

DENİZ SUYU FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN ÖLÇÜLMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

İdil PAZI* ve Canan ÖZTÜRK
DEÜ Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İzmir
Tel:0232 2785565, Fax:0232 2785082
*E-Posta: idil.erden@deu.edu.tr

ÖZET

Çalışmanın amacı, deniz suyu fiziksel özelliklerini, birbirleri ile ilişkilerini tanımlamak, ölçme ve değerlendirme yöntemlerini tartışmaktır. Akışkanlar dinamiğinde saf suyun fiziksel özellikleri, basınç ve sıcaklığın fonksiyonu iken, deniz suyunda basınç, sıcaklık ve tuzluluğun fonksiyonudur. Deniz suyunun fiziksel karakteristiğini belirleyen temel özellikler; basınç, sıcaklık, tuzluluk, yoğunluk, ışık ve ses geçirgenliğidir. Birim yüzeye dik olarak etkiyen sıvı moleküllerinin ağırlığı nedeni ile oluşturduğu kuvvete hidrostatik basınç denir ve birimi desibar'dır. Deniz suyu yüzey sıcaklığı güneş radyasyonuna ve deniz yüzeyinden yansımaya bağlıdır. Sıcaklık birimi °C'dir. Yüzeyden ısı transferi; taşınım, yayılım ve buharlaşma etkisiyle gerçekleşir. Sıcaklık aynı zamanda kimyasal özellikler üzerinde de önemli etkilere sahiptir. Deniz suyunun tuzluluğu, deniz suyunun bir kilogramında çözülmüş tuz miktarının gram olarak ifade edilen bir ölçümüdür. Deniz suyu için ortalama değer 1000 gramda 35 gramdır ve $S=35$ (binde 35) ile belirtilir ve birimi psu'dur. Tuzluluğu değiştiren etkenlerden bazıları, buharlaşma, yağış, nehir girdileri, deniz suyunun donması-çözülmesi ve tabakalar arası karışımlardır. Fiziksel özelliklerden sıcaklık ve tuzluluk, yoğunluğu kontrol eder. Yoğunluk, deniz suyu dikey hareketlerini etkileyen major faktördür. Yoğunluk sıcaklık arttıkça azalır, tuzluluk ve basınç arttıkça ise artar, birimi kg/m^3 'tür. Deniz canlıları üzerindeki en önemli fiziksel faktörler sıcaklık, tuzluluk, hidrostatik basınç ve asid-baz dengesi yanıda: ışıktır. Karada olduğu gibi, denizde de güneş ışığı yaşam için gereklidir. Işığın derinlik boyunca dağılımını, deniz suyunda çözülmüş veya asılı halde bulunan maddeler sınırlar. Bu maddeler aynı zamanda ışığın saçılması ve soğurulmasına neden olur. Ses, elastik ortamdaki hızlı basınç değişimi tarafından iletilen bir enerji biçimidir. Okyanusların derinlik tayini ile yer kabuğunun kalınlık ve özelliklerini saptamada ve organizmalardan özellikle balıkları bulma ve incelemede sesten önemli ölçüde yararlanılmaktadır. Ses hızı deniz suyunun sıcaklık ve basıncı (derinlik) ile doğru orantılı, tuzluluğu ile ters orantılı olarak değişir, birimi m/s'dir.

Fiziksel özellikler deniz altı ünitesi üzerine basınç, sıcaklık, iletkenlik ve pH sensörleri yerleştirilerek (CTD sistemi) derinlik boyunca ölçülmektedir. Tuzluluk, yoğunluk ve ses hızı ise bu değerler kullanılarak hesaplanmaktadır. Denizlerde sıcaklık ve tuzluluk dikey dağılımı bölgeden bölgeye değişir ve belli sıcaklık-tuzluluk aralığına sahip sular o bölgedeki su kütlelerini oluşturur. Su kütlesi analizi T-S (sıcaklık-tuzluluk) Diyagramları ile yapılır. T-S analizi, farklı su kütlelerinin birbirleri ile etkileşimi ve dönüşümlerini tanımlamaya yarayan en önemli yöntemdir. Fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesinde ayrıca yatay ve dikey dağılım grafiklerinden yararlanır. Bu çalışma kapsamında denizsuyu fiziksel özellikleri İzmir Körfezi örneğinde ele alınmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Deniz suyu, basınç, sıcaklık, tuzluluk, yoğunluk, ışık, ses hızı

