

JEOFİZİK YÖNTEMLE HALIÇ SUALTI YAPISI

Submarine Structure of Golden Horn by Geophysical Method

Ahmet ERCAN*, Mehmet UTKU* ve Mehmet YILMAZER

ÖZET

Haliç Atatürk Köprüsü boyunca denizde, doğru akım yerelektrik özdirenç ve doğal uçuşma çalışmaları yapılmıştır. Elektrik özdirençlerine göre Haliç; temiz su, kirli su, çamur ve temel ile birlikte dört katmanlıdır. Haliç ortasında temiz su 1.5, kirli su 26, çamur 14 metre kalınlıktadır. Temelin en derin yeri 69 metre olup, yüzeyi 10-15 metreyi bulan engebeli bir görüntüdedir. Üst akıntılar, Haliç'ten Boğaza doğru olup -50 mV ve 90 mV/m'ye varan Doğal Uçuşma belirtileri vermiştir. Toplam 7 kanaldan oluşan akıntı yerleri, Unkapanı yakasında egemendir.

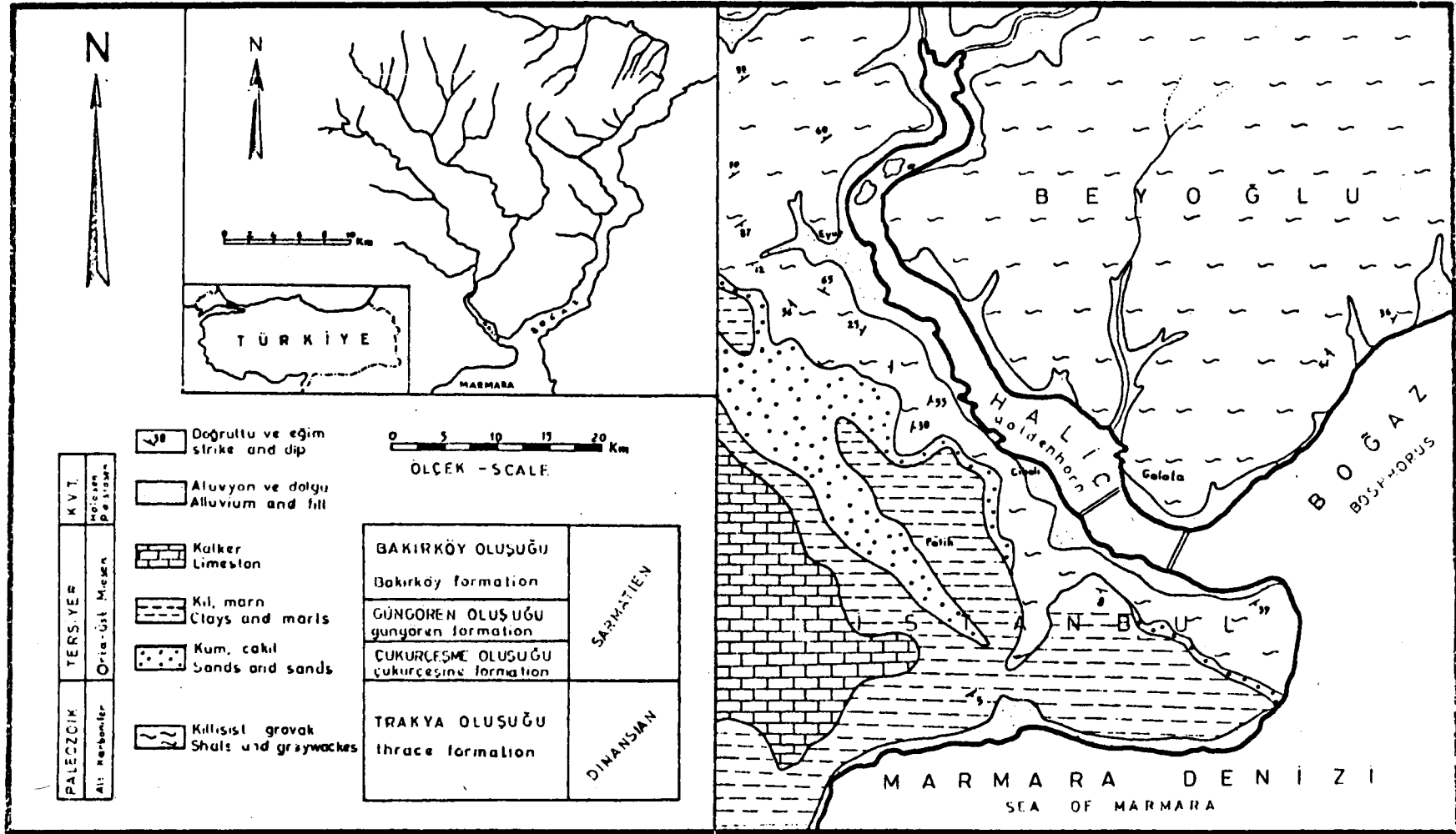
ABSTRACT

D.C. resistivity and Natural Polarization measurements were conducted along the Atatürk bridge in Golden Horn bay area. In terms of electrical resistivities Golden Horn bay consists of four layers which are clear water, dirty water, mud and electrical basement, from top to bottom. Thickness of layers are 1.5 m, 26 m and 14 m, respectively. Minimum depth along the bridge was estimated to be 69 m, and its surface topography has steep and broken form appearance. Undulations of the surface is about 10-15 m. Direction of surfacial water flow is from Golden Horn to Bosphorus causing of -59 mV and 90 mV/m anomalies of Natural Polarization. The flows consist of seven channels which are dominate at Unkapanı side. It is clearly observed that basement gets shallow from Unkapanı to Galata side.

