

## KARADENİZ'DE ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN DAĞILIMI VE MEVSİMLİK DEĞİŞİMİ

*Sedat Yalçın\**

### *I. GİRİŞ.*

İçdenizlerin tipik bir örneği olan Karadeniz, kendine özgü hidrolojik şartlara sahiptir. Akarsu ve yağışlardan kaynaklanan tatlı su girdisinin, buharlaşma ile meydana gelen su kaybundan fazla oluşu tuzluluğun azalmasına ve su seviyesinin yükselmesine neden olmaktadır. Yüzeyde az tuzlu (%<sub>00</sub> 18) su bulunmakta ve bu sular İstanbul ve Çanakkale boğazları ile üstten Akdeniz'e doğru, altta ise tuzluluğu yüksek (%<sub>00</sub> 38) Akdeniz suları Karadeniz'e doğru hareket etmektedir.

Karadeniz oldukça büyük bir deniz olup (422.189 km<sup>2</sup>) kuzey güney kıyıları arasında yaklaşık 4° coğrafi enlem farkı vardır (40-44 dereceler arası)<sup>1</sup>. Kuzey kesimde (özellikle Azak denizi ve Odessa körfezi) hava sıcaklığının düşmesine bağlı olarak yüzey suyu sıcaklıkları da azalmaktadır; hatta kış mevsiminde yer yer donan deniz suyu ulaşımı engelliyebilmektedir<sup>2</sup>. Keza kuzey kesimde tuzluluğun güneye nazaran oldukça düşük olmasında (%<sub>00</sub> 10-6) buharlaşma ile olan su kaybının azlığı yanında özellikle akarsulardan kaynaklanan tatlı su girdisindeki fazlalığın da rolü vardır. Ancak kuzeybatıda bazı bölgeler hariç, yüzeydeki sıcaklık azalması düşük tuzluluktaki yüzey sularının yoğunluğunu kararsız bir durum yaratacak ölçüde artırmaz.

\* Dr. Sedat YALÇIN, Dz. Astsb. Hzl. Okulu'nda Coğrafya Öğretmenidir.

1 S., ERİNÇ, *Karadeniz Çanağının Jeomorfolojik ve Yapısal Özellikleri ve Morfometrisi*, İst. Ün. Deniz Bil. ve Coğ. Enst. Bülteni, c. 1., s. 1., s. 15-22 1984.

2 S., ERİNÇ *Karadeniz'de Buzlanma ve Buz Rejimi ile Meteorolojik Parametreler Arasındaki İlişkiler*, İst. Ün. Deniz Bil. ve Coğ. Enst. Bülteni c. 2., s. 2., s. 11-15., 1985.

Karadeniz'de yıllık sıcaklık ve tuzluluk değişimleri ilk 150 m. derinlikte etkili olarak hissedilmektedir. Daha derinlerde ise sıcaklık ve tuzluluk yıl boyunca değişmemekte, sabit kalmaktadır. Dibe kadar olan bu sahada sıcaklıklar yaklaşık 9°C, tuzluluk ‰ 22 civarındadır.

Karadeniz'in diğer bir özelliği suda çözülmüş halde bulunan oksijen ve derinlerde yer alan hidrojen sülfür gazının dağılımıdır. Yüzeyde oksijen bakımından zengin bir tabakanın mevcudiyetine rağmen üst ve alt su kütleleri arasında dikey bir sirkülasyon olmaması Karadeniz'de alt su kütesinin oksijen ile beslenmesini mümkün kılmamaktadır. Bu nedenle alt tabakalarda organik madde yüksek konsantrasyonlarda birikir, dikey sirkülasyonun olmaması nedeni ile yüzeye çıkamaz. Anaerobik şartlar sonucu oluşan hidrojen sülfür, tüm Karadeniz'de gözlenir. Akdeniz'in aksine alt su oksijen bakımından fakirdir ve belli bir derinlikten sonra oksijene rastlanmaz. İstanbul boğaz yolu ile Karadeniz'e giren Akdeniz suyu, Karadeniz'in yüzey suyu tabakasına karışmaktadır. Ancak bu su, tuz kayıplarını karşılmasına karşılık dip suyu oksijeni üzerinde etkili olamaz<sup>3</sup>.

Hidrojen sülfür ve oksijen konsantrasyonunun dağılım özellikleri Karadeniz'in potansiyelini olumsuz yönde sınırladığı kabul edilmektedir. Ancak yeni araştırmalar derin suların mutlak bir hareketsizliğe sahip olmadığını, aksine düşey doğrultudaki hareketlerle yer değiştirerek yüzey tabakasına karıştığını ileri sürmektedirler<sup>4, 5, 6, 7</sup>. Bu araştırmalar derinlerde yer alan anoksik su küt-

3 K., YÜCE, *Karadeniz'de Hidrojen Sülfür ve Çözülmüş Oksijen Dağılımı ve Mevsimsel Değişimi*, İst. Ün. Deniz Bil. ve Coğ. Enst. Bülteni, c. 2., s. 2., s. 100. 1985.

4 E.T. DEGENS, ve D.A., ROSS. *The Black Sea Geology, Chemistry and Biology*. The American Association of Petroleum Geologist, Tulso, Oklohoma, 1974.

5 D.M., FLIPPOV, *On the Horizontal Circulation of Bottom Water in the Black Sea*. U.S. Naval Oceanographic Office, Washington, 1963

6 V.P., NOVITSKIY, *Vertical Structures of Water and General Features of Water Circulation in the Black Sea*. U.S. Naval Oceanographic Office Washington D.C. 1968.

7 K.O., EMERY ve J.M., HUN, *Summary of Black Sea Investigations (Degens and Ross, p. 575-590)*. 1974.

lesinin yüzey tabakasına organik ve inorganik besin maddeleri sağ-  
layan bir depo görevi gördüğünü belirtmektedirler.

Bu araştırmamızda, Karadeniz'deki canlı hayat üzerinde önem-  
li bir rolü olan çözünmüş oksijenin dağılımı incelenmiştir. Önce dikey  
yöndeki dağılım, bunu takiben yatay yöndeki dağılım ele alınmış-  
tır. Özellikle yatay yöndeki dağılım incelenirken coğrafi metoda  
sadık kalınmış ve çeşitli derinlik kademelerine ait dağılım harita-  
ları oluşturulmuştur<sup>8</sup>.

## II. KARADENİZ'DE ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJENİN DİKEY YÖNDEKİ DAĞILIŞI.

Deniz suyunda tuzlardan başka erimiş halde atmosferdeki gaz-  
lar da mevcuttur. Bu gazlar içerisinde canlı hayatı mümkün kılan  
oksijenin büyük bir önemi vardır. Deniz suyundaki oksijenin iki  
kaynağı vardır ki bunlardan biri atmosfer, diğeri bitkilerdir. Bilin-  
diği gibi sıvılar temas ettikleri gazları soğurma (absorbsiyon) özel-  
liğine sahiptir. Havadan absorbe edilen oksijen miktarı, yüzey su-  
yunun aşağı derinliklerdeki su ile karışma oranına bağlıdır. Ka-  
rışma oranı fazla ise hidrosfere daha fazla oksijen nakledilir.

Oksijenin diğer kaynağı olan bitkiler tarafından denizin kar-  
bondioksiti alınır, yerine oksijen serbest bırakılır. Böylece özellikle  
ilk 100-150 metrede atmosfer ve bitkiler deniz suyuna oksijen temin  
ederler.

Deniz suyunun içerisinde bulunan çözünmüş oksijen miktarı  
suyun tuzluluğu ve sıcaklığına da bağlıdır. Deniz suyunun tuzlu-  
luğu ve sıcaklığı arttıkça atmosferdeki gazları soğurma kabiliyeti  
azalmakta, azaldıkça artmaktadır<sup>9</sup>. Sıcaklık ile çözünmüş oksijen

8 Bu araştırmada kullandığımız çözünmüş oksijen değerleri Seyir Hid-  
rografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı'nın yapmış olduğu ölçümlerden alın-  
mıştır. Bu ölçüm istasyonları Karadeniz'de homojen bir dağılım göstermek-  
tedirler. Ancak veri temin edilemeyen kuzey kesimlerde oksijen değerleri ka-  
baca gösterilmek zorunda kalmıştır. Mevsimlik değişimleri saptıyabilmek  
için farklı mevsimlere ait dört ay seçilmiştir (1965 yılının Ocak ayı, 1963 yı-  
lının Nisan-Temmuz ve Ekim ayları).

9 A. ARDEL, *Hidrografiya (Okyanuslar ve Denizler)*. İst. Ün. Yay. No:  
720., Coğ. Enst. Yay. No: 19. İstanbul 1975.

arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla Karadeniz'in çeşitli derinlik kademelerine ait grafikler çizilmiştir. Yatay ekseninde sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ), dikey ekseninde çözünmüş oksijen'in (ml/l) yer aldığı grafikte de (Şekil 1) sıcaklığın artmasına bağlı olarak çözünmüş oksijen miktarında azalma meydana geldiği gözlenmektedir. Diğer bir ifade ile çözünmüş oksijen miktarı ile su sıcaklığı ters orantılı olarak değişim göstermektedir, Dikkati çeken diğer bir husus, 20 metre derinlik kademesinde çözünmüş oksijen değişim aralığının oldukça geniş olmasıdır.