MEASUREMENT AND INVESTIGATION OF SEAWATER PHYSICAL PROPERTIES

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the physical properties of seawater, their relation between each other and the methods of their measurements and analysis. In the fluid dynamics; physical properties of pure water are the function of pressure and temperature. However, physical properties of seawater are the function of pressure, temperature and salinity. The physical characteristics of the seawater are determined by the physical properties, which are temperature, salinity, density, light and ability to transmit light and sound. Hydrostatic pressure is simply the weight of the water acting on unit area (say 1m^2) and its unit is decibar. The surface temperature of the sea depends on the insolation and determines the amount of heat radiated back into the atmosphere. The temperature values were expressed in centigrade degree, which the symbol is $^{\circ}\text{C}$. Heat is also transferred across the surface of the sea by conduction and convection, and by the effects of evaporation. Temperature has important effects on the chemical properties of seawater. Seawater salinity is defined by concentrations of the dissolved constituents (gram) contained in one kg of seawater. The average concentration of dissolved salts in the oceans- the salinity (S) – is about 3.5 per cent (or ‰35) by weight and its unit is psu. Some effects like evaporation, precipitation, river runoff, freezing-thawing of seawater and mixing between layers changes salinity. Two of the most important properties of the seawater are the temperature and salinity, for together they control its density, which is the major factor governing the vertical movement of ocean waters. Seawater's density simply decreases with increasing temperature and increases with increasing salinity and pressure. Unit of density is kg/m^3 . The most important physical factors for marine organisms are light, temperature, salinity, hydrostatic pressure and acid-base balance. As on land, sunlight is essential to life in the sea. The depth to which light penetrates is also limited by the concentration and characteristics of particles in the water, and also these particles cause scatter and absorb light. Sound is form of energy transmitted by rapid pressure changes in an elastic medium. Sound velocity is used for measurement of seawater depth, thickness and characteristics of the earth crust, and detect and investigation of some organisms especially fish. Sound velocity increases with increasing temperature and pressure, decreases with increasing salinity. Its unit is m/s.

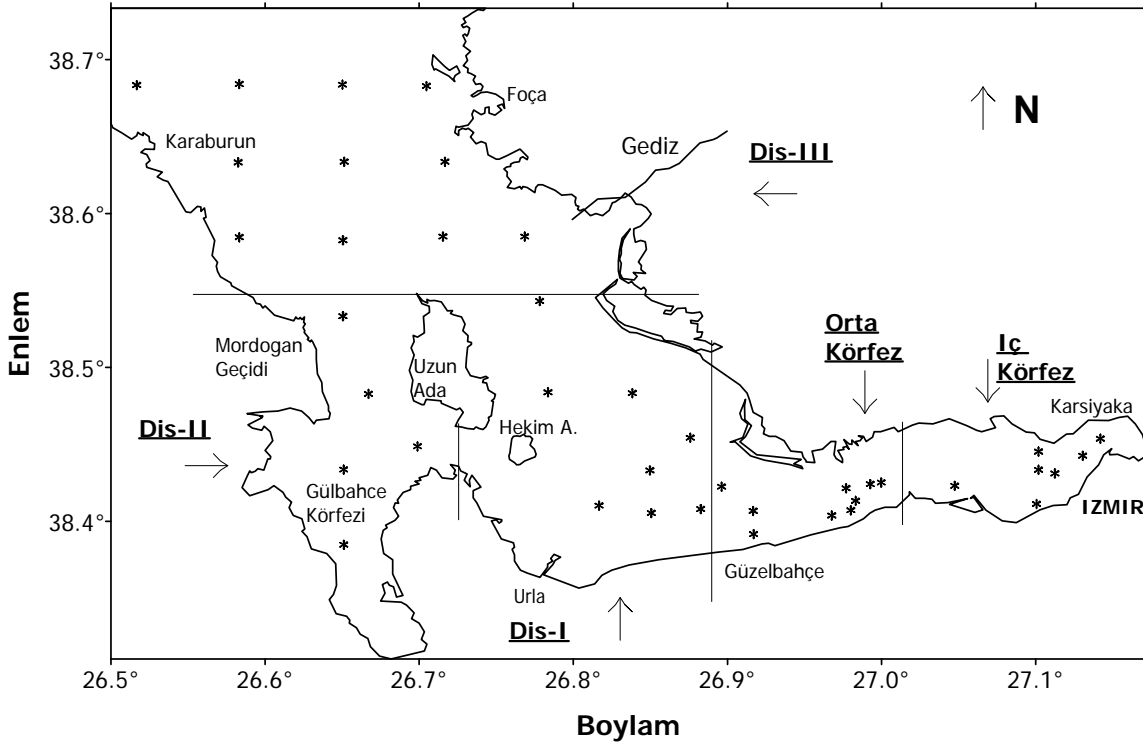
Physical parameters are measured through the water column by CTD system that contains pressure, temperature, conductivity, and pH sensors. Salinity, density and sound velocity are calculated from these measurements. Vertical profiles of temperature and salinity are changes locally. The concept of primary water masses, which is homogeneous in temperature and salinity, can be represented on the T-S diagram. The analysis of T-S relationships is the most important factors, which determine the nature of the transformation and interaction of different water masses. Vertical and horizontal distributions of parameters are also used for determining physical properties. In this study, physical parameters were investigated in the İzmir Bay study area.

