

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOĞU KARADENİZ KIYILARINDA MAHMUZLARIN ETKİSİ  
VE SAYISAL MODEL YAKLAŞIMI

İnş. Müh. Servet KARASU

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

78050

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07.08.1998

Tezin Savunma Tarihi : 02.09.1998

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hızır ÖNSOY  
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ali KALENDER  
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mehmet BERKÜN

*Hızır Önsöy*  
*Ali Kalender*  
*Mehmet Berkün*

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Asım KADIOĞLU

*A. Kadıoğlu*

Trabzon 1998

## ÖNSÖZ

Mahmuzların kıyı değişimine etkilerinin araştırıldığı bu çalışma, Doğu Karadeniz'in muhtelif yerlerinde kıyı ölçümleri ve iskandil alımları yapılarak gerçekleştirilmiştir.

Tez danışmanlığımı üstlenerek gerek konu seçimi, gerekse çalışmaların yürütülmesi sırasında yardımlarını ve ilgisini esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. Hızır ÖNSOY'a teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım sırasında her türlü desteği gördüğüm, ellerinden gelen tüm yardımları yapan Dr. Ali Remzi BİRBEN ve Dr. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER'e teşekkür ederim.

Yapıcı eleştirilerinden faydalandığım Sayın Hocam Doç. Dr. Ömer YÜKSEK'e teşekkür ederim.

Arazi ölçümleri sırasında bana yardımcı olan T.C.K. 10. Bölge Md. personellerinden Hasan ÇEBİ ve Selahattin SARAÇ'a teşekkür ederim.

Yardımlarını gördüğüm araştırma görevlileri Hülya BOĞUŞLU'ya Murat İhsan KÖMÜRCÜ'ye ve Hidrolik Laboratuvarı personeline teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmemde katkısı olan herkese ve aileme en kalbi dileklerle şükranlarımı sunarım.

Servet Karasu

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY .....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VII
TABLolar DİZİNİ .....	IX
SEMBOLLER DİZİNİ.....	X
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı.....	1
1.3. Literatür Taraması.....	2
1.4. Mahmuzlar Hakkında Genel Bilgi.....	13
1.4.1. Mahmuzların Projelendirme Kriterleri.....	13
1.4.2. Mahmuzların Fonksiyonları.....	14
1.4.3. Mahmuz Boyları ve Aralıkları.....	14
1.4.4. Mahmuz Tipleri.....	15
1.5. Doğu Karadeniz Dalga İklimi ve Katımadde Rejimi.....	16
1.5.1. Dalga İklimi.....	16
1.5.2. Sediment Rejimi.....	19
1.5.2.1. Akarsuların Taşıdığı Sediment.....	19
1.5.2.2. Kıyı Boyu Sediment Hareketi.....	21
1.5.2.3. Sediment Daneciklerinin Fiziksel Özellikleri.....	22
1.6. Dalga Mekaniği.....	22
1.6.1. Basit Dalga Profili.....	22
1.6.2. Temel Dalga Parametreleri.....	23
1.6.3. Derin Deniz Dalgaları.....	24
1.6.4. Dalgaların Kıyıya Yaklaşırken Uğradığı Değişimler.....	25
1.6.4.1. Dalga Sapması.....	26
1.6.4.2. Dalga Sığlaşması .....	27
1.6.4.3. Dalga Kırılması .....	28

1.6.4.4. Dalga Kırınımı.....	28
1.6.4.5. Dalga Yansıması.....	29
1.7. Kıyılarda Katımadde Hareketi.....	30
1.7.1. Katımadde Taşınım Bölgesinin Sınırı.....	31
1.7.2. Kıyıya Dik Taşınım.....	31
1.7.3. Kıyıya Paralel Katımadde Taşınımı .....	31
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	34
2.1. Arazi Çalışmaları.....	34
2.1.1. Hidrografik Ölçümler.....	34
2.1.2. Derinliklerin Ölçülmesi.....	34
2.1.3. Konum Ölçmeleri.....	35
2.2. Sayısal Model Çalışmaları.....	36
2.2.1. Sayısal Modelin Bilgisayar Uygulaması.....	40
3. BULGULAR.....	41
3.1. Arazi Çalışması Sonuçları.....	41
4. İRDELEME.....	42
4.1. Sonuçların Dolma Miktarı Parametresine Göre Değerlendirilmesi.....	42
5. SONUÇLAR.....	49
6. ÖNERİLER.....	50
7. KAYNAKLAR.....	51
8. EKLER.....	53
9. ÖZGEÇMİŞ.....	91

## ÖZET

Birçok ülkede kıyı koruma yapılarıyla ilgili olarak deneysel ve sayısal model çalışmaları devam etmektedir. Ancak bu çalışmaların arazi ölçümleriyle desteklenmesi şarttır. Uzun süreli saha çalışmaları ile elde edilen verilerle beraber geliştirilen deneysel ve sayısal modeller çok iyi sonuçlar verecektir.

Çok iyi etüd edilmeden kıyılara yapılacak olan yapılar kıyının dengesini bozacaktır. Karadeniz sahil yolunun başladığı bu günlerde, kıyılara yapılacak müdahaleler konunun önemini daha da artırmaktadır.

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı mahmuzların çevresinde arazi ölçümleri yapılmış ve ölçümler bir sayısal modelle karşılaştırılmıştır. Ölçüm süresinin çok kısa olması dezavantaj olmasına rağmen, bir başlangıç teşkil etmesi açısından önemlidir. Eğer ölçümlere devam edilirse daha iyi sonuçlar alınacaktır.

Birinci bölümde mahmuzlar ve dalga mekaniği hakkında genel bilgiler, literatür çalışmaları, bölgenin dalga iklimi ve katımadde rejimi verilmiştir.

İkinci bölümde arazi çalışmaları ve sayısal model ile ilgili çalışmalar anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde arazi çalışmaları ve sayısal modelden elde edilen sonuçlar verilmiştir.

Dördüncü bölümde arazi çalışmaları ve sayısal modelden elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Beşinci bölümde çalışmadan çıkarılan sonuçlar verilmiştir. Altıncı bölümde öneriler sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler :** Mahmuz, Kıyı Koruması, Dalga Mekaniği, Katımadde Taşınımı,

Dolma Miktarı Oranı, Arazi Çalışması.

## SUMMARY

### **The Effects of Groins on the Black Sea Coast and A Numerical Model Approach**

Physical and mathematical model studies about shore protection structures continue at many countries. But, these studies must be supported by field measurements. Mathematical and physical models provided by data obtained with long terms field study give very good results.

Structures which built on coast without examining the data carefully may destroy coast equilibrium. The interferences done against coast, such as the construction of Black Sea Coast Motorway which has started recently, emphasis more and more the importance of this subject.

In this study, field measurements are done around some groins in the Black Sea Region and these measurements are compared with the results of a numerical model. Although the duration of measurement of the study being too short is a disadvantage, this is important in terms of being the first field measurement. If the measurements are continued, better results will be obtained.

In the first chapter, general knowledge about groins and wave mechanics, literature studies, the sediment regime and wave climate of the region are given.

In the second chapter, the field studies and numerical model studies are presented.

The third chapter contains the results obtained from the field studies and numerical model studies.

In the fourth chapter, the results obtained from the field and numerical model studies are examined.

Finally, the conclusions of this study and the suggestions are given in the fifth and sixth chapters respectively.

**Key words:** Groins, Shore Protection, Wave Mechanics, Sediment Transport, Ratio of Amount of Accretion, Field Study

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Kıyı çizgisinin değişimi.....	3
Şekil 2. Değişik alternatifler için kıyı çizgisinin karşılaştırılması.....	5
Şekil 3. Tek bir mahmuzun kum tutma kapasitesi.....	6
Şekil 4. Plaj morfolojisi için matematiksel model sonucu.....	7
Şekil 5. Model sonuçları ve saha ölçümlerinin karşılaştırılması.....	8
Şekil 6. Hanson ve Kraus'un deney düzeneği.....	9
Şekil 7. Sinüzoidal dalga profili.....	23
Şekil 8. Yakın kıyıda oluşan dalga değişimleri.....	25
Şekil 9. Snell yasasının geometrik tanımı.....	27
Şekil 10. Kıyı bölgesinden kum çekilmesinin kıyı oyulmasına etkisi.....	30
Şekil 11. İp iskandili alınışı.....	37
Şekil 12. Doğrultu düzeninde botun izleyeceği rota.....	37
Şekil 13. Sayısal modelin fiziksel ifadesi.....	38
Şekil 14. $X/X_b=0$ için kıyıya paralel taşınımın kıyıya dik yayılışı.....	39
Şekil 15. Sayısal modelde bir noktada etkili olan taşınım debileri ve pozitif yönleri	40
Şekil 16. T mahmuz için zamana göre dolma miktarı oranının değişimi.....	43
Şekil 17. İki adet T mahmuz için zamana göre dolma miktarı oranının değişimi	45
Şekil 18. Düz mahmuz için zamana göre dolma miktarı oranının değişimi .....	46
Şekil 19. L mahmuz için zamana göre dolma miktarı oranının değişimi.....	48
Ek Şekil 1. T mahmuzların ölçüm bölgesi.....	67
Ek Şekil 2. Düz mahmuz ölçüm bölgesi.....	68
Ek Şekil 3. L mahmuz ölçüm bölgesi.....	68
Ek Şekil 4. T mahmuz için yapılan karelej ve mahmuzun koruma alanı .....	69
Ek Şekil 5. İki adet T mahmuz için yapılan karelej ve mahmuzların koruma alanı	69
Ek Şekil 6. Düz mahmuz için yapılan karelej ve mahmuzun koruma alanı.....	70
Ek Şekil 7. L mahmuz için yapılan karelej ve mahmuzun koruma alanı.....	71
Ek Şekil 8. T mahmuz için arazi ölçüm sonucu (Başlangıç – Ekim 1997).....	72
Ek Şekil 9. T mahmuz için sayısal model sonucu (Başlangıç- Ekim 1997).....	72
Ek Şekil 10. T mahmuz için arazi ölçüm sonucu (18-11-1997).....	73
Ek Şekil 11. T mahmuz için sayısal model sonucu (t=1 Ay).....	73

Ek Şekil 12. T mahmuz için arazi ölçüm sonucu (15-12-1997).....	74
Ek Şekil 13. T mahmuz için sayısal model sonucu (t=2 Ay).....	74
Ek Şekil 14. T mahmuz için arazi ölçüm sonucu (24-2-1998).....	75
Ek Şekil 15. T mahmuz için sayısal model sonucu (t=4 Ay).....	75
Ek Şekil 16. T mahmuz için arazi ölçüm sonucu (20-3-1998).....	76
Ek Şekil 17. T mahmuz için sayısal model sonucu (t=5 Ay).....	76
Ek Şekil 18. T mahmuz için arazi ölçüm sonucu (19-4-1998).....	77
Ek Şekil 19. T mahmuz için sayısal model sonucu (t=6 Ay).....	77
Ek Şekil 20. İki adet T mahmuz için arazi ölçüm sonucu (Başlangıç – Kasım 97)	78
Ek Şekil 21. İki adet T mahmuz için sayısal mod. sonucu (Başlangıç- Kasım 97)	78
Ek Şekil 22. İki adet T mahmuz için arazi ölçüm sonucu (15-3-1998).....	79
Ek Şekil 23. İki adet T mahmuz için sayısal model sonucu (t=4 Ay).....	79
Ek Şekil 24. İki adet T mahmuz için arazi ölçüm sonucu (16-5-1998).....	80
Ek Şekil 25. İki adet T mahmuz için sayısal model sonucu (t=6 Ay).....	80
Ek Şekil 26. Düz mahmuz için arazi ölçüm sonucu (11-11-1997).....	81
Ek Şekil 27. Düz mahmuz için sayısal model sonucu (Başlangıç).....	81
Ek Şekil 28. Düz mahmuz için arazi ölçüm sonucu (11-12-1997).....	82
Ek Şekil 29. Düz mahmuz için sayısal model sonucu (t=1 Ay).....	82
Ek Şekil 30. Düz mahmuz için arazi ölçüm sonucu (4-2-1998).....	83
Ek Şekil 31. Düz mahmuz için sayısal model sonucu (t=3 Ay).....	83
Ek Şekil 32. Düz mahmuz için arazi ölçüm sonucu (10-5-1998).....	84
Ek Şekil 33. Düz mahmuz için sayısal model sonucu (t=6 Ay).....	84
Ek Şekil 34. L mahmuz için arazi ölçüm sonucu (11-11-1997).....	85
Ek Şekil 35. L mahmuz için arazi ölçüm sonucu (11-12-1997).....	85
Ek Şekil 36. L mahmuz için arazi ölçüm sonucu (4-2-1998).....	86
Ek Şekil 37. L mahmuz için arazi ölçüm sonucu (14-3-1998).....	86
Ek Şekil 38. L mahmuz için arazi ölçüm sonucu (10-5-1998).....	87
Ek Şekil 39. 40. Lata iskandili alınışı.....	88
Ek Şekil 41. Of ta bulunan T mahmuz (18.11.1997).....	89
Ek Şekil 42. Of ta bulunan T mahmuz (24.02.1998).....	89
Ek Şekil 43. Of ta bulunan iki adet T mahmuzun ortası (15.03.1998).....	90
Ek Şekil 44. Of ta bulunan iki adet T mahmuzun ortası (16.05.1998).....	90



## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa No

Tablo 1. Trabzon yöresi dalga analizi.....	18
Tablo 2. Rize yöresi dalga analizi .....	19
Tablo 3. Çeşitli akarsular için sediment debileri .....	21
Tablo 4. T mahmuz için dolma miktarı oranları.....	42
Tablo 5. İki adet T mahmuz için dolma miktarı oranları.....	44
Tablo 6. Düz mahmuz için dolma miktarı oranları.....	46
Tablo 7. L mahmuz için dolma miktarı oranları.....	47
Ek Tablo 1. T mahmuz için ölçüm sonuçları.....	53
Ek Tablo 2. İki adet T mahmuzun ölçüm sonuçları.....	57
Ek Tablo 3. Düz mahmuz ölçüm sonuçları.....	61
Ek Tablo 4. L mahmuz ölçüm sonuçları.....	64

## SEMBOLLER DİZİNİ

$a$	: Dalga genliği, regresyon katsayısı
$a_1$	: Boyutsuz parametre
$a_2$	: Boyutsuz parametre
$A$	: Havza alanı
$A_i$	: Birim alan
$A_k$	: Koruma alanı
$b$	: Regresyon katsayısı
$B_k$	: Biriktirme miktarı
$B_t$	: Mahmuzların koruma hacmi
$C$	: Dalga hızı
$C_g$	: Dalga grup hızı
$C_0$	: Dalga ile ilgili parametre
$d_{mm}$	: Dane çapı
$d_{50}$	: Ortalama dane çapı
$D$	: Mahmuz boyu
$E$	: Daire merkezinden mahmuz başına kadar olan uzaklık
$f$	: Dalga frekansı
$g$	: Yerçekimi ivmesi
$h$	: Su derinliği, dalga yüksekliği, akımın su yüksekliği
$h'$	: Taban malzemesinin taşınabileceği derinlik
$H$	: Dalga yüksekliği, su derinliği
$H'$	: Sığlaşma sonucu oluşan dalga yüksekliği
$H_i$	: Gelen dalga yüksekliği
$H_o$	: Derin deniz dalga yüksekliği
$H_s$	: Sığlaşmadan sonraki dalga yüksekliği
$H_y$	: Yansıyan dalga yüksekliği
$j$	: Akarsuyun taban eğimi,
$K$	: Sabit katsayı

$K_d$	: Dalga kırınım katsayısı
$K_s$	: Sığılaşma katsayısı
$K_Y$	: Yansıma katsayısı
$L$	: Dalga boyu
$L_g$	: Mahmuz aralığı
$L_o$	: Derin deniz dalga boyu
$L_X$	: Mahmuz boyu
$M$	: Taban eğimi
$P_{Is}$	: Birim boydaki enerji akısı
$q_{net}$	: Net taşınım miktarı
$Q$	: Katımadde taşınım debisi
$Q_{net}$	: Net taşınım miktarı
$Q_{brüt}$	: Brüt taşınım miktarı
$R$	: Daire çapı
$R_i$	: Boyutsuz dolma miktarı oranı
$t$	: Zaman
$t_n$	: Batık sedimentin doğal eğimi
$T$	: Dalga periyodu
$U_r$	: Ursel parametresi
$v$	: Akımın ortalama hızı
$W$	: Çökelme hızı
$X$	: Yatay eksen boyunca alınan mesafe
$X$	: Kıyıdan herhangi bir noktanın mesafesi
$X_b$	: Kırılma noktasının mesafesi
$Z$	: Arazide okunan kotlar
$\Delta x$	: Dilim genişliği
$\Delta y$	: Dilim genişliği
$\eta$	: Dalga profilinin durgun suya göre düşey mesafesi
$\rho$	: Akışkanın özgül ağırlığı
$\rho_s$	: Katımadde nin özgül ağırlığı
$\theta$	: Dalga açısı
$\theta_b$	: Kırılma anındaki açı

- $\theta_0$  : Dalga geliş açısı  
 $\theta_{bs}$  : Kırılan dalgaların açısı  
 $\nu$  : Akışkanın viskozitesi  
 $\omega_0$  : Çökelme hızı



## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Kıyılar, dalga, akıntı ve rüzgar etkileri altında ve uzun bir zaman süreci bir denge biçimi oluştururlar. Kıyılar üzerinde yapılacak olan yapıların bu denge durumunu bozmaması için projelendirilmeleri sırasında dalgaların, akıntılarının ve rüzgarların projeci tarafından dikkate alınması gerekir. Şayet bunlar yapılmazsa kıyı şeridi değişikliğe uğrar ve sonuçta çok ciddi ekonomik kayıplar, ekolojik zararlar ve çeşitli çevre sorunları meydana gelir.

Bu istenmeyen durumları önlemek amacıyla kıyı koruma yapıları projelendirilirken yöresel olarak dalga, rüzgar ve akıntı verilerinin değerlendirilmesi gerekir.

Kıyılardaki dalga ve akıntı hareketleri incelenip, mevcut kıyı dinamiğine önemli bir müdahalede bulunmadan, kıyıların insanlığın yararına sunulması için gerekli kıyı yapıları optimum olarak projelendirilmelidir.

Çok hızlı bir şekilde devam eden yapılaşmada gerekli kum çakıl ihtiyacının, deniz kıyılarından ve akarsu yataklarından karşılanmaya çalışıldığı ülkemizde, deniz kıyıları tahribatı ve akarsu yatağı bozulmaları büyük boyutlara ulaşmıştır. Bunun başlıca sebebi her yıl akarsu yataklarında biriken ve deniz kıyılarına taşınan milyonlarca ton çakılın bilinçsiz ve mühendislik kaidelerine aykırı alınmasıdır.

Ülkemizin de üç tarafının denizlerle çevrili olması ve 8500 km.lik bir kıyı şeridine sahip olmamız konunun bizim için çok ehemmiyetli olduğunu göstermektedir.

### 1.2. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Optimum bir şekilde projelendirilmiş bir kıyı koruma yapısıyla kıyı dengesinin korunması yanı sıra, kıyıdaki katı maddelerden yararlanma imkanı da doğar. Kıyıdan gelişmiş güzel alınan kum-çakıl kıyının dengesini bozmaktadır. Yapılacak olan araştırmalarla doğru bölgelere inşa edilecek olan mahmuzlar etkili kum kapanları olarak da çalışıp, kum çakıl ihtiyacının karşılanması için büyük fayda sağlayacaktır. Ayrıca Doğu Karadeniz kıyı şeridi,

bir çok olumsuz gelişmelere karşın şimdi bile Türkiye'nin en temiz sahillerine ve plaj alanlarına sahiptir. Turizmin gelişmesi açısından güzel plajlar en az doğal güzellikler kadar etkili olacaktır. Mahmuzlar, zamanla çok güzel plajlara sahip olmamızı da sağlayacaktır.

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesinin 3 değişik yöresinde inşa edilen değişik tiplerdeki mahmuzlar çevresindeki taban topografyası ve kıyı çizgisi değişimi incelendi. Elde edilen arazi verileriyle, daha önce geliştirilmiş olan sayısal model sonuçları karşılaştırılmıştır.

### 1.3. Literatür Taraması

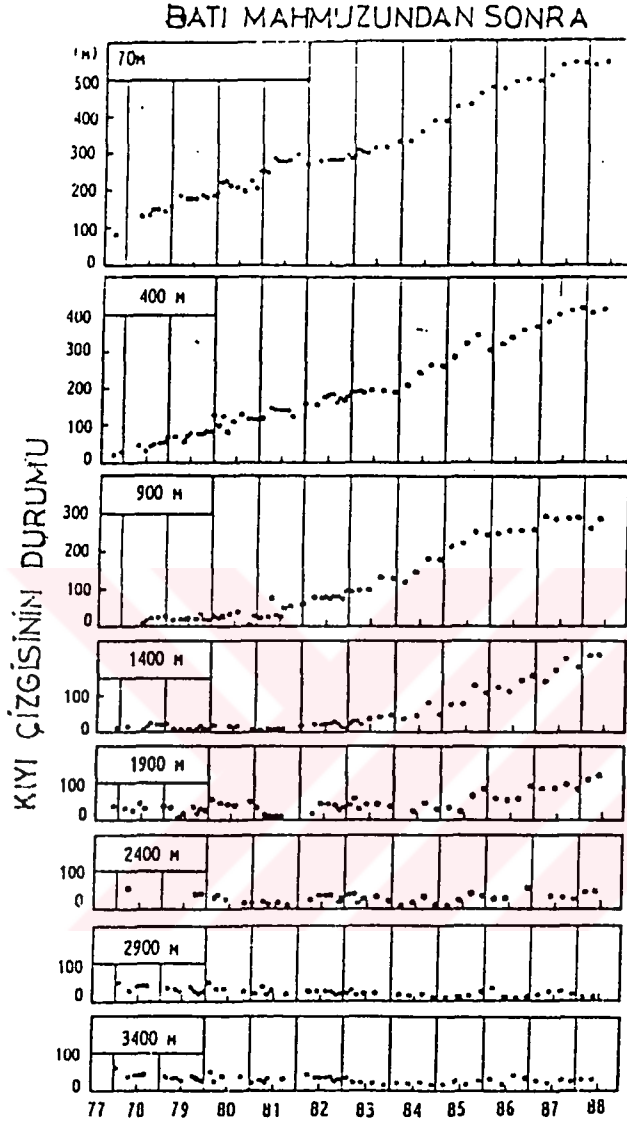
Kıyı koruması ve geliştirilmesi amacıyla birçok ülkede uygulama ve araştırma çalışmaları devam etmektedir. Özellikle, deniz tahribatına maruz ülkelerde kıyı koruması ve mahmuzların boyları, aralıkları, açıları gibi konularda birçok sayısal ve fiziksel modeller geliştirilmiş, saha çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Burada düz ve T mahmuzlarla ilgili yapılan çalışmalardan özet bilgiler verilmeye çalışılmıştır.

*Watanabe, Shimizu ve Kondo* [1], plaj topografyasında değişikliklerin sayısal modelini oluştururken arazi çalışmalarından elde ettikleri verileri kullandılar. Dalgaların neden olduğu katımadde taşınımını araştırdılar. Daha önceki çalışmalarda dalgaların neden olduğu katımadde taşınımı laboratuarda yapılan deney sonuçları dikkate alınarak hesaplanmaktaydı. Arazi verileri göz önüne fazla alınmıyordu. Bu çalışmada ise katımadde taşınımında kullanılan katsayılar arazi verilerinden elde edilmiştir. Arazi verileri kullanılarak yapılan hesaplarla gerçekte ölçülen değerler karşılaştırılmış ve birbirlerine çok yakın oldukları görülmüştür.

*Brampton ve Goldberg* [2], çakıl plajlarda mahmuzların etkisini matematik modelle araştırdılar. Alternatif mahmuz profilleri ve aralıklarının plaj üzerindeki etkilerini, ayrıca katı madde taşınımını incelediler. Bölgenin tüm verilerinin mevcut olduğu durumlarda modelin uzun dönemde çok iyi sonuçlar verdiğini gösterdiler.

*Mimura ve Kato* [3], Japonya Oarai Port'ta inşa edilen mahmuzlarla kıyıda meydana gelen topografik değişiklikleri incelediler. Yapılan en büyük mahmuz batı mahmuzunu ve 1 km. uzunluğunda idi. Diğer iki mahmuzun uzunlukları daha kısa idi. Bu çalışmada 10 yıl boyunca elde edilen verilerin analizi yapılmıştır. Şekil 1, 1977'den 1988'e kadar kıyı çizgisinde meydana gelen değişiklikleri göstermektedir. Şekilde de görüldüğü

gibi mahmuzdan 70 m. ve 400 m. uzakta kıyı çizgisinde çok büyük ilerlemeler görülmüştür. 1977'den 1985'e kadar bu bölgede yılda 50 m. kadar kıyı çizgisinin ilerlediği tespit edilmiştir. 1986'dan sonra ise bu oran düşmeye başladı.



*Prestedge, Strickland ve Watson* [4], Güney Afrika, Port Elizabeth` de batık bir şekilde inşa edilen mahmuzun uzunluğu ile meydana gelen plaj arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir.

*Badie, Kamphuis ve Hamilton* [5], düzensiz dalgalara maruz kalan düz plajlarda mahmuzların morfolojik etkilerini görmek için fiziksel deneyler yaptılar. Deneyler plaj uzunlukları 8m. ve 28m. olan iki farklı havuzda tamamlandı. Düzgün bir plajda mahmuzlar

henüz yokken deneyler yapıldı. Daha sonra farklı uzunluktaki mahmuzlar inşa edilip deneyler tekrarlandı.

Sonuçta bir sayısal modelde kullanılacak veriler elde edildi. Ayrıca mahmuzun baş tarafında biriken kumlar bir sığlaşma meydana getirdiler. Sığlaşma miktarının mahmuzun uzunluğu ile doğru orantılı olduğu görüldü.

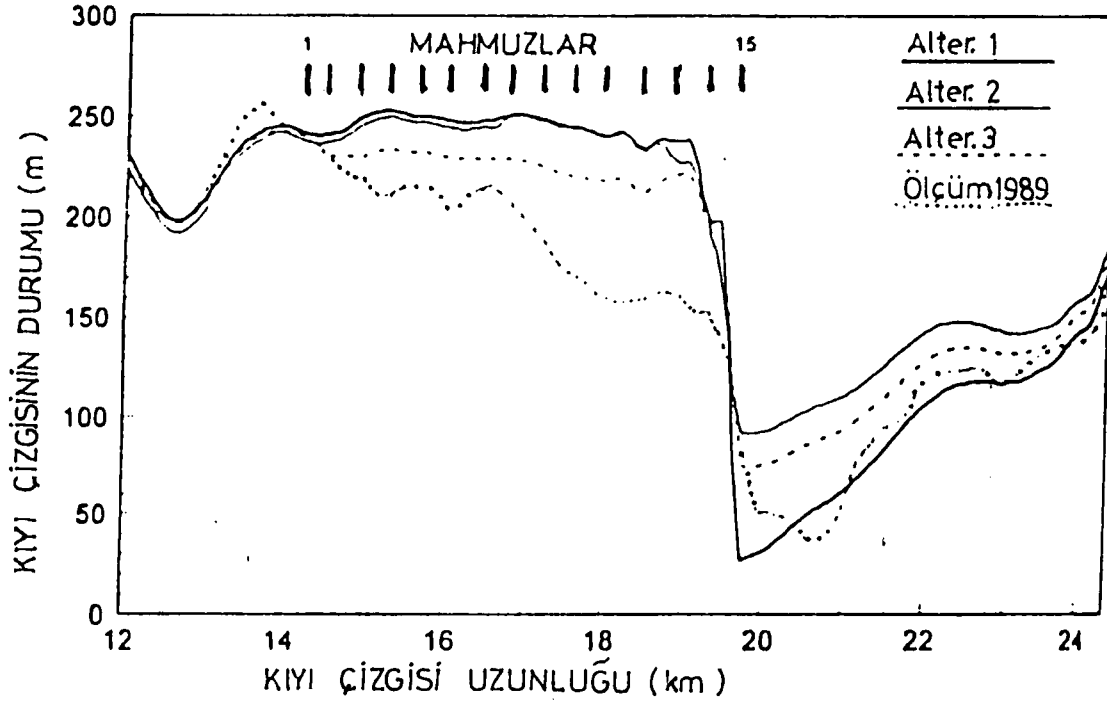
*Kraus, Hanson ve Blomgren* [6], kıyı çizgisi tepki modeli GENESİS'i kullanarak mahmuzların dizaynına modern bir yaklaşım getirdiler. Bu çalışmada laboratuvar deneyleri ve matematik modellerle birlikte New York, Long Island, Westhampton Beach'te bulunan mahmuzlardan elde edilen arazi verileri kullanıldı.

Yapılan ilk deneyde tek bir mahmuz ele alındı ve dört değişik durum için kıyı çizgisi değişimi 15 yıllık olarak incelendi. Daha sonraki deneyde 400m. aralıklı 100m. uzunluğunda 7 adet mahmuz kullanılarak kıyı çizgisi değişimi 10 yıllık olarak incelendi. Daha sonra arazi verileri kullanılarak Westhampton Beach sahillerinin matematik modeli kuruldu. Değişik alternatifler için kıyı çizgisinin değişimi 20 yıllık olarak incelendi (Şekil 2).

Yapılan bu çalışmadan anlaşılmaktadır ki;

- Yapı geçirimsizliği ile net ve brüt kıyı boyu taşınım oranları arasındaki denge, mahmuzların fonksiyonunu belirlemedeki anahtar faktörlerdendir. Bu anahtar faktörler; dalga yüksekliği, yönü, periyodu, dane boyutu ve mahmuz uzunluğu gibi birçok temel parametreyi içermektedir.
- Mahmuzların davranışını içeren kapsamlı bir projede; periyodik kıyı çizgisi araştırmaları, uzun dönem dalga ve akım kayıtları ve sediment verileri çok büyük bir ihtiyaçtır.
- Mevsimsel dalgaların neden olduğu kıyı boyu katımadde taşınımı, mahmuz geçirimsizliği ve bir mahmuzun varlığında taşınımın dağılımı için arazi ve büyük ölçekli laboratuvar çalışmalarına ihtiyaç vardır.





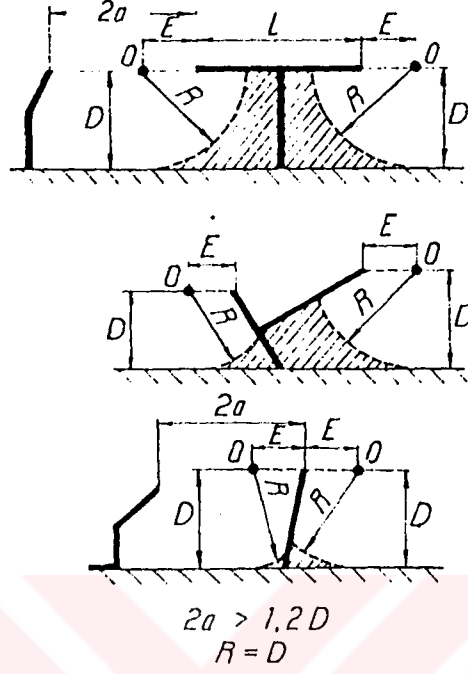
Şekil 2. Değişik alternatifler için kıyı çizgisinin karşılaştırılması

*Barcelo* [7], mahmuz sistemlerinin hidrolik davranışları üzerine deneysel bir çalışma yaptı. Yüksek ve geçirimsiz mahmuzlarda deneyler yapıldı. Ana amaç değişik karakterdeki dalga hareketleri altındaki plajların gelişmesini belirlemektir. İkinci olarak kıyı boyu akıntı ölçümünde mahmuzların avantajından faydalanarak dalga hareketinin karakteristikleri ve kıyı boyu akıntı arasında birbirine bağımlı bir ilişki kurmaya çalıştı. Mahmuzlar belli bir zaman aralığında ve belli bir kesimde biriken hacmi hesaplamayı mümkün kılarlar ve bundan dolayı kıyı boyu akıntı miktarı hesaplanabilir. Yapılan çalışmada kıyı boyu akıntısı ile gönderilen dalgaların gücü arasında direkt ilişki olduğu görülmüştür.

*Spatura* [8], Romanya kıyılarını mahmuzlarla korumak için laboratuvar deneyleri, matematik model ve saha ölçüm sonuçlarını karşılaştırmıştır. Deneylerde 1/25'den 1/50'ye kadar ölçekler kullanıldı. Kullanılan kum çapı 0.2mm'den 4mm'ye kadar değişmektedir. Değişik mahmuz tipleri için 100'den fazla deney yapıldı. Dalga yönü doğrusal olarak seçildi. Birkaç deney ise eğik dalgalar için yapıldı. Deneyler esnasında yapay besleme yapıldı.

Tek bir mahmuz için dolma kapasitesi sınırının yaklaşık olarak dairesel bir yayla sınırlandığı görüldü (Şekil 3). Dairenin merkezi mahmuz başından E kadar uzaktadır. E'nin

değeri mahmuz uzunluğunun yarısına eşittir ( $E=D/2$ ). Ayrıca daire çapı ile mahmuz boyu birbirine eşittir ( $R=D$ ).



Şekil 3. Tek bir mahmuzun kum tutma kapasitesi

Yapılan matematik modelde x ve y yönündeki kum taşınımı için çalışılan alan parçalara bölündü ve her bir düğüm için şu formüller kullanıldı.

$$G_{XS} = C_1 \frac{h_x}{H_x} \left[ i_e \cdot \sin \theta + \frac{\Delta z}{\Delta x} \right] \cdot \frac{C_0 + \sin \theta}{C_0 + 1} \dots \dots \dots (\text{m}^3/\text{ms}) \quad (1)$$

$$G_{YS} = C_1 \frac{h_y}{H_y} \left[ i_e \cdot \cos \theta + \frac{\Delta z}{\Delta y} \right] \cdot \frac{C_0 + \cos \theta}{C_0 + 1} \dots \dots \dots (\text{m}^3/\text{ms}) \quad (2)$$

$$i_e = \frac{1}{(25h^{0.3} \cdot H^{0.5} / d_{mm}^{0.2}) + (1/t_n)} \quad (3)$$

Formüllerde:

$h$  : Dalga yüksekliği

$H$  : Su derinliği

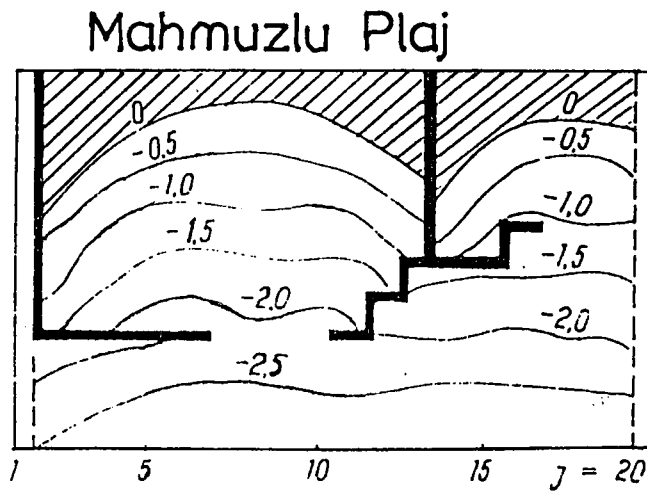
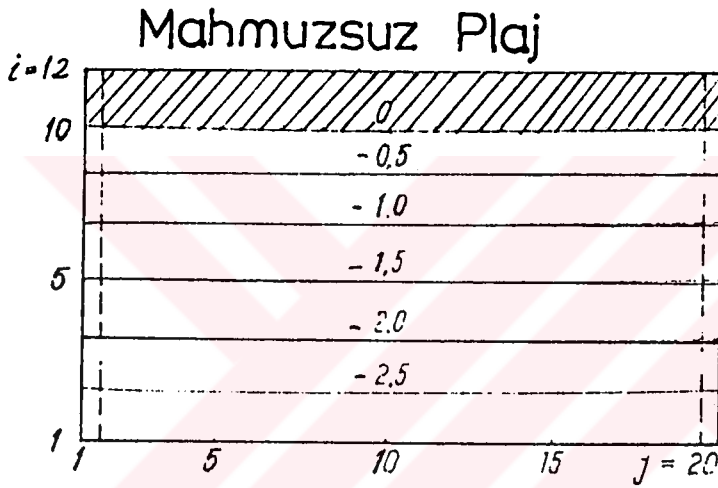
$\theta$  : Dalga açısı

$t_n$  : Batık sedimentin doğal eğimi

$d_{mm}$  : Dane çapı

$C_0$  : Dalga ile ilgili parametredir ( $0 < C_0 < 1$ ).