Sıcaklık ve oksijenin derinlikle olan değişimini izleyebilmek için Doğu ve Batı Karadeniz'de ortalama değerlere göre çizilen grafiğe<sup>10</sup> göre (Şekil 2) yüzeyden 50 metre derinliğe kadar olan tabakada çözünmüş oksijen konsantrasyonunun yüksek olduğu gözlenmektedir ( $I > 6$  ml/l). Yüzeyden itibaren derinlik arttıkça sıcaklık azalmakta, buna karşılık çözünmüş oksijen miktarı artmaktadır. Maksimuma 30 metrede erişildikten sonra çözünmüş oksijen miktarı azalmaya başlamaktadır. Azalmanın 50 metreye kadar yavaş, 50 metreden sonra ise süratli olduğu gözlenmektedir. 50 metreden itibaren sıcaklık yaklaşık  $8^{\circ}\text{C}$  civarında oynamakta, buna karşılık çözünmüş oksijen süratle azalarak 150 metrede 0.33 ml/l'te inmektedir.

Bu durum Karadeniz'de dikey su sirkülasyonunun ilk 50 metrede etkin olduğu, daha derinlerde ise etkinliğinin azaldığının ve nihayet yaklaşık 150/200 metrede ise sona erdiğinin bir ifadesidir. Aynı durumu tuzluluk-oksijen arasındaki ilişkiyi gösteren grafikte de (Şekil 3) görmek mümkündür.

Karadeniz'de çözünmüş oksijen miktarı derinlikle süratle azalmaktadır. Çözünmüş oksijenin bu dikey değişimi Tablo I'de gösterilmiştir. Tablodaki veriler, oksijenin en sığ 150 metre, en derin 300 metreden sonra gözlenemediğini ortaya koymaktadır.

Doğu ve Batı Karadeniz'de, çözünmüş oksijenin çeşitli mevsimlerdeki düşey ve yatay yöndeki dağılımlarına açıklık getirmek amacıyla çeşitli derinlik kademelerinde her mevsime ait oksijen

10 Bu grafikte yatay eksen üzerinde ortalama sıcaklıklar ( $^{\circ}\text{C}$ ), dikey ekseninde ortalama oksijen değerleri (ml/l) yer almaktadır. Yüzeyden itibaren çeşitli derinliklerdeki ölçüm değerleri bu grafik üzerinde gösterilmiştir.

TABLO I. *Karadeniz'de çözünmüş oksijen konsantrasyonunun dikey değişimi*

Derinlik (m)	Çözünmüş oksijen miktarındaki değişim (ml/lt)
0	277-757
10	357-758
20	307-767
30	350-788
50	179-779
75	002-715
100	010-685
150	000-481
200	000-144
300	000-017

değerlerinin ortalamaları alarak bir tablo oluşturulmuş (Tablo II-III) ve bu değerlere göre dikey oksijen profilleri çizilmiştir. Bu profillere göre (Şekil 4a, 4b) çözünmüş oksijenin 2.0 ml/lt nin üzerinde olduğu derinlik Batı'da 85-100 metre arasında, Doğu'da ise 95-120 metre arasındadır. Batı ve Doğu Karadeniz'de çözünmüş oksijenin 2.0 ml/lt den yüksek olduğu tabaka maksimum derinliğini Nisan ayında almaktadır. Bu durum tatlı su girdisi ile uyum gös-

TABLO II. *Batı aKradeniz'de ortalama çözünmüş oksijen değerlerinin mevsimlik değişimi (ml/lt).*

Derinlik(m)	Mevsimler arası					
	Ocak	Nisan	Temmuz	Ekim	Ort.	Fark
0	7.077	7.139	5.122	5.675	6.25	2.017
10	7.077	7.070	5.183	5.618	6.24	1.887
20	7.083	7.195	5.183	5.618	6.64	1.519
30	7.064	6.780	6.870	6.434	6.77	0.630
50	6.786	5.978	5.868	6.492	6.27	0.918
75	4.012	3.526	2.517	4.258	3.58	1.741
100	1.864	1.908	5.510	1.381	1.43	1.357
150	0.553	0.381	0.161	0.222	0.33	0.393

TABLO III. *Doğu Karadeniz'de ortalama çözünmüş oksijen değerlerinin mevsimlik değişimi (ml/lt).*

Derinlik(m)	Ocak	Nisan	Temmuz	Ekim	Mevsimler arası	
					Ort.	Fark
0	7.035	7.114	4.578	6.113	6.21	2.527
10	7.059	7.213	5.750	5.958	6.50	1.463
20	7.025	7.202	6.314	6.159	6.68	1.043
30	7.064	7.008	6.091	7.072	6.81	0.981
50	5.858	6.151	5.707	6.320	6.01	0.462
75	3.959	4.370	3.959	3.803	4.77	0.567
100	2.041	2.675	2.568	1.647	2.24	1.038
150	0.369	0.871	0.748	0.428	0.60	0.502

termektedir. Tath su girdisinin etkisi oksijen bakımından zengin yüzey tabakasının Nisan ayında maksimum derinliğe ulaşmasına neden olmaktadır. Yüzeide, Batı ve Doğu Karadeniz'de minimum oksijen değerleri Temmuz ayında görülür.

Yüzeiden itibaren 30 metreye kadar artış gösteren oksijen bu derinlikte maksimum değerini kazanmakta (Batı'da ortalama 6.77, Doğu'da 6.81 ml/lt), daha derinlere doğru ise azalma göstermektedir. Bu azalış özellikle Batı'da 50-75 metre, Doğu'da ise 75-100 metreler arasında ani bir düşüş şeklindedir (Batı'da bu azalış değeri 2.69, Doğu'da 2.53 ml/lt dir).

Oksijenin mevsimlik değişimi bakımından Doğu ve Batı arasında fark belirlemektedir. Mevsimlik farklar yüzeide en fazla olup (Batı'da 2.017, Doğu'da 2.527 ml/lt) derinlik arttıkça azalmakta, tekrar artmakta ve tekrar azalmaktadır (Tablo II-III). Mevsimlik değişimin en az olduğu derinlikler bakımından Doğu ile Batı arasında fark vardır. Mevsimlik değişimin en az hissedildiği derinlik kademesi Batı'da 30 metre iken, Doğu'da 50 metre olmaktadır (Bu derinliklerde mevsimler arası çözünmüş oksijen fark değerleri Batı'da 0.630, Doğu'da 0.462 ml/lt dir). Mevsimlik değişimin en az olduğu bu tabakanın altında az da olsa tekrar bir artış görülmekte, yaklaşık 150/200 metreden sonra oksijen miktarı sıfıra inmekte ve yerini Hidrojen Sülfür gazına bırakmaktadır.

### III. KARADENİZ'DE ÇÖZÜNÜMÜŞ OKSİJENİN YATAY DOĞRULTUDAKİ DAĞILIMI.

1. Ocak ayı: Kış mevsimine örnek olarak alınan bu ayda yüzeyde çözülmüş oksijen değerleri 6.93-7.18 ml/lt arasındadır (Şekil 5). Yüzeyde en yüksek değere Köstence açıklarında rastlanır (7.72 ml/lt). En düşük değerler ise Batı'da Karadeniz'in ortası (6.99 ml/lt) ve Doğu Karadeniz kıyılarında (6.93-6.99 ml/lt) yer alır. Oksijenin kuzey kesimlerde daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Doğu Karadeniz genel olarak Batıdan daha düşük oksijen değerlerine sahiptir. Akıntı sisteminin de oksijenin bu dağılımı üzerinde rolü vardır. Kuzey kesimin oksijen bakımından zengin suları akıntılarla Batı Karadeniz kıyılarını yalıyarak güneye inmekte, doğuya yönelmekte ve Anadolu kıyılarını takip etmektedir. İstanbul boğazından yaklaşık İnebolu'ya kadar olan kıyı şeridindeki yüksek oksijenin nedeni de budur.

50 metre derinliğe kadar olan üst tabakada Batı Karadeniz Doğu'dan daha yüksek oksijen değerlerine sahiptir (Şekil 6-7-8-9) 50 metre derinlikte Akçakoca-Sivastopol-Köstence arasında 7.00 ml/lt nin üzerinde olan çözülmüş oksijen, en büyük değerini İstanbul boğazı civarında kazanır (7.20 ml/lt). Diğer kesimlerde çözülmüş oksijen 7.00 ml/lt nin altındadır. Hatta Doğu Karadeniz'de 3.37-1.79 ml/lt gibi değerlere rastlanır. Bu durum Batı Karadeniz'de dikey karışımın çok daha etkin olduğunun bir göstergesidir. Yüzeye doğru yaklaştıkça oksijen bakımından zengin alan ( $I > 7.00$  ml/lt) git-tikçe genişlemekte, buna karşılık 7.00 ml/lt den daha düşük değerlere sahip olan alanlar ise Doğu Karadeniz kıyılarına çekilmektedir. Yüzeyden 50 metre derinliğe kadar olan tabakada İstanbul boğazı ve/veya İstanbul boğazı doğusundaki kıyı şeridinin oksijen bakımından zengin olduğu görülür. 50 metreden daha derinlerde oksijen miktarı azalmakta, bu azalış Karadeniz'in orta kesimlerinde kenarlardan çok daha fazla olmaktadır. 50 metre derinlikteki düşük oksijen değerine sahip alan ( $I < 4.00$  ml/lt), 75 metrede batı ve kuzeye doğru genişler. Orta kesimlerde oksijen 2.00 ml/lt hatta 1.00 ml/lt nin altına düşer. Kıyılar, Odessa körfezi-Batı Karadeniz ve Anadolu kıyıları (Batum'a kadar) 5.00 ml/lt nin üzerinde oksijene sahiptir. Bu kesimlerde oksijenin 6.00 ml/lt nin üzerine çık-

tığı alanlar (İnebolu-Rize ve Tuna ağzı Varna arası) mevcuttur (Şekil 10).

