

## İSTANBUL BOĞAZINDA ARAŞTIRMALAR

### III

#### SENELİK SUHUNET VE TUZLULUK DEVRESİ

Philip ULLYOTT ve Orhan ILGAZ (Robert Koleji, İstanbul)

**ÖNSÖZ:** Bu serideki ilk iki yazımızda Boğazın hidrolojik ve coğrafi genel durumlarını (Ulyott ve Ilgaz, 1943, 1.) ve bu sahadaki akıntılar hakkında bir hipotez ortaya koymak icabettiğini anlatmıştık. (Ulyott ve Ilgaz). Yukarda ismi geçen her iki bahis de Boğazdaki akıntıların genel bir tasviri idi. Şimdi bu yazımızla bir sene içinde vukubulan bütün değişimlerin gözlem teferruatını kaydetmek istiyoruz. Boğazda evvelce gözlemler yapmış olanların kayıtlarından faydalanmak mümkün ise de bunlar yalnız birkaç ay gibi kısa bir müddet içinde yapılmış gözlemler şeklinde olup muntazam fasılalarla uzun bir zaman zarfında yapılan suhuret ve tuzluluk değerlerini vermemektedir. Halbuki, bu yazıda ortaya koyacağımız kıymetler Boğazda ilk olarak bütün bir senelik suhuret ve tuzluluk gözlemlerinden elde edilen kayıtlardır. 1942 ağustosundan 1943 ağustosuna kadar yapılan 54 gözlem birbirinden mutazam (ortalama olarak bir haftaya yakın) fasılalarla ayrılmışlardır. Gözlemler arasındaki bu nisbeten kısa zaman, mevsimlik değişikliklerin daha yakından takibedilmesine ve Boğazdaki normal durum ile anormal durumlar arasındaki farkların seçilmesine imkân vermiştir. Üstelik bu gözlemlerden «standard» namı altında bir seri ayrılmıştır ki, bunlar matematik yolu ile de elde edilebilmektedirler (Ulyott ve Ilgaz, 1943, 2). Bu standard durumlardan farklı olanlar, Boğazdak suların karışmasını ve hattâ Karadenizde hâkim olan durumları anlamamıza yardım etmiştir. (Ulyott ve Ilgaz, 1944, 2.). Bunların en mühimlerinden bir tanesi Türk Coğrafya Dergisinn bu sayısında başka bir yazıda neşredilmiştir (Ilgaz, 1944).

Bu yazıda, yaptığımız gözlemlerin hidrolojik ve biyolojik tarafları bahis mevzuu edilmeyerek, yalnız elde ettiğimiz kıymetler ortaya konmuştur. Fakat ileride bunların, yukarda ismi geçen sahalarda dahi faydalı olabileceklerini ümit ediyoruz.



### Aletler ve metotlar

Hidrolojik araştırmalarda kullanılan aletin, bütün çalışmanın dayandığı bir âmil sayılması gerektiği ve gözlemlerin çerçevesi dışında kalan kayıtlardan ipotezler meydana getirilemeyeceğini hatırlatmak yerinde olur.

Deniz altı suhunetlerini ölçmek için mutata olarak kullanılan alet, derin deniz termometresidir: Bu bir nevi civalı termometre olup suhuneti ölçülecek olan derinliğe indirilerek, daha fazla hareket etmemesi için alt üst edildikten sonra her derecenin okunması lâzım geldiğinden bir kere suyun yüzüne çıkarılırlar. Bundan başka, fazla basınç sebebiyle bu termometre, çok kalın bir cam tüp içine konulduğu için, bulunduğu yerin suhunetini doğru gösterebilmesi 3-4 dakika zaman ister. Bu da gösterir ki bu usul ile muhtelif derinliklerde okunacak her bir derece için oldukça fazla zaman lâzımdır. Derince sularda tek bir ölçü için yarım saat bile sarf edildiği vâkidir. Demek ki bir seri ölçü yapmak için kolayca bir yarım gün sarf edilebilir.

Deniz altı tuzluluk kıymetlerinin tesbiti umumiyetle istenilen derinliğe bir «su alma aleti» sarkıtıp, aletin asılı olduğu telden aşağıya kapakları kapayan bir ağırlık bırakarak yapılır. Bu usulün çok zaman alması, durumların çok çabuk değişmesi ihtimali olan Boğazda, kullanılma bakımından esaslı bir mahzur teşkil etmektedir.