Matematiksel modelden elde edilen sonuç şekil 4' te görülmektedir.

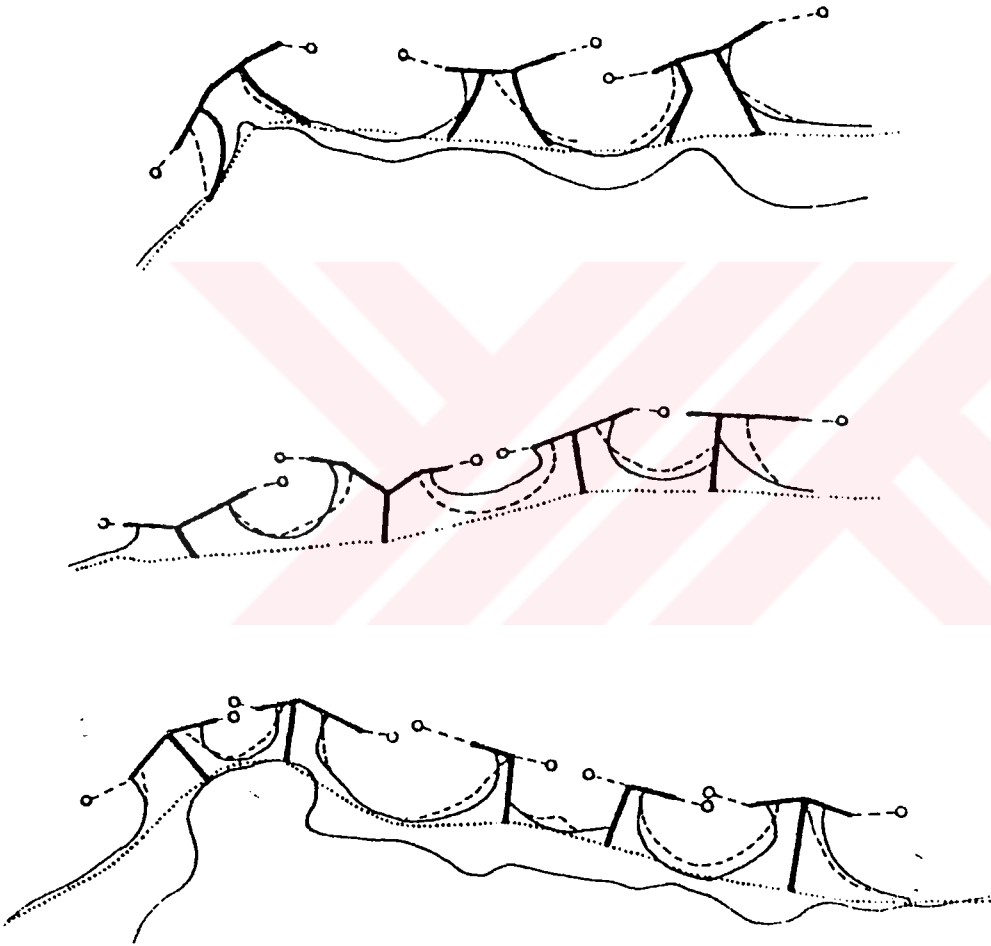


Şekil 4. Plaj morfolojisi için matematiksel model sonucu

Saha çalışmaları, model çalışmalarına dayanılarak yapılan mahmuzların Romanya kıyılarında çok iyi sonuçlar verdiğini gösterdi. Şekil 5’de model çalışması ile saha ölçüm sonuçları karşılaştırılmıştır.

*Hanson ve Kraus* [9], kurdukları fiziksel ve matematiksel modelle elde edilen kıyı çizgisi değişimini karşılaştırmışlardır.

Laboratuardaki model 1/50 ölçeğinde kurulmuştur ve yapılan 3 adet T mahmuza  $14^{\circ}$ ’lik açıyla gelen dalgalar verilmiştir (Şekil 6).



----- Model sonuçları  
 \_\_\_\_\_ Saha ölçümleri  
 ..... Başlangıç kıyı çizgisi

Şekil 5. Model sonuçları ve saha ölçümlerinin karşılaştırılması

Matematiksel model kıyı değişim modeli GENESİS kullanılarak yapıldı. Burada kıyı boyu katımadde taşınım oranı  $Q$  şu formülle hesaplandı.

$$Q = (H^2 Cg)_b \left( a_1 \cdot \sin 2\theta_{bs} - a_2 \cdot \cos \theta_{bs} \cdot \frac{\partial H_b}{\partial x} \right) \quad (4)$$

Formülde;

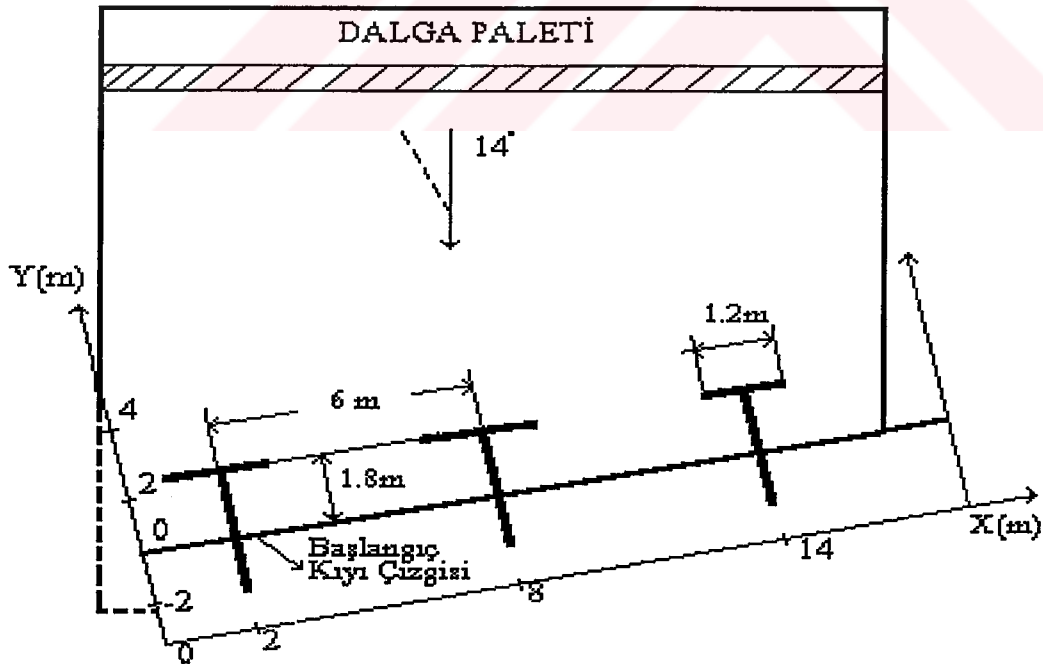
$H$  : Dalga yüksekliği

$Cg$  : Dalga grup hızı

$\theta_{bs}$  : Kırılan dalgaların açısı

$a_1, a_2$  : Boyutsuz parametrelerdir.

Fiziksel modelin kıyı boyu katımadde taşınımında ve kıyı çizgisi değişiminde iyi sonuçlar verdiğini gösterdiler.



Şekil 6 . Hanson ve Kraus'un deney düzeneği

*Fulford ve Bass* [10], Maryland, Ocean City' deki sığlaşmayı önlemek için 1985'te bir proje yaptılar. Proje yeni bir mendirekle birlikte üç dalgakıranı içermektedir. Projeye sığlaşma problemi ortadan kaldırılmış ve Assateaque adasının kuzey sahillerinin dengesi sağlanmıştır.

Yapılan güney mendireği etkili bir kum kapanı olarak çalışmıştır. Mendirek inşa edilmeden önce yılda 50.000 m<sup>3</sup> kum tutacağı tahmin ediliyordu. Mendireğin inşasından sonra yapılan araştırmalarda yılda 122.400 m<sup>3</sup> kum tutulduğu anlaşılmıştır.

**Özölçer** [11], kıyayı korumak ve kıyı boyu oluşan sediment taşınımını da dikkate alarak yapay kum kapanları ve plajlar oluşturmak amacıyla, düz ve "T" mahmuzların Doğu Karadeniz kıyılarına etkileri ve tasarımlarını incelemiştir.

Bu amacı gerçekleştirmek için 1/50 ölçeğinde model kurulmuştur ve deneyde 0.16 mm çapında malzeme kullanılmıştır. Deneyler kıyı normali ile 30<sup>0</sup> açı yapan dalga durumu için yapılmıştır. Dalga periyodu T=5.3 sn, derin deniz dalga yüksekliği H<sub>0</sub>=2.5 m, taban eğimi 1/30 ve hakim dalga yönü olarak da NW kullanılmıştır.

Çalışmadan şu sonuçlar çıkarılmıştır.

- Düz mahmuzlara nazaran "T" mahmuzlar daha iyi sonuçlar vermektedir. "T" mahmuzlarda dolmalar daha hızlı ve fazla, erozyon ise daha azdır. Ayrıca "T" mahmuzlar suni besleme yapılmasına daha elverişlidir.
- Optimum dolma sağlanması için mahmuz boyu ile mahmuz aralığı arasındaki ilişkinin düz mahmuzlarda;

$$L_g = (1-1.25) \cdot L_x \quad (5)$$

"T" mahmuzlarda ise;

$$L_g = (1.5-2.30) \cdot L_x \quad (6)$$

olduğu görülmüştür.

**Özölçer** [12], düz ve "T" mahmuzların çeşitli dalga ve kıyı şartları için yer, konum ve boyutlarını araştırmıştır. Çalışmada model ölçeği 1/75 olarak seçilmiştir. Çeşitli

yönlerden, çeşitli yükseklik ve periyotlarda gelen dalgalar için iki adet mahmuzdan oluşan deney düzeneğinde deneyler yapılmıştır. Mahmuzların koruma alanında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Deney sonuçları, geliştirilen sayısal model sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Deneyde kullanılan kumun ortalama dane çapı  $d_{50}=0.16$  mm.'dir. Taban eğimi 1/25 olarak alınmıştır. Deneylerde dalga yüksekliği  $H=2.5$  m. ve 4.0 m., dalga periyodu  $T=6$  sn. ve 7.5 sn., dalga açısı  $\theta =15^0$  ve  $30^0$  seçildi.

Yapılan deneylerde, ilk önce mahmuz boyunun dolma miktarına etkisi araştırılmıştır. Daha sonra, mahmuz başlık uzunluğunun, aralığının etkisi ile dalga parametrelerinin (dalga geliş açısı, dalga yüksekliği ve dalga periyodu ) etkisi incelenmiştir.

Deneylerden ve sayısal modelden şu sonuçlar çıkarılmıştır.

- "T" mahmuzlarda ve düz mahmuzlarda, mahmuz boyunun artmasının mahmuzların koruma bölgesi içindeki dolma miktarını azalttığı görülmüştür.
- Mahmuz aralığının artması ile başlık uzunluğunun da belirli bir yaklaşım olarak artması gerektiği görülmüştür.
- "T" mahmuzlar için mahmuz aralığının, en fazla mahmuz uzunluğunun iki ( $L_g / L_x =2.0$ ) katına kadar dolma miktarı parametresinin arttığı görülmüştür. Düz mahmuzlarda ise ( $L_g / L_x =1.70$ ) katına kadar dolmanın sabit kaldığı görülmüştür. Sayısal modelde de yakın sonuçlar elde edilmiştir.
- Dalga yüksekliği arttığı zaman, dolma miktarının azaldığı tespit edilmiştir.

Sayısal modelde ise dalga yüksekliğinin artması durumunda dolma miktarında artma görülmüştür.

- Dalga periyodu azaldığında yani dalga hızlandığında, dolma miktarı parametresi azalmaktadır.

Sayısal modelde dalga periyodunun değişmesi durumunda elde edilen deney sonuçlarıyla benzerlikler olduğu görülmüştür.

- Korunması gerekli kıyı şeridi büyükse "T" mahmuzun kullanılması, küçükse düz mahmuzların kullanılması uygun ve ekonomik olabilir. Sayısal modelde elde edilen sonuçlarda bu durumlara benzer olmaktadır.

**Önsoy** [13], Cezayir kıyılarında, kıyı şeridinin ve kıyıya paralel bulvarın korunması ayrıca erozyona uğrayan plajın genişleyip gelişmesini sağlayacak uygun kıyı yapılarını incelemiştir.

Başlangıçta etkin dalga doğrultuları, periyot ve frekansları, yaz, kış ve yıllık dalgalar ve yükseklik dağılımları elde edilmiştir.

İncelenen alternatiflerden biri kıyıya dik doğrusal mahmuz tipi, diğeri ise yine kıyıya dik "T" şeklindeki mahmuz tipidir.

Bu tip yapıların iki önemli fonksiyonu vardır. Bir yandan plaj, denizde hareket halindeki malzemenin tutulmasıyla otomatik olarak korunup yapay bir şekilde genişletilmiş olacak, diğer taraftan yolun deniz etkilerine karşı korunması sağlanmış olacaktır. Bu çözüm çevre düzenlemesinde büyük rol oynayacak ve turizmi bir hayli geliştirecektir.

Mahmuzların projelendirilmesinde birinci alternatifte (düz mahmuz) uzunluklar 100m, ara mesafeler 225m olarak yerleştirilmesi düşünülmüştür. İkinci alternatifte ("T" mahmuz) uzunluklar 80 m' ye indirilmiştir.

Yapılan bu çalışmadan şu sonuçlar çıkarılmıştır:

- Kumsal plajlarda ve kıyılarda, genellikle 100-150 m uzunluktaki mahmuzlar yeteri kadar uygun sonuçlar vermektedir. Böyle mahmuzların aralarındaki mesafeler öyle ayarlanmalıdır ki, dalgalar plaj tarafından bu yapıları aşmamalıdır. Bunun için dikkate alınması gereken en önemli konu etkin dalga yönünün , gerek kıyıda gerekse açıklarda mevcut sediment hareketinin, yapıya verilecek açı ve doğrultunun saptanmasıdır. Uygulamalarda, mahmuzların ara mesafeleri uzunluklarına göre 1-3 katı kadar alınması uygun görülmüştür.
- Genellikle kıyıya dik dalgalar durumunda, yine kıyıya dik mahmuzlar uygun olurken, buna karşılık, kıyıya meyilli ve tek doğrultulu dalgalar durumunda ise, mahmuzlar dalga doğrultularına ters olarak belli bir açıyla projelendirilmelidir.
- Mahmuz yükseklikleri bölgenin katımadde ve oseonografik özelliklerine bağlı olup verilecek enkesit, kıyı malzeme durumuna göre kum plajlarda yatık meyilli, çakıllı plajlarda ise daha dik olmaktadır.
- "T" mahmuzlar, denizde hareket halindeki katımadde denize doğru uzaklaşmasını engelleyerek ve deniz dibinin stabilitesini sağlayarak, dalga enerjisinin tamamını veya bir kısmını sönmüleyerek , dalgaların kırılmasını sağlayıp doğrultularını



değiştirerek, aynı anda düz mahmuz ve açık deniz mendireklerinin fonksiyonlarının her ikisine birden haiz olup, malzeme hareketini düzenleyerek malzeme depolanmasıyla birlikte uygun yapay plajlar teşkilini sağlamakta ve kıyı korumasını gerçekleştirmektedir.

Yapılan çalışmalardan anlaşılmaktadır ki, kıyıya inşa edilen yapının kıyının hidrodinamik dengesini bozmaması için projelendirilme esnasında bölgenin şartları titizlikle incelenmelidir. Araştırmalarda görülmektedir ki, sayısal ve fiziksel modeller tek başlarına yeterli olamamaktadırlar. Yapılan sayısal ve fiziksel modellerin başarısı etkili ve detaylı saha çalışmalarını gerektirmektedir. Uzun süreli saha çalışmalarıyla elde edilen verilerle beraber geliştirilen sayısal ve fiziksel modellerin çok iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

#### **1.4. Mahmuzlar Hakkında Genel Bilgi**

Mahmuzlar, kıyı boyu sedimenti tutmak, koruyucu saha ve yeni bir kıyı çizgisi oluşturmak, bir sahildeki erozyonu önlemek v.b. sebeplerle genellikle kıyıya dik olarak inşa edilen yapılardır. Mahmuzlar dar (5-8 m) ve uzun (30-200 m) yapılardır. Planda düz, "L" veya "T" şeklinde yapılırlar. Mahmuzlar tek veya seri halinde inşa edilebilir [14].

##### **1.4.1. Mahmuzların Projelendirme Kriterleri**

Kıyı çizgisi boyunca oluşan katı madde taşınımını ile mahmuzlar arasındaki etkileşim oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu nedenle genel projelendirme yöntemleri ortaya koymak mümkün değildir [15]. Ancak şu ana kadar yapılan çalışmalardan elde edilen genel esasları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- Mahmuzlar, sadece kıyı boyu sediment taşınımını engeller. Kıyıya dik taşınım da, kıyı boyu taşınım kadar etkin değildir. Bu durum sadece düz mahmuzlar için geçerlidir. "L" ve "T" mahmuzlar kıyıya dik taşınımın tutulmasında yardımcı olurlar.
- Mahmuzların civarındaki ve mahmuz sisteminin arasındaki kıyı şekli, kıyı boyu sediment taşınımının miktar ve yönüne bağlıdır.
- Mahmuzların memba tarafında yığılan sediment, tabii profili değiştirir ve yeni bir kıyı şekli oluşur.

- Mahmuzların yol açtığı kıyı değişimleri ve kretinden geçen katımadde miktarları, mahmuzların boy ve yüksekliğine, su seviyesine ve yörenin dalga iklimine bağlıdır.
- Memba tarafından malzeme yığılması nedeniyle, mansap tarafının tabii dengesi bozulur ve yeni denge şartları oluşuncaya kadar bu kısımda oyulmalar gözlenir [14].

#### 1.4.2. Mahmuzların Fonksiyonları

Mahmuzların yönlendirilme durumlarına göre birçok fonksiyonları vardır ve bunlar şu şekilde sıralanabilir.

- a) Kıyıda hareket halindeki malzemeyi tutarak mevcut plajı denge halinde tutarlar.
- b) Yüksek plajlarda, plajın ilk durumunu meydana getiren ince malzemelere göre daha kalın malzemelerin tutulup plajın yukarı kısımlarında biriktirilmesini sağlarlar.
- c) Memba tarafındaki malzeme hareketini azaltıp liman ve balıkçı barınaklarının dolmalarını önlerler.
- d) Etkin dalga kretleri üzerinde düzgün plajların meydana gelmesini sağlarlar.

#### 1.4.3. Mahmuz Boyları ve Aralıkları

Mahmuzlar, sadece inşa bölgelerini ve yakın kıyıyı koruyan yapılardır. Bu nedenle, tekil veya sistem halinde yapılacak mahmuzlar tüm koruma yöresini kapsayacak şekilde yapılmalıdır.

Mahmuz uzunlukları ( $L_x$ ) ile aralıkları ( $L_g$ ) arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Bu konuda kesin bir kriter olmamakla beraber düz mahmuzlarda;

$$L_g / L_x = 1.5 - 2 \quad (7)$$

"T" ve "L" şeklindeki mahmuzlarda ise;

$$L_g / L_x = 2 - 2.5 \quad (8)$$

değerleri önerilmektedir. Projelendirmede, yöresel dalga ve sediment özellikleri dikkate alınarak matematiksel ve fiziksel model çalışmaları sonucu optimum çözüm elde edilebilir [14].

#### 1.4.4. Mahmuz Tipleri

Mahmuzlar çeşitli tiplerde ve değişik malzeme kullanılarak geçirimli veya geçirimsiz olarak inşa edilebilirler.

##### 1. Kullanılan Malzemenin Cinsine Göre

a) *Ahşap Mahmuzlar*: Kalas ve kazıklarla desteklenen ahşap perdelerden oluşan geçirimsiz ahşap mahmuzlar en çok kullanılan tiplerdir. Kalasların kalınlıkları en az 20 cm, kazıkların çapları da en az 30 cm olmalıdır. Çakıl gibi iri malzemedan oluşan kıyılarda yuvarlak kazıkların belirli aralıklarla çakılmasıyla geçirimli mahmuzlar yapılabilir.

b) *Çelik Mahmuzlar*: Bu tip mahmuzlar birbirine geçme çelik levhaların ahşap ve kazıklarla desteklenmesi şeklinde yapılırlar. Ayrıca içi doldurulmuş çelik borulardan yapılan çelik mahmuzlar orta şiddetteki dalga etkilerine rahatlıkla karşı koyabilir.

c) *Beton Mahmuzlar*: Günümüzde beton mahmuzlar daha önceleri yapılan geçirimlilerin aksine geçirimsiz olarak ve öngerilmeli betonarme plaklardan yapılmaktadırlar. Bunlar oldukça ince yapılardır.

d) *Asfalt Mahmuzlar*: Fazla kullanım alanına sahip değildir. Uygulamaları Amerika Birleşik Devletleri'nde görülmektedir.

e) *Taşdolgu Mahmuzlar*: Taş dolgu mahmuzlar ocak artığı gibi ince ve geçirimsiz malzemedan oluşan çekirdek tabakası üzerine, dalgalarla hareket etmeyecek ağırlıktaki kaya bloklarından yapılan üst koruma tabakasından oluşur. Geçirimsizliği sağlamak önemli ise kaya blokların arası beton veya asfalt malzeme ile doldurulabilir. Bu işlem, yapının dalgalara karşı stabilitesini artırır.

##### 2. İşlevlerine Göre

a) *Geçirimli Mahmuzlar*: Kıyasal etkenlerin bir kısmı ile malzemeler mahmuz arasından geçer ve mahmuzun her iki yanında kum birikmesine neden olur. Zemin çizgisinin altındaki geçirgenlik derecesi mahmuz modelini ve kum birikme miktarını etkiler. Genellikle mahmuzlardan geçen kum miktarı mahmuzun yükseklik ve uzunluk ölçüsüne uygun olarak ekonomik bir şekilde ayarlanabilir.

*b) Yüksek ve Alçak Mahmuzlar:* Mahmuzun alt kısmına doğru sürüklenen kum miktarının önemli ve gerekli olmadığı durumlarda mahmuz tarafından etkilenen zonda hareket eden kumun tam bir şekilde hareketini önlemek amacıyla yüksek yapılabilirler. Ayrıca mahmuz, yüksek gel-gitteki dalgalarla, fırtınada meydana gelen dalgaların mahmuzun üzerine çıkmasına imkan vermek amacıyla alçak yapılabilir.

*c) Ayarlanabilen Mahmuzlar:* Bu mahmuzlar kazıklar arasındaki hareketli panellerden meydana gelmektedir. Bu paneller sahil seviyesinin altında (genellikle 0.3-0.6 m.) özel bir yükseklikteki mahmuzu elde etmek için eklenebilir veya çıkarılabilir. Böylece sahilin aşağıya doğru sürüklenmesine ve mahmuzun üzerinden bir kısım kumun geçmesine müsaade edilir. İşlemlerinin zor olması dezavantajlarıdır.

### 3. Şekillerine Göre

*a) Düz mahmuzlar*

*b) "T" mahmuzlar*

*c) "L" mahmuzlar*

Mahmuz tipinin seçiminde en önemli faktörler; ekonomi (malzemenin elde edilebilmesi, bakım ve onarım masrafları v.b.), dalga şartları ve temel malzemesi durumudur. Uygulamada en çok taş dolgu mahmuzlar kullanılmaktadır. Bu mahmuzların en önemli avantajları; esnek olmaları, kolaylıkla onarılabilmeleri, dalgaların önemli bir kısmını absorbe edip yansıtmamaları ve malzemelerinin ucuz olmasıdır. Buna karşılık, çok miktarda malzeme gerektirmeleri, ilk yatırım maliyetlerinin pahalı oluşu dezavantajlarındandır [14].

## 1.5. Doğu Karadeniz Dalga İklimi ve Katımadde Rejimi

### 1.5.1. Dalga İklimi

Dalgaları hidrolik sistemin dengesini bozan hareket olarak tanımlayabiliriz. Rüzgarlar, depremler ve gel-git olayları dalgaları oluşturan nedenlerdir. Yurdumuzda özellikle Doğu Karadeniz’de önemli olan dalga tipi rüzgarların oluşturduğu dalgalardır. Kıyı yapısının tasarımı gerçekleştirilirken belirgin dalga özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Dalgalar, diğer faktörler ile birlikte kıyının aşınmasına ve kıyı bölgesi içersindeki kum, çakıl gibi malzemenin bir yerden diğer bir yere taşınmasına neden olarak kıyı

rejimini sürekli değişikliğe uğrattılar. Rüzgarlar dalgaları oluşturmaları yanında doğrudan etkileriyle de bir tahrip gücü oluştururlar. Dalga etkisi ise, Türkiye kıyıları için genelde kıyı rejimini etkilemede diğerlerine oranla çok daha ağırlıklıdır. Bu nedenle liman, balıkçı barınağı, mahmuz gibi yapıların projelendirilmesinde her zaman en önemli parametre olarak hesaplarda yer almaktadır.

Rüzgar dalgalarının ölçümü güç ve pahalı olduğundan eldeki gözlemler oldukça kısa sürelidir. Türkiye’de henüz sistematik bir dalga ölçüm ağı kurulamamıştır. Bazı üniversitelerin yöresel çalışmaları ise projelendirmede dikkate alınmayacak kadar yetersiz kalmaktadır. Bu sebeple, projelendirmede gerekli olan veriler, daha uzun süreli olan rüzgar kayıtları yardımıyla tahmin edilmektedir [16].

Dalga değerlerini tahmin etmek için kullanılacak rüzgar verileri, meteorolojik rüzgar verilerinden veya sinoptik rüzgar haritalarından elde edilebilir.

Her iki yöntemden elde edilen rüzgar verilerini dalga tahminlerine dönüştürmek için bazı yöntemler geliştirilmiştir. En yaygın kullanılanı SMB (Sverdrup-Munk-Bretschneider) yöntemidir.

SMB metodu kullanılarak rüzgar verileri belirgin dalga yüksekliği ve periyoduna dönüştürülürler [17],[18].

Meteorolojik verilerden elde edilen veriler, sinoptik haritalardan elde edilenlerden daha küçük değerler vermektedir. Bu sebeple genel olarak güvenli tarafta kalmak için sinoptik haritalardan elde edilen veriler kullanılmaktadır.

Trabzon ve Rize yöresi için tahmin edilen belirgin dalga yükseklikleri ( $H_{1/3}$ ) ve belirgin dalga periyotları ( $T_{1/3}$ ) değerlendirilip, sonuçlar tablo 1 ve tablo 2’de verilmiştir.

Bu tablolarda, her bir yöre için tahmin edilen maksimum ve ortalama dalga değerleri verilmiştir. S sinoptik harita tahminlerini, M meteorolojik rüzgar tahminlerini göstermektedir.

Doğu Karadeniz’de etkin dalga yönleri N, NNW ve NW’dir. Yörede batıdan gelen dalgaların etkinliği nedeniyle kıyı boyu sediment taşınımı genelde batıdan doğuya doğrudur. Tahmin edilen belirgin dalga yüksekliği ( $H_{1/3}$ ) 1.3 m - 4.5 m’ dir. Belirgin dalga periyodu ( $T_{1/3}$ ) 4sn-8sn arasındadır [17], [18].

Tablo 1. Trabzon yöresi dalga analizi

YÖN	S/M	Veri Sayısı	H <sub>max</sub> (m)	H <sub>ort</sub> (m)	T <sub>max</sub> (sn)	T <sub>ort</sub> (sn)
ENE	S	25	6.92	0.84	10.3	5.5
ENE	M	79	1.16	4.3	4.3	3.1
NE	S	28	6.92	1.11	10.3	5.5
NE	M	18	0.98	0.67	4.0	3.2
NNE	S	33	6.92	0.88	10.3	5.3
NNE	M	20	0.76	0.5	3.4	2.8
N	S	64	6.92	1.21	10.3	4.5
N	M	-	-	-	-	-
NNW	S	24	6.92	2.34	-	5.8
NNW	M	-	-	-	-	-
NW	S	35	2.62	1.39	6.5	4.6
NW	M	29	1.83	0.97	5.5	3.9
WNW	S	13	2.1	1.29	5.7	4.4
WNW	M	279	2.07	0.79	5.8	3.3

Tablo 2. Rize yöresi dalga analizi

YÖN	S/M	Veri Sayısı	H <sub>max</sub> (m)	H <sub>ort</sub> (m)	T <sub>max</sub> (sn)	T <sub>ort</sub> (sn)
NE	S	-	-	-	-	-
NE	M	9	0.49	0.31	2.81	2.22
NNE	S	-	-	-	-	-
NNE	M	19	0.63	0.35	3.19	2.31
N	S	-	-	-	-	-
N	M	17	0.46	0.26	2.72	2.01
NNW	S	-	-	-	-	-
NNW	M	32	0.44	0.26	2.69	2.0
NW	S	-	-	-	-	-
NW	M	2	0.33	0.3	2.28	2.17

## 1.5.2. Sediment Rejimi

### 1.5.2.1. Akarsuların Taşıdığı Sediment

Akarsular kıyılarından katımadde taşınımına neden olan en önemli kaynaklardır. Doğu Karadeniz akarsuları yörenin topografik yapısına göre eğimleri oldukça büyük ve buna bağlı olarak da akış hızları büyük olduğundan, önemli miktarda sediment taşınımına neden olmaktadır. Bu miktar Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yaklaşık 3-5 milyon ton/yıl olarak tahmin edilmektedir [19],[20],[21]. Doğu Karadeniz sahilinde sediment akımı genelde batıdan doğuya doğru olduğundan kum kapanı olarak planlanacak mahmuzların akarsuların doğu tarafında olması daha uygun olacaktır.

Akarsuların taşıdığı katımadde miktarı, akışkana, katımadde özelliğine ve akım şartlarına bağlı olarak değişmektedir.

$$Q = f(v, \rho_s d, \rho, h, R, v, j) \quad (9)$$

Burada;

- Q : katı madde taşınım debisi,
- d : dane çapı,
- j : akarsuyun taban eğimi,
- $\rho_s$  : katı maddenin özgül ağırlığı
- $\rho$  : akışkanın özgül ağırlığı
- v : akışkanın viskozitesi
- h : akımın su yüksekliği,
- R : akımın hidrolik yarıçapı,
- v : akımın ortalama hızı

Katımadde debisini hesaplamak için Elektrik İşleri Etüd İdaresi (E.İ.E.İ.) Genel Müdürlüğü'nün Türkiye'deki tüm havzalarda yaptığı gözlemlere dayanarak geliştirdiği formül yardımıyla katımadde taşınım debileri tahmin edilebilir [21].

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

Burada;

- Q : Katımadde debisi (ton/yıl)
- A : Havza alanıdır ( $\text{km}^2$ ).

Doğu Karadeniz'de ölçüm yapılan 7 akarsu için elde edilen verilere dayanılarak çıkarılan denklem şöyledir [19].

$$Q = a \cdot Q_{ort}^b \quad (11)$$



Burada;

- Q : katımadde taşının debisi (ton/gün)  
 $Q_{ort}$  : günlük ortalama akım debisi ( $m^3/sn$ )  
a ve b : regresyon katsayılarıdır.

Doğu Karadeniz'deki 7 akarsu için her iki yöntemle hesaplanan sediment debileri  $Q_1$  ve  $Q_2$  tablo 3' te verilmiştir.

Tablo 3. Çeşitli akarsular için sediment debileri

Akarsu Adı	Veri Sayısı	$Q_{ort}$ ( $m^3/sn$ )	A ( $km^2$ )	$Q_2$ (ton/yıl)	$Q_1$ (ton/yıl)
Harşit Der.	177	26.08	2750	158073	313232
İyidere	196	28.05	855	44174	71894
Melet Ç.	156	11.22	1024	48816	90246
Aksu Der.	8	13.77	728	17851	58681
Hala Der.	10	12.05	242	14674	14647
Solaklı Der.	11	14.7	568	27857	42960
Hemşin Der.	13	8.76	276	7902	17254

### 1.5.2.2. Kıyı Boyu Sediment Hareketi

Kıyıya dik olarak gelen dalgalar sahil ve sahil ötesi taşınımına, kıyıyla açı yapacak şekilde gelen dalgalar ise kıyı boyu taşınımına neden olurlar. Kıyıya dik taşınım miktarı, kıyı boyu taşınım miktarına oranla çok küçüktür.

Deniz tabanındaki bir sediment taneciğini, dalga geçişi sırasında harekete geçiren etmen, akış hızı nedeniyle tabanda oluşan kayma gerilmesidir [19].

Doğu Karadeniz kıyılarında 1m yüksekliğindeki dalgalar bile kıyılarıdaki kum taneciklerini kolaylıkla hareket ettirebilmektedir [19]. Bu da kıyılarda devamlı bir kum hareketinin varlığını gösterir.

### 1.5.2.3. Sediment Daneciklerinin Fiziksel Özellikleri

Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki kıyıların taban malzemesinin özelliklerini bulmak için yapılan incelemelerde, taban malzemesinin özgül ağırlığı 2.55-2.7 t/m<sup>3</sup> arasındaki kumdan oluştuğu ve ortalama dane çapının  $d_{50}=0.33$  mm olduğu belirlenmiştir [19].

## 1.6. Dalga Mekaniği

### 1.6.1. Basit Dalga Profili

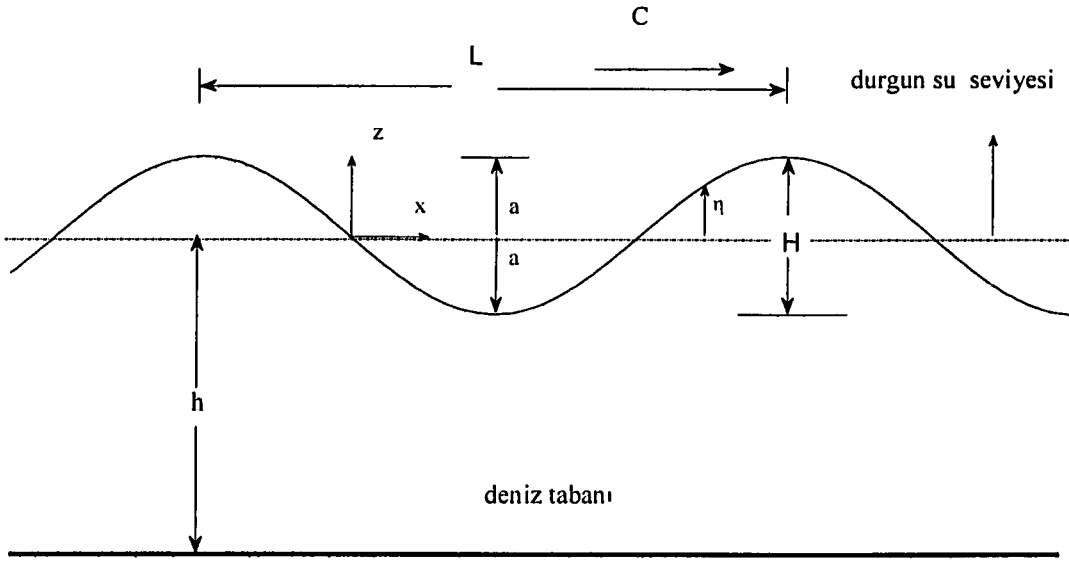
Dalga olayının çözümünün, teorik olarak trigonometrik fonksiyonlarla açıklanabilirliği gösterilmiştir. Dalga hareketi bir sinüs fonksiyonu grafiğine benzediğinden idealize edilmiş ve bu tanıma sinüzoidal dalga adı verilmiştir (Şekil 7).

Sinüs dalgasında, dalga şekli veya profili, durgun su seviyesinden düşey mesafenin, zamanın ve yerin fonksiyonu olarak tanımlanır.

$$\eta = a \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot \left[\frac{x}{L} - \frac{t}{T}\right]\right) \quad (12)$$

Burada,

- $\eta$  : dalga profilinin durgun suya göre düşey mesafesi
- $x$  : yatay eksen boyunca alınan mesafe (m)
- $t$  : zaman (sn)
- $a$  : dalga genliği (m)
- $L$  : dalga boyu (m)
- $T$  : dalga periyodu (sn)



Şekil 7. Sinüzoidal dalga profili

### 1.6.2. Temel Dalga Parametreleri

Dalga periyodunu tanıtmak için gerekli olan parametrelerdir ve bunları şu şekilde sıralayabiliriz.

