

**BİLİMSEL AÇIDAN
MARMARA DENİZİ**

Türkiye Barolar Birliği Yayınları: 119
Kültür Serisi : 2

Bilimsel Açıdan Marmara Denizi

Editör: M. Levent Artüz

ISBN:975-6689-89-8
© Türkiye Barolar Birliği

Birinci Baskı: Nisan 2007

Türkiye Barolar Birliği
Karanfil Sokağı 5/62
06650 Kızılay - ANKARA
Tel: (312) 425 30 11 Faks: 418 78 57
web: www.barobirlik.org.tr
e-posta: admin@barobirlik.org.tr
yayin@barobilik.org.tr

Ofset Hazırlık
Düş Atelyesi (0312.215 70 37)

Renk Ayrımı
Repro C (0312.229 37 41)

Baskı
Şen Matbaa
(0312. 229 64 54 - 230 54 50)
Özveren Sokağı 25/B, Demirtepe - Ankara



TÜRKİYE BAROLAR BİRLİĞİ



SEVİNÇ-ERDAL İNÖNÜ
VAKFI
ANADOLU HİSAR-I-İSTANBUL

BİLİMSEL AÇIDAN MARMARA DENİZİ

Editör: M. Levent Artüz

Prof. Dr. Aral I. Okay

Prof. Dr. Barış Mater

Müh. O. Bülent Artüz

Av. Güneş Gürseler

Hidrobiyolog. M. Levent Artüz

Doç. Dr. Nilgün Okay



Türkiye Barolar Birliği meslek yasasının kendisine yüklediği görevleri ya doğrudan doğruya kendi olanakları ile ya da çeşitli kurum ve kuruluşlarla iş birliği yaparak gerçekleştirmektedir. Sizlere sunduğumuz “*Hukuksal ve Çevresel Boyutlarıyla Marmara Denizi*” isimli yapıtımız böyle bir işbirliği sonucu gerçekleştirilmiştir. Bu konuda ayrıntılı çalışmalar yapan ve çok yararlı bilgilere ulaşan “*Sevinç ve Erdal İnönü Vakfı*” sayın yöneticileri bu bilgi ve birikimlerini bizimle paylaşmak suretiyle ortaya kalıcı ve yararlı bir yapıtın çıkmasına neden olmuşlardır. Bu özverili yaklaşımlarından dolayı “*Sevinç ve Erdal İnönü Vakfı*” yöneticileri ve özellikle vakfa isimlerini veren Sayın Sevinç ve Erdal İnönü’ye en derin saygılarımızı ve teşekkürlerimizi sunarız.

Yapıtın konusunu oluşturan “*Marmara Denizi*” Tanrı’nın ülkemizden esirgemediği cömertliğinin ve doğal güzelliklerinin başında gelmektedir. Böylesi bir doğa harikasını yeterince koruduğumuz, yeterince özen gösterdiğimiz söylenemez. Kuşkusuz bunun temel nedenini toplumumuzdaki çevre, ekoloji, ekosistem ve küresel kirlilik hakkında yeterli bilgi ve donanım eksikliği oluşturmaktadır. Hava-su-toprak kirliliği; denizlerin, göllerin, tatlı su kaynaklarının kirlenmesi; ormanların, tarım alanlarının yok olması; biyolojik çeşitliliğin tehdidi altında olunması; nükleer risk; dünyanın kültürel ve doğal mirasının yok olması gibi olaylar çevre sorunları olarak karşımıza çıkmakta, tükettikten sonra yeniden üretemeyeceğimiz tek sığınağımız olan doğanın, çılgınca ve bilinçsizce yok edilmesine neden olmaktadır.

Kuşkusuz çevre ile ilgili konular ve sorunlar yerellikten çok uluslararası bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı yerküre üzerinde birlikte yaşadığımız dünyalıların çevreyle ilgili her türlü eylem ve davranışları hepimizi doğrudan ilgilendirmektedir. Bu nedenle, çevre ve ekoloji konularını sadece yerellekle çözmek, ya da başka bir deyimle ulusal önlemlerle gidermek mümkün değildir. Uluslararası işbirliği ve disiplinin en çok uygulanması gereken alan çevre ve çevre sorunlarıdır.

Tüm insanlığı ve canlıları doğrudan ilgilendiren bu konu uluslararası hukukun öncelikli uğraş alanlarını oluşturmuştur. Sınır tanımayan ve istinasız tüm dünyayı ilgilendiren çevre kirliliği gerçeği karşısında, ülkeler çevre sorunlarının ortadan kaldırılması veya engellenmesi için işbirliği içinde hareket etmek zorunluluğunu hissetmişlerdir.

Bu düşüncelerle 1972 yılında Stockholm “Çevre ve İnsan Konferansı”ndan sonra çevre sorunlarına karşı duyarlılık daha da artmış ve aynı yıl UNEP “Birleşmiş Milletler Çevre Örgütü” kurulmuştur. Birleşmiş Milletler, vahşi yaşam, sulak alanlar, iklim değişiklikleri, biyolojik zenginlikler, tehlikeli atıkların taşınması, küresel ısınma, erozyon gibi dünya gündemine giren çevre sorunlarının çözülmesi amacıyla uluslar arası sözleşmelere ağırlık vermiştir. Böylece 1972 Stockholm zirvesinden 1992 Rio çevre zirvesine kadar geçen 20 yıllık süreç içinde çok önemli uluslararası çevre sözleşmeleri imza altına alınmıştır.

Türkiye memnuniyet veren bir yaklaşımla hemen hemen bu sözleşmelerin tamamına yakınına sessiz sedasız imza koymuştur. Maalesef her konuda olduğu gibi bunları yürütmekle görevli olan devletin uygulayıcı unsurları hükümetler, belediyeler, kamu görevlileri ise aynı sessizlik içerisinde, sözleşmelerden, içeriklerinden, yaptırımlarından ve bunların mutlaka uygulanması gerekli metinler olduğundan hep habersiz olmuşlardır. Bunun sonucu varılan nokta bu yapıtta da gösterildiği gibi içler acısıdır. Oysa Anayasa 90/son maddesine göre; ‘*usulüne uygun olarak yürürlüğe konulmuş milletler arası antlaşmalar, ulusal yasa hükmündedir*’. Ancak ülkemizde, bu sözleşme ve belgeler biçimsel olarak imzalanması gereken, ama yaşama geçirilmesi uygulanması gerekmeyen belgeler olarak algılanmıştır. Şimdi birey ve toplum olarak bu olumsuz durumdan nasıl çıkacağımızı, gelen tehlikelerden nasıl kurtulacağımızı, kara kara düşünüyoruz.

Gelinen bu noktada ülkeyi yönetmeye talip olan siyasi iktidarlar başta olmak üzere hepimizin sorumluluğu ve ihmali var. Çünkü bizler, bize teslim edilen doğayı aynı güzellik ve düzen içinde bizden sonraki nesillere bırakacak özveriyi gösteremiyor, doğayı bilinçsizce sömürüyoruz. Bizden sonra gelen nesillere karşı, onların paylarını tükettiğimiz, bozduğumuz, kullanılmaz hale getirdiğimizden dolayı sorumluluğumuz yanında, büyük bir mahcubiyetimiz ve ezikliğimiz olacaktır.

Bu duygu ve düşüncelerle, ne kadar uçurumun kenarında olursak olalım uygarlığımızın ve doğamızın tutulacak bir dalı olabileceğine inanıyor ve büyük emekler ürünü olan bu yapının bu sürece önemli katkısı olmasını diliyorum.

Av. Özdemir Özok
Türkiye Barolar Birliği Başkanı

Siyasette bulunduğum yıllarda ülkemizde çevreyi koruma bilincinin gelişmesi için dava arkadaşlarımla beraber uğraşmış, muhalefette ve iktidarda Çevre Bakanlığı'nın kurulması ve etkin çalışmasına bazı katkılar yapmıştık. Kuşkusuz bu çabaların yararlı sonuçları oldu, ancak sorunu çözmeye yetmedi.

Yalnız Türkiye'de değil, tüm dünyada, etkinliği gittikçe artan teknolojinin gereksinmelerimizi karşılamada kısa erimli çözümlere yönelmesi sonucunda bugün dünya küresel ısınma şeklinde büyük bir çevre değişikliği ile karşı karşıya gelmiş bulunuyor. Şimdi her yerdeki uzmanlar ve yetkililer, bu değişikliğin bir küresel felaket haline gelmesinin nasıl engellenebileceğini kara kara düşünüyorlar.

Daha küçük ölçüde ama sonuçları itibariyle bizim için aynı derecede önemli bir çevre bozulması, Türkiye'de Marmara Denizi'nde karşımıza çıkıyor. Pek çoğumuzun kıyılarında yaşadığı, balıklarından, plajlarından, adalarından yararlandığı Marmara Denizi'nin dünya denizleri içinde önemli bir ayrıcalığı tüm çevresinin aynı ülkenin, Türkiye Cumhuriyeti'nin toprakları içinde yer almasıdır. Böyle olunca, bu iç denizin sağlığının her çeşit kirlenmeye karşı korunması da doğrudan doğruya Türkiye'nin sorumluluğu altında kalıyor. Acaba bu sorumluluğumuzun yeteri kadar farkında mıyız ve gereklerini yerine getiriyor muyuz?

Sorunun yanıtı, yazık ki, "hayır" şeklindedir. Kıyılarındaki nüfusun ve sanayi tesislerinin durmadan artmasına karşılık atık suların arıtılmasına orantılı bir ağırlık verilmemesi yüzünden Marmara Denizi son yıllarda yükselen bir hızla kirlenmektedir. Bu sorunu yıllardır incelemekte olan hidrobiyolog Levent Artüz ve ekibi, geçen yıl içinde en geniş kapsamlı bir araştırma ile son durumu meydana çıkarmaya girişti. Vakfımızın desteklemekten kıvanç duyduğu bu araştırmanın sonuçları, Marmara Denizi ve bölgesini çeşitli açılardan ele alan değerli uzmanların inceleme yazılarıyla birlikte bu kitapta kamuoyunun dikkatine sunuluyor.

Araştırmalarıyla Marmara Denizi'ni daha iyi tanıtarak korumaya ve kurtarmaya çalışan bilim insanlarımıza, bu eserin basımını üstlenerek çevre hukukunun gelişmesine verdiği önemi gösteren Türkiye Barolar Birliği Başkanı Sayın Avukat Özdemir Özok ve tüm Yönetim Kurulu üyelerine candan teşekkür ediyorum.

Kitabın, Marmara Denizi'nin sağlığını kazanmasına ve korumasına yapabileceği katkıları bizi mutlu kılacaktır.

Erdal İnönü
Sevinç ve Erdal İnönü Vakfı
Yönetim Kurulu Başkanı

SUNUM

Dünyadaki tüm çevresi bir ülke sınırları içinde kalan tek deniz olan Marmara Denizi ile ilgili olarak senelerdir süren ve neredeyse 3. kuşağa aktarılmış birikimler çerçevesince, bu kendine has, eşsiz denizi geniş kitlelere tanıtabilecek ve belki de en önemlisi bu eşsiz denizimiz üzerine bir tartışma/sorgulama başlatacak bir kitabın hayalini kuruyordum.

Kimilerince bir atık su alıcı havzası, kimilerince denizleri ve/veya karaları bağlayan bir su yolu, kimilerince de sadece orada yer alan bir su kütlesi olarak algılanan, hak ettiği itibarı bir türlü bulamayan bu her bakımdan eşsiz denizimizi bir damla da olsa tanıtmak istiyordum.

Belki de "turistik" olmadığından koruma ve incelemeye gerek duyulmayan Marmara Denizi kaplumbağaları (*Caretta caretta*); ufak da olsa bu denizin boyutlarına oranla ciddi olarak nitelendirilebilecek fok (*Monachus monachus*) popülasyonu; derin çukurlarının içinde neleri barındırdığını bilemediğimiz ayıbına rağmen, derinliklerin eteklerinde bulunan nadide derinsu formları ile, sanırım bu denizimiz en az "turistik" yörelerimiz kadar korunmayı ve ihtimamı hak ediyor.

Ancak gerçekte ise durum tamamen farklı; bu denizimizi hiç bir artmaya tabi tutmadığımız atıklar ile kirletiyor, deniz kaplumbağalarının üreyeceği ve etki bölgelerinden kum alarak yaşam alanlarını daraltıyor, fokların tek barındıkları noktanın tam da üzerine devasa fabrikalar ve bu fabrikaların rıhtımlarını inşa ediyoruz. Derin çukurlarımızı, kirlilikten dolan liman ve koylarımızın temizliği sırasında çıkan balçık başta olmak üzere her türlü moloz ve hafriyat artığı ile dolduruyoruz. Ne yazık ki, toplam nüfusun büyük bir bölümü bu denizin çevresinde barınmasına rağmen, duyarsızlık had safhada.

Bu ve bunun gibi sebepler, büyük bir hızla yitip gittiğini yakinen izlediğim bu denizimizin tartışmaya açılması olgusunu gündendü güne kuvvetlendiriyordu.

Açıkçası neredeyse 50 yılı aşkın sürdürülmüş olan Marmara Denizi'nin izlenmesi çalışmasının kesintisiz olarak devam etmesi için gösterdiğimiz çaba, bu düşüncemi ertelememe sebep oluyordu. Sürekliliğin sağlanabilmesi için, her sene tekrarlanması gereken ve bu ki-

tabın II. Bölümünde söz konusu çalışmanın 2006 ayağı verilerinin yer aldığı bu projeyi, ne mutludur ki ufak tefek aksaklıklar dışında ve gerçekten çok büyük özveri sonucunda, bu güne kadar sürdürebildik.

Bir denizi diğer denizlerden ayıran özellikleri, bunların önemini ve neler olduklarını öğretecek-aktaracak bir merci yokken kendi başımıza algılamaya kalkmak ya yanlışları beraberinde getirir ya da buna bir ömür yetmez. Onun için bizlerden önce yaşamış ve bu konularla ilgilenmiş kişilerin bilgilerinden yararlanmak, öğrenmek ve çevremizdeki değerlere sorgulayıcı bir gözle bakmak bu zamanı kısaltır ve biz bu sayede öğrendiklerimize dayanarak yeni araştırmalar yapar veya bir kazanç sağlarız. İleri dönük olarak bırakılan “en iyi” ve “en doğru”, kitapların içinde bulunur. Bir kitap, geniş kitlelerin görmesine ve eleştirisine uygun bir ortam sunduğundan, titiz ve uzun bir çalışma sonunda ortaya konabilir.

İşte şu anda elinizde bulunan ve okumaya çalıştığımız bu kitap da bu şekilde ve bilinenleri ilgililere duyurmak için hazırlanmıştır.

Belki de tüm yazılı eserlerde olduğu gibi, burada da başta gelen amaç Marmara Denizi olgusunu geç de olsa tartışmaya açmaktır.

Bu vesile ile 2006 senesi çalışmasını destekleyen Sevinç ve Erdal İnönü Vakfı ve özellikle de Sn. İnönü ailesine çalışmaların sürdürülmesindeki katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunmak isterim.

Çalışmaların sürdürülmesi ve geçmiş dönemlerde yapılmış çalışmaların, 1983 senesinde yazılmış bilgisayar programının yeni sürümü içinde değerlendirilmesi sonucunda ortaya çıkan “*Bilimsel Açıdan Marmara*” kitabı olgusunu değerlendirip, bu konudaki imkanlarını esirgmeden destek olup, kitabın hayata geçmesini sağlayan Barolar Birliğine sonsuz teşekkürler ederim.

Bu kitap ilk bölümünde Prof. Dr. Barış Mater’in kaleme aldığı “*Marmara Denizi’nin Coğrafi özellikleri*” ile başlamaktadır. Takip eden bölümlerde sırası ile, Prof. Dr. Aral I. Okay ve Doç. Dr. Nilgün Okay’ın kaleme aldıkları “*Marmara Denizi’nin Jeolojisi*”, benim derlediğim “*Marmara Denizi’nin Oşinografik Özellikleri*”, “*Marmara Denizi’nde Kirlilik*” ve “*Marmara Denizi Ekolojisi*” bölümleri ile devam etmekte ve bölüm Av. Güneş Gürseler’in kaleme aldığı “*Marmara Denizi’nin Hukuksal Durumu ve Bu Çerçevdeki Temel Çözüm Önerileri*” ile son bulmaktadır.

II. Bölümde ise; “*Marmara Denizi’nin Değişen Hidrografik Şartları*” projesinin 2006 ayağına ait güncel verileri ve Elektr. Müh. O. Bülent Artuz’un kaleme aldığı *Artuz&Artuz&Artuz* oşinografik veri tabanı ve biyolojik-oşinografik çok kullanıcı bilgisayar programının özelliklerini içermektedir.

Bu kitap olması gerektiği gibi multidisipliner bir yapıdadır. Marmara Denizi’nin jeolo-

jisi bölümünü kaleme alan sevgili Prof. Dr. Aral Okay arkadaşına ve eşi Doç. Dr. Nilgün Okay'a değerli birikimlerini bu kitapta bizlerle paylaşıp kitaba kattıkları değer dolayısı ile candan teşekkürlerimi sunmak isterim.

1989 senesinde ilk kez bir araya gelip, berberce Marmara Denizi ile ilgili olarak Marmara Belediyeler Birliği bünyesinde "Marmara Denizi Oşinografisi ve Değişen Şartların Etüdü" süregelen projesinin o seneki ayağını ve bir dostluğun başlangıcını gerçekleştirdiğimiz Sn. Prof. Dr. Barış Mater'e, bilgilerini bizlerle paylaşıp bu kitabın "Marmara Denizi Coğrafyası" bölümünü kaleme aldığı için teşekkürü bir borç bilirim.

Dedemiz biyolog Cemal Artüz'ün, babamız hidrobiyolog İlham Artüz ile, benim de babam ile yaptığımız ve benim sürdürmeye çalıştığım biyolojik ve oşinografik çalışmaları 1983 senesinde yazdığı bir bilgisayar programı ile gün ışığına çıkartan ve programın yeni sürümü ile hazırladığı altyapı sonucunda, gerek bu kitabın oluşmasını, gerekse 1952 senesinden bu güne değin yapılmış neredeyse tüm çalışmaların aktif halde kullanılmasını sağlayan ve tüm arazi çalışmalarında fiilen desteğini esirgemeyen kardeşim Elektronik Müh. O. Bülent Artüz'e kendim ve Marmara Denizi adına candan teşekkür ederim.

Çevre olgusuna duyarlılığı ile bilinen ve bu konuda birçok esere yazarlık etmiş olan Türkiye Barolar Birliği Genel Sekreteri Sn. Av. Güneş Gürseler bu kitabın oluşmasında emeği geçenlerin en başında geliyor. Sn. Gürseler kitabın hukuksal bölümünün yazarı olduğu kadar, "Marmara Denizi'nin Değişen Hidrografik Şartları" projesinin de en önde gelen destekleyicisi. Kendisine ve Türkiye Barolar Birliği Başkanı Sayın Özdemir Özok ve Yönetim Kurulu üyelerine sağladıkları olanak ve katkılarından dolayı teşekkürü borç bilirim.

Bu kitap aynı zamanda pek çok dostun da emeğini taşıyor. Çektikleri fotoğraflar ve çizimleri ile katkıda bulunan Sn. Alptekin Baloğlu, Sn. Haluk Özözlü, Sn. Erdoğan Alpar'a, tercüme desteği için Sn. Murat Karahan'a, kitabın tasarım ve baskısı ile ilgili olarak tüm titizliği esirgemeyen Düş Atelyesi ve Şen Matbaa'ya candan teşekkür ederim.

Umarım bu kitap vesilesi ile konunun önemi tazelenerek, 1952 senesinden bu yana kesintisiz olarak ve büyük fedakarlıklar sonucu sürdürülebilen "Marmara Denizi Oşinografisi ve Değişen Şartların Etüdü" süregelen izleme projesinin bundan sonraki ayakları, ilgili kurum ve kuruluşlarca destek görür ve sürdürülebilmesi için gerekli olanaklar sağlanır.

Unutulmamalıdır ki, Marmara Denizi özelinde duyarsızlık sonucu yok olmaya mahkum edilen gerçekte geleceğimizdir.

M. Levent ARTÜZ

Hidrobiyolog

İstanbul, 22. 01. 2007

İÇİNDEKİLER

Önsöz.....	V
Özdemir Özok'un Önsözü.....	IX
Sunum.....	XI

BÖLÜM I. MARMARA DENİZİ'NİN ÖZELLİKLERİNE GENEL BAKIŞ

1.1. Marmara Denizi'nin Coğrafi Özellikleri	3
1.1.1. Yüzey Şekilleri	5
1.1.2. Deniz Taraçalar ve Denizaltı Topoğrafyası	9
1.1.3. Marmara Denizi'nin Boğazları	12
1.1.3.1. İstanbul Boğazı	12
1.1.3.2. Çanakkale Boğazı	21
1.1.4. Marmara Denizi'nin Hidrolojik Özellikleri	22
1.1.5. Marmara Denizi'nin İklim Özellikleri	24
1.2. Marmara Denizi'nin Jeolojik Durumu	29
1.2.1. Marmara Denizi Çevresinin Jeolojisi	29
1.2.1.1. Rodop-Istranca Masifi	30
1.2.1.2. İstanbul Zonu	31
1.2.1.3. Sakarya Zonu	31
1.2.1.4. Trakya Havzası	32
1.2.2. Marmara Denizi ve Çevresinin Güncel Tektonik Konumu ve Yapısı	32
1.2.3. Marmara Denizi'nin Morfolojisi	35
1.2.4. Marmara Denizi'nin Jeolojisi	35
1.2.4.1. Kuzey Şelf	35
1.2.4.2. Çınarcık Havzası	37
1.2.4.3. Doğu Marmara Sırtı	38
1.2.4.4. İç Marmara Yamacı ve İç Marmara Fayı	45
1.2.4.5. Kuzey İmralı Havzası, Güney Sınır Fayı ve Derin Şelf	46
1.2.4.6. Orta Marmara Havzası	48
1.2.4.7. Tekirdağ Havzası	48
1.2.4.8. Güney Şelf ve Güney İmralı Havzası	54
1.2.5. Marmara Denizi Havza Çökellerinin Fasiyesi	57

1.2.6. Sonuçlar	58
1.3. Marmara Denizi'nin Fiziksel Özellikleri	60
1.3.1. Marmara Denizi'nin Batimetrisi	60
1.3.2. Marmara Denizi'nin Akıntı Sistemleri	64
1.3.2.1. Yüzeysel Akıntıları	70
1.3.2.2. Derinlik Akıntıları	73
1.3.2.3. Boğaziçi Akıntıları	74
1.3.2.4. Çanakkale Boğazı Akıntıları	84
1.4. Marmara Denizi'nde Yapılmış Oşinografik Araştırmaların Kronolojisi	85
1.5. Marmara Denizi'nin Oşinografik Özellikleri	105
1.5.1. Su Sıcaklığı	117
1.5.2. Tuzluluk	123
1.5.3. Oksijen Dağılımı	125
1.5.4. Alkalinite (Baziklik) ve pH	133
1.5.5. Bulanıklık	136
1.6. Marmara Denizi'nin Ekolojisi	139
1.6.1. Fito (Bitkisel) Plankton	151
1.6.2. Zoo (Hayvansal) Plankton	152
1.7. Marmara Denizi'nde Kirlilik	164
1.8. Marmara Denizi'nin Kirlenmesinin Tarihsel Gelişimi	167
1.9. Marmara Denizi'nin Çevre Sorunlarına Küresel ve Hukuksal Bakış	174
1.9.1. 1982 Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi	175
1.9.2. İçsular ve Uluslararası Ekoloji	176
1.9.3. Önce Ekonomik Kalkınma Sonra Çevre Koruma	177
1.9.4. Danıştay Kararında Marmara Kıyıları	178
1.9.5. Çevre Hakkı	180
1.9.6. Kıyıların Korunması	181
1.9.7. Sayıştay'ın 3.10.2006 Kıyıların Kullanımının ve Planlanmasının Denetimi Raporu	183
1.9.8. Çevrecilik; Egemen Kültüre Başkaldırı	187
1.9.9. Sonuç ve Öneriler	187

BÖLÜM II

MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

2.1. Ölçümler ve Uygulanan Yöntemler	193
2.1.1. Mevki Tayinleri	194

2.1.2. Su Sıcaklığı (T°C) Ölçümleri	194
2.1.3. Salinite ve Klornite Ölçümleri	194
2.1.4. Konduktivite (LF) Ölçümleri	195
2.1.5. Çözülmüş Oksijen (DO) Ölçümleri	195
2.1.6. Yoğunluk (SIGMA-T) Ölçümleri	195
2.1.7. pH Ölçümleri	196
2.1.8. Işık Geçirgenliği (Bulanıklık) Ölçümleri	196
2.1.9. Plankton Ölçümleri	196
2.1.10. Bentik Materyal Ölçümleri	197
2.2. Hidro-QL Oşinografik-Hidrobiyolojik Veritabanı ve Oşinografi Programı	197
2.2.1. Oşinografik-Hidrobiyolojik Veritabanı ve Oşinografi Programı Tanımı ve Özellikleri	200
2.2.1.1. Raporlar ve Sunum	205
2.2.1.2. Hidrografi İnternet Sitesinin Yapısı	207
2.2.2. İstasyon Dağılım ve Konumları	208
2.2.2.1. Oşinografik İstasyonlar	208
2.2.2.2. Plankton İstasyonları	211
2.2.2.3. Bentik Materyal İstasyonları	213
2.3. Oşinografi Ölçüm Ham Verileri	215
2.3.1. Ölçümler ve Tablolara İlişkin Açıklamalar.....	215
2.4. Ölçüm Sonuçları	221
2.4.1. Data Kartları	221
2.4.2. Su Kalitesi İle İlgili Ön Bilgiler	262
2.4.3. Tür Çeşitliliği İle İlgili Ön Bilgiler	263
2.5. Sonuç	266
Ek- Marmara Denizi Temel Oşinografik Çalışmalar İle İlgili Bibliyografya	271
Kaynakça	279

BÖLÜM I.

MARMARA DENİZİ'NİN ÖZELLİKLERİNE GENEL BAKIŞ

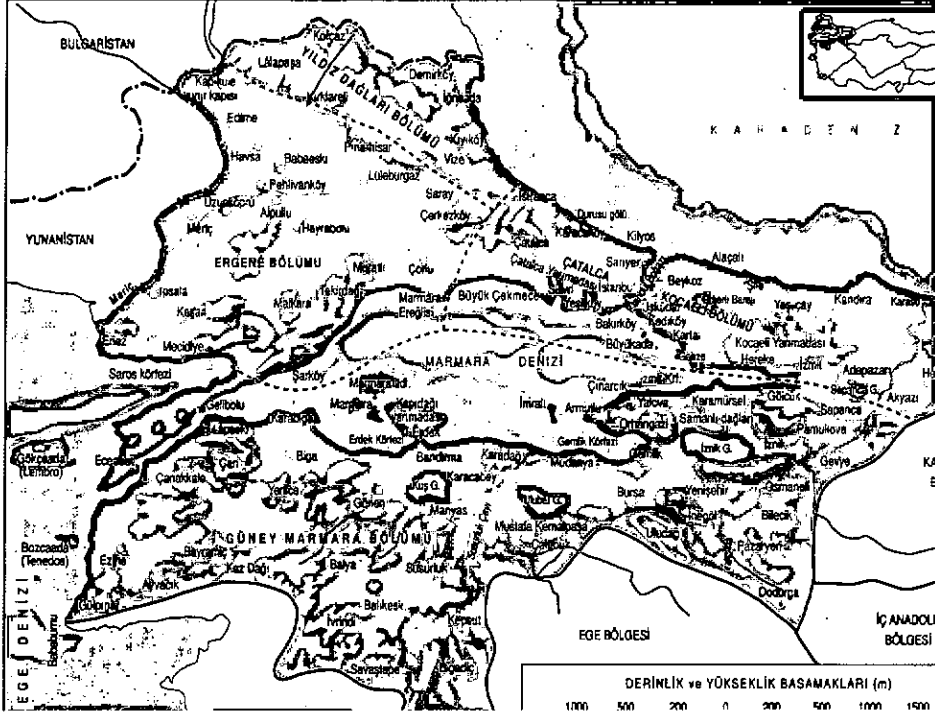
1.1. Marmara Denizi'nin Coğrafi Özellikleri

Yüzölçümü yaklaşık 11.350 kilometre kare olan Marmara Denizi kıtasal bir kabuk üzerinde bulunur. Miyosen denizinin Sarmasiyen döneminin bir kalıntısı olarak değerlendirilen bu deniz, küçük bir iç deniz niteliğindedir. Marmara Denizi, tamamı bir ülkenin egemenlik sınırları içinde bulunan tek deniz olma niteliği de taşımaktadır. Gerçekten de dünyanın hiçbir ülkesinde kıyıları tamamen o ülke egemenlik sınırları içinde bulunan başka bir deniz yoktur. Marmara Denizi, Çanakkale Boğazı ile Ege'ye, İstanbul Boğazı ile Karadeniz'e bağlanır. Denizin kuzey-güney doğrultusunda en geniş yeri 80 km doğu-batı doğrultusunda ise en uzun eksenini 280 km. dir. Marmara Denizi ayrıca boğazları nedeniyle uluslararası öneme sahip bir su yolu olma özelliği de taşımaktadır.

Avrupa ile Asya topraklarının birbirlerine çok yaklaştığı bu içdenizin iki kıyısı arasındaki uzaklık İstanbul Boğazı kıyılarında 700 metreye kadar iner (Şekil 1.1.1.). Marmara Denizi, şelfin derin bölgeye oranla genişliği, adalar yönünden zenginliği, sularının sıcaklık ve tuzluluğunun gösterdiği özellikler yönünden eşsiz bir içdenizdir.

Marmara Denizi'nin hemen hemen tamamı orta yükseltide dağ ve platolarla çevrelenmiştir. Bölgenin kuzey ve güney kısımları gerek relief, gerek yapı bakımından önemli farklılıklar gösterir. Marmara Denizi'ni kuzey ve kuzeybatıdan çerçeveleyen topoğrafya, genellikle 3. zamana ait kalker, marn ve kumtaşlarından meydana gelmiş fazla yüksek olmayan dağ, tepe ve platolar olup, vadiler tarafından derin şekilde yarılmışlardır. Ancak kuzey kıyılarında kıyıda hemen yükselen ve 945 metrelik yükseltiye sahip Ganos Dağı, oldukça belirgin bir diklik olarak dikkati çeker. Nitekim önünden geçen Ganos Fayı nedeniyle bu kıyı denizden adeta dik bir duvar gibi yükselir. Marmara Denizi'nin üç de-

rin çukurundan biri de buradadır. Kıyı bölgesinde Şarköy ve Silivri arasında mevcut olan taraçalar, tepe ve orta yükseklikte platolar Marmara Denizi'ni aynı doğrultuda uzanan Ergene Havzası'ndan ayırır.



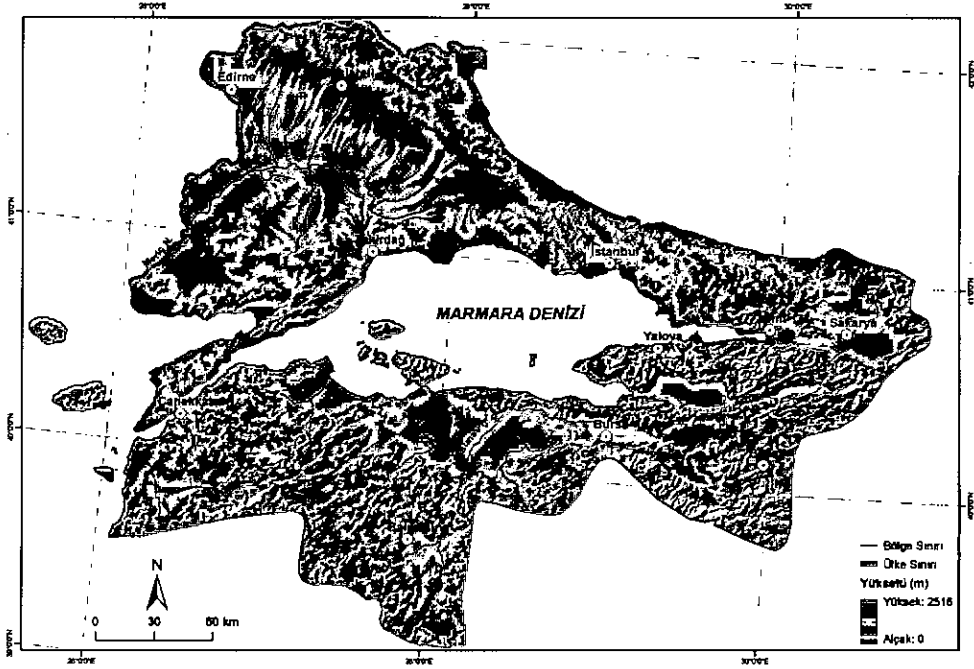
Şekil 1.1.1.- Marmara Bölgesi'nin Fiziki Haritası (Atalay 2006).

Kuzeydoğu da temeli Paleozoik olan ve üzerinde İkinci ve Üçüncü zaman depoları bulunan, genellikle plato karakterine sahip Çatalca ve Kocaeli yarımada- ları bulunmaktadır.

Marmara'nın güneyi ise topoğrafya ve yapı olarak farklılık gösterir. Te- meli, Paleozoik, kristalin ve metamorfik kayalardan oluşan İkinci ve Üçüncü zamanda deniz ve göller tarafından işgal edilmiştir. Buralarda o denizin izle- rini taşıyan çeşitli sediment depoları ile plato ve dağlar bulunmaktadır. Çu- kur alanların bir kısmı deniz basması sonucu İzmit ve Gemlik gibi körfezleri oluşturmuş, bir kısmı da İzmit, Ulubat ve Manyas gibi göller tarafından işgal edilmiştir. Bazı alanlar ise sediment depoları ile dolarak bugünkü Yenişehir, İnegöl, Mustafakemalpaşa ve Karacabey gibi alüvyal ovaları oluşturmuştur.

1.1.1. Yüzey Şekilleri

Marmara Denizi, Anadolu ve Trakya arasında adeta gömülmüş gibi görünen oval şekilli bir çanak görünümündedir. Yapısal hatları kesen Trakya kıyıları ile bu hatlara uyum gösteren Anadolu kıyıları farklı görünümündedir. Marmara Denizi'nin Trakya kıyıları genellikle plato kenarlarıyla sınırlanır. Bu kıyılarda geniş yaylar çizen ve karadan fazla içeriye sokulmayan büyük körfezler bulunmaktadır. Silivri ve Tekirdağ Körfezleri bu özellikte körfezler olarak görülmektedir. Marmara Denizi'nin kuzey kıyılarında ayrıca önleri kıyı kordonları ile kapanarak lagün haline dönüşen Küçükçekmece ve Büyükçekmece gölleri bulunur. Ayrıca Bakırköy'deki Çırpıcı Çayırı da sonradan dolarak ortadan kalan eski lagün gölü olup oldukça ilgi çekicidir (Şekil 1.1.1.1.).



Şekil 1.1.1.1.- Marmara Bölgesi'nin Yüzey Şekilleri.

Deniz seviyesinin alçaldığı dönemde akarsuların kazdığı vadilerin daha sonra deniz seviyesinin yükselmesi ve bu vadileri basması ile oluşan lagün göllerinden Küçükçekmece Gölü, 14 kilometre kare yüzölçümü ile en derin yeri 20 metreye yaklaşan yarı tuzlu bir göldür. Bugün hemen tamamı yoğun yapıla-

ma baskısı altında bulunan göl çevresindeki ekonomik faaliyetler nedeniyle de oldukça kirlenmiştir. Yüzölçümü 10 kilometre kareyi biraz geçen ve daha sığ olan Büyükçekmece Gölü ise, yer yer 2-3 metre derinlikte yine bir set gölüdür. Ancak göl, önüne yapılan yapay bir set ile denizle ilişkisi kesilmiş ve suyu tatlılaşarak baraj gölü niteliği kazanmıştır.

Çevresinde tarım ve hayvancılık yapılan bu göl, İstanbul'un Avrupa yakasına su sağlayan bir baraj olmakla birlikte, tarımsal faaliyet nedeniyle ötrifikasyon sorunu ile karşı karşıyadır.

