağı 1981 yılı eş derinlik eğrileri.....	95
Ek Şekil 30. Alipaşa Balıkçı Barınağı 2000 yılı eş derinlik eğrileri.....	96
Ek Şekil 31. Uzunkaya Balıkçı Barınağı 1982 yılı eş derinlik eğrileri.....	97
Ek Şekil 32. Uzunkaya Balıkçı Barınağı 2000 yılı eş derinlik eğrileri.....	98
Ek Şekil 33. Uzunkaya Balıkçı Barınağı 2003 yılı eş derinlik eğrileri.....	99
Ek Şekil 34. Uzunkaya Balıkçı Barınağı 2007 yılı eş derinlik eğrileri.....	100
Ek Şekil 35. Of Balıkçı Barınağı 1994 yılı eş derinlik eğrileri.....	101

Ek Şekil 36. Of Balıkçı Barınağı 2000 yılı eş derinlik eğrileri.....	102
Ek Şekil 37. Of Balıkçı Barınağı 2003 yılı eş derinlik eğrileri.....	103
Ek Şekil 38. Alipaşa 1 mahmuzu 10 m kesitleri.....	104
Ek Şekil 39. Alipaşa 1 mahmuzu 20 m kesitleri.....	104
Ek Şekil 40. Alipaşa 1 mahmuzu 40 m kesitleri.....	105
Ek Şekil 41. Alipaşa 1 mahmuzu 50 m kesitleri.....	105
Ek Şekil 42. Alipaşa 2 mahmuzu 10 m kesitleri.....	106
Ek Şekil 43. Alipaşa 2 mahmuzu 20 m kesitleri.....	106
Ek Şekil 44. Alipaşa 2 mahmuzu 40 m kesitleri.....	107
Ek Şekil 45. Alipaşa 2 mahmuzu 50 m kesitleri.....	107
Ek Şekil 46. Hamuda 1 mahmuzu 10 m kesitleri.....	108
Ek Şekil 47. Hamuda 1 mahmuzu 20 m kesitleri.....	108
Ek Şekil 48. Hamuda 1 mahmuzu 40 m kesitleri.....	109
Ek Şekil 49. Hamuda 1 mahmuzu 50 m kesitleri.....	109
Ek Şekil 50. Hamuda 2 mahmuzu 10 m kesitleri.....	110
Ek Şekil 51. Hamuda 2 mahmuzu 20 m kesitleri.....	110
Ek Şekil 52. Hamuda 2 mahmuzu 40 m kesitleri.....	111
Ek Şekil 53. Hamuda 2 mahmuzu 50 m kesitleri.....	111
Ek Şekil 54. Hamuda 3 mahmuzu 10 m kesitleri.....	112
Ek Şekil 55. Hamuda 3 mahmuzu 20 m kesitleri.....	112
Ek Şekil 56. Hamuda 3 mahmuzu 40 m kesitleri.....	113
Ek Şekil 57. Hamuda 3 mahmuzu 50 m kesitleri.....	113
Ek Şekil 58. Hamuda 4 mahmuzu 10 m kesitleri.....	114
Ek Şekil 59. Hamuda 4 mahmuzu 20 m kesitleri.....	114
Ek Şekil 60. Hamuda 4 mahmuzu 40 m kesitleri.....	115
Ek Şekil 61. Hamuda 4 mahmuzu 50 m kesitleri.....	115
Ek Şekil 62. Hamuda 5 mahmuzu 10 m kesitleri.....	116
Ek Şekil 63. Hamuda 5 mahmuzu 20 m kesitleri.....	116
Ek Şekil 64. Hamuda 5 mahmuzu 40 m kesitleri.....	117
Ek Şekil 65. Hamuda 5 mahmuzu 50 m kesitleri.....	117
Ek Şekil 66. Limanköy 1 mahmuzu 10 m kesitleri.....	118
Ek Şekil 67. Limanköy 1 mahmuzu 20 m kesitleri.....	118
Ek Şekil 68. Limanköy 1 mahmuzu 40 m kesitleri.....	119

Ek Şekil 69.	Limanköy 1 mahmuzu 50 m kesitleri.....	119
Ek Şekil 70.	Limanköy 2 mahmuzu 10 m kesitleri.....	120
Ek Şekil 71.	Limanköy 2 mahmuzu 20 m kesitleri.....	120
Ek Şekil 72.	Limanköy 2 mahmuzu 40 m kesitleri.....	121
Ek Şekil 73.	Limanköy 2 mahmuzu 50 m kesitleri.....	121
Ek Şekil 74.	Limanköy 3 mahmuzu 10 m kesitleri.....	122
Ek Şekil 75.	Limanköy 3 mahmuzu 20 m kesitleri.....	122
Ek Şekil 76.	Limanköy 3 mahmuzu 40 m kesitleri.....	123
Ek Şekil 77.	Limanköy 3 mahmuzu 50 m kesitleri.....	123
Ek Şekil 78.	Meteler 1 mahmuzu 10 m kesitleri.....	124
Ek Şekil 79.	Meteler 1 mahmuzu 20 m kesitleri.....	124
Ek Şekil 80.	Meteler 1 mahmuzu 40 m kesitleri.....	125
Ek Şekil 81.	Meteler 1 mahmuzu 50 m kesitleri.....	125
Ek Şekil 82.	Meteler 2 mahmuzu 10 m kesitleri.....	126
Ek Şekil 83.	Meteler 2 mahmuzu 20 m kesitleri.....	126
Ek Şekil 84.	Meteler 2 mahmuzu 40 m kesitleri.....	127
Ek Şekil 85.	Meteler 2 mahmuzu 50 m kesitleri.....	127
Ek Şekil 86.	Meteler 3 mahmuzu 10 m kesitleri.....	128
Ek Şekil 87.	Meteler 3 mahmuzu 20 m kesitleri.....	128
Ek Şekil 88.	Meteler 3 mahmuzu 40 m kesitleri.....	129
Ek Şekil 89.	Meteler 3 mahmuzu 50 m kesitleri.....	129
Ek Şekil 90.	Meteler 4 mahmuzu 10 m kesitleri.....	130
Ek Şekil 91.	Meteler 4 mahmuzu 20 m kesitleri.....	130
Ek Şekil 92.	Meteler 4 mahmuzu 40 m kesitleri.....	131
Ek Şekil 93.	Meteler 4 mahmuzu 50 m kesitleri.....	131
Ek Şekil 94.	Meteler 5 mahmuzu 10 m kesitleri.....	132
Ek Şekil 95.	Meteler 5 mahmuzu 20 m kesitleri.....	132
Ek Şekil 96.	Meteler 5 mahmuzu 40 m kesitleri.....	133
Ek Şekil 97.	Meteler 5 mahmuzu 50 m kesitleri.....	133
Ek Şekil 98.	Meteler 6 mahmuzu 10 m kesitleri.....	134
Ek Şekil 99.	Meteler 6 mahmuzu 20 m kesitleri.....	134
Ek Şekil 100.	Meteler 6 mahmuzu 40 m kesitleri.....	135
Ek Şekil 101.	Meteler 6 mahmuzu 50 m kesitleri.....	135

Ek Şekil 102. Meteler 7 mahmuzu 10 m kesitleri.....	136
Ek Şekil 103. Meteler 7 mahmuzu 20 m kesitleri.....	136
Ek Şekil 104. Meteler 7 mahmuzu 40 m kesitleri.....	137
Ek Şekil 105. Meteler 7 mahmuzu 50 m kesitleri.....	137
Ek Şekil 106. Meteler 8 mahmuzu 10 m kesitleri.....	138
Ek Şekil 107. Meteler 8 mahmuzu 20 m kesitleri.....	138
Ek Şekil 108. Meteler 8 mahmuzu 40 m kesitleri.....	139
Ek Şekil 109. Meteler 8 mahmuzu 50 m kesitleri.....	139

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1. Ölçüm yıllarına göre mahmuzların memba yönünde ortalama su derinlikleri ve ortalama su derinliği farkları	39
Çizelge 2. Ölçüm yıllarına göre mahmuzların mansap yönünde ortalama su derinlikleri ve ortalama su derinliği farkları	40
Çizelge 3. Ölçüm yıllarına göre mahmuzun tamamı durumunda ortalama su derinlikleri ve ortalama su derinliği farkları.....	41
Çizelge 4. İnşa edildikleri ve ölçüm yapılan yıllara göre balıkçı barınaklarında ölçüm sonuçları.....	42

SEMBOLLER DİZİNİ

a	: Dalga genliği
A	: Havza alanı
A_k	: Oluşturulan ölçüm ağındaki bir karenin alanı
A_m	: Toplam mendirek koruma alanı
A_p	: Kıyı profilinde katı maddeye bağlı ölçü parametresi
BYP	: Doğrudan geçiş faktörü
C	: Dalga hızı
C_f	: Sürtünme katsayısı
C_g	: Sığ suda dalga hızı
C_{gb}	: Kırılma çizgisindeki grup hızı
C_{g0}	: Derin deniz grup hızı
C_k	: Sabit katsayı
C_q	: Net taşınım yönü için ampirik kalibrasyon faktörü
C_0	: Derin deniz dalga hızı
d	: Derin deniz sınır derinliği
D_C	: Aktif derinlik
D_{LT}	: Kıyı boyu katı madde taşınım sınır derinliği
$d_{giriş}$: Giriş ağzı ortalama su derinliği
$d_{ort.}$: Ortalama su derinliği
D_{50}	: Dane çapı
g	: Yerçekimi ivmesi
h_m	: Mendirek önü su derinliği
H	: Dalga yüksekliği
H_b	: Dalga kırılma yüksekliği
H_d	: Kırınıma uğrayan dalganın yüksekliği
H_i	: Gelen dalganın dalga yüksekliği
H_{sb}	: Belirgin dalga kırılma yüksekliği
$H_{s,0}$: Derin deniz belirgin dalga yüksekliği
$H'_{s,0}$: Sapma etkisi altında olmayan derin deniz dalga yüksekliği
H_y	: Yansıyan dalga yüksekliği

H_0	: Gelen dalga yüksekliği
K	: Boyutsuz yapay orantılılık katsayısı
K_d	: Kırınım katsayısı
K_k	: Model kalibrasyonu için kullanılan amirik faktör
K_r	: Sapma katsayısı
$K_{r,b}$: Kırılma bölgesindeki sapma katsayısı
K_s	: Sığlaşma katsayısı
K_y	: Yansıma katsayısı
L	: Dalga boyu
L_e	: Mahmuz etkili uzunluğu
L_g	: Mahmuz uzunluğu
L_0	: Derin deniz dalga boyu
m	: Kıyı eğimi
m_b	: Deniz tabanı eğimini
p	: Sediment porozitesi
Q	: Kıyı boyu katı madde taşınımı
q_B	: Yatak yükü miktarı
Q_L	: Sol yönde kıyı boyu katı madde taşınımı
Q_{NET}	: Net katı madde taşınımı
Q_{ort}	: Günlük ortalama akım debisi
Q_R	: Sağ yönde kıyı boyu katı madde taşınımı
q_S	: Askıda taşınım miktarı
Q_T	: Toplam katı madde taşınımı
q_x	: Kıyı boyu taşınım miktarı
Q_x	: Kıyı boyu taşınım debisi
$QX1, QX2$ ve $QX3$: Kıyıya paralel taşınım
$q_{x(i,k)}$: Hücreye giren kıyı boyu taşınım debisini
$q_{x(i+1,k)}$: Hücreden çıkan kıyı boyu taşınım debisini
q_y	: Kıyıya dik taşınım miktarı
$QY1, QY2$ ve $QY3$: Kıyıya dik taşınım
$q_{y(i,k)}$: Hücreye giren kıyıya dik taşınım debisini
$q_{y(i,k+1)}$: Hücreden çıkan kıyıya dik taşınım debisini
R	: Dolma miktarı parametresi

s	: Katı maddenin özgül ağırlığı
t	: Zaman
T	: Dalga periyodu
$\tan\beta$: Kıyı eğimi
u	: Taban akışkan hızı
u_m	: Akışkan taban hızı
U_r	: Ursel parametresi
u_3^*	: Kıyıya dik hız momenti
u_5^*	: Kıyıya dik hız momenti
y_c	: Aktif derinliğin (D_C) kıyıya uzaklığı
y_{groin}	: Mahmuzun mansabında katı madde yığılma uzunluğu
y_{LT}	: Kıyı boyu katı madde taşınımının sınır derinliğinin kıyıya olan uzaklığı
α	: Sapan dalga cephelerinin kıyı çizgisiyle yapmış olduğu açı
α_b	: Kırılma açısı
α_{bs}	: Etkin dalga kırılma açısı
α_0	: Derin deniz dalga cephelerinin kıyı çizgisiyle yapmış olduğu açı
γ_b	: Kırılma derinliği indisi
ΔX	: Kıyıya dik ızgara çizgilerinin arasındaki mesafe
δ_u	: Kıyıya dik hız momenti
ε_B	: Yatak yükü katsayısı
ε_S	: Askıda yük katsayısı
η	: Dalga profilinin durgun suya göre düşey mesafesi
ρ	: Su yoğunluğu
ρ_s	: Sediment yoğunluğu
$\Phi(z)$: Kıyı boyu katı madde taşınımının kıyıya dik dağılımı
Φ	: İçsel sürtünme açısı
ψ_1	: Kıyıya dik hız momenti
ψ_2	: Kıyıya dik hız momenti
Ψ	: Sheelds parametresi
ω	: Çökelme hızı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Kıyı mühendisleri ve bilim insanları kıyı çizgisinin gelecek dönemlerdeki durumunu tahmin edebilmek için birçok çalışma yapmıştır. Bu deneysel çalışmaların neticesinde sayısal modeller oluşturulmuştur. Kıyı çizgisi değişiminin modellendiği sayısal modelleme yöntemlerinde dalga şartları; akıntılar, geçici ve yersel değişimler, zaman gibi birçok faktörün fonksiyonu olarak tanımlanmıştır. Ancak sadece kıyı çizgisinin değişimini izlemek kıyı yapılarının kıyılara etkisini ifade edememektedir. Bu nedenle deniz taban topografyası değişimlerinin irdelenmesi gerekli olduğu sonucu doğmuştur. Tek çizgi sayısal modeli, kıyı çizgisinin değişimini tahmin edebilmek için yeterlidir. Ancak, deniz ticaretinin büyük bir bölümünü oluşturan limanların sığılması bir problem olarak bilim insanları ve mühendislerin karşısına çıkmıştır.

Limanlar, balıkçı barınakları ve çeşitli tipte mahmuzların etrafında oluşacak sığılma sürecini tahmin etmek amacıyla üç boyutlu sayısal modeller geliştirilmiştir. Üç boyutlu sayısal modellerin amacı kıyıya dik ve kıyı boyu doğrultularında değişkenlik gösteren taban topografyasının açıklanmasıdır. Üç boyutlu sayısal modeller, kıyı yapıları civarındaki yersel değişimleri anlamamıza yardımcı olmaktadır. Buna rağmen, bu modellemeler uzun dönem kıyı çizgisi değişimleri tahmininde yeterli ve verimli sonuçlar vermemektedir. Bu modellemeler taban sürtünmesi, türbülans ve sediment taşınımı ile ilişkili olan ampirik katsayılar içermektedir.

Bir diğer sayısal model yöntemi ise tek çizgi teoremine dayanan oneline modeldir. Tek çizgi teoremi ile kıyı çizgisinin zamanla değişimi tahmin edilebilmektedir. Kıyıda oluşacak oyulma (erosion) veya yığılma (accretion) miktarlarının tahmini kıyı çizgisinin değişimini göstermektedir. Teoremde kıyı profilinin dengede (equilibrium beach profile) olduğu ve uzun dönemde sabit kaldığı kabul edilmektedir. Diğer bir kabul de kıyıda oluşan katı madde taşınımının, gelen dalganın kıyıya paralel bileşkesinden kaynaklanan kıyı boyu katı madde taşınımından oluşmasıdır. Bir başka deyişle kıyıya dik katı madde taşınımı ihmal edilmektedir.

Sayısal modeller hakkında detaylı bilgi literatür taraması bölümünde verileceğinden bu bölümde özet bir şekilde ifade edilmiştir.

Bu tezde Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Rize ve Trabzon İlleri sınırlarında bulunan balıkçı barınakları ve T mahmuzları üzerinde ölçüm çalışmaları sonucu elde edilen değerler bilgisayar ortamına aktarılarak eş derinlik eğrileri çizilmiştir. Eş derinlik eğrileri kullanılarak ölçüm yıllarına ait hacim miktarları hesaplanmıştır. Hesaplanan hacim miktarları grafikler oluşturularak ve karşılaştırılarak irdelenmiştir.

1.2. Çalışmanın Amacı

Kıyı erozyonu, sıkça rastlanılan ciddi bir durumdur. Kıyının erozyona maruz kalmaması için kıyının doğal yapısını mümkün oldukça az etkileyecek kıyı yapılarının inşası gerekmektedir.

Kıyı erozyonunu engellemek amacıyla T mahmuzları sıkça kullanılmaktadır. T mahmuzları ile uzun dönemde kıyıda sahil oluşmaktadır. Kıyı korumasında en etkili çözüm sahil oluşumdur. Bu nedenle T mahmuzlarının kıyıya etkilerinin araştırılması hem maliyeti düşük hem de kıyının doğal halini en az etkileyecek projeler üretmek için gereklidir.

1.3. Kıyı Yapıları

Kıyı yapıları Kıyı Mühendisliği problemlerine çözüm sunan yapılar olarak tasarlanır. Kıyı yapıları işlevlerine göre genelde 3 sınıfta incelenebilir;

1. Dalgakıranlar
2. Kıyı Koruma Yapıları
3. Yanaşma Yapıları

Kıyı yapıları yapı tiplerine göre de 4 ana sınıfa ayrılabilir;

1. Taş Dolgu Yapılar: Dalgakıran, mahmuz, kıyı tahkimatı gibi
2. Dik Yüzeyle Yapılar: Kıyı duvarları, keson tipi dalgakıranlar
3. Kazıklı Yapılar: İskele, bağlanma, yanaşma yapıları gibi.
4. Yüzer İskeleler

Bu çalışmanın konusunun mahmuzlar ve balıkçı barınakları olması nedeniyle yukarıda belirtilen kıyı yapılarının hepsi hakkında bilgi verilmemiştir. Bu bölümde sadece mahmuzlar ve balıkçı barınakları üzerine bilgi verilecektir.

1.3.1. Mahmuzlar

Mahmuz veya mahmuz sistemi kıyı dengesini korumak ve yapay ve doğal olan kıyı alanları ile belirli bir kumsal alanını korumak için inşa edilirler. Özellikle kıyıda meydana gelen erozyonu önlemek ve yeni bir kıyı çizgisi veya koruyucu kumsal yaratmak amacıyla yapılırlar. Mahmuzlar kıyıya dik ve dar inşa edilen (ince) yapılardır. Mahmuzlar kıyı boyu katı madde taşınımını etkileyerek kıyının dengeli (stabil) hale gelmesini sağlar. Mahmuzlar I, T, L, Y tipinde inşa edilmektedir.

Kıyı çizgisi boyunca oluşan katı madde taşınımı ile mahmuzlar arasındaki etkileşim oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu nedenle mahmuz ve mahmuz sisteminin tasarımında çok kesin hesaplar koyabilmek ancak çok uzun çalışmalar sonucu olabilir.

Mahmuzlar kıyının korunmasında önemli rol oynamaktadır. Mahmuzların tasarımında kıyı batimetresinin ve katı madde taşınımının bilinmesi gerekir. Dalga transformasyonu sonucunda oluşacak katı madde taşınımları ile kıyı batimetrisinde değişimler meydana gelecektir. İnşa edilmesi düşünülen mahmuz veya mahmuz sisteminin bu değişimler altında kıyıya zarar vermeyecek durumda davranması bir başka deyişle kıyı stabilitesini oluşturması gereklidir. Bu nedenle katı madde taşınımının ve sonucunda oluşacak kıyı batimetrisinin tahmin edilmesi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tasarım mühendisinin kıyı boyu katı madde taşınım miktarını doğru tahmin etmesi gerekmektedir. Mahmuzların katı madde tutma verimlilikleri, yapının boyuna, yüksekliğine, kıyı özelliklerine (gelen dalga yüksekliği dağılımına, tabandaki kum özelliklerine ve taban topografyasına) bağlıdır. Mahmuz tasarımı yapılırken mahmuz veya mahmuz sisteminin ekosistem ve çevre üzerindeki etkileri de göz önüne alınmalıdır. Bir mahmuz inşa edilirken mahmuzun kıyıya olan bağlantısı sağlam yapılmalı ve en az 6 metre kara içine girmelidir. Mahmuzlar öyle yerleştirilmelidir ki, verilecek açıklıklarda, kıyıda ve kıyıya doğru hareket halindeki malzeme yapıların uçlarını aşıp, dışarı çıkmamalıdır. Bu durumda dalgaların doğrultusu, gelişimi ve malzeme hareketi dikkate alınacak en önemli faktörlerdir.

Dalga aşması, mahmuzların katı madde tutmasındaki verimliliğini azaltmaktadır. Yüksek dalgalar kısa dönemde taban topografyasında, mahmuz topuğunda ve mansabında değişimlere veya erozyona neden olur. Bu tür sorunların çözülebilmesi için yıllık en büyük dalgaların belirlenmesi gerekmektedir. En büyük dalga yüksekliklerin belirlenmesi yanı sıra uzun dönem dalga istatistiği çalışmaları da yapılmalıdır. Bir mahmuzun uzunluğu, kıyısız katı madde taşınım miktarını belirler ve mahmuzun çalışma şekli yan yana bulunan mahmuzlar arasındaki açıklığın belirlenmesinde kullanılır. Mahmuzlarda kıyıya doğru taşınım artarken, açığa doğru taşınım azalır ve kıyının aşağıya doğru taşınması bir nevi önlenir. Bu durum, kıyıya doğru taşınan kumların bir tepelik oluşturmaya neden olur.

Mahmuzların uzunlukları ortalama 30 – 200 metre aralığında değişir. Ortalama aralıkları ise yaklaşık olarak,

$$L_G = (1 - 3)L_x \quad (1.1)$$

kadar alınır. Burada,

L_G : Mahmuz aralığı (m)

L_x : Mahmuz boyu (m)

T mahmuzları ise kıyı malzemesini her iki tarafından tutar ve düz mahmuzlara oranla daha iyi bir koruma sağlarlar.

Mahmuzların inşasında kullanılan malzemenin cinsine göre ve işlevine göre mahmuzların sınıflandırılması aşağıda gösterilmiştir.

1. Kullanılan Malzemenin Cinsine Göre

- Ahşap mahmuzlar
- Çelik mahmuzlar
- Beton mahmuzlar
- Asfalt mahmuzlar
- Taş mahmuzlar

2. İşlevlerine Göre

- Geçirimli ve geçirimsiz mahmuzlar
- Yüksek ve alçak mahmuzlar
- Sabit ve ayarlanabilir mahmuzlar

3. Şekillerine göre

- Düz mahmuzlar
- T mahmuzlar
- L mahmuzlar

1.3.2. Balıkçı Barınakları

Genellikle balıkçılık yapılan alanların kısa mesafeler içinde kaldığı kıyılarda sınırlanmış bir bölgede balıkçılara hizmet eden balıkçı barınakları inşa edilir. Verimliliğin artırılabilmesi için, yanaşma yerleri rampa ve rıhtımlarla birlikte tutulan balıkların elleçlemesine yarayan basit hizmetler bulunabilir.

Doğu Karadeniz Bölgesinde ticari faaliyetler arasında balıkçılık oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle bölgede balıkçı barınakları oldukça fazladır. Balıkçı barınaklarının dolma ve sığlaşma süreci teknelerin yanaşmasında problemler oluşturmaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesinde akarsuların taşımış oldukları katı maddeler mahmuzlar ile yeni kumsalların oluşması için yarar sağlarken, balıkçı barınaklarının dolma sürecini hızlandırmaktadır.

1.4. Literatür Taraması

Bu bölümde kıyı batimetrisinin tahmininde kullanılan sayısal modeller konusunda yapılan çalışmalar ve araştırmalar hakkında bilgi verilecektir.

1.4.1. Dalgaların Genel Özellikleri

Deniz yüzeyinde rüzgar etkileri ile oluşan dalgalara ilerleyen ağırlık dalgaları adı verilir. Gerçek ortamda oluşan ağırlık dalgaları hem çok düzensiz bir dizide oluşurlar hem de su yüzeyi profili olarak değişkenlik gösterirler. Ağırlık dalgalarının en sık tercih edilen matematiksel ifadesi küçük genlikli dalga teorisidir. Bu teoride küçük genlikli sünizoidal dalgalar göz önüne alınmaktadır.

1.4.2. Basit Dalga Profili

Dalga problemlerini çözmeye teorik dalga formu sünizoidal dalga kullanılmaktadır. Dalga profili zamanın ve yerin fonksiyonudur. Sünizoidal dalga profili aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\eta = a \cdot \text{Sin}(2\pi) \left[\frac{x}{L} - \frac{t}{T} \right] \quad (1.2)$$

(1.2) eşitliğinde η dalga profilinin durgun suya göre düşey mesafesini, x yatay eksen boyunca alınan mesafeyi (m), t zamanı (sn), a dalga genliğini (m), L dalga boyunu (m), T dalga periyodunu (sn) ifade etmektedir.

1.4.3. Dalga Boyu ve Dalga Hızı

Dalga hızı, dalga boyunun dalga periyodunu bölünmesi ile elde edilebilir. GWT (ağırlıklı dalga tablosu) kullanılarak da dalga hızı (1.3) eşitliği ile bulunabilir.

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh \left[\frac{2\pi d}{L} \right] \quad (1.3)$$

Bu eşitlikte, C dalga hızını, T dalga periyodunu, d su derinliğini, L dalga boyunu ve g yerçekimi ivmesini ifade etmektedir.

Derin denizde oluşan dalgalar, kıyıya doğru hareket ederken çeşitli etkenler nedeniyle değişime maruz kalırlar. Bu değişimin başladığı derinlik derin deniz sınırır. Derin deniz sınırı, deniz derinliğinin dalga boyunun yarısına eşit olduğu yerdir.

$$d = \frac{L_0}{2} \quad (1.4)$$

$$L_0 = 1.56T^2 \quad (1.5)$$

Burada,

d : Derin deniz sınırı derinliği (m),

L_0 : Derin deniz dalga boyu (m),

T : Dalga periyodu (sn)'dur.

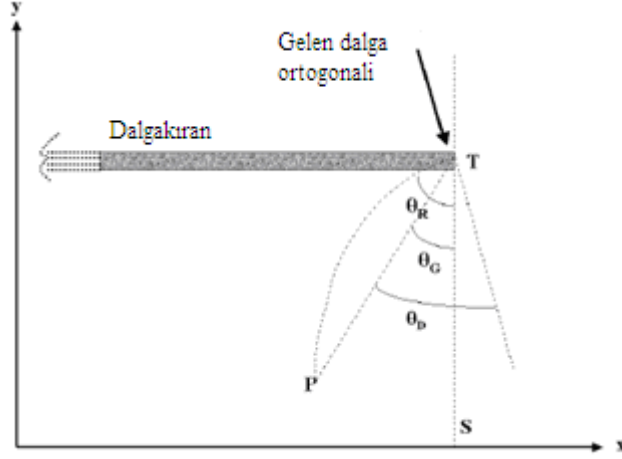
1.4.4. Dalga Dönüşümü (Transformasyonu)

Kıyı boyu ve kıyıya dik katı madde taşınım hesaplarında kullanılacak dalga parametreleri için geçmişte yapılmış dalga ölçümleri veya dalga iklimi çalışmalarından elde edilen değerlerin kırılma koşulları altında dönüşümü yapılmalıdır. Kırılma, kırınım, sapma, sığlaşma, dalga-dalga etkileşimi ve dalga-akıntı etkileşimi dalga değişimine neden olan faktörlerdendir. Dalga dönüşümü hesaplarında küçük genlikli dalga teoresi kullanılmakta ve iki mekanizmadan oluşmaktadır. Sapma, sığlaşma etkileri dahil kırılma parametreleri ve kıyı yapıları etkisi altında kırınım parametresi. İlk olarak sapma ve sığlaşma etkisi altında dalga kırılma parametreleri olan kırılma yüksekliği, kırılma açısı ve kırılma derinliği hesaplanır. Daha sonra kırınım katsayısı ile dalga kırılma parametrelerinde düzeltme yapılır. Hesaplamalarda önemli olan dalganın kıyı yapıları ile etkileşiminden kaynaklanan dalga kırınımının hesaplama yöntemidir. Bu hesaplama yöntemi tek açık deniz dalgakıranları, çoklu açık deniz dalgakıranları ve I, T, L, Y tipi mahmuzlar için farklıdır. Ancak yapılan çalışmalarda T mahmuzlarının kıyıya paralel olan kısmında dalga kırınım katsayısının hesabı açık deniz dalgakıranlarındaki kırınım katsayısı hesabı ile aynı olduğu görülmektedir. T mahmuzunun kıyıya dik kısmında dalga kırınım katsayısı hesabı I mahmuzlarındaki gibi sınır tanımlamaları ile yapılabilmektedir.

Kraus, dalga kırılma yüksekliğinin kırınım, sapma ve sığlaşmanın fonksiyonu olduğunu belirtmiştir [1]. Şekil 1.'de dalgakıran arkasında bulunan P noktası için H_b (dalga kırılma yüksekliği) fonksiyonu (1.6)'da ifade edilmiştir.

$$H_b = K_d(Q_D, d_b) \cdot K_r(Q_G, d_b) \cdot K_s(d_b) \cdot H_{rp} \quad (1.6)$$

(1.6) fonksiyonunda H_b dalgakıran arkasında dalga kırılma yüksekliğini, K_d kırınım katsayısını, K_r sapma katsayısını, K_s sığlaşma katsayısını, d_b kırılma anındaki su derinliğini ifade etmektedir.



Şekil 1. Dalgakıran arkasında dalga parametreleri

1.4.4.1. Dalga Kırılması

Dalga, feç mesafesi boyunca rüzgârlar tarafından üretilir ve lineer dalga teorisine göre derin deniz sınırına kadar hiçbir değişime uğramadan yayılır. Derin deniz sınırından sonra sığlaşma, sapma ve kırınımın etkisi ile yükseklikleri, uzunlukları ve yönlerinde değişimler meydana gelir. Sörf bölgesinde hidrodinamik etkiler sebebiyle dalga belirli bir yüksekliğe ulaşır ve kendini taşıyamayacak kadar enerjisi olduğunda su danecikleri dalgadan kopmaya başlar. Bu olaya dalga kırılması adı verilir. Başka bir deyişle dalga doğar, büyür, şekil değiştirir, kırılır ve kıyıya ulaşır.

Dalga kırılması kıyı dengesini sabit kılabilmek için inşa edilen kıyı yapılarının yapısal denge hesaplamalarında kullanılan tasarım parametresinin bulunmasında en önemli faktördür. Kırılan dalgalar kıyı boyu katı madde taşınımının baskın etkenidir [2]. Birçok bilim adamı dalga kırılması üzerine çeşitli yaklaşımlar getirmiştir. Dalga kırılmasını hesaplayabilmek için kullanılan bazı formüller aşağıda sıralanmıştır.

Munk [2]

$$\frac{H_b}{H_{s,0}} = 0.30x \left(\frac{H_{s,0}}{L_0} \right)^{-1/3} \quad (1.7)$$

(1.7) eşitliği ile dalga periyodu (T) ve derin deniz belirgin dalga yüksekliği ($H_{s,0}$) bilindiği takdirde dalga kırılma yüksekliği hesaplanabilir. Kırılma derinliği indisi $\gamma_b=0.78$ alınabilir.

Komar ve Gaughan [2]

Komar ve Gaughan lineer dalga teorisini kullanarak kırılma yüksekliği indisi için Munk yaklaşımına benzer ampirik bağıntı bulmuşlardır.

$$\frac{H_b}{H_{s,0}} = 0.56x \left(\frac{H'_{s,0}}{L_0} \right)^{-1/5} \quad (1.8)$$

(1.8) eşitliğinde $H'_{s,0}$ sapma etkisi altında olmayan derin deniz dalga yüksekliğini ifade etmektedir. $K_{r,b}$ kırılma bölgesindeki sapma katsayısıdır. Bu eşitlik için de $\gamma_b=0.78$ alınabilir.

$$H'_{s,0} = K_{r,b} \cdot H_{s,0} \quad (1.9)$$

Weggel [2]

$$\gamma_b = \frac{H_b}{d_b} = b - a \cdot \frac{H_b}{g \cdot T^2} \quad (1.10)$$

$$a = 43.8(1 - e^{-19m}) \quad (1.11)$$

$$b = \frac{1,56}{(1 + e^{-19.5m})} \quad (1.12)$$

Bu eşitliklerde a ve b kıyı profili eğiminin fonksiyonu olan ampirik katsayılarıdır. (1.10) eşitliği için gerekli olan kırılma yüksekliği indisinin hesaplanmasında kullanılabilirler.

Kamphius [2]

Kamphius dalga dikliği kriteri ve derinlik limiti kriteri olmak üzere iki kriter tanımlamıştır. Kamphius, sörf bölgesinde dalga dönüşümünde kıyı profili eğimini de dikkate almıştır. Dalga dikliği ve derinlik sınırı kriterleri aşağıda sırasıyla verilmiştir.

$$\frac{H_b}{L_b} = 0.095e^{4.0m} x \tanh\left(\frac{2\pi d_b}{L_b}\right) \quad (1.13)$$

$$\frac{H_b}{d_b} = 0.56xe^{3.5m} \quad (1.14)$$

CEM [2]

CEM' de sörf bölgesindeki dalga dönüşümü taban konturlarının düz ve kıyı çizgisine paralel olduğu varsayımı ile hesaplanmaktadır. Dalga kırılmasından önce dalga enerjisi kaybı ihmal edilmektedir. Dalga enerjisi prensibi eşitliği ile dalga kırılma yüksekliğinin, Snell Yasası ile dalga kırılma açısının hesaplanabileceği eşitlikler aşağıda verilmiştir.

$$H_b = H_{S,0} \left[\frac{C_{g0} \cdot \cos \alpha_0}{\sqrt{\frac{g}{\gamma_b} \cdot \cos \alpha_b}} \right]^{2/5} \quad (1.15)$$

$$\sin \alpha_b = C_b \cdot \frac{\sin \alpha_0}{C_0} \quad (1.16)$$

(1.16) eşitliğinde derin deniz dalga hızı C_0 , (1.15) eşitliğinde derin deniz grup hızı C_{g0} , sığ suda dalga hızı C_g küçük genlik lineer dalga teorisi kullanılarak (1.19) eşitliğinde yazılabilir. (1.19) eşitliğindeki C_{gb} kırılma çizgisindeki grup hızını ifade etmektedir.

$$C_0 = \frac{L_0}{T} \quad (1.17)$$

$$C_{g0} = 0.5 \frac{L_0}{T} \quad (1.18)$$

$$C_b = C_{gb} \sqrt{gd_b} \quad (1.19)$$

(1.15) ve (1.16) eşitlikleri birleştirilirse dalga kırılma yüksekliği H_b (1.20) eşitliğindeki gibi yazılabilir. (1.20) eşitliğinde kırılma derinliği indisi (γ_b) için 0.78 değeri alınabilir.

$$H_b = (H_{s,0})^{4/5} \cdot (C_{g0} \cdot \cos(\alpha_0))^{2/5} \left[\frac{g}{\gamma_b} - \frac{H_b g^2 \sin^2(\alpha_0)}{\gamma_b^2 C_0^2} \right]^{-1/5} \quad (1.20)$$

1.4.4.2. Dalga Sapması

Dalgalar deniz tabanındaki değişimlerin, akıntıların ve diğer olayların (örneğin rüzgarın) etkisiyle sapmaya maruz kalırlar. Dalgalar, geçiş bölgesine ($1/25 < d/L < 1/2$) girdiklerinde deniz tabanı ile temas etmeye başlarlar. Bu bölgede, derinliğin azalmasıyla dalga hızları dolayısıyla da boyları azalır. Derinde bulunan dalganın bir kısmı, sıgđakine kıyasla daha hızlı hareket eder ve dalga cephesi, kıvrılarak taban konturlarına paralel duruma gelmeye çalışır. Bu kıvrılmaya “derinlik değışimiyle oluşan dalga sapması” adı verilir.

Deniz tabanının değışmesiyle oluşan dalga sapmasının belirlenmesinde birçok çalışma yapılmıştır. Deniz tabanındaki değışimler karmaşık olmayıp düzgün ve yavaş olduğundan düz paralel konturlarda dalga sapması hesabı kesin sonuç vermektedir. Buna göre dalga sapması katsayısı (1.21) eşitliği ile hesaplanabilir.

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}} \quad (1.21)$$

Burada,

K_r : Sapma katsayısı,

α : Sapan dalga cephelerinin kıyı çizgisiyle yapmış olduğu açı,

α_0 : Derin deniz dalga cephelerinin kıyı çizgisiyle yapmış olduğu açıdır.

1.4.4.3. Dalga Sığlaşması

Düzgün taban eğimine sahip (paralel eş derinlik eğrileri) bir kıyı alanında dalga tepe çizgileri taban eş derinlik eğrilerine paralel şekilde (dalga diki taban eğrilerine dik) kıyıya doğru ilerliyorsa, dalga boyları ve yayılma hızları azalan bu dalgaların yükseklikleri de değişir. Derin deniz dalga yüksekliğinin su derinliğine bağlı olarak değişmesi, dalga sığlaşma katsayısı (K_s) değeriyle belirtilmektedir. Bunun sonucunda dalga yüksekliğinde çoğu kez azalma, bazı durumlarda ise artma meydana gelir. Sığlaşma sonucu dalga yüksekliği (1.22) eşitliği ile hesaplanabilir.

$$H = H_0 \cdot K_s \quad (1.22)$$

$$K_s = \left[\tanh\left(\frac{2\pi \cdot d}{L}\right) \right]^{-1/2} \left[1 + \frac{4\pi \cdot d/L}{\sinh(4\pi \cdot d/L)} \right]^{-1/2} \quad (1.23)$$

Burada,

H : Dalga yüksekliği,

H_0 : Gelen dalga yüksekliği,

K_s : Sığlaşma katsayısıdır.

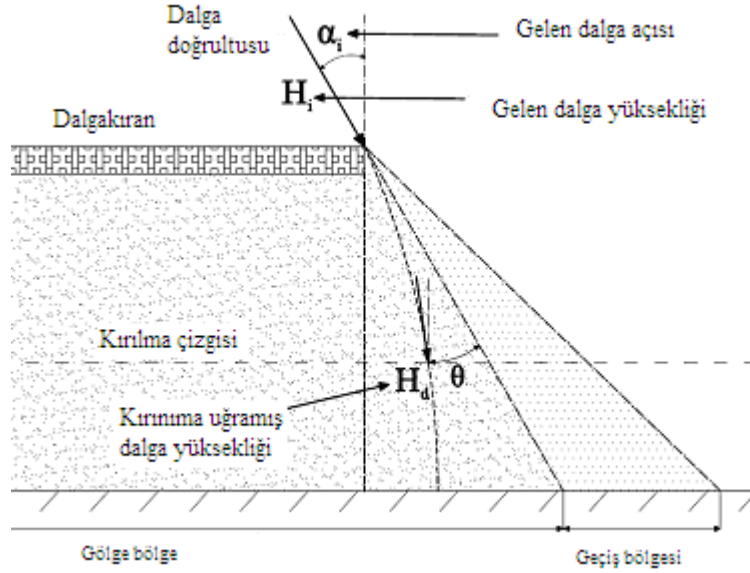
K_s sığlaşma katsayısı, d/L_0 değerine bağlı olarak Ağırlık Dalga Tablolarından (GWT) da alınabilir.

1.4.4.4. Dalga Kırınımı

Dalgalar derin sulardan sığ sulara ilerlerken bir dalgakıran veya bir engelle karşılaştığında dalgaların korunmuş alan içine dalgakıranın ucundan dalga enerjisinin taşınımı dolayısıyla dönerek girmesine dalga kırınımı adı verilir. Dalga kırınımı, liman içindeki dalga yüksekliğini etkileyen en önemli parametredir. Kırınımına uğrayan dalganın yüksekliğinin (H_d), gelen dalganın dalga yüksekliğine (H_i) oranı kırınım katsayısı (K_d) olarak isimlendirilir.

$$K_d = \frac{H_d}{H_i} \quad (1.24)$$

Şekil 2.'de taralı farklı iki alan görülmektedir. Bu alanlar gölge bölge (shadow zone) ve geçiş bölgesi (transition zone) olarak ifade edilir. Dalgakıran ile gelen dalganın doğrultusunun kıyıya kadar uzatılması ile oluşturulan alana gölge bölge adı verilir. Geçiş bölgesi, gelen dalganın doğrultusu ile kıyı çizgisi arasında kalan ve teorik olarak kırınım katsayısının 1.0 değerini aldığı alandır.



Şekil 2. Dalgakıran arkasında dalga kırınımı parametreleri

Baykal, kırınım katsayısı için düzenli dalgalar ve düzensiz dalgalar için kırınım katsayısı eşitlikleri önermiştir [3]. Gerçekte kıyıya ulaşan dalgalar düzensiz dalgalar olup farklı yönlerden oluşan birçok bileşenleri vardır. Tüm dalgaların toplam etkisini içermesi amacıyla tüm düzenli dalgaların süperpozisi yazılabilir. Bu varsayım ile yazılmış Kamphuis'un kırınım katsayıları eşitlikleri aşağıda verilmiştir.

$$-90 \leq \theta \leq 0 \text{ olduğu durumda; } K_d = 0.71 + 0.0093\theta + 0.000025\theta^2 \quad (1.25)$$

$$0 \geq \theta \geq 40 \text{ olduğu durumda; } K_d = 0.71 + 0.37 \sin \theta \quad (1.26)$$

$$40 \geq \theta \geq 90 \text{ olduğu durumda; } K_d = 0.83 + 0.17 \sin \theta \quad (1.27)$$

1.4.4.5. Dalga Yansımaları

Açık denizden kıyıya doğru yaklaşan dalga bir engeller karşılaştığında, eğer engelin geometrisi ve yüzey özellikleri dalganın tamamen sönmemesine yol açmıyorsa, gelen dalga enerjisinin bir kısmı veya tamamı geri yansır.

Dalga yansımaları, çeşitli kıyı problemlerinde ve özellikle liman boyutlarının ve liman tiplerinin belirlenmesinde başlıca etkenlerden birisidir. Yansıma katsayısı,

$$K_y = \frac{H_y}{H} \quad (1.28)$$

şeklindedir. Bu eşitlikte,

H: Gelen dalga yüksekliği,

H_y : Yansıyan dalga yüksekliği,

K_y : Yansıma katsayısıdır.

Bu katsayı 0 ile 1 arasındadır. $K_y = 1$ olduğunda dalganın tam yansıdığı, $K_y = 0$ olduğunda dalganın tam sönmeye uğradığı söylenebilir.

1.4.5. Katı Madde Taşınımı

Bir kıyı bölgesinde, kıyıya dik gelen dalgalar kıyıya dik gelen taşınım neden olurken, kıyıyla bir açı yaparak gelen dalgalar hem kıyıya dik hem de kıyı boyu taşınım oluştururlar. Genelde dalgalar kıyıya bir açı oluşturacak şekilde yaklaşır. Bu nedenle kıyılarda genel anlamda hem kıyıya dik hem de kıyı boyu taşınım oluşmaktadır. Kış aylarında taşınım açık deniz yönünde olması nedeniyle oyulma olur ve sahil yatık profil haline dönüşür. Yaz aylarında taşınım kara yönüne olacağından yığılma oluşur ve sahil dikleşir [4].

Katı madde daneciklerinin kıyından ne kadar uzağa veya hangi derinliklere kadar taşınabileceği konusunda çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Hallermeier'in yaptığı çalışmaya kadar aktif derinlik (D_C) belirgin dalga yüksekliğinin iki katı olarak kabul edilmekteydi.

Hallermeier yaptığı çalışma ile bir kıyıda bir yılda 12 saatte bir gelebilecek dalga yüksekliğini kullanarak D_C 'yi formüle etmiştir [4].

$$D_C = 2.28H_{s,12} - \frac{68.5(H_{s,12})^2}{gT^2} \quad (1.29)$$

1.4.5.1. Kıyıya Dik Katı Madde Taşınımı

Kıyı ile belli bir açı yaparak gelen dalgaların enerjilerinin kıyıya paralel bileşeni kıyı boyu, kıyıya dik bileşeni ise kıyıya dik taşınımı oluşturur. Kıyıya dik malzeme taşınımı, birim genişlikteki bir kıyının kıyıya dik yöndeki kesiti üzerinde incelenir ve bu kesite kıyı profili adı verilir. Kıyı profilin etkileyen esas parametre kıyıya dik katı madde taşınımıdır. Ancak kıyıya sonradan inşa edilmiş kıyı yapıları (mahmuzlar, limanlar, balıkçı barınakları vb.) kıyı boyu taşınımı etkilediklerinden kıyı profilinde önemli değişiklikler olmaktadır.

Kıyı profili, normal (yaz) profili, fırtına (kış) profili olmak üzere ikiye ayrılır. Kıyı profilinde, hangi şartlarda yığılma ve oyulma olacağı dalga parametrelerine bağlıdır. Yapılan araştırmalar, derin deniz dalga dikliğinin (H_0/L_0) en etkin etmen olduğunu göstermektedir [4].

Kıyı profili, Dean'nin formülü ile kolay bir şekilde ifade edilebilir. Dean, kıyı profilinin konkav (içe dönük) bir şekilde olacağını ileri sürmüştür [4].

$$d(y) = A_p \cdot y^{2/3} \quad (1.30)$$

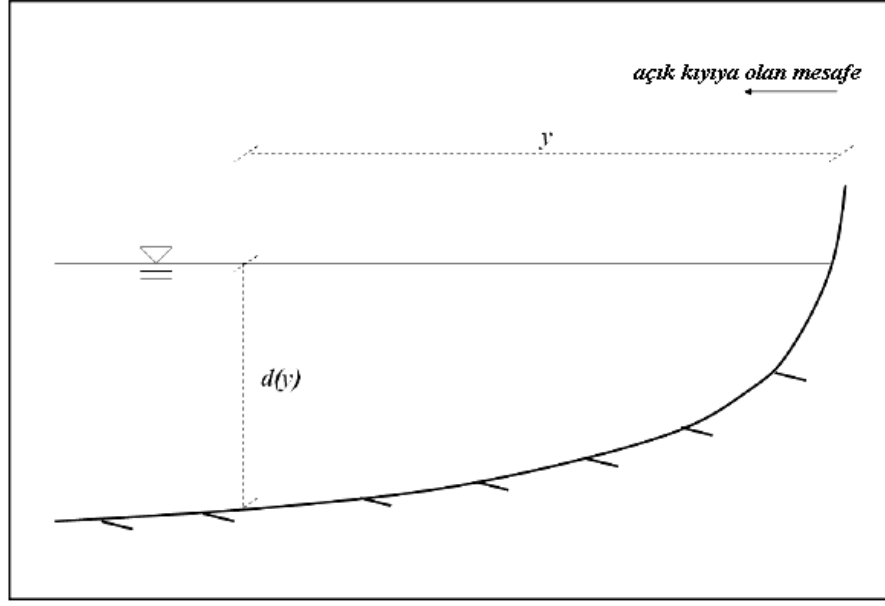
Burada,

d : kıyı çizgisinde y uzaklıktaki noktanın su derinliğini,

A_p : kıyı profilinde katı maddeye bağlı ölçü parametresini ifade etmektedir.

Kamphius'un katı madde dane çapına bağlı olarak A_p ölçü parametresi için formül geliştirmiştir. Ancak bu formül dane çapının 0,0001m ile 0,001m arasında olması durumunda geçerlidir [4].

$$A_p = [1.04 + 0.086 \ln D_{50}]^2 \quad (1.31)$$



Şekil 3. Kıyı profili

1.4.5.2. Kıyı Boyu Katı Madde Taşınımı

Dalga enerjisinin kıyıya paralel bileşeninin neden olduğu ve yönü kıyıya paralel olan katı madde taşınımına kıyıya paralel taşınım adı verilir. Derin denizde kıyı ile belli bir α_0 açısı yapan dalgalar, sapmanın etkisi ile kıyıya yaklaştıkça, kıyıya dik gelme eğilimindedir. Kırılma anında bir α_b açısı yaparlar ve genellikle $\alpha_b < \alpha_0$ 'dır. Bu nedenle dalgaların hem kıyıya paralel hem de kıyıya dik enerjileri söz konusudur. Kıyıya paralel enerji bileşeni, kıyıya yakın bir bölgede su kütlesi hareketine neden olur. Bu harekete kıyı boyu akıntısı adı verilir. Kıyı boyu katı madde taşınımını doğuran asıl etmen bu kıyı boyu akıntılarıdır.

Kıyı bölgesinde oyulma ve yığılma oluşup oluşmayacağı kıyı boyu katı madde taşınım miktarına bakılmaksızın giren ve çıkan madde miktarı ile anlatılabilir. Uygulama ve hesaplamalarda Q_R sağ yönde ve pozitif kabul edilen kıyı boyu katı madde taşınımını, Q_L ise sol yönde negatif kabul edilen kıyı boyu katı madde taşınımını ifade etmektedir. Kıyı boyunda oluşan “net taşınım” ise iki yönde gerçekleşen taşınımın farkına eşittir.

$$Q_{NET} = Q_R + Q_L \quad (1.32)$$

Kıyı boyunca oluşan toplam katı madde taşınımı ise iki yöndeki taşınım miktarlarının mutlak değer toplamı olacaktır.

$$Q_T = Q_R + |Q_L| \quad (1.33)$$

Kıyı boyu katı madde taşınımı kıyı profilinde iki şekilde oluşmaktadır. Bunlardan biri tabanda türbülansın neden olduğu süspansiyon şeklinde katı madde taşınımı, bir diğeri ise deniz yatağı pürüzlülüğünden oluşan deniz yatağında maddelerin kapalı bir yörünge etrafında dönerek ve sıçrayarak oluşan yatak taşınımıdır. Kıyaslamalarda yatak taşınımının kıyı boyu katı madde taşınımında daha baskın olduğu görülmüştür.

Kıyı boyu katı madde taşınımının çoğunluğu sörf bölgesinde oluşmaktadır. Kıyı boyu katı madde taşınımının kıyı profilinde dikey yöndeki dağılımı su derinliği ile ilişkilidir. Kıyı boyu katı madde taşınımı deniz tabanından durgun su seviyesine doğru hızlı bir şekilde azalmaktadır [4].

Literatür taramalarında sık karşılaşılan kıyı boyu katı madde taşınım miktarı hesabında iki farklı hesap yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemlerden birisi Kamphius bir diğeri ise Komar'ın enerji akısı metodundan geliştirilen CERC formülüdür.

Kamphius'un formülü,

$$Q = 7.3 H_{sb}^2 T^{1.5} m_b^{0.75} D_{50}^{-0.25} \sin^{0.6}(2\alpha_{bs}) \quad (1.34)$$

şeklindedir.

Bu formülde, Q kıyı boyu katı madde taşınımını, H_{sb} belirgin dalga kırılma yüksekliğini, T dalga periyodunu; m_b deniz tabanı eğimini, D_{50} dane çapını; α_{bs} etkin dalga kırılma açısını ifade etmektedir. CERC formülü aşağıdaki gibidir.

$$Q = K \left(\frac{\rho \sqrt{g}}{16 \gamma_b^{0.5} (\rho_s - \rho)(1-p)(1.426)^{2.5}} \right) H_b^{2.5} \sin(2\alpha_b) \quad (1.35)$$

Bu formülde, K boyutsuz yapay orantılılık katsayısını, ρ su yoğunluğunu, g yerçekimi ivmesini, ρ_s sediment yoğunluğunu, p sediment porozitesini, γ_b dalga kırılma

indeksini ($= 0,78$ alınabilir), H_b dalga kırılma yüksekliğini, α_b dalga kırılma açısını ifade eder.

K, düzeltme katsayısı için birçok çalışma yapılmıştır. SPM (Shore Protection Manual – Kıyı Koruma El Kitabı)'de K katsayısı için 0,39 değeri; Van Rijn, çalışmalarında 0,20 ile 1,60 değerleri arasında bir değer kabul edilmiştir. Komar, K katsayısının dalga enerji seviyesinin azalması ve dane çapının artması sonucunda azalacağını ifade etmiştir [4].

1.4.6. Kıyı Gelişimi İçin Tahmin Metotları

Kıyı gelişiminin tahmininde kullanılan sayısal modeller tek boyutlu modellemelerden üç boyutlu modellemelere doğru gelişim göstermiştir. Sayısal modeller bilinen fiziksel kanunlar veya laboratuvar ve arazi ölçümlerine dayanan ampirik yaklaşımlar ile formüle edilirler. Kıyı yapılarının çevresinde oluşan sığlaşma sürecini tahmin etmek amacıyla üç boyutlu sayısal modeller geliştirilmiştir. Üç boyutlu sayısal modellerin amacı kıyıya dik ve kıyı boyu doğrultularda değişkenlik gösteren taban topoğrafyasının açıklanmasıdır. Saied'e göre son dönemlerde geliştirilmiş sayısal modeller hesap metoduna göre kıyı çizgisi veya çizgi modelleri ve üç boyutlu modeller olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir [5]. Dabees'e göre ise mevcut sayısal modeller üç ana gruba ayrılabilir; kıyı profili modeli, kıyı çizgisi değişim modeli ve üç boyutlu kıyı değişimi modeli [6].

Kıyı profili modeli, fırtınaların sebep olduğu kıyı erozyonunun tahmininde kullanılmaktadır. Bu model, kıyıya dik katı madde taşınımının sebep olduğu kısa dönem profil değişimini simüle etmekte, kıyıya paralel yöndeki katı madde değişkenleri ihmal edilmektedir. Belirleyici kıyıya dik sayısal modeller ile dalga transformasyonu ve profil boyunca ortalama hızlar hesaplanabilir. Daha sonra katı madde taşınımı Bailard'ın enerji yaklaşımı kullanılarak yatay hızların ve yerel taban koşullarının fonksiyonu ile hesaplanır.

Kıyı çizgisi değişiminin analitik modelleri sabit dalga koşulları altında katı madde taşınımının basitleştirilmiş diferansiyel süreklilik denkleminin matematiksel çözümleridir. Kıyı çizgisinin ilk matematiksel modeli Pelnard-Considerere's tarafından tek çizgi modeli (on eline model) olarak tanımlanmıştır. Bu teoremin ana varsayımı katı madde taşınımının olmadığı kabul edilen aktif derinliğe kadar kıyı profilinin paralel olduğudur. Tek çizgi modeli aynı zamanda kıyıya dik katı madde taşınımı ve dalga etkisinden kaynaklanan küçük açısal değişimleri ve kıyı çizgisinin değişimini ihmal etmektedir. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle kıyı çizgisi değişim modelleri geliştirilmiştir. Örneğin Hanson

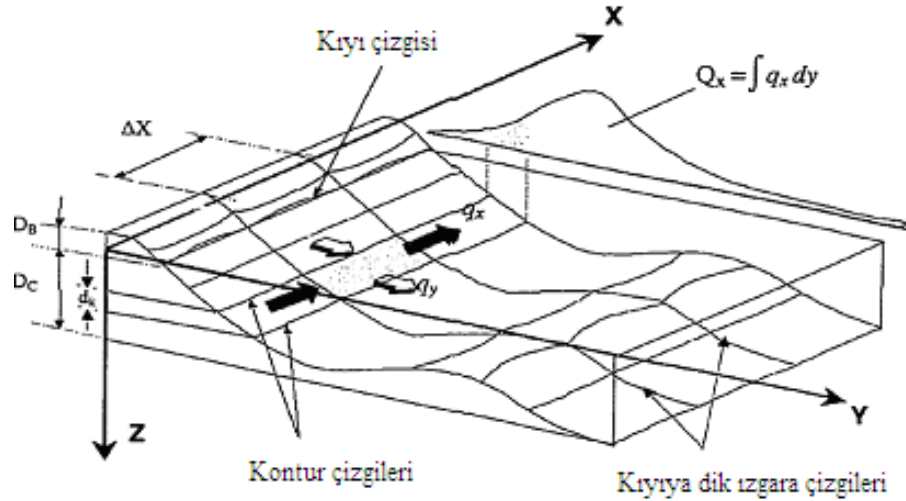
ve Kraus, GENESIS; Dabees ve Kamphius ONELINE adı verilen modellemeler geliştirmişlerdir [5].

Üç boyutlu kıyı gelişimi modeli, dalga ve ilgili kıyı alanının çevresinde oluşan akıntı koşulları altında kıyı gelişimini tahmin etmektedir. İlk olarak Wang, Watanabe, Yamagichi ve Nishioka bu tür sayısal modelleri geliştirmişlerdir. Ancak modellerin sayısal doğrulaması yapılamıyordu. Bunun yanı sıra dalgalar, kıyı akıntıları ve katı madde taşınım oranı için bazı hesaplamalar yeterli değildir. Watanabe ve diğerleri kısa dönemde kıyı gelişiminin tahmini için üç boyutlu sayısal model geliştirmişlerdir. Modelin tümü üç alt model içermektedir. Hesaplanan dalga koşulları altında kıyı akıntıları, katı madde taşınımı ve kıyı değişimi elde edilmektedir [6].

Dabees yapmış olduğu çalışmada N-Line sayısal modeli ifade etmiştir. Bakker, simüle edilmiş iki konturun gelişimine izin veren iki çizgi modellemesini oluşturmuştur [6]. Bu model kullanılarak Perlin ve Dean N-Line model olarak bilinen üç boyutlu sayısal modellemeyi geliştirmiştir. Bu sayısal modelleme isteğe bağlı sayıda kontur çizgisinde kıyı profili geliştirebilmektedir. N-Line sayısal modeli kıyıya dik doğrultudaki ızgara çizgileri ile kıyıya paralellik gösteren taban konturlarının oluşturduğu karelaç ağı alanında çözümlenmektedir. Ancak bu alanın sınırı D_C olarak gösterilen aktif derinliktir. Aktif derinlikten açık deniz yönüne doğru katı madde taşınımı olmadığı bilinmektedir. Oluşturulan karelaç ağı alanında kıyıya dik ve kıyı boyu taşınım miktarları hesaplanarak ileri dönemdeki taban topografyası değişimleri izlenebilmektedir.