KEYWORDS: Seawater, pressure, temperature, salinity density, light, sound velocity

GİRİŞ

Yeryüzünün %71'ini oluşturan ve devamlı hareket halinde bulunan deniz ve okyanuslarda gelişen fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylar bu ortam üzerinde önemli etkilere sahiptirler. Deniz suyunda gözlenen kimyasal parametrelerin dağılımını ve canlı varlıkların yaşantısını, doğrudan ya da dolaylı etkileyen abiotik faktörler; ışık, sıcaklık, tuzluluk, yoğunluk, oksijen, basınç ve bulanıklıktır (Geldiay ve Kocataş, 1998). Kimyasal parametreler ve deniz canlılarının üzerinde birincil etken olan, deniz suyu fiziksel özelliklerini değerlendirmek için yapılan bu çalışmada, fiziksel parametreler ve ölçme yöntemleri tanımlanmıştır. Değerlendirme yöntemleri kullanılarak parametrelerin birbirleri ile ilişkileri İzmir Körfezi örneğinde incelenmiştir.

Ülkenin ekonomik, ticari, kültürel ve turistik açıdan önemli merkezlerinin başında yer alan İzmir'de, kent nüfusunun artışı ve plansız kentsel büyüme sonucunda kıyıları ve körfez baskı altında kalmıştır. İzmir körfezi yoğun sanayileşmeye bağlı olarak evsel ve endüstriyel atık suların alıcı ortamını oluşturduğundan denizel ekosistem önemli ölçüde etkilenmiştir.



Şekil 1. İzmir Körfezi bölgeleri ve CTD ölçüm lokasyonları.

Figure 1. Regions of the İzmir Bay and location of the CTD stations.

Bu çalışmada DBTE bağlı R/V K. Piri Reiste bulunan Sea-Bird 911 SBE CTD sistemi ve SBE 19plus SEACAT ile İzmir Körfezinde toplanan fiziksel veriler değerlendirilmiştir. İzmir Körfezi 4 alt bölgeye ayrılarak incelenmektedir. Şekil 1'de ölçüm yapılan istasyonlar gösterilmiştir (DBTE 141, 2003).

MATERYAL VE YÖNTEM

Fiziksel özellikler deniz altı ünitesi üzerine yerleştirilen sensörler (CTD sistemi) ile derinlik boyunca ölçülmektedir. Sea-Bird 911 SBE CTD sistemi ile yapılan parametre ölçümleri: basınç (P), sıcaklık (T), iletkenlik (C), çözülmüş oksijen (DO), asidite (pH) ve ışık geçirgenliğidir. SBE 19plus SEACAT, 7000 m derinliğe kadar sıcaklık, iletkenlik ve basınç ölçebilen kişisel mini bir CTD sistemidir (Şekil