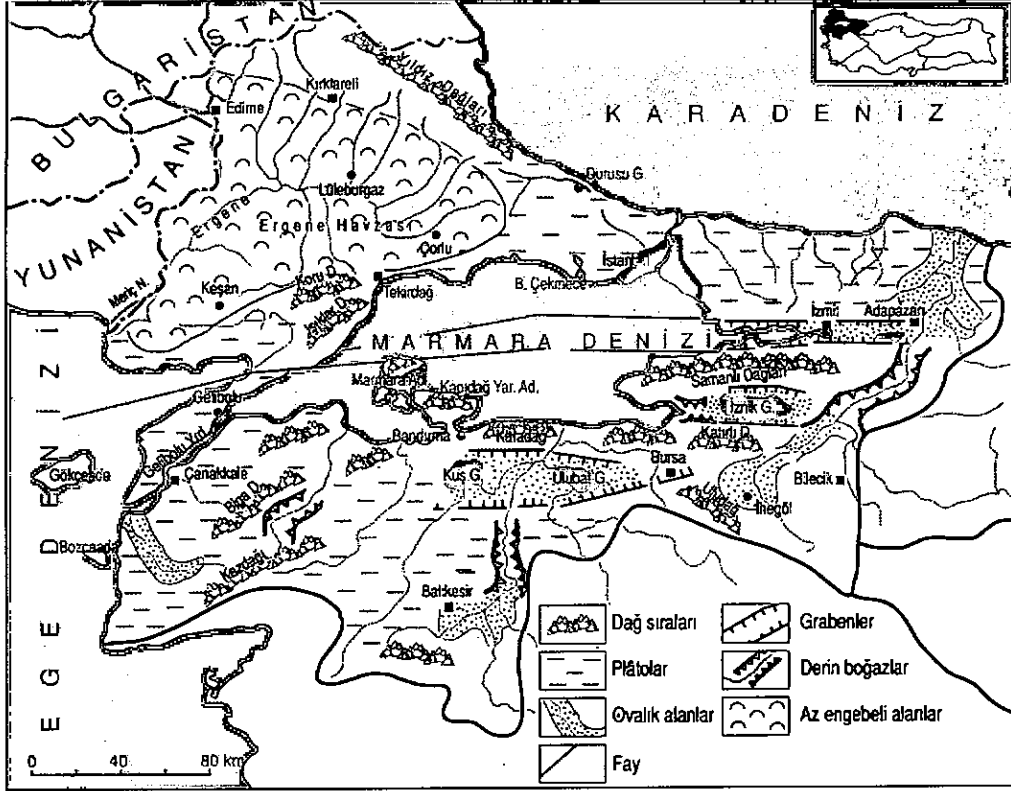
Marmara Denizi'nin İstanbul ile Tekirdağ arasında kıyı, falezli ve yüksek kıyı tipi olarak görülür. Özellikle Tekirdağ-Şarköy arasında kıyı oldukça dik falezler halindedir. Ganos Kütlesi'nin yer aldığı bu kıyı oldukça dik olup bu dikliği oluşturan buradan geçen Ganos Fayı nedeniyledir. Bu sahada ayrıca derinliği 1112 metreyi bulan, Marmara Denizi'nin önemli çukurluklarından biri bulunur. Kuzey Marmara kıyılarının Anadolu Yarımadası tarafı ise İstanbul-İzmit arasında da kıyı şekilleri buradan geçen Kuzey Anadolu Fay Hattının etkisiyle dik falezli kıyılar halindedir. Bu yöre kısa boylu ve sel karakterli akarsularla parçalanmıştır.

Marmara Denizi'nin Anadolu kıyılarının özelliğini, denizin karalar içine belirgin bir şekilde sokularak oluşturan koy ve körfezler meydana getirir. Bu girintilerin başlıcaları İzmit, Gemlik, Bandırma ve Erdek körfezleridir. Daha engebeli bir özellik taşıyan bu körfezlerin önünde Prens Adaları (veya Kızıl Adalar), ile İmralı ve Marmara adaları gibi adalar bulunmaktadır. Marmara Denizi'nin güney tarafında kıyı çizgisi, yarımadaların ve körfezlerin bulunması nedeniyle oldukça girintili ve çıkıntılıdır. Bu kıyılar yapı ve relief bakımından oldukça çeşitlidir. Bu durum kıyı bölgesinde de kendini belirgin bir şekilde göstermektedir. İzmit Körfezi'nin güneyinde Samanlı Dağları'nın kuzeye bakan yamaçlarında doğu-batı doğrultusunda uzanan kıyı çizgisi oldukça dik bir kıyı oluşturur. Bu kıyı aynı zamanda dar bir kıyı şeridine sahip olup, kısa boylu ve hızlı akışlı akarsularla derin bir şekilde yarılmıştır. Gölcük civarından Armutlu Yarımadası'ndaki Kalem Burnu'na kadar uzanan bu kıyı şeridinin bu özelliği kazanması oradan geçen ve 1999 Marmara Depremi'nde büyük hasara neden olan fay hattı nedeniyledir. Kıyının bu özelliği Hersek Deltası'nda karakterini değiştirerek geniş bir delta ovasına döner. Bu deltanın büyük bir kısmı yeni alüvyon birikmesiyle oluşmuş oldukça genç ve dinamik bir deltadır (Hoşgören 1995).

Hersek Deltası'nın jeomorfolojik gelişimi, deltanın güneyinden akarsular tarafından getirilen alüvyonlarla ilişkilidir. Delta, buraya dökülen Yalak Dere tarafından oluşturulmuştur. Deltayı oluşturan Yalak Dere'nin kaynağı gerisindeki Samanlı Dağları'ndan gelmekte olup, bu akarsuya karışan birçok kolun getirmiş olduğu farklı litolojik özellik taşıyan (kil, marn, fliş, kumtaşı, kireçtaşı gibi) alüvyonlarla delta beslenmekte ve gelişmektedir. Hersek Deltası'nın güneyinde ise yükselteleri 10-15 metre, 40-45 metre ve 70-75 metre seviyelerinde bol kavkı içeren denizel taraçalar bulunmaktadır (Göney 1964). Denizel taraçaların önünde deltanın kuzeye doğru genişlediği görülür. Deltanın genişliği birçok yerde 4 kilometreyi aşar. Delta ovasının uç kısmında ise bir lagün gölü yer almaktadır. Delta ovasının denizle temas ettiği kıyı çizgisi kumlu plaj örtüsü ile kaplıdır. Yalak Dere'nin kuzeye doğru geçmiş dönemde aktif olan yatağının drenaj özelliği kaybolduktan sonra batı-doğu yönlü kıyı akıntıları ile gelen sedimanların depolanmasıyla oluşan plaj örtüsü, lagün gölünün önünü de kuzeybatı-güneydoğu yönlü gelişen kıyı oku kapatmıştır. Batimetri haritasında -2.5 metre derinliğe kadar kumlu, çakıllı plaja ait depolar deniz içinde izlenmektedir. Hersek Deltası'nın deniz içindeki uzantısı yine aynı haritada- 45 metreye kadar izlenmektedir (Güneysu 2000).

Güney kıyıların özelliklerini bu bölgede yükselmiş Paleozoik yaşlı masifin etkisi çok fazladır. Nitekim bu kıyılar, bölgede yakın zamanda yeniden yükselmiş I. zaman Paleozoik yaşlı masifin kuzey kenarında uzanmaktadır. Bu masifin önündeki İzmit Körfezi çukuru ve Doğu Marmara çukuru, IV. zamanda (Kvaterner'de) meydana gelen çökmeler ve çanaklaşmalar sonucu burada tektonik kökenli bir kıyının ortaya çıkmasına olanak hazırlamıştır. Bu nedenle Körfezin bu kısımdaki kıyıların, yükselmiş ve alçalmış bloklar arasındaki faylar ve fleksürlerle çizilmiş olduğunu gösteren önemli kanıtlar vardır. Armutlu Yarımadası'nın denize doğru yapmış olduğu önemli çıkıntıyı da bu Paleozoik masifin son kısmı oluşturmaktadır. Bu kısımda kütle deniz altında devam ederek İmrallı Adası'nda yeniden su üzerinde gözüktür. Armutlu Yarımadası'nın güney kısmındaki Gemlik Körfezi de yine bir çukurlaşma sahasıdır. Körfez kıyılarının şekillenmesinde yeni deformasyonların rolü olduğu oldukça açıktır. Mudanya ile Bandırma arasında ana hatlarıyla doğu-batı doğrultusunda uzanan bir kıyı bulunmaktadır. Ancak burası düz bir kıyı değildir ve faylarında burada rol oynadığı tahmin edilmektedir. Kıyının girinti ve çıkıntıları kıyı sıra dağlarının alçalmaları ve yükselmeleri ile ilişkili olduğu görülmektedir. Kıyıda dağların alçaldığı yerlerde ise burunlar vardır. Deltalar ve küçük kıyı ovaları

bir tarafa bırakılacak olursa, Marmara Denizi'nin İzmit Körfezi'nden Çanakkale Boğazı'na kadar uzanan güney kıyıları yapısal özelliklerin hazırladığı yüksek kıyıdır. Özellikle Paleozoik şistlerin yüzeye çıktığı kıyı bölgelerinde, oldukça yüksek ve dik falezler yer almaktadır (Şekil 1.1.1.2.).



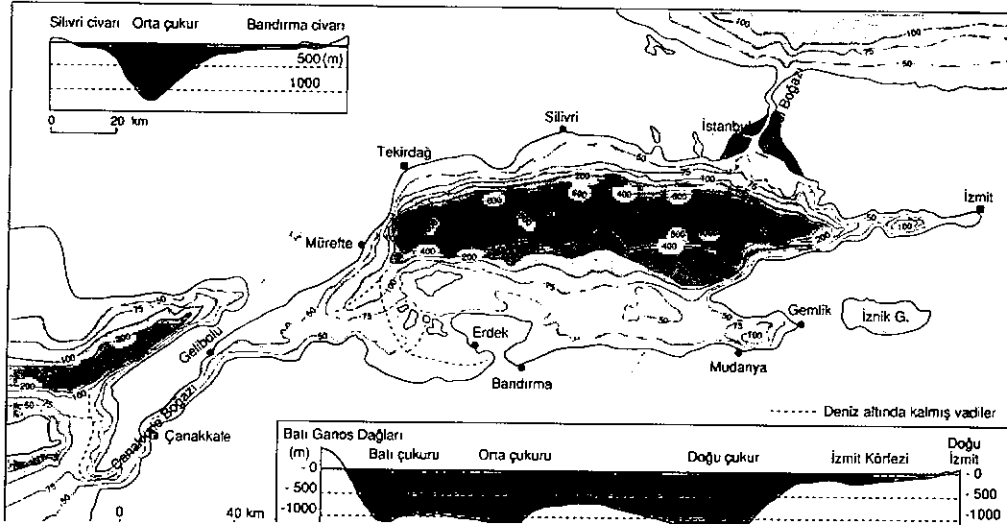
Şekil 1.1.1.2.- Marmara Bölgesi Jeomorfoloji Haritası (Atalay 2006).

Marmara'nın güney kıyılarına önemli bir değişiklik veren saha da Kapıdağ Yarımadası'dır. Yüksek kayalık kıyıları ve falezlerle çevrilmiş olan yarımada-
nın oldukça girintili ve çıkıntılı bir kıyı çizgisi vardır. Bazı kesimlerde, örneğin
batı taraflarında dar fakat devamlı plajlar yer almaktadır. Kuzey kısımlarında
da, küçük koyların kenarında, granitin parçalanıp ufalanmasından meydana
gelmiş beyaz kumların biriktiği küçük plajlar vardır. Kapıdağ Yarımadası, kı-
yıya oldukça yakın olan büyük bir adanın Holosen'de karaya bağlanması so-
nucunda oluşmuş bir tombolodur. Yarımadanın batısındaki Erdek Körfezinin

güney kıyıları kısa bir mesafeden sonra, Karabiga'ya kadar uzanan alçak kıyıları şeklindedir. Karabiga ile Lapseki arasında ise oldukça girintili ve çıkıntılı bir yüksek kıyı şeridi uzanmaktadır.

1.1.2. Denizel Taraçalar ve Denizaltı Topoğrafyası

Marmara'da IV. zaman Kuaterner döneminde deniz seviyesi değişimleri meydana gelmiştir. Yaklaşık 20 000 yıl önce meydana gelen değişim kıyıların şekillenmesi ve boğazların açılmasında önemli rol oynamıştır. Özellikle Würm buzul döneminde Post Trenien Regresyonu olarak tanımlanan deniz seviyesi alçalmasında Marmara Denizi bugünkü düzeyinin 120 metre altına inmiş ve oldukça geniş bir saha kara haline geçmiştir. Özellikle denizin güney kıyılarındaki kara alanları üzerinde akarsu faaliyetleri başlamıştır. Akarsular Marmara'nın kuzeyindeki göl alanına doğru yönelerek yataklarını kazmıştır. Daha sonra deniz seviyesinin yükselmesi ile, bu alanların büyük bölümü sular altında kalarak denizaltı vadilerini oluşturmuşlardır. Bugün özellikle güney kıyılarındaki bu vadileri denizaltında belirgin biçimde izlemek mümkündür (Şekil 1.1.2.1.).

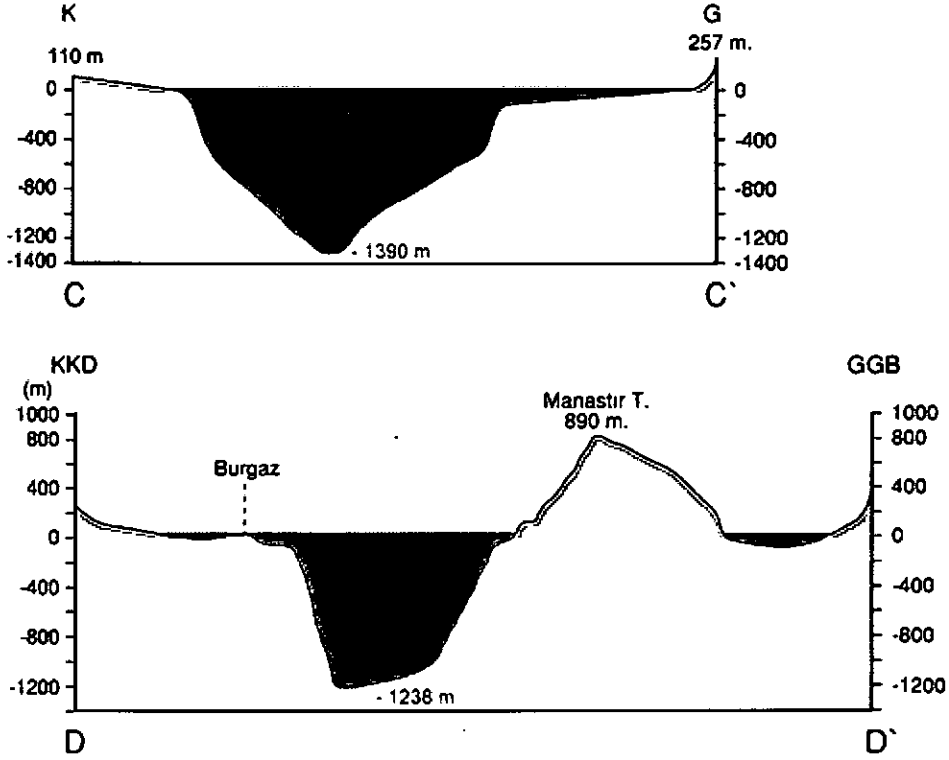


Şekil 1.1.2.1.- Marmara Bölgesi'nin derinlik haritası
(Ardel-Kurter'e göre Atalay, 2006)

Denizaltı topoğrafyası bakımından Marmara Denizi, küçük bir okyanusu anımsatacak şekilde, üç morfotektonik birimden oluşur. Marmara Denizi çanağının yaklaşık yarısını kaplayan şelf sahası özellikle güney ve güneybatı da oldukça geniştir. Ganos Dağı ve Samanlı Dağları gibi genç faylarla sınırlanan dağlık kesimlerin önünde ise çok daralır. Tekirdağ'ın batısındaki Uçmakedere mevkiinde ise kıyı tamamen ortadan kalkar ve deniz önünde şelf sahası hemen hemen yok olur. Marmara Denizi'ndeki adaların tamamı kıta sahanlığında bulunur. Son deniz yükselmesi olarak tanımlanan Flandriyen Transgresyonu sırasında suların örtemediği dağlara ve tepelere karşılık gelen bu adalardan Kapıdağ Yarımadası hakim rüzgarların etkisiyle oluşan dalgalar ve kıyı akıntılarının getirmiş olduğu sedimanların birikmesiyle sonradan bir tombolo ile karaya bağlanmış eski bir adadır. Kıta Yamacı -90 metreden -1000 metreye inen çok eğimli bir diklik biçimindedir. Şelf içine gömülmüş olarak bulunan denizaltı vadilerinden bazıları kıta yamacını da yarararak 400 hatta 900 metre derinliğe kadar ulaşırlar. Özellikle Marmara'nın güney kıyılarında bulunan bu vadileri batimetri haritalarının yardımı ile belirgin olarak deniz altında izlemek mümkündür. Çanağın üçüncü morfotektonik birimi 1000 metreden derin 400-500 metre yükseklikteki bazı kabartılarla birbirinden ayrılan batı-doğu doğrultusunda ve Marmara'nın en derin çukurlarının yer aldığı Abiysal bölge oluşturur. Marmara'nın en derin üç çukuru bu bölgede yer alır (Şekil 1.1.2.2.).

Marmara Denizi'nde küçük bir denizde rastlanmayacak ölçüde büyük derinlikler vardır. En derin noktalar İzmit Körfezi'nin ağzından başlayarak batıya doğru uzanan elips biçimli çukurda bulunur. Bu çukurlardan en doğuda olanı, Prens Adaları'nın hemen güneyinde bulunan ve derinliği 1238 metreyi bulan çukurluktur. Ortada Marmara Ereğlisi ile Kapıdağ Yarımadası arasında yer alan ikinci çukurun derinliği 1390 metredir. Bu çukur aynı zamanda Marmara Denizi'nin de en derin noktasını oluşturmaktadır. Daha batıda Ganos Dağı önünde ise derinliği 1112 metreye inen üçüncü çukurluk yer almaktadır.

Marmara kıyılarındaki denizel taraçalar daha çok güney kıyılarında görülür. Gölcük-Karamürsel-Yalova hattı üzerinde özellikle Yalak Dere'nin getirdiği alüvyonlarla oluşan Hersek Deltası bu kıyıdaki en önemli alüvyal dolgu alanıdır. Yalak Dere, Hersek Deltası'na ait ovayı oluşturmadan önce, güneyindeki Eosen fliş arazileri üzerinde sürempoze boğazlar oluşturur. Boğazın kuzeye doğru sona erdiği alanda ise denizel taraçalar yer almaktadır (Güneysu 2000).



Şekil 1.1.2.2.- Marmara Denizindeki En Derin Çukurlar (Atalay, 2006).

Hersek Deltasının güneyinde 12-18 metre, 42-48 metre ve 68-74 metre yükseltide denizel taraçalar bulunmaktadır (Göney 1964).

Batıya doğru Kapıdağ Yarımadası kıyılarında ise yükseltisi 10 metreye varan dik falezlerden oluşan yüksek kıyılara geçilmektedir. Tatlısu yakınlarında 5-10 metre yükseltide denizel taraçalar bulunmaktadır. Edincik'in kuzeydoğusunda ise 65 metre yükseltide çok tipik bir denizel taraça bulunmuştur (Güneysu 2000). Kapıdağ Yarımadasının kuzey kıyıları yaklaşık 40 kilometre boyunca devam eder. Bu kıyılar oldukça girintili ve çıkıntılı olup yüksek kıyılardır. Tamamen kuzey rüzgarlarına açık olan bu kıyılar boyunca dik yamaçlı yüksek falezli kıyılar olarak dikkati çeker. Bu sahayı oluşturan şistik yapıya sahip tabakalar 40-70 derecelik eğimlerle denize doğru dalarlar. Dalgaların sürekli aşındırması sonucu kıyı gerilemesi bu bölgede oldukça belirgindir. Bu bölgede ayrıca

100–500 metre genişlikte hilal şekilli koylar, bu koyların gerisinde ise kumlu plajlar görülür. Hilal şekilli koylar batıya doğru kısmen litolojik farklılıkların da etkisiyle karanın içlerine doğru sokulan “U” şekilli daha büyük boyda koylara dönüştükleri saptanmıştır (*Güneysu 2000*). Bu koyların da bir kısmında yer yükselteleri değişen alçak denizel taraçalar bulunmaktadır.

1.1.3. Marmara Denizi'nin Boğazları

Marmara Denizi'nin en önemli özelliklerinden biri de hiç kuşkusuz önemli birersuyolu özelliği taşıyan boğazlardır. Kuzeydoğuda Karadeniz'i Marmara'ya, bağlayan İstanbul Boğazı ile güneybatıda Marmara'yı Ege Denizi'ne bağlayan Çanakkale Boğazı her yönü ile ilginç coğrafi özellikler taşımaktadır. Boğazlar bir taraftan ekonomik olarak önemli bir su yolu özelliği taşıırken diğer yandan farklı fiziksel, kimyasal ve oşinografik özellikler taşıması açısından dikkati çekerler.

1.1.3.1. İstanbul Boğazı

İstanbul Boğazı ve yakın çevresine kuşbakışı olarak baktığımızda; belirgin tepeler, plato yüzeyi, akarsu drenaj sistemleri, farklı kıyı özellikleri kolayca fark edilir. Bu özellikleri sahanın litolojik ve tektonik özellikleri ile morfodinamik etken ve süreçlerin faaliyetleri yönlendirmiştir. Yüzey şekillerinin belirlenmesindeki bir diğer unsur ise, vadi içleri ile kıyı alanlarında ve diğer alçak alanlardaki kazı ve dolgu faaliyetleri ile insan faktörü olarak dikkat çekici olmaktadır. 30 km uzunluğu, 0,7-1,7 km genişliği ve ortalama 30 m (maksimum 110–60 m) derinlikleri ile kıyı ve batimetrik karakteristikleridir (Şekil 1.1.3.1.1.).

Sahanının litolojik özellikleri genel olarak üç temel birim tarafından oluşturulmuştur. Bunlar Paleozoik metamorfikleri ki bu birimler sahadaki en yaşlı ve en yaygın kayalar türleridir, Mesozoyik ve Senozoyik çökel birimler ve son olarak da çok daha az yayılım alanına sahip granitlerden oluşan intrüzif magmatiklerdir.

Paleozoik metamorfikler, Ordovisiyen, Silüriyen, Devoniyen ve Karbonifere ait kireçtaşları, killi şistler, arkoz ve grovaklar ile kuvarsitler ile temsil edilirler. İstanbul Boğazı'nın güneyinden itibaren, kuzey yönünde, boğazın her iki yakası olmak üzere, doğu yakasında Beykoz ve batı yakasında da Sarıyer'in

kuzeyine kadar takip edilirler. Kuzey yönünde, paleozoik metamorfiklerinden sonra boğazın Karadeniz çıkışına kadar, yaygın olan kayaç türü kretase volkanik ve sedimanter birimlerdir. Miyosen karasal çökel birimlere ise İstanbul Boğazı'nın güney batısında, bunlardan daha genç olan Pliyosen birimlerine ise boğazın kuzeyinde ve her iki yakasında ve oldukça geniş alanlar kaplar şekilde rastlanır. Kuvaterner alüvyonlarına ise çok dar alanlar kaplayacak şekilde akarsu vadi tabanlarında ya da boğaza veya boğazın kuzey ve güney çıkışlarında denize boşalan sınırlı akarsuların aşağı çığırlarında, dar alanlarda rastlanır (Şekil 1.1.3.1.2).



Şekil 1.1.3.1.1.- İstanbul Boğazı ve yakın çevresinin sayısal yükselti modeli.

Geniş alanlar kaplayan metamorfik kayalar jeolojik mazi içinde değişik orojenik hareketlerden etkilenerek tektonik defomasyona uğramışlar ve ilksel konumlarını kaybetmişlerdir. Bu orojenik hareketlerden, miyosen ve pliyosen çökelleri hariç diğer bütün kayaç grupları etkilenmişlerdir. Anadolu için neotektonik, olan Alp Orojenezi sonrası, kuzey Afrika ve Arabistan platformunun kuzeye doğru Anadolu'yu sıkıştırması ile gelişen epirojenik karakterdeki kırılma tektoniğinin İstanbul Boğazı'nı da etkilediği kabul edilmektedir.

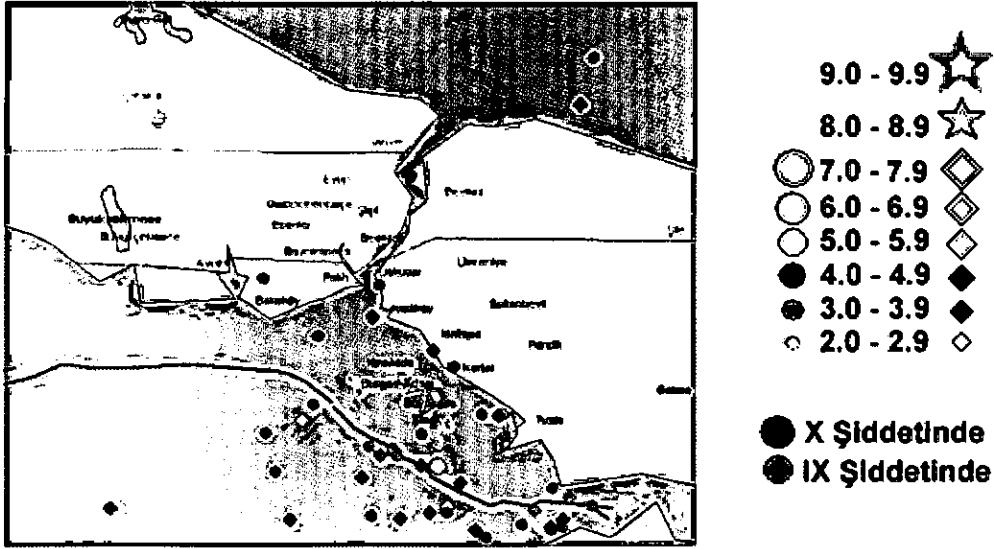
Aletsel dönem deprem kayıtları incelendiğinde, doğrudan İstanbul Boğazı üzerinde değil, ancak boğazın güneyinde ve Marmara Denizi kuzey kıyılarında önemli depremlerin meydana geldiği görülmektedir (Şekil 1.1.3.1.3.).



Şekil 1.1.3.1.2.- İstanbul Boğazı ve yakın çevresinin jeoloji haritası.

Bu depremler bölgenin tektonik bakımdan ne kadar aktif olduğunu kanıtlamaktadır. Özellikle 17 Ağustos 1999 Güneydoğu Marmara ve 12 Kasım 1999 Düzce depremlerinden sonra yapılan jeolojik ve jeofizik çalışmalar ile araştırmacılarda; Kuzey Anadolu Fayı'na ait olası kırılma hattının da İstanbul'u çok ciddi anlamda olumsuz olarak etkileyeceği ortak kanısı oluşmuştur.

Bu litolojik birimler, sahanın yüzey şekillerinin oluşum ve gelişiminde özellikle aşınım ve deformasyona karşı gösterdikleri direnç özellikleri ile önem kazanmışlardır. Daha fazla dirençli olanlar belirgin yüksek tepeler olarak morfolojide kendilerini hemen gösterirler. Buna karşın, daha zayıf direnç özelliklerine sahip alanlar ise akarsu vadileri ve depresyonlar olarak şekillenmiştir.



Şekil 1.1.3.1.3.- İstanbul Boğazı ve yakın çevresinin depremselliği

(<http://www.sayisalgrafik.com.tr/deprem>).

Özellikle kuvarsit ve diğer metamorfik kayalardan oluşan araziler çevrelerine oranla daha az aşınarak tepeler ve sırtlar olarak plato yüzeyi içinde kendilerini gösterirler. Çamlıca Tepesi (262 m), Kayışdağ (438 m), Aydos (537 m) Anadolu yakasındaki önemli yüksek alanlardır. Kocataş ve Belgrad Ormanı çevreleri (200-300 m) de İstanbul Boğazının Avrupa yakasındaki yüksek alanlardır.

İstanbul Boğazı'nın her iki yakası 100-200 m yükselti aralığındaki alçak plato karakterine sahiptir. Bir aşınım yüzeyi olarak kabul edilen bu alçak plato sahanın kuzeyindeki Pliyosen çökellerini de kestiğine göre Pliyosen'den daha eski olmamalıdır. Bu aşınım yüzeyi paleozoik kayaları üzerindeki daha genç birimleri süpürerek onların yüzeylenmelerine ya da daha eski aşınım yüzeylerinin fosil yüzeyler olarak ortaya çıkmalarına sebep olmuşlardır. Plato yüzeyi içinde birçok akarsu şebekesi vardır. Bu akarsular plato yüzeyini yoğun bir şekilde yarararak parçalamışlardır (Şekil 1.1.3.1.4.).

Plato yüzeyini yoğun bir şekilde parçalayan akarsular çoğu kez Paleozoik temel içine aynen gömülünüşlerdir. Bu gömülme, genç bir sedimanter birimi kat ederek başlayıp, daha sonra temele doğru ilerleme şeklinde gerçekleşmiştir.

Bir anlamda epijenik olarak yarmak sureti ile yataklarını kazan bu akarsular, drenaj sistemlerini anakaya içine aynen kopya etmişlerdir. Akarsuların boğaza ya da denize boşaldıkları aşağı çığırlarında vadi yamaçlarının birbirinden uzaklaştığı, tabanlı vadi karakteri kazandığı görülmektedir. İstanbul Boğazı ve yakın çevresine boşalan bu akarsular genel olarak Dandritik drenaj sistemine sahiptir. Ancak aşınımına karşı daha zayıf ya da yapıya intibak etmiş sübsekant akarsular da vardır. Alibeyköy-Kâğıthane Dereleri, Küçüksu, Göksu, Büyükdere, ayrıca daha küçük su toplama havzalarına sahip Bebek, İstinye, Çubuklu Dereleri İstanbul Boğazı'na dökülen derelerden bazılarıdır.



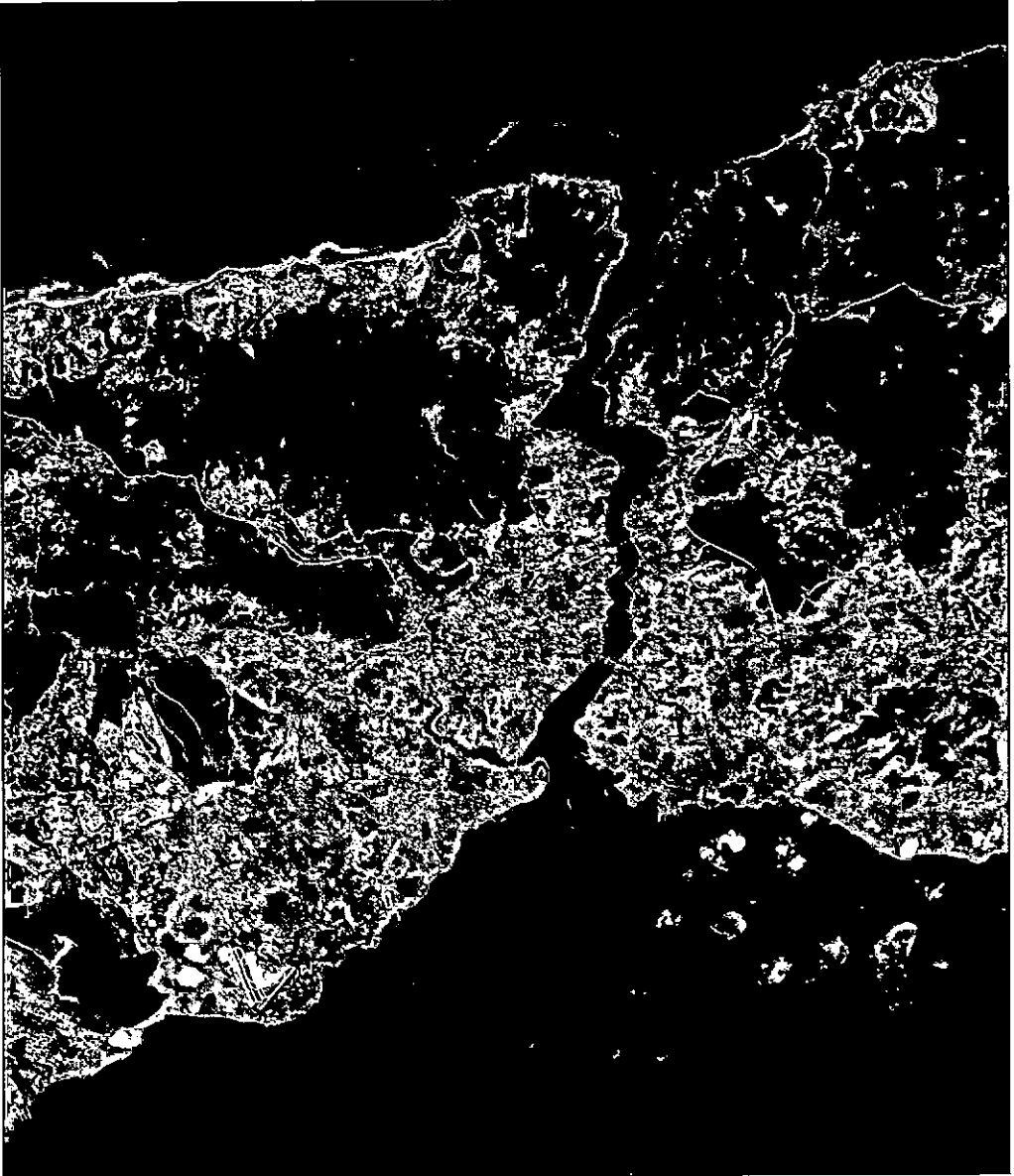
Şekil 1.1.3.1.4.- İstanbul Boğazı ve yakın çevresinin yüzey şekilleri (Kahverengi-Beyaz renkler plato yüzeyini, Yeşil-Mavi renkler alçak alanları ve akarsu vadilerini göstermektedir).

Alçak plato bölgenin hemen tamamını kaplamaktadır (Şekil 1.1.3.1.4.). Bu sebeple deniz seviyesi ve buna yakın dolgu ya da anakaya düzlükleri oldukça sınırlıdır. Bu sınırlı yayılıma sahip alanlar kıyılarda, dere ya da akarsu ağzlarında küçük alanlar kaplayan düzlükler ve iç kısımlardaki çevresine göre nispeten alçak olan dolgu sahaları ile temsil edilirler.

İstanbul Boğazı kıyılarında Paleozoyik metamorfiklerinden oluşan kıyıların yüksek kıyı tipi, buna karşın akarsu mansaplarının ve Neojen ve Kuvaterner çökellerinden oluşan alanlarında ise alçak kıyı tipi karakterinin arz ettiği bir tür dağılışı dikkati çeker. Bu genel görünümü bozan örnek ise Alibeyköy-Kâğıthane Deresi ağzı olup, kıyının bu bölümü haliçli kıyı morfolojisine sahiptir. Koylar ise önemli vadi ağzlarında yer alır.

İstanbul Boğazı'nın oluşum ve gelişimi hakkında farklı görüşler geliştirilmiştir. Bunlardan biri olan boğazın eski iki akarsu yatağına ait bir oluk olduğu görüşüdür. Bu görüşe göre, biri Karadeniz'e diğeri ise Marmara'ya akan iki farklı akarsuyun geriye aşındırma yaparak daha sonra birleşmesi sonucu İstanbul Boğazı açılmış ve Karadeniz ile Marmara'yı birleştiren su yolu açılmıştır. Bir diğer görüş ise boğazın açılmasında genç tektonik faaliyetlerin etkili olduğudur. Bu görüşe göre, İstanbul Boğazı'nın açılmasında genç faylar etkili olmuş ve bu faylar sahanın kuzey-güney yönünde bir oluk oluşturacak şekilde çökmesi neden olarak bölgenin morfolojisini değiştirmişlerdir. İstanbul Boğazı'nın oluşumu ile ilgili bir diğer görüş ise hem tektonik ve hem de flüviyal etkenlerin rol oynadığı yaklaşımdır. Kuzey ve güney yönünde akışa sahip iki akarsu aşındırma faaliyetlerini sürdürürken aynı zamanda tektonik hareketler de sahayı düşey ve yatay yönde deformasyona uğratarak morfolojide değişikliklere neden olmuşlardır. Araştırmacıların görüş birliğinde olduğu konu ise, İstanbul Boğazı'nın açılma yaşının 7 000-10 000 yıl zaman aralığında gerçekleştiğidir.

Günümüzde Seyir-Hidrografi ve Oşinografi Dairesi'nin yayınladığı deniz haritaları ile 1853'de Fransız Amiralliğinin haritaları ve 1872'de İngiliz Admiralti haritalarına bakıldığında İstanbul Boğazı'nın deniz altı topografyasının birçok tümsekler ve çukurluklardan oluştuğu görülür. Günümüzden yaklaşık 10.000 yıl kadar önce son deniz yükselmesi olan Flandrien Transgresyonu sonucu sular altında kalan Boğaziçi'nin morfolojisi ve deniz altı topografyası incelendiğinde onun gerçekte bir akarsu vadisi olduğu ve daha sonra deniz istilasına uğradığını gösterir (Şekil 1.1.3.1.5.).



Şekil 1.1.3.1.5.- İstanbul Boğazı'nın uydu görüntüsü.

Yukarıda da belirtildiği gibi İstanbul Boğazı'nın tabanındaki çukur ve tümsekler bilim adamlarınca oldukça ayrıntılı olarak incelenmiş ve halen de incelenmektedir. Özellikle 1999 depremi sonrasında yapılan ayrıntılı deniz altı rölyefi incelemeleri bu ilginç su yolu hakkında oldukça fazla sayıda bilginin toplanmasını sağlamıştır.

Strabon'a göre Boğaziçi oluşu bir iç deniz olan Karadeniz'in taşan sularının aşındırması sonucu oluştuğunu belirtir. 19. yüzyıl sonlarına kadar kabul gören bu teori, günümüzde yapılan ayrıntılı çalışmalar ve ölçümler sonucunda Boğaz'ın tektonik kırılmalar ve volkanik faaliyetler sonucu açılmış olabileceğini ortaya koymaktadır.

Son yapılan ölçümlere göre boğazın ortalama 50-70 metre derinliğe sahip olduğunu göstermektedir. Batimetri çalışmaları sonucu deniz altı topoğrafyasının sırt ve çukurluklardan oluştuğu görülür. Yukarıda da belirtildiği gibi 50-70 metre ortalama derinliğe sahip boğaz oluşu güneyde Beşiktaş ile Üsküdar ve Kuzguncuk arasında uzanan eksen boyunca 25-30 metre seviyelerinde görülen sırt daha sonra iki yan oluşa ayrılarak devam eder. Kuzeye doğru devam eden bu sırt bir süre sonra kaybolur. Tek bir oluk halinde devam eden bu çukurluğun derinliği Arnavutköy-Vaniköy hattı içinde -106 metreye, Bebek Camii ile Kandilli Burnu arasında ise -120 metreye iner. Boğaz oluşunun iki en derin çukurluğunu bunlar oluşturur. Boğazın her iki ucunda da yaklaşık -50 metre derinlikte birer eşik bulunur. Kuzey eşiği düzensiz ve yarım daire biçimindedir ve Rumeli ile Anadolu Fenerlerinden hemen sonra yer alır. Diğer eşik ise boğazın güney girişinde Sarayburnu ile Selimiye arasında yer alır. Boğaz oluşunun boyuna profili incelendiğinde çeşitli sıklıkların bulunduğu görülür.

