

2000-00108



TÜRKİYE BİLİMSEL VE
TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU

THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL
RESEARCH COUNCIL OF TURKEY

2000-00108

KIYI BÖLGELERİ SU BASMA ALANLARININ
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) VE UZAKTAN ALGILAMA
(UA) TEKNİKLERİYLE BELİRLENMESİ

PROJE NO: İNTAG-826

1971015

İnşaat Teknolojileri Araştırma Grubu

Construction Technologies Research Grant Committee

ÇİFTLİKLER

ANTAGRAFİK

TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU (TÜBİTAK)

ÖZ

ABSTRACT

TABLOLAR İNİSYAL

ŞEKİLLERİ İNİSYAL

1. PROJENİN KISALTIYI KAPSAMI

2. KİMYEVİ ÇALIŞMALAR

3. YÜZEKSELARİ HİDROLOJİK VE HİDROLOGİ

4.1 ÇALIŞMA BÖLGESİ

4.2 ARAZİ ÇALIŞMALAR

2000-0010E

**KIYI BÖLGELERİ SU BASMA ALANLARININ
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) VE UZAKTAN ALGILAMA
(UA) TEKNİKLERİYLE BELİRLENMESİ**

PROJE NO: İNTAG-826

1971015

4.4.1. HİDROGRAFIK HANTALAR

4.4.2. ARAZİ KULLANIMI VE HİDROLOGİK

5. SİYEMERAK GEBE HANTALARI

6. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA

ADRESLERİNE BEC BELİRLENME MEY

7. NERİNE BİTİRİLMİŞ ÇALIŞMA ÜZÜMLERİNE İNİSYAL

ODTÜ İnş. Mak. B1.
Su kaynakları Lab
S - 33, Etiler
R - 2

Tr, Rn

PROF.DR. A. ÜNAL ŞORMAN (Proje Yürütücüsü)

PROF.DR. AYŞEN ERGİN

DOÇ.DR. AHMET C. YALÇINER

DOÇ.DR. NURİ MERZİ

İNŞ. MÜH. VEYSEL DOĞANOĞLU

ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

KASIM 1999

ANKARA

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ

ÖZ

ABSTRACT

TABLolar LİSTESİ

ŞEKİLLER LİSTESİ

1. PROJENİN AMAÇ VE KAPSAMI
2. MEVCUT ÇALIŞMALAR
3. YÜZEY SULARI HİDROLOJİSİ VE HİDROLİĞİ
 - 3.1. ÇALIŞMA BÖLGESİ
 - 3.2. ARAZİ ÇALIŞMALARI
 - 3.3. TEMEL VERİLERİN TOPLANMASI
 - 3.3.1. AKIM VERİLERİ
 - 3.3.2. YAĞIŞ VERİLERİ
 - 3.4. ÇALIŞMA ALTLIKLARININ HAZIRLANMASI
 - 3.4.1. MEVCUT ANALOG VE SAYISALLAŞTIRILMIŞ HARİTALARIN DERLENMESİ
 - 3.4.1.1. TOPOGRAFİK HARİTALAR
 - 3.4.1.2. ARAZİ KULLANIMI VE HİDROLOJİK TOPRAK GRUBU HARİTALARI
 - 3.5. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ'NİN (CBS) YARDIMIYLA ALTLIKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ
 - 3.6. NEHİR HİDROLİĞİ -TAŞKIN ALANLARININ SAPTANMASI
 - 3.6.1. YÖNTEM
 - 3.6.2. UYGULAMA
 - 3.6.2.1. DOĞAL DURUM
 - 3.6.2.2. KORUMA SONRASINDAKİ DURUM
 - 3.7. SONUÇ VE ÖNERİLER
4. KIYI HİDROLİĞİ
 - 4.1. AMAÇ VE KAPSAM
 - 4.2. YÖNTEM
 - 4.3. BÖLGEDEKİ RÜZGAR İKLİMİ
 - 4.4. BÖLGEDEKİ DALGA İKLİMİ
 - 4.4.1. DALGA TAHMİN HESAPLAMALARI
 - 4.4.2. DERİN DENİZ EN BÜYÜK DALGA YÜKSEKLİĞİ OLASILIK DAĞILIMI

İÇİNDEKİLER

- 4.5. DALGA TRANSFORMASYONU
- 4.5.1. KULLANILAN BİLGİSAYAR MODELİ
- 4.5.2. MODEL DENEYLERİ
- 4.5.3. MODEL DENEYİ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ
- 4.6. BÖLGEDEKİ GEL-GİT İKLİMİ
- 4.7. BÖLGEDEKİ DENİZ ŞİŞMESİ
- 4.8. SONUÇ VE ÖNERİLER
- TABLolar
- ŞEKİLLER
- EKLER

TABLULAR LİSTESİ

- A1. Röper noktalarının koordinatları
 - A2. DSİ 8-89 AGİ'de gözlenmiş tarihi fırtınalar.
 - A3. DSİ 8-89 AGİ verileriyle yapılan frekans analizi sonuçları.
 - A4. Bölgenin meteorolojik istasyonlarının noktasal yağışlarının genel dökümü.
 - A5. Bölgenin meteorolojik istasyonlarının L-moment parametreleri.
 - A6. Bölge ağırlıklı frekans tahmin sonuçları.
 - A7. Gelişme eğri bileşkeleri.
 - A8. Hec-Ras çıktılarının özeti ($Q=270 \text{ m}^3/\text{s}$).
 - A9. Taşkından etkilenen yapı ve seraların koordinatları.
 - A10. Çayboğazı Havzasında Farklı Tekerrürlere Ait Taşkın Alanları.
 - A11. Taşkın Koruma projesinin hidrolik parametreleri.
-
- B1. Rüzgar Oluşma adet ve yüzdeleri
 - B2. Çayboğazı için kabarma alanı uzunlukları
 - B3. Yönlere göre derin denizde dalga oluşma sayıları
 - B4. Her yılın en büyük dalga yükseklikleri $H_s(\text{m})$ ve dönemleri $T(\text{sn})$
 - B5. Değişik yinelenme dönemleri için derin deniz dalga yükseklikleri

ŞEKİLLER LİSTESİ

- A1. Çayboğazı havzasının yerleşimi.
- A2. Çayboğazı havzası.
- A3. Çayboğazı havzası teknik geziler krokisi.
- A4. Çayboğazı havzasının bir LANDSAT quicklook görüntüsü.
- A5. Proje bölgesinin kıyı ve deniz haritası.
- A6. Çayboğazı Çayı, denizden menbaya doğru bir görünüş.
- A7. Çayboğazı Çayı, sol sahilden denize doğru görünüş.
- A8. Çayboğazı Çayı, sol sahilden sağ sahil kumsalı.
- A9. F2 dirsek noktasından menbaya doğru görünüş.
- A10. F2 dirsek noktasından mansaba doğru görünüş.
- A11. Menba tarafından köprünün görünüşü.
- A12. Çayboğazı Çayı üstündeki DSİ 8-89 numaralı akım gözlem istasyonu.
- A13. Çayboğazı Çayı yatağı ve taşkın alanının görünüşü.
- A14. Çayboğazı havzasının karakteristik arazi kullanımı ve eğim durumu.
- A15. Çayboğazı havzasının topoğrafik haritası.
- A16. Çayboğazı havzasının "hillshades" görüntüsü.
- A17. Çayboğazı havzasının eğim haritası.
- A18. Çayboğazı havzasının arazi kullanım haritası.
- A19. Çayboğazı havzasının hidrolojik toprak grubu haritası.
- A20. Çayboğazı havzasının CN (eğri numarası) haritası.
- A21a. Hec-Ras ve AvRas arasındaki entegrasyon şeması (I).
- A21b. Hec-Ras ve AvRas arasındaki entegrasyon şeması (II).
- A22. HecRas girdi dosyası örneği.
- A23. Havzanın 1/25000 ölçekli SYM' inden çıkartılmış enkesit (I).
- A24. Havzanın 1/25000 ölçekli SYM' inden çıkartılmış enkesit (II).
- A25. Enkesitlerin karşılaştırıldığı bölge.
- A26. EİE enkesidi ile A-A enkesidinin karşılaştırılması.
- A27. EİE enkesidi ile B-B enkesidinin karşılaştırılması.
- A28. Çayboğazı havzasının 1/25000'lik haritalarından elde edilen sayısal yükselti modeli (SYM).
- A29. Çayboğazı havzasının 1/25000 ve 1/5000 ölçekli topoğrafik haritalarının birleştirilmesi.

- A30. Havzada yatak şeması üzerinde enkesitlerin yerleşimi.
- A31. Çay yatak şeması üzerinde enkesitlerin yerleşimi.
- A32. Taşkın alanlarının SYM üzerinde görünüşü ($Q=270 \text{ m}^3/\text{s}$, $Tr=27$ yıl).
- A33. Taşkın alanlarının yerleşim, tarım ve altyapı üzerine etkisi ($Q=270 \text{ m}^3/\text{s}$, $Tr=27$ yıl).
- A34. Taşkın alanlarının etkisinin yapı bazında saptanması ($Q=270 \text{ m}^3/\text{s}$, $Tr=27$ yıl).
- A35. Taşkın alanlarının SYM üzerinde görünüşü ($Q=500 \text{ m}^3/\text{s}$, $Tr=225$ yıl).
- A36. Taşkın alanlarının SYM üzerinde görünüşü ($Q=612 \text{ m}^3/\text{s}$, $Tr=500$ yıl).
- A37. Taşkın alanlarının SYM üzerinde görünüşü ($Q=723 \text{ m}^3/\text{s}$, $Tr=1000$ yıl).
- A38. En yüksek tekerrür süreli taşkın su yüzü profili ($Q=723 \text{ m}^3/\text{s}$, $Tr=1000$ yıl).
- A39. Çayboğazı havzasının üç boyutlu görünüşü.
- A40. Çayboğazı havzasının taşkın alanıyla beraber üç boyutlu görünüşü
($Q=723 \text{ m}^3/\text{s}$, $Tr=1000$ yıl).
- A41. Çayboğazı havzası taşkın koruma projesi karakteristik enkesidi.
- A42. Baga (1999) çalışmasında Çayboğazı havzasında taşkın alanındaki giriş ve çıkış hidrograflarının karşılaştırılması.
- B1. Proje bölgesinin kıyı ve deniz haritası
- B2. Proje bölgesi deniz haritasının sayısallaştırılmış görüntüsü.
- B3. Transformasyon modeli sonuçları, SW dalgası $T = 9.0$ sn (üstte), $T = 7.0$ sn. (altta)
- B4. Transformasyon modeli sonuçları, SSW dalgası $T = 9.0$ sn (üstte), $T = 7.0$ sn. (altta)
- B5. Transformasyon modeli sonuçları, S dalgası $T = 9.0$ sn (üstte), $T = 7.0$ sn. (altta)

ÖNSÖZ

Bu proje ile hem sel hem de deniz kabarmasının bir kıyı bölgesinde oluşturacağı su basma alanlarının saptanması amaçlanmış ve yeni gelişen teknolojiler araç olarak kullanılmıştır. Proje konusu ile ilgili veri tabanları sayısal ortamda oluşturulmuş ve kurumlardan tam destek sağlanmıştır. Yeni yöntemler denenirken yağış hesaplamaları için bölgeselleştirme, akım hesaplamaları için de L- Momentler yöntemi denenmiştir.

Çalışma, taşkın alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında ilgili model ve arayüz programlarının ülkemizde ilk defa kullanılması ile gerçekleştirilmiştir. Üniversitemizin iki araştırma merkezimizin ortaklaşa çalışmaları sayesinde çalışma çeşitli yüksek lisans tezlerinin konuları olmuştur.

Araştırma sürecinde dört aşamalı bir yöntem takip edilmiş, bu maksatla sayısal yükselti modeli (SYM) oluşturulmuş, hidrolik modellerin entegrasyonu sağlanarak ve çeşitli tekerrürlü debilere ait taşkın alanları belirlenerek, çevre etki çalışmaları ve afet yönetim planı hazırlanması için gerekli ön bilgiler çıkarılmıştır. Belirtilen hususlar raporun sonuç ve öneriler kısmında toplanmıştır.

Havzada meydana gelen büyük taşkın tarihlerinin öncesine ve sonrasına ait uydu görüntülerinin bulunamaması, yatak boyunda alınmış olan enkesitlerin daha duyarlı ve hassas olarak koordinatlandırılmaması gibi tamamlanamamış etkinlikler çalışmamızın ve raporumuzun eksik kalan yönleridir.

Bu projede yer alan tüm arkadaşlarıma ve başta EİEI (Elektrik İşleri Etüd İdaresi) teşkilatının hidroloji dairesi personeline ve ilgili diğer Kamu kuruluşlarına teşekkürü bir borç bilirim. Yeni yöntemler denenerek yürütülen bu tür model çalışmalarının ilk öncü uygulamasının ilgililere yararlı olmasını temenni ediyor, ESRI firmasının yazılım ürünlerinin

kullanılmasına müsaade etmelerinden dolayı İşlem CBS şirketine ve maddi destek sağlamalarından dolayı da TÜBİTAK - INTAG ' a ayrıca teşekkür ediyorum.

Bu sonuç raporun hazırlanmasında üstün gayretlerinden dolayı ekibim adına Doç. Dr. Nuri Merzi ve İnş. Müh. Veysel Doğanoğlu'na şükranlarımı sunuyorum.

Saygılarımla
Prof. Dr. A. Ünal Şorman

ÖZ

Hem sel hem deniz kabarması etkilerine açık olan bir kıyı bölgesinin su basma alanları saptanmıştır. Bu yapılırken alışlagelmiş tekniklerin yanı sıra coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılmıştır. Seçilen çalışma bölgesi olan Fethiye Çayboğazı havzası için çeşitli tekerrür sürelerine ait taşkın su basma haritaları elde edilmiştir. Çalışma birbirini tamamlar şekilde iki ayrı etkinlik sürecinden oluşmaktadır. Bunlardan birincisi, söz konusu akarsuyun değişik tekerrür sürelerine sahip taşkınlar sırasında oluşacak taşkın alanlarını konu edinmektedir. Diğeri, fırtına anında kıyı bölgesinde oluşacak deniz kaynaklı kabarmanın kıyı bölgesinde su altında bıraktığı alanı incelemektedir. Çalışmalar sonunda deniz kaynaklı kabarmanın 1 m civarında kaldığı ve iç bölgelere etkisinin olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla, bölge için hidrolojik havzanın ürettiği taşkın kritik olduğu anlaşılmıştır. Taşkınlardan etkilenen, binalar, tarım alanları ve altyapı örneksel olarak saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar söz konusu bölgenin taşkınlara karşı korunması ile ilgili kararların verilmesinde kullanılabilecektir.

Anahtar Sözcükler: Yüzey suyu hidrolojisi, taşkınlar, taşkın alanları, taşkın alanları haritaları, CBS.

ABSTRACT

Inundation areas of a coastal region due to floods and wave set up were determined. Geographic Information Systems (GIS) techniques were employed besides conventional techniques. Inundation maps were obtained for floods with different return periods. This study was composed of activities mainly related to surface hydrology and coastal hydraulics. At the end of the studies, it was noted that wave set up was determined to be around 1 m without any possibility to penetrate inland. Consequently, it was concluded that flood wave originated effects were more critical. Agricultural lands, buildings and infrastructure influenced by floods are determined at the basis of geographic coordinates. The results may be employed later for taking decisions for the protection of the region against floods.

Keywords: Surface hydrology, floods, flood plains, inundation maps, GIS.

1. PROJENİN AMAÇ VE KAPSAMI

Bu projenin gerçekleştirilmesi ile ülkemizde ilk kez bir kıyı bölgesinde coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak hem içeri bölgelerden (karadan) gelen sel hem de kıyıda deniz hareketleri sonunda oluşacak su basma alanları belirlenmektedir. Su basma alanlarını gösteren bu haritalar sayesinde yerleşim bölgelerinin, bölge altyapısının ve tarımsal alanların su basmasından ne kadar etkilendikleri ortaya konmuştur.

Bu çalışma için seçilen pilot bölge Muğla ili sınırları içinde yer alan Fethiye ilçesi yakınlarındaki Çayboğazı hidrolojik havzası (Kargı Çayı) ve çayın denize döküldüğü kıyı bölgesidir (Şekil A1). Çalışma, sonunda birbirini tamamlar şekilde iki ayrı etkinlik sürecinden oluşmaktadır: (A) Kıyı bölgesini tehdit edecek olan selin (taşkın dalgasının) saptanması, (B) fırtına anında kıyı bölgesinde oluşacak dalga kaynaklı deniz kabarmasının saptanması.

Raporun 2.Mevcut Çalışmalar bölümünde konuya ilişkin bir literatür özeti yer almaktadır. Raporun 3.Bölümünde Çalışma Programı ile bağlantılı olarak (A) konusuna ilişkin çalışmalar, 4.Bölümünde ise (B) konusuna ilişkin çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir. Son bölümde ise proje ile ilgili yapılan harcamalara yer verilmiştir.

2. MEVCUT ÇALIŞMALAR

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) mekansal bilgiyi elektronik ortamda depolayan, güncelleştiren, analiz eden, verileri olduğu gibi sonuçları da görsel olarak sunan bir araçtır (Aronoff, 1993; Tomlin, 1990; Bernhardsen, 1992). Çeşitli bilim dallarının yanı sıra inşaat mühendisliği de özellikle Su Kaynakları alanında CBS'inden yararlanmaktadır. Konumuz olan taşkın alanlarının belirlenmesi, hem mühendislik hidrolojisinin hem de açık kanal hidrolojisinin ortak uygulamalarından biridir. CBS'nin hidrolojik modellemede etkin bir biçimde kullanılıyor olması, bu konudaki ilgili yazılımlar aracılığıyla, sayısallaştırılmış

bir harita kullanılarak bir arazi modeline ulaşılması ile başlamıştır (ESRI, 1992; Maidment, 1991; Maidment, 1992). Sayısal yükselti modelinin elde edilmesinden sonra sıra artık bu "verinin" hidrolojik modellerde kullanılmasına, bir başka deyişle onlarla entegre edilmesine geldi (Maidment, 1993; Maidment, 1994; Chairat ve Delleur, 1993; Ross ve Tara, 1993; Shea ve diğerleri, 1993). Bevin ve Moore (1993) benzer çalışmaların bir derlemesidir. Taşkın alanının saptanması ise bir sonraki adımdır. Taşkın alanı çalışmalarında, taşkın sırasında göl seviyelerinin yükselerek ilgili alanı kaplaması literatürde geniş bir uygulama bulmuştur. Ülkemizdeki bir uygulama Merzi ve diğerleri (1999)'dir. Petras ve diğerleri (1996) ise bir akarsu boyunca taşkın sırasında ortaya çıkan taşkın alanını saptamışlardır; bu çalışmada sayısal arazi modeli MIKE11 hidrodinamik modeli için girdi olarak kullanılmıştır. Benzer bir çalışma ise Baga (1999)'dur; bu çalışma Çayboğazı havzasında yürütölmüştür.

Hidrolojik modellerin kullandığı mekansal veriler varolan analog verilerin kullanılmasıyla elde edilebildikleri gibi Uzaktan Algılama (UA) teknikleriyle de oluşturulabilirler. Evans (1990) toprak sınıfının saptanması için, Barrett (1989) yağış verisi için, Smugge (1990) toprak nemi için, Walklet ve Hitchcock (1991) bitki örtüsü için, Moll ve Overmars (1990) su basma alanları için örnek çalışmalar olarak gösterilebilir. UA etkin bir teknik olmasına karşın, uydu görüntülerinin - özellikle taşkın çalışmaları için - ilgili tarih için temin edilmesi gerekliliğinin çalışmada sorun yaratabilmesi muhtemeldir.

Taşkın alanlarının saptanmasından sonraki adım ise ilgili çevre etki çalışmasının yapılması ve afet yönetim planlarının hazırlanmasıdır. Özellikle çevre etki çalışmasına örnek olarak Boyle ve diğerleri (1998) literatürdeki en kapsamlı ve yeni çalışma olarak bulunmaktadır.

Bu projede yer alan çalışmaların bir kısmı Devlet Su İşleri 'nin (DSİ) 21-23 Eylül 1998 tarihleri arasında düzenlediği Beşinci Su Mühendisliği Problemleri Semineri kapsamında " Su Basma Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri ile Belirlenmesi" adlı bir bildiri olarak sunulmuştur (Merzi ve diğerleri, 1998).

3. YÜZEY SULARI HİDROLOJİSİ VE HİDROLİĞİ

3.1. ÇALIŞMA BÖLGESİ

Son raporun bu bölümündeki etkinlikler YüzeY Suları Hidrolojisi ve Hidrolik konularını kapsamaktadır. Söz konusu çalışma Fethiye ilçesinin kuzeybatısında yer alan Çayboğazı havzasını (Kargı Çayı) ele almaktadır (Şekil A1 ve A2). Bu havza yaklaşık 266 km² genişliğinde bir alana sahiptir; havzaya suyunu boşaltan ana koldan başka Nif (65 km²) ve Çenger (11 km²) althavzaları bu rakamın içindedir. Havzada, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nce işletilen 8-89 nolu Yanıklar akım gözlem istasyonu (36°44'41.8" K, 29°04'06.6" D) mevcuttur ve 1983 yılından beri işletilmektedir.

3.2. ARAZİ ÇALIŞMALARI

Proje ekibi, havzanın tanınması (3.7.1997 ve 29.9.1997) ve veri toplamak (İlkbahar 1998, 21.9.1998 ve 19.7.1999) amacıyla araziye çeşitli yolculuklar yapmıştır. Havzanın tanınması amacıyla yapılan çalışmalarda anakol (Çayboğazı Çayı) ile yankollar (Kızıldere ve Arpacık (Nif) çayları), potansiyel taşkın alanları ve DSİ 8-89 numaralı akım gözlem istasyonu (AGI) incelenmiştir. Bunların yanı sıra havza topografyası ve bitki örtüsü gözlenmiş ve fotoğraflarla belgelenmiştir. Ayrıca, hem çeşitli yönlerden havzaya hem de havza içindeki ulaşım imkanları ortaya çıkarılmıştır. Aynı çalışmalar çerçevesinde, bilhassa, kıyı bölgesindeki su basma tehlikesi altındaki bahçeler ve turistik bölgeler arazide incelenmiş ve önemli noktaların koordinatları standart GPS (Global Positioning System) aletiyle saptanmıştır (Şekil A3). Bölgenin LANDSAT uydusundan alınmış quicklook görüntüsü Şekil A4'te verilmiştir. Proje bölgesinin kıyı ve deniz haritası Şekil A5'te verilmiştir. Şekil A6 Çayboğazı Çayı'nın denize döküldüğü noktada menbaya doğru bir görünüşünü göstermektedir. Çayın sol sahilden denize doğru görünüşü Şekil A7'de verilmiştir. Aynı noktada sol sahilden sağ sahil kumsalının görünüşü Şekil A8'de verilmiştir. Şekil A3'te tariflendiği üzere, çayın, Muğla-Fethiye Devlet Yolu'nun geçtiği köprü ile deniz arasında

yaptığı dirsekte (F2) menbaya doğru görünüş Şekil A9'da sunulmuştur. Aynı dirsekteki mansaba doğru görünüş Şekil A10'da verilmiştir. Söz konusu köprünün menba tarafından görünüşü ise Şekil A11'de sunulmuştur. Şekil A12, bu çalışmanın yararlandığı hidrometrik ölçümlerin yapıldığı DSİ'nin 8-89 numaralı AGİ'yi göstermektedir. Şekil A13 ise çalışılan bölge boyunca ana yatağın sağında ve solunda bulunan taşkın yataklarından bir örnek vermektedir. Çayboğazı havzasının karakteristik arazi kullanımı ve eğim durumu Şekil A14'te görülmektedir, bu fotoğraf bölgenin bitki örtüsü (çam ormanı) hakkında bilgi vermesinin yanısıra arazinin eğiminin ne kadar dik olduğu konusunda da aydınlatıcıdır.

Doğrudan veri toplama çalışmaları ile, genellikle, çay boyunca kritik yerlerde enkesit çıkarılması kastedilmektedir. Bu görevde Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ) Aydın Bölge Müdürlüğü hidrologları aktif olarak çalışmışlardır. Proje ekibimiz ise gerektiğinde ve özellikle kritik yerlerin arazide saptanması söz konusu olduğunda çalışmalara katılmışlardır.

Bunlara ilaveten hassas GPS ölçümleri çalışmaları için gerekli röper noktalarının arazide saptanması söz konusu olduğunda proje ekibimiz Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü ile temasa geçtikten sonra Fethiye Tapu Kadastro Müdürlüğü elemanlarıyla arazide gerekli çalışmaları yapmışlardır. Bu çalışmalar sonucu hedeflenen dört röper noktasından üç tanesine ulaşılmış ve bu noktaların koordinatları elde edilmiştir (Tablo A1) fakat ileride de bahsedileceği üzere bu çalışmanın bu proje kapsamında yapılamayacağına karar verilmiştir.

3.3. TEMEL VERİLERİN TOPLANMASI

3.3.1. AKIM VERİLERİ

Bu amaçla Devlet Su İşleri ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi'nin ilgili servislerine (DSİ Rasatlar Şube Müdürlüğü ve EİEİ Hidrolik Etütler Dairesi Başkanlığı) başvurularda bulunuldu ve havzada yer alan 8-89 Kargı Çayı Yanıklar akım gözlem istasyonunun 1984-

1993 arası işlenmiş akım verileri ilk adımda DSI'den temin edildi. 1994-96 yıllarındaki akım ölçülerinin olmayışı ve akım anahtar eğrisinin güvensiz olması nedeni ile bu yıllara ait değerlendirmelerin yapılamadığı görüldü. Bunun üzerine EİEİ'ye yapılan müracaatımız üzerine arazi çalışmaları başlatıldı; Bölge Müdürlüğü'nün bir ekibi havzaya gönderilerek istasyon enkesitinin çıkarılmasına ve akım-savak seviye değerlerinin tekrar gözden geçirilerek seviye ölçümlerinin yeni bir değerlendirme (anahtar eğrisi) ile taşkın piklerine dönüştürülmesine karar verildi. Yapılan bu çalışmalar özet olarak Tablo A2'de görülmektedir.

DSİ kayıtlarına dayanılarak bir ön istatistiksel hidroloji çalışması yapılmış ve birinci raporda sunulmuştu: yıllık en yüksek taşkın debileri kullanılarak analitik ve grafiksel olarak frekans analizi çalışması yapıldı. Bunun için GEV (Generalized Extreme Value), LN3 (Three-Parameter Lognormal), LPT3 (Log Pearson Type III), WAK (Wakeby) dağılımları kullanıldı. Bu arada dağılım parametreleri hem klasik yöntemlerle (MOM - Method of moments, MLP - Maximum likelihood) hem de L-momentleri yöntemi ile karşılaştırılmalı olarak uygun istatistiksel yöntem programları kullanılarak gerçekleştirildi (Kite, 1978; Hosking ve Wallis, 1997); böylece 2 yıl ila 100 yıl tekerrür süresine sahip tahmini anlık debiler elde edildi (Tablo A3).

Bu tür çalışmaların, ileride detaylı olarak gözlenen akım değerleri ile tekrarlanması önerilmektedir; bunun sonucunda ölçülen en yüksek taşkın debileri için daha hassas tekerrür sürelerinin belirlenebileceği ve su basma alanlarının tahkikinde kullanılabilceği düşünülmektedir.

3.3.2. YAĞIŞ VERİLERİ

Çayboğazı havzası sınırları içinde meteoroloji istasyonu bulunmamaktadır. Havzanın hemen yakınlarında ise Fethiye, Dalaman, Üzümlü ve Ortaca istasyonları vardır. Bu istasyonlara ait Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün (DMİ) topladığı veriler

temin edilmiştir. Öte yandan yine bu istasyonlara ait yağış miktar ve tekerrür bilgilerinin özetlendiği DSI'nin yayınladığı Türkiye Maksimum Yağışları Frekans Atlası'ndan(DSİ, 1990) çalışmalarda yararlanılmıştır.

Yağış bilgileri incelendiğinde noktasal olan bu dört istasyonun verilerinin birbirlerinden çok farklı olduğu ortaya çıkmıştır. Frekans Atlası tekerrür süresi 100 yıl olan 24 saat süreli yağışları Fethiye için 183 mm, Dalaman için 329 mm, Ortaca için 202 mm, Üzümlü için 102 mm olarak vermektedir. Bu durumda, herhangi bir noktasal yağış değeri değil de bu istasyonların tümünün değerlerini kullanarak bir bölgeselleştirme (regionalization) çalışması yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Aşağıda bu konuda yürütülen çalışmanın ana hatları verilmiştir.

Çayboğazı havzasının gözlenen en büyük yağış değerlerine dayanarak 24 saatlik yağış miktarı - süre - frekans (I-D-F) analiz çalışması yapılmıştır. Bu bölgede havzayı çevreleyen ve halen açık olan 4 adet yağış meteoroloji istasyonuna rastlanmıştır. Bu istasyonlara ait nokta değerlerini çalışmak için iki kaynaktan yararlanılmıştır: (1) DSI tarafından çıkarılan Türkiye Maksimum Yağışları Frekans Atlası, I, (2) DMİ tarafından işletilen Fethiye, Dalaman, Üzümlü ve Ortaca meteoroloji istasyonlarının günlük en çok yağış miktarlarının döküm cetvelleri (1994 yılı itibarı ile). Bu yayın ve döküm cetvellerinden 4 meteorolojik istasyonun 24 saatlik ve değişik frekans değerleri için yağış miktarlarının değişimi incelenmiş ve sonuçlar tablo olarak verilmiştir (Tablo A4).

Nokta frekans değerleri incelendiğinde bölgeyi temsil edecek bölge bazındaki yağış değerlerinin ne olabileceği konusu bu çalışmada incelenerek ve Hosking ve Wallis (1997) tarafından geliştirilen "Method of L-Moments" yöntemi kullanılarak bölgenin frekans analizi çalışmaları yapılmıştır (Tablo A5). Bu konuda Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nin Su Kaynakları Bilim Dalı'nda bitirilmiş yüksek lisans tezlerinden yararlanılmış (Okur, 1998; Uraz, 1998), Hosking ve Wallis tarafından geliştirilen kaynak program kullanılmıştır. Bu istasyonların, yapılan simülasyon çalışmalarında uygulanan

homojenite testleri birden küçük değerler vermiş ve homojen oldukları saptanmıştır. Bu arada uygunluk z-testi (Goodness of fit) yapılmış ve z-değerlerine bakılarak uygun bölge frekans dağılımlarının sırası ile Genel Lojistik, Genel Ekstrem, Genel Normal, ve Pearson Tip III oldukları gözlemlenmiştir. Bu dağılımlar kullanılarak ve bölge ağırlıklı dağılım parametreleri ile frekans tahmin çalışma sonuçları çıkarılmıştır (Tablo A6). Bu uygun sonuç değerlerine ulaşabilmek için Dalaman ve Fethiye yağış istasyonlarında “outlier “ adını verdiğimiz bazı ekstrem değerler testler sonunda saptanarak çalışmadan çıkarılmıştır.

Ayrıca seçilen tek bir dağılım için (Genel Lojistik) her bir istasyonun 100 kere tekrarlanarak yapılan bölge frekans çalışmaları sonucunda bu bölge için ortalama hata değerleri (mutlak, taraflı, ortalama hata karelerinin kökleri (rms)) bulunmuş ayrıca normalize edilmiş bölgesel dağılımın eğrileri ve bunların güvenilirlik bantları (%90) çıkarılmıştır. Bu bant eğrileri her bir frekans değeri için Tablo A7’da gösterilmektedir. Burada, $q(F)=\hat{Q}_T(F)/\bar{Q}(F)$ boyutsuz normalize edilen ortalama bölge değerleri, $q_{u,l}(F)$ üst ve alt güvenilirlik değerleri, F ise %90 güvenilirlikle yağış değerlerinin olmama ihtimalidir ve $(1-1/T_r)$ bağıntısı ile ifade edilir. Bu boyutsuz normalize değerlerden($q(F)$) yararlanılarak ve ortalama yıllık taşkın değerlerinin $\bar{Q}(F)$ regresyon denklemleri ile hesaplanması ile herhangi bir tekerrüre sahip feyez an debileri ($\hat{Q}_T(F)$) ölçümü olmayan bir alt havza için hesaplanabilir.

3.4. ÇALIşMA ALTLIKLARININ HAZIRLANMASI

3.4.1. MEVCUT ANALOG VE SAYISALLAşTIRILMIş HARİTALARIN DERLENMESİ

3.4.1.1. TOPOGRAFİK HARİTALAR

Bölgenin 1:25.000 ölçeğinde topoğrafik haritaları mevcuttur ve beş adedi tüm havzayı kapsamaktadır (Fethiye - O22 A4, O22 D1, O2 B3, O22 A1, O22 A3). Bu haritaların

analog olanları Harita Genel Komutanlığı ile temas edilerek satın alınmıştır. Öte yandan havzanın sayısal yükselti modelini kurmak üzere aynı haritaların üç tanesinin (O22 A4, O22 D1, O22 A3) sayısallaştırılmış olanları Harita Genel Komutanlığı'ndan satın alınmıştır; Çayboğazi havzası'nın çok küçük bir bölümü diğer iki paftada olduğu için onların sayısallaştırılması Su Kaynakları Laboratuvarı'nın CBS/UA (Coğrafi Bilgi Sistemleri/Uzaktan Algılama) biriminde bu projede çalışan yüksek lisans öğrencileri tarafından yapılmıştır.

3.4.1.2. ARAZİ KULLANIMI VE HİDROLOJİK TOPRAK GRUBU HARİTALARI

Çayboğazi Havzası'nın 1:100.000 ölçeğindeki analog arazi kullanımı ve büyük toprak grubu haritalarına baz teşkil edecek olan, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün hazırladığı (KHGM) Muğla İli Arazi Varlığı Raporu ilgili kurumdan temin edilmiştir. Bu rapor gerekli anahtar kullanılarak çözülmüş ve arazi kullanımı ve hidrolojik toprak grubu haritaları elde edilmiştir. Bu haritalar CBS/UA merkezinde sayısallaştırılarak bilgisayar ortamında kullanıma hazır hale getirilmişlerdir.

3.5. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ'NİN (CBS) YARDIMIYLA ALTLIKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Havzanın 1/25000 ölçeğindeki sayısal topoğrafik haritası Şekil A15' de verilmiştir. Havza sınırları, bu harita esas alınarak elde edilmiş olan sayısal yükselti modelinden (SYM) çıkartılmış ve havza dışında kalan kesimler şekilde görüntülenmemiştir.

Yine bu SYM kullanılarak havza akarsu ağı çıkartılmış ve havzanın Şekil A16' da verilen "hillshades" görüntüsü üzerine bindirilmiştir.

Havzanın topografyası hakkında detaylı bilgi veren ve havzanın eğim yönünü havza SYM üzerindeki her bir hücrenin komşu hücrelerden maksimum yükseklik farkı değişimini bularak gösteren eğim haritası Şekil A17' de verilmiştir. Bu eğim haritası hücre bazında oluşturulmakta ve her hücreye 0-360 derece arası bir değer atanarak çalıştırılacak hidrolojik modellere veri sağlayabilecek çeşitli bindirme operasyonlarına olanak sağlamaktadır.

Havzanın arazi kullanım haritası (Şekil A18) ve büyük toprak grubu haritası (Şekil A19) analog olarak ilgili kurumlardan alınarak sayısallaştırılmış ve CBS ortamında kullanılabilir hale getirilmiştir. Gerekli anahtar kullanılarak havzanın arazi kullanım haritası sınıflandırılmış ve sayısallaştırılan poligonlara arazi kullanım verileri (Fundalık, Kuru Tarım -nadash veya nadassız-, Mera, Orman, Sulu Tarım) aktarılmıştır. Aynı yöntem izlenerek hidrolojik toprak grubu haritası da A, B, C, D sınıfları altında dört ana gruba ayrılmıştır. Bu iki sayısal harita üst üste bindirilerek havzanın 0 -100 değerleri arasında değişen CN (eğri numarası) sayısal haritası (Şekil A20) elde edilmiştir.

3.6. NEHİR HİDROLİĞİ -TAŞKIN ALANLARININ SAPTANMASI

3.6.1. YÖNTEM

Taşkın alanlarının saptanmasında öncelikle HEC-RAS yazılımı kullanılmıştır (HEC,1998). HEC-RAS (Ver. 2.2) önceleri de su yüzü profili hesapları için yaygın olarak kullanılan HEC-2 adlı programın Windows işletim sistemi ortamında çalışan ve daha kullanışlı hale getirilmiş olan yeni bir versiyonudur. Bu program yapay ve doğal kanallarda düzgün, tedrici akımlar için zamandan bağımsız su yüzü profilleri hesaplamaktadır. Bu program iki ayrı rejim tipinin yanı sıra (sel rejimi (Froude sayısının birden büyük olduğu durum), nehir rejimi (Froude sayısının birden küçük olduğu durum)) nehir boyunca her iki tipi de birarada kapsayabilecek karma durumları da modelleyebilmektedir. Nehir boyunca akımı kontrol edebilecek köprü ve menfez benzeri yapılar da HEC-RAS tarafından dikkate

alınmaktadır. Suyüzü profili hesaplanırken Standart Adım Yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemde su seviyesi bilinen bir kesit kullanılarak başka bir kesitin su yüzü yüksekliği iteratif bir şekilde aşağıdaki eşitliğin deneme yanılma yöntemiyle çözülmesiyle hesaplanmaktadır.

$$SS_1 + \alpha_1 V_1^2 / 2g = SS_2 + \alpha_2 V_2^2 / 2g + h_e$$

Burada $SS_{1,2}$ kesitlerdeki su seviyelerini, $V_{1,2}$ ortalama su hızlarını, $\alpha_{1,2}$ kesitlerdeki hız katsayılarını, g yerçekimi ivmesini ve h_e enerji kaybını temsil etmektedir.

Program girdileri, geometrik ve akım verileri olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Enkesitlerin geometrisi, aralarındaki uzunluklar ve nehir akım şeması hidrolik modelin geometrik verilerini oluşturmakta, akım rejim tipi, akım değerleri ve sınır koşulları da akım verileri olarak modele girmektedir.

Verilen bir debi için hesaplanan su yüzü profili, üç boyutlu olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında (ArcView) taşkın alanına taşınmıştır. Gerek CBS ortamından HEC-RAS'a veri girişi yapılırken gerek HEC-RAS çıktılarını CBS ortamına taşırken AvRas (ESRI, 1999) adlı bir arayazılım kullanılmıştır. Bu yazılım, ESRI firması tarafından, yazılımın yeteneklerinin ve performansının tahkiki için 1999 yılı içinde genel kullanıma açılmıştır. AvRas, adından da anlaşılacağı üzere, bir CBS yazılımı olan ArcView ve bir hidrolik model programı olan HEC-RAS'ın birbirleriyle olan entegrasyonunu sağlayan bir yazılımdır. AvRas hidrolik modelin çalıştırılması için gerekli geometrik bilgileri, kendi altmenüleriniyle (Av→Ras menüsü), söz konusu çalışma alanının SYM'ni kullanarak elde etmektedir. Bu bilgiler, HEC-RAS'ın okuyabileceği bir formatta, özel bir veri dosyası olarak saklanabilmektedir. HEC-RAS, bu dosyayı ve klavye aracılığıyla girilen akım değerlerini kullanarak hesapladığı suyüzü profillerini yine AvRas'ın okuyabileceği ve CBS ortamına taşıyabileceği bir dosya olarak tutmaktadır. Daha sonra, AvRas'ın Ras →Av

altmenüsü kullanılarak ArcView üzerinde iki veya üç boyutlu olarak taşkın alanları havzanın SYM üzerinde görüntülenmektedir. Şekil A21a-b AvRas ve HEC-RAS arasındaki entegrasyonu şematik olarak özetlemektedir. Şekil A22 ise HEC-RAS programının girdi dosyalarından geometrik ve akım verileri için birer örnek sunmaktadır.

3.6.2 UYGULAMA

Taşkın alanlarının saptanmasına yönelik uygulamalarda, sözkonusu akarsuyun kritik yerlerinde enkesitlerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu, uygulamanın en zaman alıcı adımlarından birini oluşturmaktadır. En genelde iki seçenek vardır: (i) arazide ölçülmüş olan enkesitlerin temin edilmesi ve koordinatlandırma çalışmaları, (ii) uygun ölçekli sayısal topoğrafik haritalardan CBS teknikleri aracılığıyla ilgili enkesitlerin çıkartılması.

Kuşkusuz, arazide ölçülmüş enkesitlerin hidrolik modelde kullanılması daha hassas olmaları sebebiyle en çok tercih edilecek seçenek olacaktır. Ancak, çalışılan taşkın alanının boyutları, bölgeye ve özellikle çalışma alanına teknik ekibin ulaşımı, oradaki çalışma şartları, projenin bütçesi, çıkarılacak enkesitlerin sayısını sınırlamaktadır. Sayısal topoğrafik haritalardan çıkarılacak enkesitlerin hassasiyeti doğal olarak haritaların ölçeğine bağlıdır. Tüm havzanın 1/25000 ölçeğindeki haritalarının projenin bu amacına uygun olmadığı (Şekil 23 ve Şekil 24) görüldükten sonra, taşkın alanının 1/5000 ölçeğindeki analog haritaları temin edilmiş (Bölüm 3.6.2.1) ve çalışılan enkesitler bu haritalar esas alınarak çıkarılmıştır.

Bu enkesitlerin gerçek enkesitlerle ne ölçüde örtüştüğü bir araştırma konusudur. Bu çerçevede, Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) Genel Müdürlüğü ile işbirliği yapılarak, çay boyunca hidrolik açıdan kritik olduğu düşünülen yerlerde enkesit çıkartılmıştır (12 enkesit); bu enkesitler Ek 1'de sunulmuştur. İlgili enkesitlerin çıkartılması sırasında proje ekibi ve EİEİ Aydın Bölge Müdürlüğü hidrologlar ekibi arazide birlikte çalışmışlardır. Arazide çıkarılan enkesitler ile 1/5000 ölçekli sayısal yükselti modelinden ArcInfo CBS

yazılımının "surface profile" komutu ile alınan enkesitler tahkik amacıyla karşılaştırılmışlardır. Şekil A25 karşılaştırmanın yapıldığı kesiti 1/5000 ölçekli harita üzerinde göstermektedir. Arazide ölçülen enkesitlerin, genellikle, sağ sahildeki birer noktalarının koordinatları (referans noktaları olarak) standart bir GPS aletiyle arazi çalışmaları sırasında saptanmıştır. Ancak GPS aletinin sınırlı hassasiyeti dolayısıyla (± 50 m), ölçülen enkesitlerin 1/5000 ölçeğindeki haritada bir miktar kayabildiği görülmüştür. Şekil A26'de, ölçülen enkesit ile haritadan alınan enkesit (Şekil A25'deki A-A enkesidi) karşılaştırılmaktadır; uyum mükemmel olmasa da tatminkardır. Temel farklılığın, haritanın elde edildiği tarih(1973) ile enkesidin alındığı tarih(1998) arasında gerçekleşebilecek, yataktaki sedimantasyon/erozyon süreçleri ile açıklanabileceği gibi araziden alınmış enkesitlerle 1/5000 lik haritaların ölçek farklılığından ve enkesit alınırken ya da bu enkesitlerin haritaya yerleştirilmesi sürecindeki ölçüm hatalarından da meydana gelebileceği düşünülebilir. Söz konusu bölgede, ölçülen enkesidin uyabileceği bir başka enkesit ise Şekil A25'de B-B enkesidi olarak görülmektedir. Bu iki kesit Şekil A27'de karşılaştırılmışlardır; bir önceki karşılaştırma daha tercih edilebilir olarak gözükmektedir. Benzeri durum diğer ölçülen enkesitler için de tekrarlanarak geçerliliği görülmüştür. Bu çalışmanın sonucunda, benzer durumlarda, 1/5000 ölçeğindeki haritadan alınacak enkesitlerin taşkın alanlarının saptanmasında yeterli olabileceği sonucuna varılmıştır. Aksi takdirde enkesitlerin daha hassas bir GPS ölçüm yöntemi olan 'differansiyel GPS yöntemi' ile saptanmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmanın hem zaman alıcı olacağı hem de dört kişilik bir ekibin 2 adet GPS teçhizatı ile en az iki gün arazide ölçüm yapılması gerekliliği firmalarla yapılan sözlü görüşmeler sonucunda anlaşılmış ve bu çalışmanın bu proje kapsamında karşılanamayacağı kanaatine varılmıştır.

3.6.2.1 DOĞAL DURUM

Burada bahsedilen geometrik veriler (enkesitler ve nehir şeması) havzanın oluşturulmuş olan sayısal yükselti modelinden elde edilmiştir (Şekil A28). Daha önce, 1/25000 ölçekli sayısal topoğrafik haritalardan elde edilen SYM bu amaçla kullanılmış fakat bu modelin

yeterince hassas olmadığı ve bu modelden çıkartılan enkesitlerin detaylı olmadıkları görülmüştür. Bunun üzerine, menba tarafında DSI'ce işletilen 8-89 numaralı Yanıklar AGİ'nin bulunduğu, üzerinde HEC-RAS'ın çalıştırılacağı alanın 1/5000 ölçekli analog topoğrafik haritaları Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü'nden satın alınmıştır. Bunlar, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Su Kaynakları Laboratuvarı'nda sayısallaştırılmış ve daha önce çalışılmış olan 1/25000 ölçekli haritalarla CBS ortamında karşılaştırılarak birleştirilmişlerdir (Şekil A29). Birer metre aralıklı yükselti eğrilerinin de eklenmesiyle havzanın mansabını oluşturan ve akım gözlem istasyonunun altında kalan bölgenin daha ayrıntılı bir şekilde enkesit çıkarılabilecek yeterlikte yeni bir sayısal yükselti modeli oluşturulmuştur. Bu modelden çıkarılan enkesitler(24 adet) ve nehir yatağı Şekil A30'de verilmiştir.

Hidrolik modelde kullanılacak olan çeşitli tekerrür aralığına sahip akım değerleri istatistiksel yöntemlerden yararlanılarak saptanmıştır. L-momentler yöntemi (Hosking and Wallis, 1997) ile elde edilen istatistiksel parametreler ve genel ekstrem dağılım kullanılarak elde edilen verileri en iyi şekilde temsil etmek üzere aşağıdaki değerler elde edilmiştir:

$$Tr = 225 \text{ yıl, } Q = 500 \text{ m}^3/\text{s};$$

$$Tr = 500 \text{ yıl, } Q = 612 \text{ m}^3/\text{s};$$

$$Tr = 1000 \text{ yıl, } Q = 723 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Hidrolik modelin akım girdileri, yukarıda verilen çeşitli tekerrürlere sahip akımlardan ve bunların yanı sıra ayrıca bölgede gözlenmiş (tanıklar tarafından) en büyük taşkın akımı olan ve 27 yıllık tekerrür periyoduna sahip $270 \text{ m}^3/\text{s}$ 'den oluşmaktadır.