100 metre derinlikte aynı durum gözlenir. Ancak çözünmüş oksijen Karadeniz'in hemen hemen tamamında 1.00 ml/lt nin altındadır. Doğu Karadeniz kıyılarında oksijenin yer yer 4.00 ml/lt nin üzerine çıktığı kesimler vardır (Şekil 11).

2. *Nisan ayı* : Nisan ayında yüzeyde çözünmüş oksijen değerleri 5.83-7.57 ml/lt arasında değişmektedir (Şekil 12). Bu ayda çözünmüş oksijen Ocak ayına göre artış göstermektedir (Oksijen değerleri 7.50 ml/lt nin üzerine kadar çıkabilmektedir). Batı Karadeniz'de Bulgaristan ve Trakya kıyıları hariç tüm kıyı şeridinde yüksek oksijen değerleri ölçülür. Bu kıyıları 7.20 ml/lt eşoksijen eğrileri çevreler. Kuzey kesim ve Anadolu kıyılarında oksijen değerleri 7.30 ml/lt nin üzerindedir. Maksimum değer Ereğli açıklarında yer alır (7.57 ml/lt). Yüzeyde oksijen değerlerinin en az olduğu sahalar Karadeniz'in ortası ile Bulgaristan-Trakya kıyılarıdır. Buralarda oksijen değerleri 7.00 ml/lt den küçüktür. Minimum değere Karadeniz'in ortasında rastlanır (5.83 ml/lt).

50 metre derinliğe kadar olan üst tabakada Doğu Karadeniz Batı'dan daha yüksek çözünmüş oksijen değerlerine sahiptir (Şekil 13-16). 50 metrede Karadeniz'in ortası çözünmüş oksijen bakımından oldukça fakirdir. Burayı 4.00 ml/lt eşoksijen eğrisi çevreler ve yer yer 2.00 ml/lt nin altındaki değerlere rastlanır (1.62 ml/lt). Kıyılara doğru çözünmüş oksijen miktarında artış gözlenir. Bu artış özellikle Odessa körfezine doğru fazlalaşmaktadır ( $I > 7.30$  ml/lt). En yüksek değer ise Batı Karadeniz'de Zonguldak açıklarında ölçülmüştür (7.70 ml/lt).

50 metreden yüzeye yaklaştıkça oksijen miktarı artmaktadır. Bu artış özellikle kıyılarda daha fazladır. Ayrıca Doğu'nun Batı'dan, Anadolu kıyılarının da kuzey'den daha fazla oksijen değerlerine sahip olduğu gözlenir. Tüm Karadeniz'de en yüksek değerler 20 metre derinlik kademesinde ölçülmüştür.

30 metre derinlikte Doğu Karadeniz ve Odessa körfezi çözünmüş oksijen bakımından daha zengindir ( $I > 7.20$  ml/lt). En yüksek değerler Giresun-Rize arasındaki kıyı şeridinde yer alır (7.46 ml/lt). 20 metrede ise oksijen bakımından daha zengin olan Doğu



Karadeniz'deki alan, Batıya doğru genişliyerek Karadeniz'in büyük bir kısmını kaplamaktadır. Diğer bir ifade ile Kerç boğazından Akçakoca'ya kadar olan Doğu kıyı şeridi ve Odessa körfezinde çözünmüş oksijenin 7.30 ml/lt nin üzerinde olduğu gözlenir. En yüksek değerler Ordu-Riyon havzası arasındadır ve burayı 7.40 ml/lt eşoksijen eğrisi çevreler (7.53 ml/lt). En düşük değerler ise Karadeniz'in ortasından Bulgaristan kıyılarına doğru uzanır. Burada değerler 7.00 ml/lt nin altındadır ve yer yer 500 ve 400 ml/lt nin altına indiği gözlenir (3.04-4.90 ml/lt). Orta kesimde yer alan düşük oksijenli alan, 10 metrede doğuya doğru biraz daha genişlemiştir. Anadolu kıyıları ve Odessa körfezini 7.30-7.40 ml/lt. eşoksijen eğrileri çevrelemektedir (Şekil 13-14-15).

50 metreden derinlere doğru Karadeniz'in ortasında çözünmüş oksijenin 1.00 ml/lt nin altına indiği bir alan belirir ki, bu alan 100 metrede çok daha genişlemektedir. Buna karşılık kıyılarda çözünmüş oksijen 6.00, hatta kuzeybatıda 7.00 ml/lt nin üzerine çıkabilmektedir. Çözünmüş oksijen bakımından zengin olan kıyı şeridi, Doğu'da Batı'ya nazaran daha geniş bir alan kaplamaktadır (Şekil 17-18).

3. *Temmuz ayı*: Yaz mevsiminde tüm Karadeniz yüzey sularının çözünmüş oksijen bakımından fakirleştiği görülür (yaklaşık 5.00 ml/lt). Bu ayda çözünmüş oksijen değerleri 2.77-5.89 ml/lt arasındadır (Şekil 19). Çözünmüş oksijenin 5.00 ml/lt nin altına indiği alanlar, Doğu Karadeniz'in ortası -ki burada en düşük değer olan 2.77 ml/lt elde edilmiştir. Riyon havzası kıyıları ile Bulgaristan-Trakya kıyılarıdır. Diğer kesimlerde çözünmüş oksijen değerleri 5.00 ml/lt nin üzerindedir. En yüksek Odessa körfezinde olup burayı 5.50 ml/lt eşoksijen eğrisi çevreler.

Yüzey suyunun çözünmüş oksijen bakımından bu fakir durumu derinlik arttıkça kaybolmaktadır (Şekil 20-21). Derinlikle beraber çözünmüş oksijen miktarında gözlenen artış 30 metre derinlikte en yüksek değerini almaktadır. 10 metre derinlikte çözünmüş oksijen miktarı Doğu'da Batı'dan daha yüksektir Doğu'da  $I > 6.00$  ml/lt). 20 metrelerde Karadeniz'in büyük kısmında değerler 7.00 ml/lt den büyüktür. Bu derinlikte Batı Karadeniz'de en yüksek değerler ( $I > 7.20$  ml/lt) orta kesimde iken, Doğu Karadeniz'de kuzeydoğu kıyı önlerindedir. En büyük değer Batı'da ölçülmüştür (7.67

ml/lt). 30 metre derinlikte Batı Karadeniz'de çözünmüş oksijen değerleri Batı'dan daha yüksektir. Burada en yüksek değer orta kesimde ölçülmüştür (7.75 ml/lt). Batı Karadeniz'de 7.00 ml/lt nin üzerindeki alan daha geniş bir yer kaplarken Doğu Karadeniz'de kıyılara bağlı kalır (Şekil 20-21-22).

50 metre derinlikte çözünmüş oksijen Karadeniz'in Doğu ve Batı kıyılarında daha yüksektir. Buralarda 6.00 ml/lt nin üzerinde olan çözünmüş oksijen diğer kesimlerde bu değer altındadır. En büyük değerler Batı Karadeniz'in ortasında (7.22 ml/lt) ve Doğu Karadeniz'de Rize-Giresun arasındaki kıyı şeridindedir (7.29 ml/lt) (Şekil 23).

50 metreden daha derinlerde (Şekil 24-25) çözünmüş oksijen bakımından Batı Karadeniz Doğu'dan daha fakirdir. 75 metrede 1.00 ml/lt nin altındaki çözünmüş oksijen değeri gösteren alan Batı'da geniş bir yer kaplarken Doğu Karadeniz'de-özellikle kıyılar-çözünmüş oksijen değerleri daha yüksektir. Sinop-Tuapse arasındaki kesimi 5.00 ml/lt eşoksijen eğrisi çevreler. 100 metre derinlikte 1.00 ml/lt nin altındaki alan Batı ve Kuzeye doğru daha fazla genişlemektedir. Anadolu kıyıları ve Doğu kıyılarda çözünmüş oksijen değerleri 1.00 ml/lt nin üzerindedir. Doğu'ya doğru çözünmüş oksijen değerlerinin arttığı gözlenir. En yüksek değer Giresun-Rize arasındadır ( $I > 6.00$  ml/lt).

4. *Ekim ayı* : Yüzeyle çözünmüş oksijen miktarı yaza göre bir artış gösterir. Çözünmüş oksijen miktarının en fazla olduğu kesim kuzeydoğu Karadeniz kıyılarıdır (Sivastopol-Sohumkale arası). Burada değerler 6.00 ml/lt nin üzerine çıkmaktadır. Diğer kesimlerde çözünmüş oksijen 5.00 ml/lt nin üzerindedir. Düşük değerleri Trakya kıyılarından doğuya doğru uzanan bir şeritte görmek mümkündür. ( $5.00 < I < 5.50$  ml/lt). En düşük değerlere sinop açıklarında rastlanır (4.53 ml/lt) (Şekil 26).

Kuzeydoğu Karadeniz'de, yüzeyle çözünmüş oksijen miktarı bakımından nisbeten zengin olan alan derinlik arttıkça sahasını genişletmektedir. 20 metre derinlikte bu alan Karadeniz'in hemen hemen tamamını kaplamaktadır. 30 metre derinlikte çözünmüş oksijen miktarı iyice artarak maksimum seviyeye ulaşmaktadır. Karadeniz'in ortasında 7.70-7.80 ml/lt nin üzerine kadar çıkan değer-

lere rastlanır (7.74-7.88 ml/lt). Bu derinlikte en düşük değerlere İstanbul-Samsun arasındaki kıyı şeridinde ve Köstence açıklarında küçük bir alanda rastlanır ( $I < 6.00$  ml/lt).