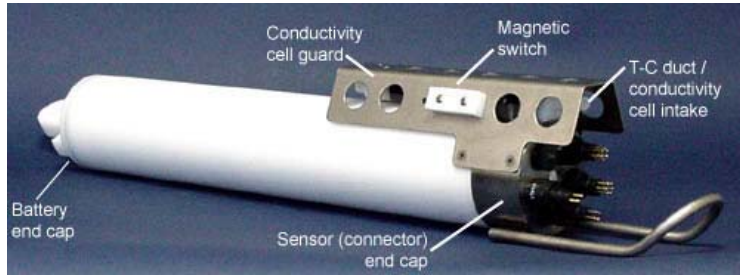
2). Hafızasına veri kaydedici özelliği olan bu alet bilgisayar olmaksızın küçük bir bot yardımıyla çalıştırılır. Alet üzerine farklı sensörler eklenebilir. Işık geçirgenliği sensörü ve seki disk (CTD sistemine bağlı) suyun berraklığını ölçmede kullanılır. Seki disk 20-30 cm çapında daire biçiminde, yarısı siyah yarısı beyaz boyalı yassı bir levhadır. Alet, su kolonu boyunca yavaşça indirilir, görüntüsü kaybolduğu andaki derinlik “seki derinliği” olarak isimlendirilir (Brown ve diğ., 1997).



SBE 9plus Su altı birimi C, T, ve P sensörleri



SBE 11plus Güverte birimi



SBE 19plus SEACAT

Şekil 2. Fiziksel parametrelerin ölçüm aletleri.

Figure 2. Instruments for measuring physical parameters.

Yapılan ölçümler kullanılarak, ampirik formüller yardımıyla hesaplanan parametreler; derinlik, tuzluluk (S), yoğunluk (ρ), ses hızı (sv), potansiyel sıcaklık (θ), doymuş çözünmüş oksijen (dos), spesifik hacim anomali (δ) ve ışığın azalma katsayısıdır (bac). Ölçülen ve hesaplanan tüm fiziksel veriler, lokasyon ve tarih bilgileriyle birlikte veri bankasında toplanır ve bilgisayar ortamında grafik programları yardımıyla değerlendirilir:

Yatay ve Dikey Profiller: Fiziksel parametrelerin derinlik boyunca yatay ve dikey dağılımları, deniz suyunda gelişen birçok olayı açıklamak için kullanılmaktadır.

T-S analizi: Su kütlelerinin karışım ve dağılımının incelenmesi için kullanılan T-S (Sıcaklık-Tuzluluk) diagramları, oşinografik istasyonlarda ölçülen sıcaklık ve tuzluluğun koordinat sisteminde plotlanmasıyla oluşturulur. T-S diagramında çizilen konturlar eş yoğunluk eğrilerini göstermektedir (Mamayev, 1975).

