

Akkuyu Körfezi Batimetrisi ve Deniz Tabanı  
Sediment Dağılımı  
(İÇFL)

ODTÜ - TEK Araştırma Projesi No.77-07-00-02  
(J-5 ve J-6)

Son Rapor

1.	Giriş	1
2.	Batimetri	4
2.1	Giriş	4
2.2	Cihazlar	5
2.21	Tekne	5
2.22	Derinlik kaydedici	6
2.23	Yer bulucu	6
2.3	Araştırma metodu	8
2.31	Sabit istasyonların yerleştirilmesi	8
2.32	Veri kaydedilmesi	8
2.33	Verilerin dökümü	9
2.34	İşaretleme ve konturlama	15
2.4	Hata analizi	15
2.41	Sabit istasyonların yeri	15
2.42	Teknenin yeri	16
2.43	Sudaki ses hızı	16
2.44	Dalgaların etkisi	16
2.45	Gel-git	17
2.46	Rüzgar ve akıntı etkisi	17
2.47	Hatalarla ilgili sonuçlar	17
2.5	Sonuç ve öneriler	18
3.	Deniz tabanı sedimentleri	20
3.1	Sidescan araştırma sistemi	20
3.11	Sistem	20
3.12	Metot	22
3.13	Hata kaynakları	23

3.2	Taban sedimentlerinin örneklenmesi	27
3.21	Cihazlar	27
3.22	Metot	29
3.23	Alınan ölçüler	30
3.3	Akıntı dalgacıkları ve bitkiler	48
3.31	Akıntı dalgacıkları	48
3.32	Bitkiler (yosunlar)	49
3.4	Sonuçların tartışılması	49
3.5	Sonuç ve öneriler	50
4.	Sediment kalınlığı	52
4.1	Uniboom sistemi	52
4.2	Araştırma metodu	55
4.3	Sonuçlar	55
4.4	Sonuçların tartışılması	61
4.5	Hataların tartışılması	67
4.51	Navigasyon	68
4.52	Dalga, rüzgar ve gel-git	68
4.53	Rezolusyon	68
4.54	Ses hızı	69
4.55	Tabankaya	69
4.56	Hesaplama ve haritalama	70
4.6	Sonuç ve Öneriler	70
5.	Tabankaya (Bedrock) yapısı	71
6.	Deniz suyundaki sedimentlerin granülometrisi	72
6.1	Metot	72
6.2	Alınan ölçüler	81
6.3	Tartışma ve sonuçlar	83
7.	Genel Sonuçlar	

### Şekiller Listesi

Şekil. 1	Derinlik kaydedici	7
Şekil. 2	Trisponder yer bulucu. Sabit istasyon	7
Şekil. 3	Trisponder yer bulucu. Hareketli istasyondaki mesafe ölçü cihazı.	7
Şekil. 4	Sidescan sonar sisteminin "Balık" Ünitesi.	21
Şekil. 5	Ağırlıklı sonda	28
Şekil. 6	Kepçe örnekleyiciler	28
Şekil. 7	Tane boyu dağılımı. Histogramlar (S1-S15)	36
Şekil. 8	Tane boyu dağılımı. Histogramlar (T1-T 9)	37
Şekil. 9	Tane boyu dağılımı. Histogramlar (T10-T14, U6-U13)	38
Şekil.10	Tane boyu dağılımı. Histogramlar (U21-U44)	39
Şekil.11	Tane boyu dağılımı. Histogramlar (U45-U59)	40
Şekil.12	Tane boyu dağılımı. Histogramlar (U60-U61)	41
Şekil.13	Tane boyu dağılımı. Kümülatif eğri grafikleri (S1-S15)	42
Şekil.14	Tane boyu dağılımı. Kümülatif eğri grafikleri (T1-T9)	43
Şekil.15	Tane boyu dağılımı. Kümülatif eğri grafikleri (T10-T14)	44
Şekil.16	Tane boyu dağılımı. Kümülatif eğri grafikleri (U6-U26)	45
Şekil.17	Tane boyu dağılımı. Kümülatif eğri grafikleri (U29-U47)	46
Şekil.18	Tane boyu dağılımı. Kümülatif eğri grafikleri (U49-U61)	47
Şekil.19	Uniboom sıç sismik araştırma sistemi	53
Şekil.20	Sudaki tane granülometrisi için örnek alma istas- yonlarının yerleri.	73

Çizelgeler Listesi

Çizelge 1. Granülometri analizi; her taneboyu sınıfındaki malzeme yüzdesi	30
Çizelge 2. Granülometri analizi; başlıca parametreler.	33
Çizelge 3. Deniz suyu sedimentinin granülometrisi (28 Ekim 1977)	74
Çizelge 4. Deniz suyu sedimenti granülometrisi (7 Mart 1978)	75
Çizelge 5. Deniz suyu sedimenti granülometrisi (13 Mart 1978)	76
Çizelge 6. Deniz suyu sedimenti granülometrisi (29 Mart 1978)	77
Çizelge 7. Denizsuyu sedimenti granülometrisi (13 Nisan 1978)	78
Çizelge 8. Denizsuyu sedimenti granülometrisi (8 Mayıs 1978)	79
Çizelge 9. Denizsuyu sedimenti granülometrisi (25 Mayıs 1978)	80
Çizelge 10. Deniz suyu sedimenti sinopsis	82

Levhalar Listesi

Levha 1.	Batimetri ölçüleri seyir haritası	10
Levha 2.	Batimetrik plankote haritası	11
Levha 3.	Batimetrik harita	12
Levha 4.	Bazı hat boyu profilleri	13
Levha 5.	Bazı hat boyu profilleri	14
Levha 6.	Sidescan sonar seyir hatları	24
Levha 7.	Taban yüzeyi jeoloji haritası	26
Levha 8.	Uniboom sıç sismik seyir hatları	56
Levha 9.	Seçilmiş Uniboom sıç sismik profilleri (No. U17, U19, U21, U26).	57
Levha 10.	Seçilmiş Uniboom sıç sismik profilleri (No. U37, U38, U43, U44)	58
Levha 11.	Seçilmiş Uniboom sıç sismik profilleri (No. U35, U36).	59
Levha 12.	Seçilmiş Uniboom sıç sismik profilleri (No. U54, U61).	60
Levha 13.	Yumuşak sediment kalınlık konturları (Ağustos 1977).	62
Levha 14.	Yumuşak sediment kalınlık konturları (Ekim 1977).	63
Levha 15.	Yumuşak sediment kalınlık konturları (Mart 1978)	64
Levha 16.	Birleştirilmiş harita; yumuşak sediment kalınlık konturları	65
Levha 17.	Sediment tabanı konturları	66

Akkuyu Körfezi Batimetrisi ve Deniz Tabanı  
Sediment Dağılımı  
(İÇEL)

ODTÜ - TEK Araştırma Projesi No 77-07-00- 02  
(J5 ve J-6)

Son Rapor

1. Giriş

Akkuyu Körfezinde (İÇEL) yapılması önerilen nükleer enerji santrali ile ilgili olarak araştırma grubumuz aşağıdaki deniz jeolojisi çalışmalarını üstlenmiştir:

1- Akkuyu körfez alanının batimetri araştırması ve 1:5000 ölçekli, 1 metre kontur aralıklı ve 1 metre hassasiyette batimetri haritasının hazırlanması.

2- Taban sedimentleri dağılımındaki değişikliklerin birbirini takip eden dört mevsimde incelenmesi ve belirlenmesi.

3- Taban altındaki sediment yapısının incelenmesi ve mevcut olan fayların ve/veya diğer yapıların belirlenmesi. Sediment kalınlık dağılımının tespit edilmesi ve bunun 1:5000 ölçekli bir harita ile sunulması.

4- Önceden saptanmış, soğuk su girişine yakın dört değişik yerde, sudaki sediment boyu dağılımının (granülometri) incelenmesi. (Örnekler su yüzeyi dahil olmak üzere 5 metre aralıklarla alınmıştır.)

Araştırma için hazırlıklar Şubat 1977 de başlamıştır. Fakat batimetri araştırması ile ilgili olan ilk sahanın uygulaması ancak Mayıs 1977 sonlarında yer alabilmiştir. Bu çalışma Haziran 1977 tarihinde yapılan ikinci bir çalışma ile desteklenmiştir.

Sedimentlerin, taban altı sedimenter yapılarının ve sudaki sedimentin granülometrik analizi Ağustos 1977'de başlamış ve Ekim 1977, Mart 1978 ve Mayıs 1978 dönemlerinde tekrarlanmıştır. Böylece bu dönemler, yaklaşık olarak Yaz, Sonbahar, Kış ve İlkbahar mevsimlerinde (veya hemen sonra) gözlenen şartları temsil etmektedir.

Belirtilen 5 ara rapordan (J-1 den J-5'e kadar) birincisi (J-1) Temmuz 1977'de, ikincisi (J-2) Şubat 1978'de, üçüncü ve dördüncü (J-3 ve J-4) Temmuz 1978'de ve beşincisi de (J-5) bu son rapor (J-6) ile birlikte sunulmuştur.

Çalışma sonunda elde edilen bütün harita ve kesitler 1:5000 ölçekli olup orijinaller TEK'na teslim edilmiştir. Ancak son raporda bu levhaların ölçekleri küçültülmüş bulunmaktadır.

Araştırma esnasında TEK'nun değerli yöneticileri tarafından sağlanan lojistik yardımlar için teşekkürü bir borç biliriz. Gösterdikleri nazik anlayışın, çalışmaların başarılı olarak yürütülmesinde büyük katkısı olmuştur.

Bu projede bilfili çalışarak sonuçların ortaya çıkarılmasında katkısı olan araştırmacılar aşağıda belirtilmiştir.

Prof.Dr. Teoman Norman	(Araştırmacı, Yönetici)
Nurkan Karahanoğlu	(Araştırmacı)
Niyazi Türkelli	(Araştırmacı)
Reha Gülmser	(Araştırmacı)
Ali İlyas Harut	(Araştırma yardımcısı)
Selim Ersan	(Araştırma yardımcısı)
Ümit Tezcan	(Araştırma yardımcısı)
Ömer Aköz	(Araştırma yardımcısı)
Necip Olcay	(Kaptan)
Meliha Öngel	(Teknik Ressam)

Bütün personel (Gülümser ve Olcay hariç) ODTÜ Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünden projeye katılmıştır.

## 2. Batimetri

### 2.1 Giriş

Körfez tabanı ve yakın çevresi ile ilgili batimetrik haritanın hazırlanması aşağıdaki nedenlerden dolayı önem ve öncelik kazanmıştır: a) Akıntı ve dalga özelliklerini içeren araştırmalarla ilgili olarak model çalışmalarında ve arazi gözlemlerinde kullanılmak üzere baz haritanın hazırlanması, b) araştırmalarda kullanılacak olan aletlerin sağlıklı ve güvenli olarak yerleştirilebilmesi, c) santral bölgesinde yapılacak olan çeşitli altyapı tesislerinin planlanması ve yapımı, örneğin soğutma suyu borularının yerleştirilmesi, d) deniz tabanında büyük ölçekte değişiklik meydana getirebilecek (varsayımsa) sediment hareketlerinin incelenmesi.

Bu araştırmada, derinlik ölçümlerinin bir metre hassasiyette olması ve 1:5000 ölçekte haritalanması, TEK (Türkiye Elektrik Kurumu) tarafından istenmiştir.

Akkuyu körfezi ile ilgili daha önce yapılmış herhangi bir batimetrik harita elimizde bulunmadığı gibi, MTA tarafından körfez civarında ve dışında yapılmış olan haritadan da faydalananma imkanı olmamıştır.

TEK Akkuyu körfezi Batimetri araştırması için 1976 sonlarında girişimde bulunmuş fakat hukuki ve mali formaliteler ancak 1977 İlkbahar sonlarına doğru tamamlanmıştır. Bu nedenle araştırmalara, Mayıs 1977 son yarısında başlanabilmiş ve aralıklı olarak, aynı senenin Haziran, Ağustos ve Ekim aylarında devam edilmiştir.

Model çalışmaları gibi önceliği olan projelerin başlatılmasını sağlayabilmek için, Mayıs ve Haziran çalışmalarının ilk verileri kullanılarak ön batimetri haritası hazırlanmıştır. Bu harita, kuzey parçası TEK tarafından sağlanan güney parçası ise 1:25000 ölçekli haritadan büyültülen 1:5000 ölçekli bir kara haritası esas alınarak hazırlanmış-

tır. Bu haritada batimetri çalışmalarında kullanılan kara istasyonları henüz topoğraflar tarafından sabit istasyonlara bağlanmamıştı. Buna ek olarak körfez suyundaki ses hızı tam olarak bilinmediğinden derinlik ölçümlerinin değerlendirilmesi bazı varsayımlarla yapılmıştır. Daha sonra bu haritada kullanılan derinlik ölçümlerinin gerçek değerlerden yaklaşık % 4 daha az olduğu saptanmıştır. Sonbahar 1977 dönemi araştırma sonuçları ile birlikte gerekli düzeltmeler yapılarak birinci ve ikinci batimetri haritası revizyonları yapılmıştır.

Bu raporda sunulan harita, daha önceki tüm veriler göz önünde tutularak, "Son Batimetri" haritası olarak hazırlanmıştır. Bu konuda ek bilgi 2.4 no'lu kısmda bulunmaktadır.

## 2.2 Cihazlar

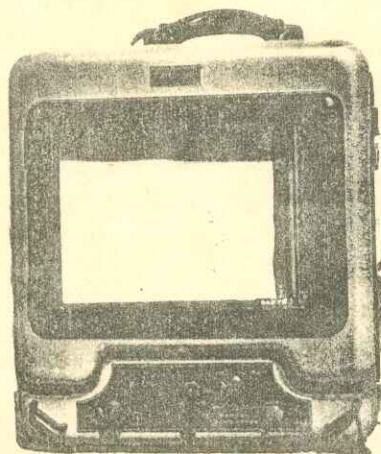
Aşağıda batimetri araştırmalarında kullanılmış olan cihazlar hakkında bilgi verilmektedir.

2.21 Tekne: Çalışmalar sırasında genellikle ODTÜ Deniz Bilimlerinin teknesi 'Kuğu' kullanılmıştır. 12 metre uzunlukta ve 1.5 metre su altı derinliği olan bu tekne radar ve eksondör ile donatılmıştır. Bu küçük çelik tekne birçok yerde yeterli olmasına karşın, kayalık ve sıç kıyılardaki çalışmalarda başarılı olamamıştır. Daha önce, inşaat sahasına yakın bir yerde pervanenin kayalara çarpması kaptanın sıç kıyılara yaklaşmasını engellemiştir.

Çalışmalar esnasında, 8.5 metre uzunlukta ve 0.6 metre su altı derinliğine sahip Saroz adlı tahta tekne de başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Bu tekne ile alınan ölçüm değerlerinin, dalgalardan etkilendiği saptanmış ve değerlendirilmeler bu durum göz önüne alınarak yapılmıştır.

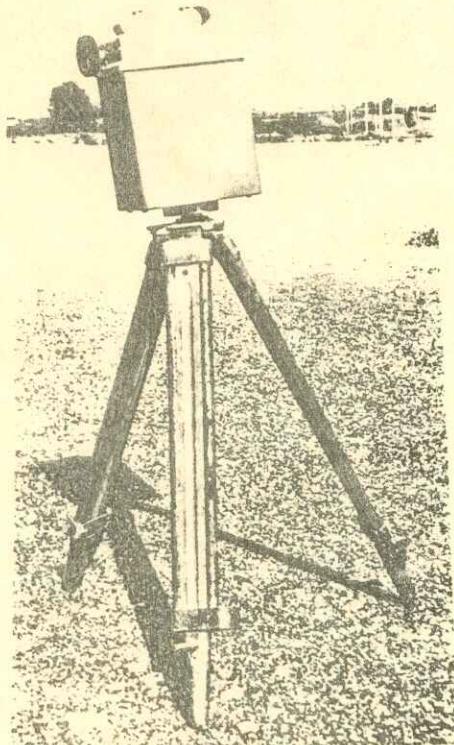
2.22 Derinlik kaydedici: Seyir hatları boyunca, derinlik değerlerinin kaydedilmesinde 'Raytheon' adlı eko-sondör cihazı kullanılmıştır (Şekil 1). Bu cihazın hassasiyeti ölçülen derinlik değerinin  $\pm 0.5 \text{ - } 2.5 \text{ sm}$  kadardır (örneğin 10 metre derinlik için  $2.5 \text{ - } 7.5 \text{ sm}$ ). Araştırma esnasında, derinlik sinyalleri (dakikada 543 sinyal) devamlı hareket eden bir kağıt üzerine kaydedilmektedir. Akustik sinyaller gönderen Transdüser (Baryum titanat) 200 K Hz'lik bir çalışma frekansına sahiptir; bu frekans taban yüzeyinin kesin hatlarla belirlenmesini sağlamaktadır. Transdüser'in işin genişliği, yarı güç noktalarında  $8^\circ$  dir ve bu dar işin, az bir güç kullanılmasına rağmen daha belirgin bir taban çizgisi vermektedir. Taşınabilir olan bu sistem 12 volt'luk otomobil aküsü ile çalışır. Cihaz araştırma esnasında, koordinatları saptanan noktaların derinliklerinin belirlenebilmesi için kayıt üzerine işaret konulabilecek şekilde yapılmıştır.

2.23 Yer Bulucu: Seyir halinde olan teknenin, herhangi bir anda, koordinatlarının saptanmasında DECCA Trisponder sistemi kullanılmıştır. Bu sistem, 2 tanesi kara üzerinde belirli noktalara yerleştirilen (sabit) diğeri ise tekne üzerinde olan (hareketli) üç adet alıcı/verici'den (Şekil 2 ve 3) oluşmaktadır. Sistem çalıştırıldığında, hareketli istasyonun gönderdiği mikro-dalgalar kara üzerindeki sabit istasyonlarca aynı şekilde geri yansıtılmaktadır. Sisteme bağlı bir elektronik hesaplayıcı, mikro dalga hızı ve geçen süreyi kullanarak sabit ve hareketli istasyon arasındaki uzaklığını hesaplamaktadır. Ölçme mesafesi: 100 m - 80 km arası, hassasiyeti  $\pm 3$  metre, Rezolutyon 1 metre. Bu sistem her istasyonda 24 volt'luk doğru akım ile çalışmaktadır.



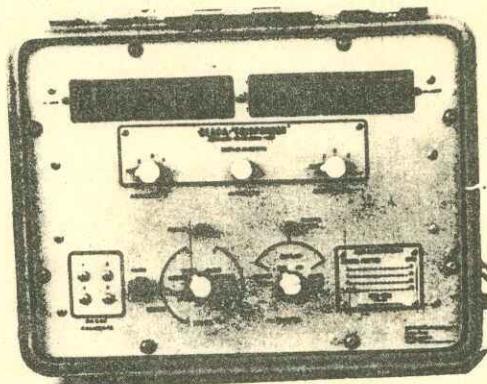
Şekil 1: Derinlik Kaydedici (Akustik transdütör, table ve batar- yalar gösterilmemiştir).

Fig. 1: Precision depth recorder  
(Acoustic transducer, cables  
and batteries are not shown).



Şekil 2: Trisponder yer bulucu. Sabit istasyon.

Fig. 2: Trisponder position finder Remote station



Şekil 3: Trisponder Yer Bulucu.  
Hareketli istasyondaki  
mesafe ölçü cihazı (Kab-  
lo ve baryalar göste-  
rilmemiştir).

Fig. 3: Trisponder position finder,  
Display panel of Mobile  
station (Cables and bat-  
teries are not shown).

### 2.3 Araştırma metodu

2.31 Sabit istasyonların yerleştirilmesi: Trisponder sisteminin hareketli birimi tekne üzerine, diğer iki sabit birimler ise, araştırma kapsamına giren deniz sahاسını görebilecek şekilde, kara üzerinde seçilen uygun yerlere yerleştirilmiştir. Kıyı çizgisinin düzgün olmayacağı, ve bazı bölgelerdeki tepeler, seyir esnasında, hareketli ile sabit birimler arasındaki görüş irtibatını engellemiştir. Bu nedenle kara üzerindeki sabit birimlerin yerlerinin sık sık değiştirilmesi çalışmaları esnasında büyük bir zaman kaybına neden olmuştur. Tüm bölgenin taranabilmesi için, toplam olarak 13 adet kara istasyonu seçilmiştir. Bu istasyonların yerleri çok dikkatli bir şekilde işaretlenmiş ve daha sonra TEK'nun topoğrafları tarafından koordinatları belli noktalara bağlanmış ve temel harita üzerinde işaretlenmiştir.