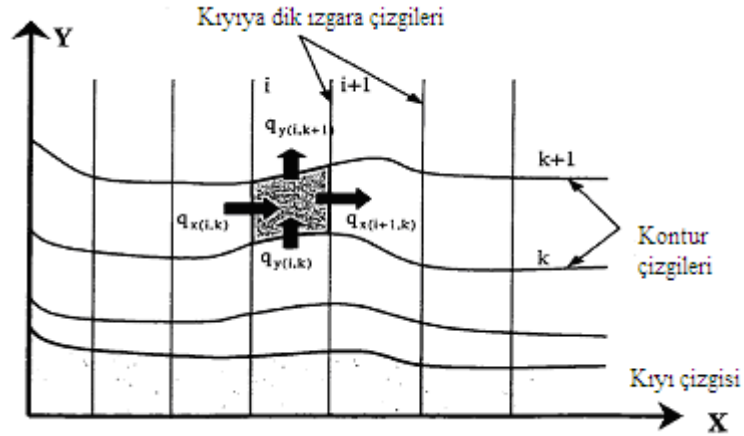
N-Line sayısal modellemede ilk olarak mevcut deniz topografyası tanımlanır. Kıyıyı etkileyen ve uzun dönem arazi verisi gerektiren dalga koşulları girilerek kıyıya ulaşana kadar deniz tabanından ve kıyı yapılarından etkileri altında dalga dönüşümü yapılır. Değişime uğramış dalga koşulları altında katı madde taşınımı ile oluşan yeni kıyı çizgisi ve taban topografyası oluşturulur. Böylece istenilen kıyı alanında gelecek dönemlerde oluşabilecek taban topografyası tahmin edilebilir. N-Line sayısal modeli kıyının üç boyutlu batimetri haritalarının oluşturulmasında kullanılabilir.

Şekil 4.'te N-Line sayısal modelin ifadesinde kullanılacak terimler gösterilmiştir. Q_x kıyı boyu taşınım debisini, q_x kıyı boyu taşınım miktarını, q_y kıyıya dik taşınım miktarını, D_C taşınımın son bulunduğu su derinliğini, ΔX kıyıya dik ızgara çizgilerinin arasındaki mesafeyi göstermektedir.



Şekil 4. N-Line sayısal modelin üç boyutlu gösterimi

Şekil 5.'te topografyası tahmin edilecek olan hücreye etki eden katı madde taşınımları gösterilmiştir. Şekle göre söz konusu hücrenin taşınım miktarına hücreye giren ve çıkan kıyı boyu ve kıyıya dik taşınım debileri etki edecektir. $q_{x(i,k)}$ ve $q_{y(i,k)}$ sırasıyla hücreye giren kıyı boyu ve kıyıya dik taşınım debisini, $q_{x(i+1,k)}$ ve $q_{y(i,k+1)}$ sırasıyla hücreden çıkan kıyı boyu ve kıyıya dik taşınım debisini ifade etmektedir.



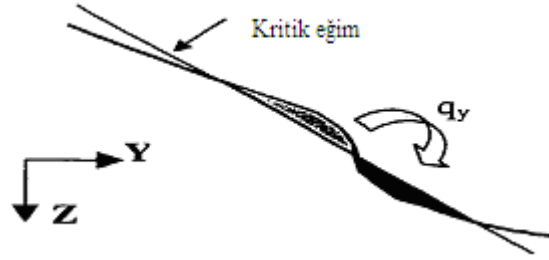
Şekil 5. N-Line sayısal modelde üzerinde hesap yapılacak hücreye etki eden taşınımlar

N-Line sayısal model (1.36) ve (1.37) eşitliği ile ifade edilebilir. Bu eşitliklerde kıyıdaki değişimi zamana bağlı olarak taşınım debilerinin oluşturmuş olduğu su derinlikleri ile ifade edilmektedir.

$$\frac{\partial y_k}{\partial t} = -\frac{1}{d_k} \left(\frac{\partial (q_x)_k}{\partial x} + \frac{\partial (q_y)_k}{\partial y} \right), (k=1, \dots, n) \quad (1.36)$$

$$d_k = z_{k+1} - z_k \quad (1.37)$$

Denge yöntemi ile komşu konturlar arası eğim Şekil 6.'da görülen kritik eğimi aşana kadar hesaplanan kontur çizgilerinin değişimi belirlenebilir.



Şekil 6. Kritik eğim

Dabees'in oluşturduğu N-Line modelde kıyı boyu katı madde taşınımı Hanson ve Kraus'un ortaya koyduğu dalga yüksekliği gradyanı ile oluşan taşınımın Kamphuis tarafından modifiye edilmesi ile elde edilen taşınım formülüdür [6].

$$(q_x)_k = \mu_k \cdot Q \quad k = 1, \dots, n \quad (1.38)$$

$$Q = C_k \cdot K_k \cdot H_b^2 \cdot T^{1.5} \cdot (\tan \beta)^{0.75} \cdot D_{50}^{-0.25} \left[\sin^{0.6}(2\alpha) - \frac{2}{\tan \beta} \cos \alpha \frac{\partial H_b}{\partial x} \right] \quad (1.39)$$

Bu eşitlikte C_k , Q m³/saat biriminde iken değeri 7.3 olan sabit katsayı, K_k gerçek katı madde taşınım oranının potansiyel katı madde taşınım oranına oranı (model kalibrasyonu için kullanılan amprik faktördür), H_b kırılan dalga yüksekliği, T dalga periyodu, $\tan \beta$ kıyı eğimi, α dalga açısı, D_{50} nominal dane büyüklüğüdür. Orijinal eşitlik gelen kırılma dalga yüksekliği ve açısının fonksiyonudur. Ancak N-Line modelde Q , kırılma dalga açısı yerine her kıyı bölgesi için yerel dalga açısı kullanılarak hesaplanmaktadır. Kontur çizgisi modelde kontur çizgileri birbirine paralel değildir. Bu

nedenle bir kıyı profilinde yerel dalga açısı özellikle yapı çevresinde önemli ölçüde değişkenlik gösterecektir. Yerel dalga açısının kullanılması daha gerçekçi sonuçlara ulaşmak için önemlidir. μ_k her kontur aralığı için kıyı boyu taşınım katsayısıdır ve (1.40) eşitliği ile hesaplanabilir.

$$\mu_k = \frac{\int_{z=D_c}^{z=k+1} \Phi(z) dz}{\int_{z=0}^{z=k} \Phi(z) dz} \quad (1.40)$$

ve

$$\sum_{k=1}^{k=n} \mu_k = 1 \quad (1.41)$$

(1.40) eşitliğinde $\Phi(z)$ kıyı boyu katı madde taşınımının kıyıya dik dağılımını ifade etmektedir. Teorik ve deneye dayalı olarak birçok dağılım formülü geliştirilmiştir. Her profil boyunca toplam kıyı boyu katı madde taşınımı profil boyunca q_x integre edilmesi ile elde edilebilir.

$$Q_x = \int_{y=0}^{y=D_c} (q_x)_k dy \quad (1.42)$$

N-Line modelde kıyıya dik toplam katı madde taşınımı q_y aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$q_y = K_q (q_B + q_S) \quad (1.43)$$

Dalga hareketi altında açık ve yakın kıyıda katı madde hareketi yatak yükü ve askıda yük olarak ayrılır. (1.43) eşitliğinde q_B ve q_S sırasıyla yatak yükü ve askıda taşınımı ifade etmektedir. N-Line modelde kıyıya dik katı madde taşınımı her bölge için Bailard formülü kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$q_B = \frac{C_f}{g(s-1)(1-p)} \frac{\varepsilon_B}{\tan \phi} \left[u|u|^2 - \frac{\tan \beta}{\tan \phi} |u|^2 \right] \quad (1.44)$$

$$q_s = \frac{C_f}{g(s-1)(1-p)} \frac{\varepsilon_s}{\omega} \left[u|u|^3 - \frac{\varepsilon_s}{\omega} \tan \beta |u|^2 \right] \quad (1.45)$$

Bu eşitliklerde $\tan \beta$ yerel taban eğimini, C_f sürtünme katsayısını, ϕ içsel sürtünme açısını, ω çökme hızını, s katı maddenin özgül ağırlığını, p yığılan (depolanan) katı maddenin porozitesini, ε_B , ε_s sırasıyla yatak ve askıda yük etkisinin katsayısını (ki $\varepsilon_B \approx 0.13$, $\varepsilon_s \approx 0.024$ olarak kullanılabilir), u taban akışkan hızını ifade etmektedir. Sürtünme katsayısı Kamphius tarafından belirlenmiştir.

$$C_f = 0.4 \left(\frac{a_b}{k_s} \right)^{-0.75} \quad (1.46)$$

(1.46) eşitliğinde a_b su parçacığı sapma sayısını, k_s pürüzlülük katsayısını ifade etmektedir. Aşağıdaki eşitliklerde H gelen dalga yüksekliğini, k dalga sayısını, d su derinliğini, D_s katı madde tane büyüklüğünü ifade etmektedir.

$$a_b = \frac{H}{2 \sinh kd} \quad (1.47)$$

$$k_s = 3D_s \quad (1.48)$$

(1.43) eşitliğinde düzeltme (kalibrasyon) parametresi K_q 'nin varsayılan değeri başlangıçta 0.1 olarak belirlenir ve model kalibrasyonu süresince düzeltilebilir. Dalga sörf bölgesinde değişime uğrayacağından dalga yüksekliğine bağlı hız momentlerinde farklılıklar olacaktır. Sörf bölgesinde kıyıya dik yatak ve askıda katı madde taşınımı sırasıyla (1.49) ve (1.50) eşitlikleri ile hesaplanabilir.

$$\langle q_B \rangle = \frac{C_f \cdot u_m^3}{g(s-1)(1-p)} \left\{ \frac{\varepsilon_B}{\tan \phi} \left(\psi_1 + \frac{2}{3} \delta_u - \frac{\tan \beta}{\tan \phi} u_3^* \right) \right\} \quad (1.49)$$

$$\langle q_s \rangle = \frac{C_f \cdot u_m^3}{g(s-1)(1-p)} \left\{ \frac{u_m}{\omega_s} \varepsilon_s \left[\psi_2 + \delta_u u_3^* - \frac{u_m}{\omega_s} \varepsilon_s \tan \beta u_5^* \right] \right\} \quad (1.50)$$

Bu eşitliklerde u_m akışkan taban hızını, δ_u , ψ_1 , ψ_2 , u_3^* , u_5^* kıyıya dik hız momentlerini temsil edip aşağıdaki gibi hesaplanırlar.

$$\psi_1 = 0.303 - 0.144H.C_q \quad (1.51)$$

$$\psi_2 = 0.603 - 0.510H.C_q \quad (1.52)$$

$$\delta_u = 0.00458 - 0.157H.C_q \quad (1.53)$$

$$u_m = 0.319 + 0.403H.C_q \quad (1.54)$$

$$u_3^* = 0.548 + 0.07333H.C_q \quad (1.55)$$

$$u_5^* = 1.50 + 0.346H.C_q \quad (1.56)$$

Bu denklemlerde u_m m/sn, H m birimindedir. C_q net taşınım yönü için ampirik kalibrasyon faktörüdür. Eğer belirgin uzun dönem katı madde kaybı veya kazanımı yok ise yıllık net kıyıya dik taşınımın 0'a yakın olduğu belirlenebilir.

Dabees'in oluşturduğu N-Line modelin iki ana modülü bulunmaktadır. Dalga transformasyonunun hesaplandığı ilk modül dalga modülü, ikinci modül ise katı madde taşınımı ile kontur gelişiminin hesaplandığı morfoloji modülüdür. Her zaman adımında dalga koşulu girdisinin derin deniz su derinliğinden her ızgara noktasına doğru transformasyonu yapılır [6]. Kırılma ve sığlaşma hesaplamalarını içeren dalga transformasyonu kıyıya doğru bir konturdan diğerine şeklinde tamamlanır. (k+1) konturundan (k) konturuna doğru dalga transformasyonu yapılırken (i, k) düğüm noktasındaki dalga yüksekliği aşağıdaki gibi hesaplanabilmektedir.

$$H_{(i,k)} = Ks_{(i,k)} \cdot Kr_{(i,k)} \cdot H_{(i \pm m, k+1)} \quad (1.57)$$

Burada, $Ks_{(i,k)}$ ve $Kr_{(i,k)}$ sırasıyla lineer dalga teorisi ve Snell Kanunu ile hesaplanabilen sığlaşma ve kırılma katsayılarıdır. $H_{(i,k)}$ bilinmeyen dalga yüksekliğini (output), $H_{(i\pm m, k+1)}$ ise komşu açık kıyı konturundan hesaplanan dalga yüksekliğini (input) ifade etmektedir. Değişken m alt indisi girdi (input) dalga koşulunu belirten tamsayıdır. İlk olarak (i, k) düğüm noktasındaki açının $(i, k+1)$ düğüm noktasında bilinen açiya eşit olduğu varsayılmaktadır. (i, k) düğüm noktasındaki dalga yüksekliği (1.57) eşitliği ile hesaplanır. Dalga açısı ise Snell Yasası kullanılarak belirlenir.

$$\frac{\sin \theta_{(i,k)}}{\sin \theta_{(i\pm m,k)}} = \frac{L_{(i,k)}}{L_{(i\pm m,k)}} \quad (1.58)$$

Burada,

θ : Yerel dalga açısını,

L : Yerel dalga boyunu ifade etmektedir.

Dalga dönüşümü bir kontur diğer kontura kıyıya ulaşana kadar devam ettirilir. Kırılma bölgesi belirlenmiş kırılma kriteri kullanılarak iki kontur arasında iterasyon ile hesaplanır. Kırılma bölgesinin kıyı tarafındaki dalga yükseklikleri sörf bölgesindeki basit dalga kriteri ile bulunabilir.

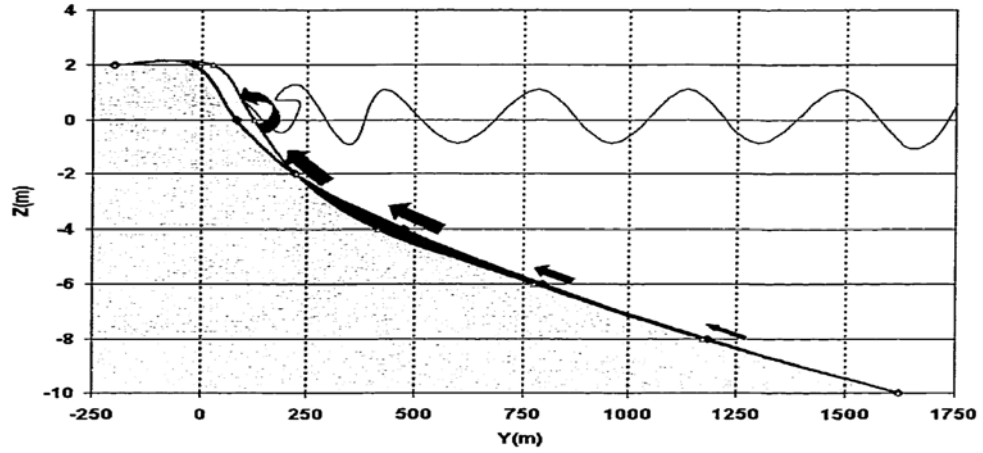
$$H = 0.8\gamma d \quad (1.59)$$

Bu denklemde, H sörf bölgesinde yerel dalga yüksekliğini; d yerel su derinliğini; γ kırılma kriteri indeksini belirtmektedir. 0,8 katsayısı dalganın kırılma esnasında enerji kaybından dolayı kullanılan katsayısıdır. Eğer kıyıda kırınım oluşturacak herhangi bir kıyı yapısı (mahmuz, liman, balıkçı barınağı vb.) mevcut ise bu yapıların kıyı tarafında kırınımın etkisi hesaba katılmalıdır. Kırınım katsayısı 1.4.4.5. bölümünde hesaplandığı gibi hesaplanarak dalga açısı ve yüksekliğine etki ettirilir.

Dabees' in oluşturduğu N-Line sayısal model ile kıyı gelişiminin üç boyutlu simülasyonu elde edilebilir. Pratik bilgisayar uygulaması, etkili model kalibrasyonu, doğrulaması ve hassas analizleri uygulanabilir kılmaktadır. Model hem kıyı boyu hem de kıyıya dik katı madde taşınımını bir arada hesaplayabilmektedir. Değişik kıyı yapılarında ve sınır koşullarında düzensiz batimetri ile birlikte kompleks kıyı sistemlerinin simülasyonunu üretebilmektedir [6].

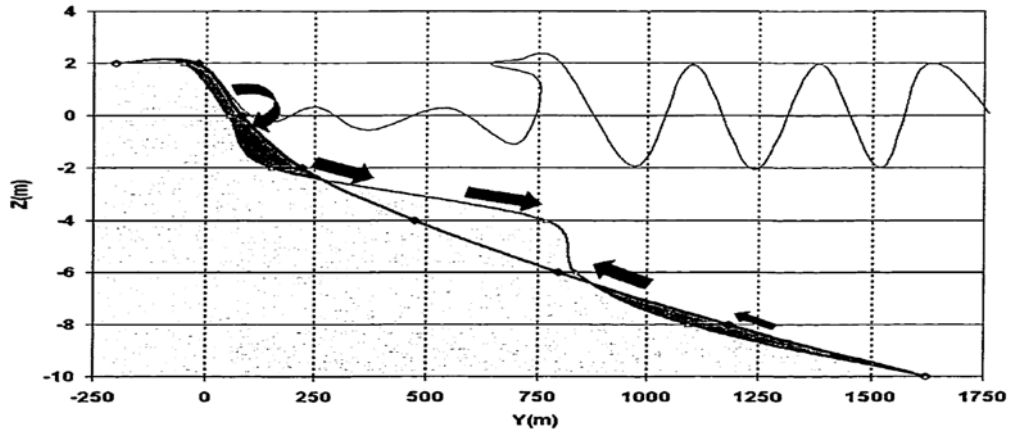
Şekil 7. ve Şekil 8.'de N-Line modellemesi kullanılarak çeşitli veriler ile oluşturulmuş sırasıyla yaz ve kış profilleri görülmektedir.

Şekil 7.'de görüldüğü gibi yaz profilinde katı madde hareketi kıyıya doğru olup kıyıda yığılma oluşmaktadır.



Şekil 7. Yaz profilinde katı madde taşınımı ve kıyı profili

Şekil 8.'de ise kış profilinde katı madde hareketi açık denize doğru olup oyulma oluşmaktadır.



Şekil 8. Kış profilinde katı madde taşınımı ve kıyı profili

Şafak, yaptığı çalışmada düz mahmuzlarda doğrudan geçiş (bypassing) hakkında bilgiler vermektedir. Şafak, kıyı sisteminde mahmuzların etkisini mahmuzdan geçen taşınım miktarının kıyı tarafına geçen taşınım miktarına oranı ile değerlendirilebileceğini

belirtmiştir. Mahmuzdan geçen taşınımın iki ana etkeni vardır. Biri doğrudan geçiş (bypassing), bir diğeri ise geçirimsiliktir (permeability) [1].

Doğrudan geçiş, aktif derinliğe ulaşmamış mahmuz uçları ve çevresinde dolaylı oluşan katı madde hareketidir. Mahmuzun doğrudan geçiş faktörü geçen katı madde hacminin kıyıya ulaşan toplam katı madde hacmine oranı olarak bilinmektedir. Taşınım yönünü mansap, taşınımına ters yönü memba olarak kabul edersek, çalışmalarda mansabı dolu olan mahmuzların membasına daha az verdiği görülmüştür. Mansabı dolu olmayan ancak kıyı boyu katı madde taşınımını tutabilecek kadar uzun olan mahmuzlarda kıyıda çoğu kez oyulma (erozyon) oluşmaktadır. Akıntılar, fırtınalar ve su seviyesinin yükselmesi mansap tarafındaki katı maddenin kaybına yol açabilirler. Mahmuzun memba tarafında biriken malzemeler akıntılar nedeniyle mahmuz ucuna doğru bir hareket oluştururlar. Kıyıya dik taşınımın etkisi ile müzvara birikmiş katı madde harekete geçer ve mansap tarafına dolaylı şekilde geçer.

Şafak, oluşturmuş olduğu sayısal modelde mahmuz etkili uzunluğunun ve bu nedenle mahmuzun katı madde tutma kapasitesinin zamana bağlı olduğunu ifade etmektedir. Buna göre mahmuzun etkili uzunluğu kıyı bölgesinde yığılma veya oyulma olup olmadığını belirleyebilir [1].

$$L_e = L_g - y_{groyin} \quad (1.60)$$

Burada,

L_e : mahmuz etkili uzunluğunu,

L_g : mahmuz uzunluğunu,

y_{groyin} : mahmuzun mansabında katı madde yığılma uzunluğunu belirtmektedir.

Kamphuis, Dean profilini kullanarak kıyı bölgesinde oluşan doğrudan geçiş faktörünü aşağıdaki gibi hesaplamaktadır.

$$BYP = 1 - \frac{L_e D_c - 0.6 A_p L_e^{5/3}}{y_c D_c - 0.6 A_p y_c^{5/3}} \quad (1.61)$$

Burada,

y_c : aktif derinliğin (D_C) kıyıya uzaklığını,

A_p : kıyı profilinde katı maddeye bağlı ölçü parametresini ifade etmektedir.

(1.61) eşitliğinde aktif derinlik D_C yerine kıyı boyu katı madde taşınım sınır derinliği D_{LT} , aktif derinliğin kıyıya uzaklığı y_c yerine kıyı boyu katı madde taşınımın sınır derinliğinin kıyıya olan uzaklığı y_{LT} yerleştirilirse (1.62) eşitliği elde edilir.

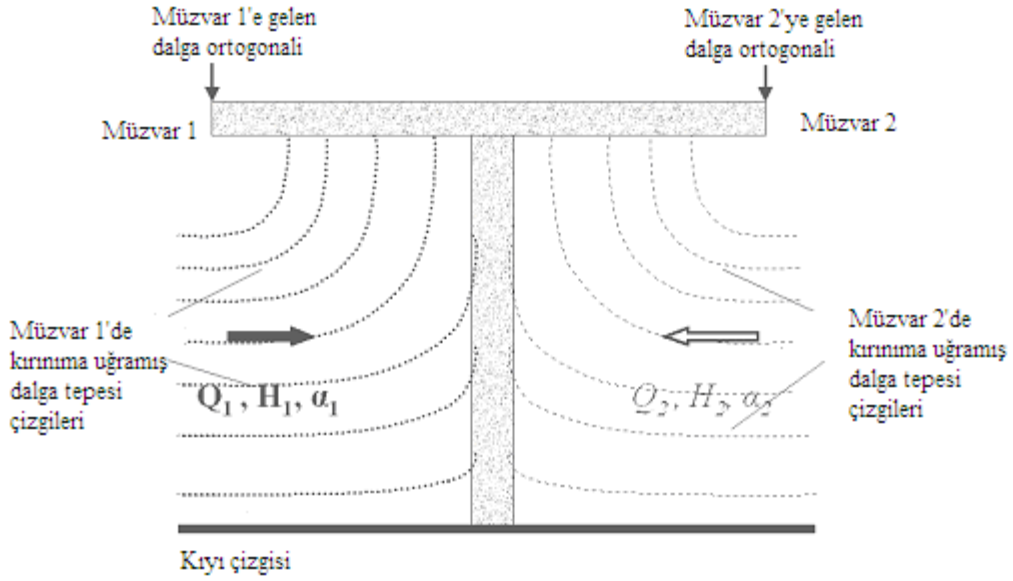
$$BYP = 1 - \frac{L_e D_{LT} - 0.6 A_p L_e^{5/3}}{y_{LT} D_{LT} - 0.6 A_p y_{LT}^{5/3}} \quad (1.62)$$

(1.62) eşitliğine göre eğer mahmuz kıyı boyu katı madde taşınım sınır derinliğine ulaşmış ise ($L_e = y_{LT}$) doğrudan geçiş sıfır olur. Bir başka deyişle doğrudan geçiş oluşmaz. Eğer mahmuz katı madde tutma kapasitesini doldurmuş ve etkili mahmuz uzunluğuna ulaşmış ($L_e = 0$) ise dorudan geçiş faktörü 1 olur. Bu da mahmuzun fonksiyonunu kaybettiği anlamına gelir.

Geçirimlik, doğrudan geçişe nazaran daha durağandır ve katı maddenin yapının kesitinden doğrudan geçmesidir. Geçirimsizlik kıyı yapısının yüksekliğine ve boşluk oranına bağlıdır.

Şafak, oluşturmuş olduğu sayısal modeli test etmek amacıyla farklı mahmuz geçirimsizliklerinde ve uzunluklarında çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmalara göre doğrudan geçişin artmasıyla mahmuzun memba tarafında yığılma miktarının azaldığı, geçirimsizliğin 0 olduğu mahmuzlarda tutma kapasitesinin dolmasına kadar mahmuz membasında maksimum yığılma olduğu ancak mansapta da maksimum oyulma olduğu, mahmuz geçirimsizliği artırıldığında yığılma ve oyulmanın azaldığı, memba tarafında malzeme tutan mahmuzların mansaplarına daha az zarar verdiği görülmektedir [1].

Şafak, yaptığı çalışmada mahmuzun her iki tarafı için dalga parametrelerini ayrı ayrı hesaplayıp T mahmuzunun kıyıya dik bölümünün tamamen geçirimsiz olduğunu kabul ederek her iki müzvarının kırınım etkisinin hesaplandığını belirtmektedir. Başka bir ifadeyle T mahmuzunun gövdesinin tamamen geçirimsiz kabul edilmesi ile mahmuz memba ve mansap tarafındaki dalga parametrelerinin birbirlerini etkilemediği düşünülmüştür [1].



Şekil 9. T mahmuzunda kırınım etkisi

Özölçer, T mahmuzlarının mansap ve memba taraflarında kırınım katsayılarını, iki mahmuz arasındaki kırınım katsayısını hesaplariken her iki yönden hesaplanan kırınım katsayılarının çarpımlarını almıştır [4].

Günbak ve diğerleri, Samsun Yakakent Balıkçı Barınağındaki aşırı kumlanma sebebiyle yaptıkları çalışma sonucu limanın ana mendireğinin 8,00 m su derinliğine kadar uzatılmasını, yeni tali mendirek yapılmasını ve ana dalgakıranın uzatılması nedeniyle oluşabilecek oyulmayı önlemek amacıyla kıyı koruma duvarından dereye kadar kıyı koruma duvarı yapılmasını önermişlerdir [7].

Üzerinde çalışılan balıkçı barınağı ilk projelendirilmesinde 475 m ana dalgakıran ve 230 m tali dalgakıran ile korunmuştur. Barınağın inşaatını takiben ana dalgakıranın yaklaşık 150 m' lik bölümü kumlanmadan dolayı oluşan yeni sahil çizgisinin gerisinde kalmıştır. Barınak tali dalgakıran ile ana dalgakıran arasındaki liman giriş ağzından liman basenine doğru 30 cm su derinliğine kadar sığlaşmıştır. Mevcut durum tek çizgi nümerik modeli kullanılarak bilgisayar ortamında çözülmüştür. Önerilerin inşa edilmesinden son bir seneye kadar gözlemler yapılmıştır. Gözlemler sonucunda limanda dolma oluşmadığı görülmüştür [7].

Karasu ve diğerleri, 2. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu bildiri kitabında yayınlanan bildirilerinde Doğu Karadeniz kıyılarında mahmuzların etkisini ve geliştirilen

sayısal modeli açıklanmışlardır. Çalışmada, nokta nokta kıyı değişimin hesaplayan Birben ve Özölçer tarafından geliştirilen sayısal model kullanılmıştır [8].

Kıyıya paralel katı madde hareketinin kıyıya dik yayılışının exponansiyel (Rayleigh Dağılımı) olarak değiştiği görülmektedir [8]. Rayleigh dağılımı (1.63) eşitliğinde verilmiştir. Maksimum taşınımın $X/X_b = 0$ olduğu durumda gerçekleşeceği kabul edilerek işlemler yapılmıştır.

$$\frac{q_x}{q_{\max}} = 1 - 0.63 \left(\frac{x}{x_b} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (1.63)$$

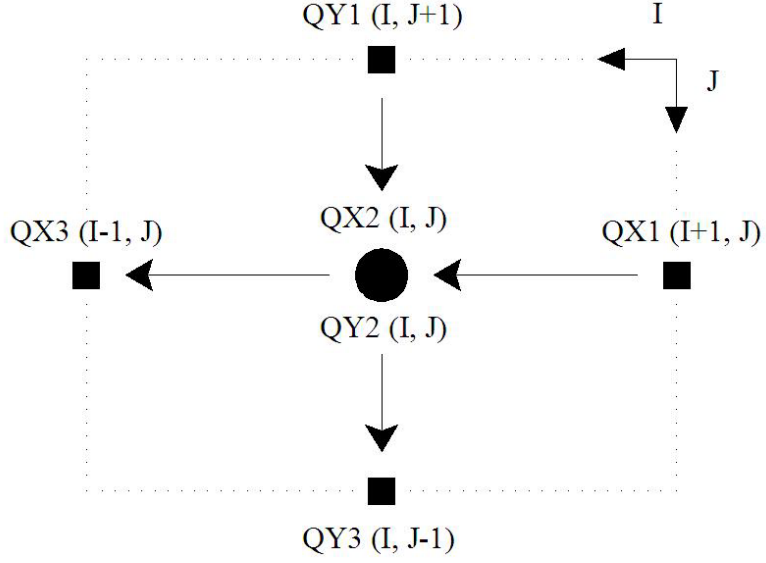
Çalışmada kıyıya dik taşınım formülü (1.64) eşitliğinde belirtilmiştir. Burada, U_r Ursel parametresi, Ψ Sheelds parametresi ve ω_0 çökme hızını göstermektedir.

$$q_{net} = -1.15 \cdot 10^{-7} \cdot \omega_0 \cdot d_{50} \cdot U_r^{0.2} \cdot \Psi \cdot (\Psi - 0.13 \cdot U_r) \quad (1.64)$$

Kıyı boyu taşınım için CERC formülü kullanılmıştır. Bu formülde H dalga yüksekliği, α dalga açısı, C_g dalga grup hızı, a_1 ve a_2 katsayıları ve b kırılma anını göstermektedir.

$$Q = [H^2 C_g]_b \cdot \left\{ a_1 \sin 2\alpha_b - a_2 \cos \alpha_b \frac{\partial H}{\partial x} \right\} \quad (1.65)$$

Çalışılan alan karelere bölünmüş ve formüllerden her karedeki taşınım miktarı hesaplanmıştır. Bir noktadaki taşınım, 5 tane noktanın taşınım miktarından hesaplanabilmektedir. Debiler ve yönleri Şekil 10. 'da gösterilmektedir. QX1, QX2 ve QX3 kıyıya paralel taşınım, QY1, QY2 ve QY3 ise kıyıya dik taşınım debileridir. Bu noktadaki toplam debi, işaretleri ile bu 6 debi miktarının toplamı sonucu elde edilmektedir. Debi elde edildikten sonra ise dolma yüksekliği bulunmaktadır [8].



Şekil 10. Sayısal modelde bir noktada etkili olan taşınım debileri ve pozitif yönleri

Özölçer, yaptığı çalışmada Trabzon – Of'ta bulunan 2 adet T mahmuzda ve bir adet düz mahmuzda ölçümler yapmıştır. Bu mahmuzlar için Doğu Karadeniz'in hakim dalga yönü olan NW'den $\theta = 15^\circ$ 'lik açı, periyot $T = 7\text{sn}$, $H = 1\text{ m}$ 'lik dalga yüksekliği ve ortalama dane çapı $d_{50} = 0.33\text{ mm}$ kullanılarak sayısal model sonuçları elde edilmiştir.

Karasu ve diğerleri tarafından yapılan çalışmada dolma miktarı parametresi tarif edilmiştir [8]. Aynı parametre Özölçer tarafından tanımlanmıştır [4, 9]. Buna göre dolma miktarı parametresi R , (1.66) eşitliğinde belirtilmiştir.

$$R = \frac{D * A_k}{A_m * h_m} \quad (1.66)$$

Burada,

D : Mahmuz koruma alanındaki toplam dolma yüksekliği (cm)

A_k : Oluşturulan ölçüm ağındaki bir karenin alanı (cm²)

A_m : Toplam mendirek koruma alanı (cm²)

h_m : Mendirek önü su derinliği (m)

Özölçer, toplam mendirek koruma alanı A_m 'yi mendirek arkasındaki bölgelerin toplam alanı olarak ifade etmiştir [4]. Buna göre A_m aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$A_m = \frac{(a+c)h}{2} \quad (1.67)$$

Karasu ve diğerleri, T mahmuzu için farklı tarihlerde 5 adet ölçüm yapmışlardır. Bu ölçümleri ve yukarıda belirtilen dalga koşulları ile yapıyı modelleyerek bilgisayar ortamında dolma miktarı parametresi R'yi hesap etmişlerdir. Arazi ölçümü ve sayısal model ile elde edilen R değerleri karşılaştırılmıştır. Kıyaslama sonucunda T mahmuz için dolma miktarı parametresinin zamanla artış gösterdiği görülmüştür. Aralık ve şubat aylarında artış olmadığı görülmüştür. Artış sayısal modelde daha fazla olmuştur. Çalışmada bunun nedeni olarak bu zaman aralığının kış profiline denk geldiği ve katı maddenin sık aralıklarla dik gelen dalgalar ile açık kıyıya taşınması olduğu belirtilmiştir [8].

Ancak sayısal model sonucunda dolma miktarında sürekli artış olmaktadır. Bunun nedeni fırtına (kış) profiline sayısal modelde tam olarak ifade edilemeyişidir [8]. Arazi ölçümlerine göre mahmuz inşa edildikten sonra batı tarafında dolmaların mevcut olduğu doğu tarafında ise mahmuzdan 20 m uzaklıkta oyulmaların meydana geldiği ifade edilmiştir. Sayısal modeldeki sonuçlarda arazi ölçümleri ile benzeşmektedir. Ancak sayısal modelde meydana gelen kıyı ilerlemesi arazi ölçümlerine göre daha fazladır. Yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar literatürdeki sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Bir başka deyişle mahmuz memba tarafında dolma, mansap tarafında ve başlık kısmında oyulmalar meydana gelmektedir.

1.4.7. Doğu Karadeniz Bölgesi Dalga İklimi ve Katı Madde Rejimi

Kıyı bölgesinde katı madde taşınımının en önemli faktörü olan dalganın uzun süreli dalga değerlerinin analizi gereklidir. Ancak rüzgar dalgalarının ölçümü güç ve pahalıdır. Ülkemizde henüz düzenli bir dalga ölçüm ağı kurulabilmiş değildir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde dalga ölçüm istasyonları olmaması nedeniyle doğrudan dalga değerleri elde edilememektedir. Bu nedenle projelendirmede kullanılacak veriler rüzgar kayıtları ile tahmin edilmektedir.

Dalga değerlerinin tahmini için kullanılacak rüzgar verileri meteorolojik rüzgar verilerinden veya sinoptik rüzgar haritalarından elde edilebilir.

Özölçer, Doğu Karadeniz Bölgesi için etkin dalga yönlerini N, NNW ve NW olarak belirtmiştir. Tüm yöreler için ortalama belirgin dalga yükseklikleri 1.5 m ~ 4.5 m, belirgin dalga periyotları ise 4.5 sn ~ 8.0 sn arasında olduğunu ifade etmiştir [4].

Bu tezde yaptıkları ölçümleri kullanılan Süme ve Karasu ise etkin dalga yönlerini Özölçer yaklaşımına benzer olarak N, NNW ve NW sunmuşlardır [4, 9]. Belirgin dalga yüksekliği olarak da 1.5 m ~ 7.5 m kabul edilmiştir. Belirgin dalga periyotları hakkında bilgi verilmemiştir.

Bu bilgiler ışığında ölçümlerin yapıldığı Rize İlinde etkin dalga yönü N, NNW ve NW olarak kabul edilmektedir. Genel olarak yörede batı yönünden gelen dalgaların etkin olması sebebiyle katı madde taşınımı batıdan doğuya doğru gerçekleşmektedir.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan çeşitli akarsular, eğimleri büyük olmasından dolayı çok miktarda katı madde taşımaktadırlar [4]. Bir akarsuyun taşıdığı katı madde debisi, akım şartlarına, akışkan ve katı madde karakteristiklerine bağlıdır. Taşınım debisi, katı madde dane çapı, akarsuyun eğimi, katı madde ve akışkanın özgül ağırlığı, akışkanın viskozitesi, akımın hidrolük çapı, su yüksekliği ve ortalama hızının fonksiyonudur.

EİE Genel Müdürlüğü'nün Türkiye'deki tüm havzalarda yapmış olduğu gözlemlere dayanarak oluşturduğu formül ile katı madde taşınım miktarı tahmin edilebilir.

$$Q = 14.153 \cdot 10^{1.26016 \cdot \log A} \quad (1.68)$$

Burada,

Q : katı madde taşınım miktarını (ton/yıl)

A : havza alanıdır (km²).

Ayrıca Doğu Karadeniz Bölgesi'nde gözlem yapılan 7 akarsuyun verilerine göre elde edilen bir denklem oluşturulmuştur [12].

$$Q = a \cdot Q_{ort}^b \quad (1.69)$$

Burada,

Q : katı madde taşınım debisi (ton/gün),

Q_{ort} : günlük ortalama akım debisi (m³/sn)

a ve b : regresyon katsayılarıdır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

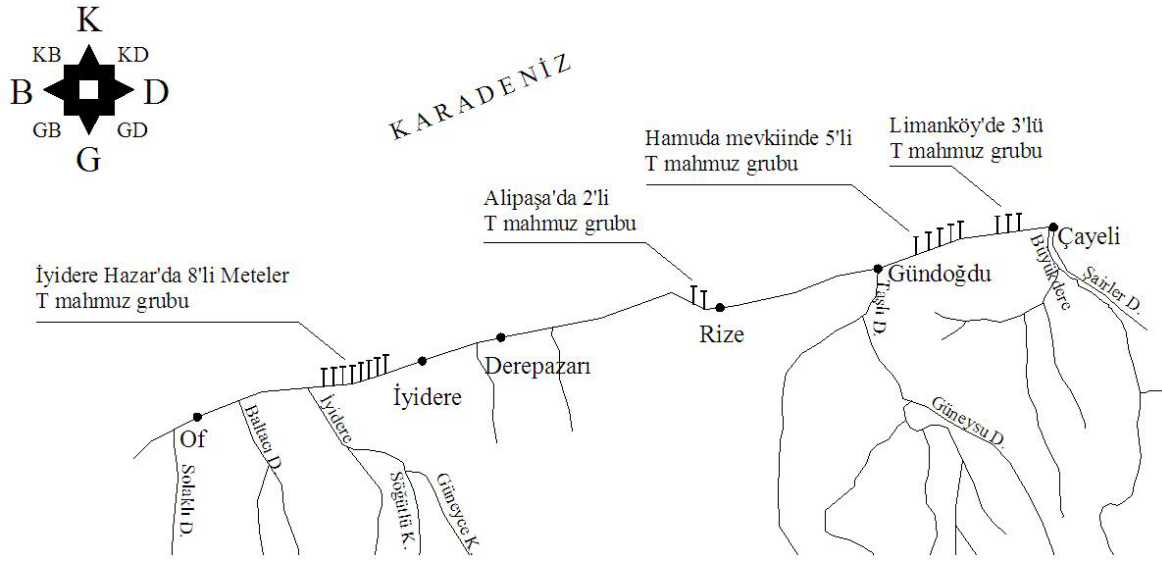
Bu tezde Rize ve Trabzon civarında bulunan bazı balıkçı barınakları ve Karadeniz Sahil Yolu projesi kapsamında inşa edilmiş bazı mahmuz sistemleri incelenmiştir. Rize’de bulunan mahmuz sistemleri T mahmuz olup çalışma alanı olarak seçilen sahil 171 km, mahmuzların koruduğu kıyı uzunluğu ise 43 km’dir. Seçilen mahmuzlar İyidere ile Çayeli arasında bulunmaktadır. Bu aralıkta Rize ve Çayeli Limanı, Ünye Çimento A.Ş. ‘ne ait paketleme tesisi ve 20’ ye yakın balıkçı barınağı ve çekek yeri bulunmaktadır.

T mahmuz sistemleri ve balıkçı barınaklarında farklı zamanlarda su derinliği ölçümleri Süme ve Karasu tarafından yapılmıştır [9, 10, 11]. Bu ölçümler bilgisayar ortamına aktarılarak her ölçüm için eş derinlik eğrileri çizilmiştir. Her ölçüm için Net Cad programı ile 5x5 m’ lik karelaj ağı üzerinde üçgen modelleme kullanılarak su derinliğine bağlı olarak hacim hesabı yapılmıştır.

Hesaplanan hacim miktarları grafiklere dönüştürülerek söz konusu kıyı yapılarının dolma (kumlanma) süreçleri incelenmiştir.

2.1. Çalışma Yapılmış Mahmuz Sistemleri

Daha önce de belirtildiği gibi çalışma alanı olarak İyidere ile Çayeli aralığı seçilmiştir. Bu aralıkta Alipaşa Köyü’nde bulunan 2’li, Gündoğdu – Çayeli İlçeleri arasında Hamuda’da bulunan 5’li, Çayeli girişinde Limanköy’de bulunan 3’lü, İyidere Meteler Bölgesi’ nde bulunan 8’li mahmuz gruplarında 2000, 2002 ve 2006 yıllarında ölçümler yapılmıştır (Şekil 11.) [9, 10, 11]. Mahmuzlar batıdan doğuya doğru numaralandırılmıştır.



Şekil 11. Çalışma yapılmış T mahmuzlarının konumu

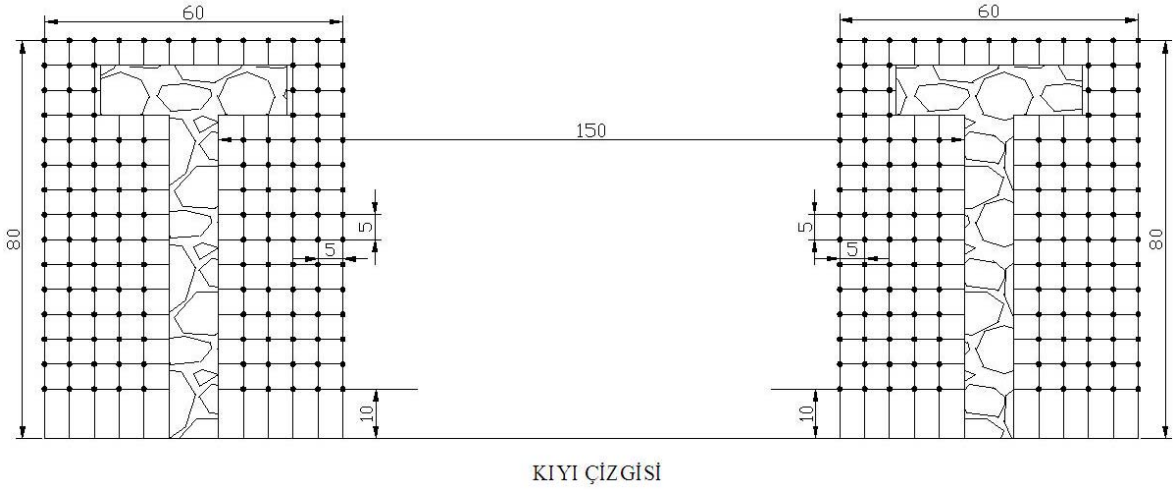
İnşa edilmiş mahmuzların tamamı aynı ölçülerde olup gruptaki mahmuz aralıkları genellikle mahmuz boyunun 2 katı olarak inşa edilmiştir. Başlık uzunluğu ise, mahmuz boyunun yarısı kadardır. Boyutlar ile gövde ve başlık tepe kotu tüm mahmuzlarda aynıdır. Mahmuz kotu +1 m olarak inşa edilmiştir. Mahmuz boyları 75 m, başlık uzunlukları 37,5 m, mahmuz aralıkları 150 m olup mahmuz kret genişliği 10 m' dir (Şekil 12.) [9].



Şekil 12. Ölçüm yapılmış mahmuz boyutları

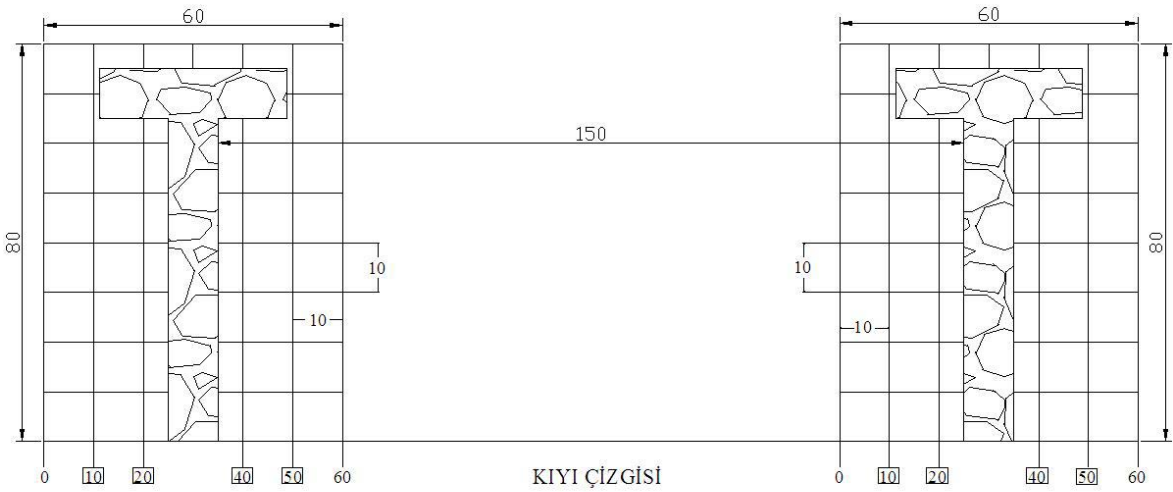
Mahmuzlarda gözle muayeneler yapılarak mahmuz civarında hasar, yığılma ya da oyulma ve topuklarda kum – çakıl birikimi olup olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca

mahmuzlar üzerinde kıyıya paralel 60 m, kıyıya dik 80 m uzunluğunda 60 m x 80 m lik alan üzerinde, açık deniz yönünde 10 m uzaktan başlayarak 5x5 m'lik karelaj ağı oluşturularak ip iskandili ile su derinliği ölçülmüştür (Şekil 13.) [9].



Şekil 13. 5x5 m'lik karelaj ağı

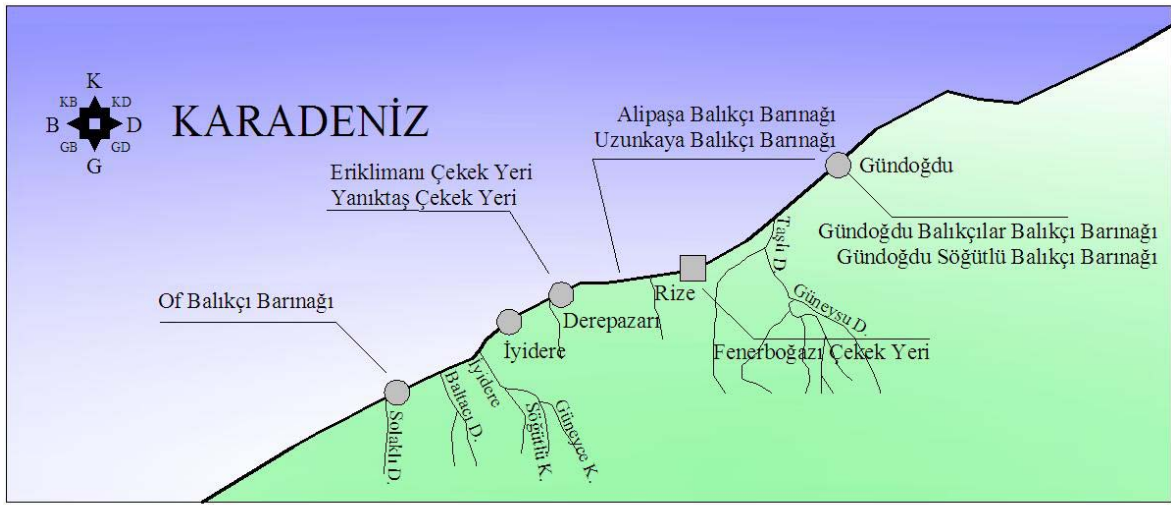
Yapılan ölçümler yardımıyla bilgisayar ortamında hazırlanan eş derinlik eğrileri çizimleri 10x10 m'lik karelaj ağına bölünerek her karenin köşe noktalarının su derinlikleri kullanılarak kıyı boyunca 10'ar metre ara ile kıyıya dik kesitler alınmış ve ekler bölümünde sunulmuştur (Şekil 14.).



Şekil 14. 10x10 m'lik karelaj ağı

2.2. Çalışma Yapılmış Balıkçı Barınakları

Rize İlinde ve Trabzon İline bağlı Of İlçesinde bulunan balıkçı barınakları ve çekek yerlerinde iskandil yardımıyla yapılmış ölçümler, bilgisayar ortamına aktarılarak ölçüm yapıldığı yılın eş derinlik eğrileri çizilmiştir. Balıkçı barınaklarında 2000, 2002 ve 2007 yıllarında ölçüm yapılmıştır. Bazı balıkçı barınaklarında sadece iki, bazılarında ise ikiden fazla ölçüm yapılmıştır.



Şekil 15. Çalışma yapılmış balıkçı barınakları ve çekek yerlerinin konumu

Ölçüm sonucu elde edilen eş derinlik eğrileri kullanılarak, barınakların ortalama su derinliği ve giriş ağzı ortalama su derinliği hesaplanmıştır. Bu değerler karşılaştırılarak irdeleme yapılmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölümde ölçüm yapılmış mahmuzlar ve balıkçı barınaklarının bilgisayar ortamında elde edilen sonuçları gösterilmiştir.

3.1. T Mahmuz Grupları Ölçüm Sonuçları

Taşınım yönü batıdan doğuya doğru olan mahmuz gruplarının bilgisayar ortamında hesaplanan memba, mansap ve mahmuzun tamamı durumunda ortalama su derinlikleri ile bunlar arasındaki su derinliği farkları aşağıdaki çizelgelerde gösterilmiştir. Arazi verileri bilgisayar ortamına aktarılarak oluşturulmuş eş derinlik eğrileri yardımıyla hesaplanan su hacim miktarları ölçüm alanına oranlanarak ortalama su derinlikleri ($d_{ort.}$) elde edilmiştir. Ölçüm yılları arasındaki ortalama su derinliği farkları da ($\Delta d_{ort.}$) hesaplanarak memba ve mansap yönleri ile mahmuzun tamamı için sırasıyla Çizelge 1., Çizelge 2. ve Çizelge 3.'de verilmiştir. Eğer, ortalama su derinlikleri farkı negatif (-) değerde çıkmış ise önceki yıla göre oyulmanın olduğu, pozitif (+) değerde çıkmış ise önceki yıla göre yığılmanın olduğu anlaşılabilir. Bu nedenle çizelgeler ve ek şekillerin yorumlanması ile mahmuzların memba ve mansap yönü ile mahmuzun tamamında yığılma veya oyulma oluşup oluşmadığı hakkında kanıya varılabilir.

Mahmuzlar için oluşturulmuş eş derinlik eğrileri ekler bölümünde Ek Şekil 1.' den başlayarak Ek Şekil 18.'e kadar sunulmuştur. Eş derinlik eğrileri ve Çizelge 1. – 3. kullanılarak mahmuzların kıyıya etkisi araştırılmıştır.

Çizelge 1. irdelendiğinde Alipaşa 1 ve Meteler 1 mahmuzlarının ilk ölçümün yapıldığı 2000 yılı ile son ölçümün yapıldığı 2006 yılı arasında memba yönünde oyulma olduğu söylenebilir. Diğer mahmuzlar ise memba yönünde yığılma oluşmuştur. Bazı mahmuzların ise yıllara göre değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Hamuda 3, Hamuda 5, Limanköy 3, Meteler 3, Meteler 4 ve Meteler 6 mahmuzları 2000 ile 2002 yılları arasında yığılma gözlenmiş iken 2002 ile 2006 yılları arasında oyulma olmuştur. Meteler 1 ve Meteler 8 mahmuzlarında ise 2000 ile 2002 yılları arasında oyulma, 2002 ile 2006 yılları arasında yığılma meydana gelmiştir.

Çizelge 1. Mahmuzların memba yönünde ortalama su derinlikleri ve ortalama su derinliği farkları

Mahmuz Adı	Memba Yönünde					
	$d_{ort.}$			$\Delta d_{ort.}$		
	2000 Yılı	2002 Yılı	2006 Yılı	2000-2002	2002-2006	2000-2006
Alipaşa 1	-2,38	-3,79	-3,80	-1,41	-0,01	-1,42
Alipaşa 2	-3,54	-3,30	-3,27	0,24	0,03	0,27
Hamuda 1	-3,92	-3,55	-3,39	0,37	0,16	0,53
Hamuda 2	-3,75	-3,39	-3,34	0,36	0,05	0,41
Hamuda 3	-3,54	-3,24	-3,29	0,30	-0,05	0,25
Hamuda 4	-3,06	-2,39	-2,37	0,67	0,02	0,69
Hamuda 5	-3,89	-3,71	-3,72	0,18	-0,01	0,17
Limanköy 1	-3,66	-3,38	-3,34	0,28	0,04	0,32
Limanköy 2	-3,76	-3,46	-3,43	0,30	0,03	0,33
Limanköy 3	-3,81	-3,46	-3,53	0,35	-0,07	0,28
Meteler 1	-2,59	-3,36	-3,20	-0,77	0,16	-0,61
Meteler 2	-3,02	-2,51	-2,47	0,51	0,04	0,55
Meteler 3	-2,62	-2,20	-2,25	0,42	-0,05	0,37
Meteler 4	-2,43	-2,30	-2,42	0,13	-0,12	0,01
Meteler 5	-2,31	-1,47	-1,37	0,84	0,10	0,94
Meteler 6	-2,66	-1,88	-1,96	0,78	-0,08	0,70
Meteler 7	-2,60	-2,39	-2,24	0,21	0,15	0,36
Meteler 8	-2,28	-2,30	-2,04	-0,02	0,26	0,24

Mansap yönündeki veriler de memba yönündeki veriler gibi ortalama su derinlikleri farkları çizelgesi kullanılarak yorumlanabilir. Buna göre Çizelge 2. incelendiğinde Hamuda 2 mahmuzu hariç diğer tüm mahmuzların mansap taraflarının 2000 yılından 2006 yılına kadar yığılma olmuştur. Limanköy 1, Limanköy 2 ve Limanköy 3 mahmuzlarının memba taraflarının da yığılma olduğu Çizelge 1.' den anlaşılmaktadır. Limanköy'de üçlü mahmuz sisteminde yığılma olduğu, mahmuz sisteminin kıyıyı koruyabildiği şekilde yorumlanabilir. Hamuda 2 mahmuzunun mansabında ise 2000 yılından 2006 yılına kadar oyulma mevcuttur.

Çizelge 2. Mahmuzların mansap yönünde ortalama su derinlikleri ve ortalama su derinliği farkları

Mahmuz Adı	Mansap Yönünde					
	$d_{ort.}$			$\Delta d_{ort.}$		
	2000 Yılı	2002 Yılı	2006 Yılı	2000-2002	2002-2006	2000-2006
Alipaşa 1	-2,91	-2,61	-2,67	0,30	-0,06	0,24
Alipaşa 2	-3,60	-3,05	-3,16	0,55	-0,11	0,44
Hamuda 1	-3,35	-2,59	-2,68	0,76	-0,09	0,67
Hamuda 2	-3,38	-3,39	-3,91	-0,01	-0,52	-0,53
Hamuda 3	-3,17	-2,12	-2,08	1,05	0,04	1,09
Hamuda 4	-3,95	-3,76	-3,72	0,19	0,04	0,23
Hamuda 5	-3,68	-3,12	-3,23	0,56	-0,11	0,45
Limanköy 1	-4,10	-3,94	-3,93	0,16	0,01	0,17
Limanköy 2	-4,49	-4,15	-4,07	0,34	0,08	0,42
Limanköy 3	-4,20	-4,00	-3,95	0,20	0,05	0,25
Meteler 1	-3,16	-2,50	-2,48	0,66	0,02	0,68
Meteler 2	-2,95	-2,17	-2,24	0,78	-0,07	0,71
Meteler 3	-2,49	-2,22	-2,38	0,27	-0,16	0,11
Meteler 4	-2,39	-1,82	-1,73	0,57	0,09	0,66
Meteler 5	-2,46	-1,54	-0,86	0,92	0,68	1,60
Meteler 6	-2,82	-2,27	-2,02	0,55	0,25	0,80
Meteler 7	-2,43	-2,26	-1,78	0,17	0,48	0,65
Meteler 8	-2,39	-2,11	-2,05	0,28	0,06	0,34

Mahmuzun tamamı durumunda ortalama su derinlikleri ve farkları her mahmuzun memba ve mansabı dikkate alınarak tek başına malzeme tutma kapasitelerini irdelemek için yararlı olacaktır.

Çizelge 3. irdelendiğinde Alipaşa 1 ve Meteler 1 mahmuzları hariç tüm mahmuzların 2006 yılında 2000 yılına oranla katı madde tuttıkları ifade edilebilir. Diğer bir deyişle, Alipaşa 1 ve Meteler 1 mahmuzları hariç tüm mahmuzlar etki alanlarında kıyı malzemesinin açık denize taşınmasına engel olmuşlardır. Bu mahmuzlar kıyı malzemesinin kıyından açık deniz yönüne taşınmasına engel olmaktadır.

Alipaşa 1 ve Meteler 1 mahmuzları için etki alanlarındaki kıyı malzemesinin açık denize taşındığı veya bu bölgeden malzeme alındığı söylenebilir.

Çizelge 3. Mahmuzun tamamı durumunda ortalama su derinlikleri ve ortalama su derinliği farkları

Mahmuz Adı	Mahmuzun Tamamı Durumunda					
	$d_{ort.}$			$\Delta d_{ort.}$		
	2000 Yılı	2002 Yılı	2006 Yılı	2000-2002	2002-2006	2000-2006
Alipaşa 1	-2,65	-3,20	-3,21	-0,55	-0,01	-0,56
Alipaşa 2	-3,57	-3,17	-3,21	0,40	-0,04	0,36
Hamuda 1	-3,64	-3,07	-3,02	0,57	0,05	0,62
Hamuda 2	-3,57	-3,39	-3,38	0,18	0,01	0,19
Hamuda 3	-3,36	-2,68	-2,68	0,68	0,00	0,68
Hamuda 4	-3,50	-3,08	-3,07	0,42	0,01	0,43
Hamuda 5	-3,78	-3,42	-3,47	0,36	-0,05	0,31
Limanköy 1	-3,88	-3,66	-3,64	0,22	0,02	0,24
Limanköy 2	-4,13	-3,81	-3,75	0,32	0,06	0,38
Limanköy 3	-4,01	-3,73	-3,73	0,28	0,00	0,28
Meteler 1	-2,87	-2,94	-3,21	-0,07	-0,27	-0,34
Meteler 2	-2,99	-2,34	-2,35	0,65	-0,01	0,64
Meteler 3	-2,56	-2,21	-2,30	0,35	-0,09	0,26
Meteler 4	-2,42	-2,09	-2,09	0,33	0,00	0,33
Meteler 5	-2,39	-1,51	-1,16	0,88	0,35	1,23
Meteler 6	-2,74	-2,08	-1,99	0,66	0,09	0,75
Meteler 7	-2,52	-2,33	-2,00	0,19	0,33	0,52
Meteler 8	-2,33	-2,24	-2,04	0,09	0,20	0,29

Çizelge 1. – 3. irdelendiğinde su derinliklerinde, 2000 ile 2002 yılları arasında ciddi değişim gözlenirken, 2002 ile 2006 yılları arasında ciddi değişim olmamıştır. Bu durum, kıyının bir dengeye ulaştığını göstermektedir.