GİRİŞ

Haliç, Alibeyköy'den Sarayburnu'na değin KD doğrultusunda uzanan boğaza bağlı bir su birikintisidir (Şekil 1). Denetimsiz endüstrileşme ve yerleşme sonucu kirlenerek doğal biçimini yitirmiştir. Haliç'i önceki özelliklerine yeniden kavuşturmak için günümüzde çok yönlü uğraşlar İstanbul Belediyesi'nce düzenlenmektedir. Araştırma ve uygulamaları yönlendirmek için öncelikle, Haliç'in bugünkü alt yapısının bilinmesi gereklidir.

Bu amaçla İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği bölümünde 17 Mayıs 1986 Cumartesi günü 12 saatlik bir çalışma sürdürülmüştür. Yapılan deneysel jeofizik çalışmaların amacı, Haliç'in elektrik görüntüsüne bakarak yüzeyden temele değin yeralan ayrı fiziksel özellikteki katmanları ve kalınlıklarını, temel yükseltilerini, kimyasal kirlenme bölgelerini, doğal su akış oluklarını, derinlik ve yönlerini ve varsa olası batıkların yerlerini belirlemektir. Bu amaca yönelik olarak elektrik ve uçuşma (polarization) ölçüleri alın-



Şekil 1. Haliç'in yeri ve dolayındaki yeryapısal birimler (Sayar 1969'dan).

Fig. 1. Location of Goldenhorn and geology of its surrounding (After Sayar 1969).

mıştır. Haliç çalışması süresince 98 doğal uçlaşma, 90 elektrik kaydırma ve 1 noktada 25 ölçümle elektrik delgi ölçüleri alınmıştır.

YERYAPISI

Galata yakasında en yaygın birim Paleozoik'in Karbonifer döneminde gelişen Trakya oluşuğudur (Ct) (Baykal ve Kaya 1963, Kaya 1969). Bu oluşuk, kumtaşı, silttaşı, konglemera, kiltası, mikali kumtaşı ardalaması içerir. Unkapanı yakasında ise, (Ct)'nin salt ince kıyı kuşağı boyunca uzandığı gözlenmektedir. Eminönü yarımadasının Fatih yakası ve batısı Senozoyik'in Tersiyer döneminin Miyosen evresinde oluşmuş Süleymaniye (Ts) ve İkitelli (Ti) oluşuklarının örtülüüdür. Bu oluşuklar çoğunlukla mavi kil ve sarı kum silt ve çakıldır. Haliç yakın kıyısı ise Kuvaterner (güncel) yaşlı alüvyon ve karışık gereç dolgusuyla kaplıdır. Genelde bir çöküntü çukuru olan Haliç'in sınırlarından birini Perşembe pazarı boyunca, diğeri Eminönü boyunca olmak üzere iki normal kırık oluşturur.

Dolayısıyla Haliç ortasında yapısal kütüğün üst bölümünde killi çamur-dolgu, temelinde ise (Ct) Trakya oluşuğu ve kavkılıların kabuklarından oluşan katmanlar vardır.

Haliç yöresinde karşılaşılan kayaçlar grovak, grovak şist, killi şist, silisli şist ve kireçtaşlarından oluşan Paleozoik yaşlı birimlerdir. Bu kayaçlar üzerine özellikle yüksek yerlerde, deniz basması ile uyumsuz olarak Neojen kum, çakıl, kil ve marn katmanları gelmiştir. Üst Paleozoik çökel katmanları kıvrımlı, kırıklı, çatlaklı ve damarlı görünüştedirler (Sayar 1976). İstanbul'un diğer yerlerinde de gözleendiği gibi, bunlar arasında yer yer andezit ve diyabaz daykları yer almaktadır. Kumtaşları ve killi şistler ayrıştıkları yerlerde sarımsı-kahverengi killi-şistli topraklar biçiminde izlenir.

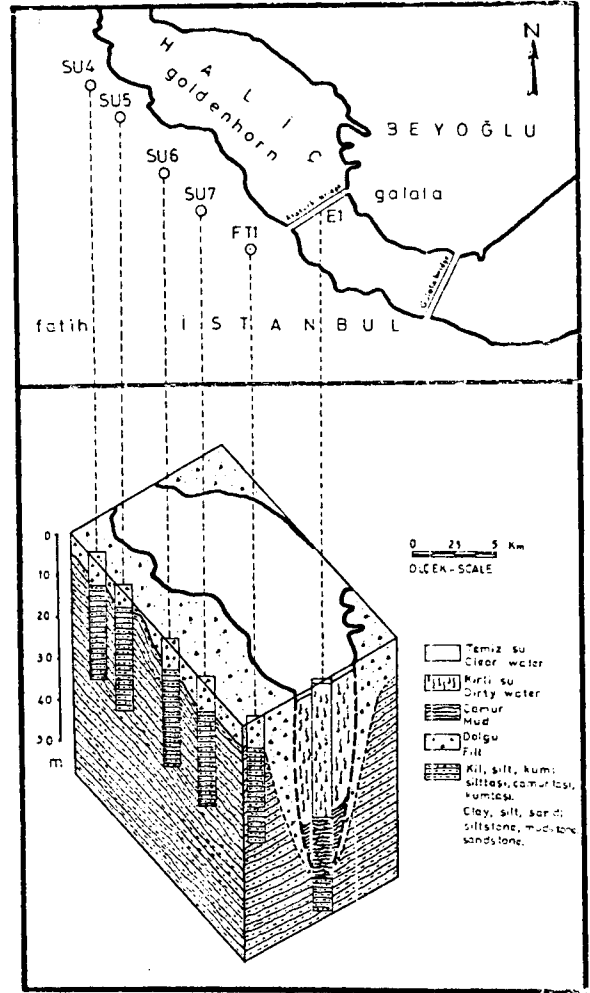
Güncel olarak, Alibey ve Kağıthane derelerinin taşıdığı tortulların yanı sıra kıyılardaki çeşitli üretim merkezlerinin kimyasal artıkları körfezi dolduran ve küçülten gereçlerdir.