Karadeniz ile Marmara Denizi arasındaki su dolaşımı boğaz yolu ile olur. Her iki havzanın da farklı hidrolojik özellikleri nedeniyle boğazda oldukça ilginç bir akıntı sistemi görülür. İstanbul Boğazı'nda Karadeniz'den Marmara'ya doğru bir üst akıntı, Marmara'dan da Karadeniz'e bir alt akıntı sistemi vardır. Üst akıntının başlıca nedeni hemen hemen kapalı bir iç deniz olan, bol yağışlar ve güçlü akarsularla beslenen Karadeniz'in su seviyesinin Marmara'ya göre daha yüksek olmasından ileri gelmektedir. Üst akıntının taşıdığı su miktarı 363 kilometre küp, Karadeniz'e su taşıyan alt akıntının ise 185 kilometre küp dür. Üst akıntının hızı büyük ölçüde kuzey sektörden esen şiddetli rüzgarlara bağlı olarak artış gösterir. Zaman zaman ender olarak esen şiddetli güney batı rüzgarının (Lodos etkisi) ile boğazın üst akıntısı Karadeniz istikametine doğru bir

eğilim gösterir. Bu olaya *orkoz* adı verilir. Kuzeye doğru hareket eden alt akıntı derine indikçe şiddetlenir.

Genel olarak boğazdaki üst akıntının şiddeti darlaşan kesimlerde artmakta özellikle boğazın en dar yeri olarak bilinen Hisarlar arasında, Arnavutköy'deki Akıntı Burnu ile Vaniköy arasında maksimum hıza erişmektedir. İstanbul Boğazı'nın girintili çıkıntılı yapısı kuzeyden güneye doğru hareket eden üst akıntı yanında bir takım sapmalarla koylarda küçük ters akıntılar oluşur. Akıntının Hisarlar arasındakiine "*Şeytan Akıntısı*" Arnavutköy-Vaniköy arasındaki akıntıya ise "*Maskara Akıntısı*" ismi verilir. Bu akıntıların hızı kuvvetli kuzey rüzgarlarının da etkisi ile saatte 9-10 kilometreyi bulur. Böyle durumlarda boğaz kıyısından bakıldığında Boğaziçi suları güneye doğru akan büyük bir nehirden farksızdır.

Alt akıntı, boğazın derinliklerinde bulunan kanal vasıtasıyla Marmara Denizi'nin daha tuzlu sularını Karadeniz'e taşır. Boğazın güney girişinde üst akıntı ile alt akıntı arasındaki bağlantı 18 metre derinlikte olup, derinlik kuzeye doğru artar. Bu derinlik Anadolu ve Rumeli Fenerleri arasında maksimum -50 metre derinliğe kadar iner. Bugün Marmara'dan Karadeniz'e ne kadar su geçtiği tartışma konusudur. Özellikle Boğaziçi'nin kuzey ağzındaki ölçümler bu miktarın çok küçük olduğunu hatta geçmeden geriye doğru döndüğü ve Karadeniz'e hiç ulaşmadığı şeklindedir. İki akıntı birbirinden sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk bakımından farklılıklar gösterir. Boğaz sularının düzeyi değişkendir. Bu değişkenlik mevsimlere göre farklılıklar da gösterir. Sular ilkbahar aylarında yükselir, sonbaharda alçalır. Bu fark yaklaşık 10-15 santimetre civarındadır. Bu durum Karadeniz'in seviyesinin yağış şartlarına bağlı olarak alçalıp yükselmesi ile ilgilidir. Boğaziçi sularının seviyesi Karadeniz ağzından Marmara'ya doğru eğimli olup seviye farkı ortalama 25 santimetre kadardır

1.1.3.2. Çanakkale Boğazı

Gelibolu ile Biga yarımadaları arasında yer alan Çanakkale Boğazı yaklaşık 60 kilometre uzunluktadır. Boğazın kuzey kıyılarının uzunluğu 78 kilometre güney kıyılarının uzunluğu ise 94 kilometredir (*Atalay 2006*). Kuzey ağzında boğazın genişliği 3 kilometreyi biraz aşarken Gelibolu-Çardak arasında bu genişlik 6 kilometreye yaklaşır. Boğazın en dar yeri ise Çanakkale-Kilitbahir arasında olup 1200 metredir. Boğaz, İntepe önlerinde en geniş kesimi oluşturur

ve 8 kilometre genişliğe sahiptir. Oval şekilli çukurlara sahip olan boğazın en derin yeri Çanakkale önlerinde olup 100 metreye yaklaşır. Çanakkale Boğazı, İstanbul Boğazı ile kıyaslandığında ondan daha uzun, derin ve geniştir. Çanakkale Boğazının kıyıları genellikle dik falezlerden oluşmaktadır. Ancak Çardak ve Lapseki dolaylarında olduğu gibi bazı akarsuların döküldüğü alanlarda gelişmiş kıyı ovaları ile kıyı okları bulunur. Aynı şekilde Umurbey Deresi'nin denize boşaldığı yerde de oldukça geniş bir delta ovası bulunur. Ancak bu deltalar, akıntıların etkisiyle fazla gelişmemiştir. Lapseki'den batıya doğru kıyı ovası darlaşarak yüksek kıyıları oluştururken, Umurbey Deresi'nin Çanakkale Boğazı'na döküldüğü yerde yukarıda da belirtildiği gibi dar bir delta ovası oluşmuştur. Buradan batıya doğru geniş bir yay çizerek daralmaya başlayan Çanakkale Boğazı kıyılarında yer yer kumlu, çakıllı plajlar kendini gösterir. Nara Burnu mevkiinde oldukça daralan boğaz, bu sahadaki ters akıntılar nedeniyle daha küçük ölçekte kıyı okları oluşturur. Boğazın orta kesiminde görülen bu keskin yön değişikliği ve daralma aynı zamanda yüzey akıntılarının da hızının artmasına neden olur. Bir taraftan sığ kıyı oku, diğer taraftan daralan ve keskin bir dirsek oluşturan Nara Burnu, boğazın bu kesiminde ulaşımında önemli olumsuzluklar yaratır. Özellikle sisli ve fırtınalı havalarda bu kesimde gemilerin hareketi güçleşir ve kazalara neden olur. Nitekim 1953 senesinde burada meydana gelen deniz kazasında Dumlupınar isimli Türk denizaltı gemisi ile Naboland isimli İsveç tankerinin çarpışması ve 100 den fazla Türk denizcinin şehit olması hafızalarda derin acılar bırakan ciddi bir deniz kazasıdır. Bununla birlikte genelde Çanakkale Boğazı'nın denizaltı topoğrafyası ulaşımına çok elverişlidir. Boğazın ortasında kuzey ağzından güney ağzına kadar 50 metreyi aşan derinlikte bir oluk yer alır. Bu oluk boyunca genellikle elips biçimli daha derin çukurluklar arka arkaya uzanırlar. Bu özellik Çanakkale Boğazı'nın dip profilinin birikim süreçlerinin sonucudur. En derin yerler, akıntının en şiddetli olduğu orta kesimdedir. Boğazda en büyük derinlikleri Nara Burnu açıklarında 102 metrelik çukur ile Çanakkale-Kilitbahir arasında 106 metrelik çukurluk oluşturur.

Jeolojik ve jeomorfolojik açıdan bakıldığında, Çanakkale Boğazı'nın oldukça karmaşık bir evrim geçirdiği görülür. Erinç, Çanakkale Boğazı'nın derin kısımlarının sular altında kalarak boğulmuş eski bir akarsu vadisi olduğunu belirtmektedir. Vadinin kuruluşu ve akış yönü tıpkı İstanbul Boğazı gibi pek çok yerli ve yabancı bilim adamlarının ilgisini çekmiştir. Jeolojik bakımdan Çanakkale Boğazı, Neojen yaşlı çökellerin oluşturduğu bir depresyonun en çu-

kur noktası boyunca uzanır. Boğazın her iki yakasında temel ve Neojen örtüsü boğaz eksenine doğru alçalan Üst Pliyosen yaşlı bir aşınım yüzeyi tarafından kesilmiştir. Boğaz, bu aşınım yüzeyini oluşturan depolar üzerinde kurulmuş ve daha sonra kolları ile birlikte gömülerek bugünkü jeomorfolojik görünümünü almıştır. Boğazın maksimum derinliği ise son buzullaşma esnasında olmuştur. Vadinin bir denizyolu haline geçmesi yaklaşık 25 000 yıl öncesinde başlamış, 7000-10 000 yıl arasındaki bir sürede bugünkü görünümünü almıştır. Nitekim boğazın her iki kıyısında da son deniz yükselmesinin belirgin kanıtları olan denizel taraçalar, bazı sahalarda son derece tipik görünümüne sahiptir.

Eriç, Çanakkale Boğazı'nın Akdeniz ile Marmara ve Karadeniz arasında su alış verişini sağlayan iki kanaldan birisi olarak görülmektedir. Bu su alış verişi nedeniyle gerek Marmara'nın gerek Karadeniz'in oşinografik ve biyolojik koşullarını geçmiş dönemlerde olduğu gibi bugün de belirleyen başlıca etkidir. Çanakkale Boğazı'nın kuzey ağzı ile Ege Denizi arasında 20 santimlik bir düzey farkı ve İstanbul Boğazı'nda olduğu gibi üst ve alt akıntılardan oluşan ikili bir akıntı sistemi vardır. Bu nedenle Karadeniz'deki fazla sular adeta taşarak İstanbul Boğazı'ndan Marmara'ya buradan da hakim rüzgarların etkisiyle batıya doğru taşarak Çanakkale Boğazı'nın üst akıntısını oluşturur.

1.1.4. Marmara Denizinin Hidrolojik Özellikleri

Hidrolojik açıdan Marmara Denizi, Karadeniz ile Akdeniz arasında bir geçiş alanıdır. Sıcaklık ve tuzluluk bakımından değerlendirildiğinde Marmara Denizi'nin gerçekten de bir geçiş alanı özelliğine sahip olduğu görülür. Marmara'nın yüzey suları genellikle az tuzludur. Ortalama tuzluluk oranı binde 22 olan bu az tuzlu katmanın kalınlığı 15-20 metre kadardır. Derinlere doğru tuzluluk artar ve 30 metreden sonra tuzluluk oranı binde 36-37 civarındadır. Bu katmanın Marmara Denizi'nin daha derin kısımlarında artarak 150 metre civarında binde 39 olduğu ve bu derinlikten sonra da dibe kadar değişmediği gözlenmiştir. Yine yapılan gözlemlerde Marmara Denizi'nde yüzeyden 20-25 metre derinliğe kadar az tuzlu Karadeniz suyu bulunur. Bu katmanın tuzluluğu İstanbul Boğazı ve Boğaziçi'nin Marmara Denizi'ne açıldığı kesimde akıntıların da etkisiyle binde 20-23 olan tuzluluk batıya doğru giderek artarak Çanakkale Boğazı'na yaklaştıkça binde 26-28 civarına yükselir.

Sıcaklık değerleri yönünden Marmara Denizi'nin yüzey suyu sıcaklık değerleri kışın 8-10 ° C, yazın ise 24-26 ° C derece arasında değişir. Yüzey suyu sıcaklıkları, kuzeyde 10-15 metreye kadar mevsimlere bağlı olarak İstanbul Boğazı'na doğru daha soğuk, batıya doğru hafifçe artar. Bu değer özellikle kışın batıdan doğuya göre sıcaklığın birkaç derece artmasına neden olur. Aynı şekilde yüzey sıcaklığı yine özellikle batıya doğru Tekirdağ-Gelibolu arasında daha düşük, Bandırma-Çanakkale arasında ise daha ılık olduğu görülür. Yaz sıcaklıklarında ise bu fark daha azdır.

Marmara Denizi'nde Karadeniz'den Ege'ye doğru bir yüzey akıntısı, ters yönde de bir dip akıntısı vardır. Yüzey akıntısı Karadeniz ile Ege arasındaki düzey farkından ileri gelir. Bu yüzey akıntısı İstanbul Boğazı'na girdiğinde suyun kanalize olması ve Boğazın dar olması nedeniyle adeta bir akarsu gibi kuzeydoğu-güneybatı yönünde hızla akar. Bu yüzey akıntısı Marmara Denizi'ne çıktığında adeta yelpaze gibi açılarak yayılır ve hızı azalır. Ancak batıya doğru Çanakkale Boğazı'na girerken yine kanalize olur ve akıntının hızı yeniden artarak bu kez Ege'ye doğru yelpaze gibi açılarak yayılır.

Türkiye'nin diğer denizlerinde olduğu gibi, Marmara Denizi'nde de gel-git olayı önemli bir düzey değişikliği oluşturmaz. Buna karşılık hakim rüzgarların şiddetine bağlı olarak itilen yüzey suyu Marmara'nın kuzey ve güney kıyılarındaki bazen 1 metreye yaklaşan düzey değişikliğine neden olabilmektedir. Deniz düzeyi bazen Lodos, Kible ve Keşişleme gibi güneyden esen rüzgarların şiddetine göre İstanbul kıyılarındaki, Karayel, Yıldız ve Poyraz gibi kuzeyden esen rüzgarların itmesiyle Yalova, Mudanya ve Bandırma kıyılarındaki deniz düzeylerinde belirgin yükselmeler görülür.

Marmara Denizi, Karadeniz'i Akdeniz ve okyanuslara bağlayan uluslararası öneme sahip bir su yolu olma özelliğine sahiptir. Günümüzde özellikle iç turizm bakımından Marmara Denizi ve adalarının kıyıları boyunca sıralanan yazlıklar, kamplar, turistik tesisler, yazın Marmara'yı turizm yönünden oldukça hareketli bir konuma getirir. Bunda Marmara denizinin daha az tuzlu olan denizi, çeşitli plajları ve kıyı tipleri ile oldukça çekici hale getirir. Ancak Marmara Denizi, son yıllarda yoğun biçimde kirlenmektedir. Başta İzmit, Gemlik ve Bandırma körfezleri olmak üzere giderek büyüyen kentsel yerleşimlerin ve özellikle sayıları hızla artan sanayi kuruluşlarının atık sularıyla kirlenen denizin bazı kısımlarında yaşam büyük ölçüde sınırlanmıştır. Önceleri arıtım tesislerinden yoksun sanayi kuruluşlarının atıkları ve gemilerin bıraktığı sintine

sularıyla kirlenmeye başlayan Marmara Denizi, günümüzde çevresindeki büyük kentlerin çöplüğü haline gelmiştir. Bu nedenle sularında oksijen miktarı azalmış, canlı yaşamı önemli ölçüde zarar görmüş, büyük kentler çevresinde denize girmek neredeyse olanaksız hale gelmiştir (*Mater 1992*). Kirliliğin yanı sıra aşırı avlanma nedeniyle Marmara Denizi'ndeki balık üretimi de oldukça azalmıştır.

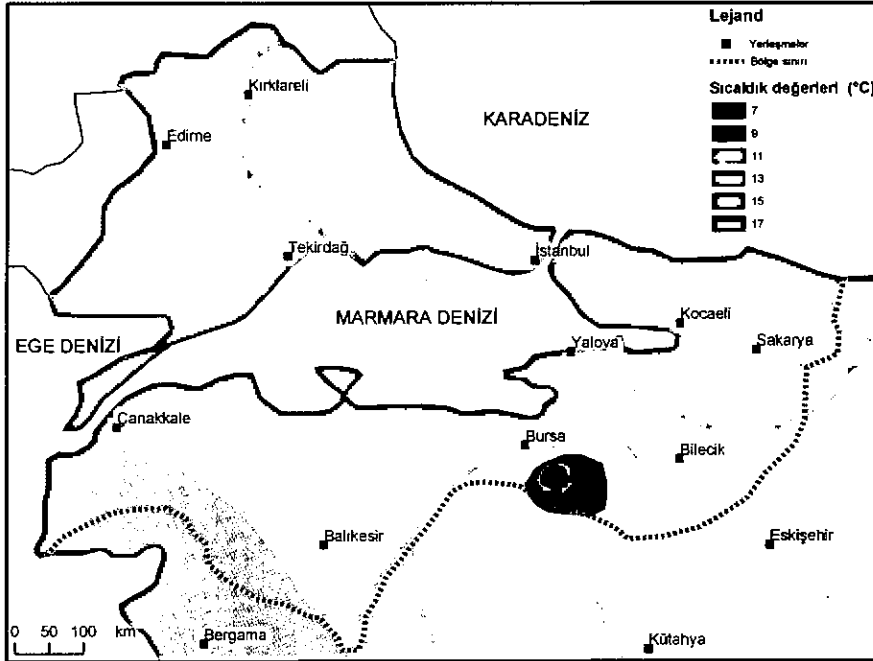
1.1.5. Marmara Denizi'nin İklim Özellikleri

Marmara Bölgesi'nde, coğrafi konu ve fiziki coğrafya özellikleri itibariyle Akdeniz makrokliması altında birbirinden farklı iklim tipleri görülmektedir. Coğrafi konumu itibariyle bölge, Türkiye'yi etkileyen polar ve tropikal hava kütlelerinin geçiş sahasında yer almaktadır. Bu hava kütleleri mevsimsel olarak etkili olmaktadır. Soğuk dönemde, özellikle Ekim-Nisan ayları arasında polar kökenli hava kütleleri hakimken, sıcak dönemde, Mayıs-Eylül ayları arasında daha çok tropikal kökenli hava kütleleri hakimdir.

Soğuk dönemde nispeten ılık bir deniz halini alan Akdeniz'in varlığı ile oluşan frontojenez koşullarına bağlı olarak, Marmara bölgesi cephe oluşumlarının etkisi altındadır. Bununla birlikte Sibiryâ üzerinde daha çok karasal koşullarla oluşan termik yüksek basıncın da etkisiyle soğuk hava koşulları Karadeniz ve Marmara'ya doğru sokulabilmektedir. Bunun neticesinde soğuk dönem, topoğrafik koşulların da etkisiyle Marmara kıyılarında nispeten ılık ve yağışlı geçerken, iç kesimlerde artan karasallığın da etkisiyle soğuk ve kar yağışlı geçmektedir. Rüzgarlar genel olarak kuzey sektörlü olmakla birlikte cephe geçişleri sırasında kuvvetli lodosa da rastlanılmaktadır.

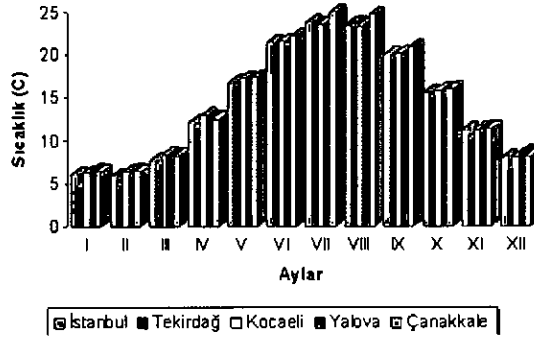
Sıcak dönem ise cephe oluşum koşullarından uzaklaşılana bir dönemdir. Bu dönem büyük ölçüde Azor Yüksek Basıncı'nın etkisinde geçmektedir. Buna göre sıcak dönem veya yaz ayları, açık gökyüzü, Akdeniz ve Ege kadar olamasa da, yüksek sıcaklıklar ve azalan yağış miktarları ile karakterize edilebilir. Bu dönemde etkili olan yüksek basınç merkezi Avrupa üzerine yerleştiğinde, kıyı Ege ve Marmara'da sürekli kuzey rüzgarları görülmektedir. Cephe oluşum koşullarından uzaklaşıldığı için frontal yağışlar hemen hemen hiç görülmezken, konvektif ve orografik yağışlar topoğrafyanın verdiği imkanlar ölçüsünde görülmektedir.

Bu genel değerlendirmenin ışığı altında Marmara Bölgesi'nin iklimi fiziki coğrafya karakterleri açısından da değerlendirildiğinde; birbirinden farklı alt yörelere rastlamak mümkündür. Özellikle karasallık - denizellik, yükselti ve bakının etkisiyle bölgede farklı alt tipler görülmektedir. Trakya, Marmara Denizi kıyıları, Güney Marmara Bölümü, Doğu Marmara Bölümü bu şekilde birbirinden farklı alt iklim tiplerinin görüldüğü alanlardır. Marmara Bölgesi'nde yıllık ortalama sıcaklıklar 6-14°C' ler arasında değişmektedir. Marmara denizi kıyılarında 13-14°C' lere rastlanılmaktadır. Bununla birlikte Temmuz en sıcak ay olarak yaklaşık ortalama 23-24°C' ler arasında değişirken, Ocak ayı da en soğuk ay olarak ortalama 5-6°C' ler arasında sıcaklığa sahiptir. Ekstrem sıcaklıklar açısından bakıldığında, Marmara Denizi kıyıları, denizin ılımanlaştırıcı etkisi altında, sıcaklık derecesinin 0°C'nin altına indiği günler açısından ortalama 10-20 gün gibi bir değere sahipken, iç kesimlerde bu değer 50-60 günlere kadar çıkabilmektedir (Şekil 1.1.5.1., 1.1.5.2.).



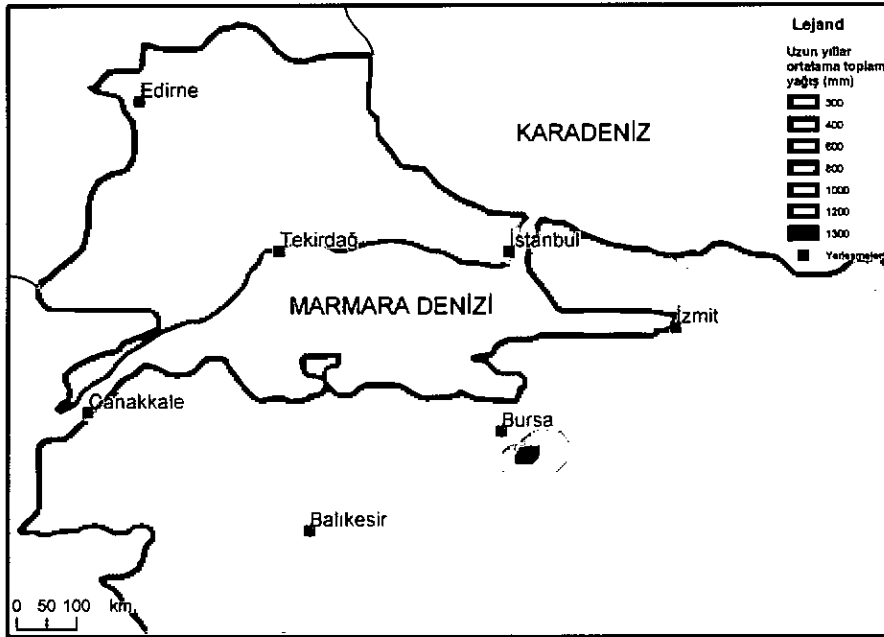
Şekil 1.1.5.1.- Marmara Bölgesinin yıllık ortalama sıcaklık değerleri.

Marmara Denizine Kıyısı Olan Meteoroloji İstasyonlarının Yıllık Ortalama Sıcaklıkları (C) (1975 - 2006)



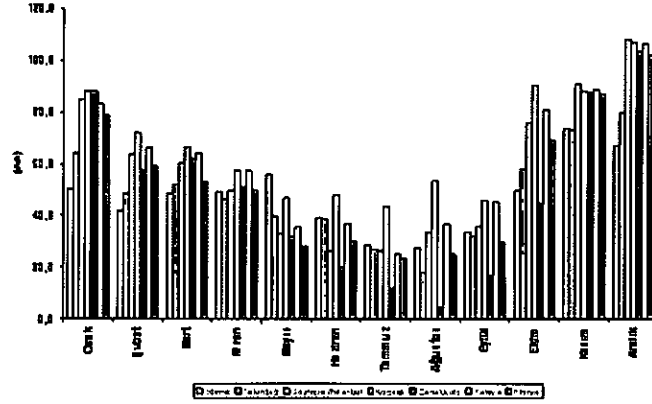
Şekil 1.1.5.2.- Marmara Denizine kıyısı olan meteoroloji istasyonlarının yıllık ortalama sıcaklıklar.

Yukarıda da ifade edildiği gibi bölgede etkili olan rüzgar büyük ölçüde kuzey sektörlüdür. Bunun yanında frontal dönemlerde cephe geçişlerine bağlı olarak kuvvetli lodos rüzgarları da görülmektedir.



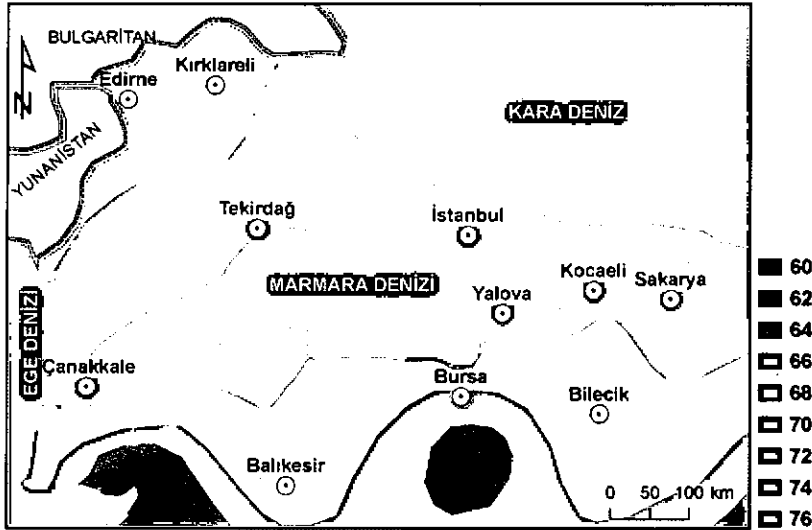
Şekil 1.1.5.3.- Marmara Bölgesinde yıllık ortalama yağış değerleri

Yağış açısından bölgeye bakıldığında kıyı ve iç kesimler ile bölgenin kuzey ve güney kesimleri arasında farklar görülmektedir. Bölge genelinde yıllık ortalama toplam yağış yaklaşık 600 mm. kadardır (Şekil 1.1.5.3., 1.1.5.4.).



Şekil 1.1.5.4.- Marmara Bölgesinde yıllık ortalama yağış grafikleri.

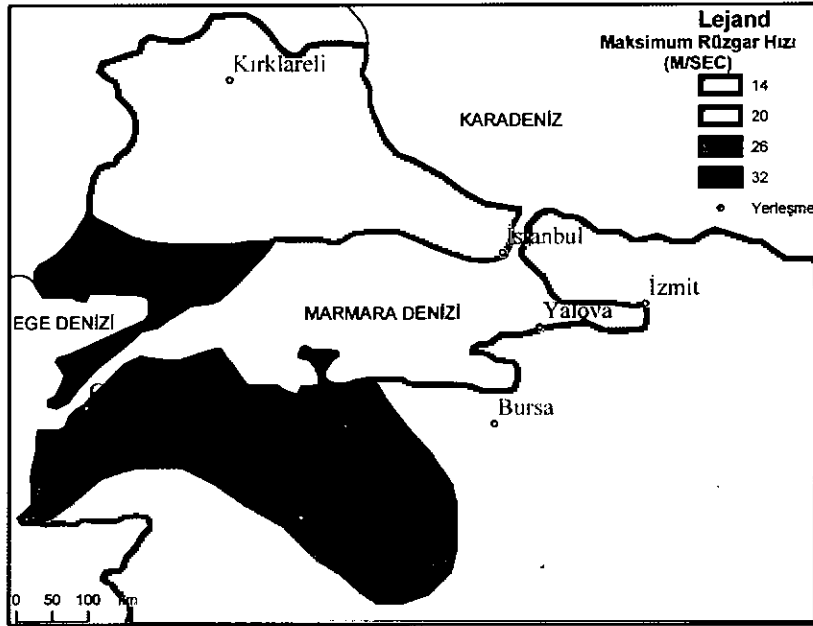
Bu değer Marmara Denizi kıyısı istasyonlarda 750 mm.'lere kadar çıkmaktadır. Yağışların büyük bir bölümü kış mevsiminde düşerken, yaz yağışları yaklaşık %11 gibi bir paya sahiptir. Ortalama nispi nem ise %73'dür (Şekil 1.1.5.5.).



Şekil 1.1.5.5.- Marmara Bölgesinde yıllık ortalama nem değerleri.

Genel olarak bakıldığında Marmara Bölgesi iklimi Akdeniz iklimi ile Karadeniz iklimi arasında geçiş özelliği göstermektedir. Yazlar Akdeniz kadar sıcak ve kurak olmayıp, kışlar da Karadeniz kadar yağışlı geçmemektedir.

Bununla birlikte bölgeye adını veren Marmara Denizi'nin hidrolojik bilançosu ve akıntıları da iklim özelliklerinin kontrolü altındadır. Yağışlı dönem olan kış sonu ve ilkbaharda karların da erimesine bağlı olarak Karadeniz Havzası'na giren yüksek miktarda tatlı su, İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi yoluyla Ege'ye ulaşmaktadır. Bu dönemlerde İstanbul Boğazı'nda genel olarak görülen çift yönlü akıntı sistemi (alttan Akdeniz suyu Karadeniz'e, üstten Karadeniz suyu Marmara ve Ege denizine) dahi etkilenmekte, Karadeniz'den giren büyük miktardaki su nedeniyle alt akıntı kesintiye dahi uğrayabilmektedir. Ayrıca bölgede hakim olan kuzey sektörlü rüzgarlarla birlikte, özellikle alçak basınç merkezleriyle saha ya ulaşan cephe sistemlerine bağlı olarak görülen şiddetli lodos rüzgarlarının da etkisi altındadır. İstanbul Boğazı, böyle günlerde yüzeyde "orkoz" adı verilen ters akıntıları yaşamaktadır ki bu durum çoğu zaman seyri etkilemekte ve kaza riskini arttırmaktadır (Şekil 1.1.5.6.).



Şekil 1.1.5.6.- Marmara Bölgesinde maksimum rüzgar hızları.

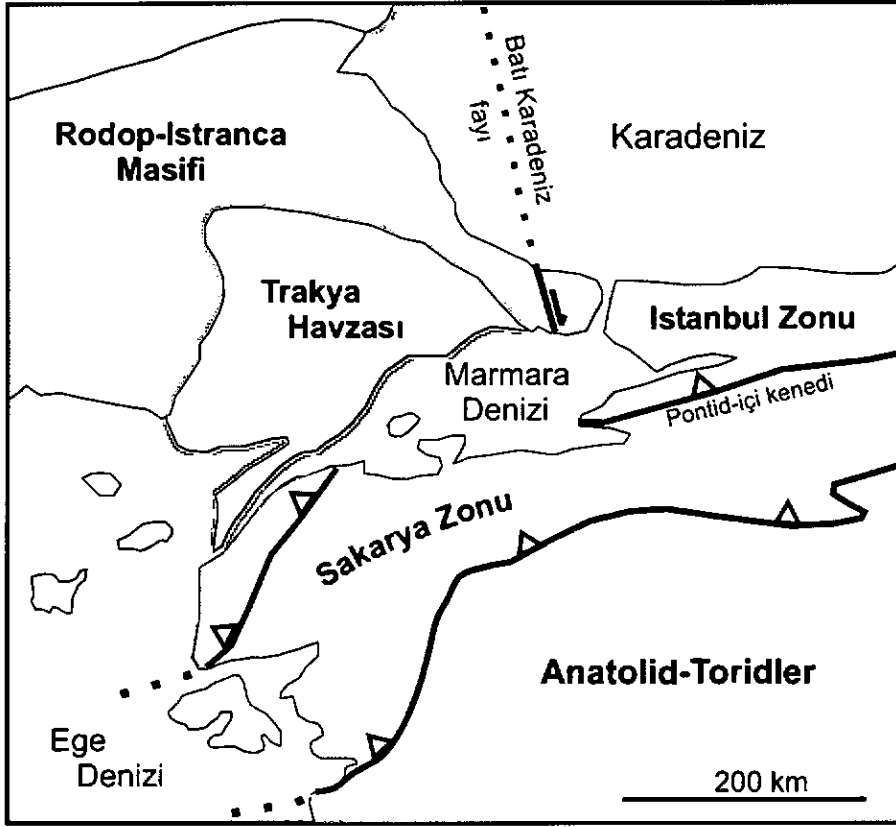
1.2. Marmara Denizi'nin Jeolojik Durumu

Marmara Denizi jeolojik olarak karmaşık bir bölgede yer alır. Karadeniz ve Akdeniz'e göre çok daha genç olan Marmara Denizi'nin oluşumu Kuzey Anadolu Fayı'nın bölgeye Miyosen-Pliyosen'de gelmesi ile başlamıştır. Marmara Denizi, doğu-batı yönde sıralanmış, derinliği bin metreyi geçen üç çukur ve bu çukurları kuşatan şelflerden meydana gelir. Bu derin çukurlar aynı zamanda kilometrelerce kalınlıkta Pliyo-Kuvaterner çökelleri içeren havzalardır. Marmara Denizi çukurları, Marmara Denizi'ni boydan boya kesen Kuzey Anadolu Fayı'nın hareketine bağlı olarak derinleşmekte ve dolmaktadır. Marmara Denizi'nin çok dar olan kuzey şelfi Kuzey Anadolu Fayı hareketine bağlı olarak yükselmektedir. Çok daha geniş olan güney şelf ise normal faylar ile şekillenmiştir. Marmara Adası, Kapıdağı gibi yükselimler aktif normal fayların taban bloklarını oluşturur.

Marmara Denizi Kuzey Anadolu Fayı'nın etkisi ile oluşmuş jeolojik açıdan çok genç bir denizdir. Karadeniz ve Doğu Akdeniz'in oluşumu 80 milyon sene gitmesine rağmen, 10 milyon sene öncesinde Marmara Denizi mevcut değildi (Görür ve diğerleri, 1997a; Sakıncı ve diğerleri, 1999). Marmara Denizi'nin bulunduğu bölge göller ve nehirler ile kaplı karasal bir alandı. Kuzey Anadolu Fayı'nın bölgeye ulaşmasını takiben fay boyunca meydana gelen düşey hareketler sonucunda havzalar oluşmuş, bu havzaların deniz ile istilası sonucu Marmara Denizi meydana gelmiştir. Bu makalede önce Marmara Denizi çevresinin jeolojisi çok kısa olarak tanıtılacak, daha sonra Marmara Denizi'nin morfolojisi, tektonik yapısı ve jeolojisi anlatılacaktır.

1.2.1. Marmara Denizi Çevresinin Jeolojisi

Marmara Denizi birbirinden farklı dört tektonik birliğin yan yana geldiği, jeolojik olarak çok karmaşık bir bölgede yer alır. Marmara Denizi çevresinde yer alan tektonik birlikler Rodop-Istranca Masifi, İstanbul Zonu, Sakarya Zonu ve Trakya havzasıdır (Şekil 1.2.1). Farklı jeolojik evrim gösteren bu tektonik birlikler yanda kısaca tanımlanmıştır:



Şekil 1.2.1.- Marmara çevresinde yer alan tektonik birimler.

1.2.1.1 Rodop-Istranca Masifi

Istranca Dağları'nı oluşturan ve Bulgaristan sınırından Çatalca'ya kadar uzanan Karadeniz dağlık sahil şeridi genelde metamorfik kayalardan yapılmıştır. Istranca Masifi'ne dahil edilen bu metamorfik kayalar, Bulgaristan'da ve Yunanistan'ın doğusunda geniş alanlar kaplayan Rodop ve Sırp-Makedonya masiflerinin doğuya olan devamını oluşturur (Şekil 1.2.1). Istranca Masifi Hersiniyen ve daha sonra erken Alpin (Geç Jura-Erken Kretase) dönemde metamorfizma ve deformasyon geçirmiştir (Aydın, 1988; Çağlayan ve Yurtsever, 1998; Okay ve diğerleri, 2001; Sunal ve diğerleri, 2006). Metamorfizmayı takiben satha yükselen metamorfik kayalar Alt Kretase (Senomaniyen) yaştaki çökeller ta-

rafından uyumsuzlukla örtülmüştür. Geç Kretase'de Istranca Masifi kayaları, Demirköy sokulumu gibi, granodiyorit sokulumlar, ufak magmatik kütleler, dayklar ve siller tarafından kesilmiştir.

1.2.1.2. İstanbul Zonu

İstanbul şehrinin üzerinde yer aldığı bölge kalın, düzenli ve sürekli bir Paleozoyik sedimanter istif, ve bu kayaları uyumsuzlukla örten Mesozoyik ve Tersiyer çökellerden meydana gelir (*Ketin, 1983; Görür ve diğerleri, 1997b; Tüysüz ve diğerleri, 2004*). İstanbul Zonu adı altında bilinen bu çökeller Çatalca'dan doğuya Zonguldak'a kadar uzanır. Zonguldak kömür sahaları İstanbul Zonu'nun doğu ucunu oluşturur.

İstanbul Zonu ile Istranca Masifi arasındaki sınır Çatalca'nın doğusundan geçer. Bu bölgede Hadımköy çevresinde mostra veren Karbonifer yaştaki kumtaşları ile Çatalca'da mostra veren Istranca Masifi'ne ait metamorfik kayalar arasındaki dar alan Eosen-Oligosen çökelleri ile kaplıdır. Bu iki önemli tektonik birim arasındaki sınırın KKB-GGD gidişli sağ-yanal atımlı Batı Karadeniz fayı tarafından temsil edildiği düşünülmektedir (*Okay ve diğerleri, 1994*).