Bizim araştırmamızda bu zorluklar, suhunetle tuzluluk kıymetini aynı zamanda veren ve elektrikle işleyen bir aletin kullanılması sayesinde ortadan kaldırılmıştır. Bu usulün esasları aşağıda izah edilmiştir:

Bir tuz eriyiğinin (mahlûl) elektrik nakiliyeti suhunete bağlı olarak değişir; öyle ki bunu suhunetin bir fonksiyonu olarak kabul edebiliriz. Bu durum hararet emsalinin başka başka suhunette değişmesiyle daha karışık bir şekilde girer. Demek ki suhunetle nakiliyet arasında nisbî bir bağlılık yoktur ve nakiliyet esasları ile bir eriyiğin tuzluluğunu ölçmek; görüldüğu kadar basit değildir. Esasen tamamiyle doğru netice elde edebilmek için nakiliyetle beraber suhuneti de ölçmek icabeder. Nakiliyet ve suhunet derecesi bilinmedikçe eriyiğin tam tuz miktarını bilmek mümkün değildir. Kullandığımız alet esasında biri elektrik termometresi ve diğeri de deniz suyunun nakiliyetini ölçmeğe yarayan iki plâtin elektroddan meydana gelmiştir. Bahsi geçen termometre termopil tipindedir ve bütün gerekli şartlara göre inşa edilmiş (Saunders ve Ulliyott, 1937; Ulliyott, Ilgaz ve Konuk, 1942.) olup bir santigrad derecesinin 1/40 ını ayırdedebilecek kadar hassastır.



Nakiliyet aletinin esasları ve tuzluluğun suhnet ve nakiliyete bağlılığı, teferruatı ile başka bir yazımızda anlatılmıştır. 1000 ünitesi yahut binde (0/00) olarak elde edilen nihai kıymetler virgülden sonra üçüncü mertebeye kadar hassastır (Ulliyott ve Ilgaz, 1942.).

Aletimiz deniz dibine birkaç metre kalıncaya kadar bütün suhnet ve tuzluluk değerlerini âni denecek kadar kısa bir zamanda ölçebilmektedir. Bu yazımızda anlattığımız gözlemler için, seçilen yerde tam bir seri ölçü elde etmek için 2 dakika 45 saniye sarfedilmiştir. Bu seriler suyun yüzünden itibaren 55 metre derinliğe kadar, her 5 metrede bir suhnet ve tuzluluk ölçülerinden meydana gelmektedir.

Bu şartlar altında, suların durumunun değişmesi ihtimali çok azdır ve bu nokta ise çok önemlidir, çünkü bizden evvel Boğazda çalışanların elde ettikleri bazı fevkalâde durumlar iki ölçü arasında geçen oldukça uzun zamanların zarurî tesiri altında kalmışlardır.

Bu yazıda kaydedilen gözlemler yalnız Boğazın orta kısmını alâ kadar eder; bunlar 1942 yılı Kasım ayına kadar Emirgân-Kanlıca arasında ve bu tarihten sonra da Rumeli ve Anadoluhisarları arasında yapılmıştır. Elektrikli aletlerin doğru işleyip işlemediklerini anlamak için arada sırada kontrol vesilesiyle derin deniz termometresi ölçüleri ve kimyevi analizler yapılmıştır.

### Olayların bir senelik gidişleri: A. Gözlemler

Gözlemlerden çıkan sonuçlar, esas suhnet ve tuzluluk ünitelerine çevrildikten sonra bunlar; üzerinde zaman, yer, hava durumu ve akıntıların yaklaştırma sürati gösterilen kartlara geçirilmişlerdir. Önce niyetimiz 1942 ağustosunu ile 1943 ağustosunu arasında 54 fırsatta elde ettiğimiz bütün kayıtları ortaya koymaktı; mamafih şimdilik yer kıtlığı buna engel olmaktadır. Bu sebepten dolayı kayıtlarımızdan yalnız dört tanesini tipik olarak seçtik ve onları burada sunuyoruz. (Cetvel 1, 2, 3, ve 4).

*Boğazda yapılan gözlemlerden neticeler: 1.*

Yer: Emirgân  
Tarih: 26.VIII.1942.  
Saat: 11.