Kıyı çizgisinin (sıfır metre eş yükseklik eğrisi) yeri yine TEK tarafından 1:5000 ölçekli bir temel haritada belirlenmiştir. Tüm batimetri çalışmaları bu harita baz alınarak yapılmıştır.

2.32 Veri kaydedilmesi: Derinlik ölçüm aletinin tüm elemanları tekne üzerine yerleştirildikten sonra, 3 metre derinlikte (direkt ölçüm), bir kaç deneme ölçümü yapılmış ve ölçümlerin gerçek değerlerle iyi uyum gösterdiği saptanmıştır. Sabit istasyonlarca kontrol altına alınan her küçük bölgede, dalga, rüzgar, akıntı, bölgesel jeografi ve deniz altı şartları göz önüne alınarak kaptanın belirli hatalar boyunca seyretmesi istenmiştir. Devamlı kayıt alınırken yaklaşık her 30 saniyede bir, Trisponder Sistemi kullanılarak, belirli pozisyon noktaları saptanmış ve aynı anda bu ölçüm kayıt üzerinde belirtilmiştir. Bu veriler ile ilgili bilgiler örneğin istasyon numarası, hat numarası, kıyı istasyonlarına olan uzaklık ve yaklaşık derinlik ve ilave olarak transdüler'in deniz yüzeyinden yaklaşık derinliği tablo

halinde kaydedilmiştir. Kritik bölgelerde ve deniz tabanı topografyasının ani değişiklik gösterdiği yerlerde, seyir hatları sık olarak alınmış diğer taraftan topografyanın düzgün olduğu yerlerde ise seyir hatları arasında daha fazla bir açıklık bırakılmıştır (Levha-1).

Bir bölgede araştırma tamamlanınca kıyıdaki istasyonlar başka bir bölgeye taşınmış ve tüm işlemler yeni bölge için tekrarlanmıştır.

2.33 Verilerin dökümü: Çalışmalar sonunda, yaklaşık 5000 noktada derinlik ölçümü yapılmış, fakat 1:5000 ölçekli harita üzerine bu sayıda noktanın yerleştirilmesinin olanaksızlığı nedeni ile, özellikle detaylı çalışılan bölgelerde, verinin bir kısmı değerlendirmeye katılmamıştır. Kayıtlar çok dikkatli şekilde tekrar kontrol edilerek bundan dolayı önemli bilgilerin gözden kaçırılmamasına dikkat edilmiştir.

Herbir hat üzerinde alınan derinlik noktaları dikkatli bir şekilde, ilgili istasyonlara olan uzaklıklar kullanılarak harita üzerine işaretlenmiştir. Trisponder mikro dalga sisteminin hassasiyeti ( $\pm 3$  m) 1:5000 ölçekli bir haritada yaklaşık 0.5 milimetreye karşılık gelmektedir, bu ise hemen hemen bir çizgi kalınlığıdır. Nokta derinlik haritasında, sayılardaki kesir noktaları, derinliği ölçülen noktanın yerini göstermektedir (Levha-2).

Herbir araştırma noktasında, derinlik hesaplanabilmesi için, kayıtlardan okunan derinlik değeri, Akkuyu körfezi deniz suyundaki ortalama ses hızı 1535 m/sn alınarak yeniden hesaplanmıştır.

Deniz tabanı çizgisi üzerine süper empoze olan dalga şekillerinin etkisi, kayıtlar üzerine ortalama taban yüzeyi çizilerek ortadan kaldırılmıştır (Bakınız Kısım 2.44).

Transdüser'in deniz yüzeyinden olan derinliği de sonuçların hesaplanmasıında dikkate alınmıştır. Araştırma yapıldığı sırada gel-git ve rüzgar akıntıları hakkında bilgi edinilemediğinden bu konularla ilgili düzeltmeler yapılmamıştır. Tüm bu faktörlerin etkisi bu harita ölçüğünde hata oranı içerisinde kabul edilebilir. Derinlikler desimetre mertebesinde hesaplanmıştır.

2.34 İşaretleme ve konturlama: Dökümü yapılmış veriler TEK'den alınan 1:5000 ölçekli baz harita üzerine işaretlenmiş ve bir metre aralıklarla konturlanmıştır (Levhacı 3). Kontur haritasından seyir hatları boyunca alınan kesitler (Levhacı 4 ve 5) ile kayıtlar karşılaştırılmış ve önemli olabilecek bilgiler haritaya aktarılmıştır. Ayrıca, kontur haritasından çıkartılan kesitler, Uniboom sığ sismik çalışmalarından elde edilen kesitlerle karşılaştırılmış ve her iki grup arasında iyi bir uyum sağlandığı saptanmıştır.

Eğimin fazla olduğu bölgelerde, konturların sıkışıklığını önlemek için konturlar 5 metrede bir çizilmiştir. Aradaki konturlar ise uçları açık olarak bırakılmıştır.

Son batimetri haritası (Levhacı 3) TEK tarafından sağlanan baz harita üzerine yapılmıştır. Ekosondör kayıtlarından yapılan derinlik hesaplamaları revizyondan geçirilmiş ve tüm ilave hat sonuçları bunlara eklenmiştir.

#### 2.4 Hata analizi

Muhtemel hata kaynakları değerlendirilmiş olup hesaplama ve çizimlerin doğruluğu en az üç kez kontrol edildiğinden bu konuda ayrıca herhangi bir açıklama yapılmayacaktır.

2.41 Sabit istasyonlarının yeri: Deniz üzerinde ölçüm yapılan bir noktanın yeri, kara üzerindeki sabit istasyonların yerlerine göre ölçülüktedir. Bu istasyonların yerleri, karada yağlı boya ile işaretlenerek TEK topografalarınca kara haritası nirengi noktalarına bağlanmıştır.

Trisponder sisteminin hata payı  $\pm$  3m olduğuna göre kara istasyonlarının saptanmasından ileri gelebilecek hata miktarı ihmali edilebilir. En kötü şartlarda uzaklık ölçümündeki en yüksek hata miktarı 4 m olacak ve bu hata 1:5000 Ölçekli batimetri haritasında 0,8 mm ye karşılık gelecektir.

2.42 Teknenin yeri: Ölçüm yapan teknenin bulunduğu yer seyir esnasında sabit istasyonlara olan uzaklıkta çizilen yayların kesim noktaları kullanılarak bulunur. Tekne iki sabit istasyonun ortasında iken yayların kesim noktaları birbirine çok yaklaşacağından, teknedenin bulunduğu gerçek noktanın seçimi güçleşmektedir. Bu gibi durumlarda teknedenin seyir yönü dikkate alınarak gerçek kesim noktası bulunmuştur.

Her uzaklık için ortalama 2.5 m hata yapıldığı varsayılsa, yayların kesiminde meydana gelecek hata alanı yaklaşık 2.5 m yarıçapında bir daire oluşturacaktır (1:5000 Ölçekli haritada 0,5 mm).

2.43 Sudaki ses hızı: Derinlik hesapları, sesin su içerisindeki hızına bağlıdır. Fiziksel Osyonografi grubu bu değerin, körfez içinde 1525 m/san ile 1545 m/san arasında değiştğini ve akıntı miktarına ve suyun derinliğine bağlı olduğunu saptamıştır. Bu nedenle derinlik hesaplamalarında ortalama değer olan 1535 m/san kullanılmıştır. Seçilen bu ortalama değer derinlik hesaplarında % 0.6 oranında bir hata yaratabilir (10 metre derinlikte 6 santimetre).

2.44 Dalgaların etkisi: Tüm araştırmalar denizin dalgalı zamanlarında yürütülmüş, sakin bir denizde çalışma yapmak mümkün olamamıştır. Otomatik derinlik ölçme sıklığı çok yüksek olduğundan (dakikada 543 defa) dalga şekillerinin taban çizgisi üzerine süperempoze olduğu görülmüştür. Dalga etkisini kaldırmak için, kayıtlar üzerine

taban yüzeyini temsil eden ortalama eğri çizilmiş ve tüm derinlik hesapları bu eğri kullanılarak yapılmıştır. Bu yöntem, taban çizgisinin keskin olarak belirlendiği çamur ve/veya kum örtülü yüzeyler için başarılı sonuçlar vermişse de, taban çizgisinin ses dalgalarının dağılmasından dolayı belirginsizleştiği kayalık yüzeylerde 0.5 metreye kadar hata yaratabilmektedir. Bu hata ancak dalgasız deniz zamanında yapılacak bir çalışma ile giderilebilir.

2.45 Gel-git: Bu bölgede ortalama gel-git değeri yaklaşık 30 santimetre, en yüksek değer ise 60 santimetre olarak düşünülmüştür. Araştırmalar sırasında gel-git olayının durumunu devamlı kontrol edebilme imkanı olmamıştır. Bu nedenle derinlik ölçümlerinde herhangi bir özel gel-git düzeltmesi yapılmamıştır. Bununla birlikte, Akkuyu körfezi iç kısımlarında, değişik günlerin değişik zamanlarında, aynı seyir hatları tekrarlanmıştır. Bu şekilde elde edilen ortalama sonuçlarda gel-git etkisinin en az düzeyde olacağı varsayılmıştır.

2.46 Rüzgar ve akıntı etkisi: Rüzgarın yönüne bağlı olarak deniz seviyesinin alçalması veya yükselmesi araştırmalar süresince gözlenmemiştir. Bu kaynaktan ileri gelen hatanın en yüksek değere, çok rüzgarlı havalarda ulaşacağı olağandır, ancak bu gibi havalarda ölçüm yapılmamıştır.

Deniz akıntısının etkisi rüzgar etkisine benzer: Kıyıya doğru olan akıntılar deniz seviyesini yükseltir, aksi yönde alçaltır. Araştırmalar süresince akıntı yönü ve miktarı hakkında bilgi bulunmamakla beraber bu kaynaktan gelebilecek hata miktarının ihmali edilebilir nitelikte olacağı varsayılmıştır.

2.47 Hatalarla ilgili sonuçlar: Bilinen hata kaynaklarının değişik olmasına karşın, hata miktarının en

yüksek değeri 0.5 metreyi geçmemektedir. 20 metre derinlikte bu miktar ölçülen derinliği % 2.5'i kadardır. Çok kez, değişik türde hataların birbirlerini götürmesi düşünülebileceğinden bu miktar daha düşük olacaktır. Fakat, çok ender durumlarda, değişik kaynaklı hataların üst üste binmesi ise hata miktarının daha büyük olmasına neden olabilecektir.

Derinlik noktalarının haritada belirlenmesi meydana gelebilecek ortalama hatanın yatay yön için 2.5 m dolayında olduğu saptanmıştır (Bakınız Kısım 2.42).

## 2.5 Sonuç ve Öneriler

Aşağıdaki gözlemler çoğunlukla batimetri haritasına (Levha 3) ve derinlik kaydedici cihazı ile elde edilen, tipik seyir hatlar boyunca alınmış profillere (Levha 4 ve 5) dayanmaktadır (Her profil altında ilgili hat numarası belirtilmiştir. Profiller üzerindeki düşey çizgiler teknenin Trisponder sistemi ile gerçek yerinin belirlendiği yerleri göstermektedir.). Ayrıca bu gözlemler, Side şəan sonar ve Uniboom sığ sismik araştırmalarından elde edilen verilerle de kontrol edilmiştir.

1) Bir numaralı kara istasyonu güneyindeki Akkuyu koyu kumsalından itibaren, deniz tabanı % 2.3 bir eğimle güneybatı yönüne uzanmakta ve adaların hemen ötesinde 50 metre derinliğe ulaşmaktadır. Derinleşme harita sınırı dışında 100 metrenin altına inecek şekilde devam etmektedir. Bu, güneybatı doğrultulu eğimli profil boyunca, İnceburun ile Havitgediği arasında yaklaşık 24 m. derinlikte düz bir alan vardır.

2) Bölgede, dört ayrı yerde batıya doğru uzanan deniz altı sırtları mevcuttur: Bunlardan bir tanesi İnceburun'un batısında görülmektedir (Levha 3), bunun denizaltı uzantısını oluşturan diğeri ise İnceburun'un 0.5 mil güneybatısında ve

iki tanesi de Havitgediği'nin kuzeyinde, Akkuyu körfezi içersindedir.

3) Kuzey ada ile bunun doğusundaki kara arasında uzanan bir deniz altı engeli görülmektedir. Bu engelin en düşük noktası, merkezine yakın bir yerde ve yaklaşık 23 metre derinliktedir.

4) Küçük, tepe görünümünde yapılar (2-3 metre yükseklikte) iki bölgede vardır: Bir tanesi Havitgediği burnu güneybatısında; diğeri ise 8 numaralı kara istasyonu (geçilmez yer) güneyindedir.

5) Çok dik, basamak görünümlü ve deniz tabanına büyük açılarla ulaşan, kayalık yüzeyler, İnceburun kuzeyinde gözlenmiştir. Buna benzer yapılar, Havitgediği batısı ve kuzeyinde ve ayrıca iki adanın batısında görülmektedir.

Daha küçük bir sahada daha yüksek düzeye bir hassasiyetle ölçüm yapmak istediği takdirde aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi önerilir: 1) Ölçümler deniz yüzeyinin çok sakin olduğu bir zamanda yapılmalıdır. 2) Deniz seviyesi yüksekliği ölçüm sırasında devamlı olarak bir nirengi noktasından kontrol edilmelidir. 3) Teknenin yeri Trisponder yerine Teodolitler ile saptanmalıdır. 4) Sığ sulara da girebilecek küçük bir tekne kullanılmalıdır.

### 3. Deniz tabanı sedimentleri

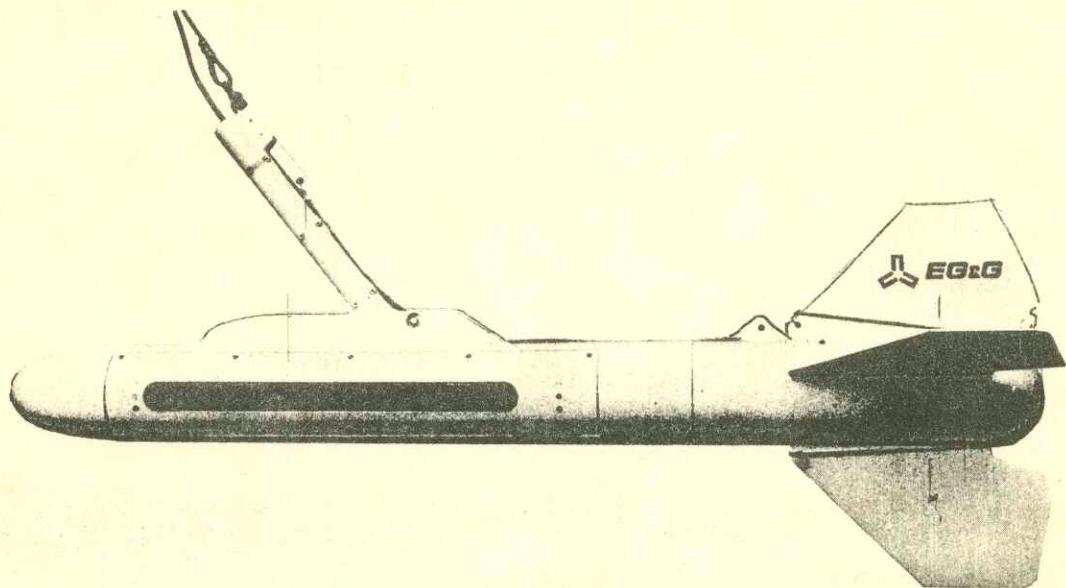
Akkuyu Körfezi deniz tabanı sedimentleri üzerindeki çalışmalar, Sidescan sonar (akustik) sistemi ve fiziksel örnek toplama yöntemleri ve bunları izleyen laboratuvar çalışmaları ile gerçekleştirılmıştır.

#### 3.1 Sidescan araştırma sistemi

3.11 Sistem: Sidescan sonar sistemi (EG ve G) iki kanallı grafiksel bir kayıt alıcı, akustik sinyaller gönderen 'Balık' ve bir kablodan oluşmaktadır (Şekil 4). Doğru akım ile çalışan bu sistem, 12 voltluk bir batarya ile veya tekne jeneratöründen alternatif akım-doğru akım değiştiricisi ile beslenmektedir.

'Balık' (Model 272) teknenin kíc tarafına, tekneden yaklaşık 20 metre uzaklıkta ve deniz tabanının 5-10 metre üzerinde seyredecek şekilde bağlanmıştır. 'Balık', hidrodinamik bir şekele sahip olduğundan dalgalardan etkilenmemektedir. 'Balık'ın iskele ve sancak taraflarına piezoelektrik seramik elemanlardan yapılmış ve Uretan ile kaplanmış iki takım akustik sinyal gönderici transdüser yerleştirilmiştir. Bunlar aynı zamanda, yansıyan sinyalleri tutarak kayıt cihazına iletme görevini de yapmaktadır (Gönderme frekansı: 105 10 kHz, her iki taraftaki akustik hüzme yatay düzlemde  $1.2^\circ$ , düşey düzlemde  $20-50^\circ$  dir. Sinyal darge süresi 0,1 milisaniyedir. Sinyal görüş sahası iskele ve sancağa doğru 500'er metreye kadar genişleyebilmektedir.

Kayıt alıcı (Model-259-3) sistemin elektronik kisimlarının çogunu ve kayıt çizim mekanizmasını ihtiva etmektedir. Kayıt alıcı, kayıt kağıdını ortadan dışa doğru süpüren çift helezon elektrotlardan oluşmaktadır. İskele ve sancak yönünden alınan sinyaller güçlendirilerek, yazıcının iskele ve sancak helezonlarına akım olarak gönderilir. Bu akım özel yapılmış nemli kayıt kağıdından geçerek kağıttaki de-



**Şekil 4:** Sidescan sonar sisteminin "Balık" ünitesi.  
Siyah pencere akustik sinyallerin gönderildiği ve gelen yanıkların algılandığı yerdır.

Fig. 4 : Tow-fish unit of the sidescan sonar system.  
Dark window houses elements for sending and receiving acoustic signals.

mir iyonlarını, gelen sinyalin kuvvetine göre, değişik yoğunlukta açığa çıkarır ve böylece kağıda değişik koyuluk gösteren renk tonları verir. Bu suretle deniz tabanının grafik görüntüsünü (sonograf) meydana getirir. Kağıt üzerine kaydedilen alanın genişliği, bir düğme yardımı ile 50, 100, 125, 200, 250 ve 500 metre olarak (her iki tarafa doğru) ayarlanabilmektedir.

Kayıt cihazı ile suda çekilen "Balık" arasında 50 m uzunluğunda bir bağlantı kablosu mevcuttur. Sinyaller bu kablodan geçerek kayıt cihazına ulaşır.

AC ve DC konvertörü 230 VAC'de çalışmakta ve akımı 27 VDC'ye indirerek direkt olarak kayıt alıcıya iletmektedir. "Balık"ın ayrı bir enerji kaynağı yoktur.

3.12 Metot: Tekne önceden planlanmış hat boyunca seyrederken, kíc tarafından çekilen "Balık" transduserler yardımı ile iskele ve sancak taraflarına akustik sinyal gönderir. Yansıyan sinyaller yine transduserler tarafından tutularak elektrik akımına dönüşür ve yükseltgeçlerden geçerek kablo aracılığı ile teknedeki kayıt cihazına iletilir. Kayıt cihazının helezon elekrotroları merkezden dışa doğru hareket ederek sancaktan gelen sinyallerin sağ tarafa, iskeleden gelen sinyallerin sol tarafa kaydedilmesini sağlar. Böylece her yansıyan sinyal kağıt üzerinde merkezden itibaren sinyali yansitan maddenin "Balık"tan olan uzaklıği ile orantılı olarak işaretlenir. Bu şekilde tekne seyir hattı boyunca ilerlerken buna dik doğrultudaki sinyallerin oluşturduğu yansima çizgileri deniz tabanının grafiksel bir görüntüsünü (sonograf) meydana getirir. Sonograf üzerinde kaya, kum, çamur, çakıl, taş parçaları, bloklar gibi çeşitli izler kaydedilebilmektedir. Fakat oblik görüş açısının, tekne hızının ve de "Balık"tan olan uzaklığı göre değişen ölçeğin yarattığı distorsiyon nedeni ile bu kayıtlar direkt

olarak harita üzerine aktarılamaz.