**Dalga Yüksekliği (H) :** Dalga çukuru ile dalga sırtı arasındaki düşey uzaklık.

**Dalga Uzunluğu (L) :** Birbirini izleyen iki dalga tepesi veya çukuru arasındaki yatay uzaklık.

**Dalga periyodu (T) :** Sabit bir noktadan geçen ardarda iki tepe noktası arasındaki zaman aralığı.

**Dalga Hızı (C) :** Dalga hareketinin hızı

**Su Derinliği (h) :** Sakin haldeki su derinliği.

**Dalga Genliği (a) :** Durgun su seviyesinden dalga tepesine veya çukuruna olan düşey uzaklıktır.

Dalga Frekansı (f) : Birim zaman aralığında bir noktadan geçen dalgaların sayısıdır ( $f= 1/T$ ).

Dalga boyu, periyodu ve su derinliği arasındaki ilişki;

$$L = \frac{g \cdot T^2}{2 \cdot \pi} \cdot \tanh\left[\frac{2 \cdot \pi \cdot h}{L}\right] \quad (13)$$

denklemleri ile ifade edilmektedir. Formüllerde;

h: Sakin su derinliği (m)

g: Yerçekimi ivmesi

T:Dalga periyodu

L:Dalga uzunluğudur.

### 1.6.3. Derin Deniz Dalgaları

Derin deniz dalgalarının iki önemli parametresi, belirgin dalga yüksekliği ( $H_{1/3}$ ) ve belirgin dalga periyodu ( $T_{1/3}$ ) dur. Derin denizde oluşan dalgalar, kıyıya doğru yaklaşırken çeşitli etkenler nedeniyle değişime maruz kalırlar. Bu değişimin başladığı derinlik, derin deniz sınırındır. Derin deniz sınırının açığındaki dalgalar herhangi bir değişime uğramazken, bu sınırdan kıyıya doğru ilerlerken çeşitli değişimlere uğrarlar. Bu değişiklikler dalga yönü ve yüksekliğinde olur; dalga periyodu ise sabit kalır. Derin deniz sınırı, deniz derinliğinin dalga boyunun yarısına eşit olduğu yerdir [22].

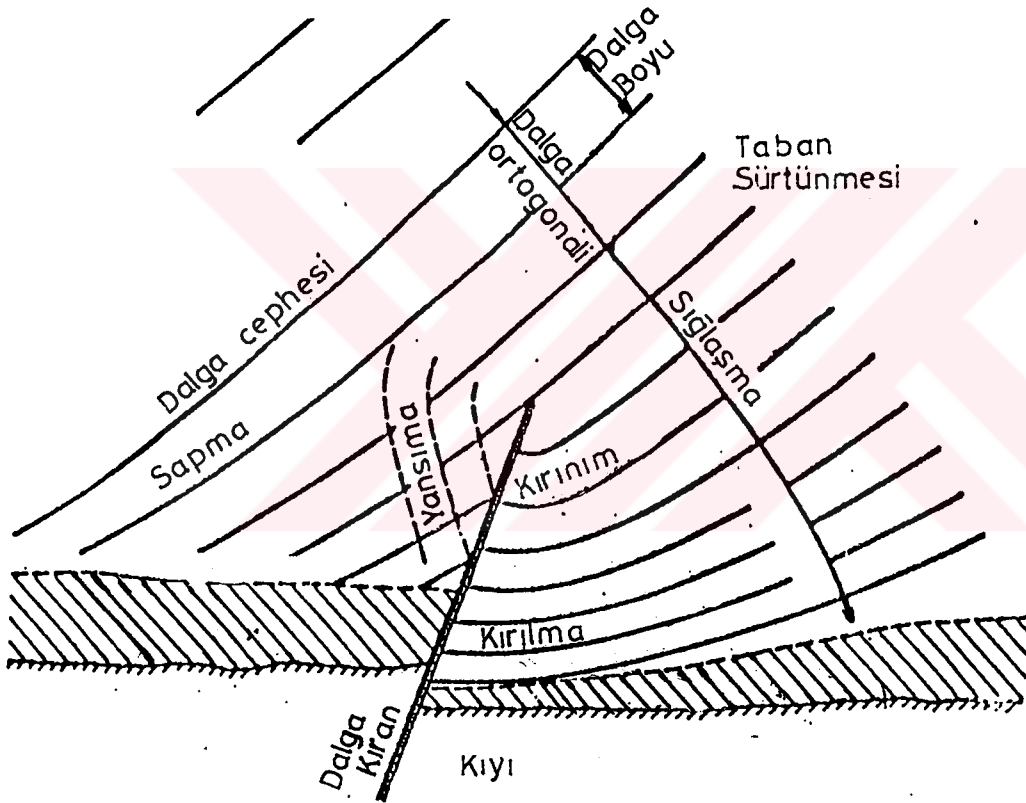
$$h = 0.5 L_0 \quad (14)$$

$$L_0 = 1.56 T^2 \quad (15)$$

Burada;  $h$  : Derin deniz sınırı derinliği (m)  
 $L_0$  : Derin deniz dalga boyu (m)  
 $T$  : Dalga periyodudur (sn).

#### 1.6.4. Dalgaların Kıyıya Yaklaşırken Uğradığı Değişimler

Açık denizde oluşan dalgalar, derin deniz sınırından itibaren kıyıya yaklaşırken tabandan etkilenmeye başlarlar. Ayrıca doğal veya yapay engellerle karşılaşılır. Bu etkiler sonucu dalgalarda meydana gelen değişiklikleri şu şekilde sıralayabiliriz (Şekil 8).



Şekil 8. Yakın kıyıda oluşan dalga değişimleri

- Sapma ( Refraction)
- Sığlaşma (Shoaling)
- Kırılma (Breaking)
- Kırınım (Diffraction)
- Yansıma (Reflection)

### 1.6.4.1. Dalga Sapması

Dalgaların tabana temas etmeleri sonucu dalga sapması oluşur. Dalgalar geçiş bölgesine ( $1/25 < h/L < 1/2$ ) girdiklerinde daha derinde bulunan dalganın bir kısmı sığdakine kıyasla daha hızlı hareket eder ve dalga cephesinin taban konturlarına paralel duruma gelmesini sağlar. Dalga sapması, şu iki nedenle çok önemlidir.

a) Dalga yüksekliğinin artmasına veya azalmasına neden olur.

b) Kırılma anında dalgaların yaklaşma açısını kontrol eder.

Su derinliğinin azalmasına bağlı olarak dalga hızı ve boyundaki azalma şöyle hesaplanır.

$$\frac{C}{C_0} = \frac{L}{L_0} = \tanh\left[\frac{2 \cdot \pi \cdot d}{L}\right] \quad (16)$$

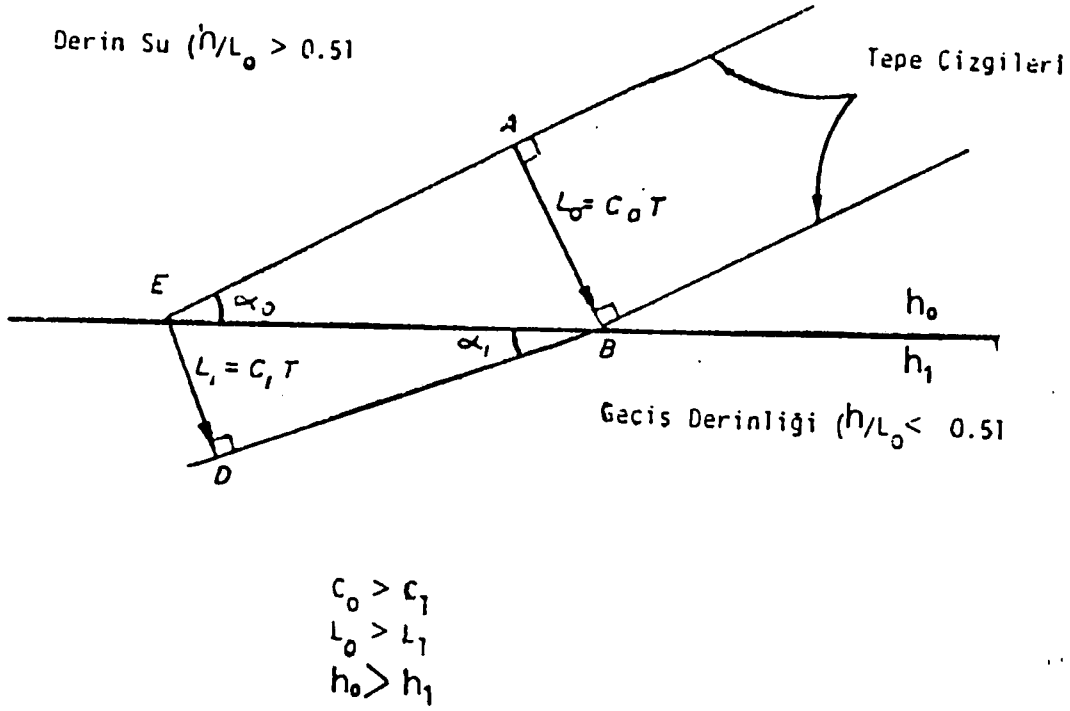
Snell yasasına (şekil 9) göre;

$$\sin\alpha_0 = \frac{L_0}{BE} \quad (17)$$

$$\sin\alpha_1 = \frac{L_1}{BE} \quad (18)$$

$$\frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_0} = \frac{C_1}{C} = \frac{L_1}{L} = \tanh\left[\frac{2 \cdot \pi \cdot h_1}{L}\right] \quad (19)$$

eşitliği yazılır ki bu eşitliğe Snell yasası denir.



Şekil 9. Snell yasasının geometrik tanımı

#### 1.6.4.2. Dalga Sığlaşması

Derinliğin azalmasıyla nedeniyle dalgalar tabandan etkilenir. Bu etkilenme sonucu, dalga yüksekliğinde çoğu kez azalma, bazen de artış meydana gelir. Sığlaşma sonucu oluşan dalga yüksekliği şöyle hesaplanır.

$$H_s = H_0 \cdot K_s \quad (20)$$

Burada;

$H_s$  : Sığlaşmadan sonraki dalga yüksekliği (m)

$H_0$  : Derin denizlerdeki dalga yüksekliği (m)

$K_s$  : Sığlaşma katsayısı

$$K_s = \left[ \tanh\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot h}{L}\right) \right]^{-0.5} \cdot \left[ 1 + \frac{\frac{4 \cdot \pi \cdot h}{L}}{\text{Sinh}\left(\frac{4 \cdot \pi \cdot h}{L}\right)} \right]^{-0.5} \quad (21)$$

$K_s$  katsayısı  $h/L_0$  değerine bağlı olarak Ağırılık Dalgaları Tablolarından (GWT) alınabilir.

#### 1.6.4.3. Dalga Kırılması

Yerçekimi etkisiyle su parçacıklarını dalgadan ayrılmasına dalga kırılması denir. Eğimli bir sahilde dalga kırılması genellikle dört kategori halinde sınıflandırılır.

- a- **Dökülerek Kırılma** : Dalga cephesinde sürekli olarak köpüklerin aşağı akması biçiminde görülen olay dalganın kayboluşuna kadar sürer. Bu kırılma, düzgün eğimler üzerinde sığlaşan ve nispeten yüksek dikliğe sahip olan dalgalarca oluşturulur.
- b- **Dalarak kırılma** : Dalga dikliğinin artmasıyla dalga tepesi öne doğru bükülür ve dalganın ön yüzü konkav biçimini alarak dalar ve kırılır.
- c- **Çökerek Kırılma** : Bu kırılma biçimi dalarak ve şişerek kırılmanın arasında oluşmaktadır.
- d- **Şişerek Kırılma** : Bu tip kırılma dalga dikliğinin az ve taban eğiminin çok fazla görüldüğü sahillerde oluşur. Dalga tepesi, dalmadan önce dalarak kırılmaya benzer şekilde bir pik değere ulaşır ve dalga tabanı sahil yüzey üzerinde şişerek yükselir ve sonunda kırılır [16].

#### 1.6.4.4. Dalga Kırınımı

Dalgalar herhangi bir kıyı veya kıyı ötesi engelle karşılaştıklarında, dalga yönü ve yüksekliği değişir. Bu olaya kırınım adı verilir.

Dalgaların yüksekliğinde meydana gelen değişiklik, kırınıma uğratan engelden (mahmuz, dalgakıran v.b.) uzaklık ve konuma göre hesaplanır.



$$K_d = \frac{H}{H_i} \quad (22)$$

Burada;

H : Kırınımına maruz kalmış dalga yüksekliği

$H_i$  : Gelen dalga yüksekliği

$K_d$  : Dalga kırınım katsayısıdır.

Dalga kırınımı kıyı çizgisi değişiminde önemli faktörlerden biridir. Sahilde istenilen kıyı çizgisi değişimini elde etmek için yapılacak olan yapıların planlamasında en önemli parametre olan kırınım olayı kıyıda var olan katı madde taşınımına, önemli etmenlerden olan dalga boyunun değişimini sağlayarak neden olur. Bu nedenle mahmuzların tasarımında göz önüne alınması gereken önemli faktörlerden birisidir.

#### 1.6.4.5. Dalga Yansıması

Dalgalar bir engel ile karşılaştıklarında yansımaya uğrarlar. Engeller kıyıdaki dik kayalıklar, deniz tabanındaki yükseklikler v.b. şeklinde doğal olabileceği gibi kıyı duvarları, mendirekler, rıhtım duvarları gibi yapay yapılarda olabilir.

Dalga yansıması çeşitli kıyı problemlerinde ve özellikle liman boyutlarının ve yapılarının tiplerinin belirlenmesinde başlıca etkenlerden birisidir. Bir limanda yansıyan ve gelen dalgaların süperpozisyonu ile büyük çalkantılar meydana gelmektedir. Yansıma katsayısı,

$$K_y = \frac{H_y}{H} \quad (23)$$

şeklindedir. Burada,

H : gelen dalga yüksekliği

$H_y$  : yansıyan dalga yüksekliğidir.

Bu katsayı 0 ile 1 arasındadır.  $K_y=1$  olduğunda tam yansıma,  $K_y=0$  olduğunda dalganın yok olduğu söylenebilir.

### 1.7. Kıyılarda Katımadde Hareketi

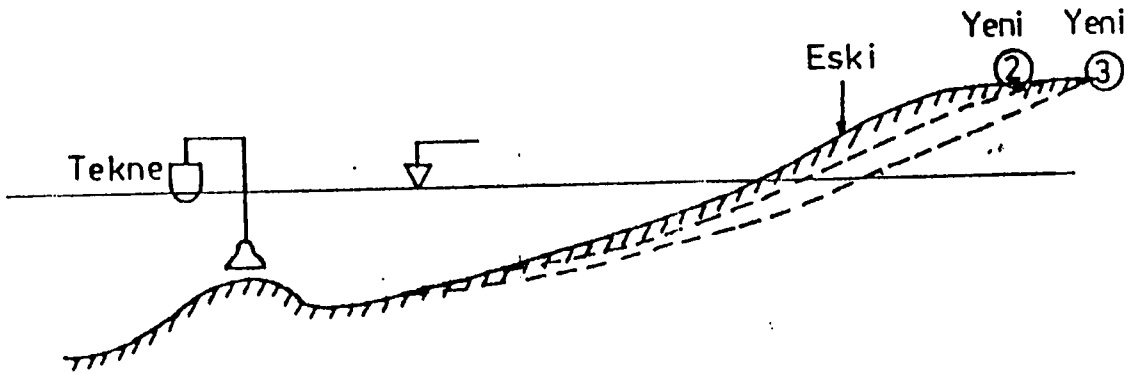
Kıyı bölgesindeki katımaddelerin en büyük kaynağı, karalarda oluşan erozyon ve kaya parçalanmaları sonucu meydana gelen malzemelerdir. Bu malzemeler akarsular yardımıyla kıyıya kadar taşınırlar. Açık denizden kıyıya doğru oluşan katımaddelerin önemi ise daha azdır.

Çeşitli kaynaklardan denize ulaşan katımadde kıyı bölgesinde sürekli olarak hareket ettiklerinden, herhangi bir kıyı yöresi ele alındığında, bu yörenin katımadde kaynağı olarak bitişik kıyılar dikkate alınabilir.

Kıyılardaki katımadde hareketi, kıyıya dik yönde alınan birim genişlikteki kıyının boyuna kesiti üzerinde incelenir ve bu kesitler kıyı profili diye adlandırılır. Kıyı profili, dalga rejimine göre sınıflandırılır. Dalgaların küçük olduğu zamanlarda oluşan kıyı profiline normal profil veya yaz profili, dalgaların daha yüksek olduğu fırtınalı zamanlarda ait profile ise fırtına profili veya kış profili denir.

Kıyı profilini etkileyen esas parametre kıyıya dik taşınım olmakla beraber, kıyıya paralel taşınımında etkisi bazen çok önemli olmaktadır. Özellikle çeşitli etmenler (örneğin kıyı yapıları) sonucu kıyı boyu taşınımında dengenin bozulması durumunda kıyı profillerindeki değişim önemli olmaktadır.

Ayrıca sahilden veya sahile yakın yerlerden kum-çakıl çekilmeside kıyı profilini değiştirmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. Kıyı bölgesinden kum çekilmesinin kıyı oyulmasına etkisi

### 1.7.1. Katımadde Taşınım Bölgesinin Sınırı

Katımadde daneciklerinin kıyıdan ne kadar uzağa veya hangi derinliklere kadar taşınabileceği konusunda yapılan araştırmalar, taban batimetrisinin, katımadde daneciklerinin çapının ve dalga şartlarının bu konuda etkili olduğunu göstermiştir. Normal olarak, kıyıya paralel en derin taban kontürüne kadar malzeme taşınımının olduğu kabul edilebilir. Dalga şartlarının etkisini de dikkate alan bir başka yaklaşım ise, dalga nedeniyle meydana gelen maksimum hızın 0.15 m/sn olduğu derinlik sınırına kadar malzeme taşınımının olabileceği varsayılmıştır. Yani maksimum hız 0.15 m/sn olduğundaki  $h$  değeri aranan değerdir.

Son yıllarda geliştirilen ve başarı ile uygulanan başka bir yaklaşımda, taban malzemesinin taşınabileceği derinlik aşağıda verilmiştir [23].

$$h' = 2.28 \cdot H_0 - 6.987 \cdot \frac{H_0^2}{T^2} \quad (24)$$

### 1.7.2. Kıyıya Dik Taşınım

Dalgalar, en genel halde kıyıya belirli bir açıyla ulaşırlar. Dalgaların enerjilerinin kıyı çizgisine paralel bileşeni kıyı boyu taşınımına, kıyı çizgisine dik bileşeni ise kıyıya dik taşınımına neden olur. Kıyıya dik taşınım sonucu, kıyıdan başlayarak katımadde taşınımının etkin olduğu derinliğe kadar olan bölgede bazen kıyı oyulması, bazen de kıyı yığılması oluşur.

Yapılan araştırmalar göstermiştir ki, kıyı profilinin değişiminde en etkili faktör derin deniz dalga dikliğidir ( $H_0/L_0$ ). Katımadde daneciklerinin çökme hızı ( $W$ ), ortalama dane çapı ( $d_{50}$ ) ve taban eğimi ( $m$ )'de önemli faktörlerdir.

### 1.7.3. Kıyıya Paralel Katımadde 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  $\theta_0$  açısı yapan dalgalar, sapmanın etkisi ile kıyıya yaklaştıkça, kıyıya dik gelme

eğilimindedirler. Kırılma anında bir  $\theta_b$  açısı yaparlar ve genellikle  $\theta_b < \theta_o$ 'dır. Bu nedenle, dalgaların hem kıyıya paralel hem de dik bir enerjileri söz konusudur. Kıyıya paralel enerji bileşeni, kıyıya yakın bir bölgede bir su kütlesi hareketine neden olur. Bu harekete *kıyı boyu akıntısı* denilir. Kıyı boyu katımadde akımını doğuran asıl etmen bu kıyı boyu akıntılardır.

Bir kıyı yöresinde, belli bir dönemde taşınan toplam katımadde miktarına katımadde taşınım debisi denir. Pratikte, genellikle 1 yılda taşınan toplam katımadde miktarın hesabı gerekli olmaktadır. Ancak 1 yıllık dönemde oluşan dalgaların karakteristikleri değiştiğinden her bir dalganın ve fırtınanın neden olacağı taşınım miktarı farklı olacaktır.

Kıyı boyu katımadde taşınım yönü, kırılma anındaki dalga yönüne bağlı olduğundan, kıyı çizgisine dik bir doğrultuya göre, her iki yönden taşınım söz konusu olacaktır. Kıyıda durup denize bakan bir kişiye göre, hem sağa doğru, hem de sola doğru bir taşınım gözlenebilecektir. Bu taşınımların debileri  $Q_{sağ}$  ve  $Q_{sol}$  olarak gösterirsek, belli bir süredeki net taşınım miktarı ( $Q_{net}$ ), bu iki değer farkına, brüt taşınım miktarı  $Q_{brüt}$  ise toplamına eşit olacaktır.

$$Q_{net} = Q_{sağ} - Q_{sol} \quad (25)$$

$$Q_{brüt} = Q_{sağ} + Q_{sol} \quad (26)$$

Bir kıyıda net taşınımın büyük olması, o kıyıda yapılacak kıyıya dik veya kıyıyla bir açı yapan yapıların (barınak ve mahmuzlar gibi), önemli ölçüde yığılma ve oyulmaya yol açacağını gösterir. Brüt taşınım miktarının büyük olması ise, o kıyıdaki deniz tabanının oldukça hareketli olduğunu gösterir.

Belirli bir dalga geçişi sırasında taşınacak katımadde miktarını hesaplamak için başlıca dört yöntem vardır [24].

a- En iyi yöntem, yakın veya benzer özellik gösteren kıyılardaki ölçülmüş gerçek taşınım debileri, yerel şartları da göz önüne alarak ilgili kıyı yöresine adapte etmektir. Bu yöntemin uygulanabilmesi için, iyi bir mühendislik yorumu ve tecrübesinin yanı sıra, güvenilir ölçülmüş değerlere ihtiyaç vardır.

**b-**Şayet yakın bölgelerde gerçek ölçüm değerleri yoksa, söz konusu kıyı yöresinin topografyasında zamanla meydana gelen değişiklikler yardımıyla debi tahmini yapılabilir. Bu maksatla derinlik haritalarının ve tarama kayıtlarının verileri önemli birer bilgi kaynağıdır. Ayrıca mahmuz gibi bir kıyı yapısının memba tarafındaki yığılma miktarı ölçülerek, o yörenin taşınım debisi tahmin edilebilir. Ancak böyle bir durumda, yığılan malzemedan herhangi bir kaybın olmaması gerekir veya kaybolan miktarın bilinmesi gerekir.

**c-** Yukarıdaki her iki yöntem de uygulanamıyorsa, ölçülmüş veya tahmin edilmiş dalga verilerini kullanarak ve bu maksatla geliştirilmiş yöntemlerden yararlanarak taşınım debisi tahmin edilebilir. Uygulamada daha çok enerji akısı yöntemi kullanılmaktadır. Ancak yöntemin doğruluğu kıyıdaki dalga şartlarının doğru tahmin edilmesine ve mümkünse ölçülmesine bağlıdır. Eğer bu şartlar yerine getirilirse uygulanması kolaydır.

**d-**Yukarıdaki yöntemlerden hiçbiri uygulanamıyorsa, yıllık ortalama dalga kırılma yüksekliği kullanılarak ve ampirik formüllerden yararlanarak brüt taşınım debisi tahmin edilir.

Her yöntemin kendine göre iyi ve kötü yönleri bulunmaktadır. Uygulamada, ilk iki yöntem için gerekli verilerin çoğu kez bulunamaması veya bu verilerin güvenli olmaması nedeniyle enerji akısı yöntemiyle taşınım debileri tahmin edilmektedir. Son yöntem ise, başka hiç bir verinin bulunmadığı kıyılarda kabaca bir tahmin maksadıyla kullanılabilir.

Enerji akısı yöntemi ile taşınım debisi aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$Q=K.P_{1s} \quad (27)$$

Burada,

Q:Katımadde taşınım debisi,

K:Sabit (değişik araştırmacılara göre farklı değerler almaktadır),

$P_{1s}$ :Birim boydaki enerji akısı.

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Dünyanın birçok yerinde kıyı çizgisi değişimi ve katımadde taşınımı konularında deneysel çalışmalar ve arazi çalışmaları yapılmış ayrıca matematiksel modeller geliştirilmiştir. Fakat henüz bu konularda kullanılan matematiksel ifadeler yeterli değildir. Deneysel ve matematiksel çalışmaların yapılabilmesi için arazi verilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz'de inşa edilen düz ve "T" mahmuzlar çevresindeki değişimin nasıl olduğu, tez kapsamında yapılan arazi çalışmalarıyla tespit edildi. Bazı bölgelerden elde edilen verilerin daha önceden geliştirilmiş olan sayısal model sonuçlarıyla karşılaştırılması incelendi.

### 2.1. Arazi Çalışmaları

#### 2.1.1. Hidrografik Ölçümler

Çalışma alanının büyüklüğüne ve özellikle konumuna, göre hidrografik ölçmelerin sabit referans noktaları karada veya su üzerinde bulunabilir.

Kıyıya yakın deniz alanlarında yapılacak hidrografik ölçmeler için, nirengi noktalarından yararlanılır. Hidrografik ölçüm için kıyı şeridinde ilişkin detay noktaları, ortak bir referans yüzeyinde değerlendirilir [25].

#### 2.1.2. Derinliklerin Ölçülmesi

Su altı zemininin topografik durumunu belirlemek amacı ile düşey doğrultularda derinlik ölçmeleri yapılır. Bu ölçümlere iskandil denir.

Su altı zeminini ve detay noktalarını, doğrudan görmek mümkün olmadığından derinlik ölçmeleri su üzerinde belirli doğrultularda ve belirli aralıklarla yapılır. Ölçme ekibi, bir bot içinde çalışır. İskandil doğrultularının ve noktalarının ara uzaklıkları çalışılan yere göre belirlenir.

Basit derinlik ölçme yöntemleri, kullanılan alet türüne göre;

- a) Lata iskandili,
- b) İp iskandili,
- c) Tel (mekanik) iskandil,

biçiminde üçe ayrılır.

a) Lata İskandili: 5 metre derinlikteki sığ sularda uygulanan bu yöntemde derinlik ölçme aracı olarak 4-6 cm. çapında çubuklar kullanılır. Bunlara iskandil latası denir ve bu latanın üzerinde ölçü bölümleri işaretlenmiştir. Bu çalışmada ölçümler aynı işlevi gören bir mira yardımıyla yapıldı (Ek Şekil 40,41).

Ölçme işlemi her noktada duran bir bot üzerinden yapılır.

Su yüzeyinin dalgalı olması, taşıtın hızı ve zeminin cinsi hata kaynaklarıdır. Normal koşullarda lata iskandilinden sağlanacak hata payı  $\pm 5$  cm. ile  $\pm 10$  cm.dir.

b)İp İskandili: Derinlik ölçme aracı olarak ipler kullanılır. İpin suya batmasını ve kısa sürede düşey doğrultuya girmesini sağlamak için ucuna metal bir ağırlık bağlanır.

Derinlik okumalarının yapılabilmesi için ipin üzerine bazı işaretlemelerle bölümlendirme yapılmıştır. Yöntemin uygulama biçimi lata iskandilinin aynıdır (şekil 11). Su içindeki akıntılar, hidrografi taşıtının hızı, okuma yanlışlıkları bazı önemli hata kaynaklarıdır.

c)Tel (mekanik) İskandil: Bu sistemde telin boşalmasını ve sarılmasını kolaylaştırmak amacı ile bir makara sisteminden yararlanır.

Bu çalışmada ölçülen bölgeler genelde 5m. nin altında olduğu için lata iskandili kullanılmıştır. 5m. yi aşan az sayıda noktada ise ip iskandili ile ölçümler yapıldı.

Ayrıca iskandil alımlarında ses dalgalarının su içinde yayılma ve yansıma özelliklerinden yararlanılarak geliştirilen akustik iskandil aletleri de kullanılmaktadır [25].

### 2.1.3. Konum Ölçmeleri

Derinliği ölçülen noktaların yatay düzlemdeki konumunu belirlemek için konum ölçmeleri yapılır. Bu ölçmeler kıyıdaki sabit noktalardan yapılır. Çalışmalarda taşıt genellikle hareket halinde olduğundan, bir iskandil noktasına ilişkin derinlik ve konum ölçmelerinin aynı anda yapılması ve çok kısa sürede tamamlanması zorunludur.

Su üzeri çalışmaları; karışık (serpme), yay ve doğrultu olarak adlandırılan 3 değişik düzenden birisi ile yapılır. Doğrultu düzeni (şekil 12) uygulaması en kolay ve en anlamlıdır. Şekil 12'de gösterildiği gibi doğrultu düzeninde çalışma doğrultuları, kıyı çizgisine yaklaşık olarak dik olacak şekilde seçilir [25].

Bu çalışmada da doğrultu yöntemiyle konum ölçmeleri yapılmıştır.

## 2.2. Sayısal Model Çalışmaları

Yapılan arazi çalışmalarının yanısıra, ayrıca sayısal modelle karşılaştırma düşünülmüştür.

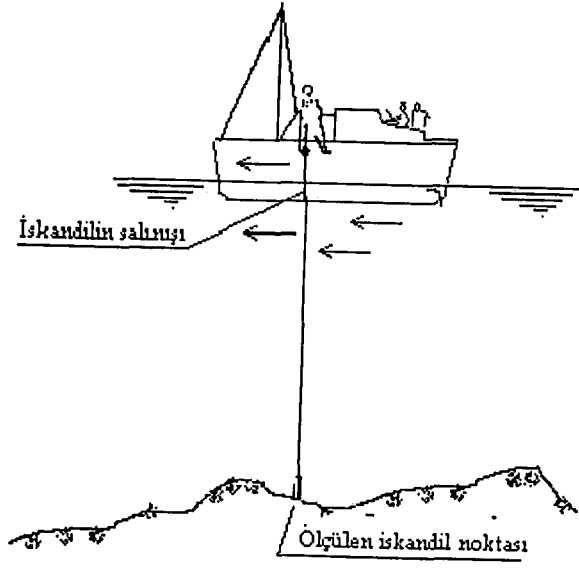
Bu amaçla bazı sayısal modeller vardır. Sadece kıyı çizgisinin değişimini dikkate alan one-line model ve bütün taban konturlarının değişimini dikkate alan n-line model bunlardan en bilinenleridir. Bu çalışmada, mahmuzlar arasında kalan alandaki bütün noktalarda değişimin hesaplanabilmesi için hem kıyı boyu taşınımı hemde kıyıya dik taşınımı dikkate alan ve nokta nokta kıyı değişimini hesaplayabilen bir sayısal modelle karşılaştırma yapılmıştır.

Özölçer [12] ve Birben [26] tarafından geliştirilen sayısal modelde en genel halde kıyı değişimini gösteren süreklilik denklemi aşağıdaki gibidir (Şekil 13).

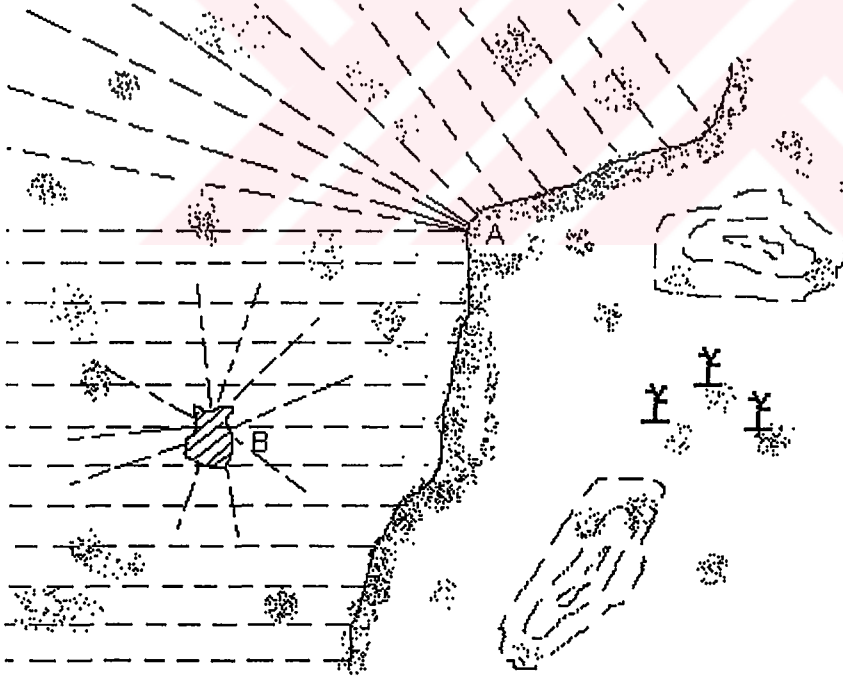
$$\frac{\partial z}{\partial t} = \frac{\partial q_x}{\partial y} + \frac{\partial q_y}{\partial x} \quad (28)$$

Taşınımın maksimum olduğu nokta,  $q_x/q_{\max}=1.0$  olduğu durumdur. Burada X: Kıyıdan herhangi bir noktanın mesafesini,  $X_b$  : Kırılma noktasının mesafesini göstermek üzere CERC denkleminde,  $X/X_b=0$  olduğu nokta yani kıyı çizgisi üzeri kullanılmıştır.

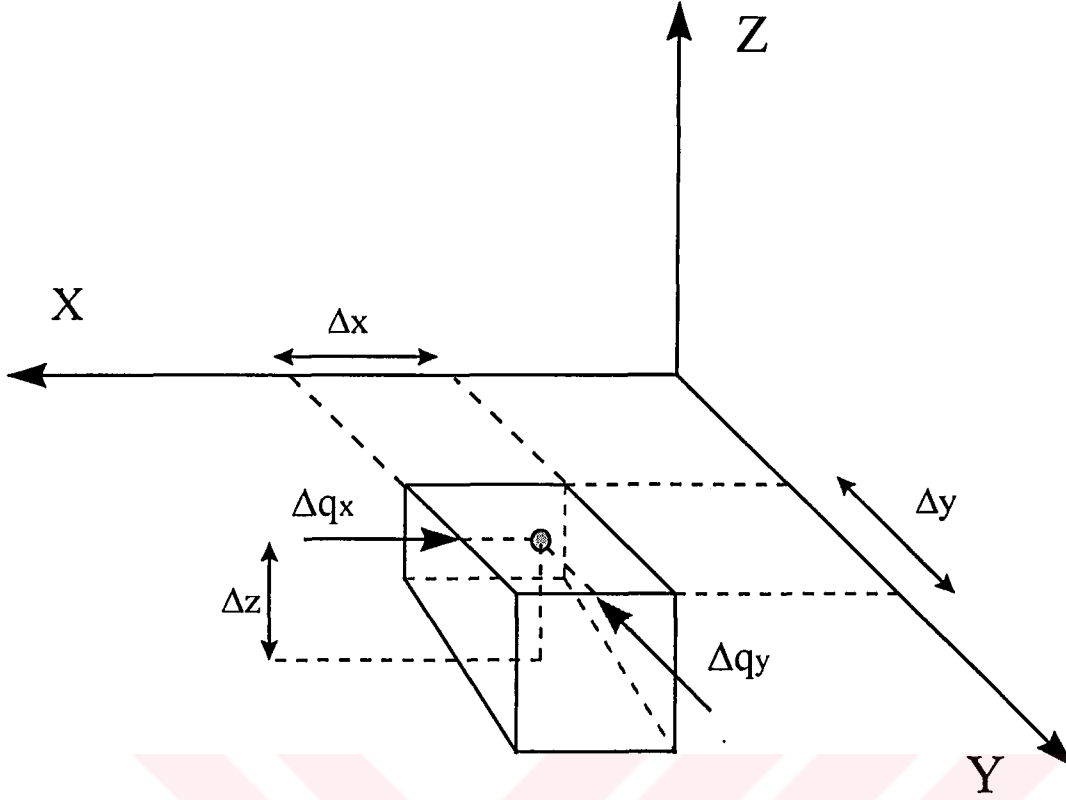




Şekil 11. İp iskandili alınışı



Şekil 12. Doğrultu düzeninde botun izleyeceği rota [25].



Şekil 13. Sayısal modelin fiziksel ifadesi [12].