Akıntı: Süratli  
Hava şartları: Şiddetli N rüzgârlarından sonra

Derinlik metre ile <i>Depth in metres</i>	Suhnet C° <i>Temperature</i>	Konsantrasyon 1000 η. <i>Concentration</i>	Tuzluluk % 0 <i>Salinity</i>
0	23.6	0.311	18.0
5	23.6	0.311	18.0
10	23.6	0.311	18.0
15	23.6	0.311	18.0
20	23.6	0.311	18.0
25	23.6	0.311	18.0
30	23.6	0.311	18.0
35	21.6	0.385	22.3
40	20.6	0.443	25.6
45	18.6	0.495	28.5
50	17.6	0.536	30.8
55	16.2	0.584	33.6

*Boğazda yapılan gözlemlerden neticeler: 2.*

Yer: Rumelihisar  
Tarih: 22.I.1943  
Saat: 14.30

Akıntı: Orta süratli  
Hava şartları: Birkaç gün kuvvetli N rüzgârından sonra

Derinlik metre ile <i>Depth in metres</i>	Suhnet C° <i>Temperature</i>	Konsantrasyon 1000 η. <i>Concentration</i>	Tuzluluk % 0 <i>Salinity</i>
0	5.7	0.298	17.3
5	5.5	0.300	17.4
10	5.8	0.297	17.3
15	5.7	0.298	17.3
20	5.5	0.311	18.0
25	6.1	0.372	21.4
30	6.6	0.533	30.7
35	10.4	0.540	31.1
40	11.6	0.568	34.4
45	12.6	0.598	34.4
50	12.8	0.618	35.5
55	13.9	0.638	36.6



*Boğazda yapılan gözlemlerden neticeler: 3.*

Yer: Rumelihisar  
Tarih: 22-II-1943  
Saai: 10

Hava şartları: İki gün süren tipili N fırtınasından sonra güneşli ve durgun hava. Balık kırgını.

Derinlik metre ile. Depth in metres	Suhnet C° Temperature	Konsatrasyon 1000 η. Concentration	Tuzluluk % 0 Salinity
0	2.9	0.340	19.7
5	2.9	0.340	19.7
10	2.9	0.340	19.7
15	2.9	0.340	19.7
20	2.9	0.340	19.7
25	2.9	0.340	19.7
30	2.7	0.342	19.8
35	2.7	0.342	19.8
40	2.7	0.342	19.8
45	2.7	0.342	19.8
50	2.7	0.342	19.8
55	2.7	0.335	19.4

*Boğazda yapılan gözlemlerden neticeler: 4.*

Yer: Rumelihisar  
Tarih: 22.VI.1943  
Saat 16.30

Akıntı: Süratli.  
Hava şartları: Normal.

Derinlik metre ile. Depth in metres	Suhnet C° Temperature	Konsatrasyon 1000 η. Concentration	Tuzluluk % 0 Salinity
0	14.8	0.304	17.6
5	14.8	0.308	17.9
10	14.6	0.310	18.0
15	14.65	0.314	18.2
20	14.6	0.328	19.0
25	14.1	0.336	19.5
30	13.8	0.366	21.2
35	13.9	0.404	23.4
40	13.9	0.462	26.6
45	14.3	0.571	32.9
50	14.4	0.590	33.9
55	14.3	0.600	34.5



Her bir kayıt serisi için üç grafik çizilmiştir, bunların biri derinlik ve suhneti, öteki derinlik ve tuzluluğu, sonuncusu da suhnet ile tuzluluk arasındaki bağılılığı göstermektedir. Birinci ve ikinci çeşit grafiklerin benzerleri bu dergide evvelce çıkmıştı (Ullyott ve Ilgaz, 1944. 1.); üçüncünün eşitleri de başka bir yerde (Ullyott ve Ilgaz, 1943. 2.) neşredilmiştir; onun için burada bunların tafsilâtı üzerinde pek durmayacağız.