Çalışma boyunca sık sık teknenin bulunduğu yer Trisponder cihazı ile saptanmış ve saptama anı sonograf üzerine kaydedilmiştir. Bu noktalar daha sonra 1:5000 ölçekli bir harita üzerine yerleştirilerek teknenin seyir hatları saptanmıştır. Sonograf üzerinde izlenen şekillerin kritik noktaları, gerçek uzaklıklar hesaplanarak (bu işlemde "Balık"ın deniz tabanından yüksekliği, şeklin sonograf üzerinde merkezden uzaklıği ve seyir hattı üzerindeki gerçek yeri dikkate alınmıştır) harita üzerine yerleştirilmiştir. Bu noktalar birleştirilerek körfəz tabanındaki litolojik değişikliklerden doğan görüntülerin sınırları jeolojik haritaya işlenmiştir.

Sidescan çalışmalarının yapıldığı seyir hatları Levha 6'da gösterilmiştir. Seyir hatları boyunca taranan alan 200-400 m arasında değiştiği dikkate alınırsa, 1:5000 ölçekli harita üzerinde bu alanın 4-8 sm. genişliğinde şeritler olarak belirlenmesi gerekeceği anlaşıılır. Levha 6'da gösterilen seyir hatları, bu şeritlerin orta çizgilerini temsil etmektedir. Sidescan sonografların araştırma alanını bazı yerlerde en az bir kez, çoğu yerlerde ise birden çok kez kapsaması sağlanmıştır. Bu çalışma boyunca, körfəz tabanında bulunan kayalık alanlar, çamur, kum (akıntı izleri dahil) ve kum/çamur karışımı olan alanlar belirlenmiştir. Kayıtlar üzerinde parçalı lekeli görülen kısımların ise yosunlu yerler olduğu anlaşılmıştır.

3.13 Hata kaynakları: Sidescan sonar araştırma sonuçlarında hata yaratabilecek başlıca kaynaklar şunlardır : 1- Navigasyon ve seyir esnasında tekne pozisyonunun saptanması ("fix" istasyonlar), 2- Sonograf kalitesi, 3- Sonografların değerlendirilmesi, 4- Verilerin harita üzerine aktarılması.

1- Navigasyon: Seyir esnasında başlangıç ve ara istasyon yerlerinin tespitinde DECCA Trisponder sistemi kullanılmıştır. Bu noktaların yerleri  $\pm$  3 metrelük bir hata getirebilir. Ancak bu çalışmada her an bu hatanın ihmali edilebileceği açıklıdır (çoğunlukla 125 ve 200 metrelük genişlikler kullanıldığından, hatlar boyunca 250-400 metre genişliğinde bir alan taranmıştır).

2- Sonograf kalitesi: Sonograf, televizyon ekranında olduğu gibi, çizgilerin ardarda gelmesi ile görüntü oluşmaktadır. İyi bir kayıt ancak çizgilerin birbirlerine yakın ve düzgün olarak yerleşmesi ile mümkündür. Çalışma esnasında elektrotların mekanik arıza çıkartması veya jeneratörün neden olduğu sinyal girişimleri sonucu zaman zaman kötü kalitede kayıt alınması önlenmemiştir. Ancak genelde bu arızalar giderilerek kayıtların daha kaliteli olması sağlanmıştır.

Sonograf kalitesini etkileyen diğer bir husus ise kayalık sıç bölgeleinin çalışılması sırasında ortaya çıkmıştır. "Balık"'ın dipteki kayalara çarpıp zarar görmesini önlemek için bir balon askı ile su yüzeyine yakın (2 m) seyri sağlanmıştır. Dalgasız zamanlarda bu yöntem başarılı olmuşsa da, dalgalı havalarda, "Balık"'ın sıçramalı seyri iyi kaliteli kayıt alınmasını önlemiştir.

Bütün bunlara rağmen önemli bölgelerin tekrar tekrar taranması, iyi olmayan kayıtlarda gözden kaçırılan bazı detayın kayda alınmasını sağlamıştır.

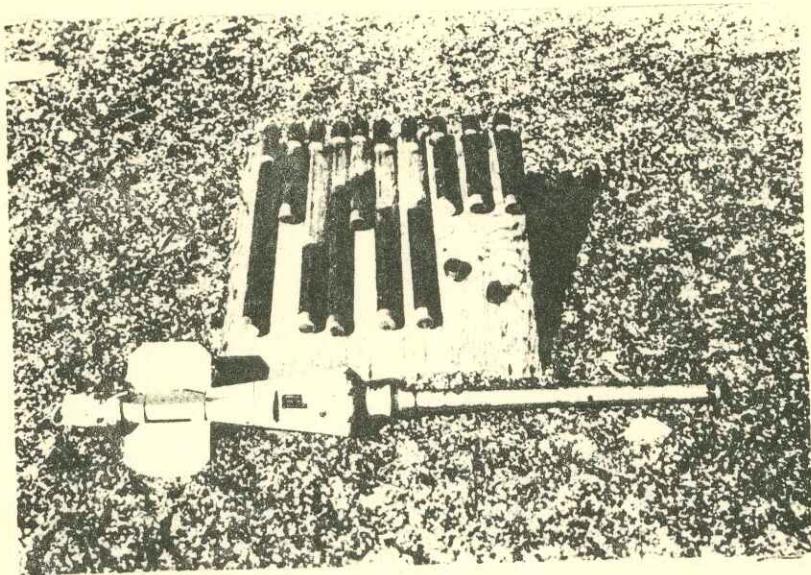
3- Değerlendirme: Sonografların değerlendirilmeleri için yapımçı firmaların kataloglarından yararlanılmış, ayrıca kritik bölgelerde dibe dalgıç indirmek veya dipten örenmek suretiyle doğrudan gözlemlerle kontrollar da yapılmıştır.

4- Veri aktarılması: Sonograf verilerinin harita üzerine aktarılması için değişik litolojileri gösteren kısımlara ait noktaların özel bir hesaplama yolu ile harita üzerine yerleştirilmelerini gerektirmektedir. Haritalanan bu anahtar noktalar, orjinal sonograf kayıtları ile de karşılaştırılarak, birbirlerine egrilerle birleştirilmiştir. Hesaplar ve çizim işlemleri devamlı kontrol edilerek hataların en alt düzeye indirilmesine çaba gösterilmiştir. Ancak dalgalı denizde "Balık"'ın sallanması sonucu meydana gelen küçük ölçekli distorsiyonun farkedilmesi ve kompanse edilmesi mümkün değildir. Bu nedenle sonograflardan aktarılan verilerle hazırlanan harita (Levha 7) yüksek hassasiyette bir harita olarak düşünülmemeli, kalitatif olarak değerlendirilmelidir. Elde edilen bilgiler, yandan bakışlı bir radar görüntüsünden veya bir oblik hava fotoğrafından elde edilen bilgilere benzer hassasiyet derecesi göstermektedir.

### 3.2 Taban sedimentlerinin örneklenmesi

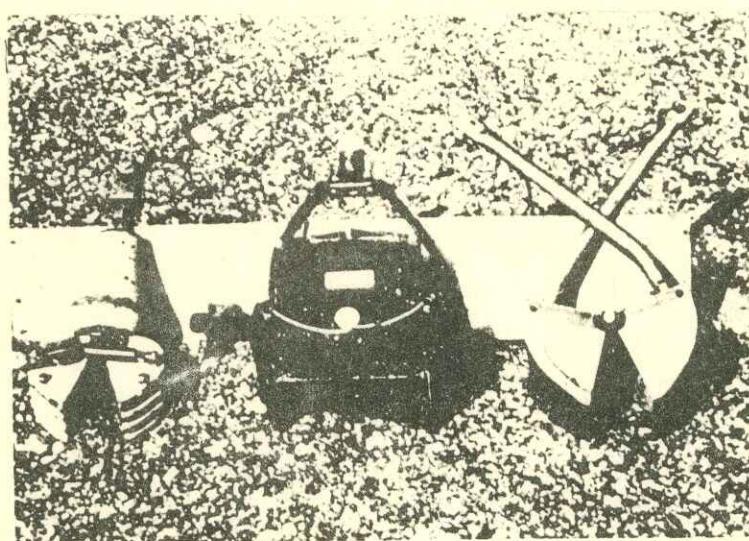
3.21 Cihazlar: Akkuyu körfezinde tabandan ve daha derinlerden sediment örneği almak için ağırlıklı sonda (60 santimetre uzunlukta ve 5 santimetre çaplı) ve değişik tiplerde kepçe önekleyiciler kullanılmıştır.

Ağırlıklı sonda (Şekil 5), aşağıdaki nedenlerden ötürü çoğunlukla başarısız sonuçlar vermiştir: 1- Kumlu bölgelerde tabandan alınan kum sonda içerisinde geri akmıştır. 2- Çakılı ve kayalık bölgelerde örnek almak mümkün olamamıştır. Bu bölgelerde sondanın keskin uçları sert yüzeye çarptığından zarar görmüştür. 3- Çamurlu veya çamurlu kumu bölgelerde ise alınabilen örnekler, sadece 10-40 santimetre uzunlukta ve sedimenter değişimler göstermemektedir. Bu nedenle tüm örnekleme çabaları taban yüzeyi kepçe örneklenmesine yöneltilmiştir. Kullanılan üç önekleyiciden, Van-Veen tipi (Şekil 6, sağdaki) Akkuyu ortamı için en pr-



Şekil 5: Ağırlıklı sonda ve bazı alınmış taban örnekleri

Fig. 5 : Gravity cover with some recovered samples



Şekil 6: Kepçe örnekleyiciler. Van-Veen tipi sağdadır.

Fig. 6 : Grab samplers. Van-Veen on the right

tik ve en uygun örnekleme yöntemi olmuştur.

3.22 Metot: Araştırmalar süresince küçük bir Van-Veen tipi kepçe örnekleme yöntemi kullanılarak toplam 82 taban örneği alınmıştır (Levha 7). Taban örneği alınan noktaların yerleri Trisponder navigasyon sistemi kullanılarak belirlenmiştir. Uzaklık ölçümleri, sürüklenebilme ve akıntı etkilerini ortadan kaldırabilmek için teknenin bulunduğu yer örnekleme yöntemi tam tabana olduğu anda kaydedilmiştir. Tabandan alınan örnekler çift plastik torba içerisinde yerleştirilmiş, numaralandırılmış, kaydedilmiş ve kısaca tanımlanmıştır. Eğer örnek ile birlikte yosun da alınmışsa, boyu ölçülecek kayda alınmıştır.

3.23 Alınan Ölçüler: 82 örneğin hepsinin (S serisinden 7, T serisinden 14 ve U serisinden 61 adet) granülometrisi sulu eleme tekniği kullanılarak incelenmiştir (Çizelge 1 ve 2). Seçilmiş örnek sonuçları histogram olarak (Şekil 7-12) ve ayrıca tane boyu dağılımı kümülatif eğrileri (ardıtmek olasılık grafik kağıdına çizilmiş) olarak gösterilmiştir (Şekil 13-18).

Sediment analizi sonucunda iki ana sınıf ortaya çıkmıştır: Kum çoğunluklu (Kum) ve çamur çoğunluklu (Kumlu çamur) sedimentler. Kum, çalışılan bölgenin büyük bir kısmı ile kayalık platform yüzeylerini kaplamaktadır. Bu kumlar çok az çamur yüzdesi içermektedir. Bunların yüzeylerinde, çok iyi şekillenmiş akıntı yapıları görünümünde olan akıntı dalgacıklarına sık olarak rastlanmaktadır. Ayrıca dağınık öbekler halinde yosunlar da görülmektedir.

Kumların, ortalama dalga tabanına yakın bölgelerde (10--20 m derinlik) çökeldiği açık bir şekilde görülmektedir. Daha sıçrılıklı bölgelerdeki kumlarda yıkama/savrulma nedeni ile çok daha az miktarda çamura rastlanmaktadır. Örneğin S 9 örneği (Akkuyu Körfezi güney koyu) % 90'dan

Gizelge 1 : Granülometri. analizi; her tane boyu sınıfındaki malzeme yüzdesi

Tablo 1 : Grainsize analysis; percentages in each class

Sample Station	Microns Ø-Units	>1000 <(0)	1000-500 (0)-1		500-250 1-2		250-125 2-3		125-63 3-4		<63 >4	
S.1	0.1	0.2	1.4		39.3				48.2		10.8	
S.4	0.6	0.2	0.2	0.2	7.9				76.6		14.5	
S.5	0.2	0.2	0.3		3.2				86.8		27.4	
S.6	0.3	0.4	0.6	0.6	1.8				27.6		69.5	
S.9	13.9	35.1	36.7	36.7	13.6				0.4		0.2	
S.13	0.1	0.1	0.1	0.1	2.4				39.1		58.1	
S.15	3.4	2.3	2.8	2.8	5.8				42.0		43.7	
T.1	-	0.8	1.20	1.20	42.0				52.0		1.9	
T.2	-	1.6	13.40	13.40	74.2				9.4		0.8	
T.3	-	0.4	1.20	1.20	56.0				40.6		1.3	
T.4	-	8.2	22.9	22.9	41.9				22.8		3.40	
T.5	-	1.0	0.4	0.4	4.1				63.0		29.60	
T.6	-	0.8	0.5	0.5	5.0				61.2		32.40	
T.7	22.2	16.2	8.0	8.0	4.6				9.4		36.60	
T.8	-	0.3	0.7	0.7	4.8				45.7		48.2	
T.9	-	0.9	0.6	0.6	2.0				58.1		38.50	
T.10	-	10.0	3.1	3.1	5.5				43.1		39.8	
T.11	-	1.1	0.5	0.5	3.4				30.8		64.1	
T.12	-	0.3	2.0	2.0	56.9				35.8		3.10	
T.13	-	-	1.0	1.0	64.4				34.0		2.00	
T.14	-	-	-	-	0.2				68.1		27.7	

Cizelge 1 : (Devam 1)  
Table 1 : Continued 1)

Sample Station	Microns <u>Ø-Units</u>	>1000		1000-500		500-250		250-125		<63	
		<(0)	(0)-1	2.2	4.5	17.3	64.7	11.1	3-4	>4	0.8
U 6	-	0.1	9.3	65.2	25.4	-	-	-	-	-	-
U 11	-	3.8	23.5	57.7	14.9	-	-	-	-	-	-
U 12	-	0.2	12.6	81.7	5.5	-	-	-	-	-	-
U 13	-	0.9	3.2	56.8	39.0	-	-	-	-	-	-
U 21	-	0.2	3.0	60.2	36.6	-	-	-	-	-	-
U 22	-	0.9	3.2	56.8	39.0	-	-	-	-	-	-
U 26	-	0.9	2.4	28.0	59.7	58.0	25.5	8.8	8.8	42.8	53.0
U 29	-	0.9	10.9	7.0	-	-	-	-	-	-	-
U 30	33.3	14.5	1.1.0	2.8	-	-	-	-	-	-	-
U 37	-	0.3	2.0	3.6	48.5	44.5	-	-	-	-	-
U 38	0.8	0.6	0.8	6.5	55.2	37.3	-	-	-	-	-
U 39	-	0.2	2.3	61.6	35.8	-	-	-	-	-	-
U 44	-	0.3	0.8	67.3	23.8	-	-	-	-	-	-
U 45	-	0.9	8.0	-	-	-	-	-	-	-	-
U 46	-	1.1	31.2	64.5	3.1	-	-	-	-	-	-
U 47	0.9	11.8	39.0	26.8	16.6	-	-	-	-	-	-
U 48	-	3.6	11.1	80.8	4.5	-	-	-	-	-	-
U 49	1.3	5.3	6.6	60.2	26.5	-	-	-	-	-	-

Cizelge 1 : (Devam 2)

Table 1 : (Continued 2)

Sample Station	Microns Ø-Units	> 1000		1000-500		500-250		250-125		< 63	
		< (0)	> (0)	(0)-1	1-2	2-3	3-4	> 4			
U 51	0.4	9.5	39.4	31.6	17.2	2.2					
U 52	0.3	2.4	8.2	70.9	18.1	-					
U 54	-	1.2	12.8	78.5	7.4	-					
U 59	-	-	0.8	40.3	54.7	4.2					
U 60	-	-	0.7	62.6	36.4	0.2					
U 61	-	-	0.2	36.5	58.9	4.4					

Çizelge 2 : Granülometri analizi; başlıca parametreler.  
Table 2 : Significant Parameters of grainsize analyses.

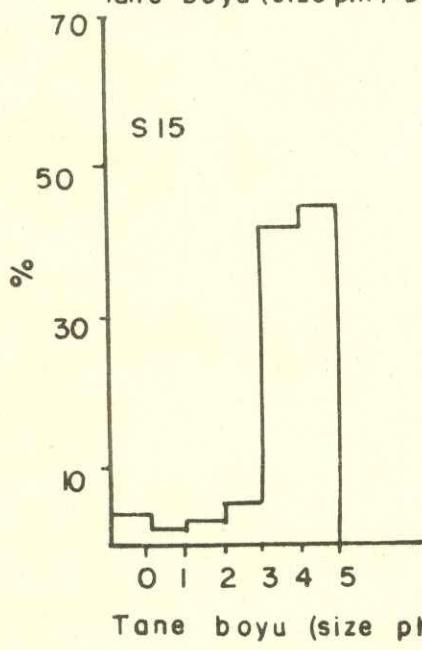
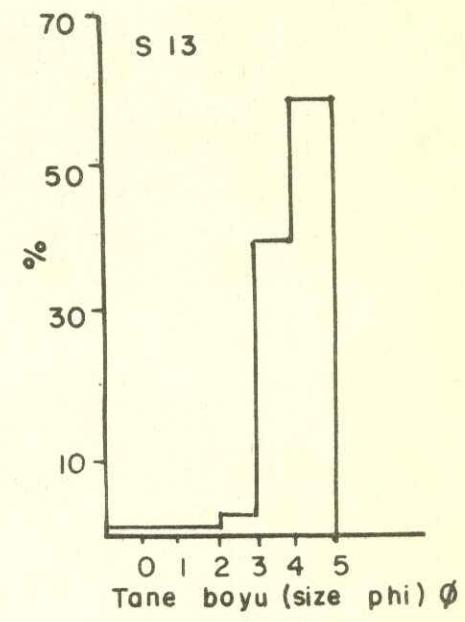
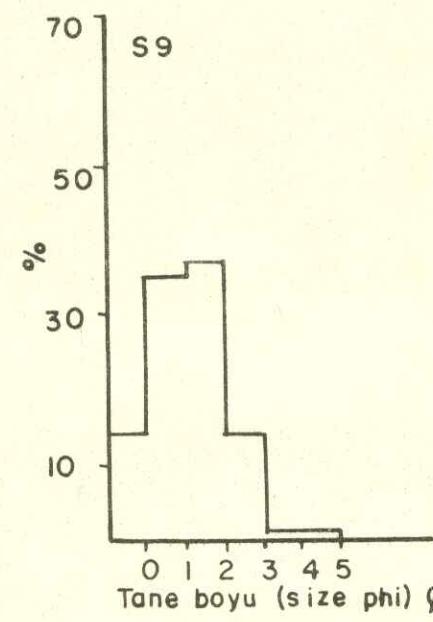
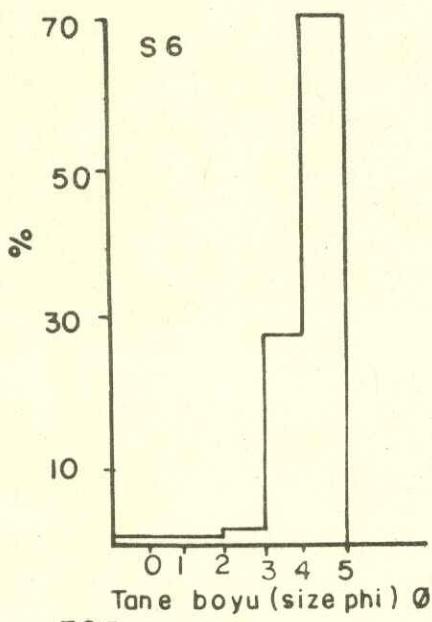
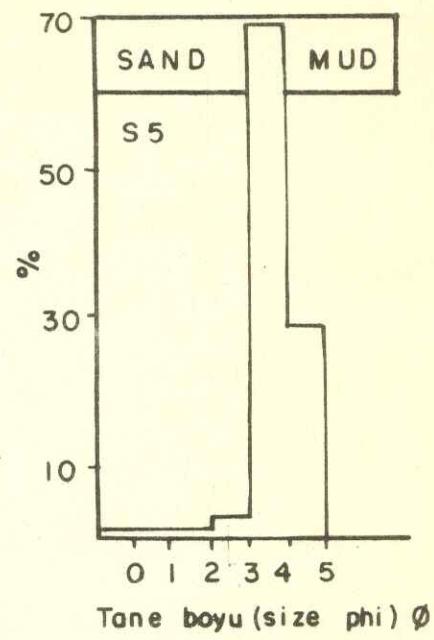
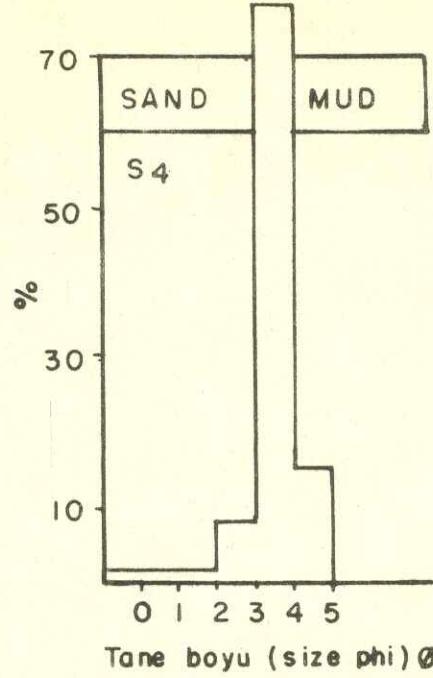
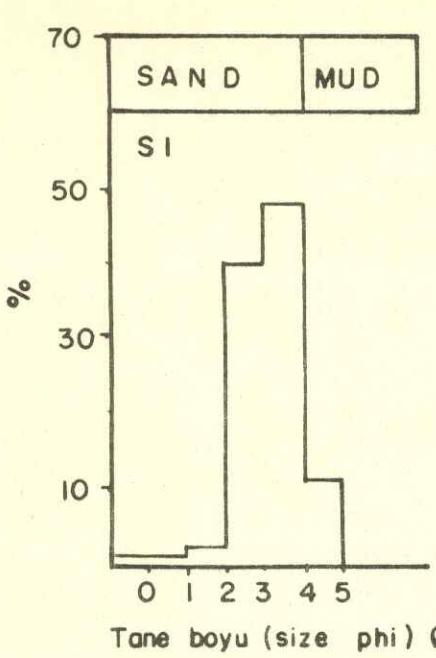
Örnek Sample	Azami büyütülük Maximum size	(First Percentile)	Medyan büyütülük Median size		Kum Sand %	Camur Mud %	<u>Kum/Camur</u> <u>Sand/Mud</u> ratio
			Ø-Units	microns			
S 1	1.70	310	3.00	125	89.0	11.0	8.26
S 4	2.00	250	3.60	82	85.0	15.0	5.58
S 5	2.25	230	3.50	90	72.0	28.0	2.65
S 6	1.90	260	4.30	56	43.0	66.0	0.44
S 9	-4.25	19250	1.05	480	99.5	0.5	564.30
S 13	2.90	135	4.10	58	40.0	60.0	0.72
S 15	-1.50	2850	3.85	70	57.0	43.0	1.29
H 1	1.65	318	3.10	116	97.7	2.3	42.48
T 2	0.80	574	2.4	189	99.3	0.7	141.86
T 3	1.75	297	2.9	134	98.6	1.4	70.43
T 4	0.00	1000	2.4	189	96.5	3.5	27.57
T 5	0.75	594	3.68	78	74.0	26.0	2.85
T 6	2.10	233	3.7	76	70.0	30.0	2.33
T 7	-3.40	556	2.5	176	65.0	35.0	1.86
T 8	2.40	189	4.0	62	50.0	50.0	1.00