HEC-RAS yazılımı saptanan bu debiler için çalıştırılmıştır. Hesaplar önce $Q=270 \text{ m}^3/\text{s}$ için yapılmıştır. Bölüm 3.6.1'de anlatıldığı üzere, AvRas yazılımı kullanılarak, daha önce kurulmuş olan SYM'nden faydalanılarak, havzanın hidrolik karakterini yansıtabilecek 24 adet enkesit çıkarılmış ve sayısal ortamda HEC-RAS yazılımına aktarılmıştır. Çay boyunca alınan enkesitlerin çay üzerindeki konumları Şekil A31'de görülmektedir; $270 \text{ m}^3/\text{s}$ lik

akım değeri kullanılarak yapılan hesaplamalara ait tamamlayıcı bilgilere bir örnek ise Tablo A8'de verilmiştir(Kesit 1-24). Daha sonra AvRas ara modülü çalıştırılarak HEC-RAS'dan elde edilen sonuçlar kullanılarak, taşkın alanları iki boyutlu olarak gösterilmişlerdir. Şekil A32'da, havzada ölçülmüş olan en yüksek debiye ilişkin ($Q = 270 \text{ m}^3/\text{s}$, $Tr = 27$ yıl) taşkın alanları görülmektedir. Aynı taşkın alanlarının yerleşim, tarım ve altyapı üzerine olan etkileri ise Şekil A33'de görülmektedir. Yapılan çalışmanın imkanlarını göstermek amacıyla dar bir bölge daha ayrıntılı olarak çalışılmıştır (Şekil A34). İncelenen dar bölgedeki binalar ve seralar gibi yapıların taşkın alanında kalanların koordinatları Tablo A9'de verilmiştir. Aynı şekilde, tarım alanları grubunda taşkından etkilenen seraların koordinatları yine aynı tabloda verilmiştir.

Şekil A35'de tekerrür süresi, $Tr = 225$ yıl olan ($Q = 500 \text{ m}^3/\text{s}$) taşkın su basma alanları, Şekil A36'de, tekerrür süresi, $Tr = 500$ yıl olan ($Q = 612 \text{ m}^3/\text{s}$) taşkın su basma alanları ve son olarak Şekil A37'de ise, tekerrür süresi, $Tr=1000$ yıl olan ($Q=713 \text{ m}^3/\text{s}$) taşkın su basma alanları görülmektedir. Şekil A38'de son duruma ilişkin çayın boyuna yatak profili ve ilgili su yüzü profili verilmiştir. Bu yüklemde hesaplanan su yüzü profilinin her bir enkesitteki durumuna ilişkin bilgiler (su seviyesi, enerji seviyesi, kritik su seviyesi) Ek 2 bölümünde verilmiştir (Kesit 1- 24).

İki boyutlu görüntülerin yanı sıra çalışmalarda, satın alınan ArcView'un 3D modülü kullanılarak üç boyutlu görüntüler de elde edilmiştir. Şekil A39'de, üç boyutlu olarak, havza, HEC-RAS için alınan enkesitler ve nehir ağı görülmektedir. Aynı şekilde, $Q = 270 \text{ m}^3/\text{s}$ için bulunan taşkın alanlarının görüntüsü ise Şekil A40'de görülmektedir. Tablo A10'da ise farklı tekerrür sürelerine sahip taşkınların oluşturduğu taşkın alanlarına ait bilgi verilmektedir. Bu alan bilgileri taşkın alanlarının CBS ortamında saklanan poligon verilerinden alan bilgisi olarak alınmıştır. Görüldüğü üzere taşkın alanındaki artış oranı, tekerrür süresinin artmasına rağmen giderek azalmaktadır. Taşkın tekerrür süresi, $Tr=1000$ yıl olduğu zaman, artık taşkın alanı yamaçlara kadar uzanmış bulunmaktadır.

3.6.2.2 KORUMA SONRASINDAKİ DURUM

Taşkın alanlarının saptanması, Bölüm 3.6.2.1'de havzada taşkına karşı hiç bir önlem alınmadığı (doğal durum) varsayılarak yapılmıştır. Bu bölümdeki çalışmalar ise DSI'nin 1979-1985 arasında Çayboğazı havzasında geliştirdiği ve uyguladığı taşkın koruma projesinden (DSİ, 1977) sonraki durumu yansıtmaktadır. Sözkonusu projeye göre denizden itibaren menba tarafına doğru 4125 m boyunca taşkın koruma seddeleri yapıldı. Şekil A41, taşkın koruma projesinde kullanılan karakteristik enkesidi sunmaktadır. Tablo A11 ise koruma projesinde kullanılan hidrolik parametreleri vermektedir. Tekerrür süresi $Tr=1000$ yıl için taşkın seddeleri dikkate alınarak taşkın alanı çalışması gerçekleştirildiğinde, taşkın dalgasının seddelerinin arasında kaldığı görülmüştür.

Daha önce belirtildiği üzere hidrolik model standart adım yöntemi kullanarak su seviyesi bilinen bir kesitin hidrolik verilerinden diğer bir kesitin su seviyesini bulmaktadır. Bu yüzden modele veri olarak su seviyesi bilinen bir kesit gerekli sınır koşulu olarak girilmektedir. Bu kesit nehir rejimine sahip bir akım için mansaptaki son kesit olurken, sel rejiminde akan bir nehir içinse menbadaki ilk kesit olmalıdır. Koruma sonrasında taşkın alanlarını belirlerken akımın nehir rejimi olduğu anlaşılmış ve mansaptaki son kesit olarak nehrin denize döküldüğü noktaya proje tip kesiti oturtulmuş ve su seviyesi hem normal durum olan 0 m (su derinliği 2 m) hem de kıyı hidroliği çalışmalarında elde edilen maksimum dalga kaynaklı deniz kabarması değeri olan + 1 m (su derinliği 3 m) su kotları sınır koşulu olarak girilmiştir.

3.7 SONUÇ VE ÖNERİLER

(1) İlgili su basma haritaları incelendiğinde (Şekil A 30-33-34-35), değişik tekerrürlere ait taşkınların, çayın genellikle son 1800 metrelik bölümünde etkili olduğu görülmektedir. Farklı tekerrürlerdeki taşkın alanları Tablo A10'de görülmektedir. Taşkın alanı $Tr = 27$ için 1.21 km^2 olarak hesaplanmıştır; bu değer $Tr = 225$ yıl için 1.62 km^2 'ye, $Tr = 500$ yıl

için 1.79 km^2 'ye, $T_r = 1000$ yıl için ise 1.86 km^2 değerine yükselmektedir. Görüldüğü üzere taşkın alanındaki artış tekerrür artmasına rağmen giderek azalmaktadır. Nihayet $T_r = 1000$ yıl olduğunda, artık taşkın alanının neredeyse tamamına yakın bir bölümü su ile kaplanmış durumdadır. Başka bir deyişle taşkın alanı yamaçlara kadar uzanmış bulunmaktadır. Bu taşkın üç boyutlu şekli bu konuda oldukça aydınlatıcıdır (Şekil A40).

(2) DSI'nin gerçekleştirdiği taşkın koruma projesine göre denizden itibaren menba tarafına doğru 4125 m boyunca taşkın koruma seddeleri yapıldı. Tekerrür süresi $T_r=1000$ yıl için taşkın seddeleri dikkate alınarak taşkın alanı çalışması gerçekleştirildiğinde, taşkın dalgasının seddelerin arasında kaldığı görülmüştür.

(3) DSI'nin taşkın koruma projesi kağıt üzerinde başarılı olarak gözükmemektedir. Ancak arazide yapılan incelemelerde - tanıklardan öğrenildiğine göre - bilhassa köprü ile kıyı arasında F2 olarak bilinen noktadaki (Şekil A9-A10) dirsekte zaman zaman (tekerrür süresinin 100 yılın altında olduğu taşkınlarda) taşkın dalgası suları koruma duvarını aşmaktadır. Ancak dikkat edilmesi gereken husus burada taşan sular tam dirsekte sahip oldukları momentum ile korumayı oyararak seddenin dışına taşmaktadır. Nitekim bu dirsekte vatandaşın kendi imkanları korumayı takviye ettikleri gözlenmektedir. Bu çalışmada kullanılan model veya benzer bir çalışmadaki dinamik dalga modeli (Saint Venant eşitlikleri) bu tür etkiyi dikkate almamaktadır.

(4) Bu projede kullanılan hidrolik model (HEC-RAS) programı yapay ve doğal kanallarda düzgün, tedrici akımlar için zamandan bağımsız su yüzü profilleri hesaplamaktadır. Bu program iki ayrı rejim tipinin yanı sıra (nehir rejimi, sel rejimi) nehir boyunca her iki tipi de birarada kapsayabilecek karma durumları da modelleyebilmektedir. Nehir boyunca akımı kontrol edebilecek köprü ve menfez benzeri yapılar da HEC-RAS tarafından dikkate alınmaktadır. Su yüzü profili hesaplanırken Standart Adım Yöntemi kullanılmaktadır. Bu modele (HEC-RAS) alternatif olarak dinamik dalga modeli (Saint Venant eşitlikleri) olabilir. Ancak yatak eğiminin %1'e yaklaştığı (ve aştığı) durumlarda kinematik dalga

modelinin yeterli olacağı açıktır. Bu durumda da taşkın dalgasının pik değerinin öteleme sırasında önemli bir değişikliğe uğramayacağı açıktır. Sonuç olarak, çalışılan bu havza ve benzeri havzalarda -eğer amaç taşkın alanlarındaki su basma haritalarının çıkartılması ise - HEC-RAS modelinin kullanılması yeterli olacaktır. Nitekim Baga (1999)'nın aynı havza için DSİ 8-89 numaralı AGİ ile deniz arasındaki sistem için hesaplamış olduğu giriş ve çıkış hidrograflarının pik değerleri birbirlerine çok yakındır (Şekil A42). Bu da yukarıdaki açıklamayı doğrulamaktadır. Giriş ve çıkış hidrograflarının pike ulaşma zamanlarındaki farklılığın bu çalışma için önemi yoktur.

(5) Suyüzü profilinin saptanmasında temel sorun, sayısal yükselti modelinden elde edilen enkesitlerin gerçek enkesitlerle ne ölçüde örtüştüğüdür. Bu çerçevede, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ) ile işbirliği yapılarak, çay boyunca kritik olduğu düşünülen yerlerde enkesit çıkarttırılmıştır. Karşılaştırma sonunda 1:5000 ölçekli haritalardan elde edilen enkesitlerin yeterli olabileceği sonuna varılmıştır. Ayrıca tartışma konusu farklılıkların su yüzü profilini önemli ölçüde etkilemediğine karar verilmiştir.

(6) Sayısal yükselti modeli kurulurken 1:25000 ölçeğindeki haritalarla 1:5000 ölçeğindeki haritaların karşılaştırılarak çalışıldığı belirtilmişti. Daha gerçekçi bir model için bu çalışmaya arazide çıkarılmış enkesitlerin de entegre edilmeleri gerekmektedir. Ancak açıktır ki bu tür bir uygulama yapılırken enkesitlerin konumlarının ölçümü daha hassas bir GPS yöntemi ile yapılmalıdır. Böylece (5) numaralı maddedeki hassasiyet daha da artırılmış olacaktır.

(7) Su yüzü profilini konu edinen çalışmalarda, modelin hassas bir geometrik parametresi olan pürüzlülük değeri olarak Manning katsayısı (n) kullanılmaktadır. Bu değer için arazi çalışmaları gözönüne alınarak ana kanal boyunca $n=0.034$ ve taşkın yatakları için ise $n=0.050$ alınmıştır. Aslında bu değer için de ayrı bir arazi çalışması yürütülmesi daha yararlı olacaktır. Ancak Çayboğazı havzasında bu tür çalışmaya imkan verecek şekilde - taşkınlar dışında - bütün yatağı kapsayan bir akım durumuna pek tesadüf edilmemektedir.

Eğer bu koşullar sağlanabilseydi, iki noktada yapılacak debi, enkesit ve yatak eğimi ölçümü Manning katsayısının daha duyarlı olarak hesaplanmasına imkan verecekti.

(8) Bu çalışma sonrasında elde edilen sonuçların söz konusu bölgenin taşkınlara karşı korunması ile ilgili kararların verilebileceği, bir Afet Yönetim Planı'nın hazırlanması için kullanılması önerilebilir.

(9) Bu çalışma ile ülkemizde ilk defa bir taşkın alanı çalışması CBS ortamında HEC-RAS modeli kullanılarak yapılmıştır. Bu çerçevede ArcInfo'nun 3D modülü ile HEC-RAS ve ArcView arasındaki bir arayüz programı (AvRas) kullanılmıştır. Söz konusu teknoloji proje ekibine, özellikle bu konuda yüksek lisans çalışmalarını yürüten araştırma personeline mal edilmiş olup gerektiğinde bir Afet Yönetim Planı çalışmasında randımanlı bir şekilde kullanılabilmesi bu çalışma ile ortaya konmaktadır.

(10) Bu tür bir çalışmanın sel afetine maruz kalan Batı Karadeniz havzalarına (Filyos, Bartın vb) uygulanması, afet çalışmalarını yürüten Kamu kurum ve kuruluşlarına sel olaylarının yaratacağı zararların azaltılması ve ne tür önlemlerin alınması gereğini son tekniklerle ortaya koyacaktır (TESAV, 1998).

Referanslar

1. Aronoff, S., *Geographic Information Systems: a Management Perspective*, WDL Publications, Ottawa, Canada, (1993).
2. Environmental Systems Research Institute (ESRI), *AvRas User Manual*, Redlands, California, (1998).
3. Baga, İ., "Coupling of Numerical Modeling and GIS in Flood Analysis, Çayboğazı Stream Case", M.S. thesis, METU, Civil Engineering Dept., (1999).

4. Barrett, E. C., Satellite Remote Sensing of Rainfall in *Applications of Remote Sensing in Agriculture*, ed. Toselli, F., Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, (1989).
5. Bernhardsen, T., *Geographic Information Systems*, VIAK IT and Norwegian Mapping Authority, (1992).
6. Beven, K. J., Moore I. D.(editörler), *Terrain Analysis and Distributed Modelling in Hydrology*", Chichester, Wiley and Sons, (1993).
7. Boyle S.J., Tsanis I.K., Kanaroglu, "Developing Geographic Informations Systems for Land Use Impact Assessment in Flooding Conditions", J. of Water Res., Plan. and Man., ASCE, 124, 2, pp. 89-98, (1998).
8. Chairat S., Delleur, J. W., Integrating a Physically Based Hydrological Model with GRASS, *HydroGIS: Application of GIS in Hydrology and Water Resources*, Vienna, Proc., IAHS, 211, (1993), pp: 143-150.
9. DSI, Muğla, Fethiye Yanıklar Köyünün Taşkınlardan Korunmasına Ait İstikşaf Raporu, Aydın, (1977).
10. DSI, *Türkiye Maksimum Yağışlar Frekans Atlası, Cilt I*, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, (1990).
11. Environmental Systems Research Institute (ESRI), *Hydrologic Modeling Tools*, Redlands, California, (1992).
12. Evans R., Discrimination and Monitoring of Soils in *Application of Remote Sensing in Agriculture*, ed: Steven, M. D. and Clark, J.A., Butterworths, (1990), pp: 75-95.

13. Hydrologic Engineering Center (HEC), *HEC-RAS Reference Manual*, (1998).
14. Hosking J.R.M. and Wallis J.R. *Regional Frequency Analysis*. IBM Research Division, T. J. Watson Research Center, Yorktown Heights, New York. Cambridge University Press (1997).
15. Kite, G. W., *Frequency and Risk Analysis in Hydrology*, Water Resources Publications, Littleton, Colorado, (1978).
16. Maidment, D., R., GIS and Hydrologic Modeling, *First Int. Conf./Workshop on Integrating Geographic Information Systems and Environmental Modeling*, Nat. Ctr. for Geographic Information and Analysis, Boulder, Colorado, (1991).
17. Maidment, D. R., Grid-based Computation of Runoff: a Preliminary Assessment. *Hydrologic Engineering Center*, Davis, Calif., (1992).
18. Maidment, D. R., Developing a Spatially Distributed Unit Hydrograph by Using GIS, *HydroGIS: Application of GIS in Hydrology and Water Resources*, Vienna, Proc., IAHS, 211, (1993), pp: 182-192.
19. Maidment, D. R., Digital Delineation of Watersheds and Stream Networks in the Allegheny Basin, *Hydrologic Engineering Center*, Davis, Calif., (1994).
20. Moll, J. R., Overmars, J. F. M., River Hydrometry by Pattern Recognition in Remote Sensing Images in *International Symposium Remote Sensing and Water Resources*, Enschede, The Netherlands, (IAH/NSRS), (1990).

21. Merzi, N., Baga, İ., Şorman, Ü., "Su Basma Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) Teknikleri ile Belirlenmesi", Su Mühendisliği Problemleri Semineri (V), Fethiye, 21-23 Eylül, (1998).
22. Merzi, N., Altınbilek, D., Şorman, A.Ü., Usul, N., Aktaş, T., Çelenk, E., "Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Mogan Havzası'nda Taşkın Hidrografi Bulunması", TÜBİTAK, YDABÇAG, Proje No. 200., Ankara, (1999).
23. Okur, A. "Application of Regional flood Frequency Analysis through L-Moments", M.S. Thesis, METU, Civil Engineering Dept., (1999).
24. Petras I., I. Tchoukanski, I., Tchoukanski, J. I., Duvenhage, J. C., Application of Digital Terrain Models in Hydrologic Modelling", *HydroGIS 96*, Vienna, (1996).
25. Ross, M. A., Tara, P. D., Integrated Hydrologic Modelling with Geographic Systems, *J. Water Res. Pl. and Man., ASCE*, 119, 2, 129-140, (1993).
26. Shea, C., Greyman, W., Darden, D., Males, R. M., Sushinsky, P., Integrated GIS and Hydrologic Modeling for Countywide Drainage Study, *J. Water Res. Pl. And Man., ASCE*, 119, 2, 112-128, (1993).
27. Smugge, T., Measurements of Surface Soil Moisture and Temperature in *Remote Sensing of Biosphere Functioning*, ed: Hobbs, R. J. and Mooney, A. S., Springer Verlag, pp:31-62, (1990).
28. Tomlin, D., *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*, Prentice Hall, New Jersey, (1990).

29. Uraz, E. "A Regional Frequency Analysis for Rainfalls Using Method of L-Moments", M.S. Thesis, METU, Civil Engineering Dept, (1998).
30. Walklet, D. C., Hitchcock, P. E., The California Drought: GIS and Remote Sensing Data Provide Vital Data, *GIS World*, 4, 5, 52-55, (1991).
31. Toplumsal, Ekonomik, Siyasal Araştırmalar Vakfı (TESAV), " Batı ve Doğu Karadeniz Bölgeleri Sel Afetleri Araştırma Raporu", (1998)

4. KIYI HİDROLİĞİ

4.1. AMAÇ VE KAPSAM

Akarsuların denize döküldüğü bölgelerdeki kıyı alanları, deniz tarafından dalga etkisinin sürekli tehdidi altındadır. Özellikle kıyı bandının düşük eğimli olduğu bölgelerde, deniz suyunun karaya ilerlemesiyle kıyı çizgisinde değişiklikler olabilmekte, kıyı malzemesi erozyona uğrayabilmekte, ayrıca kıyı bölgesi uzun sürelerle su altında kalabilmektedir.

Bu çalışmanın amacı Fethiye, Çayboğazı Çayı'nın Fethiye Körfezi'ne boşaltıldığı bölgede, özellikle kıyı bölgesinin su basma alanlarının bulunmasına yöneliktir (Şekil B1).

4.2 YÖNTEM

Su basma alanlarının belirlenmesinde etkili parametre deniz şişmesi olmaktadır. Deniz şişmesi terimi dalga, rüzgar ve gel-git etkisi ile özellikle fırtınalı günlerde belirgenleşen ortalama deniz seviyesindeki artış anlatılmaktadır. Deniz şişmesi değerinin tespit edilmesi öncelikle incelenen bölgedeki dalga, rüzgar ve gel-git rejiminin belirlenmesini gerektirmektedir. Bölüm 4.3'de Rüzgar İklimi, Bölüm 4.4'de Dalga İklimi, Bölüm 4.5'de Dalga Transformasyonu, Bölüm 4.6'da Gel-git İklimi, Bölüm 4.7'de ise Deniz Şişmesi bölümleri işlenmiştir.

4.3. BÖLGEDEKİ RÜZGAR İKLİMİ

Bölgenin rüzgar iklimini belirlemek amacıyla Fethiye Meteoroloji İstasyonu 1991-1994 dönemine ait saatlik ortalama rüzgar ölçümleri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınarak incelenmiştir. Edinilen veriler kullanılarak hazırlanan yön ve frekans tablosu Tablo B1'de sunulmaktadır. Tabloda yer alan bilgiler özetlenecek olursa,

- (1) Proje bölgesinde en çok kaydedilen rüzgar Doğu (%17) olarak bulunmuştur. Bunu %9 ile DoğuKuzeyDoğu, GüneyBatı ve Batı yönleri takip etmektedir.
- (2) Proje bölgesinde kaydedilen en yüksek hız 12 m/s ile DoğuKuzeyDoğu yönündendir. Verilen hız değeri saatlik ortalamadır. Buna göre ölçüm yapılan saatler içinde hız, anlık olarak bu değerlerin altında veya üstünde değişebilmektedir.
- (3) Bölgede genel olarak Batı yönlü rüzgarların hakim olduğu anlaşılmaktadır. Ancak yüksek hızlı rüzgarlar Doğu yönünden esmektedir.

4.4. BÖLGEDEKİ DALGA İKLİMİ

Dalga ikliminin belirlenmesi çalışmalarında, proje bölgesinde geçmiş dönemlerdeki fırtınalarda oluşmuş dalga yükseklik, dönem ve yönlerinin tahmin edilmesi ve bu tahmin edilen değerlere dayalı olarak istatistik geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Şekil B1'den proje bölgesinin GüneyBatı yönlerinden gelen açık deniz dalgalarına karşı korunaksız olduğu anlaşılmaktadır. Bu yönlerde, Afrika açıklarında oluşan dalgaların bölgeyi etkileyebileceği anlaşılmaktadır. Diğer yönler ise Fethiye ve Kapıdağı yarımadaları tarafından dalga oluşmasını engelleyecek şekilde kapalıdır.

Proje bölgesi, hemen açığındaki Deliklitaş ve Tavşan adaları ile yerel sığıklar tarafından açık deniz dalgalarına karşı bir miktar korunuyor görünmektedir. Ancak bu adalar oldukça küçük olup, aralarındaki açıklık dalga girişine elverişli bir durum yaratmaktadır.

Proje bölgesi için, rüzgar etkisinde dalga oluşacak deniz alanının belirlenmesi için, Etkili Kabarma Alanı Uzunlukları hesaplanmış ve sonuçları Tablo B2'de verilmiştir. Hesaplamalarda Shore Protection Manual'da verilen yöntemler kullanılmıştır (CERC, 1984). Buna göre, bölge için en uzun kabarma alanı uzunluğu 582 km'lik kabarma mesafesi ile dalga oluşumunda etkili olacağı anlaşılmaktadır.

4.4.1 DALGA TAHMİN HESAPLAMALARI

Dalga tamininde ilk aşama olarak Fethiye İstasyonu 1978-1987 yılları arasındaki rüzgar ölçümleri kullanılarak geçmişte oluşan fırtınalar ayıklanmıştır. Kayıtlardan, fırtına ayıklama işleminde kullanılan yöntem aşağıda anlatılmaktadır:

- (1) Söz konusu döneme ait kayıtlardan dalga yönleri olan GüneyBatı, GüneyGüneyBatı, Güney ve GüneyGüneyDoğu yönlerine ait rüzgarlar öncelikle ayıklanmıştır.
- (2) Bu yönlerden oluşan rüzgarlardan, saatlik ortalama hızı 3 m/s'yi geçenler, dalga oluşturacak güçte olacakları kabul edilerek fırtına başlangıcı alınmıştır.
- (3) Fırtına başlangıcını takip eden saatler içinde dalga yönünden gelen ve hızı 3 m/s'den yüksek olan her kayıt fırtına devamı olarak alınmıştır.
- (4) Ölçümler bir kara istasyonundan yapıldığından, Hsu eşitliği ile ölçümler deniz üzerinde esen eşdeğer rüzgar hızına çevrilmiştir (Hsu, 1980).

Bu yöntemle göre ayıklanmış rüzgarlar, dalga tahmini yapmak amacıyla geliştirilmiş olan HINDCAST programına yüklenerek hesaplamalar yapılmıştır. HINDCAST, saatlik rüzgar hızları ve dalga yönlerine karşılık gelen kabarma mesafeleri veri olarak girildiğinde, Pierson-Moskowitz Model Spektrumu kullanılarak, fırtına süresince her saat içinde oluşan belirgin dalga yükseklik ve dönemlerini hesaplayabilmektedir. Birbirini takip eden fırtınaların etkileşimi ve fırtına kesilmesinden sonra devam eden dalga enerjileri de programda modellenmektedir.

Proje bölgesi için yapılan tahmin çalışmaları ile 1978-1987 yılları arasında seçilen tüm fırtınalarda oluşan dalga yükseklikleri belirlenmiştir. Hesaplamalarda elde edilen sonuçlar Tablo B3'de özet olarak sunulmaktadır.

Her yıl oluşan en büyük dalgalar ve karşılık gelen dalga dönemleri ise Tablo B4'de sunulmuştur. Tablodan, proje bölgesi için dalga dikliği ($H_s/1.56 T^2$) değerinin 0.040 ile

0.050 arasında değiştiği anlaşılmaktadır. Bu değerler Türkiye kıyıları için kabul edilen 0.045 değerinin, proje bölgesinde dalga dönemi hesaplamalarında kullanılabileceğini göstermektedir.

4.4.2 DERİN DENİZ EN BÜYÜK DALGA YüKSEKLİğİ OLASILIK DAğILIMI

Dalga tahmin çalışmaları sonucunda elde edilen dalga yüksekliklerinden yararlanılarak 50 yıl, 100 yıl gibi değişik yinelenme dönemine sahip dalga yüksekliklerinin belirlenmesi için istatistiksel çalışmalar yapılmıştır. Buna göre, her yıl oluşan en büyük dalga yüksekliklerinin Gumbel, Fisher-Tippet-I dağılımına uygunlukları araştırılmış ve olasılık dağılım denklemi üretilmiştir. Buna göre dağılım denklemi,

$$H_s = 0.60 \ln(1/\ln(1/(1-1/Tr))) + 2.16$$

olarak bulunmuştur. Burada, T_r tekerrür sresidir (yıl). Bu dağılım kullanılarak, proje bölgesi her 100 yılda oluşacak dalga yüksekliği 4.90 m olarak bulunmuştur. İstatistiksel dağılım üzerinde yapılan güvenilirlik analizleri ile bu değerin %95 ihtimalle 4.28 m ile 5.52 m arasında olacağını göstermektedir (Tablo B5).

4.5. DALGA TRANSFORMASYONU

nceki bölümde tahmin edilmiş açık deniz dalgalarının kıyı bölgesine gelinceye kadar uğrayacakları değişimi hesaplamak amacıyla bölgenin Dalga Transformasyonu Model alışmaları yrtlmştir. Bu alışma ile kıyı bölgesi boyunca dalga değerleri tespit edilmiş olacaktır.

4.5.1 KULLANILAN BİLGİSAYAR MODELİ

Dalga transformasyonu çalışmalarında Danimarka Hidrolik Enstitüsü (DHI) tarafından geliştirilen MIKE21 programının Yakın Kıyı Spektral Rüzgar Dalgaları Modeli (NSW) modülü kullanılmıştır. NSW bir rüzgar dalgası modeli olup kısa dönemli dalgaların oluşum, büyüme ve sönümlenmelerinin modellenmesinde kullanılabilir. Model, değişken taban yapısı nedeniyle oluşacak sapma ve sığlaşma etkisi yanında dalga kırınımı, lokal rüzgar etkisi ile dalga kabarması ve dalga kırılması etkilerini de göz önüne alabilmektedir. Model, temel olarak dalga spektral yoğunluk korunum denklemlerinin Euler Sonlu Farklar Tekniği ile çözümü esasına dayanmaktadır. Model çıktıları, belirgin dalga yüksekliği, ortalama dalga dönemi, ortalama dalga yönü, yönsel standart sapma gibi temel parametreleridir.

4.5.2 MODEL DENEYLERİ

Nümerik model deneyleri, sayısallaştırılmış deniz haritası kullanılarak üretilmiş model alanı üzerinde yapılmıştır (Şekil B2). Ağ açıklığı x-yönünde 20 m, y -yönünde ise 100 m alınmıştır. Model alanını oluşturan ağ sisteminin her köşe noktasındaki su derinliği, sayısal haritadan aktarılarak model batimetresinin tanımlanma işlemi tamamlanmıştır.

Transformasyon modelinde, bölgede etkili dalga yönleri olan SW, SSW ve S yönlerinden gelen 9 sn ve 7 sn dönemli dalgalar denenmiştir. deneylerde dalga yüksekliği olarak, Tablo 5'de tekerrür süresi 100 yıl olarak verilen $H_s = 5.52$ m kullanılmıştır. Model deneyleri sonuçları Şekil B3, B4, B5'de verilmektedir. Model alanı üzerinde Kargı Çayı'nın denize ulaştığı nokta (408, 34) koordinatına karşılık gelmektedir.

4.5.3 MODEL DENEYİ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Model sonuçlarından dere ağzının açığındaki ufak adaların etkisi açıkça görülebilmektedir.. Açık deniz dalgaları bu adalar etrafında kırınım ve kırılmaya uğrayarak önemli derecede enerji kaybetmektedirler. Buna göre açıkta 5.5 m yüksekliğindeki dalgalar kıyı bölgesine geldiklerinde 2.0 m seviyesine inmektedir.

Dalgalar kıyıya yaklaşınca, taban sığlaşması etkisiyle kırılmaktadırlar. Dere ağzının önünde, dalga kırılma bölgesinin hemen dışında dalga yüksekliği transformasyon etkisi ile 1.75 m'ye düşmektedir. Bölgede etkili dalga transformasyon olayları tespit edilmiştir. Buna göre, temel olarak, Fethiye Körfezi'ndeki adaların belirgin etkisinden söz edilebilir.

4.6. BÖLGEDEKİ GEL-GİT İKLİMİ

Fethiye bölgesinde yapılmış olan uzun dönemli gel-git ölçümleri bulunmamaktadır. Edinilen tek ölçüm, Göcek Koyu'nda 1996 yılında 10 ay süre ile yapılmış olan su seviyesi ölçümleridir. Çalışma kapsamında bu ölçüm sonuçlarının kullanılmasına karar verilmiştir. Söz konusu çalışmada bölgedeki gel-git yüksekliğinin mevsimsel olarak 15 cm ile 30 cm arasında değiştiği, döneminin ise 12 saat olduğu bulunmuştur.

4.7. BÖLGEDEKİ DENİZ ŞİŞMESİ

Yukarıdaki hesapların ışığında deniz şişmesinin 1 m civarında olacağı tahmin edilmektedir.

4.8. SONUÇ VE ÖNERİLER

(1) Model sonuçlarından dere ağzının açığındaki ufak adaların etkisi açıkça görülebilmektedir.. Açık deniz dalgaları bu adalar etrafında kırınım ve kırılmaya

uğrayarak önemli derecede enerji kaybetmektedirler. Buna göre açıkta 5.5 m yüksekliğindeki dalgalar kıyı bölgesine geldiklerinde 2.0 m seviyesine inmektedir.

Dalgalar kıyıya yaklaşınca, taban sıkışması etkisiyle kırılmaktadırlar. Dere ağzının önünde, dalga kırılma bölgesinin hemen dışında dalga yüksekliği transformasyon etkisi ile 1.75 m'ye düşmektedir. Bölgede etkili dalga transformasyon olayları tespit edilmiştir.

(2) Özellikle Şekil B1'deki deniz haritasından yararlanarak kıyı deniz taban profilinin incelenmesi sonucu, 1 m civarında olan deniz şişmesinin, kıyı boyunca önemli bir su basma alanı oluşturmayacağı görülmüştür. Nitekim çalışma bölgesine gerçekleştirilen arazi gezilerinde, yerel tanıklar - soru üzerine - denizin kumsaldan içeri doğru belirgin bir şekilde ilerlemediğini bildirmişlerdir. Bu nedenle kıyı su basma alanlarının oluşturacağı dar şerit CBS teknikleriyle çalışılmamıştır.

(3) Kıyı deniz taban profilinin deniz haritasından çıkarılmasının yanı sıra aynı bilginin yerinde ölçümlerle tahkik edilmesinin yararları açıktır.

Referanslar

1. CERC, *Shore Protection Manual*, U.S. Army Corps of Engineers, 1984.
2. Hsu, S.A., "On the Correction of Land-based Wind Measurements for Oceanographical Applications", Proc. of 17th Conf. of Coastal Eng., Sydney, Vol. (1), pp.709-724, 1980.

TABLÖLAR

Tablo A1. Röper Noktalarının Koordinatları

Röper Noktası	Kot (m)	Enlem	Boylam
Çalış Tepesi	63.39	36°40'53.88"	29°05'12.12"
Karaot Tepesi	43.54	36°41'52.44"	29°02'51.04"
Yassı Tepesi	366.95	36°44'2.63"	29°04'13.94"

Tablo A2. DSİ 8-89 akım gözlem istasyonunda gözlenmiş tarihi fırtınalar

Su Yılı	Seviye (m)	Tarih	Saat	Günlük Ortalama Debi (m ³ /s)	Anlık Maksimum Debi (DSİ) (m ³ /s)	Anlık Maksimum Debi (EİEİ) (m ³ /s)
1983	1.90	21.01.1983	12 30	55.0		95
1984	2.00	25.01.1984	08 00	45.2	115	105.5
1985	0.68	21.11.1984	20 00	7.5	17	17.5
1986	2.32	17.01.1986	10 00	36.8	145	128
1987	1.56	22.12.1986	16 00	15.4	76	68
1988	1.18	18.03.1988	18 00	18.8	47	44
1989	3.24	15.11.1988	08 00	95.0	270	218
1990	1.88	28.11.1989	22 00	13.5	105	94
1991	0.82	03.12.1990	14 00	8.8	24	24
1991	0.83	26.12.1991		9.2	24.5	
1992	1.01	20.04.1992	08 00			33.5
1993	1.85	27.01.1993	12 00	32.0	105	91
1994	1.36	26.12.1993	14 00	11.4		54.5
1995	2.48	12.01.1995	15 30	60.0		143
1996	1.94	09.02.1996		4.5		100

Tablo A3. DSİ 8-89 akım gözlem istasyonu verileriyle yapılan frekans analizi sonuçları

Tekerrür süresi	Akım (m ³ /s) (GEV)	Akım (m ³ /s) (LPT3)	Akım (m ³ /s) (WAK)
2	72.9	73.2	72.1
5	137	141	141
10	188	190	194
20	244	237	249
50	328	298	324
100	401	342	384

Tablo A4. Bölgenin meteorolojik istasyonlarının noktasal yağışlarının genel dökümü

İstasyon Adı	Fethiye	Dalaman	Ortaca	Üzümlü
Rasat Süresi	1939-1987	1951-52 1957-88	1950-55 1966-87	1969-87
Frekans/Dağılım	LN3	LPT3	Gumbel	LPT3
2 yıl	74.84	76.09	99.40	61.5
5 yıl	99.41	109.13	126.74	73.93
10 yıl	117.54	141.77	144.85	81.48
25 yıl	142.35	198.87	167.73	90.27
50 yıl	162.08	256.10	184.70	96.37
100 yıl	182.87	329.15	201.55	102.13

Tablo A5. Bölgenin meteorolojik istasyonlarının L-Moment Parametreleri

İstasyon Adı	Rasat Süresi (yıl)	Ortalama	L-Cv	L-çarpıklık	L-sivrilik
Fethiye	28	78.92	0.175	0.2246	0.2136
Dalaman	27	79.52	0.1475	0.1665	0.1575
Ortaca	22	107.78	0.1446	0.1498	0.1197
Üzümlü	19	62.45	0.1316	0.0848	0.1277
Ağırlıklı Ortalama		82.44	0.1517	0.1635	0.1593

Tablo A6. Bölge ağırlıklı frekans tahmin sonuçları

Frekans/Dağılım	Genel Lojistik	Genel Ekstrem	Genel Normal	Pearson T III
2 yıl	79.12	78.77	78.78	78.72
5 yıl	97.76	99.25	99.38	99.81
10 yıl	110.80	112.68	112.71	113.13
25 yıl	129.05	129.50	129.28	129.17
50 yıl	144.30	141.88	141.46	140.57
100 yıl	161.17	154.07	153.53	151.53

Tablo A7. Gelişme eğri bileşikleri

Hata/ Tekerrür Süresi (yıl)	1.01	1.11	2	10	100	1000
Mutlak	0.023	0.010	0.001	0.006	0.011	0.031
Taraflı	-0.007	0.004	0.000	-0.004	0.003	0.031
Rms	0.162	0.051	0.024	0.032	0.123	0.272
q(F)	0.491	0.692	0.960	1.343	1.954	2.818
q ₀ (F)	0.722	0.750	1.000	1.421	2.300	3.914
q ₁ (F)	0.402	0.640	0.928	1.281	1.576	1.936

Enkesit	Debi (m ³ /s)	Su Seviyesi (m)	Kritik Su Sev. (m)	Enerji Seviyesi (m)	Enerji Eğimi (m/m)	Hız (m)	Akım Alanı (m ²)	Üst Genişlik (m)	Froude Sayısı
1	270	62.06	62.14	62.70	0.010613	3.87	90.05	92.96	1.01
2	270	55.52	55.61	56.34	0.011984	4.05	68.98	55.38	1.06
3	270	51.37	51.13	51.72	0.010699	2.99	104.84	98.99	0.94
4	270	49.39	49.39	49.78	0.00803	3.17	123.16	156.58	0.86
5	270	46.05	46.25	46.99	0.015404	4.34	64.18	54.07	1.19
6	270	44.36	44.44	44.81	0.006845	3.4	131.82	212.02	0.82
7	270	41.50	41.40	41.87	0.008474	3.32	117.89	115.79	0.89
8	270	37.66	37.66	37.94	0.029583		114.79	203.77	0
9	270	31.00	30.76	31.17	0.003427	2.46	197.57	227.23	0.59
10	270	29.58		29.90	0.006763	3.18	162.19	293.18	0.81
11	270	27.18	26.92	27.44	0.004448	2.74	206.76	459.03	0.67
12	270	25.16	24.96	25.57	0.014304	3.75	125.97	222.28	1.12
13	270	22.42		22.85	0.004378	3.1	118.61	142.87	0.68
14	270	21.58	21.58	22.05	0.010112	3.64	114.36	147.35	0.97
15	270	20.21	19.80	20.26	0.004169	0.62	279.39	441.26	0.45
16	270	16.28	16.23	16.69	0.020513	1.36	95.63	103.88	0.99
17	270	12.41		12.82	0.003883	3.12	113.59	73.4	0.65
18	270	11.92		12.20	0.003823	2.7	137.57	111.99	0.63
19	270	10.41	10.33	10.83	0.009683	3.44	106	99.11	0.94
20	270	9.70	9.50	9.85	0.003942	2.35	192.12	219.74	0.61
21	270	7.77		7.88	0.004988	1.96	211.22	305.47	0.64
22	270	4.95		5.25	0.007036	2.88	136.63	167.41	0.8
23	270	3.09		3.19	0.00428	1.97	220.05	296.01	0.6
24	270	1.56	1.29	1.78	0.006212	2.54	138.3	126.92	0.74

Tablo A8. HEC-RAS çıktılarının özeti (Q=270 m³/s)

Tablo A9. Taşkından etkilenen yapı ve seraların koordinatları

YAPI	X (m)	Y (m)
SERA1	683 649.0	4 066 072.0
SERA2	683 669.0	4 066 016.0
SERA3	683 083.0	4 065 790.0
SERA4	683 613.0	4 066 373.0
BİNA1	683 574.0	4 065 941.0
BİNA2	683 551.0	4 065 967.0
BİNA3	683 604.0	4 065 999.0
BİNA4	683 515.0	4 065 065.0
BİNA5	683 499.0	4 065 069.0
BİNA6	683 512.0	4 065 843.0
BİNA7	683 387.0	4 065 862.0
BİNA8	683 364.0	4 065 859.0
BİNA9	683 312.0	4 065 842.0
BİNA10	683 279.0	4 065 810.0
BİNA11	683 044.0	4 065 774.0
BİNA12	683 328.0	4 065 741.0
BİNA13	683 371.0	4 065 718.0
BİNA14	683 367.0	4 065 672.0
BİNA15	683 354.0	4 065 669.0
BİNA16	683 613.0	4 065 977.0

Tablo A10. Çayboğazı Havzasında Farklı Tekerrürlere Ait Taşkın Alanları

Taşkın Debisi (m ³ /s)	Tekerrür (yıl)	Taşkın alanı (km ²)	Taşkın Alanındaki artış (%)
270	27	1.21	-
500	225	1.62	34
612	500	1.79	10
723	1000	1.86	4

Tablo A11. Taşkın Koruma projesinin hidrolik parametreleri.

Km	b (m)	h (m)	Hidrolik Yarıçap (m)	Alan (m ²)	R (m)	Eğim	1/m	Pürüzlülük (n)
0- 4+125	43.00	2.00	0.50	94	1.81	0.00729	1/2	0.034

Tablo B1 Rüzgar Olusma Adet ve Yüzdeleri

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW		
0<u>u</u>1	907	520	1675	1749	4165	1969	1850	581	833	334	584	384	560	452	724	558	17845	%51
1<u>u</u>2	223	184	224	434	464	314	269	169	100	315	447	430	805	804	603	520	6305	%18
2<u>u</u>3	161	49	75	241	183	39	39	46	56	283	881	508	972	584	511	406	5034	%14
3<u>u</u>4	27	11	28	245	252	8	8	30	61	366	931	322	654	281	143	106	3473	%10
4<u>u</u>5	3	5	20	238	314	10	2	17	43	162	128	64	117	13	17	8	1161	%3
5<u>u</u>6	2	1	10	166	324	9	2	5	23	35	12	8	14	7	3	1	622	%2
6<u>u</u>7			13	101	223	9		7	9	9			1				372	%1
7<u>u</u>8			1	44	108	2		2	3			1					161	0.5%
8<u>u</u>9				16	46	1	1	1									65	0.2%
9<u>u</u>10				5	14		1										20	0.1%
10<u>u</u>11				2	3												5	0.001%
11<u>u</u>12				1													1	0.003%
	1323	770	2046	3242	6096	2361	2172	858	1128	1504	2983	1717	3123	2141	2001	1599	35064	
	%4	%2	%6	%9	%17	%7	%6	%2	%3	%4	%9	%5	%9	%6	%6	%5		

NOT : Fethiye İstasyonu 1991-1994 arası rasetatlarından derlenmiştir.