Boğazdaki olayların senelik devri, üst sularla alttaki çok tuzlu derin tabakalarda vuku bulan değişiklikler etrafında toplanmaktadır. Onun için hem derinlerde, hem de üst sularla meydana gelen bu değişiklikleri mümkün olduğu kadar açık bir şekilde anlatmağa çalışacağız. Sunduğumuz uzun pafta (Pafta 1 ve 2) bu maksatla hazırlanmıştır. Birinci paftada 0 ve 5 metrede suhnet içi boş yuvarlak noktalarla gösterilmiştir ve bunlar Boğazın üst tabakalarının karakterini belirtmektedir. Aynı zamanda 50 ve 55 metredeki suhnet yuvarlak siyah noktalarla gösterilmektedir; bunlar da alt tabakaların karakterlerini ortaya koymaktadırlar. Pafta 2 de, aynı esaslar, aynı derinliklerde tuzluluk miktarlarına tatbik edilmiştir.

Aradaki kıymetler, şekli daha ziyade karıştıracağı için bu paftalara konmamış ise de seçilen kıymetler hadiselerin genel gidişini açıkça göstermektedir. Araştırmalar arasındaki zaman fasılalarının muntazam olmadığı göze çarpmaktadır. Bazan kısa bir müddet zarfında çok gözlem yapılmıştır (1943 ocak ayında 9 seri); bazı zamanlarda ise gözlemler arasında uzun zamanlar bırakılmıştır (1943 mayıs içinde yalnız 1 seri). Bunun bir sebebi, Boğazda bir durumun uzun müddet değişmemesi, yahut mühim değişikliklerin çok kısa bir zaman içinde vuku bulmasıdır.

### Boğazda bir sene içinde vuku bulan olaylar:

#### B. Gözlemlerin izahı

1. S u h u n e t: İlk önce Boğazın üst sularındaki suhnet değişikliklerini ele alalım. 1942 ağustosunda Boğazın yüzey sularının suhneti yaklaşırma  $23^{\circ}$  santigrad idi. Bu suhnet az bir eksilmeye rağmen 1942 ekim ayına kadar devam etmiştir. Bu tarihten sonra 1943 ocak ayına kadar suhnet muntazam bir şekilde  $4^{\circ}$  ye inmiştir. Ondan sonra 1943 martına kadar suhnet hep  $4^{\circ}$  altında kalmış ve hattâ 5 mart 1943 te  $2^{\circ}$ . 4 e düşmüştür. 1943 martının sonundan 1943 temmuzunun başına kadar suhnet yavaş yavaş yükselerek  $21^{\circ}$  i bulmuştur. Bu suhnet 1942 ağustosununkine yakın olmakla beraber senelik devre o sırada henüz tamamlanmamıştı. Fakat suhnet grafiğinde, 17 temmuz 1943 te suhu-



netin âni denecek bir şekilde  $11^{\circ}$  ye düşmesiyle belirtilen olaganüstü bir hadise olmuştur. 24 temmuz 1943 e kadar suhnet gene yükselerek  $21^{\circ}$  i bulmuştur. Güz mevsiminde en yüksek suhnet derecesi ( $22^{\circ}$ . 0) 25 ağustos 1943 te kaydedilmiş, bu suretle, senelik devre tamam olmuştur. Temmuzda vukubulan düşüklüğün senelik suhnet grafiğinin intizamını belirli bir şekilde bozan tek vakıa olduğu göze çarpmaktadır. Türk Coğrafya Dergisinin bu sayısının başka sayfalarında etraflıca anlatılan bu suhnet düşmesinden başka, Boğazın üst sularının suhnet grafiği, Karadenizin üst tabakalarının senelik suhnet grafiğinin bir aksinden ibarettir. Onun için hatırdâ tutulmalıdır ki, Karadenizin üst tabakalarının suhnetine tesir eden 1943-44 senesinin başında elde ettiğimiz neşredilmemiş neticelerin gösterdikleri çok geniş hava şartları vardır.