**Çizelge 2 : (Devam 1)**  
**Table 2 : (Continued 1)**

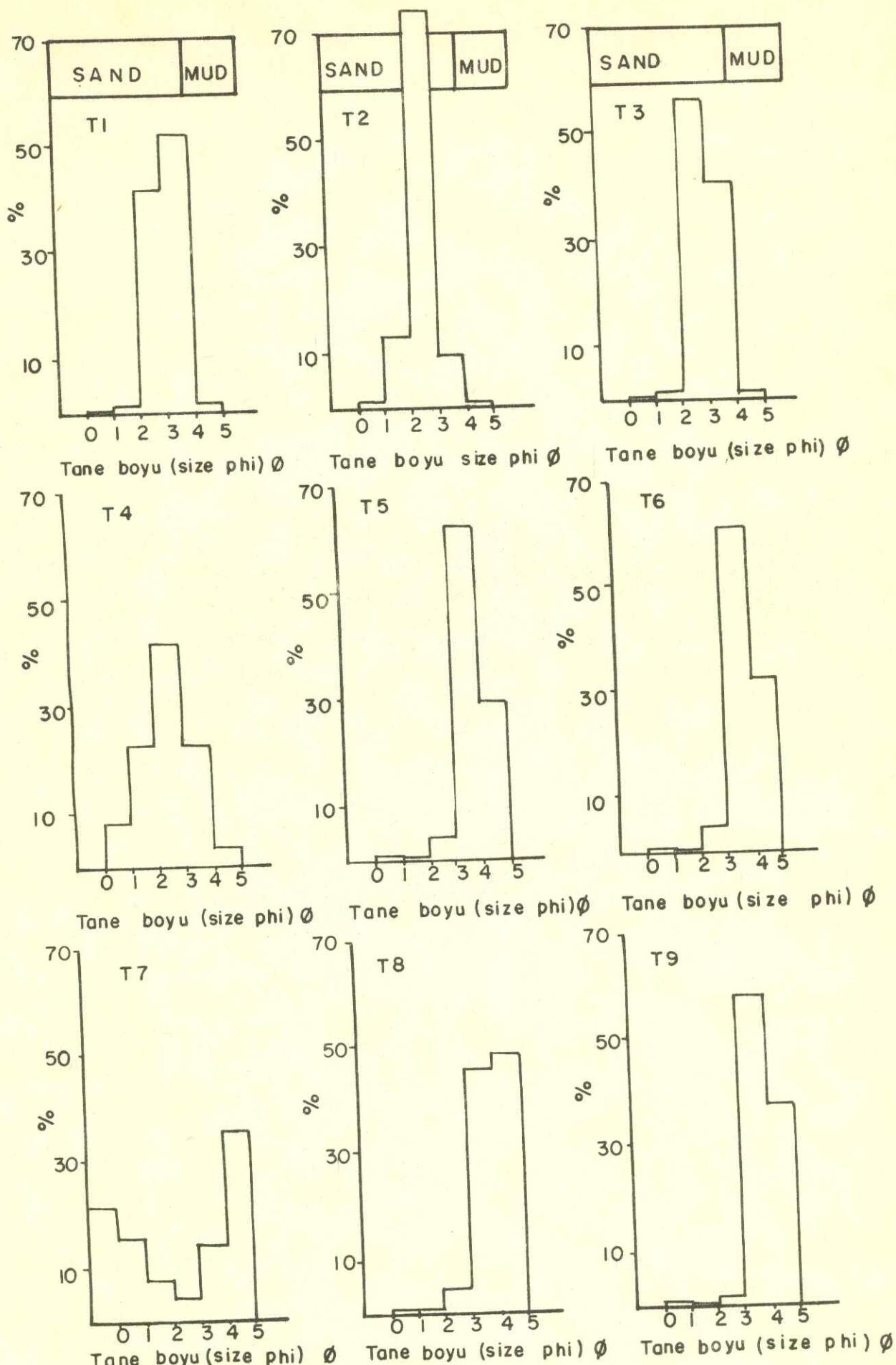
Örnek Sample Sample Station	Azami büyütülük Maximum Size (First Percentile) $\varnothing$ - Units	Median büyütülük (50 th Percentile) $\varnothing$ -Units	Kum		Çamur Sand %	Çamur Mud %	Çamur/ Kum ratio
			microns	microns			
T 14	2.03	244	2.80	143	97.0	3.0	32.33
U 6	-0.60	1515	2.27	207	99.1	0.9	110.11
U 11	1.43	371	2.67	157	99.99	0.01	9999.00
U 12	0.75	594	2.90	139	99.99	0.01	9999.00
U 13	1.30	406	2.45	189	99.99	0.01	9999.00
U 21	0.08	946	1.87	273	99.99	0.01	9999.00
U 22	1.57	336	2.86	137	99.99	0.01	9999.00
U 29	1.61	327	3.27	103	92.0	8.0	11.50
U 30	-6.65	100427	1.25	420	82.0	18.0	4.56
U 37	1.8	287	3.9	67	57.0	43.0	1.33
U 38	0.8	574	3.94	65	54.0	46.0	1.17
U 39	2.0	250	3.8	71	63.0	37.0	1.70
U 44	-1.8	287	2.85	138	99.99	0.01	9999.00
U 45	1.52	348	2.65	159	99.99	0.01	9999.00
U 46	1.30	406	2.20	217	99.99	0.01	9999.00

Çizelge 2 : (Devam 2)  
Table 2 : (Continued 2)

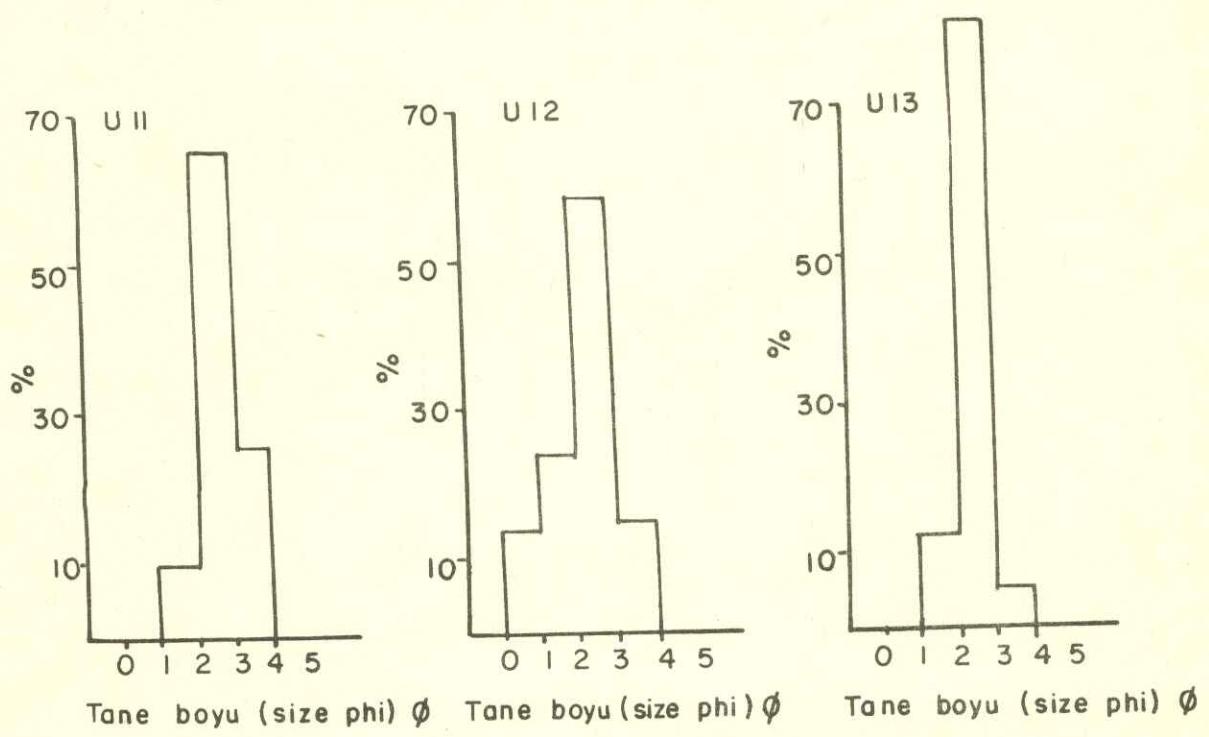
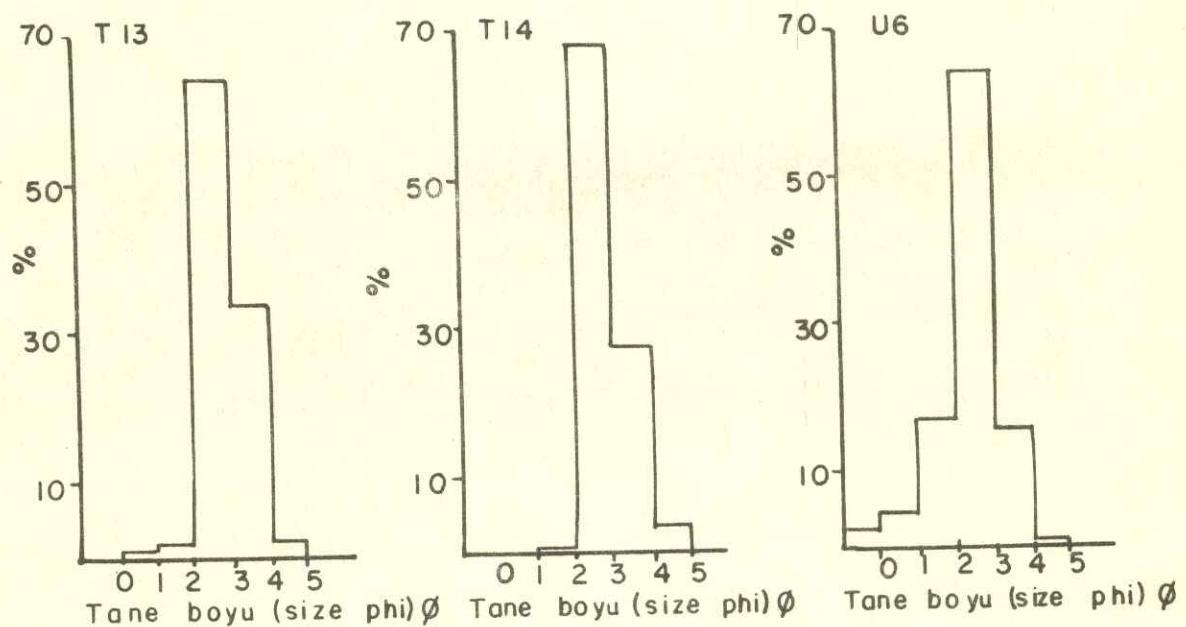
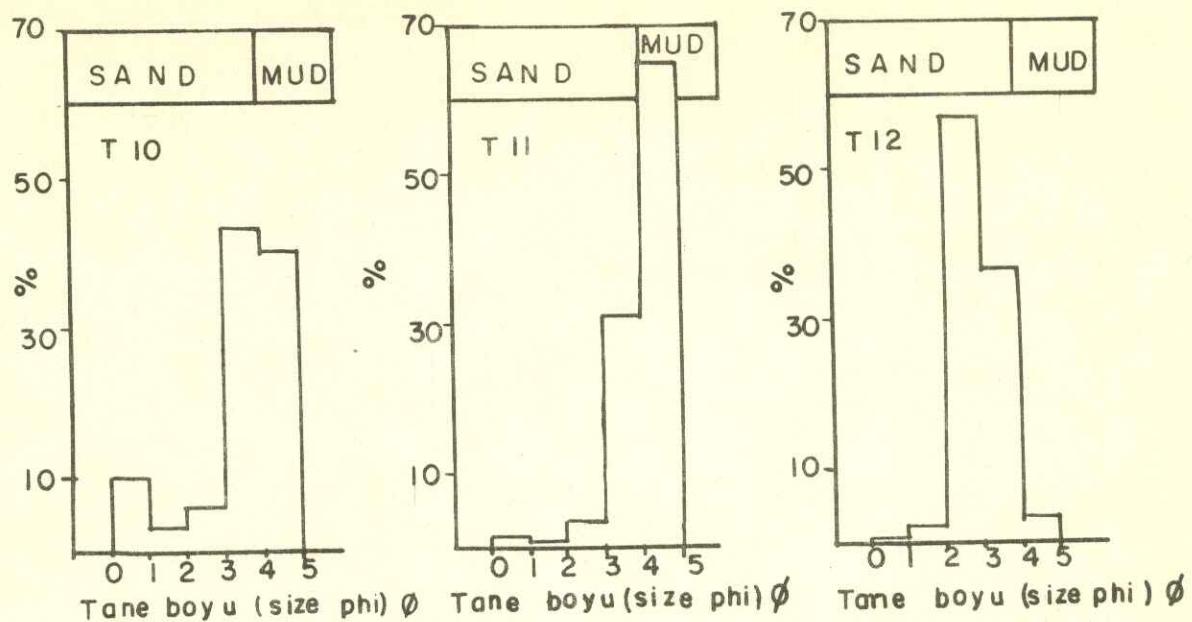
Örnek	Azami Büyüklük (First percentile)	Medyan büyülüklük (50 th percentile)			Sand %	Mud %	Kum/Camur ratio
		Maximum size (First percentile)	Median size (50 th percentile)	$\phi$ -Units microns			
Sample Station	$\phi$ -Units microns	$\phi$ -Units microns	$\phi$ -Units microns	Sand %	Mud %	Kum Camur	Kum/Camur oranı
U 47	0.00	1000	1.98	253	95.00	5.0	19.00
U 48	1.50	353	2.38	192	99.99	0.01	9999.00
U 49	-1.80	3482	2.68	156	99.99	0.01	9999.00
U 51	0.20	870	2.06	239	96.8	2.2	44.45
U 52	0.45	732	2.60	164	99.99	0.01	9999.00
U 54	1.46	363	2.45	183	99.99	0.01	9999.00
U 59	1.90	267	3.11	115	95.5	4.5	21.22
U 60	1.94	260	2.90	134	99.75	0.25	399.00
U 61	2.03	244	3.20	108	95.0	5.0	19.00
T 9	2.30	203	3.90	67	60.0	40.0	1.50
T 10	-2.70	6480	3.85	69	57.0	43.0	1.33
T 11	0.70	615	4.60	41	34.0	66.0	0.52
T 12	1.42	372	2.88	135	96.0	4.0	24.00
T 13	2.10	233	2.87	136	98.3	1.7	57.82