Katmanlar çoğunlukla 30 ile 90° eğimli olup, Paleozoik kıvrım eksenleri kabaca K-G doğrultuludur. Kırık ve çatlak gibi süreksizlik düzlemleri ise KB-GD ve KD-GB doğrultusunda gelişmiştir (Sayar 1976). Grovaklar genellikle çatlaklı ve damarlı bir yapı içerirler. Genç katman serileri çok az bir eğimle GD ve GB'ya dalımlıdır.

Karada karşılaşılan Haliç kökenli kalıntılar Haliç kıyı çizgisinin zamanla Haliç orta yerine doğru gerilediğini gösterir. Bunun nedeni, yanal doldurmalar ya da Haliç altında sürediden çökme-oturma sürecidir.

Haliç'in Unkapanı yakasına koşut doğrultuda, kıydan yaklaşık 300-350 m içerde açılan delgilerden alınan karotlar ve arazi örneklerinin incelenmesi sonucun İstanbul Yarımadasının genel çökelsel kesiti, dolgu (doğal ve yapay); kil, silt, kum fosilli kireçtaşı (Senozo-

yik-Neojen); Silttaşı, Çamurtaşı, Kumtaşı (Paleozoik-Karbonifer) olarak gözlenmiştir (Erguvanlı ve diğ. 1983) (Şekil 2). Kıyıda yapılan delgilerde karşılaşılan dolgu kalınlıkları 4-9.50 m arasında değişmektedir. Kıyıya doğru dolgu kalınlığının arttığı gözlenmiştir. Senozoyik ve Paleozoik yaşlı birimler çok çatlaklı, kırıklı ve kıvrımlı bir yapıdadır.



Şekil 2. Haliç kıyısı boyunca açılan delgiler ve yerelektrik delgi.

Fig. 2. Drills along the Goldenhorn, Unkapanı side and geoelectrical sounding.

Yapılan deneylerle çamurtaşının % 6.16, silttaşının % 1.46 ve kumtaşının % 3.40 boşluk içerdiği saptanmıştır. Aynı kayaçların bozmuşları için boşluk yüzdeleri sırasıyla 13.01, 2.34 ve 4.83 olarak bulunmuştur.

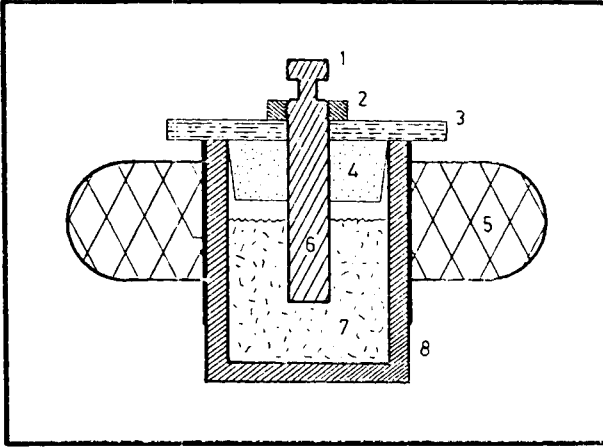
ELEKTRİK ÖLÇÜMLER

Oluşukların elektrik akımını iletme özelliklerinden yararlanan bu yöntem ile Haliç altının elektrik iletkenlik yapısının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu kap-

samda, köprünün orta yerinde (50'ci nokta) bir elektrik delgi ve köprü boyunca 16-60'cı noktalar arası elektrik kaydırma yapılmıştır. Kullanılan dizilim Wenner, ölçü aygıtı ise Megger yerdirenç ölçeri ve yüzer elektrotlardır (Şekil 3 ve 4).

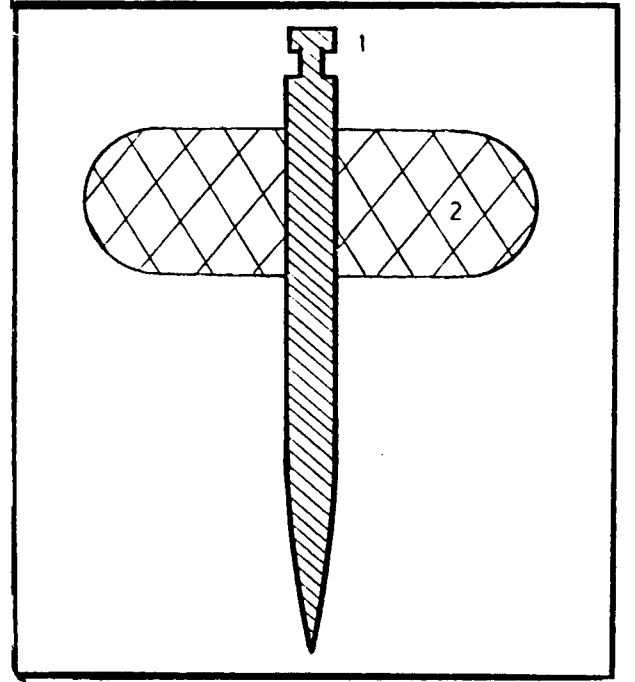
Haliç'te kirli-temiz su ayırım derinliği, tortul kalınlığı, çamur kalınlığı ve temel derinliğini bulmak için denizaltı elektrik delgisi alınmıştır. Kullanılan dizilim Wenner, en küçük açılım 1, en büyük 70 metre tutula-

rak ortamın R direnci ölçülmüştür (Şekil 5). R değerleri, 0.02 ile 0.18 Ohm arasında değişmektedir. Dizilim orta yeri olarak Atatürk köprüsünün ortasında Eyüp yakasındaki 50'inci nokta alınmış; açılım köprü boyunca elektroliz fincanlarını ve akım uçlarını yüzdürerek yapılmıştır. Bunun sonucu olarak KH-türü bir yerelektrik tepkisi elde edilmiştir (Şekil 6). Böylece elde edilen Haliç elektrik delgisinin değerlendirilmesiyle ortamın 4 katmanlı olduğu bulunmuştur. Sözü edilen katman-