3.2. Balıkçı Barınakları Ölçüm Sonuçları

Rize İli ve Trabzon İline bağlı Of İlçesi'nde çeşitli balıkçı barınaklarında iskandil yardımıyla ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümler bilgisayar ortamında koordinatları ve su derinlikleri ile tanımlanarak sayısallaştırılmıştır. Ölçülen su derinlikleri ile yeni eş derinlik eğrileri oluşturulup bilgisayar yardımıyla hacim miktarları hesaplanmıştır. Hesaplanan hacim miktarları ölçüm yapılan alanlara oranlanarak ortalama su derinlikleri bulunmuş ve bu değerler kullanılarak ortalama su derinliklerinin yıllara göre değişimini gösteren şekiller çizilmiştir. Balıkçı barınakları için elde edilen veriler inşa edildikleri yıllara, 2000, 2003 ve 2007 yıllarına aittir.

Ölçüm yapılan balıkçı barınakları ve inşa edildikleri yıllar aşağıda belirtilmiştir.

- Rize Derepazarı Eriklimanı Çekek Yeri, 1971
- Rize Derepazarı Yanıktaş Çekek Yeri, 1983
- Rize Fener Boğazı Çekek Yeri, 2000
- Rize Gündoğdu Balıkçılar Balıkçı Barınağı, 1986
- Rize Gündoğdu Söğütlü Balıkçı Barınağı, 1974
- Rize Alipaşa Balıkçı Barınağı, 1981
- Rize Uzunkaya Balıkçı Barınağı, 1982
- Trabzon Of Balıkçı Barınağı, 1994

Yukarıda sıralanan balıkçı barınaklarının inşa edildikleri yıllara ve ölçüm yapılan yıllara ait ölçüm alanına göre hesaplanan ortalama su derinlikleri ($d_{ort.}$) ve barınak giriş ağızı ortalama su derinlikleri ($d_{giriş}$) Çizelge 4.'te gösterilmiştir.

Çizelge 4. İnşa edildikleri ve ölçüm yapılan yıllara göre balıkçı barınaklarında ölçüm sonuçları

Sıra No	Balıkçı Barınağı	İnşa Edildiği Yıl		2000 Yılı		2003 Yılı		2007 Yılı	
		$d_{ort.}$ (m)	$d_{giriş}$ (m)	$d_{ort.}$ (m)	$d_{giriş}$ (m)	$d_{ort.}$ (m)	$d_{giriş}$ (m)	$d_{ort.}$ (m)	$d_{giriş}$ (m)
1	Derepazarı Eriklimanı Çekek Yeri	-4,02	-5,13	-4,07	-5,25	-4,00	-5,14	-	-
2	Derepazarı Yanıktaş Çekek Yeri	-4,07	-4,23	-	-	-	-	-4,56	-4,62
3	Fener Boğazı Çekek Yeri	-2,37	-3,28	-	-	-	-	-3,29	-2,87
4	Gündoğdu Balıkçılar Balıkçı Barınağı	-3,99	-4,02	-7,82	-4,92	-4,45	-4,28	-	-
5	Gündoğdu Söğütlü Balıkçı Barınağı	-4,38	-4,73	-4,41	-5,11	-3,95	-4,72	-	-
6	Alipaşa Balıkçı Barınağı	-2,65	-2,48	-2,95	-3,03	-	-	-	-
7	Uzunkaya Balıkçı Barınağı	-4,38	-4,02	-3,45	-3,98	-2,84	-3,07	-1,14	-1,12
8	Trabzon Of Balıkçı Barınağı	-4,54	-6,29	-4,41	-6,31	-4,28	-4,10	-	-

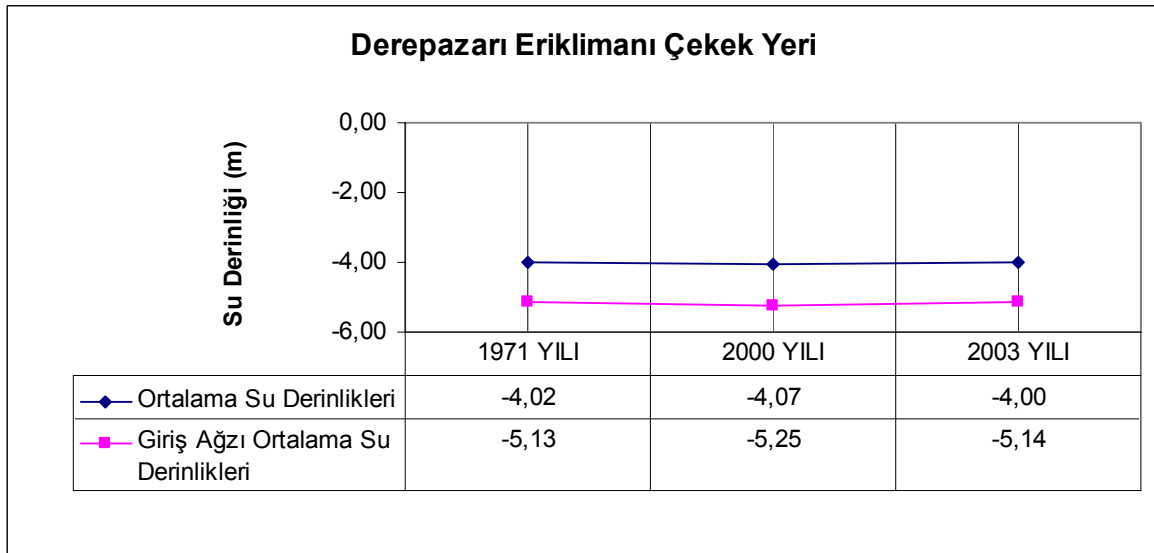
Ortalama su derinlikleri toplam hacim miktarlarının ölçüm alanına oranı şeklinde hesaplanmıştır. Ölçüm alanı, ölçüm yapılmış balıkçı barınaklarının bilgisayar ortamına

aktarıldıktan sonra oluşturulmuş kübaj ağlarının kesiştiği en büyük alandır. Barınak giriş ağzı ortalama su derinlikleri, eş derinlik eğrileri yardımıyla enterpalasyon yöntemi ile bulunmuştur. Tali mendireğin olduğu barınaklarda tali mendirekten, olmayan barınaklarda ise tekne yanaşma yerlerinin bitiminden ana mendirek müzvarına doğru çizilmiştir. Bu doğrunun orta noktasındaki su derinliği barınak giriş ağzı ortalama su derinliği olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 4. ve ekler bölümünde bulunan eş derinlik eğrileri irdelenerek balıkçı barınaklarındaki gelişim süreci aşağıda ayrı ayrı belirtilmiştir.

3.2.1. Derepazarı Eriklimanı Çekerek Yeri

Çizelge 4. incelendiğinde Derepazarı Eriklimanı Çekerek Yeri'nde inşa edildiği 1971 yılından 2000 yılına kadar oyulma meydana gelmiştir. Ancak, 2000 ile 2003 yılları arasında yığılma oluşmuştur. Çekerek yeri baseninde ortalama su derinliğinde fazla bir değişim görülmemiştir. 1971 yılında -4,02 m olan ortalama su derinliği 2000 yılında oyulma etkisiyle -4,07 m 'ye, 2003 yılında ise yığılma etkisiyle inşa edildiği yıldan daha sığ bir derinlik olan -4,00 m 'ye ulaşmıştır.



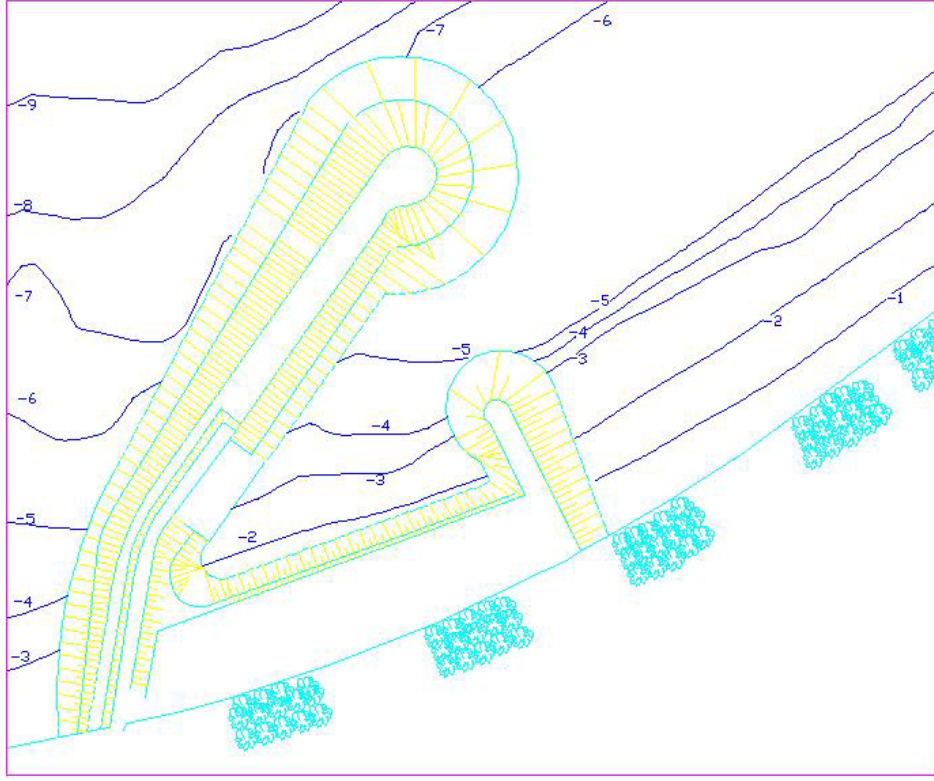
Şekil 16. Derepazarı Eriklimanı Çekerek Yeri ortalama su derinlikleri ve giriş ağzı ortalama su derinlikleri

Şekil 16.' da çekek yeri için ortalama su derinlikleri gösterilmektedir. Çekek yerinde inşa edildiği 1971 ile 2003 yılları arasında ortalama su derinliklerinde büyük bir değişimin meydana gelmediği görülmektedir.

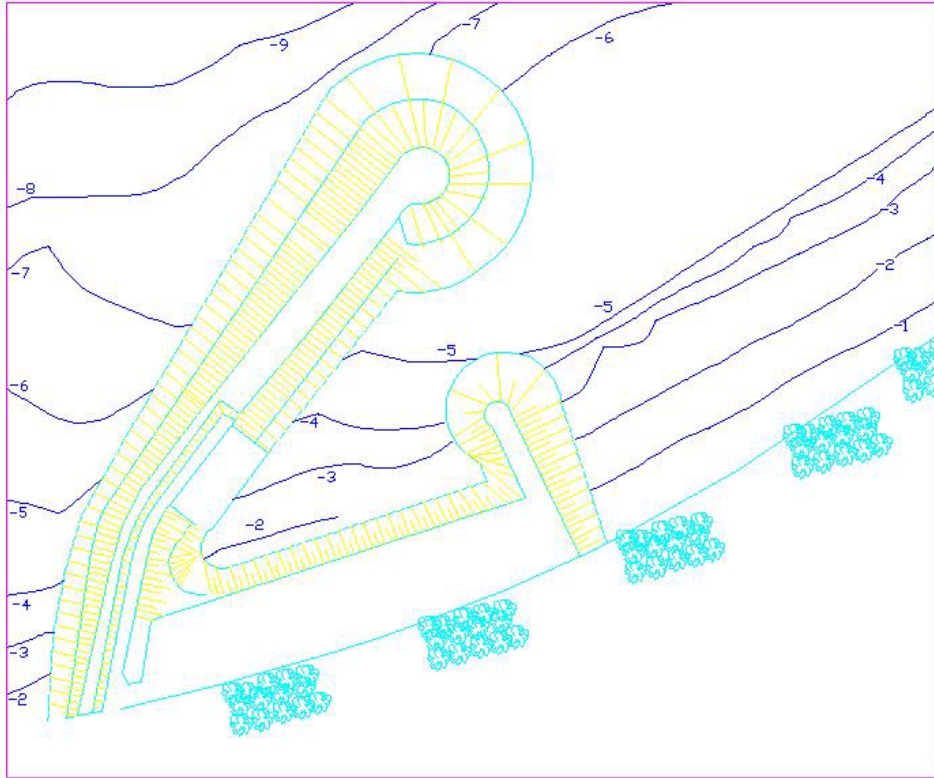
Çekek yerinin inşa edildiği 1971 yılına ait eş derinlik eğrileri Şekil 17.'de gösterilmiştir. Şekil 17. incelendiğinde çekek yeri baseninde en fazla -5,50 m su derinliğinin, tali mendirek müzvarında -5,00 m su derinliğinin ve ana mendirek civarında -6,00 m ile -5,50 m arasında değişen su derinliğinin olduğu görülmektedir. Ana mendirek memba yönünde -5,00 m, -4,00 m, -3,00 m eş derinlik eğrilerinin çekek yeri basenine nazaran kıyıya daha yakın olduğu ifade edilebilir. Ancak çekek yerinin mansap tarafındaki eş derinlik eğrilerinin basendeki eğrilerin devamı niteliğinde olduğu söylenebilir.

2000 yılında yapılmış ölçüm değerlerine göre oluşturulmuş eş derinlik eğrileri 1971 yılı ile benzerlik göstermektedir. Ancak tali mendirek müzvarının mansap tarafında -3,00 m eş derinlik eğrisinin kıyıya daha yakın bir bölgede bulunması bu bölümde yığılmanın olduğunu ifade etmektedir. Buna rağmen çekek yeri baseninde ciddi bir değişim olmadığı görülmektedir. Yukarıda da belirtildiği gibi çekek yeri giriş ağzı ortalama su derinliği 1971 yılında -5,13 m iken 2000 yılında -5,25 m 'ye gerilemiştir. Bu değerler giriş ağzında oyulmanın olduğunu göstermektedir. Tali mendireğin mansap tarafında az da olsa yığılma olması ya müzvarın hasar görmesinden ya da kırınımın etkisi ile hızı yavaşlayan dalgaların askıda taşımış oldukları malzemenin deniz tabanına çökmesinden kaynaklanabilir.

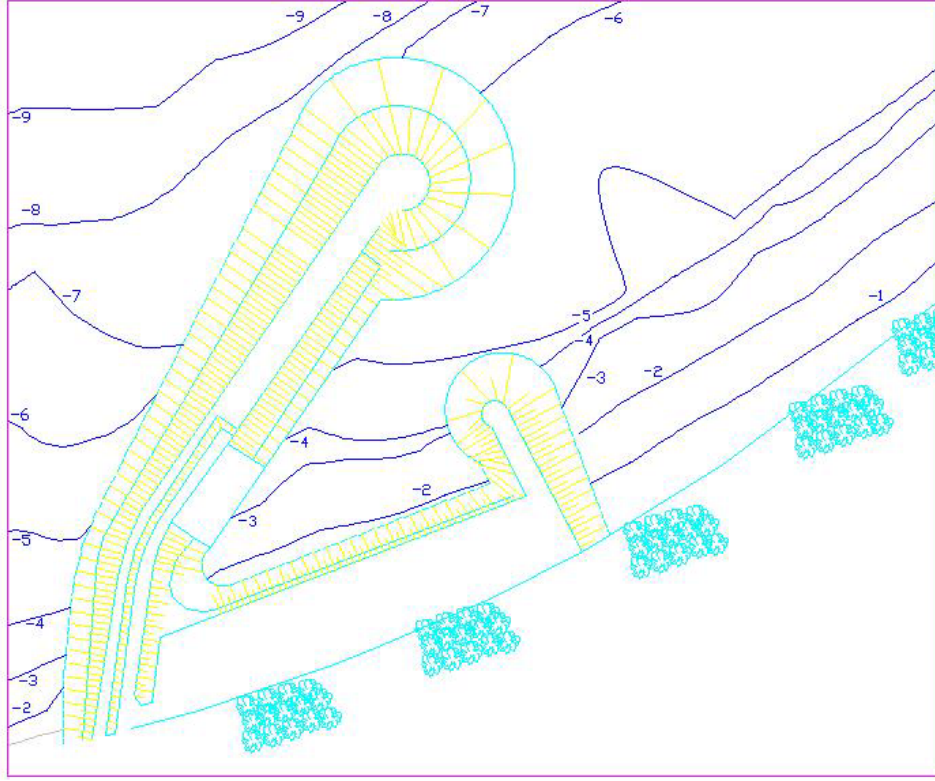
Şekil 19.'da gösterilen 2003 yılına ait eş derinlik eğrileri incelendiğinde çekek yeri baseninde az da olsa yığılma meydana geldiği görülebilir. Çekek yeri tali mendirek civarında 1971 ve 2000 yıllarındaki ölçümlerde mendirekle kesişen -5,00 m eş derinlik eğrisi 2003 yılındaki ölçümde tali mendireğin açık kıyı yönünde ilerleme göstermiştir. Çekek yeri giriş ağzı ortalama su derinliği 2000 yılında -5,25 m iken 2003 yılında -5,14 m olmuştur. Bu değerler de -5,00 m eğrisinin açık kıyı yönünde ilerlediğini göstermektedir.



Şekil 17. Derepaazarı Eriklimanı Çekmek Yeri 1971 yılı eş derinlik eğrileri



Şekil 18. Derepaazarı Eriklimanı Çekmek Yeri 2000 yılı eş derinlik eğrileri



Şekil 19. Derepazarı Eriklimanı Çekkek Yeri 2003 yılı eş derinlik eğrileri

3.2.2. Derepazarı Yanıktaş Çekkek Yeri

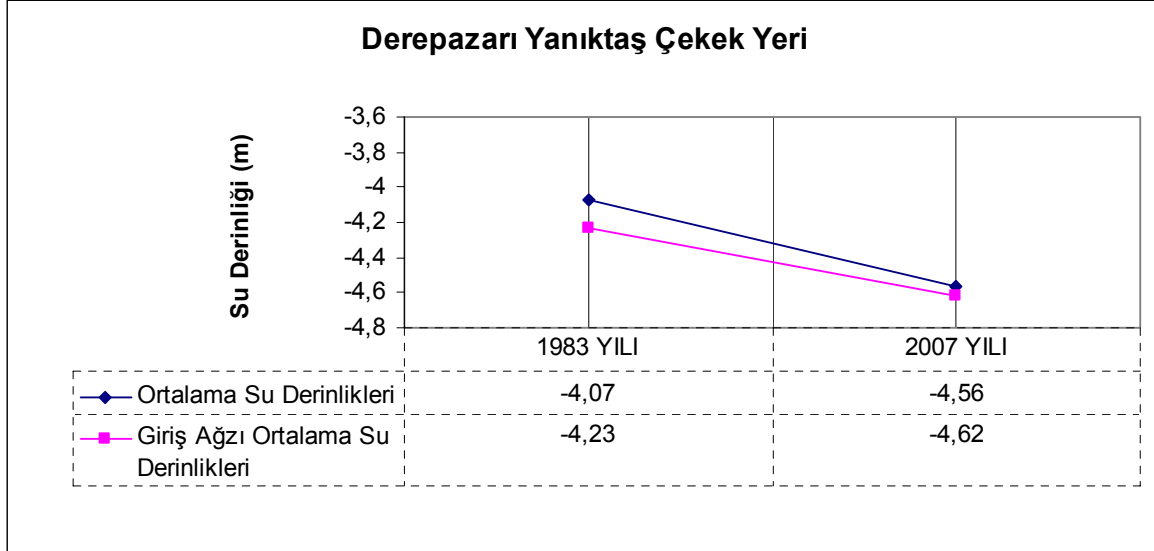
Çekkek yeri inşa edildiği 1983 yılında -4,07 m ortalama su derinliğine sahip iken ölçüm yapılmış 2007 yılında -4,56 m su derinliğine sahiptir. Buna göre inşa edildiği yıldan 2007 yılına kadar su seviyesinde 49 cm gerileme meydana gelmiştir. Çekkek yerinin baseninde oyulma olduğu anlaşılmaktadır. Liman giriş ağzı da aynı etki altında değişim göstermiştir.

Şekil 20.'de görüldüğü gibi çekkek yeri ortalama su derinliğinde inşa edildiği yıldan son ölçümün yapıldığı 2007 yılına kadar 49 cm'lik artış meydana gelmiştir.

Derepazarı Eriklimanı Çekkek Yeri için oluşturulmuş eş derinlik eğrileri bölüm içerisinde gösterilmiştir. Tezin karmaşık hale gelmemesi için Derepazarı Yanıktaş Çekkek Yeri ve diğer çekkek yeri eş derinlik eğrileri ekler bölümünde sunulmuştur.

Ek Şekil 19. ve Ek Şekil 20. incelendiğinde çekkek yerinin tek bir mendirekten oluştuğu görülmektedir. 1983 yılı eş derinlik eğrilerinde mendirek civarında -5,00 m ile -6,00 m derinlik eğrilerinin oluştuğu buna rağmen Ek Şekil 20. incelendiğinde 2007 yılı ölçümleri ile elde edilen eş derinlik eğrilerinde müzvarda -5,00 m derinlik oluştuğu

anlaşılmaktadır. Müzvarda 1983 yılından 2007 yılına kadar geçen sürede az da olsa yığılma meydana gelmiştir. 2007 yılında çekek yeri giriş ağzında oyulma oluşmuştur. Çekkek yeri baseninde oyulma olduğu görülmüştür.

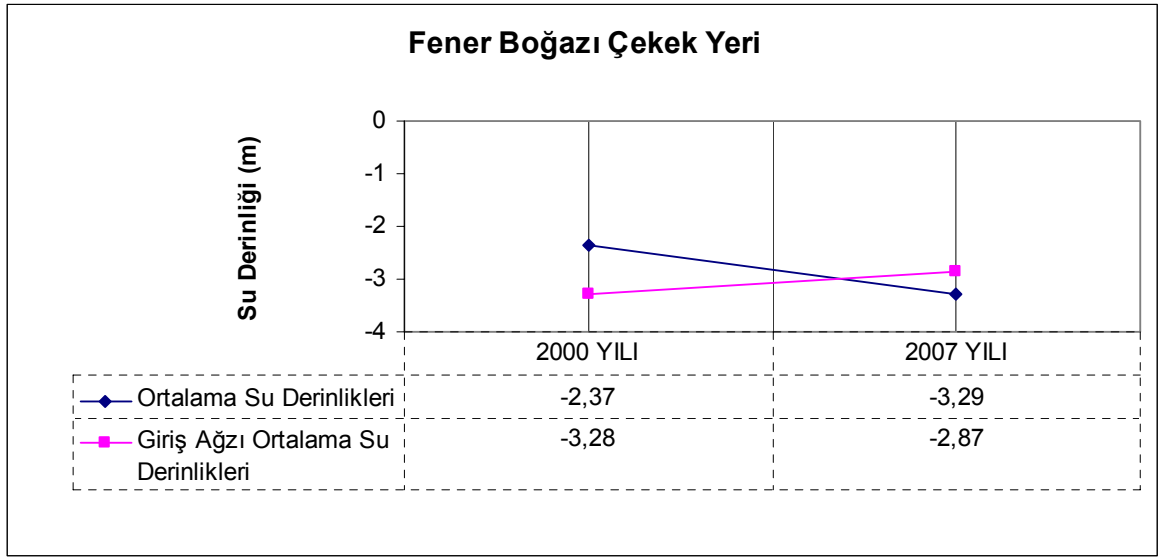


Şekil 20. Derepazarı Yanıktaş Çekkek Yeri ortalama su derinlikleri ve giriş ağız ortalama su derinlikleri

3.2.3. Fener Boğazı Çekkek Yeri

Ortalama su derinliğinde inşa edildiği 2000 yılından ölçümün yapıldığı 2007 yılına kadar artış oluşmuştur. Bu durum çekkek yerinde oyulma olduğunu göstermektedir. Ortalama su derinliği 0,92 m artmıştır. Aynı zamanda liman giriş ağzında 0,41 m yığılma meydana gelmiştir. Bu bilgiler ışığında çekkek yeri baseninde oyulmanın, giriş ağzında yığılmanın olduğu söylenebilir.

Ek Şekil 21. ve Ek Şekil 22.' ye göre çekkek yeri baseninde, giriş ağzında ve müzvarında yığılma oluşmuştur. Çekkek yeri müzvarında 2000 yılında -5,00 m ile -6,00 m arasında derinlik okunurken son ölçümün yapıldığı 2007 yılında -4,00 m su derinliği ölçülmüştür.



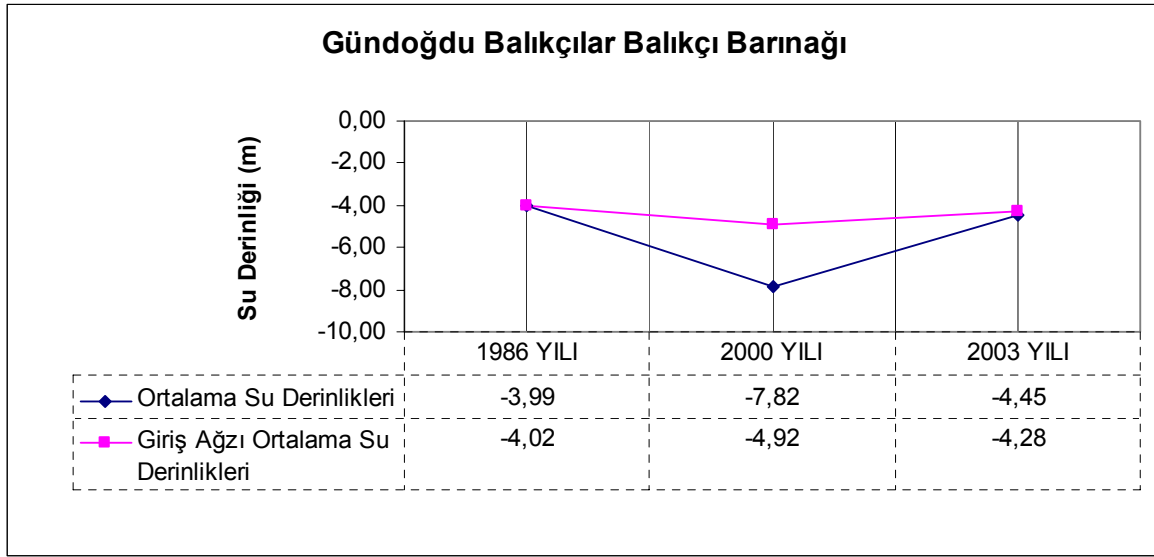
Şekil 21. Fener Boğazı Çekek Yeri ortalama su derinlikleri ve giriş ağız ortalama su derinlikleri

3.2.4. Gündoğdu Balıkçılar Balıkçı Barınağı

Balıkçı barınağında inşa edildiği 1986 yılında -3,99 m olan ortalama su derinliği 2000 yılında ciddi bir değişim göstererek -7,82 m 'ye ulaşmış, 2003 yılında -4,45 m 'ye gerilemiştir.

Şekil 22.' den de görüldüğü gibi balıkçı barınağında inşa edildiği yıldan 2000 yılına kadar oyulma, 2000 yılı ile 2003 yılı arasında yığılma meydana gelmiştir. Barınak giriş ağızında 1986 yılı ile 2000 yılı arasında ortalama su derinliğine nazaran daha az bir oyulma, 2000 yılı ile 2003 yılı arasında yığılma oluşmuştur.

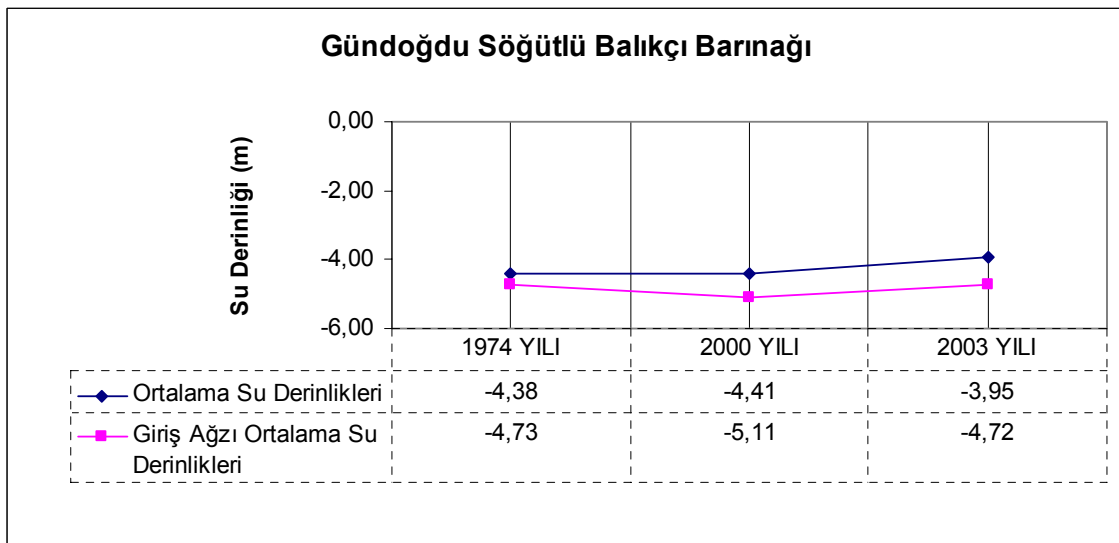
Ek Şekil 23., Ek Şekil 24. ve Ek Şekil 25. incelendiğinde barınağın inşa edildiği 1986 ile ölçüm yapılan 2000 yılları arasında barınak mansap ve memba tarafında oyulma olduğu görülmüştür. Barınak müzvarında 1986 yılında -6,00 m su derinliği mevcut iken 2000 yılında -7,00 m buna rağmen 2003 yılında yığılma etkisi ile yeniden -6,00 m dolaylarında derinlik ölçülmüştür. Ancak barınak baseninde 2000 yılına göre bir değişim olmamıştır.



Şekil 22. Günderdu Balıkçılar Balıkçı Barınağı ortalama su derinlikleri ve giriş ağzı ortalama su derinlikleri

3.2.5. Günderdu Söğütlü Balıkçı Barınağı

Barınağın inşa edildiği 1974 yılından 2000 yılına kadar ortalama su derinliğinde 3 cm 'lik artış meydana gelmiştir. 2000 ile 2003 yılları arasında -4,41 m olan ortalama su derinliği -3,95 m 'ye gerilemiştir. Balıkçı barınağında 1974 yılından son ölçümün yapıldığı 2003 yılına kadar yığılma olduğu anlaşılmaktadır.

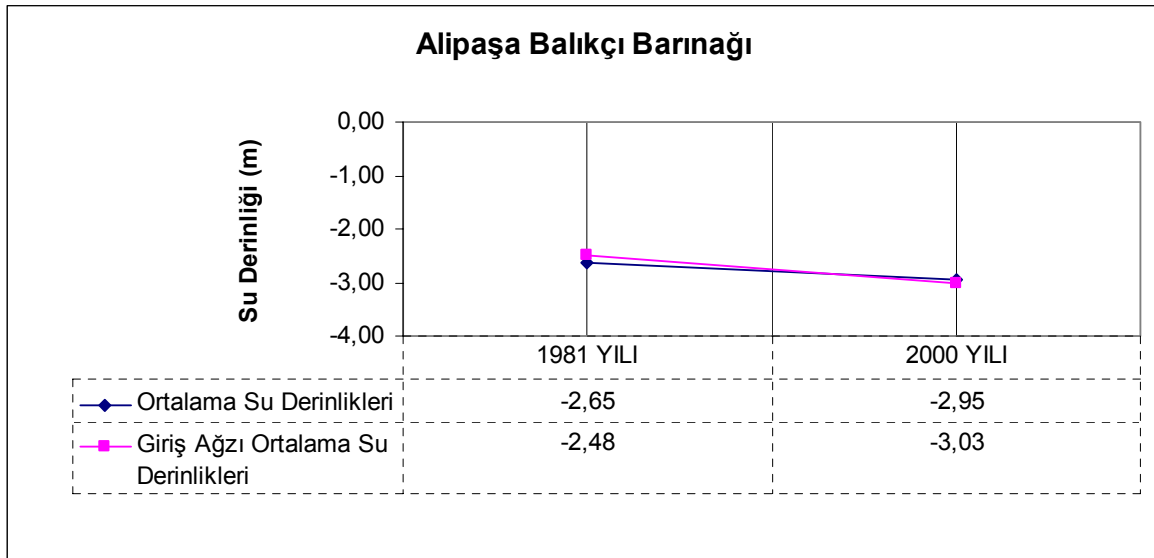


Şekil 23. Günderdu Söğütlü Balıkçı Barınağı ortalama su derinlikleri ve giriş ağzı ortalama su derinlikleri

Ek Şekil 26., Ek Şekil 27. ve Ek Şekil 28.' e göre barınağın inşa edildiği 1974 ile 2000 yılları arasında belirgin bir değişimin olmadığı ifade edilebilir. 2003 yılı verileri yardımıyla oluşturulmuş eş derinlik eğrileri incelenir ise barınak mansabında herhangi bir değişimin olmadığı buna rağmen barınak içerisinde yığılmanın olduğu görülebilir.

3.2.6. Alipaşa Balıkçı Barınağı

Alipaşa Balıkçı Barınağı'nda 2000 yılında yapılmış tek ölçüm bulunmaktadır. Barınakta tek mendirek bulunmaktadır. Çizelge 4. incelendiğinde barınağın inşa edildiği 1981 yılından 2000 yılına kadar ölçüm alanında ve giriş ağzında oyulmanın meydana geldiği anlaşılmaktadır. Diğer bir deyişle su hacminde $364,70 \text{ m}^3$ 'lük artış meydana gelmesiyle balıkçı barınağından aynı miktarda malzeme açık kıyıya taşınmıştır.



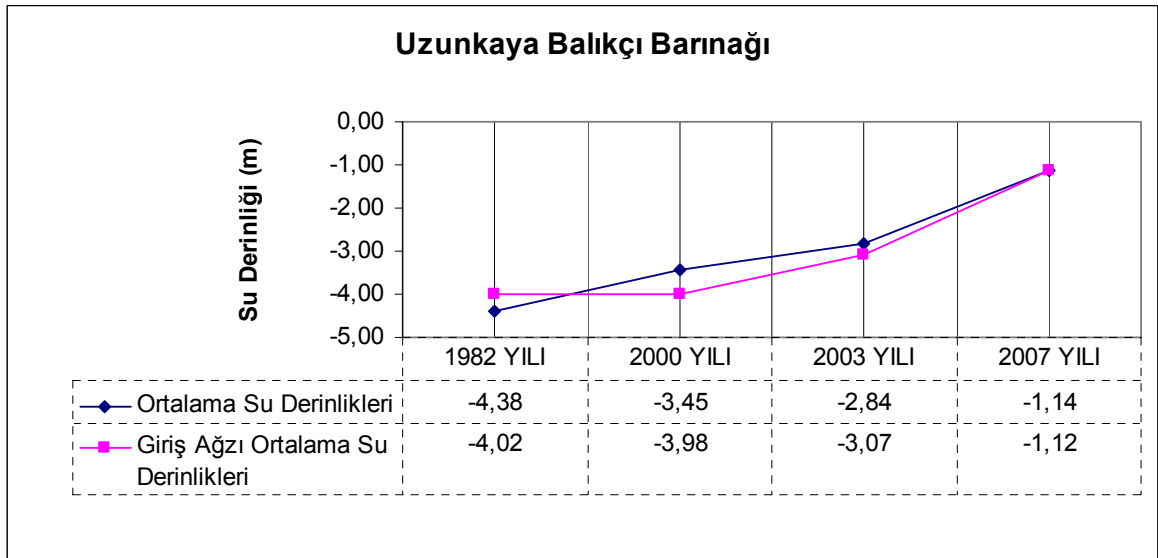
Şekil 24. Alipaşa Balıkçı Barınağı ortalama su derinlikleri ve giriş ağızı ortalama su derinlikleri

İnşa edildiği 1981 yılına ait eş derinlik eğrilerinin oluşturulduğu Ek Şekil 29. incelendiğinde müzvarda barınak içi yönünde -3,00 m derinliğin, açık kıyı yönünde ise -4,00 m ile -5,00 m arasında değişen derinliğin olduğu görülmektedir. Ek Şekil 30.' da 2000 yılına ait eş derinlik eğrileri gösterilmiştir. 2000 yılında barınak içerisinde önceki yıllara göre oyulmanın meydana geldiği ifade edilebilir. Barınak giriş ağzında 1981 yılında -2,48 m olan ortalama su derinliği 2000 yılında oyulmanın etkisi ile -3,07 m' ye ulaşmıştır.

3.2.7. Uzunkaya Balıkçı Barınağı

Uzunkaya Balıkçı Barınağı'nda inşa edildiği 1982 yılından 2000 yılına kadar yığılma meydana gelmiştir. 2000 ile 2003 ve 2003 ile 2007 yılları arasında da yığılma oluşmuştur. Balıkçı barınağı ortalama su derinliğinde ciddi bir değişim görülmüştür. 1982 yılında -4,38 m olan ortalama su derinliği 2007 yılında yığılmanın etkisiyle -1,14 m 'ye kadar gerilemiştir.

Liman giriş ağzında inşa edildiği yıl -4,02 m su derinliği mevcut iken son ölçümün yapıldığı 2007 yılında -1,12 m 'ye kadar sığlaşma oluşmuştur.

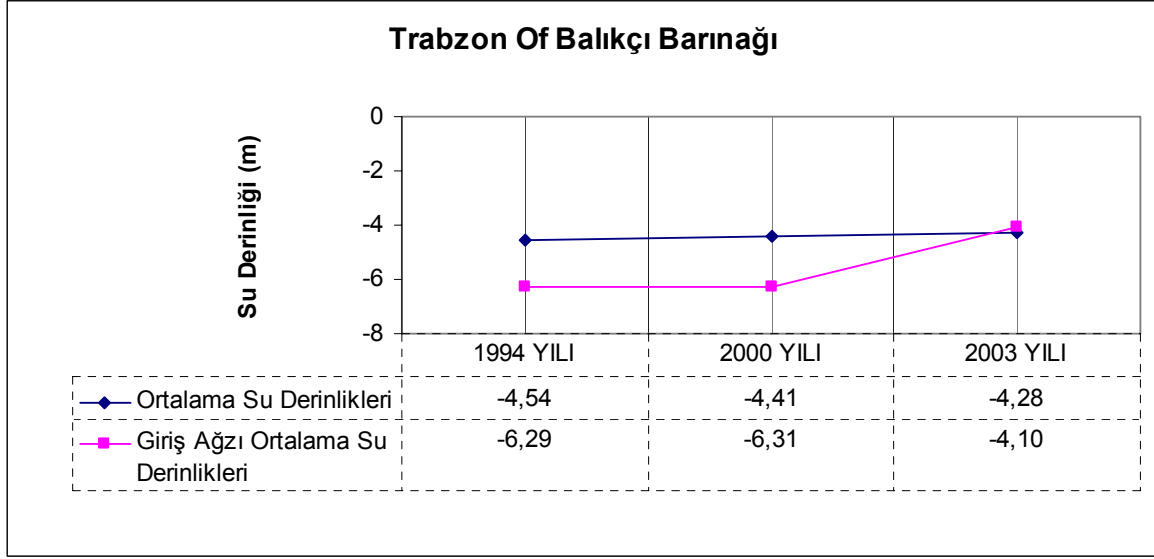


Şekil 25. Uzunkaya Balıkçı Barınağı ortalama su derinlikleri ve giriş ağız ortalama su derinlikleri

1982 ile 2000 yılları arasında barınak içerisinde, müzvarında ve giriş ağzında yığılma oluşmuştur. Bu yıllar arasında mendirek boyunca mansap yönünde -6,00 m eş derinlik eğrisi açık deniz yönünde ilerleme göstermiştir. Bu durum malzemenin mambadan mansaba doğru mendirek boyunca müzvar yönüne doğru taşındığı şeklinde ifade edilebilir. Bu taşınım etkisi altında 2003 yılında barınak içerisinde sığlaşma oluşturmuştur. 2000 yılında barınak içerisinde bulunan -4,00 m eş derinlik eğrisi, 2003 yılında müzvara ulaşmıştır. 2007 yılına kadar ise sığlaşma artarak devam etmiştir. Ve barınak içerisinde inşa edildiği yıla oranla 3,24 m' lik bir dolma meydana gelerek ortalama su derinliği -1,14 m' ye ulaşmıştır (Ek Şekil 31., Ek Şekil 32., Ek Şekil 33. ve Ek Şekil 34.).

3.2.8. Of Balıkçı Barınağı

Şekil 26. incelendiğinde balıkçı barınağının inşasından son ölçümün yapıldığı 2003 yılına kadar ortalama su derinliğinde sürekli bir azalmanın olduğu görülmektedir. Başka bir ifadeyle balıkçı barınağında yığılma oluşmuştur.



Şekil 26. Of Balıkçı Barınağı ortalama su derinlikleri ve giriş ağız ortalama su derinlikleri

Ek Şekil 35. ve Ek Şekil 36. irdelendiğinde 1994 ile 2000 yılları arasında liman içerisinde ve giriş ağızında su derinliğinde değişim olmadığı görülmektedir. Ancak, tali mendireğin memba yönünde eş derinlik eğrilerinin açık denize doğru ilerleme göstermiştir ve buna bağlı olarak yığılma oluşmuştur. 2003 yılına ait eş derinlik eğrilerini gösteren Ek Şekil 37. incelendiğinde daha önceki yıllara göre liman içerisinde yığılma olduğu görülebilir. Liman içerisinde 1994 ve 2000 yıllarında bulunan -7,00 m eş derinlik eğrisinin 2003 yılında bulunmadığı, limanın yol tarafındaki rıhtım önünde yığılmanın oluşup -3,00 m eş derinlik eğrisinin açık deniz yönünde ilerlediği anlaşılmaktadır. Liman giriş ağızının önceki yıllara göre sığlaştığı söylenebilir. Önceki yıllarda -6,00 m seviyelerinde olan liman giriş ağız ortalama su derinliği 2003 yılında -4,10 m seviyelerine ulaşmıştır.

4. İRDELEME

Bu bölümde daha önce bulguları sunulan balıkçı barınakları ve T mahmuzları ekler bölümünde sunulan şekiller yardımıyla irdelenecektir.

4.1. T Mahmuzları

T mahmuzlarının ölçüm yapılan yıllar için bilgisayar ortamında çizilen eş derinlik eğrilerinin oluşturduğu 60 m x 70 m alan 10x10 m'lik karelaj ağına bölünerek mahmuzların memba yönünde ölçüm alanının başlangıcından kıyı boyunca 10 m, 20 m, 40 m ve 50 m için su derinliklerini gösteren kesitler çizilmiştir. 10 m ve 20 m kesitleri mahmuzların memba yönünde, 40 m ve 50 m kesitleri ise mahmuzların mansap yönündedir. Bu kesitler kullanılarak T mahmuzlarının kıyıda açık deniz yönüne doğru değişimi irdelenecektir. Kesitler ekler bölümünde sunulmuştur.

4.1.1. Alipaşa'da 2'li Mahmuz Grubu

Alipaşa 1 mahmuzu için hazırlanan 10 m kesitleri incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

2000 yılındaki kesitte su derinliklerinin 2002 ve 2006 yıllarındaki kesitlere oranla daha sığ olduğu, 2002 ve 2006 yıllarındaki kesitte su derinliklerinin çok fazla değişmediği ifade edilebilir. 2000 ile 2002 yılları arasında oyulma, 2002 ve 2006 yılları arasında az da olsa yığılma olduğu görülmektedir. Mahmuz başlığının açık deniz yönünde tabanında yıllar arasında ciddi değişimin bulunmamaktadır. Oysa mahmuz gövdesindeki su derinliklerinde 2000 ile 2002 yılları arasında 2,40 m' ye kadar ulaşan oyulma eğiliminde bulunan değişim mevcut iken 2002 ve 2006 yılları arasında değişim görülmemektedir.

Alipaşa 1 mahmuzu için hazırlanan 20 m kesitleri incelenir ise; 2002 ve 2006 yıllarında 2000 yılına oranla ciddi oyulmaların olduğu görülebilir. 2002 ve 2006 yılları arasında topukta yığılma, gövde ortasında oyulma, gövde ile başlığın birleştiği bölümde ise 2 m civarında bir yığılma oluşmuştur.

Oluşturulmuş 40 m kesitleri için, mahmuz topuğunda oyulma olduğu, mahmuz gövdesi ile başlığının birleştiği bölüm ile mahmuz başlığında yığılma meydana geldiği, gövdede 2002 ve 2006 yıllarında 2000 yılına oranla yığılma olduğu ifade edilebilir.

Alipaşa 1 mahmuzunun 50 m kesitleri incelendiğinde; Mahmuzun gövde başlangıcında oyulma olduğu, 2002 ve 2006 yıllarında 2000 yılına oranla gövdenin başlık ile birleştiği bölüm arasında ve mahmuz başlığında yığılma meydana geldiği söylenebilir.

Alipaşa 1 mahmuzunu için oluşturulmuş kesitlerin irdelenmesi sonucunda mahmuzun memba yönünde gövdede ve başlıkta oyulmanın, mansap yönünde ise gövdede ve başlıkta yığılmanın olduğu anlaşılmaktadır. Mahmuz mansap tarafı memba tarafına oranla daha derindir. Diğer bir deyişle mahmuz memba yönü oyulurken, mahmuz mansap yönü dolmaktadır (Ek Şekil 38., Ek Şekil 39., Ek Şekil 40. ve Ek Şekil 41.).

Alipaşa 2 mahmuzunu için oluşturulan 10 m kesitleri incelendiğinde 2000 ile 2002 yılları arasında mahmuzun kıyı çizgisi ile birleştiği gövde bölümünde 1,80 m sığlaşma meydana gelmiştir. Diğer bölümlerde ise ciddi değişim görülmemiştir. 20 m kesitlerinde 2000 ile 2002 yılları arasında yığılma, 2002 ile 2006 yılları arasında oyulma oluşmuştur. 40 m kesitlerinde 2000 ile 2002 yılları arasında kıyından 25 m uzaklığa kadar gövdede oyulma, bu noktadan itibaren yığılma oluşmuştur. 2002 ile 2006 yılları arasında ise oyulma meydana gelmiştir. Ancak, 2000 ile 2006 yılları kıyaslanırsa kıyından 25 m uzaklığa kadar oyulma oluşmuştur, bu noktadan itibaren ise 50 cm' ye varan yığılma oluşmuştur. 50 m kesitleri incelendiğinde kıyından 40 m uzaklığa kadar 2000 yılından itibaren yığılmanın olduğu, bu noktadan itibaren ise kesitlerin benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır. 2000 ile 2002 yılları arasında mahmuz başlığı önüne kadar olan bölümde yığılma oluşmuştur. Ancak başlıktan 5 m uzaklıkta ise oyulma oluşmuştur. Mahmuz 50 m kesitlerine göre 2000 yılından 2006 yılına kadar geçen sürede kıyından 40 m uzaklığa kadar malzemenin mahmuz tarafından tutulduğu, bu noktadan itibaren ise malzemenin açık denize taşındığı söylenebilir.

Alipaşa 2 mahmuzunun memba ile mansap tarafında su derinliklerinde ciddi bir değişim görülmemiştir. Ancak, mansap tarafında az da olsa malzeme yığılması mevcuttur (Ek Şekil 42., Ek Şekil 43., Ek Şekil 44. ve Ek Şekil 45.).

4.1.2. Hamuda'da 5'li Mahmuz Grubu

Hamuda 1 mahmuzu için çizilmiş 10 m kesitlerinde 2000 ile 2002 yıllarında kıydan 10 m uzaklığa kadar herhangi bir değişim olmadığı görülmektedir. Bu noktadan itibaren gövde ile başlığın birleştiği bölüme kadar yığılma oluşmuştur. Başlıkta ise az da olsa oyulma mevcuttur. 2006 yılına kadar mahmuzun kıyı ile birleştiği bölümde 45 cm' lik oyulma oluşmuştur. Kıydan 30 m uzaklıktan 60 m uzaklığa kadar yığılma meydana gelmiştir. Mahmuz başlığı önünde ise oyulma gözlemlenmiştir. Mahmuzun 20 m kesitlerinde kıydan 20 m uzaklıktan itibaren başlık önüne kadar malzeme yığılmıştır. 40 m kesitleri incelendiğinde topukta yığılmanın olduğu, başlıkta ciddi bir değişimin oluşmadığı, 2002 ile 2006 yılları arasında ise gövdenin tümünde yığılma olduğu ifade edilebilir. 50 m kesitlerinde ise topukta yığılma mevcut olup gövde ve başlıkta değişim bulunmamaktadır. Ancak, 2002 ile 2006 yılları arasında gövdede özellikle kıydan 40 m uzaklıkta oldukça fazla yığılma oluşmuştur.

Hamuda 1 mahmuzunda genel olarak yığılma meydana gelmiştir. Özellikle mansap tarafında topukta 1 m seviyelerinde sığlaşma mevcuttur (Ek Şekil 46., Ek Şekil 47., Ek Şekil 48. ve Ek Şekil 49.).

Hamuda 2 mahmuzu 10 m kesitlerinde, topukta oyulma, gövde ve başlıkta yığılma oluşmuştur. 20 m kesitleri incelenirse genel olarak mahmuz bölümlerinin tümünde yığılma olduğu ifade edilir. 40 m kesitlerinde gövdede yığılma gözlemlenmiştir. Özellikle 2002 yılında topukta +0,90 m seviyelerinde malzeme yığınlarının olduğu görülebilir. 2000 yılından 2006 yılına kadar geçen sürede kıydan 30 m uzaklığa kadar oyulma, bu noktadan itibaren ise yığılma meydana gelmiştir. 50 m kesitlerinde topukta ciddi anlamda bir yığılma oluşmuştur. Ancak, gövdede ve başlıkta oyulma meydana gelmiştir.

Hamuda 2 mahmuzunun memba tarafı mansaba göre daha sığdır. Mahmuz başlığında oluşan derinlikler birbirine yakındır. Membada genel olarak yığılma oluşmuş iken mansapta oyulmalar gözlenmiştir (Ek Şekil 50., Ek Şekil 51., Ek Şekil 52. ve Ek Şekil 53.).

Hamuda 3 mahmuzu 10 m kesitlerinde 2000 ile 2002 yılları arasında topuğa yakın bölgede yığılma oluşmuştur. Ancak, 2006 yılında su derinliği oyulma etkisiyle 2000 yılındaki seviyesine gerilemiştir. Gövde de yer yer oyulmalar mevcut olup, başlıkta yığılma meydana gelmiştir. 20 m kesitlerinde genel olarak yığılma olduğu söylenebilir. 40 m kesitlerinde özellikle gövdenin başlık ile birleştiği bölümde yığılma oluşmuştur. Topukta +1,00 m seviyelerinde malzeme yığını oluşmuştur. 2000 ile 2002 yılları arasında

yığılma eğiliminde bir değişim gözlenirken, 2002 ile 2006 yılları arasında ciddi bir değişim bulunmamaktadır. 50 m kesitleri incelendiğinde 2000 yılına oranla yığılma oluştuğu görülmektedir.

Hamuda 3 mahmuzunda özellikle topuk ve gövdede yığılma meydana gelmiştir. Mahmuz genel olarak kıyıyı korumaktadır (Ek Şekil 54., Ek Şekil 55., Ek Şekil 56. ve Ek Şekil 57.).

Hamuda 4 mahmuzunun 10 m kesitlerinde yığılma oluşmuştur. 20 m kesitlerinde 2002 ile 2006 yılları arasında topukta oyulma, geri kalan tüm yıllar arasında mahmuzda genel olarak yığılma meydana gelmiştir. 40 m kesitlerinde mahmuz başlığının önü hariç tüm bölümlerde yığılma hakimdir. 50 m kesitlerinde ciddi bir değişim görülmemiştir.

Hamuda 4 mahmuzunu genel olarak kıyıdaki malzemeyi tutan işlevdedir. Başka bir ifadeyle kıyının korunmasına ve gelişmesine katkıda bulunmaktadır (Ek Şekil 58., Ek Şekil 59., Ek Şekil 60. ve Ek Şekil 61.).

Hamuda 5 mahmuzunu için oluşturulmuş 10 m kesitleri incelendiğinde kıyından 20 m uzaklığa kadar yığılma olduğu, diğer bölümlerde ise yıllar arasında ciddi bir değişimin bulunmadığı ifade edilebilir. 20 m kesitlerinde sadece topukta 2000 yılına oranla yığılmanın oluştuğu, diğer bölümlerde ise yer yer hiçbir değişimin olmadığı görülmektedir. 40 m kesitleri incelenir ise yığılma olduğu özellikle topukta +1,00 m seviyelerinde malzeme yığınlarının oluştuğu ifade edilebilir. 50 m kesitlerinde yıllar arasında ciddi bir değişim oluşmamıştır.

Hamuda 5 mahmuzunun topuğunda +1,00 m seviyelerine kadar yığılma oluştuğu, diğer bölümlerde ise ciddi bir değişim olmadığı anlaşılmıştır (Ek Şekil 62., Ek Şekil 63., Ek Şekil 64. ve Ek Şekil 65.).

4.1.3. Limanköy'de 3'lü Mahmuz Grubu

Limanköy 1 mahmuzunu için oluşturulan 10 m kesitlerinde herhangi bir değişimin olmadığı kabul edilebilir. Ancak, başlıkta az da olsa yer yer yığılma ve oyulma oluşmuştur. 20 m kesitleri incelendiğinde 2000 ile 2002 yılları arasında yığılmanın hakim olduğu, 2002 ile 2006 yılları arasında ise gövde boyunca oyulmanın oluştuğu ifade edilebilir. 40 m kesitlerinde yıllara göre ciddi değişim oluşmamıştır. 50 m kesitlerinde ise topuk hariç diğer bölümlerde su derinlikleri yakın değerler almaktadır.

Limanköy 1 mahmuzu için topukta 2000 yılına oranla oyulma meydana geldiği, diğer bölümlerde ise malzemenin tutulduğu söylenebilir. Diğer bir deyişle mahmuz kıyı çizgisinin değişiminde olumsuz etki oluşturmuştur (Ek Şekil 66., Ek Şekil 67., Ek Şekil 68. ve Ek Şekil 69.).

Limanköy 2 mahmuzu için oluşturulmuş 10 m kesitleri incelendiğinde topukta oyulmanın, başlıkta yığılmanın ve gövdede ciddi bir değişimin olmadığı söylenebilir. 20 m kesitlerinde 2000 ile 2006 yılları arasında topuk ve gövdede oyulmanın hakim olduğu, gövde ile başlığın birleştiği bölüm ve başlıkta yığılmanın olduğu ifade edilebilir. 40 m kesitlerinde ise gövde boyunca önemli bir değişimin olmadığı, başlığın önünde ise yığılmanın olduğu görülmüştür. 50 m kesitleri irdelendiğinde, tüm mahmuz boyunca 2000 ile 2006 yılları arasında 10 cm ile 30 cm arasında değişen sığlaşmanın olduğu görülmektedir.

Limanköy 2 mahmuzu memba yönünde topukta oyulma, başlıkta ve az da olsa gövde boyunca yığılma hakimdir. Mansap yönünde ise sığlaşma oluşmuştur. Diğer bir ifadeyle mahmuz kıyayı koruma işlevini yerine getirmektedir (Ek Şekil 70., Ek Şekil 71., Ek Şekil 72. ve Ek Şekil 73.).

Limanköy 3 mahmuzunun 10 m kesitleri irdelendiğinde mahmuzda 2002 ve 2006 yıllarında 2000 yılına oranla yığılma olduğu ifade edilebilir. 20 m kesitlerinde kıyıda 30 m ile 50 m uzaklıktaki bölümde 1,20 m' ye ulaşan oyulma oluşmuştur. Mahmuz başlığında ve önünde ise 40 cm ile 90 cm arasında sığlaşma meydana gelmiştir. 40 m kesitlerinde yıllar arasında herhangi bir değişimin olmadığı kabul edilebilir. 50 m kesitlerinde su derinlikleri birbirilerine yakın değerlerdedir.

Limanköy 3 mahmuzu kıyı korumasına olumlu etki yapmaktadır. Bu veriler dikkate alınarak tahmin yürütülür ise Limanköy 3 mahmuzu uzun dönem için kıyı gelişiminde olumlu katkı sağlayabilir (Ek Şekil 74., Ek Şekil 75., Ek Şekil 76. ve Ek Şekil 77.).

Limanköy mahmuz grubunun memba yönünde birçok balıkçı barınağı ve mahmuz grubu bulunması nedeniyle kıyı boyunca oluşan katı madde hareketinin büyük bir bölümü bu mahmuz grubu tarafından tutulmaktadır. Bu nedenle, mahmuz grubunda az da olsa sığlaşma oluşmuştur.

4.1.4. Meteler Bölgesi'nde 8'li Mahmuz Grubu

Meteler bölgesinde bulunan batıdan doğuya doğru ilk mahmuz olan Meteler 1 mahmuzunu için ekler bölümünde sunulan 10 m kesitleri incelenirse 2002 ile 2006 yılları kesitlerinin birbirine yakın değerlerden oluştuğu, kıyıda 35 m uzaklığa kadar gövdede 2000 yılına oranla 2002 ve 2006 yıllarında önemli sayılabilecek oyulmanın olduğu ifade edilebilir. Kıyıda 35 m uzaklıktaki noktadan itibaren açık deniz yönüne doğru yer yer oyulma oluşmuştur. Mahmuz başlığında ise 2000 yılına oranla sığlaşma meydana gelmiştir. 20 m kesitlerinde kıyıda 30 m uzaklığa kadar gövde boyunca yığılma, 30 m' den gövde ile başlığın birleştiği bölüme kadar oyulma, başlıkta ise 1,00 m ve daha fazla sığlaşma oluşmuştur. 40 m kesitlerinde 2002 ve 2006 yılı kesit davranışları aynıdır ve yığılma oluşmuştur. Mahmuzun başlığı ile başlık önünde oyulma oluşmuştur. 60 m kesitlerinde topukta +1,00 m seviyelerinde malzeme yığınları oluşmuştur. Kıyıda 10 m uzaklıktaki noktadan itibaren ise mahmuz boyunca yığılma, başlıkta az da olsa oyulma gerçekleşmiştir.

Meteler 1 mahmuzunda memba ve mansap tarafında başlıkta oyulma hakimdir. Gövde boyunca ise yığılma meydana gelmiştir. Mahmuz gövdesinin dolması ile kıyı gelişimi sağlanmaktadır (Ek Şekil 78., Ek Şekil 79., Ek Şekil 80. ve Ek Şekil 81.).