$X/X_b=0$  için kullanılan denklemin hesaplanması aşağıdaki gibidir (Şekil 14).

$$\frac{q_x}{q_{\max}} = \left[ 1 - 0.63 \cdot (x/x_b)^{2/3} \right] \quad (29)$$

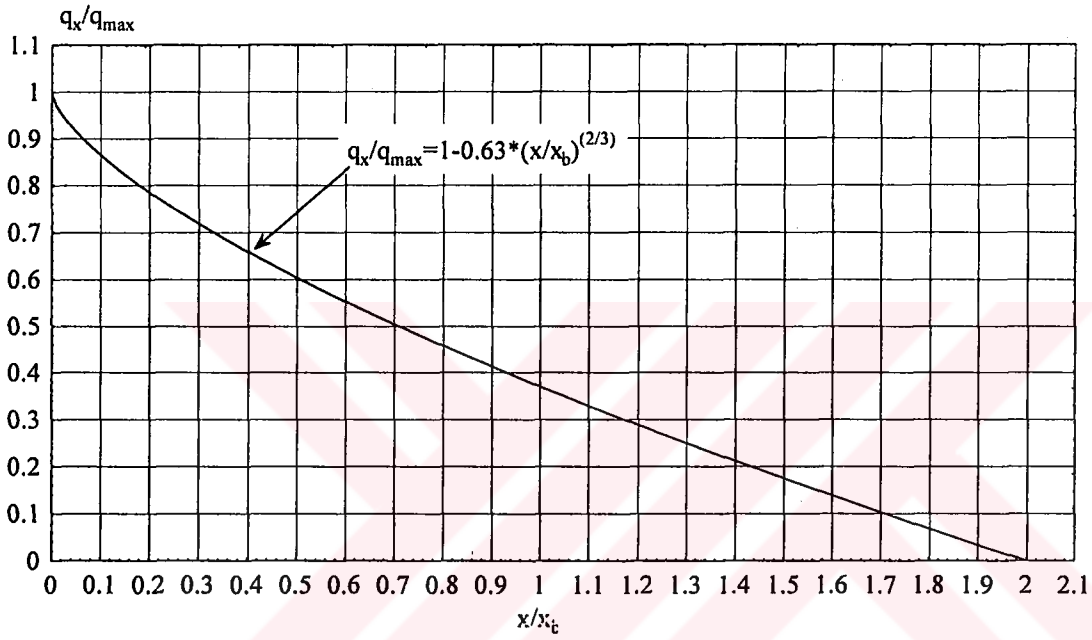
$$q_x = q_{\max} \cdot \left[ 1 - 0.63 \cdot (x/x_b)^{2/3} \right] \quad (30)$$

$$\int_0^x q_x \cdot dx = Q_x = \int_0^x \left[ 1 - 0.63 \cdot (x/x_b)^{2/3} \right] \cdot dx \quad (31)$$

$$q_{\max} = \frac{Q_x}{\int_0^x \left[ 1 - 0.63 \cdot (x/x_b)^{2/3} \right] \cdot dx} \quad (32)$$

$$q(x/x_b) = q_{\max} \cdot \int_0^2 \left[ 1 - 0.63 \cdot (x/x_b)^{2/3} \right] \cdot dx \quad (33)$$

$$q(x/x_b) = \left[ 1.25 - 0.7875 \cdot (x/x_b)^{2/3} \right] \cdot Q_x \quad (34)$$



Şekil 14.  $X/X_b=0$  için kıyıya paralel taşınımın kıyıya dik yayılışı [12].

Sayısal modelde kıyıya dik taşınım için,  $U_r$  Ursel parametresi,  $\psi$  Shields parametresi ve  $\omega_0$  çökme hızını göstermek üzere aşağıdaki formül kullanılmıştır [12].

$$q_{net} = -1.15 \cdot 10^{-7} \cdot \omega_0 \cdot d_{50} \cdot U_r^{0.2} \cdot \psi \cdot (\psi - 0.13 \cdot U_r) \quad (35)$$

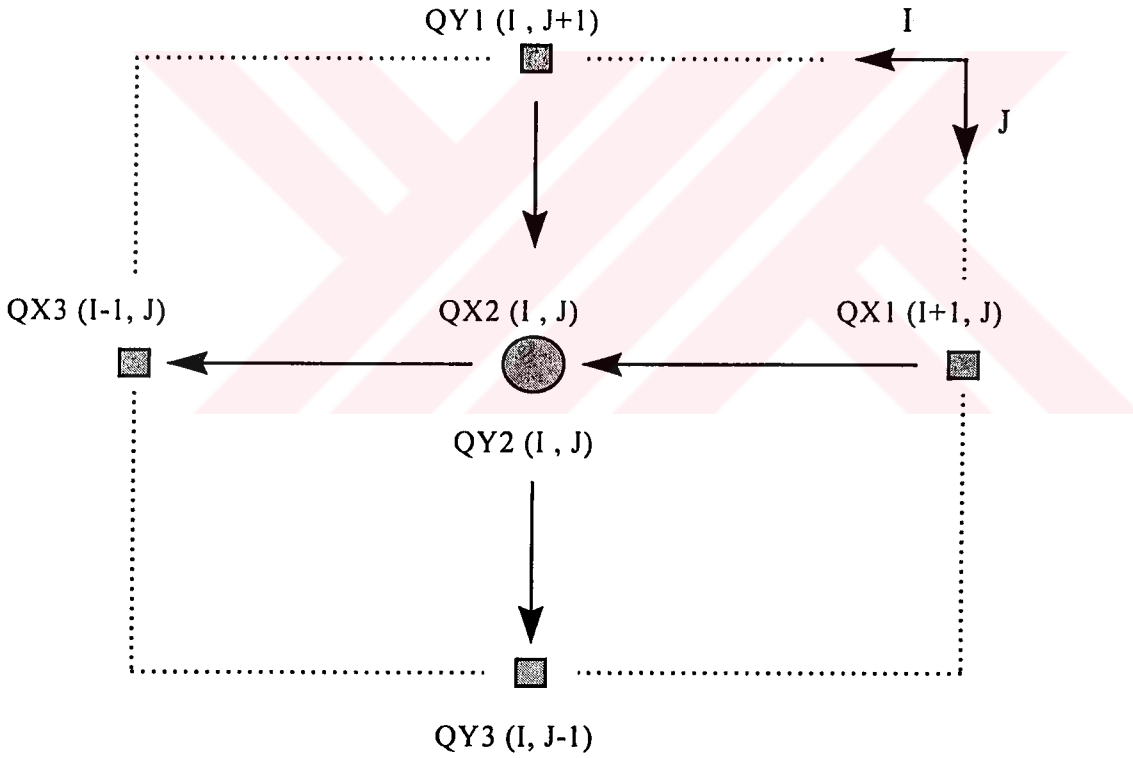
Kıyı boyu taşınım için kullanılan CERC formülü aşağıda verilmiştir.

$$Q = \left( H^2 \cdot C_g \right)_b \cdot [a_1 \cdot \sin 2\alpha]_b \quad (36)$$

### 2.2.1. Sayısal Modelin Bilgisayar Uygulaması

Birben ve Özölçer tarafından geliştirilen sayısal modelde çalışılan alan  $12.5 \times 12.5$   $\text{cm}^2$ 'lik karelere bölünmüştür. Formüllerden her bir karedeki taşınım miktarı hesaplanabilmektedir. Bir noktadaki taşınım miktarı, kendi üzerindeki taşınım miktarı dahil, çevresindeki noktalarla beraber 5 tane noktanın taşınım miktarından hesaplanabilmektedir. Bu debiler ve pozitif taşınım yönleri Şekil 15'de gösterilmektedir.

QX1, QX2 ve QX3 kıyıya paralel taşınım debileri, QY1, QY2 ve QY3 ise kıyıya dik taşınım debilerini göstermektedirler. Bu nokta civarındaki toplam debi, işaretleri elde edildikten sonra, bu 6 debi miktarının toplamı sonucu elde edilmektedir. Debi elde edildikten sonra ise dolma yüksekliği bulunmaktadır [12].



Şekil 15. Sayısal modelde bir noktada etkili olan taşınım debileri ve pozitif yönleri

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Arazi Çalışması Sonuçları

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde dört farklı yapı üzerinde ölçümler yapılmıştır. Ölçümleri yapılan mahmuzlar birbirlerinden farklı şekillerde seçilmiştir. Of- Kıyıcık'ta Sosyal Sigortalar hastanesinin 2-3 km. batısında petrol istasyonunun arkasındaki iki adet "T" mahmuz ve bir adet "T" mahmuzda, Trabzon'da Türkiye Cumhuriyeti Karayolları (T.C.K.) 10. Bölge Müdürlüğü önündeki "L" mahmuzda ve Çarşıbaşı'nın 2-3 km. doğusundaki bir adet düz mahmuzda arazi çalışmaları yapılmıştır. Ölçüm yapılan yerler ek şekil 1,2 ve 3'te gösterilmiştir. T.C.K. önündeki yapı, balıkçı barınağı olarak inşa edilmiş ve bir "L" mahmuz şeklini andırmaktadır. Of ve Çarşıbaşı'ndaki mahmuzlar ise kıyı koruması amacıyla inşa edilmiştir.

Of'ta bulunan iki adet "T" mahmuzun ortasında kum, doğusunda ve batısında çakıl birikmektedir. Diğer ölçüm bölgelerinde ise kum birikmektedir.

Of'taki iki adet "T" ve bir adet "T" mahmuz inşa edildikten hemen sonra ölçümlere başlandığı için bu mahmuzların kıyı çizgisinin değişimine olan etkisi çok güzel bir şekilde incelenmiştir (Ek Şekil 42, 43, 44, 45).

Dört ölçüm sahasında karelaj yapılmıştır ve her defasında bu karelaja göre ölçümler gerçekleştirilmiştir. Yapılan karelajlar ek şekil 4,5,6 ve 7'de görülmektedir. Bu şekillerde verilen noktalara göre yapılan ölçüm sonuçları ek tablo 1,2,3 ve 4'te verilmiştir.

Düz mahmuz ve "T" mahmuzlar için Doğu Karadeniz'in hakim dalga yönü olan NW'den  $\theta=15^\circ$ 'lik açı, periyod  $T=7\text{sn.}$ ,  $H=1\text{m.}$  lik dalga yüksekliği ve ortalama dane çapı  $d_{50}=0.33\text{ mm.}$  kullanılarak sayısal model sonuçları elde edilmiştir.

Arazi çalışmalarından ve sayısal modelden elde edilen taban topoğrafyaları ek şekiller 8, 9, 10, ....., 37, 38, 39'da verilmiştir.

Sayısal model taban topoğrafyalarında, 1 br. 5m.'yi göstermektedir.

## 4. İRDELEME

Bu bölümde arazi ölçümlerinin ve sayısal model sonuçlarının değerlendirilmesi için bir dolma miktarı parametresi ( $R_i$ ) tarif edilmiştir. Arazi ölçüm ve sayısal model sonuçları dolma miktarı parametresine ve taban topoğrafyalarına göre incelenmiştir.

### 4.1. Sonuçların Dolma Miktarı Parametresine Göre Değerlendirilmesi

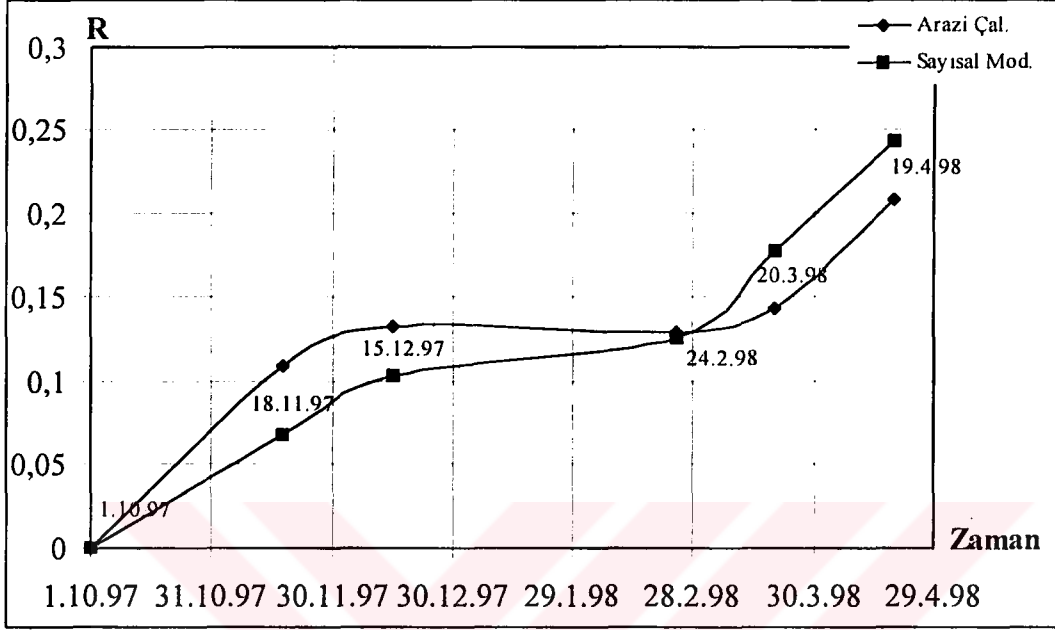
Dolma miktarı parametresini bulabilmek için, mahmuzların koruma alanı içindeki okumaların farklarının toplamı ( $\sum Z$ ), birim alanla ( $A_i$ ) çarpılmıştır. Mahmuzların koruma alanları ek şekil 4,5,6 ve 7'de gösterilmiştir. Birim alan her mahmuz için değişmektedir. Böylece toplam katımadde biriktirme miktarı ( $B_k$ ) bulunmuştur ( $B_k = \sum Z \cdot A_i$ ). Mahmuzların koruma hacmi ( $B_t$ ) ise mahmuzların koruma alanı ( $A_k$ ) ile mahmuz önündeki su derinliği ( $h_m$ ) çarpılarak elde edilmiştir ( $B_t = A_k \cdot h_m$ ). Toplam katımadde biriktirme miktarı ( $B_k$ ), mahmuzların koruma hacmine ( $B_t$ ) bölünerek boyutsuz dolma miktarı oranı ( $R_i$ ) elde edilmiştir ( $R_i = B_k / B_t$ ).

Of ta bulunan "T" mahmuz için dolma miktarı oranları tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. "T" mahmuz için dolma miktarı oranları (Of)

Ölçüm Tarihi	$R_i$ (Arazi Ölçümü)	$R_i$ (Sayısal Model)
18.11.1997	0.11	0.068
15.12.1997	0.133	0.104
24.2.1998	0.13	0.126
20.3.1998	0.143	0.178
19.4.1998	0.208	0.244

Tablo 4'e göre dolma miktarı oranının değişimi şekil 16' da görülmektedir.



Şekil 16. "T" mahmuz için zamana göre dolma miktarı oranının değişimi

Şekil 16 incelendiğinde "T" mahmuz için dolma miktarı oranının zamanla arttığı görülüyor. Artış miktarı sayısal modelde daha fazla olmaktadır. Ancak gerçekte Aralık-Şubat ayları arasında dolma miktarlarında bir artış olmadığı gözlenmiştir. Bunun iki nedeni olabilir. Birincisi, kışın gelen dalgalar mevcut malzemeyi alıp açıklara götürebilirler, ikincisi ise bu bölgeden kum alınmış olabilir.

Ölçüm yapılan bölge devamlı gözlem altında tutulmaktadır ve Aralık-Şubat ayları arasında bu bölgeden ihmal edilecek miktarda kum alındığı bilinmektedir. Dolayısıyla bu zaman aralığında dolma miktarında artış olmamasının nedeni, kum alınmasına bağlı değildir. Bu durumda birinci neden ağırlık kazanmaktadır. Bu zaman aralığı, fırtına (kış) profiline karşılık gelmektedir. Fırtına profiline de dik dalgalar kıyıya daha sık gelmekte ve kıyıdan denize doğru katımadde hareketi oluşmaktadır.

Sayısal model sonucunda ise, dolma miktarında devamlı artış olmaktadır. Bunun nedeni, fırtına profiline sayısal modelde tam olarak ifade edilmeyişindedir. Dalga

yüksekliği artırılarak, fırtına profili oluşturulabilir diye düşünülebilir. Fakat dalga yüksekliği, artırıldığı zaman dolma miktarı daha da yükselmektedir.

Ek şekillerden taban topografyaları incelendiğinde, mahmuz inşa edildikten hemen sonra, batı tarafında dolmaların meydana geldiği görülmektedir. Dolma miktarı zamanla artmıştır. Dolmanın meydana geldiği kısım mahmuzdan itibaren 40-50 m. civarındadır. Bu noktadan itibaren mahmuzun kıyı çizgisine bir etkisi görülmemektedir. Mahmuzun doğu tarafında ise ilk zamanlarda fazla bir değişiklik olmamakla beraber zamanla mahmuzun 20 m. doğusunda oyulmalar meydana gelmiştir. Ayrıca mahmuzun başlık kısmında zamanla 1-1,5 m. civarında oyulmalar olduğu gözlenmiştir.

Sayısal modelden elde edilen taban topografyaları incelendiğinde, arazide oluşuma benzer şekilde, mahmuzun batı tarafında kıyıda ilerlemeler olmuştur. Sayısal modelde meydana gelen kıyı ilerlemesi arazi ölçümlerine göre daha fazladır. Mahmuzun başlık kısmında arazide olduğu gibi sayısal modelde de oyulmalar meydana gelmiştir. Arazi çalışmasından ve sayısal modelden elde edilen sonuçlar literatürdeki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Yani, mahmuzun memba tarafında dolma, mansap tarafında ve başlık kısmında oyulmalar meydana gelmektedir.

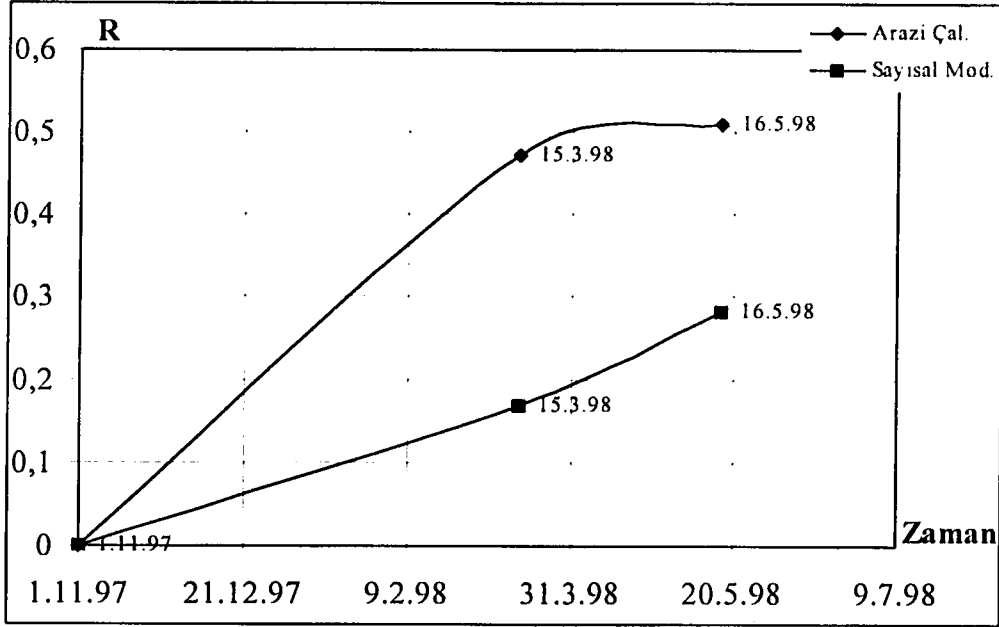
Of ta bulunan iki "T" mahmuzdan oluşan mahmuz sistemi için dolma miktarı oranları tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. İki adet "T" mahmuz için dolma miktarı oranları (Of)

<b>Ölçüm Tarihi</b>	<b>R<sub>i</sub> (Arazi Ölçümü)</b>	<b>R<sub>i</sub> (Sayısal Model)</b>
15.3.1998	0.471	0.168
16.5.1998	0.510	0.282

Tablo 5'e göre dolma miktarı oranının değişimi şekil 17' de görülmektedir. Şekil 17'yi incelediğimiz de, mahmuzun inşa edildikten hemen sonra dolmaya başladığını görüyoruz. Dolma miktarı Mart ayına kadar çok fazladır. Bu aydan itibaren dolma miktarındaki artış devam etmektedir. Fakat bu artışın oranı önceki artışa nazaran çok daha azdır. Bunun nedenini mahmuzun kapasitesinin dolmasına bağlayabiliriz. Sayısal modelde de dolma miktarının, araziye göre daha az olmasına rağmen arttığını görüyoruz.





Şekil 17. İki adet "T" mahmuz için zamana göre dolma miktarı oranının değişimi

İki "T" mahmuzdan oluşan mahmuz sistemi, bir "T" mahmuza çok yakın bir yerdedir. Bunlar arasındaki ilişkiyi incelediğimizde, iki mahmuzdan oluşan sistemdeki dolma miktarının tek mahmuza göre çok daha fazla olduğunu anlıyoruz. Ayrıca, mahmuz sisteminde kıyının oyulmadığı da görülüyor. Bunun için bu bölgede mahmuz sistemlerinin inşasının daha uygun olduğu anlaşılmaktadır. Ek şekillerden, taban topografyaları incelendiğinde arazi sonuçları ile sayısal model sonuçlarının kısmen benzerlik gösterdiği anlaşılıyor. Ancak, sayısal modelde sadece memba tarafında dolma meydana gelirken, gerçekte her iki tarafta da dolma meydana gelmektedir. Bunun nedeni, sayısal modelde düzenli dalga ile çalışılırken, gerçekte devamlı düzenli dalgaların olmadığı açıktır. Düzensiz dalgalar nedeniyle her iki tarafta da dolmaların meydana geldiği görülmektedir. Mahmuzun başlık kısmında oyulmaların meydana gelmesi arazide ve sayısal model sonucunda birbirine benzemektedir.

Of'ta bulunan bu mahmuzların derelere yakın olması da çok çabuk bir şekilde dolmalarına neden olmuştur.

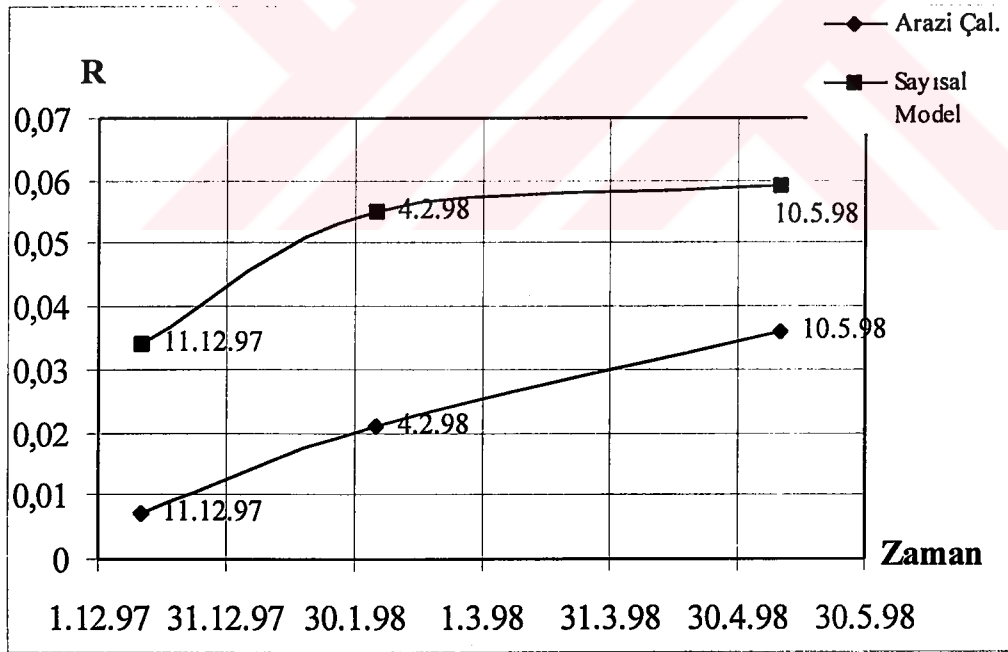
Ayrıca iki "T" mahmuzun boylarının tek "T" mahmuzdan küçük olmasına rağmen, dolma miktarlarının daha fazla olduğu görülmektedir.

Çarşıbaşı'nda bulunan düz mahmuz için dolma miktarı oranları tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Düz mahmuz için dolma miktarı oranları (Çarşıbaşı)

Ölçüm Tarihi	$R_i$ (Arazi Ölçümü)	$R_i$ (Sayısal Model)
11.12.1997	0.007	0.034
4.2.1998	0.021	0.055
10.5.1998	0.036	0.059

Tablo 6'ya göre dolma miktarı oranının değişimi şekil 18' de görülmektedir.



Şekil 18. Düz mahmuz için zamana göre dolma miktarı oranının değişimi

Şekil 18'i incelediğimizde dolma miktarının zamana bağlı olarak arttığını görüyoruz. Bu mahmuz çok önceleri inşa edildiğinden ve elimizde fazla veri olmadığından dolayı tam olarak bir yorum yapmamız mümkün değil. Taban topografyaları incelendiğinde, zamanla mahmuzun dolduğunu, batı tarafında kıyının 4 m. kadar ilerlediğini ve mahmuzun kendisinden itibaren 70 m. mesafeye kadar kıyı çizgisini etkilediği görülüyor. Doğu tarafında ise kısmen kıyının oyulduğu anlaşılmaktadır.

Taban topografyalarından da, sayısal modeldeki dolma miktarının daha fazla olduğunu görüyoruz. Gerçekte ise dolma miktarı çok fazla değildir. Bu da, mahmuzun kapasitesinin azaldığını göstermektedir. Ayrıca sayısal modelde, mahmuzun doğu tarafında hemen hemen hiç değişiklik olmamasına rağmen, arazide mahmuzun doğu tarafının, batıya nazaran çok daha sığ olduğu tespit edilmiştir. Bu da düzensiz dalgaların etkisini ve gelen malzemenin zamanla doğruya doğru taşındığını göstermektedir.

T.C.K. 10. Bölge Müdürlüğü önündeki "L" Mahmuz şeklindeki balıkçı barınağı için dolma miktarı oranları tablo 7'de verilmiştir.

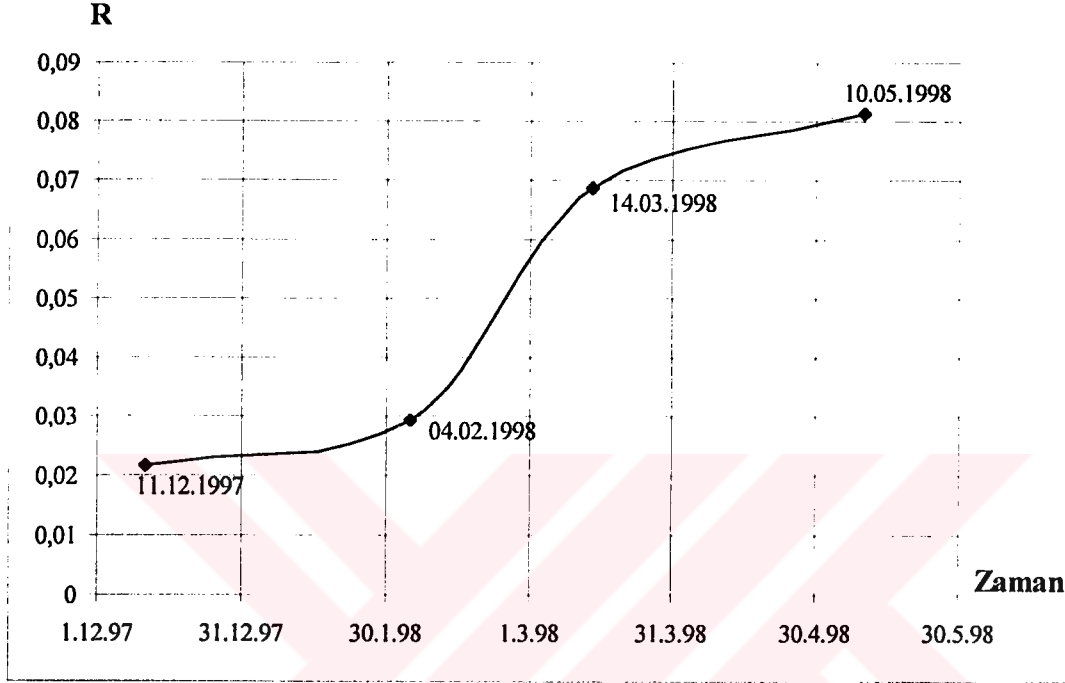
Tablo 7. "L" mahmuz için dolma miktarı oranları (T.C.K.)

Ölçüm Tarihi	$R_i$ (Arazi Ölçümü)
11.12.1997	0.0217
04.2.1998	0.0292
14.3.1998	0.0686
10.5.1998	0.0813

Tablo 7'ye göre, dolma miktarı oranının değişimi şekil 19'da görülmektedir. Şekil 19'u incelediğimizde, dolma miktarında zamanla devamlı bir artış görülmektedir. Ancak Aralık-Şubat dönemindeki artış miktarı diğer aylara göre daha azdır. Bunun nedeni de, fırtına profili nedeniyle malzemenin açığa doğru çekilmesidir. Aynı zaman aralığı dikkate alındığında, buradaki dolma miktarının değişimi ve Of'taki "T" mahmuzun dolma miktarı değişimi benzerlik göstermektedir. Her iki yerde de bu dönemde dolma miktarı oranlarında ki değişim çok azdır.

Taban topografyası incelendiğinde, barınağın iç kısmında dolmalar ve kıyıda ilerlemeler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, barınağın batısında bulunan derelerden gelen malzemeler, barınağın boyunun uzun olması nedeniyle burada tutulmaktadır ve barınağın

içinin dolmasına neden olmaktadır. Böylece barınak bir kum kapanı gibi çalışmaktadır. Gelen malzemenin çoğunun tutulması nedeniyle, barınağın doğusunda bulunan mahmuzlarda çok az miktarda malzeme tutulduğu gözlenmiştir [27].



Şekil 19. "L" mahmuz için zamana göre dolma miktarı oranının değişimi (T.C.K.)

## 5. SONUÇLAR

Kıyı koruması ile ilgili olarak birçok ülkede çalışmalar yapılmış olup, bu çalışmalar halen devam etmektedir. Optimum bir şekilde projelendirilmiş kıyı yapısıyla kıyı dengesini korumak için sayısal modeller geliştirilmiş ve saha çalışmaları yapılmıştır.

Bu çalışmada da Doğu Karadeniz'de üç farklı yerde seçilen mahmuzlar üzerinde arazi ölçümleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1. Zamana bağlı olarak, tüm mahmuzların dolma miktarlarında artış olmuştur. Ancak bu artış mahmuzların kapasiteleriyle sınırlıdır. Mahmuzların kapasiteleri dolduğunda artış oranında azalma olmaktadır.

2. Fırtına profilinin olduğu zamanlarda, dolma miktarında fazla bir değişiklik olmamaktadır.

3. Genellikle mahmuzların memba kısımlarında dolma, mansap kısımlarında kısmen oyulmalar olmaktadır. Bu durum, sayısal model sonuçları ve literatürde görülen sonuçlarla benzerlik arz etmektedir.

4. Mahmuzların başlık kısmında oyulmalar olmaktadır. Sayısal modelde de aynı sonuç elde edilmiştir.

5. Mahmuz sistemleri tek mahmuzlara göre daha iyi sonuçlar vermektedir. Dolma miktarları daha fazla olmaktadır.

6. Kıyı boyu taşınımın fazla olduğu yerlere veya derelerin yakınına yapılacak mahmuzlarda dolma daha hızlı bir şekilde olmaktadır.

7. Mahmuzun boyunun uzun olması, daha fazla malzeme tutacağı anlamına gelmemektedir.

8. Karadeniz Sahil yolunun yapımına başlandığı bu günlerde yapılan tahkimatlarla zaten sınırlı sayıda ve genişlikte olan plajlar yok olacaktır. Uygun yerler tespit edilip (mesela Of-Kıyıcık-Eskipazar sahili) buralara yapılacak olan "T" mahmuz sistemleriyle kısa sürede güzel plajlara sahip olmak mümkündür.

9. Yapılan çalışmalarla doğru yerlere inşaa edilecek mahmuzlar birer kum kapanı olarak çalışacak ve bölgenin kum-çakıl ihtiyacının karşılanmasında önemli rol oynayacaklardır.

10. Uygun yerler ve boyutlar tespit edilerek, inşa edilecek mahmuzlarla balıkçı barınaklarının dolması engellenebilir.

## 6. ÖNERİLER

Dalga ve katımadde parametreleri çok karmaşık bir yapıya sahiptir. Şu ana kadar tam anlamıyla bir çözüm sunulabilmiş değildir. Bu karmaşıklıktan dolayı, geliştirilmiş olan sayısal modelin araziye tam olarak uydurulmasında güçlükler çekilmektedir. Çok daha değişik şartları gözönüne alabilen sayısal modellerin geliştirilmesi gereklidir. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar için bir genelleme yapmamız mümkün değildir. Ayrıca arazi verilerinin elde edilmesindeki zamanın kısa oluşu sıhhatli yorum yapmamızı engellemektedir. Ancak yine de elde edilen veriler kıyıda nasıl bir değişiklik olacağı hakkında az da olsa bizlere bir fikir vermektedir.

Dolayısıyla uzun süreli saha ölçümleri yapılarak elde edilecek verilerle beraber bir sayısal model geliştirilip, ölçüm yapılan bölgelerin fiziksel modellerinin yapılması çok daha uygun sonuçlar verecektir.



## 7. KAYNAKLAR

1. Watanabe, A., Shimizu, T., Kondo, K., Field Application of a Numerical Model of Beach Topography Change, Coastal Sediment '91, 2 (1991), 1814 –1827.
2. Brampton, A.H., Godberg, D.G., Mathematical Model of Groyned Shingle Beaches, Coastal Sediment '91, 2 (1991), 1842-1855.
3. Prestedje, G.K., Strickland, I.G., Watson, M.W., Artifical Headland and Submerged Groyne for a Beach Improvement Project, Coastal Sediment '91, 2 (1991), 1901-1915.
4. Mimura, N., Kato, H., Topographic Responses to the Construction of Large Part Structures on Oarai Port, Coastal Sediment '91, 2 (1991), 2292-2305.
5. Badiei, P., Kamphuis, J.W., Hamilton, D.G., Physical Experiments on the Effects of Groins on Shore Morphology, Coastal Engineering, 1994, 1782-1796.
6. Kraus, N.C., Hanson, H., Blomgren, S.H., Modern Functional Design of Groin Systems, Coastal Engineering, 1994, 1327-1342.
7. Barcelo, J.P., Experimental Study of the Hydraulic Behavior of Groyne Systems, Coastal Engineering, 1968, 526-547.
8. Spatura, A.N., Breakwaters for the Protection of Romanian Beaches, Coastal Engineering, 1990, 129-146.
9. Hanson, H., Kraus, N.C., Comparison of Shoreline Change Obtained with Physical and Numerical Models, Coastal Sediment '91, 1991, 1785-1799.
10. Fulford, E.T., Bass, G.P., Rehabilitation of the South Jetty Ocean City, Coastal Sediment '91, 1991, 1755-1769.
11. Özölçer, İ.H., Kıyı Korumasında ve Plaj Teşkilinde Düz ve T Mahmuzların Optimum Dizaynı ve Doğu Karadeniz Bölgesinde Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1993.
12. Özölçer, İ.H., Kıyı Korumasında Mahmuzların Etkilerinin Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1998.
13. Önsoy, H., Batı Akdeniz'de Cezayir Kıyılarında Deniz Erozyonuna Karşı Korunma ve Yapay Plaj İçin Bir Etüt, K.T.Ü. İnşaat Müh. Bölümü, Trabzon.
14. Yüksek, Ö., Kıyı ve Liman Mühendisliği Ders Notları, K.T.Ü. İnşaat Mühendisliği Bölümü, Trabzon, 1995.
15. Kapdaşlı, S., Kıyı Mühendisliği, İ.T.Ü. Yayını No: 1504, İstanbul, 1992.
16. Yüksek, Ö., Kıyı Hidroliği Ders Notları, K.T.Ü. İnşaat Mühendisliği Bölümü, Trabzon, 1995.
17. Uysal, K., Rüzgar Verileri Kullanarak Doğu Karadeniz'de Tasarım Dalgası Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1995.