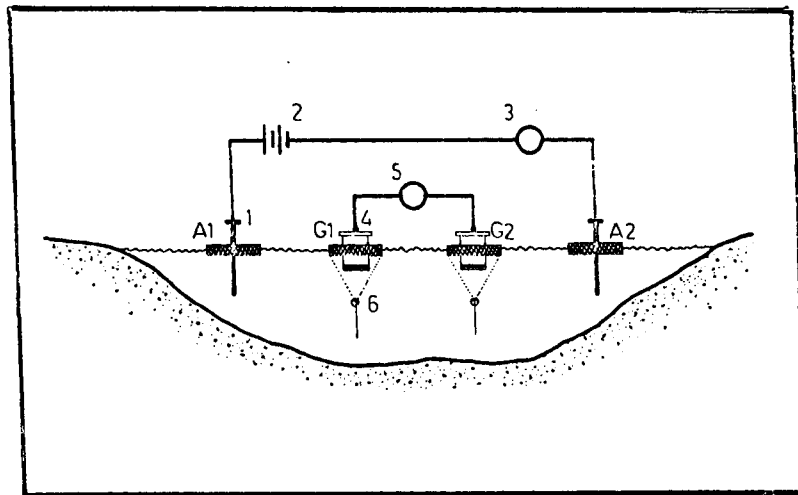
Şekil 3. Yüzer Fincan kesiti. 1- Bağlantı ucu, 2- Somun, 3- Yalıtkan kapak, 4- Mantar, 5- Yüzdürücü, 6- Bakır çubuk, 7- Bakır sülfat çözeltisi, 8- Porcelain fincan.

Fig. 3. Section of an hydropot. 1- Connection edge, 2- Nut, 3- Insulater lid, 4- Cork, 5- Floater, 6- Copper electrode, 7- Solution of copper sulphide, 8- Porcelain pot.



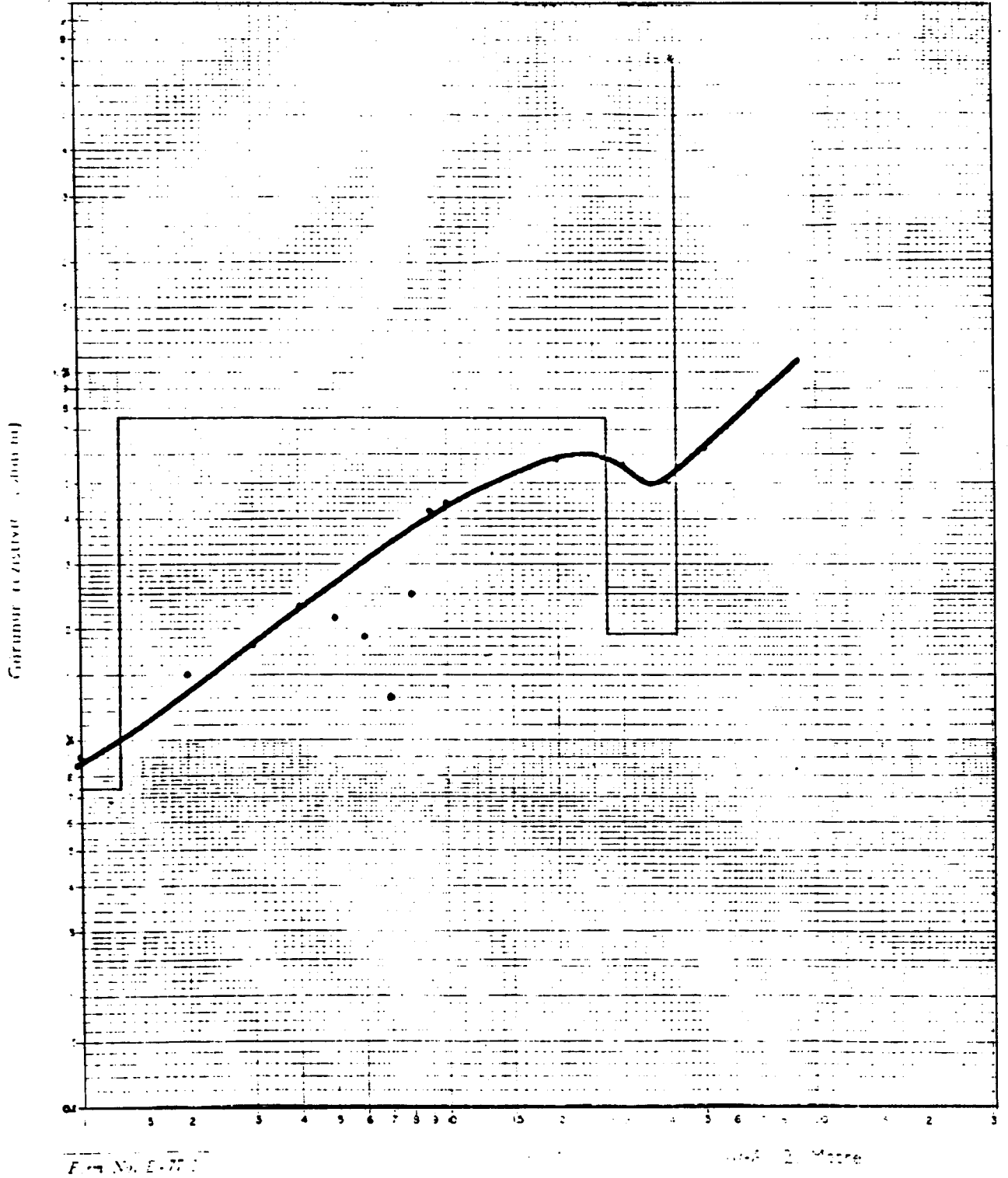
Şekil 4. Yüzer akım çubuğu. 1- İletken çelik çubuk, 2- Yüzdürücü.