30 metre derinliğe kadar Doğu Karadeniz Batı'dan daha fazla çözülmüş oksijene sahip iken 50 metrede durum tersine döner. Doğu Karadeniz'in orta kesiminde 6.00 ml/lt nin altındaki değerler geniş bir alan kapladığı halde Batı'da değerler 6.00 ml/lt nin üzerindedir. Hatta Köstence-Zonguldak arasında çözülmüş oksijen miktarı 7.00 ml/lt nin üzerine çıkar (Şekil 27-28-29-30).

50 metreden daha derinlerde çözülmüş oksijen süratle azalmaktadır. Bu azalma orta kesimlerde oldukça fazladır ve burada değerler 1.00 ml/lt nin altına düşer. Buna karşılık kıyılarda 5.00 ml/lt nin üzerinde olan çözülmüş oksijen, batıda Köstence-Ereğli arasındaki kıyı şeridinde 6.00 ml/lt nin üzerine çıkmaktadır. 100 metre 1.00 ml/lt nin altındaki değerler doğu-batı yönünde geniş bir alan kaplamaktadır. Tabanı kuzeydoğu Karadeniz kıyıları olan bu oksijen bakımından fakir alan batıya doğru incelererek uzanır. Kıyılarda çözülmüş oksijenin yükseldiği, özellikle Riyon havzası önünde 5.00 ml/lt nin üzerine çıktığı görülmektedir (Şekil 31-32).

#### IV. SONUÇLAR :

Karadeniz'de çözülmüş oksijen konsantrasyonu, su sıcaklığı ve tuzluluğu ile ters orantılı bir değişim göstermektedir. Soğuk mevsimde çözülmüş oksijen miktarının sıcak mevsimden daha fazla oluşu bu hususla ilgili olsa gerektir. Çözülmüş oksijen dağılımı ile tatlı su girdisi arasındaki ilişki, dikkati çeken diğer bir husustur. Yüksek çözülmüş oksijen değerlerinin kıyı kesimlerinde, özellikle kuzey kıyılarda görülmesinin nedeni tatlı su girdisindeki artışlardır. Keza tatlı su girdisinin çözülmüş oksijenin mevsimlik dağılımı üzerinde de etkisi vardır. Doğu Karadeniz'de tatlı su girdilerinin etkisi çözülmüş oksijen bakımından zengin tabakanın Nisan ayında maksimum derinliğe ulaşmasına sebep olur.

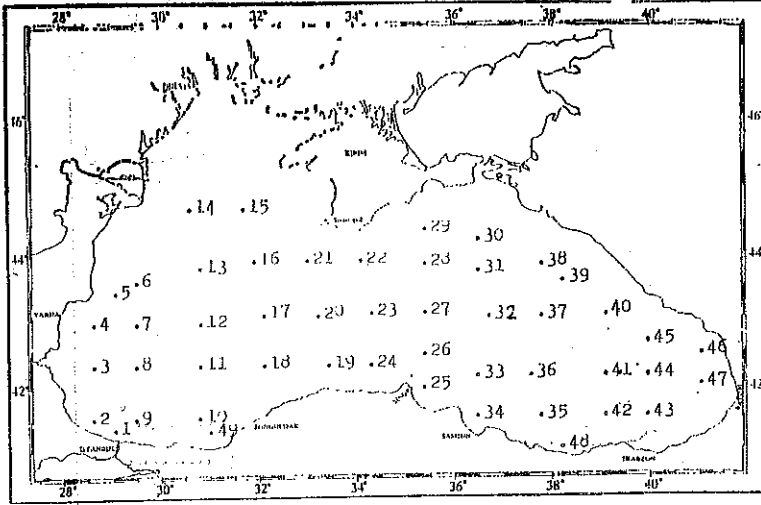
Mevsimlik çözülmüş oksijen farkları yüzeyde en fazladır. Derinlik arttıkça bu farklar azalmaktadır.

Karadeniz'in orta kesimlerinde çözünmüş oksijen konsantrasyonu sığlaşmakta, buna karşılık kıyılarda derinleşmektedir. Çözünmüş oksijenin sığlaştığı bölgeler, çözünmüş oksijen konsantrasyonunun azaldığı, tuzluluğun ve sıcaklığın arttığı bölgelerdir. Derinleştiği bölgeler ise, çözünmüş oksijen konsantrasyonunun arttığı, tuzluluğun ve sıcaklığın azaldığı alanlardır. Diğer bir ifadeyle, çözünmüş oksijen dağılımı üst tabakada kubbemsi bir şekil almaktadır. Sıcaklık ve tuzluluktaki dağılıma benzeyen bu duruma Karadeniz'deki sayklinik (dairesel) akıntı sistemi neden olmaktadır. Akıntı sistemi kıyılarda karışımın artmasına ve özellikle kuzey kesime ait çözünmüş oksijen bakımından zengin suların kıyıları takip etmesine sebep olmaktadır. Bunun sonucunda kıyı kesimlerinde çözünmüş oksijen daha derinlere kadar etkili olabilmektedir<sup>11</sup>. Çözünmüş oksijen maksimumu yüzeyde değil, 20/30 metre derinlikte yer almaktadır.

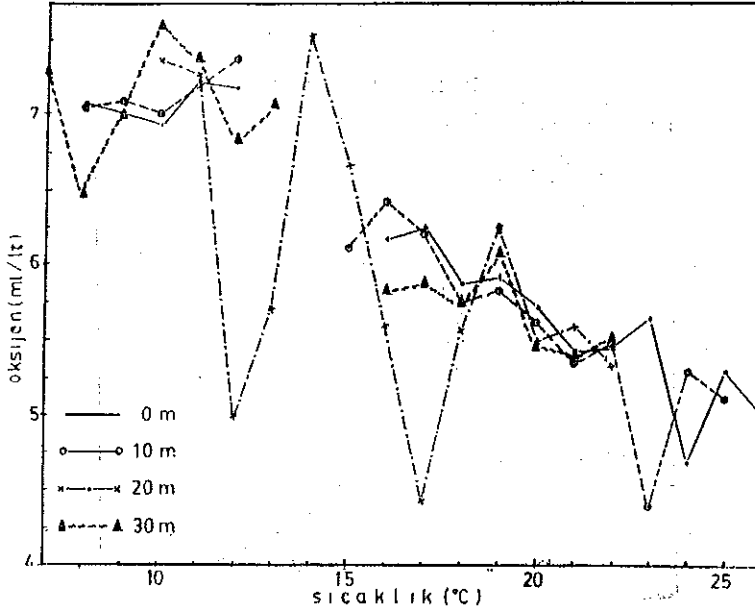
Çözünmüş oksijenin dağılımı bakımından Doğu ve Batı Karadeniz arasında fark belirlemektedir. Yüzeyden 50 metre derinliğe kadar olan su tabakasında Ocak ve Temmuz aylarında Batı, Doğu Karadeniz'den, Nisan ve Ekim aylarında ise Doğu, Batı Karadeniz'den daha fazla çözünmüş oksijene sahiptir. 50 metreden daha derinlerde ise Ocak ve Temmuz'da Doğu, Batı Karadeniz'den, Nisan ve Ekim'de Batı, Doğu'dan daha fazla çözünmüş oksijene sahiptir. Batı ve Doğu Karadeniz arasında bir devrilikten söz etmek mümkündür.

---

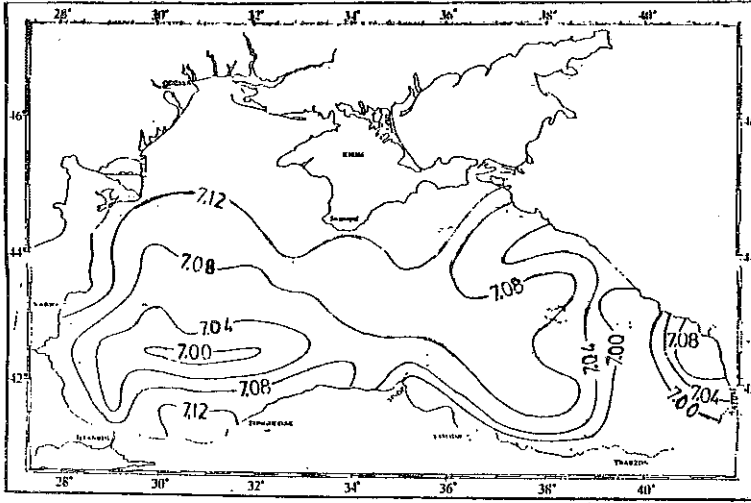
11 Baykut, F., Aydın, A. ve Artüz, M. ye göre aerobik ve anaerobik sular arasındaki sınır havza kenarlarında 250 metre, orta kesimlerde 150 metre derinlikten geçmektedir. F., (BAYKUT, A., AYDIN, M. İ., ARTÜZ, *Bilimsel Açıdan Karadeniz*. İst. Ün. Yay. No: 3004. İstanbul 1983).