Tablo B2. ÇAYBOGAZI İÇİN KABARMA ALANI UZUNLUKLARI

α	$\cos \alpha$	SW		SSW		S		SSE	
		Li (km)	$Li \times \cos^2 \alpha$	Li (km)	$Li \times \cos^2 \alpha$	Li (km)	$Li \times \cos^2 \alpha$	Li (km)	$Li \times \cos^2 \alpha$
-30	0.87	60.61	45	110.20	83	617.12	463	573.04	430
-24	0.91	60.61	51	672.22	561	573.04	478	573.04	478
-18	0.95	71.63	65	628.14	568	562.02	508	584.06	528
-12	0.98	88.16	84	595.08	569	573.04	548	551.00	527
-6	0.99	650.18	643	606.10	599	573.04	567	551.00	545
0	1.00	650.18	650	573.04	573	584.06	584	562.02	562
6	0.99	617.12	610	562.02	556	584.06	578	617.12	610
12	0.98	606.10	580	573.04	548	562.02	538	683.24	654
18	0.95	573.04	518	573.04	518	551.00	498	27.55	25
24	0.91	573.04	478	595.08	497	584.06	487	22.04	18
30	0.87	562.02	422	573.04	430	661.20	496	22.04	17
	10.41		4,147		5,503		5,746		4,394
Fec (km)			420		558		582		445

Tablo B3. Yönlere göre derin denizde dalga oluşma sayıları

Dalga Yüksekliği (m)	SSE	S	SSW	SW
0<Hs≤0.5	1981	4278	13996	742
0.5<Hs≤0.75	1530	3557	16353	807
0.75<Hs≤1.00	813	4967	11481	429
1.0<Hs≤1.25	425	3148	5520	357
1.25<Hs≤1.50	184	1044	2371	357
1.50<Hs≤1.75	23	292	845	258
1.75<Hs≤2.00	23	4	293	104
2.00<Hs≤2.25		47	88	46
2.25<Hs≤2.50			52	63
2.50<Hs≤2.75			17	25
2.75<Hs≤3.00				0
3.00<Hs≤3.25				2
3.25<Hs≤3.50				12
3.50<Hs≤3.75				1

Tablo B4. Her yılın en büyük dalga yükseklikleri Hs(m) ve dönemleri T(sn)

Yıl	Hs (m)	T(sn)	Dalga Dikliği
1978	2.50	5.92	0.047
1979	2.53	6.27	0.041
1980	2.12	5.31	0.048
1981	2.84	6.37	0.045
1982	2.15	5.85	0.040
1983	1.94	5.01	0.050
1984	2.41	5.62	0.049
1985	2.02	5.70	0.040
1986	2.11	5.42	0.046
1987	3.96	7.45	0.046

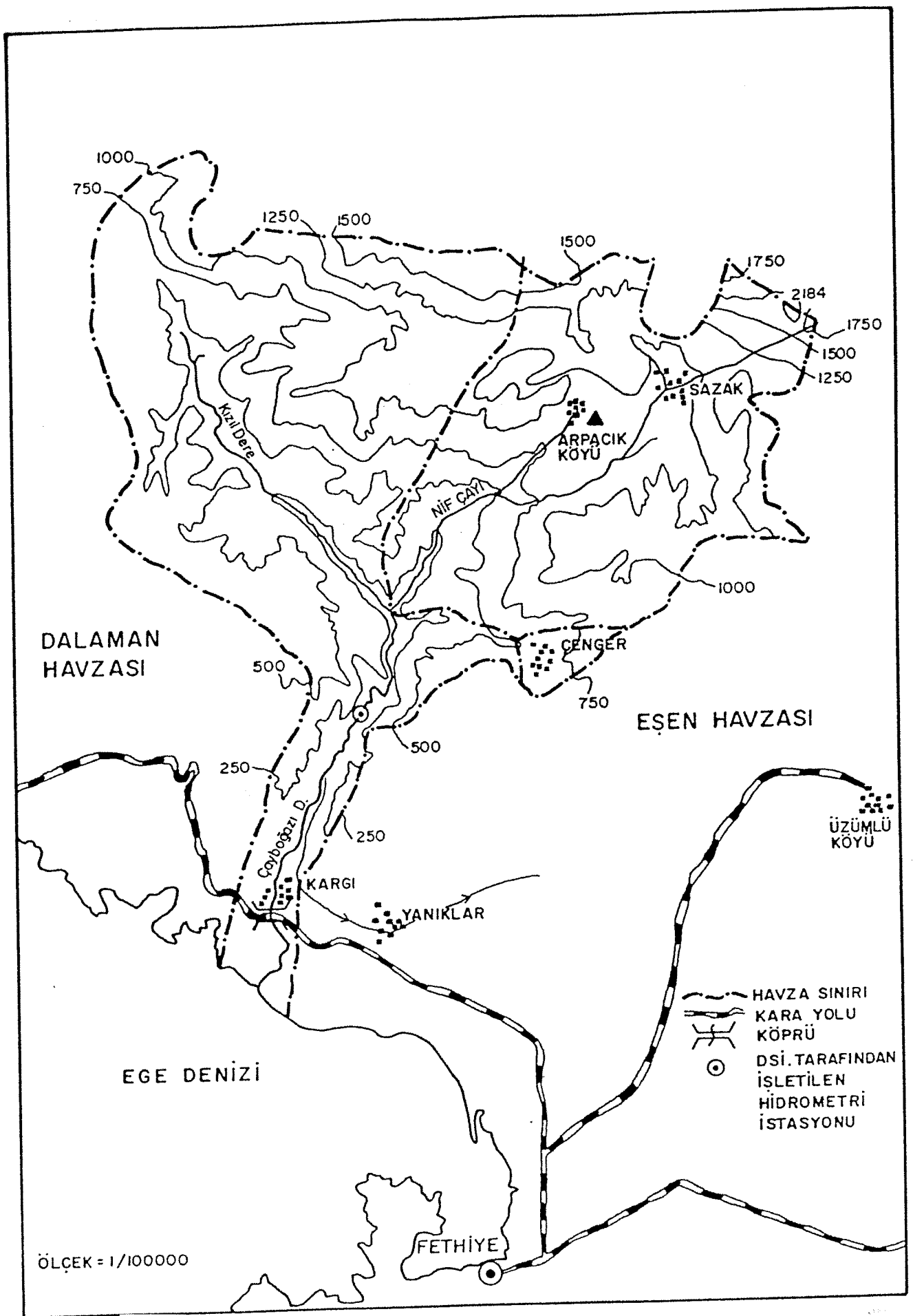
Tablo B5. Değişik yinelenme dönemleri için derin deniz dalga yükseklikleri

	Rp=10 yıl	Rp=25 yıl	Rp=50 yıl	Rp=100 yıl
Hs (m)	3.5±0.30	4.07±0.42	4.49±0.52	4.90±0.62

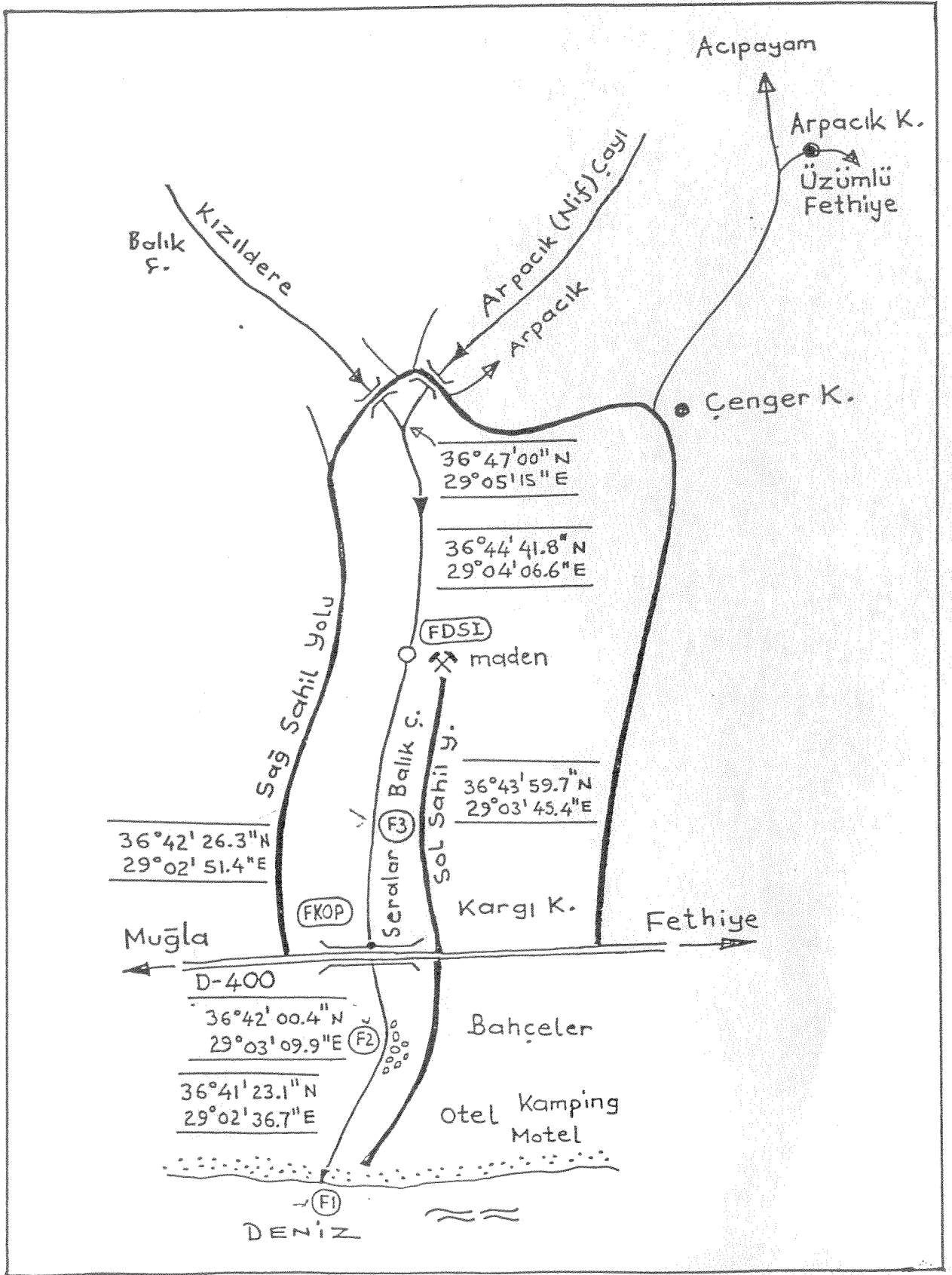
ŞEKİLLER



Şekil A1. Çayboğazi havzasının yerleşimi.



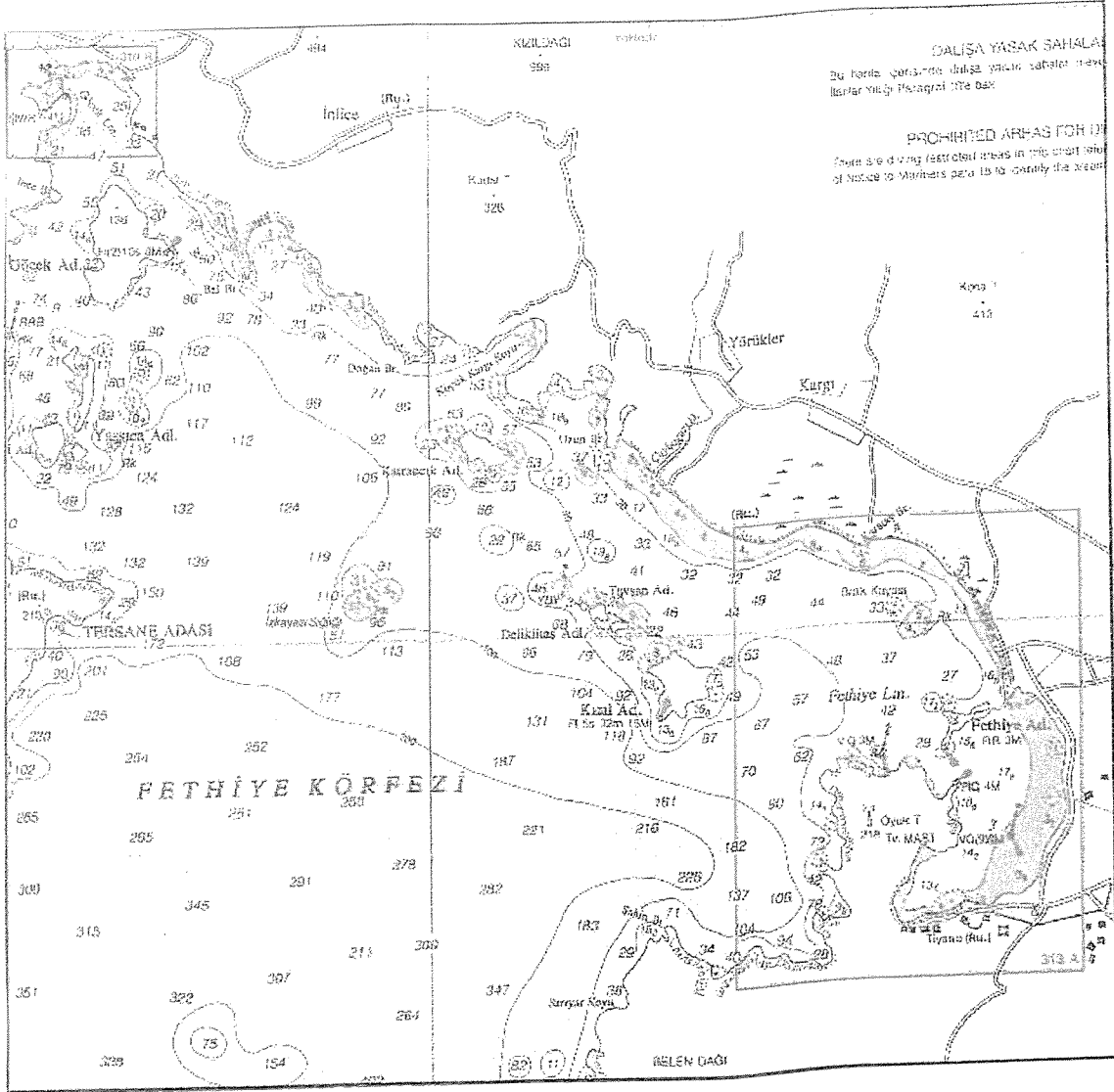
Şekil A2. Çayboğazı havzası.



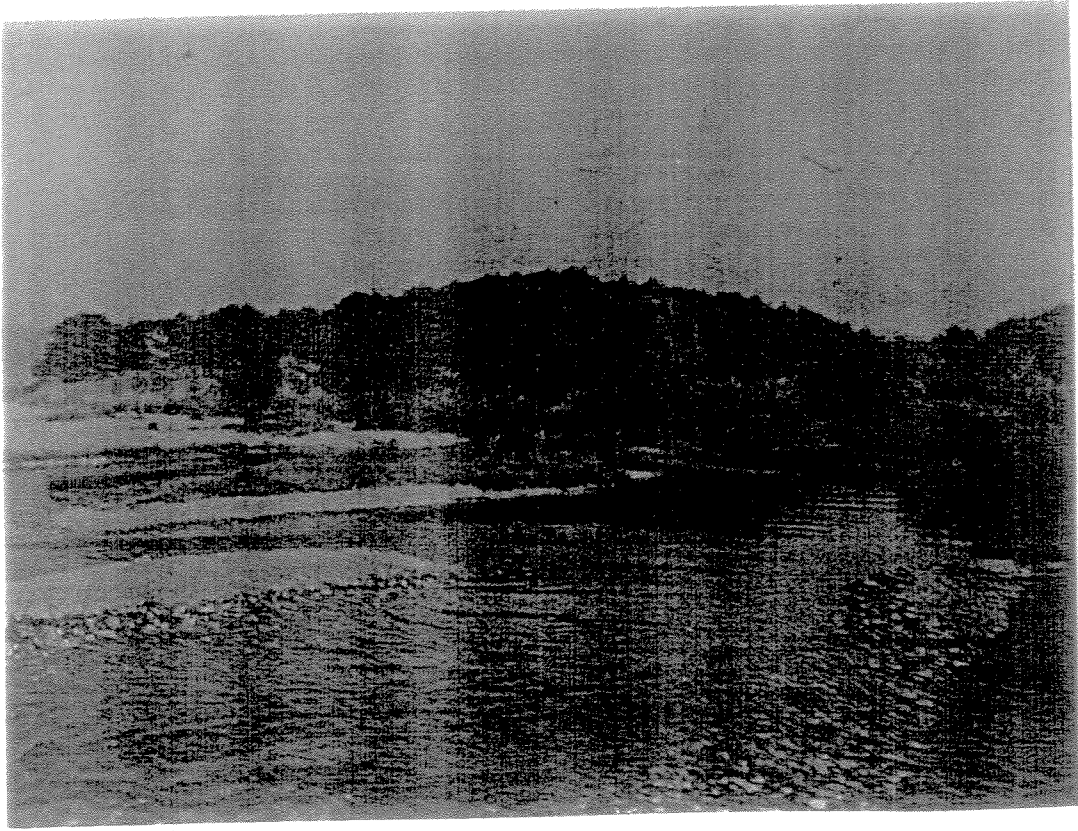
Şekil A3. Çayboğazı havzası teknik geziler krokisi.



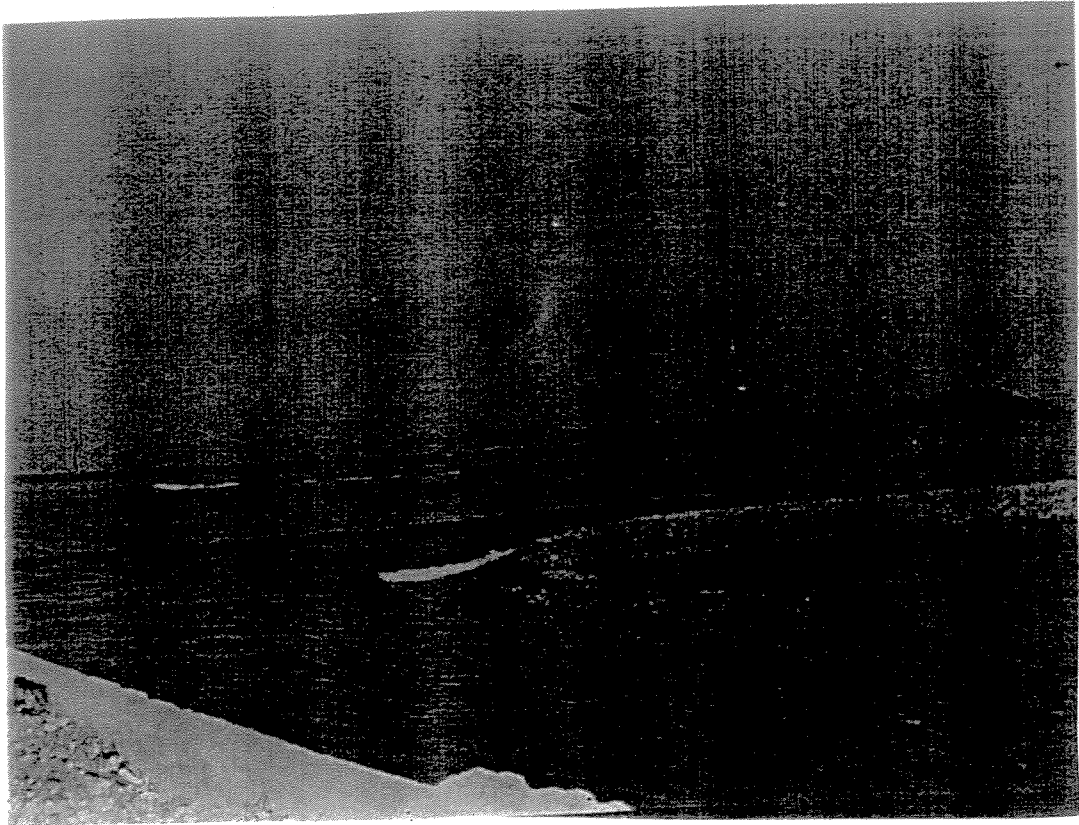
Şekil A4. Çayboğazı havzasının bir LANDSAT quicklook görüntüsü.



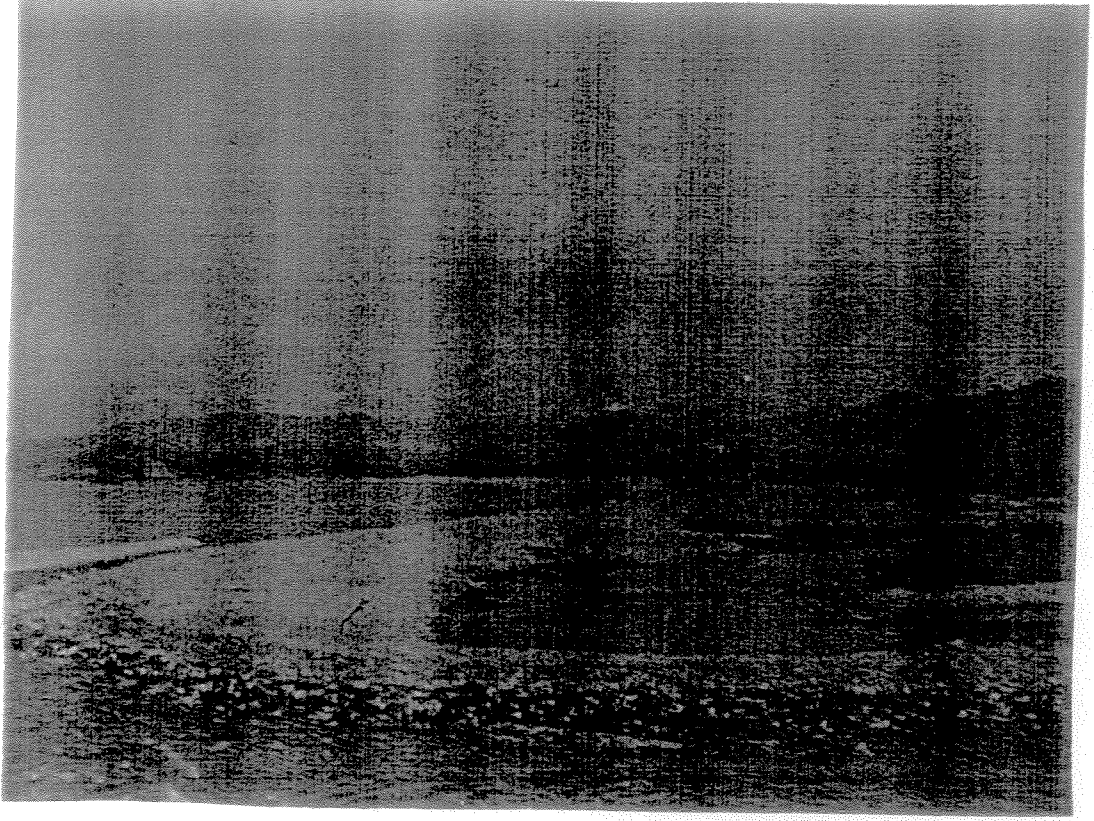
Şekil A5. Proje bölgesinin kıyı ve deniz haritası.



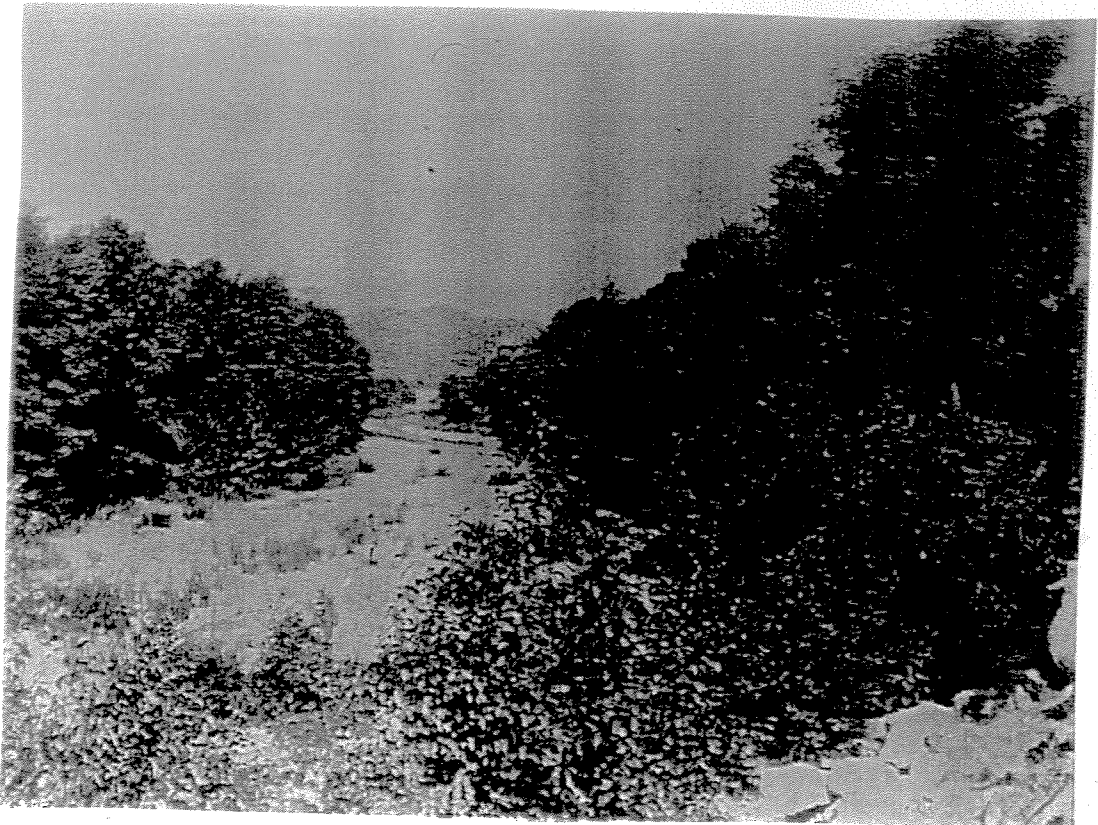
Şekil A6. Çayboğazı Çayı, denizden menbaya doğru bir görünüş.



Şekil A7. Çayboğazı Çayı, sol sahilden denize doğru görünüş.



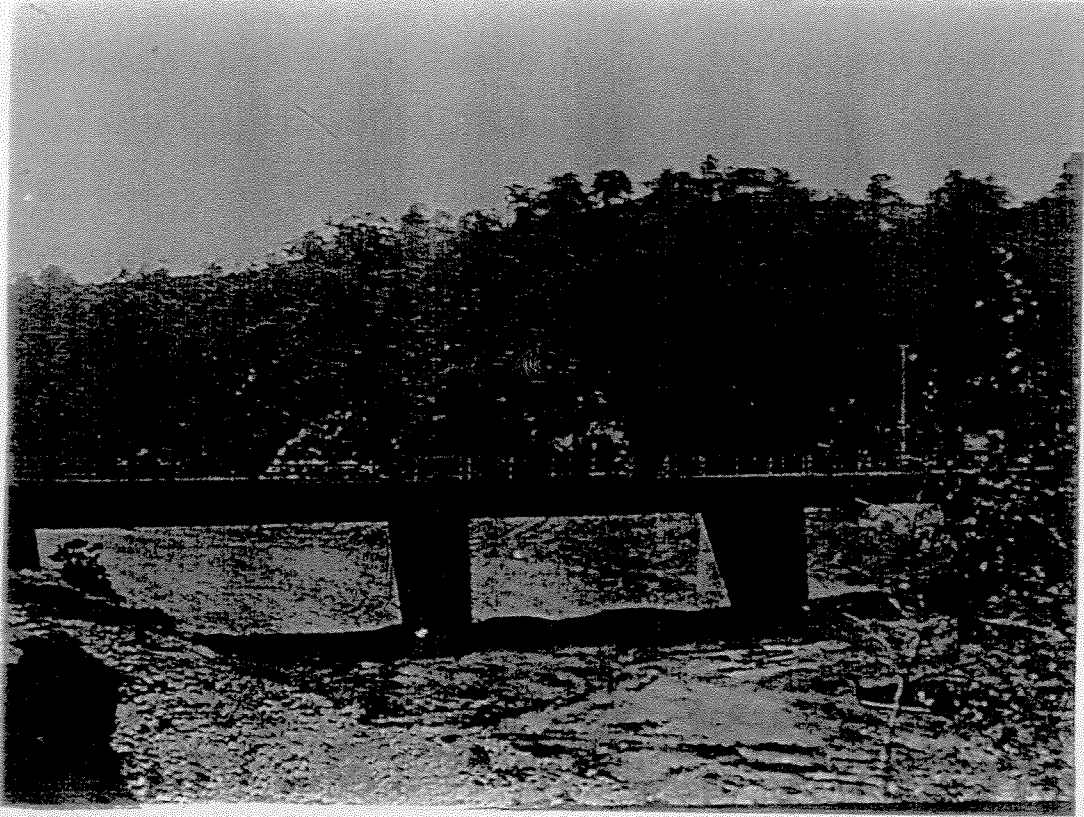
Şekil A8. Çayboğazı Çayı, sol sahilden sağ sahil kumsalı.



Şekil A9. F2 dirsek noktasından menbaya doğru görünüş.



Şekil A10. F2 dirsek noktasından mansaba doğru görünüş.

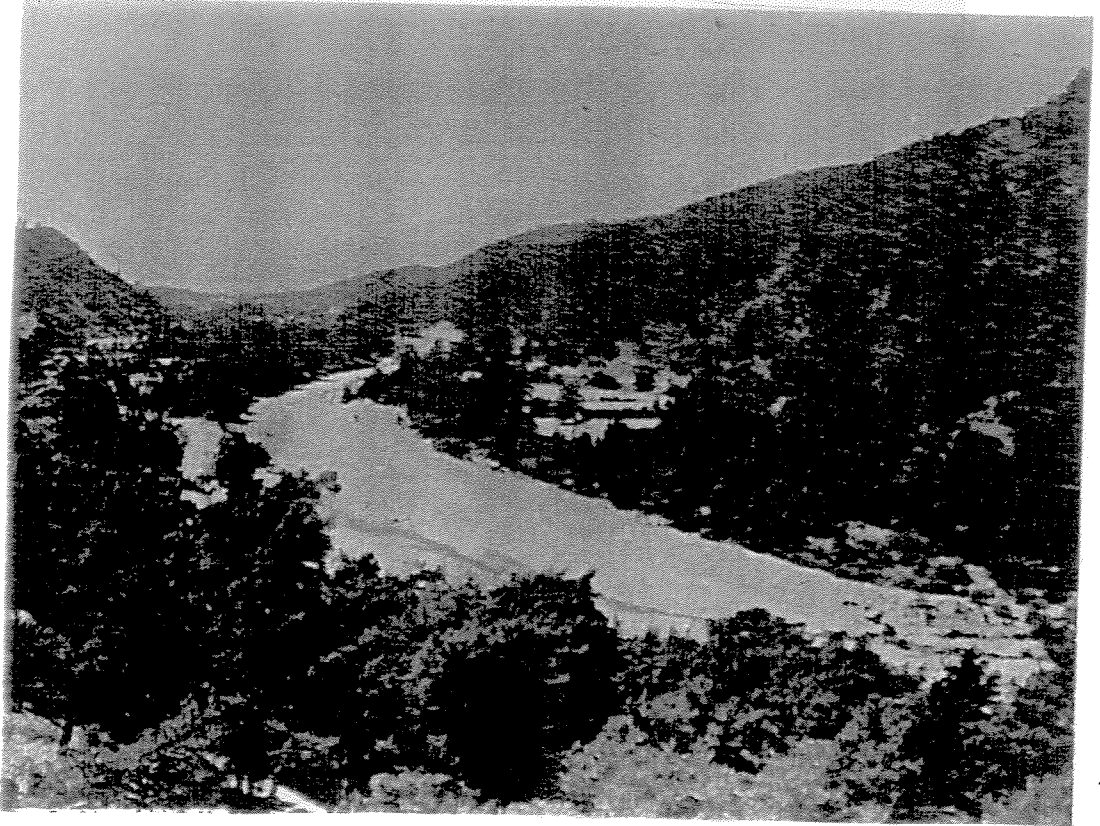


Şekil A11. Menba tarafından köprünün görünüşü.

Şekil A12. Çayboğazı Çayı üzerindeki taşkın alanının görünüşü.



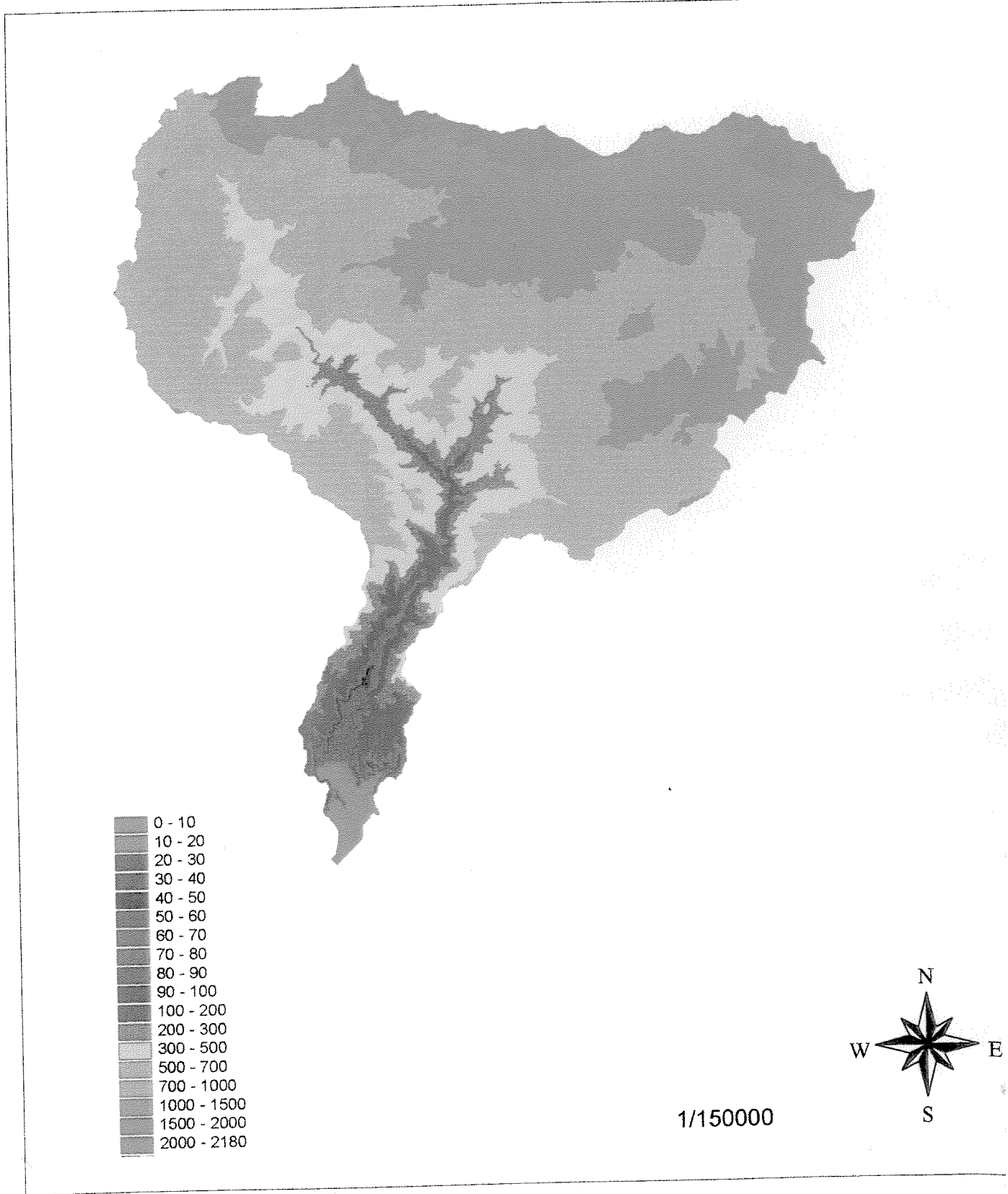
Şekil A12. Çayboğazı Çayı üstündeki DSİ 8-89 numaralı akım gözlem istasyonu.



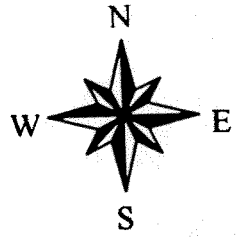
Şekil A13. Çayboğazı Çayı yatağı ve taşkın alanının görünüşü.



Şekil A14. Çayboğazı havzasının karakteristik arazi kullanımı ve eğim durumu.

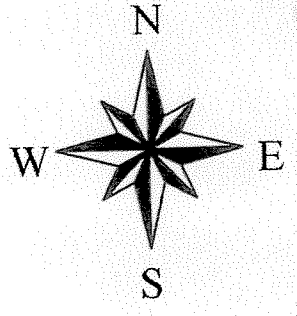
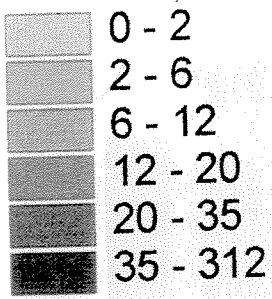


Şekil A15. Çaybogazı havzasının topografik haritası

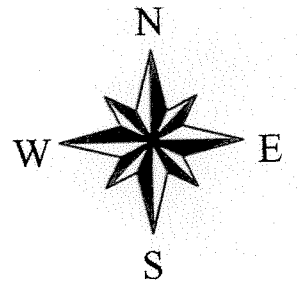
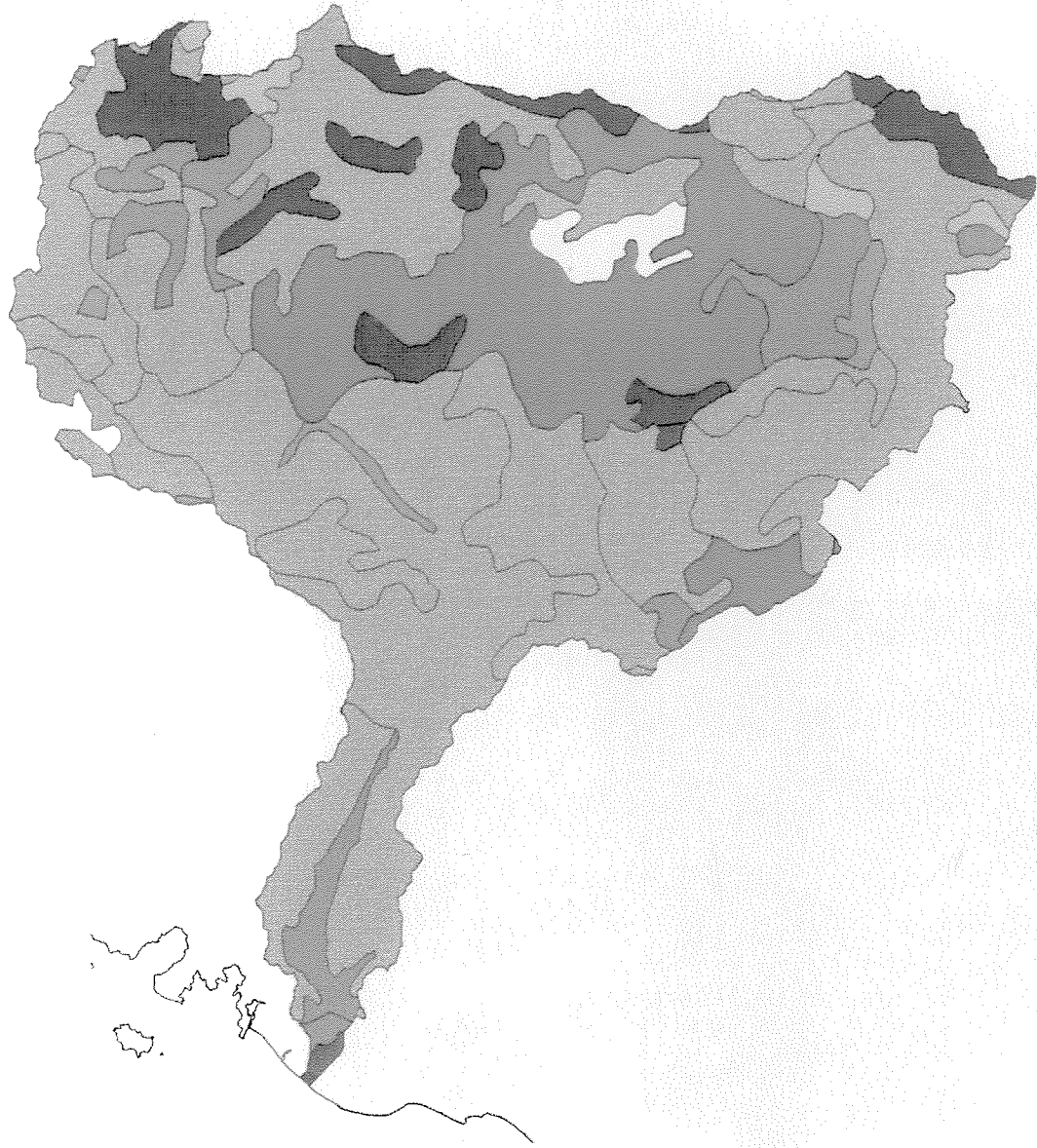


1/150000

Şekil A16. Çaybogazı havzasının 'hilshades' görüntüsü

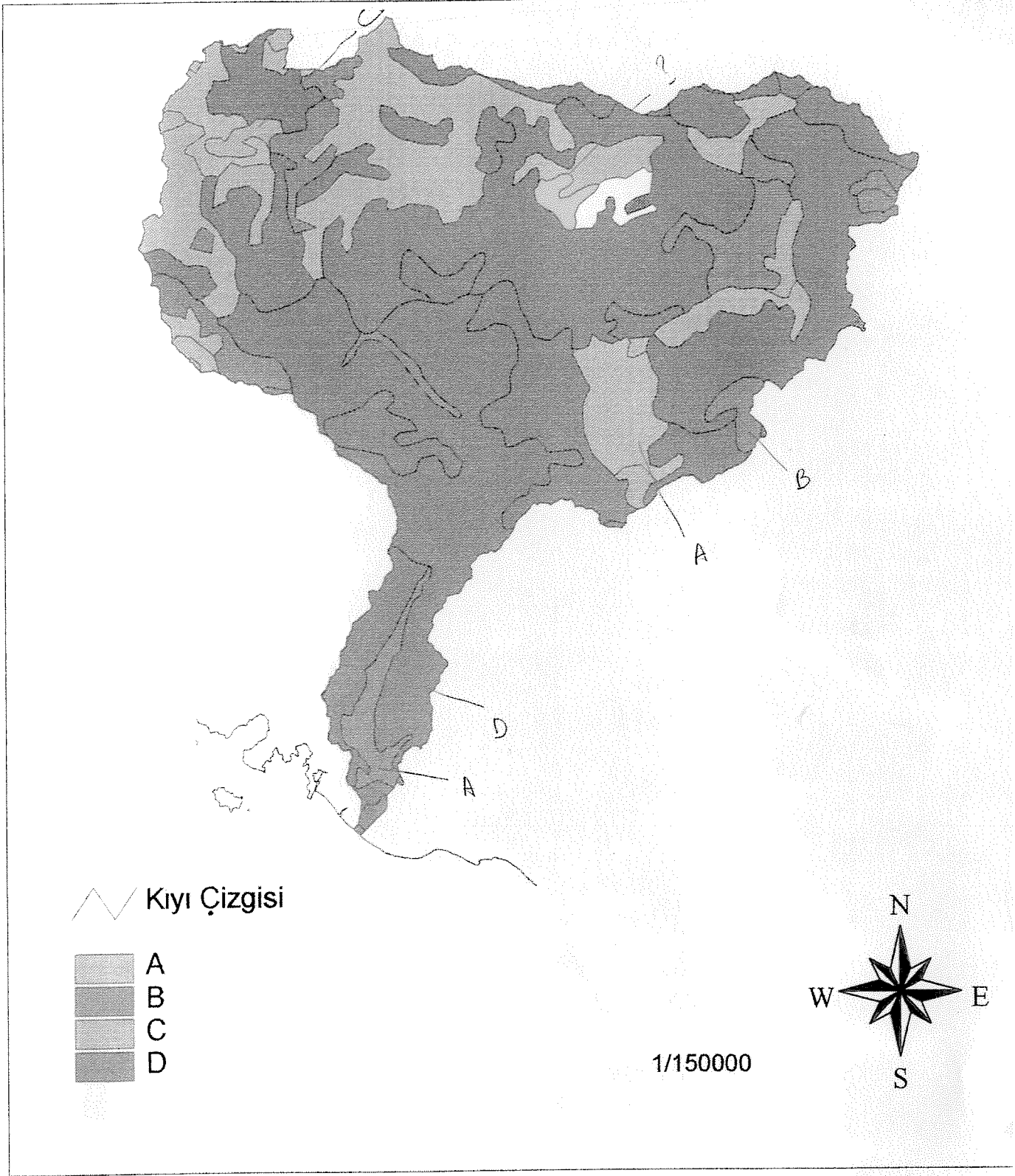


Şekil A17. Çaybogazı havzasının egim haritası

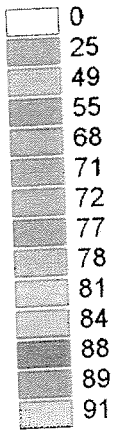
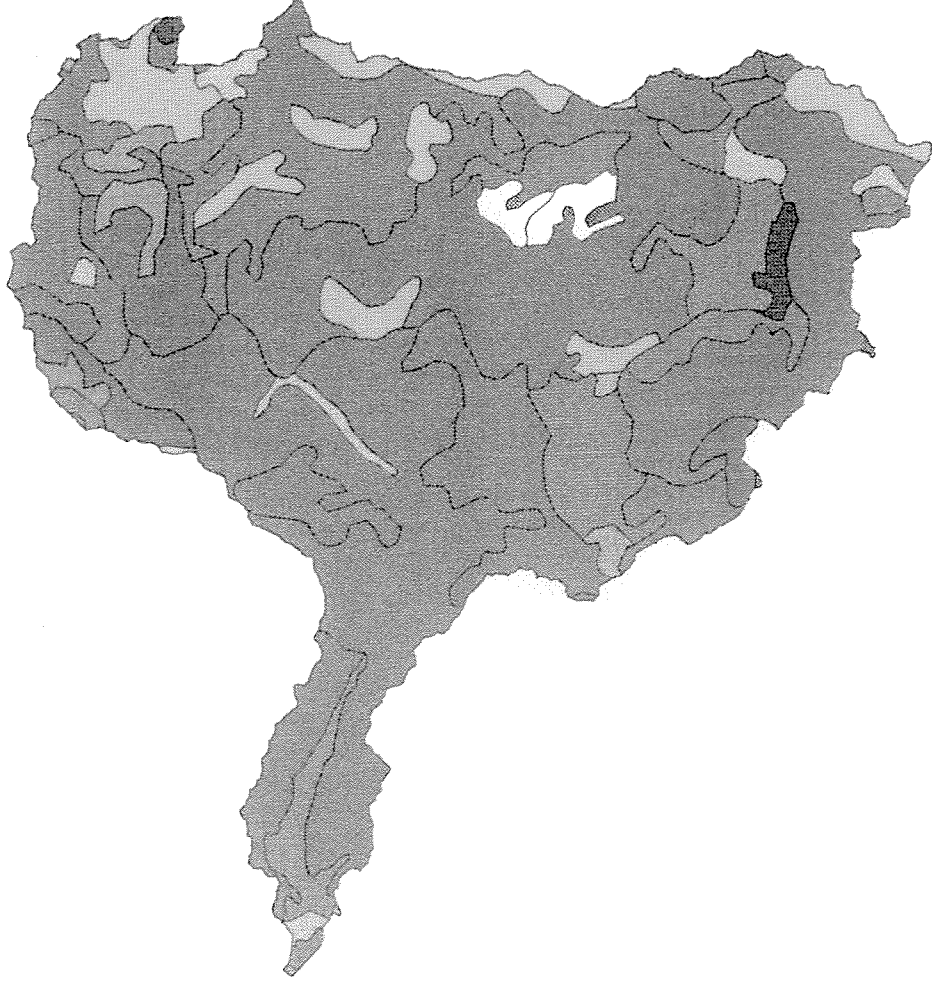


1/150000

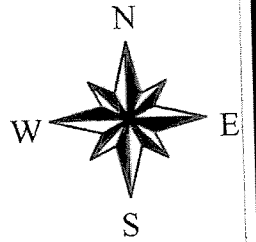
Şekil A18. Çaybogazı havzasının arazi kullanım haritası



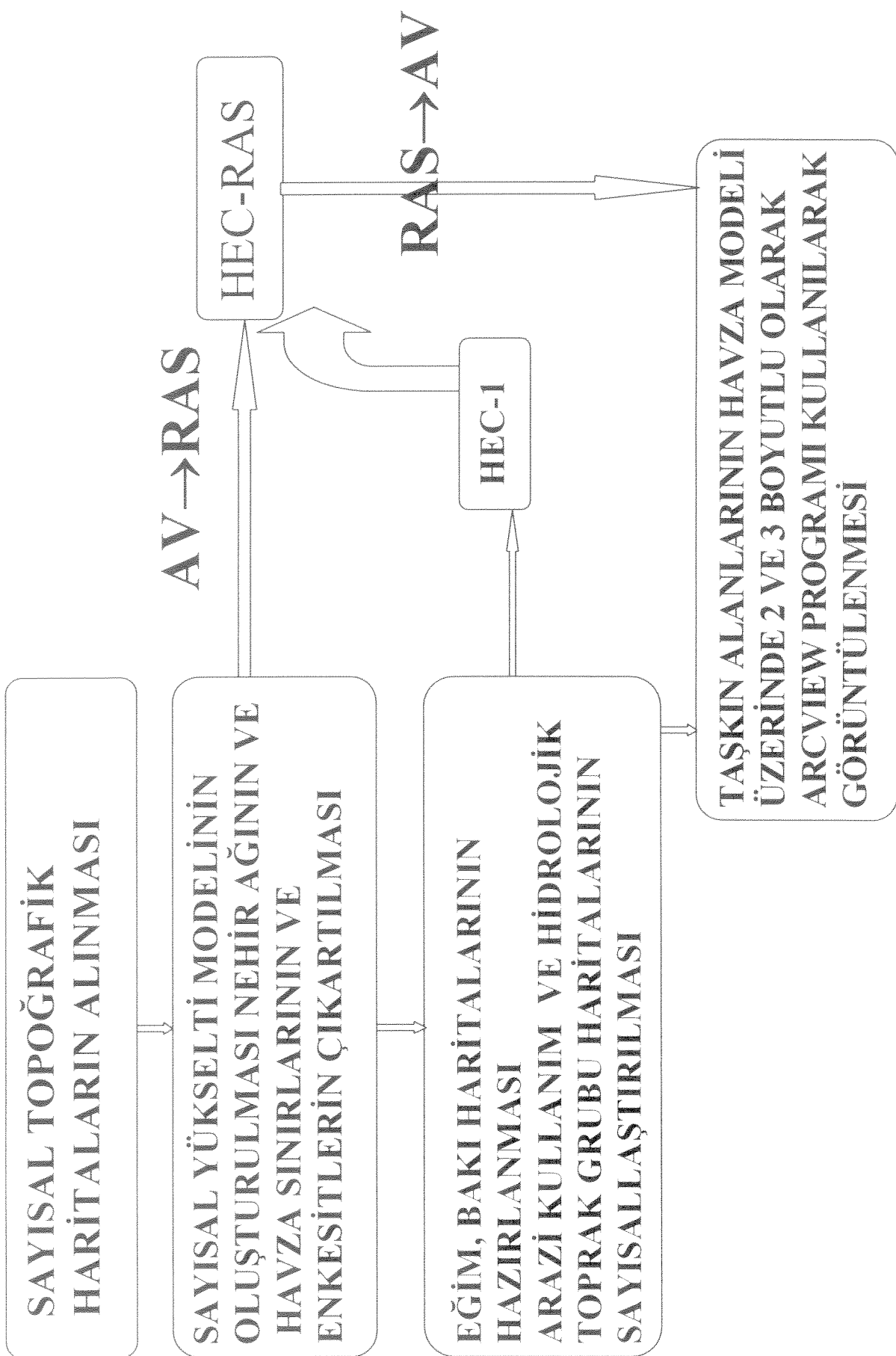
Şekil A19. Çaybogazi havzasının hidrolojik toprak grubu haritası



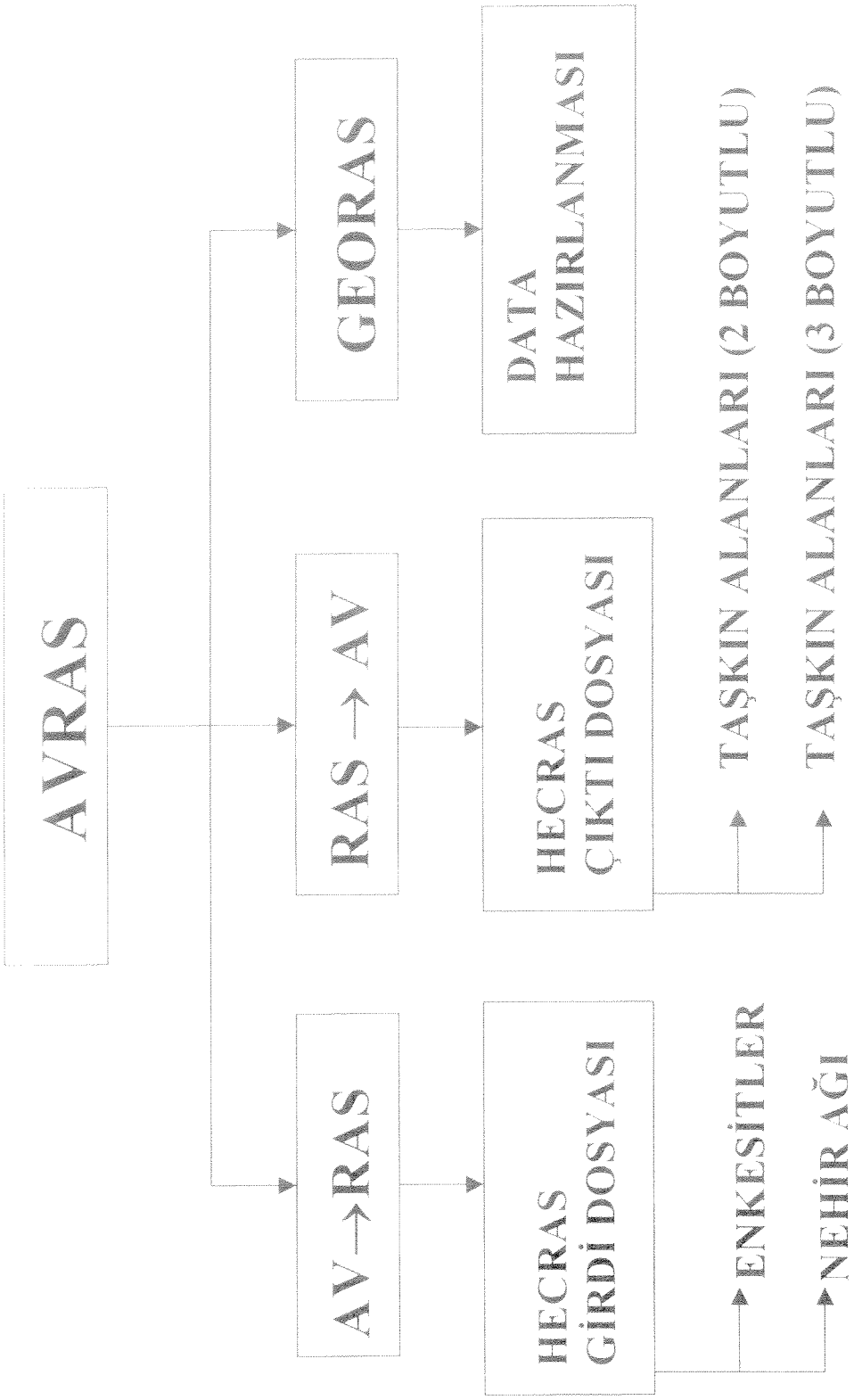
1/150000



Şekil A20. Çayboğazı havzasının 'CN' (eğri numarası) haritası



Şekil A21a. HEC-RAS ve AvRas arasındaki entegrasyon şeması (I)



Şekil A21b. HEC-RAS ve Avras arasındaki entegrasyon şeması(II)

Cross Section Data - geo

Exit Edit Options Plot Help

River: Caybogazi Apply Data

Reach: Kargi River Sta: 7716.190

Description: ...