Fig. 4. Hydroelectrode, 1- Electrode, 2- Floater.



Şekil 5. Haliçte kullanılan yüzer deniz elektrik dizgesinin yerleşimi ve donanım birimleri. 1- Yüzer akım çubuğu, 2- Üreteç (0.3 Hz), 3- Akım ölçer, 4- Yüzer elektroliz fincanı, 5- Gerilim ölçer, 6- Dengeleyici.

Fig. 5. D.C. Geoelectrical measuring configuration and peripheral units used in Goldenhorn bay. 1- Hydroelectrode, 2- Generator (0.3 Hz), 3- Amp. meter, 4- Hydropot, 5- Voltmeter, 6- Balancer.



Şekil 6. Atatürk köprüsü Eyüp yakasında, orta yerde (50'ci nokta) Haliç'in jeofizik yöntemle çıkarılan düşey elektrik delgisi.

Fig. 6. Geoelectrical sounding of Goldenhorn, under the mid point of Atatürk bridge, of the Eyüp side.

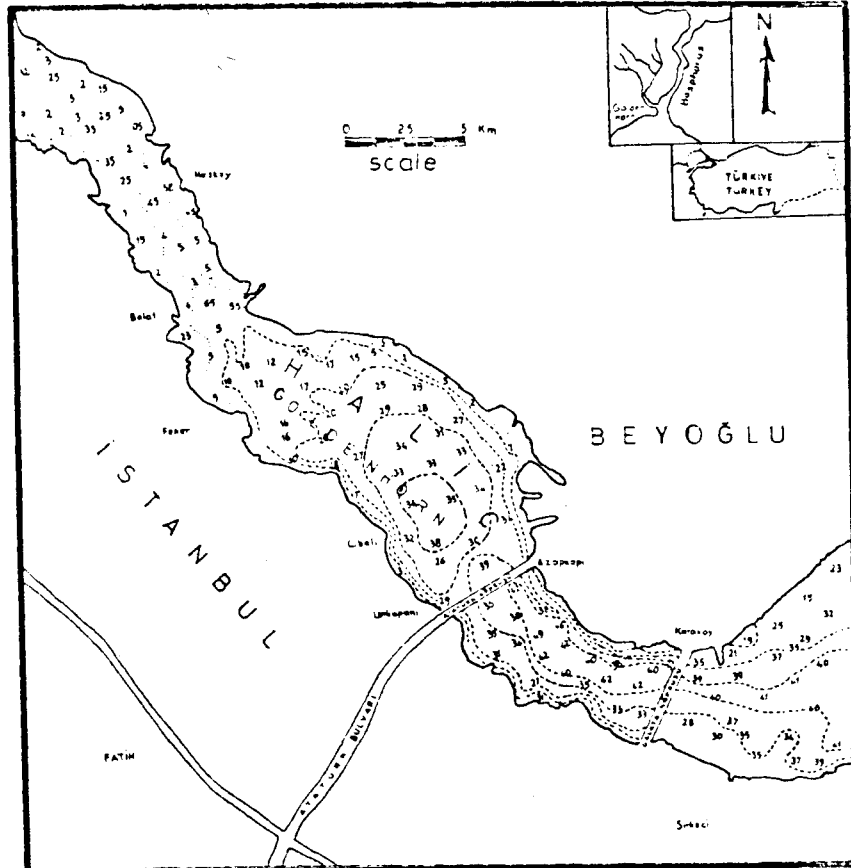
ların d derinlikleri, h kalınlıkları ve ρ elektrik özdirençleri Çizelge 1'deki gibidir.

Jeofizik yoruma göre yüzeydeki 0.75 Ohm-m'lik katman temiz su olup kalınlığı 1.3 metredir. Yüzeydeki temiz su katmanının altında 26 metre kalınlığında 7.5 Ohm-m özdirençinde sarkık tortullardan oluştuğu sanılan kirlı su katmanı yer almaktadır. 27.3 metre derinliğinde ise bu tortullar killi iletken bir çamura dönüşmektedir. 1.95 Ohm-m özdirençindeki killi-çamur kalınlığı 13 m dolayındadır. Asıl yapısal temel derinliği ise elektrik akımın doygunluğuna eriştiği 41 metredir. 41 met-

redeki temelin Trakya oluşuğu ve dip tortullarından oluşan birlik olduğu sanılmaktadır. Kıyılarda 1-12 m olan bu tortulların, Haliç dibinde yer yer 40-50 metrelik kalınlığa eriştiği bilinmektedir (Sayar 1976). Bu tortulları oluşturan birimler killi-şistli-kumlu deniz kökenli midye, istiridye gibi kavkılılardır. Bunların üzerinde, oluşan sıkışmış ve serbest kıvamlı çamurların özdirenç 2 Ohm-m ve kalınlığı 13 metre dolayındadır. Bu karışımın içinde Mollusk kavkılarının bulunması, bu derinlikte ortamın halen belli bir oksijen içerdiğini gösterir. Bu noktada bulunan derinlik 1961'deki Batimetrik sonuçla uyum içindedir (Şekil 7).