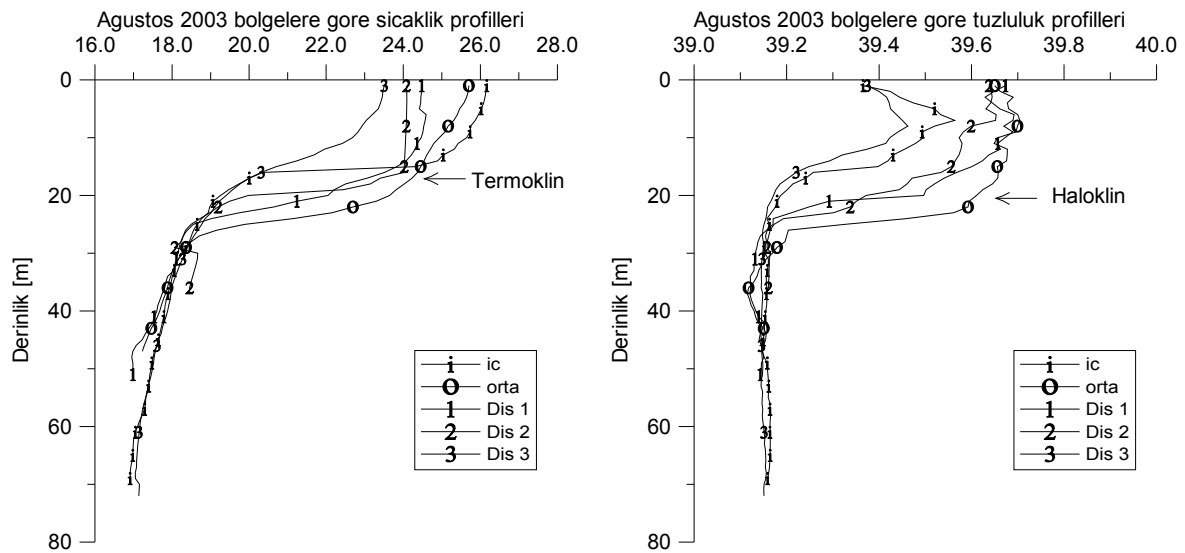
BULGULAR

Parametre ölçümünün yapıldığı lokasyon ve derinlikte ölçülen değerler “in situ” ölçüm olarak isimlendirilir. Deniz suyunun adyabatik olarak (çevresindeki suyla termal etkileşim olmaksızın) bulunduğu derinlikten deniz seviyesine (1 atm. basınca) getirildiğinde sahip olması gereken sıcaklık potansiyel sıcaklık (θ) olarak adlandırılır (Brown ve diğ., 1997). Gazların sıkıştırılabilirliğinin fazla olması nedeniyle atmosferde in situ ve potansiyel sıcaklık arasındaki fark 10°C iken

okyanuslarda 1.5°C'yi geçmemektedir. Potansiyel sıcaklık, özellikle derin denizlerde dikey sıcaklık dağılımları incelenirken ve su kütleleri tanımlanırken kullanılan, in situ sıcaklıktan daha yararlı bir parametredir.

Tuzluluk sabit basınçta elektrik iletkenliği ve sıcaklığın fonksiyonudur. İletkenlik ve sıcaklık değerleri kullanılarak tuzluluk, tuzluluk ve sıcaklık değerleri kullanılarak yoğunluk hesaplanır. Yoğunluk basınç, sıcaklık ve tuzluluğun fonksiyonudur. Yoğunluk (ρ), oşinografide daha basit ifade edebilmek için sigma-t (σ_t) ile gösterilir ve $\sigma_t = (\rho - 1000) \text{ kg/m}^3$ formülünden hesaplanır. Spesifik hacim $\alpha = 1/\rho$ ile ifade edilir m^3/kg birimindedir. Spesifik hacim anomali δ ile gösterilir ve $\delta = \alpha_{S,T,P} - \alpha_{35,0,P}$ ampirik formülü ile hesaplanır. Ses hızı, deniz suyunun sıcaklık ve basıncı (derinlik) ile doğru orantılı, tuzluluğu ile ters orantılı olarak değişir ve ampirik formüller yardımıyla hesaplanır.