Cross Section X-Y Coordinates		
	Station	Elevation
1	0	166.89
2	12.62	161.56
3	19.23	160
4	53.52	154.82
5	75.05	150
6	79.52	144.97
7	101.37	140
8	107.88	138.9
9	118.66	134.89
10	125.86	133.37
11	132.13	131.93
12	145.74	130.12

Downstream Reach Lengths		
LOB	Channel	ROB
565.5	565.43	529.88

Manning's n Values		
LOB	Channel	ROB
0.05	0.035	0.05

Main Channel Bank Stations	
Left Bank	Right Bank
453.85	491.67

Con/Exp. Coefficients	
Contraction	Expansion
0.1	0.3

Select river for cross section editing

Steady Flow Data - flow

File Options Help

Enter/Edit Number of Profiles (100 max): 4 Reach Boundary Conditions Apply Data

Locations of Flow Data Changes

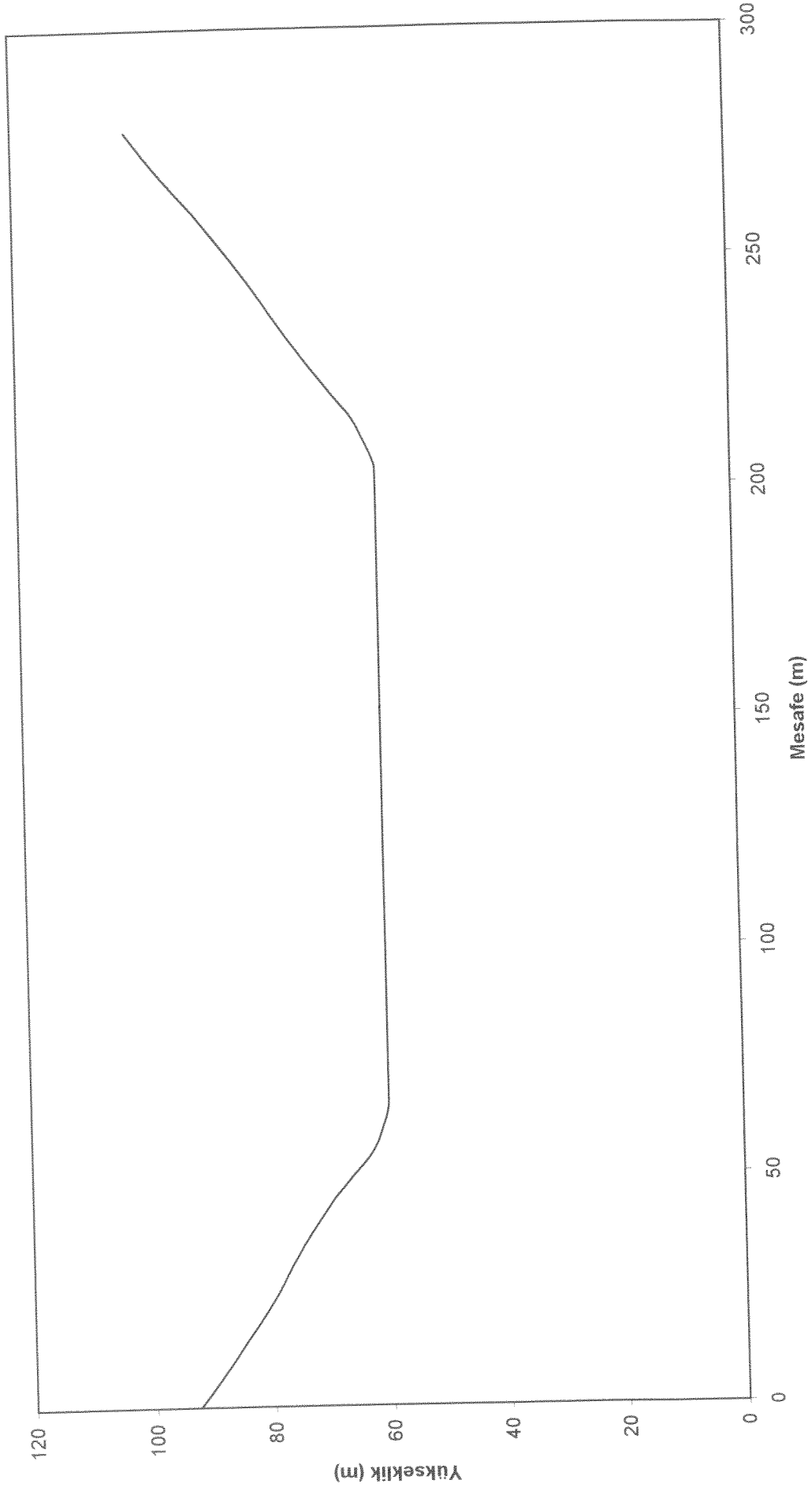
River: Caybogazi

Reach: Kargi River Sta: 7716.190 Add A Flow Change Location

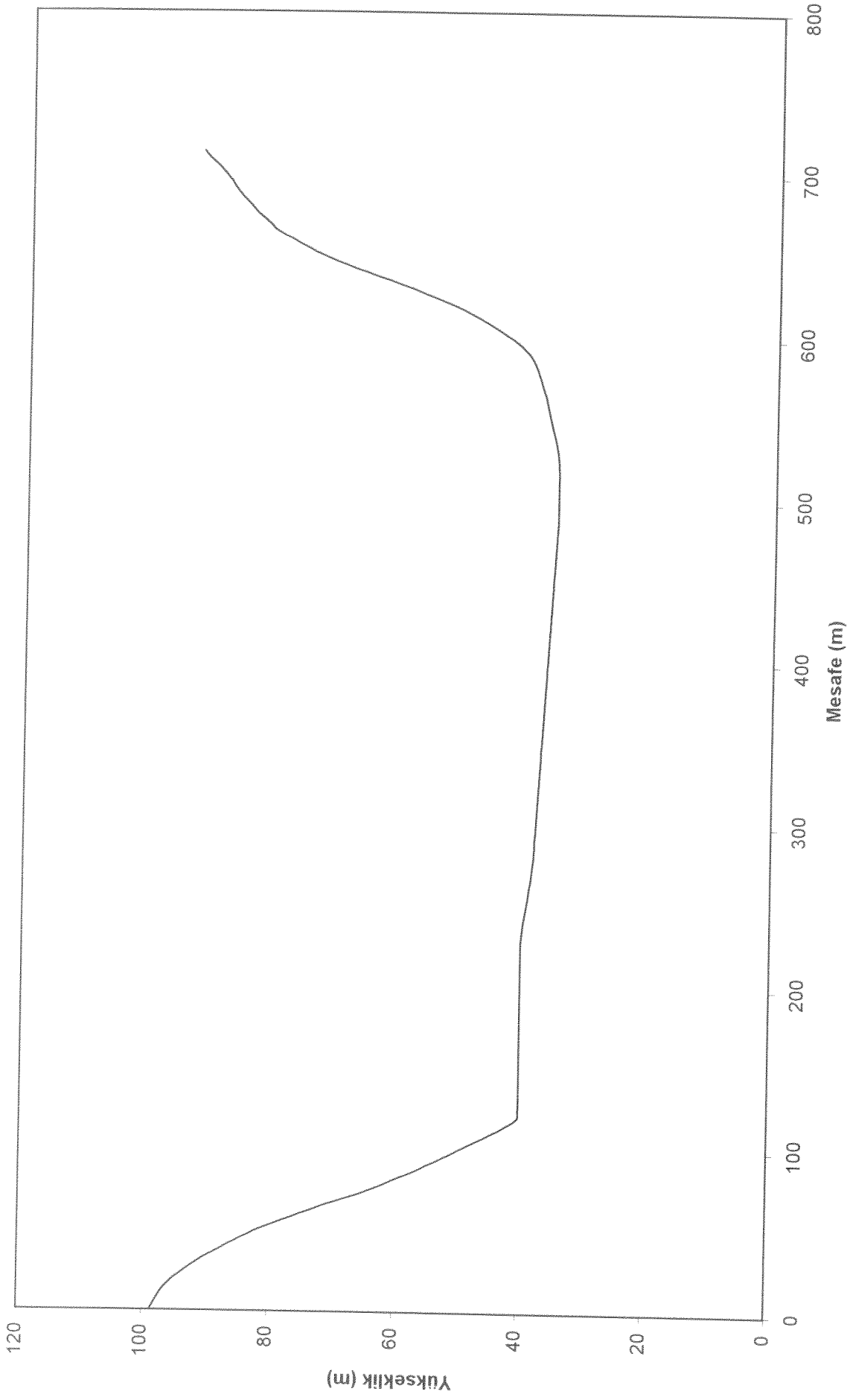
Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates			
River	Reach	RS	PF 1	PF 2	PF 3	PF 4
1	Caybogazi	7716.190	270	500	612	723

Edit Steady flow data for the profiles (m³/s)

Şekil A22. HecRas girdi dosyası örneği.



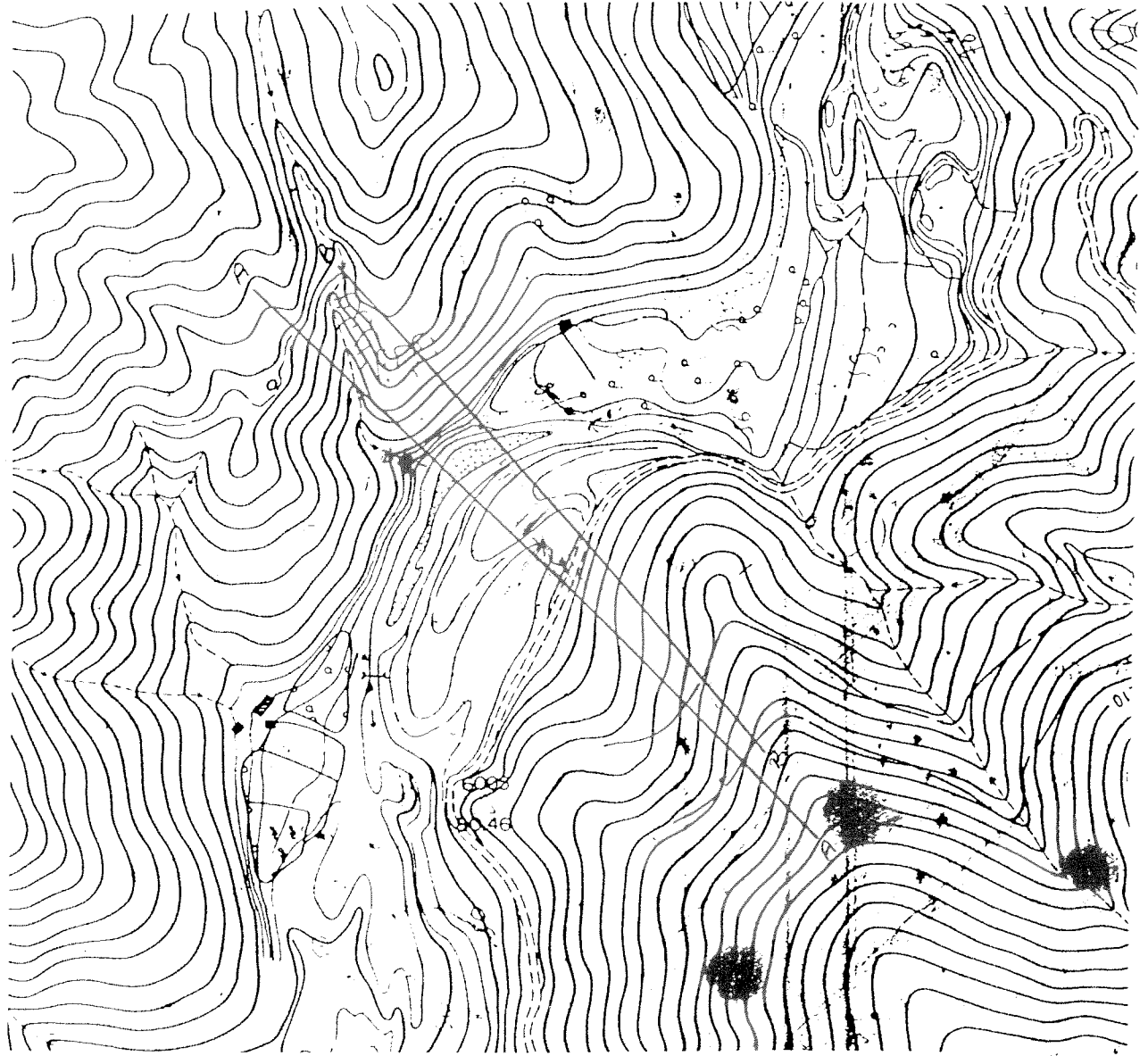
Şekil A23. Havzanın 1/25000 ölçekli SYM'inden çıkartılan enkesit (I)



Şekil A24. Havzanın 1/25000 ölçekli SYM'inden çıkartılan enkesit (II)

684000

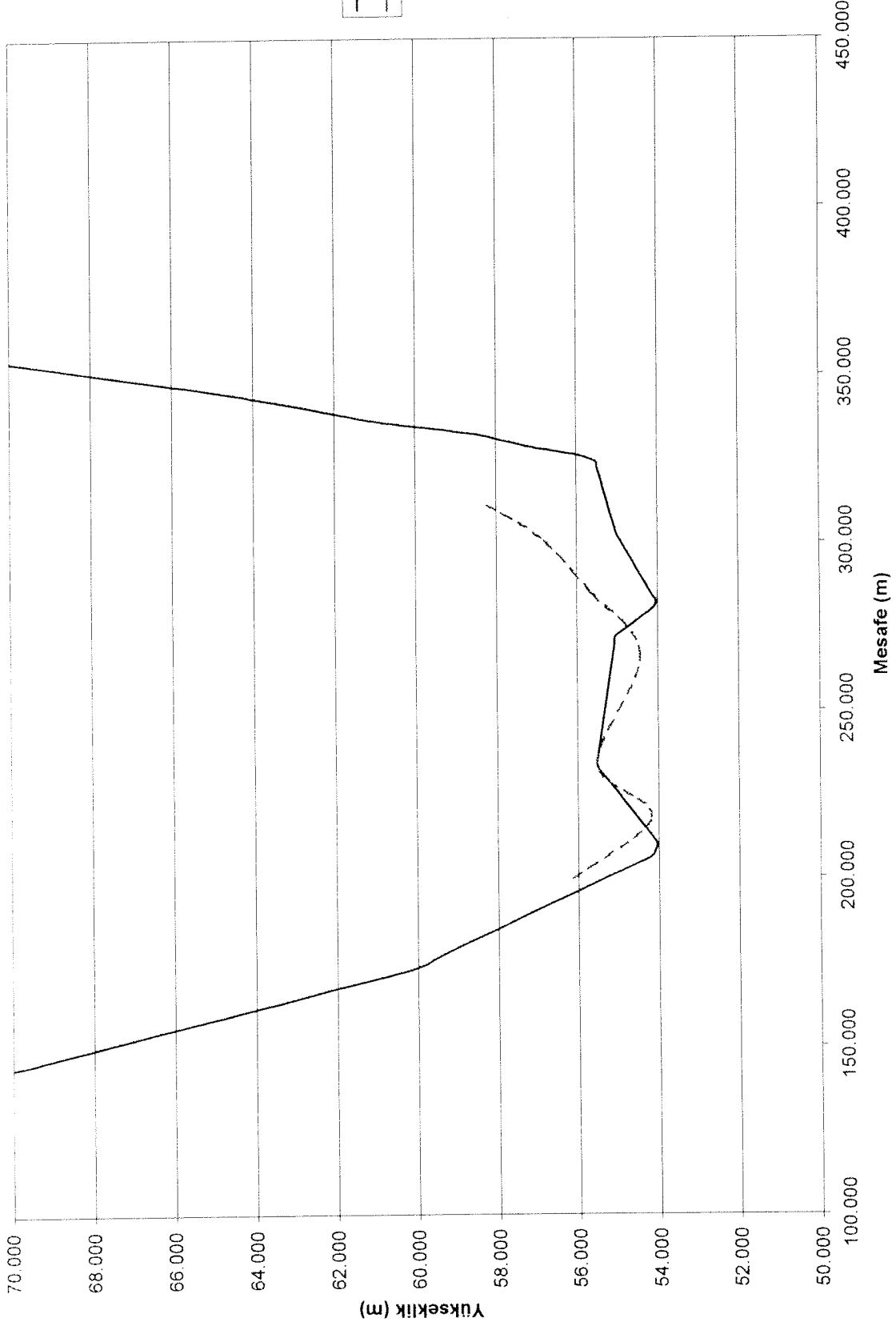
4068750



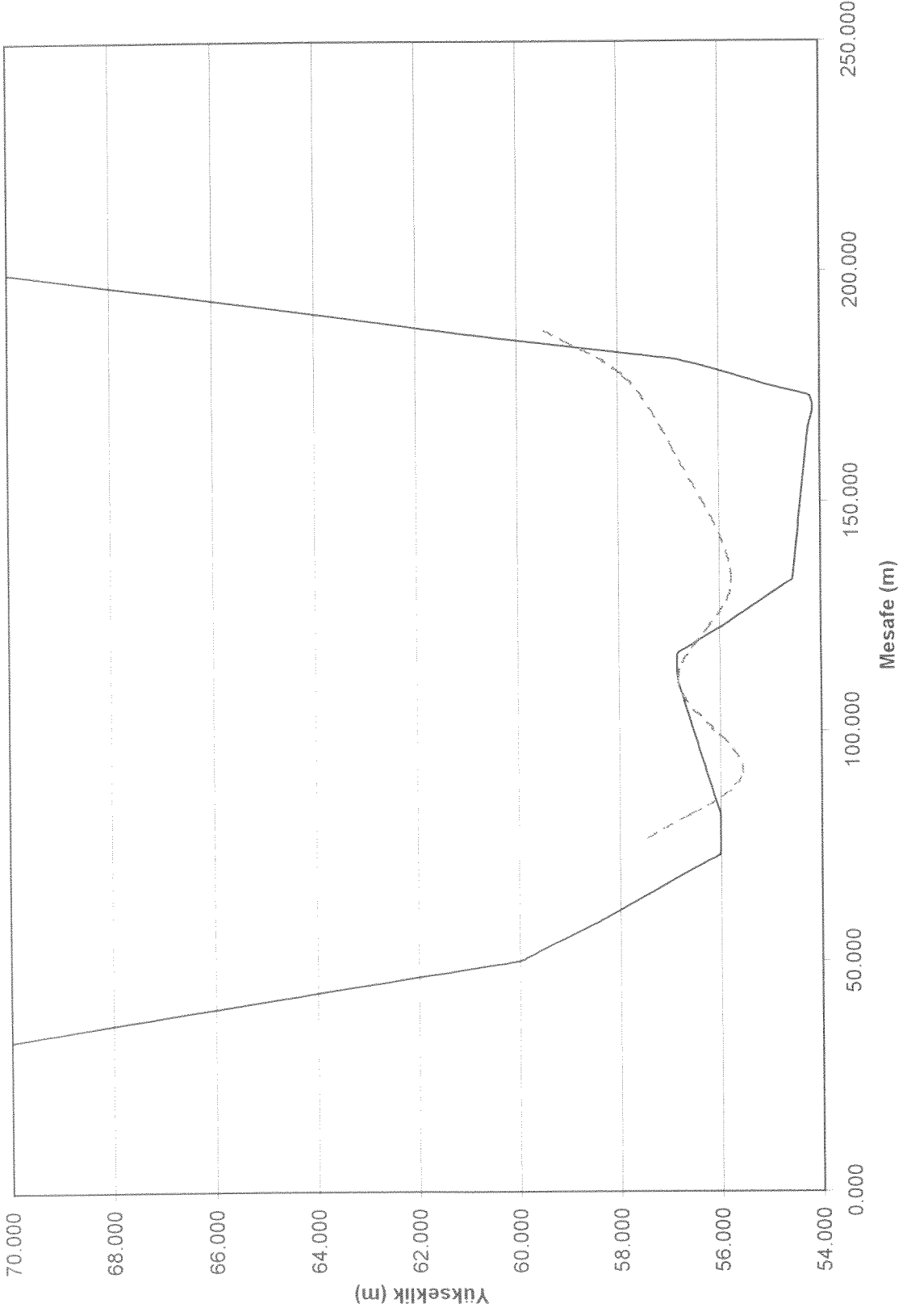
4068000

684725

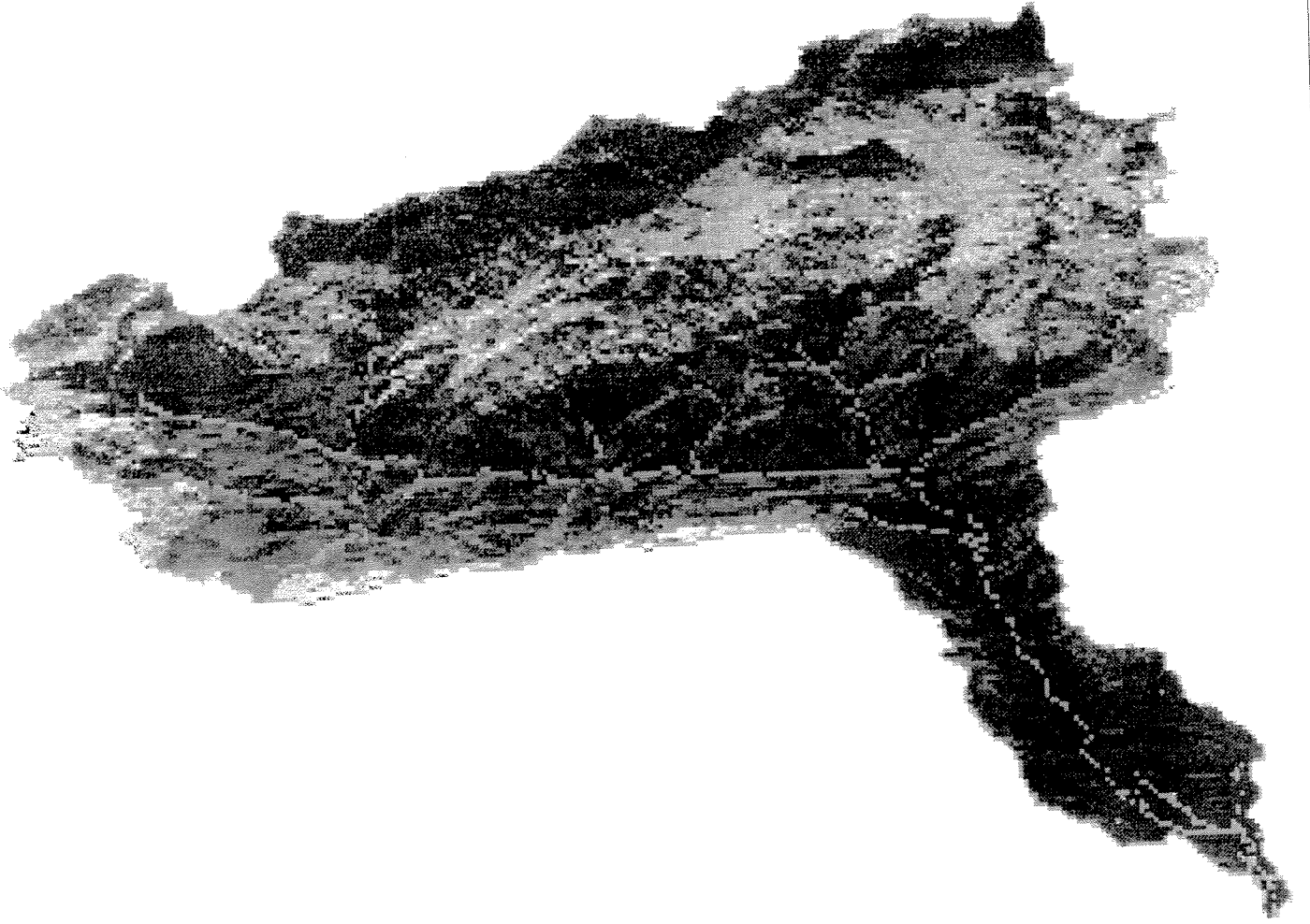
Şekil A25. Enkesitlerin karşılaştırıldığı bölge.



Şekil A26. E|E| enkesidi ile A-A enkesidinin karşılaştırılması



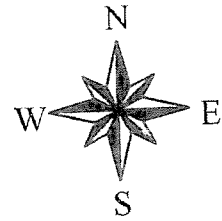
Şekil A27. E|E| enkesidi ile B-B enkesidinin karşılaştırılması



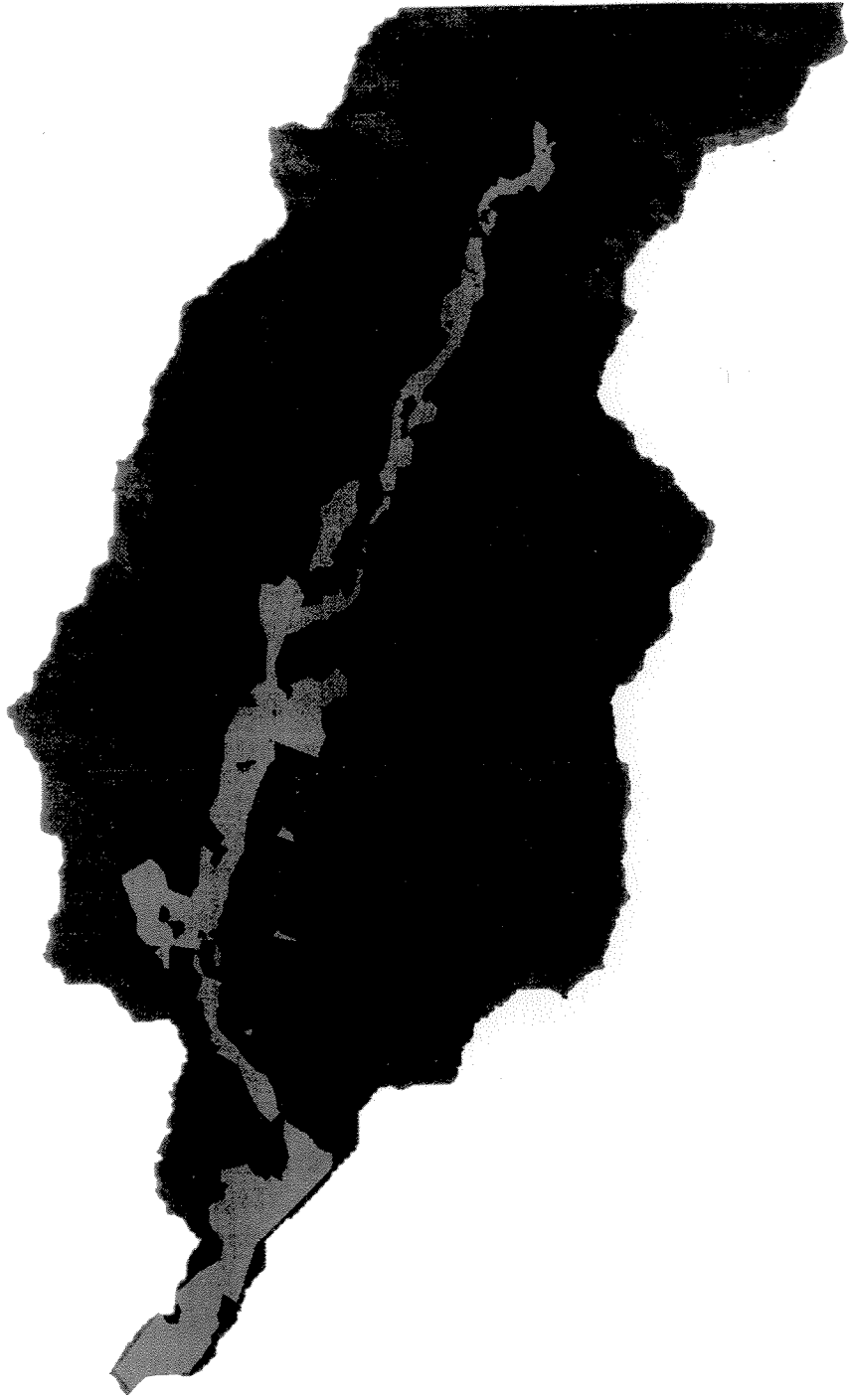
Şekil A28. Çayboğazı havzasının 1/25000'lik haritalarından elde edilen sayısal yükselti modeli (SYM).



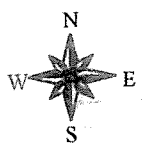
 **1/5000 Ölçekli Haritadan Alınan Münhaniler**
1/25000 Ölçekli Haritadan Alınan Münhaniler



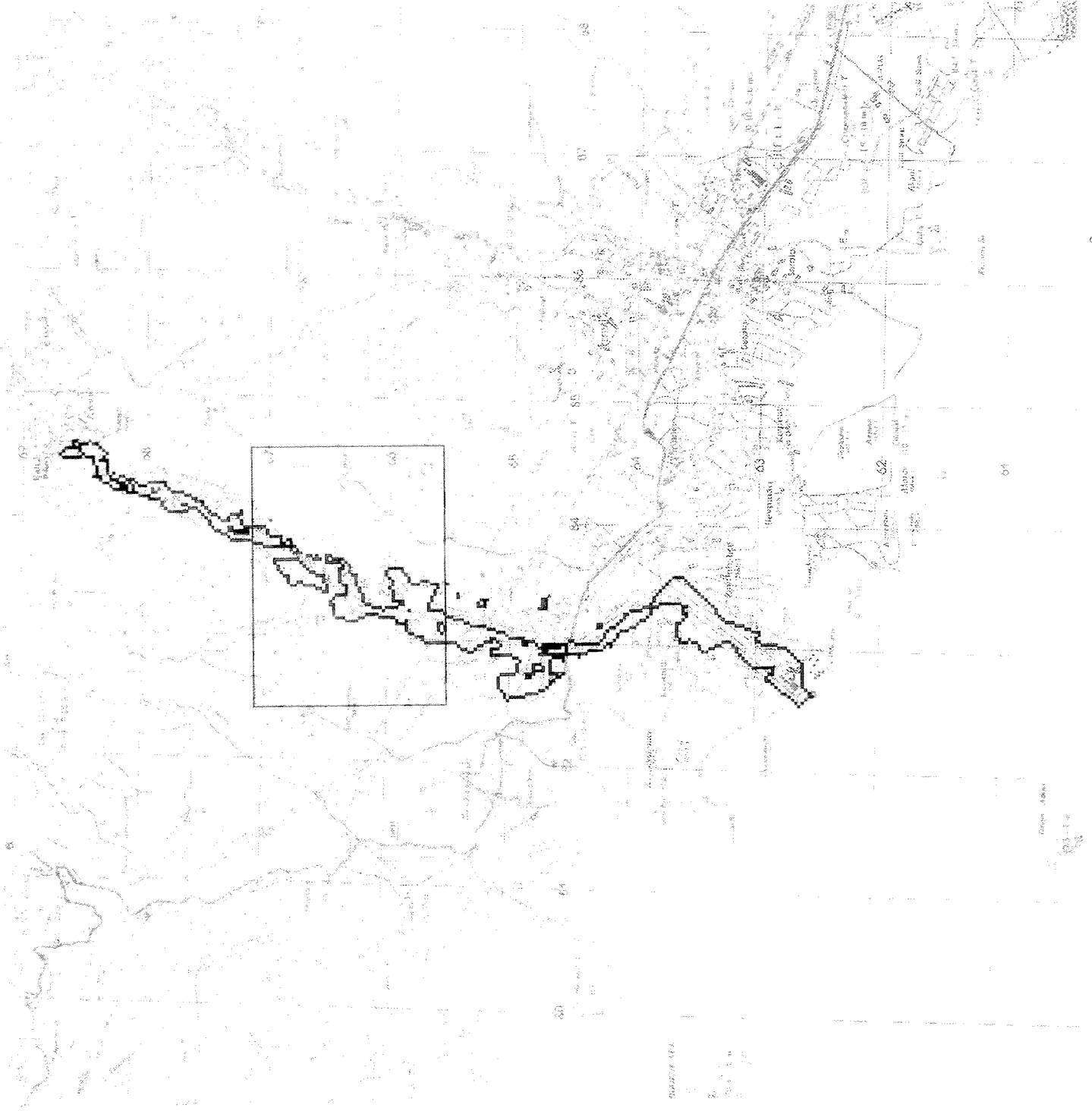
Şekil A29. Çayboğazı havzasının 1/25000 ve 1/5000 ölçekli topoğrafik haritalarının birleştirilmesi.



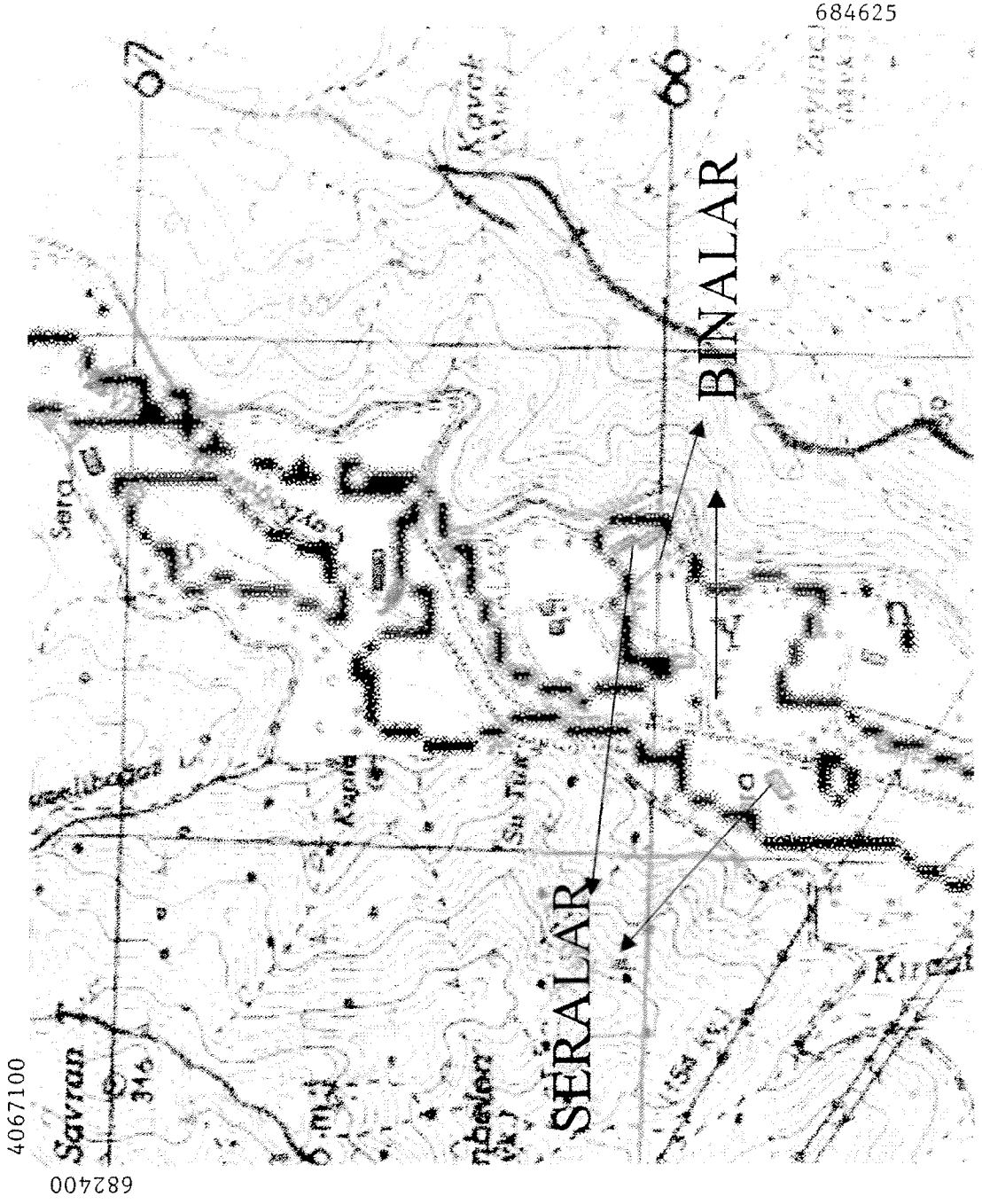
2 0 2 Kilometre



Şekil A32. Taşkın alanlarının SYM üzerinde görünüşü ($Q=270 \text{ m}^3/\text{s}$, $Tr=27$ yıl).



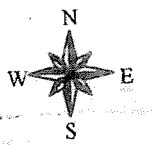
Şekil A33. Taşkın alanlarının yerleşim, tarım ve altyapı üzerine etkisi (Q=270 m³/s, Tr=27 yıl).



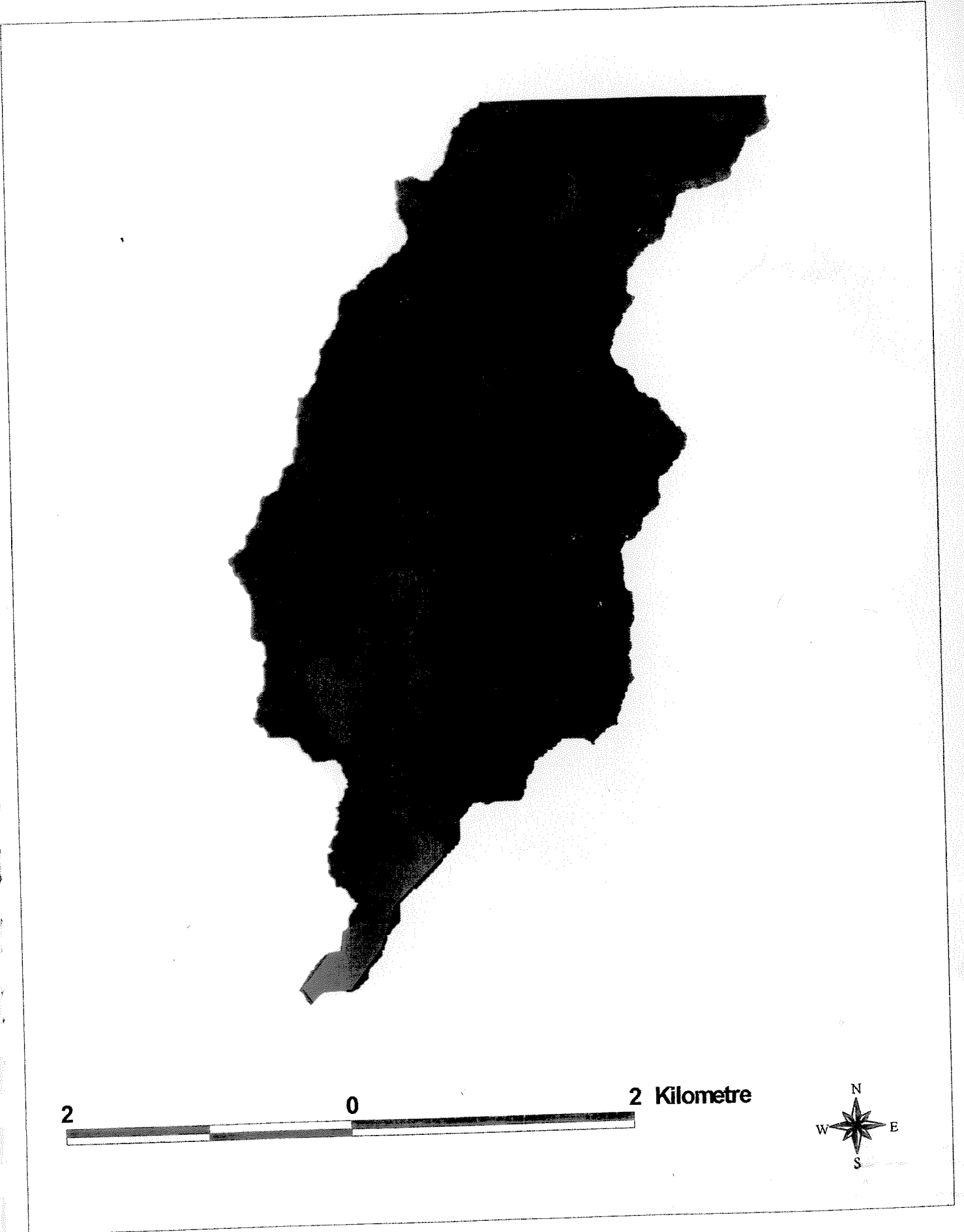
Şekil A34. Taşkın alanlarının etkisinin yapı bazında saptanması ($Q=270 \text{ m}^3/\text{s}$, $T_r=27$ yıl).



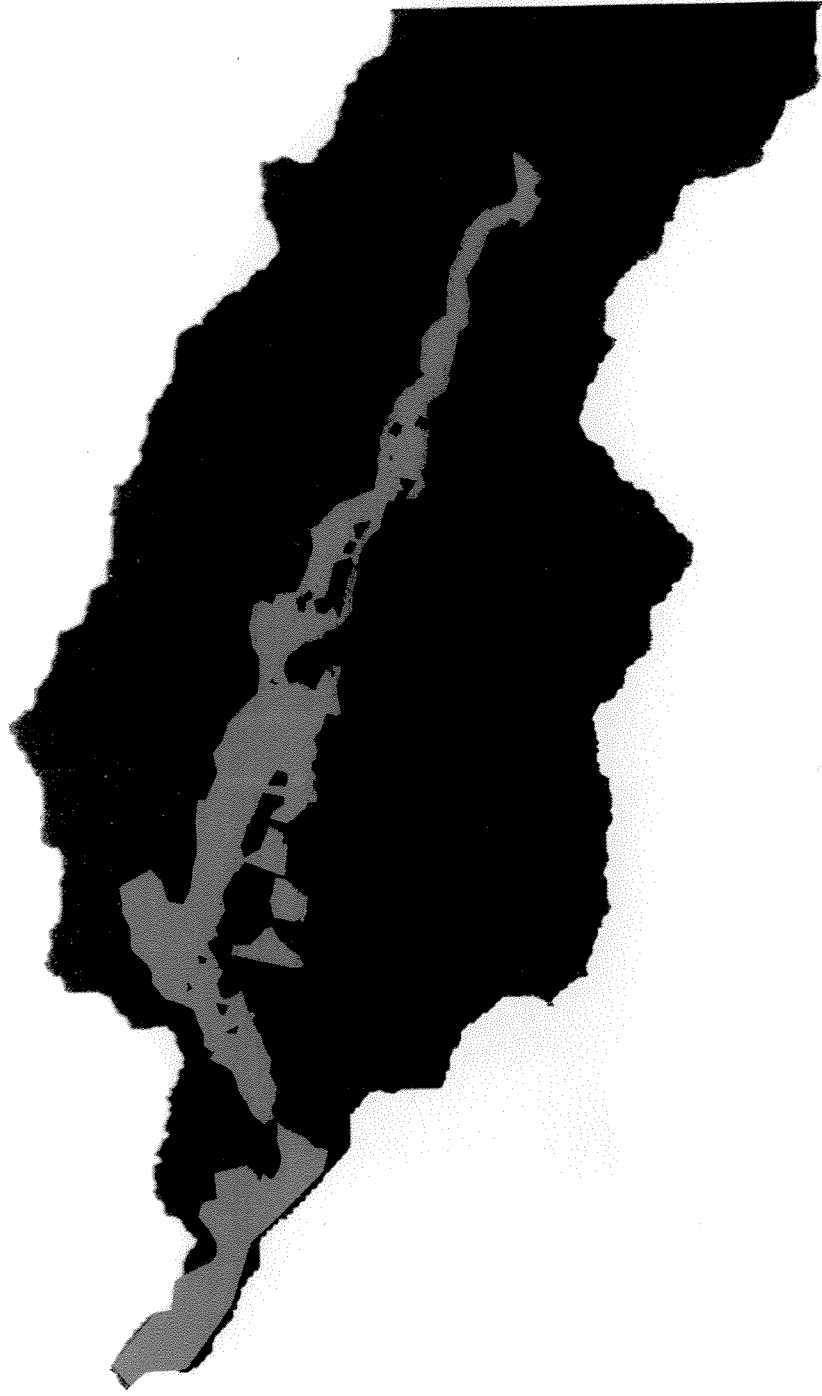
2 0 2 Kilometre



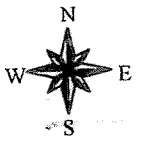
Şekil A35. Taşkın alanlarının SYM üzerinde görünüşü ($Q=500 \text{ m}^3/\text{s}$, $T_r=225$ yıl).