Çizelge 1. Haliç Elektrik Delgisinin Yorumuyla Elde Edilen Sonuçlar
Table 1. Results Obtained from the Interpretation of the Geoelectrical Sounding of Goldenhorn

Derinlik (m) (Depth)	Kalınlık (m) (Thickness)	Özdirenç (Ohm - m) (Resistivity)	
$d_1 = 1.3$ m	$h_1 = 1.3$ m	$\rho_1 = 0.75$ Ohm - m	Yüzey suyu (Clean water)
$d_2 = 27.3$ m	$h_2 = 26$ m	$\rho_2 = 7.5$ Ohm - m	Yüzeyaltı Suyu (Dirty water)
$d_3 = 40.9$ m	$h_3 = 13.6$ m	$\rho_3 = 1.95$ Ohm - m	Killi - Çamur (Mud)
$d_4 = \infty$	$h_4 = \infty$	$\rho_4 = \infty$	Kavkılılar ve Temel (Basement)



Şekil 7. Haliç'in 1961 yılındaki batimetrik haritası.

Fig. 7. Bottom topographic map of Goldenhorn, in 1961.

Haliç Yatay Deniz Elektrik Görüntüsü

Haliç temelinin temel yükseltilerini belirlemek ve yanal süreksizlikleri saptamak için yapılmıştır. Ölçüler, köprünün boğaz yakası boyunca ve Unkapanı'ndan Galata'ya doğru alınmıştır. Ölçü konumlarını Haliç'e bağlamak için köprünün trabzanlarındaki kalın dikmeler sayılmıştır. İki dikme arası 4.28 m'dir. Bu durumda ilk kaydırma merkezi olarak, Unkapanı yakasından 16'cı dikmenin olduğu yer alınmıştır. Ölçüler yer yer duba, yer yer kayak kullanılarak alınmıştır (Şekil 5 ve 8).

Kaydırma ölçümü için dizilim boyunu seçmede ilk aşamada tam köprü orta noktasındaki 50'ci dikmede alınan düşey yerelektrik delgisinden yararlanılmıştır. Amaç, temel derinliğini belirlemek olduğundan, Wenner elektrik delgi eğrisinin sağ ucunda $a > 40$ m için oluşan, 40° 'lik akım doygunluğundan kaynaklanan yükselen kanadından yararlanılmıştır. Buradan bulunan Wenner için S-boyuna iletim değeri

$$S = 1.38 \frac{a}{\rho_a} \quad (1)$$

dan, $a = 50$ m ve $\rho_a = 63$ Ohm-m'den, $S = 1.095$ olarak bulunmuştur. Elektrik delgiden bulunan temel derinliği 41 metre olduğundan S, boyuna iletiminden bulunan ρ ortalama özdirenç değeri 5.2 Ohm-m'dir. Temel ile su yüzeyi arasındaki ortamın elektrik iletkenliğinin değişmediği varsayılırsa, 45° 'lik sonuçmaz parça üzerine düşen değerden d, temel derinliği izleyen bağıntı ile bulunabilir.

$$d = \rho \cdot S_a \quad (2)$$

ya da

$$d = a \frac{\rho}{\rho_a} \quad (3)$$

Burada, a 45° 'lik sonuçmaz bölüm içinde düşen Wenner uç açıklığı, ρ_a , a açılımı için ölçülen görünür özdirenç, ρ ortalama elektrik özdirençtir.