18. am, T., Doğu Karadeniz'de Dalga Tahmini ve Tasarım Dalgası zelliklerinin Belirlenmesi , Yüksek Lisans Tezi, K.T.., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1986.
19. Yüksek, ., Balıkçı Barınaklarının Dolma Sürecinin Araştırılması ve Uygun Proje ltlerinin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, K.T.., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1992.
20. Orhan, F., Doğu Karadeniz Akarsularında Sürüntü Maddesi Hareketi ve Miktarının Etüdü , Yüksek Lisans Tezi, K.T.., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1992.
21. E. İ. E. İ. Genel Müdürlüğü, Türkiye Akarsularında Sediment Gözlemleri ve Sediment Taşınım Miktarları, Yayın No: 87-44, Ankara, 1987.
22. Bilgin, R., Kıyı Hidroliği Ders Notları, K.T.. İnaşat Mühendisliği Bölümü, Trabzon, 1988.
23. Hanson, H., Kraus, N.C., GENESIS: Generalized Model for Simulating Shoreline Change, Report 1, Technical Reference, CERC, Mississippi, 1989, 25-57.
24. Yüksek, ., Kıyılarda Katımadde Hareketi Ders Notları, KT İnaşat Mühendisliği Bölümü, 1995.
25. Sme, V., lme Bilgisi, Akademi Kitabevi, Rize, 1998.
26. Birben, A.R., Aıkdeniz Dalgakıranlarının Katımadde Biriktirme Oranına Etkisinin Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1998.
27. İnan, H., Pulatkan, İ., Doğu Karadeniz'deki Kıyı Değişimlerinin llmesi ve Değerlendirilmesi, Bitirme alışması, K.T.. İnaşat Mühendisliği Bölümü, Trabzon, 1998.



## 8. EKLER

Ek Tablo 1. T mahmuz için ölçüm sonuçları (Of)

Ölçüm Tarihleri		Ekim-97	18.11.97	15.12.97	24.2.98	20.3.98	19.4.98
X	Y	Z <sub>1</sub> (m)	Z <sub>2</sub> (m)	Z <sub>3</sub> (m)	Z <sub>4</sub> (m)	Z <sub>5</sub> (m)	Z <sub>6</sub> (m)
0	0	0.75	0.75	0.76	0.75	0.7	0.68
0	10	-0.13	-0.13	-0.19	-0.17	-0.17	0
0	20	-1	-1	-1	-1	-1	-1
0	30	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
0	40	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8
0	50	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9
0	60	-2	-2	-2	-2	-2	-2
0	70	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1
0	80	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
0	90	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5
10	0	0.75	0.68	0.52	0.75	0.6	0.66
10	10	-0.13	-0.12	-0.07	-0.13	-0.15	-0.07
10	20	-1	-1	-1	-1	-1	-1
10	30	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
10	40	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8
10	50	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9
10	60	-2	-2	-2	-2	-2	-2
10	70	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1
10	80	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
10	90	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5
20	0	0.75	0.63	0.64	0.92	0.58	0.56
20	10	-0.13	-0.11	0	-0.3	-0.1	-0.09
20	20	-1	-1	-1	-1	-1	-1
20	30	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
20	40	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8
20	50	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9
20	60	-2	-2	-2	-2	-2	-2
20	70	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1
20	80	-2.2	-2.2	-2.2	-2.1	-2.1	-2.1
20	90	-2.5	-2.5	-2.5	-2.4	-2.4	-2.4
30	0	0.75	0.65	0.75	0.85	0.54	0.52
30	10	-0.13	-0.07	0	-0.28	-0.07	-0.13
30	20	-1	-1	-1	-1	-1	-1
30	30	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
30	40	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8
30	50	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9
30	60	-2	-2	-2	-2	-2	-2

Ek Tablo 1.'in devamı

Ölçüm Tarihleri		Ekim-97	18.11.97	15.12.97	24.2.98	20.3.98	19.4.98
X	Y	Z <sub>1</sub> (m)	Z <sub>2</sub> (m)	Z <sub>3</sub> (m)	Z <sub>4</sub> (m)	Z <sub>5</sub> (m)	Z <sub>6</sub> (m)
30	70	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1
30	80	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.1
30	90	-2.5	-2.5	-2.5	-2.45	-2.4	-2.4
40	0	0.75	0.67	0.8	0.83	0.58	0.64
40	10	-0.13	-0.09	0	-0.2	-0.14	-0.16
40	20	-1	-1	-1	-1.1	-1.2	-1.3
40	30	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
40	40	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8
40	50	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9
40	60	-2	-2	-2	-2	-2	-2
40	70	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1
40	80	-2.2	-2.2	-2.2	-2.15	-2.1	-2.1
40	90	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5
50	0	0.75	0.8	0.76	0.82	0.6	0.72
50	10	-0.13	-0.08	0	-0.2	-0.15	-0.18
50	20	-1	-1	-1	-1.1	-1.15	-1.25
50	30	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
50	40	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8
50	50	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9
50	60	-2	-2	-2	-2	-2	-2
50	70	-2.1	-2.1	-2.1	-2.2	-2.4	-2.5
50	80	-2.2	-2.2	-2.2	-2.5	-2.7	-2.8
50	90	-2.5	-2.5	-2.5	-2.8	-3	-3.2
60	0	0.75	0.81	0.92	0.76	0.78	0.78
60	10	-0.13	0	0.1	-0.19	-0.11	0
60	20	-1	-1	-0.9	-1	-1.1	-1.2
60	30	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
60	40	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.85	-1.85
60	50	-1.9	-1.9	-1.9	-1.92	-1.95	-2
60	60	-2	-2	-2.05	-2.2	-2.3	-2.5
60	70	-2.1	-2.1	-2.15	-2.3	-2.5	-2.7
60	80	-2.2	-2.2	-2.25	-2.5	-2.7	-3
60	90	-2.5	-2.5	-2.6	-2.9	-3.1	-3.4
70	0	0.75	0.71	1.05	0.78	0.82	0.81
70	10	-0.13	0.31	0.3	-0.1	0	0.29
70	20	-1	-1	-1.05	-0.8	-0.6	-0.29
70	30	-1.5	-1.5	-1.5	-1.3	-1.2	-0.9
70	40	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8
70	50	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.95	-2
70	60	-2	-2	-2	-2.2	-2.3	-2.4

Ek Tablo 1.'in devamı

Ölçüm Tarihleri		Ekim-97	18.11.97	15.12.97	24.2.98	20.3.98	19.4.98
X	Y	Z <sub>1</sub> (m)	Z <sub>2</sub> (m)	Z <sub>3</sub> (m)	Z <sub>4</sub> (m)	Z <sub>5</sub> (m)	Z <sub>6</sub> (m)
70	70	-2.1	-2.1	-2.1	-2.5	-2.7	-3
70	80	-2.2	-2.2	-2.2	-2.7	-3	-3.5
70	90	-2.5	-2.5	-2.5	-3	-3.3	-3.8
80	0	0.75	0.73	1.04	0.87	1	1.1
80	10	-0.13	0.42	0.67	0.2	0.4	0.58
80	20	-1	-0.51	-0.67	-0.7	-0.8	0
80	30	-1.5	-1.4	-1.3	-1.2	-1	-0.8
80	40	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.85
80	50	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-2
80	60	-2	-2	-2.1	-2.4	-2.6	-2.8
80	70	-2.1	-2.1	-2.2	-2.7	-3	-3.5
80	80	-2.2	-2.2	-2.3	-2.9	-3.2	-3.8
80	90	-2.5	-2.5	-2.8	-3.2	-3.5	-4
90	0	0.75	0.79	1.15	1.16	1.28	1.5
90	10	-0.13	0.3	0.68	0.57	0.78	0.53
90	20	-1	-0.03	0	-0.4	-0.78	0.28
90	30	-1.5	-1.2	-1	-0.95	-0.9	-0.28
90	40	-1.8	-1.8	-1.6	-1.35	-1.2	-1
90	70	-2.1	-2.1	-2.4	-2.8	-3	-3.3
90	80	-2.2	-2.2	-2.5	-3	-3.5	-3.8
90	90	-2.5	-2.5	-3	-3.4	-3.7	-4
100	0	0.75	0.83	1.2	1.55	1.5	1.78
100	10	-0.13	0.22	0.66	1.15	1.25	1.37
100	20	-1	0.24	0.77	0.61	0.5	0.58
100	30	-1.5	0.34	-0.25	-0.25	-0.3	0.32
100	40	-1.8	-0.34	-0.4	-0.35	-0.4	0
100	70	-2.1	-2.4	-2.4	-2.8	-3	-3.3
100	80	-2.2	-2.5	-2.5	-3	-3.5	-3.8
100	90	-2.5	-2.7	-3	-3.4	-3.7	-4
110	0	0.75	0.65	0.7	0.75	0.8	0.93
110	10	-0.13	-0.07	0	0.1	0.35	0.4
110	20	-1	-1	-0.8	-0.2	-0.35	0
110	30	-1.5	-1.5	-1.3	-1.2	-1	-0.8
110	40	-1.8	-1.8	-1.65	-1.45	-1.2	-1.2
110	70	-2.1	-2.1	-2.4	-2.8	-3	-3.3
110	80	-2.2	-2.2	-2.5	-3	-3.5	-3.8
110	90	-2.5	-2.5	-3	-3.4	-3.7	-4
120	0	0.75	0.75	0.65	0.6	0.5	0.46
120	10	-0.13	-0.13	-0.11	-0.1	-0.1	0

Ek Tablo 1.'in devamı

Ölçüm Tarihleri		Ekim-97	18.11.97	15.12.97	24.2.98	20.3.98	19.4.98
X	Y	Z <sub>1</sub> (m)	Z <sub>2</sub> (m)	Z <sub>3</sub> (m)	Z <sub>4</sub> (m)	Z <sub>5</sub> (m)	Z <sub>6</sub> (m)
120	20	-1	-1	-1	-1	-1	-1
120	30	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.55
120	40	-1.8	-1.8	-1.78	-1.7	-1.65	-1.6
120	70	-2.1	-2.2	-2.4	-2.8	-3	-3.3
120	80	-2.2	-2.3	-2.5	-3	-3.5	-3.8
120	90	-2.5	-2.6	-2.7	-3.4	-3.7	-4
130	0	0.75	0.75	0.6	0.5	0.4	0.3
130	10	-0.13	-0.13	-0.1	-0.15	-0.2	-0.3
130	20	-1	-1	-1	-1.05	-1.1	-1.1
130	30	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
130	40	-1.8	-1.8	-1.75	-1.7	-1.65	-1.6
130	50	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.95	-2
130	60	-2	-2	-2	-2.05	-2.1	-2.2
130	70	-2.1	-2.1	-2.1	-2.15	-2.2	-2.3
130	80	-2.2	-2.2	-2.2	-2.25	-2.35	-2.5
130	90	-2.5	-2.5	-2.5	-2.55	-2.55	-2.6
140	0	0.75	0.75	0.6	0.5	0.4	0.3
140	10	-0.13	-0.13	-0.15	-0.5	-0.4	-0.3
140	20	-1	-1	-1	-1.1	-1.1	-1.1
140	30	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
140	40	-1.8	-1.8	-1.8	-1.75	-1.7	-1.6
140	50	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9
140	60	-2	-2	-2	-2	-2	-2
140	70	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1	-2.2
140	80	-2.2	-2.2	-2.2	-2.25	-2.3	-2.3
140	90	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5
150	0	0.75	0.75	0.6	0.55	0.5	0.3
150	10	-0.13	-0.13	-0.15	-0.55	-0.5	-0.3
150	20	-1	-1	-1	-1.1	-1.1	-1.1
150	30	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
150	40	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8
150	50	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9
150	60	-2	-2	-2	-2	-2	-2
150	70	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1
150	80	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
150	90	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5

Ek Tablo 2. İki adet T mahmuzun ölçüm sonuçları (Of)

Ölçüm Tarihleri		Kasım-97	15.3.1998	16.5.1998
X	Y	Z <sub>1</sub> (m)	Z <sub>2</sub> (m)	Z <sub>3</sub> (m)
0	0	0.4	1.7	1.9
0	10	-0.5	1	1.45
0	20	-1.5	-1.53	-1.5
0	30	-1.85	-1.75	-1.7
0	40	-2.2	-2.2	-2.2
0	50	-2.25	-2.25	-2.25
0	60	-2.35	-2.35	-2.35
0	70	-2.55	-2.55	-2.55
0	80	-2.8	-2.8	-2.8
0	90	-2.9	-2.9	-2.9
0	100	-3.2	-3.2	-3.2
12.5	0	0.4	1.7	1.9
12.5	10	-0.5	1.2	1.55
12.5	20	-1.5	-1.55	-1.5
12.5	30	-1.85	-1.75	-1.7
12.5	40	-2.2	-2.2	-2.2
12.5	50	-2.25	-2.25	-2.25
12.5	60	-2.35	-2.35	-2.35
12.5	70	-2.55	-2.55	-2.55
12.5	80	-2.8	-2.8	-2.8
12.5	90	-2.9	-2.9	-2.9
12.5	100	-3.2	-3.2	-3.2
25	0	0.4	2.16	1.9
25	10	-0.5	1.71	1.75
25	20	-1.5	0	-0.5
25	30	-1.85	-1.6	-1.55
25	40	-2.2	-2.5	-2.6
25	50	-2.25	-2.35	-2.4
25	60	-2.35	-2.35	-2.4
25	70	-2.55	-2.55	-2.6
25	80	-2.8	-2.8	-2.8
25	90	-2.9	-2.95	-3
25	100	-3.2	-3.2	-3.2
37.5	0	0.4	2.18	2.1
37.5	10	-0.5	1.56	1.7
37.5	20	-1.5	0.36	0
37.5	30	-1.85	-1.2	-1.7
37.5	40	-2.2	-2.1	-2
37.5	50	-2.25	-2.25	-2.2
37.5	60	-2.35	-2.35	-2.4
37.5	70	-2.55	-3	-3.3
37.5	80	-2.8	-3.1	-3.3
37.5	90	-2.9	-3.3	-3.4
37.5	100	-3.2	-3.4	-3.5
50	0	0.4	2.17	2.15
50	10	-0.5	1.48	1.46
50	20	-1.5	0.83	0.98
50	30	-1.85	0.24	0

Ek Tablo 2.'nin devamı

Ölçüm Tarihleri		Kasım-97	15.3.1998	16.5.1998
X	Y	Z <sub>1</sub> (m)	Z <sub>2</sub> (m)	Z <sub>3</sub> (m)
50	40	-2.2	-2.05	-2
50	50	-2.25	2	2
50	60	-2.35	2	2
50	70	-2.55	-3.1	-3.2
50	80	-2.8	-3.3	-3.4
50	90	-2.9	-3.5	-3.5
50	100	-3.2	-3.6	-3.6
62.5	0	0.4	1.88	1.91
62.5	10	-0.5	1.56	1.55
62.5	20	-1.5	1.22	1.37
62.5	30	-1.85	1	1.25
62.5	40	-2.2	1	0.66
62.5	50	-2.25	2	2
62.5	60	-2.35	2	2
62.5	70	-2.55	-3.1	-3.1
62.5	80	-2.8	-3.35	-3.4
62.5	90	-2.9	-3.5	-3.5
62.5	100	-3.2	-3.7	-3.7
75	0	0.4	2.1	2.03
75	10	-0.5	1.44	1.57
75	20	-1.5	1.18	1.23
75	30	-1.85	0.9	0.63
75	40	-2.2	0.52	0.37
75	50	-2.25	2	2
75	60	-2.35	2	2
75	70	-2.55	-3.1	-3.1
75	80	-2.8	-3.4	-3.4
75	90	-2.9	-3.5	-3.5
75	100	-3.2	-3.8	-3.8
87.5	0	0.4	1.72	1.85
87.5	10	-0.5	0.67	0.67
87.5	20	-1.5	-0.6	-0.3
87.5	30	-1.85	-0.9	-0.7
87.5	40	-2.2	-1.8	-1.6
87.5	50	-2.25	2	2
87.5	60	-2.35	2	2
87.5	70	-2.55	-3.1	-3.1
87.5	80	-2.8	-3.4	-3.4
87.5	90	-2.9	-3.5	-3.5
87.5	100	-3.2	-3.8	-3.8
100	0	0.4	1.08	1.03
100	10	-0.5	0	0.1
100	20	-1.5	-0.8	-0.6
100	30	-1.85	-1.7	-1.5
100	40	-2.2	-1.9	-1.7
100	50	-2.25	-2.05	-2
100	60	-2.35	-2.25	-2.2
100	70	-2.55	-3	-3
100	80	-2.8	-3.1	-3.1
100	90	-2.9	-3.4	-3.4
100	100	-3.2	-3.5	-3.5

Ek Tablo 2.'nin devamı

Ölçüm Tarihleri		Kasım-97	15.3.1998	16.5.1998
X	Y	Z <sub>1</sub> (m)	Z <sub>2</sub> (m)	Z <sub>3</sub> (m)
112.5	0	0.4	0.68	0.72
112.5	10	-0.5	-0.2	-0.2
112.5	20	-1.5	-0.8	-0.6
112.5	30	-1.85	-1.6	-1.5
112.5	40	-2.2	-1.9	-1.8
112.5	50	-2.25	-2.1	-2
112.5	60	-2.35	-2.25	-2.2
112.5	70	-2.55	-3.2	-3.2
112.5	80	-2.8	-3.4	-3.4
112.5	90	-2.9	-3.5	-3.5
112.5	100	-3.2	-3.5	-3.5
125	0	0.4	0.64	0.67
125	10	-0.5	-0.25	-0.25
125	20	-1.5	-0.9	-0.6
125	30	-1.85	-1.7	-1.5
125	40	-2.2	-1.9	-1.8
125	50	-2.25	-2.15	-2
125	60	-2.35	-2.25	-2.2
125	70	-2.55	-3.2	-3.2
125	80	-2.8	-3.4	-3.4
125	90	-2.9	-3.3	-3.5
125	100	-3.2	-3.4	-3.5
137.5	0	0.4	0.88	0.75
137.5	10	-0.5	0	-0.14
137.5	20	-1.5	-0.8	-0.6
137.5	30	-1.85	-1.7	-1.6
137.5	40	-2.2	-1.8	-1.75
137.5	50	-2.25	-2	-1.95
137.5	60	-2.35	-2.3	-2.22
137.5	70	-2.55	-3.3	-3.3
137.5	80	-2.8	-3.4	-3.4
137.5	90	-2.9	-3.5	-3.5
137.5	100	-3.2	-3.8	-3.8
150	0	0.4	1.5	1.67
150	10	-0.5	0.5	1
150	20	-1.5	-0.55	-0.2
150	30	-1.85	-0.9	-0.3
150	40	-2.2	-1.5	-0.4
150	50	-2.25	2	2
150	60	-2.35	2	2
150	70	-2.55	-3.3	-3.3
150	80	-2.8	-3.4	-3.4
150	90	-2.9	-3.5	-3.5
150	100	-3.2	-3.8	-3.8
162.5	0	0.4	1.46	1.64
162.5	10	-0.5	1.09	1.33
162.5	20	-1.5	0.84	1.08
162.5	30	-1.85	0	0.43
162.5	40	-2.2	-0.5	0.17
162.5	50	-2.25	2	2
162.5	60	-2.35	2	2

Ek Tablo 2.'nin devamı

Ölçüm Tarihleri		Kasım-97	15.3.1998	16.5.1998
X	Y	Z <sub>1</sub> (m)	Z <sub>2</sub> (m)	Z <sub>3</sub> (m)
162.5	70	-2.55	-3.2	-3.3
162.5	80	-2.8	-3.5	-3.5
162.5	90	-2.9	-3.2	-3.5
162.5	100	-3.2	-3.5	-3.8
175	0	0.4	1.64	1.83
175	10	-0.5	1.47	1.62
175	20	-1.5	1.36	1.47
175	30	-1.85	1.06	0.73
175	40	-2.2	0.98	0.55
175	50	-2.25	2	2
175	60	-2.35	2	2
175	70	-2.55	-3.3	-3.4
175	80	-2.8	-3.5	-3.5
175	90	-2.9	-3.6	-3.6
175	100	-3.2	-3.8	-3.8
187.5	0	0.4	1.57	1.7
187.5	10	-0.5	1.32	1
187.5	20	-1.5	0.2	0
187.5	30	-1.85	-1.1	-0.2
187.5	40	-2.2	-1.3	-0.4
187.5	50	-2.25	2	2
187.5	60	-2.35	2	2
187.5	70	-2.55	-3.3	-3.4
187.5	80	-2.8	-3.5	-3.5
187.5	90	-2.9	-3.6	-3.6
187.5	100	-3.2	-3.8	-3.8
200	0	0.4	1.73	1.76
200	10	-0.5	0.35	0.6
200	20	-1.5	-1.2	-1
200	30	-1.85	-1.8	-1.6
200	40	-2.2	-2.05	-2
200	50	-2.25	-2.2	-2.2
200	60	-2.35	-2.3	-2.3
200	70	-2.55	-2.5	-2.5
200	80	-2.8	-2.8	-2.8
200	90	-2.9	-2.9	-2.9
200	100	-3.2	-3.25	-3.3
212.5	0	0.4	1.2	1.46
212.5	10	-0.5	0	-0.35
212.5	20	-1.5	-1.45	-1.4
212.5	30	-1.85	-1.75	-1.7
212.5	40	-2.2	-2.1	-2.1
212.5	50	-2.25	-2.25	-2.25
212.5	60	-2.35	-2.35	-2.3
212.5	70	-2.55	-2.55	-2.6
212.5	80	-2.8	-2.8	-2.8
212.5	90	-2.9	-2.9	-2.95
212.5	100	-3.2	-3.2	-3.25
225	0	0.4	0.6	0.62
225	10	-0.5	-0.4	-0.4



Ek Tablo 2.'nin devamı

Ölçüm Tarihleri		Kasım-97	15.3.1998	16.5.1998
$X$	$Y$	$Z_1(m)$	$Z_2(m)$	$Z_3(m)$
225	20	-1.5	-1.45	-1.45
225	30	-1.85	-1.8	-1.8
225	40	-2.2	-2.15	-2.15
225	50	-2.25	-2.2	-2.2
225	60	-2.35	-2.3	-2.3
225	70	-2.55	-2.5	-2.5
225	80	-2.8	-2.8	-2.8
225	90	-2.9	-2.9	-2.9
225	100	-3.2	-3.2	-3.2
237.5	0	0.4	0.4	0.4
237.5	10	-0.5	-0.5	-0.5
237.5	20	-1.5	-1.5	-1.5
237.5	30	-1.85	-1.85	-1.85
237.5	40	-2.2	-2.2	-2.2
237.5	50	-2.25	-2.25	-2.25
237.5	60	-2.35	-2.35	-2.35
237.5	70	-2.55	-2.55	-2.55
237.5	80	-2.8	-2.8	-2.8
237.5	90	-2.9	-2.9	-2.9
237.5	100	-3.2	-3.2	-3.2

Ek Tablo 3. Düz mahmuz ölçüm sonuçları (Çarşıbaşı)

Ölçüm Tarihleri		11.11.1997	11.12.1997	4.2.1998	10.5.1998
$X$	$Y$	$Z_1(m)$	$Z_2(m)$	$Z_3(m)$	$Z_4(m)$
0	0	0.7	0.73	0.85	0.92
0	10	-0.12	0	0.1	0.41
0	20	-1.1	-1.1	-0.23	-0.95
0	30	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
0	40	-2.7	-2.7	-2.7	-2.7
0	50	-3.2	-3.2	-3.2	-3.2
0	60	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8
0	70	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2
0	80	-4.65	-4.65	-4.65	-4.65
0	90	-5.1	-5.1	-5.1	-5.1
0	100	-5.55	-5.55	-5.55	-5.55
0	110	-6	-6	-6	-6
14	0	0.67	0.74	0.78	0.86
14	10	-0.08	0	0.1	0.44

Ek Tablo 3.'ün devamı

Ölçüm Tarihleri		11.11.1997	11.12.1997	4.2.1998	10.5.1998
X	Y	Z <sub>1</sub> (m)	Z <sub>2</sub> (m)	Z <sub>3</sub> (m)	Z <sub>4</sub> (m)
14	20	-1	-0.88	-0.2	-0.96
14	30	-1.75	-1.75	-1.75	-1.75
14	40	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5
14	50	-3.3	-3.3	-3.3	-3.3
14	60	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8
14	70	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2
14	80	-4.65	-4.65	-4.65	-4.65
14	90	-5.1	-5.1	-5.1	-5.1
14	100	-5.55	-5.55	-5.55	-5.55
14	110	-6	-6	-6	-6
28	0	0.74	0.83	0.9	0.97
28	10	0	0	0.29	0.35
28	20	-0.8	-0.7	-0.29	-0.52
28	30	-1.75	-1.75	-1.75	-1.75
28	40	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5
28	50	-3.3	-3.3	-3.3	-3.3
28	60	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8
28	70	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2
28	80	-4.65	-4.65	-4.65	-4.65
28	90	-5.1	-5.1	-5.1	-5.1
28	100	-5.55	-5.55	-5.55	-5.55
28	110	-6	-6	-6	-6
42	0	0.82	0.95	1	0.97
42	10	0.2	0.16	0.54	0.61
42	20	-0.6	-0.48	-0.23	-0.32
42	30	-1.95	-1.9	-1.85	-1.75
42	40	-2.8	-2.7	-2.6	-2.5
42	50	-3.6	-3.5	-3.4	-3.3
42	60	-3.9	-3.85	-3.8	-3.8
42	70	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2
42	80	-4.65	-4.65	-4.65	-4.65
42	90	-5.1	-5.1	-5.1	-5.1
42	100	-5.55	-5.55	-5.55	-5.55
42	110	-6	-6	-6	-6
56	0	0.82	1.1	1.2	1.18
56	10	0.38	0.65	0.8	0.67
56	20	-0.2	-0.6	-0.08	0
56	30	-0.85	-0.8	-0.75	-0.65
56	40	-1.5	-1.45	-1.4	-1.3

Ek Tablo 3.'ün devamı

Ölçüm Tarihleri		11.11.1997	11.12.1997	4.2.1998	10.5.1998
X	Y	Z <sub>1</sub> (m)	Z <sub>2</sub> (m)	Z <sub>3</sub> (m)	Z <sub>4</sub> (m)
56	50	-2.2	-2.15	-2.1	-2
56	60	-2.8	-2.75	-2.75	-2.6
56	70	-3.4	-3.35	-3.3	-3.2
56	90	-5	-4.95	-4.95	-4.6
56	100	-5.4	-5.35	-5.3	-5.2
56	110	-6	-6	-6	-5.8
70	0	1.25	1.44	1.5	1.5
70	10	0.46	0.93	1.14	1.14
70	20	0.12	0.1	0.5	0.52
70	30	-0.22	-0.3	0	-0.13
70	40	-0.95	-0.9	-0.9	-0.8
70	50	-1.65	-1.6	-1.6	-1.5
70	60	-2.25	-2.2	-2.2	-2.1
70	70	-2.85	-2.8	-2.8	-2.7
70	80	-3.6	-3.6	-3.6	-3.5
70	90	-4.2	-4.2	-4.2	-4.1
70	100	-4.9	-4.9	-4.88	-4.7
70	110	-5.5	-5.5	-5.5	-5.3
84	0	0.6	0.65	0.7	0.87
84	10	0	0	0	0.29
84	20	-1	-1	-1	-0.87
84	30	-1.2	-1.2	-1.15	-0.9
84	40	-1.4	-1.4	-1.3	-1
84	50	-1.5	-1.5	-1.4	-1.1
84	60	-1.8	-1.8	-1.75	-1.7
84	70	-2.4	-2.4	-2.4	-2.3
84	80	-3	-3	-3	-2.9
84	90	-3.6	-3.6	-3.5	-3.5
84	100	-4.1	-4.1	-4.1	-4.1
84	110	-4.6	-4.6	-4.6	-4.6
98	0	0.6	0.65	0.7	0.79
98	10	-0.2	-0.21	-0.25	-0.26
98	20	-0.8	-0.75	-0.7	-0.66
98	30	-1.1	-1.1	-1.1	-1
98	40	-1.3	-1.3	-1.3	-1.2
98	50	-1.5	-1.5	-1.45	-1.4
98	60	-1.7	-1.7	-1.7	-1.6
98	70	-2.3	-2.3	-2.3	-2.2
98	80	-3	-3	-2.95	-2.8
98	90	-3.6	-3.6	-3.55	-3.4
98	100	-4.2	-4.2	-4.15	-4

Ek Tablo 3.'ün devamı

Ölçüm Tarihleri		11.11.1997	11.12.1997	4.2.1998	10.5.1998
X	Y	Z <sub>1</sub> (m)	Z <sub>2</sub> (m)	Z <sub>3</sub> (m)	Z <sub>4</sub> (m)
98	110	-4.65	-4.65	-4.65	-4.5
112	0	0.45	0.45	0.5	0.55
112	10	-1.05	-1.05	-1.06	-1.02
112	20	-1.2	-1.2	-1.2	-1.15
112	30	-1.4	-1.4	-1.4	-1.3
112	40	-1.65	-1.65	-1.6	-1.55
112	50	-1.9	-1.9	-1.9	-1.8
112	60	-2.1	-2.1	-2.1	-2
112	70	-2.6	-2.6	-2.6	-2.5
112	80	-3.1	-3.1	-3.1	-3
112	90	-3.6	-3.6	-3.6	-3.5
112	100	-4.1	-4.1	-4.1	-4
112	110	-4.6	-4.6	-4.6	-4.5
126	0	0.25	0.25	0.25	0.25
126	10	-1	-1	-1	-1
126	20	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2
126	30	-1.3	-1.3	-1.3	-1.3
126	40	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
126	50	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8
126	60	-2	-2	-2	-2
126	70	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5
126	80	-3	-3	-3	-3
126	90	-3.5	-3.5	-3.5	-3.5
126	100	-4	-4	-4	-4
126	110	-4.5	-4.5	-4.5	-4.5

Ek Tablo 4. L mahmuz ölçüm sonuçları (T.C.K.)

Ölçüm Tarihleri		11.11.97	11.12.97	4.2.98	14.3.98	10.5.98
X	Y	Z <sub>1</sub> (m)	Z <sub>2</sub> (m)	Z <sub>3</sub> (m)	Z <sub>4</sub> (m)	Z <sub>5</sub> (m)
0	0	1.2	1.37	1.35	1.5	1.53
0	10	0.6	0.75	0.69	0.6	0.86
0	20	-0.9	-0.5	-0.69	-0.65	-0.57
0	30	-1.8	-1.6	-1.6	-1.5	-1.5
0	40	-2	-1.8	-1.8	-1.7	-1.7
0	50	-2.15	-1.95	-1.95	-1.85	-1.85
0	60	-2.3	-2.1	-2.1	-2	-2
0	70	-2.45	-2.25	-2.25	-2.15	-2.15

Ek Tablo 4.'ün devamı

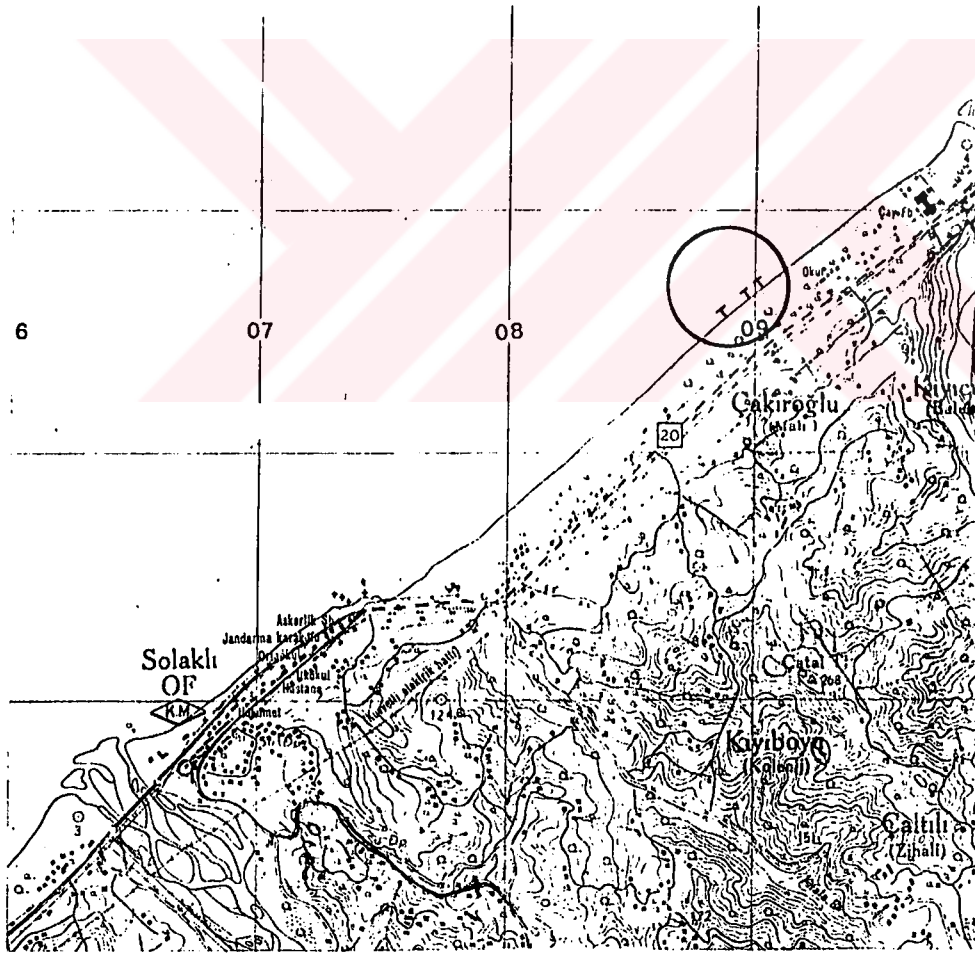
Ölçüm Tarihleri		11.11.97	11.12.97	4.2.98	14.3.98	10.5.98
X	Y	Z <sub>1</sub> (m)	Z <sub>2</sub> (m)	Z <sub>3</sub> (m)	Z <sub>4</sub> (m)	Z <sub>5</sub> (m)
0	80	-2.6	-2.4	-2.4	-2.3	-2.3
0	90	-2.7	-2.5	-2.5	-2.4	-2.4
0	100	-2.8	-2.6	-2.6	-2.5	-2.5
10	0	1.22	1.37	1.37	1.5	1.53
10	10	0.5	0.61	0.85	0.65	0.77
10	20	-0.75	-0.61	-1.27	-0.94	-0.8
10	30	-1.8	-1.6	-1.6	-1.5	-1.5
10	40	-2	-1.8	-1.8	-1.7	-1.7
10	50	-2.15	-1.95	-1.95	-1.85	-1.85
10	60	-2.3	-2.1	-2.1	-2	-2
10	70	-2.45	-2.25	-2.25	-2.15	-2.15
10	80	-2.6	-2.4	-2.4	-2.3	-2.3
10	90	-2.7	-2.5	-2.5	-2.4	-2.4
10	100	-2.8	-2.6	-2.6	-2.5	-2.5
20	0	1.2	1.26	1.36	1.47	1.51
20	10	0.6	0.63	0.48	0.67	0.81
20	20	-0.9	-0.91	-1.12	-0.67	-0.8
20	30	-2	-2	-1.9	-1.8	-1.7
20	40	-2.3	-2.3	-2.2	-2.1	-1.95
20	50	-2.5	-2.45	-2.35	-2.25	-2.2
20	60	-2.65	-2.6	-2.5	-2.4	-2.35
20	70	-2.8	-2.75	-2.65	-2.55	-2.5
20	80	-2.95	-2.9	-2.8	-2.7	-2.65
20	90	-3.1	-3.05	-2.95	-2.85	-2.8
20	100	-3.15	-3.1	-3	-2.9	-2.85
30	0	1.15	1.22	1.33	1.41	1.43
30	10	0.5	0.6	0.37	0.55	0.74
30	20	-0.75	-0.9	-0.86	-0.55	-0.74
30	30	-2	-1.95	-1.85	-1.75	-1.7
30	40	-2.25	-2.2	-2.1	-2	-1.95
30	50	-2.5	-2.45	-2.35	-2.25	-2.2
30	60	-2.65	-2.6	-2.5	-2.4	-2.35
30	70	-2.8	-2.75	-2.65	-2.55	-2.5
30	80	-2.95	-2.9	-2.8	-2.7	-2.65
30	90	-3.1	-3.05	-2.95	-2.85	-2.8
30	100	-3.15	-3.1	-3	-2.9	-2.85
40	0	1.05	1.12	1.19	1.24	1.28
40	10	0.7	0.68	0.43	0.63	1.2
40	20	-1.1	-1.02	-1.29	-0.63	-0.8
40	30	-1.6	-1.55	-1.45	-1.4	-1.4