Meteler 2 mahmuzunu 10 m kesitlerinde topukta 2000 yılına oranla 2002 yılında 1,40 m, 2006 yılında 1,90 m seviyelerinde oyulma meydana gelmiştir. Ancak, mahmuz gövdesinde değişimin olmadığı kabul edilebilir. Başlıkta ise 2000 yılına oranla diğer yıllar aralığında oyulma oluşmuştur. 20 m kesitlerinde kıyıda 65 m uzaklığa kadar 2000 yılına oranla diğer yıllar arasında yığılma oluşmuştur. Bu derinlikten itibaren ise oyulma hakimdir. 40 m kesitlerinde kıyıda mahmuz başlığına kadar yığılma oluşmuştur. Mahmuz başlığında 40 cm ile 80 cm arasında oyulma meydana gelmiştir. 50 m kesitlerinde kıyıda itibaren mahmuz boyunca yığılma hakimdir.

Meteler 2 mahmuzunda gövde boyunca yığılma oluştuğu, buna rağmen mahmuz başlığında oyulma mevcuttur. Bir başka deyişle mahmuz gövdesinde kıyı malzemesinin açık denize ilerlemesi engellenmiş durumdadır. Mahmuz gövdesi işlevini yerine getirmektedir. (Ek Şekil 82., Ek Şekil 83., Ek Şekil 84. ve Ek Şekil 85.).

Meteler 3 mahmuzunun 10 m kesitlerinde gövde boyunca yığılma oluşmuştur. Ancak, Meteler 1 ve Meteler 2 mahmuzunda olduğu gibi başlıkta oyulma meydana gelmiştir. 20 m kesitlerinde gövde boyunca çok fazla yığılma oluşmuştur. Özellikle 2000

ile 2002 yılları arasında 4 m' ye varan yığılma meydana gelmiştir. Başlıkta ise herhangi bir değişimin olmadığı kabul edilebilir. 40 m kesitlerinde 2000 yılından 2002 ve 2006 yılına kadar tüm mahmuz boyunca yığılma meydana gelmiştir. Özellikle topukta +2,00 m seviyelerinde malzeme yığılması olduğu görülmektedir. 50 m kesitlerinde tüm mahmuz boyunca bütün yıllar arasında yığılma hakimdir.

Meteler 3 mahmuzunda genel olarak yığılma meydana gelmiştir. Mahmuz kıyı koruması ve gelişimi için görevini yapmaktadır (Ek Şekil 86., Ek Şekil 87., Ek Şekil 88. ve Ek Şekil 89.).

Meteler 4 mahmuzunu 10 m kesitlerinde tüm mahmuz boyunca yığılma oluşmuştur. 20 m kesitlerinde de mahmuz boyunca yığılma oluşmuştur. Özellikle gövdede ve topukta yer yer 3 m kadar yığılma oluşarak +1,10 m seviyelerinde malzeme yığınları oluşmuştur. 40 m kesitlerinde mahmuz boyunca yığılma olduğu görülmektedir. Kıyı boyundan 50 m uzaklıkta +2,00 m seviyelerinde malzeme yığınları oluşmuştur. 50 m kesitlerinde topukta 2000 ile 2002 yılları arasında yığılmanın olduğu, kıyıdan 30 m uzaklıktan 60 m uzaklığa kadar olan gövde ile başlığın birleştiği bölümde yer yer +2,40 m seviyelerine ulaşan yığılma olduğu görülmektedir. Başlıkta ise yığılma oluşmuştur.

Meteler 4 mahmuzunda genelde yığılma oluşmuştur. Bu nedenle, mahmuz işlevini yerine getirmektedir (Ek Şekil 90., Ek Şekil 91., Ek Şekil 92. ve Ek Şekil 93.).

Meteler 5 mahmuzunun 10 m kesitleri incelendiğinde 2002 ve 2006 yılları arasında 2000 yılına oranla kıyıdan 35 m uzaklığa kadar, başka bir deyişle gövde ortasına kadar, oyulmanın meydana geldiği, bu noktadan mahmuz başlığı önüne kadar ise ciddi anlamda yığılmanın olduğu ifade edilebilir. 20 m kesitlerinde mahmuz boyunca yığılma meydana gelmiştir. 40 m kesitleri incelendiğinde 2000 ile 2002 yılları arasında +0,70 m seviyelerine ulaşan malzeme yığınlarının olduğu, buna rağmen 2002 ile 2006 yılları arasında oyulma ile su seviyesini geçen yığınların tekrar su seviyesi altına düştüğü görülmektedir. Başlıkta ise yığılma oluşmuştur. 50 m kesitlerinde 2002 ile 2006 yıllarında 2000 yılına oranla yığılmanın olduğu, özellikle kıyıdan 50 m uzaklıkta +3,00 m seviyesine ulaşan yığınların meydana geldiği görülmektedir.

Meteler 5 mahmuzunda kıyıdan 30 m uzaklıktan itibaren yığılma olduğu, özellikle gövde ile mahmuz başlığı birleşim bölümünde oldukça fazla yığılma olduğu ifade edilebilir. Mahmuz kıyı koruması için işlevini yerine getirmektedir (Ek Şekil 94., Ek Şekil 95., Ek Şekil 96. ve Ek Şekil 97.).

Meteler 6 mahmuzunun 10 m kesitlerinde tüm yıllar boyunca mahmuzun bütününde yığılmanın olduğu görülmektedir. 20 m kesitlerinde ise tüm mahmuz boyunca yığılma gözlemlenmiştir. Özellikle topukta +0,80 m seviyelerinde malzeme yığınları oluşmuştur. 40 m kesitlerinde ise özellikle kıyıda 30 m uzaklıktan itibaren mahmuz başlığı önüne kadar oldukça fazla yığılma meydana gelmiştir. 50 m kesitlerinde tüm mahmuz boyunca yığılma oluşmuştur.

Meteler 6 mahmuzunda genel olarak yığılma oluşmuştur. Bu nedenle mahmuz kıyıyı korumaktadır (Ek Şekil 98., Ek Şekil 99., Ek Şekil 100. ve Ek Şekil 101.).

Meteler 7 mahmuzunun 10 m kesitlerinde büyük değişimin olmadığı görülmektedir. 20 m kesitlerinde 2002 ve 2006 yıllarında 2000 yılına oranla yığılma oluşmuştur. Özellikle kıyıda uzaklığı 30 m ile 50 m aralığında kalan bölümde +1,80 m seviyelerine ulaşan malzeme yığınları oluşmuştur. 40 m kesitlerinde tüm mahmuz boyunca yığılma oluşmuştur. 50 m kesitlerinde kıyıda 30 m uzaklığa kadar oyulma meydana gelmiştir. Bu noktadan 50 m uzaklığa kadar ise 2000 yılına oranla yığılma oluşmuştur. Mahmuz başlığında herhangi bir değişimin olmadığı kabul edilebilir.

Meteler 7 mahmuzunu genelde yığılma oluşmuştur. Mahmuz işlevini yerine getirmektedir (Ek Şekil 102., Ek Şekil 103., Ek Şekil 104. ve Ek Şekil 105.).

Meteler 8 mahmuzunun 10 m kesitleri incelendiğinde ölçüm yılları su derinliklerinin birbirilerine yakın değerler aldığı ifade edilebilir. Topukta oyulma meydana gelmiştir. 20 m kesitlerinde mahmuz başlığında bir değişim görülmemektedir. Mahmuzda gövde boyunca yığılma meydana gelmiştir. 40 m kesitlerinde 2002 ve 2006 yılları ile 2000 yılı arasında mahmuz boyunca büyük miktarda yığılma oluşmuştur. 50 m kesitlerinde ise topukta ve başlıkta yığılma eğilimi, gövdede ise yığılma eğilimi mevcuttur.

Meteler 8 mahmuzunu kıyı malzemesinin açık denize taşınmasını engellemiştir. Mahmuz işlevini yerine getirmektedir (Ek Şekil 106., Ek Şekil 107., Ek Şekil 108. ve Ek Şekil 109.).

Meteler mahmuz grubunun memba yönünde bulunan İyidere'nin taşımış olduğu katı madde, mahmuz grubu tarafından tutulmaktadır. Mahmuz grubunda batıdan doğuya önce gelen mahmuzlarda sığlaşma daha fazladır. Bu da bir önceki mahmuzun kıyı boyu taşınımı etkilemesinden kaynaklanmaktadır.

4.2. Balıkçı Barınakları

Bulgular bölümünde sunulmuş şekiller ve ekler bölümünde sunulmuş eş derinlik eğrileri kullanılarak balıkçı barınakları irdelenecektir.

Derepazarı Eriklimanı Çekek Yeri'nde inşa edildiği yıl ile ölçüm yapılan yıllar arasında ciddi bir değişimin olmadığı kabul edilebilir. Ancak, son ölçümün yapıldığı 2003 yılında çekek yeri giriş ağzı önceki yıllara oranla sığlaşmıştır. Sığlaşmanın nedeni, çekek yerinin memba yönünde bulunan akarsuyun taşımış olduğu katı maddenin dalgalar ve akıntılar etkisiyle çekek yeri içerisine ulaşmasıdır.

Derepazarı Yanıktaş Çekek Yeri içerisinde inşa edildiği 1983 yılına oranla son ölçümün yapıldığı 2007 yılında oyulma meydana gelmiştir. 1983 yılına ait eş derinlik eğrisi şeklinde çekek yeri içerisinde -3,00 m eş derinlik eğrisi mevcut iken 2007 yılında bulunmamaktadır. Çekek yeri giriş ağzı inşa edildiği yıla göre 1,00 m civarında sığlaşma göstererek -5,00 m seviyelerine ulaşmıştır. Çekek yerinin batı yönünde birçok balıkçı barınağı ve T mahmuz grubu bulunmaktadır. Bu yapılar kıyı boyunda oluşan katı madde taşınımını engellemiş olması sebebiyle çekek yerinde oyulma oluşmuştur.

Fenerboğazı Çekek Yeri sığlaşmanın en fazla görüldüğü yapıdır. İnşa edildiği 2000 yılında çekek yeri içerisinde -4,00 m ile -5,00 m eş derinlik eğrileri mevcut iken 2007 yılında bu eğriler yerlerini -3,00 m eş derinlik eğrisine bırakmıştır. Çekek yeri giriş ağzı da sığlaşmaya maruz kalmıştır. Çekek yerinde meydana gelen sığlaşmanın nedeni çekek yeri memba yönünde bulunan akarsuyun taşıdığı katı maddenin dalgaların ve akıntıların etkisiyle çekek yeri basenine ulaşmasıdır.

Gündoğdu Balıkçılar Balıkçı Barınağı'nda inşa edildiği 1986 yılından 2000 yılına kadar oyulma olmuştur. 2000 yılında barınak içerisinde -6,00 m eş derinlik eğrisi mevcuttur. Halbuki 1986 yılı eş derinlik eğrisi incelendiğinde barınak içerisinde en derin kabul edilebilecek bölümün -5,00 m civarında derinliğe sahip giriş ağzı olduğu söylenebilir. 2003 yılı verilerine göre ise barınakta 2000 yılına oranla ciddi bir değişim olmamıştır. Ancak, eş derinlik eğrileri az da olsa açık deniz yönünde ilerleme göstermiştir. Bu durum da barınak içerisinde az da olsa yığılma meydana geldiğini göstermektedir. Balıkçı barınağının memba yönünde 4 adet çekek yeri bulunmaktadır. Bu çekek yerleri kıyı boyunca oluşan katı madde hareketini azaltması nedeniyle balıkçı barınağında ciddi bir değişim oluşmamıştır.

Gündoğdu Söğütlü Balıkçı Barınağı'nda inşa edildiği 1974 yılı ile 2000 yılı arasında değişim olmamıştır. Barınak rıhtımı önünde -3,00 m ile -4,00 m arasında su derinliği bulunmaktadır. Ancak, 2003 yılı ölçümünde rıhtım önündeki su derinliği -3,00 m ile bundan daha az değerler arasında kalmıştır. Ayrıca, diğer eş derinlik eğrileri de önceki yıllara oranla açık deniz yönünde ilerleme göstermişlerdir. Bu durum barınak içerisinde ve giriş ağzında sığlaşmanın bulunduğunu ifade etmektedir. Balıkçı barınağı memba yönünde Gündoğdu Balıkçılar Balıkçı Barınağı ile 4 adet çekek yeri bulunmaktadır. Bu barınak ve çekek yerleri kıyı boyunca oluşan katı madde hareketini engelleyememesi nedeniyle balıkçı barınağı içerisinde ciddi bir değişim oluşmamıştır.

Alipaşa Balıkçı Barınağı inşa edildiği 1981 yılına oranla oyulmaya maruz kalmıştır. 1981 yılında mansap tarafında kıyıya yakın bölgelerde -1,00 m civarında su derinliği mevcut iken 2000 yılında -4,00 m seviyelerinde su derinliğine gerilemiştir. Barınak giriş ağzı su derinliği -3,00 m seviyelerinden -4,00 m ve daha derin seviyelere ulaşmıştır. Balıkçı barınağı memba yönünde Derepazarı Eriklimanı Çekek Yeri ile Uzunkaya Balıkçı Barınağı bulunmaktadır. Özellikle Uzunkaya Balıkçı Barınağı baseninin ciddi bir şekilde sığlaşması kıyı boyunca oluşan katı madde hareketini engellemiştir. Bu nedenle, barınakta oyulma oluşmuştur.

Uzunkaya Balıkçı Barınağı'nda inşa edildiği 1982 yılından itibaren sürekli olarak yığılma oluşmuştur. 1982 yılında liman içerisinde -3,00 m, 2000 ve 2003 yıllarında -2,00 m, 2007 yılında ise -1,00 m su derinlikleri oluşmuştur. Barınağın memba yönünde bulunan derenin taşıdığı katı madde dalgalar ve akıntılar etkisiyle barınak içerisine taşınmış ve sığlaşmaya neden olmuştur. Barınak giriş ağzı da buna bağlı olarak sığlaşmıştır. 1982 yılında giriş ağzı su derinliği -3,00 m ile -4,00 m arasında değişirken 2007 yılında -1,00 m ile -2,00 m arasında değer almıştır.

Bu tezde irdelenen barınaklar arasında en büyük basen alanına sahip Of Balıkçı Barınağı inşa edildiği 1994 yılına oranla daha sonraki yıllarda sığlaşmaya maruz kalmıştır. Barınak içerisinde 1994 ve 2000 yıllarında ana mendireğin kıyı tarafı -7,00 m su derinliğine sahip iken 2003 yılında yer yer -5,00 m' ye kadar sığlaşmıştır. Sığlaşma barınak baseninde de oluşmuştur. 2003 yılında daha önceki yıllara göre -4,00 m eş derinlik eğrisi açık deniz yönünde ilerleme göstermiştir. Tali mendirek müzvarında daha önceki yıllarda -5,00 m seviyelerinde su derinliği bulunurken -4,00 m seviyelerine kadar sığlaşma meydana gelmiştir. Balıkçı barınağının memba yönünde Solaklı Deresi ve 1 adet çekek yeri bulunmaktadır. Barınakta oluşan sığlaşma bu çekek yerinin kıyı boyunca oluşan katı

madde hareketini engelleyememesidir. Ancak, ana mendirek rıhtımının önünde yer yer oyulma oluşup su derinliğinde artış olmuştur. Tali mendirek rıhtımının önünde ise -3,00 m seviyelerinde su derinliği bulunmaktadır.

Genel olarak Rize ve Trabzon İllerinde araştırılan balıkçı barınakları ve çekek yerlerinde yığılma olmuştur. Özellikle ana mendirek ve tali mendirekten oluşan barınaklarda yığılma daha fazladır. Ancak, tek mendirekten oluşan Alipaşa Balıkçı Barınağı gibi oyulmaya maruz kalan barınaklarda bulunmaktadır.

5. SONUÇLAR

Doğu Karadeniz Bölgesi kıyılarında inşa edilmiş T mahmuzları ve balıkçı barınaklarının kıyılara etkisinin araştırıldığı bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1. Zamana bağlı olarak Alipaşa 1 mahmuzu hariç tüm mahmuzlarda dolma miktarlarında artış olmuştur. Ancak, Meteler 7 ve Meteler 8 mahmuzları hariç tüm mahmuzlarda 2000 ile 2002 yıllarındaki artış 2002 ile 2006 yıllarındaki artıştan fazladır. Bu artış mahmuzların kapasitelerine bağlıdır. Mahmuzlar doldukça dolma miktarlarının artış hızı azalmaktadır.
2. Bazı mahmuzlarda bölgedeki akarsuların etkisi altında yığılma miktarı artış göstermektedir.
3. Bazı mahmuzların işlevini kaybettiği söylenebilir.
4. Mahmuzların memba ve mansabında yığılma oluşmuştur. Ancak, yer yer mansapta oyulmalar olmuştur. Mahmuzların başlık kısımlarında oyulmalar meydana gelmiştir. Mahmuzların gövdesinde dolma olmuştur.
5. Ölçüm alanı her mahmuzun 60 m x 70 m 'lik alan olduğu için tek başlarına değerlendirme yapılabilmıştır. Mahmuz sistemi olarak değerlendirilmemiştir. Ancak, mahmuz kesitleri incelendiğinde mahmuz sayısı arttıkça gövdede dolma miktarının, mansapta ise oyulma miktarının azaldığı görülmüştür. Mahmuz sistemlerinde batıdan doğuya orta ve son mahmuzlarda gövde kısımlarında dolma miktarı önce gelen mahmuzlara oranla azdır.
6. Balıkçı barınakları ve çekek yerlerinde zamanla dolma olmuştur. Barınak giriş ağzında oluşan yığılmaya bağlı olarak barınak içerisinde dolma oluşmuştur. Barınak basenlerinde tali mendirek civarında ve ana mendireğin kıyı ile kesiştiği kısımlarda yığılma miktarı diğer kısımlara oranla fazladır. Ana mendireğin barınak içi tarafında dolma daha az olmaktadır. Diğer bir ifadeyle bu kısımda diğer kısımlara oranla dolma hızı daha yavaştır. Bölgede bulunan akarsulara yakın inşa edilmiş balıkçı barınaklarında sığılma fazladır.

6. ÖNERİLER

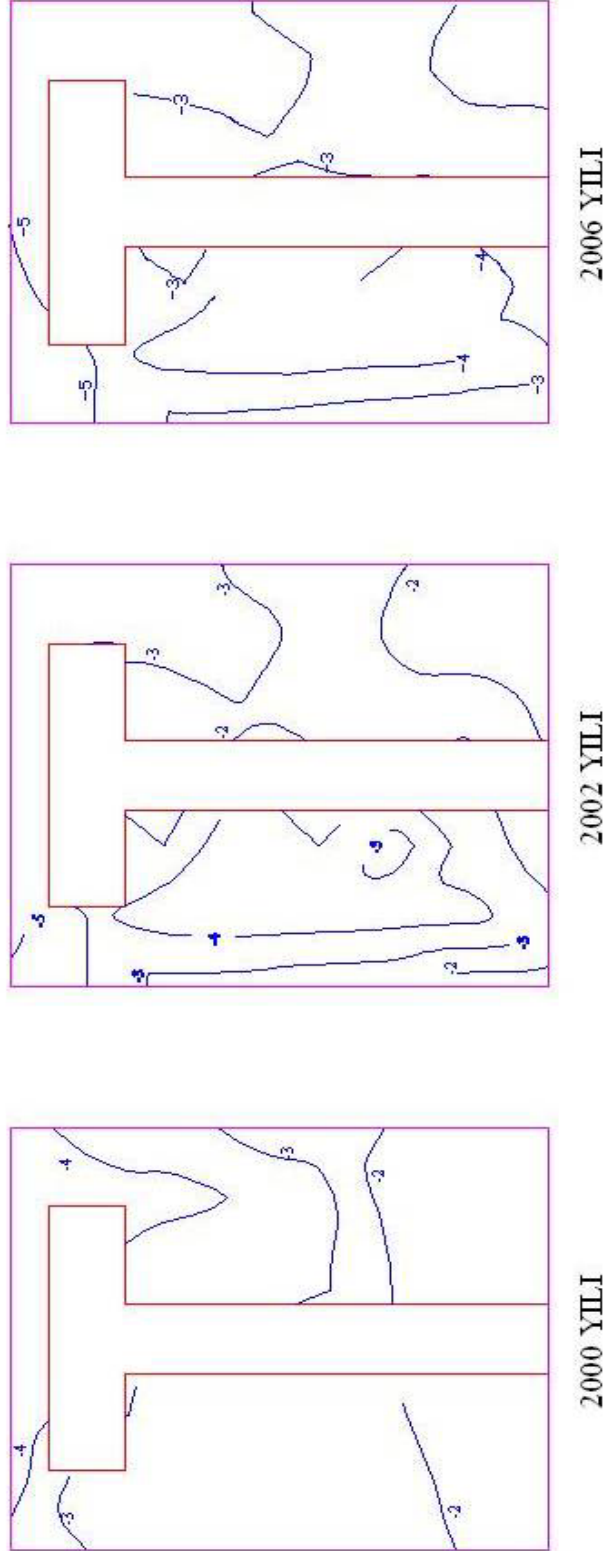
Kıyı yapılarının, kıyılara etkilerinin araştırılması uzun yıllar ölçüm yapılmasını gerektirmektedir. Bu çalışmada kullanılan veriler, 2000 ile 2007 yılları arasındadır. Bu zaman aralığı söz konusu kıyı yapılarının kıyılara etkisi açısından gerçeğe yakın sonuçlar verememektedir. Kıyılarımızda yeterli ölçüm ağının kurulması ile kıyılardaki değişim izlenebilir. Elde edilen veriler araştırmacılara kaynak oluşturabilir. Bu veriler laboratuvar çalışmaları ile desteklenerek kıyı değişimi tahmini için sayısal model oluşturulabilir. Akarsuların kıyı yapıları üzerindeki etkileri araştırılarak sayısal modeller oluşturulabilir. Ekstrem değerlerin görülebildiği Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, bu çalışmada kullanılan veriler ile birlikte bundan sonraki arazi çalışmalarında elde edilecek veriler birlikte analiz edilerek bölgeye has sayısal model oluşturulabilir. Kıyı yapılarının yer seçiminde ve boyutlandırılmasında, bu sayısal model kullanılabilir.

7. KAYNAKLAR

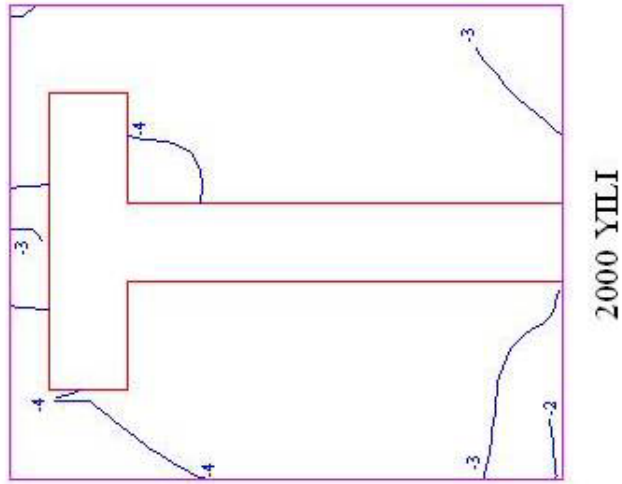
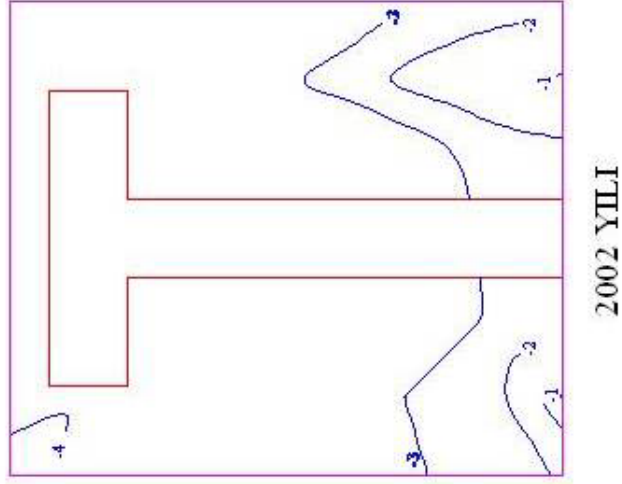
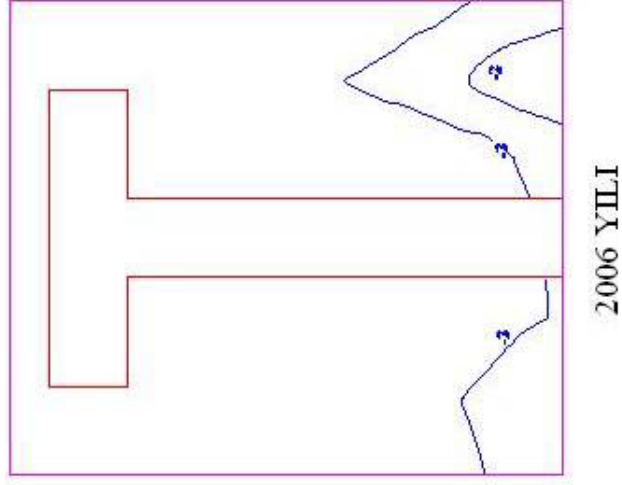
1. Şafak, I., Numerical Modeling of Wind Wave Induced Longshore Sediment Transport, Yüksek Lisans Tezi, O.D.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006.
2. Artagan, S.S., A One-Line Numerical Model for Shoreline Evolution Under the Interaction of Wind Waves and Offshore Breakwaters, Yüksek Lisans Tezi, O.D.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006.
3. Baykal, C., Numerical Modeling of Wave Diffraction in One-Dimensional Shoreline Change Model, Yüksek Lisans Tezi, O.D.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006.
4. Özölçer, İ.H., Kıyı Korunmasında Mahmuzların Etkilerinin Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1998.
5. Saied, U.M., Integrated Coastal Engineering Modeling, Doktora Tezi, McMaster University, Ontario, Kanada, 2004.
6. Dabees, M.A., Efficient Modeling Of Beach Evolution, Doktora Tezi, Queen's University, Ontario, Kanada, 2000.
7. Günbak, A.R., Güler, I., Gökçe, T. ve Emirli, D., Liman Kumlanması ve Çevre Kıyı Değişimine Bir Örnek: Yakakent Balıkçı Barınağı, 1. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, Kasım 1996, Samsun, Bildiriler Kitabı, 59 – 62.
8. Karasu, S., Özölçer, İ.H., Birben, A.R., Önsoy, H. ve Güner, M.S., Doğu Karadeniz Kıyılarında Mahmuzların Etkisi ve Sayısal Model Yaklaşımı, 2. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, Kasım 1998, Mersin, Bildiriler Kitabı, 263 – 280.
9. Özölçer, İ.H., Kömürcü, M.İ., Birben, A.R., Yüksek, Ö. ve Karasu, S., Effects of T – Shape Groin Parameters on Beach Acceriton, Ocean Engineering, 33 (2006) 382 – 403.
10. Süme, V. ve Karasu, S., Rize Sahilinde İyidere – Çayeli Arasında Yapılan T Mahmuzların Kıyı Koruma Açısından İncelenmesi, 4. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, Ekim 2002, Antalya, Bildiriler Kitabı, 1, 201 – 217.
11. Süme, V., Rize İyidere – Çayeli Arasındaki T Mahmuzların Kıyı Koruma Açısından İncelenmesi, 6. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, Ekim 2007, İzmir, Bildiriler Kitabı, 25 – 34.
12. Yüksek, Ö., Balıkçı Barınaklarının Dolma Sürecinin Araştırılması ve Uygun Proje Ölçütlerinin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1992.

8. EKLER

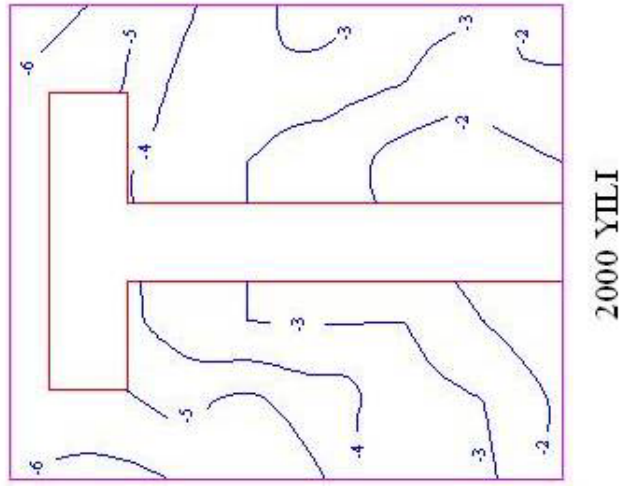
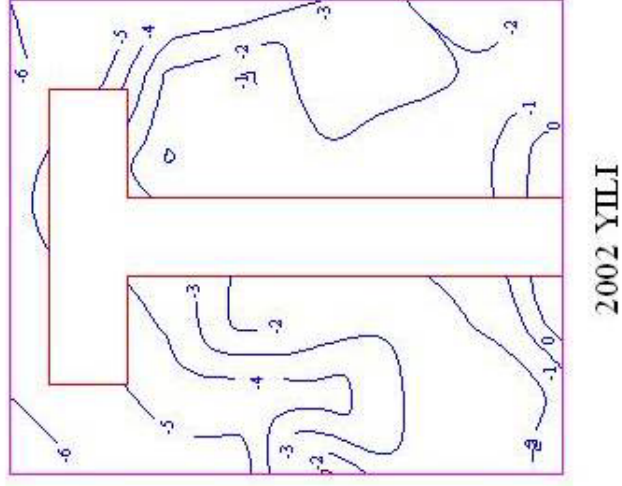
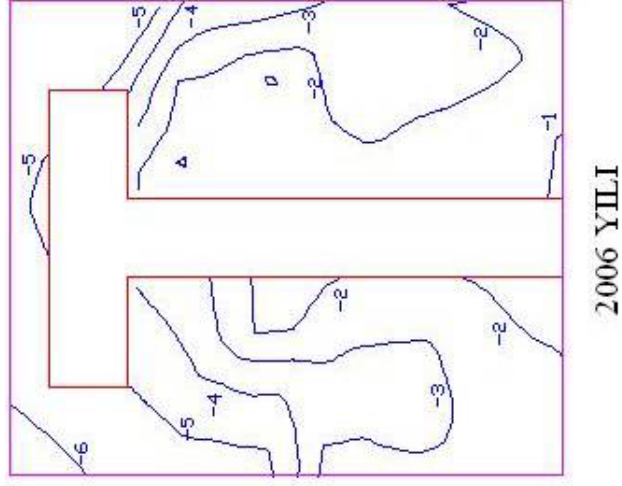
Ek Şekil 1. ile Ek Şekil 18. arasındaki şekiller T mahmuzlarının ölçüm yıllarındaki eş derinlik eğrilerini göstermektedir.



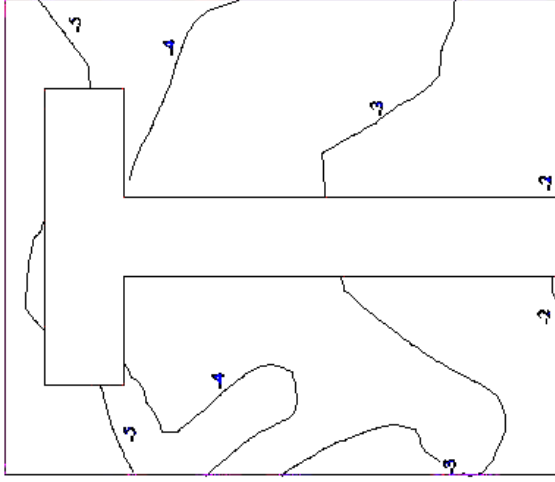
Ek Şekil 1. Alipaşa 1 mahmuzu eş derinlik eğrileri



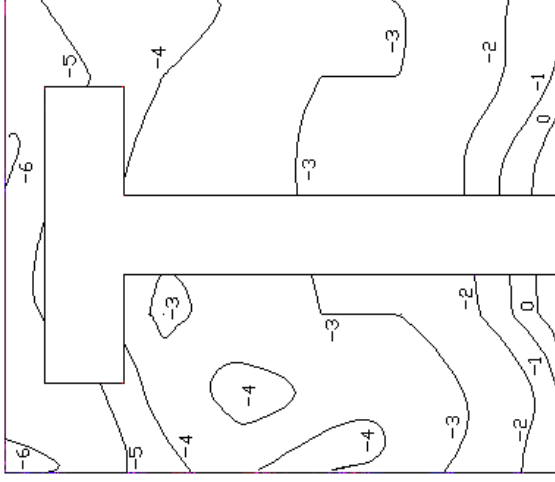
Ek Şekil 2. Alipaşa 2 mahmuzu eş derinlik eğrileri



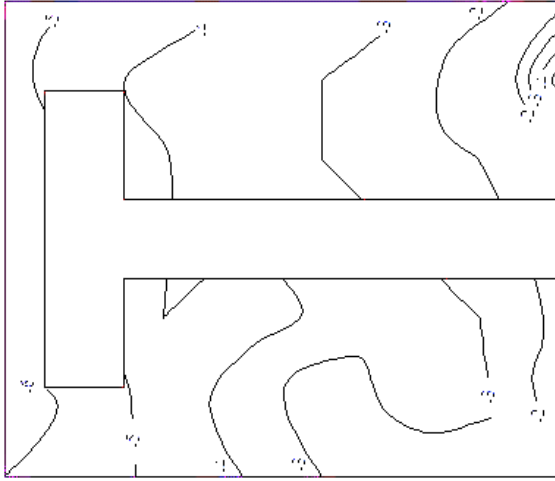
Ek Şekil 3. Hamuda 1 mahmuzu eş derinlik eğrileri



2006 YILI

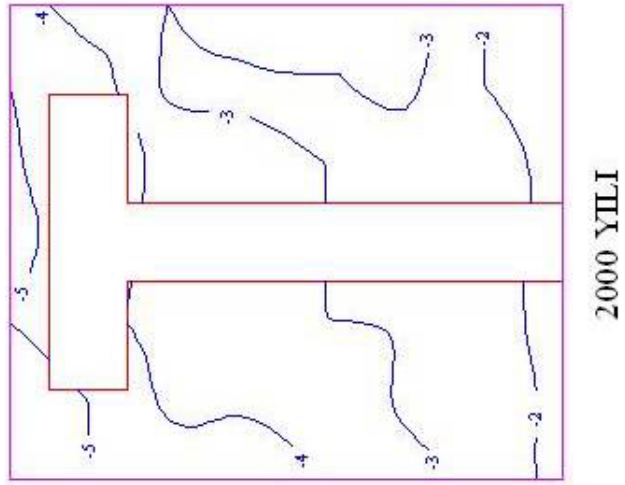
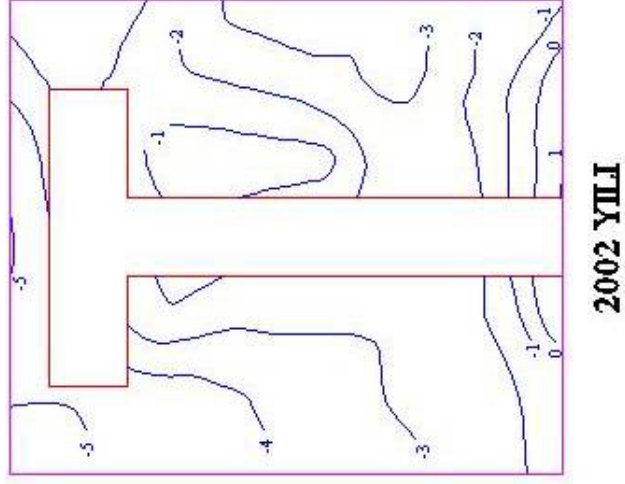
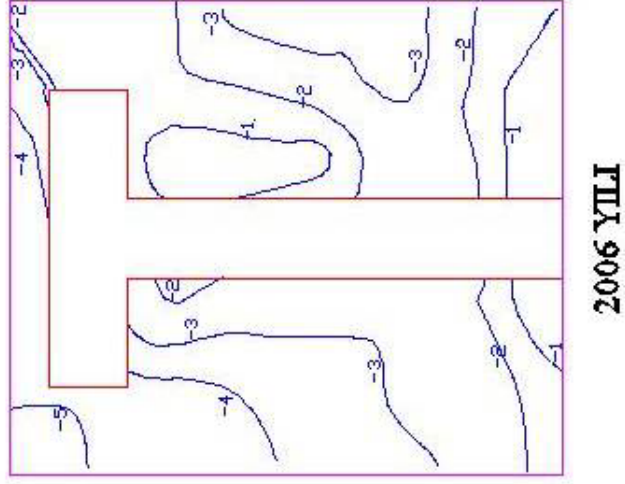


2002 YILI

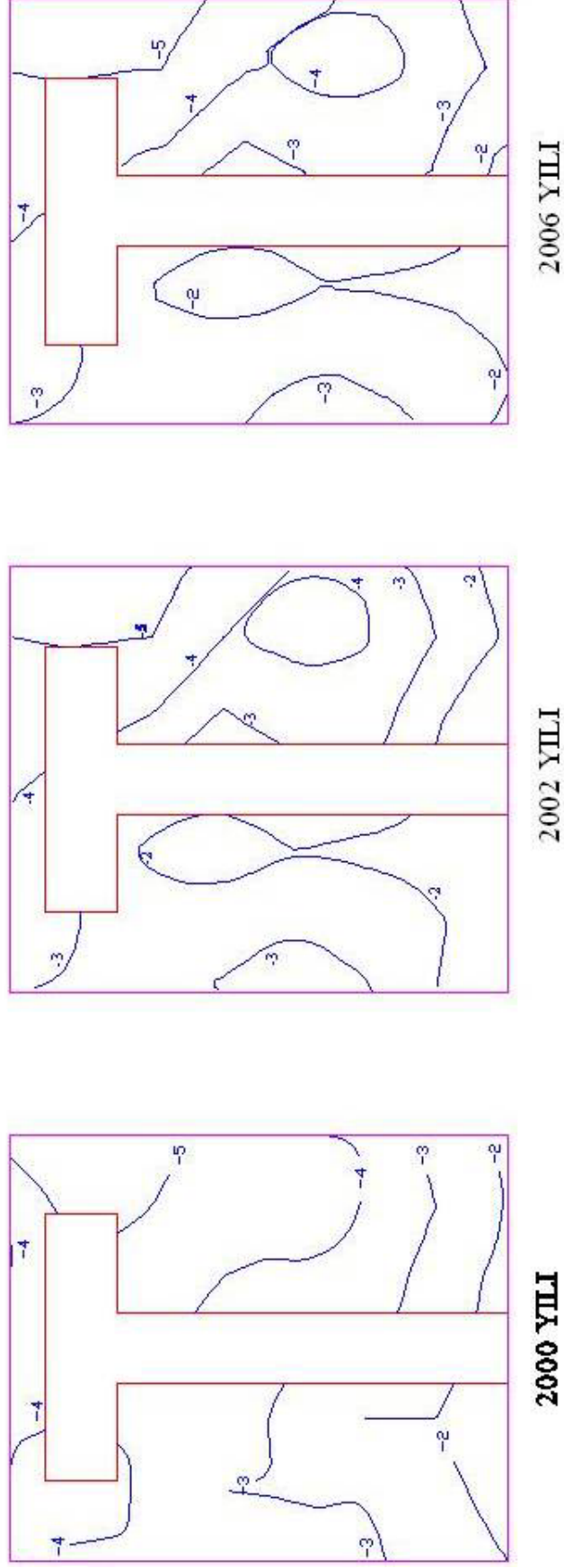


2000 YILI

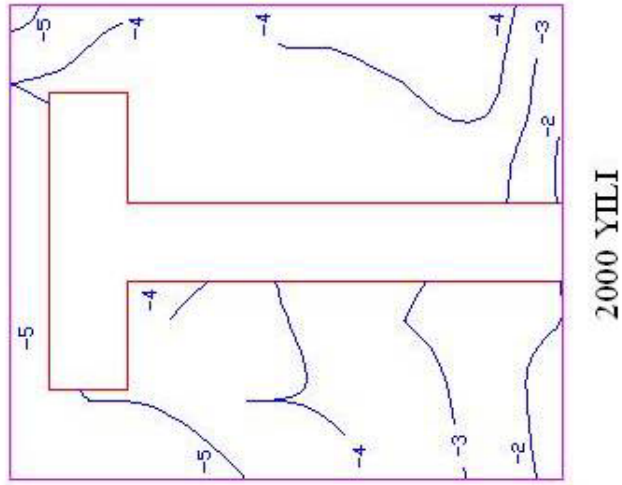
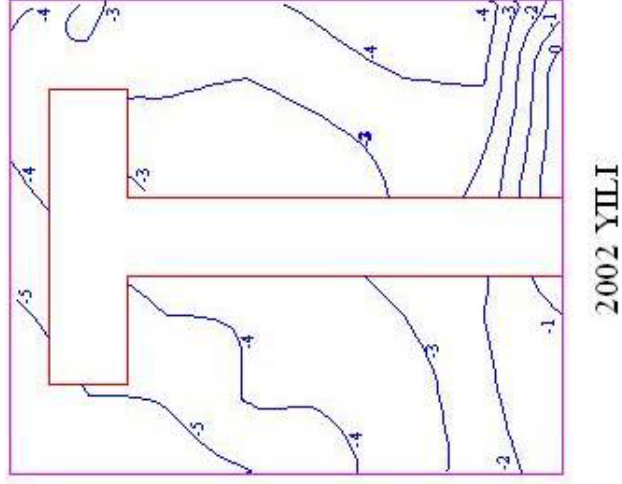
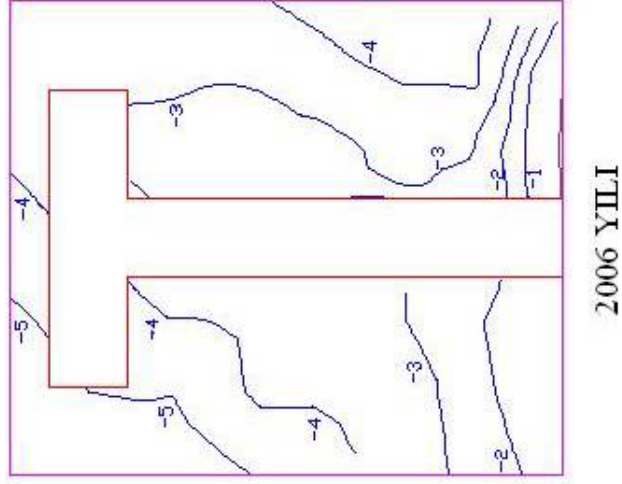
Ek Şekil 4. Hamuda 2 mahmuzu eş derinlik eğrileri



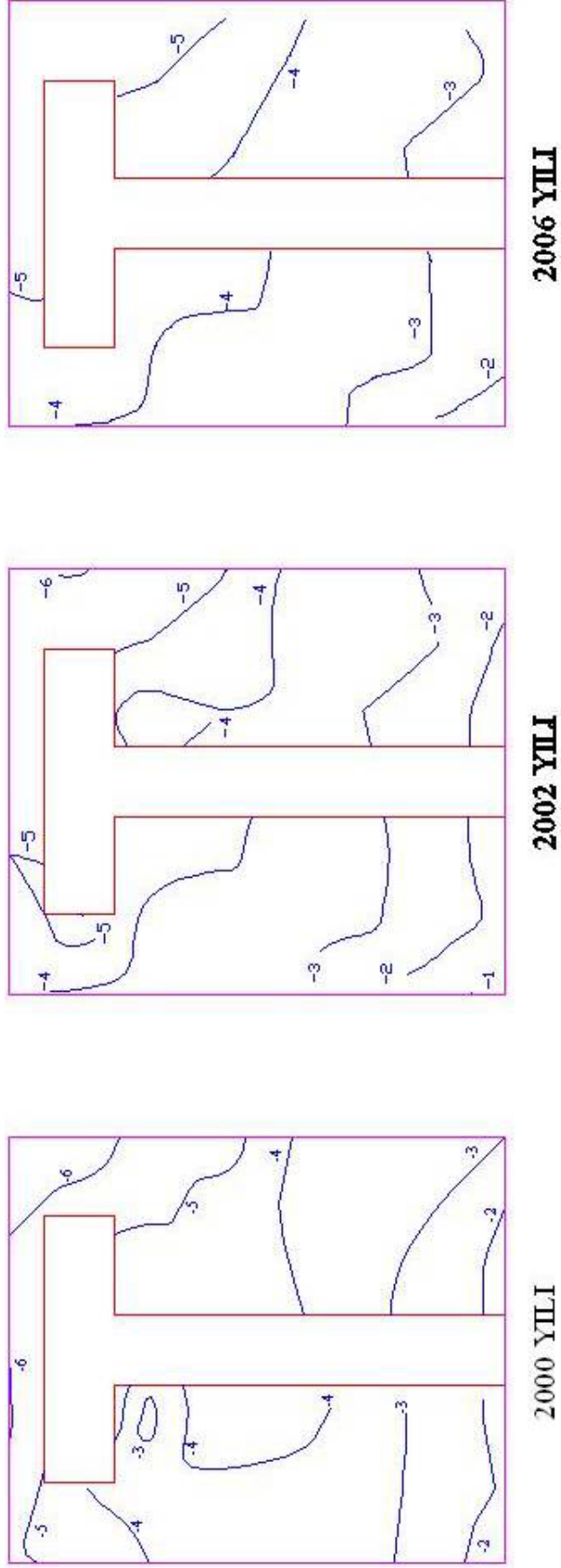
Ek Şekil 5. Hamuda 3 mahmuzu eş derinlik eğrileri



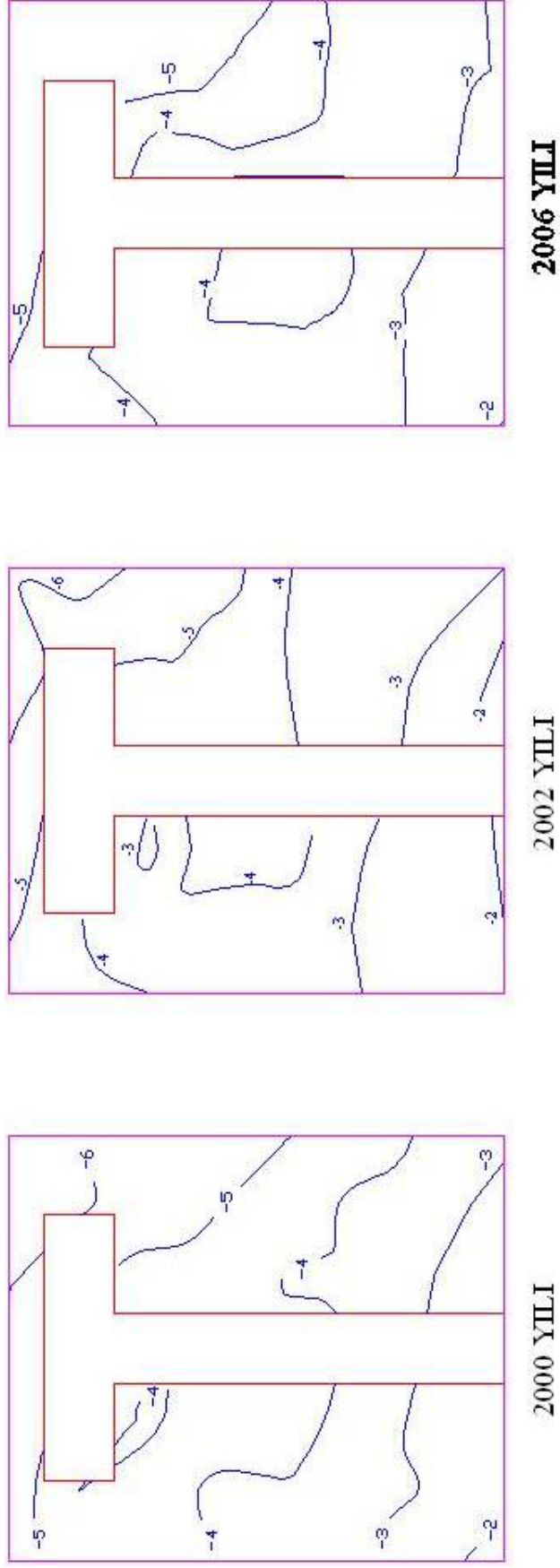
Ek Şekil 6. Hamuda 4 mahmuzu eş derinlik eğrileri



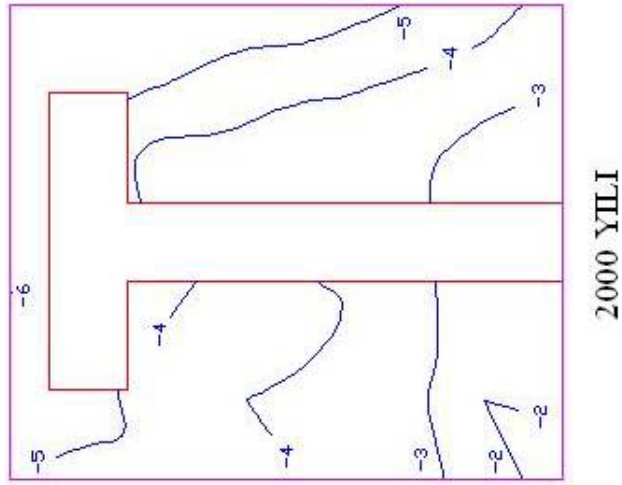
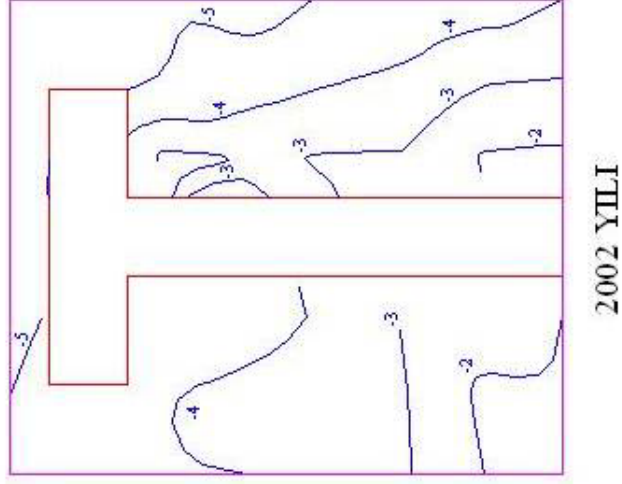
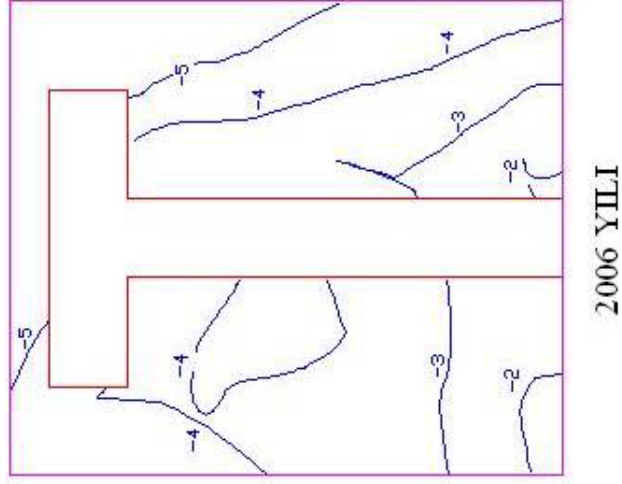
Ek Şekil 7. Hamuda 5 mahmuzu eş derinlik eğrileri



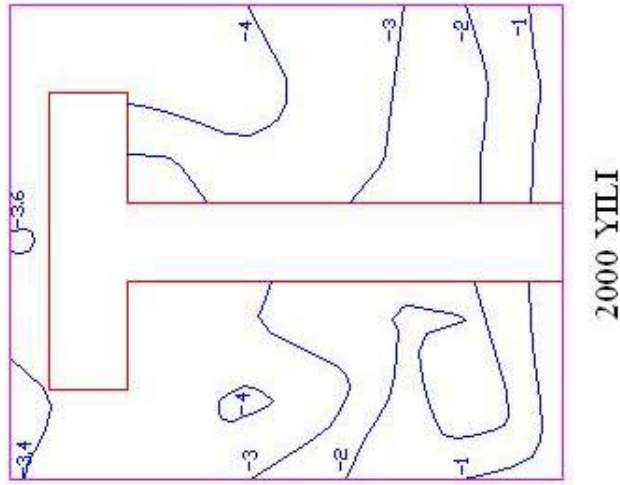
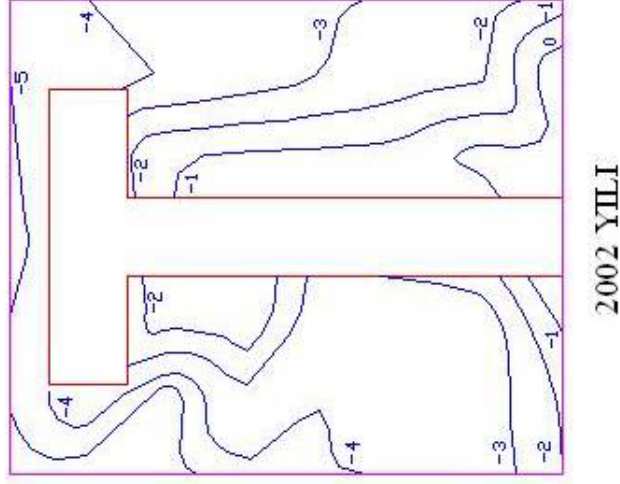
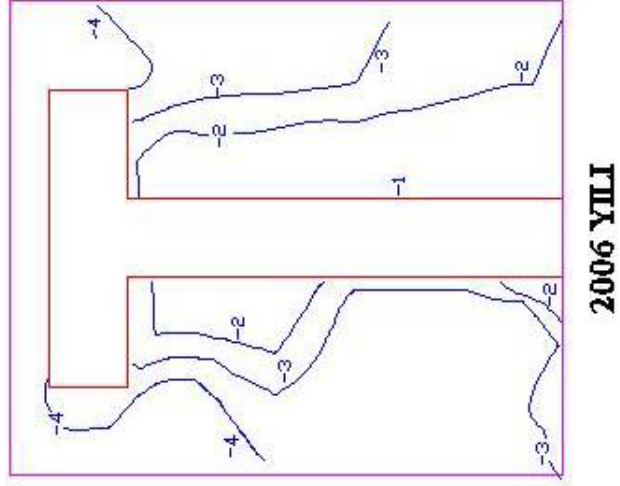
Ek Şekil 8. Limanköy 1 mahmuzu eş derinlik eğrileri



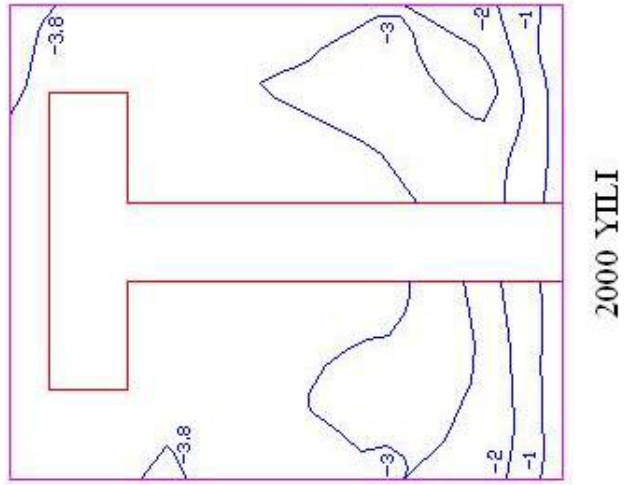
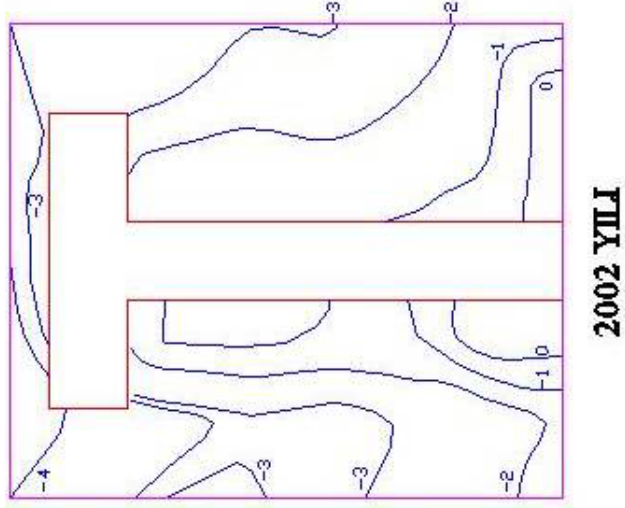
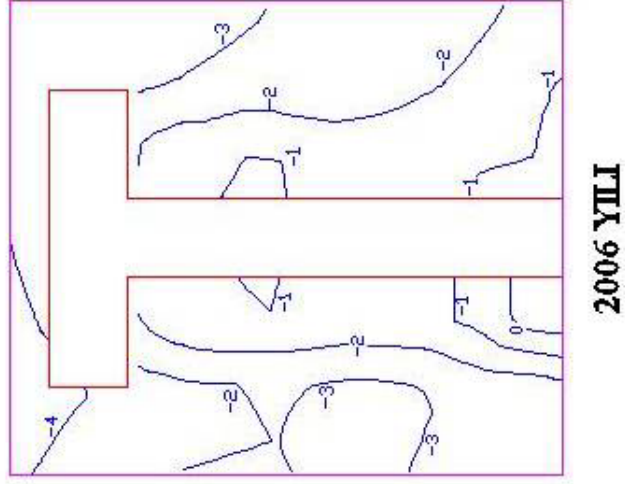
Ek Şekil 9. Limanköy 2 mahmuzu eş derinlik eğrileri



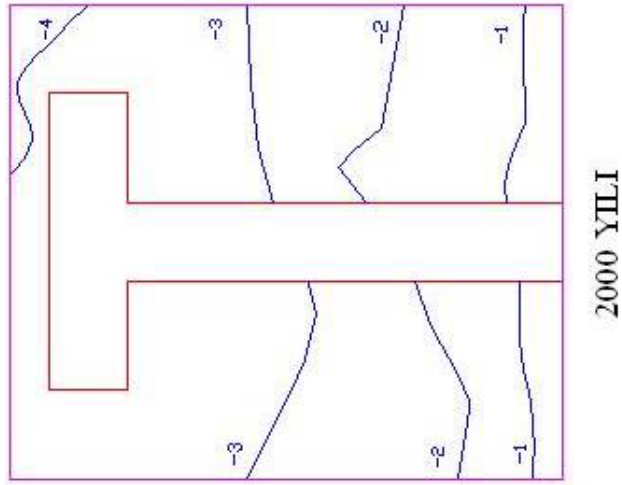
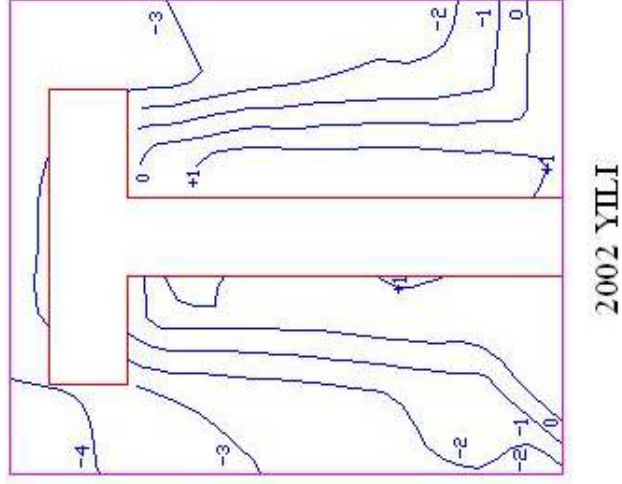
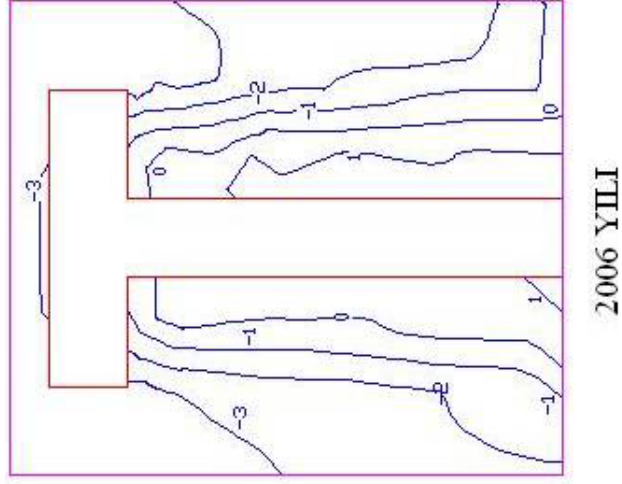
Ek Şekil 10. Limanköy 3 mahmuzu eş derinlik eğrileri