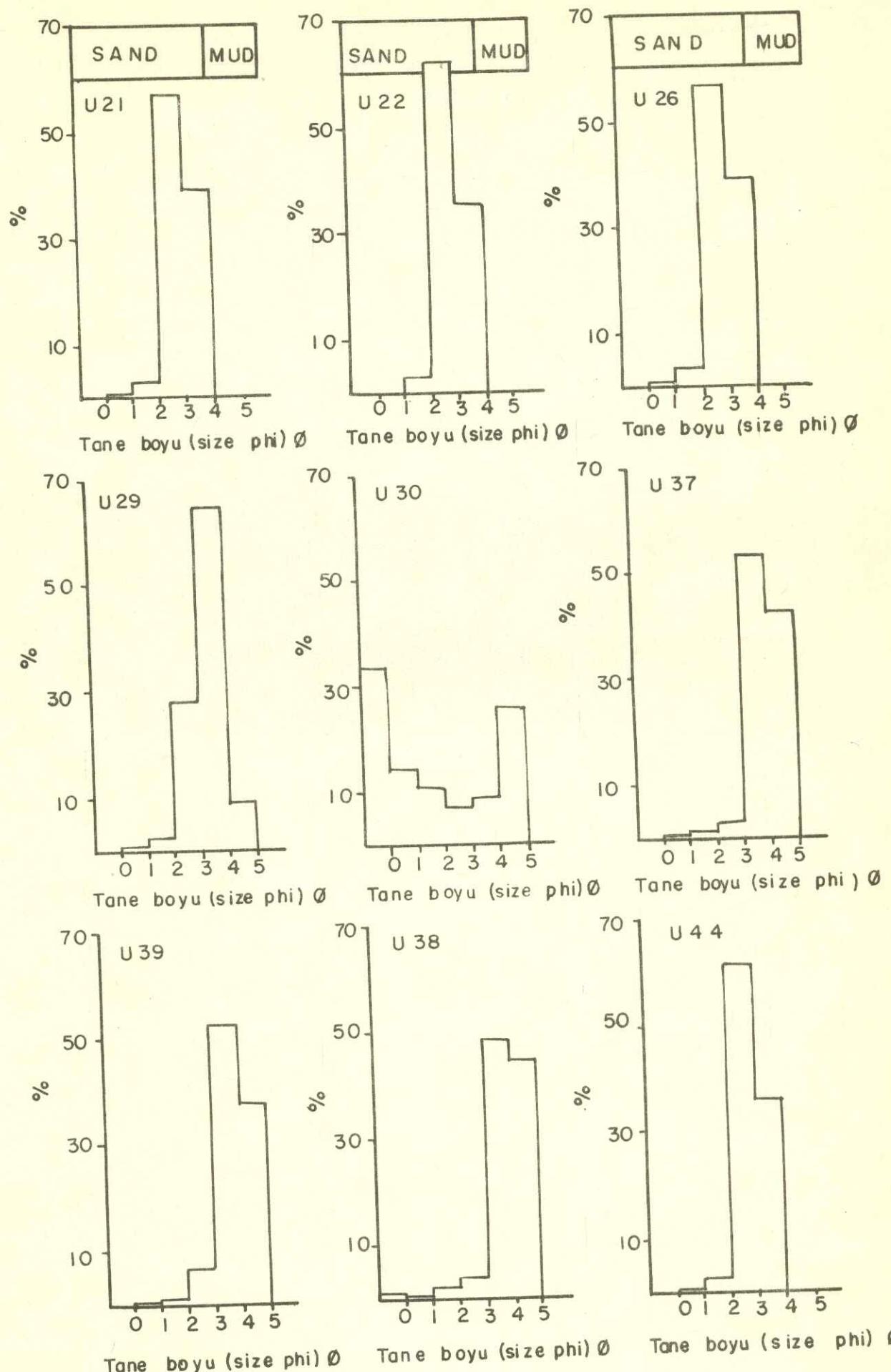


$\phi$	mm
-2	4.000
-1	2.000
0	1.000
1	0.500
2	0.250
3	0.125
4	0.062
5	0.031

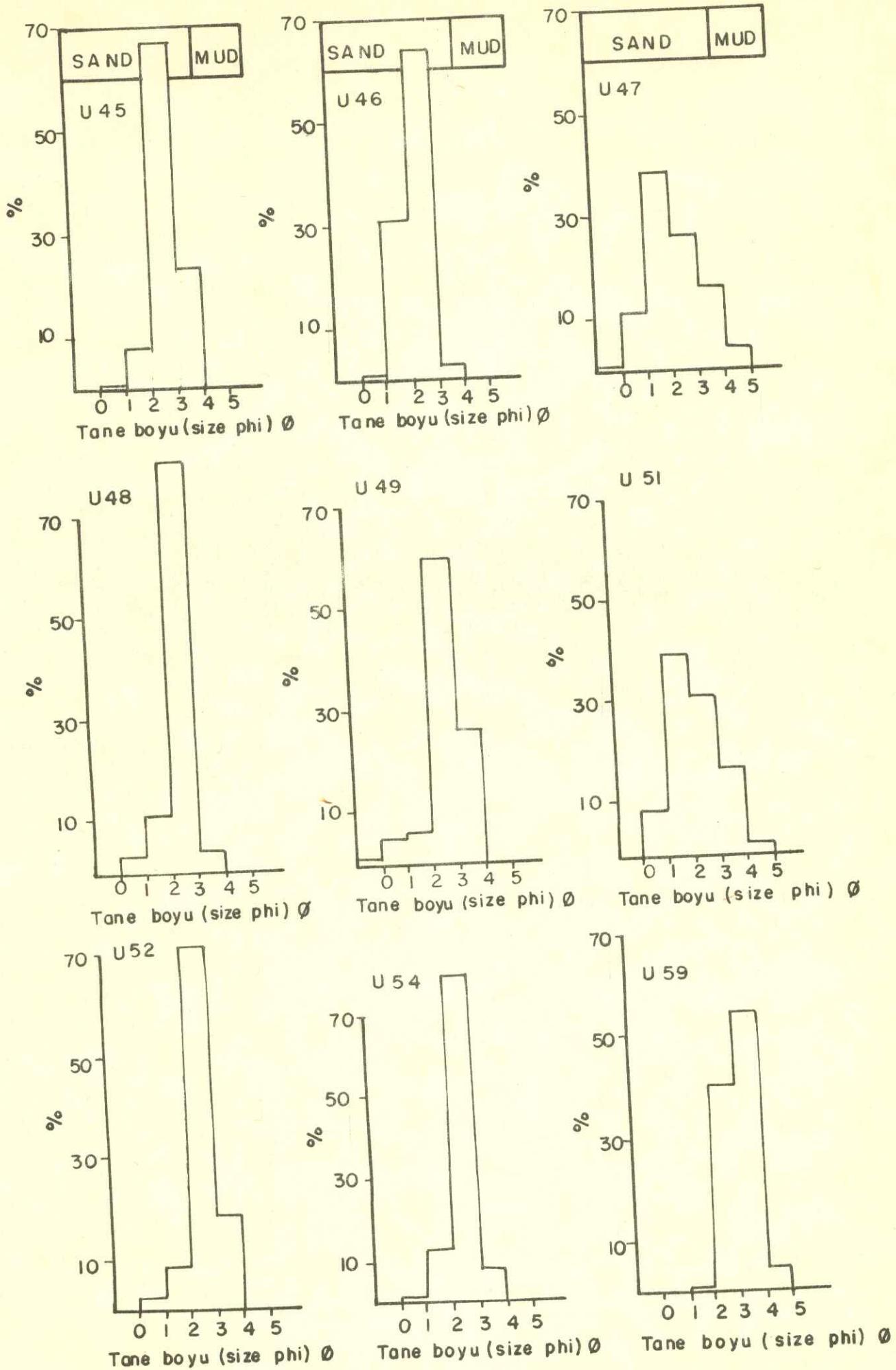


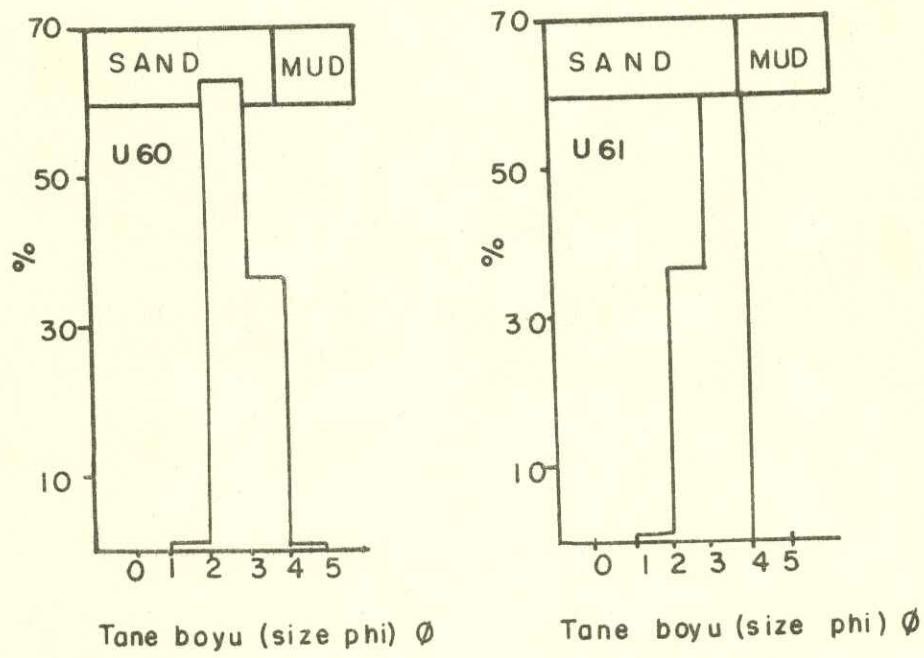
Sekil (Fig.) 8



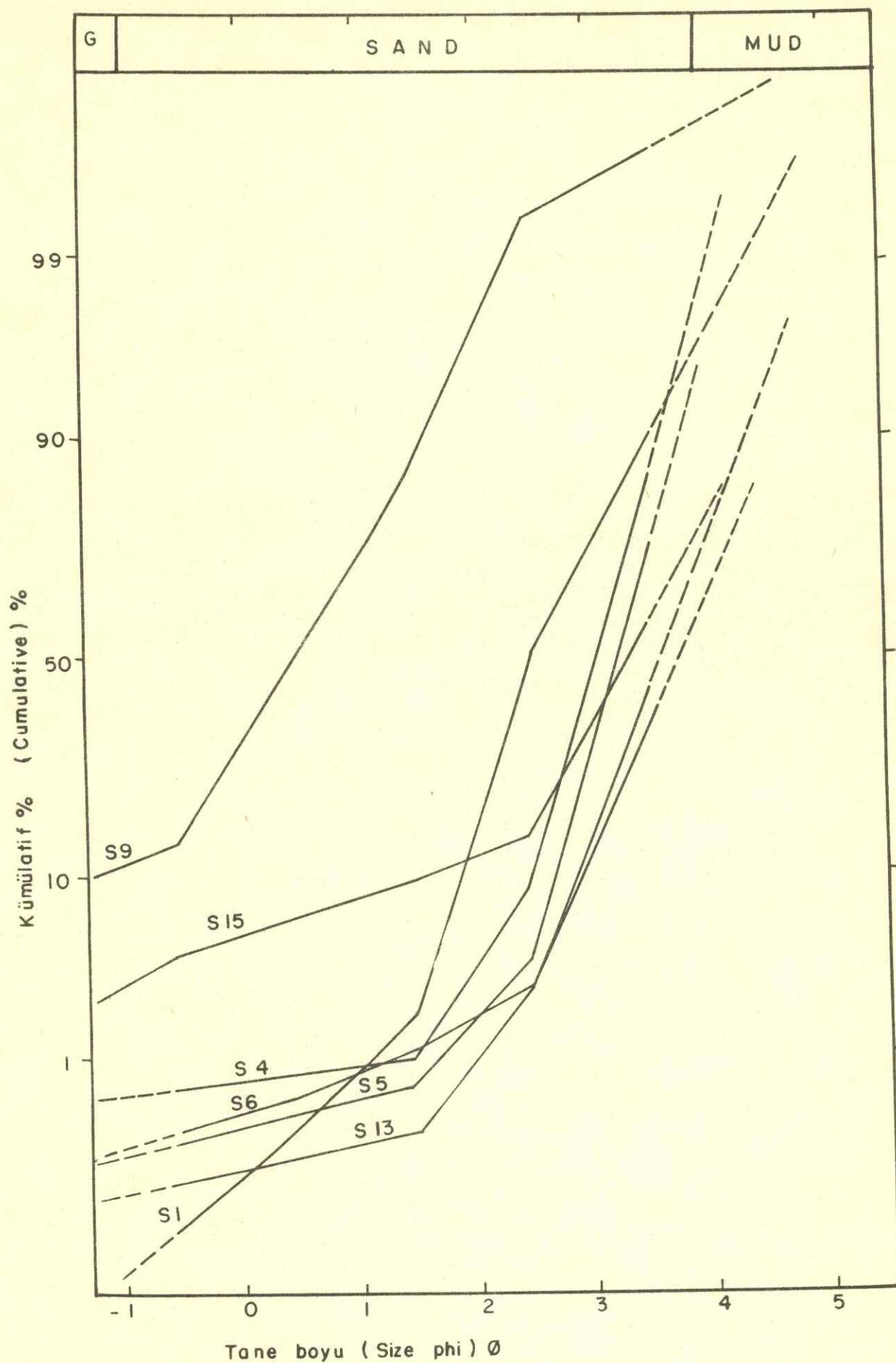


Sekil (Fig.) 10

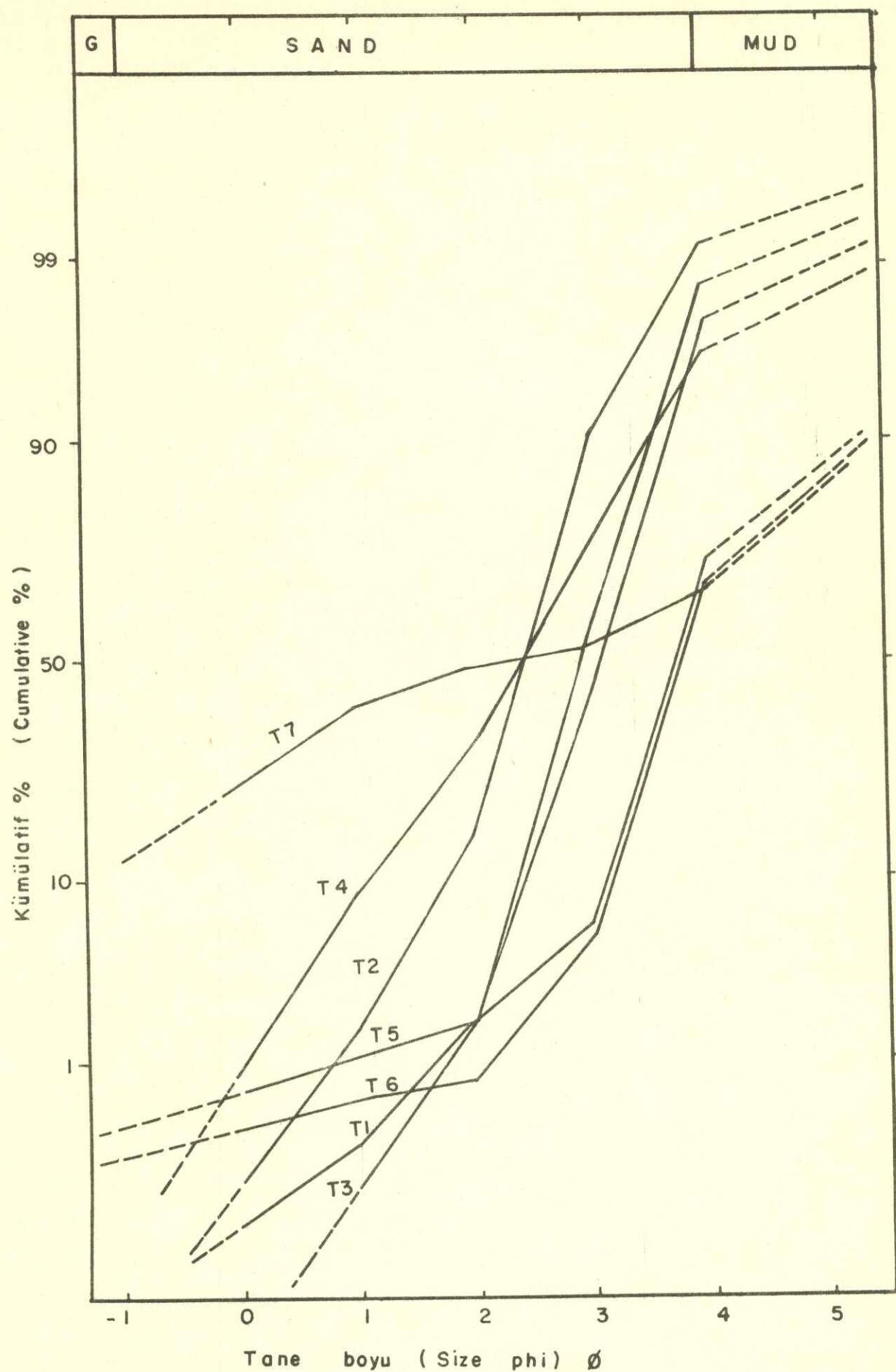




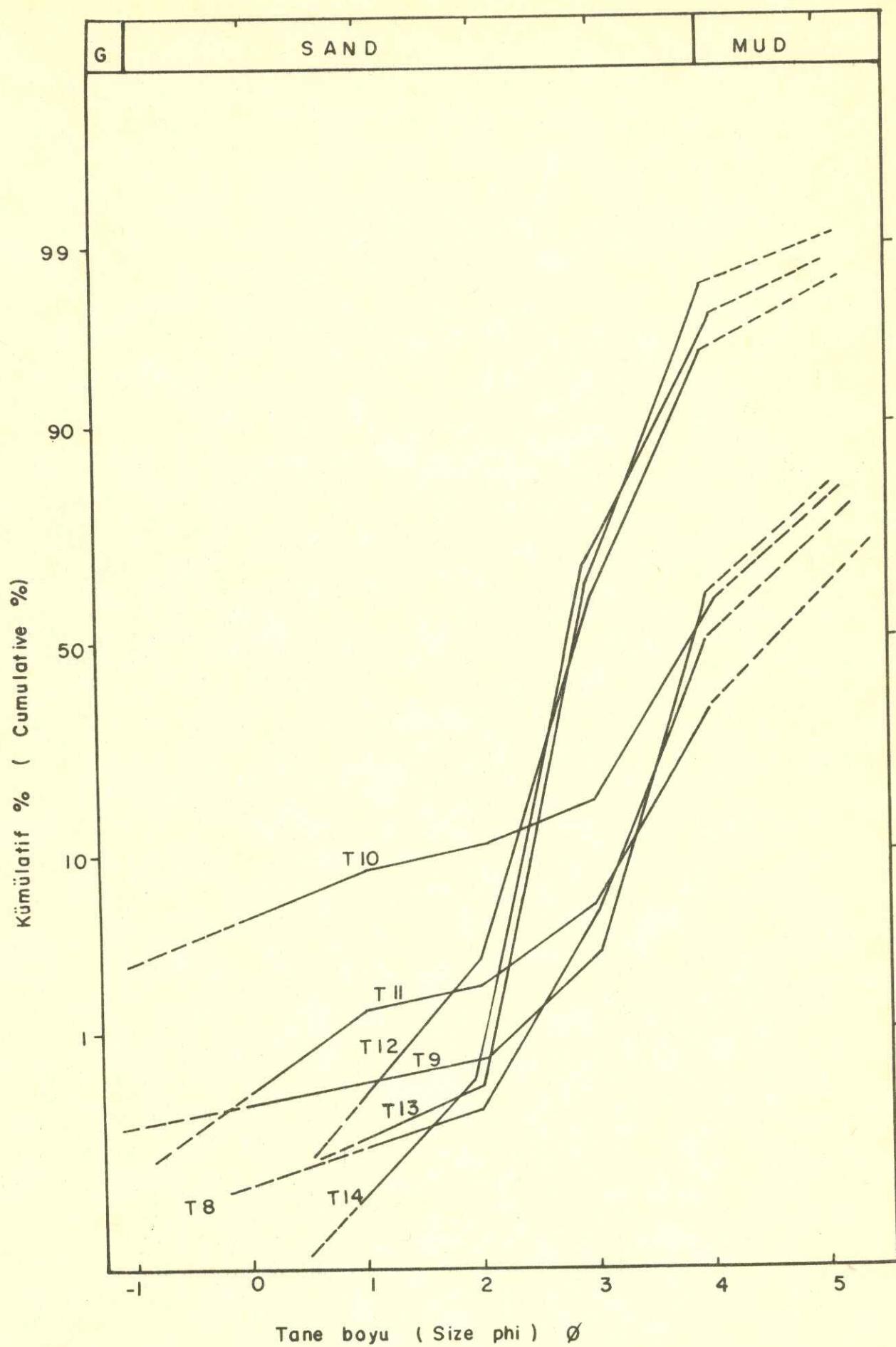
Sekil (Fig.) 12



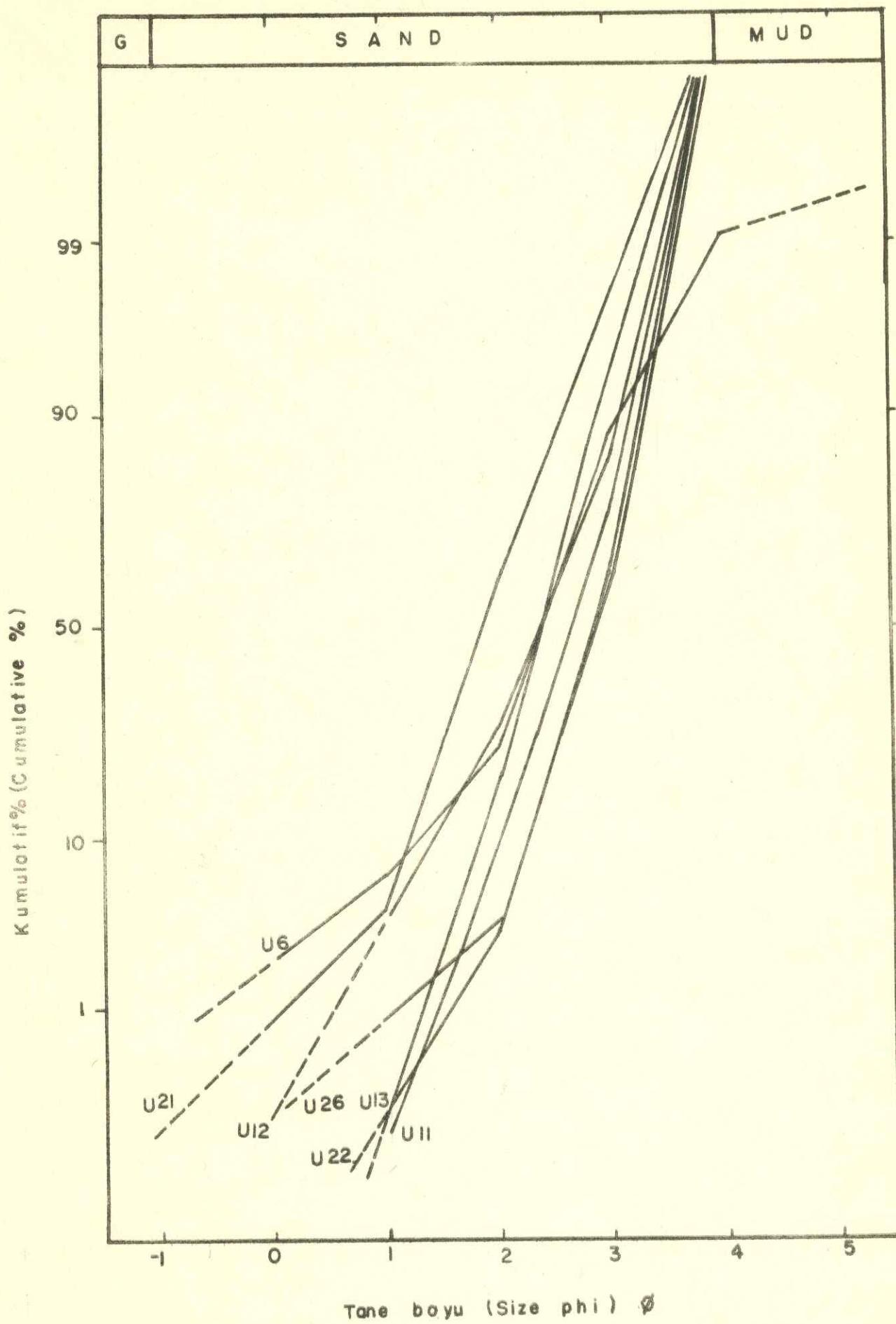
**Şekil (Fig.) 13**



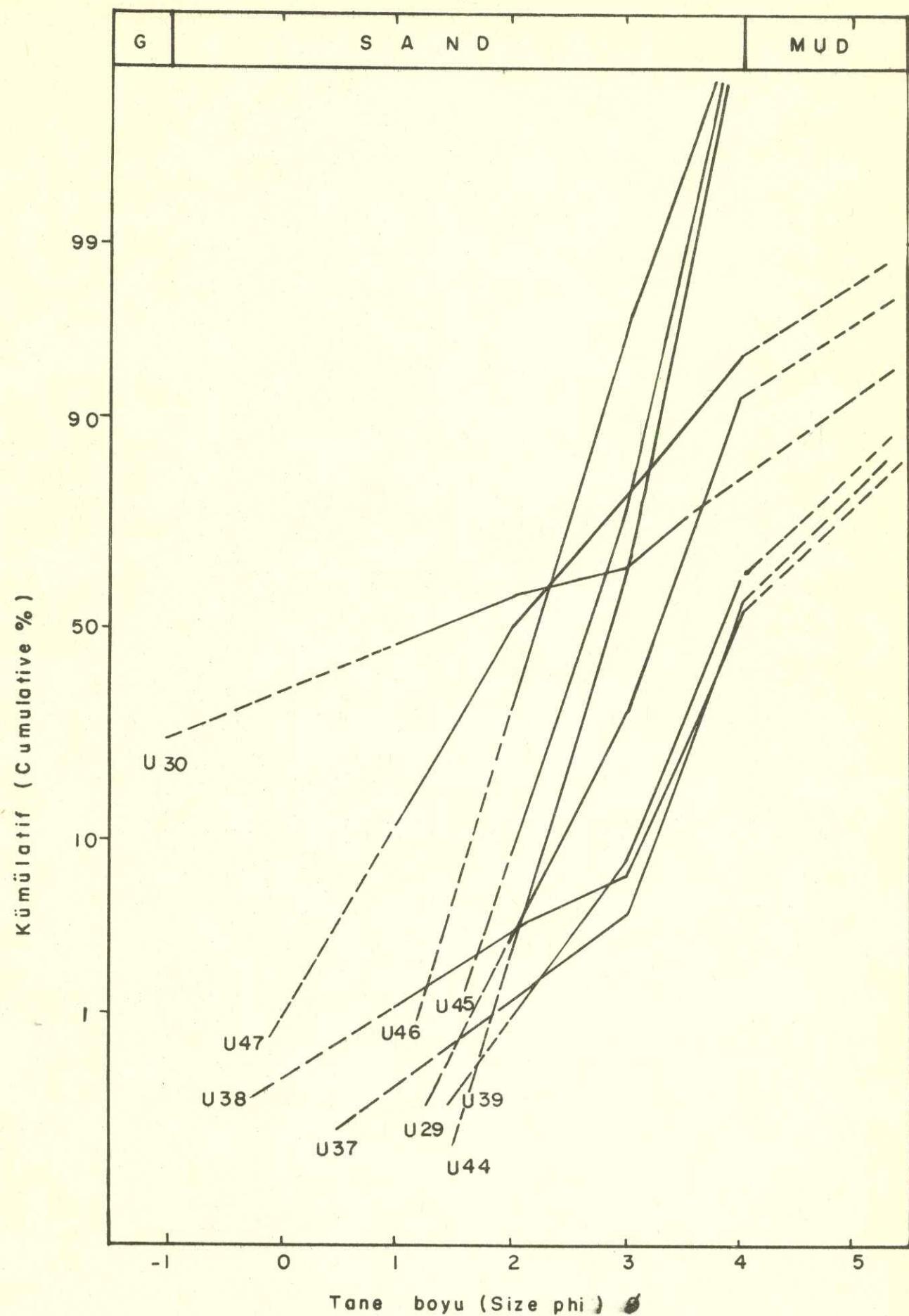
Sekil (Fig.) 14



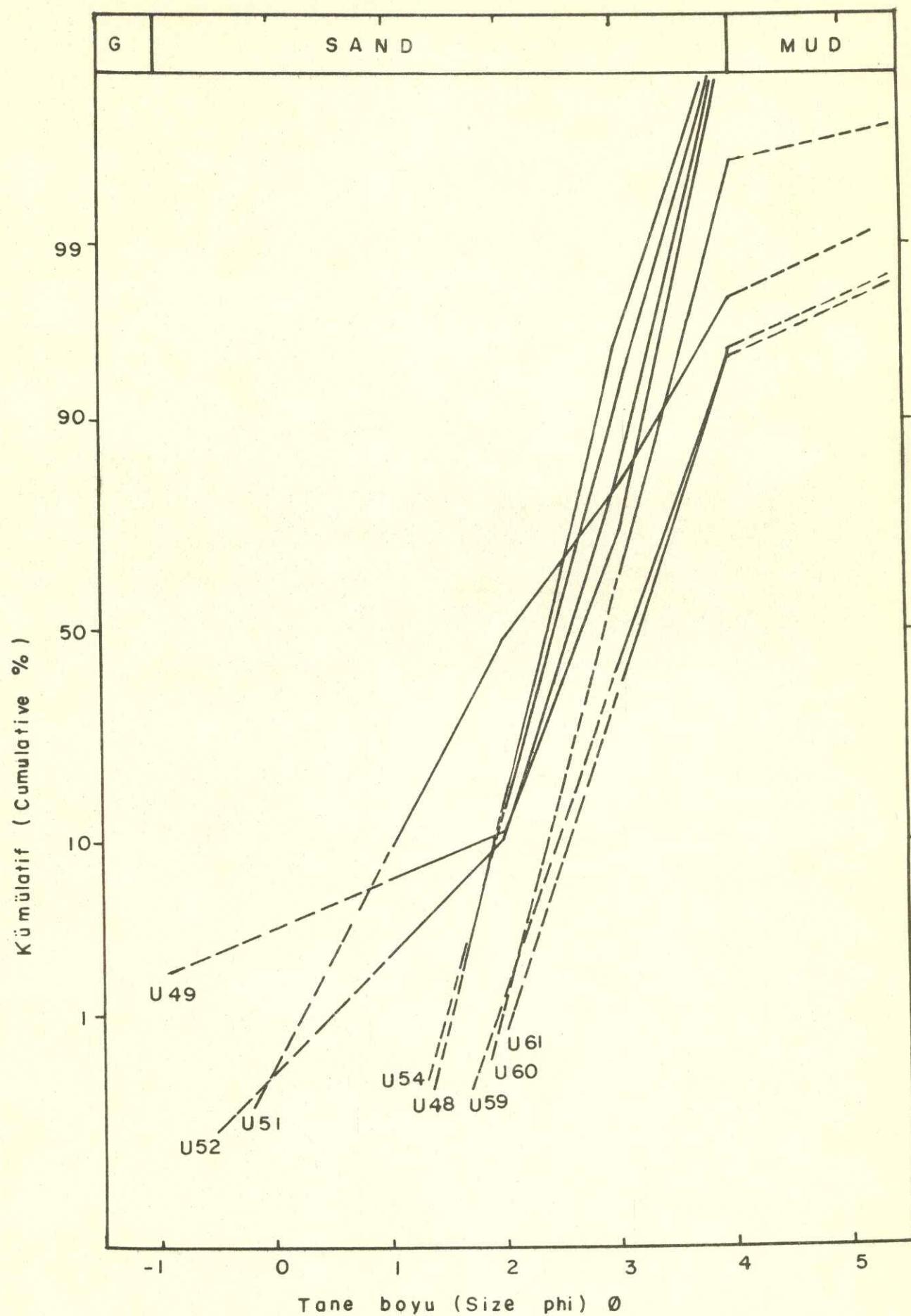
Sekil (Fig.) 15



Sekil (Fig.) 16



### Sekil (Fig.) 17



Sekil (Fig.) 18

fazla kum içermektedir ki kaba kısımda bir fazlalık (iri kum taneleri, küçük çakıllar ve kabuk parçaları), ince kısımda ise kesin bir eksiklik (çok ince kum ve çamur toplamı % 1'den az). Göze çarpmaktadır. Bu sonuçlar S 9 örneğinin alındığı yerde, yıkanma veya savrulma etkisinin çok fazla olduğunu göstermekte, akıntı ve dalga hareketlerinin çok kuvvetli olduğunu belirtmektedir.

Kumlu çamur çoğunlukla derin su bölgelerini, yani 25 m den daha derin, ortalama dalga seviyesinin altındaki yerleri kaplamaktadır. Örneklerin analizinde kum kısmını çok ince taneli kum oluşturmaktadır; bunlar muhtemelen kıyı sedimentlerinden yıkanmıştır. Örneğin, S 6 ve S 13 örnekleri çamur çoğunluklu olup iri-orta kum yüzdesi % 0.5'den daha azdır. Bu iki örnek yerinden ağırlıklı sonda ile alınan sediment örnekleri 40 santimetre derinliğe kadar düzgün bir çamur çökeltisi göstermiştir. Bu bulgular geçmişte uzun bir süre için düzgün (durgun) bir çökelim ortamı olduğuna işaret edebilir.

### 3.3 Akıntı dalgacıkları ve bitkiler

Sediment örneklenmesi ve sidescan araştırması esnasında kumdaki akıntı dalgacıkları ve bitkiler ile ilgili çeşitli gözlemler yapılmıştır.

3.31 Akıntı dalgacıkları: Sığ bölgelerdeki kumlu yüzeylerde akıntı dalgacı (ripple mark) dizileri görülmektedir. Bu şekiller sonograf üzerinde de görülmüştür. Akıntı dalgacıklarının gidiş yönleri harita üzerinde (Levh'a 7) gösterilmiştir. Genellikle taban akıntılarının doğubatı yönlü bir salınımı (oscillation) sahip olduğu anlaşılmaktadır. Ancak ender durumlarda yöresel akıntı yönü saptanabilmistiştir.

3.32 Bitkiler (Yosunlar): Kayalık platformlarda görülen ince sediment, yaprak uzunluğu 10-30 sm olan yosunları (alınan örneklerde ölçülmüştür) beslemektedir. Bunlar öbekler halinde olup kuzey-güney doğrultusunda dizilmişlerdir. Esas Akkuyu körfezinde görülen yosunlara kuzeydeki koyda da daha geniş gruplar halinde rastlanmıştır. Akkuyu körfezinin açığına doğru, kumlu-çamur altında gömülü tepenin kayalık mostrasında da bir yosun öbeği gözlenmiştir (Levha 7). Daha önceki sonograflarda bu yerler "çakıl" veya "çakılı kum" olarak değerlendirilmiştir. Büyük bir olasılıkla yosun öbeklerinin akustik sinyalleri yansıtma şekli sonucu, yosunlu bölgeler sonograf üzerinde çakıl gibi görülmüştür. Bu bölgelerde yapılan doğrudan gözlemler sonucu böyle yerlerin, çakıl yerine kısa yapraklı yosun kümeleri ile kaplı olduğu saptanmıştır.

Çıplak veya ince bir tabaka sediment ile kaplı kaya yüzeylerinde, yaprak uzunluğu 1 sm'yi geçmeyen yosunlar görülmüştür. Genellikle bu yerler kıyı çizgisi civarındadır.