1.2.1.3. Sakarya Zonu

İstanbul Zonu'ndan farklı olarak Sakarya Zonu'nda düzenli bir Paleozoyik istif gözlenmez. Üst Paleozoyik'e ait kayalar bloklar şeklinde Permo-Triyas yaşta çökel ve volkanik kayalar içinde yer alır. Bunun dışında Sakarya Zonu'nda, İstanbul Zonu'nda gözlenmeyen, Geç Triyas yaşta (Kimmerid) metamorfizma ve deformasyonu kapsayan bir orojenik faaliyet saptanmıştır (*Okay ve Göncüoğlu, 2004*). Sakarya Zonu'nun bu karmaşık temeli üzerinde Jura'dan başlayan düzenli bir sedimanter-volkanik istif yer alır.

İstanbul ve Sakarya zonları Paleozoyik ve/veya Mesozoyik'te var olan bir okyanus ile birbirinden ayrıldığı düşünülmektedir. Açılma ve kapanma süreçleri iyi bilinmeyen bu okyanus Pontid-İçi kenedi tarafından temsil edilir (*Şengör ve Yılmaz, 1981*). Kuzey Anadolu Fay zonu büyük ölçüde Pontid-İçi kenedini takip etmektedir.

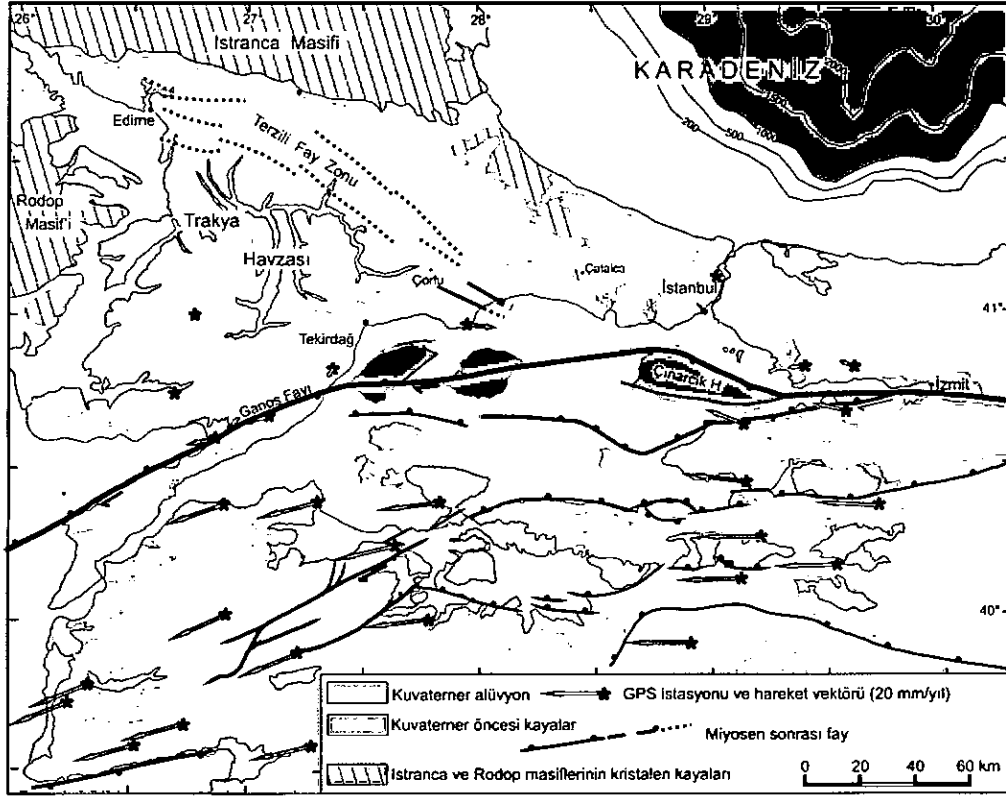
1.2.1.4. Trakya Havzası

Trakya havzası, Istranca Masifi, İstanbul ve Sakarya zonlarının tektonik olarak bir araya gelmelerinden sonra oluşmuş, Eosen-Oligosen yaşta, klastik sedimanter kayaların oluşturduğu bir havzadır. Trakya havzası satıhta kendini Trakya düzlüğü olarak ifade eder. Trakya havzasının stratigrafisi içerdiği doğal gaz ve petrol yatakları nedeniyle iyi bilinmektedir (*Turgut ve diğerleri, 1983, 1991*). Genelde Orta Eosen'de kireçtaşları ile başlayan depolanma, Orta-Üst Eosen'de kalın türbiditik kumtaşı-şeyl istiflerine geçmekte, Oligosen'de havza sığlaşarak en geç Oligosen'de linyit arakatlı kumtaşı ve çamurtaşı olarak devam etmektedir. Eosen-Oligosen istifinin kalınlığı havzanın ortalarında sekiz kilometreyi geçer. Trakya havzası Oligosen sonunda yükselmiş ve bir aşınım alanı haline gelmiştir. Daha sonra Orta-Üst Miyosen'de karasal çökeller uyumsuzlukla Eosen-Oligosen istiflerini örtmüştür.

1.2.2. Marmara Denizi ve Çevresinin Güncel Tektonik Konumu ve Yapısı

Türkiye'nin büyük bir kesimini oluşturan Anadolu levhası kuzeydeki Avrasya levhasına göre Kuzey Anadolu Fayı boyunca senede yaklaşık iki santimetre bir hızla batıya doğru kaymaktadır (Şekil 1.2.2). Anadolu levhasının hareketi Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS, Global Positioning System) ölçümleri ile hassas olarak ölçülmektedir (*Staub ve Kahle, 1995; Reilinger ve diğerleri, 2006*). Marmara Denizi oluşumunu Kuzey Anadolu Fayı'nın hareketine borçludur.

Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi içerisinden geçtiği uzun süredir bilinmektedir (örn. *Pınar, 1943; Pfannenstiel, 1944*). Kuzey Anadolu Fayı batıda İzmit Körfezi'nde Marmara Denizi içine girmekte, doğuda Tekirdağ güneybatısındaki Gaziköy'ün (Ganos) hemen kuzeyinde tekrar karaya çıkmaktadır (Şekil 1.2.2). Bu iki nokta arasındaki fay geometrisi su örtüsü nedeni ile doğrudan haritalanamadığı için uzun bir süre sağlıklı bir şekilde bilinmemiştir. 1999 öncesinde Marmara Denizi fay haritaları genellikle batimetriye dayanarak spekülasyon olarak çizilmiştir (örn., *Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Wong ve diğerleri, 1995; Barka, 1997*). 1990'ların sonlarında önce MTA Sismik-1 araştırma gemisinin daha sonra yurtdışından gelen araştırma gemilerinin Marmara Denizi'nde yaptığı sismik yansıma ve ayrıntılı batimetri araştırmaları deniz altındaki ana fay geometrisini açığa kavuşturmuştur.

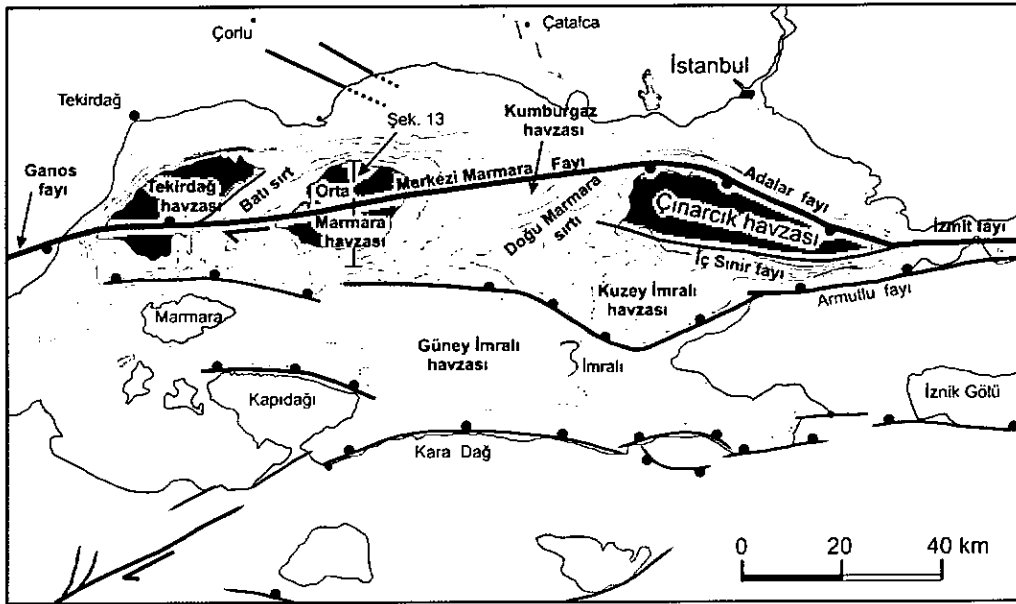


Şekil 1.2.2.- Marmara Denizi ve çevresinin aktif tektonik haritası.

(Okay ve diğerleri 2000)

Marmara Denizi aktif fay haritası, MTA Sismik-1 verilerine göre Şekil 1.2.2 ve 1.2.3'de gösterilmiştir (Okay ve diğerleri, 1999, 2000). MTA Sismik-1 gemisinden sonra yurtdışı araştırma gemilerinin yaptığı ölçümler fay haritasını ayrıntıda daha zenginleştirmiş fakat ana fay yapısında bir değişikliğe yol açmamıştır (Parke ve diğerleri, 1999, 2002; Le Pichon ve diğerleri, 2001, 2003; İmren ve diğerleri, 2001; Armijo ve diğerleri, 2002; Demirbağ ve diğerleri, 2003). Genel kabul gören fay geometrisine göre Kuzey Anadolu Fayı'nın ana kolunun bir parçasını teşkil eden ve 17 Ağustos 1999 depreminde yırtılan doğu-batı uzantılı, İzmit fay segmenti Tuzla açıklarında çatallanmaktadır (Şekil 1.2.3). Ana fay kuzeybatıya doğru uzanan 45 km uzunluktaki Adalar fay segmentini takip eder. Adalar fayı Marmara'nın en derin çukuru olan Çınarcık havzasının kuzey sınırını oluşturur ve Bakırköy

açıklarında sıkışmalı bir büklüm yaparak Merkezi Marmara fayına kavuşur. 105 km uzunlukta doğu-batı gidişli Merkezi Marmara fayı 1766 İstanbul depremin-den beri kırılmamıştır (Ambrasays ve Finkel, 1991) ve 20. yüzyılda Kuzey Anadolu Fayı'nın kırılmayan tek önemli parçasını teşkil eder. Bu nedenle Merkezi Marmara fayı İstanbul şehri için çok ciddi bir sismik tehlike oluşturmaktadır. Merkezi Marmara fayı batıya doğru uzanarak Merkezi Marmara çukurunu ortasından keser ve ötelere, daha sonra Tekirdağ açıklarında bir büklüm yaparak Ganos fayı ile birleşir (Şekil 1.2.3). Tekirdağ havzası bu büklüm çevresinde oluşmaktadır. Ganos Fay segmenti Gaziköy'ün hemen kuzeyinde karaya çıkar, ve derin ve düz bir vadiyi izleyerek Saros Körfezine kadar 45 km uzanır (Şekil 1.2.2). Kuzey Anadolu Fayı'nın ana kolu dışında çok sayıda ikinci derecede doğrultu atımlı ve normal fay Marmara Denizi içinde mevcuttur (Şekil 1.2.3). Bu faylara Marmara Denizi'nin jeolojisi anlatılırken ilgili yerlerde değinilecektir.



Şekil 1.2.3.- Marmara Denizi'nde yer alan başlıca faylar ve morfolojik-jeolojik bölgeler.

1.2.3. Marmara Denizi'nin Morfolojisi

Marmara Denizi'nin coğrafyası kitabın başka bir bölümünde ayrıntılı olarak tanımlanmıştır. Burada Marmara Denizi'nin morfolojik unsurları çok kısaca tasvir edilecek, Marmara Denizi'nin jeolojisi bölümünde jeoloji ile ilgili morfolojik unsurlara daha ayrıntılı değinilecektir. Marmara Denizi'nin ana morfolojik unsurları doğu-batı istikametinde uzanan üç derin çukur, bu çukurları çevreleyen şelf alanları ve şelfleri çukurlara birleştiren denizaltı yamaçlarıdır. Son onbeş yılda değişik araştırma gemilerinin çalışmaları ile Marmara Denizi'nin çukurlarının ve yamaçların batimetriyi oldukça hassas bir şekilde bilinmektedir (*Rangin ve diğerleri, 2001, <http://www.ifremer.fr/drogm/marmara>*), şelf alanlarının batimetriyi ise Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı tarafından yapılan ve yayınlanan haritalara dayanmaktadır (*Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı, 1983, 1987*).

Marmara Denizi'nin şelf alanı güneyde oldukça geniş, kuzeyde ise çok dardır (Şekil 1.2.3). Ganos Dağı önünde ise şelf hemen hemen sıfırlanmıştır. Marmara Denizi şelf sınırı 100-120 m derinlik konturu ile tanımlanır. Kuzey şelfin basit bir yapısı olmasına rağmen, Marmara Denizi güney şelfi çok sayıda genellikle doğu-batı gidişli normal faylarla kesilmiştir (*Smith ve diğerleri, 1995*). Marmara Denizi güney şelfi üzerinde yer alan Marmara adası ile Avşa, Ekincik gibi çok sayıda ada normal fayların tavan bloklarında yükselmiştir. Marmara Denizi şelfleri Marmara Denizi çukurlarına dik eğimli ve faylar tarafından denetlenen yamaçlar ile bağlanır.

1.2.4 Marmara Denizi'nin Jeolojisi

Son on senede Marmara Denizi'nde yapılan çok sayıda sismik yansıma çalışması, denizde açılan az sayıda sondaj ve Marmara Denizi çevresinin iyi bilinen jeolojisinden yola çıkarak Marmara Denizi'nin değişik morfolojik elemanlarının jeolojisi kuzeyden güneye aşağıda tanımlanmıştır.

1.2.4.1. Kuzey Şelf

Marmara Denizi'nin kuzey şelfi batıda Ganos Dağı'ndan doğuda İzmit Körfezi'ne kadar uzanır (Şekil 1.2.3). Şelfin genişliği 13 kilometreden azdır, şelf kenarı yaklaşık 110 metre derinlikte morfolojik olarak belirgin bir sınırdır. Kuzey

şelfte yapılan sondajlar, şelfin büyük ölçüde erozyonal bir yapı olduğunu, şelf üzerinde Pliyo-Kuvaterner örtününün 20-30 metreyi geçmediğini göstermiştir (*Ergün ve Özel, 1995*). Son buzul çağında 12 000 sene öncesine kadar Marmara Denizi, Karadeniz ve Akdeniz ile bağlantısı olmayan bir göl konumundaydı (*Çağatay ve diğerleri, 2000*). Marmara Denizi göl konumundayken şelfler su seviyesinin üzerinde yer almış ve erozyonal alanlar oluşturmuştur (*Ergün ve diğerleri, 1997; Aksu ve diğerleri, 1999*). Marmara'nın deniz haline geçmesi yaklaşık 12 000 sene önce Akdeniz'in suların Çanakkale Boğazı üzerinden gelmesi ile başlamıştır.

Kuzey şelf Kuzey Anadolu Fayı'nın etkisi ile hafif bir şekilde yükselmektedir. Bu yükselme ile ilgili en çarpıcı veriler Marmara kuzey sahillerinde bir çok yerde gözlenen Pleistosen yaştaki deniz taraçalarıdır (*Sakinç ve Yalıtırak, 1996; Yalıtırak ve diğerleri, 2002*). Süregelen bu yükselme sonucunda muhtemelen erken Pleistosen'de Ergene ırmağı vasıtası ile Marmara'ya dökülen Meriç Nehri terslenerek Ege Denizi'ne akmaya başlamıştır (*Okay ve Okay, 2002*).

Kuzey şelf jeolojik olarak üç bölüme ayrılabilir. Batıda Ganos Dağı ile Çatalca arasındaki bölüm Trakya havzasının güneye doğru olan devamını teşkil eder. Örneğin, Silivri güneyinde açılan Marmara-1 petrol kuyusunda (KM-1), 20 m Kuvaterner deniz killeri altından 1110 metre kalınlıkta Eosen-Oligosen kumtaşları kesilmiştir. Şelfte mostra veren kayalar, Marmara kuzey sahil kesimlerini de oluşturan, Oligosen yaşta kömür ara seviyeli kumtaşı ve şeyller (Osmancık Formasyonu) olmalıdır. Osmancık Formasyonu kumtaşlarından doğal gaz üretilmektedir.

Kuzey şelfin Çatalca ile İstanbul Boğazı arasında kalan kesimi ise Miyosen yaşta kireçtaşı, marn, çamurtaşı, siltaşı ve kumtaşlardan yapılmıştır. Bu Üst Miyosen çökelleri İstanbul'un güneyinde Avçılar ile Bakırköy arasındaki alanda yaygın mostra verir (*Anıç, 1955*), ve İstanbul'un sismik açıdan en riskli zeminini oluşturur. Üst Miyosen çökelleri uyumsuzlukla Orta Eosen kireçtaşları veya Paleozoyik sedimanter kayaları üzerinde yer alır. Boğazın girişinde Kurbağalı Dere'den güneye doğru akmış ufak bir Pleistosen deltası mevcuttur (*Göktaşın ve diğerleri, 2005*).

İstanbul Boğazı'ndan İzmit Körfezi'ne kadar olan şelf alanı İstanbul Zonu'nun Paleozoyik sedimanter kayalarından yapılmıştır. Şelfin bu kesiminde yer alan Adalar genellikle Ordovisyan yaştaki kuvarsitlerden oluşur (*Ketin, 1953*). Paleozoik kayalar güneye şelf kenarına kadar uzanır.

1.2.4.2. Çınarcık Havzası

Kuzey şelf, fay kontrollü çok dik bir denizaltı yamacı ile kesilir. Kuzey denizaltı yamacı, kuzey şelf ile derinlikleri 1100 metreyi aşan çukurları birleştiren, ve tüm Marmara kuzeyi boyunca takip edilen, yaklaşık 160 km uzunlukta dik bir denizaltı sevi oluşturur (Şekil 1.2.3). Kuzey denizaltı yamacını oluşturduğu düşünülen fay *Wong ve diğerleri (1995)* ve *Ergün ve Özel (1995)* tarafından, Kuzey Sınır fayı olarak isimlendirilmiştir. Çınarcık havzasının kuzeyinde denizaltı yamacının eğimi batıdan doğuya doğru 11°'den 23°'ye kadar çıkar ve buna bağlı olarak doğuya doğru genişliği azalır.

Çınarcık havzası, kama şeklinde, doğuya doğru kapanan, yaklaşık 50 km uzunluğunda, en batıda 20 km genişlikte, 545 km² bir alana sahip sedimanter bir havzadır (Şekil 1.2.4). Son derece düz ve engebesiz bir yüzeye sahip olan Çınarcık havzası -1270 m ile -1170 m derinlikleri arasında yer alır. Havza derinliği doğudan batıya doğru tedrici olarak artar. Çınarcık havzası batıda Doğu Marmara sırtı ile sınırlanmıştır, kuzey ve güneyde ise dik eğimli faylar havzayı sınırlar (*Seeber ve diğerleri, 2006*).

Çınarcık havzasının kuzeyinde, denizaltı yamacı ~3 km genişliktedir ve güneye ortalama 17° bir eğimi vardır. Çınarcık havzasını güneyden sınırlayan ve İç Sınır fayının morfolojik tezahürü olan İç Marmara yamacı 4 ile 6 km arası genişliktedir ve kuzeye 7 ile 10° arası eğimi vardır. Doğuya İzmit Körfezine doğru Kuzey ve İç denizaltı yamaçları birbirlerine yaklaşarak derin kazılmış bir denizaltı kanyonu oluşturur. İzmit Körfezi'nin de, kısmen Hersek deltasının çö-kelleri ile örtülü, kanyon tipi bir morfolojisi vardır (*Cormier ve diğerleri, 2006*).

İzmit Körfezi'nde yapılan sismik yansıma araştırmaları (*Özhan ve Bayrak, 1998*, *Cormier ve diğerleri, 2006*) ve Körfez'in morfolojisi Kuzey Anadolu Fayı'nın İzmit Körfezi'nin ortasından geçtiğini gösterir (*Emre ve diğerleri, 1998*). Körfez batı çıkışında Kuzey Anadolu Fayı, Adalar ve İç Sınır fayları olarak çatallanır (Şekil 1.2.4).

Çınarcık havzası, Adalar ve İç Sınır fayları ile sınırlanmış, kalın bir çökel istif içeren bir graben yapısı sunar. Örneğin 29 numaralı sismik kesitte düşeye yakın Adalar fayı ile kuzeye dikçe eğimli İç Sınır fayı arasında çok geniş dalga boylu kıvrımlanmış Pliyo-Kuvaterner çökel yer almaktadır (Şekil 1.2.5). Batıya doğru gittikçe birbirlerinden ayrılan ve dikleşen Adalar ve İç Sınır fayları daha simetrik bir graben yapısı oluşturmaktadır (Şekil 1.2.6 ve 1.2.8a).

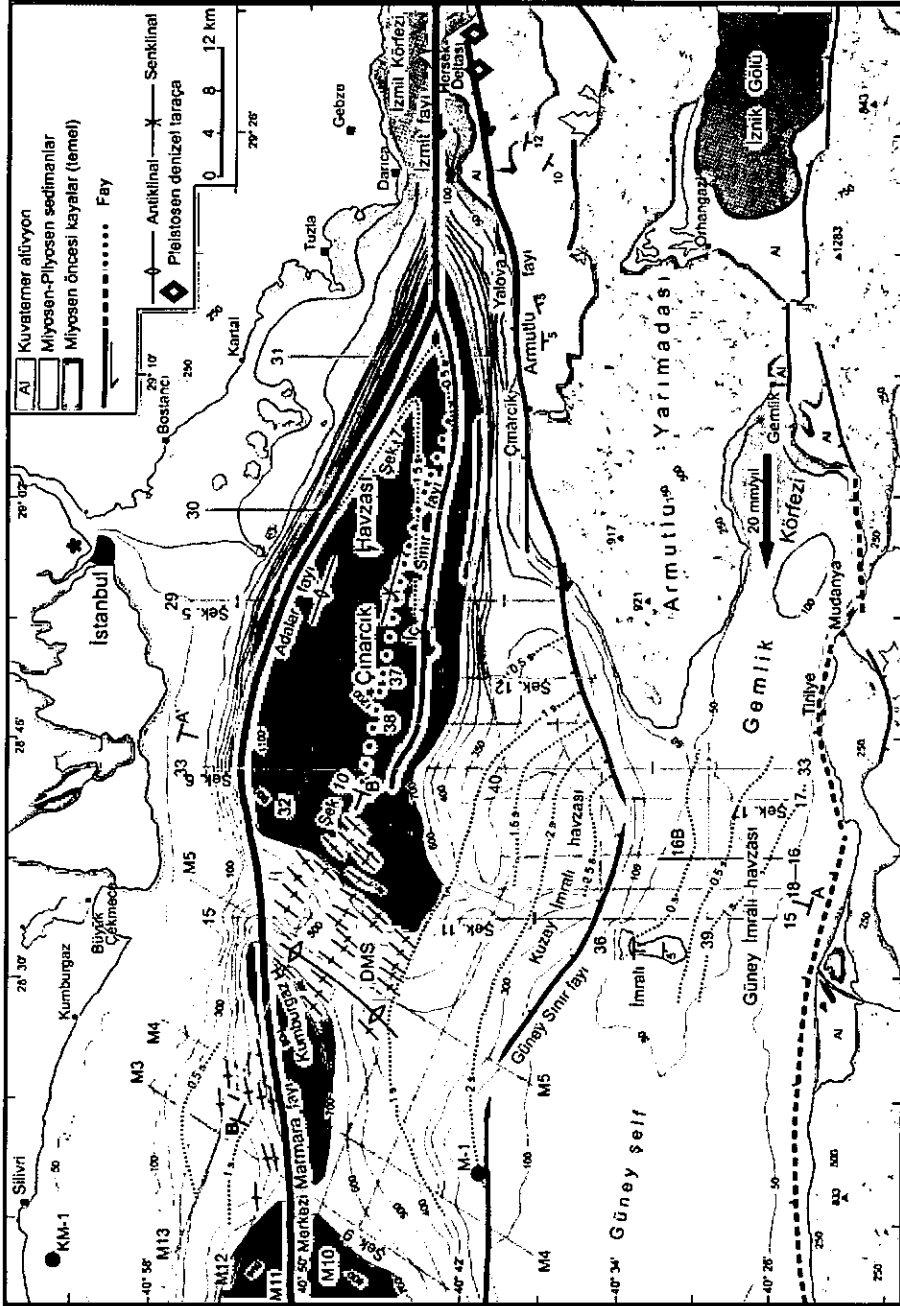
Kuzey Anadolu Fayı'nın İzmit segmentinin batıya doğru (272°) çizgisel bir gidiş vardır (Şekil 1.2.3). Çınarcık havzası kuzeyindeki Adalar fayı en doğuda 299°'den batıda 287°'ye değişen hafifçe kavisli bir iz sunar. Batıya doğru (274°) dalgalı bir yönlemi olan İç Sınır fayı, İzmit fay segmentine paraleldir.

Çınarcık havzası içinde gözlenen yataya yakın, deforme olmamış kalın çökel paketi Kuzey Anadolu Fay zonu içerisinde çökelmiştir ve fay ile eşyaşlı olmalıdır. Kuzey Anadolu Fayı'nın bölgeye gelmesi genellikle Pliyosen olarak düşünüldüğü için, Çınarcık havzası sedimanları da Pliyosen ve Kuvaterner yaşta olarak kabul edilmektedir. Havza çökelleri batıya doğru kalınlaşmakta, ve havzanın merkezinde asgari 2 s (~2 km) bir kalınlığa ulaşmaktadır. MTA sismik kesitlerinde havzanın tabanı gözlenememiştir. Daha sonra Fransız araştırma gemileri ile alınan daha derin sismik kesitler havza kalınlığının 5 kilometreyi geçtiğini belirlemiştir. Transform fayla eşyaşlı çökeller çok düşük açılarla (~ 3°) doğuya doğru eğimlidir (Şekil 1.2.7); havzanın merkezinde geniş dalga boylu, muhtemelen DKD gidişli bir antiklinal-senklinall çifti oluşturur (Şekil 1.2.4). Çınarcık havzası içindeki çökeller iki istife ayrılabilir. Alttaki istif doğuya doğru kalınlaşmakta ve düşük eğimli fay tarafından kesilmektedir (Şekil 1.2.7). Üst istifin de kalınlığı doğuya doğru artmakta fakat düşük açılı fayın yakınlıklarında istif tekrar incelmekte ve fay üzerine muhtemelen stratigrafik olarak oturduğu gözlenmektedir. Bu geometrik ilişkiler üst istifin günümüzdeki fay sistemi içerisinde, alt istifin ise Adalar ve İç Sınır faylarının derinde birleşmeden önce çökeldiğine işaret etmektedir.

Çınarcık havzasındaki kumlarda bulunan ağır mineraller, havzanın İzmit körfezi denizaltı kanyonundan gelen türbidit sistemi ile beslendiğini göstermektedir (Okay ve Ergün, 2005). Diğer bir alternatif kaynak ise güney Marmara'daki Kocasu deltasıdır (Okay ve Ergün, 2005).

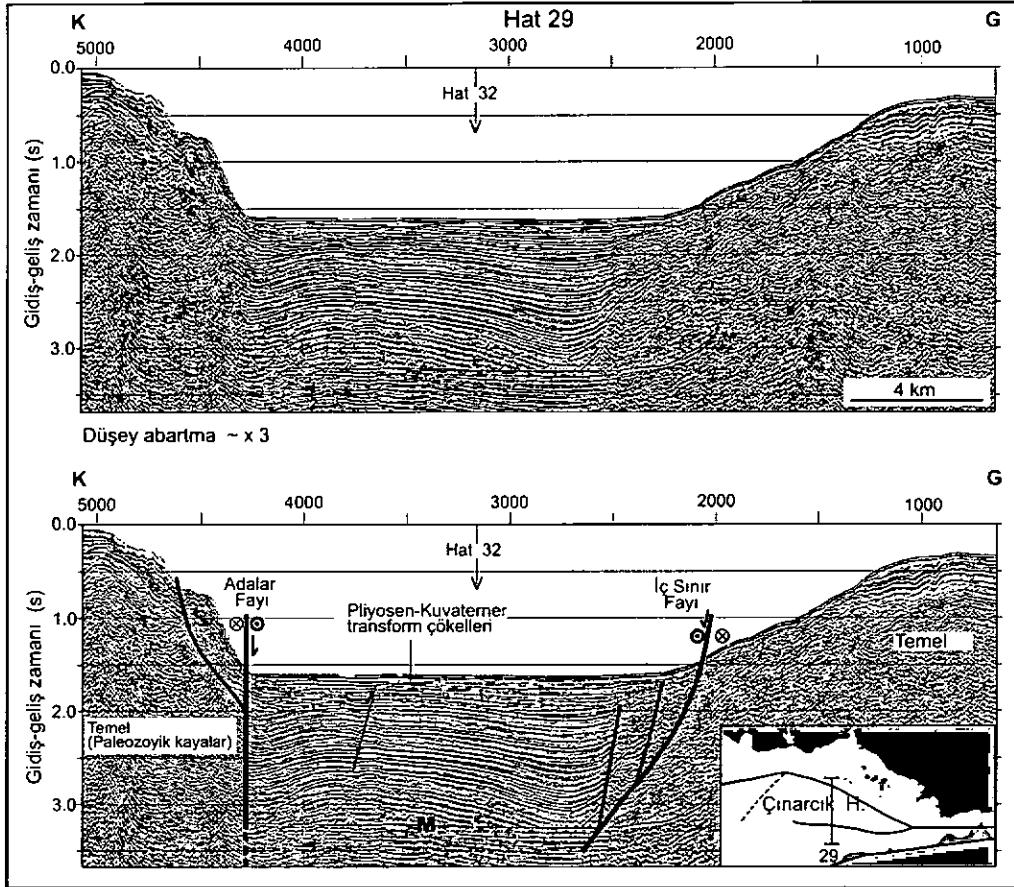
1.2.4.3. Doğu Marmara Sırtı

Doğu Marmara sırtı Çınarcık havzasını Orta Marmara havzasından ayıran kuzeydoğu gidişli bir denizaltı yükselimidir (Şekil 1.2.3 ve 1.2.4). Çınarcık çukuru ile Doğu Marmara sırtı arasında keskin bir batimetrik sınır yoktur. Çınarcık çukuru batıya doğru tedrici olarak yükselerek (ortalama yamaç eğimi 3.6° veya 6 m/km) Doğu Marmara sırtına geçer. Doğu Marmara sırtının eyer şek-

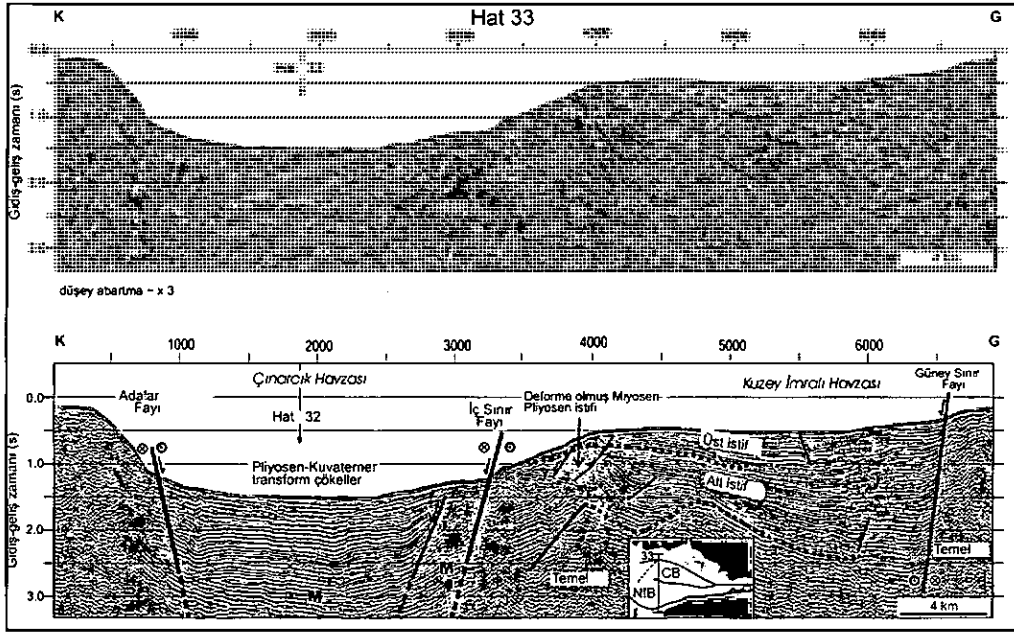


Şekil 1.2.4.- Marmara Denizi doğu kesiminin ayrıntılı batimetrik ve jeolojik haritası. Harita, MTA sismik kesitlerinin konularını, sismik kesitler yardımı ile haritalanan ana fayları, ve Çınarcık, Güney ve Kuzey İmralı havzalarındaki faylanma ile eşyaşı sedimanların kalınlıklarını (saniye cinsinde) göstermektedir. Ok, bölgesel hareket vektörünü vermektedir (Okay ve diğerleri, 2000).

linde bir morfolojisi vardır; eyerin en derin kesimi, çevresindeki çukurlara göre yaklaşık 700 m daha yüksektir. Sırtın batı kesiminde Kumburgaz havzası adı verilen batı-güneybatı gidişli ufak bir çukur yer alır (Şekil 1.2.4), (Gazioğlu ve diğerleri, 2002). Doğu Marmara sırtını kuzeydeki şelfe bağlayan denizaltı yamacı, Çınarcık çukurunun kuzey yamacına göre daha geniş (12 km'ye kadar) ve daha az eğimlidir (4 ile 7°).



Şekil 1.2.5.- 29 numaralı hattın yorumlanmamış ve yorumlanmış sismik yansıma kesitleri. Çoklu yansımalar M ile belirtilmiştir. Ufak şekil hattın Çınarcık çukurundaki konumunu vermektedir. Hattın daha ayrıntılı bir konumu için Şekil 1.2.4'e bakınız (Okay ve diğerleri, 2000).

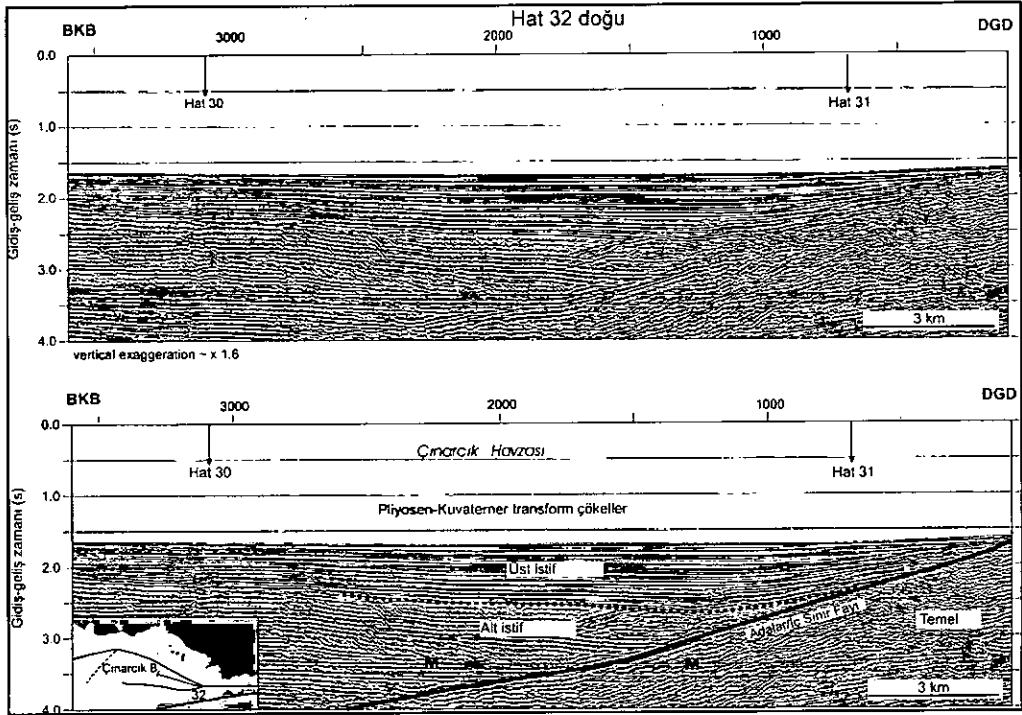


Şekil 1.2.6.- 29 numaralı hattın yorumlanmamış ve yorumlanmış sismik yansıma kesitleri. Çoklu yansımalar M ile belirtilmiştir. Ufak şekil hattın Çınarcık çukurundaki konumunu vermektedir. Hattın daha ayrıntılı bir konumu için Şekil 1.2.4'e bakınız (Okay ve diğerleri, 2000).