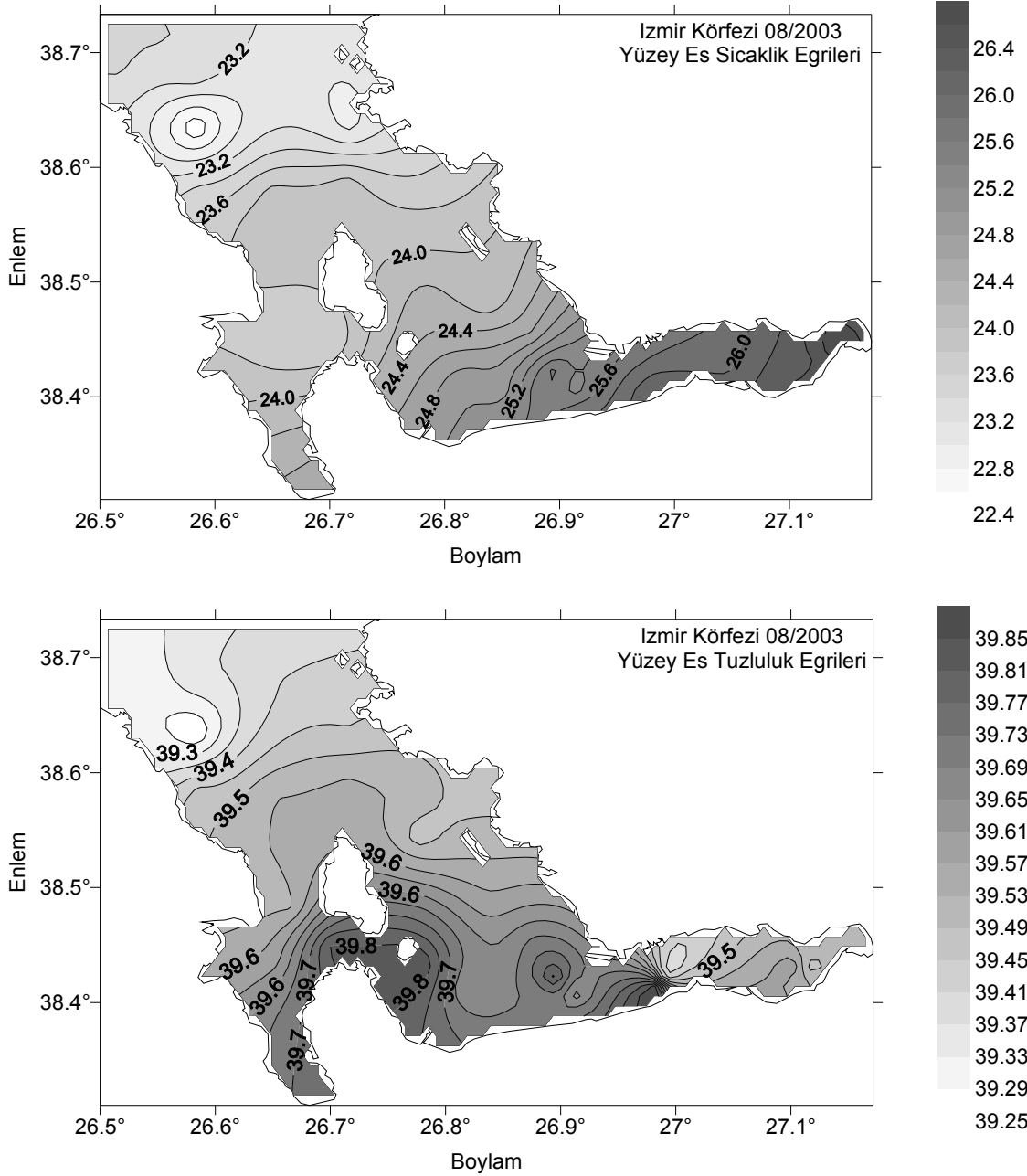
Tüm okyanuslar ele alındığında, sıcaklığın, -2,+30°C, tuzluluğun 30-40 psu, yoğunluğun ise 1024-1030 kg/m^3 arasında değiştiği görülür. Sıcaklık, yoğunluk üzerinde tuzluluğa göre daha etkin bir parametredir. Örneğin, 5°C'den yüksek sularda yoğunluk üzerinde 1°C'lik sıcaklık farkınının, 0.1 psu tuzluluk değişiminin etkisinden daha büyük olduğu bilinmektedir (Brown ve diğ., 1997).



Şekil 3. İzmir Körfezi sıcaklık ve tuzluluk dikey profilleri.

Figure 3. Vertical profiles of temperature and salinity in the İzmir Bay.