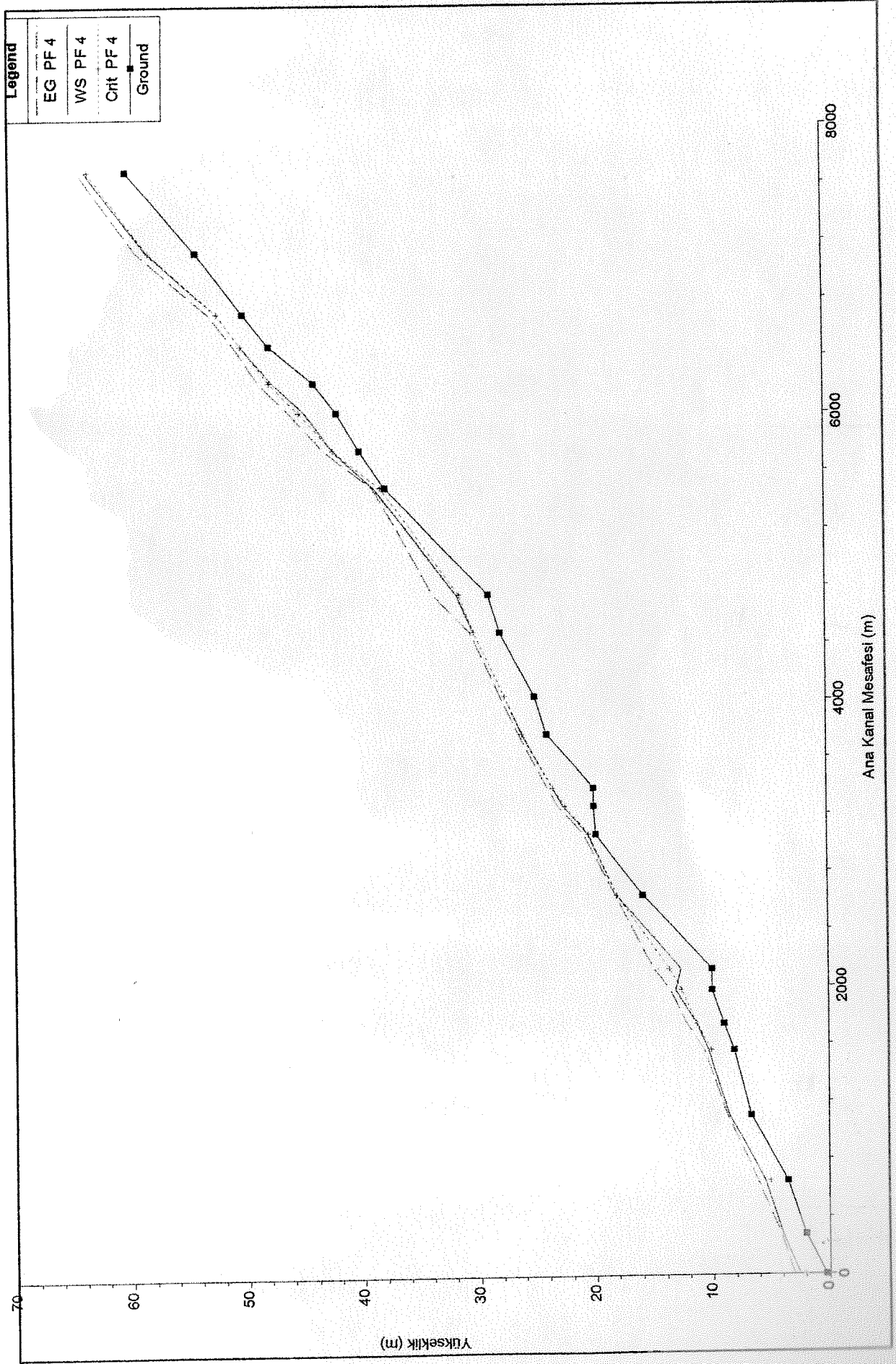
Şekil A36. Taşkın alanlarının SYM üzerinde görünüşü ($Q=612 \text{ m}^3/\text{s}$, $T_r=500$ yıl).

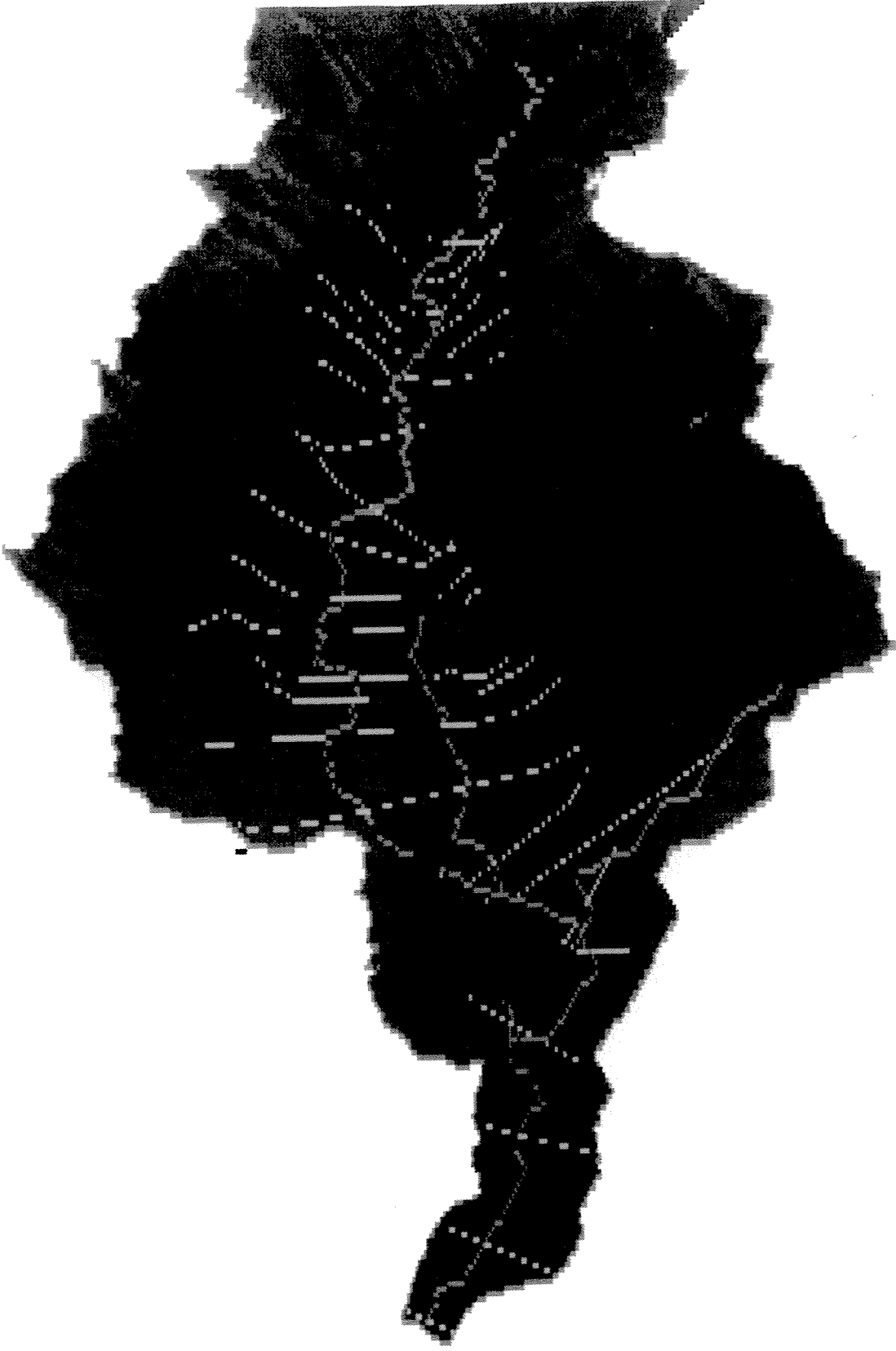


2 0 2 Kilometre



Şekil A37. Taşkın alanlarının SYM üzerinde görünüşü ($Q=723 \text{ m}^3/\text{s}$, $Tr=1000 \text{ yıl}$).

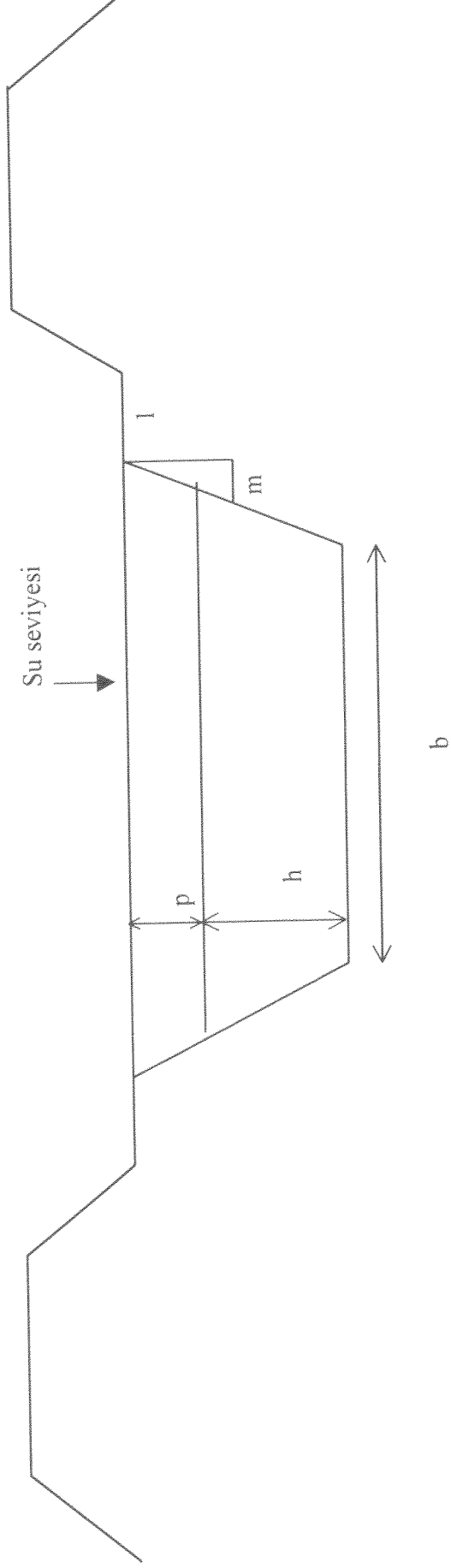




Şekil A39. Çayboğazı havzasının üç boyutlu görünüşü.



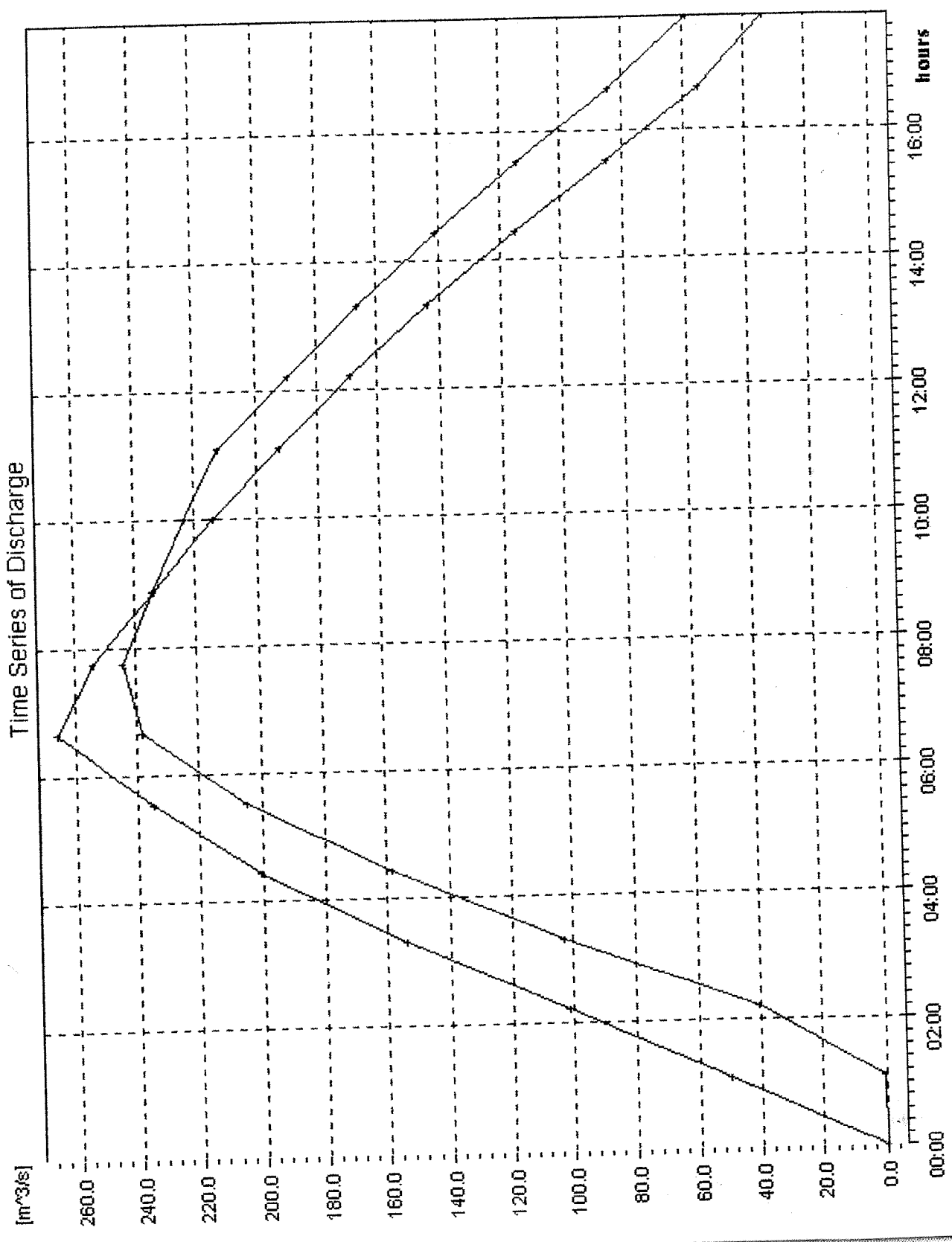
Şekil A40. Çayboğazı havzasının taşkın alanıyla beraber üç boyutlu görünüşü
($Q=723 \text{ m}^3/\text{s}$, $T_r=1000 \text{ yıl}$).



Şekil A41. Çayboğazı havzası taşkın koruma projesi karakteristik enkesidi

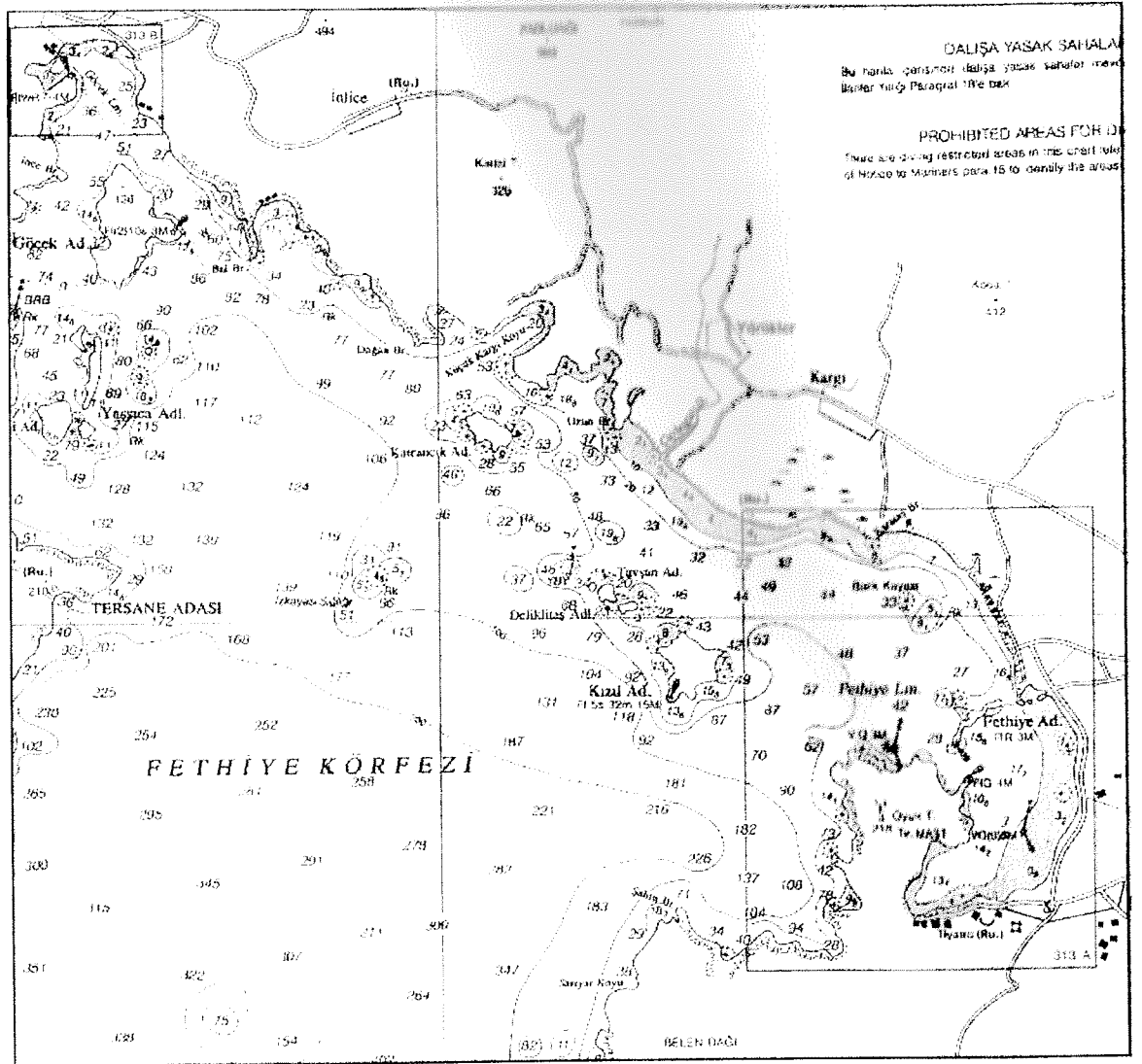
Time Series of Discharge

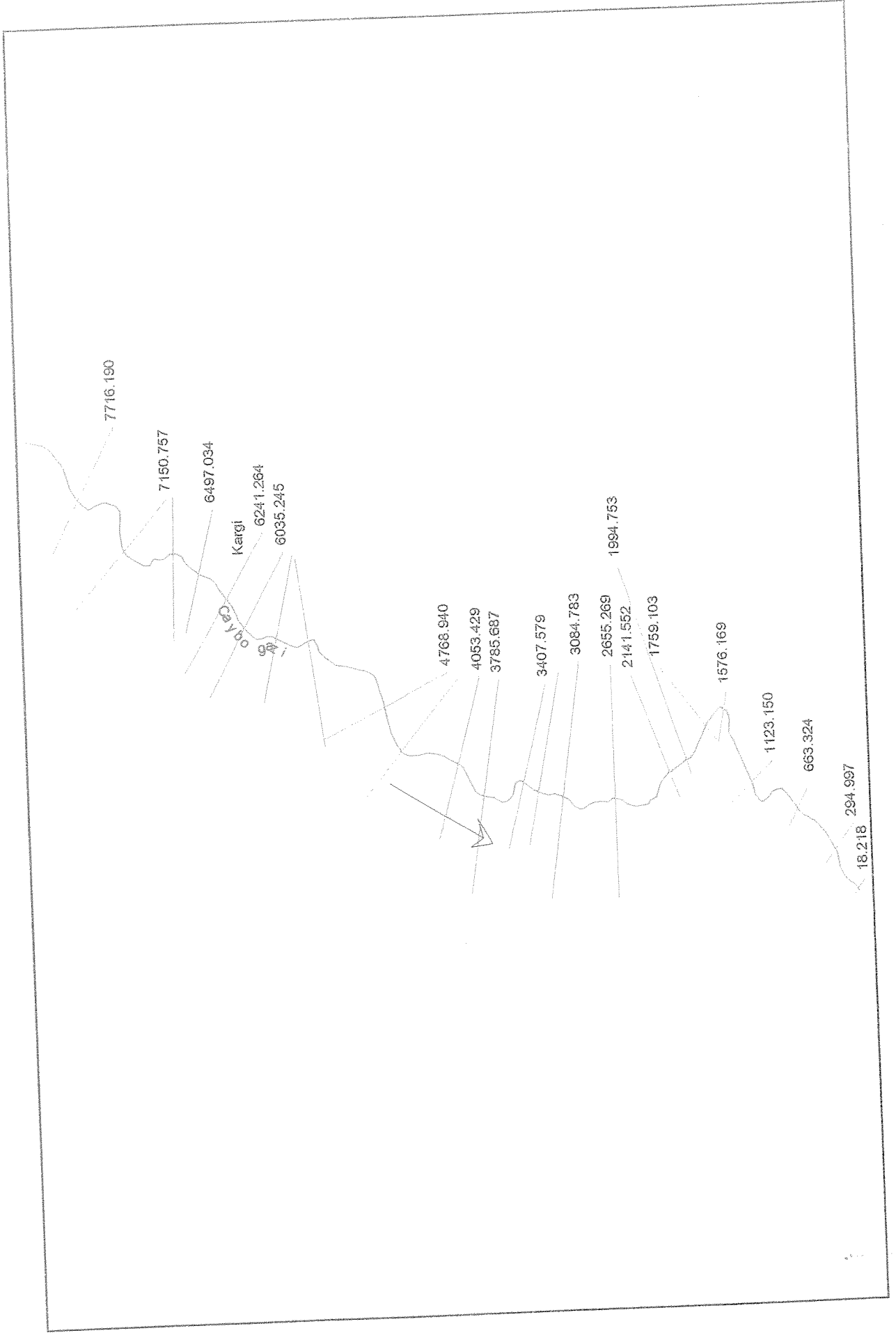
Discharge
— KARGI 0.096
— 2|KARGI 8.017



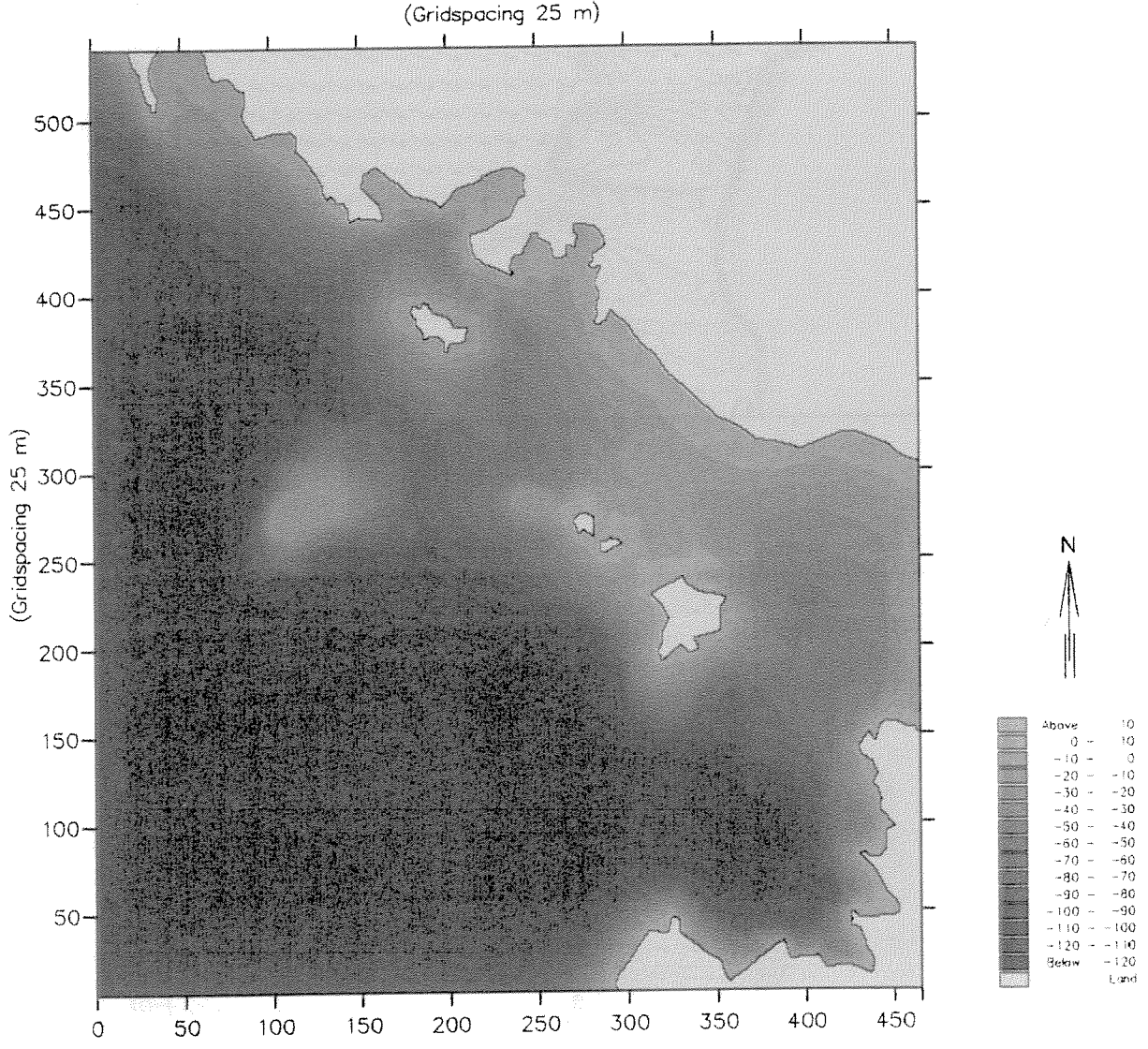
Şekil A42. Baga (1999) çalışmasında Çayboğazi havzasında taşkın alanındaki giriş ve çıkış hidrograflarının karşılaştırılması.

Şekil B1. Proje bölgesinin deniz haritası

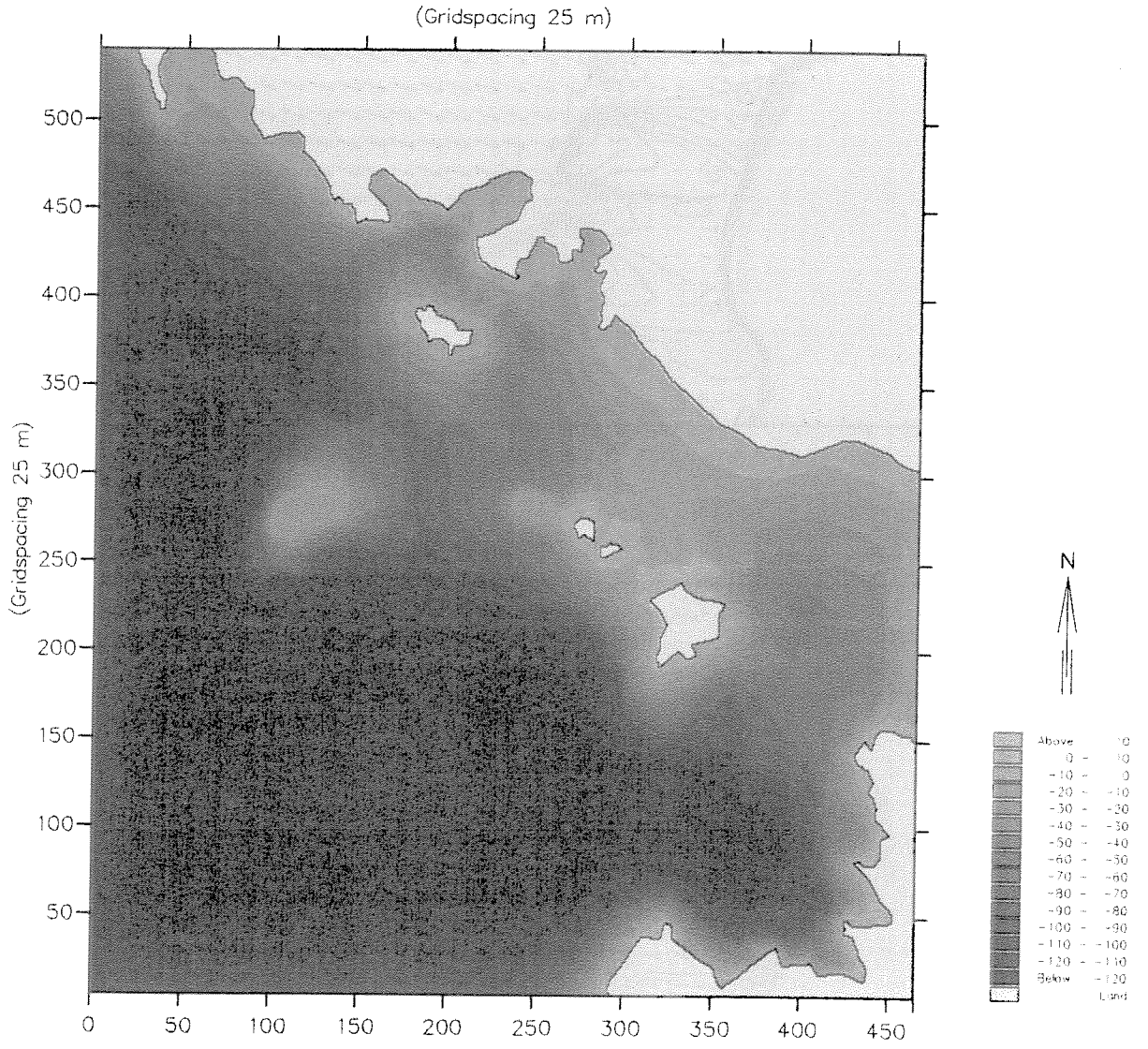




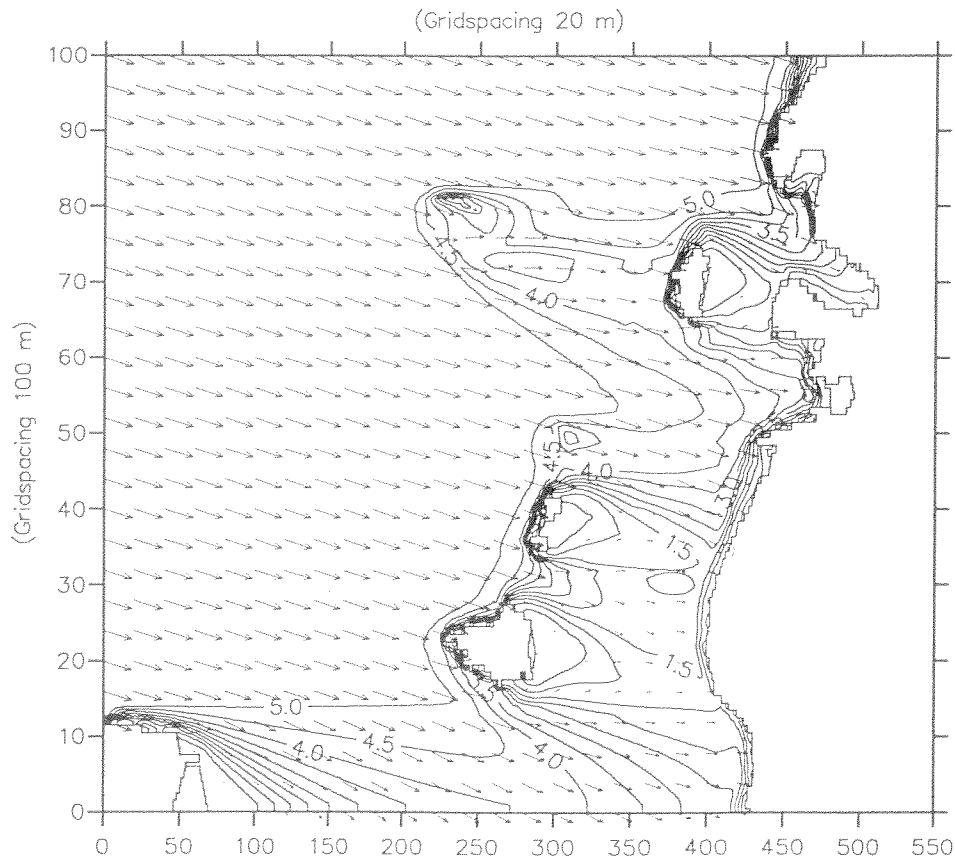
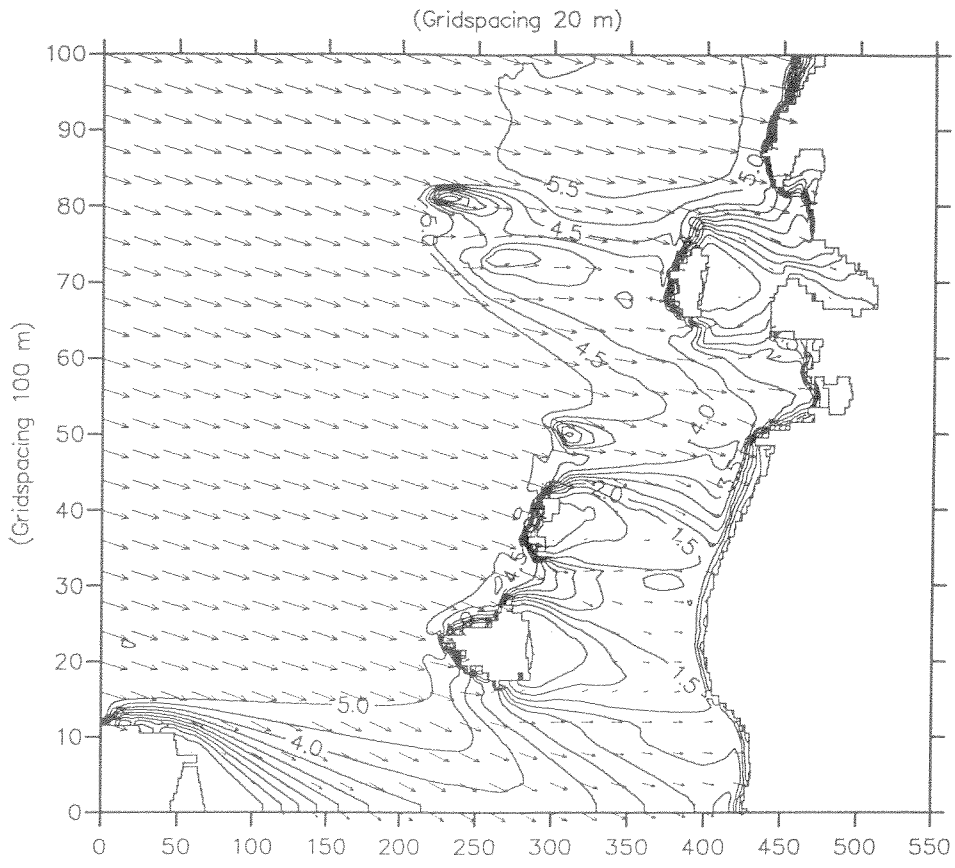
Şekil A31. Çay yatak şeması üzerinde enkesitlerin yerleşimi.



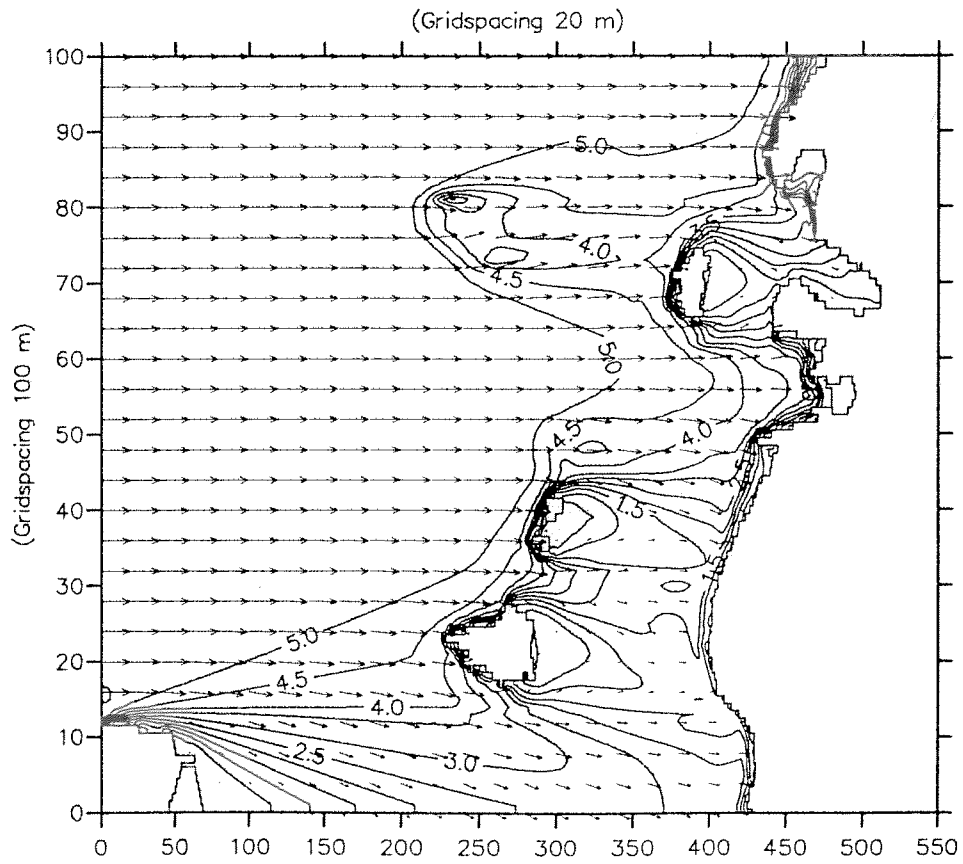
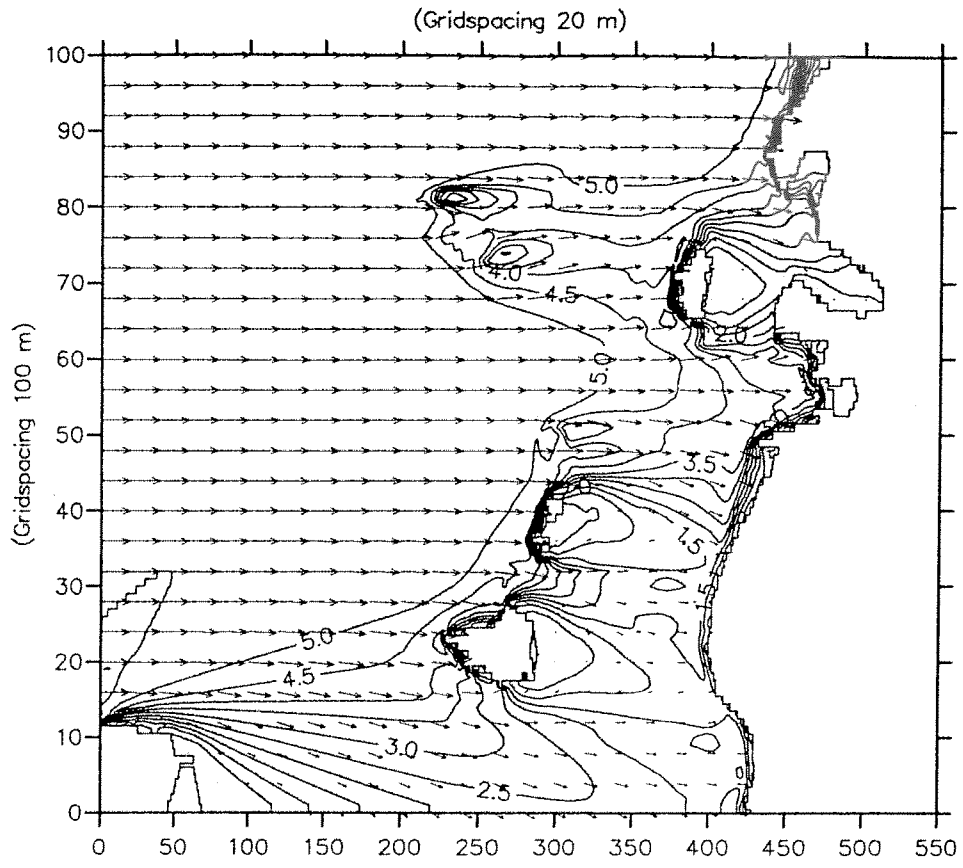
Şekil B2. Proje Bölgesi deniz haritasının sayısallaştırılmış görüntüsü



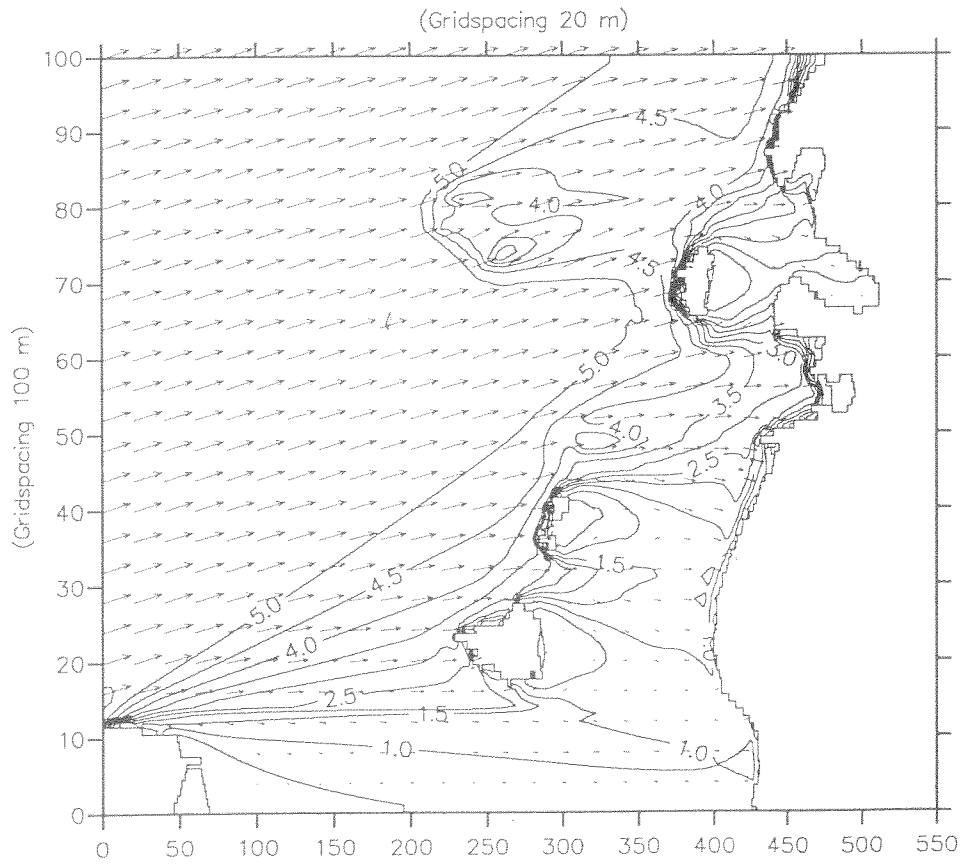
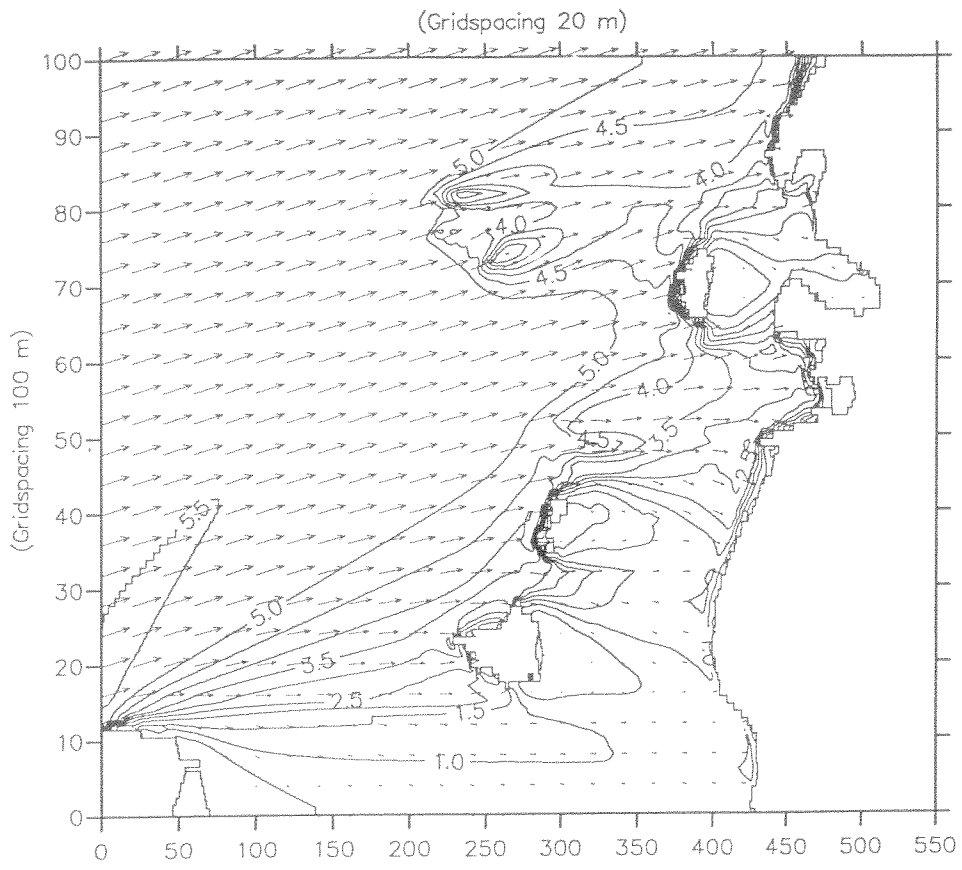
Şekil B2. Proje Bölgesi deniz haritasının sayısallaştırılmış görüntüsü



Şekil B3 Transformasyon modeli sonuçları, SW dalgası
T = 9 sn (üstte) T = 7 sn. (altta)



Şekil B4 Transformasyon modeli sonuçları, SSW dalgası
 T = 9 sn (üstte) T = 7 sn. (altta)