Ek Tablo 4.'ün devamı

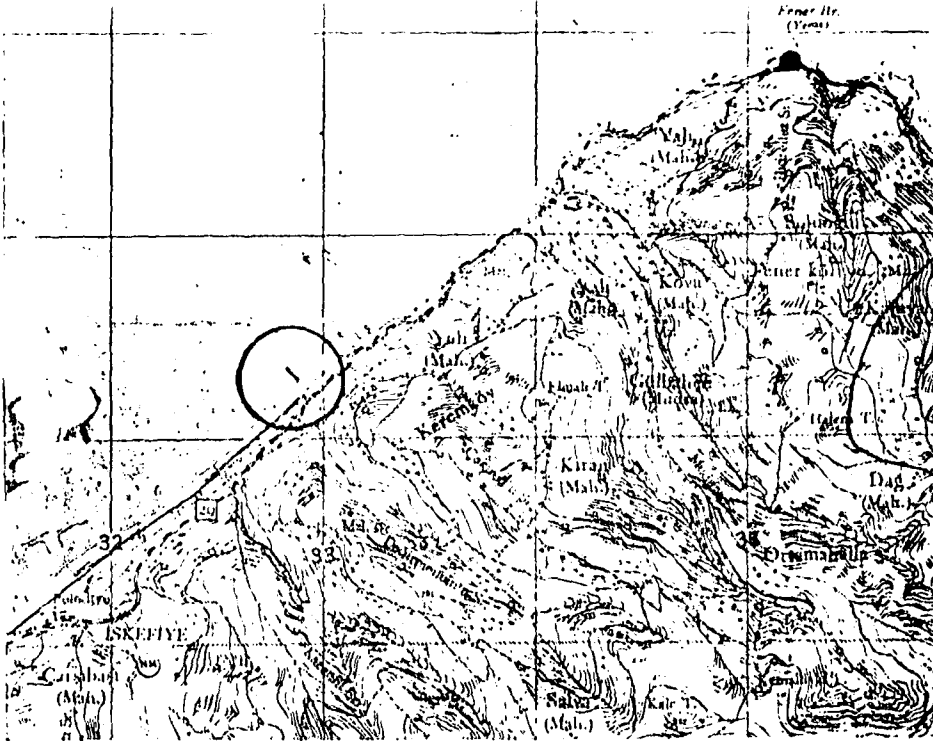
Ölçüm Tarihleri		11.11.97	11.12.97	4.2.98	14.3.98	10.5.98
X	Y	Z <sub>1</sub> (m)	Z <sub>2</sub> (m)	Z <sub>3</sub> (m)	Z <sub>4</sub> (m)	Z <sub>5</sub> (m)
40	40	-1.85	-1.8	-1.75	-1.65	-1.65
40	50	-2.1	-2.05	-1.95	-1.9	-1.9
40	60	-2.4	-2.35	-2.25	-2.2	-2.2
40	70	-2.5	-2.45	-2.35	-2.3	-2.3
40	80	-2.6	-2.55	-2.45	-2.4	-2.4
40	90	-2.9	-2.85	-2.75	-2.7	-2.7
40	100	-3.2	-3.15	-3.05	-3	-3
50	0	1.2	1.16	1.21	1.19	1.19
50	10	0.62	0.68	0.48	0.66	1.15
50	20	-0.8	-0.68	-0.89	-0.43	-0.8
50	30	-1.5	-1.5	-1.45	-1.4	-1.4
50	40	-1.85	-1.85	-1.8	-1.8	-1.8
50	50	-2.2	-2.2	-2.25	-2.25	-2.2
50	60	-2.35	-2.35	-2.3	-2.3	-2.27
50	70	-2.45	-2.45	-2.4	-2.4	-2.35
50	80	-2.5	-2.5	-2.45	-2.45	-2.4
50	90	-2.75	-2.75	-2.7	-2.7	-2.7
50	100	-3.05	-3.05	-3.05	-3	-3
60	0	1	1.13	1.14	1.04	1.09
60	10	0.55	0.44	0.56	0.79	0.9
60	20	-0.55	-0.25	-0.45	-0.2	-0.3
60	30	-1.35	-1.25	-1.3	-1.15	-1.05
60	40	-2.1	-2	-2.05	-1.9	-1.8
60	50	-2.35	-2.25	-2.2	-2.1	-2.05
60	60	-2.6	-2.5	-2.55	-2.35	-2.3
60	70	-2.8	-2.7	-2.7	-2.6	-2.5
60	80	-3	-2.9	-2.9	-2.8	-2.7
60	90	-3.2	-3.1	-3.1	-3	-2.9
60	100	-3.3	-3.2	-3.2	-3.1	-3
70	0	1.02	0.94	1	1.06	1.09
70	10	0.5	0.46	0.67	0.98	0.9
70	20	0.08	0	-0.17	0.2	0
70	30	-1.3	-1.25	-1.05	-1.1	-0.9
70	40	-2.2	-2.15	-1.95	-1.9	-1.8
70	50	-2.45	-2.4	-2.2	-2.1	-2.05
70	60	-2.7	-2.65	-2.45	-2.35	-2.3
70	70	-2.9	-2.85	-2.65	-2.6	-2.5
70	80	-3.1	-3	-2.8	-2.7	-2.7
70	90	-3.3	-3.25	-3.05	-2.95	-2.9

Ek Tablo 4.'ün devamı

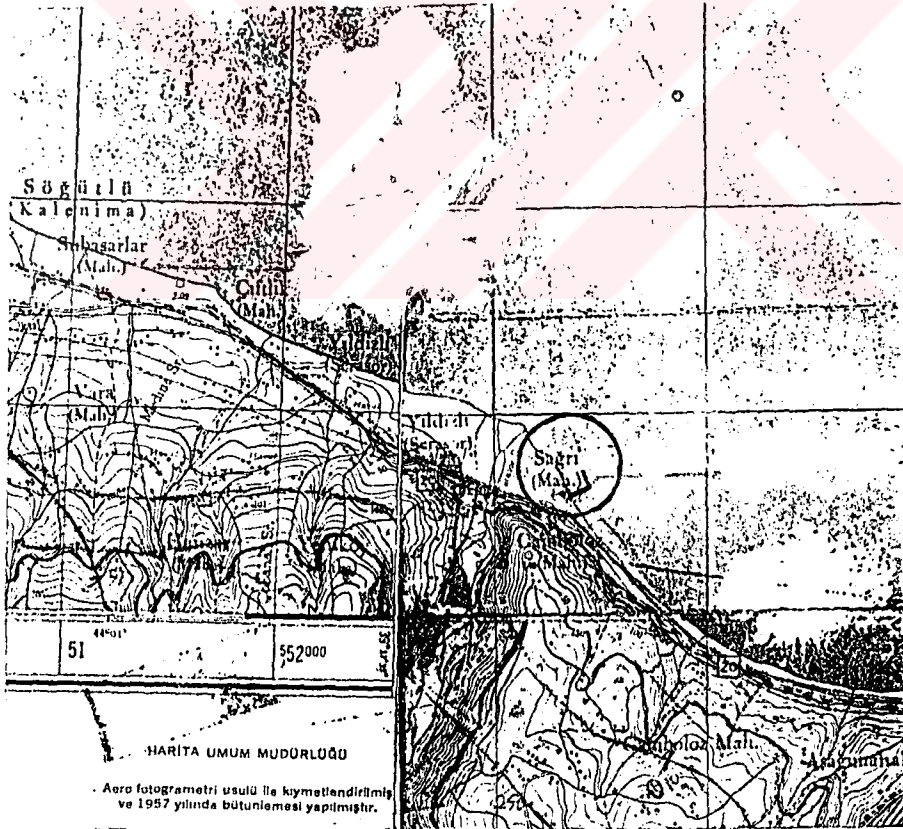
Ölçüm Tarihleri		11.11.97	11.12.97	4.2.98	14.3.98	10.5.98
X	Y	Z <sub>1</sub> (m)	Z <sub>2</sub> (m)	Z <sub>3</sub> (m)	Z <sub>4</sub> (m)	Z <sub>5</sub> (m)
70	100	-3.4	-3.3	-3.1	-3.05	-3
80	0	1.05	1.09	1.09	1.36	1.35
80	10	0.85	1.03	0.93	1.06	1.16
80	20	0.16	0.28	0.41	0.53	0.63
80	30	-0.48	-0.28	-0.27	-0.13	-0.11
80	40	-1.1	-0.9	-0.9	-0.85	-0.8
80	50	-2	-1.8	-1.8	-1.75	-1.7
80	60	-2.6	-2.4	-2.4	-2.35	-2.3
80	70	-2.8	-2.6	-2.6	-2.55	-2.5
80	80	-3	-2.8	-2.8	-2.75	-2.7
80	90	-3.2	-3	-3	-2.95	-2.9
80	100	-3.3	-3.1	-3.1	-3.05	-3



Ek Şekil 1. T mahmuzların ölçüm bölgesi (Of)

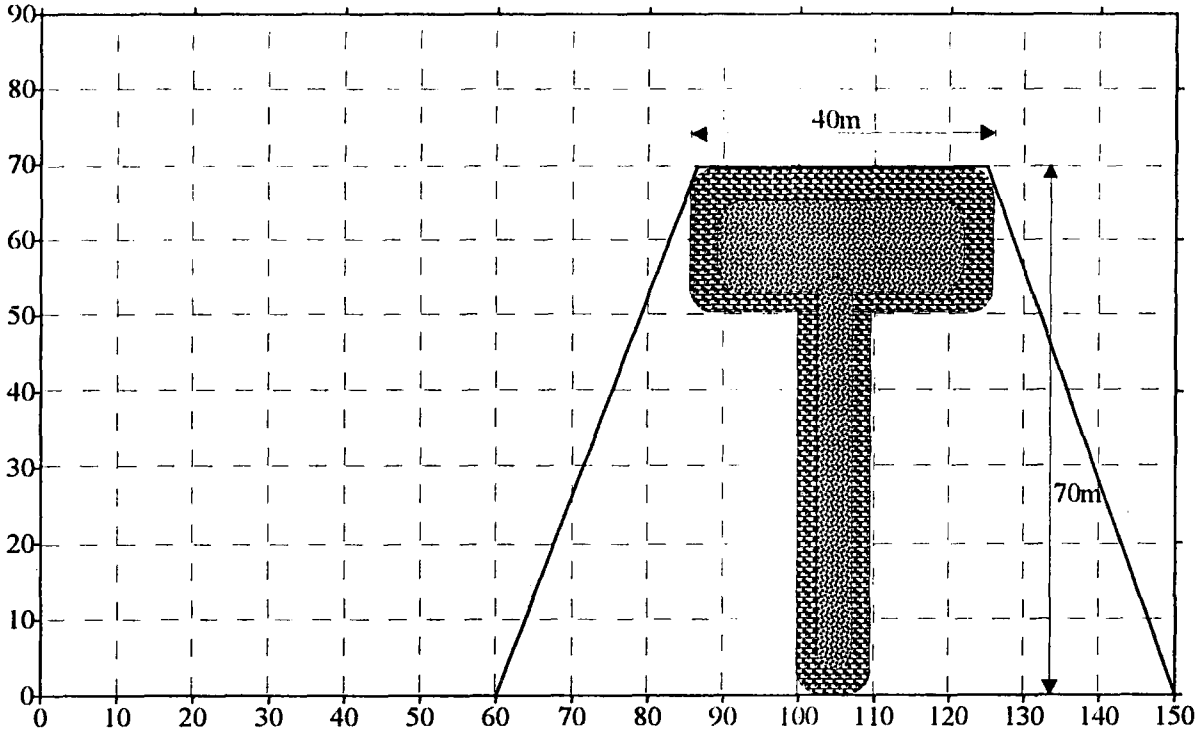


Ek Şekil 2. Düz mahmuzz ölçüm bölgesi (Çarşıbaşı)

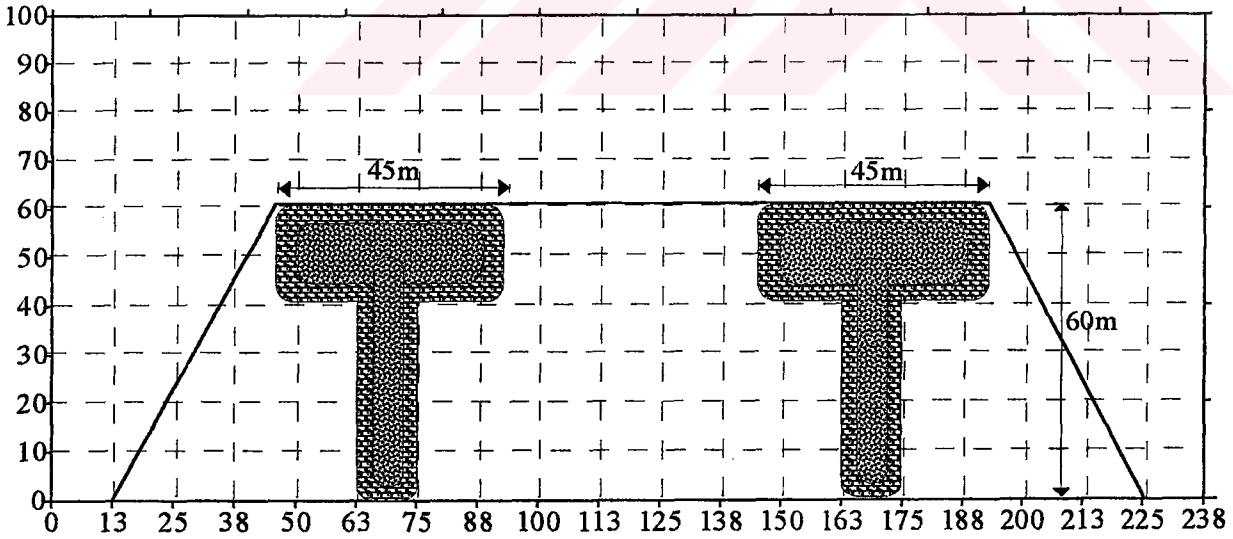


Ek Şekil 3. L mahmuzz ölçüm bölgesi (T.C.K.)

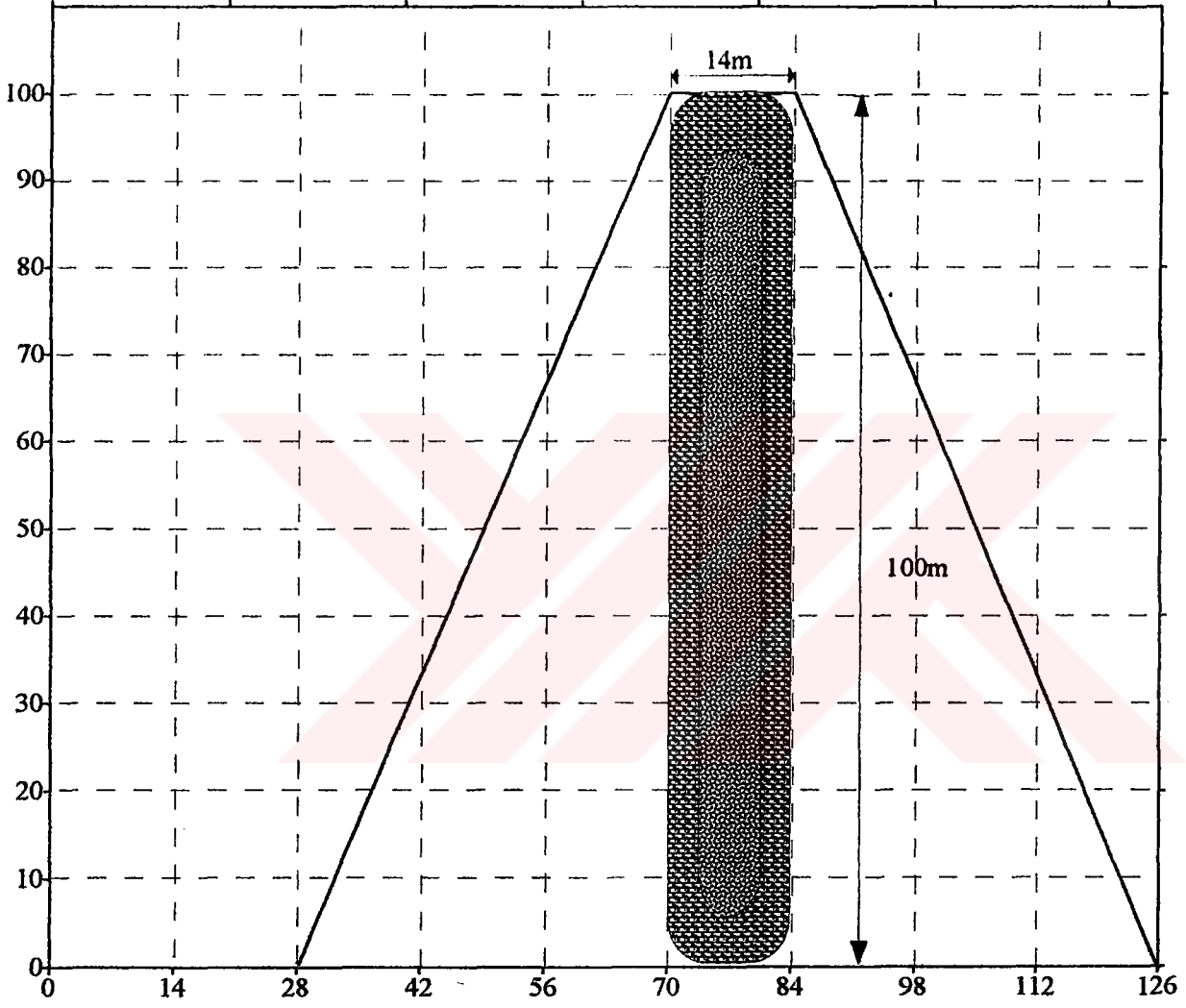




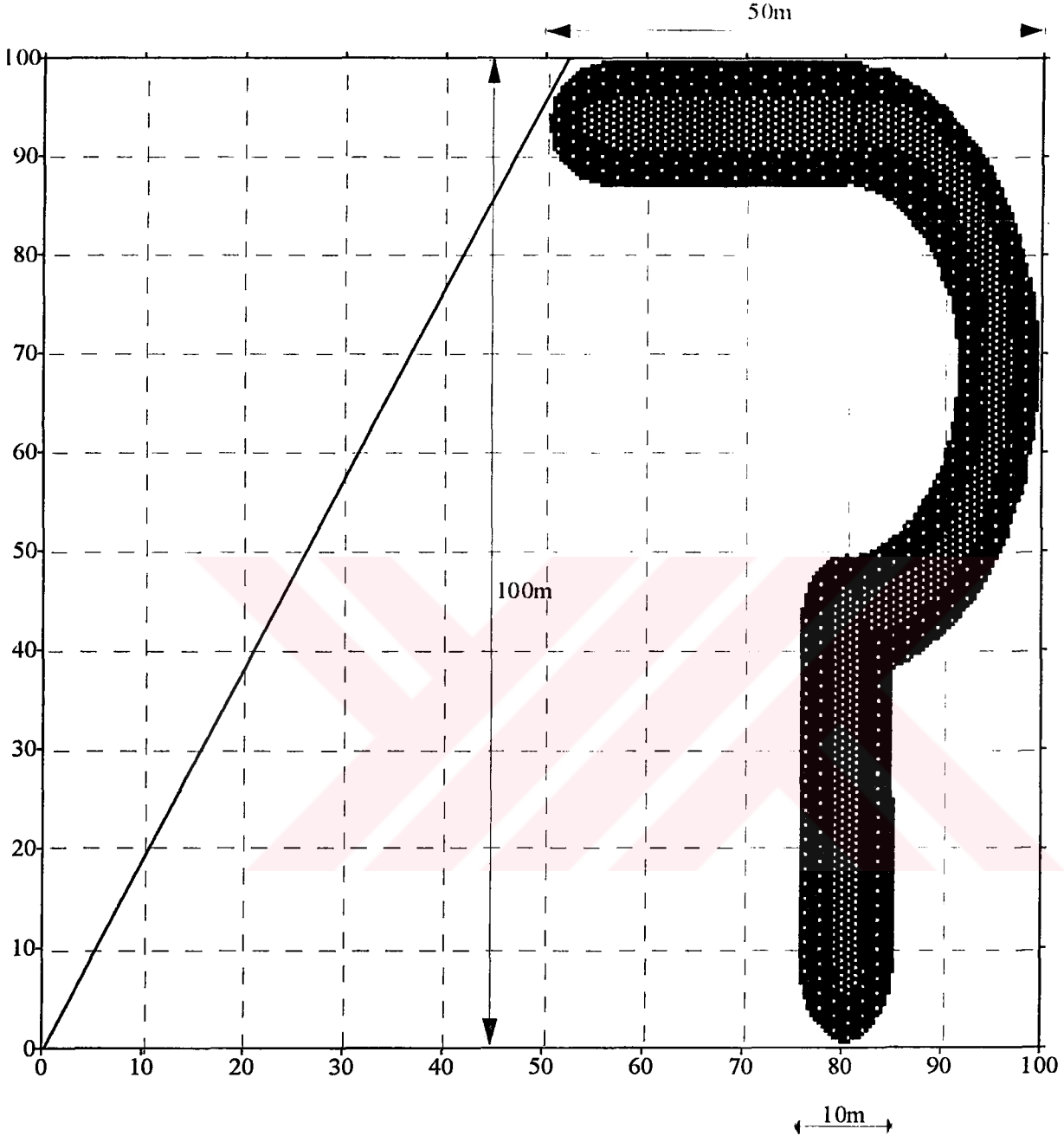
Ek Şekil 4. T mahmuz için yapılan kareraj ve mahmuzun koruma alanı



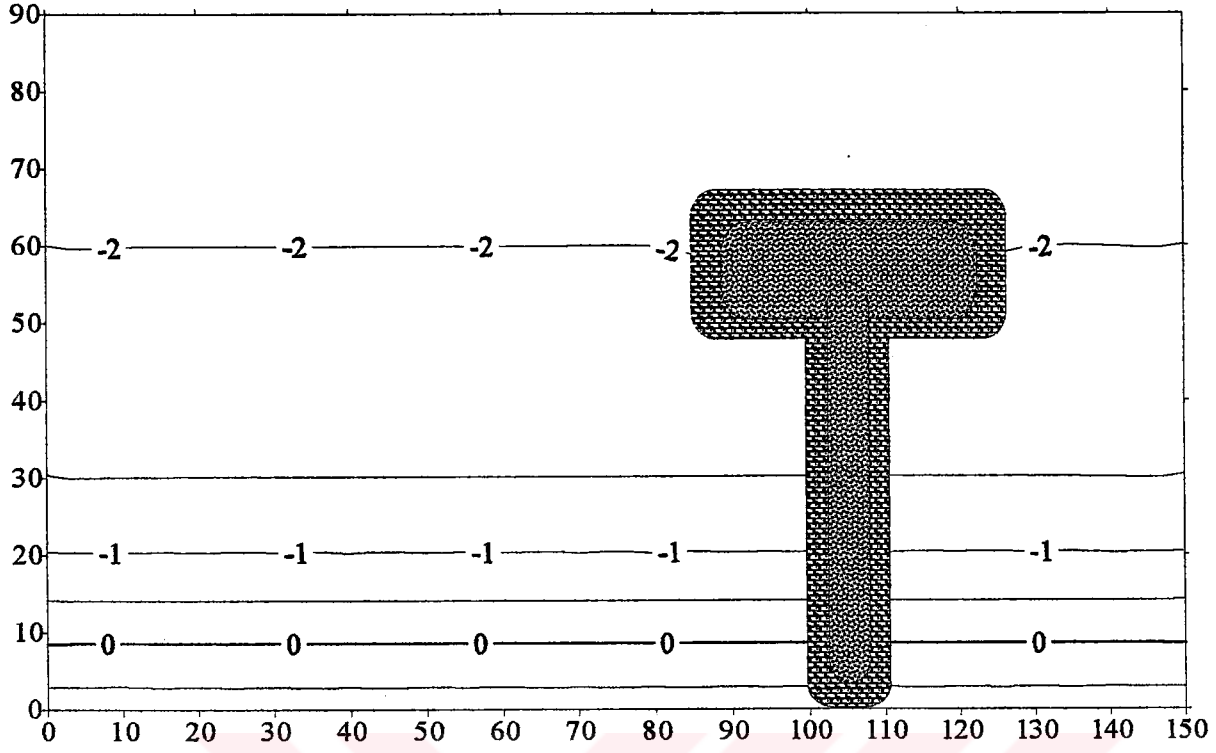
Ek Şekil 5. İki adet T mahmuz için yapılan kareraj ve mahmuzların koruma alanı



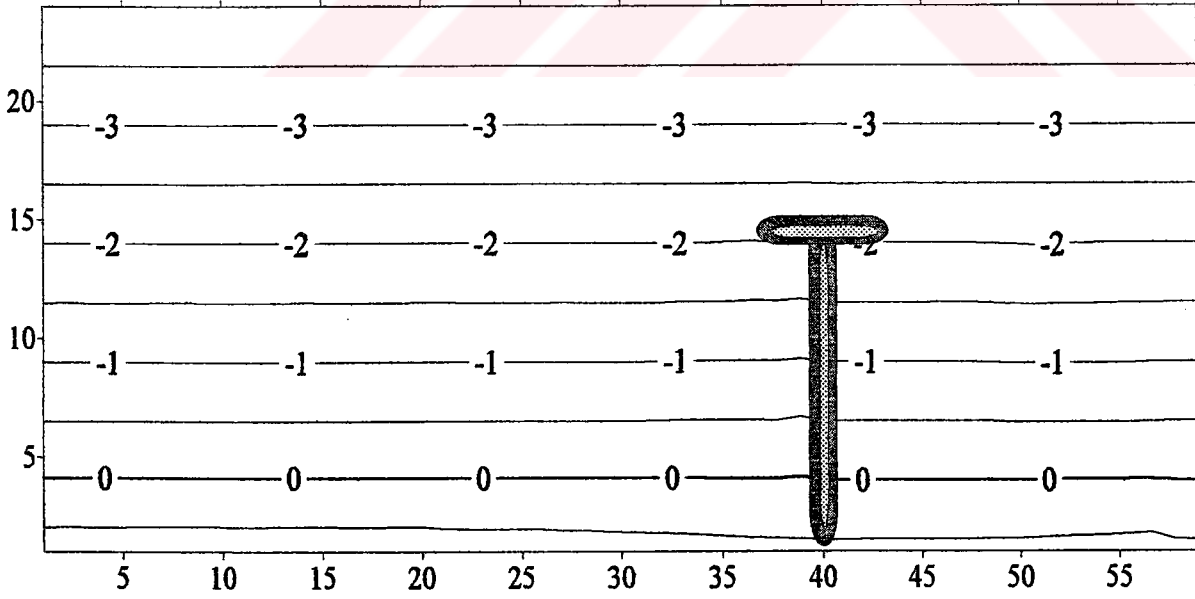
Ek Şekil 6. Düz mahmuz için yapılan kareraj ve mahmuzun koruma alanı



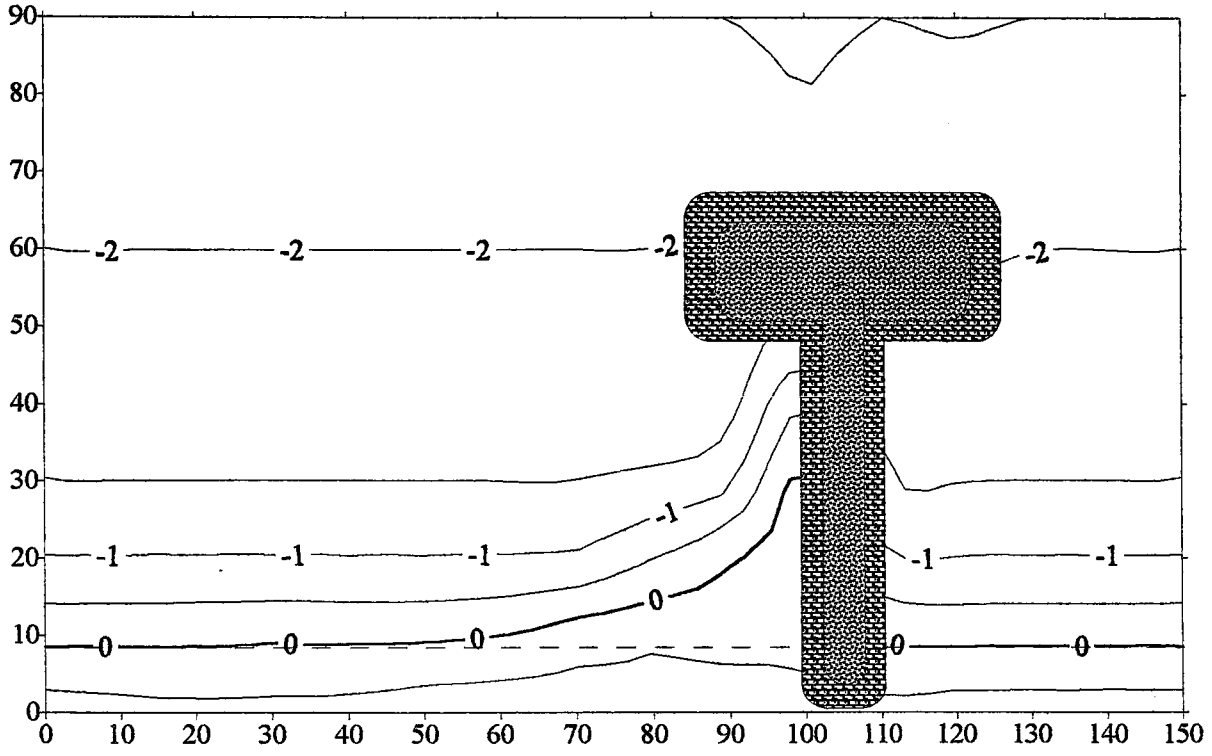
Ek Şekil 7. L mahmuz için yapılan karelaj ve mahmuzun koruma alanı



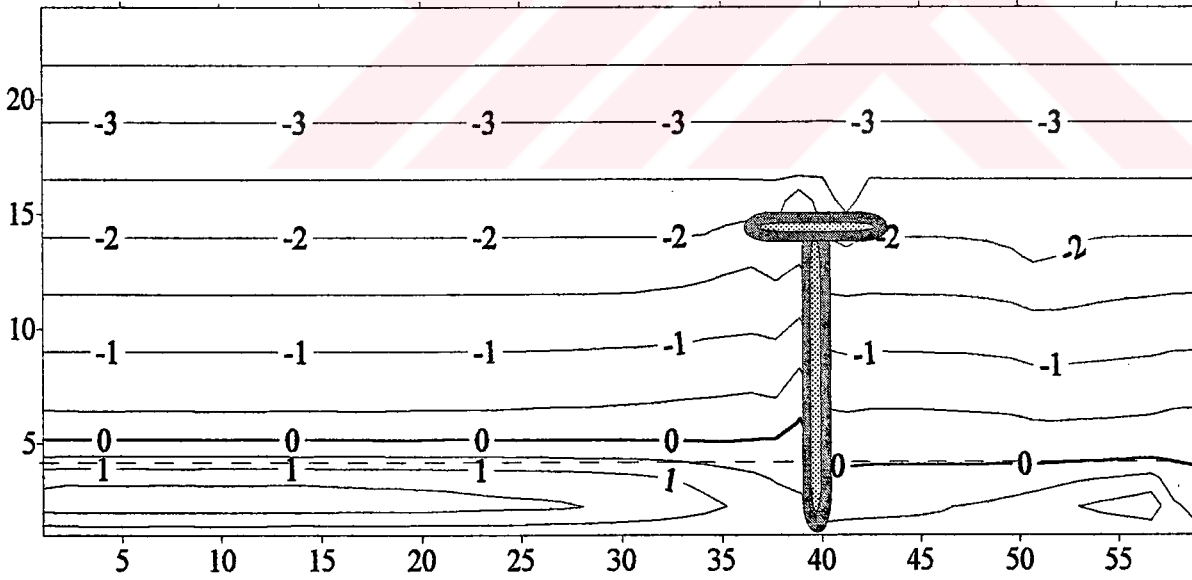
Ek Şekil 8. "T" mahmuz için arazi ölçüm sonucu (Başlangıç - Ekim 1997)



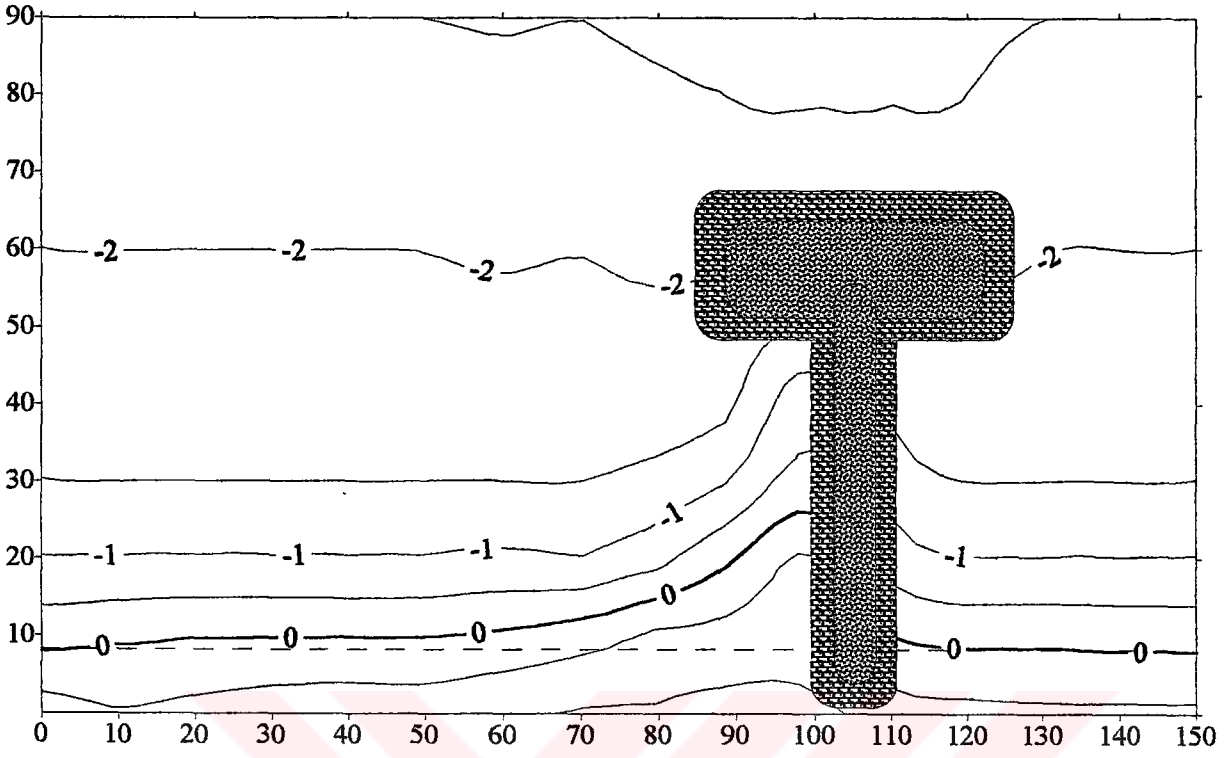
Ek Şekil 9. "T" mahmuz için sayısal model sonucu (Başlangıç- Ekim 1997)