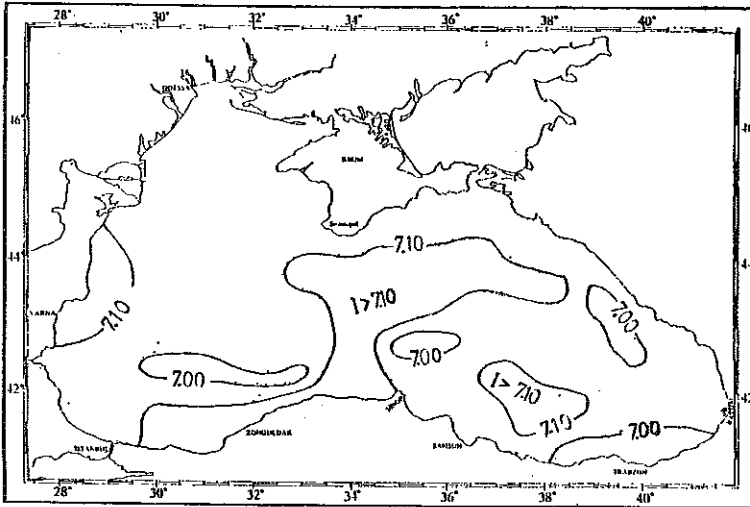
Harita : 1 — Karadeniz'de oşinografik istasyon mevkileri.



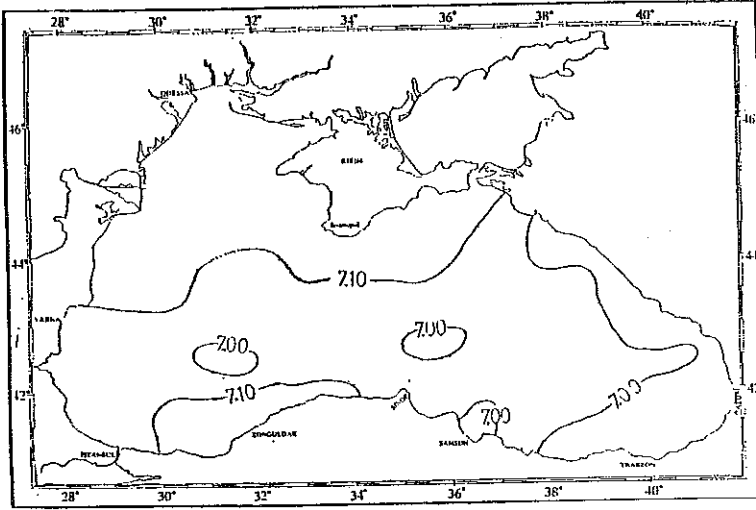
Şekil 1 — Sıcaklık-Çözünmüş Oksijen Diyagramı (°C-ml/l).



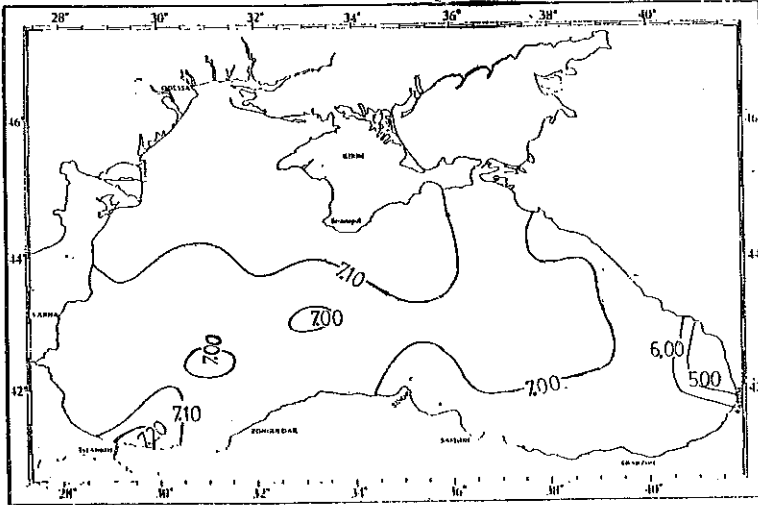
Şekil 5 — aKradeniz'de Ocak ayı çözülmüş oksijen dağılımı (Yüzeyde)



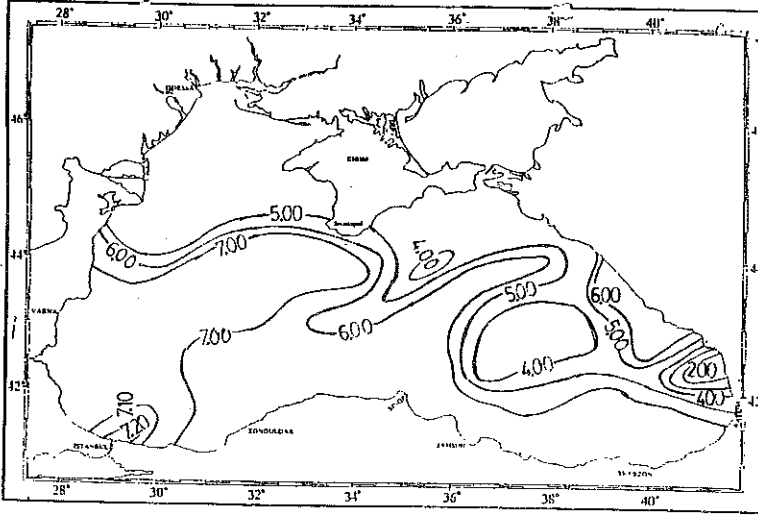
Şekil 6 — Karadeniz'de Ocak ayı çözülmüş oksijen dağılımı (10 metre derinlikte).



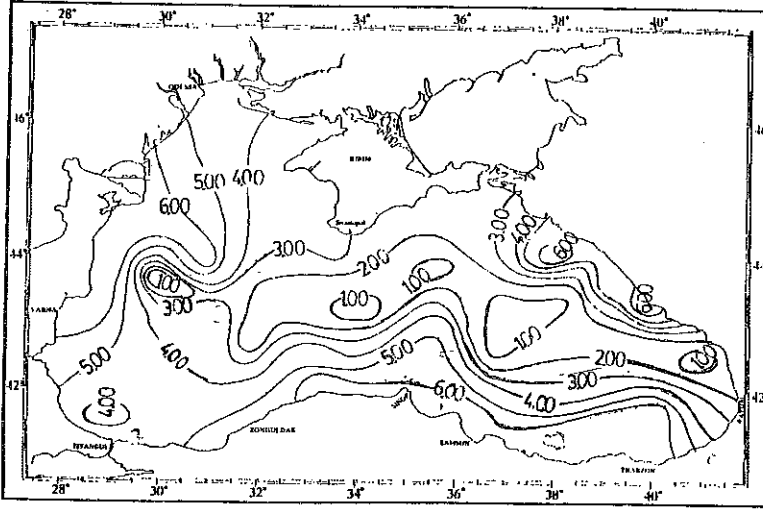
Şekil 7 — Karadeniz'de Ocak ayı çözünmüş oksijen dağılımı  
(20 metre derinlikte).



Şekil 8 — Karadeniz'de Ocak ayı çözünmüş oksijen dağılımı  
(30 metre derinlikte).

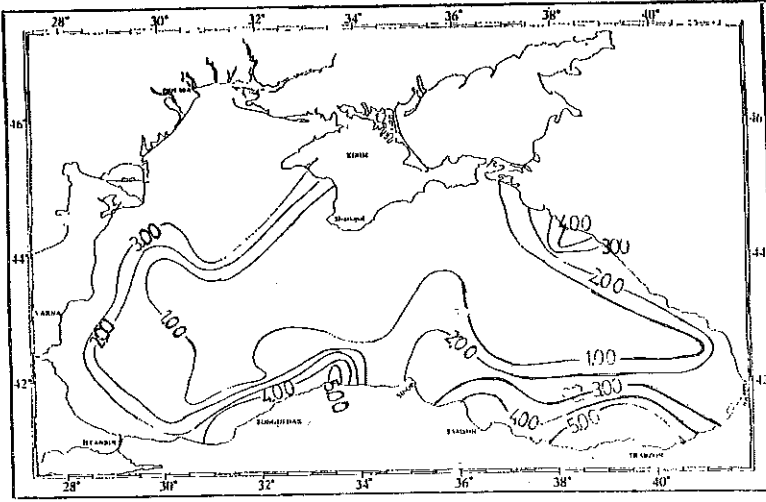


Şekil 9 — Karadeniz'de Ocak ayı çözülmüş oksijen dağılımı  
(50 metre derinlikte).

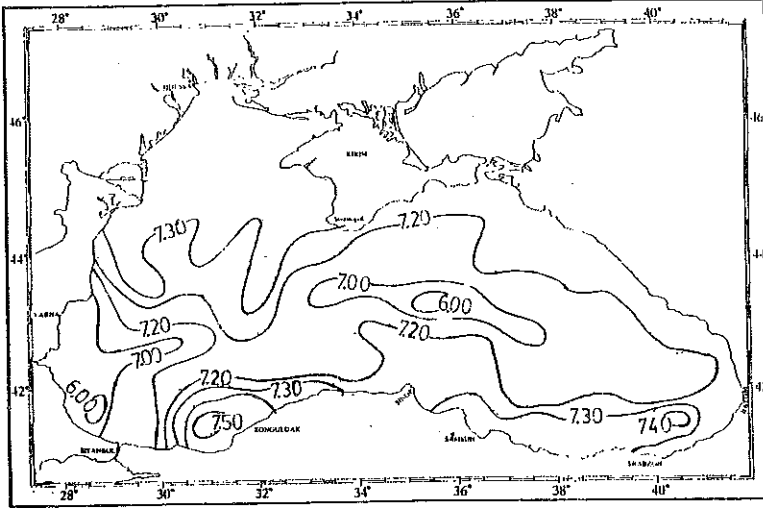


Şekil 10 — Karadeniz'de Ocak ayı çözülmüş oksijen dağılımı  
(75 metre derinlikte).