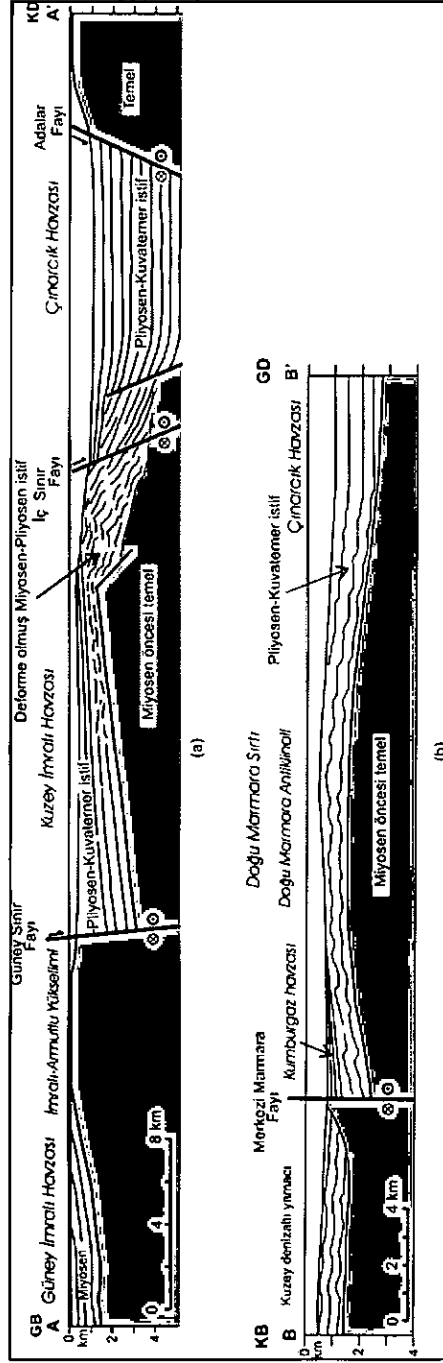
Adalar fayı, $28^{\circ} 44'$ boylamda sıkışmalı bir büklüm yapar ve batıya ($\sim 263^{\circ}$) Merkezi Marmara fayı olarak devam eder. Bu fay daha batıda Orta Marmara havzasını kesmekte ve Gaziköy kuzeyinde karada gözlenen Ganos fayı ile birleşmektedir (Şekil 1.2.3). Merkezi Marmara fayının kuzeyinde yer alan geniş ve nispeten sığ denizaltı yamacı Merkezi Marmara fayına doğru kalınlığı tedrici olarak artan Pliyosen-Kuvaterner bir çökel örtüsü ile kaplıdır (Şekil 1.2.4 ve 1.2.9). Genç, gevşek tutturulmuş çökel örtüsü yer yer aşağıya doğru kayarak sathı kıvrımlar oluşturmuştur. Marmara Denizi'nin derin havzalarının kuzey yamaçlarında gözlenmeyen bu genç sediman örtüsü, Doğu Marmara sırtı kuzeyindeki yamacın neden dik olmadığını kısmen açıklamaktadır.

Doğu Marmara sırtı kuzeydoğu gidişli geniş bir antiklinaldir. Antiklinalin dalga boyu ~ 22 km, kanatlar arası açısı ise $\sim 162^{\circ}$ (Şekil 1.2.8b ve 1.2.10). Kıvrım kanatları arasındaki açı batıya doğru büyümekte ve kıvrım tedrici olarak kaybolmaktadır. Merkezi Marmara antiklinali hafifçe asimetriktir: kıvrımın ku-

zeydoğu kanadı, güneybatı kanadına göre daha kısa ve daha diktir. Çok sayıda 0.2-0.7 km dalga boylu parazitik açık kıvrımlar ana kıvrımın her iki kanadında da gözlenir (Şekil 1.2.10 ve 1.2.11). Deniz tabanı morfolojisini de etkileyen kıvrımlanma doğuya Çınarcık havzasına doğru kaymaktadır. Güneydoğuya doğru geçmekte olan kıvrım cephesi Çınarcık havzası ile Doğu Marmara sırtı arasındaki morfolojik sınıra karşılık gelir. Kumburgaz havzasının deforme olmamış, 500 metreden daha az kalınlıktaki çökelleri, Doğu Marmara sırtının kıvrımlanmış tabakaları üzerinde uyumsuzlukla oturmaktadır (Şekil 1.2.10).

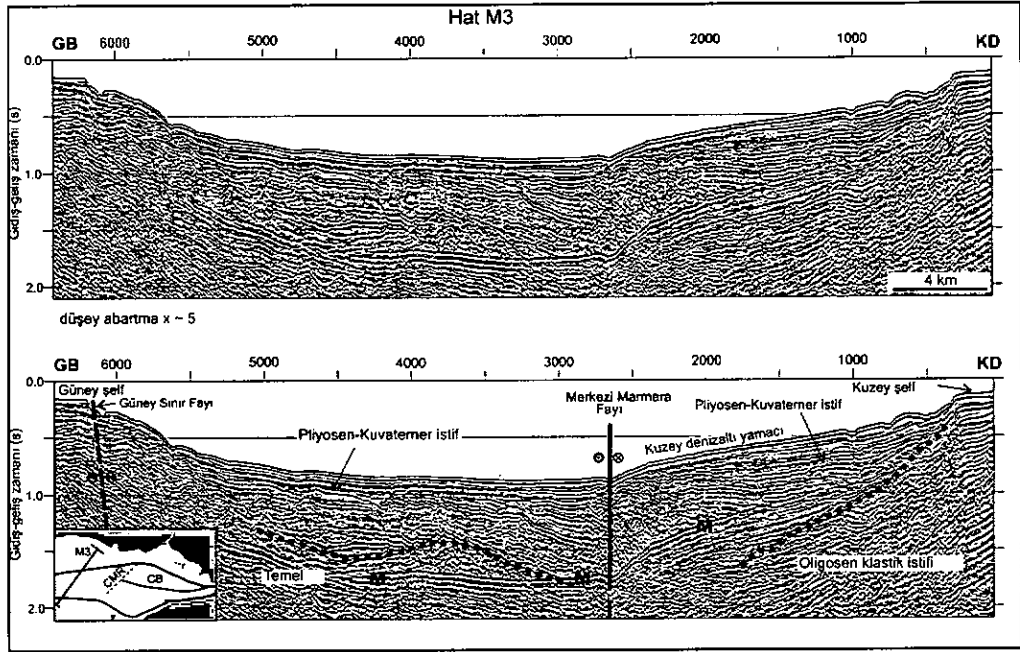


Şekil 1.2.7.- 32 numaralı hattın yorumlanmamış ve yorumlanmış sismik yansıma kesitleri. Çoklu yansımalar M ile belirtilmiştir. Ufak şekil hattın Çınarcık çukurundaki konumunu vermektedir. Hattın daha ayrıntılı bir konumu için Şekil 1.2.4'e bakınız (Okay ve diğerleri, 2000).

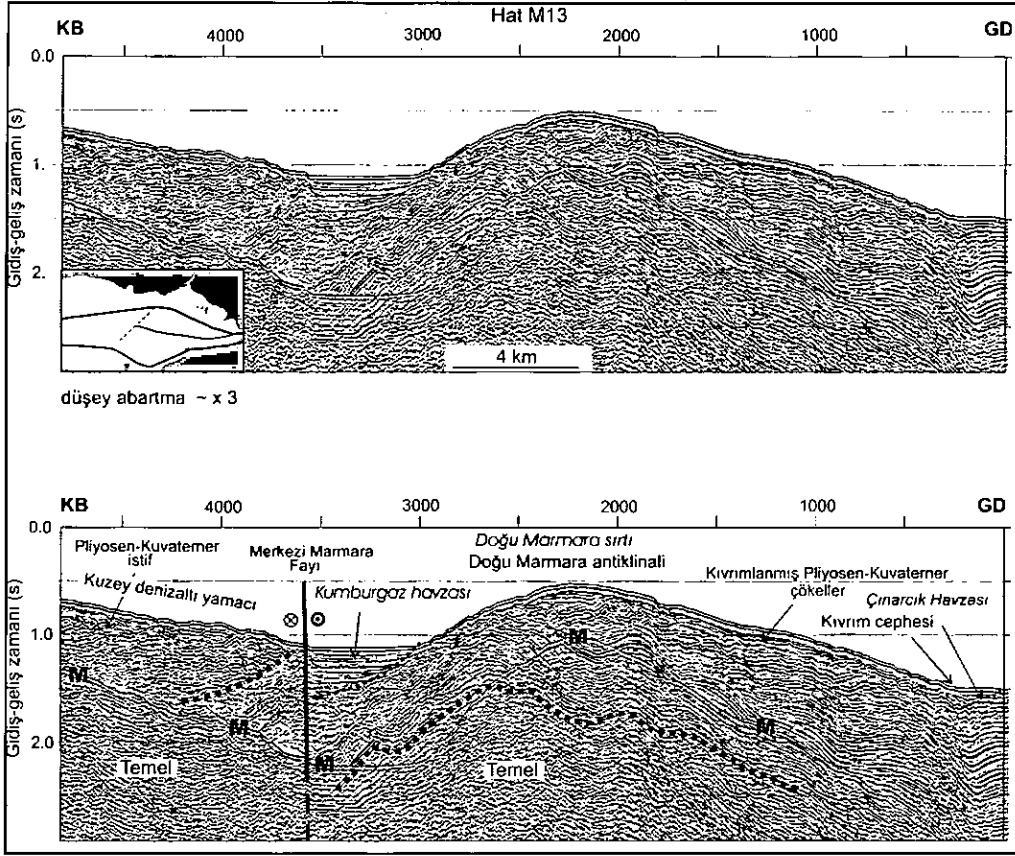


Şekil 1.2.8.- (a) Çınarcık, Kuzey ve Güney İmrallı havzalarından geçen abartılmamış jeolojik kesit.
 (b) Doğu Marmara sırtından geçen abartılmamış jeolojik kesit. Kesitlerin konumu için Şekil 1.2.4'e bakınız.

Eski çalışmaların çoğunda (örneğin Pfannenstiel, 1944; Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Wong ve diğerleri, 1995; Ergün ve Özel, 1995; Barka, 1997) Doğu Marmara sırtı boyunca kuzeydoğu gidişli sağ yanal atımlı bir doğrultu-atımlı fay yer almaktadır. Buna karşın sismik kesitlerde Doğu Marmara sırtında böyle bir fay gözlenmemiştir. Doğu Marmara sırtını oluşturan kısalma Merkezi Marmara fayının bu bölgede oluşturduğu sıkışmalı büklüm ile ilgilidir. Çınarcık havzasında çökelen Pliyo-Kuvaterner sedimanlar batıya Merkezi Marmara fayına doğru hareket etmekte, ve faya dayanarak yükselmekte ve kıvrımlanmaktadır. Kumburgaz havzası bu büyük kıvrımın önündeki senklinal çukurunda oluşmaktadır.



Şekil 1.2.9.- M3 numaralı hattın yorumlanmamış ve yorumlanmış sismik yansıma kesitleri. Çoklu yansımalar M ile belirtilmiştir. Ufak şekil hattın Çınarcık çukurundaki konumunu vermektedir. Hattın daha ayrıntılı bir konumu için Şekil 1.2.4'e bakınız (Okay ve diğerleri, 2000).



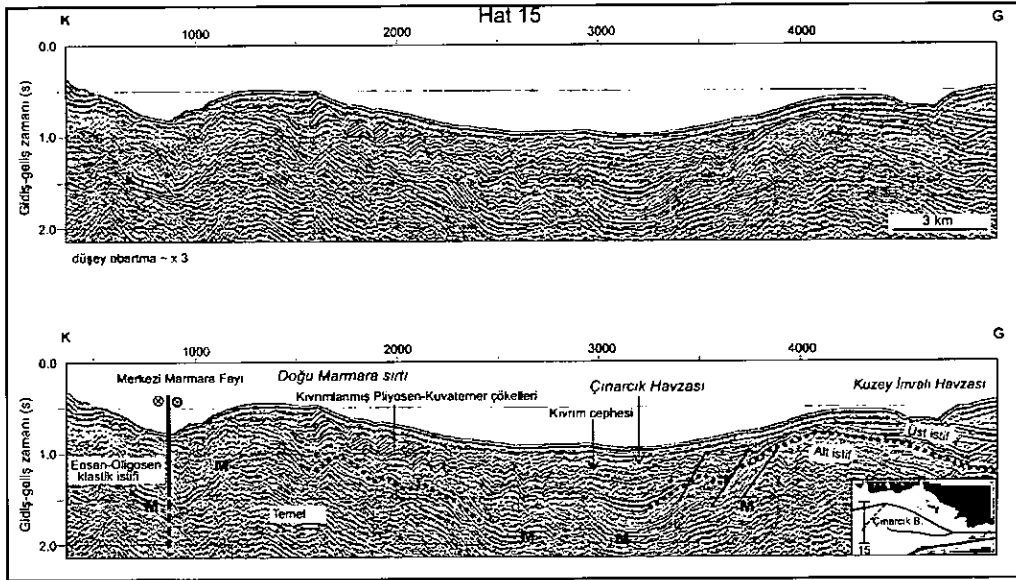
Şekil 1.2.10.- M13 numaralı hattın yorumlanmamış ve yorumlanmış sismik yansıma kesitleri. Çoklu yansımalar M ile belirtilmiştir. Ufak şekil hattın Çınarcık çukurundaki konumunu vermektedir. Hattın daha ayrıntılı bir konumu için Şekil 1.2.4'e bakınız (Okay ve diğerleri, 2000).

1.2.4.4. İç Marmara Yamacı ve İç Marmara Fayı

Çınarcık havzası güneyinde yaklaşık 6 km genişliğinde olan İç Marmara yamacı sismik kesitlerde karmaşık yansımalar ile kendini belli eder (Şekil 1.2.5, 1.2.6 ve 1.2.12). 37 numaralı sismik kesitte bu karmaşık yansımaların akustik bir temel üzerinde yer aldığı gözlenir (Şekil 1.2.1.2). İç Marmara yamacı doğuya doğru takip edildiğinde Armutlu yarımadasında mostra veren Üst Miyosen-Pliyosen çökellerine doğru geçer (Şekil 1.2.4). Buna dayanarak İç Marmara yamacının deforme olmuş Miyosen veya daha genç sedimanlardan oluştuğu söylenebilir.

1.2.4.5. Kuzey İmralı havzası, Güney Sınır Fayı ve Derin Şelf

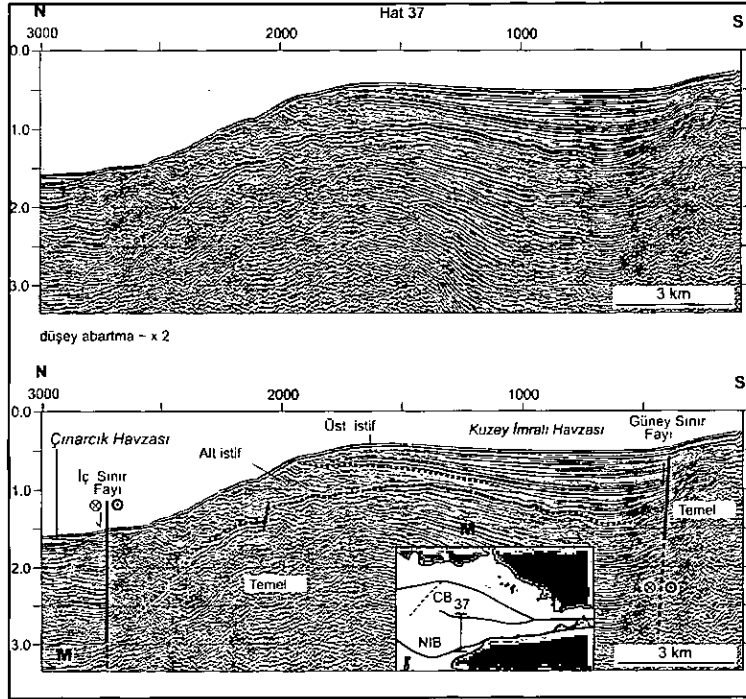
Kuzey İmralı havzasına karşılık gelen derin şelf Çınarcık havzası ile güney şelf arasında kalan ortalama 400 m derinlikte bir sahanlıktır. (Şekil 1.2.3 ve 1.2.4). Derin şelf güneyde kuzeydoğu (70-80°) ve kuzeybatı (107°-122°) gidişli fay segmentleri ve bunların oluşturduğu denizaltı yamaçları ile sınırlanır (Şekil 1.2.4). Derin şelf, aynı zamanda kalın bir çökel istifine sahip Kuzey İmralı havzasına karşılık gelir. Kuzey İmralı havzasında tabakalar kuzeybatı gidişli faya doğru 6°'ye kadar eğimlidir ve faya doğru havza çökelleri kalınlaşır (Şekil 1.2.8a ve 1.2.12).



Şekil 1.2.11.- 15 numaralı hattın yorumlanmamış ve yorumlanmış sismik yansıma kesitleri. Çoklu yansımalar M ile belirtilmiştir. Ufak şekil hattın Çınarcık çukurundaki konumunu vermektedir. Hattın daha ayrıntılı bir konumu için Şekil 1.2.4'e bakınız (Okay ve diğerleri, 2000).

Kuzeybatı fay segmentinin hemen önünde havza çökellerinin kalınlığı 2.5 km'nin üzerindedir. Bu gözlem ve GPS vektörlerinin faya göre olan konumu, Kuzey İmralı havzasının bir doğrultu-atımlı fay büklümü havzası olduğunu gösterir. Asimetrik geometrisi ve havza dolgusu ile Kuzey İmralı havzası Tekirdağ havzasına yakın bir benzerlik sunar (Okay ve diğerleri, 1999). Derin şelfin en

derin kesimlerinin aynı zamanda Kuzey İmralı havzasının maksimum sediman kalınlığı olan kesimlerine denk gelmesi, Kuzey İmralı havzasının aktif bir havza olduğunu gösterir.



Şekil 1.2.12.- 37 numaralı hattın yorumlanmamış ve yorumlanmış sismik yansıma kesitleri. Çoklu yansımalar M ile belirtilmiştir. Ufak şekil hattın Çınarcık çukurundaki konumunu vermektedir. Hattın daha ayrıntılı bir konumu için Şekil 1.2.4'e bakınız (Okay ve diğerleri, 2000).

Kuzey İmralı havzasını kuzeyden sınırlayan kuzeydoğu-gidişli aktif fay sismik kesitlerde doğuya doğru takip edildiğinde, Armutlu yarımadasını kuzeyden sınırlayan Armutlu fayına (Akartuna, 1968; Şaroğlu ve diğerleri, 1992) kavuşur (Şekil 1.2.4). Armutlu fayı yarımada kuzey sahilini 65 km takip ettikten sonra doğuda İzmit fayı ile birleşir.

Kuzey İmralı havzası, deformasyon özellikleri ile birbirinden ayrılan iki çökel paketten meydana gelmiştir. Havzanın kuzey kesiminde alt sedimanter paket köksüz kıvrımlar ve düşük derecelere kuzeye eğimli faylar ile deforme olmuştur

(Şekil 1.2.6 ve 1.2.12). 33 numaralı sismik kesitte alt sedimanter paketin güney yamaca doğru uzandığı gözlenir; bu durum alt sedimanter paketin, Armutlu yarımadasında karada gözlenen Üst Miyosen-Alt Pliyosen marn ve çamurtaşlarından oluştuğuna işaret eder. Daha az deformasyon gösteren üst sedimanter paket, güney yamacın üst kesimlerini aşmalı olarak örter (Şekil 1.2.6 ve 1.2.11). Güneye doğru alt sedimanter pakette deformasyon azalmakta ve Kuzey İmrallı havzasının merkezi kesimlerinde bu iki sedimanter paket arasındaki fark tedrici olarak kaybolmaktadır (Şekil 1.2.6, 1.2.8a ve 1.2.12). Bu durum alt sedimanter paketteki deformasyonun İç Sınır fayına bağlı olarak geliştiğine işaret eder.

1.2.4.6. Orta Marmara Havzası

Doğu Marmara sırtı ve Kumburgaz havzası batısında yer alan Orta Marmara havzasının jeolojisi, diğer Marmara çukurlarına nazaran daha az bilinmektedir. Diğer Marmara çukurlarında olduğu gibi, kalın bir Pliyo-Kuvaterner çökel istifi sahiptir fakat bunlardan farklı olarak Kuzey Anadolu Fayı havzayı ortadan kesmekte ve ötelemektedir (Şekil 1.2.3 ve 1.2.4). Ayrıca diğer havzalardan farklı olarak Orta Marmara havzasının muhtemelen simetrik bir yapısı vardır. Orta Marmara havzasından alınan sismik kesitte, Merkezi Marmara fayının iki kol olarak genç çökelleri kestiği gözlenmektedir (Şekil 1.2.13).

Orta Marmara havzasından elde edilen karotlardaki ağır minerallerinin varlığı bu çökellerin doğu ve güney Marmara sahillerinden beslendiğini göstermektedir (Okay ve Ergün, 2005). Bununla beraber, karot boyunca görülen ağır-mineral dağılımlarındaki farklılık kumların zaman zaman kuzeyden gelen türbiditlerle de beslendiğini ortaya koymaktadır.

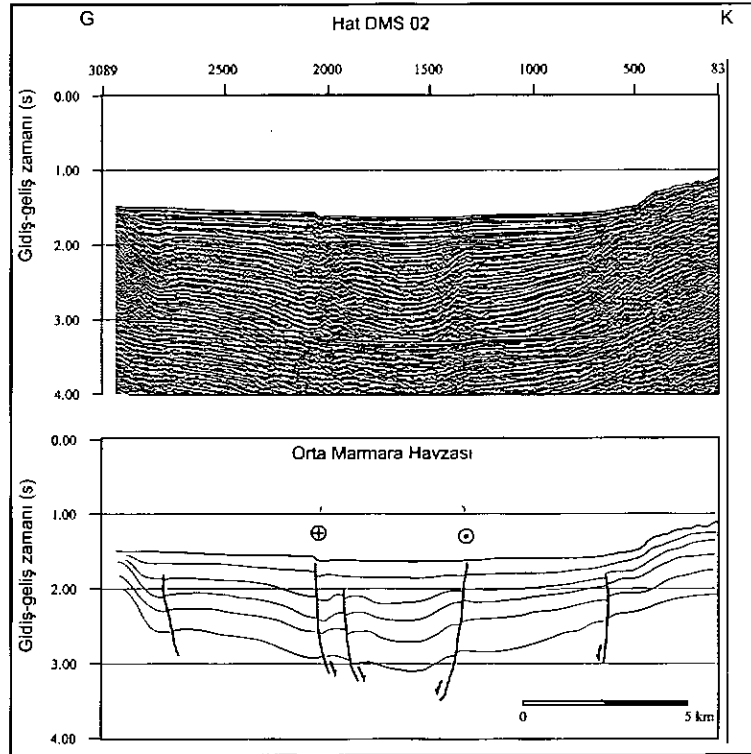
1.2.4.7. Tekirdağ Havzası

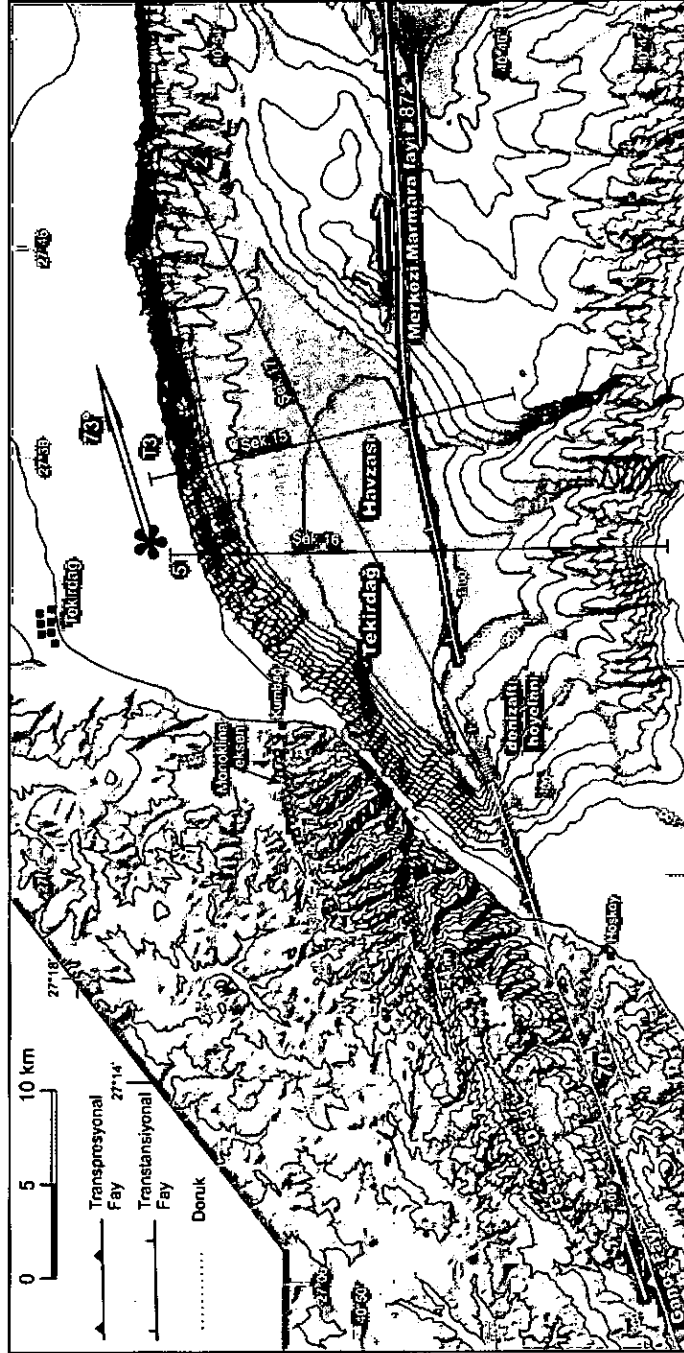
Orta Marmara havzasının batısında Marmara Denizi'nin üçüncü büyük çukuru olan Tekirdağ havzası yer alır. Tekirdağ havzasının paralel eşkenar dörtgene benzeyen bir yüzey şekli vardır; paralelkenarın kenar uzunluğu yaklaşık 15 km, yüzey alanı ise 220 km²'dir. (Şekil 1.2.3 ve 1.2.14). Denizaltı yamacından çukura geçiş batıda -1110 metrede olup, bu geçiş doğuya doğru tedrici bir şekilde yükselerek en doğuda -700 metrededir. Çukurun büyük bir kesimi -1100-1120 metre derinlikte yer alır, ve çok düz ve monoton bir batimetri sunar (Şekil

1.2.14). Tekirdağ havzası düşük açılarla güneye eğimli (ortalama doğrultu ve eğim: $103^{\circ}/14^{\circ}$ GGB) ve güneye doğru kalınlaşan genç çökeller tarafından doldurulmuştur. Bu sedimanlar en güneyde ani olarak Merkezi Marmara fayı tarafından kesilir (Şekil 1.2.15 ve 1.2.16). Kuzeydoğu-güneybatı yönünden geçen 2 numaralı sismik kesitte havza sedimanlarına ait yansımaların güneydoğuya doğru belirgin bir eğim gösterdiği ve bir çok yansımanın havza sediman tabanına yaslandığı gözlenir (Şekil 1.2.17). Bu durum havza merkezinin zaman içinde güneybatıya doğru kaydığına işaret eder.

Havza sedimanlarının altında, yansıma göstermeyen bir temel bulunur, bu nedenle havza sedimanları ile temel arasındaki dokanak sismik kesitlerde çok belirgindir (Şekil 1.2.15, 1.2.16 ve 1.2.17). Temel kayaları havzanın kenarlarına doğru yükselerek yamaç-havza geçiş bölgesinde deniz yüzeyine iyice yaklaşır,, bu durum temel kayalarının, kıyı kesimlerinde ve denizaltı yamacında gözlenen Eosen-Oligosen istifinden oluştuğuna işaret etmektedir.

Şekil 1.2.13.-
DMS 02
numaralı hattın
yorumlanmamış
ve yorumlanmış
sismik yansıma
kesitleri. Hattın
daha ayrıntılı
bir konumu
için Şekil 1.2.3'e
bakınız (İmren ve
diğerleri, 2001).



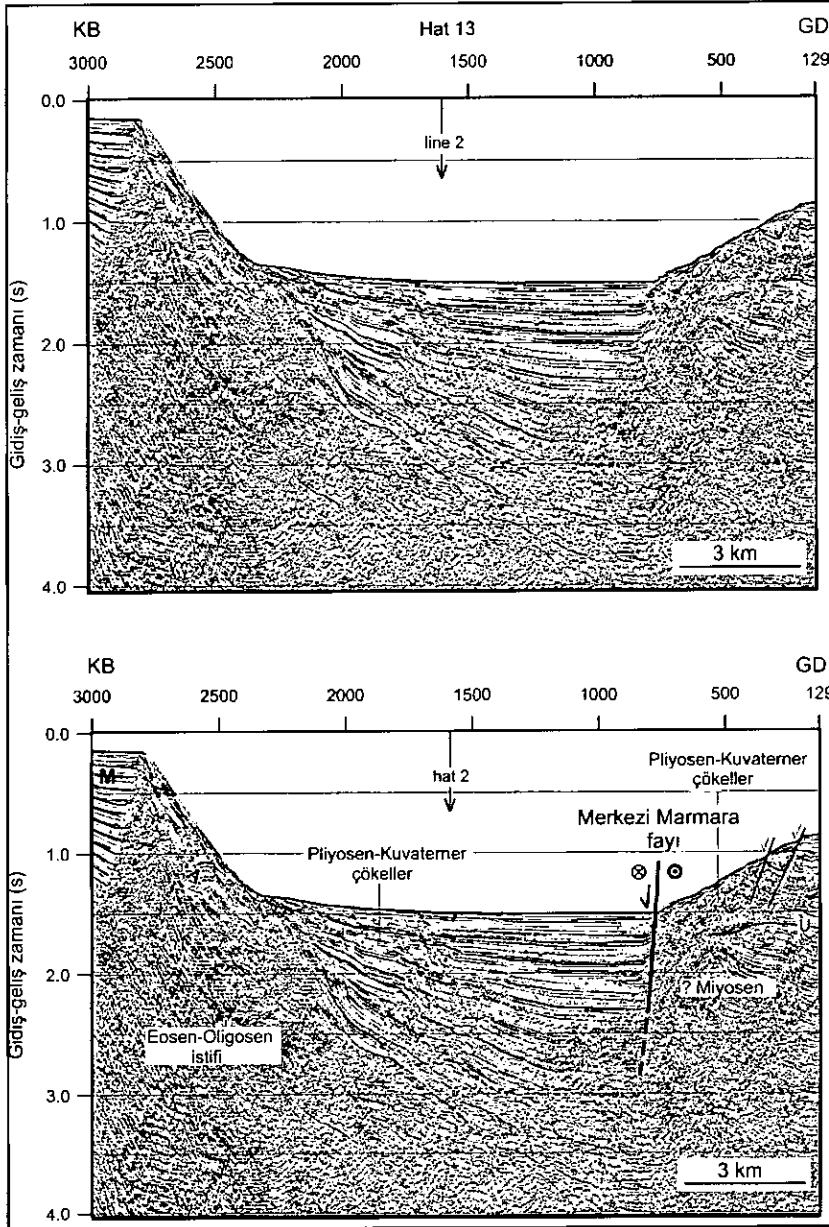


Şekil 1.2.14.- Tekirdağ havzası ve Ganos dağının dijital yükseklik modeli (Okay ve diğerleri, 2004).

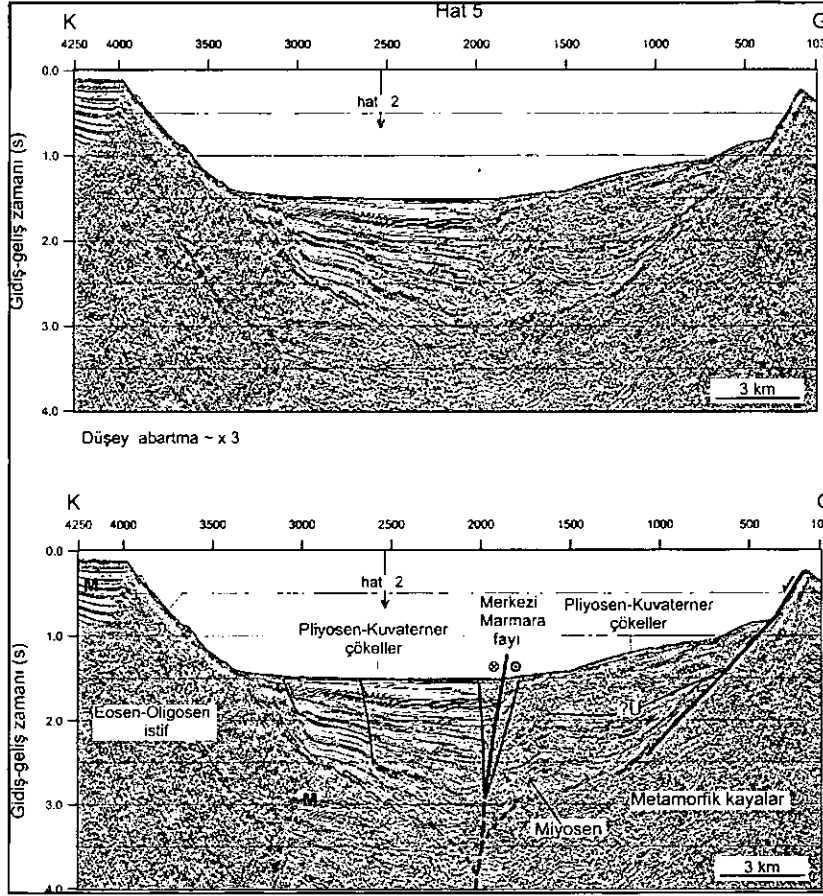
Tekirdağ havzasındaki genç çökellerin kalınlıkları Merkezi Marmara fayına doğru hızla artmaktadır. En kalın istif, Merkezi Marmara fayının hemen kuzeyinde bulunur; bu kesimde havza sedimanlarının kalınlığı yaklaşık 2.5 saniyedir (~2.5 kilometre) (Şekil 1.2.15 ve 1.2.16), (Okay ve diğerleri, 1999). Havza sedimanlarının kalınlık dağılımı, Tekirdağ Çukuru'nun batimetrisine uyumludur ve çukurun kenarlarına doğru kalınlık azalır. Bu özellikler havza sedimanlarının günümüzde aktif olan doğrultu-atımlı fay tektonik rejiminde çökeldiklerini, bir diğer ifade ile transform fay ile eşyaşlı olduklarını göstermektedir.

Merkezi Marmara fayının hemen güneyinde hafifçe kıvrımlanmış, yataya yakın yansımalar gözlenir (Şekil 1.2.15 ve 1.2.16). Yansıma karakterleri bu sedimanların fayın kuzeyinde yer alan sedimanlardan farklı olduğuna işaret eder. Merkezi Marmara fayının kuzeyinde yansımalar sürekli, birbirine yarı paralel ve faya doğru birbirinden uzaklaşan tiptedir, buna karşın fayın güneyinde yansımalar çok daha düzensizdir. Wong ve diğerleri (1995) ve Ergün ve Özer (1995) Merkezi Marmara fayı güneyindeki çökel istifi deforme olmuş transform sedimanları olarak yorumlamıştır. Buna karşın, sismik kesitlerin ayrıntılı incelenmesi, Merkezi Marmara fayının güneyinde iki istifin varlığına işaret eder. Altta kıvrımlanmış bir istif bulunmaktadır, bunun üzerine muhtemelen uyumsuzlukla normal faylanma gösteren ikinci bir istif çökelmiştir (Şekil 1.2.15 ve 1.2.16). Kalınlık ve yayılım açısından her iki istif de güncel batimetri ve Merkezi Marmara fayı ile yakın bir ilişki göstermez, bu bakımdan Merkezi Marmara fayı kuzeyinde yer alan istiften farklıdır.

Merkezi Marmara fayı güneyinde yer alan alttaki istif, yarı dalga boyu 1.5 km olan, ve eksen uzunluğu 11 km'yi geçen bir antiklinal oluşturur (Şekil 1.2.15 ve 1.2.16). Antiklinalin ekseni Merkezi Marmara fayına paralel olması bu yapının transform fayla yaşıt olduğuna işaret eder. Pliyosen-Kuvaterner çökellerinin sadece normal faylanma gösterdiği göz önüne alınırsa, Merkezi Marmara fayı güneyindeki kıvrımlanmış istifin yaşı Pliyosen'den eski olmalıdır. Bu sedimanların yaşı hakkında diğer bir veri Hoşköy açıklarında şelfte açılmış Işıklar-1 ve Doluca-1 petrol kuyularından gelir. Bu kuyularda Pliyosen veya daha genç çökeller hiç kesilmemiş kuyu doğrudan Miyosen sedimanlarına girmiştir. Işıklar-1 kuyusunda 265 m, Doluca-1 kuyusunda ise 720 m kalınlıkta kesilen Miyosen çökelleri altında uyumsuzlukla Eosen-Oligosen istifi yer alır (Ergün ve Özel, 1995).



Şekil 1.2.15.- T3 numaralı hattın yorumlanmamış ve yorumlanmış sismik yansıma kesitleri. Çoklu yansımalar M ile belirtilmiştir. Gösterilen düşey abartma genç sedimanlar için olup ortalama bir değerdir. Hattın daha ayrıntılı bir konumu için Şekil 1.2.14'e bakınız (Okay ve diğerleri, 1999).



Şekil 1.2.16.- 5 numaralı hattın yorumlanmamış ve yorumlanmış sismik yansıma kesitleri. Çoklu yansımalar M ile belirtilmiştir. Gösterilen düşey abartma genç sedimanlar için olup ortalama bir değerdir. Hattın daha ayrıntılı bir konumu için Şekil 1.2.14'e bakınız (Okay ve diğerleri, 1999).

Bu stratigrafik verilerin haricinde Merkezi Marmara fayının güneyinde sismik kesitlerde gözlenen, eksenine Merkezi Marmara fayına paralel, açık kıvrımlar, karada da Gaziköy batısında Miyosen istifinde haritalanmıştır. Özet olarak kuyu verileri ve kara jeolojisi Merkezi Marmara fayının güneyindeki alt istifin Miyosen kayalarından yapıldığını göstermektedir. Merkezi Marmara fayının güneyinde yer alan ve kalınlığı genelde 0.6 saniyeden daha az olan üst istif Pliyosen-Kuvaterner çökellerinden meydana gelmiş olmalıdır. Merkezi Marmara

fayının güneyindeki Miyosen-Kuvaterner istifi daha güneye doğru izlendiğinde gittikçe inceler. İncelen istifin altında yansıma göstermeyen bir birim yer alır. Bu birim, Marmara ve Hayırsız adalarında mostra veren muhtemelen Triyas yaşlı metamorfik kayalar olmalıdır (*Okay ve diğerleri, 1996*).