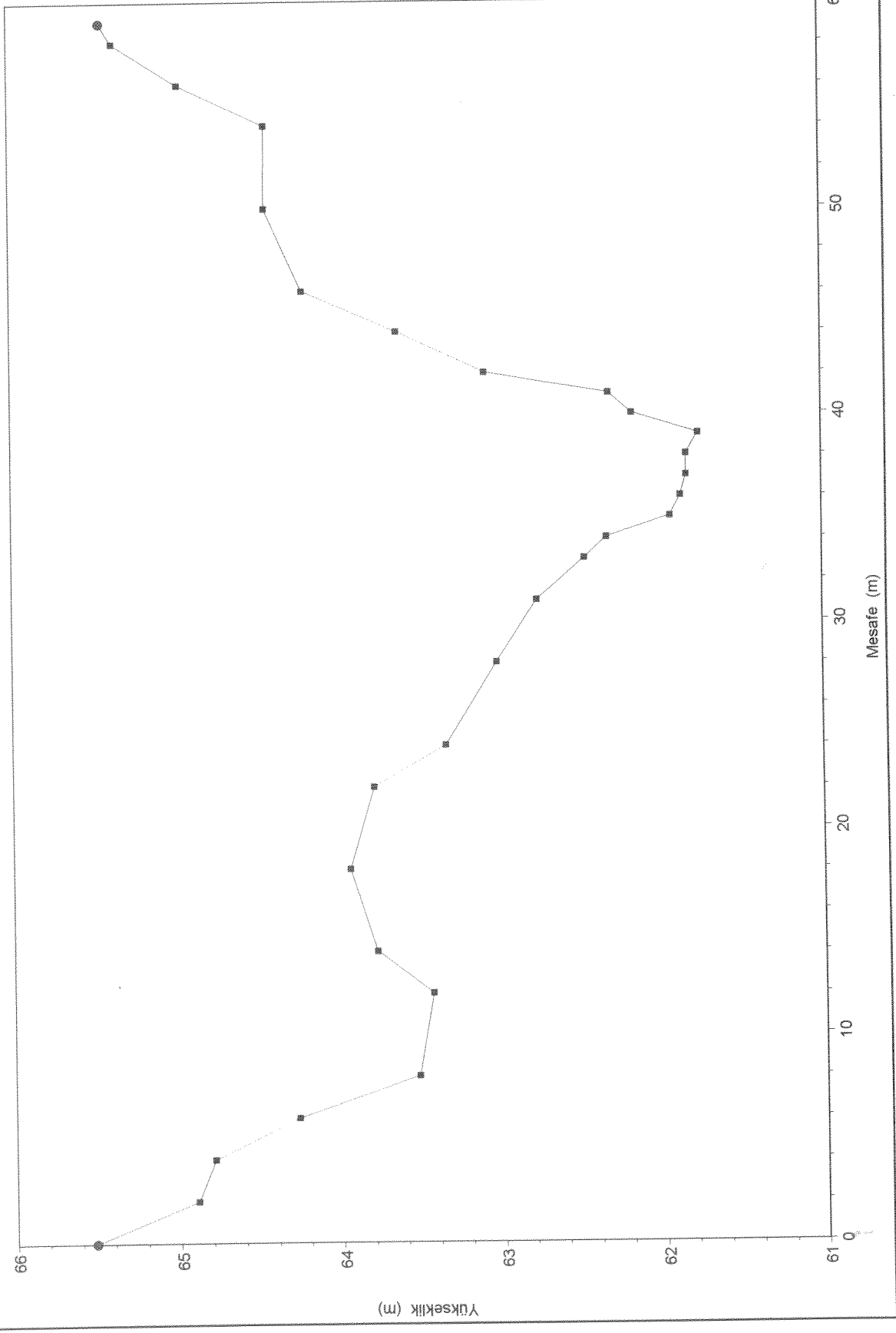
Şekil B5 Transformasyon modeli sonuçları, S dalgası
T = 9 sn (üstte) T = 7 sn. (altta)

EKLER

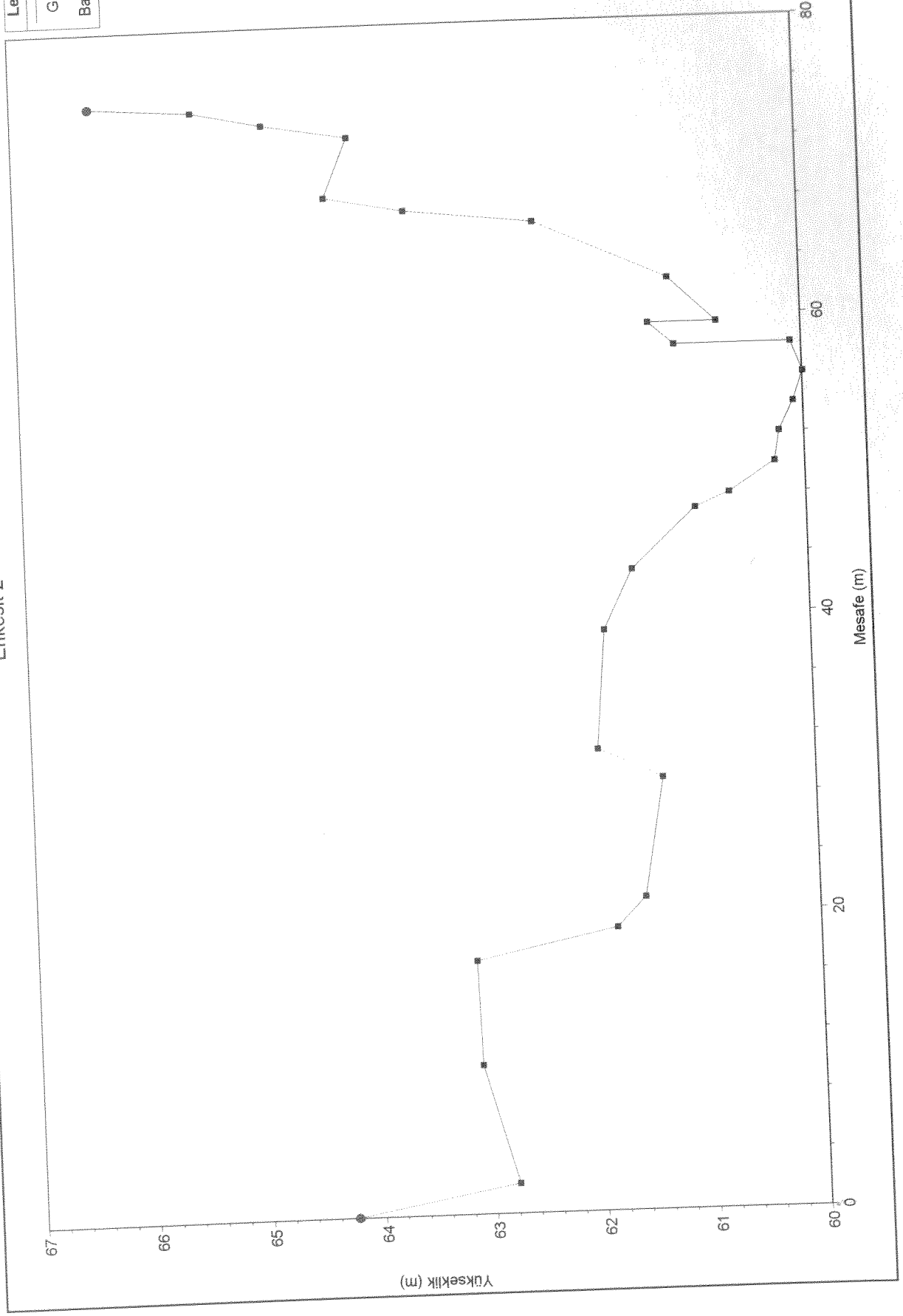
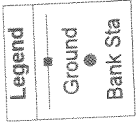
EK 1

Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) Genel Müdürlüğü ile işbirliği yapılarak arazide çay
boyunca alınan 12 adet enkesit

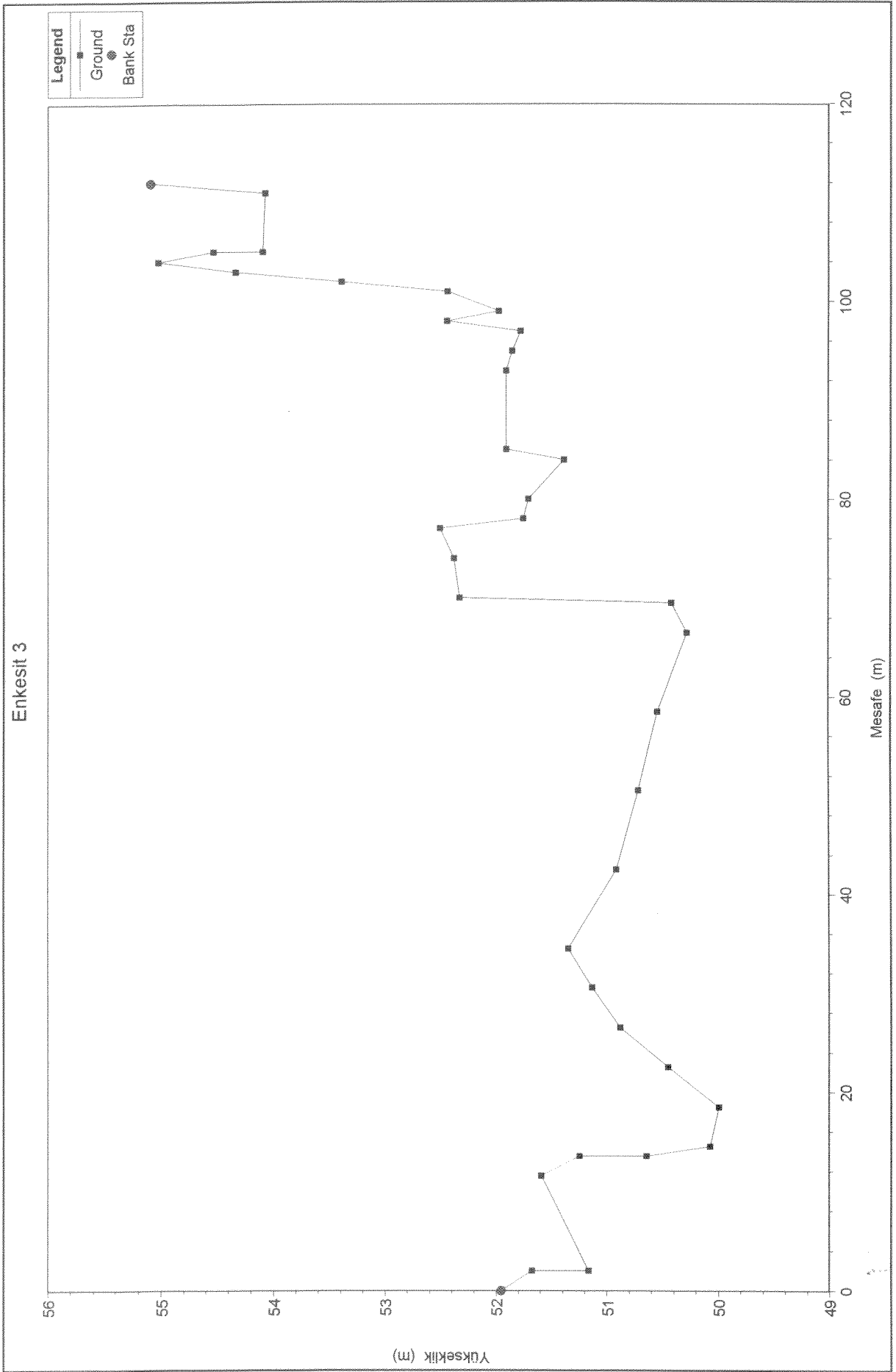
Enkesit 1



Enkesit 2

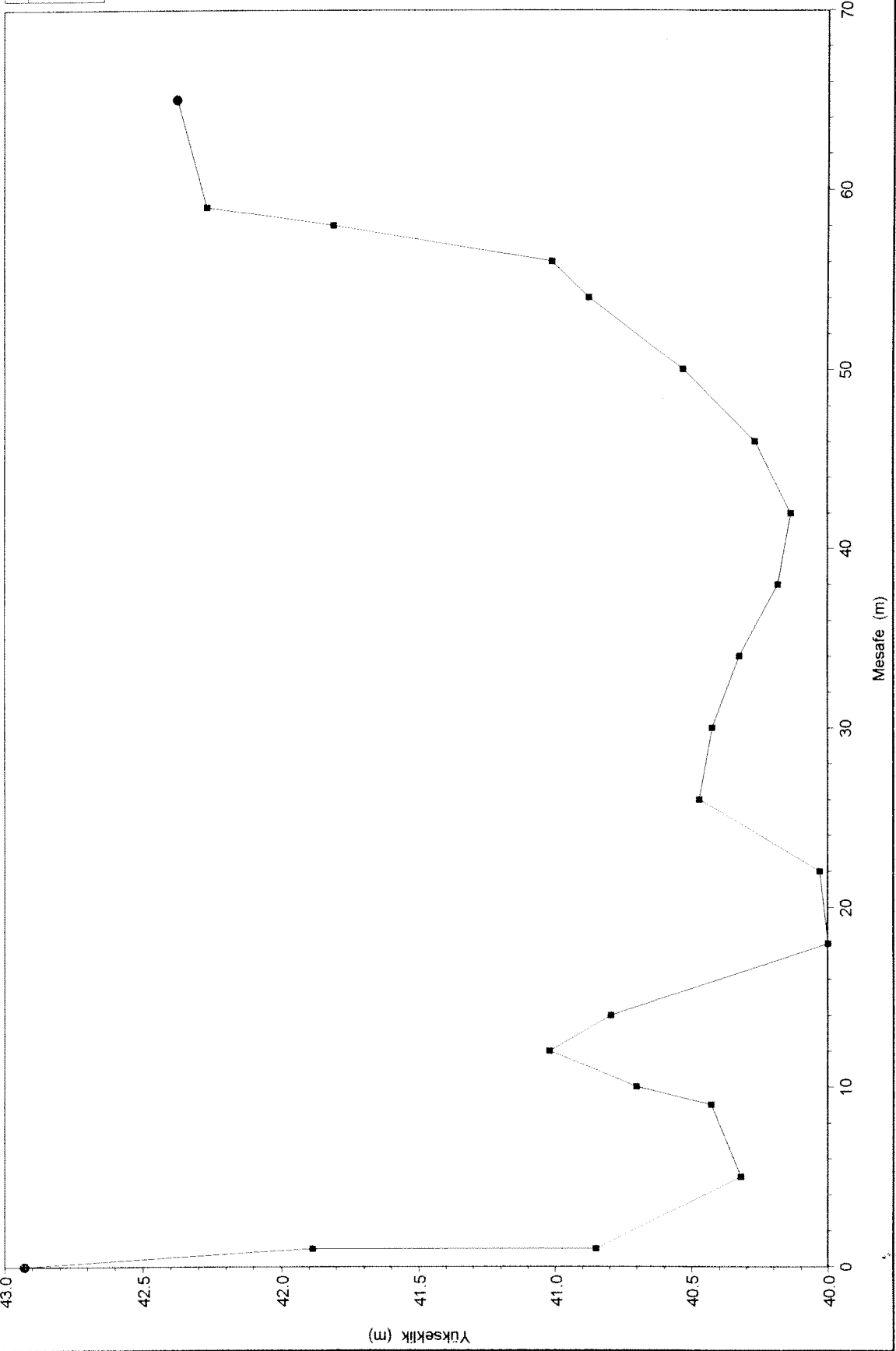


Enkesit 3



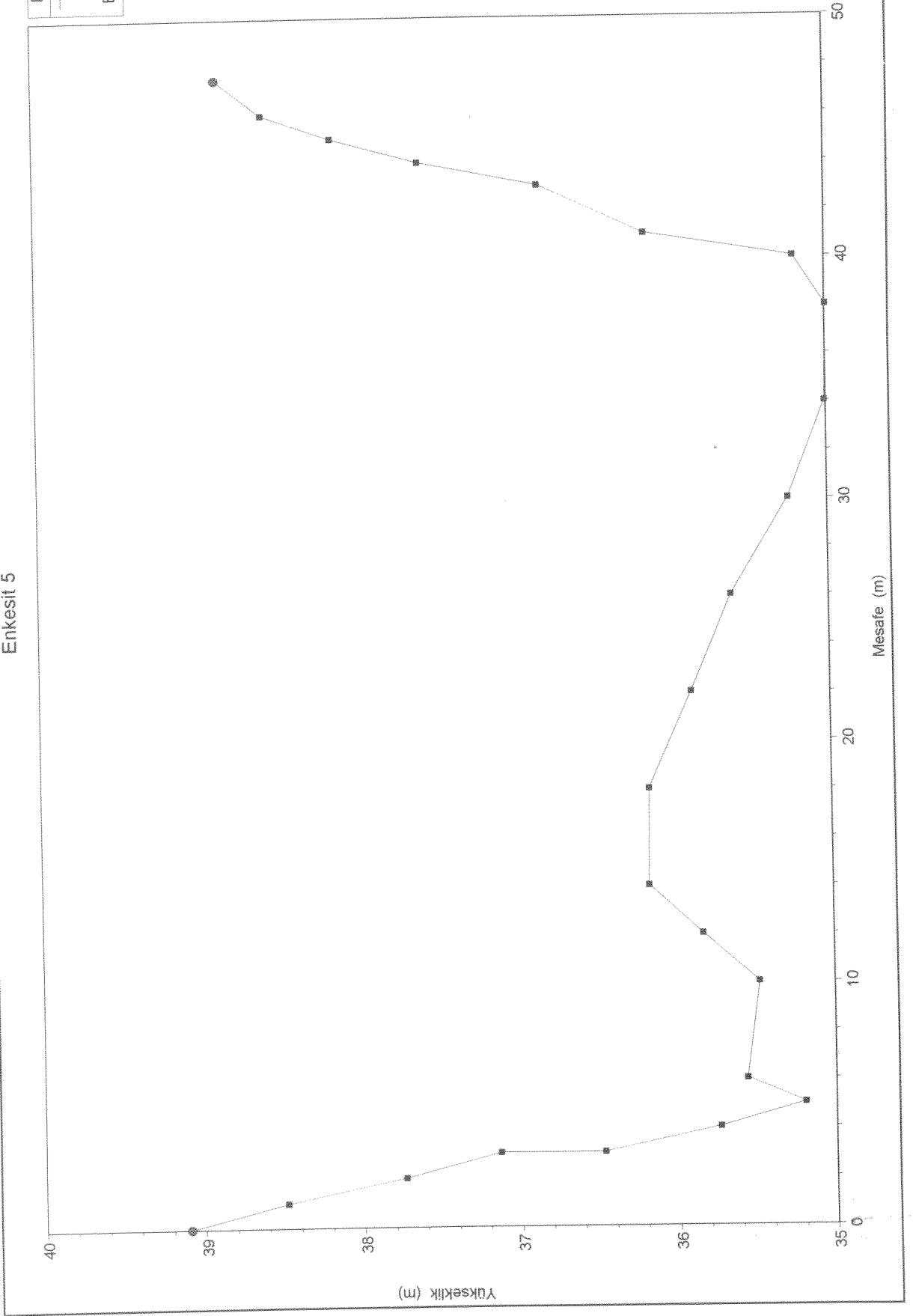
Enkesit 4

Legend
■ Ground
● Bank Sta

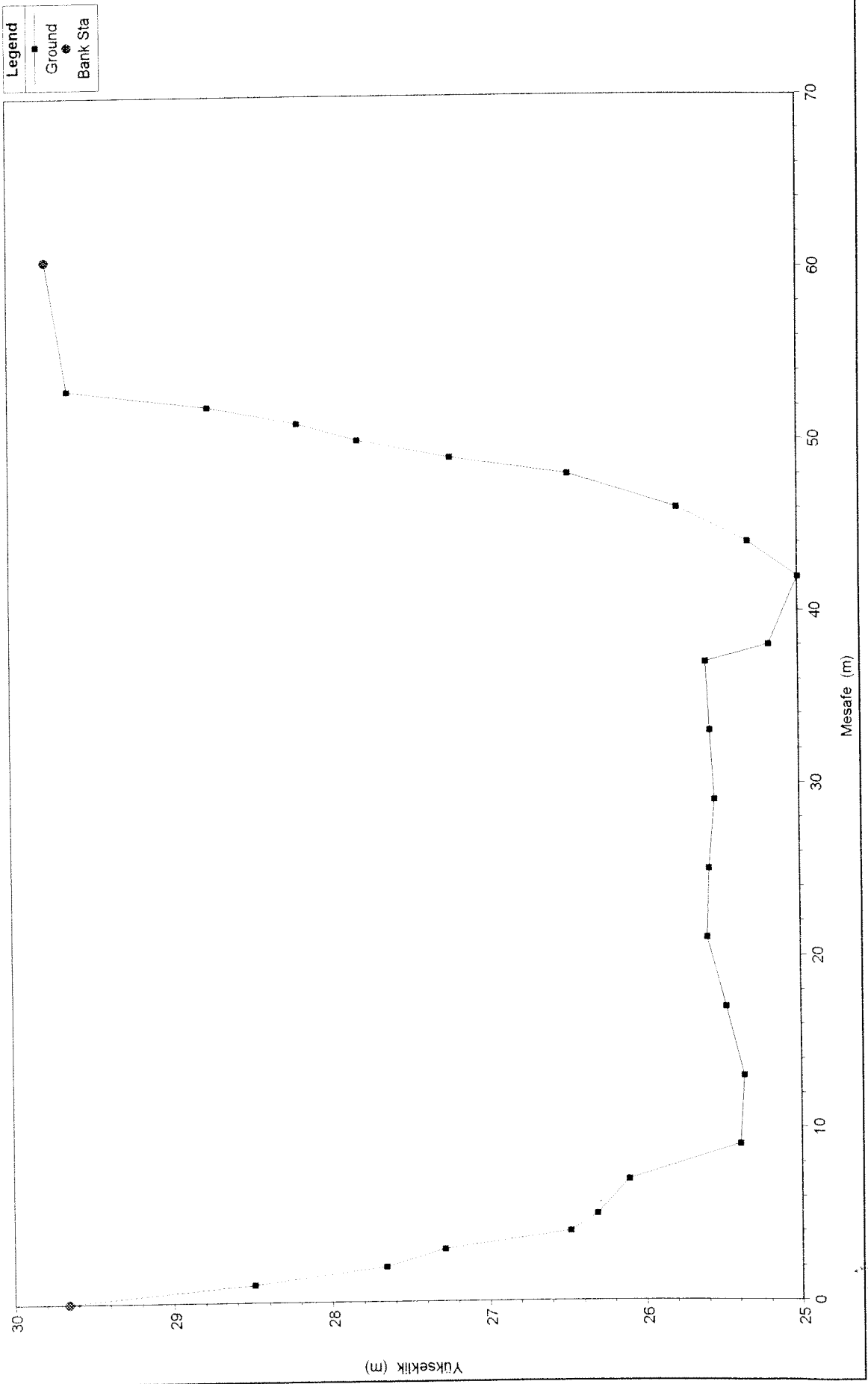


Enkesit 5

Legend
■ Ground
● Bank Sta

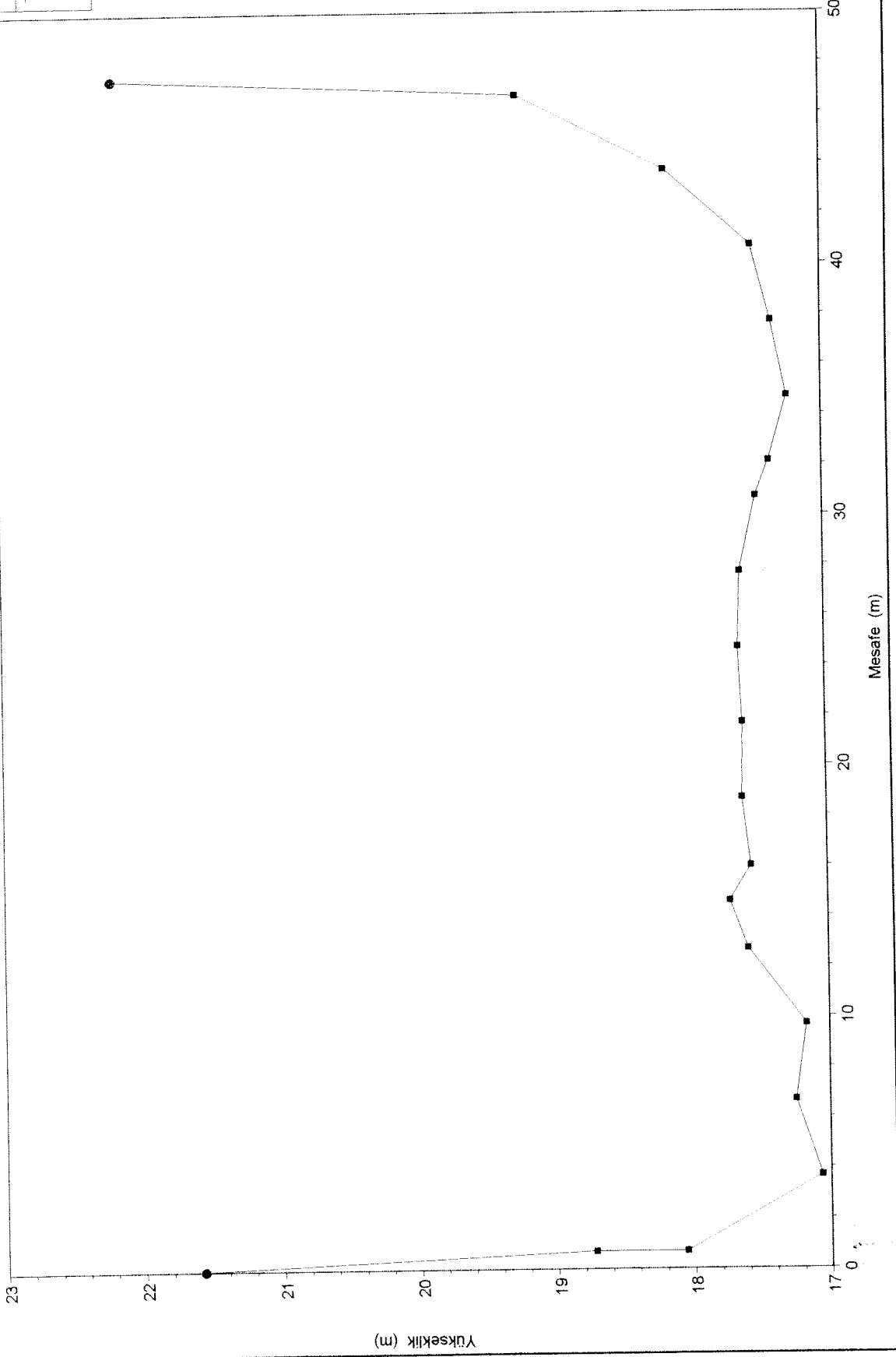


Enkesit 6

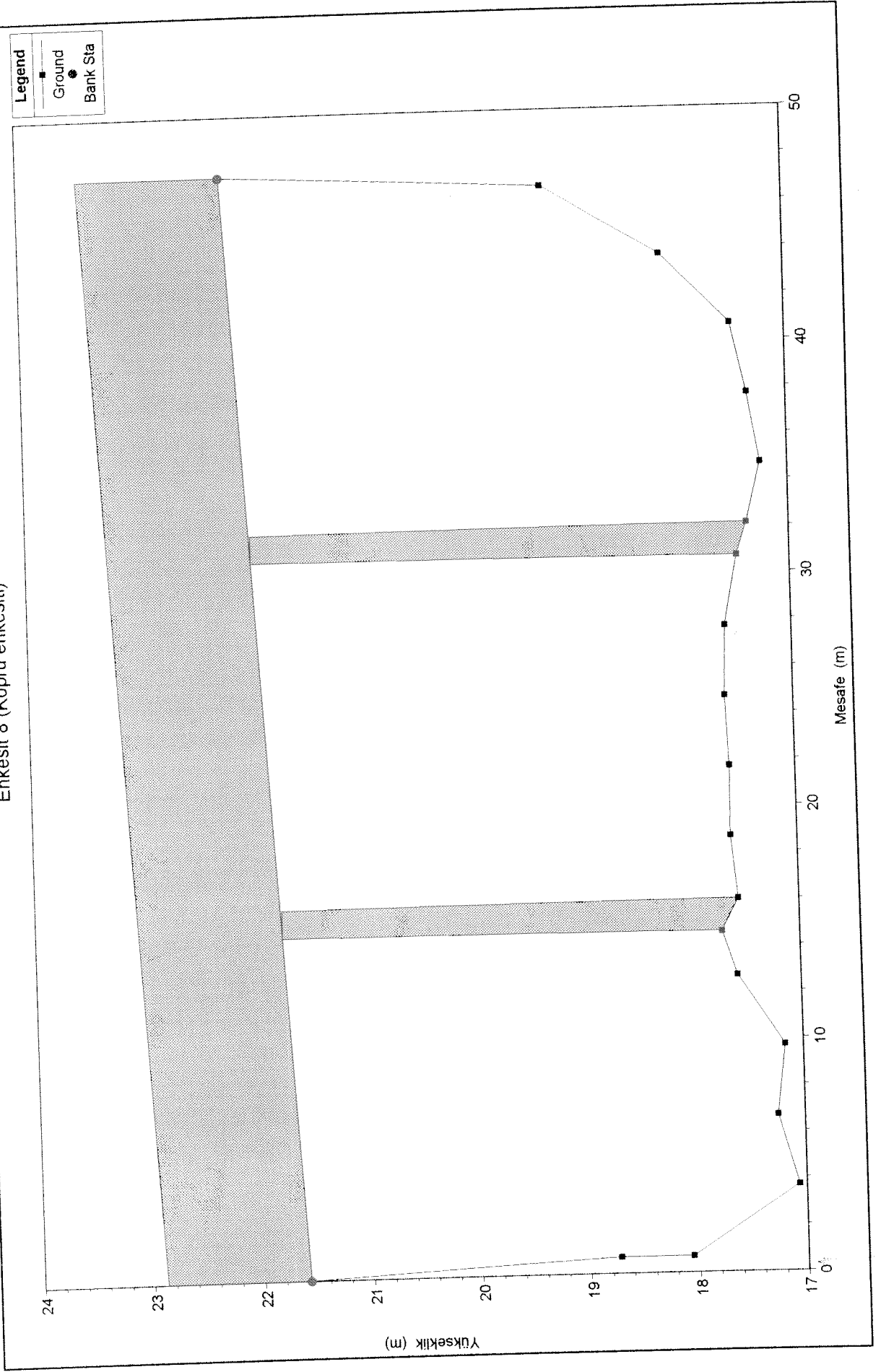


Enkesit 7

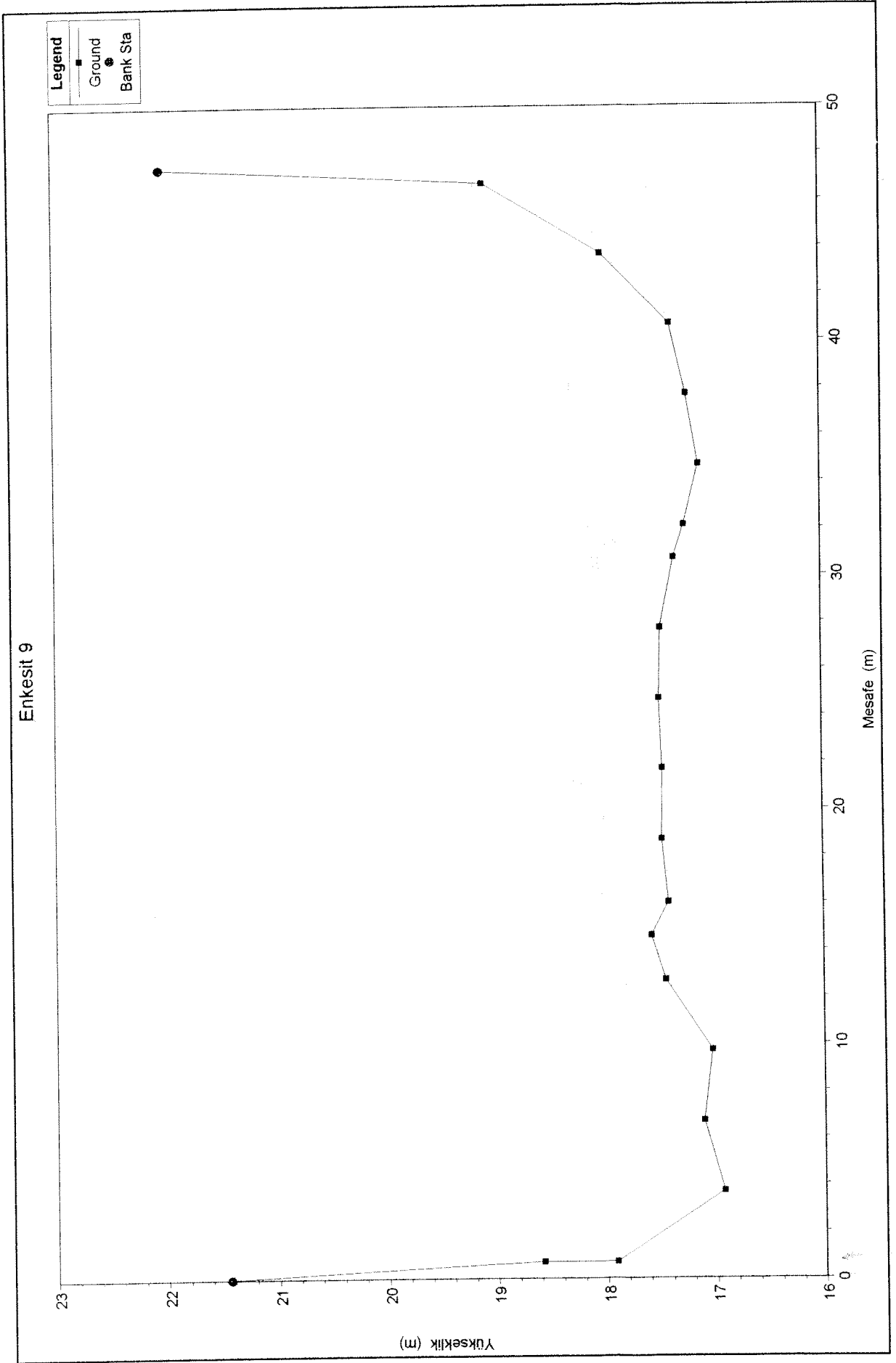
Legend
■ Ground
● Bank Sta



Enkesit 8 (Köprü enkesiti)

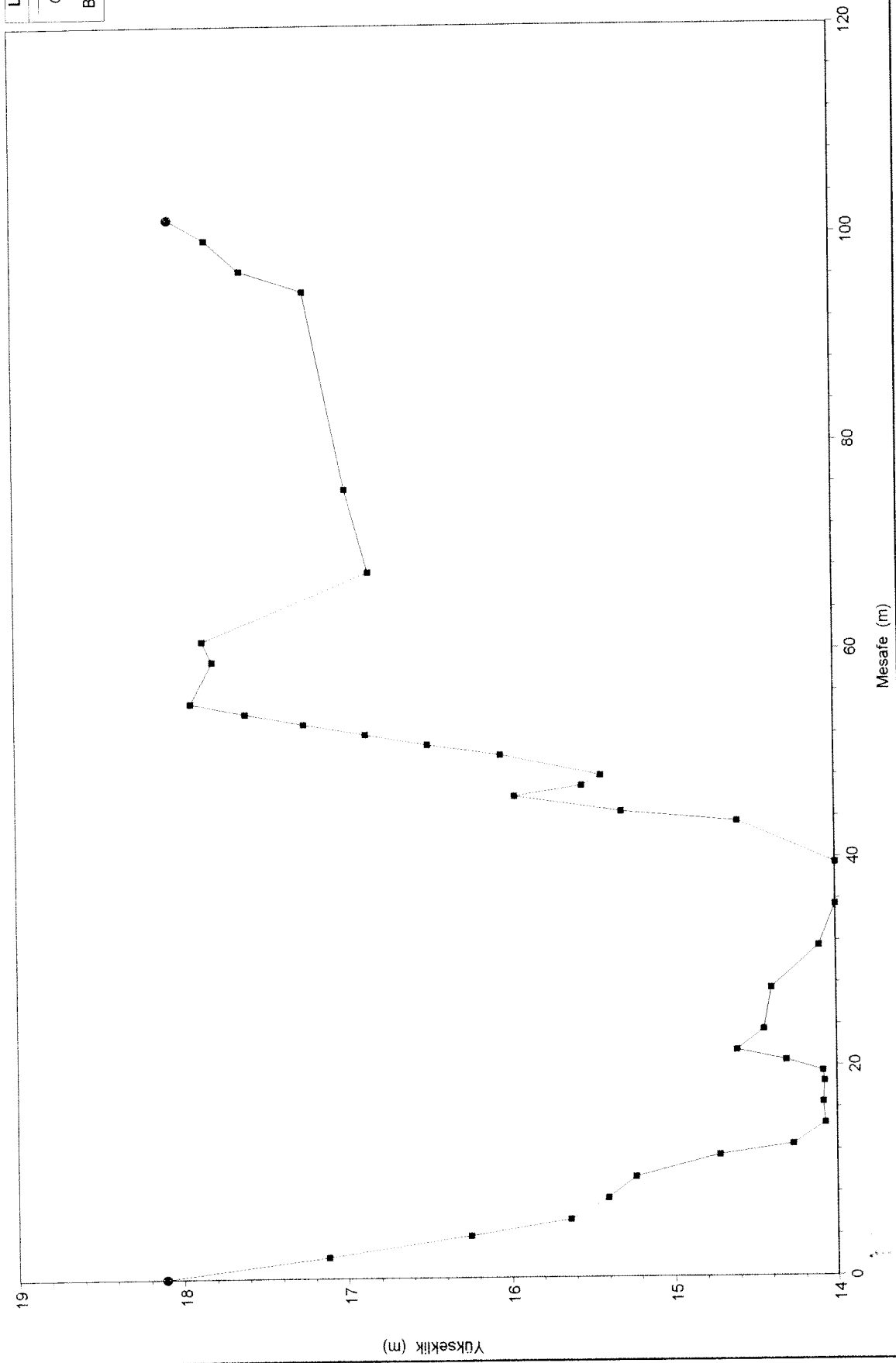


Enkesit 9



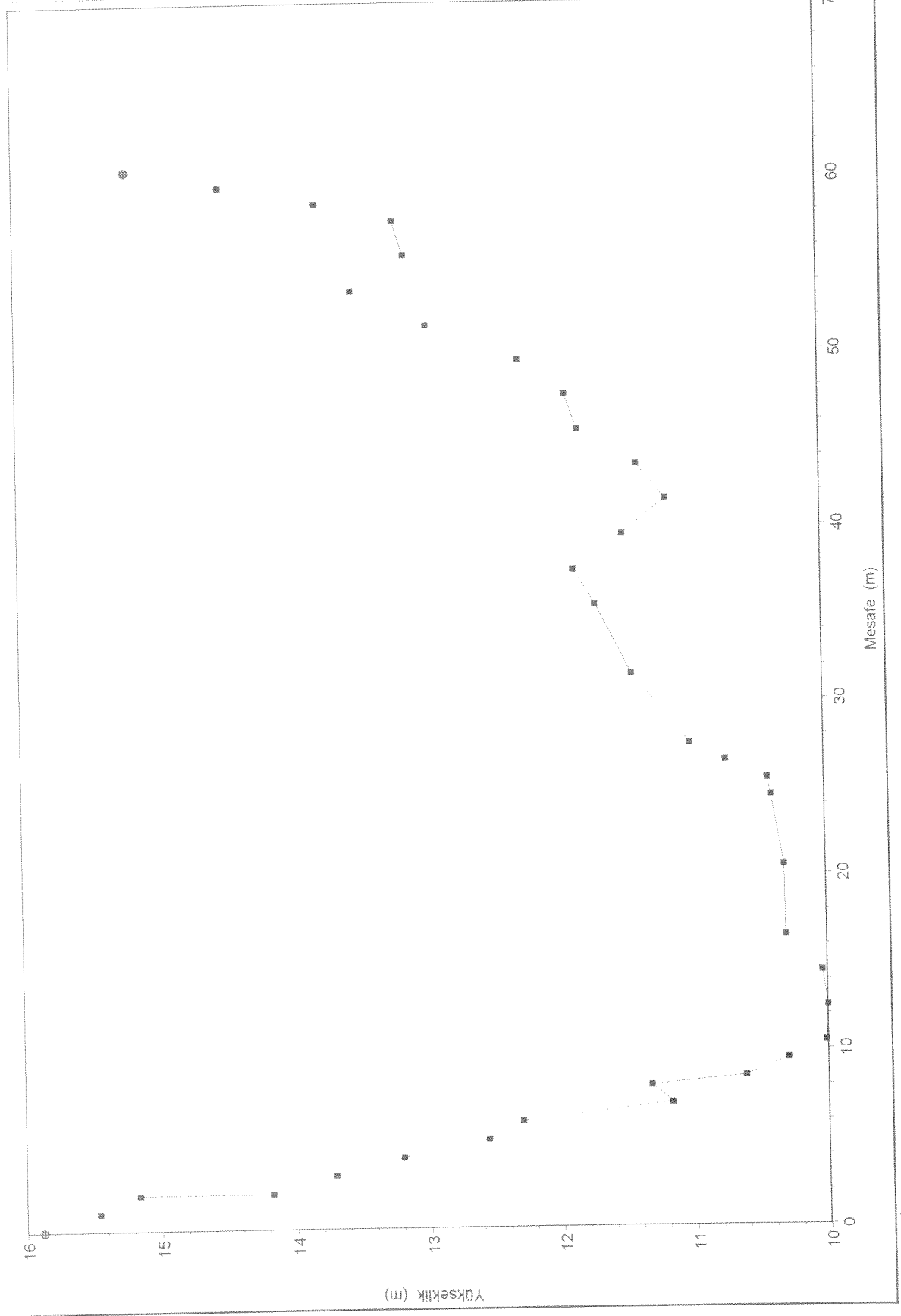
Enkesit 10

Legend
■ Ground
● Bank Sta

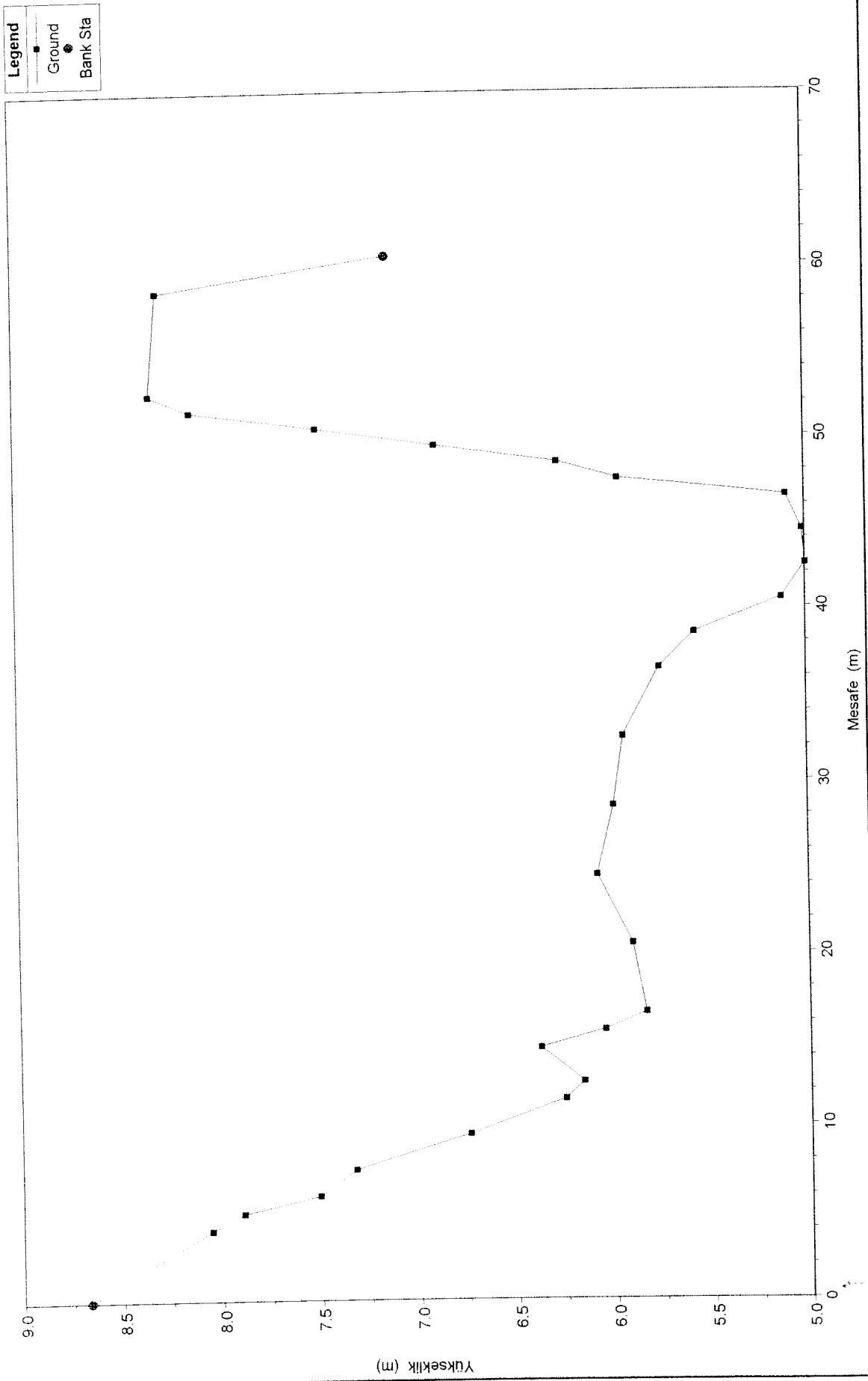


Enkesit 11

Legend
Ground
Bank Sta



Enkesit 12

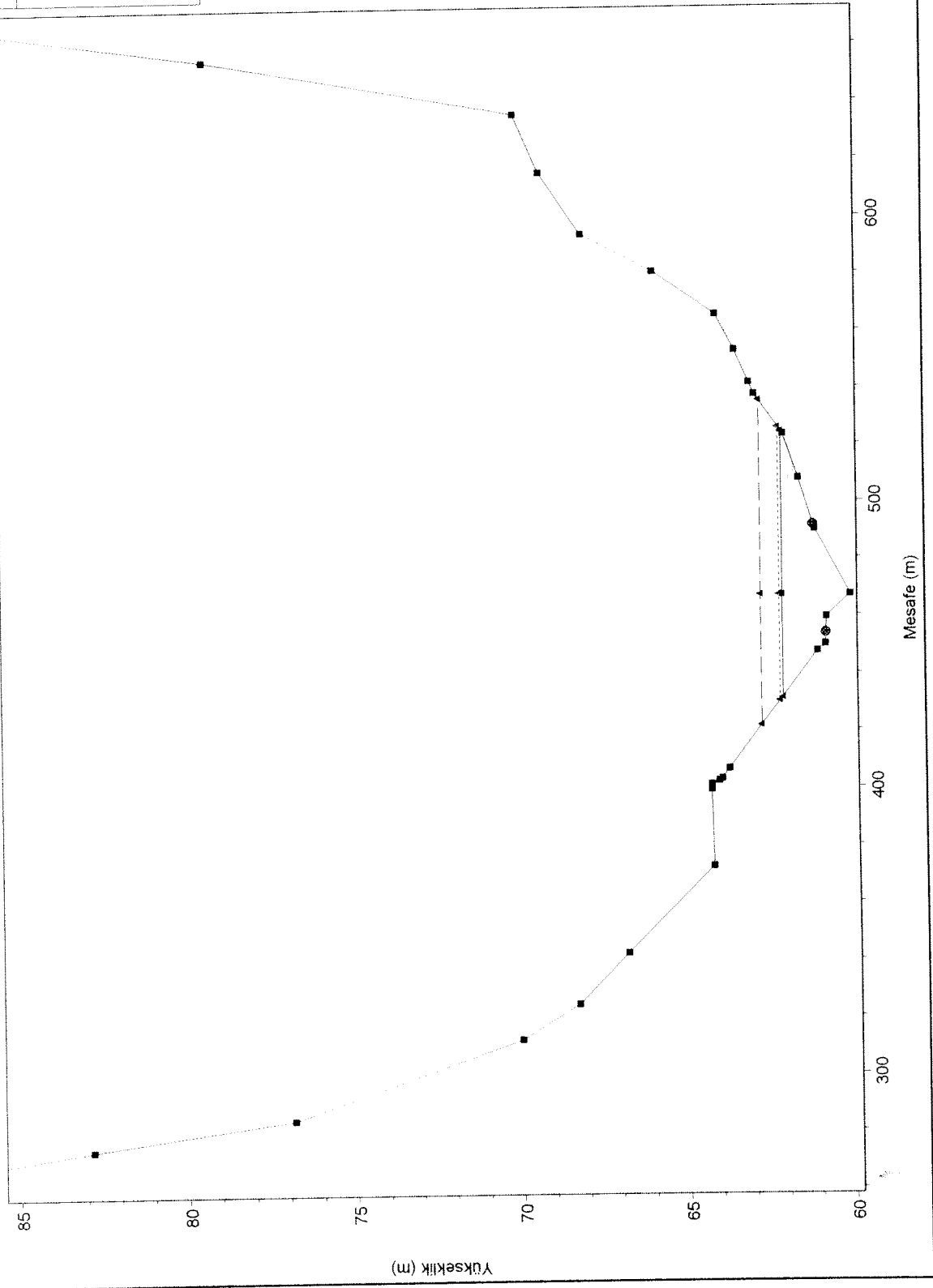


EK 2

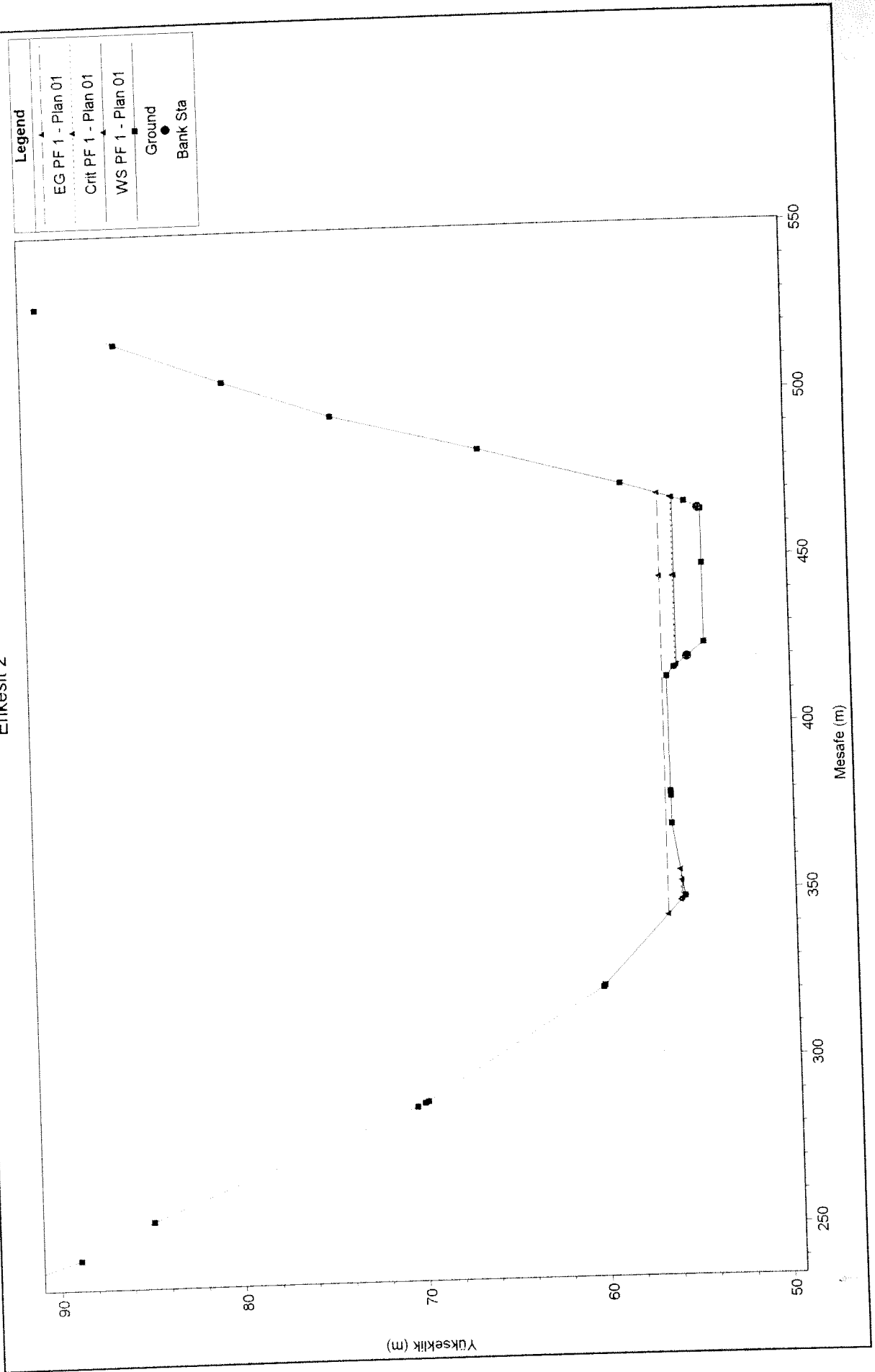
Havzanın SYM kullanılarak alınan 24 adet enkesit kullanılarak alışılmış 1000 yıllık tekerrürlü akıma ait su yüzü profili bilgileri