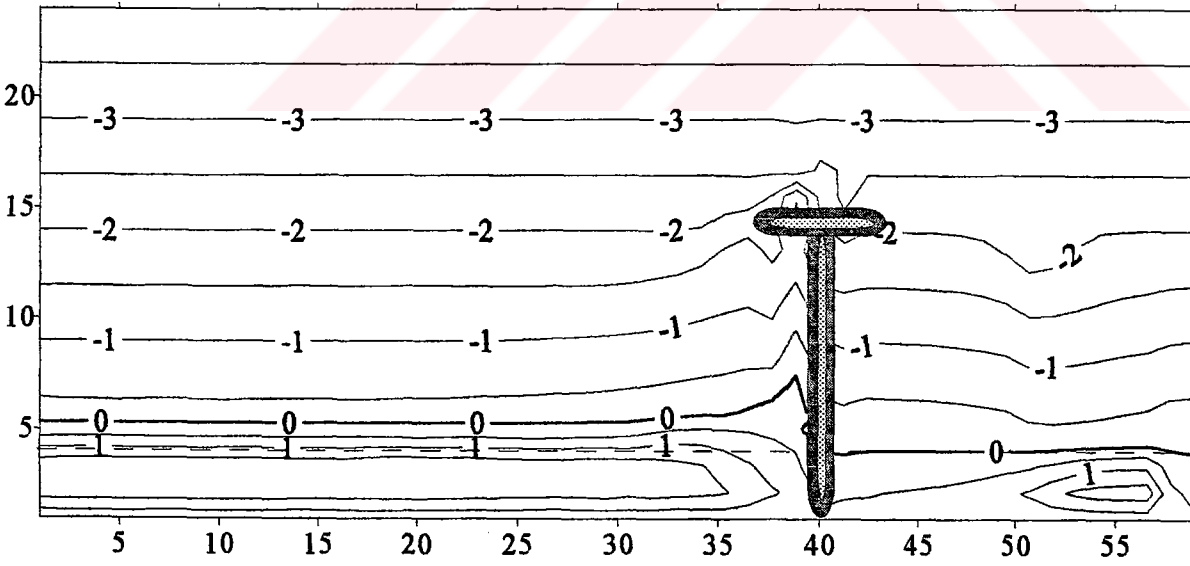
Ek Şekil 10. "T" mahmuz için arazi ölçüm sonucu (18-11-1997)



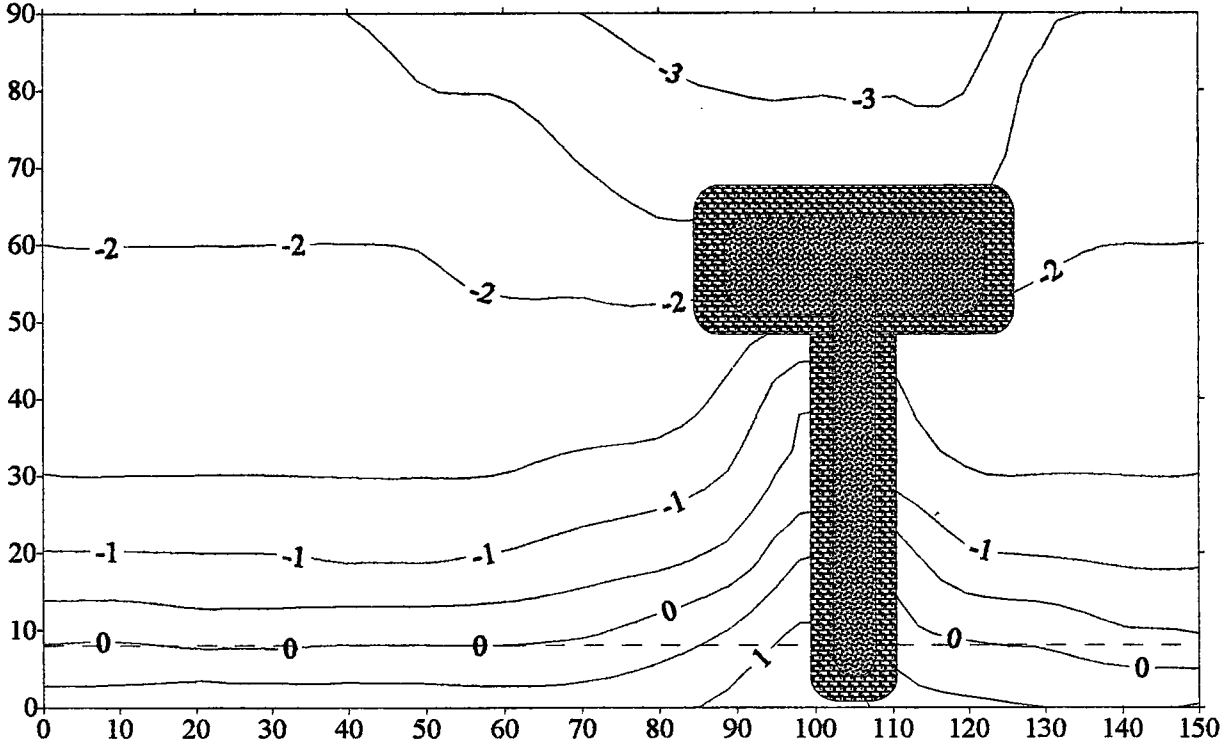
Ek Şekil 11. "T" mahmuz için sayısal model sonucu (t=1 Ay)



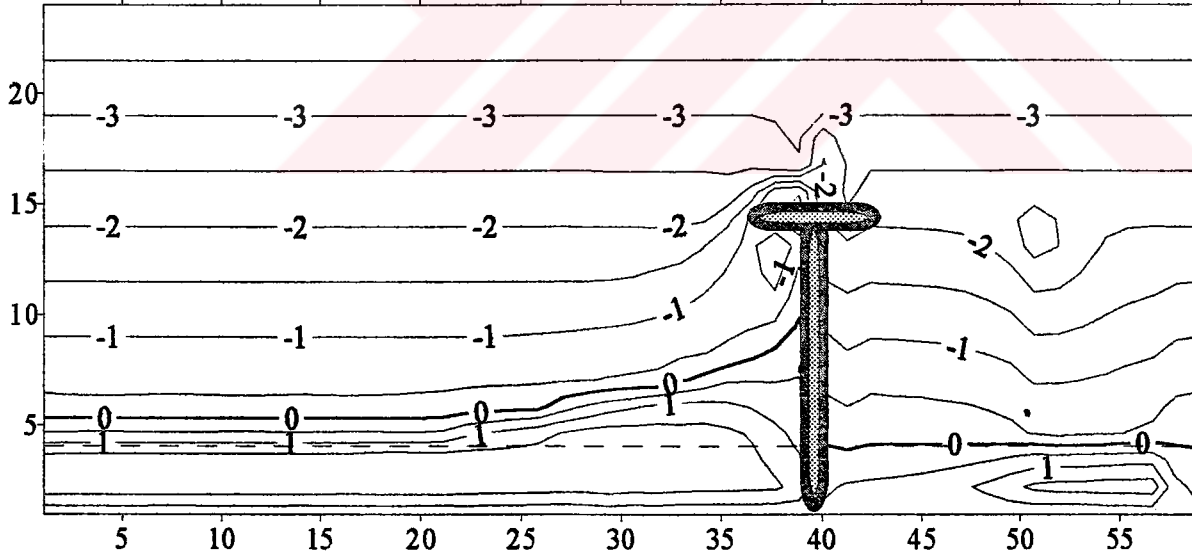
Ek Şekil 12. "T" mahmuz için arazi ölçüm sonucu (15-12-1997)



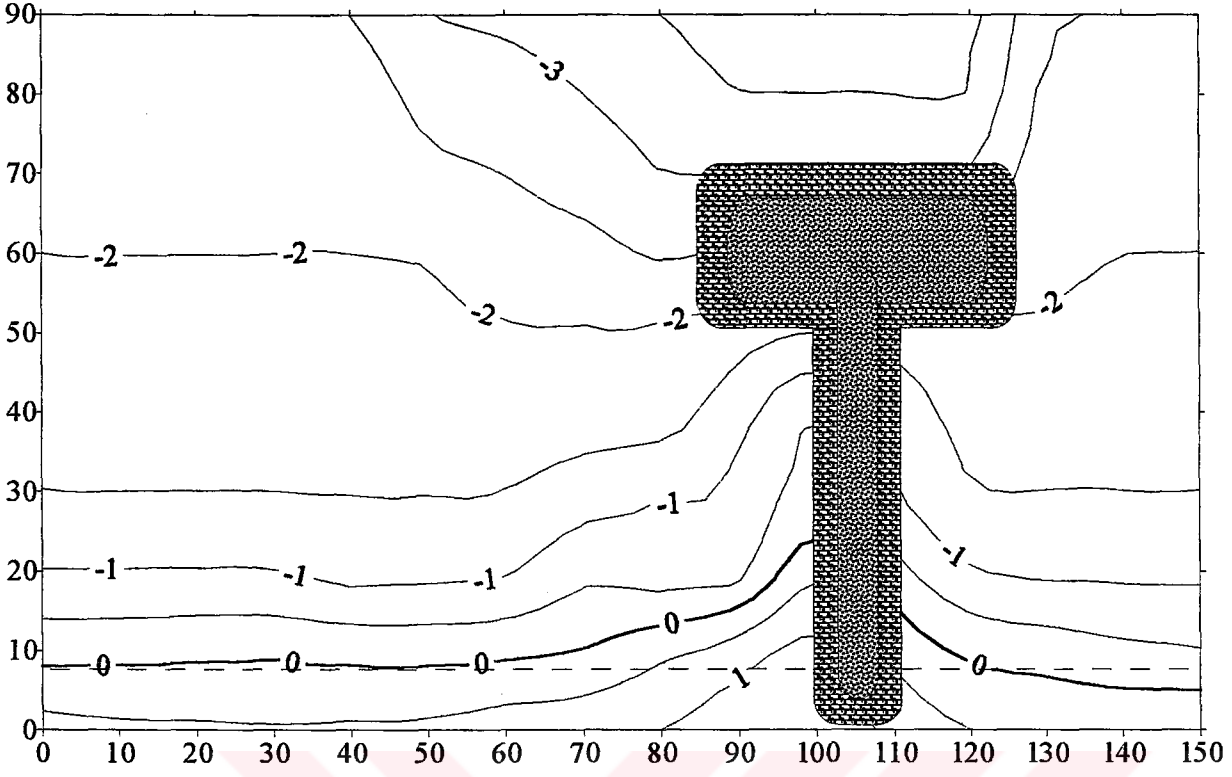
Ek Şekil 13. "T" mahmuz için sayısal model sonucu (t=2 Ay)



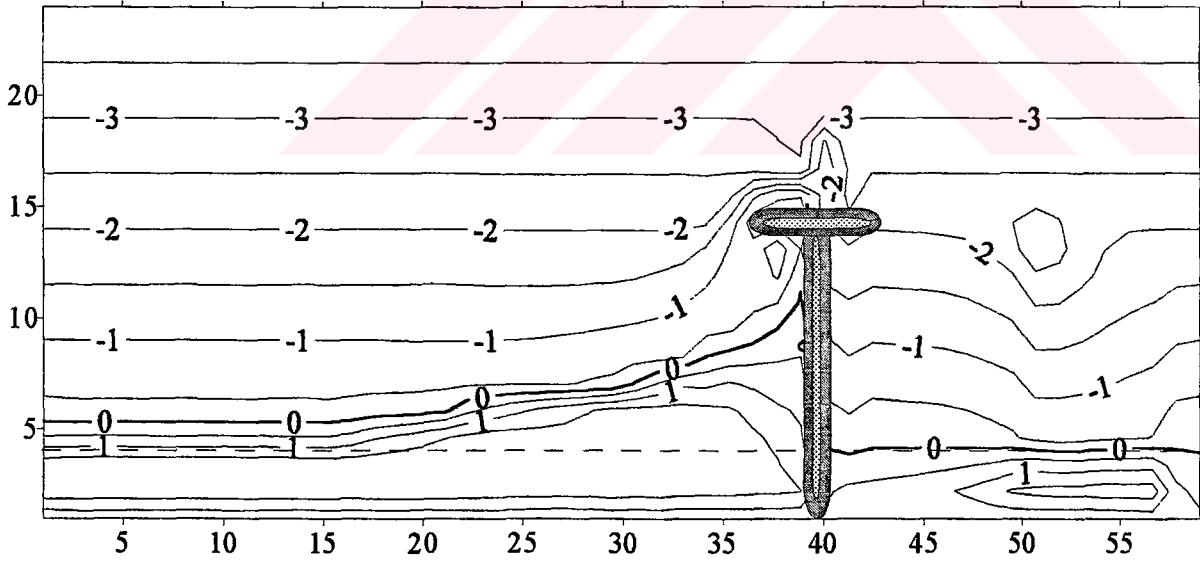
Ek Şekil 14. "T" mahmuz için arazi ölçüm sonucu (24-2-1998)



Ek Şekil 15. "T" mahmuz için sayısal model sonucu (t=4 Ay)

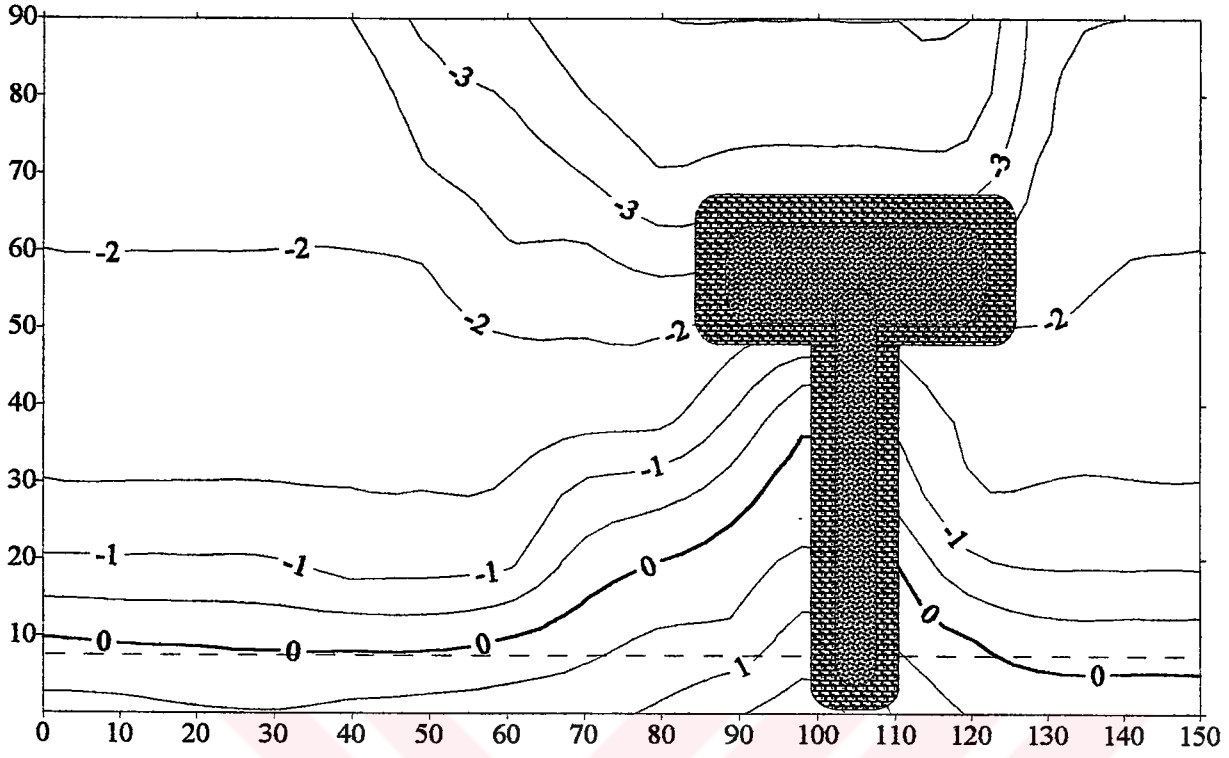


Ek Şekil 16. "T" mahmuz için arazi ölçüm sonucu (20-3-1998)

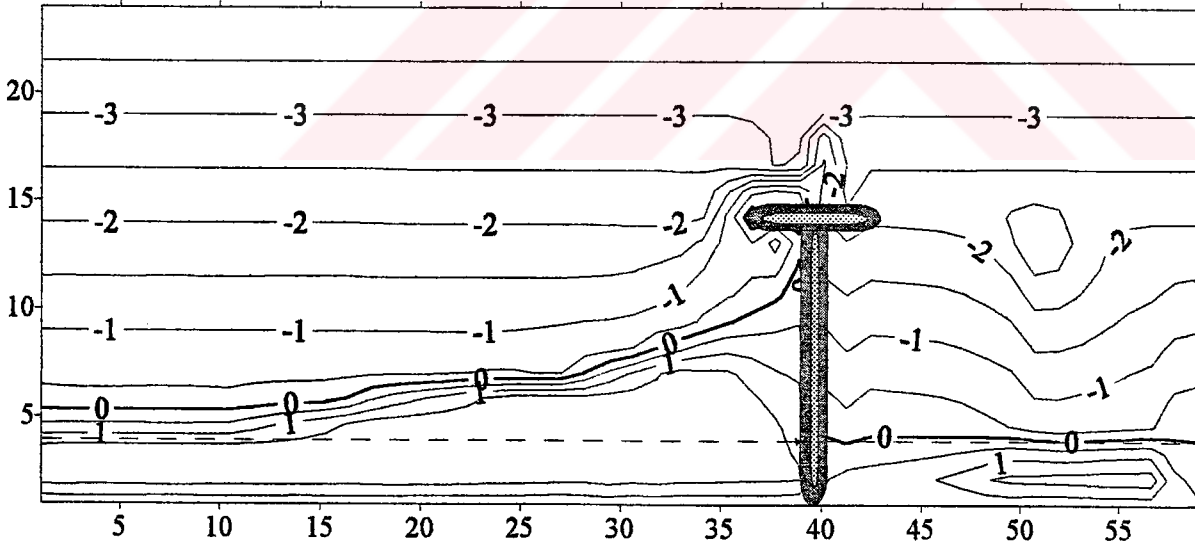


Ek Şekil 17. "T" mahmuz için sayısal model sonucu (t=5 Ay)

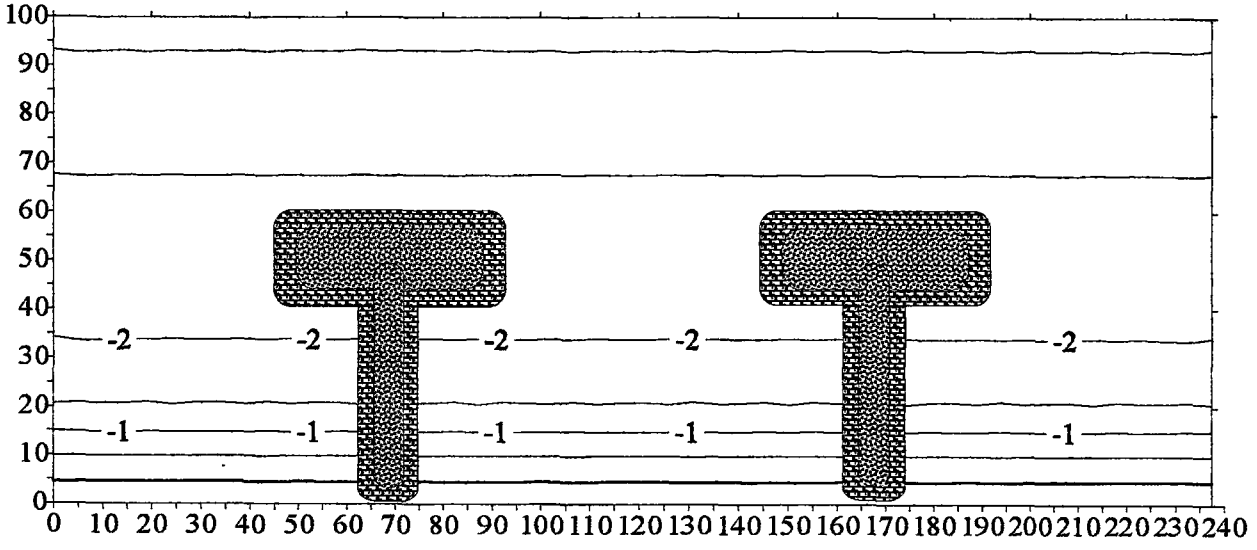




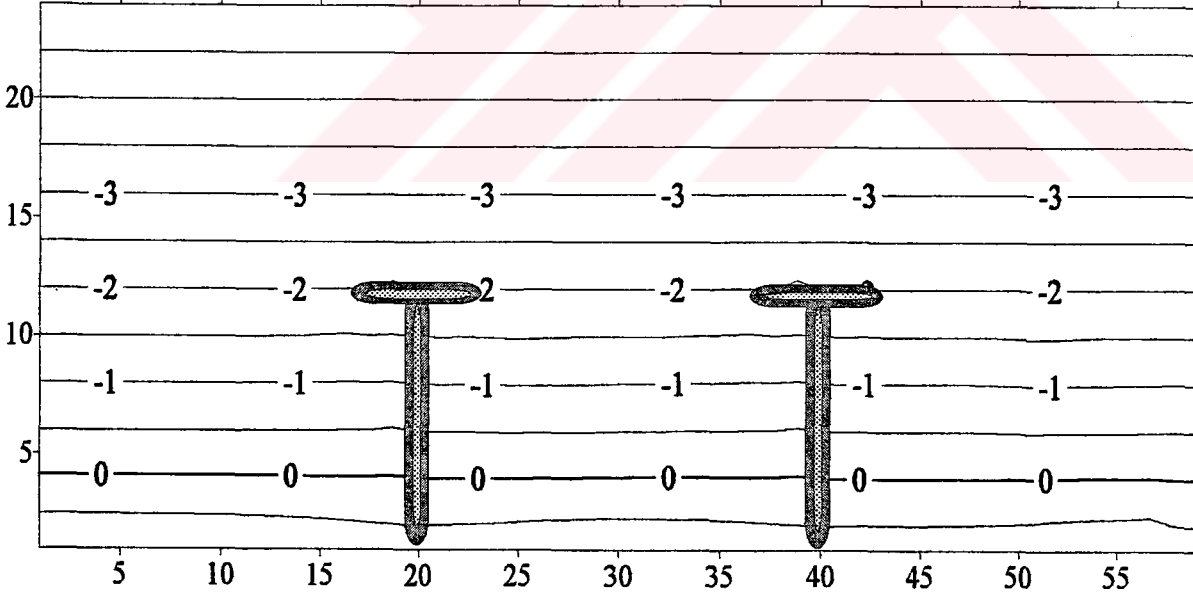
Ek Şekil 18. "T" mahmuz için arazi ölçüm sonucu (19-4-1998)



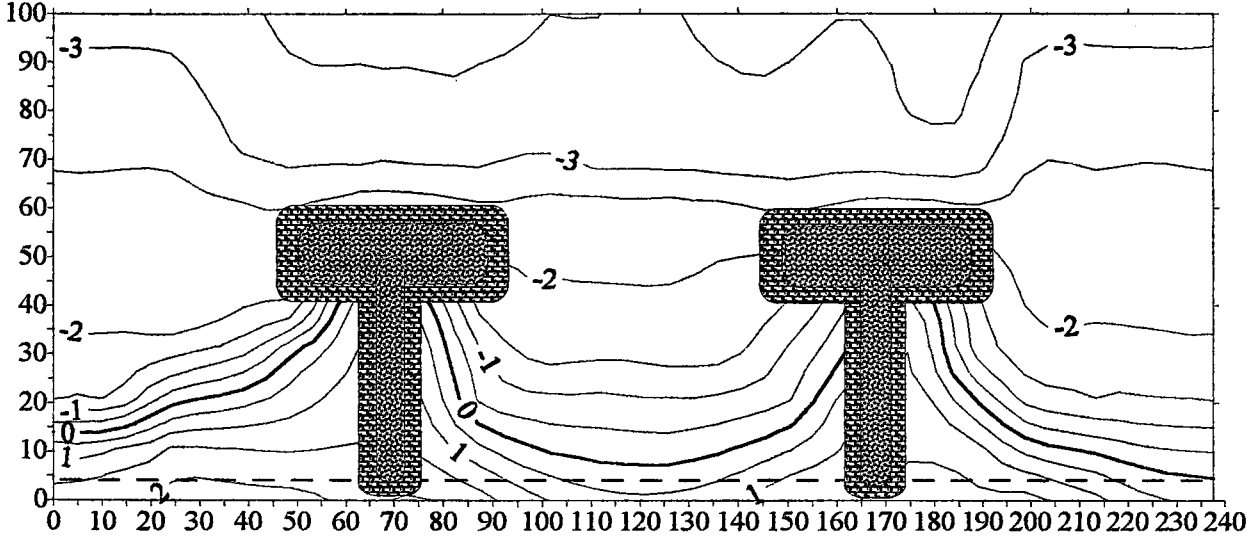
Ek Şekil 19. "T" mahmuz için sayısal model sonucu (t=6 Ay)



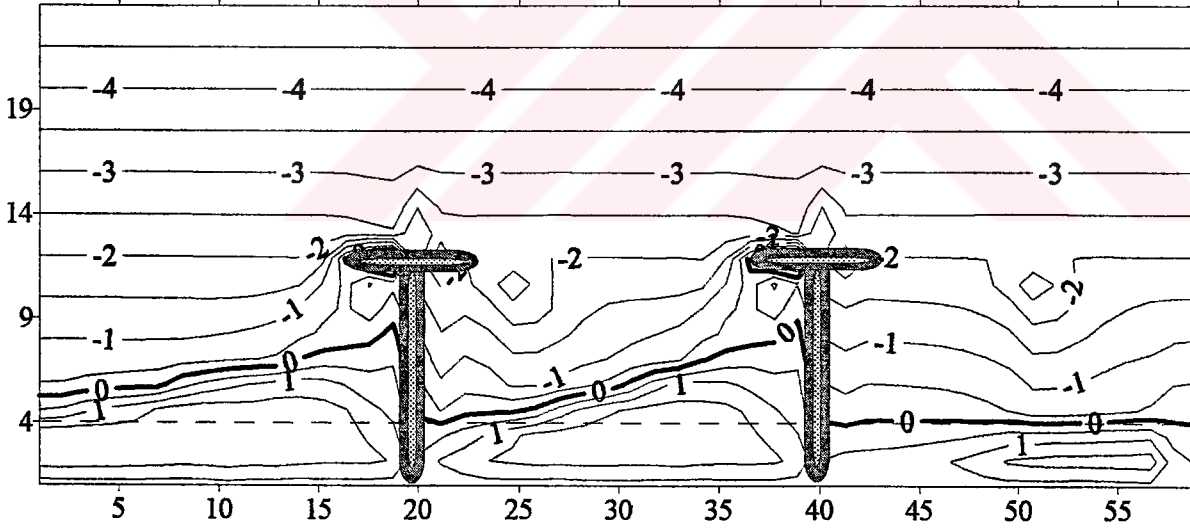
Ek Şekil 20. İki adet "T" mahmuz için arazi ölçüm sonucu (Başlangıç – Kasım 1997)



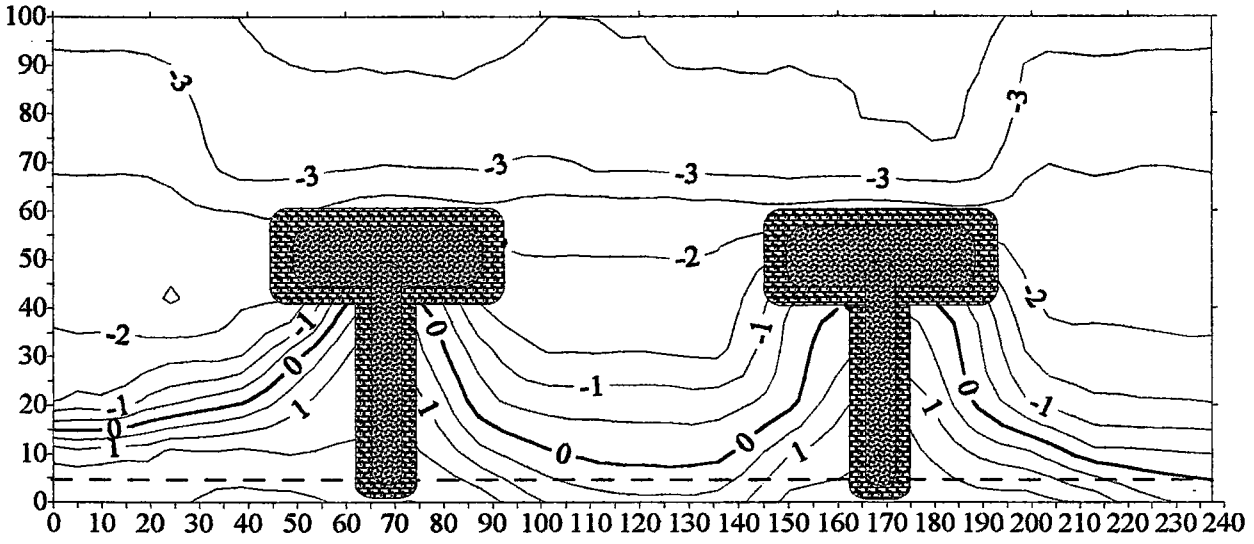
Ek Şekil 21. İki adet "T" mahmuz için sayısal model sonucu (Başlangıç- Kasım 1997)



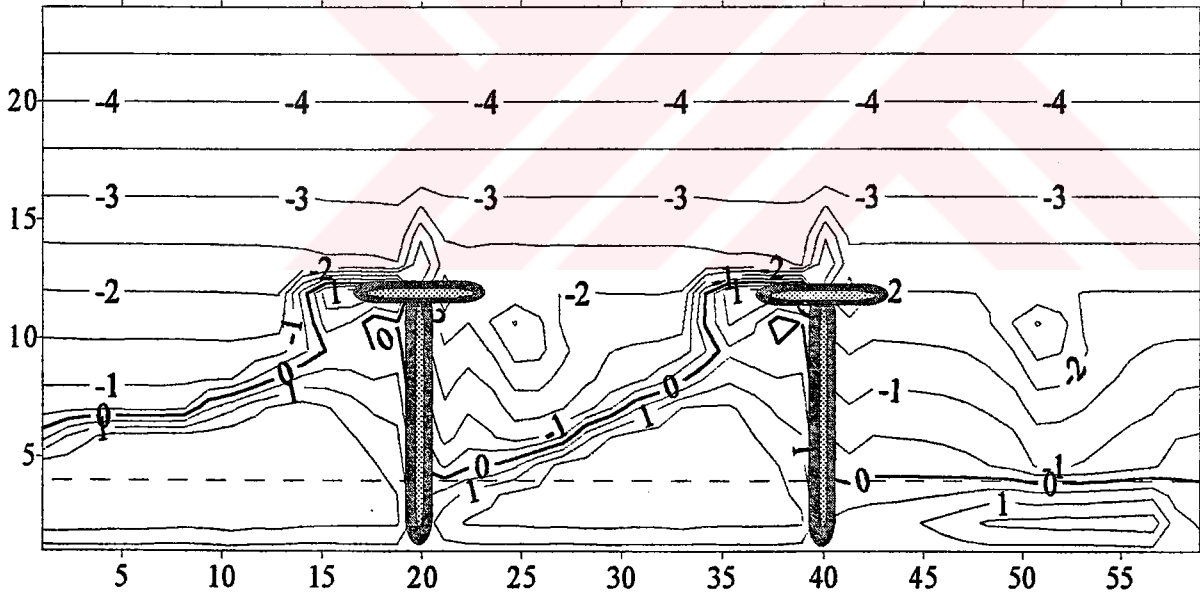
Ek Şekil 22. İki adet "T" mahmuz için arazi ölçüm sonucu (15-3-1998)



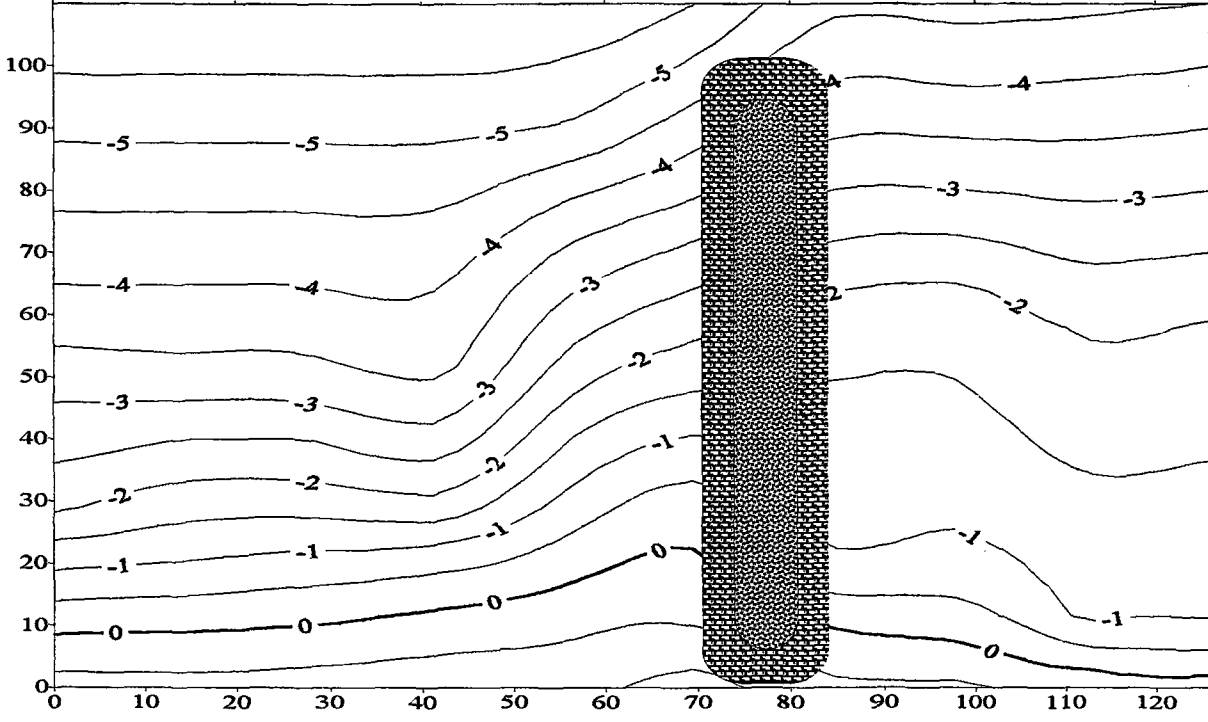
Ek Şekil 23. İki adet "T" mahmuz için sayısal model sonucu (t=4 Ay)



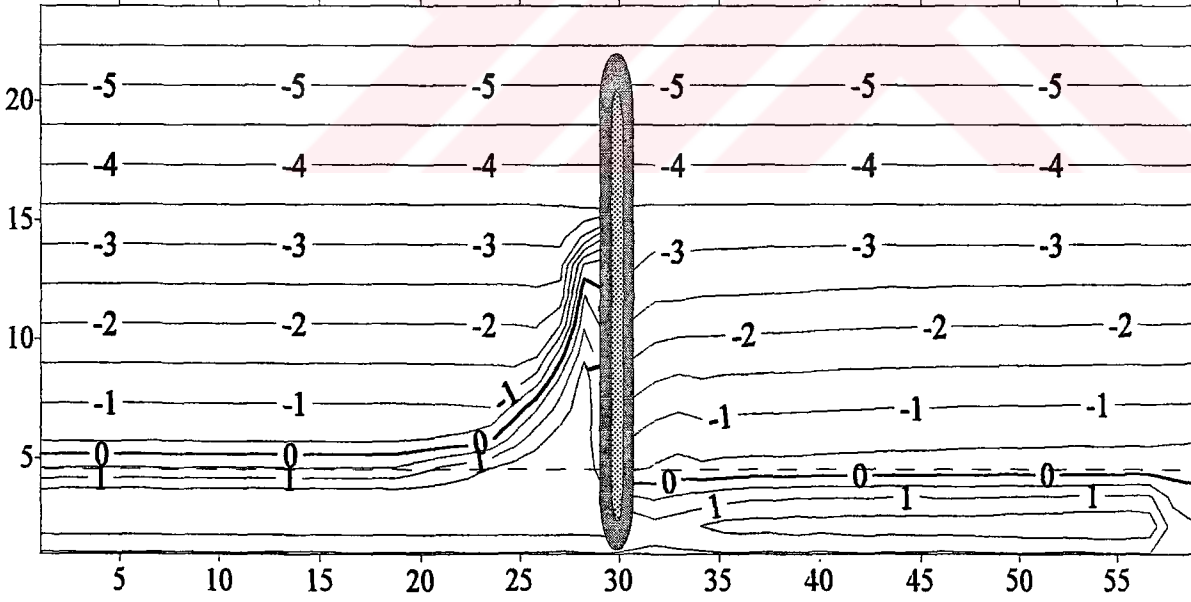
Ek Şekil 24. İki adet "T" mahmuz için arazi ölçüm sonucu (16-5-1998)