Şimdi boğazın alt tabakalarındaki çok tuzlu suların, senelik suhnet devresine geçelim. İlk önce göze çarpan şey, senelik suhnet farkının az olmasına rağmen bu derin sulara ait grafiğin üst tabakaların suhnet grafiğinden çok daha gayri muntazam oluşudur. Esasen derin tabakalardaki suhnet devresi üç kısma ayrılabilir. Bunların ilki 1942 ağustosundan başlayarak 1943 ocak ayına kadar uzanır. Bu müddet içinde 55 metre derinlikte en yüksek suhnet  $16^{\circ}.4$ , en alçak suhnet de  $10^{\circ}.2$  olup grafik oldukça muntazamdır. Bununla beraber, grafiğin ikinci kısmında yani 1943 ocak ayının ikinci yarısı ile bütün şubat ve mart, hattâ nisan ayları zarfında, mühim intizamsızlıklar göze çarpmaktadır. Hattâ bazı zamanlar çizgi çok düşerek üstteki su tabakalarının suhnetini temsil eden grafiğe yaklaşmaktadır. Bu gibi üç mühim fırsat, alt tarafta çıkıntı şeklinde işaretlerle belirtilmişlerdir. Bunlara benzer olayların esasını aşağıda başka bir paragrafta derin su kütesinin tuzluluğu ile meşgul olurken anlatacağız. Üçüncü kısım, yani 1943 nisanından 1943 ağustosuna kadar uzanan müddet içinde, grafik — temmuzda vukubulan hadise hariç — oldukça intizamlıdır ve esas suhnet farkı çok küçüktür. Fakat, 1943 temmuz suhnet düşüklüğünü ve pafıta işaret edilmiş buna benzer diğer üç fırsatı da bir tarafa bırakırsak, grafiğin genel görünüşünün oldukça düzgün olduğu göze çarpar. Alttaki su kütesinin suhneti son baharda  $15^{\circ}$  ile başlayarak ertesi senenin başlarında  $10^{\circ}$  a yakın bir kıymete indiği halde 1943 haziranında  $15^{\circ}$  ye yaklaşmıştır. Bundan dolayı alttaki suların suhnet devresi üst tabaka sularının suhnet devresinin tamamen aksidir. Fevkalâde durumlar hariç, genel suhnet farkı yalnız  $5^{\circ}$  dir (kışın  $10^{\circ}$ , yazın  $15^{\circ}$ ); buna mukabil, üst tabakalardaki suların genel suhnet farkı en aşağı  $20^{\circ}$  dir. (Kışın  $2^{\circ}.5$ , yazın  $22.5^{\circ}$ ). Bundan başka, alt su sahasında soğuk suların hâkimiyeti, üst tabakalar-



daki soğuk su hâkimiyetinden daha kısadır. Çünkü alt tabakada nisbeten yüksek suhnet kıymeti olan  $13^{\circ}.9$  son defa olarak 22 ocak 1943 de kaydedilmiş ve bu kıymete yakın olan  $14^{\circ}.2$  ancak 19 mayıs 1943 de ölçülebilmıştır; böylece burada 4 aylık bir «soğuk su mevsimi» olduğu anlaşılıyor. Yüzeysel suları için en son nisbi yüksek suhnet kıymeti 16 kasım 1942 de elde edilen  $14^{\circ}.1$  dir; buna yakın diğer kıymet de 1 haziran 1943 de  $14^{\circ}.8$  olarak ölçülmüştür. Bu şekilde yüzeysel sularının soğuk mevsimi en az 6 ay kadar uzamaktadır. Başka bir mühim not da yüzeysel sularının soğuk mevsiminin, alt tabaka soğuk mevsiminden oldukça erken başlamasıdır. Şekil 1 yüzeysel ve derin tabaka sularının normal suhnet grafiklerini göstermektedir. Yukarıda bahsi geçen olağan üstü durumların katılmadığı bu şekil, esas vasıfları daha açık bir surette belirtmektedir.

Alt tabaka sularının Marmara denizi derinlerinden geldiğini düşünürsek, bu esas vasıfların izahı kolaylaşmış olur. Deniz ve Okyanusların yüzeysel sularının mevsimlerden ve hava hareketlerinden çok müteessir olmalarına karşılık, derinlere inildikçe bu tesirin azaldığı ve nihayet muayyen bir derinlikten sonra hemen hemen tamamiyle kaybolduğu malumdur. Yani derin tabakaların genel suhnet farkları yüzeysel tabakalarınınkinden daha azdır ki biz bunun neticesini alt tabaka sularındaki ölçülerimizde görüyoruz. Aynı zamanda, yüzeysel sularının sıcaklık durumu derin tabakalardaki sulara âni bir şekilde tesir edemez, fakat birçok haricî âmillere dayanarak ve yavaş yavaş şiddetini kaybederek aşağıya doğru tesir eder. Boğazdaki durumu araştırırken yüzeysel ve derindeki suların soğuk mevsimi arasında bir gecikme olduğunu görmüştük. Fakat hatırdaki tutulmalıdır ki bu iki soğuk su mevsimi arasındaki zaman farkının sebepleri aynen yukarıda anlatıldığı gibi değildir. Çünkü Boğazın yüzeysel suları esasen Karadeniz ve etrafındaki kararlar üzerinde hâkim olan iklim şartlarının tesiri altındadır, halbuki derin tabaka sularının suhneti doğrudan doğruya Akdeniz faktörlerine dayanır.