Enkesit 1

Legend	
EG PF 1 - Plan 01	▲
Crit PF 1 - Plan 01	▲
WS PF 1 - Plan 01	▲
Ground	●
Bank Sta	●

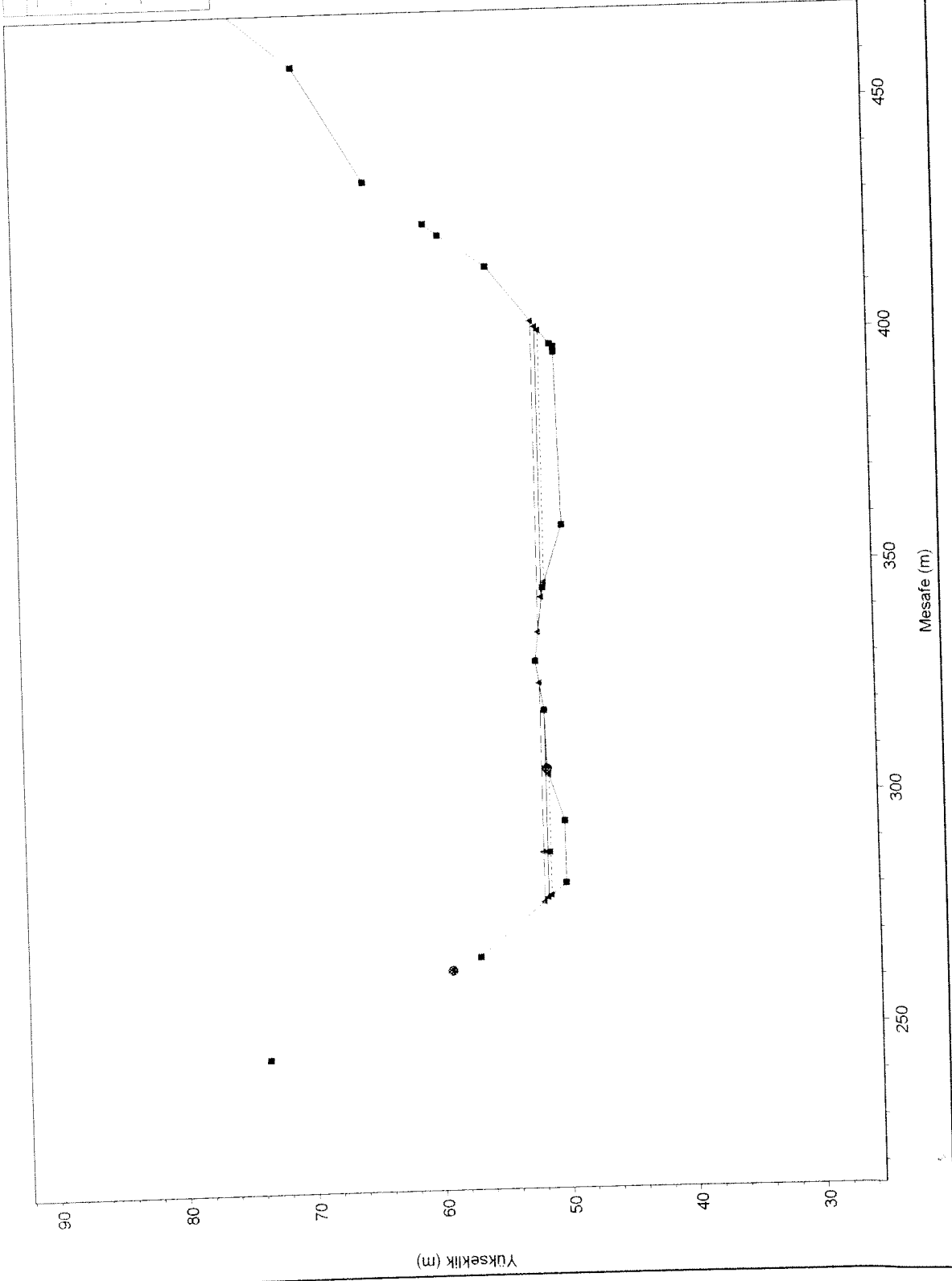


Enkesit 2



Enkesit 3

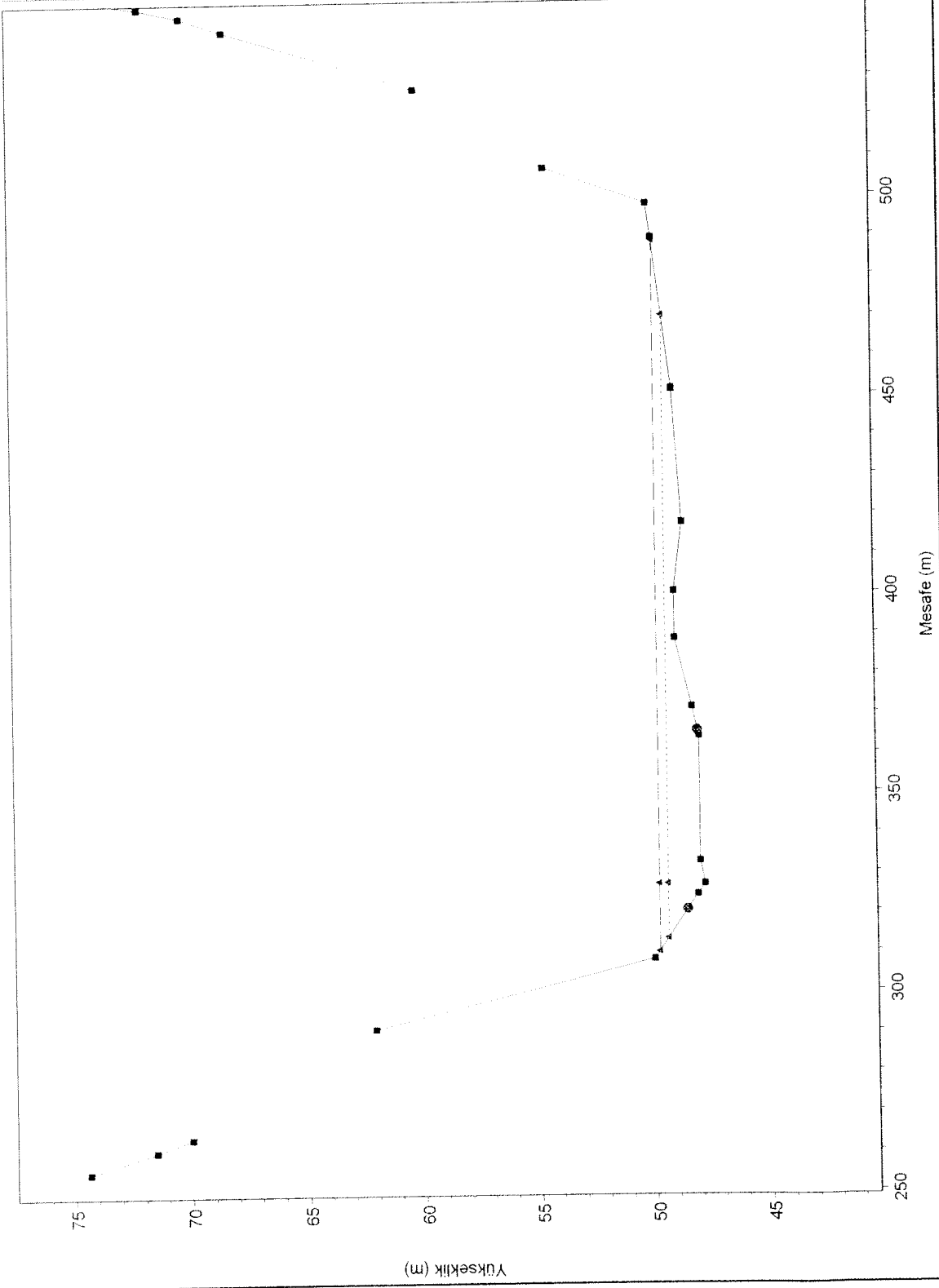
Legend	
EG PF 1 - Plan 01	▲
WS PF 1 - Plan 01	▲
Crit PF 1 - Plan 01	▲
Ground	●
Bank Sta	■



Enkesit 4

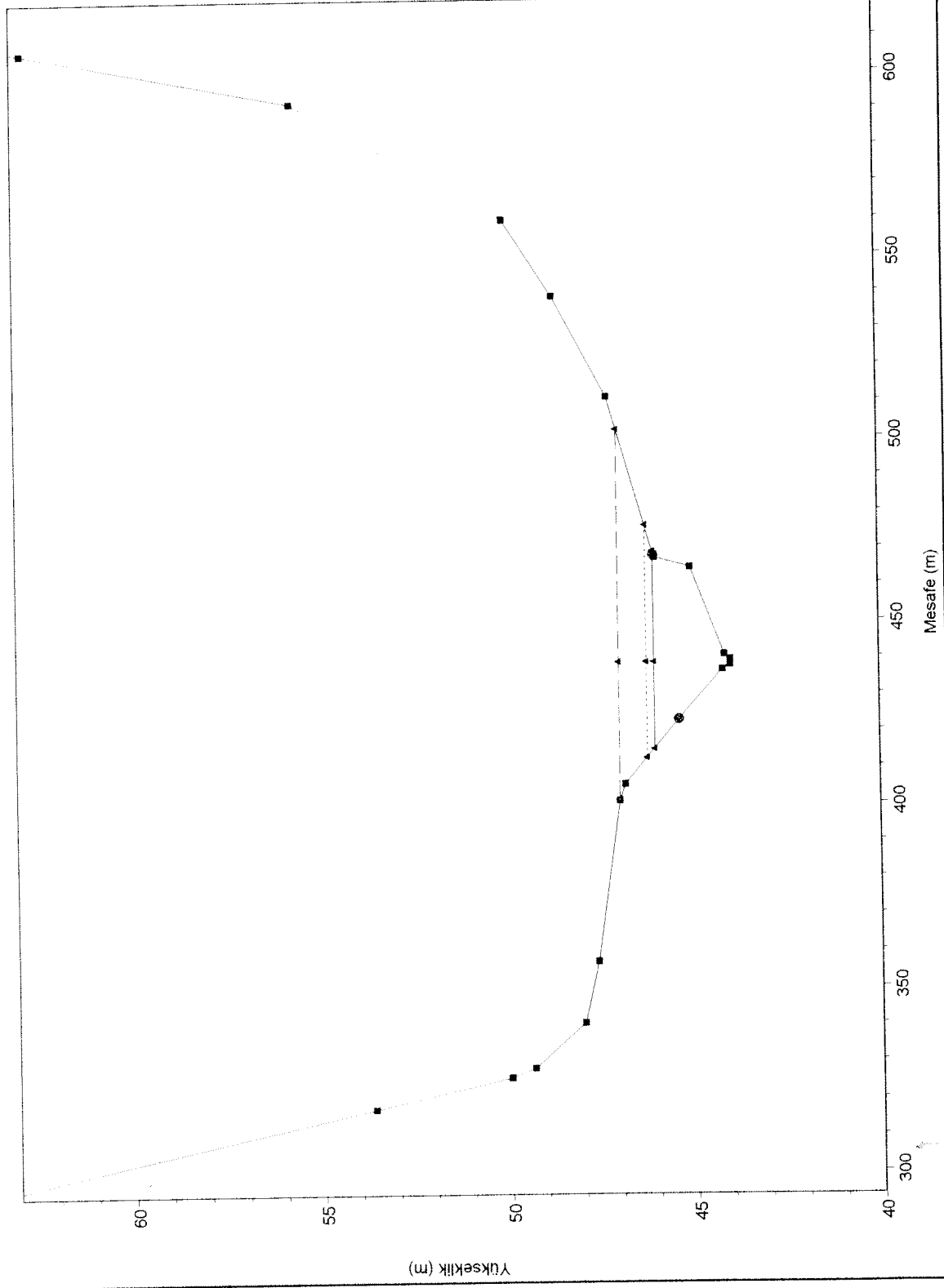
Legend

- EG PF 1 - Plan 01
- WS PF 1 - Plan 01
- Crit PF 1 - Plan 01
- Ground
- Bank Sta



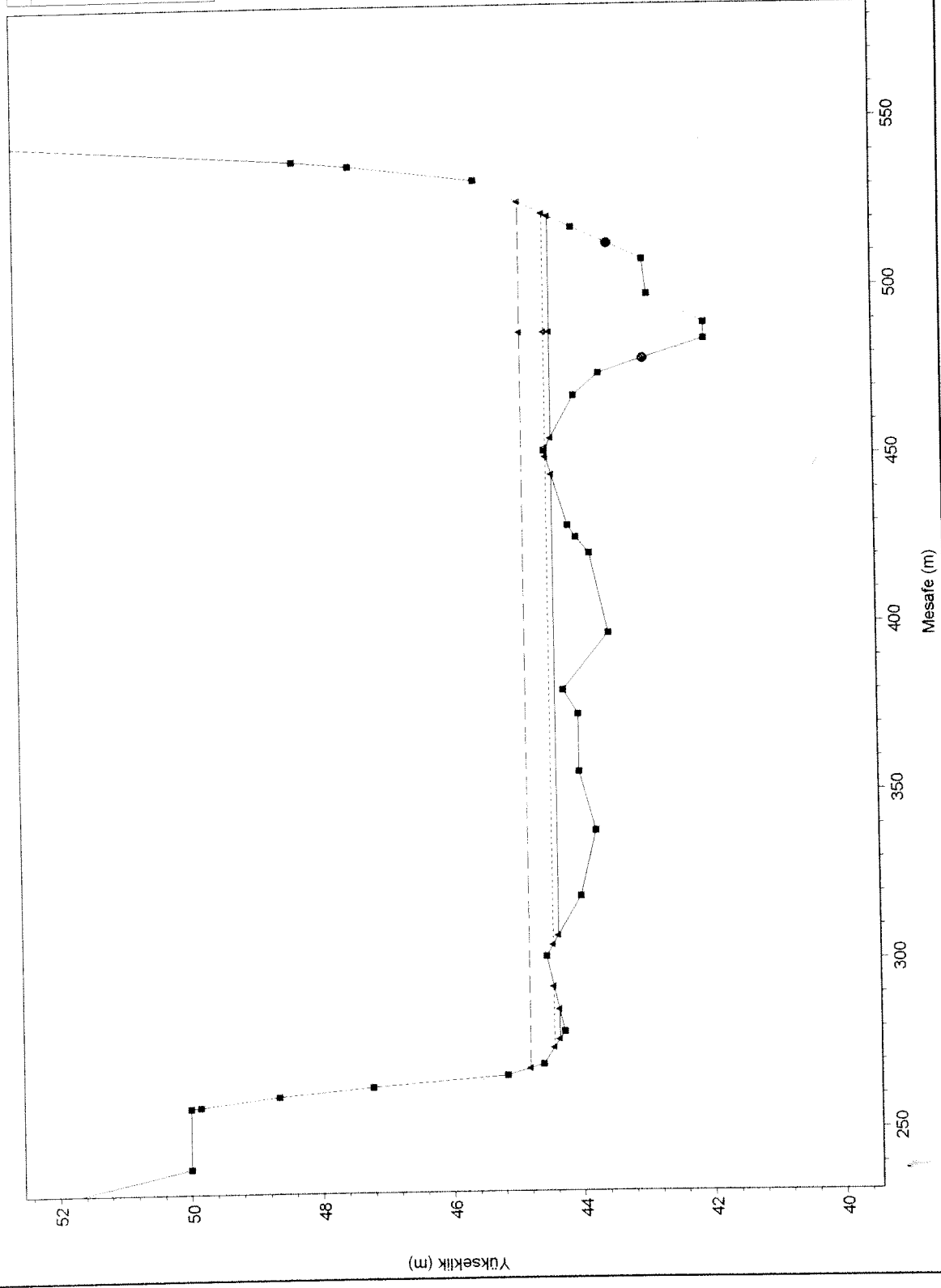
Enkesit 5

Legend	
EG PF 1 - Plan 01	▲
Crit PF 1 - Plan 01	▲
WS PF 1 - Plan 01	▲
Ground	■
Bank Sta	●

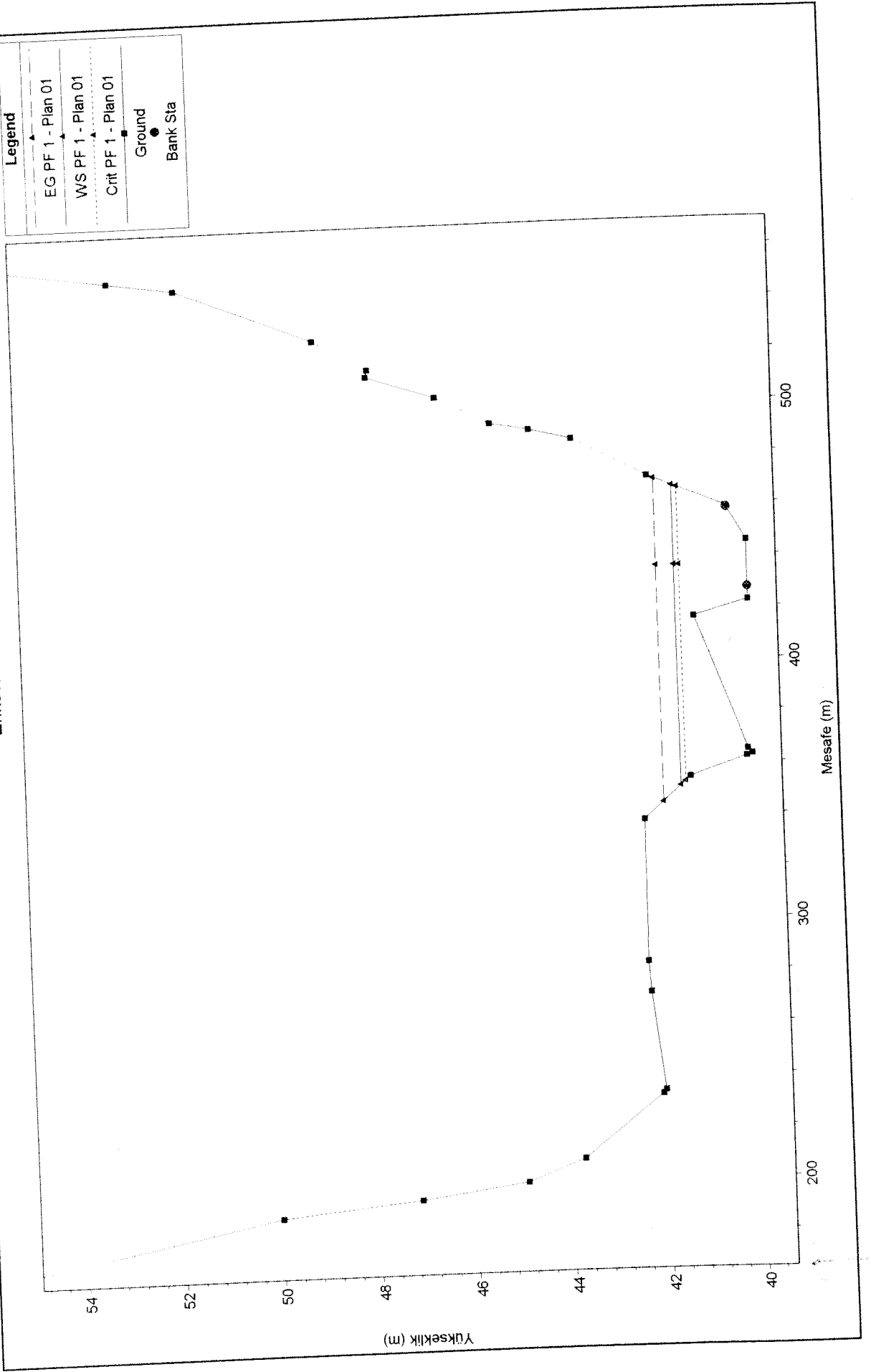


Enkesit 6

Legend	
—▲—	EG PF 1 - Plan 01
—▲—	Crit PF 1 - Plan 01
—■—	WS PF 1 - Plan 01
●	Ground
●	Bank Sta



Enkesit 7



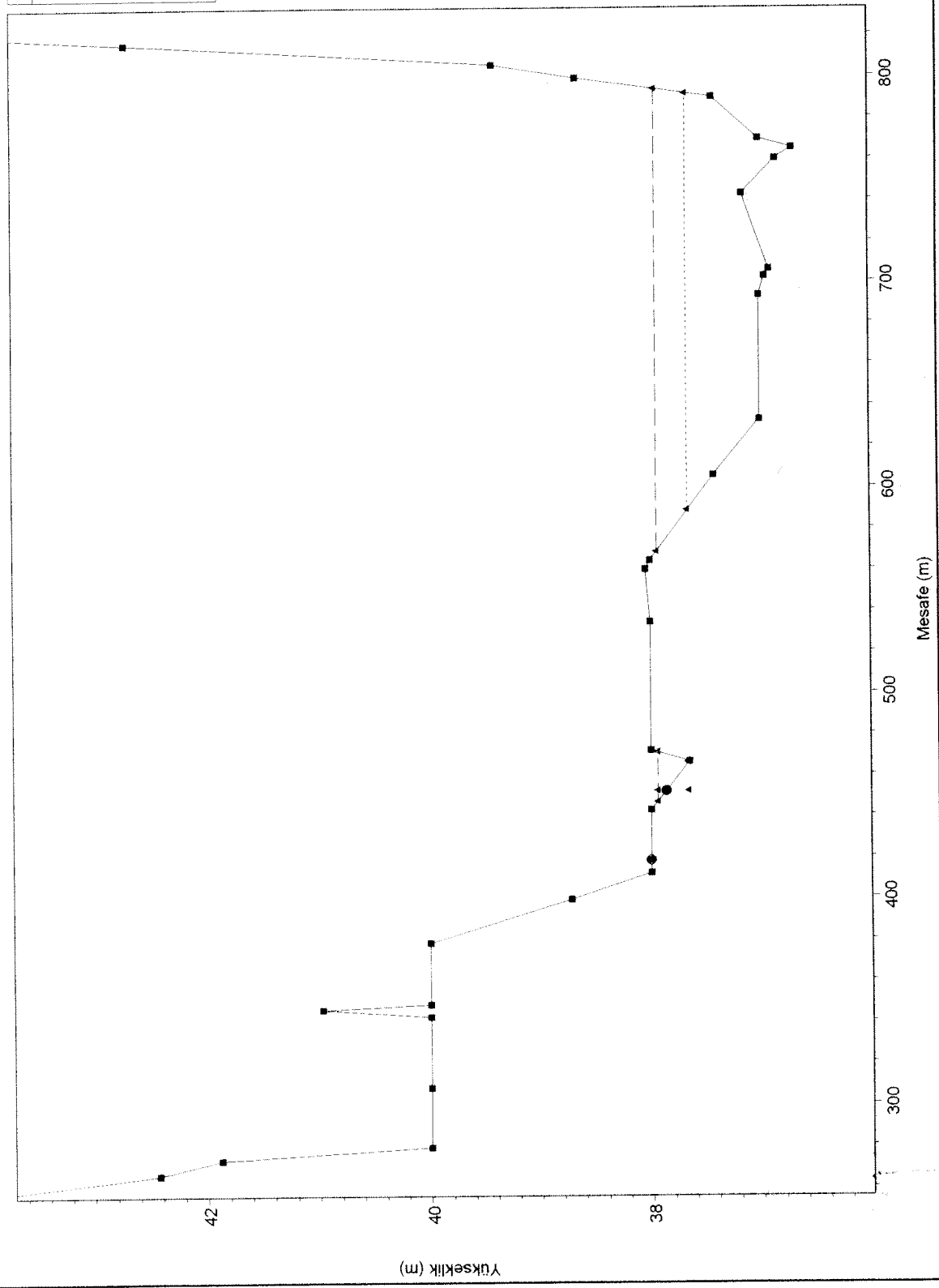
Legend

EG PF 1 - Plan 01	▲
WS PF 1 - Plan 01	▲
Crit PF 1 - Plan 01	▼
Ground	■
Bank Sta	●

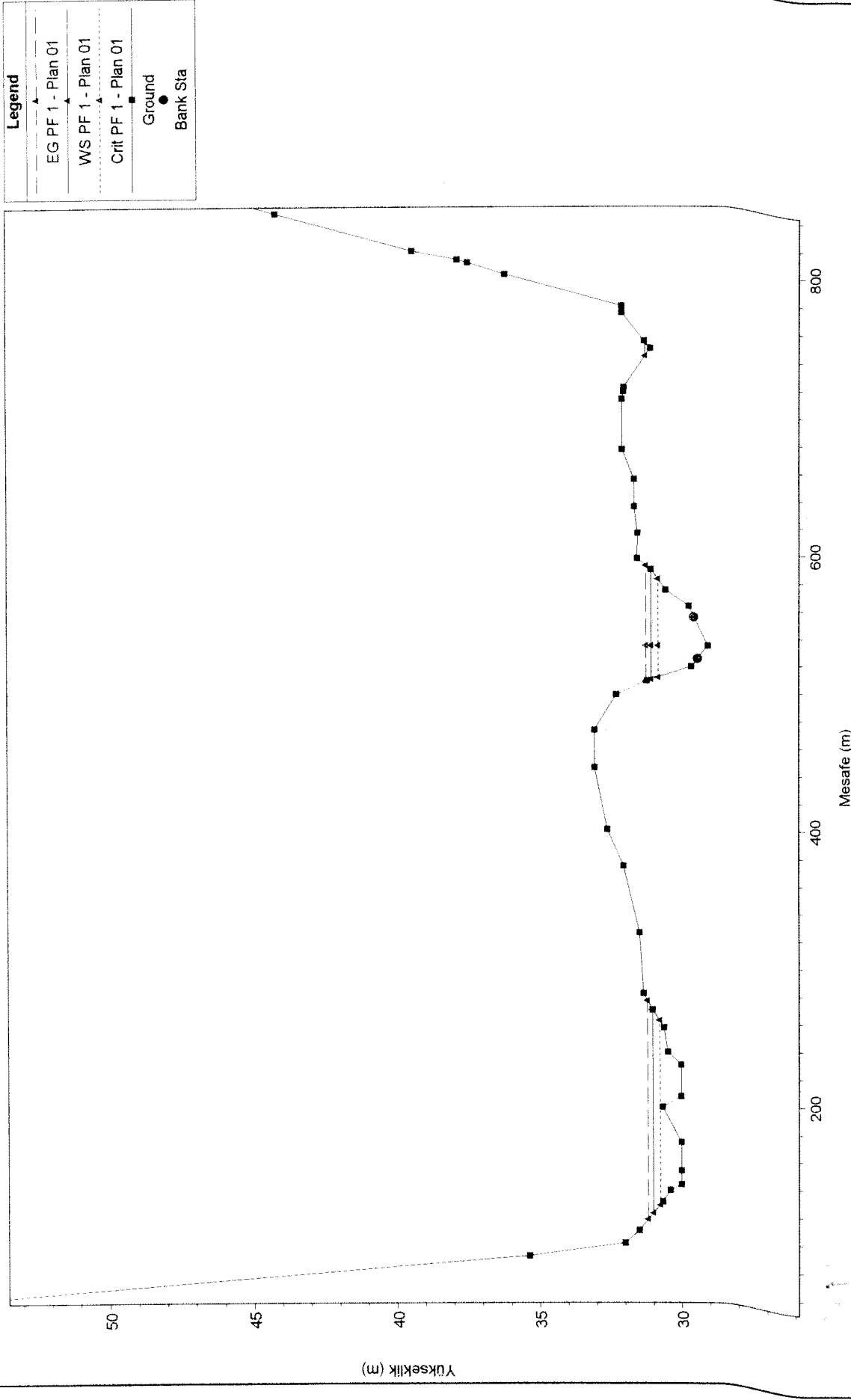
Enkesit 8

Legend

- EG PF 1 - Plan 01
- WS PF 1 - Plan 01
- Crit PF 1 - Plan 01
- Ground
- Bank Sta

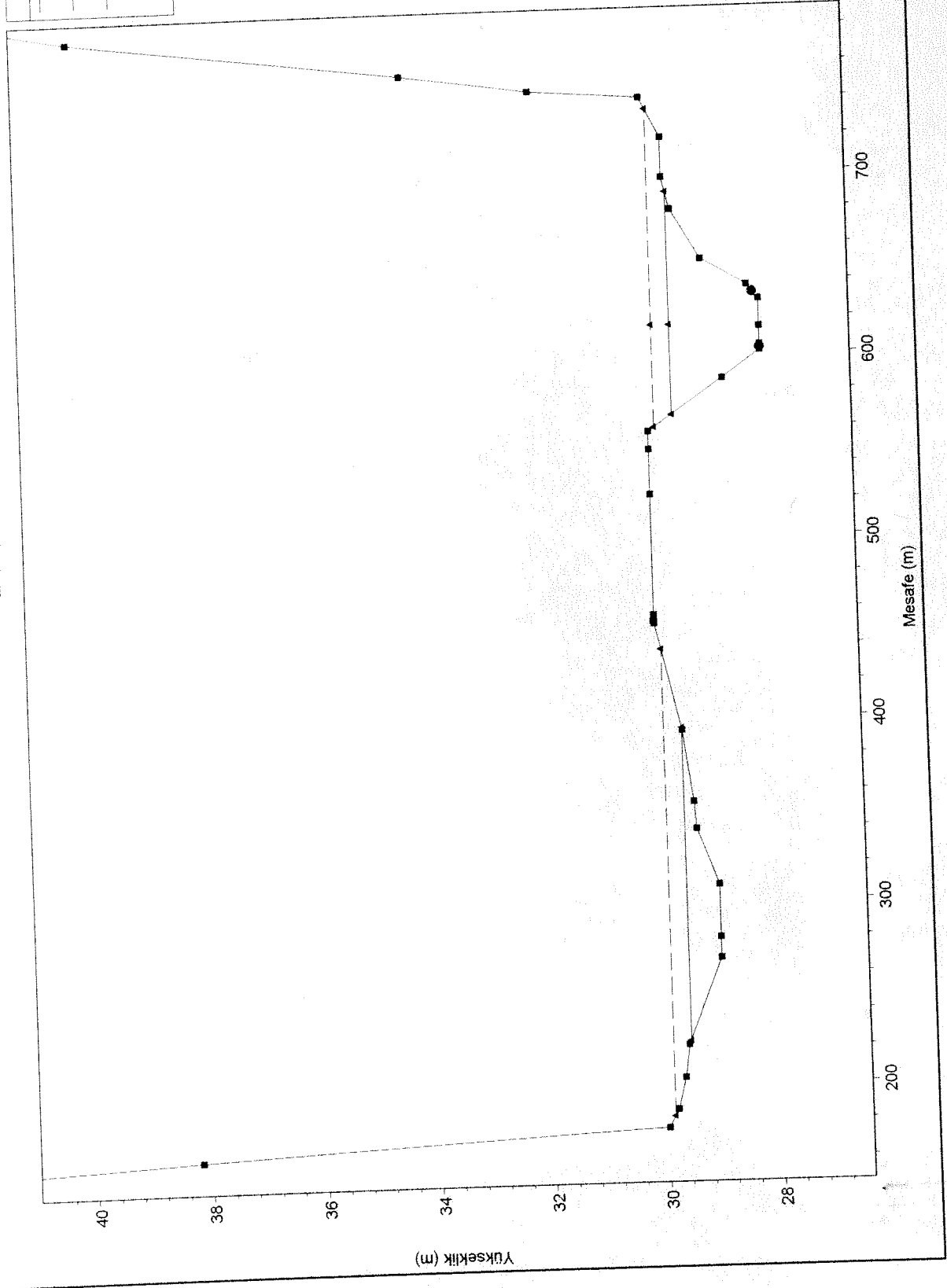


Enkesit 9



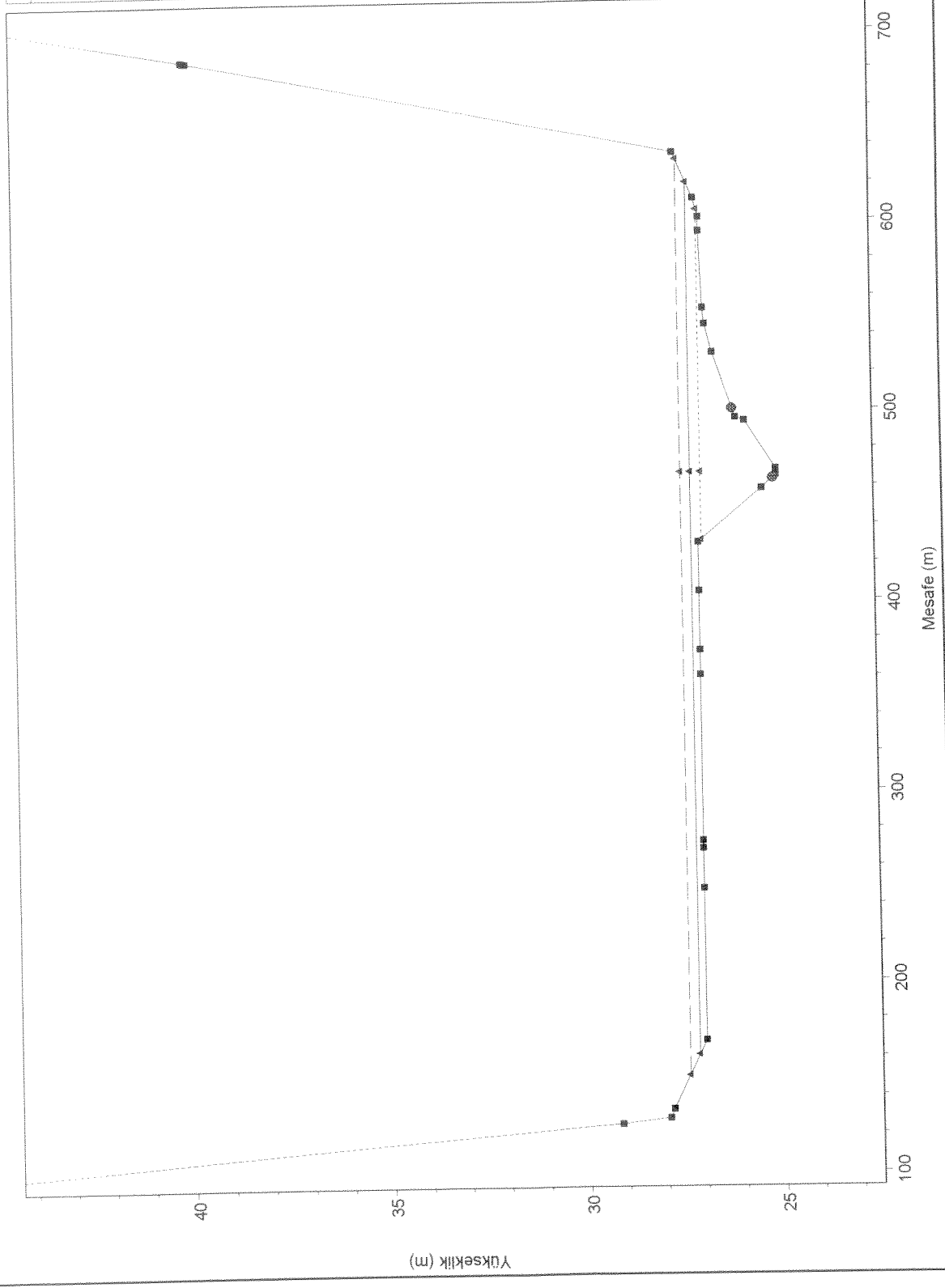
Enkesit 10

Legend	
EG PF 1 - Plan 01	▲
WS PF 1 - Plan 01	■
Ground	●
Bank Sta	●



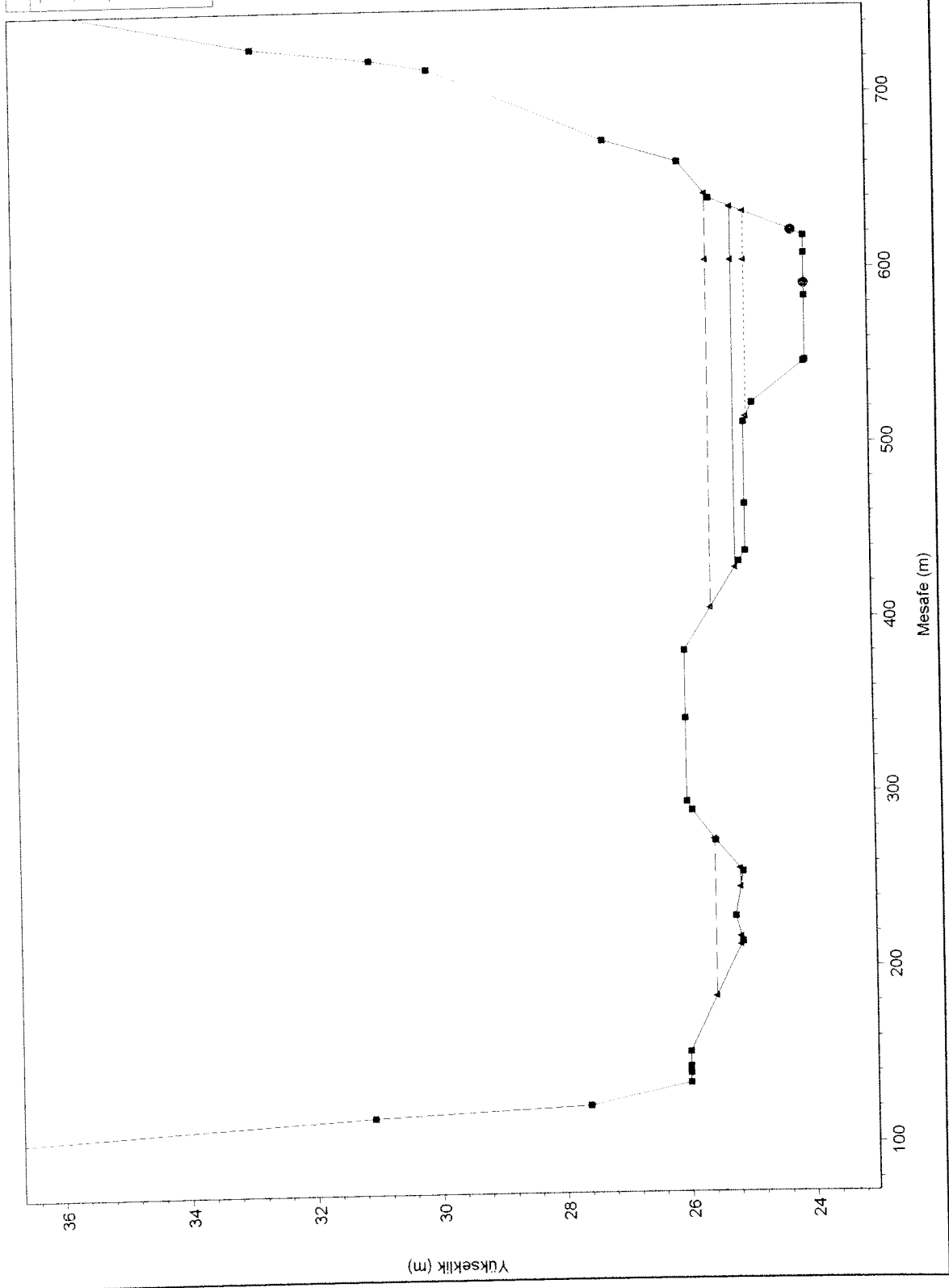
Enkesit 11

Legend	
—▲—	EG PF 1 - Plan 01
—▲—	WS PF 1 - Plan 01
—▲—	Crit PF 1 - Plan 01
■	Ground
●	Bank Sta