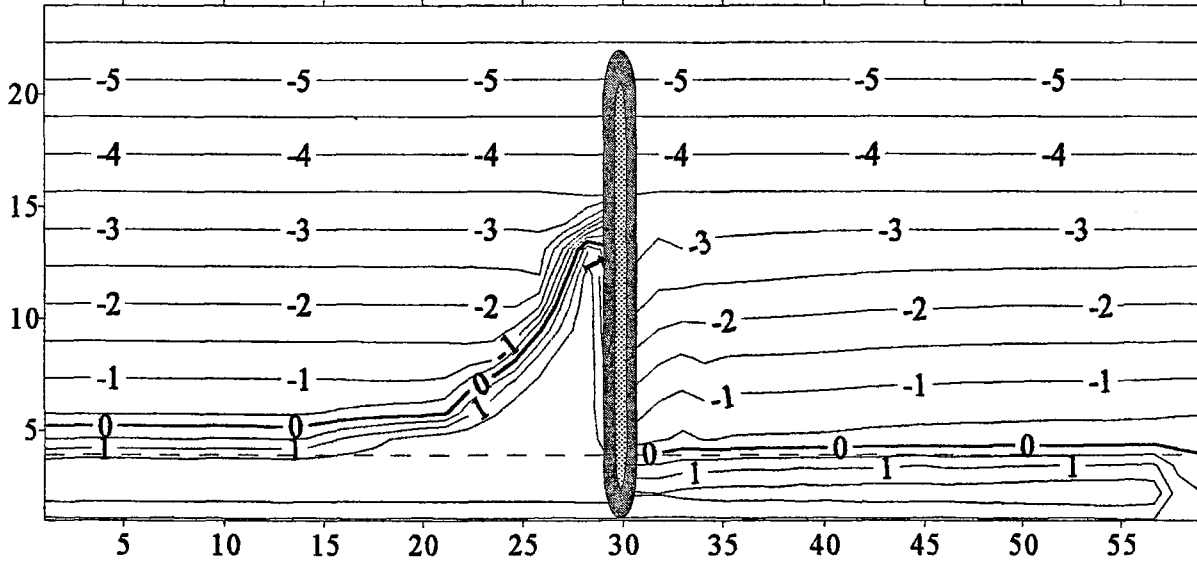
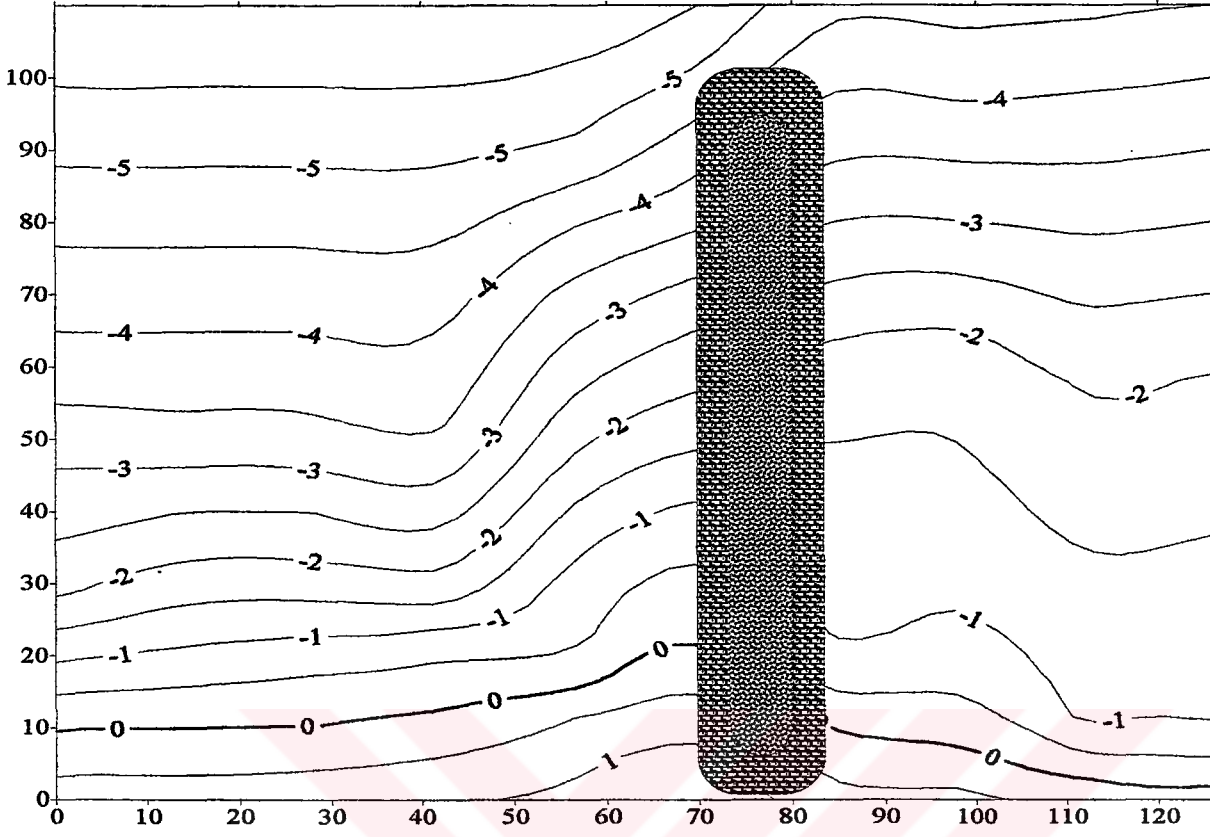
Ek Şekil 25. İki adet "T" mahmuz için sayısal model sonucu (t=6 Ay)

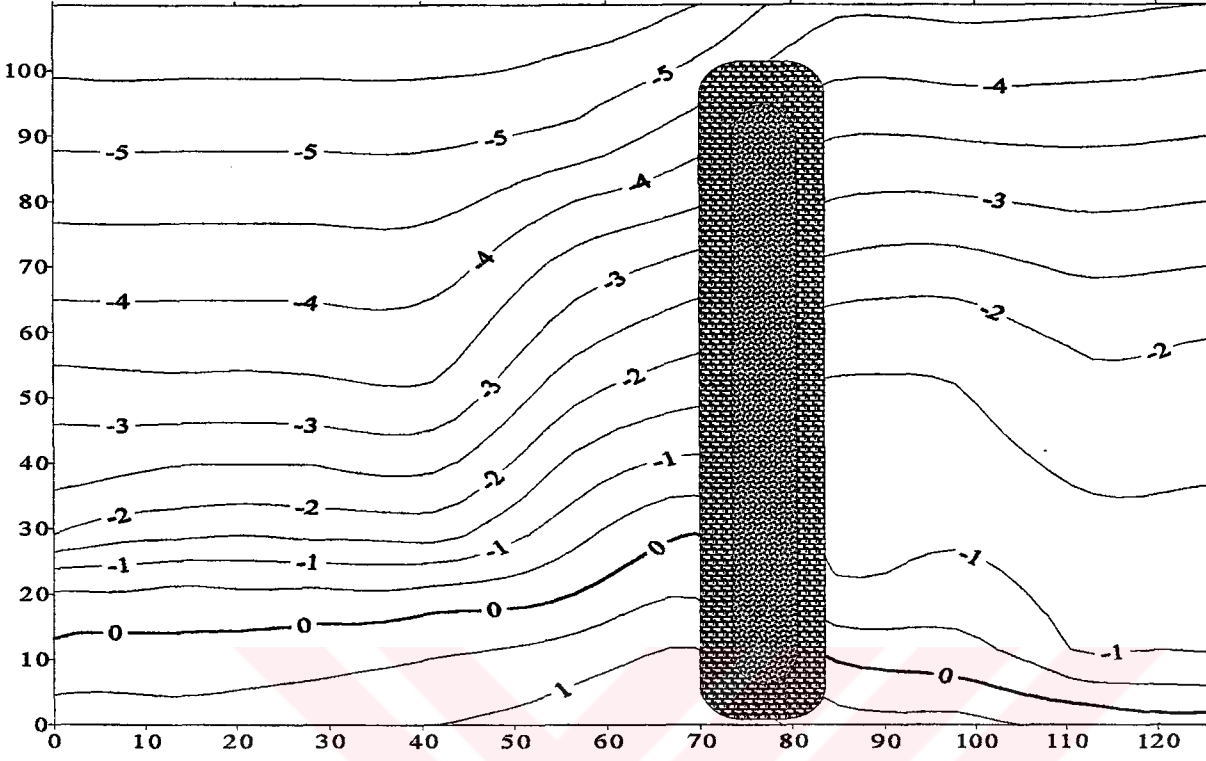


Ek Şekil 26. Düz mahmuz için arazi ölçüm sonucu (11-11-1997)

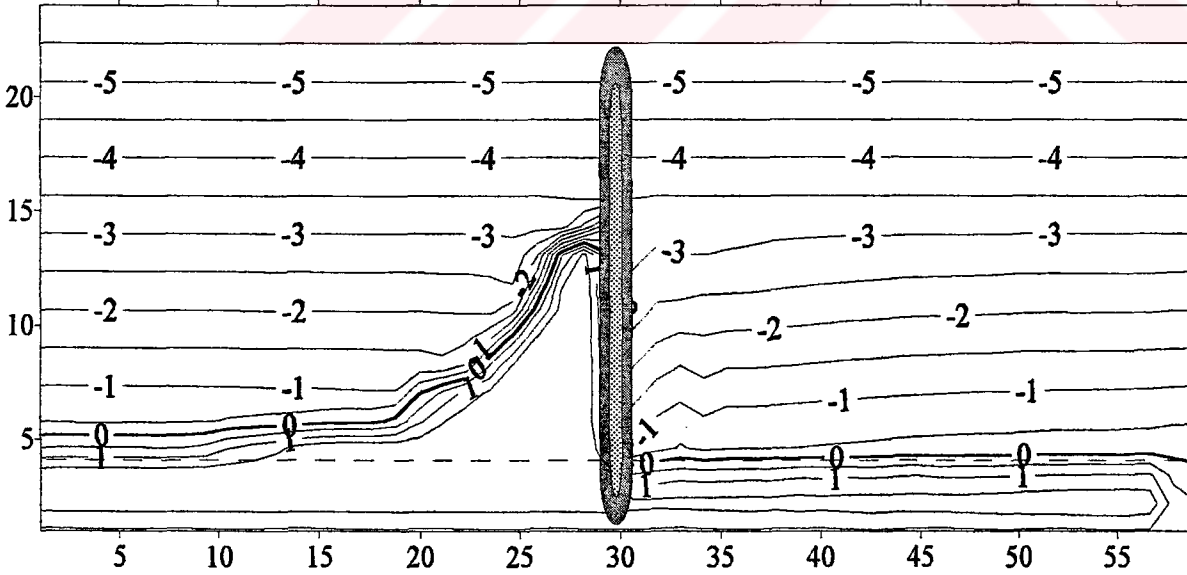


Ek Şekil 27. Düz mahmuz için sayısal model sonucu (Başlangıç)

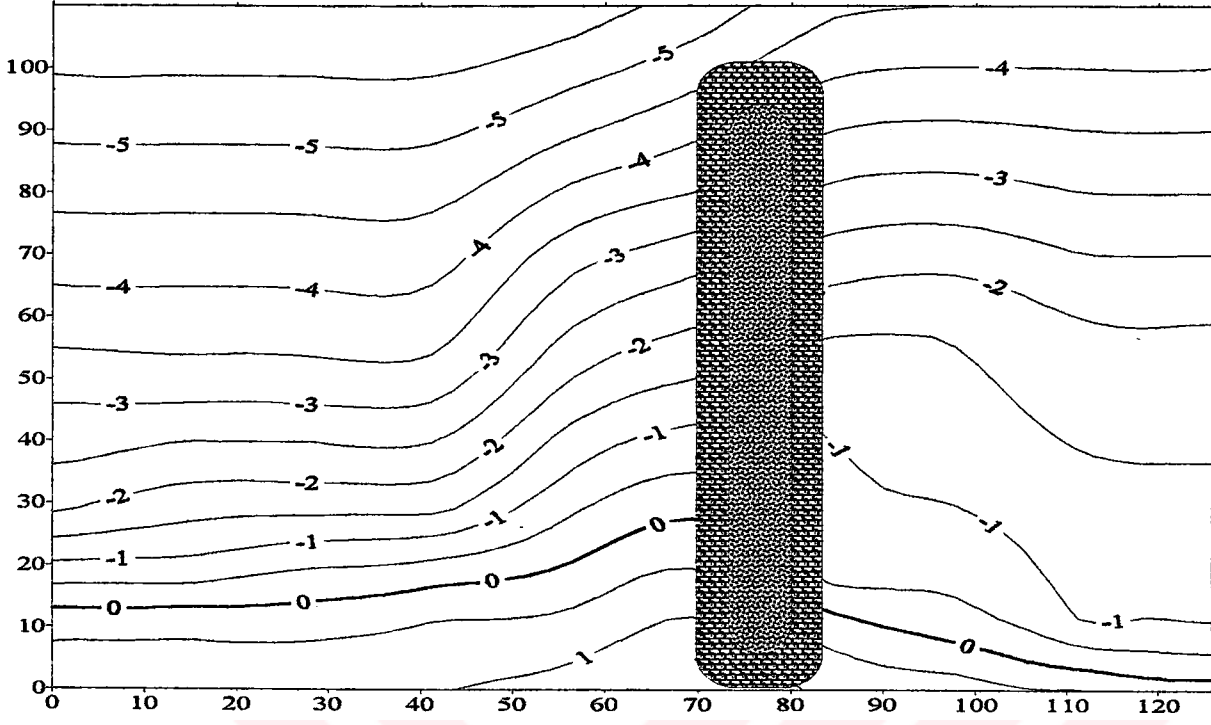




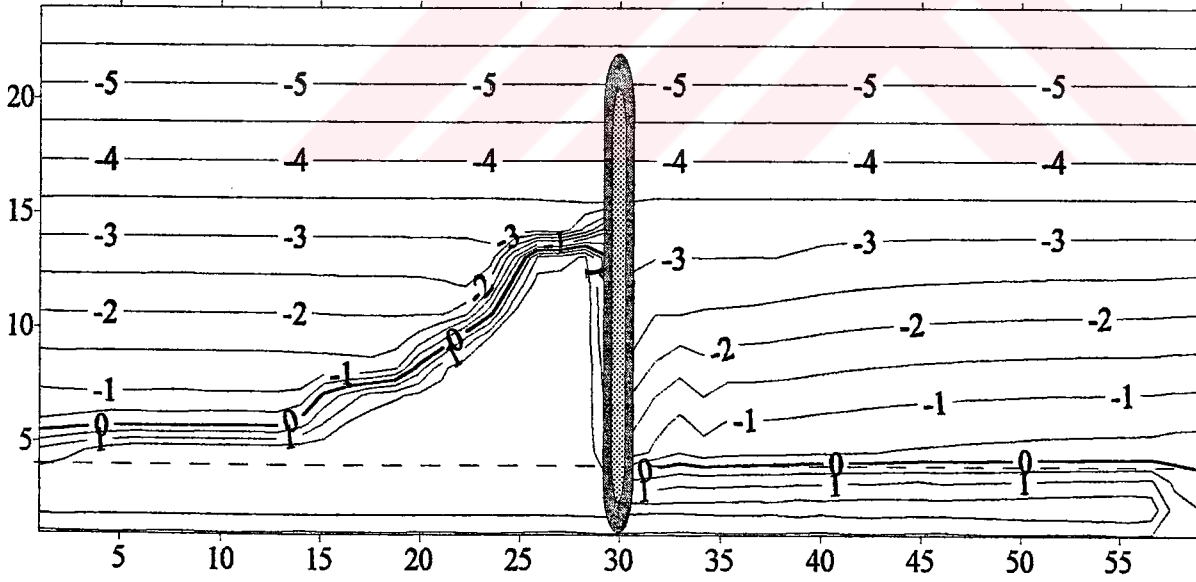
Ek Şekil 30. Düz mahmuz için arazi ölçüm sonucu (4-2-1998)



Ek Şekil 31. Düz mahmuz için sayısal model sonucu (t=3 Ay)

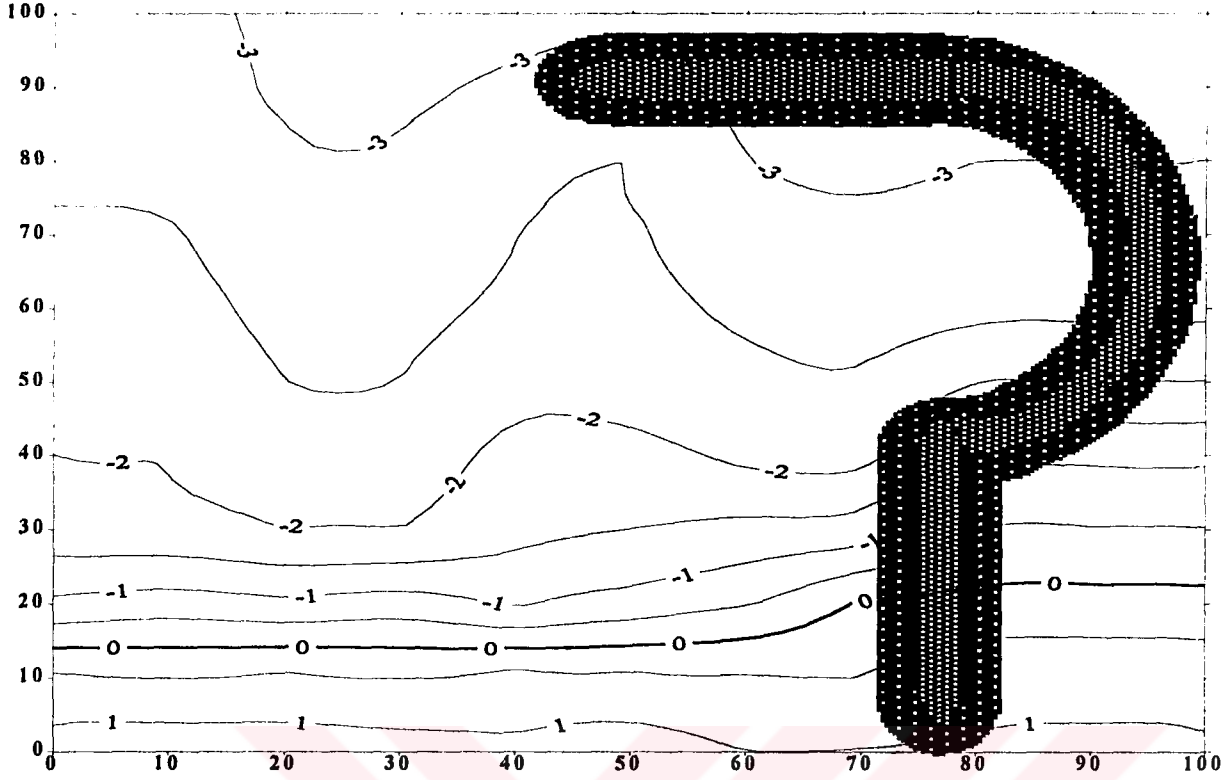


Ek Şekil 32. Düz mahmuz için arazi ölçüm sonucu (10-5-1998)

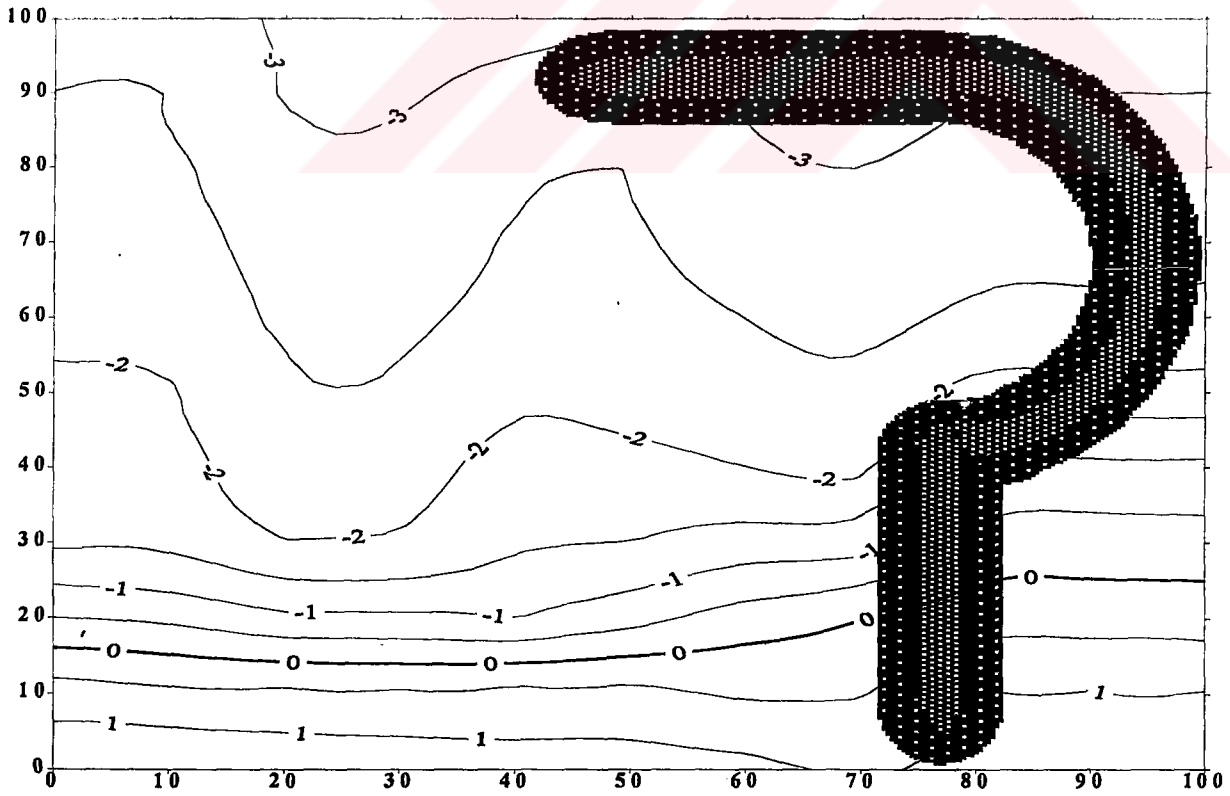


Ek Şekil 33. Düz mahmuz için sayısal model sonucu (t=6 Ay)

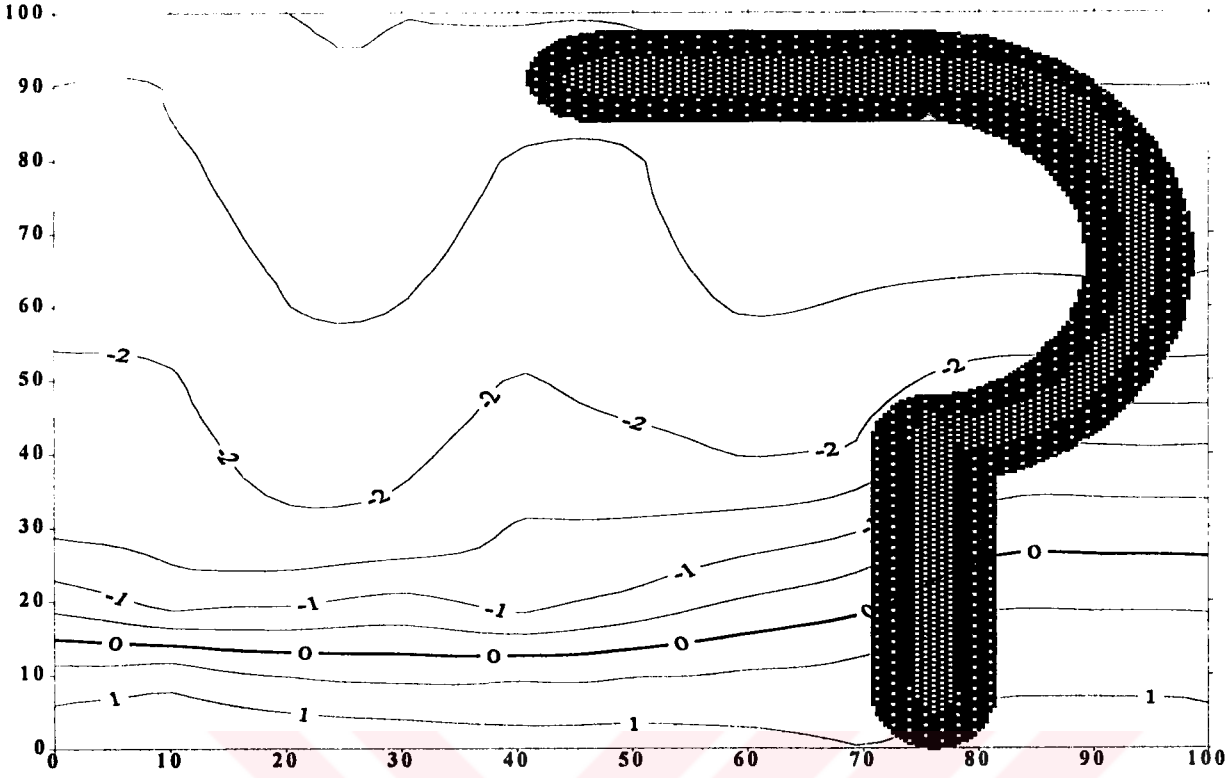




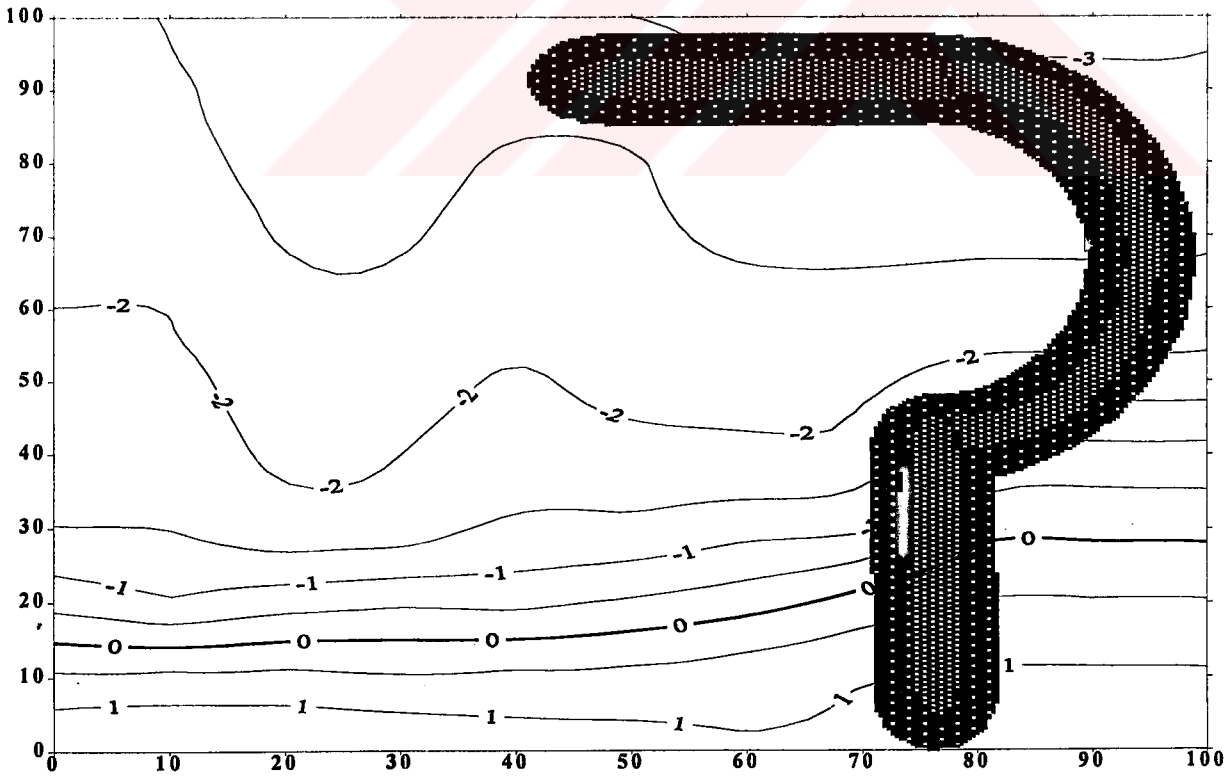
Ek Şekil 34. "L" mahmuz için arazi ölçüm sonucu (11-11-1997)



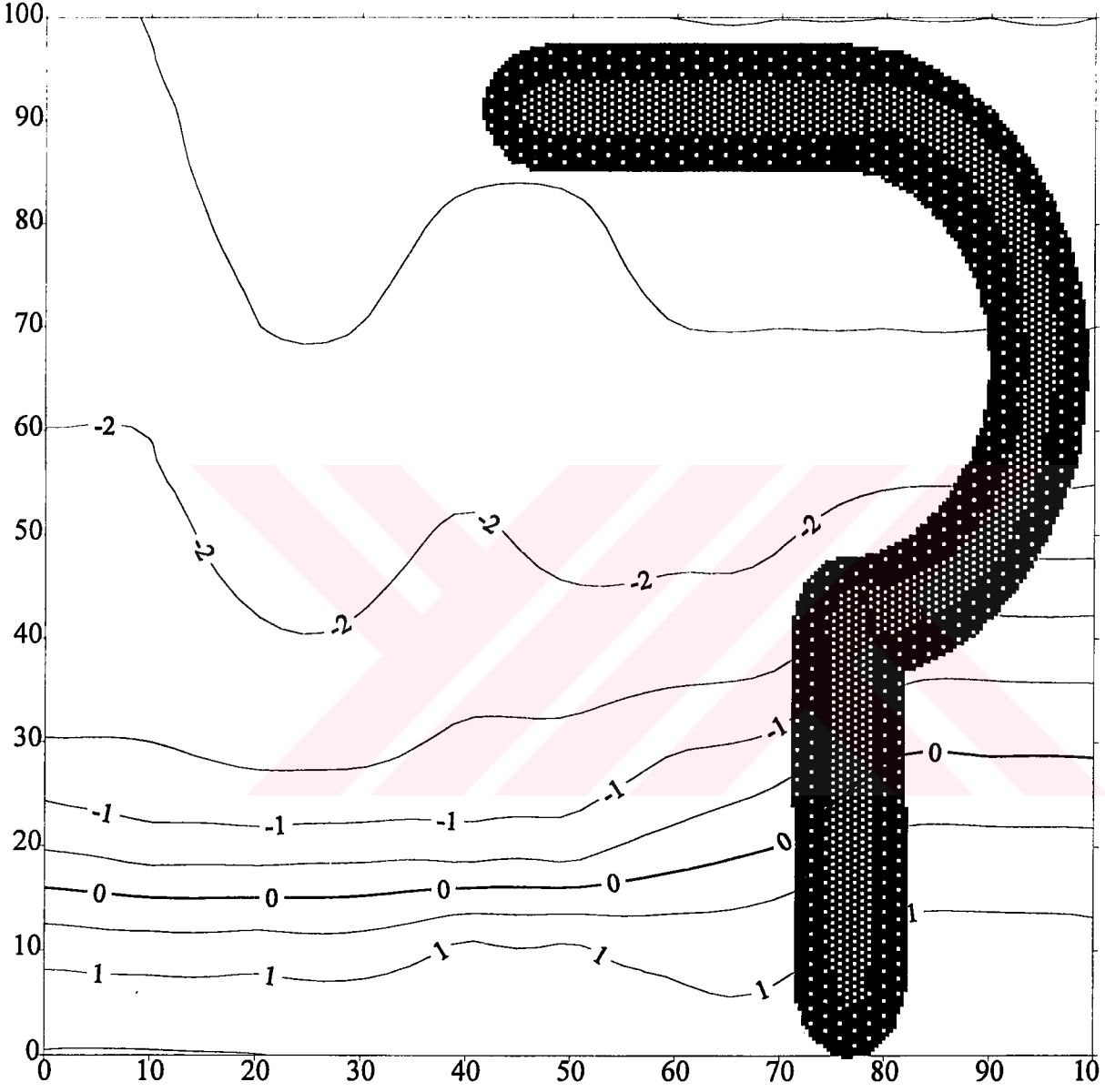
Ek Şekil 35. "L" mahmuz için arazi ölçüm sonucu (11-12-1997)



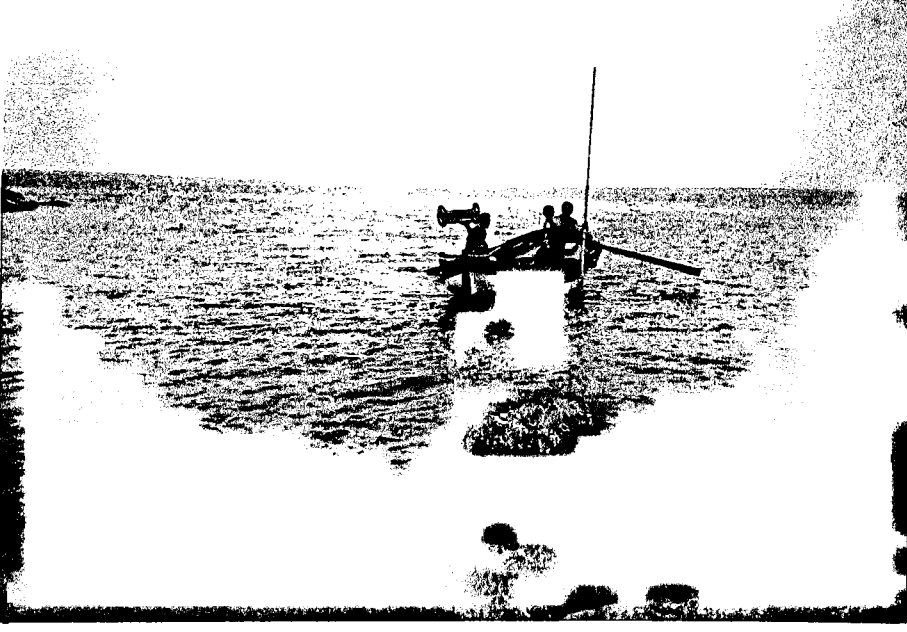
Ek Şekil 36. "L" mahmuz için arazi ölçüm sonucu (4-2-1998)



Ek Şekil 37. "L" mahmuz için arazi ölçüm sonucu (14-3-1998)



Ek Şekil 38. "L" mahmuz için arazi ölçüm sonucu (10-5-1998)



Ek Şekil 39. Lata iskandili alınışı



Ek Şekil 40. Lata iskandili alınışı



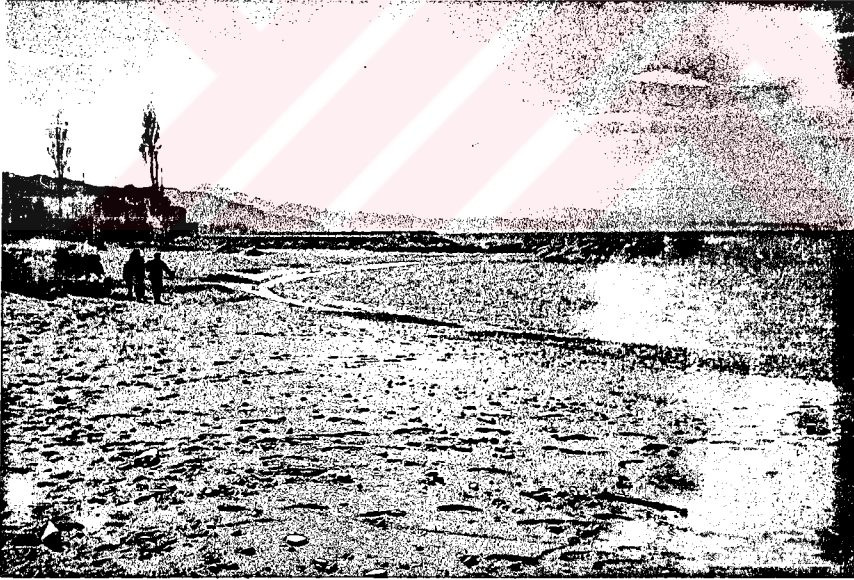
Ek Şekil 41. Of ta bulunan "T" mahmuz (18.11.1997)



Ek Şekil 42. Of ta bulunan "T" mahmuz (24.02.1998)



Ek Şekil 43. Of ta bulunan iki adet "T" mahmuzun ortası (15.03.1998)



Ek Şekil 44. Of ta bulunan iki adet "T" mahmuzun ortası (16.05.1998)

## ÖZGEÇMİŞ

21.01.1973' te Erzurum'da doğdu. İlkokulu İsmet Paşa İlkokulu'nda, ortaokulu Şair Nef'i Ortaokulu'nda, liseyi 1989' da Erzurum Lisesi'nde tamamladı. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümüne girdi. 1993 yılında mezun oldu. Erzurum'da ve İzmit'te özel şirketlerde saha mühendisi ve şantiye şefi olarak çalıştı. 1994'ten beri Rize Meslek Yüksekokulu'nda öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır. İngilizce bilmektedir.