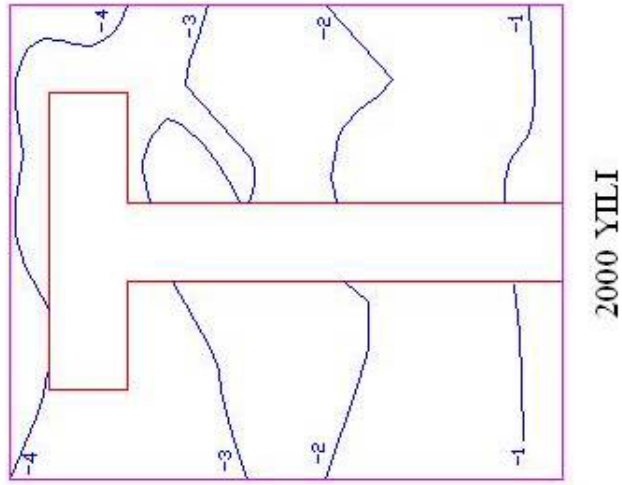
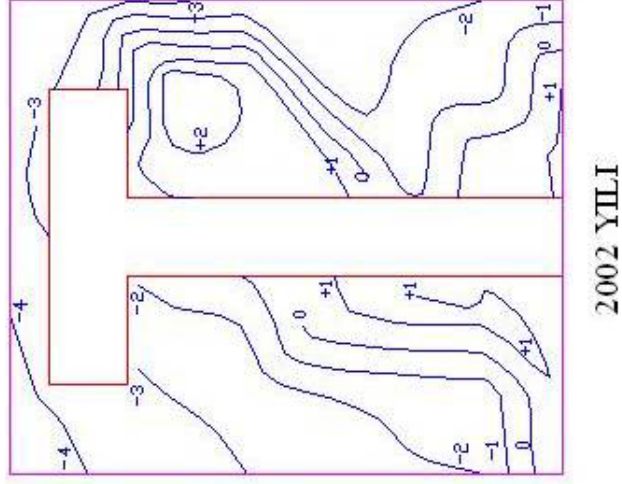
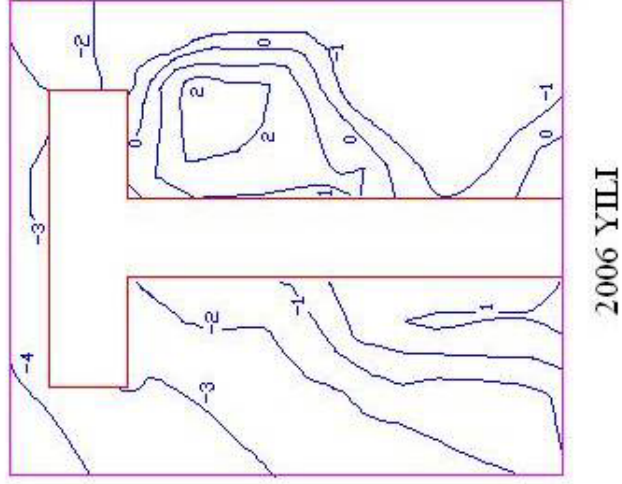
Ek Şekil 11. Meteler 1 mahmuzu eş derinlik eğrileri



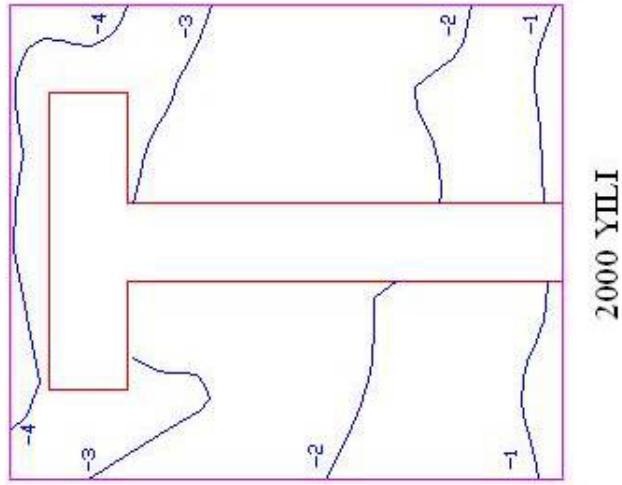
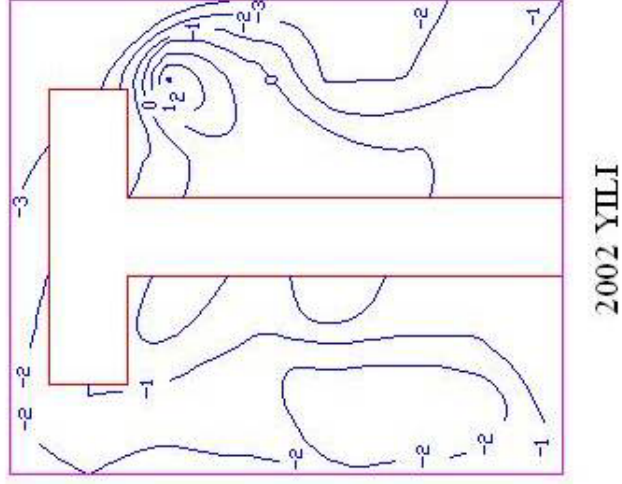
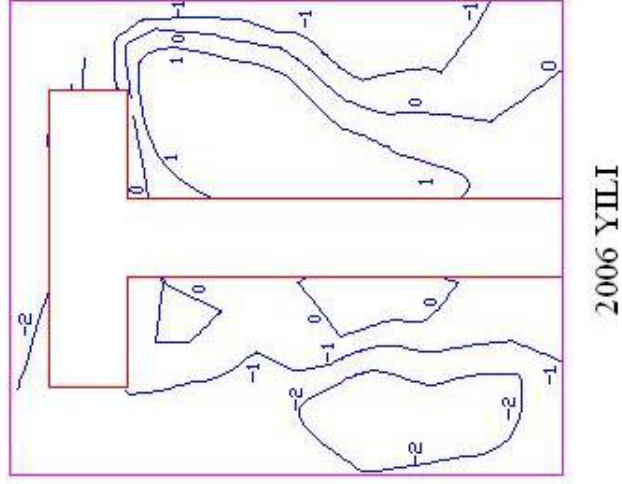
Ek Şekil 12. Meteler 2 mahmuzu eş derinlik eğrileri



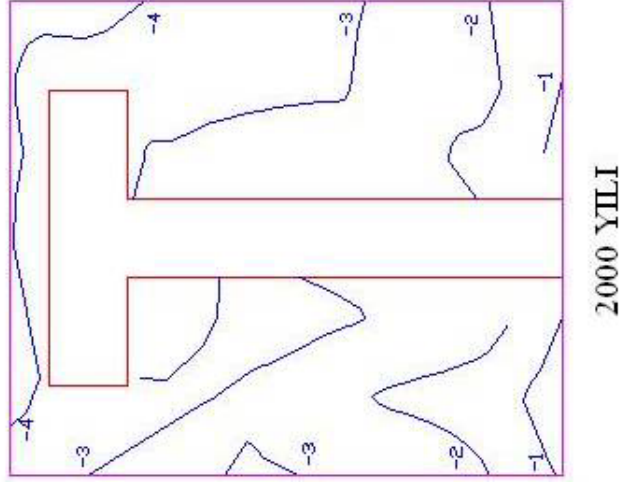
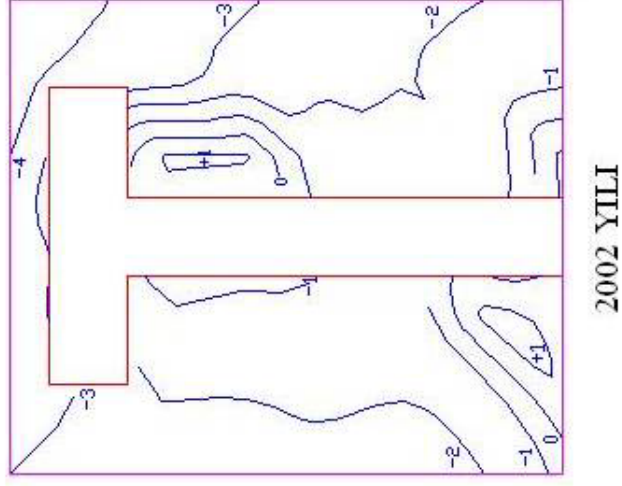
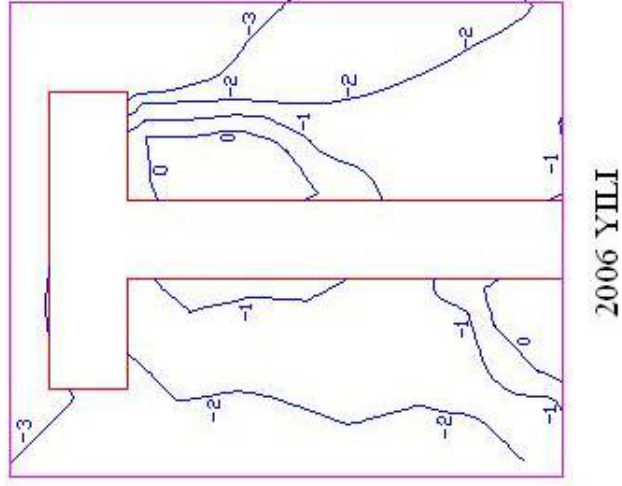
Ek Şekil 13. Meteler 3 mahmuzu eş derinlik eğrileri



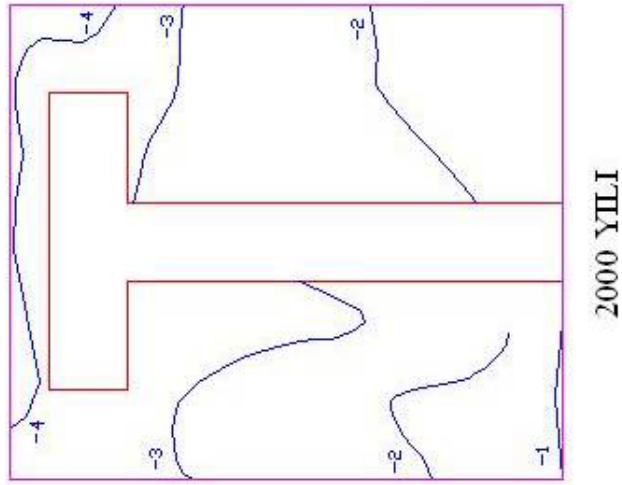
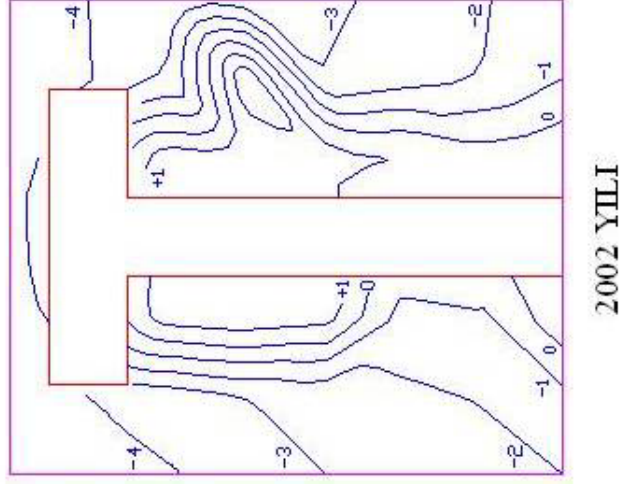
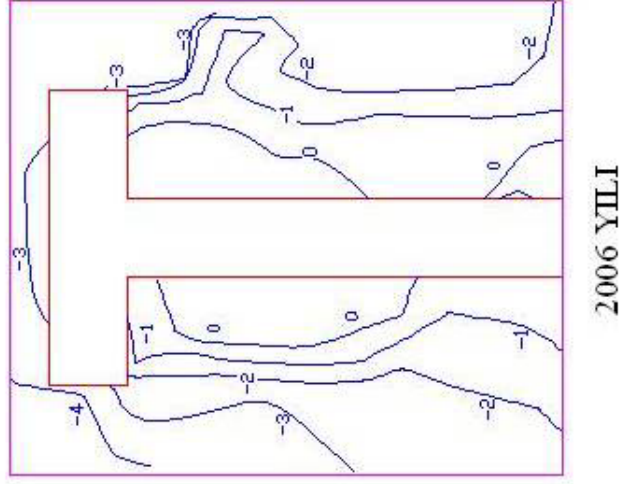
Ek Şekil 14. Meteler 4 mahmuzu eş derinlik eğrileri



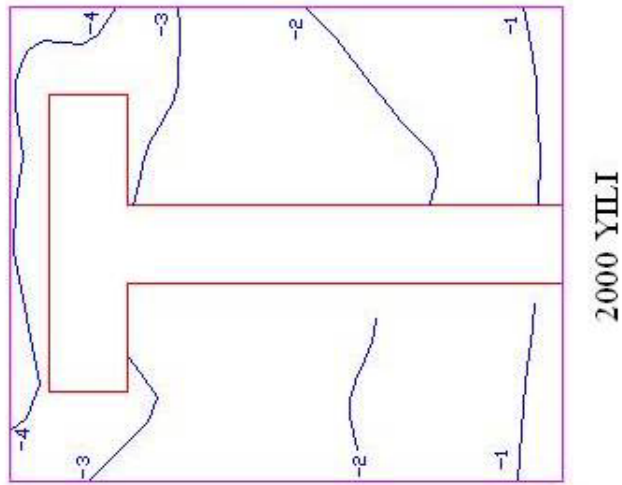
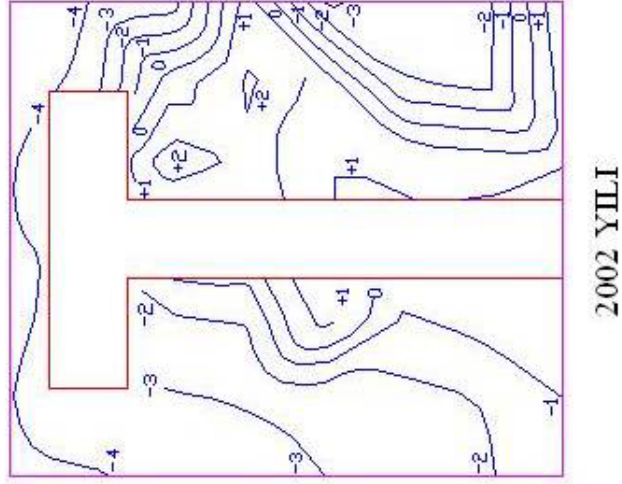
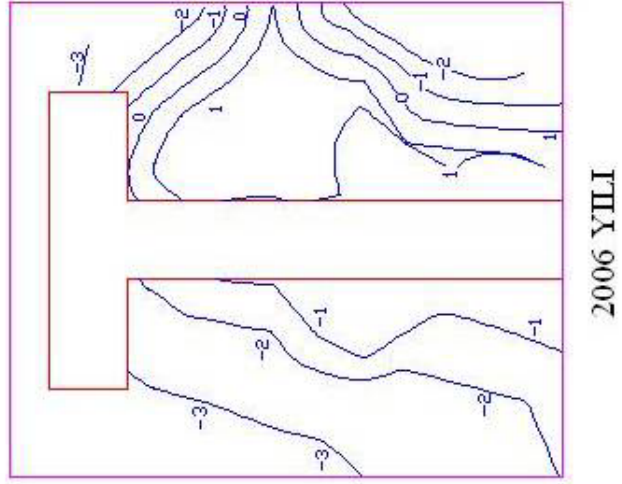
Ek Şekil 15. Meteler 5 mahmuzu eş derinlik eğrileri



Ek Şekil 16. Meteler 6 mahmuzu eş derinlik eğrileri

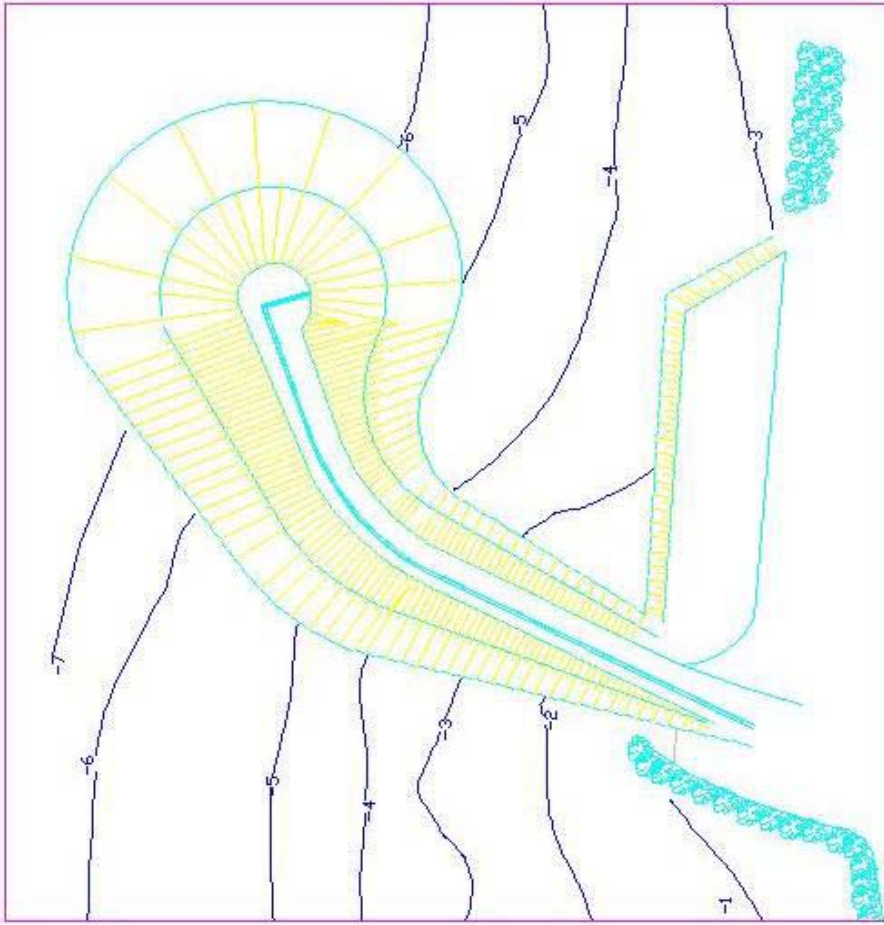


Ek Şekil 17. Meteler 7 mahmuzu eş derinlik eğrileri

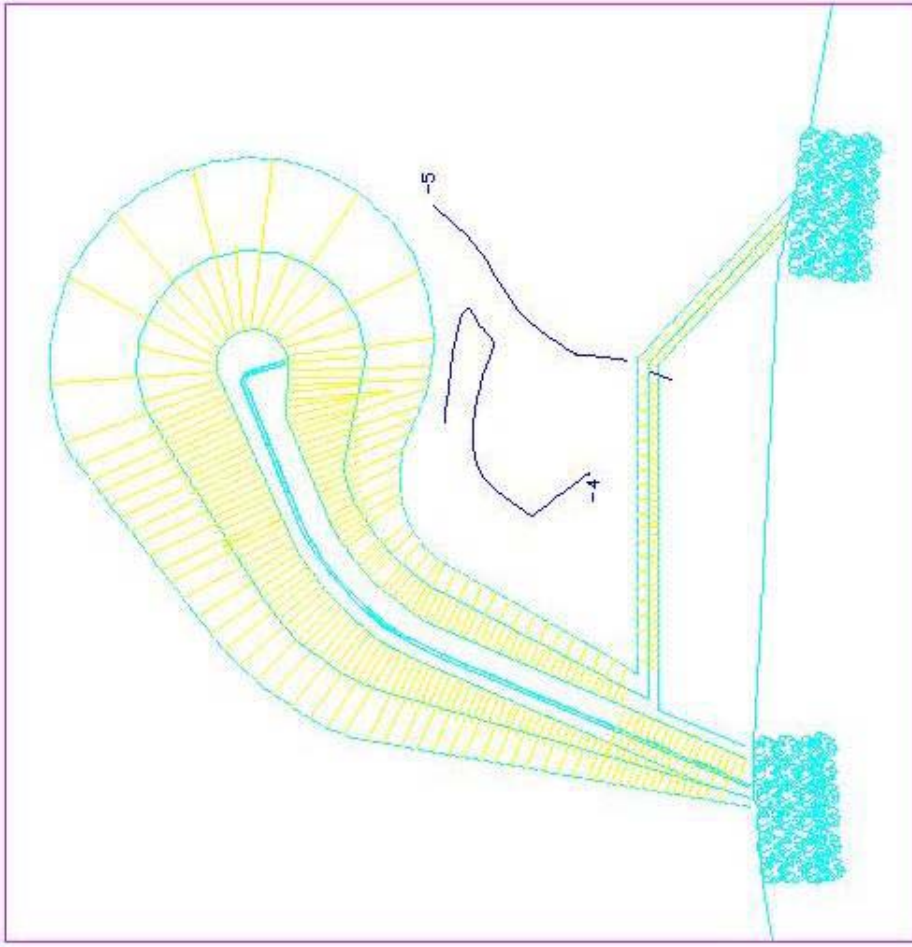


Ek Şekil 18. Meteler 8 mahmuzu eş derinlik eğrileri

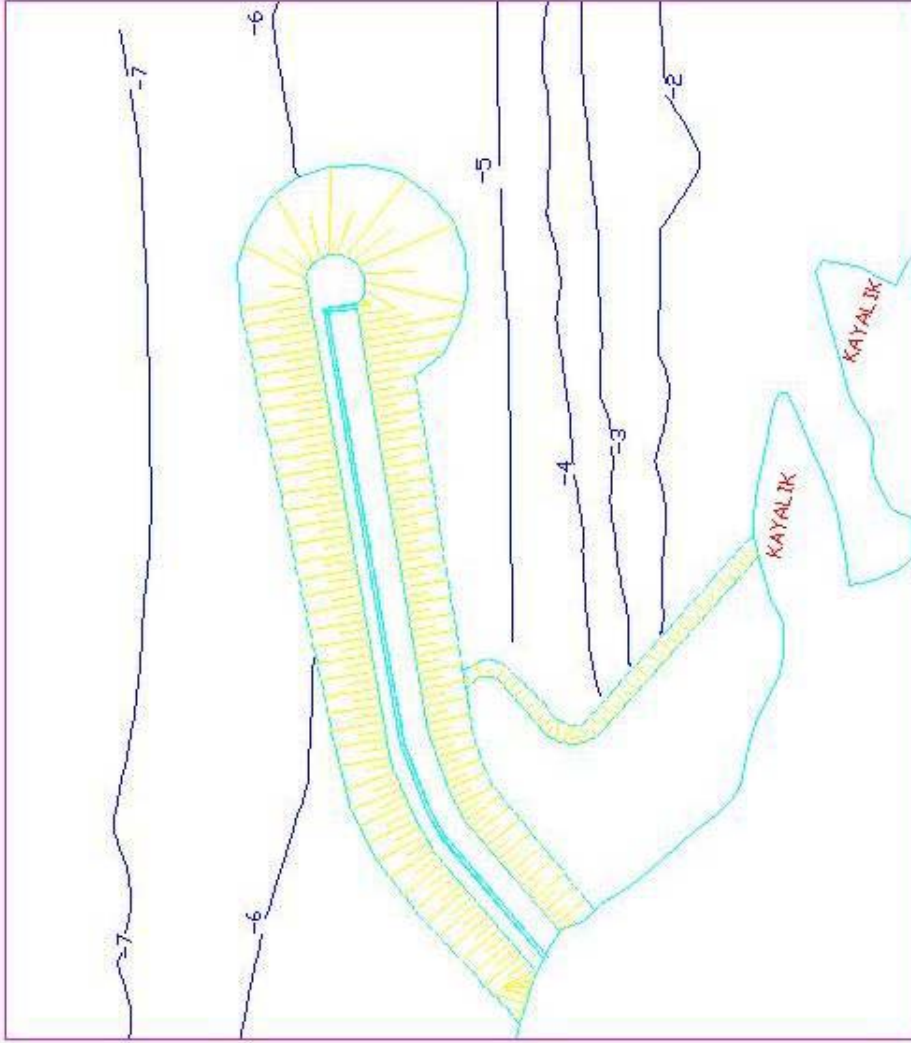
Ek Şekil 19. ile Ek Şekil 37. arasındaki şekiller balıkçı barınakları ve çekek yerlerinin inşa edildikleri yıllardaki ve her ölçüm yılındaki eş derinlik eğrilerini göstermektedir.



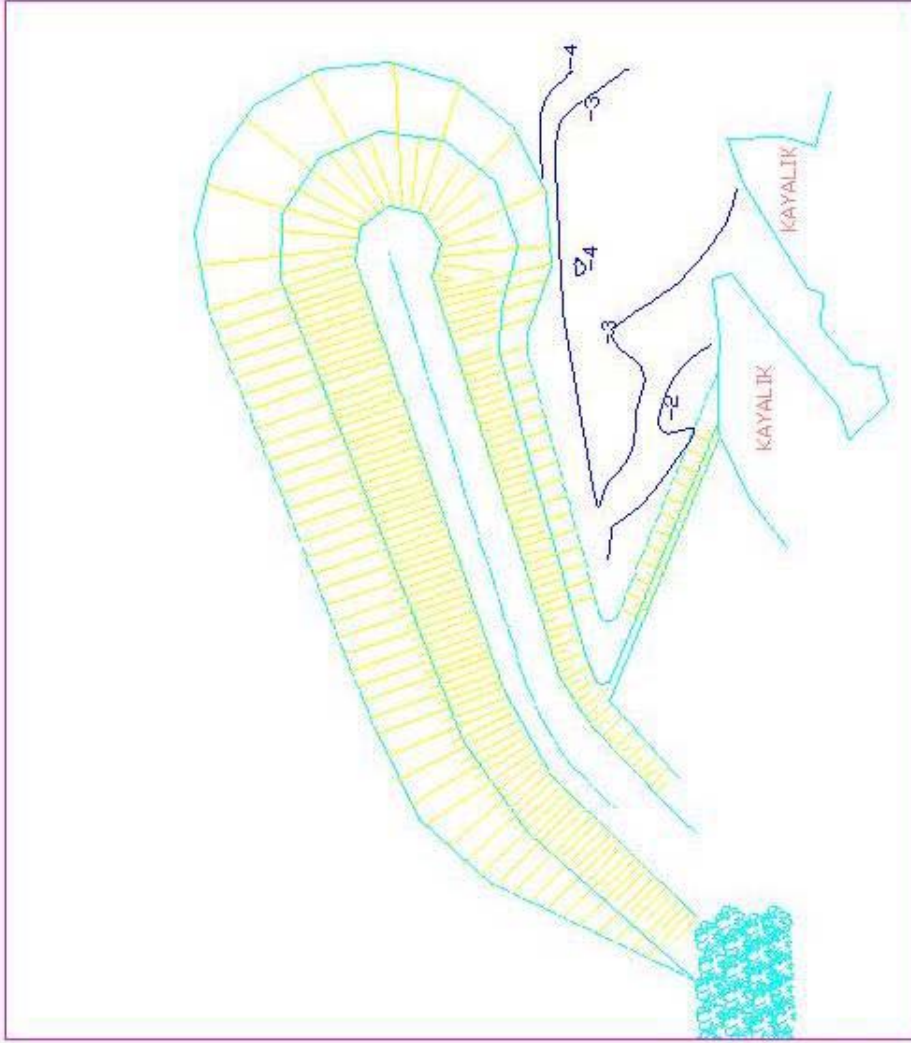
Ek Şekil 19. Derepaazarı Yanıktaş Çekek Yeri 1983 yılı eş derinlik eğrileri



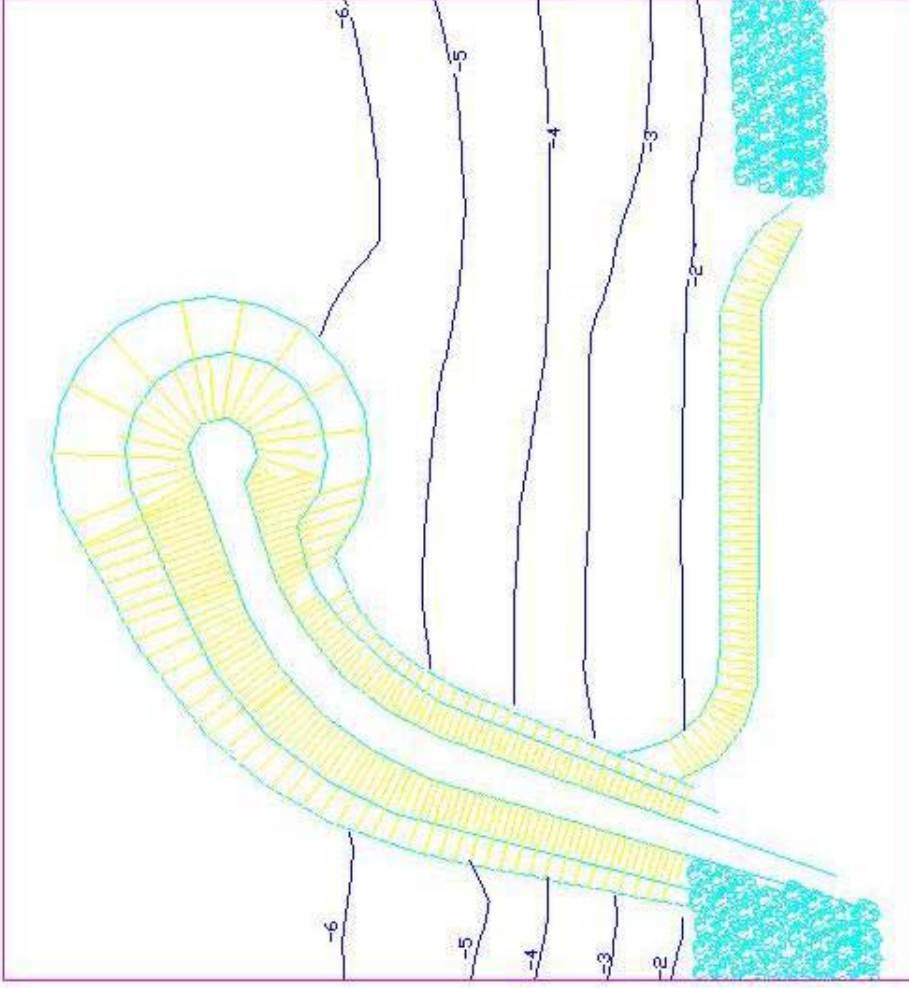
Ek Şekil 20. Derepaazarı Yanıktaş Çekme Yeri 2007 yılı eş derinlik eğrileri



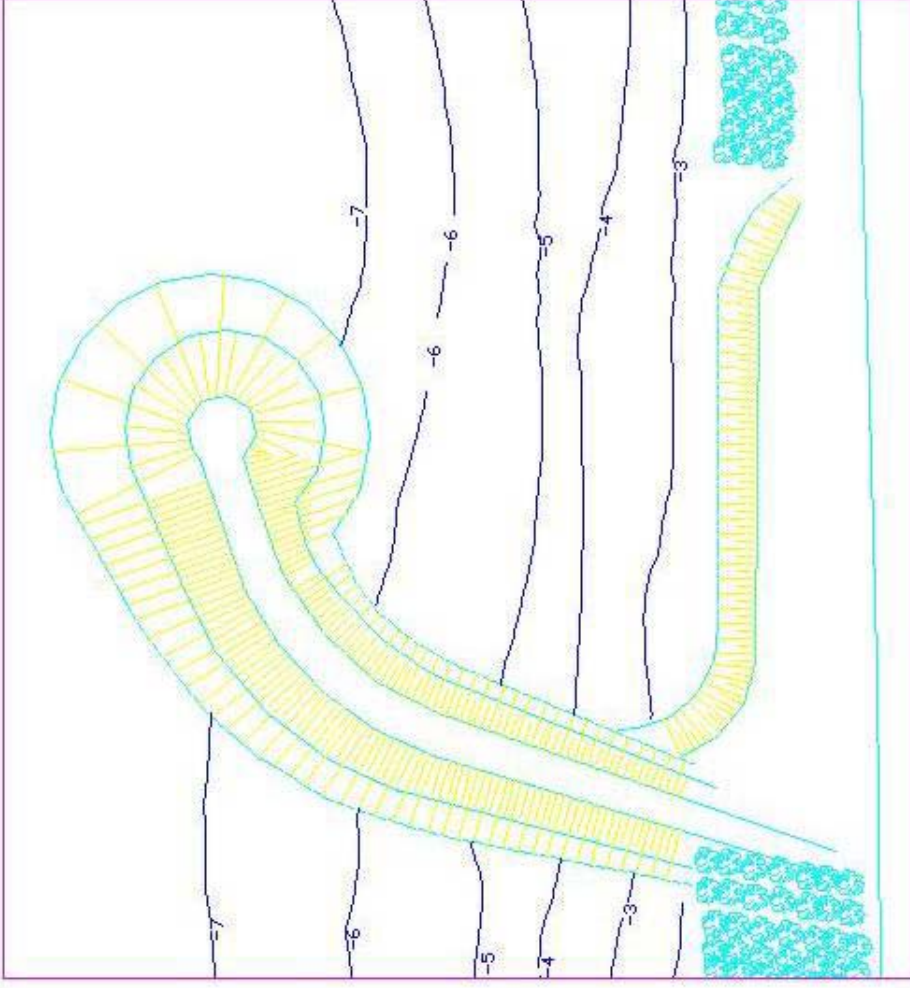
Ek Şekil 21. Fenerboğazı Çekmece Yeri 2000 yılı eş derinlik eğrileri



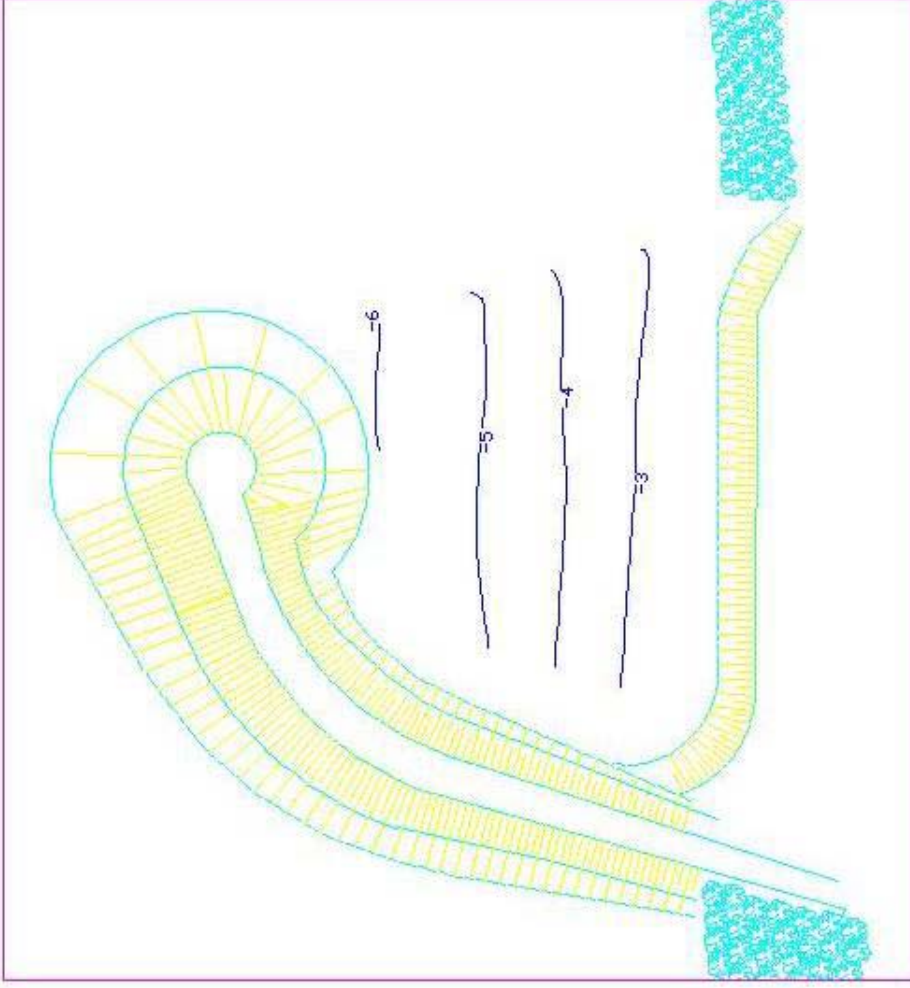
Ek Şekil 22. Fenerboğazı Çekek Yeri 2007 yılı eş derinlik eğrileri



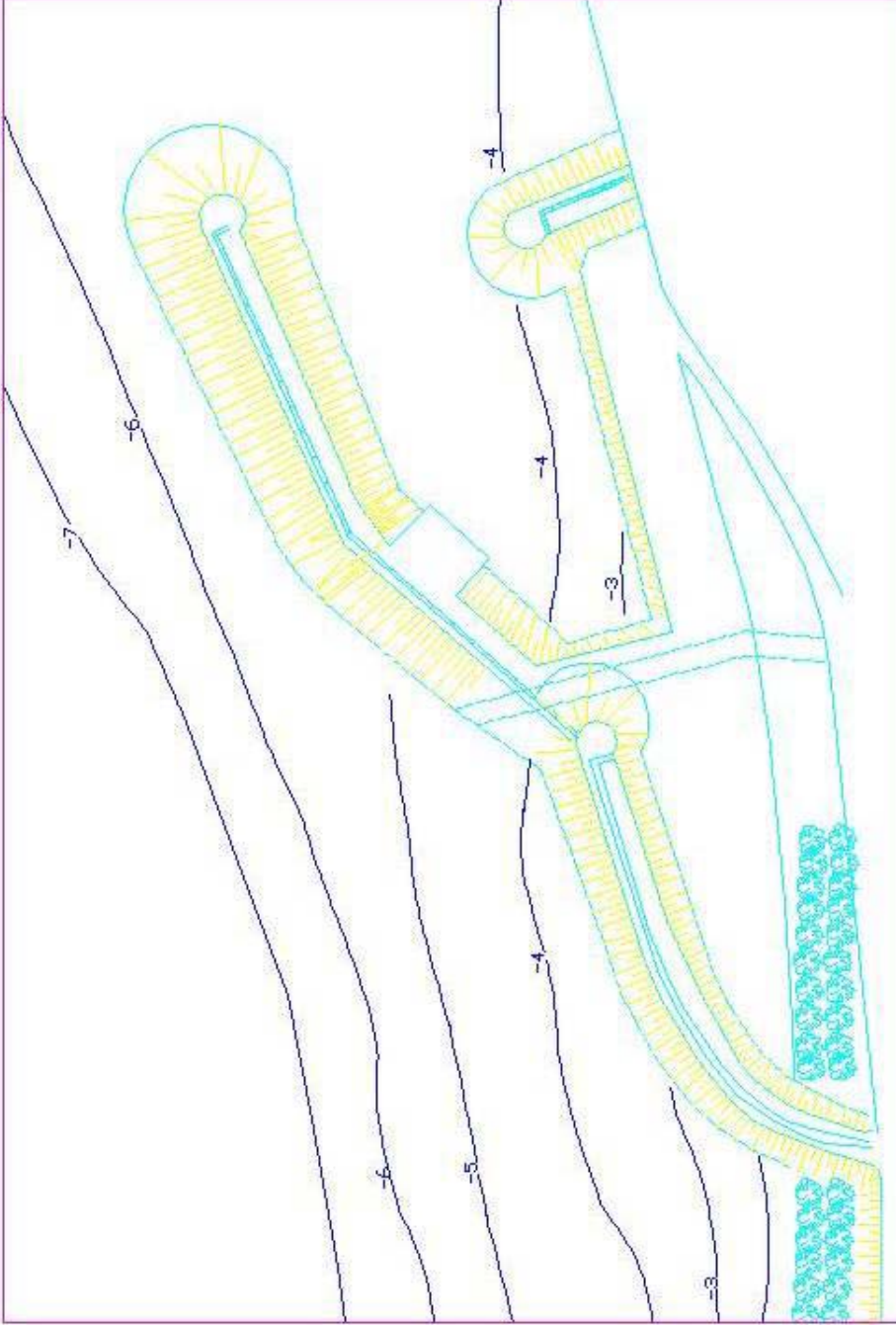
Ek Şekil 23. Gündoğdu Balıkçılar Balıkçı Barınağı 1986 yılı eş derinlik eğrileri



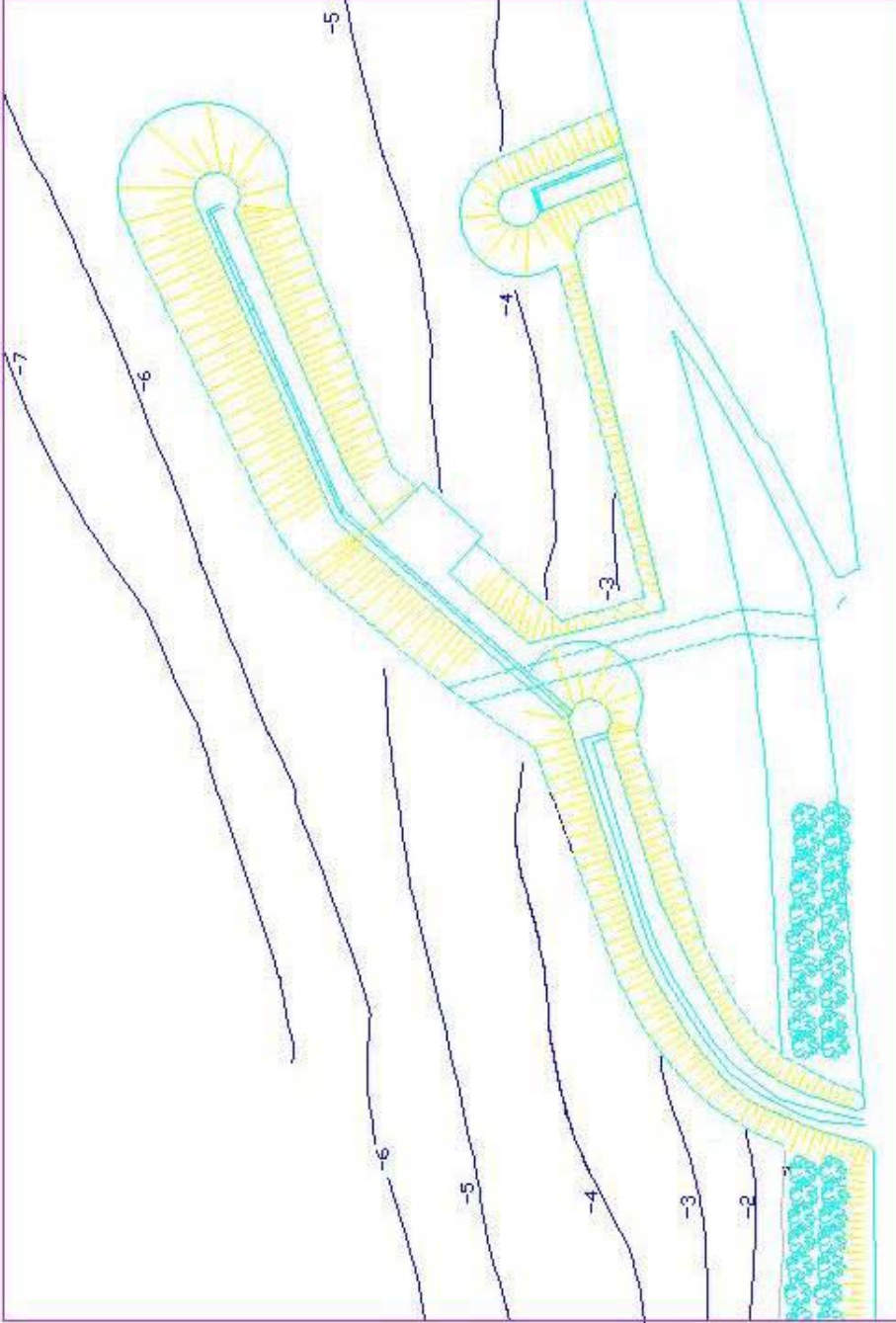
Ek Şekil 24. Gündoğdu Balıkçılar Balıkçı Barınağı 2000 yılı eş derinlik eğrileri



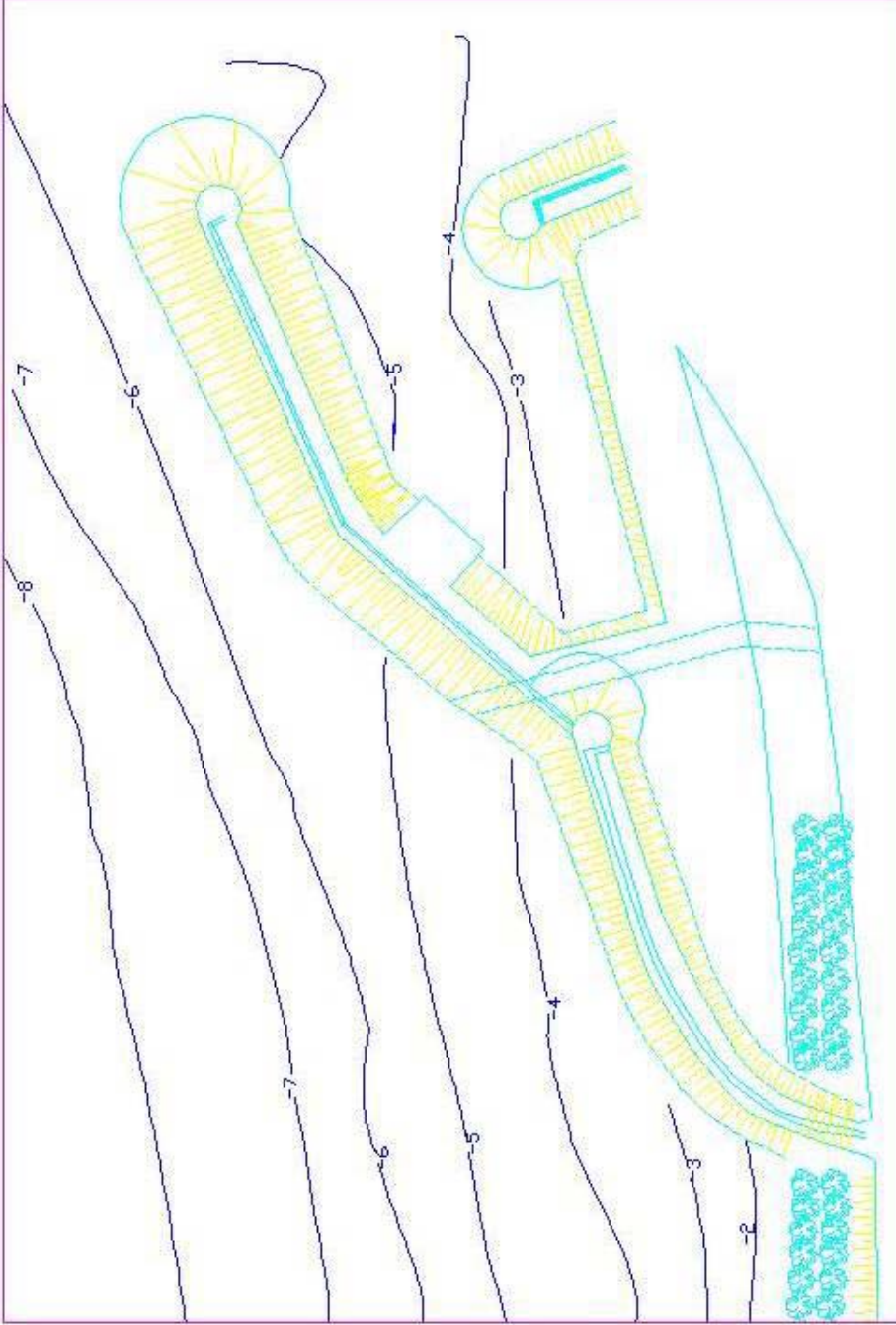
Ek Şekil 25. Gündoğdu Balıkçılar Balığı Barınağı 2003 yılı eş derinlik eğrileri



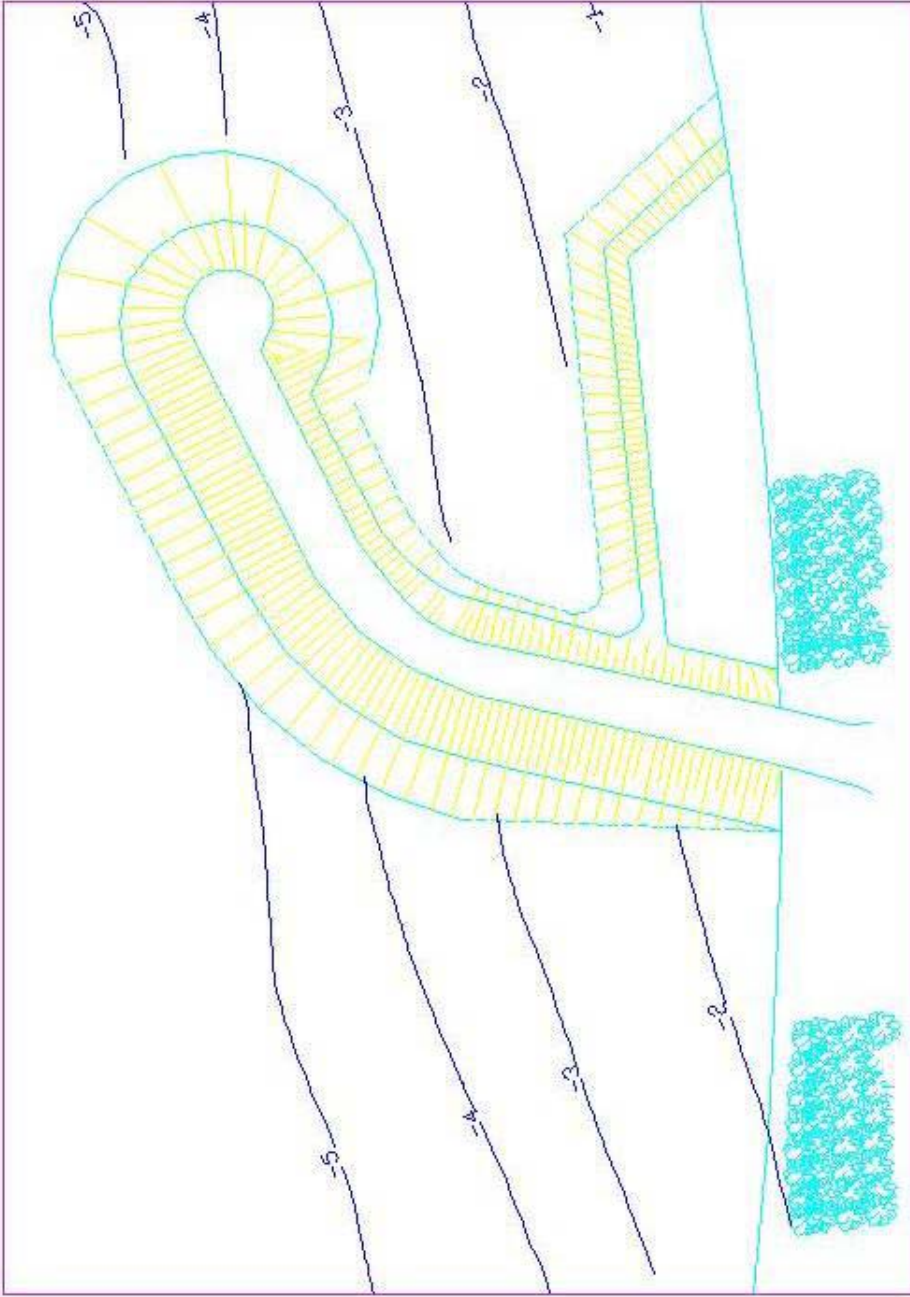
Ek Şekil 26. Gündoğdu Sögütlü Balıkçı Barınağı 1974 yılı eş derinlik eğrileri



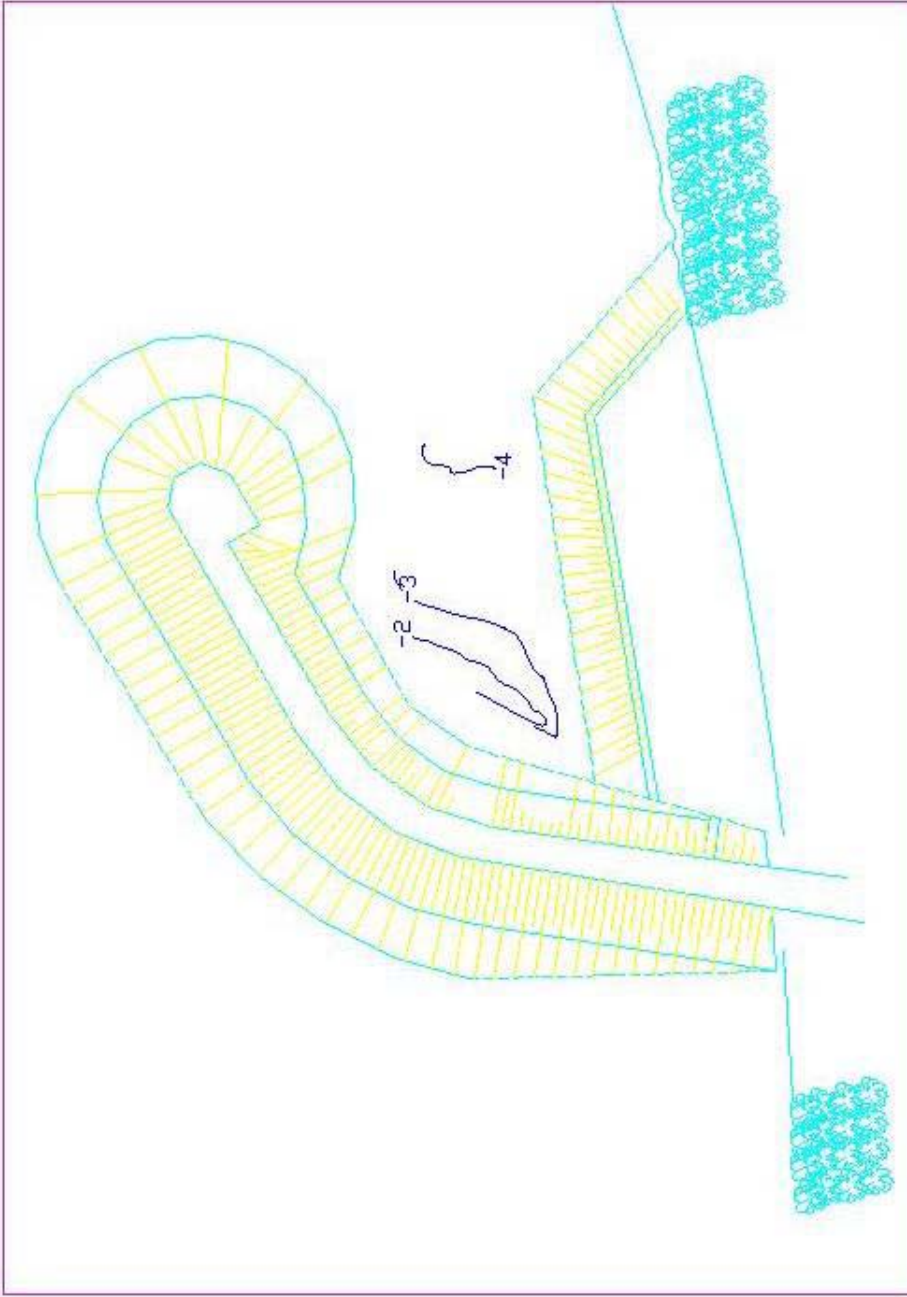
Ek Şekil 27. Gündoğdu Sögütlü Balıkçı Barınağı 2000 yılı eş derinlik eğrileri



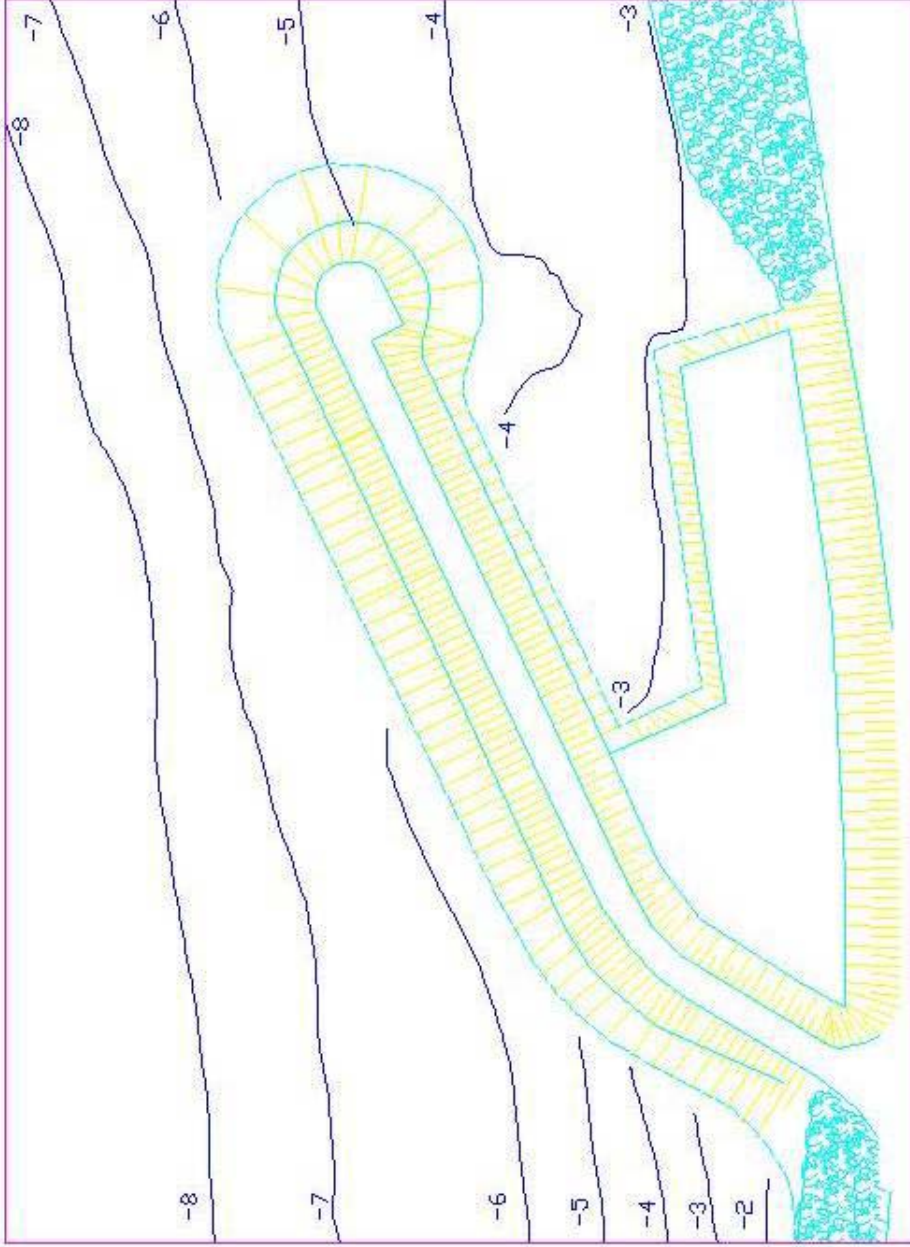
Ek Şekil 28. Gündoğdu Sögütlü Balıkçı Barınağı 2003 yılı eş derinlik eğrileri