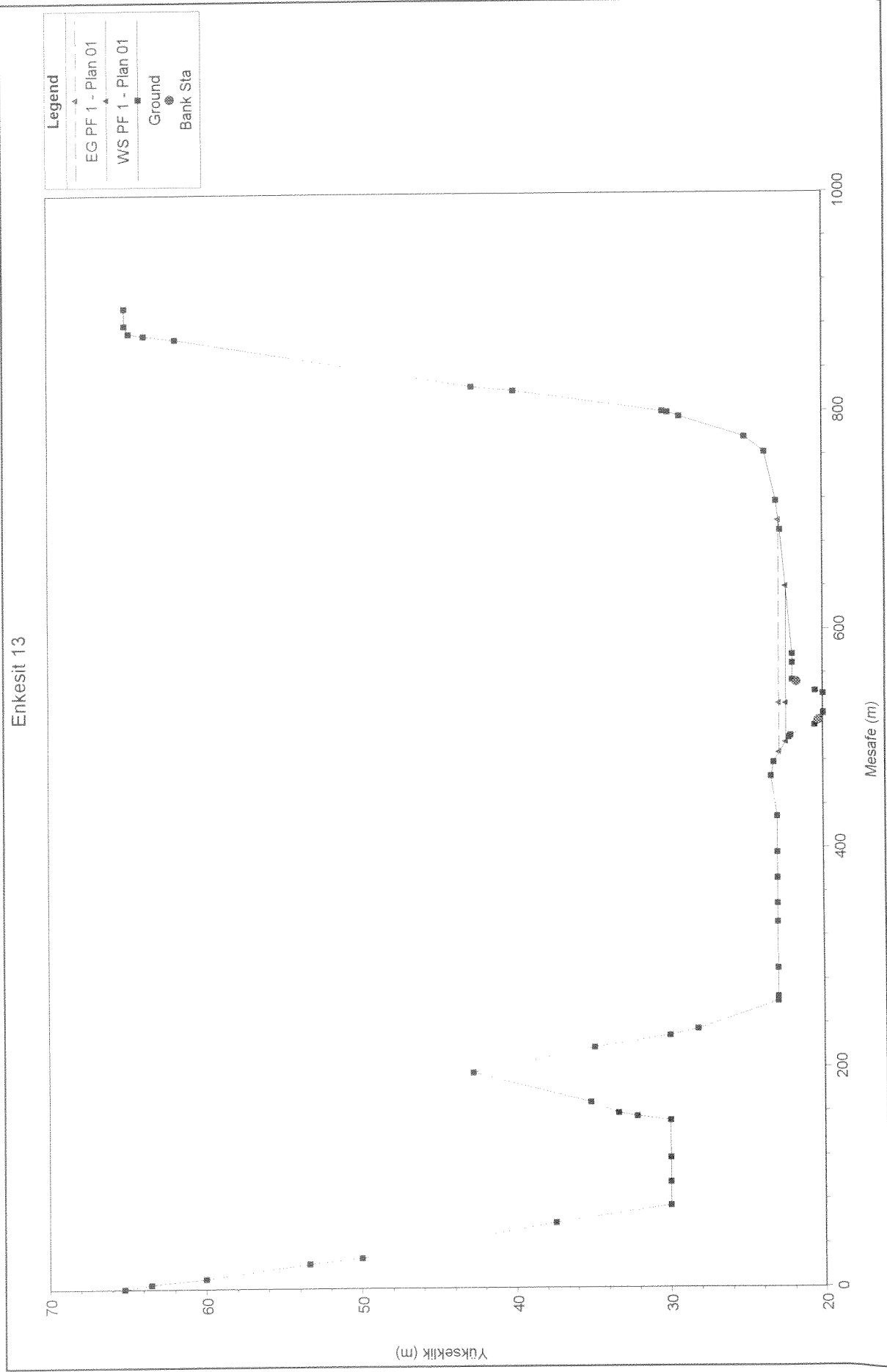


Enkesit 12

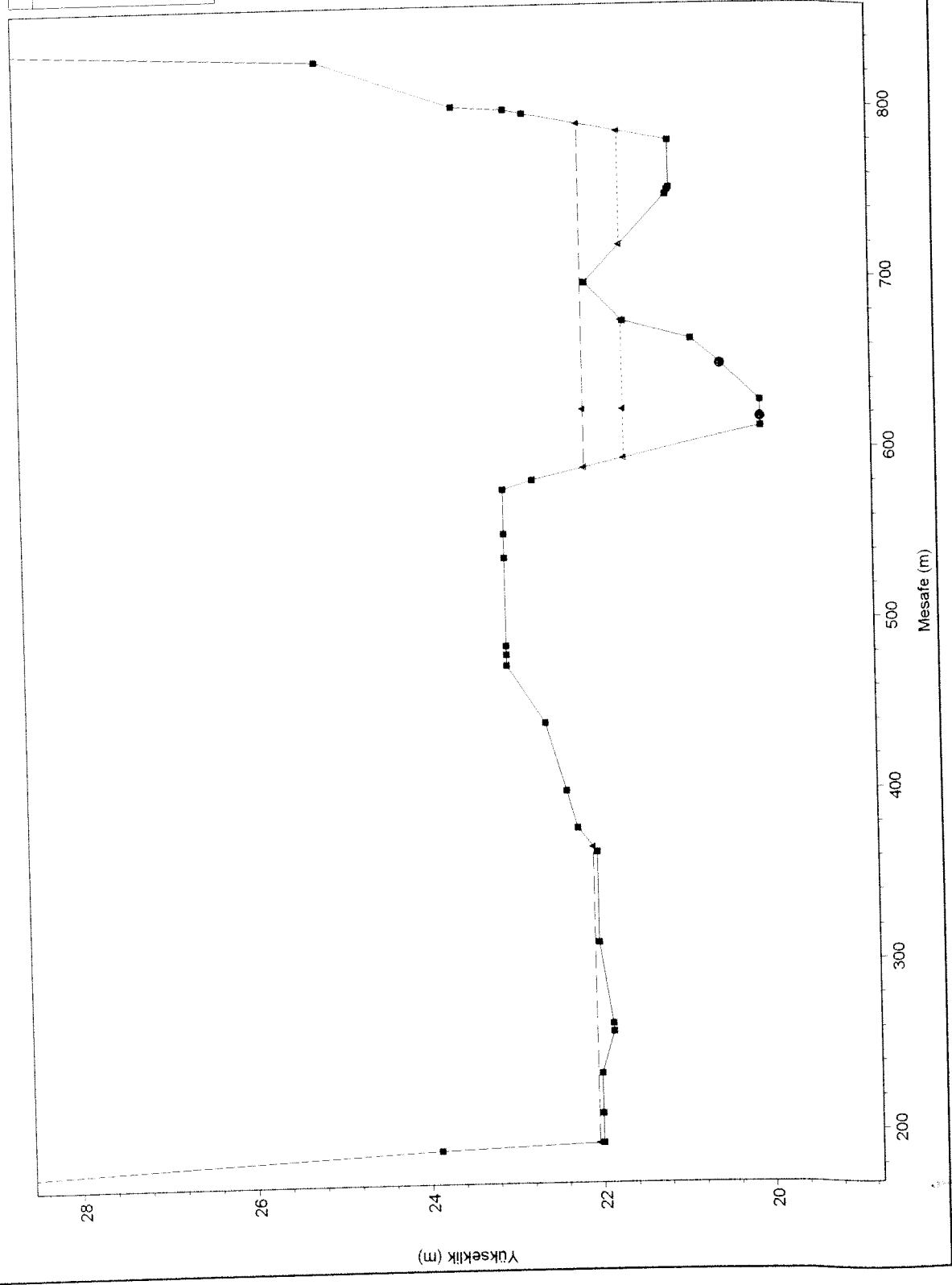
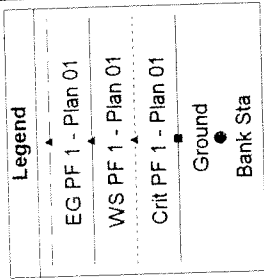
Legend	
EG PF 1 - Plan 01	▲
WS PF 1 - Plan 01	▲
Crit PF 1 - Plan 01	▲
Ground	■
Bank Sta	●



Enkesit 13

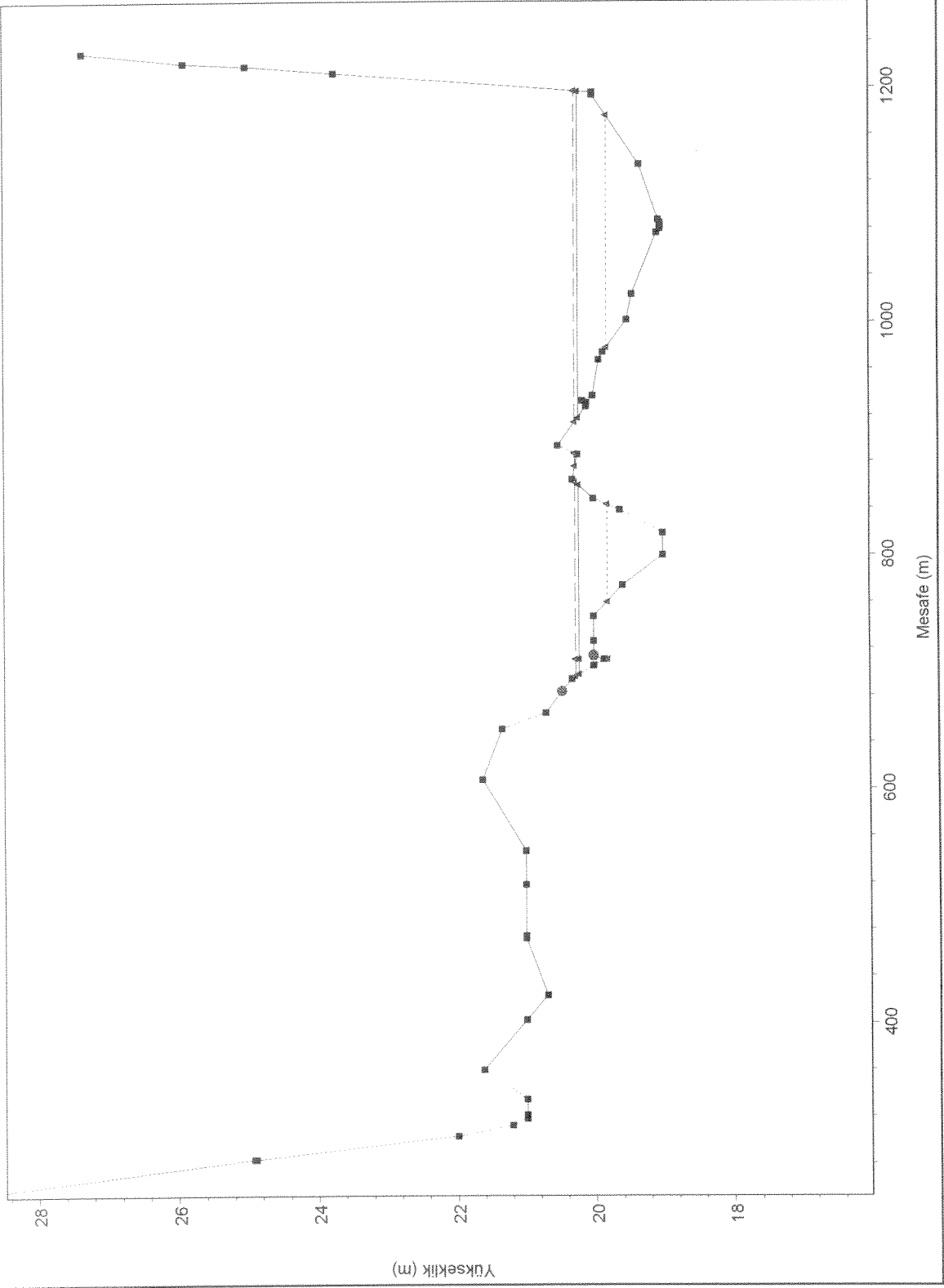


Enkesit 14

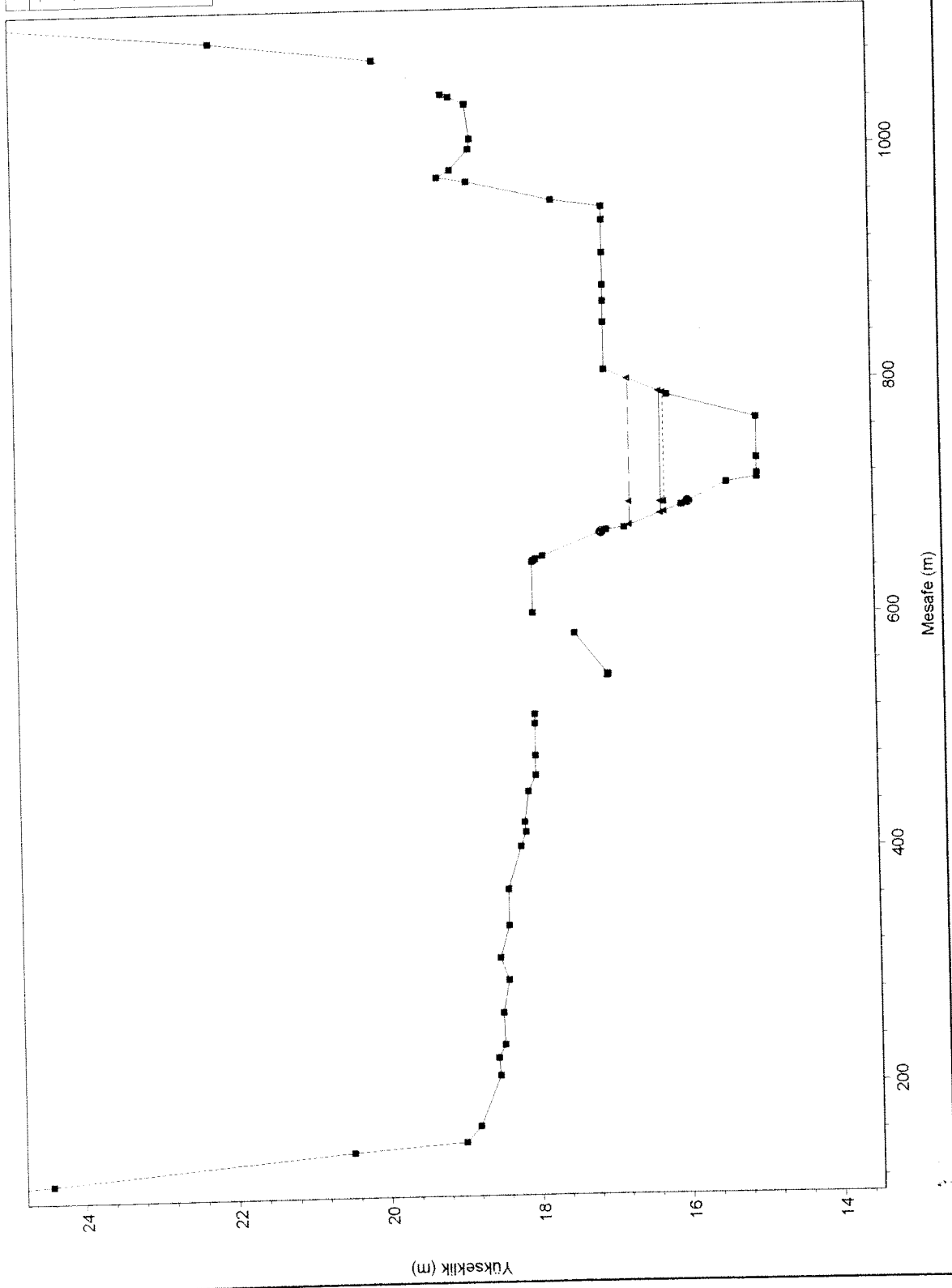
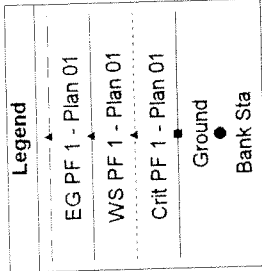


Enkesit 15

Legend	
—▲—	EG PF 1 - Plan 01
—▲—	WS PF 1 - Plan 01
—▲—	Crit PF 1 - Plan 01
■	Ground
●	Bank Sta



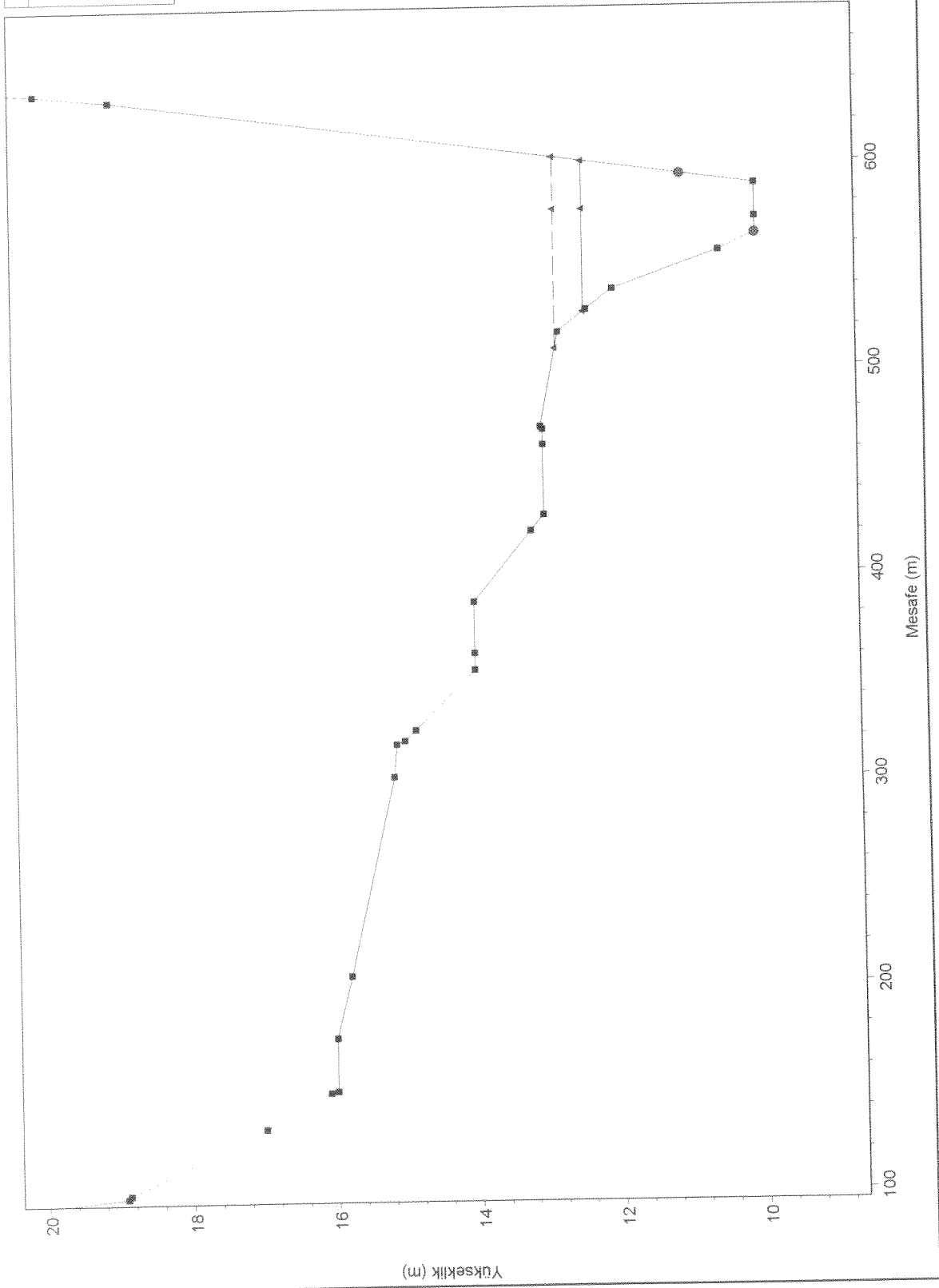
Enkesit 16



Enkesit 17

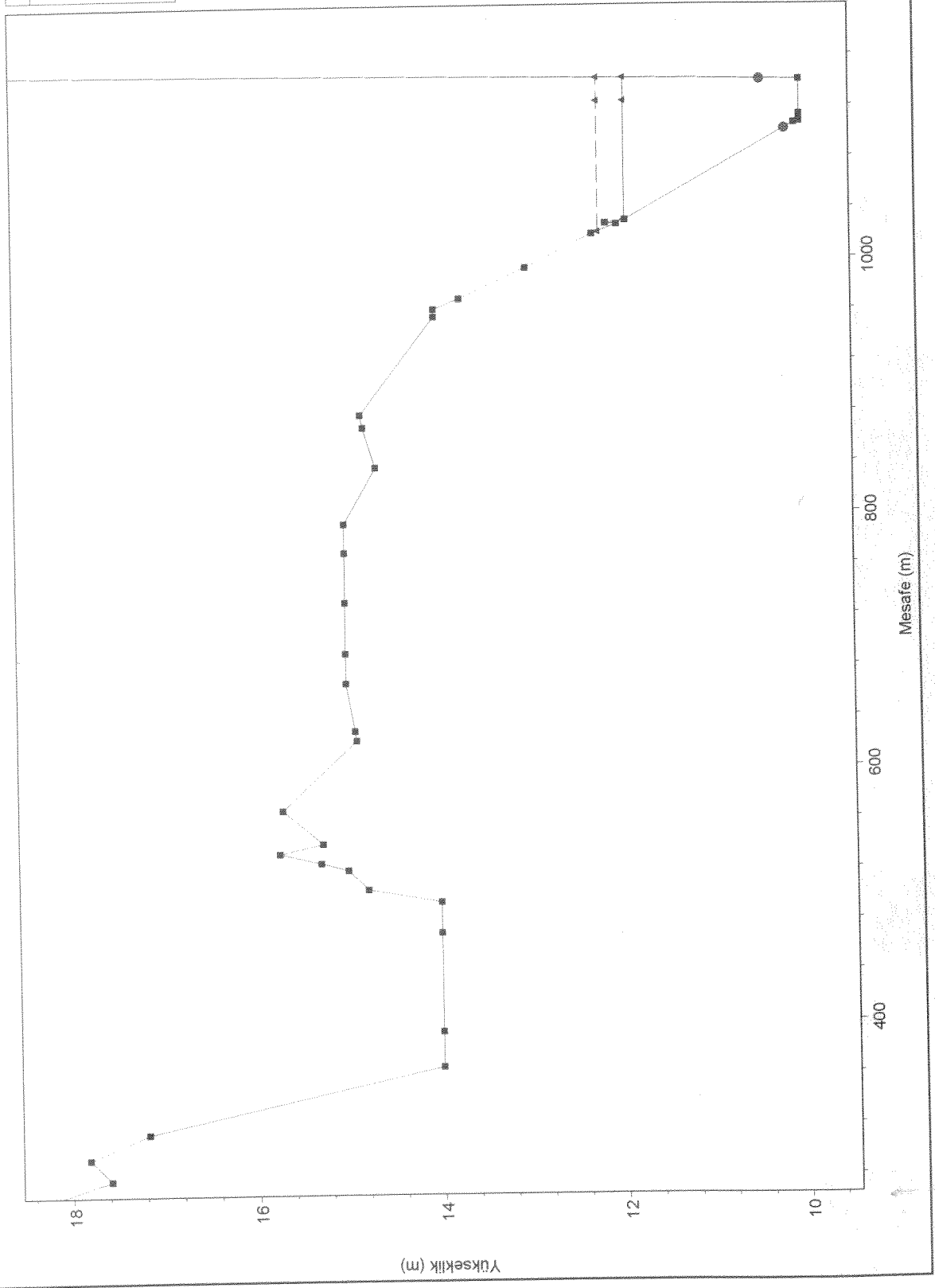
Legend

▲	EG PF 1 - Plan 01
▲	WS PF 1 - Plan 01
■	Ground
●	Bank Sta

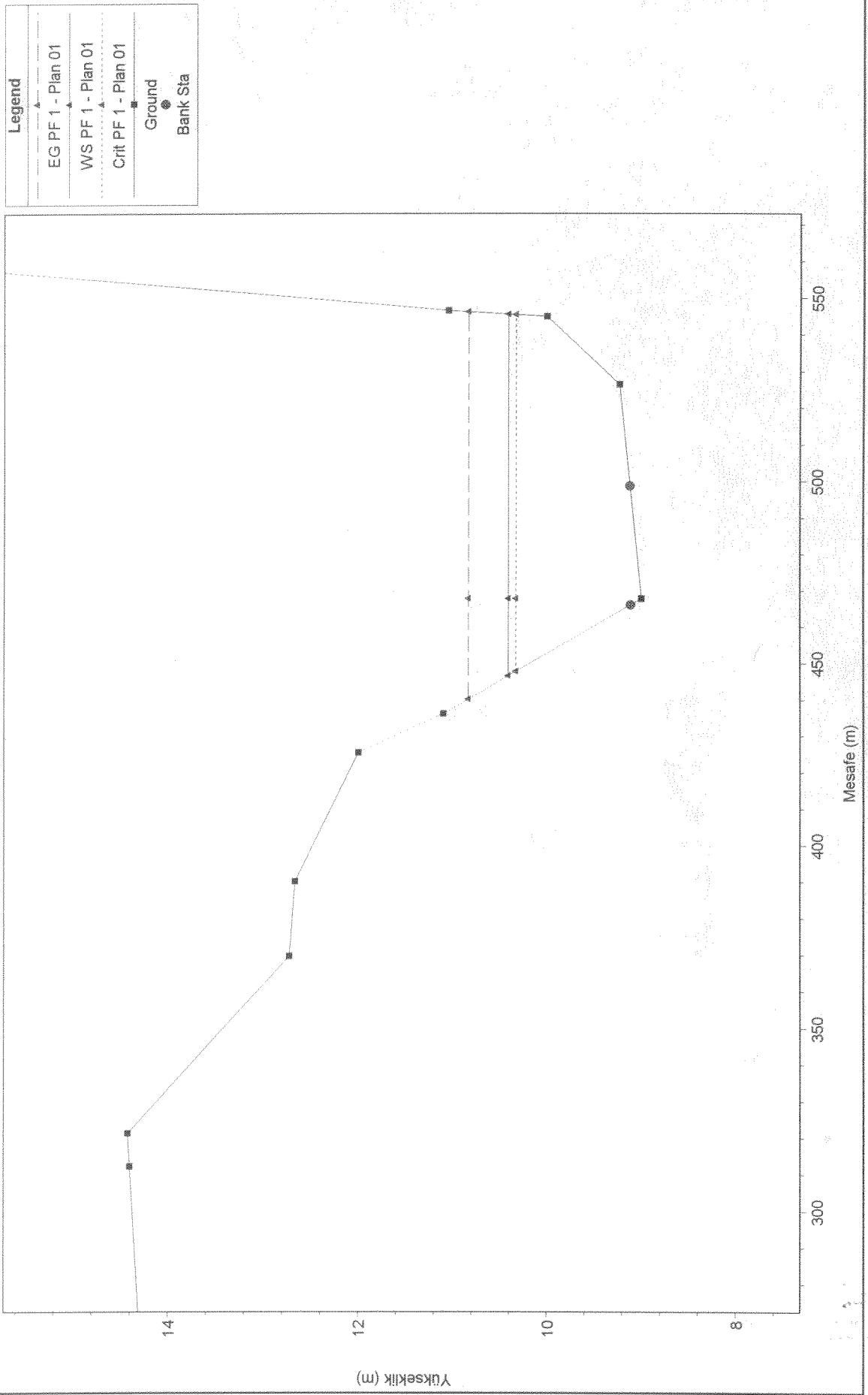


Enkesit 18

Legend	
EG PF 1 - Plan 01	▲
WS PF 1 - Plan 01	■
Ground	●
Bank Sta	●

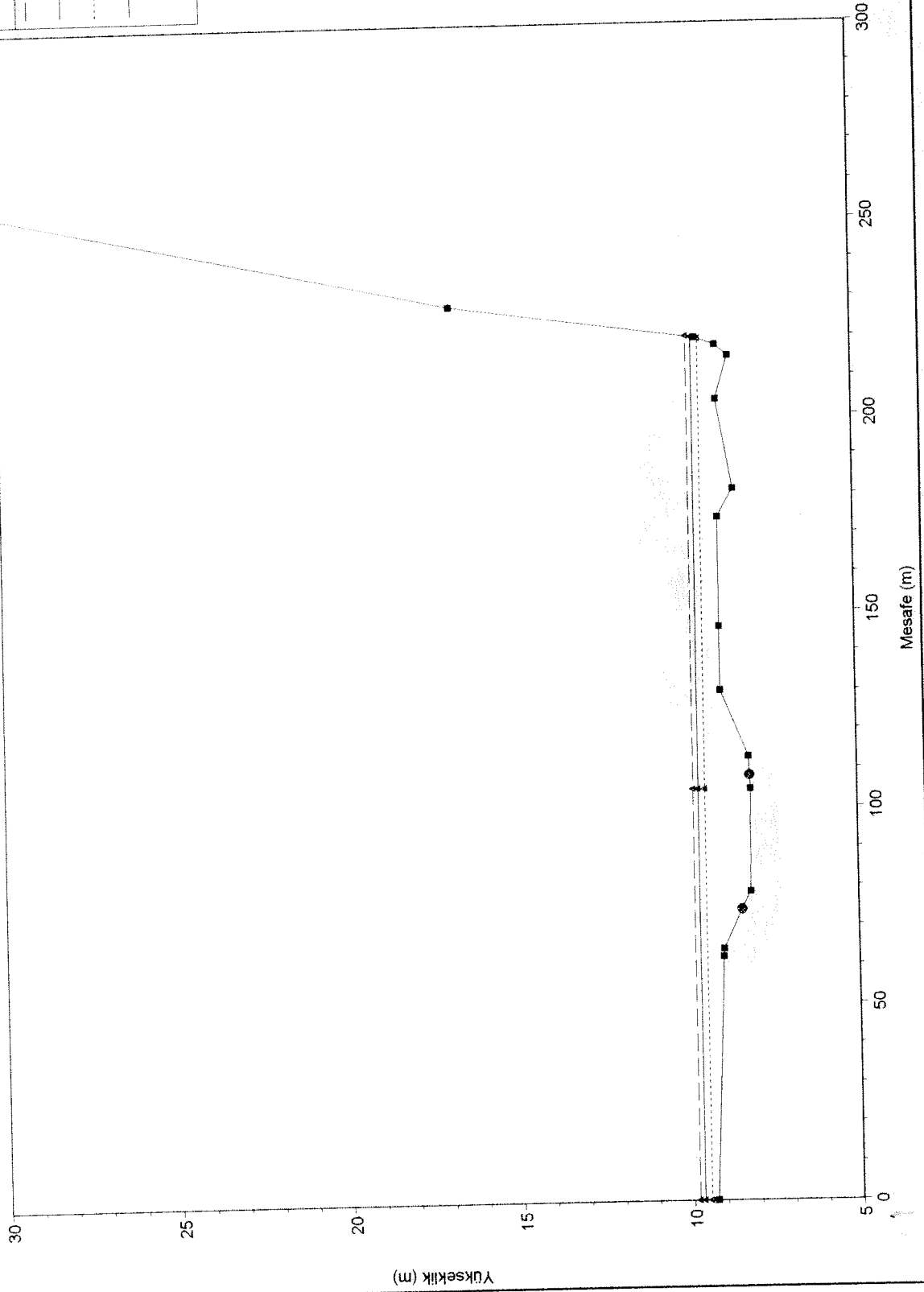


Enkesit 19

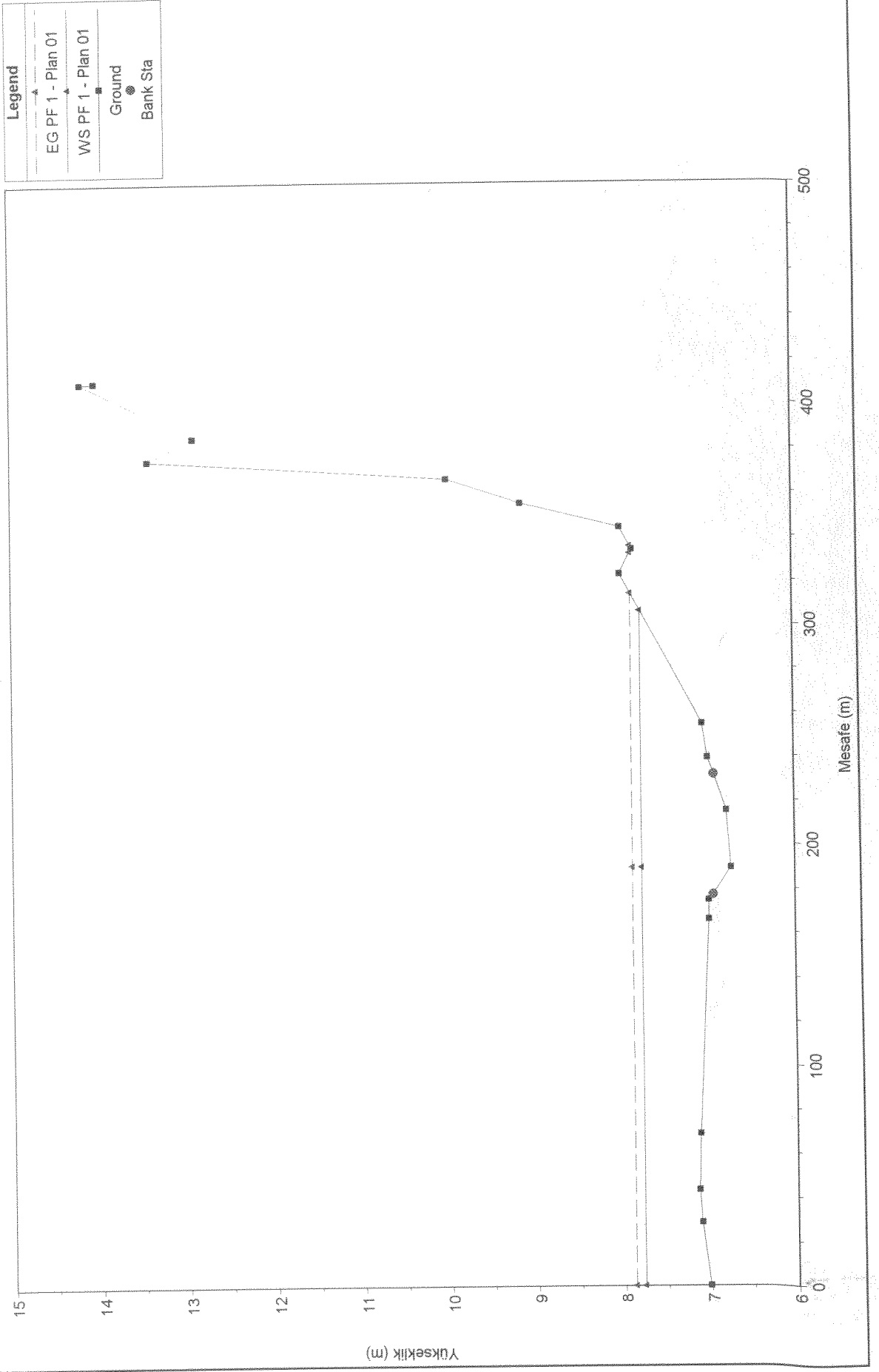


Enkesit 20

Legend	
EG PF 1 - Plan 01	—▲—
WS PF 1 - Plan 01	—▲—
Crit PF 1 - Plan 01	—▲—
Ground	—■—
Bank Sta	●

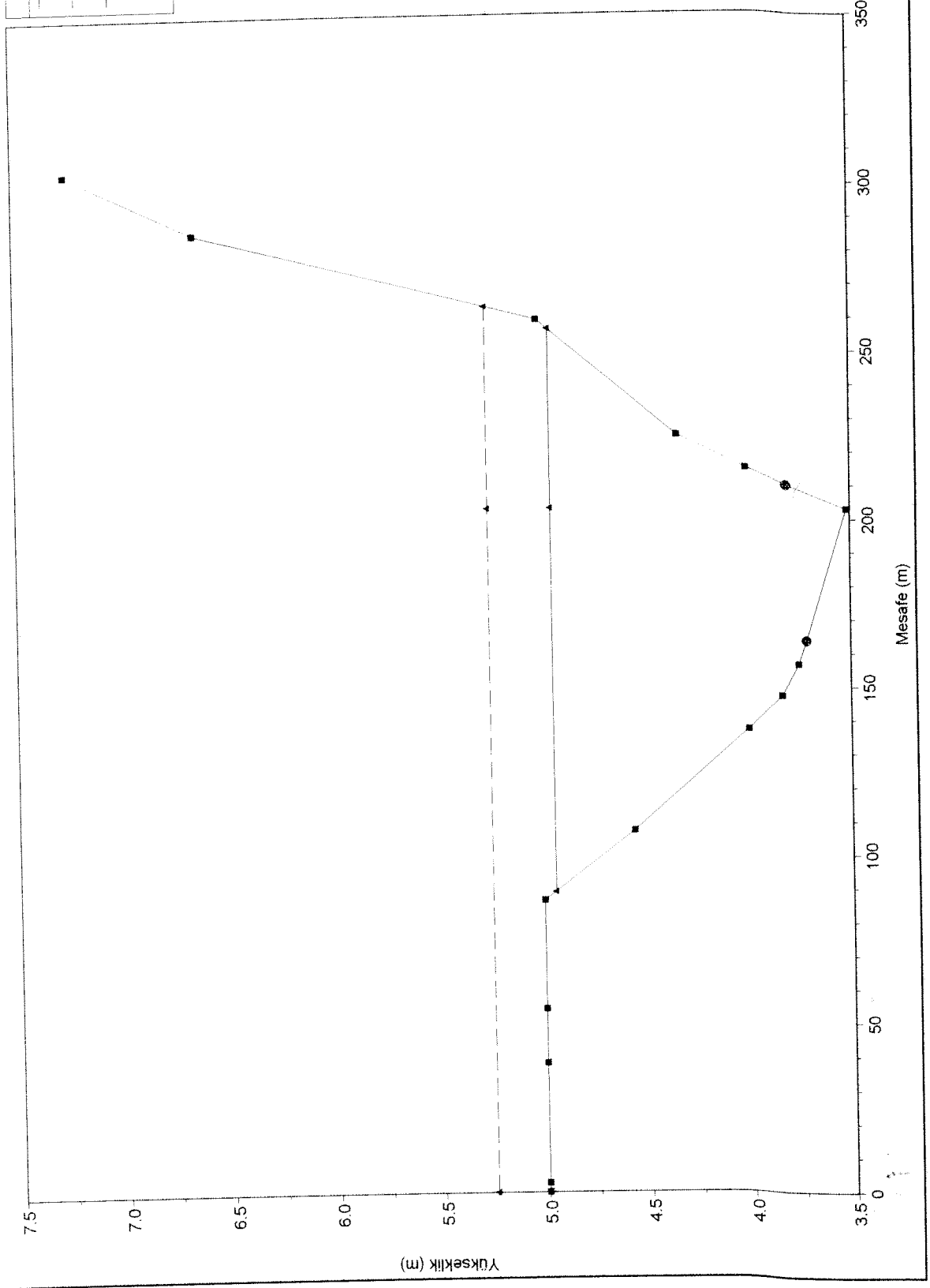


Enkesit 21

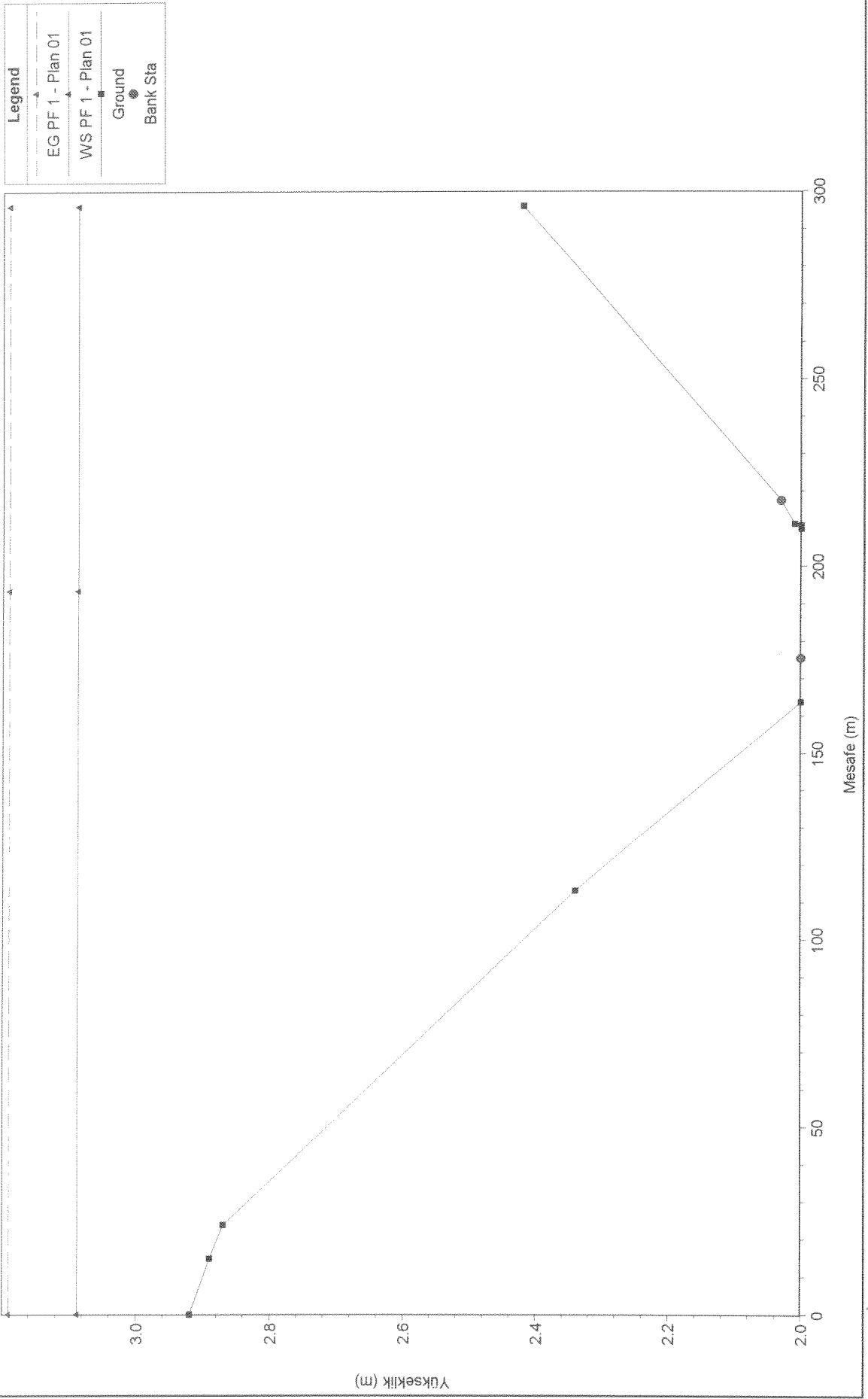


Enkesit 22

Legend	
▲	EG PF 1 - Plan 01
■	WS PF 1 - Plan 01
●	Ground
●	Bank Sta

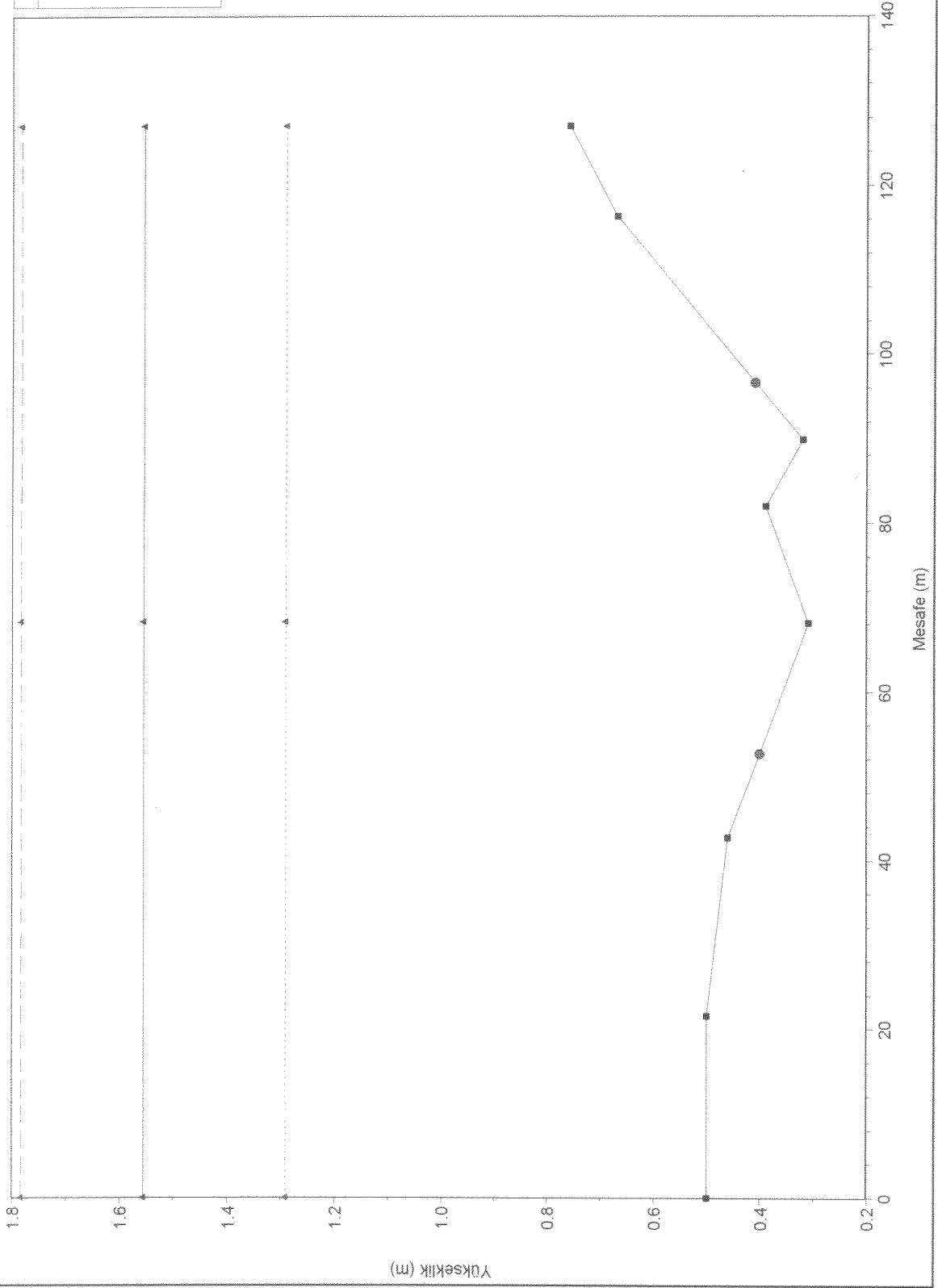


Enkesit 23



Enkesit 24

Legend	
EG PF 1 - Plan 01	▲
WS PF 1 - Plan 01	▲
Crit PF 1 - Plan 01	▲
Ground	●
Bank Sta	■



BİBLİYOGRAFİK BİLGİ FORMU

1- Proje No: INTAG-826

2- Rapor Tarihi: 2 Kasım 1999

3- Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 1.7.1997 / 30.9.1999

4- Projenin Adı:

Kıyı Bölgeleri Su Basma Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) Teknikleriyle Belirlenmesi

5- Proje Yürütücüsü ve Yardımcı Araştırmacılar: Prof.Dr. A. Ünal Şorman (Proje yürütücüsü)
Prof.Dr. Aysen Ergin, Doç.Dr. Ahmet C. Yalçiner, Doç.Dr. Nuri Merzi,
İnş.Müh. Veysel Doğanoglu6- Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat
Mühendisliği Bölümü, Su Kaynakları Laboratuvarı, 06531 Ankara

7- Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:

8- Öz (Abstract):

Hem sel hem deniz kabarması etkilerine açık olan bir kıyı bölgesinin su basma alanları saptanmıştır. Bu yapılırken alışlagelmiş tekniklerin yanı sıra coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılmıştır. Seçilen çalışma bölgesi olan Fethiye Çayboğazı havzası için çeşitli tekerrür sürelerine ait taşkın su basma haritaları elde edilmiştir. Çalışma birbirini tamamlar şekilde iki ayrı etkinlik sürecinden oluşmaktadır. Bunlardan birincisi, söz konusu akarsuyun değişik tekerrür sürelerine sahip taşkınlar sırasında oluşacak taşkın alanları konu edinmektedir. Diğer, fırtına anında kıyı bölgesinde oluşacak deniz kaynaklı kabarmanın kıyı bölgesinde su altında bıraktığı alanı incelemektedir. Çalışmalar sonunda deniz kaynaklı kabarmanın 1 m civarında kaldığı ve iç bölgelere etkisinin olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla, bölge için hidrolojik havzanın ürettiği taşkın kritik olduğu anlaşılmıştır. Taşkınlardan etkilenen, binalar, tarım alanları ve altyapı örnek olarak saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar söz konusu bölgenin taşkınlara karşı korunması ile ilgili kararların verilmesinde kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Yüzeysel su hidrolojisi, taşkınlar, taşkın alanları, taşkın alanları haritaları, CBS.

9- Proje ile ilgili Yayın/Tebliğlerle ilgili Bilgiler

İlişikte sunulmuştur

10- Bilim Dalı:

Doçentlik B. Dalı Kodu:
Uzmanlık Alanı Kodu:

ISIC Kodu:

11- Dağıtım (*): Sınırlı SınırsızDevlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü
Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Afet İşleri Genel Müdürlüğü

12- Raporun Gizlilik Durumu :

 Gizli Gizli Değil

*) Projenizin Sonuç Raporunun ulaştırılmasını istediğiniz kurum ve kuruluşları ayrıca belirtiniz