Bahsi geçen olağanüstü durumlar ile; yüzeysel ve derindeki suların tuzluluğu izah edilirken meşgul olacağız; şimdilik bunların anormal hava şartlarından meydana geldiklerini bilmek kâfidir.

2. Tuzluluk: Pafta yüzeysel suların bütünü seviye (0 ve 5 metre) ile derin tabaka sularının tuzluluğunu göstermektedir. İlk ve en çok göze çarpan şey, her iki tabaka arasındaki genel tuzluluk farkının büyüklüğüdür. Yüzeysel sularının tuzluluğu yaklaşık  $0.30 \cdot 1000 \eta$  ünitesidir ( $17.4 \cdot 0/004$  ve genel fark nisbeten azdır. Derindeki suların ortalama tuzluluğu ise yaklaşık olarak  $0.60 \cdot 1000 \eta$  ünitesidir ( $34.5 \cdot 0/00$ ), fakat bu derinlerde genel fark oldukça büyüktür ( $0.50$  ile  $0.70 \cdot 1000 \eta$



ünitesi = 28.8 0/00 ile 40.0 0/00 arası); böyle olmasına rağmen olağanüstü hallerde daha alçak tuzluluk kıymetleri de görülüyor. Bu değişiklik ve farklar mevcut olduğu halde, suhnet grafiklerinde gördüğümüz senelik devreleri burada görmüyoruz: derin ve yüzey sularının tuzluluk seviyeleri bütün sene zarfında yaklaştırma olarak aynı hizada kalıyorlar.

Yüzey sularının kayda değer iki karakteri vardır. Birincisi 1942 senesinin sonlarına doğru tuzluluğun oldukça mühim bir şekilde artması ve 1943 senesinin ilk birkaç ayında tekrar ortalamadan aşağıya düşmesidir. Bunun esas sebepleri henüz kati bir şekilde bilinmemekle beraber yaz mevsimindeki fazla buharlaşmanın son baharda artan tuzluluğa ve sene başındaki ani kar erimelerinin de ilk baharda eksilen tuzluluğa seboldüğünü düşünmek mantık harici sayılmaz. Fakat biz bunu bir ihtimalden ileri götürmek niyetinde değiliz; şimdilik neşredilmemiş bazı çalışmalarımız Marmaranın üst sularının tuzluluğunu idare eden âmilin, bu denizin alt ve üst tabakaları arasındaki yoğunluk farkı olduğunu göstermiştir. Elde fazla delil bulunmadıkça Karadeniz hakkında böyle bir faraziye ileri sürmek doğru olmaz.

Yüzey sularının senelik devrelerinde kayda değer öteki karakter de 4 ocak 1943 ve 3 eylül 1943 de elde edilen yüksek tuzluluk kıymetleridir. Bu iki tarihin de, bütün sene içinde vuku bulan, ve yüzey sularının aksi istikamette akmalarına sebep olan (Orkoz) ları gösterdiklerini belirtmek isteriz. Bu gibi durumlarda Boğazın yüzey sularının membaı Karadeniz değildir ve bu sebepten dolayı sular Karadeniz sularının karakterlerini de haiz değildir. Esasen Orkoz sırasında Boğaz yüzey sularının tuzluluğu yaklaştırma Marmaranın yüzey sularının tuzluluğunun aynıdır. Orkoz varken Boğazdaki suların hareketleri çok enteresan bir konu teşkil etmektedir.