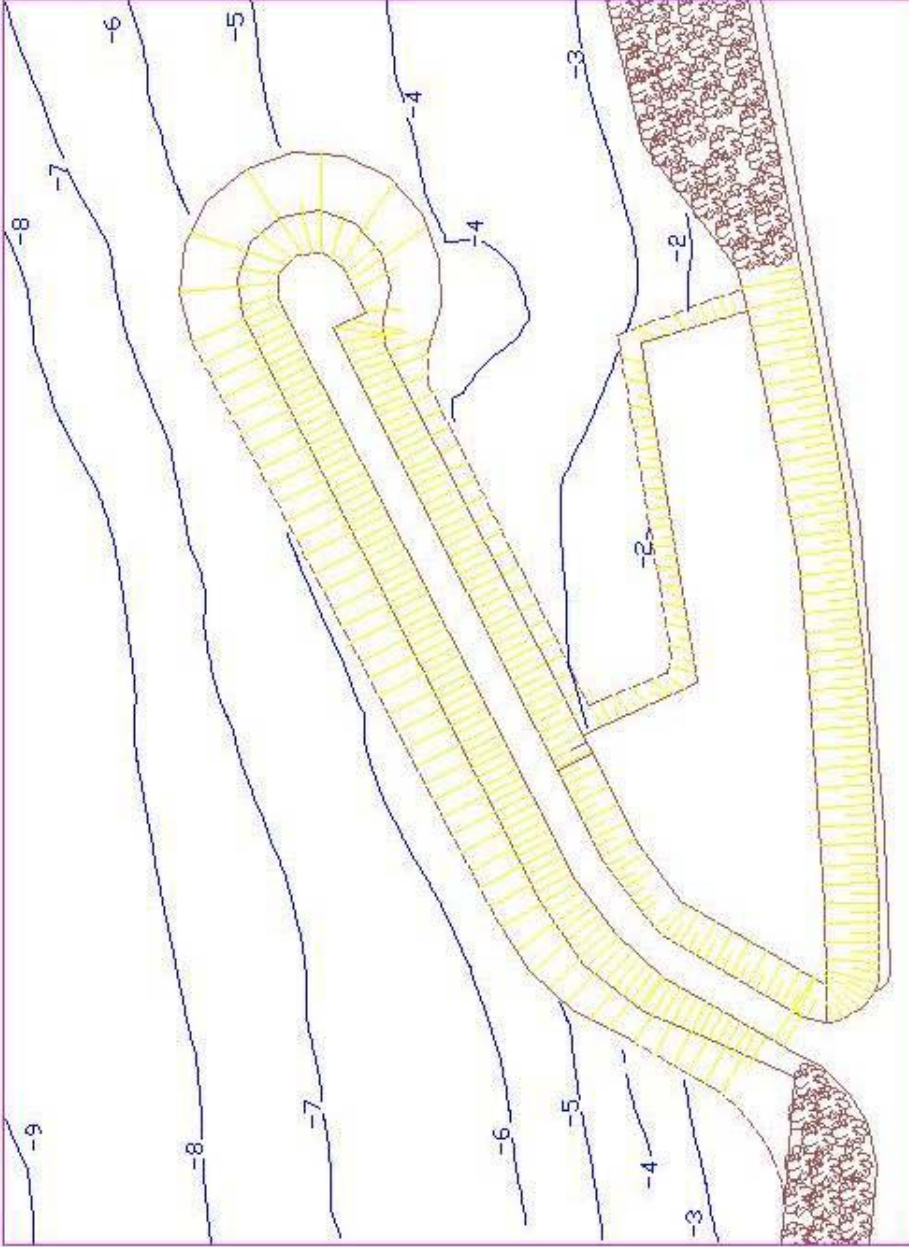
Ek Şekil 29. Alipaşa Balıkçı Barnağı 1981 yılı eş derinlik eğrileri



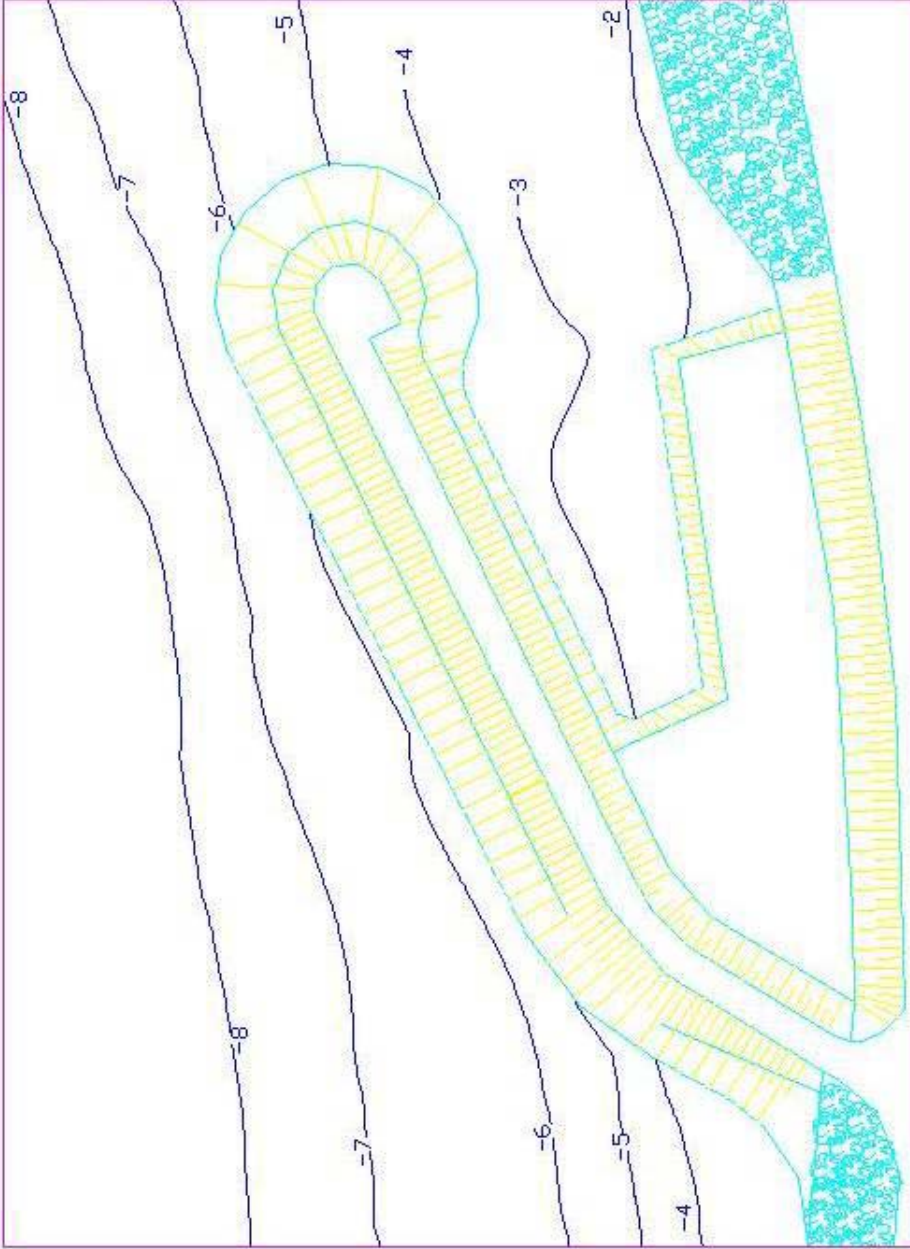
Ek Şekil 30. Alipaşa Balıkçı Barınağı 2000 yılı eş derinlik eğrileri



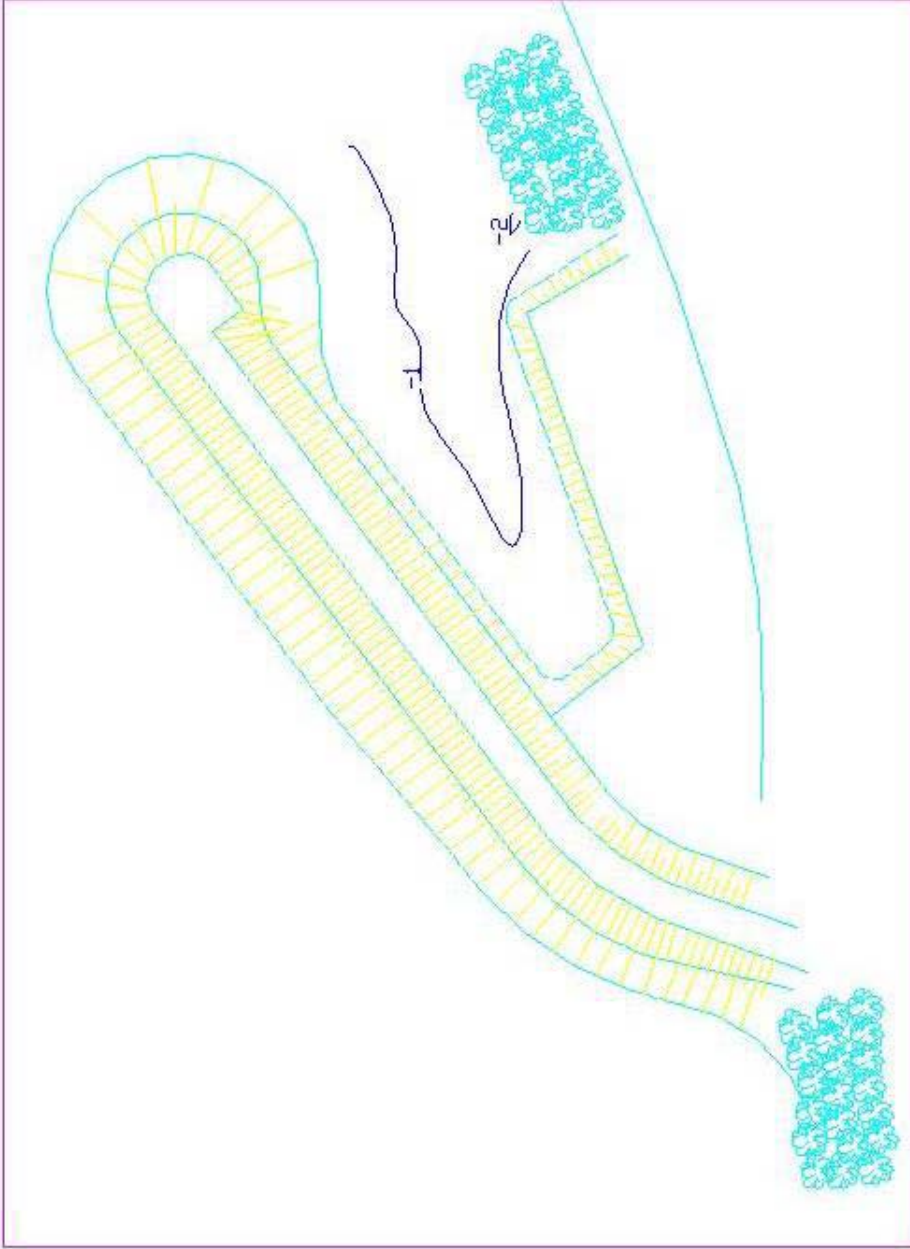
Ek Şekil 31. Uzunkaya Balıkçı Barınağı 1982 yılı eş derinlik eğrileri



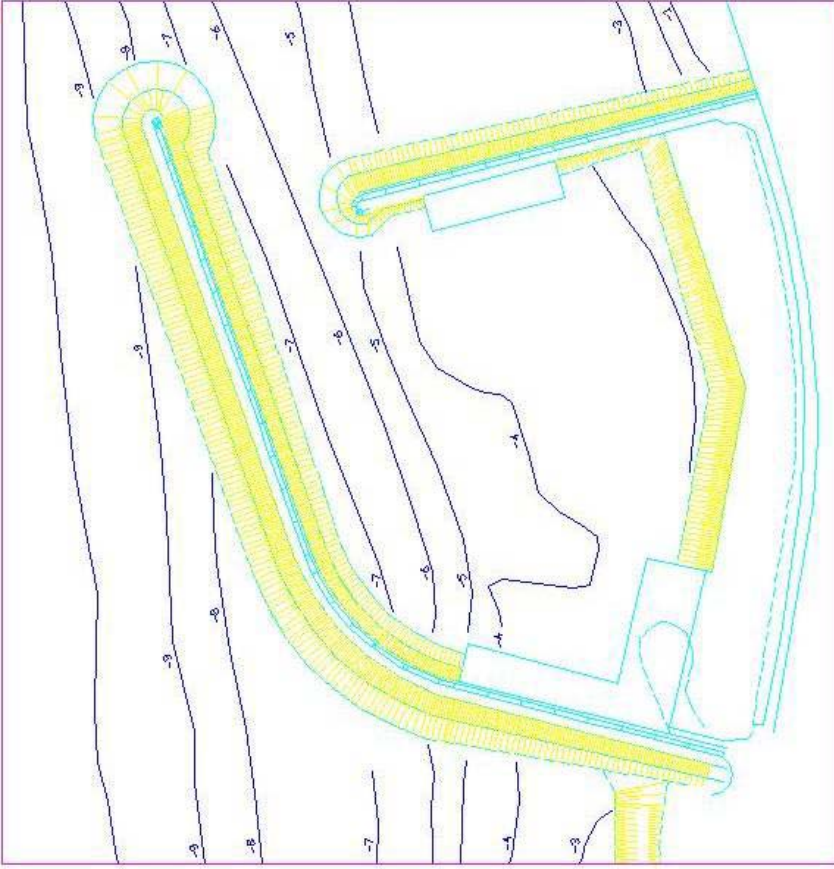
Ek Şekil 32. Uzun kaya Balıkçı Barınağı 2000 yılı eş derinlik eğrileri



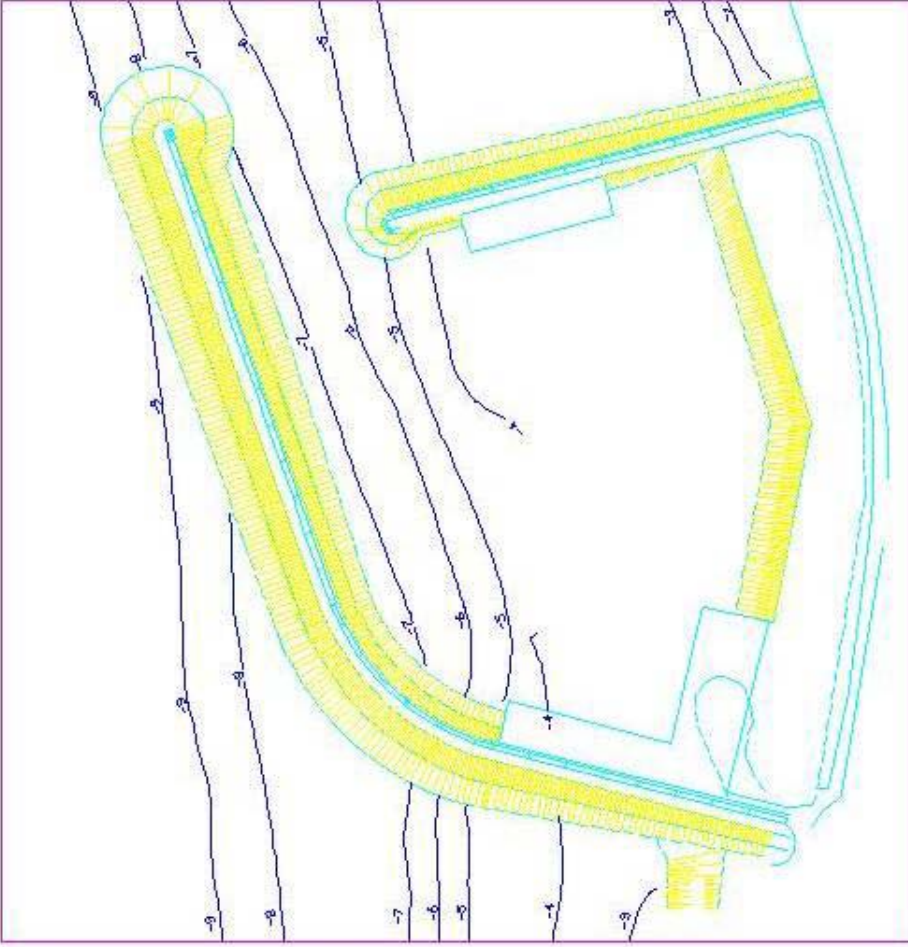
Ek Şekil 33. Uzunkaya Balıkçı Barınağı 2003 yılı eş derinlik eğrileri



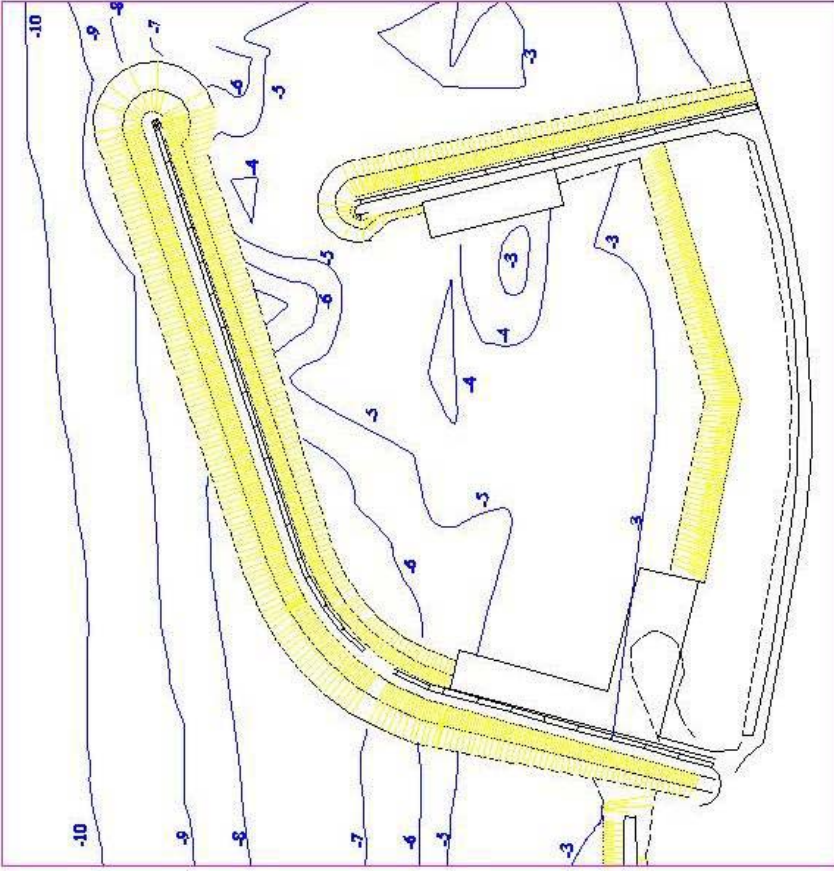
Ek Şekil 34. Uzun kaya Balıkçı Barınağı 2007 yılı eş derinlik eğrileri



Ek Şekil 35. Of Balıkçı Barınağı 1994 yılı eş derinlik eğrileri

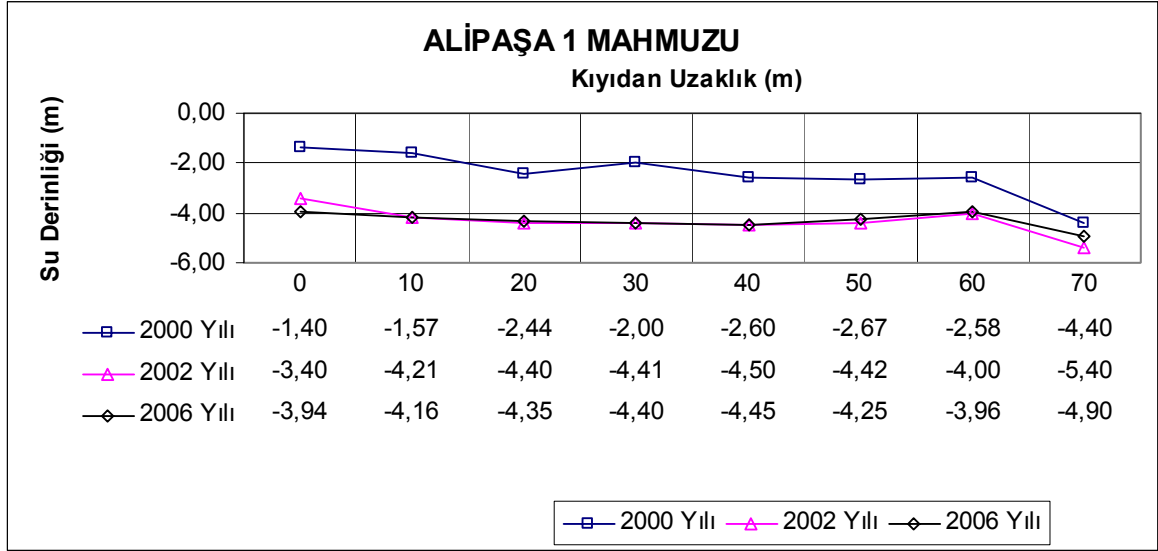


Ek Şekil 36. Of Balıkcı Barınağı 2000 yılı eş derinlik eğrileri

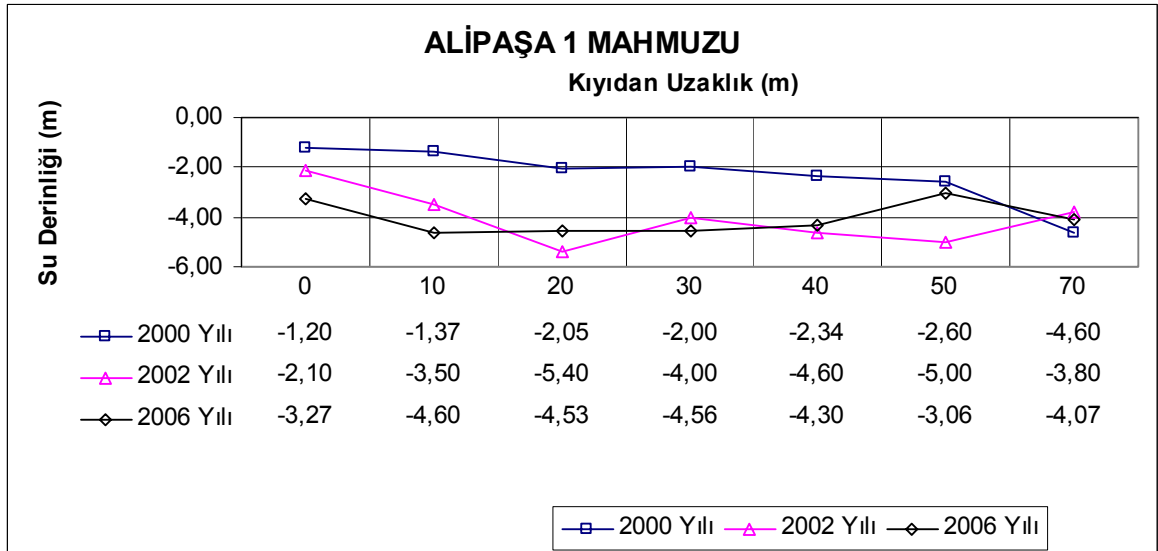


Ek Şekil 37. Of Balıkçı Barınağı 2003 yılı eş derinlik eğrileri

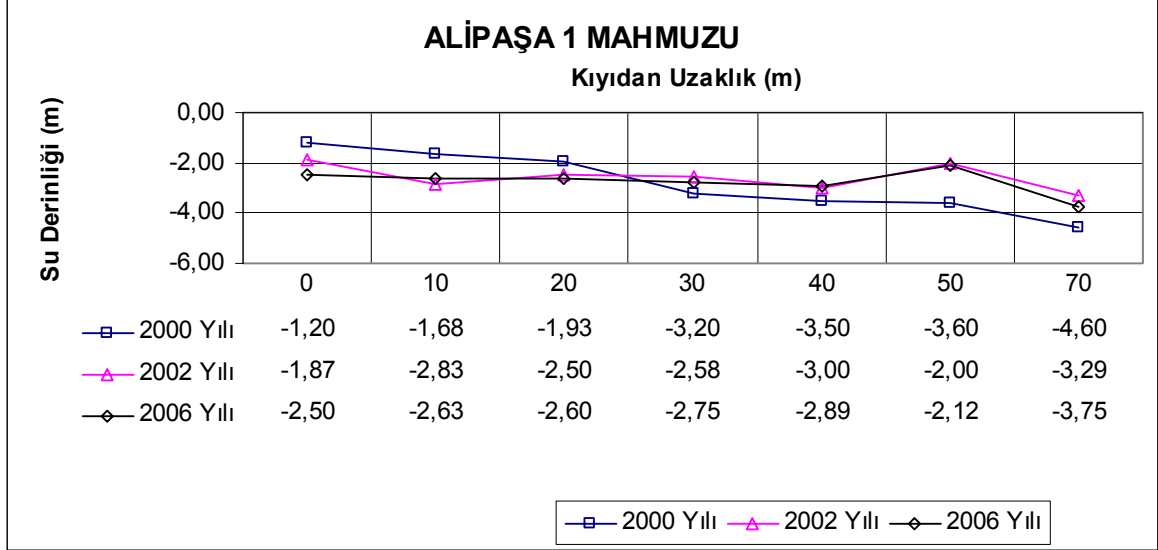
Ek Şekil 38. ile Ek Şekil 109. arasındaki şekiller, her mahmuzun kıyı boyunca 10 m, 20 m, 40 m ve 50 m' deki su derinliğini gösteren kesitlerdir.



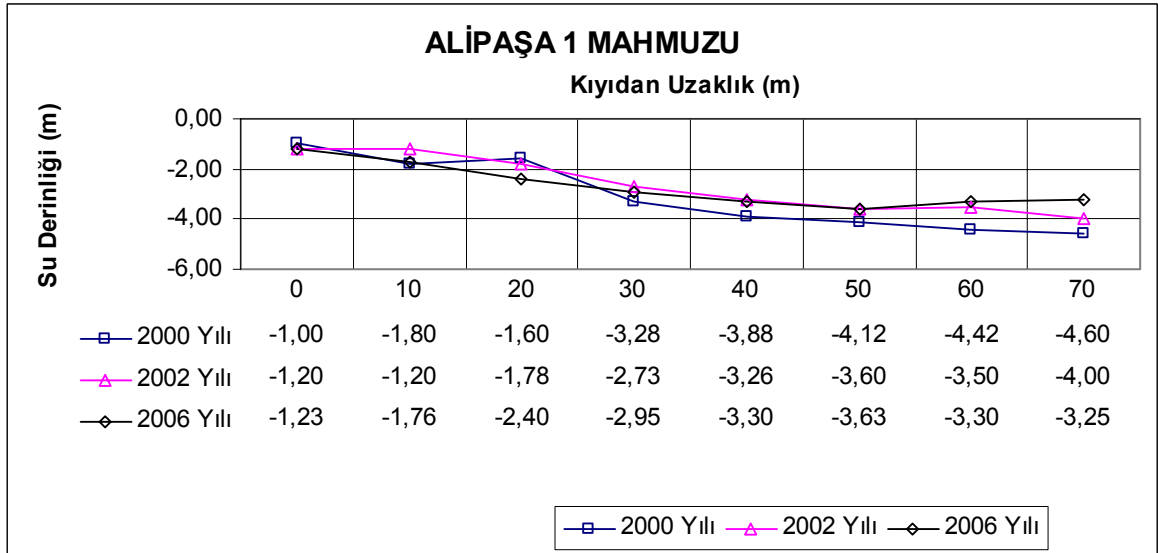
Ek Şekil 38. Alipaşa 1 mahmuzu 10 m kesitleri



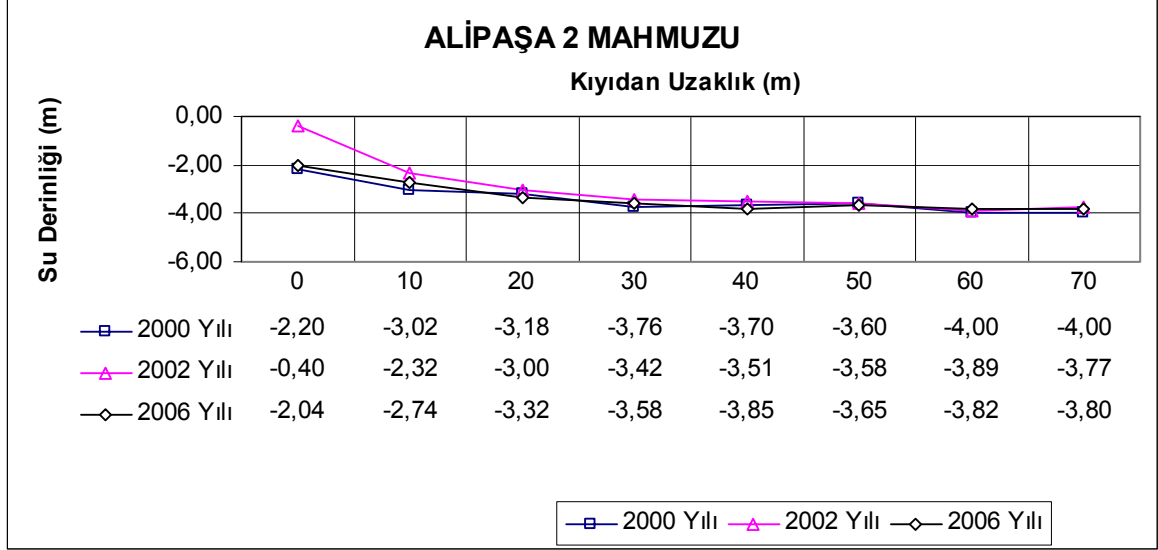
Ek Şekil 39. Alipaşa 1 mahmuzu 20 m kesitleri



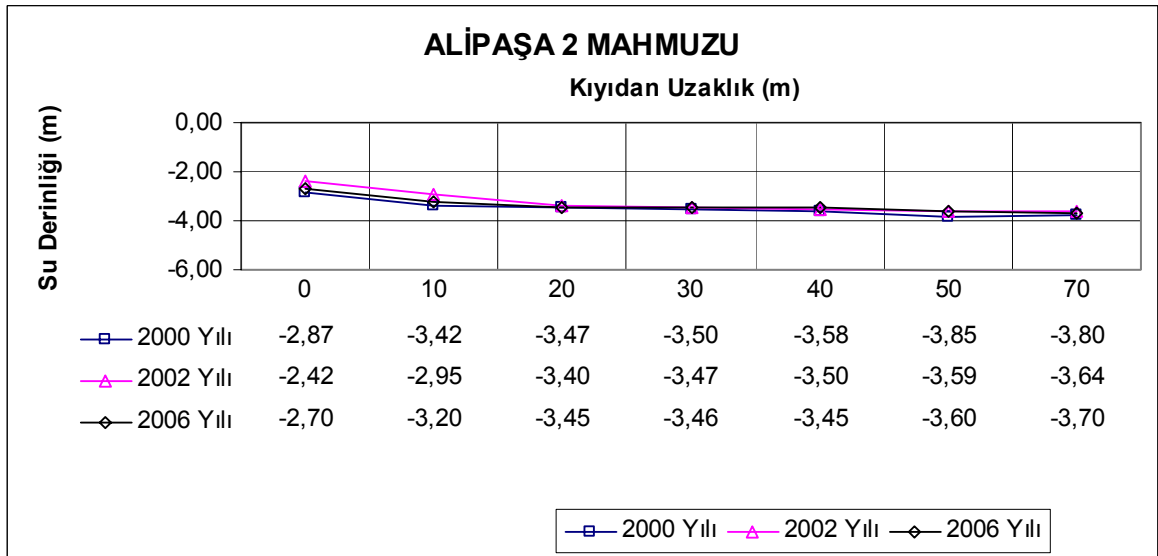
Ek Şekil 40. Alipaşa 1 mahmuzu 40 m kesitleri



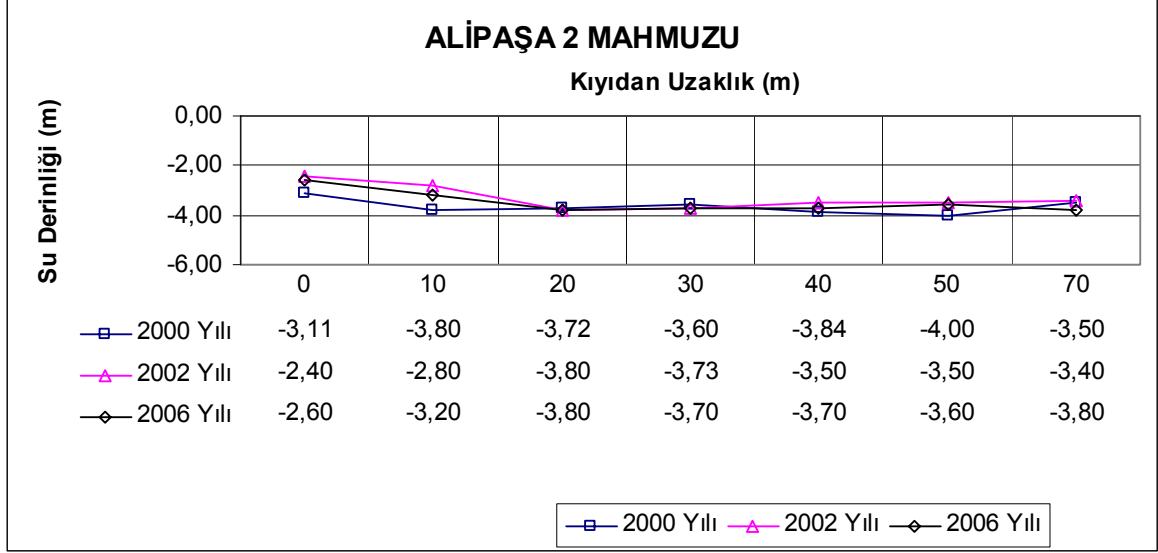
Ek Şekil 41. Alipaşa 1 mahmuzu 50 m kesitleri



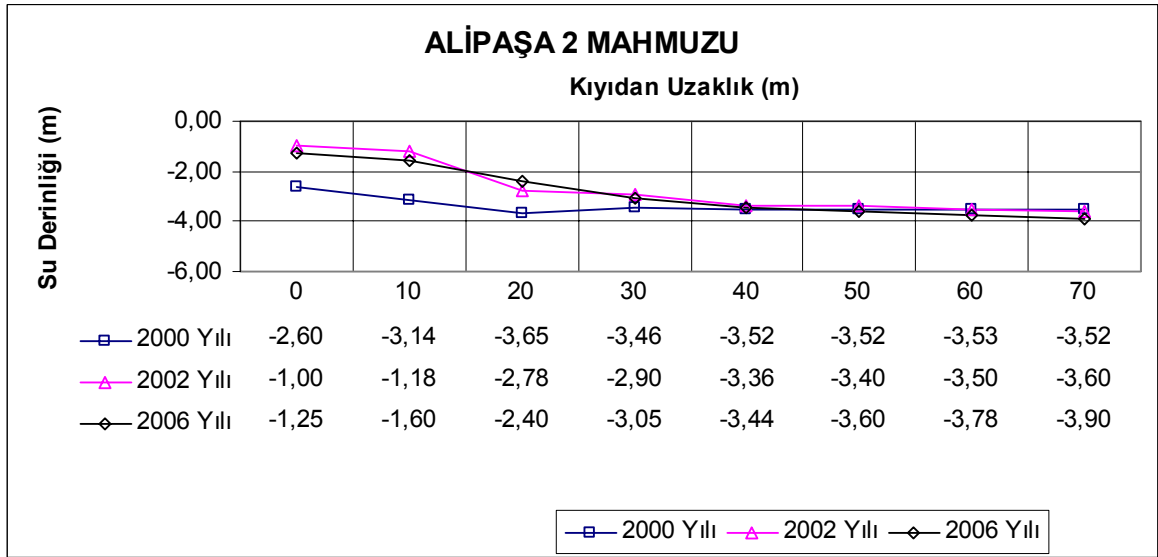
Ek Şekil 42. Alipaşa 2 mahmuzu 10 m kesitleri



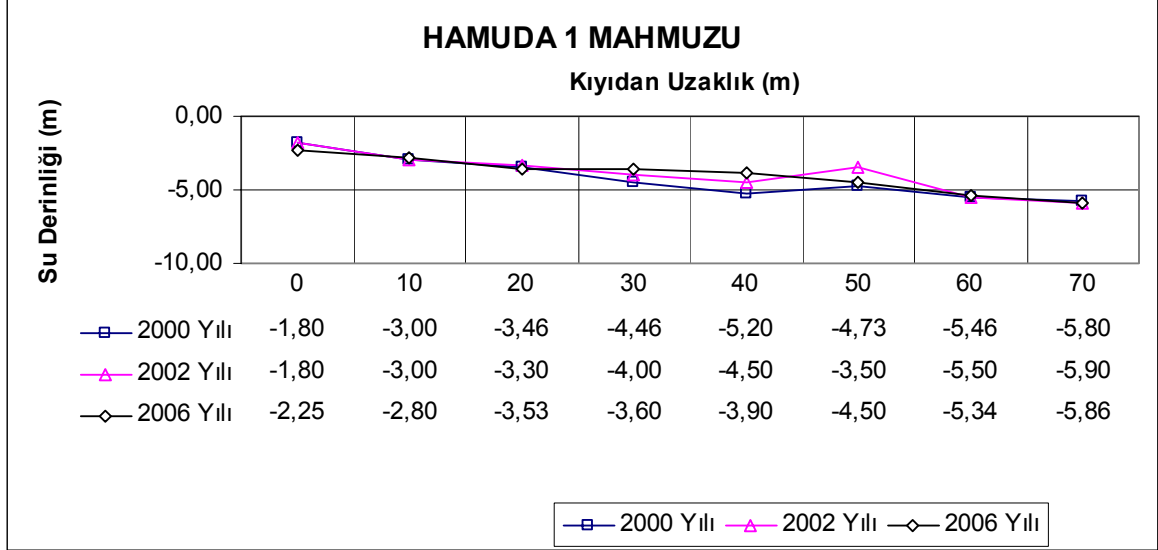
Ek Şekil 43. Alipaşa 2 mahmuzu 20 m kesitleri



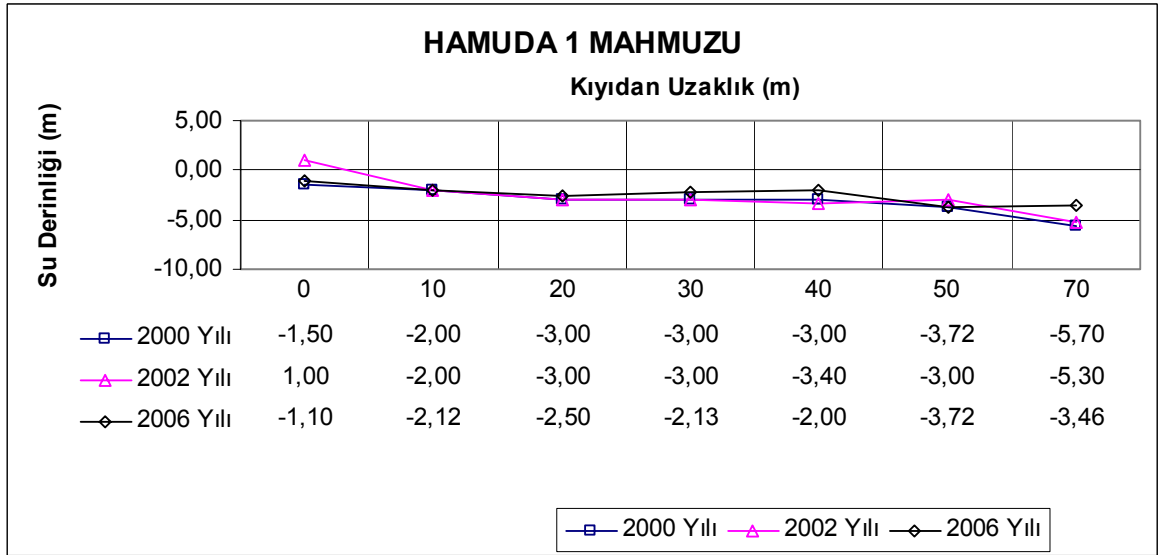
Ek Şekil 44. Alipaşa 2 mahmuzu 40 m kesitleri



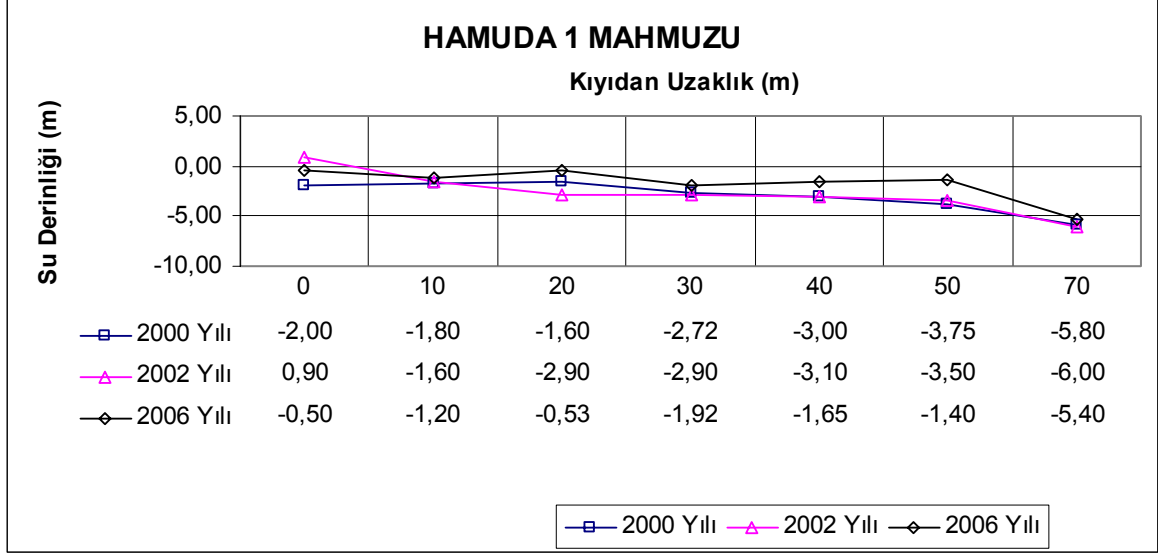
Ek Şekil 45. Alipaşa 2 mahmuzu 50 m kesitleri



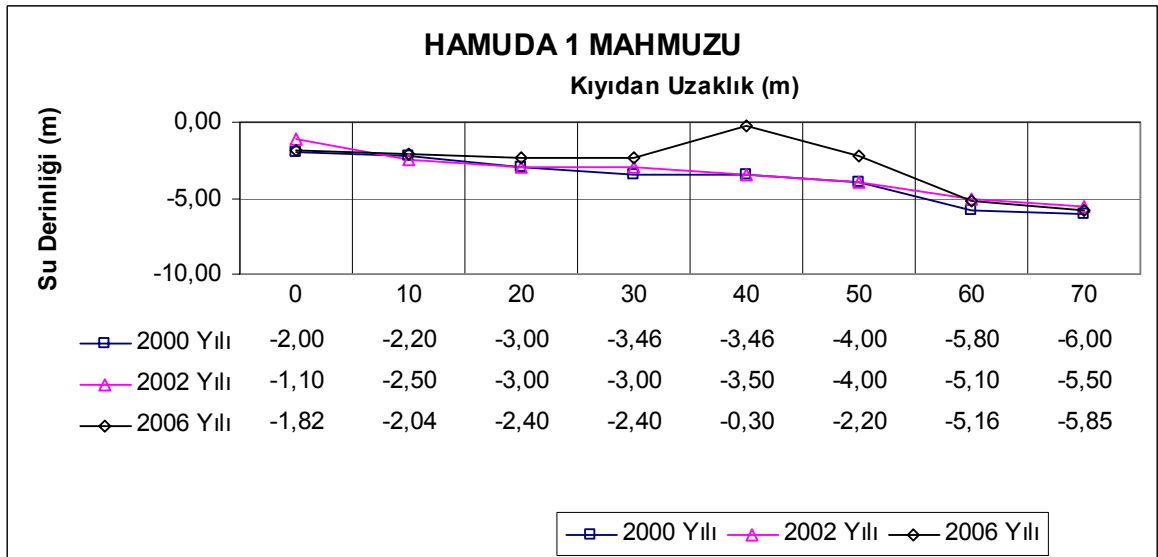
Ek Şekil 46. Hamuda 1 mahmuzu 10 m kesitleri



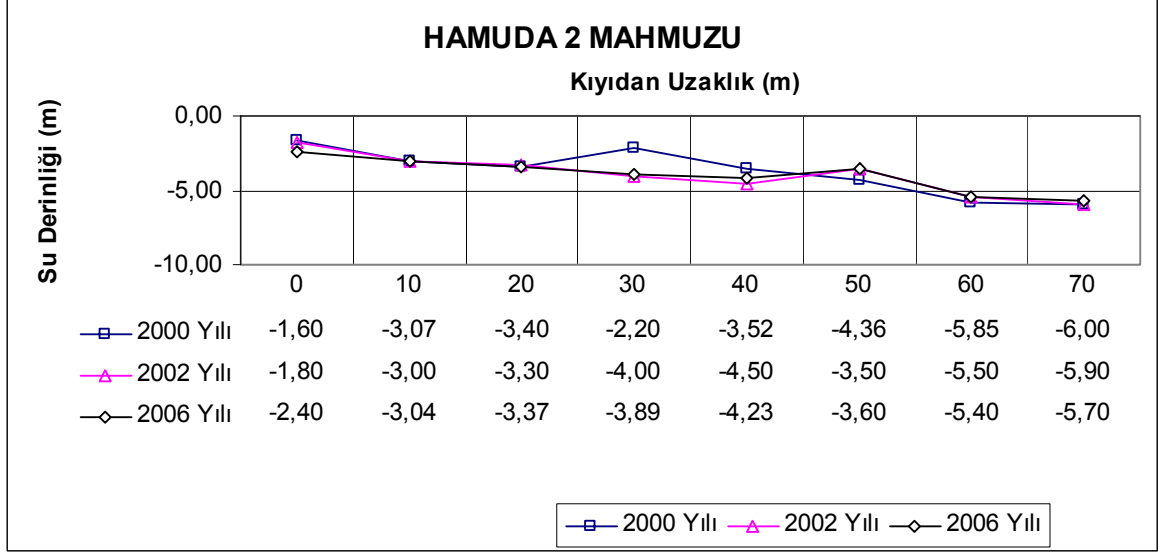
Ek Şekil 47. Hamuda 1 mahmuzu 20 m kesitleri



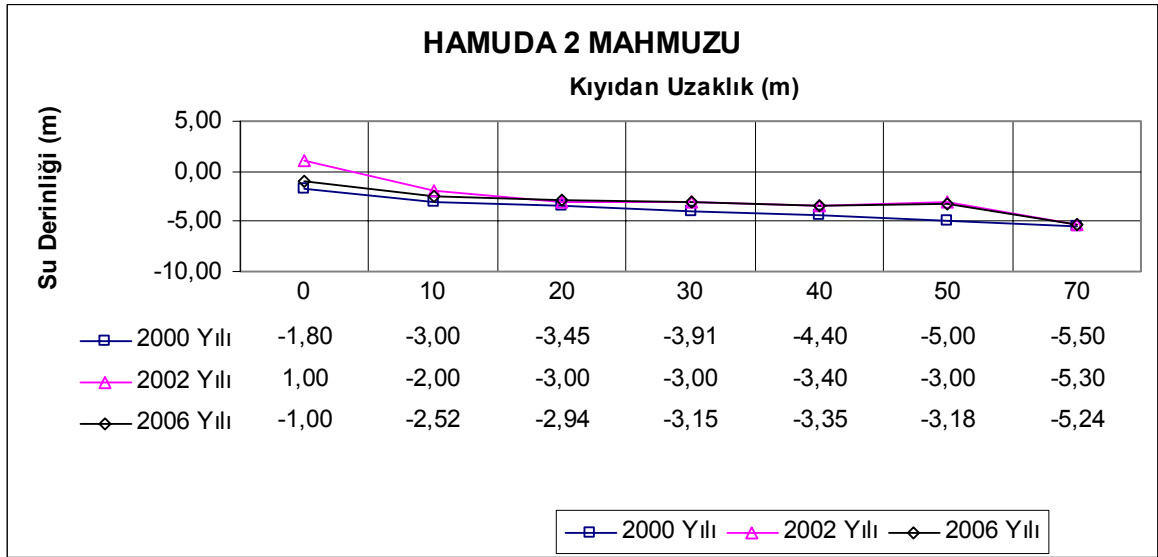
Ek Şekil 48. Hamuda 1 mahmuzu 40 m kesitleri



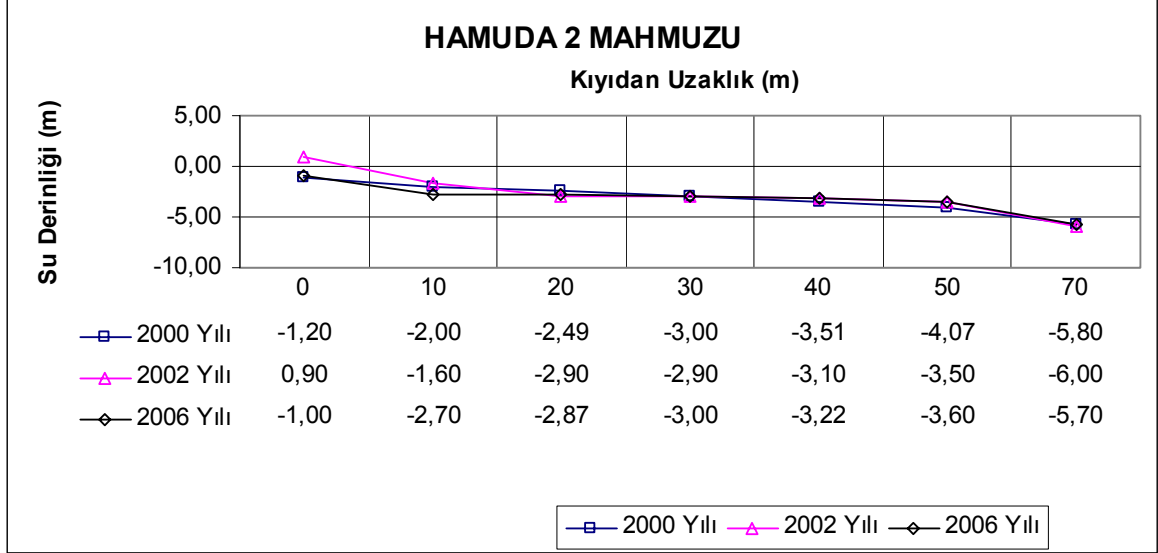
Ek Şekil 49. Hamuda 1 mahmuzu 50 m kesitleri



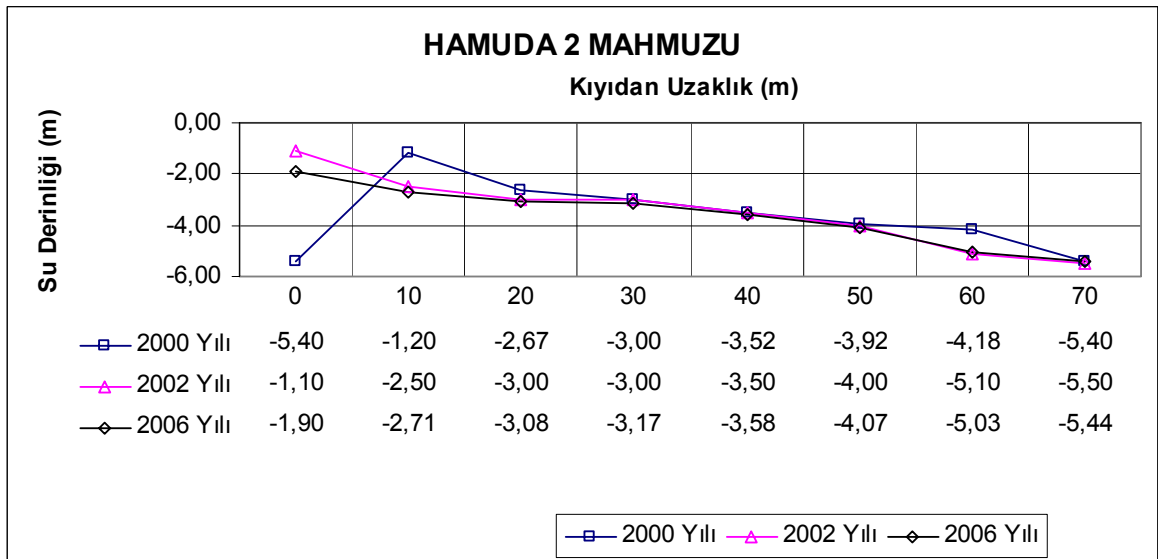
Ek Şekil 50. Hamuda 2 mahmuzu 10 m kesitleri



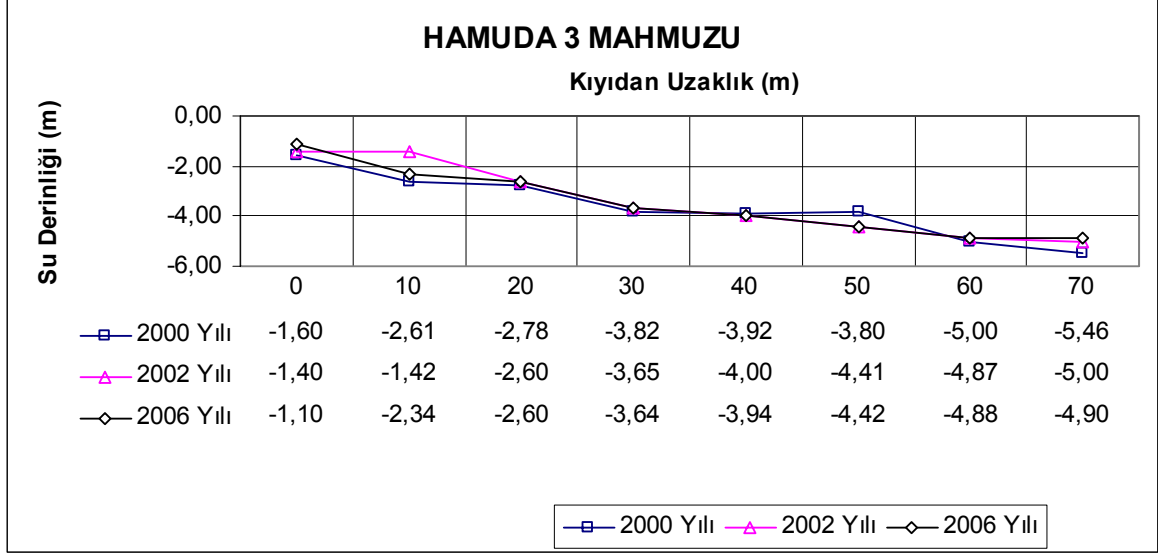
Ek Şekil 51. Hamuda 2 mahmuzu 20 m kesitleri



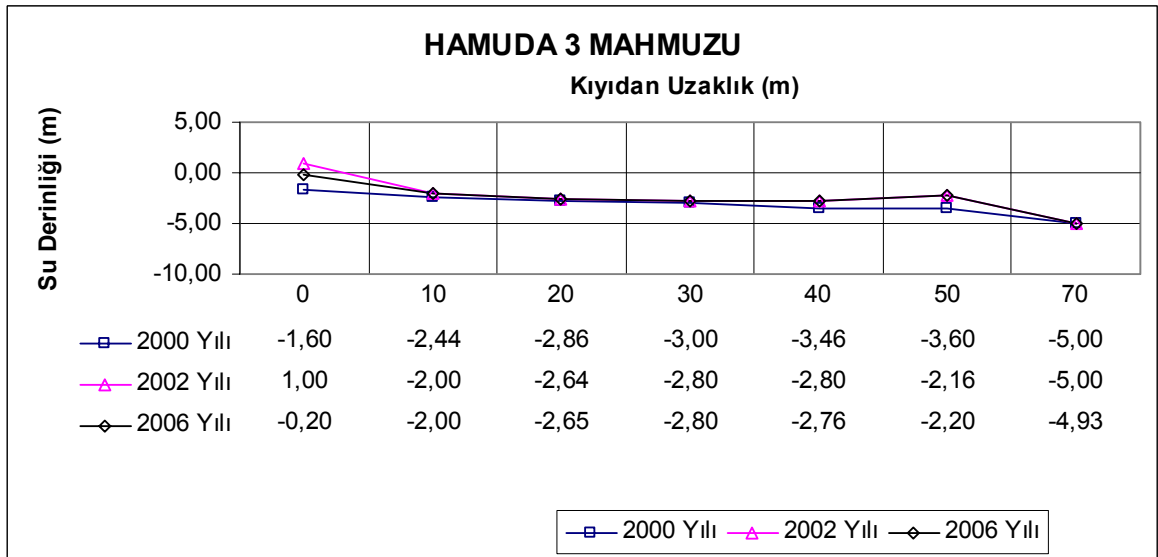
Ek Şekil 52. Hamuda 2 mahmuzu 40 m kesitleri