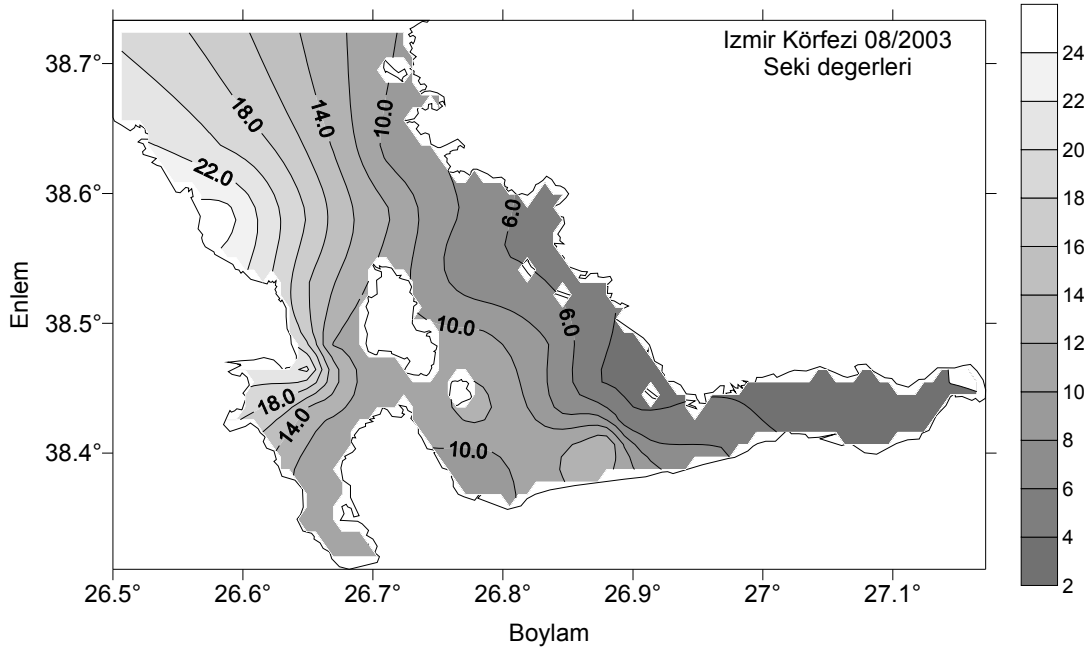
İzmir Körfezi dikey sıcaklık ve tuzluluk profilleri incelendiğinde, sıcaklığın yüzeyde 23,5 ile 26°C arasında değiştiği, 20 m'nin altında 17°C'de sabit kaldığı görülmektedir. Tuzluluk ise yüzeyde 39,4 ile 39,7 psu arasında değişmiş ve 20 m'nin altında 39,2 psu değerinde sabit kalmıştır. Güneş ışınlarıyla özellikle yazın ısınan ve rüzgarın etkisiyle karışan homojen yüzey tabakası, daha soğuk dip sularından keskin bir sıcaklık değişimi ile izole olmuştur. Bu keskin sıcaklık değişimi mevsimsel termoklin olarak isimlendirilir. Sıcaklıkla paralel olarak artan buharlaşmanın etkisiyle, yüzey ve dip suları arasında oluşan keskin tuzluluk değişimi de mevsimsel haloklin olarak adlandırılır. Yaz mevsiminde İzmir Körfezinde termoklin ve haloklin derinlikleri Şekil 3. 'den de görüldüğü üzere 20 m civarındadır.



Şekil 4. İzmir Körfezi yatay sıcaklık ve tuzluluk dağılımları

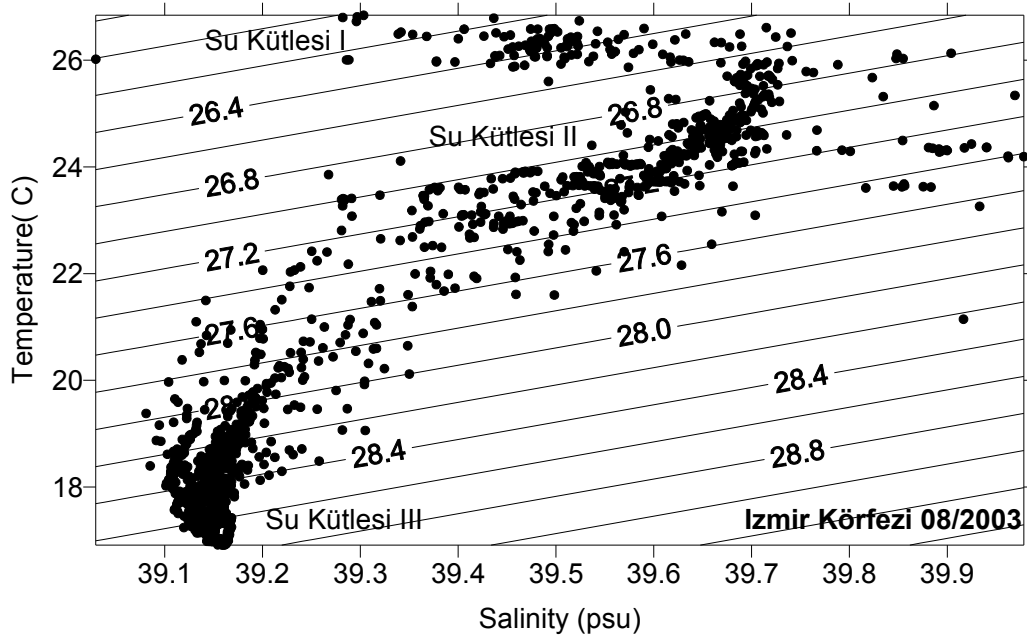
Figure 4. Surface horizontal temperature and salinity distributions in the İzmir Bay.