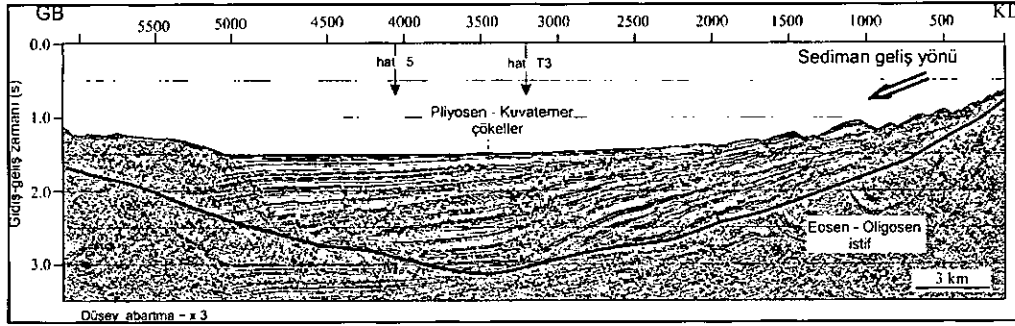
Tekirdağ havzasındaki kumların kuzeybatı bölgesindeki kumlarla mineralojik benzerlik göstermesi bu kumların kuzeybatı sahillerinden Ganos Kanyonu yoluyla taşındığını ve bir türbidit sisteminin varlığını ortaya koymaktadır (*Okay ve Ergün, 2005*). Nitekim Tekirdağ havzasının batı şelfini oluşturan gevşek ve yumuşak Miyosen çökelleri multibeam verisinde görülen ve Tekirdağ havzasının güneyine inen denizaltı heyelanı da bu bulguları desteklemektedir (*Gazioğlu ve diğerleri, 2002*).

Merkezi Marmara fayı Tekirdağ çukuru güneybatısında bir büklüm yaparak Ganos fay segmentine geçmektedir (*Okay ve diğerleri, 1999*). Tekirdağ havzasının çökmesi ve hemen batısında Ganos Dağı'nın yükselimi Kuzey Anadolu Fayı'nın yaptığı bu büklüm ile ilgilidir (*Okay ve diğerleri, 2004; Seeber ve diğerleri, 2004*).

1.2.4.8. Güney Şelf ve Güney İmralı Havzası

Güney şelf 40 km'ye kadar genişlikte, 110 metreden daha az derinlikte bir sahanlık oluşturur. İmralı adası ve batıdaki Marmara adaları güney şelf üzerine yer alır. Sismik kesitlerde güney şelfin İmralı ile Armutlu yarımadası arasındaki kesimin bir yükselimi alanı olduğu, havza çökelleri içermediği gözlenmiştir (Şekil 1.2.8a ve 1.2.18). Bu Armutlu-İmralı yükselimi, Armutlu fayının taban bloğunu oluşturur ve Armutlu fayının hareketi ile yükselmektedir. Deniz seviyesinin -50 m olduğu geç Kuvaterner'de (*Chappel ve Shackleton, 1986*) İmralı-Armutlu yükselimi karasal bir alan oluşturmuştur. Armutlu yarımadasının batı kesimi, metamorfik kayalar ve Eosen yaşta granit ve volkanik kayalardan (*Akartuna, 1968*), İmralı adası ise Kretase yaşta kireçtaşlarından (*Erguvanlı, 1949*) yapılmıştır. Muhtemelen benzer yaşta ve tipte kayalar İmralı-Armutlu yükselimi ve batıdaki devamını yaparlar. Sismik kesitlerde Güney Sınır fayının güneyinde yansıma göstermeyen, muhtemelen gömülü düzlemsel bir magmatik sokuluma karşılık gelen, bir zon gözlenir (Şekil 1.2.18). Güneye doğru eğimli (~5°), ve güneye doğru kalınlaşan sedimanter bir istif bu temeli örtmektedir. Güney İmralı havzası ismi verilen bu havzadaki sediman kalınlık eşeğrileri Şekil 1.2.4'de gösterilmiştir. Sismik kesitlerin güney ucunda havza çökelleri 1 saniye (yakla-

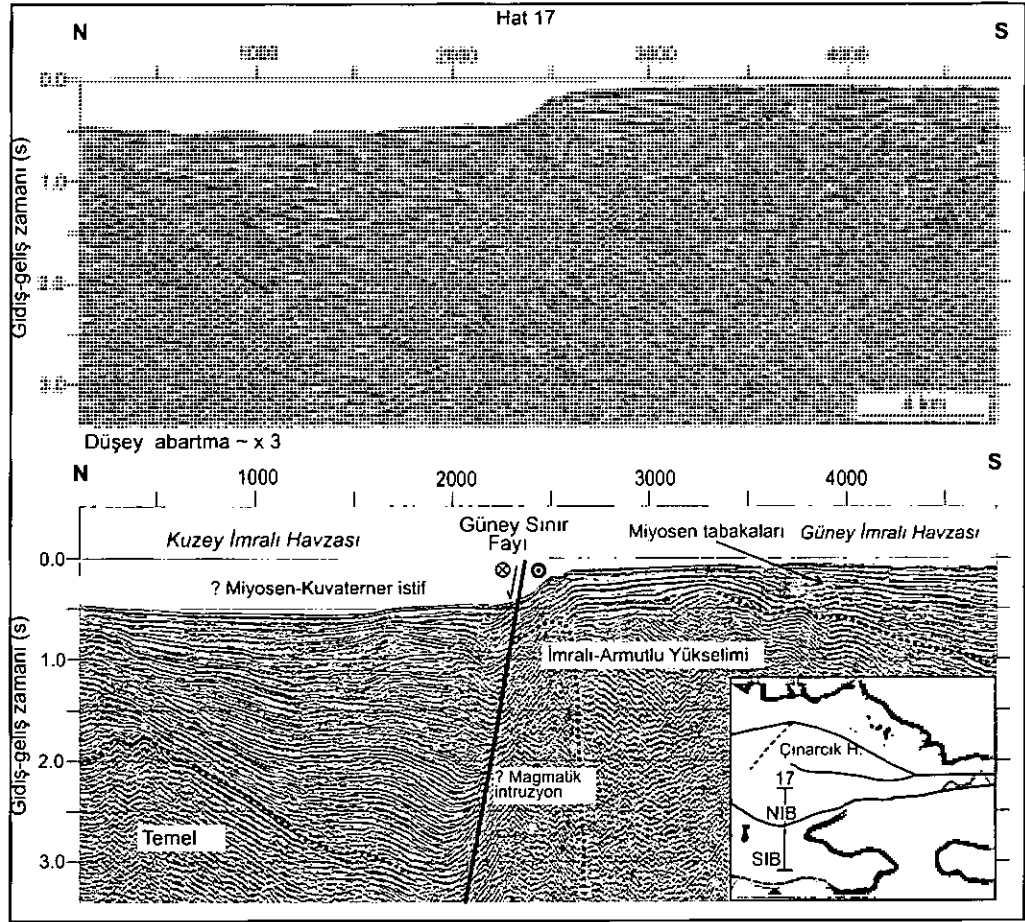
şık 1 km) kalınlığı ulaşır. Daha da güneye doğru kıyı çizgisine yakın kesimlerde havza çökelleri muhtemelen 1.5 km bir kalınlığa erişmektedir. Kıyı alanlarda Eosen veya daha yaşlı kayaların mostra vermesi Güney İmralı havzası çökellerinin kıyıya paralel uzanan bir fay ile kesildiğini gösterir. Tirilye (Zeytinbağı) ile Bandırma arasındaki sahilin çizgiselliği, dikliği ve akaçlama sınırının sahile son derece yakın olması (Şekil 1.2.4), bu kıyı fayının bir diğer göstergesidir. Bu kıyı fayı İznik gölünden batıya doğru uzanan doğu-batı gidişli fay sisteminin bir parçasını oluşturur.



Şekil 1.2.17.- 2 numaralı hattın yorumlanmamış ve yorumlanmış sismik yansıma kesitleri. Çoklu yansımalar M ile belirtilmiştir. Gösterilen düşey abartma genç sedimanlar için olup ortalama bir değerdir. Hattın daha ayrıntılı bir konumu için Şekil 1.2.4'e bakınız (Okay ve diğerleri, 1999).

Güney İmralı havzasının çökelleri İmralı adasının güneyinde yüzeyler (Şekil 1.2.4). Karasal çamurtaşı, marn, konglomera ve kumtaşından oluşan bu Neojen çökelleri, Üst Kretase kireçtaşlarını uyumsuzlukla üzerleyen, güneye hafifçe eğimli, asgari 250 metre kalınlıkta bir istif yapar (Erguvanlı, 1949). Sismik kesitlerdeki yansımalara benzer bir şekilde İmralı adasındaki Neojen tabakaları kuzey-kuzeybatıya doğrultulu, 10-12° güneye eğimlidir.

Güney İmralı havzasındaki sedimanların İmralı adasında yüzeylemesi, havza çökellerinin yükseldiğine ve kısmen aşındığına işaret eder. Bu açıdan Güney İmralı havzası, oluşumu halen devam eden ve erken Pliyosen'den beri sürekli bir sedimantasyon alanı olan Çınarcık ve Güney İmralı havzalarından farklıdır. Güney İmralı havzasında çökel kalınlığı ile batimetri arasında bir ilişkinin olmaması da, Çınarcık ve Kuzey İmralı havzalarından farklı olarak, Güney İmralı havzasının artık aktif olmadığını göstermektedir.

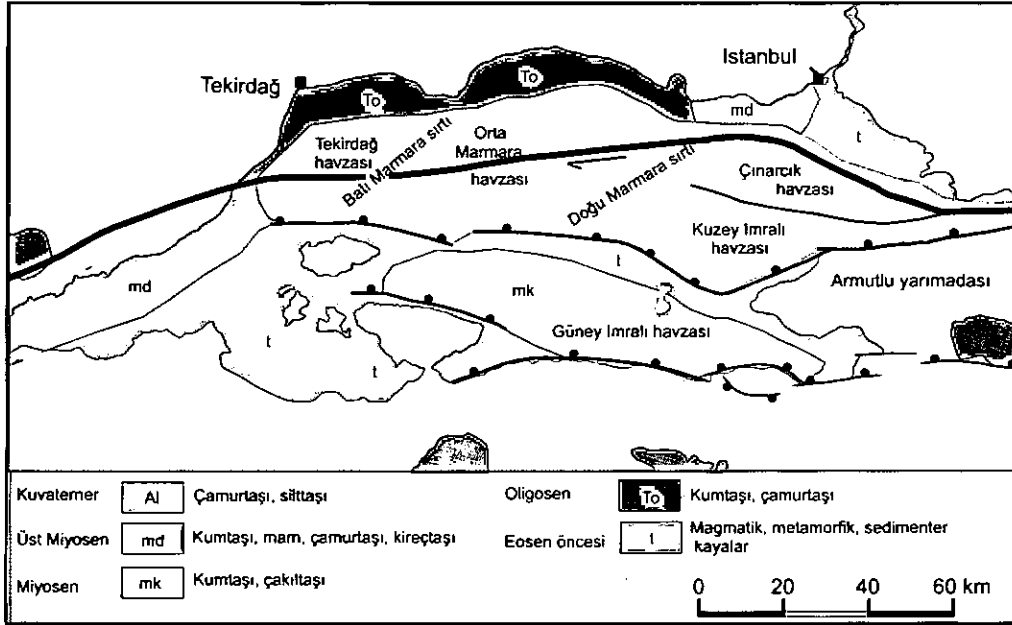


Şekil 1.2.18.- 17 numaralı hattın yorumlanmamış ve yorumlanmış sismik yansıma kesitleri. Çoklu yansımalar M ile belirtilmiştir. Gösterilen düşey abartma genç sedimanlar için olup ortalama bir değerdir. Ufak şekil hattın Çınarcık çukurundaki konumunu vermektedir. Hattın daha ayrıntılı bir konumu için Şekil 1.2.4'e bakınız (Okay ve diğerleri, 2000).

Güney şelfin batı kesiminde Marmara adası, Avşa, Ekinlik gibi bir çok ada yer almaktadır. Tüm bu adalar ve Kapıdağı yarımadası Triyas ve daha yaşlı metamorfik kayalar ve onları kesen Eosen granitlerinden yapılmıştır. Marmara Adası, Kapıdağ ve Kara Dağ kuzeyden büyük normal faylar ile sınırlanmış ve bu fayların taban blokları olarak yükselen yapılardır.

1.2.5. Marmara Denizi Havza Çökellerinin Fasiyesi

Marmara Denizi'nde aktif gelişim gösteren Tekirdağ, Merkezi Marmara, Çınarcık ve Kuzey İmralı havzalarındaki çökellerin fasiyesleri hakkında bilgi alabileceğimiz tek bir kuyu vardır. Kuzey İmralı havzasının batı ucunda delinen Marmara-1 (M-1) petrol kuyusu (Şekil 1.2.4), 40 m kalın Kuvaterner denizel killeri ve altında 2100 metre Üst Miyosen(?) -Pliyosen karasal çökelleri kesmiştir (*Marathon Oil Company, 1975; Ergün ve Özel, 1995*). Karasal çökeller iki formasyona ayrılmıştır. Üstteki formasyon ~80 m kalınlıktadır ve Alt Pliyosen yaşta acısu ve tatlısu marnlarından oluşur. Alttaki formasyon ise asgari 2022 m kalınlıktadır ve Üst Miyosen(?) - Pliyosen yaşta, akarsu-delta ortamında çökelmiş kumtaşı, çamurtaşı ve az oranda kireçtaşından yapılmıştır. Marmara-1 kuyusunda gözlenen alt istif İmralı adasında pelajik Üst Kretase kireçtaşları üzerinde uyumsuzlukla oturur (*Ergüvanlı, 1949*).



Şekil 1.2.19.- Marmara Denizi'nin spekülatif jeoloji haritası. Deniz tabanı üzerinde var olabilecek 100 metreye kadar kalınlıkta Pliyo-Kuvaterner örtü dikkate alınmamıştır.

Marmara-1 kuyusunda kesilen Üst Miyosen-Pliyosen istifi Armutlu yarımadasından tanımlanan (*Akartuna, 1968; Bargu ve Sakınç, 1993*) benzer yaştaki istiflere fasiyes olarak yakındır. Bu durum Marmara Denizi alanının Geç Miyosen ve Pliyosen'de büyük ölçüde karasal bir alan olduğunu göstermektedir.

Marmara Denizi alanında ilk tam denizel koşullar, Marmara Denizi kuzey sahillerinde ve İzmit Körfezi güneyinde, günümüz deniz seviyesinin 70 metreye kadar üstünde yüzeyleyen Pleistosen deniz taraçaları ile temsil edilir (*Eriñç, 1956; Sakınç ve Yaltırak, 1996*). Deniz taraçalarında bulunan lamelibranşlarda yapılan yaş tayinleri, taraçaların 210 bin ile 52 bin seneler arasında çökeldiklerini göstermiştir (*Yaltırak ve diğerleri, 2002*). Yukarıda irdelenen veriler Marmara havzalarındaki çökellerin çok büyük bir kesiminin karasal klastik sedimanlardan oluştuğuna işaret eder. Faylanma ile eşyaşlı, kısıtlı bir alanda çökelmiş, kalın istifler Marmara adası çukurlarının Pliyosen'de göller oluşturdıklarına işaret etmektedir.

Havzalardan elde edilen karotlardaki çökel fasiyesleri homojen yeşilimsi, koyu gri-siyah killi çamur ve değişik kalınlıklardaki (milimetreden birkaç santimetreye) ince-kumlu siltli seviyelerdir. Bu malzeme muhtemelen Marmara denizi çevresinde meydana gelen büyük depremler ($M > 7.0$) sırasında çökelen sismo-türbiditleri (*Okay ve Ergün, 2005; McHugh ve diğerleri, 2006*) temsil eder.

1.2.6. Sonuçlar

Marmara Denizi dört önemli tektonik birliğin bir araya geldiği jeolojik olarak çok karmaşık bir bölgede yer alır. Karadeniz ve Akdeniz'e göre çok daha genç bir deniz olan Marmara Denizi'nin oluşumu Miyosen-Pliyosen'de Kuzey Anadolu Fayı'nın bölgeye gelişi ile başlamıştır. Marmara Denizi Kuzey Anadolu Fayı'na bağlı olarak derinleşen üç büyük çukur ve bu çukurları kuşatan şelflerden meydana gelmiştir. Marmara Denizi'nin derin çukurları aynı zamanda kilometrelerce kalınlıkta Pliyo-Kuvaterner çökeller içerir. İlk defa MTA Sismik-1 gemisinin yaptığı çok kanallı sismik yansıma kesitleri ile ortaya çıkan bu durum Marmara Denizi çukurlarının aynı zamanda aktif olarak gelişen havzalar olduğunu gösterir. Marmara Denizi'nin çok dar olan kuzey şelfi Kuzey Anadolu Fayı hareketine bağlı olarak yükselmektedir.

Çok daha geniş olan güney shelf ise normal faylar ile şekillenmiştir. Marmara Adası, Kapıdağı gibi yükselimler aktif normal fayların taban bloklarını oluşturmaktadır.

Marmara Denizi'nde son 12 000 senede çökelen sedimanlar genellikle çamur, silt ve ince kumdur (örn. Çağatay ve diğerleri, 2000). Marmara Denizi havzalarından örneklenen sedimanlarda yapılan ağır mineral analiz sonuçları klastik malzemenin daha çok güneyden geldiğine işaret eder (Okay ve Ergün, 2005). Marmara-1 sondajının sonuçlarına ve bölgenin geçmişteki paleocoğrafyasına bakarak Miyosen-Pliyosen çökellerinin karasal nitelikli olduğu, muhtemelen göllerde çökeldikleri söylenebilir. Marmara Denizi'nin karada olduğu gibi ayrıntılı bir jeoloji haritası yapılması mümkün değildir. Buna karşın Marmara Denizi çevresinin jeolojisinden, eldeki sismik kesitlerden ve yapılan az sayıda sondajdan yola çıkarak Marmara Denizi'nin kabaca bir jeoloji haritası çizilebilir. Şekil 1.2.19'da gösterilen bu haritada kalınlığı 100 metreden az olan Pliyo-Kuvaterner örtü yok farz edilmiştir. Bu haritaya göre Marmara Denizi'nin ortasında geniş bir Pliyo-Kuvaterner istifi mevcuttur. Bu istifi her iki taraftan Miyosen ve temel kayaları sarar.

Katkı belirtme

Marmara Denizi'nin jeolojisi ile ilgili veriler büyük ölçüde MTA Sismik-1 gemisinin 1997-2000 yılları arasında Marmara Denizi'nde yaptığı sismik yansımaya çalışmaları ve alınan sismik hatların İTÜ Jeofizik Bölümü'nde işlenmesi ile elde edilmiştir. Bu çalışmalara katılan İsmail Kuşçu, Emin Demirbağ, Ayşe Kaşlılar, Hülya Kurt, Aysun Güncü ve Cener İmren'e teşekkür ederiz. Bu çalışmalar Naci Görür'ün başlattığı ulusal deniz jeolojisi ve jeofiziği programı kapsamında TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

A. I. Okay ve N. Okay

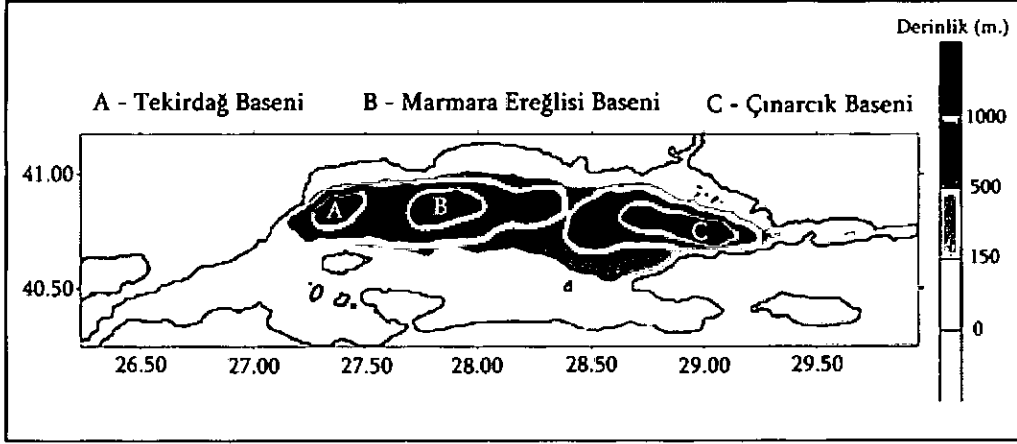
1.3. Marmara Denizi'nin Fiziksel Özellikleri

Marmara Denizi, Türkiye sınırı içinde, E:026°14'00"/N:41°41'00"-E:030°10'00"/N:40°00'00" koordinatları arasında yer alan bir içdenizdir. Aslında Marmara Denizi gerçek bir deniz olarak değil, Karadeniz ile Akdeniz arasında bağlantıyı sağlayan Boğazlar sistemi üzerindeki bir genişleme olarak görülmelidir. Marmara'nın hidrografik yapısı da, burasının bir **deniz**'den ziyade bir halic karakteri taşıdığını göstermektedir. Marmara Denizi'nin 50-75 m.'lik yüzey sularının sıcaklık ve tuzluluk açılarından Karadeniz'in özelliklerini yansıtan yüzey su kütlesi, termoklin tabakasının altında yer alan ve Akdeniz'in özelliklerini sergileyen derin su kütesinden çok farklıdır. Marmara Denizi'nde, normal denizlerde gözlenen ve dünyanın dönüşünden, yani **koriolis gücünden** kaynaklanan dairesel akıntılar yerine, doğu-batı doğrultusunda, Karadeniz'in fazlalık veren su bütçesinden kaynaklanan, düz bir yüzey akıntı sistemi ile, kıyısal topoğrafiden ve sürtünme direncinden doğan (**orkoz**) ters akıntılar bulunmaktadır. Binde 18-20 dolayında tuzluluğa sahip Karadeniz sularını Akdeniz'e doğru taşıyan bu yüzey akıntısının altında ise, Marmara ve Karadeniz'in tuz bütçesinin gereği olarak, batı-doğu doğrultusunda bir dip akıntısı yer almaktadır. Bu iki akıntı, özellikleri açısından birbirinden çok farklı iki su kütesini Marmara'ya getirerek burada iki denizin birbiri üzerinde yer almasına neden olmuşlardır. Düşey doğrultudaki bu iki deniz birbirinden, bu iki su kütesinin karışımından oluşan ve bu iki denizin karışımını büyük çapta engelleyen bir ara yüzey (**interface**) ile ayrılırlar. Marmara Denizi Türkiye'yi çevreleyen denizlerden her birisi gibi, diğer deniz havzalarından az veya çok izole olmuş durumdadır. Karadeniz ile Marmara Denizi arasındaki bağlantı, yatay düzlemde dar İstanbul Boğazı, dikey düzlemde ise, Boğazın her iki ucunda, 36 ve 46 m. derinlikte yer alan eşiklerle büyük çapta kısıtlanmıştır. Marmara Denizi ile Ege denizi arasında ise, dar ve sığ Çanakkale Boğazı söz konusu kısıtlanmayı oluşturmaktadır. Bu yapının daha iyi anlaşılabilmesi için, Marmara Denizi'nin oşinografik ve ekolojik yapısını yakından irdelemekte yarar vardır.

1.3.1. Marmara Denizi'nin Batimetri

Boğaziçi'nin Karadeniz ağzında bulunan ve sistemin oşinografik yapısına da büyük etkisi olan ve 46 m. derinlikteki eşik, Boğaziçi'nin Karadeniz baseninden ayrıldığı nokta olarak kabul edilmektedir. (Bkz. Harita 1.3.2.3.2.)

Boğaziçi'nin derinliği boğazın ortasından uzanan ana hat boyunca 30 m. ile 110 m. arasında değişir. En derin yeri (110 m.), Kandilli açıklığıdır. Boğaziçi'nde derinlikler 30-60 m. arasında değişmektedir. Bu ana eksenin iki yanında kalan alanlarda ise oldukça sığ bölümler mevcuttur. Hatta bu sığ bölümlerin kimi, Kızkulesi, Bebek, Kuruçeşme veya Dikilikaya gibi sığlıklarının üzerinde ada denilebilecek, su yüzeyinin üzerine çıkan oluşumlara rastlanır.



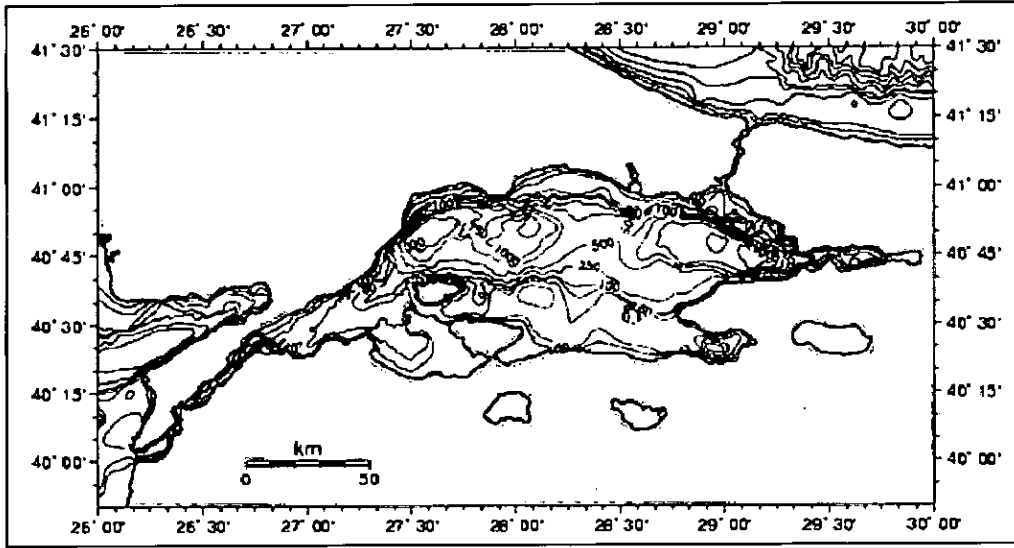
Harita 1.3.1.1. Marmara Denizi'nde bulunan basenler (Özbay, 2001.)

Boğaziçi'nin Karadeniz ağzından başlamak üzere, bu tip sığlıklar sırası ile; Rumelikavağı açıklığında, yaklaşık 180 m. uzunluğu ve 120 m. genişliği ile Dikilikaya, Bebek Koyu'nun merkezinde bulunan ve üzerinde Bebek Feneri'nin bulunduğu kaya. Güneye doğru diğer bir çıkıntı ise Defterdar Burnu'nun 880 m. kuzeyinde bulunan Kuruçeşme Feneri kayalığıdır. Bu bölgenin açıklığında ise Kuruçeşme adası bulunur. Güneyde yer alan son ada ise Salacak'ın yaklaşık 200 m. açıklığında bulunan Kızkulesi adasıdır. Bunların da içinde yer aldığı ve derinlikleri 30 m. nin altında olan sığlıklar ise, yine Boğaziçi'nin Karadeniz çıkışından başlamak üzere:

Poyrazköy'ün 700 m. açıklığına kadar uzanan Poyraz sığlığı, İncirköy'ün 480 m. açıklığına kadar uzanan İncirköy sığlığı, Büyükliman sığlığı, Karataş Burnu'ndan Garipçe Burnu'na doğru yay gibi kıvrılarak uzanır. Kıyıdan 250 m. mesafede sığlığın üstündeki su derinliği 3-5 m. arasında değişir, Macartabya sığlığı, Macartabya Burnu'nun kuzeydoğusuna doğru 400 m. mesafede, 270 m. uzunluk

ve 120 m. genişlikte, üzerindeki su derinliği yaklaşık 3.7-1.5 m. olan bir sığlıktır, Mezar Burnu'nun yaklaşık 120 m. açığına kadar uzanan Sarıyer sığlığı ile Büyükdere koyunun ortasında yer alan sığlık, Umuryeri'nde çakarların içini kaplayan, kimi yerinde derinliğin 2-2.5 m. kadar düştüğü Umuryeri sığlığıdır.

Yeniköy, diğer adıyla Koybaşı Sığlığı, İstinye Burnu ile Yeniköy Burnu boyunca uzanır. Yeniköy Burnu'ndan sonra kuzeybatıya doğru 350 m. kadar devam eder. Kıyıdan uzaklığı 100-250 m. arasında değişmektedir, Paşabahçe'nin 190 m. açığına kadar uzanan Paşabahçe sığlığı, Baltalimanı deresinin yaklaşık 140 m. açığına kadar uzanan Baltalimanı sığlığı, Göksu yada Anadoluhisarı önünde yer alan sığlık, Ortaköy Burnu'nun 80 m. açığına kadar uzanan sığlık, Salacak önlerinde 200 m. kadar açıkta etrafı kaya ve sığlıkla çevrili Kızkulesi bölgesi ki, söz konusu sığlık, Kızkulesi'nin doğusundaki sahile bağlantılıdır ve Sarayburnu açıklarındaki sığlığın üzerindeki su derinliği 1-10 m. arasında değişmektedir.



Harita 1.3.1.2.- Türk Boğazlar Sistemi batimetrisi (Beşiktepe, vd.)

Boğaziçi'nde akıntının yoğun bir şekilde topoğrafik fiziksel engellemeler ile karşılaştığı bölgelerde, ana eksenini Boğaziçi'nin ana eksenine paralel eliptik çukurluklara da rastlanmaktadır.

Akıntının daha düşük olduğu koy içi gibi bölgeler ise, yığılım sonucu biriken çamur sonucu, oldukça düz bir zemin yapısı oluşturmaktadır. Özellikle Çengelköy, Kuruçeşme ve Ortaköy önlerinde yer alan sediman, birikiminin bileşimindeki yoğun organik materyal (Detritus) dolayısı ile, İstanbul Kanalizasyon Projesinin bir sonucu olsa gerektir. Belki de ayrı bir yapı olarak ele alınması gereken ve Boğaziçi'nin bir parçası olarak nitelendirilen İstanbul Haliç'i kendine özgü yapısı ile, Karaköy ve Eminönü arasından başlamak üzere, Galata köprüsü inekinden itibaren değişken ve çok sığ yapısı ile tipik bir haliç özelliği sergilemektedir.

İstanbul Boğazı'nın güneyinde, Marmara Denizi çıkışında yer alan ve diğer bir kısıtlama unsuru olan 36 m. derinlikteki eşikten sonra, oldukça dar bir kıta sahanlığı bulunmakta ve dip yapısı Çınarcık çukurundan keskin bir eğim ile ayrılmaktadır. Marmara Denizi'nin taban topoğrafyasında, güney kıyısı boyunca uzanan 100 m. derinliğindeki geniş kıta sahanlığı bölgesi, bunun kuzeyinde doğu-batı yönünde uzanan derin üç çukur ve Hora feneri ile Karabiga burnu arasından çekilecek hattın batısındaki alanı kaplayan, ortalama 60 m. derinlikteki düz alan dikkat çekicidir.

Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın (KAF) batı bölümünün kuzey kolunu da barındıran bu üç adet derinliği 1100 m.'den fazla olan çukur, doğudan batıya sırası ile; Çınarcık çukuru (1238 m.), Marmara Ereğlisi çukuru (1390 m.) ve Tekirdağ çukurudur (1112 m.). (Harita 1.3.1.1.). Bu derin çukurları, yaklaşık 750m derinliği bulunan ve batıda 20 km., doğudaki ise 40 km. uzunluğunda olan iki eşik birbirinden ayırmaktadır. (Harita 1.3.1.2.)

Marmara Denizi'nin batısında, Çanakkale Boğazı doğu yönünde genişleyerek Marmara Denizi'nin sığ güney kıta sahanlığı'na açılmaktadır ve güney kesiminde 60 m. derinliğinde bir kanal doğu yönünde uzanmakta, buradan da taban eğimi ile eşleşerek Tekirdağ çukuru ile bir kanyon şeklinde birleşmektedir. Harita 1.3.1.2

Marmara Denizi'nden Çanakkale Boğazı'na doğru ilerledikçe derinlik giderek azalır ve 50-60 m. civarlarına düşer. Gelibolu'ya gelmeden, zaten sığ olan kuzey kıyısı, Doğanaslan sığlığını oluşturan kum bankı ile kendini gösterir.

Çanakkale Boğazı'nın derinliği Boğaziçi'ne göre daha fazladır. Çanakkale Boğazı'nın ortalama derinliği 70-90 m. arasında değişir. Çanakkale Boğazı'nda da Boğaziçi'nde olduğu gibi tabanda gelişigüzel dizilmiş, elips şekilli çukur-

luklar vardır ve bu çukurlukların büyük eksenleri Boğaz eksenine paralel durumdadır.

Marmara'dan Ege Denizi'ne kadar uzanan ve ortalama 50 m. derinlikte takip edilen kanal şeklindeki yapı Boğaz boyunca da gözlenmektedir. Çanakkale Boğazı'nın yüksek kıyılara sahip kesimlerinde, kıyından derinlere doğru iniş yar şeklinde ve oldukça dik eğimlidir (com). Çanakkale Boğazı'nın dip yapısında yer yer, düzgün olmayan keskin kaya sırtları ve engebeler yer almaktadır.

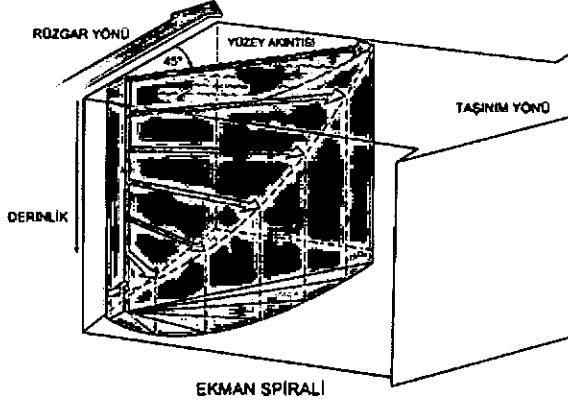
Çanakkale Boğazı'nın Marmara Denizi girişinde, Zincirbozan sığılıği açıklarında 60-70 m. derinliğe ulaşılır. Zincirbozan önlerinde kum bankları oluşmuştur ve bu sığ sahil kesimde derinlik 7 m.'ye kadar düşer. Ayrıca aynı sahil kesiminde Zincirbozan sığılığından güneye doğru inen ve Çardak - Lapsekî'ye kadar devam eden kıyı kesiminde kum bankı nedeniyle derinlik, Çardak açıklarında 3 m.'ye kadar düşmektedir. Gelibolu-Çardak arası derinlik 75 m.'ye kadar ulaşmaktadır. Ege Denizi'ne doğru derinlik giderek artar. Sütluçe açıklarında 78 m., Burhanlı önlerinde 94 m., Uzun Burun açıklarında 90 m., Nara Bumu önlerinde 102 m. ve 104 m., Kilitbahir önlerinde 106 m., İntepe Kumkale arası 70-80 m., Kumkale Burnu-Seddülbahir arasında 88 m. ve Ege Denizi çıkışında 50-60 m. derinliklere ulaşılmaktadır.

1.3.2. Marmara Denizinin Akıntı Sistemleri

Denizlerimizde, 1950'li yıllardan beri kirlenmenin büyük bir hızla ilerlediği en tehlikeli bölge Marmara Denizi olmuştur. Bu denizimizin bu kitapta da belirtildiği gibi, atıklarda seyrelmeyi ve doğal arınmayı sağlamaya yetecek ölçüde su alış-verişine sahip olmaması ve mevcut akıntı ve karışım hareketlerinin yanlış yorumlanması veya yanlış prezantasyonu ile, bu yanlışlara dayalı proje uygulamaları, Marmara Denizi'nin biyolojik alanının daha da büyük bir hızla daralmasına ve ekolojisinin zarar görmesine sebep olmuştur.

Sığ kıyısız bölgelerdeki akıntılar incelenirken, hareket halindeki su kütlelerinin deniz dibine sürtünmesi ve içersinde aktıkları kıtasal çanağın topoğrafik özelliklerini göz önünde tutmak gerekir. Bu nedenle ülkemizi çevreleyen Marmara Denizi ile Boğazlardaki, rüzgar kökenli akıntıların açık denizdekilerden olan farklılıkları üzerinde durmak gerekir.

İlk defa Ekman tarafından geliştirilmiş olan rüzgar kökenli akıntılar ile ilgili teoride, rüzgarların su kütlelerini sürüklemeye gücünün, suyun içsel karışım hareketlerinden oluşan sürtünmeler ile dengeye getirildiği ve koriolis gücü ile saptırıldığı ileri sürülmekte idi. (Şekil 1.3.2.1.)

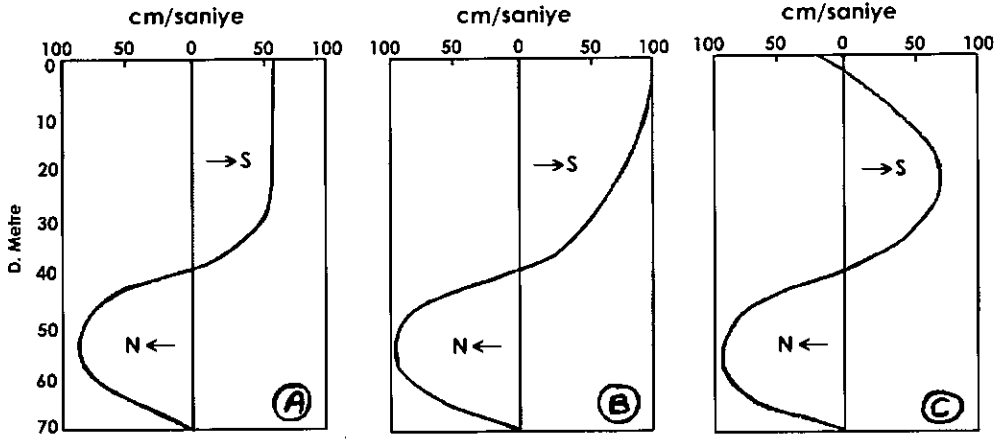


Şekil 1.3.2.1.- Ekman spiral modeli

Sığ olan kıyısal bölgelerde ve özellikle de sığ ve dar olan boğazlarda koriolis gücünün, gerek su kütlelerinin içersinde hareket ettiği kıtasal çanağa sürtünmesi, gerekse bu bölgelerdeki iç-karışım hareketleri ile meydana gelen göçlere oranla çok zayıf kalması nedeni ile, önemi kalmamaktadır. Böyle durumlarda rüzgarın oluşturduğu akıntı yönü rüzgar yönünün aynı ve hızı da rüzgar hızının belirli bir yüzdesi olarak gerçekleşir.