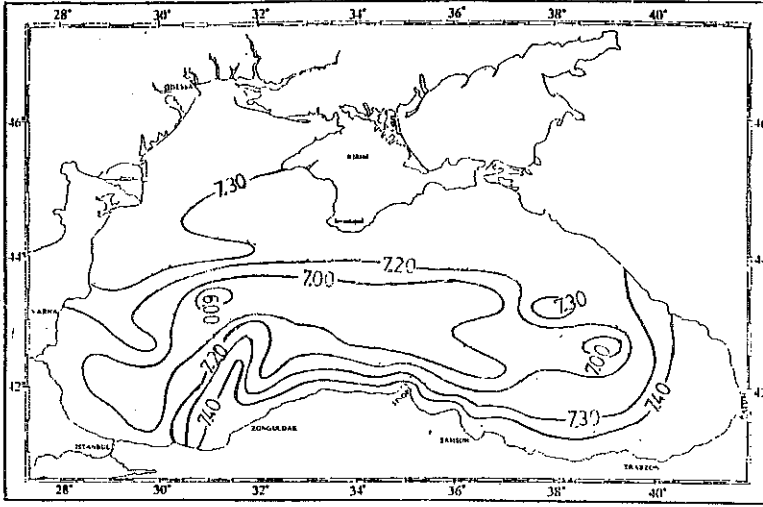




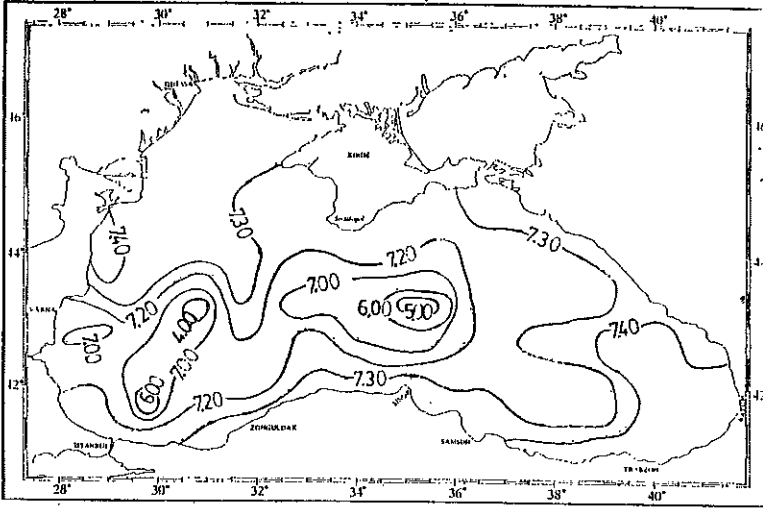
Şekil 11 — Karadeniz'de Ocak ayı çözülmüş oksijen dağılımı  
(100 metre derinlikte).



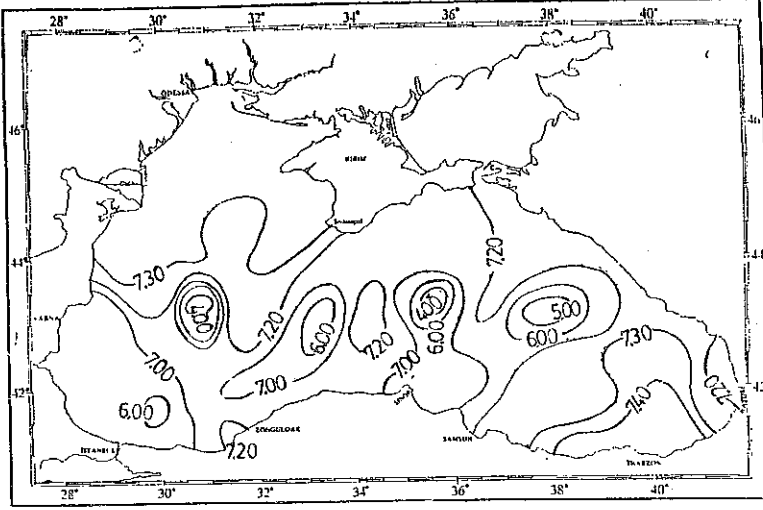
Şekil 12 — Karadeniz'de Nisan ayı çözülmüş oksijen dağılımı  
(Yüzeyde).



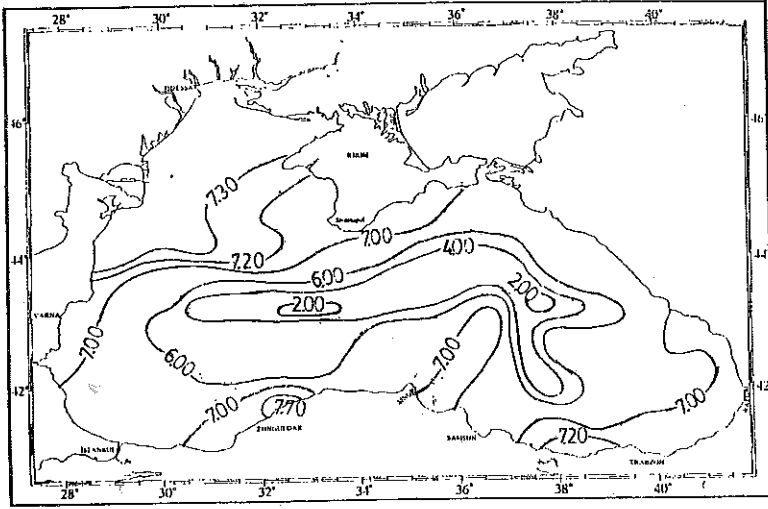
Şekil 13 — Karadeniz'de Nisan ayı çözünmüş oksijen dağılımı  
(10 metre derinlikte).



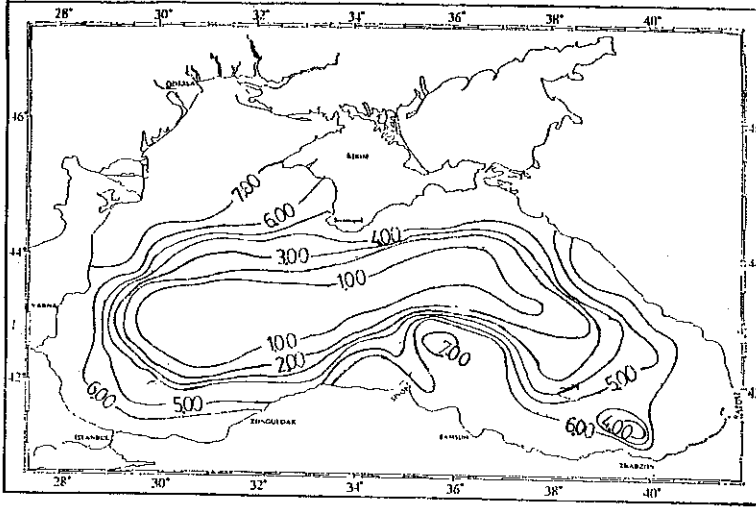
Şekil 14 — Karadeniz'de Nisan ayı çözünmüş oksijen dağılımı  
(205 metre derinlikte).



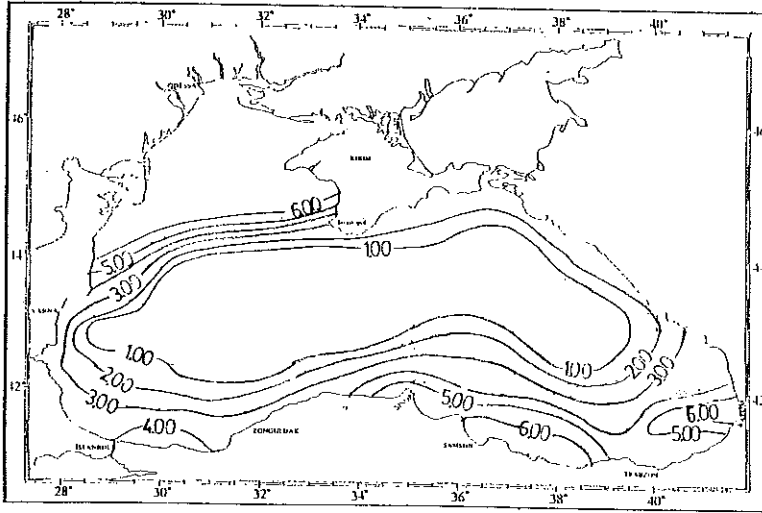
Şekil 15 — Karadeniz'de Nisan ayı çözülmüş oksijen dağılımı (30 metre derinlikte).



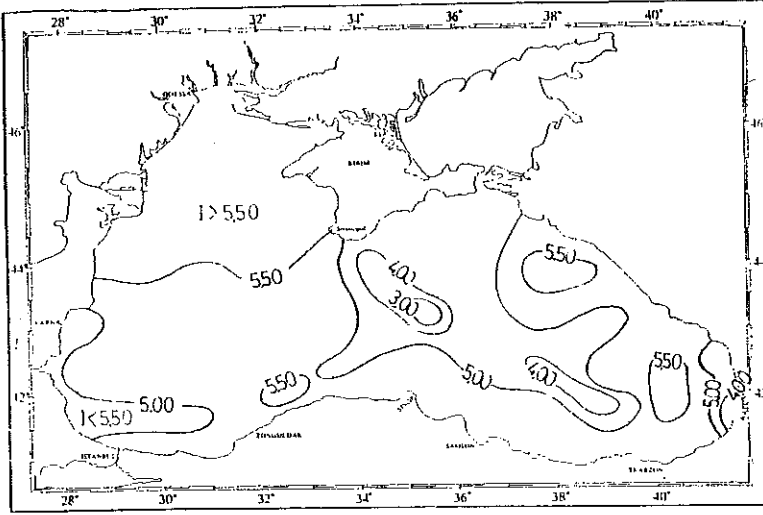
Şekil 16 — Karadeniz'de Nisan ayı çözülmüş oksijen dağılımı (50 metre derinlikte).