Yatay sıcaklık ve tuzluluk dağılımları incelendiğinde; dikey profillerden de görüldüğü üzere iç ve orta körfezde 25-26°C olan yüzey suyu sıcaklıkları, dış Körfezde 23-24°C'ye düşmektedir. Karaların çabuk ısınması sonucu, kara parçasıyla daha çok etkileşimde bulunan iç ve orta körfezde yüzey suyu sıcaklıkları, dış körfezle kıyaslandığında daha yüksektir. Yüzey tuzluluk dağılımından, Ege Denizi bağlantı noktasındaki Dış 3'te düşük tuzluluk tespit edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 5. İzmir Körfezi seki disk derinlikleri.
Figure 5. Secchi disk depth in the İzmir Bay

Seki disk derinliği fotosentez için yeterli ışığın bulunduğu öfotik bölge derinliğini hesaplamada kullanılır. Seki disk ve uzaktan algılama verileri yardımıyla biyolojik çevre hakkında bilgi edinilmektedir. Körfez genelinde seki disk derinlikleri incelendiğinde, iç körfezin karasal kaynaklı kirlenmeye bağlı olarak bulanık, dış körfezin ise berrak olduğu görülmüştür (Şekil 5).



Şekil 6. İzmir Körfezi örneğinde T-S analizi
Figure 6. An example of T-S analysis in the İzmir Bay

İzmir Körfezinde mevcut su kütlelerinin saptanması ve sınıflandırılması için sıcaklık ve tuzluluk özelliklerine dayalı çizilen T-S Diagramları kullanılmıştır. Şekil 6'dan görüldüğü üzere, İzmir Körfezinde farklı su kütleleri tespit edilmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Deniz suyu fiziksel özellikleri tanımlanırken; dikey profiller su kolonundaki tabakalaşma özelliklerini, yatay profiller yatay su hareketlerini (adveksiyon) ve T-S analizleri ise farklı su kütlelerini belirlemek için kullanılmaktadır.

İzmir Körfezi dikey sıcaklık ve tuzluluk profilleri incelendiğinde, yaz mevsiminde tabakalaşma tespit edilmiştir. Termoklin ve haloklin derinlikleri 20 m civarındadır. Yatay sıcaklık ve tuzluluk dağılımlarından, iç körfezden dış körfeze doğru sıcaklık ve tuzlulukta azalmanın olduğu görülmüştür. Soğuk ve az tuzlu Ege Denizi suyu İzmir Körfezine Dış Körfezden girmektedir. Yapılan T-S analizleri sonucunda da soğuk Ege Denizi suyu ve Körfezdeki diğer su kütleleri tanımlanmıştır.

Deniz suyunun kendine özgü fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin ve birbirleri ile ilişkilerinin bilinmesi, denizel ekosistemin davranışının anlaşılmasını ve çevre koruma stratejilerinin seçilmesini mümkün kılacaktır.

KAYNAKLAR

Brown E., Colling A., Park D., Philips J., Rothery D. and Wright J., 1997. Seawater: Its Composition, Properties and Behaviour. Open University UK.

DBTE-141, 2003. Büyük Kanal Atıksularının İzmir Körfezinde İzlenmesi Projesi (İzmir Büyükşehir Belediyesi)

Geldiay R. ve Kocataş A., 1998. Deniz Biyolojisine Giriş. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova İzmir.

Mamayev, O.I., 1975, Temperature Salinity Analysis of World Ocean Waters, Elsevier Oceanography Series, 11, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford-New York, 369 pp.