Derindeki suların tuzluluğuna gelince, evvelâ genel farkın yüzey sularındakinden çok daha fazla olduğunu, sonra da bu fark ve değişikliklerin daha sık vuku bulduğunu görüyoruz. Demek ki aşağı tabakalarda nisbeten sabit bir tuzluluk muvazenesi vukuu, oldukça güç bir mesele oluyor ve üstteki sulara tesir edemediği halde derin suları fazla müteessir eden bir takım âmiller mevcut bulunuyor. Derin tabaka sularının muvazenesizliğini burada bahis mevzuu etmek pek doğru değil ise de dört defa olağanüstü denilebilecek hâdiselerin görüldüğünü söylemek icabeder. Bu dört olay paftada işaret edilmiştir. Olağanüstü durumlar diye vasıflandırdığımız bu dört olay sırasında derin suların karakterleri tamamıyla değişmiştir ve meteorolojik kayıtlar kuvvetli kuzey fırtınaları



göstermişlerdir. Bunun bir neticesi olarak Marmaranın derinlerinden gelen çok tuzlu suların hepsi boğazdan kovulmuşlar ve böylece derinlerde yüzey sularının tuzluluk kıymetlerine yakın ölçüler elde edilmiştir. Bu gibi hadiseler en ziyade kışın Karadeniz suyunun yoğunluğu ve fırtınaların şiddeti en fazla olduğu zamanlar görülmektedir. Bununla beraber olayların dördüncüsü, temmuzda görülmüştür. Bu durum hakkındaki hususi teferruatlı malûmat bu derginin başka sayfalarında bulunabilir (İlgaz, 1944). Böyle büyük tuzluluk değişiklikleri ile aynı zamanda vukubulan suhnet değişiklikleri de tabii aynı sebeplerden dolayı meydana gelmektedir.

### Hulâsa:

Boğazın yüzey ve derin sularının senelik suhnet ve tuzluluk kıymetleri pafta 1 ve 2 de grafik şeklinde gösterilmiştir. Esas vasıflar aşağıda hülâsa edilmiştir:

**Yüzey sularının suhneti:** Boğazın yüzey sularının suhneti Karadeniz yüzey sularının senelik devresini yakından takibeder. 17 temmuz 1943 deki olağanüstü kıymetler hariç, grafik düzdür ve aşağı yukarı fazla inip çıkmaz.

**Derin suların suhneti:** Derindeki suların suhnet grafiği üç kısma ayrılabilir: a) 1942 ağustosundan 1943 ocak sonuna kadar süren düzgün kısım; b) 1943 ocak ortasından 1943 martının sonuna kadar süren gayri muntazam üç düşük suhnetli kısım; c) 1943 nisanından 1943 ağustosuna kadar süren ve yalnız 17 temmuz 1943 deki olağanüstü durum ile intizamı bozulan düzgün kısım. Eğer b kısmındaki alçak kıymetler nazarı itibara alınmazsa, suhnetin kış düşüklüğünü gösteren oldukça düzgün muntazam bir grafik çizilebilir (şekil 1); fakat bu düşüklük yüzey sularınıkinden hem kısa, hem de geçtir. Bunun sebebi de aşağıdaki suların, etraftaki meteorolojik tesirler altında bulunan Marmara denizinin derinlerinden gelmesidir.

**Yüzey sularının tuzluluğu:** Tuzluluğun senelik devresinde iki mühim nokta vardır. Birincisi, 1942 senesinin sonuna doğru tuzluluğun artması ve 1943 senesinin başından sonra tekrar azalması; öteki de tuzlulukta 9 ocak ve 3 eylül 1943 de görülen ani yük selişler. Bu her iki gözlem de (Orkoz) esnasında, yani Boğazdaki yüzey suları o sırada esen kuvvetli güney rüzgârları dolayısıyla kuzeye doğru akarken yapılmıştır. Onun için Boğazın yüzey sularının tuzluluğu Marmara denizinin yüzey sularının tuzluluğunun aynıdır.



**Derindeki tabakaların tuzluluğu:** Bu tabakalarda normal ve anormal tuzluluk genel farkı arasındaki kıymet büyüktür. Normal zamanlardaki değişmelerin yani muntazam iniş ve çıkışların sebebi henüz bilinmemektedir. Fakat derindeki suların tuzluluğunu yüzey sularındaki tuzluluğa yaklaştıran fevkalâde durumların sebebinin, çok şiddetli kuzey fırtınaları esnasında Karadenizden gelen suların derinlerdeki ağır ve çok tuzlu suları Boğazdan çıkartması olduğu malûmdur.