Haliç Yatay Elektrik Tepkisi

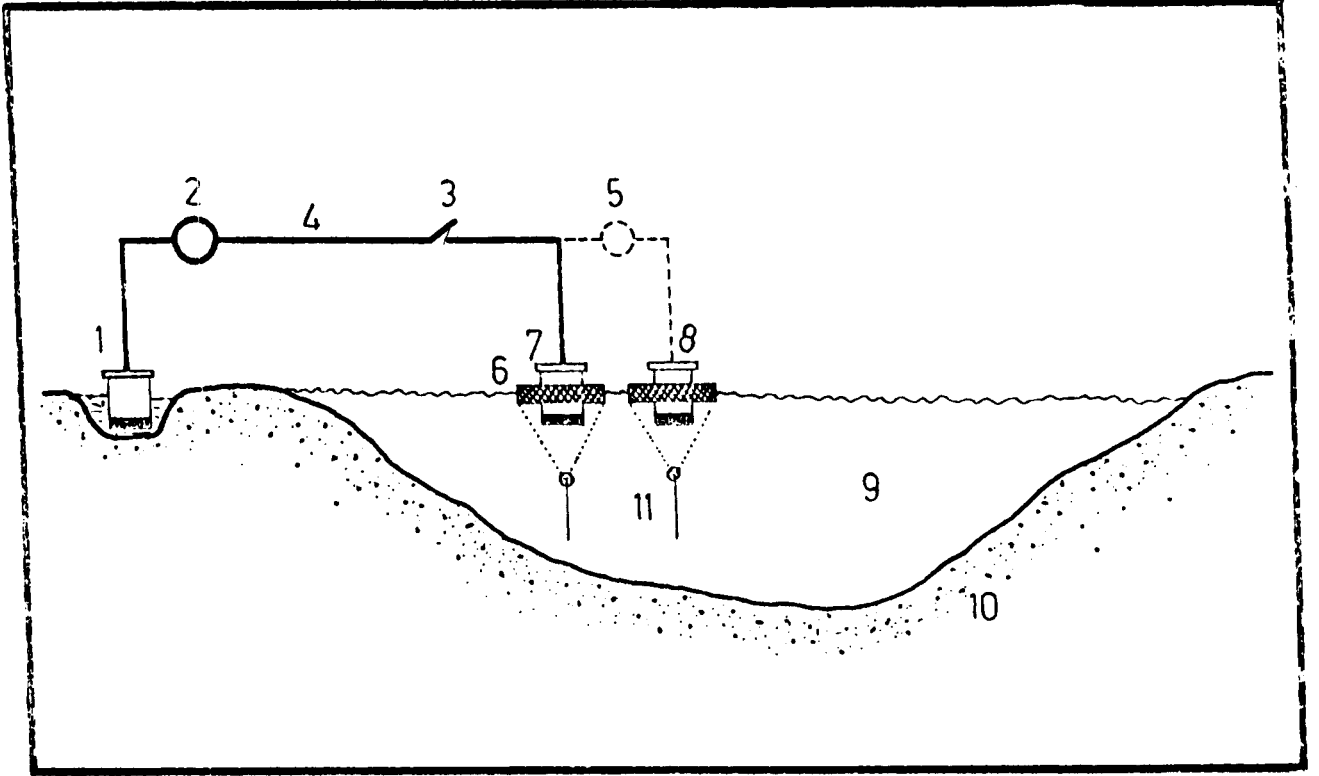
$a = 50$ m olarak yapılan R-direnç ölçümlerinden Atatürk Köprüsü boyunca Haliç yatay elektrik belirtisi elde edilmiştir. Buna göre Unkapanı kıyısından 50 m Galata'ya doğru elektrik özdirenç değeri 63 Ohm-m'den, yaklaşık 25 m ortaya doğru gidince 5 Ohm-m'lik en küçük değerine oluşmaktadır. 20 ile 40 dikmeleri arasındaki 86 metrelilik aralıkta, küçük salınımlarla aynı düzeyde kalan E.Ö. (elektrik özdirenç) 36-39 arası 25 metre yükseklikte 10 metre genişlikte bir süreksizlik yaparak batık izlenimi uyandırmaktadır. 40'dan sonra eğim 55 metre düze-

yine ulaşmakta ve küçük dalgalanmalarla Azapkapı'ya varmaktadır. 40-60 noktaları arasındaki 129 metrelilik aralıktaki en derin yer 32'inci noktanın altında olup 69 metredir. Bu aşamada, Haliç'in Azapkapı yakasının Unkapanı yakasına göre daha derin olabileceği düşünülebilir. Diğer bir seçenek, Azapkapı yakasının Unkapanı yakasına göre daha derin ve diğeri Azapkapı yakasının Unkapanı yakasına göre daha temiz olabileceğidir. E.Ö. değerleri d, temel derinliğine çevrildiğinde, 16-60 noktaları arasında en sığ yer 39'uncu dikme altında olup 20 metredir. Temelin yer yer gösterdiği 10-15 metrelilik girinti çıkıntıları, doğal akıntı olukları ya da temel yükseltisi olabileceği gibi eski batık yığıntıları da olabilir. Bu ayırım, denizaltı elektromanyetik ölçümlerin yapılmasıyla aydınlatılabilir.

DOĞAL UÇLAŞMA ÖLÇÜMLERİ Natural Polarization

Doğal Uçlaşma ölçümleri Haliç'in akıntı yaptığı yerlerin akıntı yönünü, merkez derinliğini, küflenmiş batıkların yerlerini, kimyasal kirlenme bölgelerini belirlemek üzere uygulanmıştır.

Bu ölçümler için biri yer, diğer ikisi yüzer elektroliz fincanı olarak 3 fincan kullanılmıştır (Şekil 8). Yerfincanı Unkapanı köprü ayağı kıyısında 1'inci dikme hizasında toprağa gömülmüş, diğer yüzer fincan 1'inci dikmeden (Unkapanı), 98'inci (Azapkapı) dikmeye dek 10'ar metre aralarla yüzdürülerek D.U.G. (Doğal Uçlaşma Gerilimi) yığınsal biçimde ölçülmüştür. Fincan elektrolitinin çözelti yoğunluğu değişimini bulmak için ikinci yüzer fincan 50 metrede bir diğer yüzer fincanla yanyana daldırılarak dengeleme değeri elde edilmiş (Şekil 8) ve bu değer eşit olarak bu aradaki ölçülere dağıtılmıştır. Unkapanı'ndan, Azapkapı'ya doğru ölçüler D.U.G. ve D.U.E. değerleri Şekil 8'de verilen biçimi almıştır. Unkapanı'ndan, Azapkapı'ya doğru ölçüler -40 mV'luk değerden -480 mV'a duraylı biçimde düşmüştür. Ancak, bu düşüş eğrisi üzerinde 80 mV'luk 20-30 m dalga boylu D.U.G. belirtileri yer almaktadır. D.U.G. belirtilerin oldukları yerde 0, 180 ve 90° 'lik uçlaşmaları (polarization) simgeleyen, 6 ile 0 mV/m genlikli 20-30 m dalga boylu D.U.E. belirtileri oluşmuştur. 0° ve 180° 'lik uçlaşma veren belirtilerin ters ve düz su akışlarından, $90^\circ - 270^\circ$ açılı uçlaşmaların küflenme yerlerinden kaynaklanabileceği sanılmaktadır. D.U.G. ve D.U.E. belirtilerinin birleşik yorumundan, akıntı merkez derinliğinin 7 ile 17 metre arasında değiştiği bulunmuştur. Akıntı görülen yerler ise, 10, 21, 32, 42, 62, 83, 93'üncü dikmelerinin izdüşümlerindedir. Bu sonuca göre Atatürk köprüsü dolayında doğal Haliç akıntıları özellikle Unkapanı yakasında baskındır. Ölçülerden anlaşıldığı üzere, köprü dubaları Haliç'e su akışını kısmen engellemektedir. Yüzey akışı olduğu sanılan bu suların akış yönü Haliç'ten Boğaz'a doğrudur.