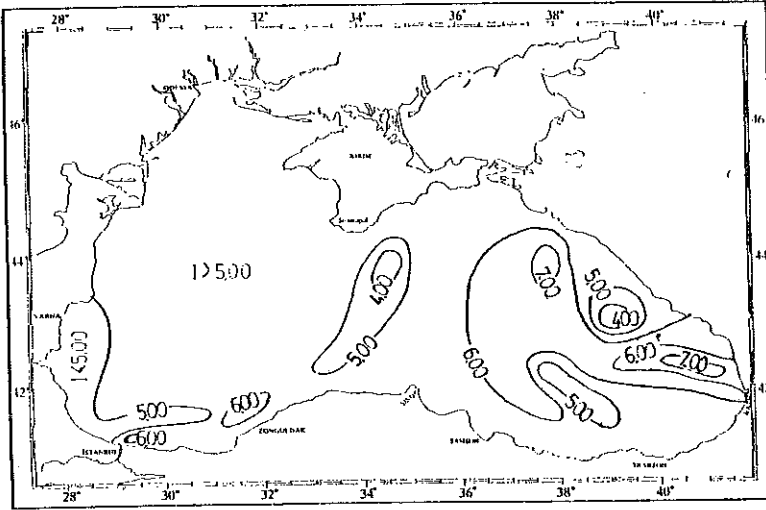
Şekil 17 — Karadeniz'de Nisan ayı çözülmüş oksijen dağılımı  
(75 metre derinlikte).



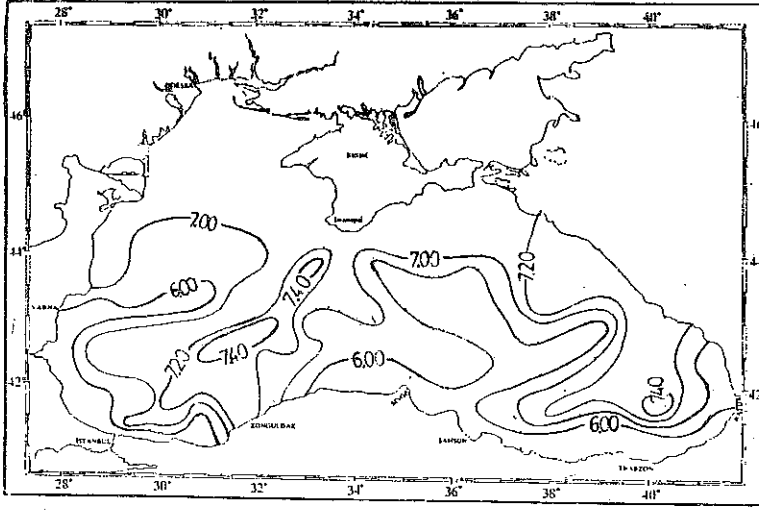
Şekil 18. — Karadeniz'de Nisan ayı çözülmüş oksijen dağılımı  
(100 metre derinlikte).



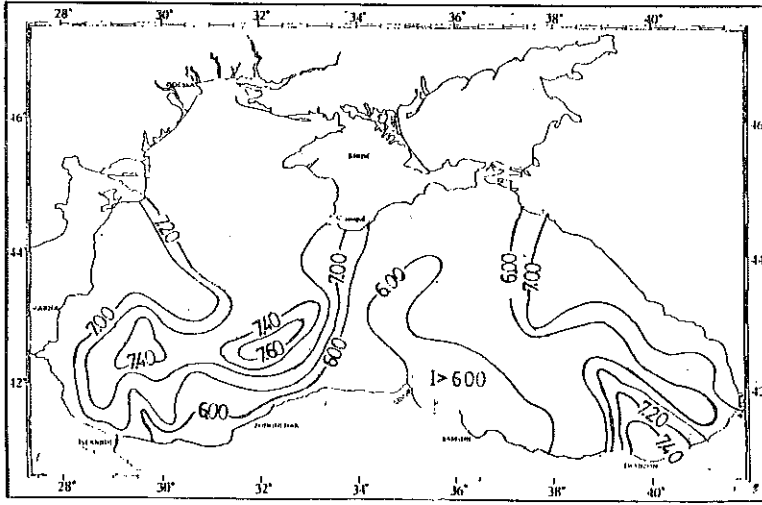
Şekil 19 — Karadeniz'de Temmuz ayı çözülmüş oksijen dağılımı (Yüzeyde).



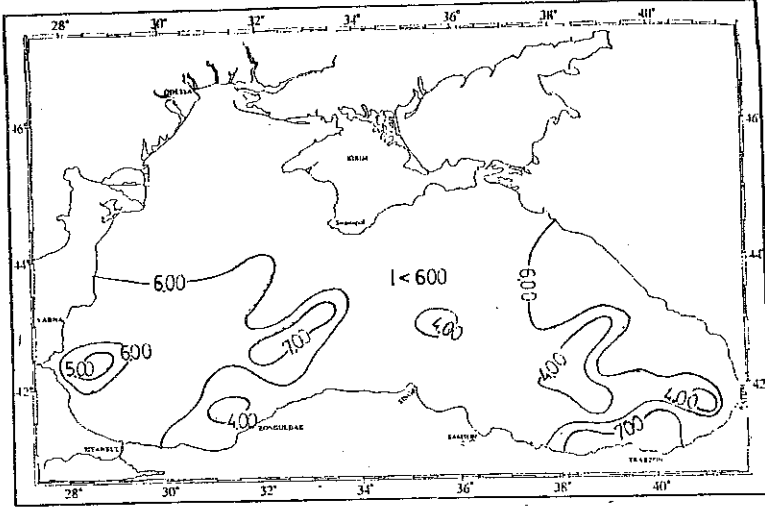
Şekil 20 — Karadeniz'de Temmuz ayı çözülmüş oksijen dağılımı (10 metre derinlikte).



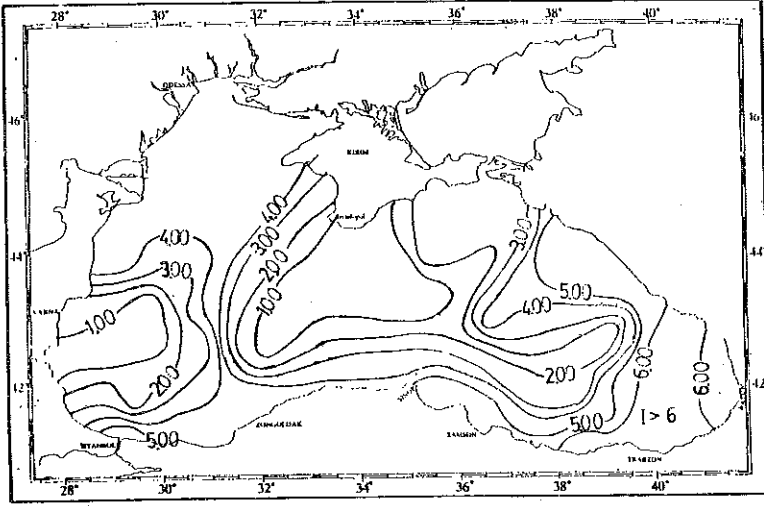
Şekil 21 — Karadeniz'de Temmuz ayı çözülmüş oksijen dağılımı (20 metre derinlikte).



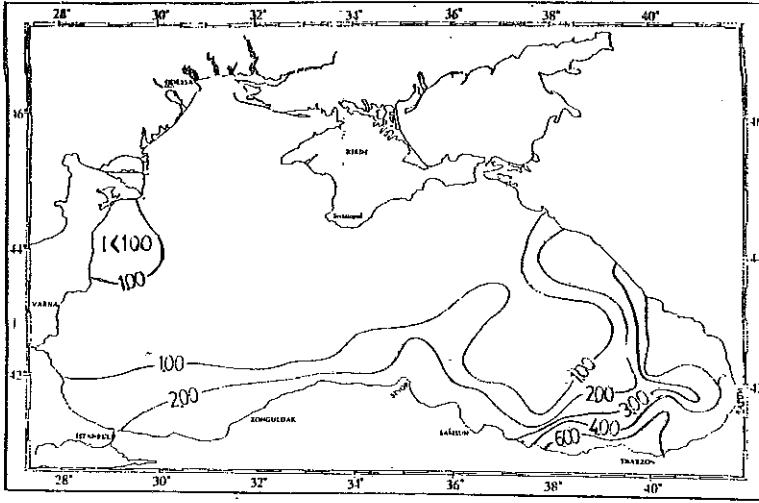
Şekil 22 — Karadeniz'de Temmuz ayı çözülmüş oksijen dağılımı (30 metre derinlikte).