## BİBLİYOGRAFYA

- Ilgaz, O. (1945). Karadenizden İstanbul Boğazına giren sular hakkında bazı notlar. Türk Coğr. Dergisi VII-VIII. Ankara, 1945.
- Saunders, J. T. Ulliyot, P. (1938). Thermoelectric methods of temperature measurement. Int. Rev. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. 34.
- Ulliyot, P. and Ilgaz, O. (1942). Bahri ve yarıbahri şartlar altında tabii suların kondüktivitesini ölçmeğe mahsus âlet ve metodlar. İst. Üniv. Fen Fak. Mecmuası. Seri A. 7. İstanbul.
- Ulliyot, P. and Ilgaz, O. (1943-1). İstanbul Boğazında araştırmalar. I. Karadeniz Boğazının coğrafi ve hidrolojik durumunun incelenmesi. Türk Coğr. Dergisi. I. Ankara.
- Ulliyot, P. and Ilgaz, O. (1943-2) Boğazda incelemeler. I. Sene içindeki standard-durumun tariflenmesi. İst. Üniv. Fen Fakültesi Mecmuası. Seri B. 8. İstanbul.
- Ulliyot, P. and Ilgaz, O. (1944-1) İstanbul Boğazında Araştırmalar. II. Boğazdaki su hareketleri üzerinde yeni bir hipotez. Türk Coğr. Dergisi V-VI. Ankara.
- Ulliyot, P. and Ilgaz, O. (1944-2). Boğazda incelemeler. II. Sulardaki yıllık çevrim. İst. Üniv. Fen Fak. Mecm. Seri B. 8. İstanbul.
- Ulliyot, P. O. Ilgaz, and F. Konuk (1942). Limnolojik tetkikatta suhnet ölçmek için termo-elektrik âleti. İst. Üniv. Fen Fak. Mecmuası. Seri B. 7. İstanbul.



RESEARCHES ON THE BOSPHORUS. III. THE YEARLY CYCLE OF SALINITY  
AND TEMPERATURE

by

Philip Ulliyott and Orhan ILGAZ

*Summary.* The yearly temperature and salinity cycle in the upper layers, and in the deep layers of the Bosphorus has been shown in graphical form in Plates 1 and 2. The main features can be summarised as follows:

*Temperature of the surface waters.* The temperature of the surface waters follows closely the yearly cycle of temperature in the surface waters of the Black Sea. The curve is regular, and with the exception of a peculiar reading on July 17<sup>th</sup> 1943, shows no abnormal ups and downs.

*Temperature of the lower waters (kanal).* The temperature curve for the deeper waters can be divided into three parts (a) a smooth part from August 1942 until the end of January 1943 (b) a part indented with three severe drops between the middle of January 1943 and the end of March 1943 when the heavy salty water at the bottom of the Bosphorus was driven out by northern storms (c) a smooth part from the beginning of April 1943 until the end of August 1943, broken only by the event on July 17<sup>th</sup> 1943. Disregarding the minimal readings during period (b), a fairly smooth curve could be drawn, which shows a winter decrease of temperature. This, however, is much less in extent than that of the surface waters, and also is later in point of time. This is to be explained by the fact that the lower waters come from a depth region in the Sea of Marmara which is remote from the regular seasonal variations of the region.

*Salinity of the surface waters.* There are two chief features in the yearly curve showing this feature. The first is the general increase of salinity towards the end of the year 1942, and the general decrease of salinity at the beginning of 1943. The causes for this are not yet clear. The second feature is the marked and sudden increase of surface salinity on January 4<sup>th</sup> 1943 and September 3<sup>rd</sup> 1943. These two readings were both taken at a time of «orkoz», when the whole Bosphorus was flowing northward during a southerly storm, so that the surface of the Bosphorus corresponds in salinity to the surface of the Sea of Marmara.

*Salinity of the deep layers.* These layers show a much greater range of both normal and exceptional variability. The full explanation of the normal variability is not known, but the exceptional variations, when the salinity of the lower waters approximates to that of the surface waters, are due to northern storms of great violence, which drive out all the deep highly saline water from the Bosphorus channel, so that the water at the bottom is also also of Black Sea origin.