#### 3.4 Sonuçların tartışılması

Sidescan sonar araştırması, her seferinde Akkuyu körfezinin tümünü kapsayacak şekilde, Ağustos 1977, Ekim 1977 ve Mart 1978 dönemlerinde yapılmıştır. Kismi taban sediment örneklemesi yukarıda sözü edilen dönemlerde yapılmış ve tam örneklem ise Mayıs 1978 de gerçekleştirılmıştır. Bu araştırmaların sonuçları toparlanarak bir jeolojik haritada (Levha 7) sunulmuştur.

Deniz tabanı esas itibariyle üç çeşit malzemeden oluşmuştur: 1- Çıplak kaya, 2- kum, 3- kumlu çamur.

Çıplak kaya yüzeyleri genellikle düzensizdir ve üzerinde yer yer kum cepleri veya ince ve düzensiz kum tabakaları (1 metre'den ince) vardır. Kayalık yüzeyde kısa (1-2 santimetre) yosunlar bulunabilir. Çıplak kaya yüzeyleri

genellikle kıyı çizgisine paralel bir şerit oluşturmaktadır (küçük koyların en doğu sınırları hariç). Sığ bölgelerde kayalık yüzeyler kıyı çizgisinden başlamakta ve yaklaşık 5 metre, derin kısımlarda ise 20-25 metre derinliğe kadar uzanabilmektedir.

Kum taban, kayalık yüzey ile yaklaşık 26 metre derinlik konturu arasında bulunmaktadır (adalärin kuzeyi hariç). Akkuyu körfezinde ve kıyı bölgelerinde gözlenen kaba kum buralarda dalgaların yıkama ve savurma etkilerini yansımaktadır. Medyan tane boyu genellikle 0.2 mm'dir. Ancak dalgaların etkin olduğu kum çeplerde bu değer 0.4 mm'ye kadar çıkabilir. Azami tane büyülüklüğü (first percentile) 19 mm ile 0.25 mm arasında olup genellikle 0,3 - 0,5 mm'dir. (Çizelge 1 ve 2). Kumlu tabanın bazı yerlerinde yosun kümeleri bulunmaktadır. Genellikle bu yerler (0,5 - 3 m) kalınlıkta kum ile örtülü olan kayalık platformlardır. (Levha 9 profil U 17 ve U 19 doğu kısımları). Yosunlar genellikle birkaç metre aralıklı kümeler halinde dizilmiştir.

Kum seviyesinin alt sınırı olarak 26 m derinlik konturu alınmış ise de, iki küçük ada kuzeyinde rastlanan kumlu alan (kiyidан uzakta) buna uymamaktadır. Burada kumlu bölge dil şeklinde kuzeybatı doğrultusunda uzanmakta ve akıntı dalgacıkları da göstermektedir.

Kumlu çamur dalga etkisinin fazla ulaşmadığı derin sularda bulunmaktadır. Akkuyu körfezinde bu derinlik yaklaşık 26 m derinlik konturundan başlamakta ve en az 80 m derinliğe kadar uzanmaktadır. Buradaki sedimentlerin medyanları 0,04 mm ve azami çapları ise 0,1 mm'dir.

### 3.5 Sonuç ve Öneriler

Değişik mevsimlerde tekrarlanan araştırmalar, sediment dağılımında önemli bir değişiklik ortaya koymamıştır.

Bu nedenle tüm sonuçlar tek bir harita üzerinde gösterilmiştir. (Levha 7). Bununla beraber daha hassas ve daha geniş zaman aralıkları ile yapılacak sidescan araştırmalarının sedimentasyon dağılımında bazı değişiklikler belirlemesi mümkün olabilir.

Eldeki veriler ile, Akkuyu körfezi tabanı yüzeyindeki sedimentlerin oldukça stabil (hareketsiz) bulundukları söylenebilir.

#### 4. Sediment kalınlığı

Akkuyu körfezi tabanındaki yumuşak sediment kalınlığı değişimleri sıg sismik araştırma sistemi (EG ve G) Uniboom sistemi ile araştırılmıştır.

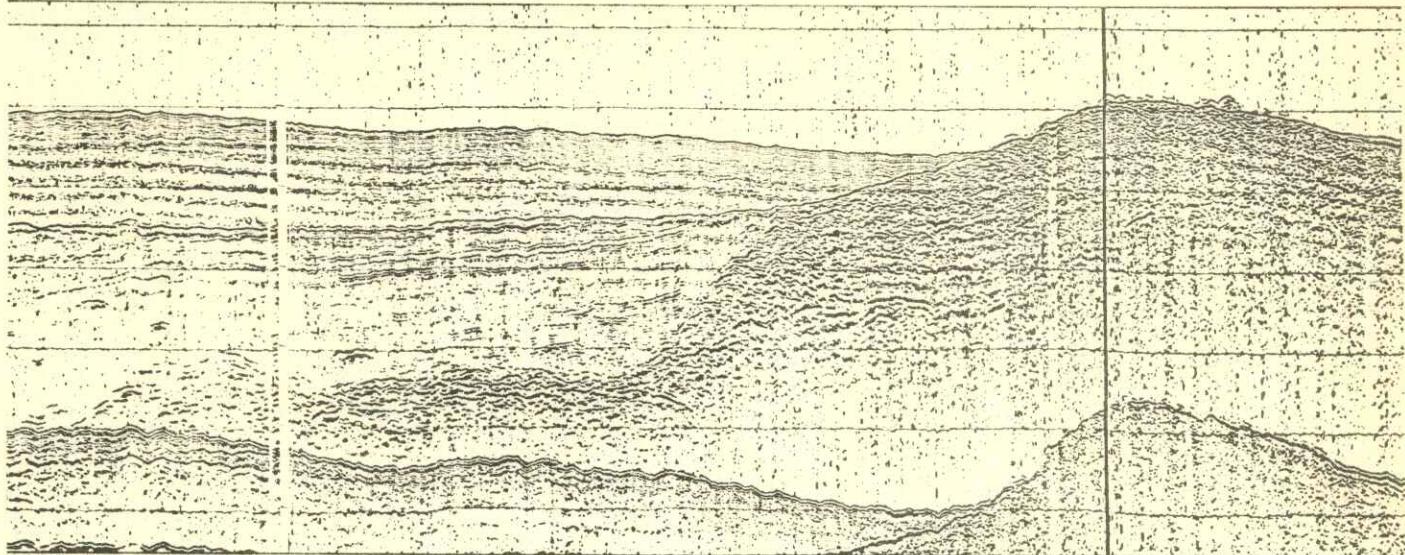
##### 4.1 Uniboom sistemi

EG ve G Uniboom sıg sismik sistemi başlıca dört birim ile bunları birbirine bağlayan kablolardan oluşmaktadır: Enerji Kaynağı, Ses Kaynağı (Katamaran), Hidrofon ve Sismik Kayıt Alıcı (Şekil 19). Güç kaynağı olarak 10 KVA'lık portatif bir dizel jeneratör kullanılmıştır.