İstanbul ve Çanakkale Boğazlarında Karadeniz'deki su bütçesi fazlasının sonucu oluşan akıntılar, rüzgarsız ortamda 50cm/san. dolayındadır. Şayet bu rüzgarsız durumdaki akıntının aynı yönünde bir rüzgar esecek olursa, yüzeyde ve yüzeye yakın su kütlelerindeki akıntı hızlanacaktır. Buna karşın rüzgar yönü bu akıntının aksi yönünde ise, bunun etkisi yüzeydeki ve yüzeye yakın su kütlelerindeki akıntının yavaşlaması şeklinde gözlenecektir.

Şekil 1.3.2.2. de Boğaziçi'nde doğru (N→S) ve ters yöndeki (S→N) rüzgarların düşey akıntı kesitlerindeki etkisi verilmiştir. Yarı kapalı denizlerde rüzgarların deniz yüzeyinde oluşturduğu eğimler, rüzgarların sürüklemeye etkisine oranla çok daha belirgin ve özelliklerin dağılımı açısından da çok daha önemli olmaktadır.



Şekil 1.3.2.2.- Değişik yönde esen rüzgarların Boğaziçi akıntılarına düşey etkileri.

Aynı derinliğe sahip bir deniz bölgesi üzerinde esen sürekli bir rüzgar, su yüzeyinde belirli bir eğim oluşturur. Bu durumda rüzgarın başlangıç noktasında yüzey seviyesi alçalır. Buna karşın diğer uçta (kıyıda) su seviyesi yükselir.

Şayet bu havzanın derinliği her yerde sabit ise, bu eğimin derecesi de sabit ve denizin rüzgarın esiş yönünün iki ucundaki bu alçalma ve yükselmelerin miktarı, havzanın yatay boyutlarına bağlı olarak gelişir.

Başka bir deyişle, "Havzanın yatay boyu ne kadar büyükse, su kütlelerinin yer değiştirme oranı da o kadar büyük olur". Gözlemlerin de desteklediği teorik bulgulara göre, rüzgar kökenli su hareketlerinde geçerli iki özellik daha ortaya çıkmaktadır.

1- Eğimin miktarı suyun derinliğine bağlıdır ve suyun derinliği ile ters orantılıdır. Yani, eğimler sığ sularda derin sulara oranla daha diktirler.

2- Eğimler rüzgar hızının karesi ile orantılı olarak meydana gelmektedir. Yani rüzgar ne kadar şiddetli ise, eğim de o oranda fazlalaşır.

Bu ilişkileri şu denklem ile ifade edebiliriz:

$$\text{Yüzey eğilimi} = \frac{1}{\text{Derinlik}} \times \text{katsayı} \times \text{Rüzgar hızı}^2$$

Bu denklemde yer alan katsayı, bir yandan kullanılan ölçü birimine, diğer taraftan rüzgar hızının ölçülmesinde kullanılan orantıya bağlıdır.

Bu denklemin belirlediği ölçülere göre, denizin derinliği arttıkça rüzgar kökenli eğim miktarı da azalacaktır. Bunun sonucu olarak sığ deniz bölgelerinde eğim, derin deniz bölgelerine oranla çok daha yüksek olacaktır.

$$[\text{Eğim (cm/km)}] = \frac{1}{\text{Derinlik}} \times 4.8 \times 10^{-2} \times (\text{R. hızı m/san})^2$$

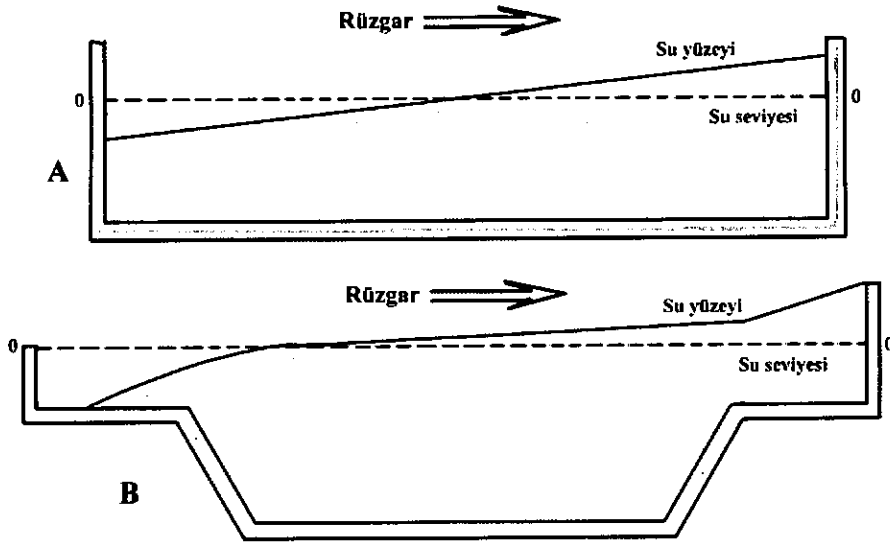
Tablo 1.3.2.1. de değişik rüzgar hızları ve belirli derinlikler için geçerli, yaklaşık eğim miktarları verilmiştir.

Derinlikler: Metre:	R ü z g a r H ı z ı m/san.				
	1	5	10	15	20
1	0.048000	1.2000	4.8000	10.8000	19.2000
10	0.004800	0.1200	0.4800	1.0800	1.9200
100	0.000480	0.0120	0.0480	0.1080	0.1920
1000	0.000048	0.0012	0.0048	0.0108	0.0192

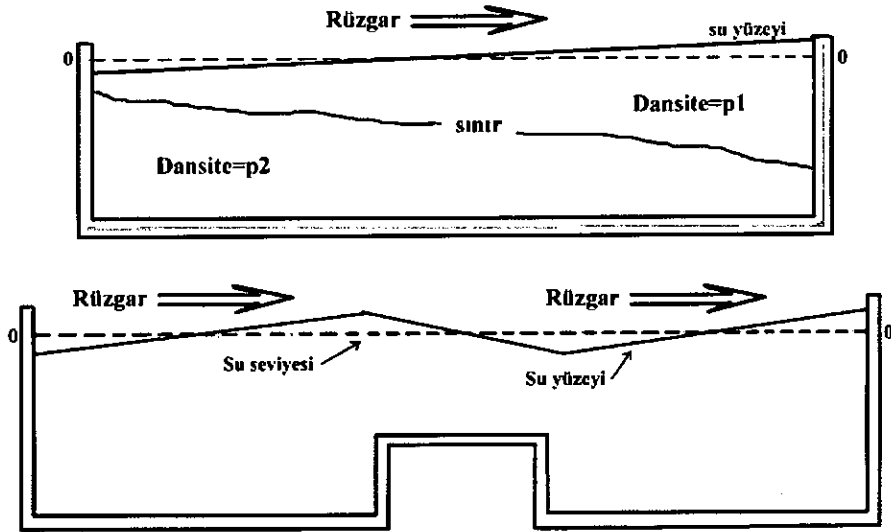
Tablo 1.3.2.1.- Rüzgar hızı ve Derinliğe göre cm/km cinsinden hesaplanmış eğim değerleri.

Bu tabloda yer alan değerlerden de anlaşılacağı gibi, Marmara Denizi'nde derinliğin 1000 m.'den fazla oluşu nedeni ile, yatay düzlemdeki seviye farkı 10 cm. dolayında olacaktır.

Buraya kadar olan açıklamalarda su derinliğinin tüm havza için eşit olduğu varsayılmıştır. Bununla birlikte zemin yapıları bu varsayıma uymayan, değişik batimetrik yapıdaki denizlerdeki eğimleri de hesaplamak olasıdır.



Şekil 1.3.2.3.- A. Derin bölgelerde rüzgar kökenli eğim
B. Sığ bölgelerin yüzey eğimine etkisi



Şekil 1.3.2.4.- Boğaziçi'nde rüzgar kökenli seviye farkı oluşumu.

Sıgılık faktörünün eğim üzerindeki etkisi bilindiğine göre, bir denizin sıgı bölgelerinin genişlik ve derinliklerinin de göz önüne alınması gerekir. Şekil 1.3.2.3. de rüzgar etkisi ile oluşan eğime, denizin sıgı bölgelerinin ne şekilde etki yaptığı şematize edilmiştir.

Bu eğimlerin İstanbul ve Çanakkale Boğazları'ndaki akıntıların oluşumu ve buralarda suyun fiziksel ve kimyasal yapısı üzerindeki etkileri büyük önem taşır. İstanbul ve Çanakkale Boğazları'ndaki akıntıların bu Boğazların iki ucundaki seviye farklarından meydana geldiğini biliyoruz. Bu seviye farkları Karadeniz'e dökülen akarsuların (runoff) miktarına göre mevsimsel olarak değişime uğrarsa da, ortalama olarak 10 cm. dolayında olduğu kabul edilmektedir.

Buna karşın rüzgar etkisi ile meydana gelen seviye farkları bu normal seviye farkının çok üzerine çıktığından, Boğazlardaki akıntı yön ve hızları bu olayın etkisinde gelişmektedir. Karadeniz ve Marmara arasındaki bağlantıyı oluşturan Boğaziçi'ndeki durum Şekil 1.3.2.4. de şematize edilmiştir. Bu sistem üzerinde bir rüzgar esecek olursa, su kütlesi Boğaziçi'nde yükselirken, rüzgarın geldiği uca alçalacaktır.

Normal iklimsel rüzgarlar belirli bir yön ve hıza sahip akıntılar oluştururlar. Buna karşın rüzgar hızının değişmesi ve özellikle fırtınalar, eğimin yükselmesinde etkili olarak, akıntı hızının da değişimine yol açarlar.

Bu bölgede rüzgarların yön değiştirmesi, özellikle güney rüzgarlarının esmesi, Boğaziçi'ndeki akıntının yavaşlamasına, durdurulmasına ve hatta yön değiştirmesine yol açar.

Bunun sonucu olarak da, bu olayın etkisi altında kalan su kütlelerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinde, zaman zaman bölgenin ekolojisini de büyük çapta etkileyebilen değişimler söz konusu olmaktadır.

Bu değişimlerin başında Boğaz içindeki iki tabakalı hidrografik tablonun değişmesi ve yüzeyden dibe kadar tekdüze bir su kütlelerinin oluşumu gelmektedir. Kış döneminde, normal şartlarda sıcak olan (14°C) bu sular da barınan pek çok balık türünün eğimin artması ve bunun sonucu olarak Boğaziçi'nin tümü ile soğuk (+5°C dolayında) sular ile dolması ile kütle halinde ölmesine neden olabilmektedir. (Kırgın olayı).

1.3.2.1. Yüzey Akıntıları

Boğazlarda ve Marmara Denizi'nin genelinde yüzey akıntıları, Karadeniz Ege Denizi doğrultusunda taşıdığı su kültesi ile, saniyede ortalama 11400 m³ olarak, kuzeydoğu-güneybatı yönünde akmaktadır.

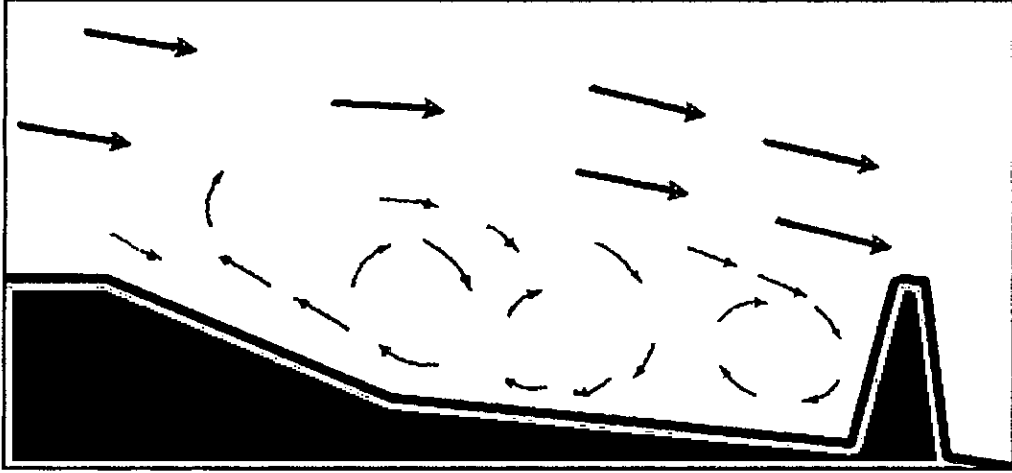
Yüzey akıları ve her iki yönde de etkili olan türbülanslı girişim nedeniyle sürekli olarak değişime uğrarlarsa da değişimin en hızlı olduğu yerler, Boğazların hidrolik kontrol sonrası bölgeleri (İstanbul Boğazı güneyi ve Karadeniz eşiği kuzeyi, Çanakkale Boğazı'nda Nara Burnu batısı) ile komşu denizlere bağlandıkları çıkış bölgeleridir (*Ünlüata ve diğ., 1991*).

Karadeniz kökenli düşük tuzluluk ve dolayısı ile düşük yoğunluktaki sular Yüzeyde yer alan ana akıntıyı oluşturarak, Boğazın kuzey ağzında Garipçe Burnu'nda 0,5-1 mil süratle Boğazın batı sahiline vurur ve bu nokta ile karşı sahildeki Poyraz Burnu arasında Boğazın bütün genişliğini kaplar. Fil Burnu ile Rumeli Kavağı arasında akıntının eksenini, kuzeybatı sahiline doğru yaklaşır ve nispeten daralan Boğaziçi'nin morfolojisi dolayısı ile biraz da hızlanarak 1 mil'in üzerine çıkar. Daha sonra 1,5-2 mil hızla güneybatıya yönelerek Kavak Burnu'na çarpar.

Macartabya civarından, Selviburnu'na kadar, akıntının eksenini doğu kıyısına daha yakın ve hızı 1-1,5 mil arasındadır. Yüzey akıntısının batı sınırı Mesar Burnu'nda kuzeybatı tarafına çarpar. Büyükdere Koyu'na girmeden, Kireçburnu'na doğru yönelerek, Umuryeri sığılıkları üzerinden güneydoğu yönünde devam eder.

Selvi Burnu ile Tarabya arasında iki sahil arasına yayılan akıntının hızı bu bölgede 1-1,5 mil arasındadır. Biraz daha güneye doğru ilerledikçe Anadolu sahiline yaklaşarak Yeniköy Burnu civarındaki, üzerinde Yeniköy fenerinin bulunduğu sığlık civarında sahile çarpar. İstinye Koyu'nun güneyinde, yine daralan Boğaziçi morfolojisi etkisi ile Anadolu Hisarı yakınında 2-3 mil süratle ulaşarak ve tekrar tüm Boğaz genişliği boyunca ilerleyip Kandilli Burnu'nun doğu sahilini yalayarak yoluna devam eder ve Avrupa kıyılarına sokulmadan, Anadolu kıyılarına yakın olarak ve hızlanarak, 3-4 mil süratle Akıntı Burnu'na kadar devam eder. Akıntı Burnu'nda, Rumeli sahiline yönelen akıntı, Defterdar ile Çengelköy arasında en yüksek hızla aktığı bölgeyi oluşturur. Beylerbeyi Sarayı önlerinde akıntının hızı 4-5 mil'e kadar çıkar. Yüzey akıntısı devamın-

da, Üsküdar Sahili boyunca sürerek, Sarayburnu yönünde Marmara Denizi'ne kavuşur. Bu bölgedeki ana akıntının hızı, Vaniköy'den Kızkulesi'ne kadar 3-4 mil civarındadır. Kızkulesi'nin güneyinde ise biraz yavaşlayarak 2-3 mile düşer. Bunun sebebi, ana akıntının Sarayburnu'na çarparak hızının kesilmesi, bir kısım suların Haliç'e ve Tophane'ye doğru yönelmesidir.



Sekil 1.3.2.1.1. Fiziksel bir engelle karşılaşan doğrusal akıntının yön değiştirmesi.

Boğaziçi'ni terk eden yüzey suları Marmara Denizi'ne aynen el bileğinin Boğaziçi olduğu açık bir elin parmakları yönünde açılım ve dağılım gösterirler. Akıntının ana bölümünün önce güneye ilerleyerek, daha sonra Bozburun Yarımadası'na çarpıp batıya döndüğü bilinmektedir. Akıntının diğer bölümü doğrusal olarak İmralı yönünde ilerleyerek, Gemlik ve Bandırma Körfezleri arasındaki alana yönelir. Baş parmak yönünde ilerleyen bir kısım sular Adalar'ı çevreleyerek İzmit körfezi yönünde, diğer ve yüzük parmağı ile küçük parmak ile sembolize edilebilecek bölümü de batı yönünde akmaya devam ederler. Güneye ve batı yönünde ilerleyen akıntı, Marmara Denizi'nin orta kesimlerinde yeniden birbirleri ile kavuşarak, Marmara Adalarını sarmalayıp ve bu fiziksel engeller vasıtası ile kollara ayrılarak "kanalı" oluşturup batı yönünde ilerlemeye devam ederler. Bu kollardan kuzeyde, Dağlaraltı (Tekirdağ-Gaziköy arası) bölümünde olan kol, normal şartlarda ortalama 1-1.5 mil ile en kuvvetli akan bölümdür. Marmara Adaları'ndan sonra Anadolu sahiline daha yakın olarak

devam eden ve tek bir kola düşen (kanal) akıntı doğrusal olarak Çanakkale Boğazı'na ulaşır. Daralan jeomorfolojik yapı dolayısı ile oluşan ve Karadeniz ile Ege Denizi arasındaki seviye farkının devamı olan Çanakkale Boğazı'nın Marmara Denizi çıkışı ile, Ege Denizi çıkışı arasında 25-35 cm. civarında bir düzey farkı mevcuttur.

Çanakkale Boğazı'ndaki yüzey akıntıları İstanbul Boğazı'na nazaran daha düzenlidir. Nara'ya kadar olan bölgede akıntının genel hızı 1.5-2 mil dolayındadır. Nara'dan sonra ise, akıntı yaklaşık bir kat daha hızlı akar. Gelibolu önlerinde 2 mil, Nara önlerinde 4 mil, Kilitbahir önlerinde zaman zaman 4 mil hıza ulaşan akıntı, Boğaz çıkışında Ege denizine kavuşur.



**Yanlış ve plansız bir mahmuz uygulamasının sonucu
(Tekirdağ-Şarköy SSK Sitesi)**

Boğazlar ve Marmara Denizi'nde doğrusal yönlü akıntıların yanı sıra, söz konusu doğrusal akıntının fiziksel bir engelle çarpmasından dolayı oluşan ters akıntılar da bulunmaktadır. Özellikle kıyı kesimlerde karanın oluşturduğu çı-

kıntılarda akıntının bu fiziksel engelle karşılaştığında tam ters yönde kıvrımlar yaparak kıyı boyunca ve yine fiziksel engellerin yapısına bağlı olarak, bir süre ters yönde ilerlediği ve tekrar ana akıntı yönüne katıldığı gözlemlenebilmektedir. Bunun en tipik örnekleri dar bir fiziksel alanda akıntının gerçekleştiği Boğazlarda ve Marmara Denizi'ndeki koylarda gözlenmektedir. Sekil 1.3.2.1.1. de bu durum çizim ile şematize edilmiştir.

Bu sebeple Boğaziçi'nde Karadeniz-Marmara Denizi yönündeki doğrusal yüzey akıntısının yanı sıra, Boğaziçi'nin jeomorfolojisinden kaynaklanan ters akıntılar da mevcuttur. Özellikle kıyılarda yapılan, deniz ile irtibatlı iskele, liman, barınaklar, özellikle de yanlış ve çok sakıncalı bir uygulama olarak yaygın bir şekilde gerçekleştirilen ve kıyı kazanımını amaçlayan mahmuzların inşasında, bu unsurların göz önüne alınması gereklidir.

Marmara Denizi'nde sıkça rastlanan ve sadece basit mühendislik verileri ile inşa edilen bu mahmuzların Marmara denizinin kendine özgü akıntı sistemleri dolayısı ile, faydadan çok zarar sağladığı sıklıkla izlenebilmektedir.

1.3.2.2. Derinlik Akıntıları

Marmara Denizi'nde bulunan Karadeniz ve Ege Denizi kaynaklı sular yaklaşık olarak 25 m. derinlikte yer alan bir ara yüzey (interface) ile birbirinden ayrılmıştır.

Üst tabaka suları yaklaşık 230 km^3 hacme sahiptir ve Karadeniz'in su bütçesine bağlı olarak 4-5 ayda bir yenilenir. Alt tabaka suları ise yaklaşık 3378 km^3 hacme sahiptir ve 6-7 yılda bir yenilenir. Marmara Denizi'ndeki derinlik akıntıları yoğunluğun bir fonksiyonudur. Akdeniz kökenli ağır sular Çanakkale Boğazı'ndan Marmara Denizi'ne girerek yoğunlukları dolayısı ile uygun yoğunluk seviyeleri boyunca derinlere çöker.

Belirli seviyelerde yoğunluklarına bağlı olarak tabakalaşan dip suları, çukurları doldurduktan sonra, üst seviyelerinin oransal farkı dolayısı ile tek kaçış noktası olan Boğaziçi'ne yönelirler. Boğaziçi girişi ve boyunca yoğun bir şekilde karışıma uğrayan dip akıntısı, mevsimsel şartlara bağlı olarak az bir bölümü ile Karadeniz ile buluşur. Bu karışımın ve Boğaziçi'ndeki akıntı sisteminin anlaşılabilmesi için Boğaziçi akıntı sistemine yakından bakmakta yarar vardır.

1.3.2.3. Boğaziçi Akıntıları

Boğaziçi ve daha geniş anlamda Akdeniz'i Karadeniz'e bağlayan dar geçitler silsilesi, hidrografik ve oşinografik bakımdan dünyanın en özel yerlerinden biridir. Oşinografide, denizlerin $100.000/2$ kadar tuzluluk farkları büyük bir özen ile etüt edilir ve bunlardan bazı bilimsel sonuçlar çıkarılmağa çalışılırken, Boğaziçi'nde tuzluluk bakımından birbirinden çok büyük farklar gösteren su kütleleri, bir ve aynı yerde, sadece farklı derinliklerde, aynı zamanda bulunabilmektedir.

Genel olarak deniz yüzeyinden derinlere inildikçe tuzluluğun ve dolayısı ile yoğunluğun arttığı bilinmekte ise de, Boğaziçi'ndeki abartılı durum, kendine özel bir yapı oluşturmaktadır.

Yüzey suları ile, örneğin 1000 m. derinlikteki sular arasında tuzluluk farkları, Atlantik'te $10.000/1,2$ mertebesinde iken Boğaziçi ve Marmara'da 30-40 metreye, hatta belirli mevsimlerde 15 metreye inilir inilmez tuzluluk oranı Sal‰17 den Sal‰35 e yükselmektedir.

Boğazdaki su hareketlerini incelerken, ilk önce burada alt alta veya üst üste ve aksi istikametlere doğru akan iki akıntının mevcudiyetini ortaya koymak ve bunları bir yatakta akan iki nehre benzetmek yerinde olacaktır.

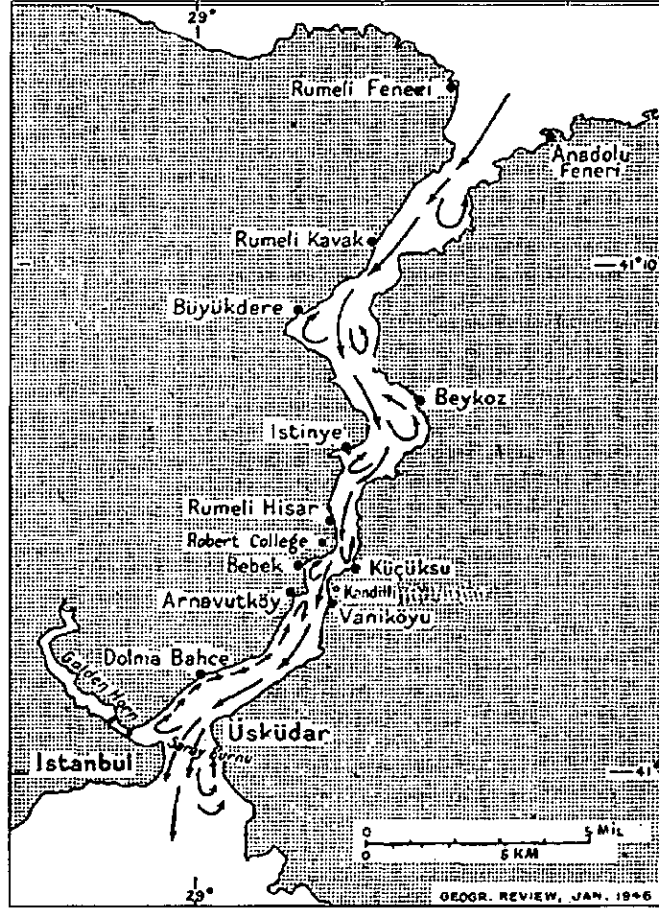
Gerçekten de Boğaziçi'nde yüzeyde Karadeniz'den Marmara yönüne doğru akan, bilinen ve herkesin izleyebildiği akıntının altında (Harita 1.3.2.3.1.), Marmara'dan Karadeniz yönüne doğru akmakta olan ikinci bir akıntı daha bulunmaktadır. Bu ikinci akıntının asıl kaynağı Akdeniz'dir.

Buna göre, yüzeydeki su nasıl tamamen Karadeniz karakteri gösterirse, aynı şekilde dipteki su da Akdeniz kaynaklı olduğunu gerek tuzluluğu, gerekse sıcaklığı ile ortaya koymaktadır. Bu iki su türü arasında ise, karışımdan oluşan bir ara tabaka, ara yüzey bulunmaktadır.

Dipteki Akdeniz kaynaklı su, Çanakkale Boğazı yolu ile ilk önce Marmara Denizi'ne girerek Marmara'nın derinliklerini doldurmakta ve fırsat buldukça Boğaziçi çukuruna yani kanala girerek Karadeniz'e doğru yoluna devam etmektedir.

Bu konuda yapılan araştırmalara geçmeden önce, Karadeniz ve Akdeniz kaynaklı sulardan ne anlaşıldığını kısaca tarif etmek yerinde olacaktır.

Harita 1.3.2.3.1.-
İstanbul Boğazı ve
yüzey akıntıları



Karadeniz suyunun tuzluluğu düşük ve Sal‰17-18 arasında iken, Akdeniz suları bunun iki mislinden daha fazla bir tuzluluk göstermektedir. Birim olarak belirtmek gerekirse, Akdeniz sularının tuzluluğunun Sal‰38'den yukarı olduğu söylenebilir. Karadeniz kaynaklı suyun tuzluluğunun düşük olmasındaki en büyük sebep, bu denize senelik su girişinin, yani nehirler ve yağmurlarla gelen suların, senelik buharlaşma miktarından çok daha fazla olması ve diğer büyük denizlerle olan ilişkisinin "dar geçitler sistemi" ile kısıtlanmış olması ile izah edilebilir. Yoksa, hemen hemen bütün dünya denizlerinde tuzluluk dereceleri eşit olduğu gibi, Karadeniz'de de böyle bir fark oluşamayacaktı.

Gerçekten de nehirlerini Karadeniz'e akıtan kara parçaları ile reel olarak Karadeniz'e yağış yolu ile giren su miktarları, diğer denizlere oranla bir fazlalık göstermekte, buna karşı aynı bölgede buharlaşma yolu ile oluşan su kaybının azlığı sebebi ile, bu sular Karadeniz'e belirli bir seviye yüksekliği kazandırmaktadırlar. Görülmektedir ki, adı geçen dar geçitler sisteminde ve özellikle Boğaziçi'nde aynı zamanda alt alta veya üst üste bulunan sular, tuzluluk ve yoğunluk bakımından birbirlerinden abartılı şekillerde farklıdırlar. Boğazdaki çift akıntının mevcudiyeti, Boğaziçi halkı ve bilhassa balıkçıları tarafından çok eski zamanlardan beri bilinmekte ve hatta dibe yakın noktalara atılan ağlar ve çavalyeler yardımı ile, yüzeydeki teknelerin yüzey akıntısının aksi yönüne doğru yönlendirildikleri rivayet edilmektedir.

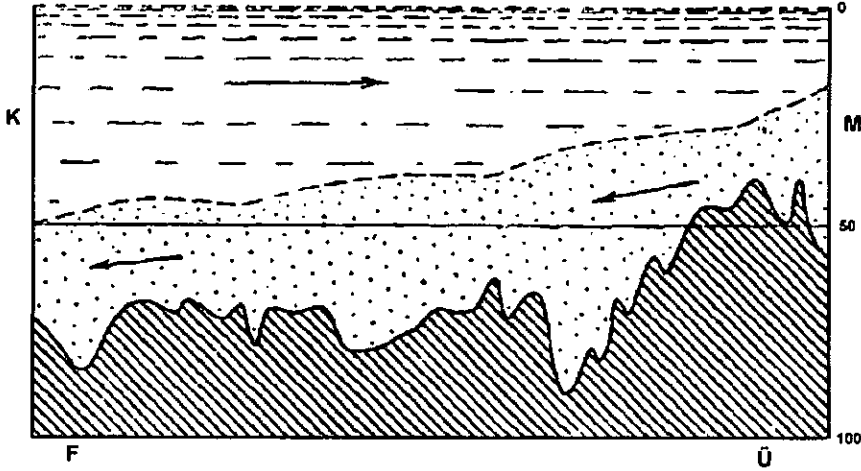
Bu konuda bilimsel diye vasıflandırılacak araştırmaların tarihi çok gerilere gidememekte ve ilk araştırmaların, Osmanlı Hükümetinin daveti üzerine İngilizler tarafından 19. yy. sonlarına doğru yapıldığı bilinmektedir.

İngiliz Bahriye Nezareti tarafından yaptırılan bu ilk etütlerin amacını denizcilik ve seyrüsefer emniyeti oluşturmaktaydı. Bizi asıl ilgilendiren araştırmalar arasında en eskisi MAKAROV'un yaptığı gözlemlerdir.

1880-81 senelerinde Makarov, Karadeniz ve Akdeniz arasındaki su değişimini etüt etmiş ve bu konu üzerine bir teori meydana getirmişti. 1917-18 senelerinde bir Alman gözlemcisi olan Alfred Merz, Boğazda ve Karadeniz'de esaslı araştırmalar yapmıştır.

1925 de Merz ölünce arkadaşı Lotte Möller bu tetkiklerde elde edilen neticeleri kullanarak konuyu incelemiş ve MERZ-MÖLLER Hipotezi adı ile anılan bir hipotez meydana getirmiştir. Bu hipoteze göre, yüzey akıntılarının sebebi basit ve Karadeniz'deki seviye yüksekliğinin doğal bir neticesi olarak izah edilmektedir.

Yüzey-altı veya dip akıntılarına gelince: Merz-Möller teorisinde bu akıntıya sebep olarak Boğaziçi dip yapısının Sarayburnu'ndan Karadeniz'e doğru meyilli olması gösterilmekte ve yüzey-altı akıntılarının bu doğal eğimi takip eden diğer basit bir akıntı olduğu ileri sürülmektedir. Geçekten de, şekilde görüleceği gibi (Şekil 1.3.2.3.1) Sarayburnu ile Fenerler (Boğazın Kuzeyindeki Rumeli ve Anadolu Fenerleri) arasında böyle bir eğim bulunmaktadır ve Marmara'nın dip suları Sarayburnu ile Selimiye arasındaki yaklaşık 36 m. olan sığ eşiği geçtikten sonra, karşısında önemli engeller bulmadan Fenerlere kadar ulaşabilmektedir.



Şekil 1.3.2.3.1.- Boğaziçi'nin boyuna kesiti

(Noktalarla gösterilen Akdeniz kaynaklı su, çizgilerle gösterilen kısım ise Karadeniz suyunu temsil etmektedir).

Bu dip suların Fenerlere kadar ulaşması, bunların sonrasında Karadeniz'e kadar girdiği anlamına gelmemelidir. Zira Fenerler önünde 70 m. derinlikte bulunan Akdeniz kaynaklı suların Karadeniz çukuruna ulaşabilmeleri için ULLYOTT-ILGAZ'ın "Eşik" tabiri ettikleri, Boğaziçi'nin Kuzey ucunda İstanbul Boğazi'ni Karadeniz'e bağlayan sığılığı aşabilmesi gerekmektedir. Harita 1.3.2.3.2.'de görüldüğü gibi bu eşik derinliği 46 m.'yi geçmemekte ve dolayısı ile Fenerler önünde 70 m. derinlikte bulunan Akdeniz kaynaklı sular pratikte orada kalmağa mahkum bulunmakta ve daha ileriye gidememektedir.

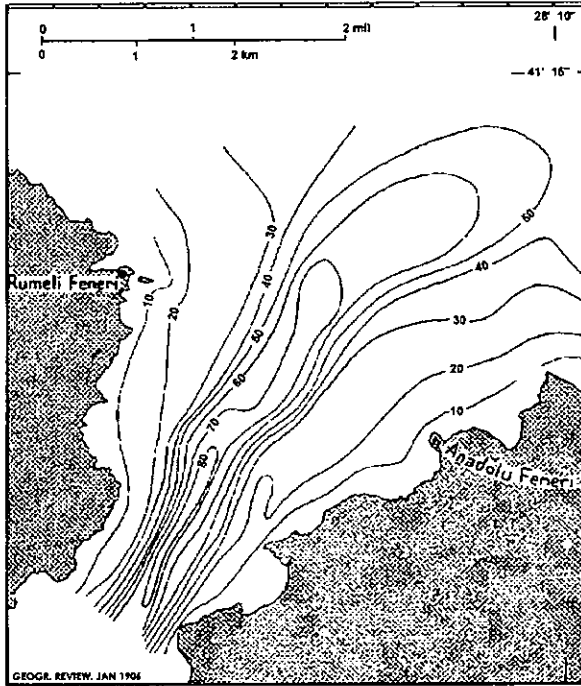
ULLYOTT-ILGAZ bu noktadan hareket ederek bu dip sularının Karadeniz'e ulaşamadığını ve dip akıntılarının esas kısmının üst sularla geri dönerek Marmara yüzey sularına karıştığını ileri sürmüşler ve yeni bir hipotez meydana getirmişlerdir. Bu hipoteze göre Sarayburnu'ndan Boğaz çukuruna veya kanalına giren dip suları, Fenerlere ulaşmaya kadar kat ettiği yol boyunca aksi istikamette akan üst akıntılarla temas etmekte, onlarla karışmakta ve dolayısı ile yüzey akıntısının tuzluluğunun artmasına sebep olmaktadır.

Bu sebeple, Fenerler önünde yüzey suyunun tuzluluğu Sal%18 civarında bulunduğu zamanlar Sarayburnu'ndaki yüzey sularının tuzluluğunun Sal%19'u önemli derecede aştığı gözlenmiştir ki, bu durum Sarayburnu'ndaki

yüzey suyunun hiç olmazsa %10 kadarının, Boğaziçi diplerinden gelen su olduğunu göstermektedir.

İşte ULLYOTT-ILGAZ bu ve buna benzer destekleyici olguları bir araya getirerek Boğaziçi'ndeki dip suların gerçekte Karadeniz'e kadar ilerleyemediği tezini ısrarla müdafaa etmişlerdir. Şekil 1.3.2.3.2.'de ULLYOTT-ILGAZ'ın bahsettiği Eşikle birlikte Boğazın uzunluğuna kesiti görülmekte ve dipte kuzeye doğru giden suların üst akıntılarla karışarak nasıl geri döndüğü gösterilmektedir. Bu şekilde Sarayburnu'ndan Fenerler ve Eşik'e kadar devam eden ve kesik çizgi halinde görülen eğimli hat, üst akıntılarla alt akıntının hududunu göstermektedir ki, bu Sal%27 tuzluluk derecesine karşılık gelen ve yarı yarıya Akdeniz'le Karadeniz menşeli sulardan meydana gelen bir su kütesini temsil etmektedir. Bu karakterdeki suyun set veya Eşiğin Boğaziçi tarafında 50 m.'den daha derine düştüğü belirgin şekilde izlenebilmektedir.

ULLYOTT-ILGAZ, bahsettikleri bu karışım hattının senenin hangi aylarına ait olduğunu belirtmemişlerdir. Senenin muhtelif ay ve mevsimlerinde bu yarı-karışım hattının yükselip alçalmalar yapmaması olanaklı değildir.

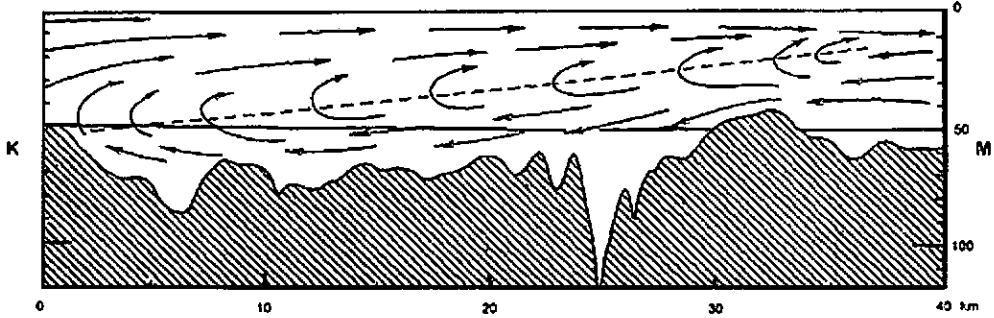


Harita 1.3.2.3.2.- Fenerler dışındaki "Kuzey Eşiği, (Darkot).