Şekil 8. Haliçte kullanılan Doğal uçlaşma dizgesinin yerleşim düzeni ve donanım birimleri, 1- Yerelektrozis fincanı, 2- Gerilim ölçer, 3- Devre aç-kapat düğmesi, 4- Fincanlar arası yalıtılmış bakır tel, 5- Gerilim ölçer, 6- Yüzdürücü, 7- Yüzer fincan, 8- Yüzer karşılaştırma fincanı, 9- Deniz, 10- Kara, 11- Dengeleyici.

Fig. 8. Natural Polarization system configuration and peripheral units at Goldenhorn Bay. İstanbul, Turkey. 1- Non polarizing electrode, 2- Voltmeter, 3- On-of key, 4- Voltmeter, 6- Floater, 7- Hydropot, 8- Reference hydropot, 9- Sea, 10- Land, 11- Balancer.

51 noktasında 90° 'lik uçlaşma veren belirtinin olduğu yerde, elektrik kaydırma ölçümlerinde 7 Ohm-m'lik bir belirti ve elektrik delgi eğrisinde de 3 Ohm-m'lik bir belirti oluşmuştur. Bu belirtinin çok iletken bir süreksizliğe ya da olası bir batığa denk gelmesi beklenebilir.

D.U. süreksizliklerinin, E.Ö. kaydırma eğrilerinde düşük özdirençli 5 ile 15 Ohm-m genlikli belirtilerine denk gelmesi ilginçtir.

Ayrıca D.U.G. eğrisinin Unkapanı'ndan Azapkapı'ya gittikçe azalması, bu yönde temelin derinleştiğinin önemli diğer bir kanıtıdır.

SONUÇLAR

Haliç içinde R direnci 0.02 - 0.18 Ohm, özdirençli 0.75 - 70 Ohm-m, kıyıya göre en büyük doğal uçlaşma gerilimi (-50 mV) en büyük doğal uçlaşma elektrik alanı ise 9 mV/m dolayındadır. Denizin özdirençli kirliliğe göre 0.75 ile 7.5 Ohm-m arasında değişmektedir. Haliç çamuru (ya da taban temiz suyu) özdirençli 2 Ohm-m dolayındadır. Köprü ortasında 1.3 metre yüzey suyu altındaki, sarkık tortulardan oluşan kirliliği 26 metre olarak bulunmuştur. 27 metrede ise özdirençli 2 Ohm-m olan taban çamurunun kalınlığı 13 metre

dolayındadır. Elektrik temel derinliği ise elektrik ölçümlerden en çok 55 metre dolayında bulunmuştur.

Haliç'in yatay elektrik görüntüsü ve uçlaşma ölçümlerinden Atatürk köprüsü dolayında 7 tane doğal su akıntı oluşu varlığı belirlenmiştir. Bunlardan 4'ü Unkapanı yakasında, 3'ü Galata yakasında olup akış yönleri Haliç'ten Boğaz'a doğru, akma derinlik merkezleri ise 7 ile 17 metre arasındadır. Unkapanı yakasında Haliç, Galata yakasına göre daha sığ ve kirlidir.

1961'li yıllarda T.C. Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı'nca yapılan çalışmalarda Atatürk köprüsü dolayında verilen 42 metrelik ortalama batimetrik derinliğin, yer yer 55 metreye gerilemesi ya Haliç'te taban oturmasının hızlandığını ya da Haliç'in doğal temizlenme işlemi sürecine girdiğini gösterir.

ÖNERİLER

Haliç altınır Jeofizik yöntemle elektrik görüntüsünün çıkarılması inceleme donanımını geliştirerek sürdürülmelidir. Ölçümler, Galata Köprüsü'nden başlayıp, Alibeyköy'e dek çapraz biçimde 50'şer metre aralıklı doğ-

rultular boyunca alınmalıdır. Tüm bunları kesen, Haliç eksenini boyunca üç doğrultuda Jeofizik yöntemlerle elektrik ölçüm yapılmalıdır. Böylece, Haliç, altının temel engebeleri, çamur kalınlığı değişimi, temiz-kirli su kalınlığı, doğal su akış oluklarının yer ve derinlikleri, gömülerin yer ve derinlikleri bulunabilir. Ayrıca, ölçümleri belli süreli aralıklarla yineleyerek, Haliç içindeki temizlenmenin zaman içindeki değişimi de izlenebilir.

KAYNAKLAR

- Erguvanlı, K., Yüzer, E. ve Vardar M. 1983, İSKİ-Haliç Tünel Güzergahının Mühendislik Jeolojisi ve Kaya Mekaniği Raporu, İstanbul.
- Baykal, F. ve Kaya, O. 1963, İstanbul Bölgesinde bulunan Karboniferin Genel Stratigrafisi, MTA Dergisi, 61, 1-9.
- Kaya, O. 1969, Karbon Gei İstanbul, N. Jahr. f. Geol. u. Pal. Mh. H3, 160-173, Stuttgart.
- Sayar, C. 1976, Haliç ve Civarının Jeolojisi; Boğaziçi Üniv., İstanbul Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu, Şubat, 355-374.