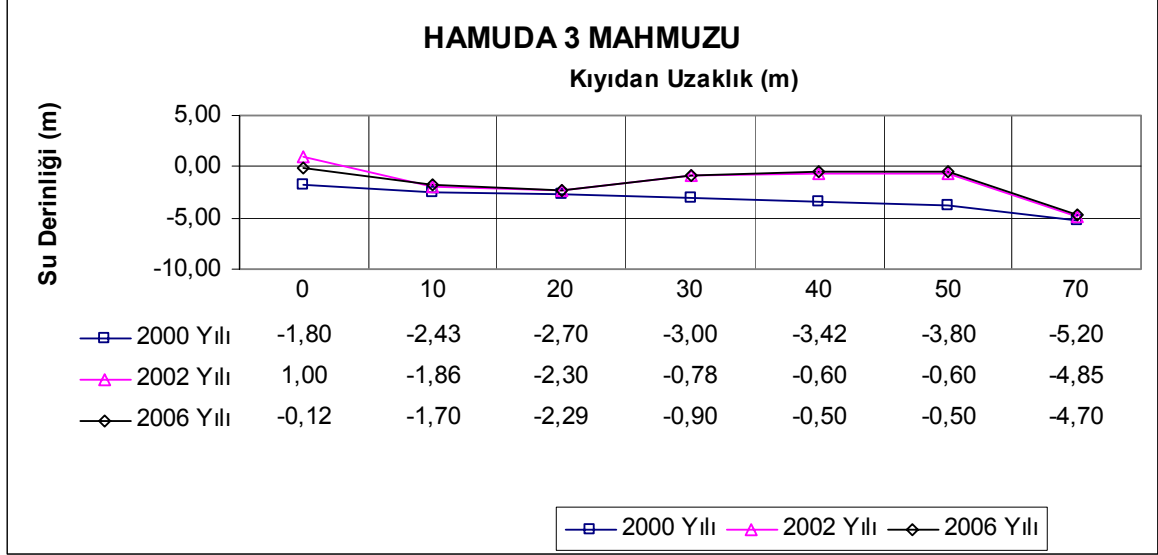
Ek Şekil 53. Hamuda 2 mahmuzu 50 m kesitleri



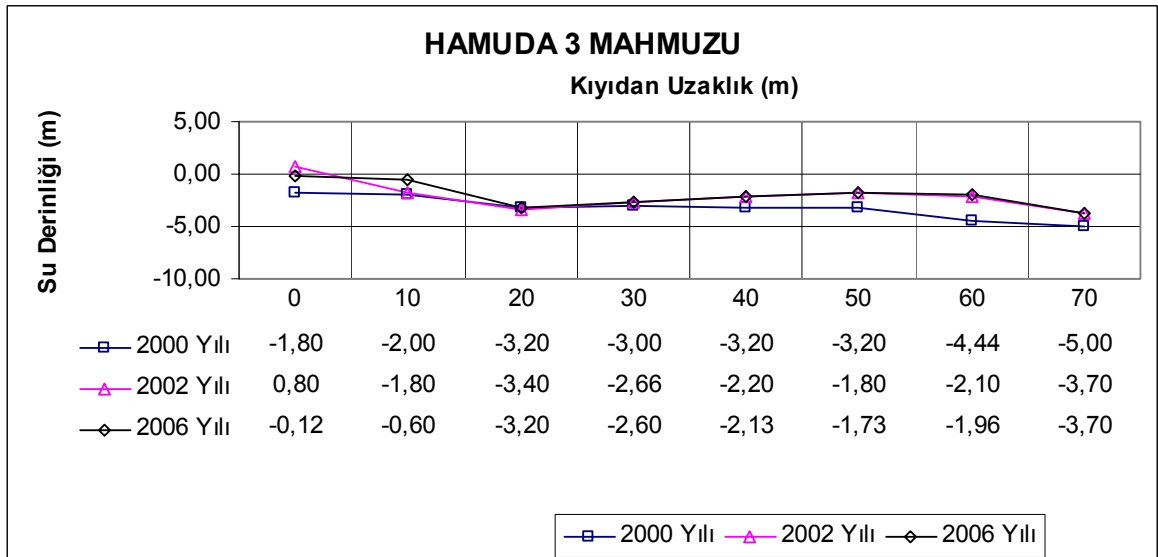
Ek Şekil 54. Hamuda 3 mahmuzu 10 m kesitleri



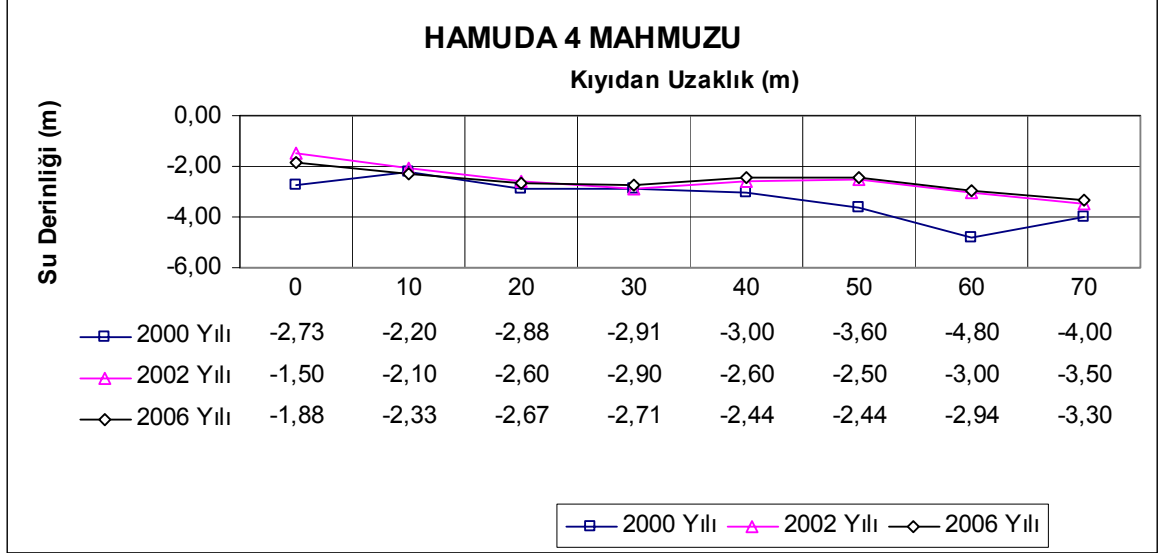
Ek Şekil 55. Hamuda 3 mahmuzu 20 m kesitleri



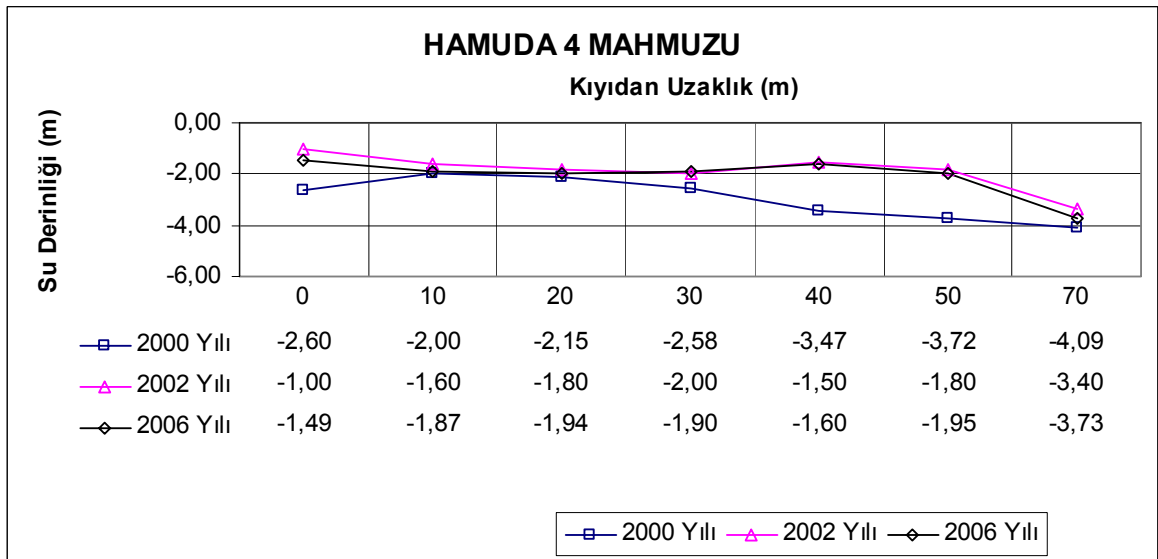
Ek Şekil 56. Hamuda 3 mahmuzu 40 m kesitleri



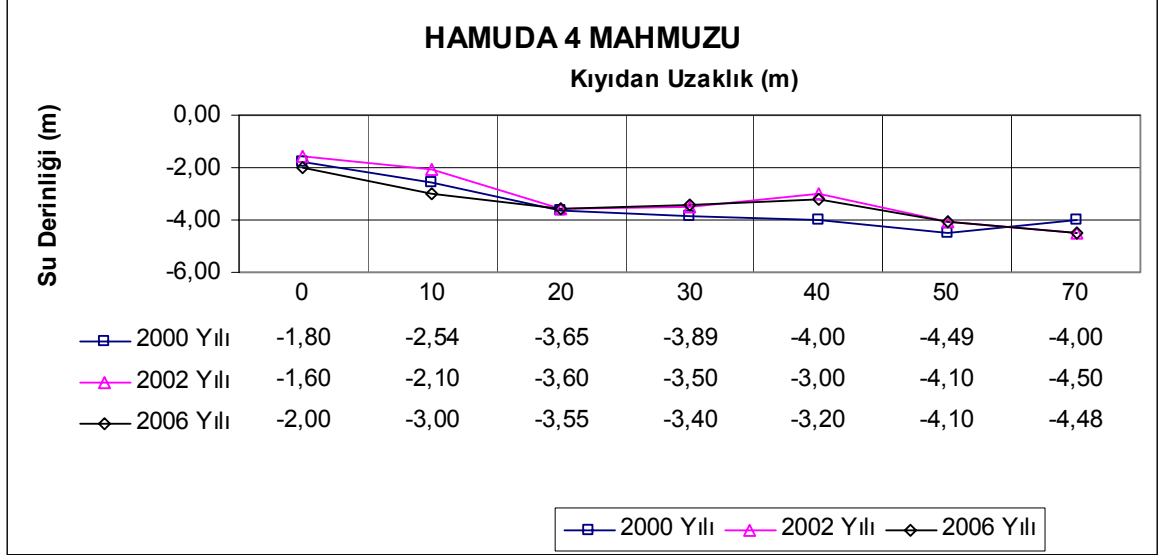
Ek Şekil 57. Hamuda 3 mahmuzu 50 m kesitleri



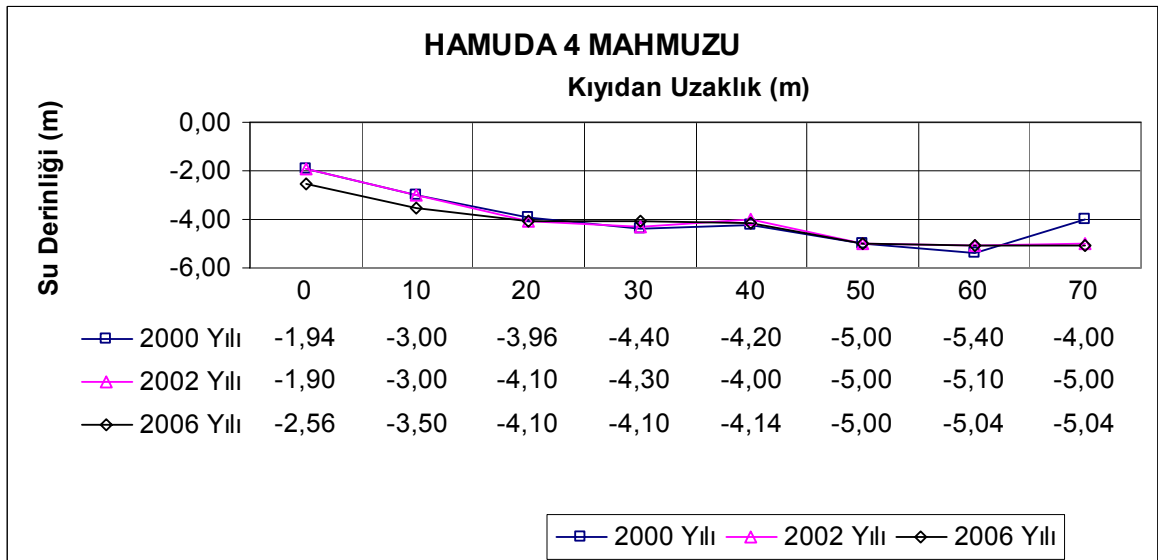
Ek Şekil 58. Hamuda 4 mahmuzu 10 m kesitleri



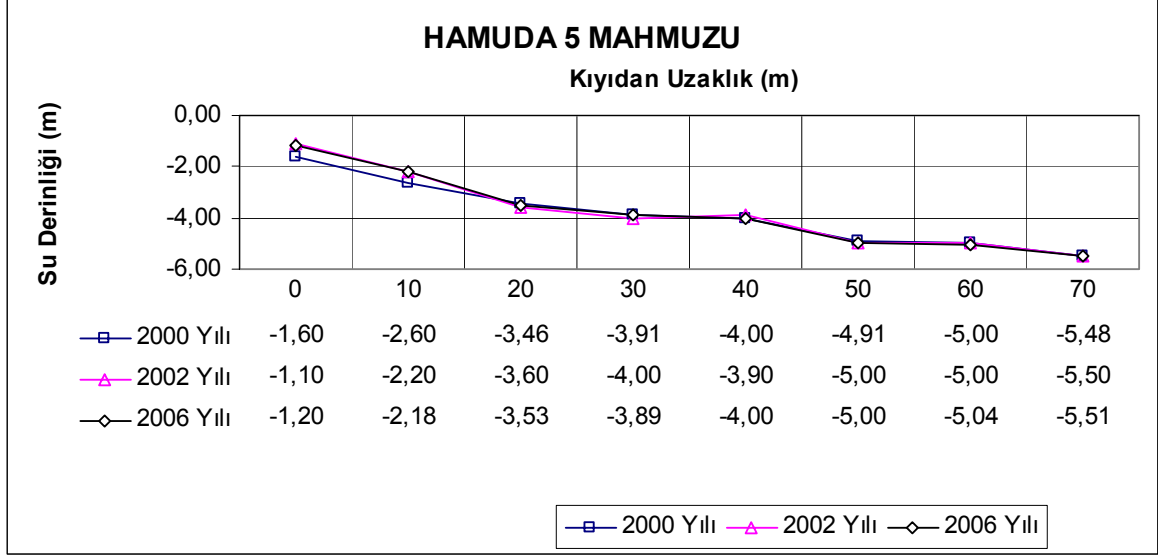
Ek Şekil 59. Hamuda 4 mahmuzu 20 m kesitleri



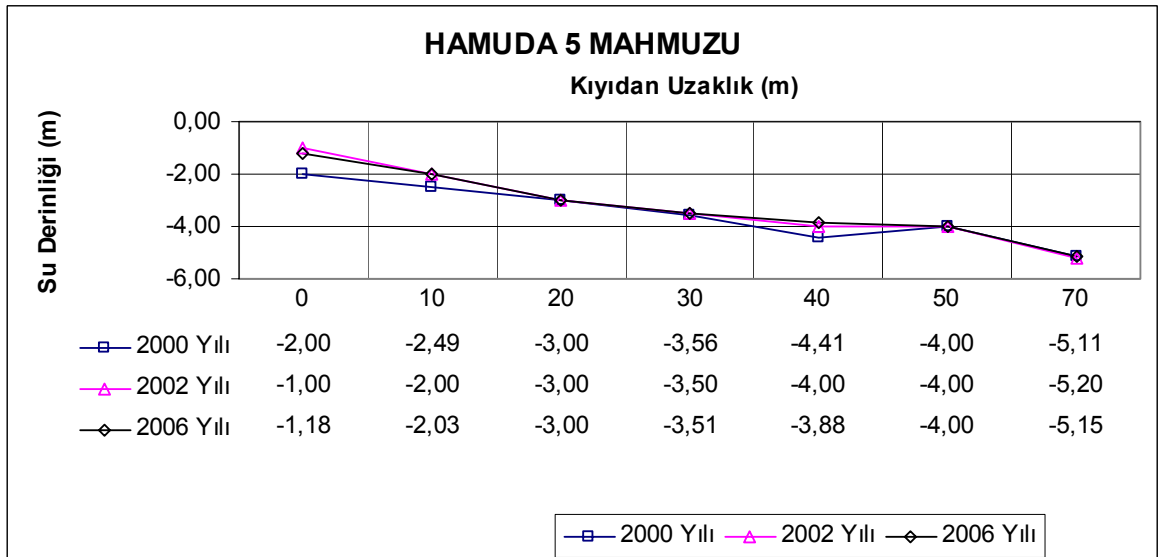
Ek Şekil 60. Hamuda 4 mahmuzu 40 m kesitleri



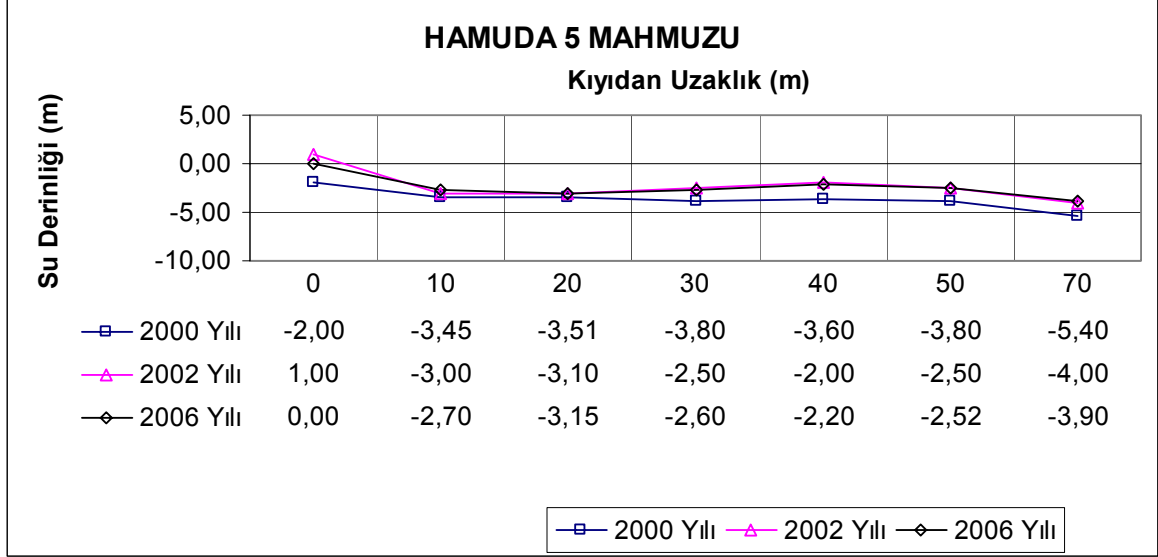
Ek Şekil 61. Hamuda 4 mahmuzu 50 m kesitleri



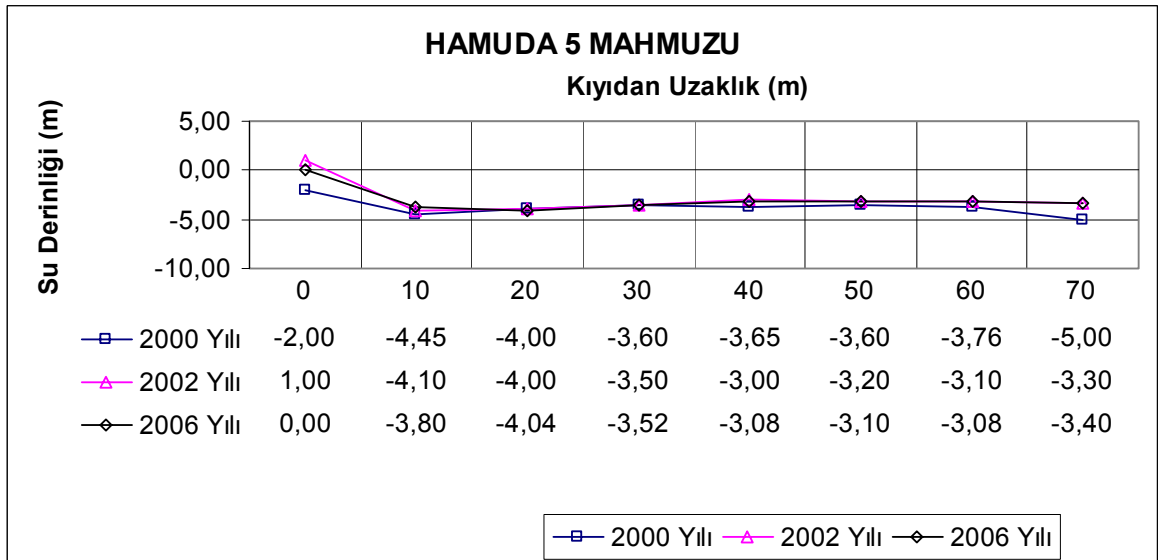
Ek Şekil 62. Hamuda 5 mahmuzu 10 m kesitleri



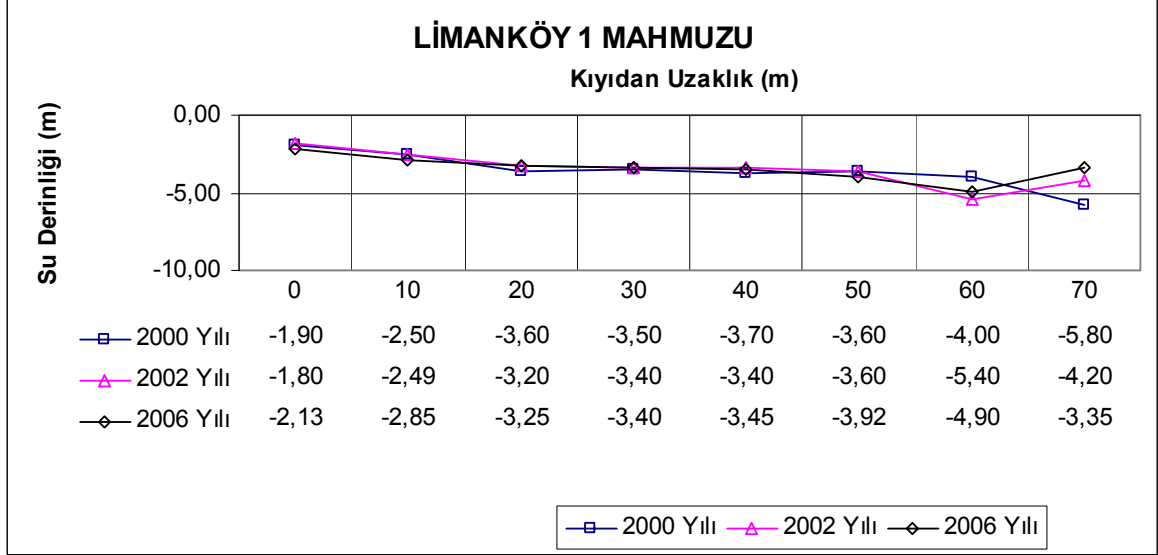
Ek Şekil 63. Hamuda 5 mahmuzu 20 m kesitleri



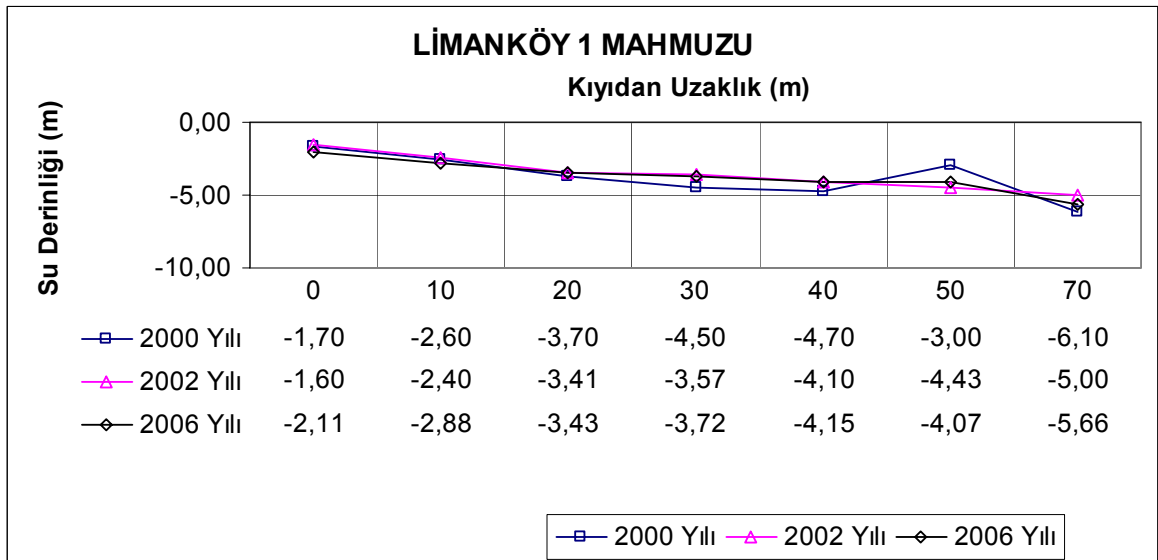
Ek Şekil 64. Hamuda 5 mahmuzu 40 m kesitleri



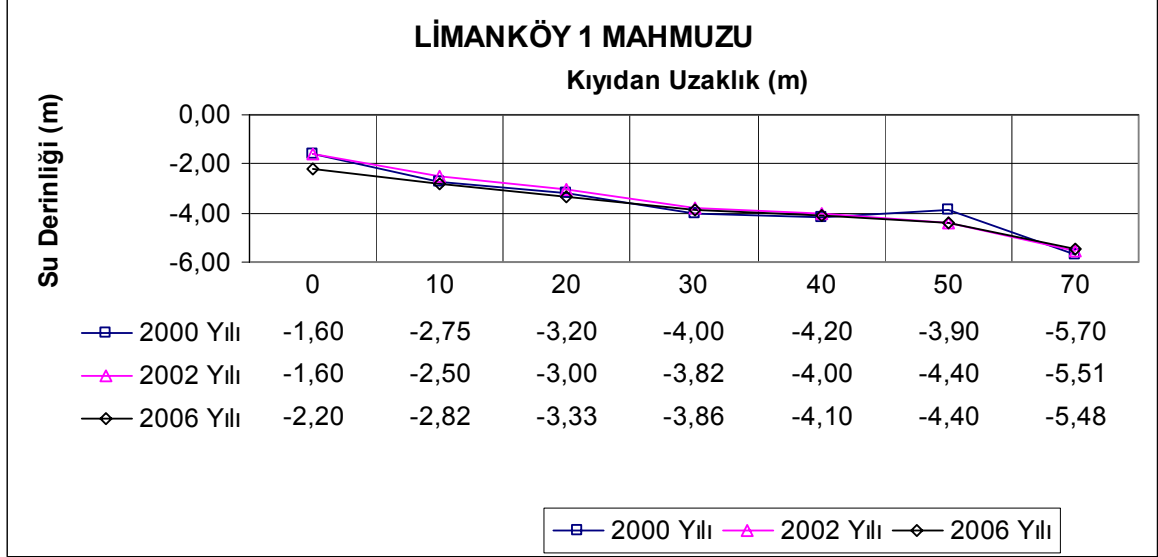
Ek Şekil 65. Hamuda 5 mahmuzu 50 m kesitleri



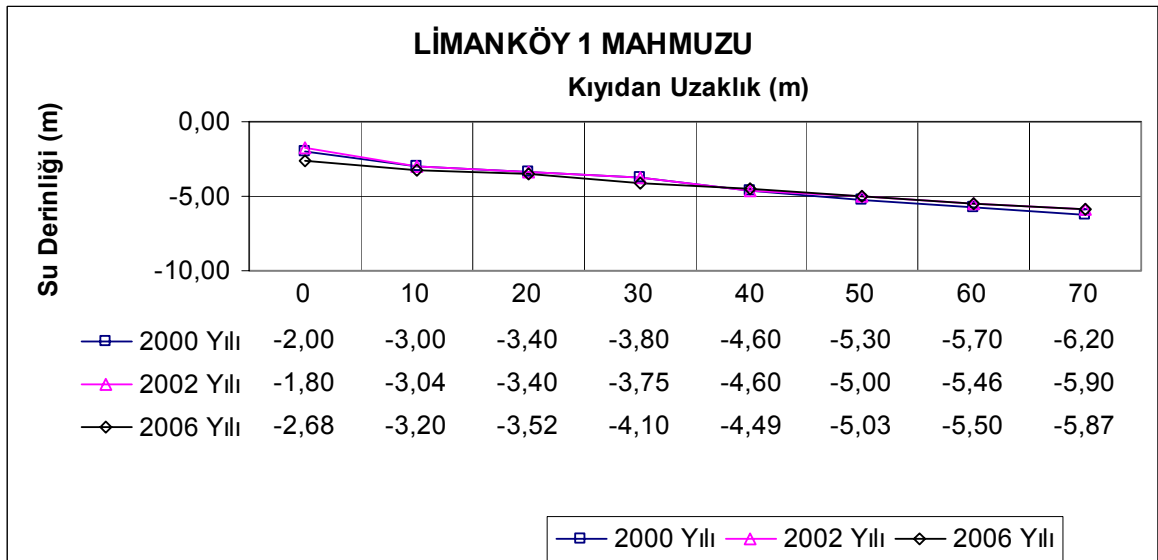
Ek Şekil 66. Limanköy 1 mahmuzu 10 m kesitleri



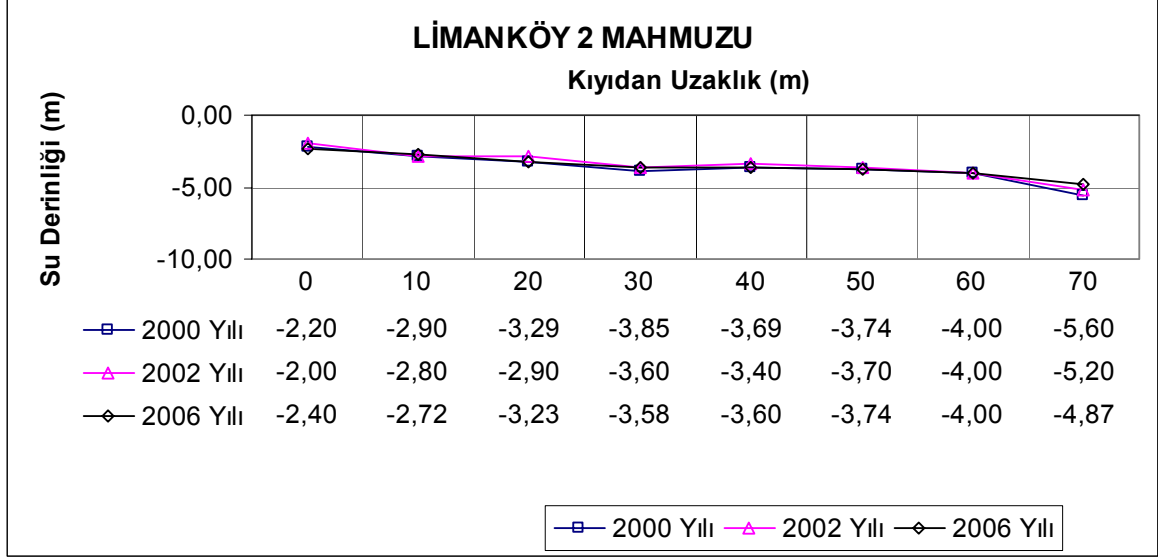
Ek Şekil 67. Limanköy 1 mahmuzu 20 m kesitleri



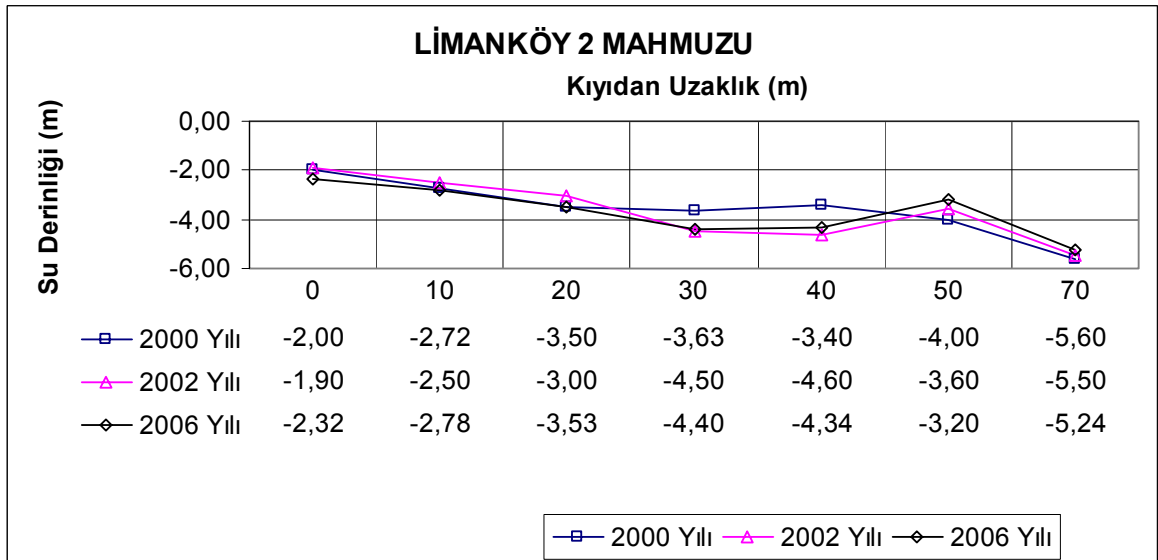
Ek Şekil 68. Limanköy 1 mahmuzu 40 m kesitleri



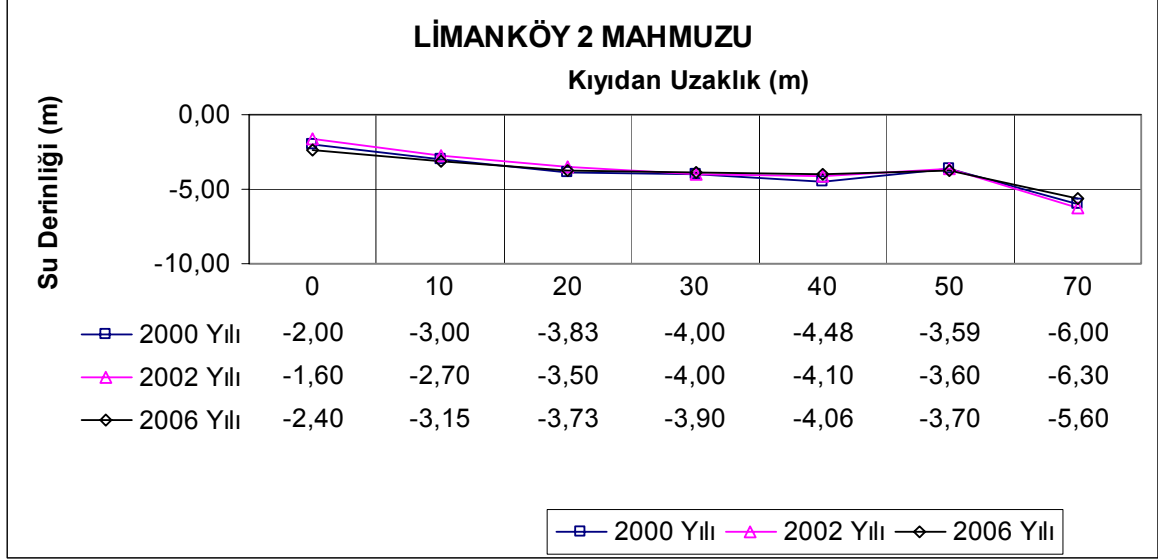
Ek Şekil 69. Limanköy 1 mahmuzu 50 m kesitleri



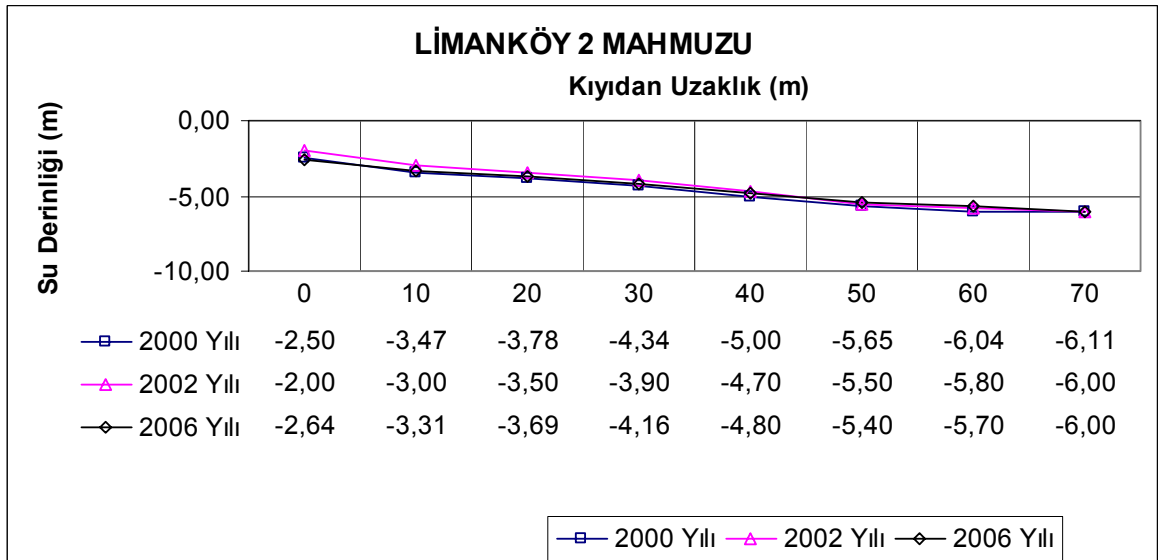
Ek Şekil 70. Limanköy 2 mahmuzu 10 m kesitleri



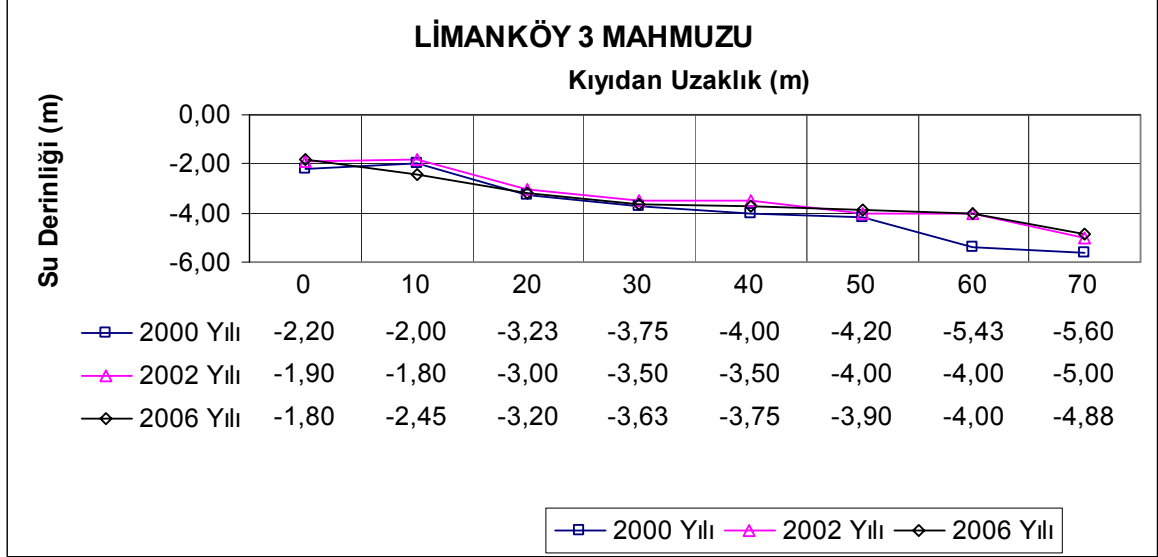
Ek Şekil 71. Limanköy 2 mahmuzu 20 m kesitleri



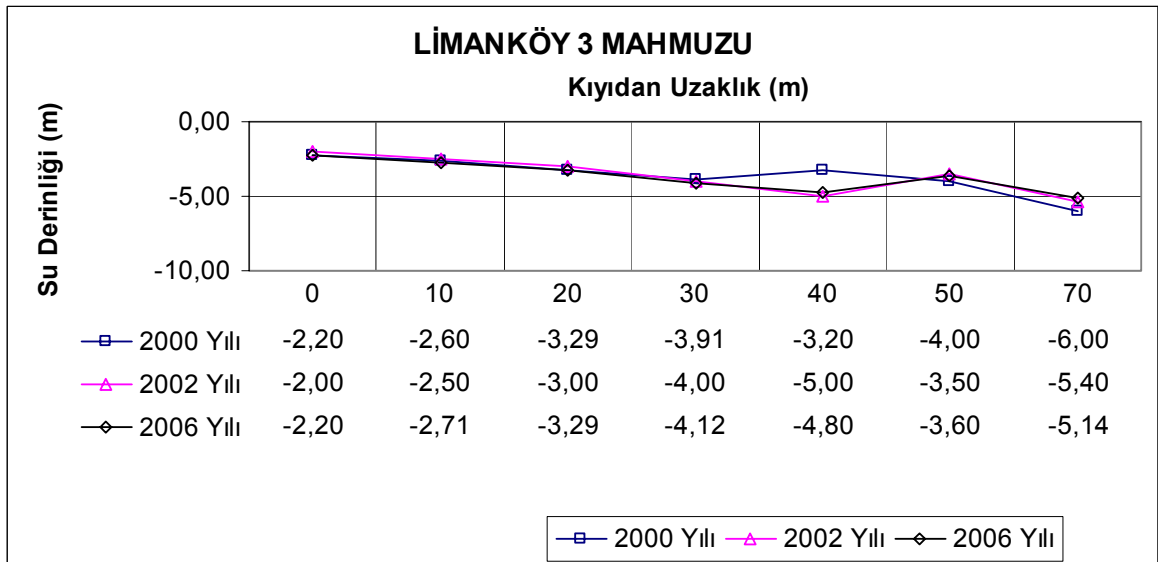
Ek Şekil 72. Limanköy 2 mahmuzu 40 m kesitleri



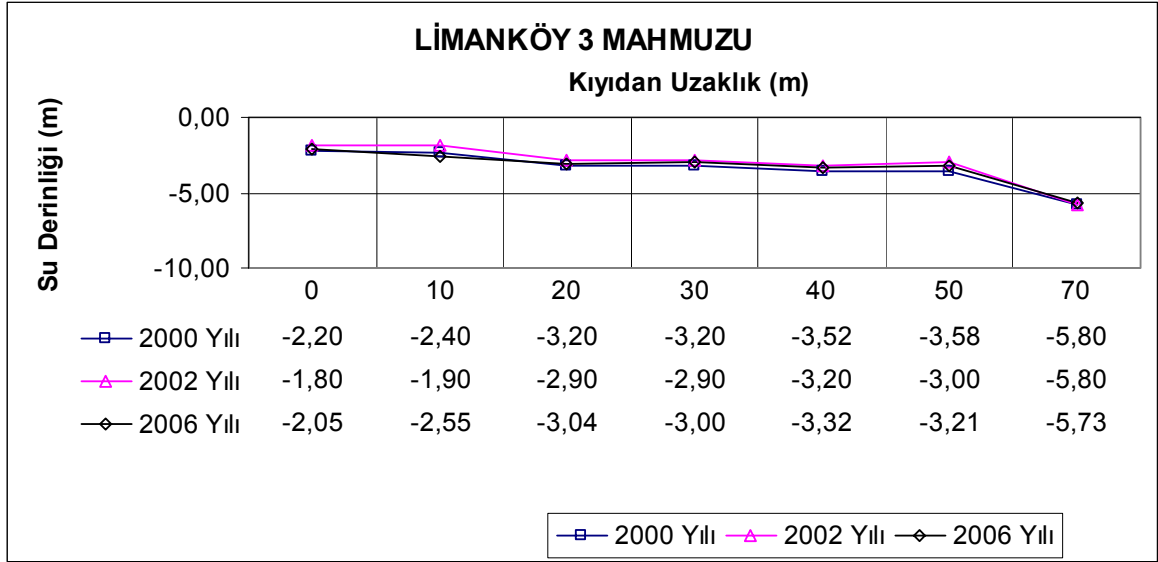
Ek Şekil 73. Limanköy 2 mahmuzu 50 m kesitleri



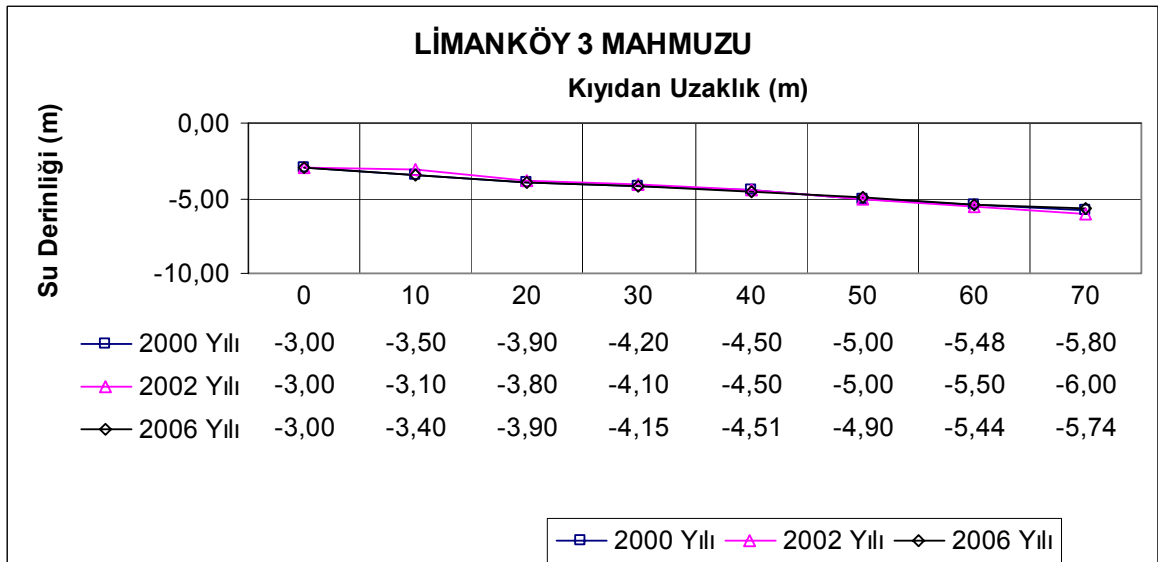
Ek Şekil 74. Limanköy 3 mahmuzu 10 m kesitleri



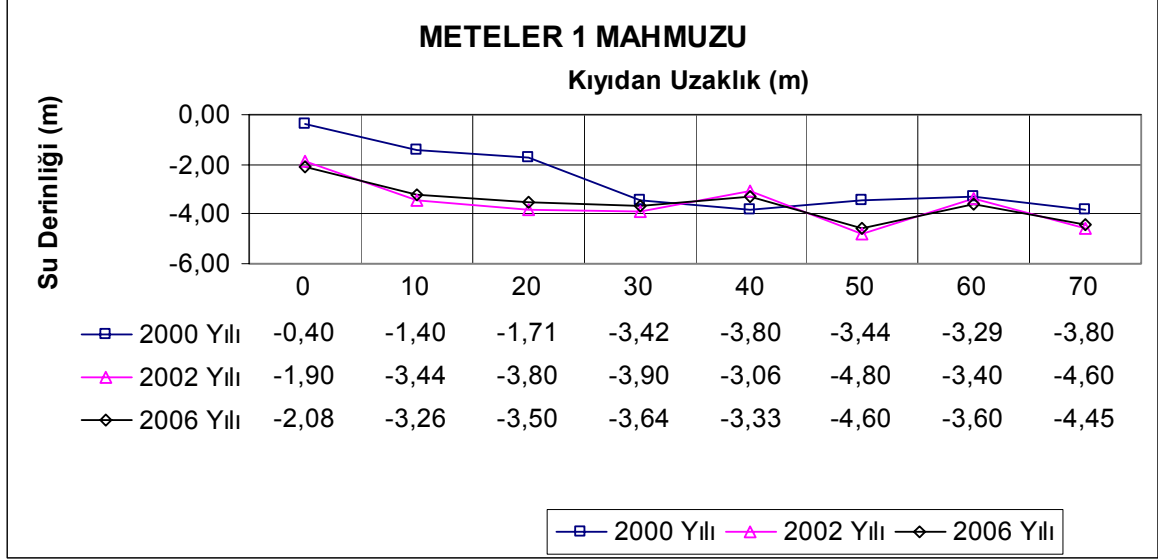
Ek Şekil 75. Limanköy 3 mahmuzu 20 m kesitleri



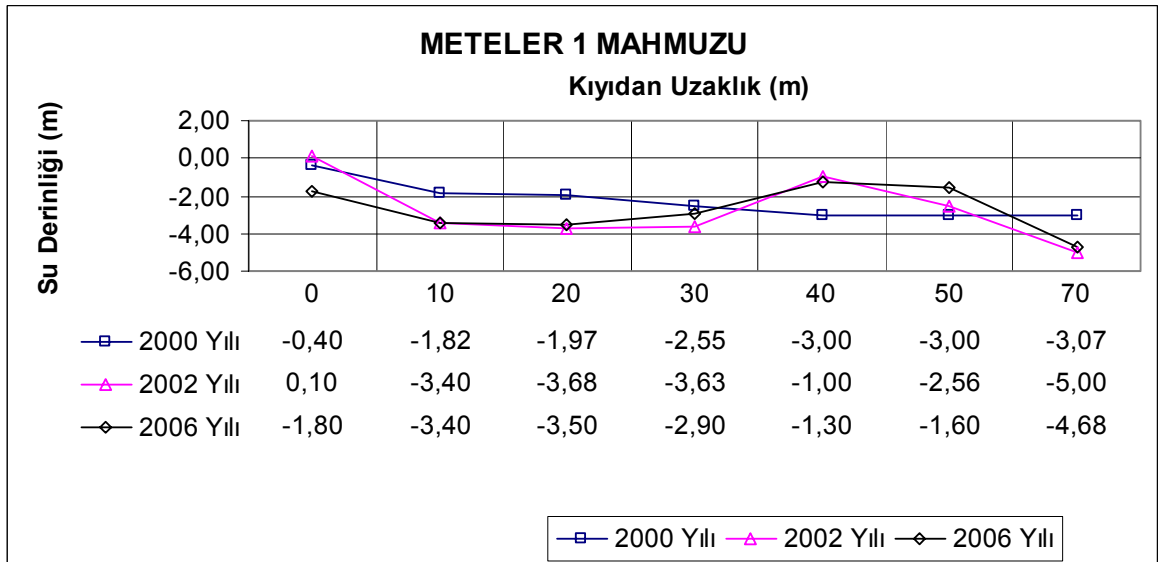
Ek Şekil 76. Limanköy 3 mahmuzu 40 m kesitleri



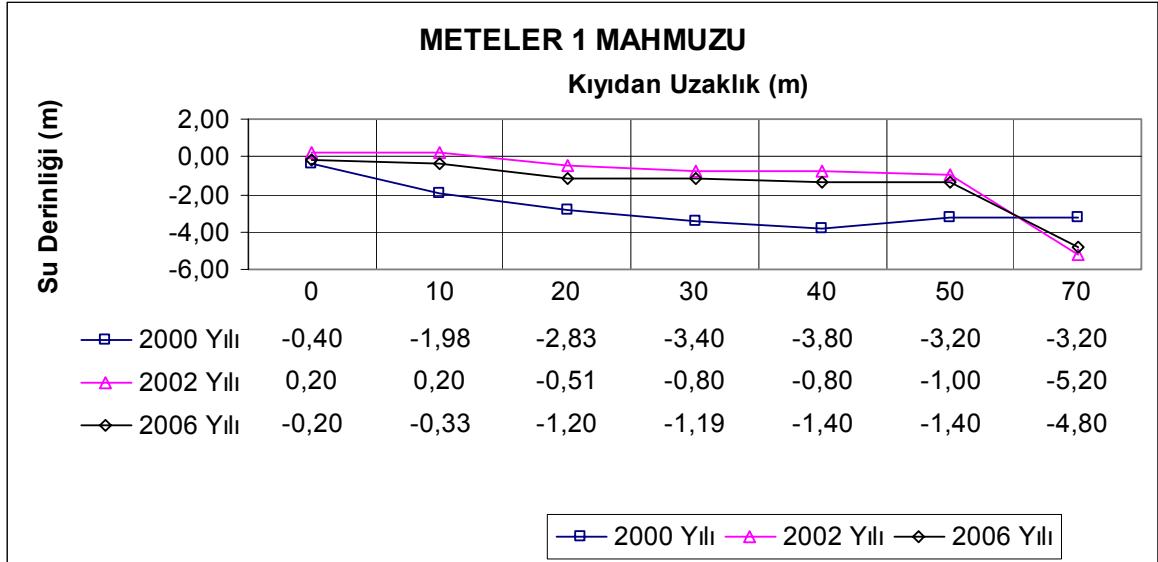
Ek Şekil 77. Limanköy 3 mahmuzu 50 m kesitleri



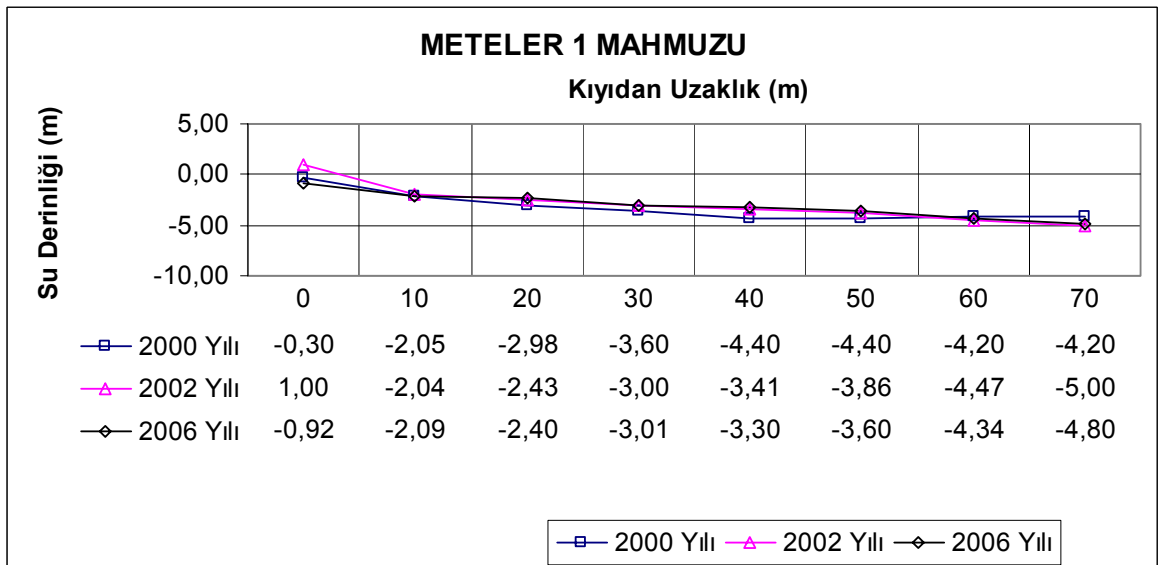
Ek Şekil 78. Meteler 1 mahmuzu 10 m kesitleri



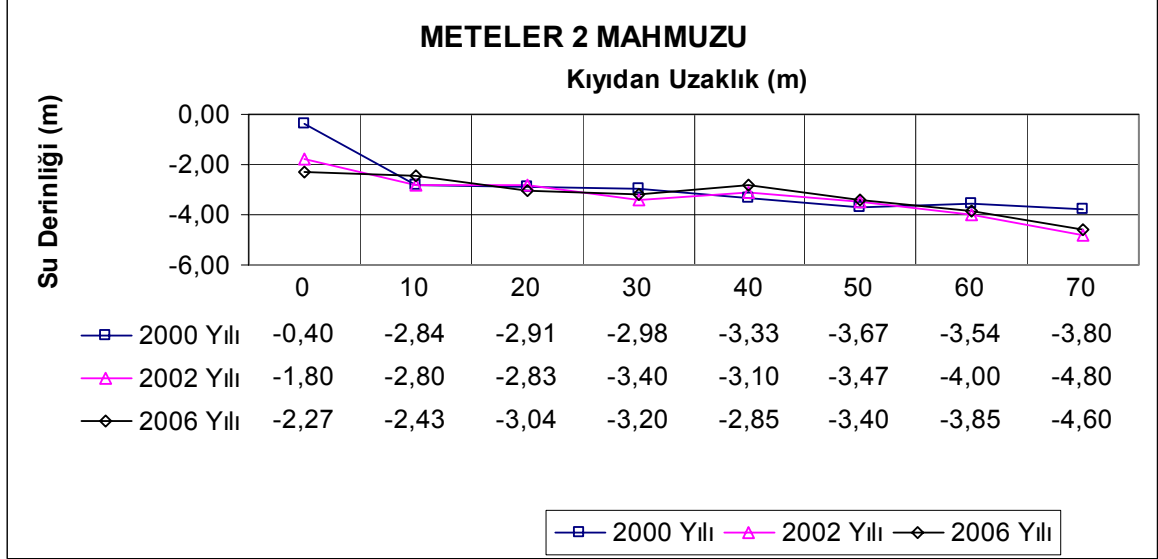
Ek Şekil 79. Meteler 1 mahmuzu 20 m kesitleri



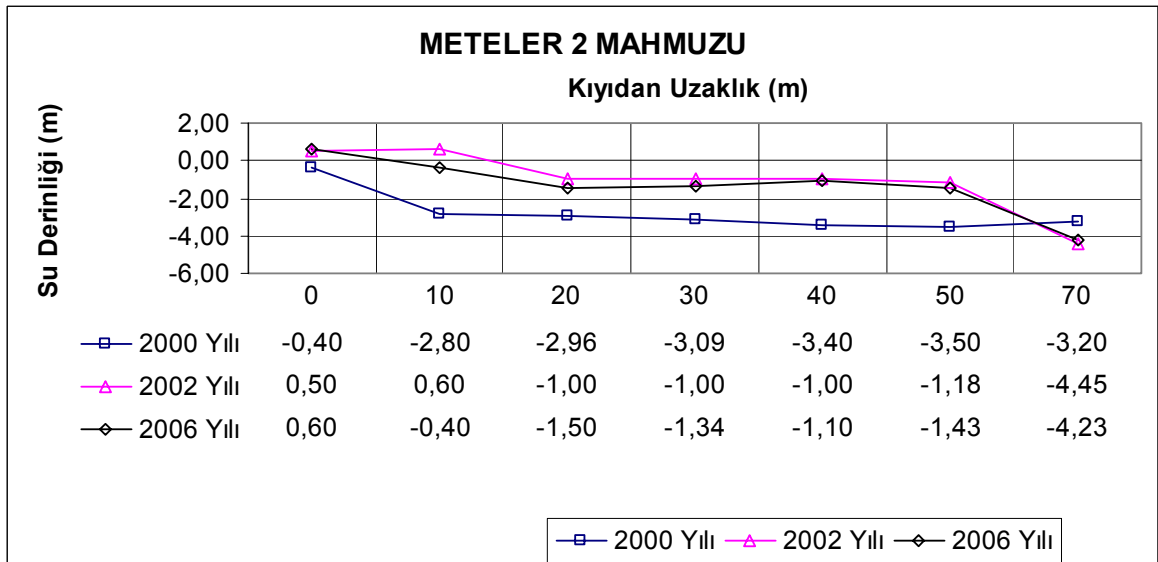
Ek Şekil 80. Meteler 1 mahmuzu 40 m kesitleri