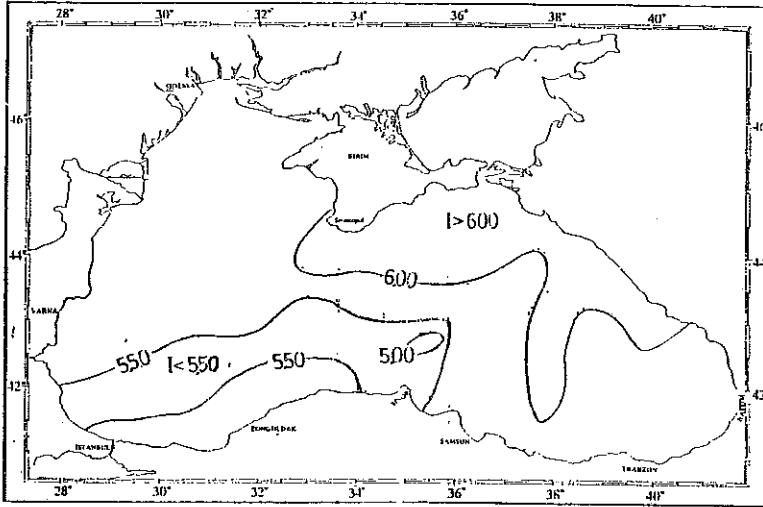
Şekil 23 — Karadeniz'de Temmuz ayı çözülmüş oksijen dağılımı (50 metre derinlikte).



Şekil 24 — aKaradeniz'de Temmuz ayı çözülmüş oksijen dağılımı (75 metre derinlikte).

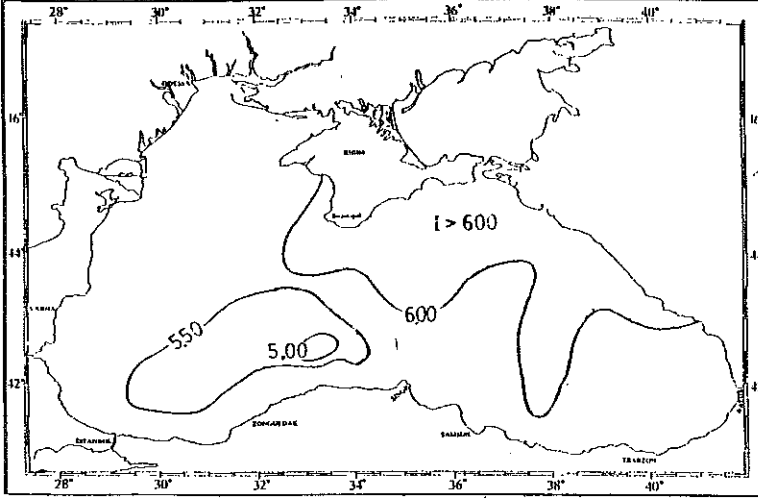


Şekil 25 — Karadeniz'de Temmuz ayı çözünmüş oksijen dağılımı (100 metre derinlikte).

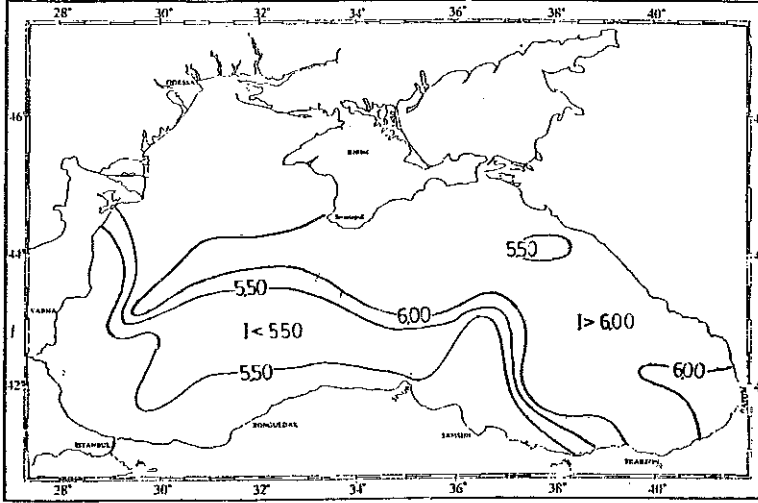


Şekil 26 — Karadeniz'de Ekim ayı çözünmüş oksijen dağılımı (Yüzeyde).

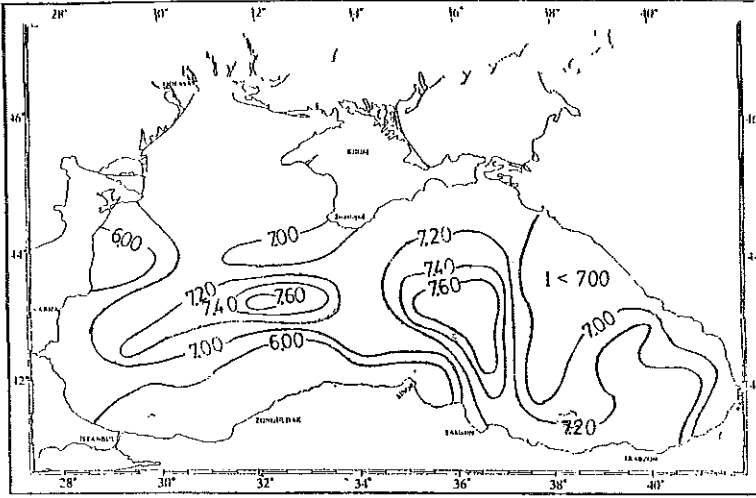




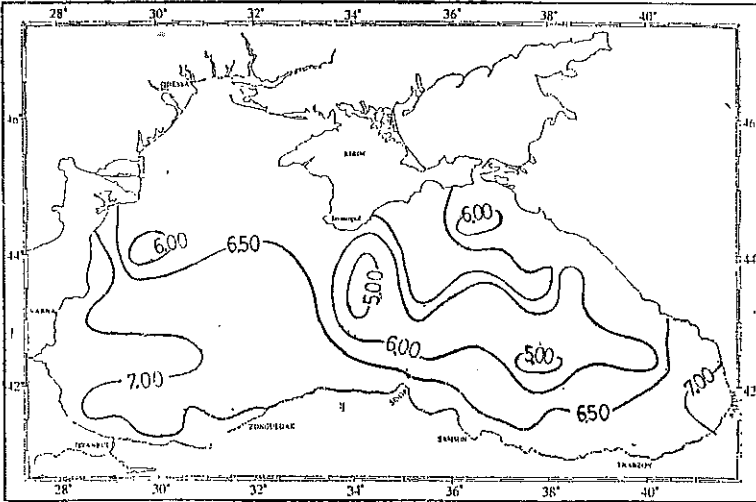
Şekil 27 — Karadeniz'de Ekim ayı çözünmüş oksijen dağılımı (10 metre derinlikte).



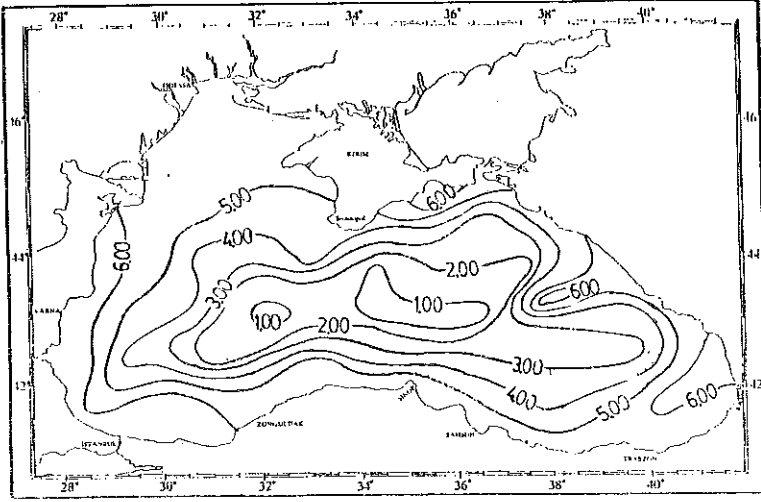
Şekil 28 — Karadeniz'de Ekim ayı çözünmüş oksijen dağılımı (20 metre derinlikte).



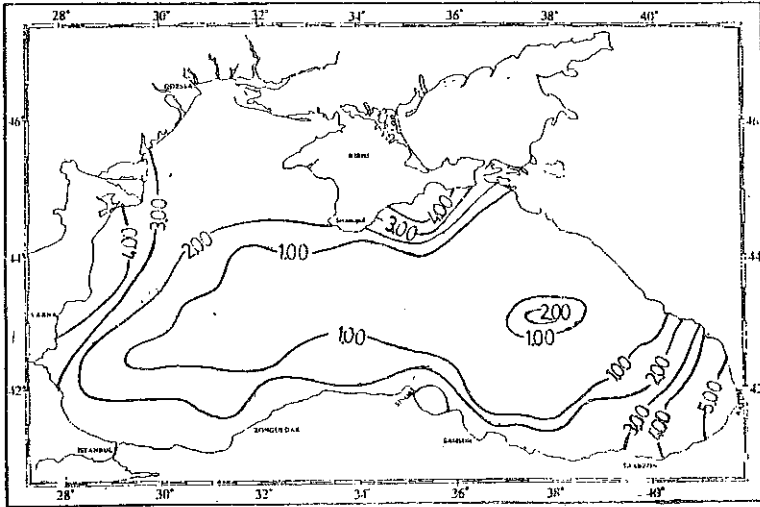
Şekil 29 — Karadeniz'de Ekim ayı gözünmüş oksijen dağılımı (30 metre derinlikte).



Şekil 30 — Karadeniz'de Ekim ayı gözünmüş oksijen dağılımı (50 metre derinlikte).



Şekil 31 — Karadeniz'de Ekim ayı çözünmüş oksijen dağılımı (75 metre derinlikte).



Şekil 32 — Karadeniz'de Ekim ayı çözünmüş oksijen dağılımı (100 metre derinlikte).