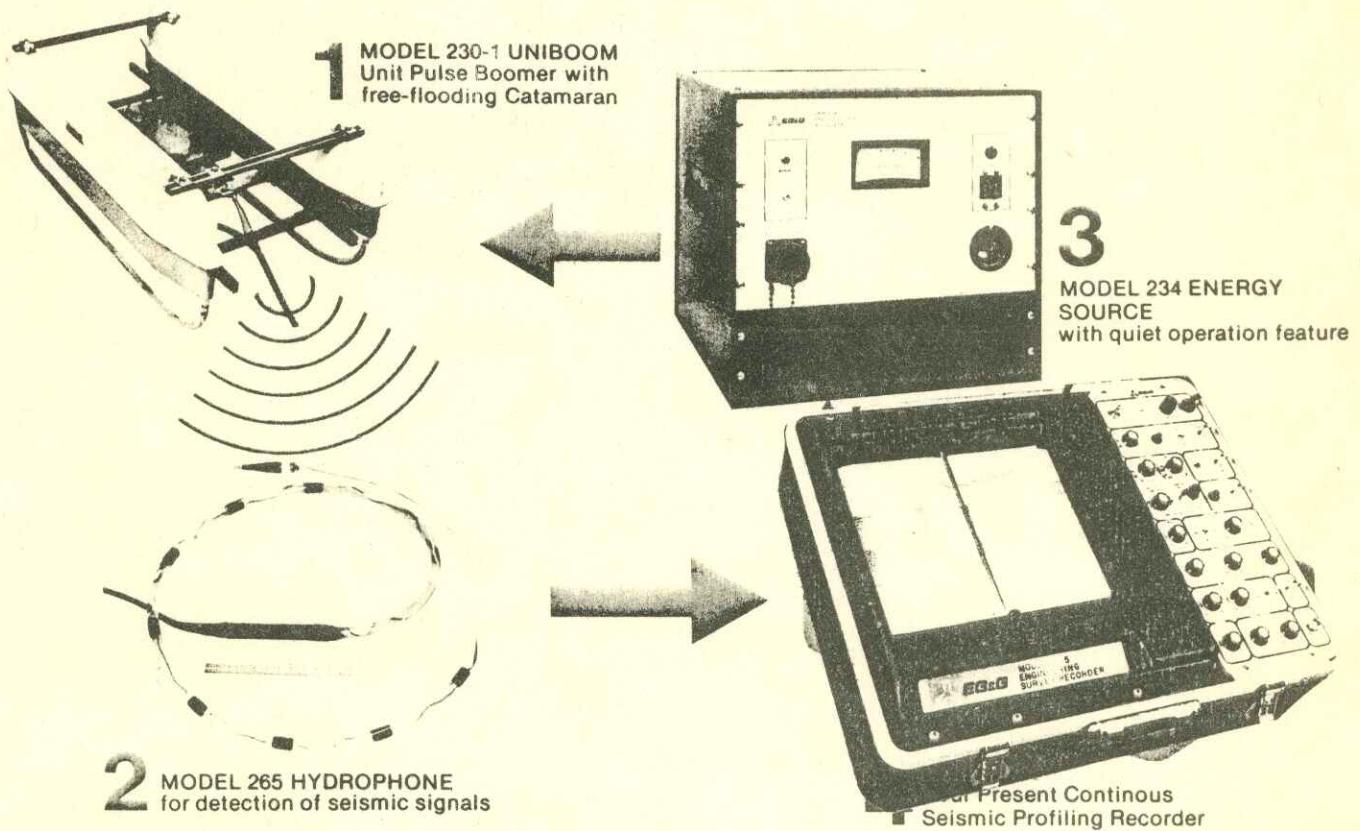
Enerji Kaynağı (Model 234) enerji depolayan ve sisteme enerji gönderen bir birimdir;  $230 \pm 30$  VAC elektrik akımı ile çalışmaktadır. Özel bir düzenle kapasitörlere  $3,5$  KV'lik doğru akım sağlanmaktadır. Sismik kayıt alıcıdan gelen bir sinyal üzerine (sıfır anında) kapasitörlerdeki depolanmış enerji, ses kaynağına iletilir.

Darbe zaman aralığı: saniyede 2-6 darbe  
Darbe gücü : 100, 200, 300 watt-saniye  
Darbe amplitüdü : 700 ohm, ( 5)-( 15) volt  
Darbe süresi : 5-20 mikrosaniye

Ses kaynağı (Model 230-1) katamaran üzerine monte edilmiş olup teknedenin iç tarafının bir yanından halatla çekilir. Enerji kaynağından gelen güç, bir kablo ile ses kaynağuna iletilir. Ses kaynağı elektromekanik bir düzen olup yassı bir elektrik sargası ile bunun altında bulunan metal bir plaka ve lastik bir diyaframdan oluşur. Kısa bir sürede sargasdan geçen enerji boşalımı sonunda meydana gelen manyetik alan, bir darbe halinde metal levhayı iterek 0.2 milisaniyelik, geniş bantlı akustik bir basınç darbesi oluşturur. 400 ile 14 000 Hz arasında değişen frekans, sıkıştırılmış kum tabakalarında, deniz tabanından itibaren 75 m



### UNIBOOM™ SYSTEM CAPABILITY



Şekil 19: Uniboom sıç sismik araştırma sisteminin başlıca üniteleri. (Üstte, tipik bir profil).

Fig. 19: Uniboom shallow seismic survey system components  
(At top, a typical profile).

derinliğe kadar kayıt alınmasını sağlar.

Hidrofon (Model 265) sekiz elemandan oluşmakta ve 25 mm çaplı, 4,6 m uzunlukta, plastik bir boru içerisinde eşit aralıklarla yerleştirilmiş bulunmaktadır. Hidrofon, teknenin arkasında ses kaynağının karşısında seyredecek şekilde çekilir, deniz tabanı ve daha derinlerden yansıyan akustik sinyalleri toplamaya yarar. Amplifikatörlerce yükseltilen sinyaller kablodan geçerek sismik kayıt alicisına iletilir. Hidrofon karakteristikleri: Hassasiyeti, -70 db/volt/mikrobar; kanat genişliği, 100 Hz-10 KHz; pre-amp-lifikatör kazancı, 40 db; çıkış empedansı, 2000 ohm.

Sismik Kayıt Alıcı (Model 255), NDK veya MYLAR üzere rine analog kayıt yapabilen ayrıca istendiğinde kayıtları teype alan bir sistemdir (Bu araştırmada kayıtlar teype alınmamıştır). Kayıt genişliği, 22 sm; kayıt yoğunluğu, değişken, 20-80 çizgi/santimetre. Bu cihaz 230 VAC ile çalışmaktadır.

Sıfır anında, kayıt kalemi kayıt kağıdının en üst kısmında iken, tetik mekanizması enerji kaynağını boşaltarak, ses kaynağından bir akustik darbe gönderilmesini sağlar. Deniz tabanına ve daha derinlere ulaşarak buralardan yansıyan sinyaller hidrofon yardımı ile toplanır; güçlendirilerek hareketli kayıt kalemine gelir. Sıfır anından itibaren, yansıtıcı yüzeye gidip gelme zamanı kadar bir süre sonra kayıt kalemi voltaj boşalımı ile kayıt kağıdı üzerinde bir iz oluşturur. Saniyede 2-6 defa tekrar eden bu işlem sonucunda ard arda gelen izler taban yüzeyi ile derinlerdeki tabakaları belirleyen bir profil meydana getirir. Teknenin yeri, zaman zaman Trisponder navigasyon sistemi ile saptanarak o anda kayıt üzerine işaretlenir. Numaralandırılmış olan bu istasyonlar liste halinde kaydedilmiştir.

#### 4.2 Araştırma metodu

Araştırma teknesi, akustik sinyal göndericiyi bir yanda, sinyal toplayıcı hidrofonu öbür yanda çekerek, yaklaşık 100-200 m aralıklı seyir hatları boyunca bölgeyi taramıştır. Yaklaşık her üç dakikada bir teknenin yeri Trisponder sistemi ile belirlenmiştir ve bu yer kayıt üzerinde işaretlenmiştir. Araştırma tamamlanınca bu yerler 1:5000 ölçekli bir harita üzerine yerleştirilerek teknenin seyir hatları, aynı zamanda da profil hatları elde edilmişdir (Levha 8). Rüzgar ve dalgaların etkisi genellikle seyir hatlarında sapmalara neden olmaktadır.

Profillerden elde edilen bilgiler (sediment kalınlığı, tabankaya pozisyonu, fay çizgileri, ... vs) 1:5000 ölçekli harita üzerine aktarılmıştır.

#### 4.3 Sonuçlar

Akkuyu körfezinde, sediment kalınlığının araştırılması sıç sismik (Uniboom) sistemi kullanılarak, Ağustos 1977, Ekim 1977 ve Mart 1978 de üç kez tekrarlanmıştır. Mayıs 1978 döneminde yapılması planlanan araştırma ise, hidrofon'un arızalanması nedeniyle iptal edilmiştir. (Bu arıza henüz giderilememiştir). Üç dönemde elde edilen tüm seyir hatları Levha 8 de gösterilmiştir. Akkuyu körfezi, 1 numaralı istasyonun güneyi, sık seyir hatları ile detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Araştırma boyunca elde edilen toplam 71 profilden 12 tanesi Akkuyu körfezi taban yapısını gösteren, tipik profiller olarak seçilmiştir (Levha 9,10,11,12). Düşey ölçeğin abartmalı olması nedeni ile, profillerde gerçek eğim açılarının hesaplanabilmesi için, ~~diagramlar~~ diyagramlar hazırlanmış ve her profile ilave edilmiştir. Bu profillerde sedimentler içerisindeki bazı belirgin seviyeler ve faylar göster-

rilmiştir. Ayrıca tabankaya (bedrock) da belirtilemiştir. Tabankaya, sediment altındaki konsolide kayayı ifade etmektedir, bu kaya kireçtaşı ise masif ve sert, kumtaşısı ise tabakalı bir görünümde olabilir: ancak tabakayanın bu özelliklerini her zaman görmek mümkün olamamıştır.

Profil üzerindeki her istasyonda suyun derinliği, akustik sinyalin yüzeyden tabana kadar tek yönlü gitme zamanı ölçülmek ve sesin su içindeki hızı (Akkuyu körfesi için 1535 m/san) ile çarpılmak suretiyle hesaplanmıştır.

Her istasyondaki sediment kalınlığı da benzer şekilde, ancak yumuşak sediment içerisindeki hızı 1700 m/san alınarak (Dr. M. Boztaş, MTA Jeofizik Dairesi) hesaplanmıştır. Körfezdeki sediment kalınlıkları eş-kalınlık eğrileri kullanılarak konturlanmıştır (Levha 13, 14, 15). Üç dönem neticeleri kompozit (birleşik) olarak Levha 16'da sunulmuştur.

Daha sonra ölçüm noktalarındaki deniz derinliği ve sediment kalınlığı toplanarak yüzeyden tabankayaya olan derinlikler hesaplanmış, harİtaya dökülerek konturlanmıştır. Böylece tüm körfezi kapsayan tabankaya (bedrock) topoğrafyası ortaya çıkarılmıştır (Levha 17). Bu harita körfez alanının sedimentasyon öncesindeki yüzeyini, ana hatları ile, göstermektedir.

#### 4.4 Sonuçların tartışılması

Körfezin iç kısımlarının çoğunlukla ince sediment ile örtülü tabankayadanoluştugu söylenebilir. Batı ve güneybatıya doğru sediment kalınlığında genellikle, önce bir artış ve daha sonra bir azalma gözlenmektedir. Kuzeybatıdaki koyun batısında, özellikle kalın bir sediment (35 m'den fazla) bölgesi vardır ve bu muhtemelen doğu - batı doğrultulu gömülü bir vadide tekabül etmektedir. Bu koyda alınan

profillerde gözlenen basamaklı yapılar, hemen bunların altındaki tabankayada fay belirtisi bulunmadığından, tarafımızdan genç kaymalar şeklinde yorumlanmıştır (Levha 11, profil no U 35).

Akkuyu körfez tabanının büyük bir kısmını oluşturan kayalık platform, batıya doğru yaklaşık 5 m. sediment kalınlık konturuna kadar uzanmaktadır (Levha 16). Bu konturun doğusuna doğru, düzensiz yüzeyli platform çoğunlukla kalınlığı 1-2 metreyi geçmeyen sediment ile örtülmüştür. Birçok profilde, sediment altındaki tabankayanın kayalık platform ile nasıl birleştiği açık bir şekilde görülmektedir (Levha 12, profil no U 54). Bu gözlemlere göre, platformun dalga baz derinliği yaklaşık 15 m (30 metrelik dalga boyuna karşılık gelmektedir) olan dalga erozyonu sonucu oluşturduğu düşünülmektedir. Platformun önünde yer alan ve basenin derin kısımlarına doğru incelmekte olan, prizma şeklindeki sediment muhtemelen karasal bölgeden doldurulmuş bir dalga terrasıdır. Sediment tabakalarının aşmalı olarak üst üste gelme ve kesilme şekilleri, bölgenin yükselen bir deniz (veya alçalan bir kara) bölgesinde olduğuna işaret etmektedir.

Çalışılan alanın batı kısımlarında, gömülü tepeler ve vadiler görülmektedir (Levha 16).

Üç dönemden (Ağustos 1977, Ekim 1977 ve Mart 1978) elde edilen profiller ve haritalar karşılaştırılarak, sediment kalınlığında önemli bir değişiklik gözlenemediği sonucuna varılmıştır. Kalınlıklarda görülen farklılıklar, yöntemin hata oranı içerisinde kalmaktadır. Diğer bir deyişle, sistemin rezolusyon sınırı içerisinde ( $0,8$  m seviyesinde) Akkuyu körfezindeki sediment kalınlığında mevsimlik bir değişiklik saptanamamıştır.

#### 4.5 Hataların tartışılması

Bu araştırma esnasında görülen başlıca hata kaynakları şunlardır: 1- Navigasyon (istasyonların yerleştirilmelileri)

2- Dalga, rüzgar, gel-git, 3- Rezolüsyon, 4- Sesin su ve sediment içerisindeki hızı ile ilgili varsayımlar, 5- Taban-kayanın değerlendirilmesi, 6- Hesaplamalar ve çizim.

4.51 Navigasyon: Yer tayinleri  $\pm 3$  metrelilik has-sasiyeti olan Trisponder sistemi ile yapılmıştır. Karadaki istasyonların yerleştirildikleri noktalar, TEK topoğrafla-rınca, 1:5000 ölçekli bir harita üzerine tespit edilmiştir. Böylece sismik profil üzerinde işaretlenen tekne pozisyon-ları harita üzerine, Trisponder hatası + kara istasyonu ha-tası ile geçirilmektedir. Bu hataların toplamı  $\pm 4$  metreye ~~ulaşsa~~ <sup>ulaşsa</sup> bile, harita ölçüğünde  $\pm 0.8$  mm'lik bir değere karşı-lık geleceğinden, bu miktar makul kabul edilebilir.

Şeyir hattı üzerinde, güvenilebilir iki istasyon ara-sı bölünerek ilave noktalar alınmış ve bu noktalardaki de-rinlik ve kalınlık değerleri sismik profillerden okunmuştur. Bu yöntem uygulanırken, tekne hızının iki istasyon arasında fazla bir değişiklik göstermediği varsayılmıştır. Tüm araş-tırma boyunca tekne hızı 3 deniz mili dolaylarında tutul-muştur.

4.52 Dalga, rüzgar ve gel-git: Batimetri araş-tırmasında sözü edilen hususlar bu araştırma için de geçer-lidir (Kısım 2.4).

4.53 Rezolüsyon: Bu çalışmalar esnasında denizin dalgalı olması nedeniyle, rezolüsyon yaklaşık 0.9 metre do-laylarında hesaplanmıştır. Ayrıca çok ince sedimentle kaplı bölgelerdeki kayalık yerlerde meydana gelen akustik yansılma bozuklukları, rezolusyonun bu durumlarda daha da kötüleş-mesine neden olmaktadır. Pratik olarak, sıçr bölgelerdeki sediment kalınlığı rezolüsyonunun 1 metre olarak alınması gerekmektedir. Bu ise 1 m'den az sediment bulunan bölgelerin, çiplak kayalık bölgelerden ayırt edilememesine neden olmak-

tadır. Özellikle ince sediment kaplı kayalık bölgelerde, yansımaları azaltabilmek için enerji kaynağı gücü 100 jül'e düşürülmüştür. Böylece daha açık ve net profil kayıtları elde edilmiştir. Bununla birlikte kayıtlar, 0,5 milisaniye den daha az bir hassasiyet vermemektedir ki bu da 0,8 m sediment kalınlığına denk gelmektedir. Demek ki kayıtlarda çip-lak görülen yerlerde gerçekte 0,8 m. kalınlığa kadar sediment bulunabilir.

4.54 Ses hızı: Su için ortalama değer 1535 m/san olarak bulunmaktadır. Bu değer, konsolide olmamış sedimentler için sıkışma miktarına bağlı olarak 1535 ile 2200 m/san arasında değişmektedir. MTA jeofizikçilerinin bu konuda çalışmaları 1700 m/san'lık bir değerin alınabileceğini ortaya çıkarmıştır. Bu değerde % 1 kadar bir artışın, ileri sürülen sediment kalınlığında % 1 kadar bir artısa neden olabileceği açıklıdır. Tüm hesaplamalarda, deniz suyu içerisinde ses hızı 1535 m/san, sediment içerisinde ise 1700 m/san olarak alınmıştır. Ancak kayıtlardaki bazı belirtiler tabandan itibaren yaklaşık 10 metreden daha derin olan yaşlı sedimentlerin daha yüksek bir ses hızına sahip olabileceklerini göstermektedir. Ancak bu husus yüzey sedimentlerinin kalınlık hesaplarını pek fazla etkilemez.

4.55 Tabankaya: Konsolide olmamış sediment kalınlığının hesaplanabilmesi için sediment alt ve üst sınırlarının belirlenmesi gerekmektedir. Kayıtlarda, su ile sediment arasında görülen kontrast, üst sınırın kolayca bulunmasını sağlamıştır. Fakat tabankaya ile olan alt sınırın her zaman kolay olarak bulunması mümkün değildir. Bu sınırın açık olarak izlenememesine bir neden olarak, sediment içerisinde alt seviyelere doğru sıkışmanın artması gösterebilir. Bu gibi durumlarda, kuvvetli yansıtıcı özellik gösteren ve daha aşağıdan gelen yansımaların kaybolduğu

bir yüzey, sediment alt sınırı olarak seçilmiştir. Çok kez bu yüzeyin, sık yererde tabankaya yüzeyi ile birleştiğini saptamak mümkün olmuştur.

4.56 Hesaplama ve haritalama: Bu kısımda meyda-na gelebilecek hata minimum olarak alınmalıdır, çünkü bu yönde yapılan tüm çalışmalar en az iki kez kontrol edilmiş-tir.

#### 4.6 Sonuç ve Öneriler

Akkuyu körfezindeki sedimentler, deniz seviyesinden itibaren yaklaşık 35 m derinliğe kadar uzanan ve İnceburun ile Havitgediği arasında bulunan, düzensiz bir platformu örtmektedir. Sediment kalınlığı, çiplak kaya üzerinde birkaç santimetreden başlar ve İnceburun-Havitgediği arasında 5 m'ye kadar ulaşır. Doğudan batıya doğru genel bir kalınlaşma mevcuttur.

İnceburun'un batısında sediment kalınlığı batıya doğru artarak 35 m'yi aşmaktadır. Güneybatıya doğru ise, sediment kalınlığında bir azalma göze çarpmakta, tabankayanın gömülü tepelerinden ötürü bazı yerlerde 5 m'den daha az değerlere düşebilmektedir (Levha 16). Adalar ile kara arasında (10 m'den fazla) aşırı bir sediment birikimi mevcuttur.

Sistemin  $\pm 0.8$  m dolaylarındaki rezolüsyon çerçevesi içerisinde, mevsimlik bir kalınlık değişimi saptanamamıştır. Fakat daha detaylı çalışmalar için, belirli istasyonlarda denizaltı kazıkları kullanılarak, peryodik olarak bu kazık-larda sediment değişikliğinin doğrudan ölçülmesi önerilebilir.