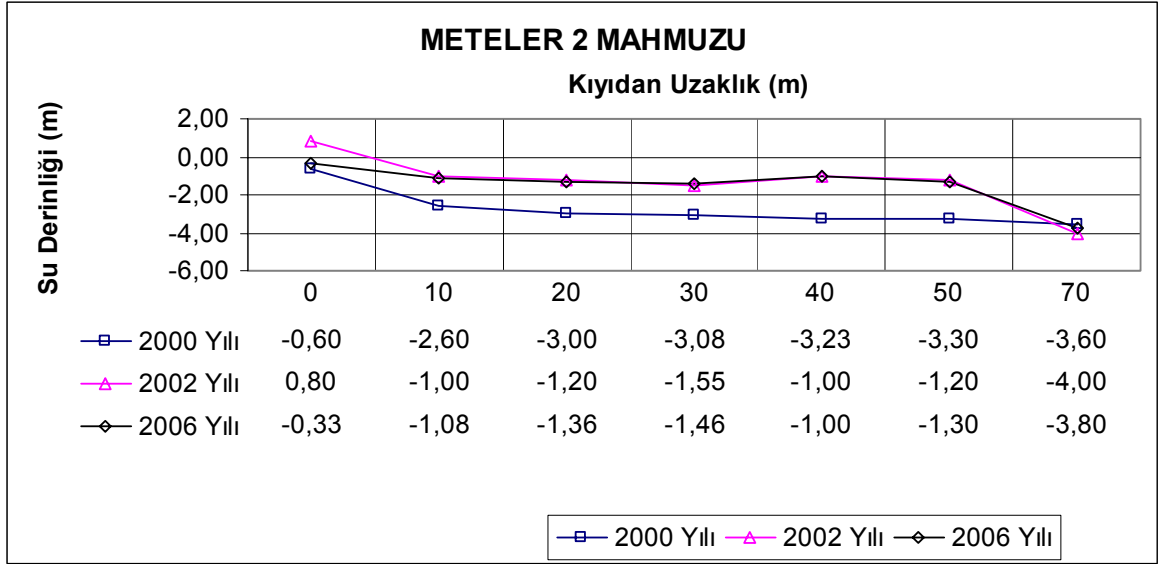
Ek Şekil 81. Meteler 1 mahmuzu 50 m kesitleri



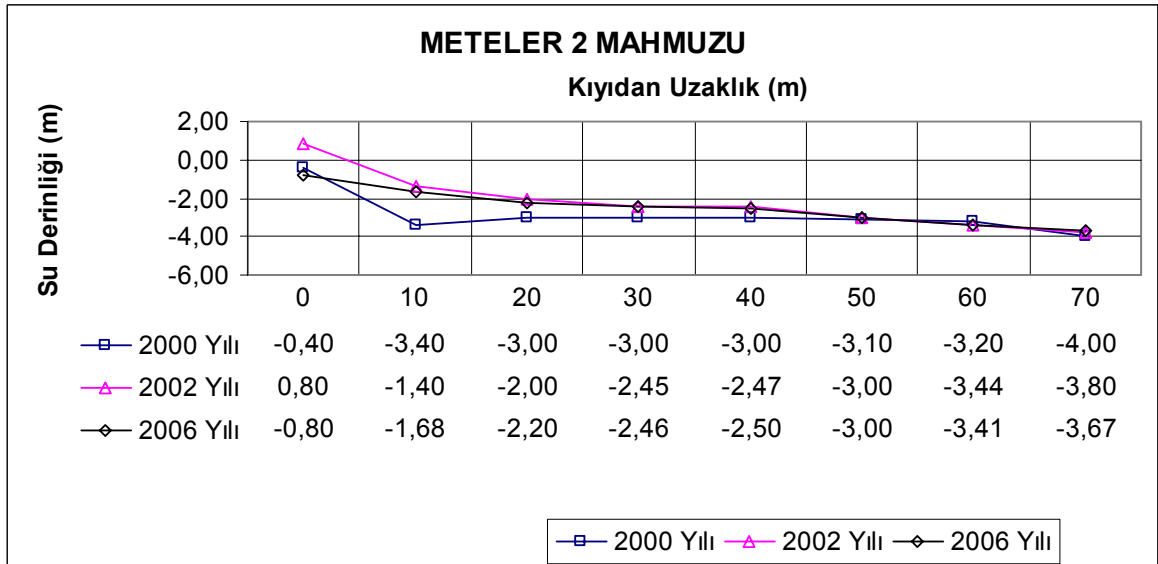
Ek Şekil 82. Meteler 2 mahmuzu 10 m kesitleri



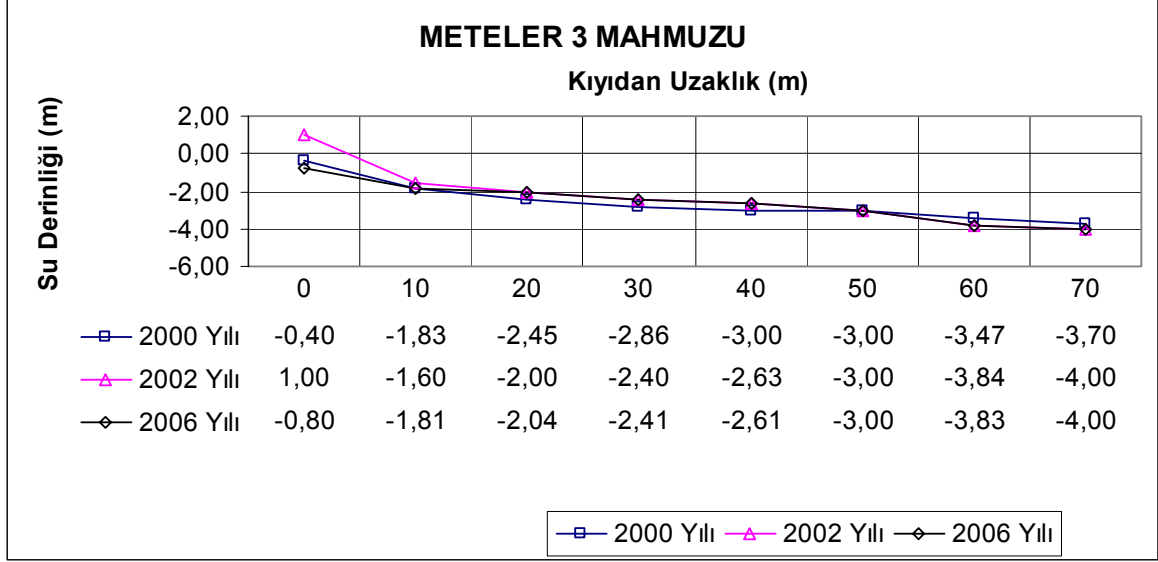
Ek Şekil 83. Meteler 2 mahmuzu 20 m kesitleri



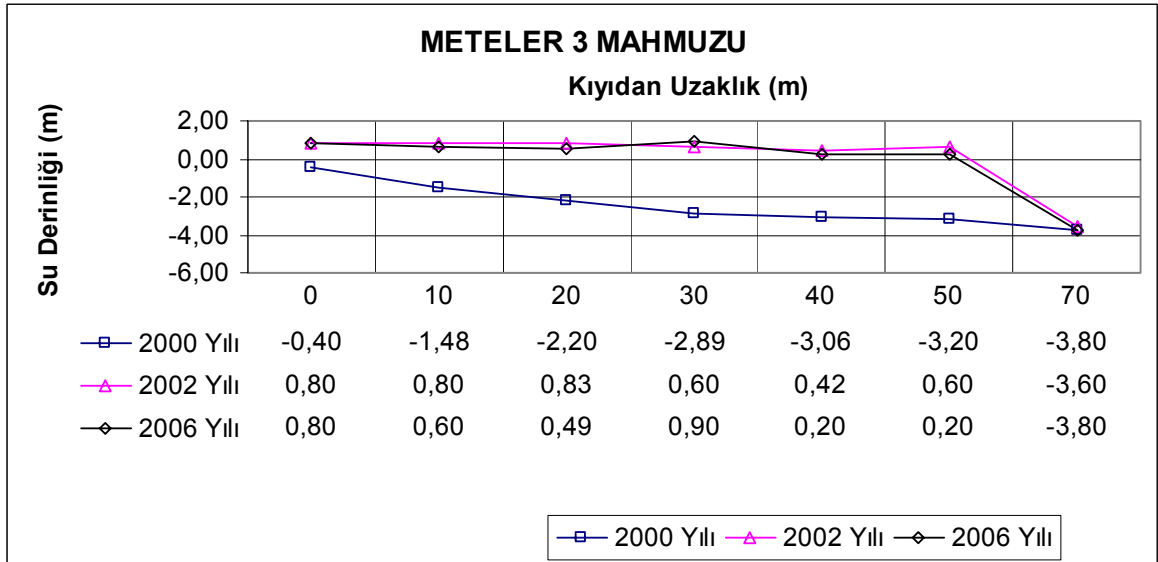
Ek Şekil 84. Meteler 2 mahmuzu 40 m kesitleri



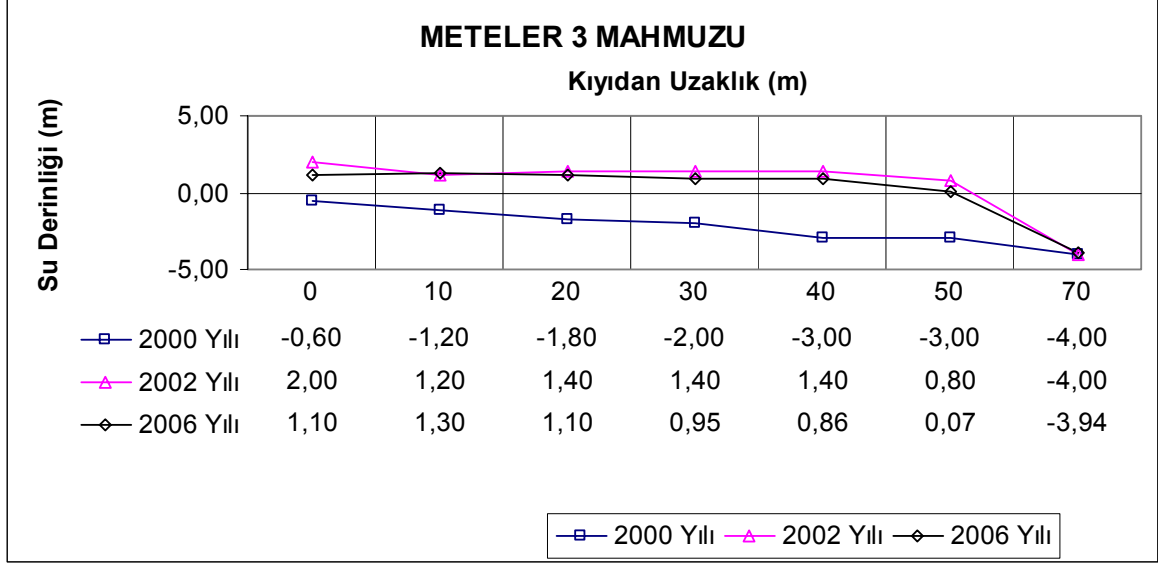
Ek Şekil 85. Meteler 2 mahmuzu 50 m kesitleri



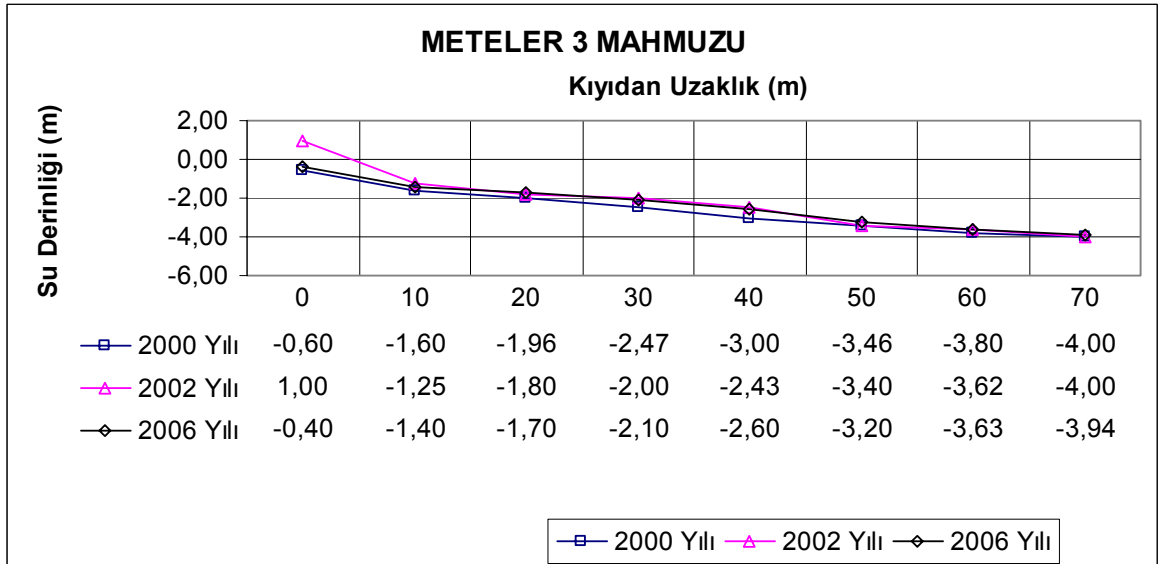
Ek Şekil 86. Meteler 3 mahmuzu 10 m kesitleri



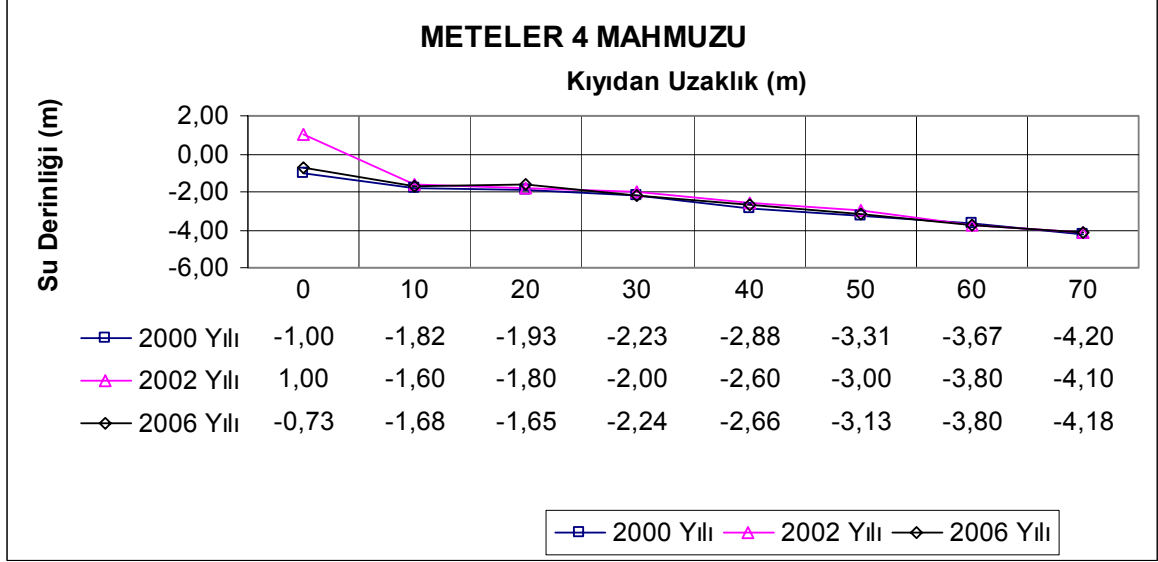
Ek Şekil 87. Meteler 3 mahmuzu 20 m kesitleri



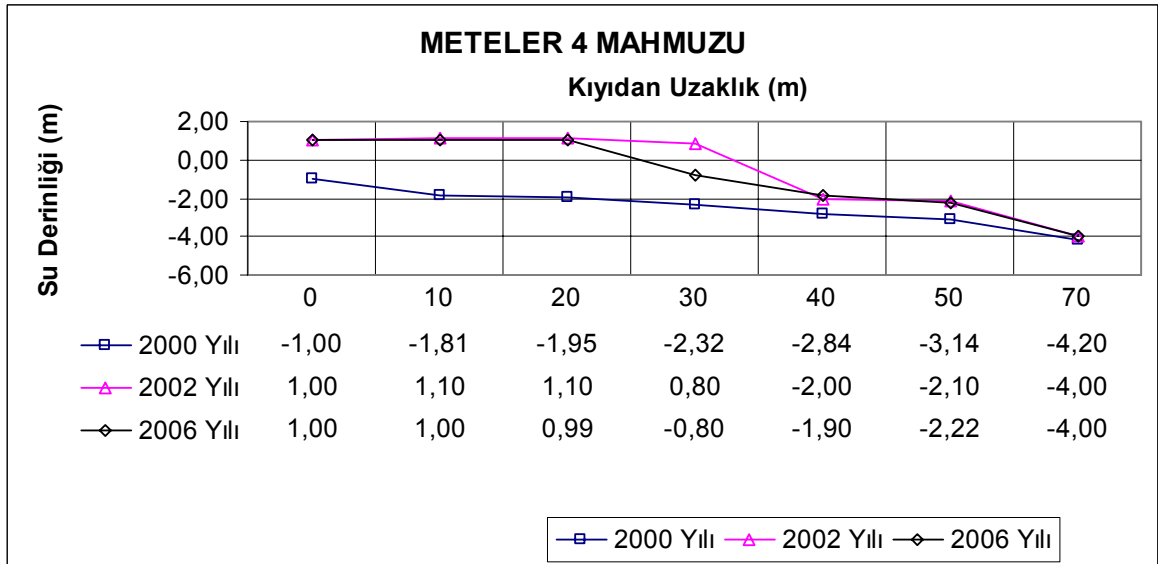
Ek Şekil 88. Meteler 3 mahmuzu 40 m kesitleri



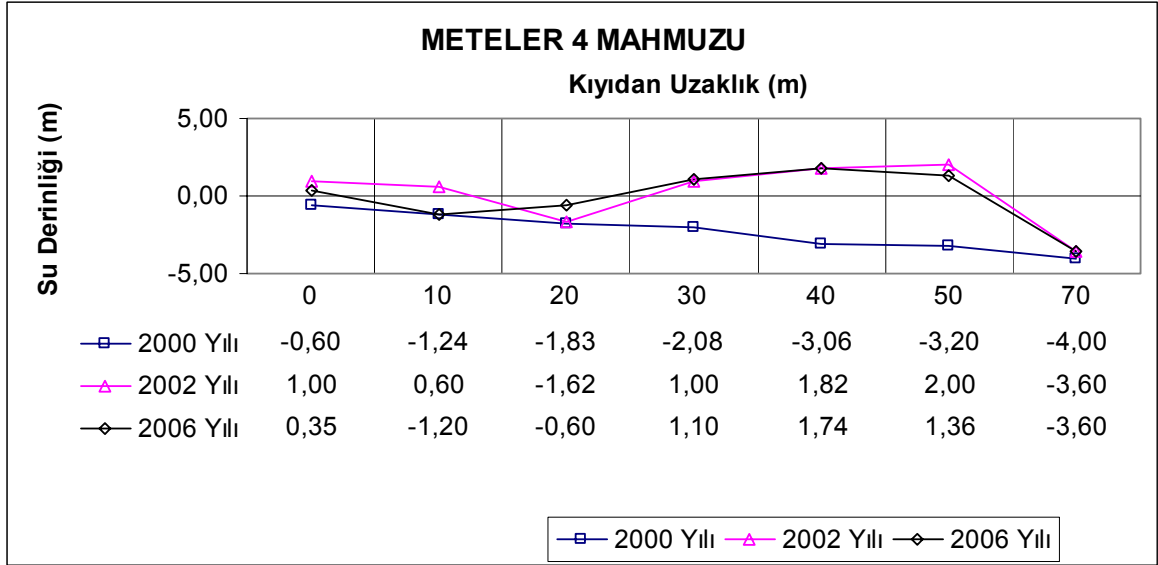
Ek Şekil 89. Meteler 3 mahmuzu 50 m kesitleri



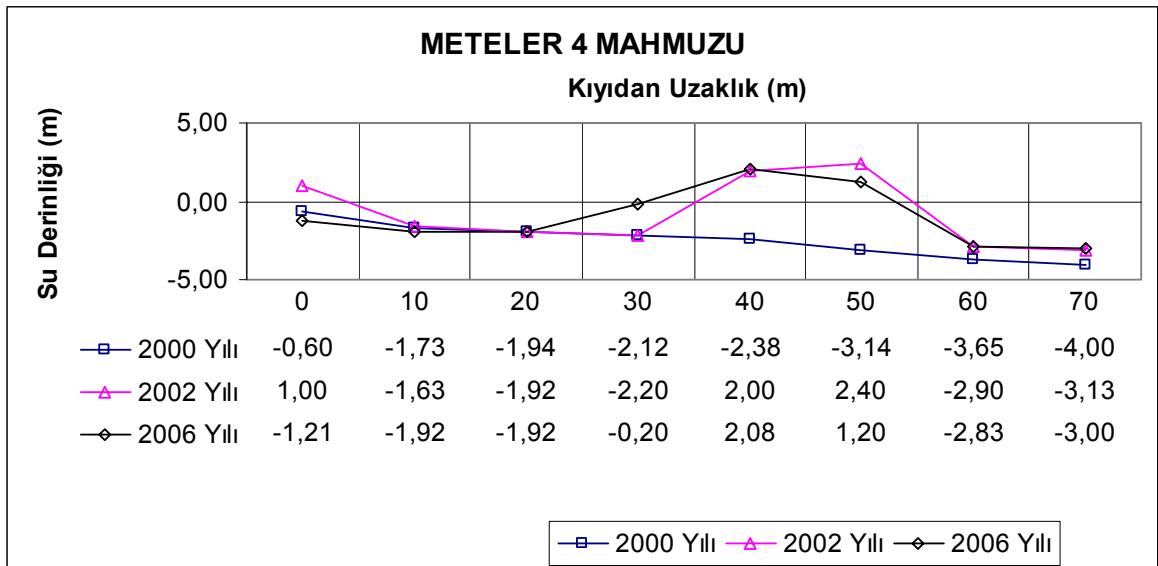
Ek Şekil 90. Meteler 4 mahmuzu 10 m kesitleri



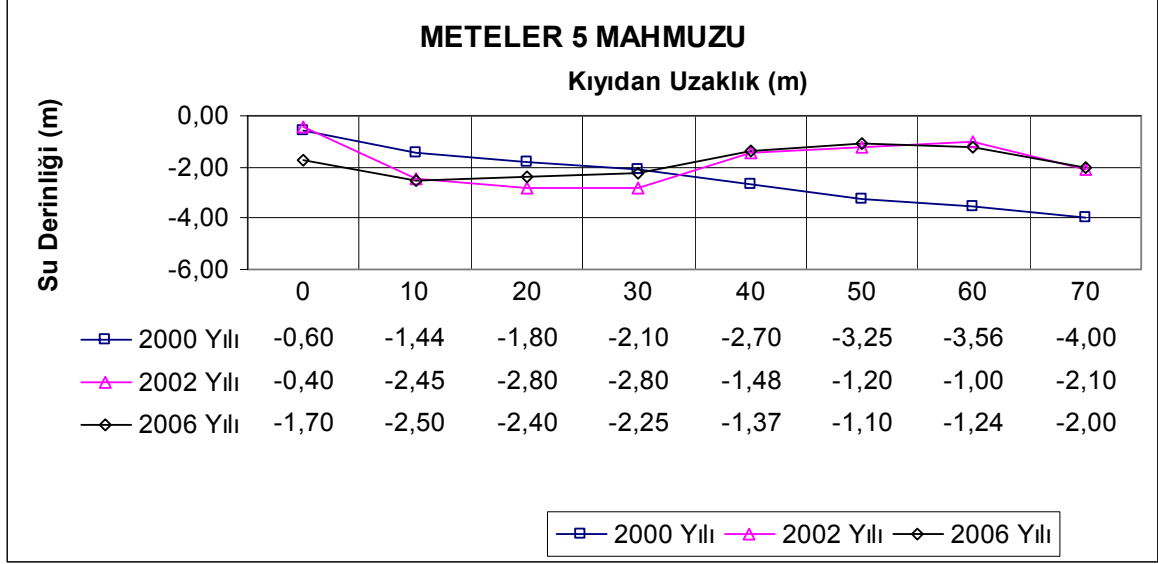
Ek Şekil 91. Meteler 4 mahmuzu 20 m kesitleri



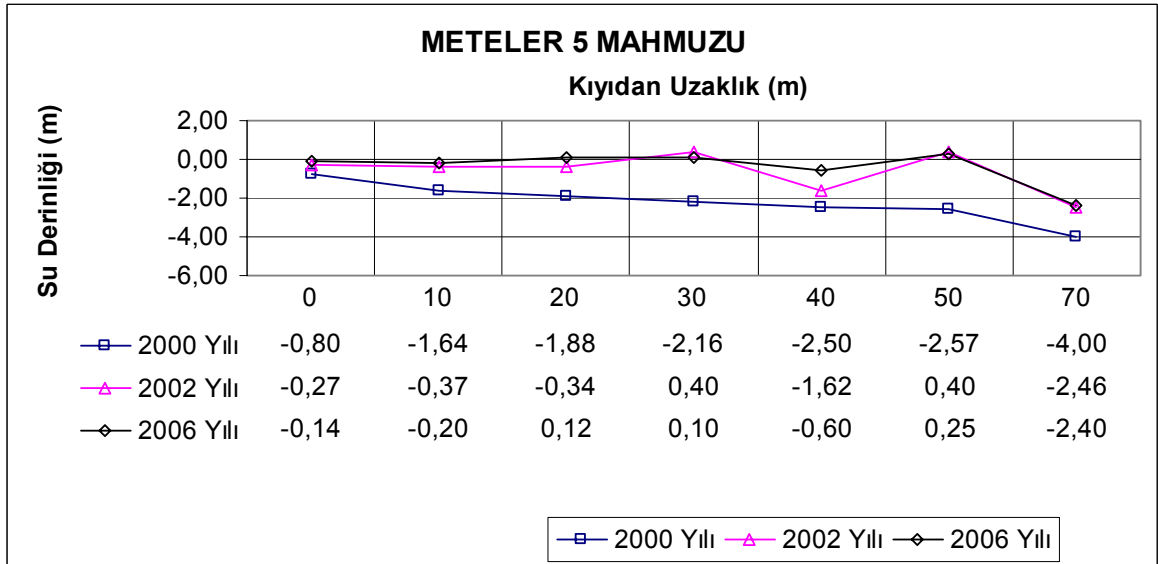
Ek Şekil 92. Meteler 4 mahmuzu 40 m kesitleri



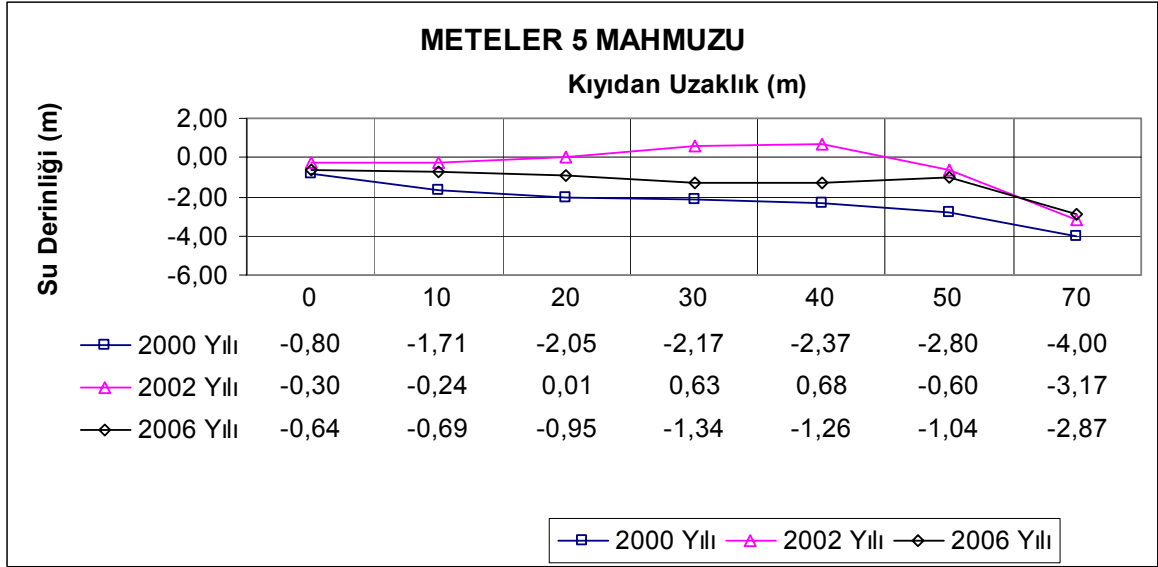
Ek Şekil 93. Meteler 4 mahmuzu 50 m kesitleri



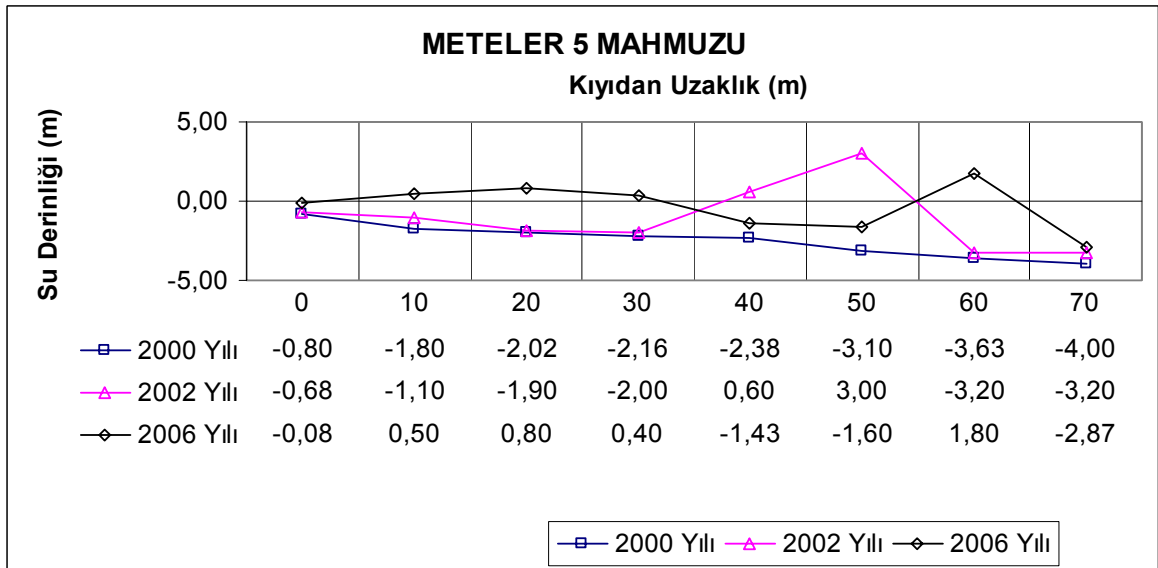
Ek Şekil 94. Meteler 5 mahmuzu 10 m kesitleri



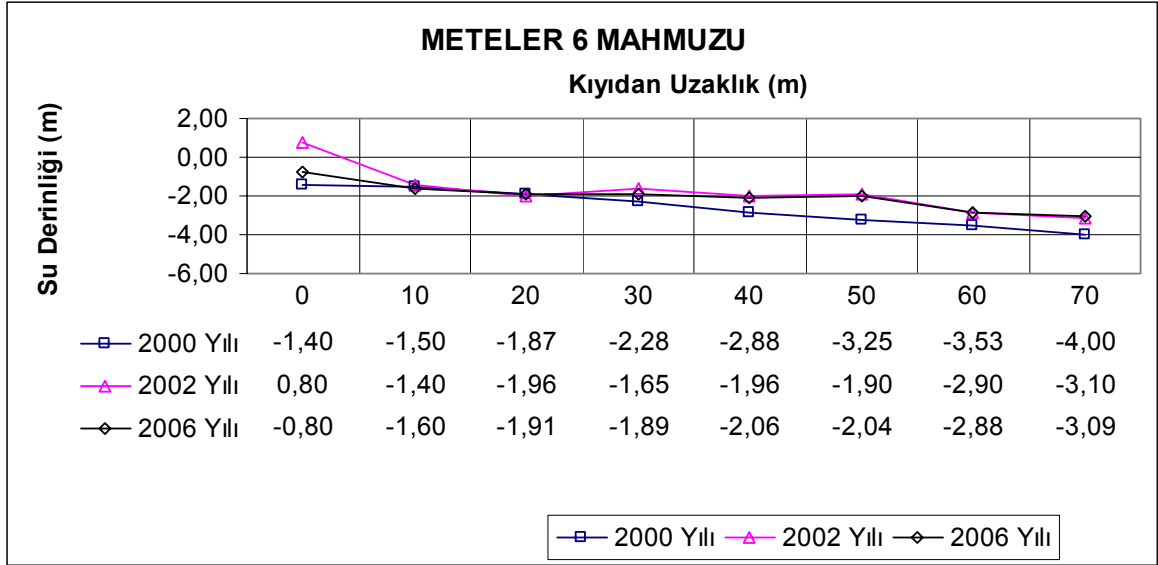
Ek Şekil 95. Meteler 5 mahmuzu 20 m kesitleri



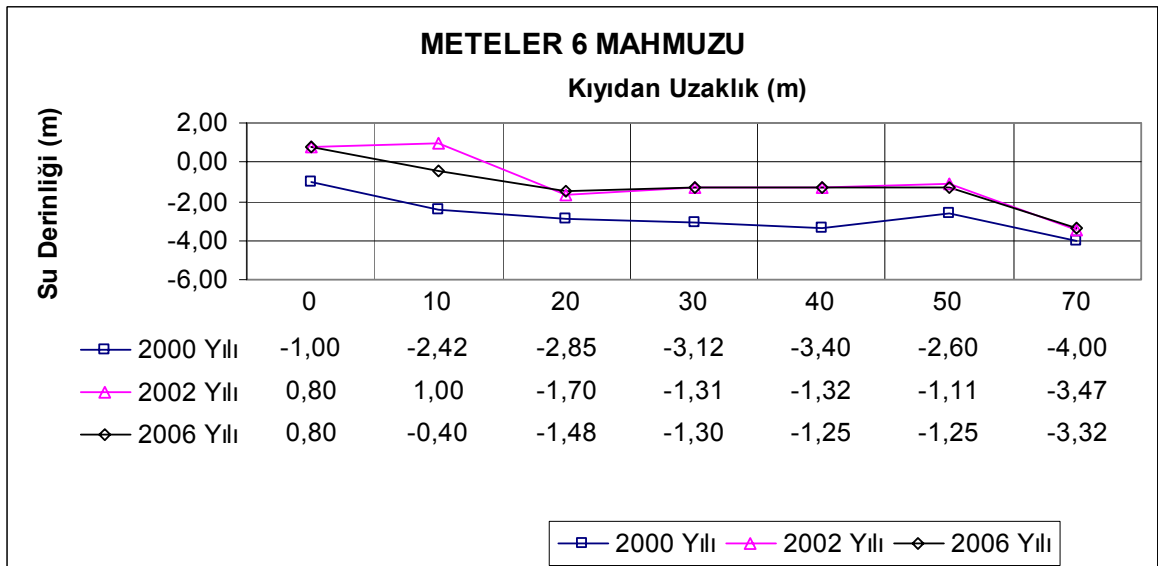
Ek Şekil 96. Meteler 5 mahmuzu 40 m kesitleri



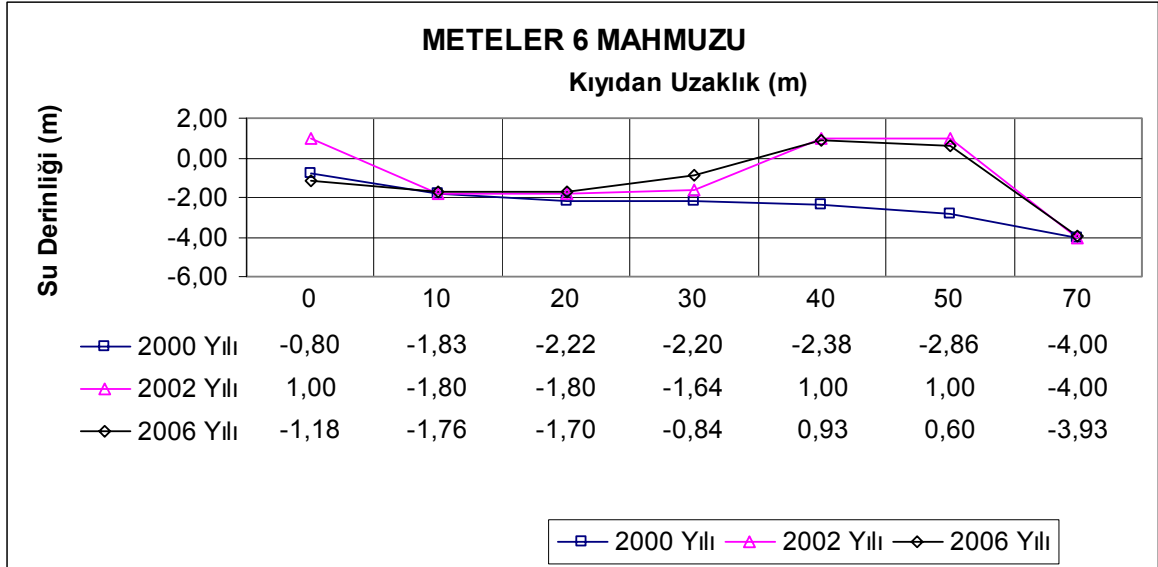
Ek Şekil 97. Meteler 5 mahmuzu 50 m kesitleri



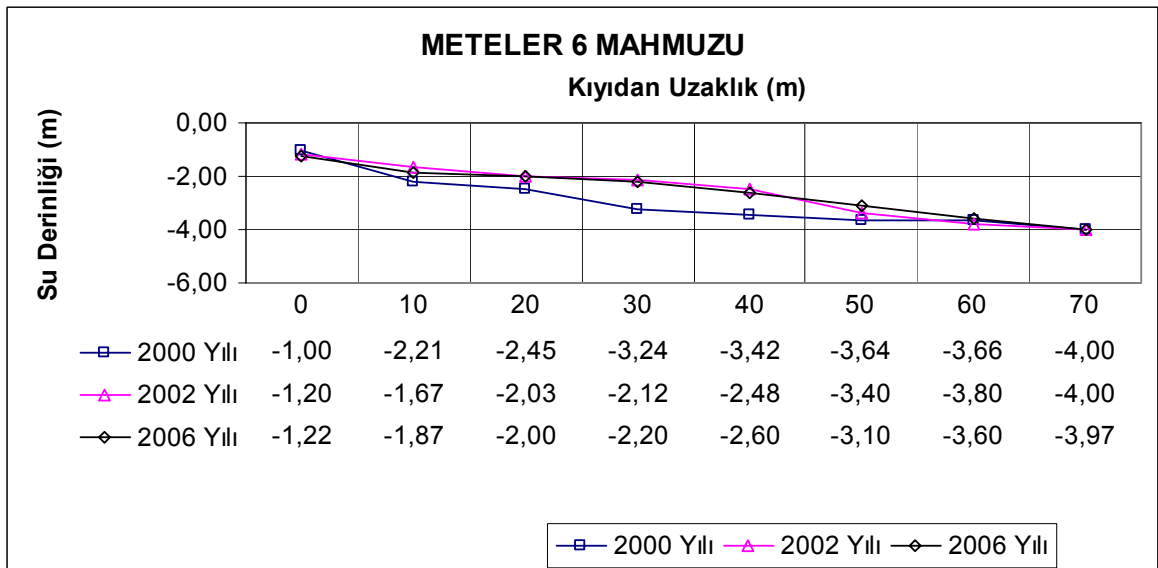
Ek Şekil 98. Meteler 6 mahmuzu 10 m kesitleri



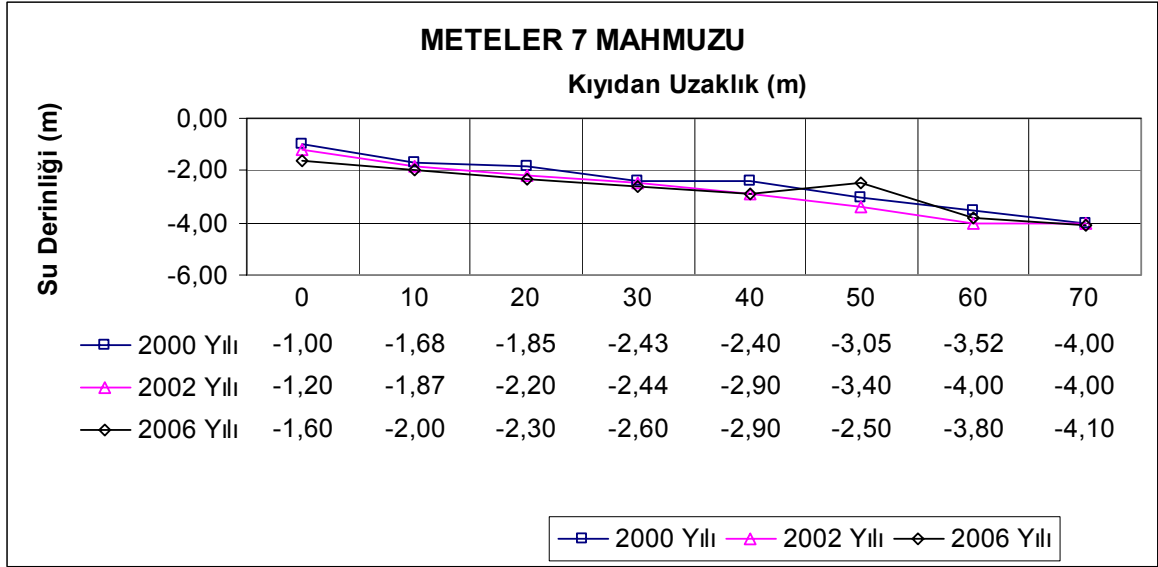
Ek Şekil 99. Meteler 6 mahmuzu 20 m kesitleri



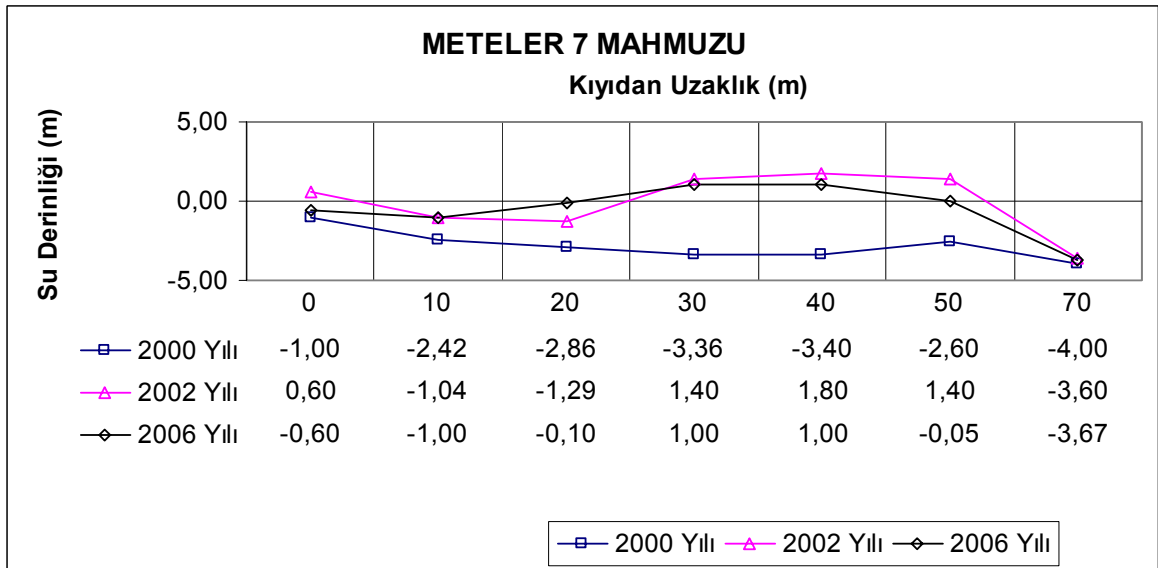
Ek Şekil 100. Meteler 6 mahmuzu 40 m kesitleri



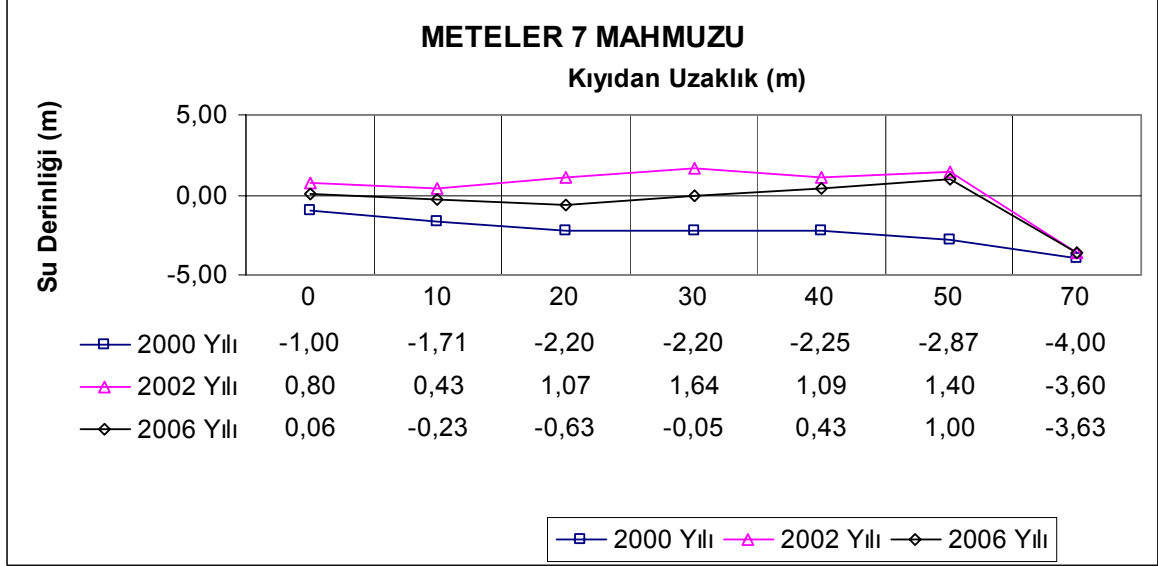
Ek Şekil 101. Meteler 6 mahmuzu 50 m kesitleri



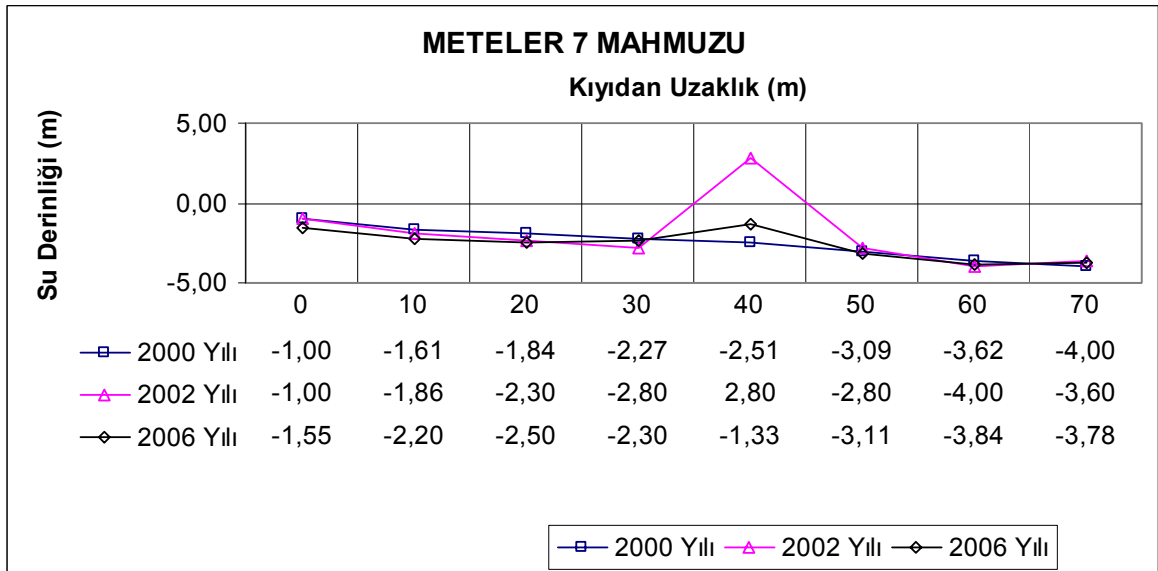
Ek Şekil 102. Meteler 7 mahmuzu 10 m kesitleri



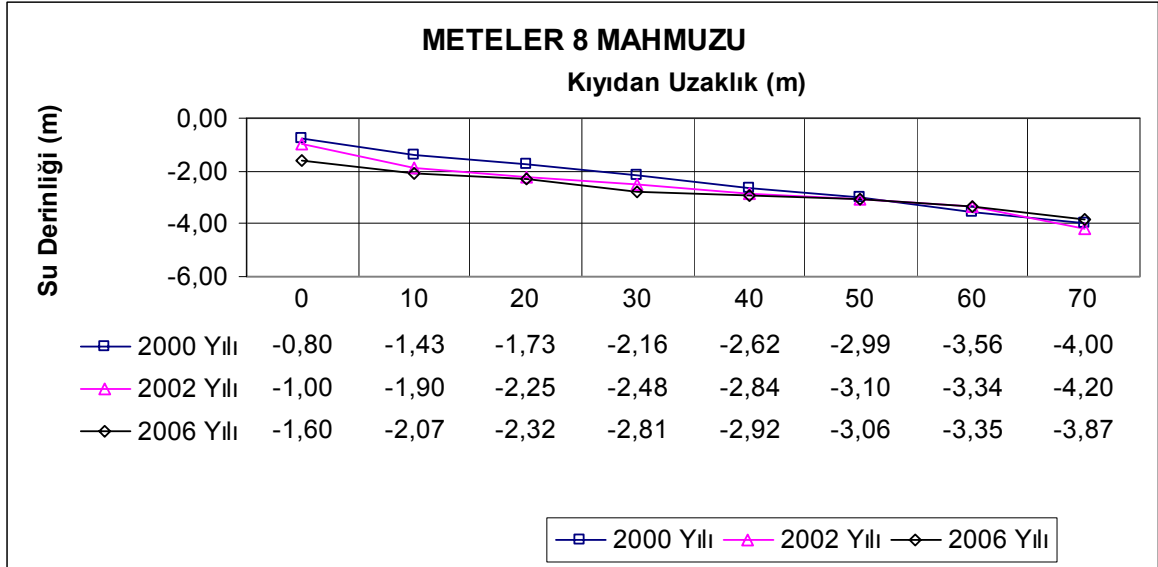
Ek Şekil 103. Meteler 7 mahmuzu 20 m kesitleri



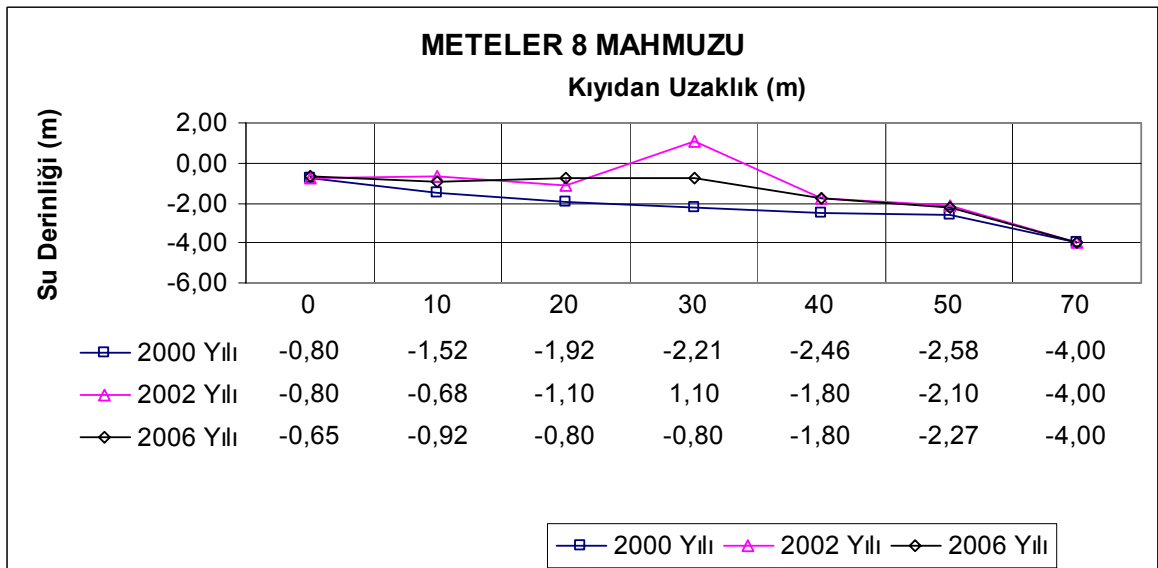
Ek Şekil 104. Meteler 7 mahmuzu 40 m kesitleri



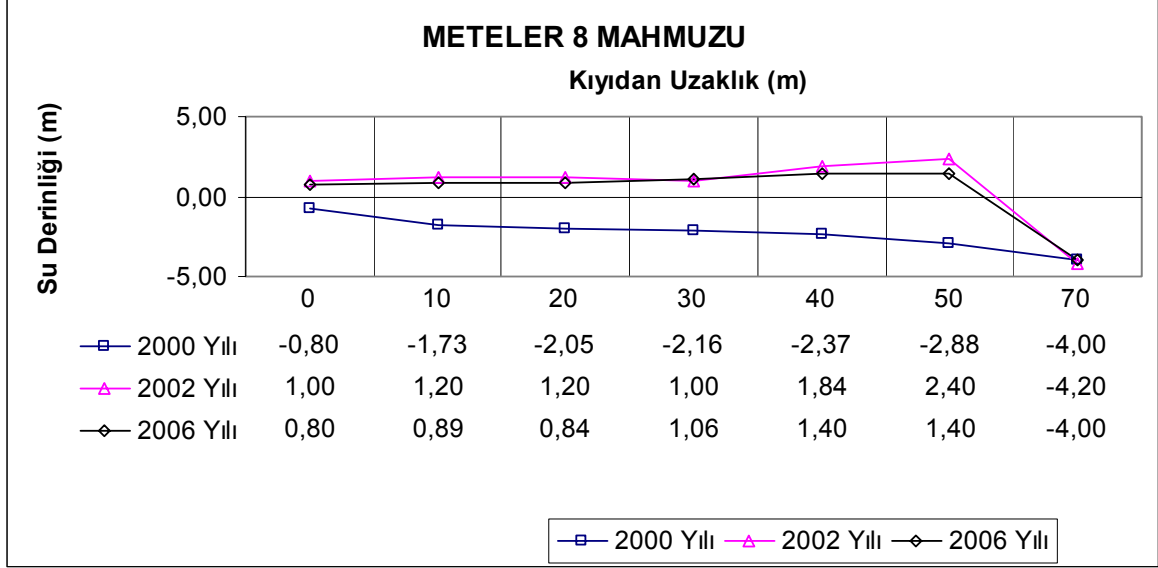
Ek Şekil 105. Meteler 7 mahmuzu 50 m kesitleri



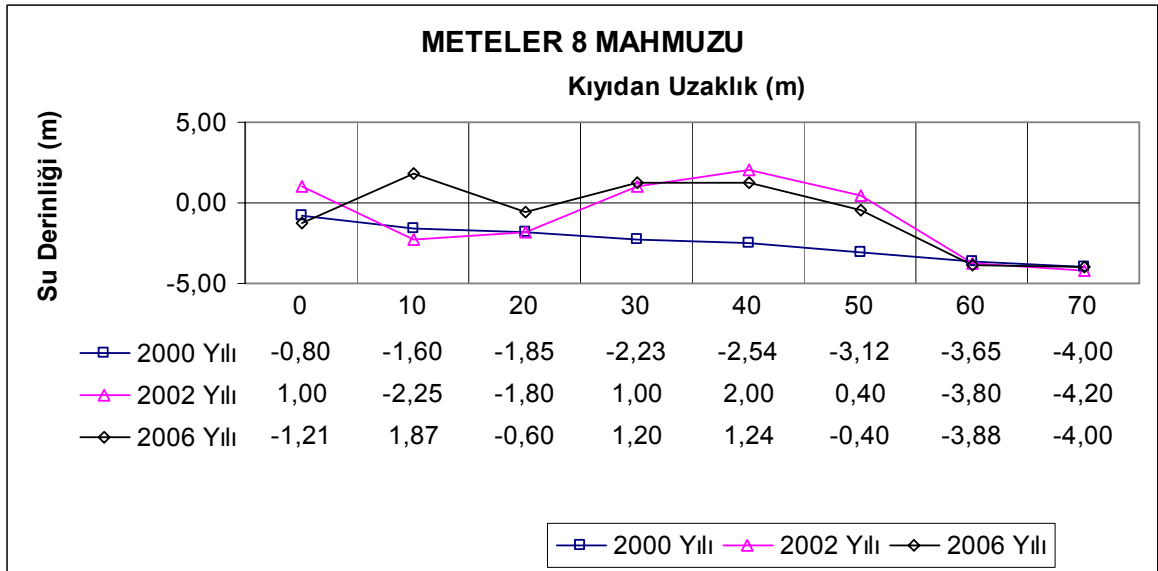
Ek Şekil 106. Meteler 8 mahmuzu 10 m kesitleri



Ek Şekil 107. Meteler 8 mahmuzu 20 m kesitleri



Ek Şekil 108. Meteler 8 mahmuzu 40 m kesitleri



Ek Şekil 109. Meteler 8 mahmuzu 50 m kesitleri

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Trabzon İli Çarşıbaşı İlçesinde doğdu. İlkokulu Çaycuma Barbaros İlkokulunda 1994 yılında, ortaokulu Çaycuma Oktay Olcay Yurtbay Anadolu Lisesinde 1998 yılında ve liseyi Zonguldak Fen Lisesinde 2001 yılında tamamladı. 2001 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2005 yılında mezun oldu ve aynı yıl yüksek lisans eğitimine başladı. 2007 yılında Zonguldak Bayındırlık ve İskan İl Müdürlüğüne İnşaat Mühendisi kadrosuna atandı. 2008 yılında Antalya Bayındırlık ve İskan İl Müdürlüğüne tayin oldu. Halen Antalya İl Özel İdaresinde İmar ve Kentsel İyileştirme Dairesi Başkanlığında çalışmaktadır. İyi derecede İngilizce ve orta derecede Almanca bilmektedir. Evlidir.