##### 5. Tabankaya (Bedrock) yapısı

Sıg sismik araştırmasından elde edilen profiller kullanılarak tabankayanın, yumuşak sediment çökeliminin öncesi, yüzey haritası hazırlanmıştır (Levha 17). Bu harita tabankaya yüzeyindeki tüm düzensizliklerin sedimentasyon öncesi olduğunu varsaymaktadır. Tabankaya (Bedrock) konturları girintili, çıkıntılı bir topografya ve batıda uzunlamasına tepeler göstermektedir. Akkuyu körfezinde, batı-güneybatı doğrultusunda eğimli bir platform deniz tabanını oluşturmaktadır. Bu platform İnceburun ve Havitgediği arasında 40 m derinliğe ulaşmakta ve batıda uzun tepeleri içeren bir basen ile birleşmektedir (Levha 17). Daha sonra bu yüzey su altında kalmış ve yavaş yavaş bugünkü sediment ile örtülmüştür.

Tabankaya (Bedrock) profillerinde gözlenen bazı faylar harita üzerine işlenmiştir; fakat bunların sedimentasyon öncesi var olup olmadıkları belirgin değildir. Ne bu faylar, ne de tabankaya üzerindeki düzensizlikler, üst seviyedeki sediment içerisinde devam etmemektedir. Karadaki mostralar üzerinde yazar (T.Norman) tarafından yapılan gözlemlerde, bölgedeki fayların kuzey-güney doğrultulu, eski bir sıkıştırmalı-gerilim dönemine ait olduğu ve şimdi aktif olmadıkları ortaya çıkmıştır. Böylece tabankaya içerisindeki fayların bugünkü sedimentasyona uzantısı görülmemektedir.

## 6. Deniz suyundaki sedimentlerin granülometrisi

Önerilen santral giriş alanı bölgesinde, deniz suyundaki sedimentlerin granülometresi için deniz suyu örneği alınması amacı ile dört örnekleme yeri seçilmiştir (Şekil.20).

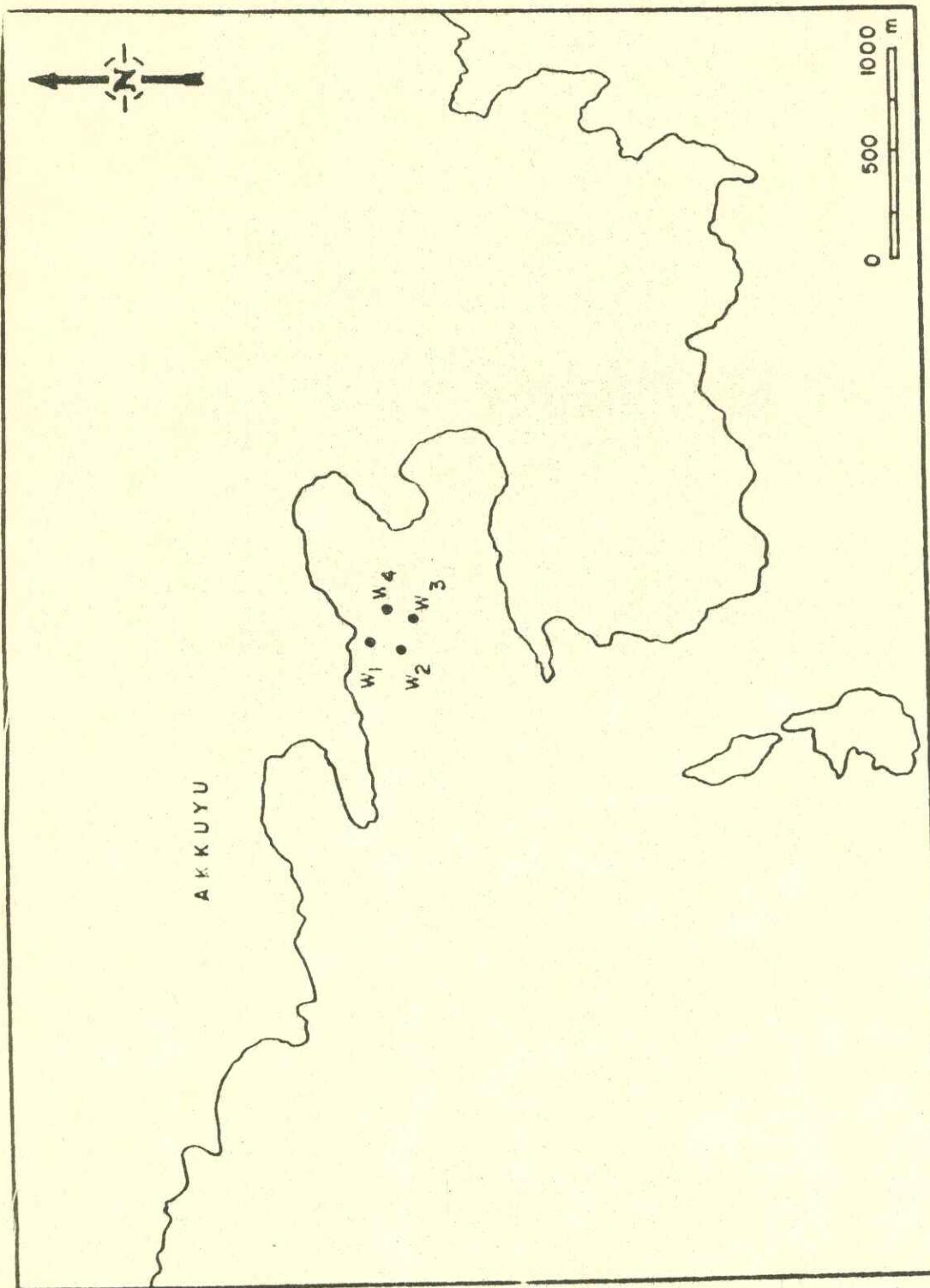
### 6.1 Metot

Örnekleme yerlerinde, yüzeyden (dahil) itibaren her 5 metrede bir su örnekleri alınmıştır.

Nansen şişeleri kullanılarak alınan birer litrelilik örnekler, incelenmek üzere laboratuvara gönderilmiştir. 0.45 mikronluk ( $0,00045\text{ mm}$ ) filtre kağıdından geçirilen su örneklerindeki sediment miktarları, standart laboratuvar yöntemleri kullanılarak saptanmıştır. Daha sonra filtre kağıdı üzerindeki sedimentler, mikroskop altında, ölçülen ve kalibre edilmiş bir lame<sup>h</sup> kullanılarak granülemetrik analize tabii tutulmuştur. En büyük 10 adet tanenin ve 10 adet avaraj tanenin çapları ölçülerek ortalamaları, her örnek için çizelgeler (Çizelge 3-9) halinde verilmiştir. (Not: Komple tane boyu analizi için Coulter-Counter kullanılması planlanmış ise de, cihazda meydana gelen ve tamir edilemeyen arıza nedeniyle bu yöntemin kullanılması mümkün olamamıştır. Kullanılan yöntem süspansiyon sedimentlerinin gerekli parametrelerini vermektedir.)

### 6.2 Alınan Ölçüler

Su örnekleri, W1, W2, W3, W4 örnekleme yerlerinde, 0, 5, 10 ve 15 metre derinliklerden alınmıştır (Şekil 20). Bu işlem Ekim, Mart, Nisan ve Mayıs aylarına dağılmak üzere 7 kez tekrarlanmıştır. Sonuçlar Çizelge 3,4,5,6,7,8,9 da verilmiştir. Her istasyonda örnekleme günündeki ortalama sediment miktarı ile (bütün derinliklerin ortalaması) azami



Şekil 20: Sudaki tane granüometrisi için örnek alma istasyonlarının yerleri.  
Fig. 20: Locations of sampling stations for the suspended sediment analysis.

Çizelge 3: Deniz suyu sedimentinin granülometrisi (Akkuyu,  
28 Ekim 1979. Öğleden sonra)

Table 3: Grain size parameters and content of suspended  
sediment in the seawater (Akkuyu bay, 28 October  
1977, afternoon)

<u>Örnek ist.</u>	<u>Su derinliği</u>	<u>Miktar</u>	<u>Azami büyüklük</u>	<u>Ortalama</u>
Station	Sample depth	Content	Maximum Size	Average Size
No.	(m)	(ppm)	(microns)	(microns)
W 1	0	16.8	44.3	14.0
"	5	16.6	39.7	20.0
"	10	18.9	50.0	16.4
"	15	14.5	53.4	17.6
W 2	0	9.1	48.8	17.0
"	5	10.0	50.7	16.4
"	10	9.1	55.7	15.8
"	15	11.6	76.3	19.6
W 3	5	19.2	32.5	19.5
"	10	13.1	52.6	26.0
"	15	20.0	52.0	23.4
"	20	20.7	55.9	24.7
W 4	0	17.6	52.0	13.0
"	5	17.2	59.0	20.8
"	10	16.9	65.5	19.5
"	15	18.2	71.5	34.1
"	18	20.5	65.0	26.0

Çizelge 4 : Denizzuyu sedimenti granülometrisi (Akkuyu,  
7 Mart 1978, sabah)

Table 4 : Grain size parameters and content of suspended  
sediment in the sea water  
(Akkuyu bay, 7 March 1978, morning)

<u>Örnek ist.</u>	<u>Su derinliği</u>	<u>Miktar</u>	<u>Azami büyüklük</u>	<u>Ortalama</u>
Station No.	Sample depth (m)	Content (ppm)	Maximum size (microns)	Average Size (microns)
W 1	0	9.3	39.0	13.0
"	5	9.7	31.2	10.5
"	10	2.3	42.0	13.0
"	15	1.7	39.0	13.0
W 2	0	2.5	42.0	14.3
"	5	4.4	36.4	11.8
"	10	1.7	27.3	14.3
"	15	1.7	31.2	16.9
W 3	0	0.7	48.1	15.6
"	5	1.3	67.6	16.9
"	10	5.3	62.4	14.3
"	15	-	-	-
W 4	0	2.4	39.0	13.0
"	5	1.5	26.0	11.7
"	10	2.0	44.2	13.0
"	15	-	-	-

**Çizelge 5 : Denizsuyu sedimenti granülometrisi**

(Akkuyu, 13 Mart 1978, sabah; önceki gece kuvvetli rüzgar ve dalga vardı).

**Table 5 : Grain size parameters and content of suspended sediment in the sea water**

(Akkuyu bay, 13 March 1978, morning, after strong wind and waves at previous night).

<u>Örnek ist.</u>	<u>Su derinliği</u>	<u>Miktar</u>	<u>Azami büyülüklük</u>	<u>Ortalama</u>
Station No.	Sample depth (m)	Content (ppm)	Maximum size (microns)	Average (microns)
W 1	0	13.6	110.5	22.1
"	5	10.9	58.5	14.3
"	10	4.8	52.5	14.3
"	15	6.1	39.0	13.0
W 2	0	1.3	39.0	14.5
"	5	5.2	45.5	13.0
"	10	1.5	52.0	16.9
"	15	4.8	65.0	14.3
W 3	0	1.3	52.0	16.9
"	5	2.4	39.0	13.0
"	10	1.6	65.0	16.9
"	15	-	-	-
W 4	0	4.8	78.0	17.0
"	5	6.4	110.5	20.8
"	10	2.5	91.0	16.9
"	15	-	-	-

Çizelge 6 : Denizsuyu sedimenti granülometrisi (Akkuyu, 29 Mart 1978, sabah).

Table 6 : Grain size parameters and content of suspended sediment in the sea water (Akkuyu bay, 29 March 1978, morning)

<u>Örnek ist.</u>	<u>Su derinliği</u>	<u>Miktar</u>	<u>Azami büyülüklük</u>	<u>ortalama</u>
<u>Station</u>	<u>sample</u>	<u>Content</u>	<u>Maximum Size</u>	<u>Average Size</u>
<u>No.</u>	<u>depth (m)</u>	<u>(ppm)</u>	<u>(microns)</u>	<u>(microns)</u>
W 1	0	4.7	80.0	19.2
"	5	1.9	169.0	20.8
"	10	8.0	74.1	22.1
"	15	2.5	130.0	26.0
W 2	0	3.3	84.0	22.1
"	5	1.7	78.0	11.7
"	10	1.8	65.0	14.3
"	15	1.6	117.0	13.0
W 3	0	2.1	65.0	13.0
"	5	2.3	75.0	16.9
"	10	1.3	78.0	17.0
"	15	-	-	-
W 4	0	2.1	97.5	16.9
"	5	3.6	52.0	19.5
"	10	4.1	97.5	23.0
"	15	-	-	-

Çizelge 7 : Denizsuyu sedimenti granülometrisi (Akkuyu,  
13 Nisan 1978, sabah).

Table 7 : Grain size parameters and content of suspended sediment in the sea water (Akkuyu bay,  
13 April 1978, morning).

<u>Örnek ist.</u>	<u>Su derinliği</u>	<u>Miktar</u>	<u>Azami büyüklük</u>	<u>Ortalama</u>
Station	Sample	Content	Maximum Size	Average size
No.	depth(m)	(ppm)	(microns)	(microns)
W 1	0	3.1	36.0	13.0
"	5	1.6	28.8	15.0
"	10	1.6	39.0	12.6
"	15	1.3	44.6	13.6
W 2	0	1.7	39.6	13.2
"	5	1.9	32.1	14.7
"	10	2.5	38.0	15.1
"	15	2.5	74.6	13.9
W 3	0	1.7	50.5	14.1
"	5	3.1	38.0	13.8
"	10	3.1	40.0	16.0
"	15	-	-	-
W 4	0	4.8	38.0	13.6
"	5	2.9	26.0	14.1
"	10	3.4	40.5	16.0
"	15	-	-	-

Çizelge 8 : Denizsuyu sedimenti granülometrisi (Akkuyu, 8  
Mayıs 1978, sabah)

Table 8 : Grain size parameters and content of suspended  
sediment in the sea water (Akkuyu bay, 8 May  
1978, morning)

<u>Örnek ist.</u>	<u>Su derinliği</u>	<u>Miktar</u>	<u>Azami büyüklük</u>	<u>Ortalama</u>
Station	Sample depth (m)	Content (ppm)	Maximum Size (microns)	Average Size (Microns)
No				
W 1	0	4.1	50.0	15.1
"	5	2.6	26.0	17.0
"	10	2.0	38.6	14.4
"	15	1.6	53.5	17.0
W 2	0	3.0	36.2	12.0
"	5	2.8	57.1	11.2
"	10	3.1	42.0	14.0
"	15	2.7	51.0	17.0
W 3	0	3.3	69.0	13.6
"	5	2.1	48.0	17.0
"	10	2.7	79.5	14.2
"	15	-	-	-
W 4	0	3.1	48.0	14.1
"	5	2.0	87.0	15.0
"	10	4.1	114.0	14.6
"	15	-	-	-

Çizelge 9 : Denizsuyu sedimenti granülometrisi (Akkuyu, 25 Mayıs 1978, öğleden sonra, sabahki kuvvetli WSW rüzgarlarından sonra).

Table 9 : Grain size parameters and content of suspended sediment in the sea water (Akkuyu bay, 25 May 1978, afternoon, after strong WSW wind in the morning)

<u>Örnek ist.</u>	<u>Su derinliği</u>	<u>Miktar</u>	<u>Azami büyüklük</u>	<u>Ortalama</u>
Station	Sample	Content	Maximum size	Average size
No.	depth(m)	(ppm)	(microns)	(microns)
W 1	0	3.6	85.0	14.2
"	5	2.9	45.2	15.4
"	10	2.7	98.0	19.0
"	15	2.0	74.0	14.2
W 2	0	2.7	43.0	16.1
"	5	1.6	86.0	13.0
"	10	1.9	110.0	10.5
"	15	3.7	64.5	14.2
W 3	0	2.8	33.0	14.3
"	5	2.9	39.6	18.6
"	10	3.4	93.0	15.1
"	15	-	-	-
W 4	0	1.7	49.3	16.0
"	5	3.2	45.1	14.9
"	10	2.9	63.0	18.0
"	15	-	-	-

tane boyu ve ortalama tane boyu Çizelge 10 da verilmiştir. Son üç aydaki genel ortalama 3.2 ppm dir. Bu değer tüm derinlikler, değişik istasyonlar ve değişik zamanlar için 1 ppm ile 20 ppm arasında değişmektedir. Her ne kadar Ekim 1977 döneminde elde edilen rakamlar da Çizelge 10'a eklenmiş ise de, bu değerleri doğrudan diğerleri ile karşılaşmak gereklidir. Çünkü bunlar daha farklı bir laboratuvar yöntemi ile elde edilmişlerdir. Ancak azami ve ortalama tane boyları karşılaştırmada kullanılabilir.

### 6.3 Tartışma ve Sonuçlar

Deniz suyundaki sedimentlerle ilgili veriler ancak Mart, Nisan ve Mayıs ayları için yeterlidir. Bu ayların, aynı zamanda bahar taşkınlarından hemen sonra gelmesi nedeniyle, sonuçların extrem ortamları yansıtması da beklenir. İlaveten dalgalı ve fırtınalı iki dönemden sonra elde edilen bulgular da mevcuttur (Çizelge 10).

Çizelgeler (3'ten 9'a kadar) incelendiğinde, her bölgede ve bölgeler arasında alınan su örneklerindeki miktar, azami tane boyu ve ortalama tane boylarında önemli bir değişiklik göze çarpmaktadır. Son üç aylık dönem için genel miktar 3.0 ppm, azami tane boyu 100 mikron ve ortalama tane boyu ise 15 mikron civarındadır (Çizelge 10).

Çizelge 10 : Denizsuyu sedimentlerinin her örnek istasyonundaki ortalama ve günlük ortalama miktarları (ppm) ile her istasyondaki günlük azami tane boyu büyüğlüğü ve ortalama tane boyu büyüğü (mikron).

Table 10 : Suspended sediment average content (ppm), (Maximum Size) (micron) and average size (microns) of all depth at each station.

Date	Contents, ppm (Miktar, ppm)				Average	Azami büyüklik	Ortalama	Max.Size(microns)	Average	size
	W 1	W 2	W 3	W 4						
28.10.1977.(1)	16.7	9.9	18.2	17.5	15.6	76.3				20.2
7. 3.1978	5.7	2.6	2.4	2.0	3.2	67.6				13.7
13. 3.1978(2)	8.8	3.2	1.8	4.6	4.6	110.5				15.8
29. 3.1978	4.3	2.1	1.9	3.3	2.9	169.0				18.2
13. 4.1978	1.9	2.2	2.6	3.7	2.6	74.6				14.2
8. 5.1978	2.6	2.9	2.7	3.0	2.8	114.0				14.7
25. 5.1978(3)	2.8	2.5	3.1	2.6	2.8	110.0				15.1

Notes : 1) These contents were obtained by a slightly different laboratory technique.

- 2) Samples taken after strong wind and waves in the previous night.
- 3) Samples winds and waves on the morning.

## 7. Genel Sonuçlar

Yaz (Ağustos 1977), Sonbahar (Ekim 1977), Kış (Mart 1978) ve İlkbahar (Mayıs 1978) mevsimlerinde Akkuyu körfezi tabanındaki şartları içeren bu raporda, Batimetri (Mayıs ve Temmuz 1977), Sidescan sonar ve sıç sismik profil araştırmaları ile taban sedimenti analizi sonuçları sunulmuştur.

Elde edilen kayıtlar körfez alanındaki sediment dağılımında bu dönemlerde göze çarpan bir değişiklik göstermemektedir. Ancak sismik profillerdeki rezolüsyonun 0.8 m civarında olduğu göz önünde tutulursa, bundan daha küçük kalınlıklardaki sediment değişikliklerinin bu yöntemlerle saptanamayacağı belirgindir. Daha hassas kalınlık ölçüleri için daha değişik ve direkt yöntemlerin uygulanması gerekmektedir.

Akkuyu körfezindeki alanın erozyona uğramış kaya-platformu yapısı ile örtü sedimentlerinin "yıkılmış" granülometrileri burada bir çökelme ortamından ziyade bir erozyon ortamının varlığını göstermektedir. Yeni gelen sedimentler platform üzerinden daha derinlere doğru süpürülmektedir.

Tabankaya'daki fayların üst seviyedeki sedimentlerde devam etmediği saptanmıştır. Faya benzer olan bu yapıların bazılarının gerçekte fay olup olmadığı şüpheliidir. Kara üzerinde gözlenen ~~faylar~~ tabankaya içerisinde devam etmektedir; fakat bunların hemen tümü çok eski zamanlara aittir ve aktif değildir.

Deniz suyundaki ortalama sediment miktarı 3-4 ppm dolaylarında ve ortalama tane boyu 15 mikrondur. Bu rakamlar firtinalı dönemlerden sonra biraz artar. Sudaki sedimentlerin azami tane boyu 130 mikrona kadar çıkabilmektedir (ince kum).