Gerçekte Sarayburnu önlerinden Boğaz çukuruna giren yoğun dip sularının miktarı da her mevsim aynı değildir. Şekil 1.3.2.3.3.'de gösterilen grafikte Marmara Denizi'nde, tuzluluğu Sal‰30 dan fazla olan su kütlelerinin sene boyunca yüzeyden itibaren ne derinlikte bulunduğu saptanmıştır.

Bu grafikten anlaşılacağı üzere, Haziranda tuzluluğu Sal‰30 dan fazla olan suyun derinliği 30 m.'yi aşmakta ve dolayısıyla Sarayburnu-Selimiye arası sığlığından Boğaz çukuruna girebilecek yoğun suyun tabaka kalınlığı ise, 5-10 m.'yi pek geçmemektedir. Buna karşın Eylül-Aralık aylarında tuzluluğu binde otuzdan fazla olan suyun yüzeyden itibaren derinliği 15 m. civarında olduğu için, bu devrede Boğaziçi'ne giren yoğun suyun tabaka kalınlığı 20-25 metreyi bulacaktır.

Doğal olarak bu tarif edilen iki ekstrem hallerde Boğaziçi'ne giren dip sularının miktarının aynı olduğu iddia edilemez. İkinci halde, yüzeyin 15 m. altından Boğaz kanalına dahil olan su Kanlıca önünde ancak 25 m. kadar bir irtifa kaybedecek ve Fenerler önünde aynı su 35 m. derinlikte bulunabilecektir.



Şekil 1.3.2.3.2.- Kuzey Eşiği ile birlikte Boğaziçi'nin boyuna kesiti ve sulardaki geri dönme durumu (upwelling).

Bunun sonucu olarak, sadece bazı mevsimlerde ve kısıtlı bir zaman aralığında dip akıntılarının Karadeniz'e ulaşabilecekleri, ancak sürekli bir akıntının söz konusu olmadığı ortaya çıkmaktadır.

Esasen Karadeniz'le Akdeniz arasında su alış verişi bakımından olduğu gibi tuzluluk alış verişi bakımından da bir dinamik denge halinin mevcut olduğu kabul edilirse, dip akıntılarının Karadeniz'e hiç girmemesi halinin de olamaya-

cağı meydana çıkar. ULLYOT-ILGAZ'DAN önceki araştırmacılar, Boğaziçi'ndeki yüzey sularının hızını $12600\text{m}^3/\text{sn}$, dip akıntılarını ise $6100\text{m}^3/\text{sn}$ olarak hesaplamışlardır ki, bu Karadeniz'in saniyede 6400m^3 fazladan su kaybettiğini göstermektedir.

Su toplanma fazlasının yaklaşık $6400\text{ m}^3/\text{sn}$ bir akıntı verebileceği diğer yollarla da hesap edilmiş olduğuna göre, bu rakamı kabul etmekte bir hata yoktur. Bu miktar su kaybı aynı şekilde saniyede 128 ton kadar tuz kaybına da karşılık geldiğine göre bu tuz miktarının nereden yenilendiği sorulabilir. Nehirler ve yağmurlar gibi tatlı sulardan oluşan bu su fazlası, Karadeniz'e tatlı su olarak girmekte ve Karadeniz'i, Boğazlar yoluyla terk ederken, (yaklaşık) Sal%0.17 kadar bir tuzluluk ihtiva etmektedir.

Eğer Boğaziçi yoluyla dipten çok fazla tuzluluktaki sular Karadeniz'e giremiyorsa, saniyede 128 ton tuz kaybı hesabına göre, Karadeniz'in 2500 yılda hemen hemen tatlı su denizi haline gelmesi kaçınılmaz olacaktır.

Boğazın bu günkü tarzda oluşumu en aşağı 25 bin senelik bir geçmişe sahip olduğuna göre Karadeniz'le Akdeniz arasında dinamik bir denge halinin artık oluşmuş olmasını kabulde hata yoktur.

MERZ'in çalışmaları senenin belirli aylarına, yani Mayıs'tan Temmuz ortasına ve Eylül ortasından Ekim ortasına kadar devam edebilmiş, ULLYOTT ve ILGAZ'ın çalışmaları ise, araç ve imkan azlığından çok sınırlı ve basit olmuştur.

Şu halde, özetlemek gerekirse, Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü'nün ölçümleri ULLYOTT- ILGAZ hipotezinin senenin ancak belirli ayları için doğru olarak kabul edilebileceğini ve Marttan Ağustos ortalarına kadar Marmara dip sularının Karadeniz'e ulaşmasına hemen hemen imkan olmadığını göstermiştir.

Buna karşın, senenin diğer aylarında, yani Eylül'den Şubat ortalarına kadar olan devre için aynı şey söylenemez. Zira bu devrede, Karadeniz aleyhine olan Akdeniz'le Karadeniz arasındaki seviye farkı en aza düşmekte, Marmara'nın dibinde bulunan yoğun Akdeniz suları yüzeye çok yaklaşmakta ve dolayısıyla bu devrede Set veya Eşik üzerinde tuzluluğu Sal%34 ü aşan sulara sık sık rastlanılmaktadır.

Zaten bu teorinin gerektirdiği şekilde, Marmara dip sularının zaman zaman da olsa, fiilen Karadeniz'e vardığı Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsünün 1954-1979 seneleri arasında gerçekleştirdiği devamlı çalışmalarıyla saptanmıştır. İstanbul Kanalizasyon Projesi eksenli olarak, başta Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü ve İstanbul Üniversitesi Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma merkezi olmak üzere 1979 -1990 seneleri arasında yapılan çalışmalarda, Akdeniz kökenli alt akıntının ancak %10 kadarının Karadeniz'e ulaştığı tespit edilmiştir.

İstanbul Kanalizasyon Projesine temel dayanak alınan, alt akıntının konveyör bant olarak kullanılması prensibi, atıkların arıtma yerine Ege Denizi'nden gelen ve Marmara'nın derinliklerinden geçerek İstanbul Boğazı'nın dibinden Karadeniz'e kadar ulaşan bu alt akıntı aracılığı ile uzaklaştırma prensibinin gerçeklerini de ortaya sermektedir.

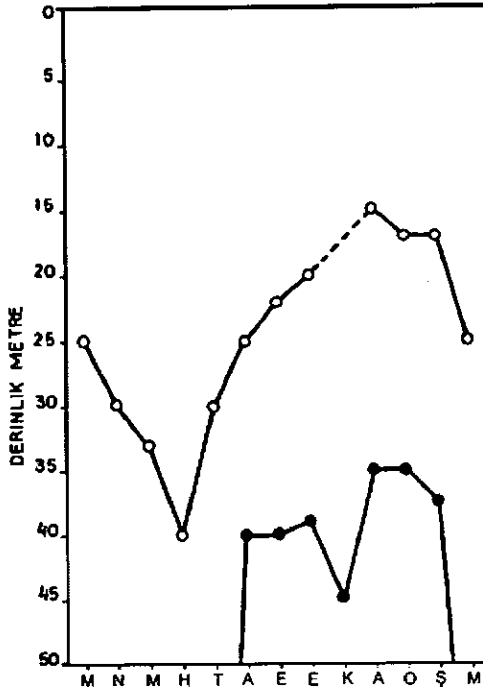
1986'lardan beri İSKİ tarafından sürdürülen ölçümler ve bunların değerlendirilmesi de, gelişen olumsuz durumu açıkça ortaya serecek niteliktedir.

Konu ile ilgili değerlendirme raporlarından Türkiye Boğazlarının fiziksel ösinografisi ile ilgili (*Emin Özsoy, Temel Oğuz ve diğ. 1988*) raporda:

"1986 verilerine dayanarak, Ege'den gelen su kütlelerinin Çanakkale Boğazı'nda %48 oranında geldiği denize döndüğü, geri kalan miktarın %54'ünün girdiği Marmara Denizi dip tabakalarında, havza içersinde kat ettiği yol boyunca karışıma uğradığı ve Boğaziçi'ne giren suyun %13'ünün üst tabaka ile karışarak Marmara'ya geri döndüğü tespit edilmiştir. Bunun sonucu olarak, Ege Denizi'nden Marmara Denizi'ne giren alt akıntı su kütlelerinin ancak %19'u Karadeniz'e kadar ulaşabilmektedir.

1987 deki salinite ortalama verilerine dayanan akım değerlerine göre, Ege'den gelen suyun %40'ünün Çanakkale Boğazı'nda, %60'ının Marmara Denizi'nde ve Boğaziçi'ne giren suyun %27'sinin üst tabaka suları ile karıştığı hesaplanmıştır. Bunun sonucu olarak Ege'den gelen alt su kütlelerinin %13'ü Karadeniz'e ulaşabilmektedir" denilmiştir.

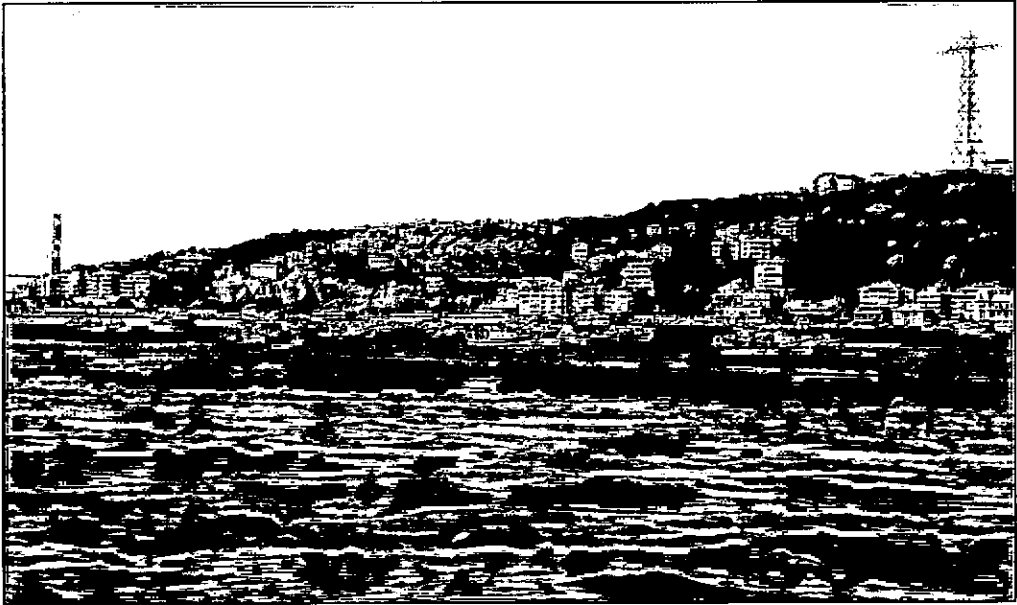
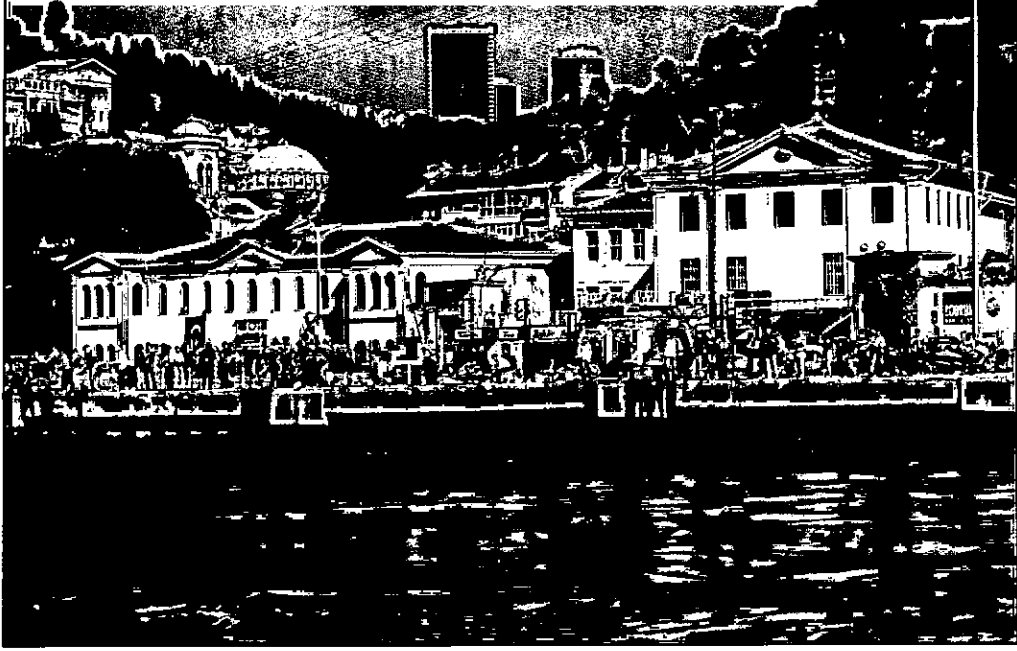
Özetle, Marmara ve Boğazlar sisteminde varolan alt akıntı, İstanbul Boğazı'na girmeden önce büyük çapta bir karışıma uğramakta ve yüzey tabakalarına karışarak geri dönmektedir. Buna ilave olarak, çeşitli araştırmacılar tarafından saptandığı üzere, Boğaziçi'nde de ciddi karışım olayları gerçekleşmektedir.



Şekil 1.3.2.3.3.- Sarayburnu'nun Marmara tarafında tuzluluğu Sal ‰ 30 u aşan suyun derinliğinin yıl boyunca aldığı değerler. (HBAE.)

Marmara'daki yoğun Akdeniz sularının yüzeyden uzaklığını tayin eden en önemli faktörün, Boğaziçi'ndeki yüzey akıntılarının şiddeti ve devamlılığı ile ilgili olduğu düşünülürse, Karadeniz'in oransal seviyesinin önemi bir kat daha artmış olacak ve sonuç olarak dip sularının Karadeniz'e girip girmemesini kontrol eden başlıca faktörün Karadeniz'in seviyesi olduğu ortaya çıkmış olacaktır.

Bu çerçeveden hareketle, Marmara Denizi ve özellikle de Boğaziçi ile Çanakkale Boğazı içersine yapılacak atıksu deşarjlarında "alt akıntının konveyör olarak kullanılması" prensibini öngören uygulamaların salt mühendislik yaklaşımı ile çözülmeye kalkılmasının ne denli yanlış sonuçlar doğuracağı da ortadadır. Ancak buna rağmen "derin deniz deşarjı" adı altında hayata geçirilen uygulamalar, geçen zaman içersinde ne yazık ki bilimsel ölçümlere bile gerek kalmaksızın, beş duyumuz ile algılayabileceğimiz olumsuz sonuçları önümüze açıkça sermiştir.

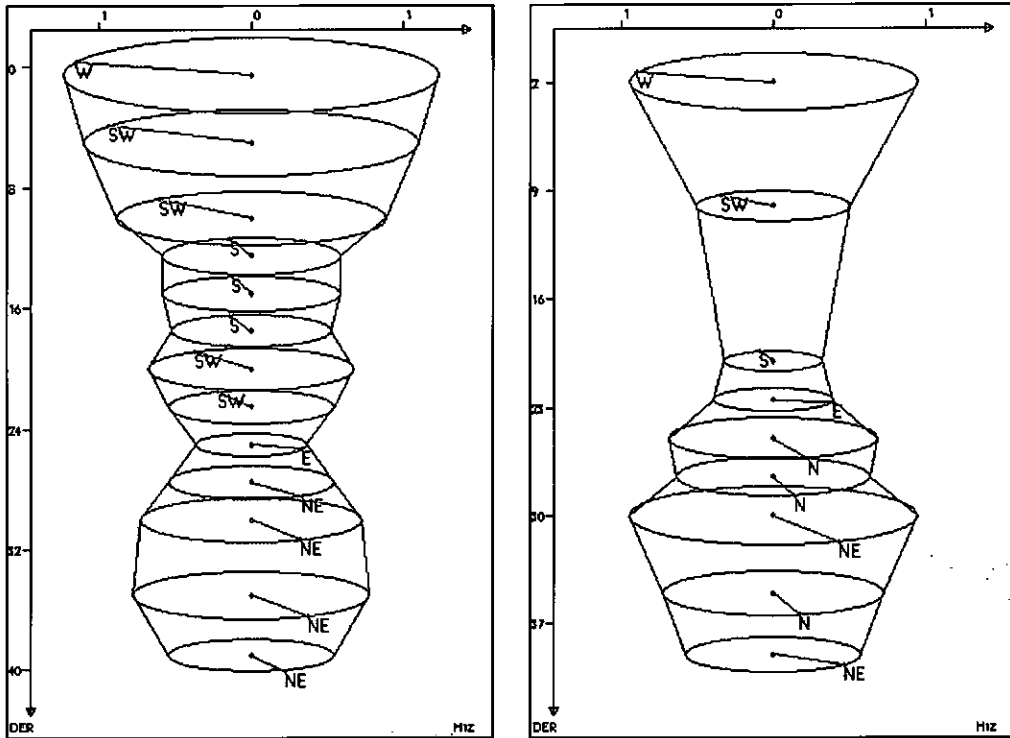


Boğaziçi'nde upwelling (ayna su) bölgeleri

1.3.2.4. Çanakkale Boğazı Akıntıları

Marmara Denizi ve Ege Denizi'ni birbirine bağlayan uzunluğu 61 km. genişliği ise 1.2-6 km. kadar olan Çanakkale Boğazı'nın en fazla derinliği 82 m., ortalama derinliği ise 55 m. kadardır.

Boğazın en dar yeri, Ege Denizi'nden yaklaşık 25 km. doğuda yer alan 1.2 km. genişlikteki Nara geçitidir. Çanakkale Boğazı'nda su akımı ağırlıklı Marmara Denizi ve Ege Denizi arasındaki seviye farkı ve tuzluluğa bağlı yoğunluk farkı sonucunda oluşur.



Şekil 1.3.2.4.- Çanakkale Boğazı Nağra pasajı (Sol) ve Gelibolu önleri (Sağ) istatistik düşey yönde akıntı yön ve hız dağılımı grafikleri (Artuz&Artuz&Artuz DataBase)

Çanakkale Boğazı'ndaki su hareketleri de genel anlamda Boğaziçi su hareketlerinin benzeri bir yapı göstermektedir. Ancak Marmara Denizi'nde karışma uğrayan üst su kütlesi, Karadeniz'in düşük tuzluluktaki suları kadar yoğun olmadığından ve alt yani Akdeniz kökenli su kütlesi de kaynağa yakın bir konumda olduğundan, daha istikrarlı bir tabakalaşma söz konusudur. Çanakkale Boğazı ile Boğaziçi karşılaştırıldığında, jeomorfolojik yapı farklılığından doğan ve Boğaziçi'nin gerek Karadeniz'in fazla gelen su bütçesi sebebi ile, gerekse Boğaziçi su yolunun darlığından kaynaklanan karmaşık konvergans ve diverdens iç akıntılar Boğaziçi'nde olduğu gibi tipik bir özellik taşımazlar.

Çanakkale Boğazı'ndaki su hareketlerini incelerken, tüm Marmara ve Boğazlar sistemindeki gibi, üst üste ve aksi istikametlerdeki iki farklı akıntının burada da etkin olduğunu belirtmek gerekir. Tüm sistemdeki gibi, yüzeyde Marmara Denizi yönünden Ege denizine doğru ve altta da Ege yönünden Marmara denizine doğru ikinci bir akıntı bulunmaktadır. (Şekil 1.3.2.4.)

1.4. Marmara Denizi'nde Yapılmış Oşinografik Araştırmaların Kronolojisi

Marmara Denizi'nde oşinografik ve çevre ile ilgili araştırmalar, diğer dünya denizlerindekiyle oranla çok geç başlamış olmakla birlikte, sistematik bir şekilde incelendiğinde bu araştırmaların diğer denizlerimize oranla çok büyük bir yekün tuttuğu görülebilir.

Marmara Denizi'nin oşinografik özelliklerine yönelik bibliyografyasında beş yüzün üzerinde ciddi bilimsel çalışma yer almaktadır. Bir bölümü bu raporun sonunda yer alan bu bibliyografya, ilgililerin yararına sunulmuştur. Bu bibliyografyaya bir göz atıldığında, araştırmaların kronolojik ve konular açısından oldukça farklı gruplar oluşturdukları kolayca görülebilecektir.

1681'de İtalyan asilzadelerinden Marsilli tarafından İsveç Kraliçesi Christine'e yazılan mektuplarda Boğazlar hakkındaki ilk etüde şahit oluyoruz. Bu araştırmacı teorik varsayımlarla gerçeğe yaklaşarak Boğaziçi'nde Karadeniz'den Marmara yönüne akan üst akıntıya karşılık, Marmara'dan Karadeniz yönüne doğru akan bir ters alt akıntının bulunması gerektiğine dikkati çekmiştir.

Rastlayabildiğimiz bu en eski dokümandan sonra, Marmara Denizi'nde oşinografik çalışmalara başlanması için aşağı yukarı 200 yıllık bir süre geçmesi gerekmiştir. Marmara Denizi'nin jeopolitik öneminin artmaya başladığı 1. Dünya savaşı öncesinde başlayan 1. dönem çalışmalar 1928'e kadar sürmüştür, bu arada çeşitli ülkelerden gelen araştırmacılar çalışmalarını Marmara Denizi'ne iki yönden su sağlayan Boğaz akıntıları başta olmak üzere, Marmara'nın jeolojik oluşumu ve hidrografisi üzerinde yoğunlaştırmışlardır. Bu döneme ilişkin çalışmalardan önemli olanlar kronolojik sıra ile verilmiştir.

Türk makamlarının konuya ilk yaklaşımı 1917 yılında Alfred Merz tarafından yapılan araştırmalara Türk deniz subaylarından ve belki de ilk Türk hidrografi olan Ahmet Rasim'in katılması ile olmuştur. 1928'den sonra 2. araştırma dönemi olan 1940'lı yıllara kadar uzun bir sürenin geçmesi gerekmiştir. 1960'lı yıllara kadar çoğunluğu Marmara'nın faunistik özelliklerine yönelen çalışmalar, bölgedeki endüstri patlaması ve bunun sonucunda da çeşitli çevre sorunlarının ortaya çıkışı ile yön değiştirilmiş ve çevre ile ilgili araştırmalar öncelik ve yoğunluk kazanmıştır.

Durum böyle olmakla birlikte, çeşitli araştırmacılar tarafından çevredeki yerleşim ve endüstri merkezlerinde ortaya çıkan atıkların uzaklaştırılmasında etkili araç olarak mevcut akıntı ve bunların yarattığı doğal tabakalanmayı göz önüne almaları nedeni ile, akıntılar üzerindeki çalışmalar ve bunların yarattığı tartışmalar gene de en önemli yeri işgal etmiştir.

Marmara Denizi'nin oşinografik özellikleri 1910 yılında "THOR-EXPEDİSYONU" araştırma sonuçlarının yayınlanmasından beri bilinmektedir. Bu araştırmalardan Marmara'da henüz hiç bir kirlenme veya çevre sorunu ortaya çıkmadan önceki sıcaklık, klorinite, oksijen ve pH gibi önemli parametrelerin saptanmış oluşu, bu dönemden sonraki değişimleri değerlendirebilmek açısından bir baz oluşturmaktadır.

1950'li yıllarda İstanbul Üniversitesi ve E.B.K. Balıkçılık Araştırma Merkezi'nce yapılan gözlemlerde bu parametrelerin mevsimsel değişimler dışında baz değerlerden henüz belirgin bir değişiklik göstermedikleri ortaya konmuş bulunmaktadır. Bu nedenle biz bu kapsamda Marmara bölgesindeki endüstri ve nüfus patlamasından önceki döneme isabet eden 1950-55 yılları arasında saptanmış olan değerleri de dikkatle göz önünde bulundurmakla beraber,

Marmara Denizi'nin kirlenmesinin etüdüne yönelik kapsamlı araştırmaların yapıldığı 1970'li yıllara ait gözlem ve sonuçları, bu araştırmaların düzenli bir şekilde başladığı 1960 senesini baz alarak oluşturulan "veri tabanı" çerçevesince 1960 senesi ve günümüz arasındaki verileri değerlendirmelerimize baz olarak almayı pratik açıdan daha uygun bulduk.

Bu çerçevede Marmara Denizi ve Boğazlarda yapılmış olan önemli çalışmaları kronolojik olarak, çalışma içerik özetleri ile birlikte ele almakta fayda görüyorum:

1681 İstanbul Boğazı'nda iki yönlü akıntıyla ilgili olarak ilk yazılı kanıtlar ve alt akıntının tanımı, Kont Marsili'nin, İsveç Kraliçesi Christina'ya yazdığı mektuplarda yer alır. Kont Marsilli, mevcut üst akıntı güçlerine karşıt bir akıntının fiziksel olarak bir zorunluluk olduğu düşüncesindeydi. Dahası, Marmara Denizi'nde ve İstanbul Boğazı'nın üst akıntılarında su seviyesi değişiklikleriyle ilgili gözlemler yaptı. Amacı Boğazların iki yönlü akıntı sistemiyle ilgili teorisine fiziksel veri dayanağı oluşturmaktı. İstanbul Boğazı'nda, Marmara Denizi'ne doğru akan yüzey akıntısını, Galata-Ortaköy, Üsküdar açıkları ve Anadolu Kavağı koylarındaki anforları gösteren bir deniz haritası hazırladı. Kont Marsilli'nin teorisine uzunca bir süre şüpheli gözlemlerle bakıldı. Marsilli'nin alt akıntı teorisinin üzerinden yüz yıl geçtikten sonra bu teoriye iki araştırmada ilgi gösterildi.

[C MARSILLI, L. F. 1681. *Osservazioni inferno al Bosforo Traio overo Canale di Constantinopoli ROMA.3*] (Bu çalışmanın İngilizce tercümeli hali, yakın zamanda ABD'de yeniden yayınlandı.)

1870'de Kaptan SPRATT akıntı çıpaları (sabit akıntıölçerler) yardımıyla akıntıyı ve ayrıca tuzluluğu ölçerek, İstanbul Boğazı'nın hidrografik özelliklerini incelemeye başladı.

Boğazların altında hiçbir alt akıntının var olamayacağı ve İstanbul Boğazı'nın derin kesimlerinde gözlemlenen ağır ve tuzluluk oranı yüksek suların, ancak sonbahar ve kış dönemlerinde şiddetli rüzgarların etkisiyle hareketlenen yüzey sularının etkisiyle Ege'den Karadeniz'e doğru akabileceği sonucuna vardı.

[SPRATT 1870/1871. *Yakın dönemde kaşiflerin öne sürdüğü okyanusların alt akıntı teorisine dair. Royal Geog. Soc. Of London tutanaklarından.*]

1872 İngiliz Admiral W. J. L. WHARTON İngiliz donanma gemisi "Shearwater"da itinalı bir şekilde "dredge" araştırmalarına, yoğunluk ölçümlerine (aerometrelerle) ve sıcaklık ölçümlerine (reversing termometreleriyle) başladı. İstanbul Boğazı'nın hidrografik koşullarını 2 kesit halinde ve Çanak-kale Boğazı'nı da üç kesit halinde inceledi. Kaptan Spratt'ın ifadelerinin aksine, Wharton yüzey akıntı katmanlarının altında Ege Denizi'nden Karadeniz'e kadar uzanan bir alt akıntının mevcut olduğu ve alt akıntının hızı ve gücünün, yüzey akıntısının hızına bağlı olduğu sonucuna vardı.

Bulgularına göre, bu iki karşıt yönlü akıntı arasında bulunan ara yüzey kuzey uçta (Karadeniz girişi) 37 metre seviyelerinde, güney uçta (Marmara Denizi) 18 metrede yer alıyordu.

Ancak Karadeniz ve Marmara Denizi su katmanları arasındaki bu arayüzeyin (termo-haloklin) 48 ve 27 m.'de olduğu tespit edildi. 1872 Ağustosunda yaptığı ölçümlerde, 35 ile 47 m. arasında bir asgari sıcaklık (termoklin) (12°C) katmanını buldu. Aynı zamanda yüzeyde 23°C ve 60 metrede 16.5°C değerlerini ölçtü. Termoklini oluşturan bu koşullar ekim ayında (1872) mevcut değildi. Yaptığı gözlemlere göre yüzey akıntısının hızı, ölçümün yapıldığı yere bağlı olarak 125cm/s ile 225cm/s arasında değişiyordu. Alt akıntıda ölçülen hızlar, 13 ile 55cm/s değerleri arasında değerliklik gösteriyordu.

Çanakkale Boğazı'nda Gelibolu açıklarında akıntı ara yüzeyi 33 metrede tespit edildi ve Çanakkale Boğazı'nın Ege Denizi çıkışında arayüzeyin derinliği 16 ile 22 metreler arasındaydı.

Karadeniz ve Akdeniz su katmanları arasındaki arayüzey (piknoklin) 18-16 m. arasındaydı. Aynı zamanda yüzeyde olağan üstü şekilde değeriklik gösteren akıntı hızlarının ortalama 75 cm/s değerinde ve azami 150 cm/s arasında olduğunu kaydetti. Rüzgarın şiddetiyle deniz seviyesindeki değeriklikler arasında bir bağlantı kurdu, buna bağlı olarak ortalama su seviyesinde 70 cm. kadar değeriklik görülebileceğini ve aya bağlı gel-git hareketinden dolayı su yüzeyinde 10 cm.'lik bir yükselme görülebileceğini belirtti. Ayrıca rüzgarların önemine, yönlerine ve Karadeniz'den gelen yüzey akıntısının hızına olan etkilerine işaret etti. Ancak Karadeniz ile Akdeniz arasındaki yoğunluk farkının etkilerini göz ardı etti.

[WHARTON,W.J.L. 1886. Report on the currents of the Dardanelles and Bosphorus, Published by order of the Lord Commissioners of the Admiralty London. WHARTON, W.J.L. 1899. Undercurrents. Nature LX. P.316]

Rus donanmasından **MAKAROFF** 1881 yılının kışında Türk Boğazlarıyla ilgili hidrografik araştırmalarına Rus gemisi "*Taman*" ile başladı. Alt akıntı problemini çözmek için yaklaşık 1000 akıntı ölçümü ve 4000 sıcaklık ve yoğunluk ölçümü gerçekleştirdi. Bu alanda daha önce yapılmış araştırmalardan bihaber olan Makaroff, Marsilli ve Wharton ile aynı sonuca ulaştı. Dikkatlice gerçekleştirdiği sıcaklık ve yoğunluk ölçümleri sayesinde, Boğazlardaki su kütlelerinin iki farklı katmandan oluştuğunu ve Karadeniz'e doğru meyilli bir arayüzeyin bulunduğunu kanıtladı. Ulaştığı bulguların, Boğazlardaki hidrografik koşulların niteleyici bir tablosu olarak ele alınması gerekir. Vardığı sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

a. Boğazlarda alt ve üst akıntı olmak üzere iki yönlü bir akıntı sistemi mevcuttur.

b. Bu akıntılarının şiddeti, iki katman arasındaki yoğunluk farklılıklarına ve Karadeniz ile Marmara Denizi'ndeki su seviyelerinin durumuna bağlıdır.

c. İki katman arasındaki arayüzey, büyük bir yoğunluk gradyanına sahip bir su katmanından oluşur ve hareketsizdir. Bu katmanın derinliğini ölçüm istasyonlarında, Büyükdere'de 42.1 m., Rumelihisarı'nda 49.4 m., Anadoluhisarı'nda 34.8 m., Arnavutköy'de 25.6 m., güney ucunda 20.1 m. (Sarayburnu açıklarında) olarak tespit edilmiştir.

d. Arayüzeyin derinliği, Karadeniz'deki su seviyesi değişimlerine ve aynı zamanda rüzgarın şiddetine bağlıdır.

Makaroff'un akıntı ölçümlerine göre üst ve alt akıntı farklı karakteristiklere sahiptir. Alt akıntı yoğunluk gradyanını takip ederek akmakta ve deniz tabanının oluşumlarından etkilenmektedir. Fakat dar olan kanalı her zaman tümüyle doldurmaz. Bu akışın hızı, kesitler halinde, bir nehrin farklı kesimlerinde görüldüğü şekilde birbirinden farklılık gösterir. Maksimum hız değerleri akıntı arayüzeyinin yaklaşık 5.5 metre altında elde edildi ve 0.6 m/s ile 1.1 m/s arasında değerlere sahipti. Saatte bir yapılan akıntı ölçümlerinde, yüzey akıntısının hızında periyodik dalgalanmalar olduğunu kaydetti. Alt akıntı gibi ters yönde akan yüzey akıntısı da kanalın tüm yüzey alanını tamamen doldurmuyor ve Boğaz boyunca koylarda girdaplara yer açıyordu. Yüzey akıntısının maksimum hızı, hemen yüzeyde ortalama 1m/s olarak görüldü

Bu ortalamadan sapmalar farklı mekanlarda gözlemlenmişti ve maksimum değer Arnavutköy'de 1.9 m/s (3.8 km) olarak işlenmişti. Büyükdere açıklarında bu değer sadece 0.37 m/s (0.7 km) olarak tespit edilmişti. Bu akıntı ve yoğunluk ölçümlerine dayanarak Karadeniz'in su bütçesiyle ve iki deniz arasındaki su değişiminin büyüklüğüyle ilgili tahminlerde bulundu, ölçümlerine dayanarak Karadeniz ile Marmara Denizi arasında 0.52 m. seviye farkı olduğu hesapladı. Üst akıntının hesaplanan ortalama hızı (0.78 m/s) ve alt akıntının hesaplanan ortalama hızı (0.63 m/s) değerlerini göz önünde bulundurarak Karadeniz'den su çıkışının 9990 m³/s olduğunu ve su girişinin de 5400 m³/s olduğunu hesapladı. Su girişi ve su çıkışı arasındaki 4590 m³/s fark, nehirler ve yağışlar yoluyla gelen sudan, buharlaşmayla eksilen suyun çıkmasıyla oluşan fazlaya işaret ediyordu. Makaroff bu farkın yıldan yıla ve/veya mevsimlere bağlı olarak bölgenin meteorolojik koşullarına ve su kütlesinin yoğunluğuna göre değişebileceğini ifade etti.

[MAKAROFF S. 1885. On the water exchange between Black Sea and Mediterran Seas. (In Russ.)

[MAKAROFF S. 1898/1899 On some oceanographic problems Proceed, of Royal Soc. of Edinburgh, p. 391]

1884 G. B. MAGNAGHI "*Washington*" gemisinde, bir manyetik akıntı ölçer ile gözlemlerine başladı ve Çanakkale Boğazı'nda 6, İstanbul Boğazı'nda 7 istasyonda ölçümler yaptı. Akıntının farklı derinliklerdeki hızını ve yönünü kaydetti. Aynı zamanda iki katman arasındaki arayüzeyin konumunu belirlemek için sıcaklık ölçümleri de gerçekleştirdi. Akıntı arayüzeyini kuzey uçta 45 metrede ve güney uçta 15 metrede buldu. Ayrıca üst akıntı derinliğinin azalması dolayısıyla yüzey akıntı hızının saniyede 30 santimetreden, saniyede 170 santimetreye çıktığını da gözlemledi. Aynı zamanda alt akıntı hızı Karadeniz'e doğru gidildikçe saniyede 84 santimetreden, saniyede 42 santimetreye düşüyordu. Çanakkale Boğazı'nda akıntı arayüzeyi Nağra Burnu'nda 8 metrede ve Ege Denizi girişinde 12 metrede tespit edildi. Çanakkale Boğazı'nda yüzey akıntı hızı saniyede 100 cm. ile 130 cm. arasında değişiyordu. Alt akıntıya ait hız değerleri de 10 cm/s ile 55 cm/s arasındaydı.

[MAGNAGHI, G. B. 1894. Di alcune esperienze eseguite negli Stretti dei Dardanelli e del Bosforo per misurarvi le correnti a varie profondita. Atti del Prino Congr. Geogr. Ital., Geneva 1, 2 p. 440-453.]

1886'da A. de GUEYDON "*Petrel*" gemisiyle akıntı hızı ölçümleri, yön ölçümlerinin yanısıra, farklı derinlikler ve alanlarda sıcaklık ve yoğunluk ölçümleri gerçekleştirdi. Yaptığı araştırmalar sırasında Gueydon, alt akıntının hacminin, Karadeniz'den gelen yüzey akıntısına oranla çok daha yüksek olduğu sonucuna ulaştı (en azından gözlem yaptığı dönemde) Her ne kadar vardığı sonuçlar kabul edilebilir nitelikte olmasa da, çok basit yöntemler kullanarak topladığı veriler, İstanbul Boğazı'nın genel hidrografik tablosu içinde kendilerine yer bulabilecek niteliktedir. Akıntılar arasındaki sınırı 15-18 metrelerde tespit etti ve 30-45 metrelerde bir başka akıntı arayüzeyi buldu. 1886 yılının Mart ayında Tophane açıklarında yaptığı akıntı hızı araştırmaları sırasında deniz tabanının 9 metre üstünde alt akıntının hız değerlerinde dalgalanmalar tespit etti. Alt akıntıda 8 saat 40 dakika ile 12 saat 9 dakika arasında periyotlara sahip periyodik bir pulsasyon kaydetti.

[GUEYDON de A., 1886. Determination des courrants sousmarine. Rev. Marit. et Col., Vol. 91, pp 338-347 Paris.]

1892'de J.WOLF ve J. LUKSCH "*Po1a*" gemisiyle Çanakkale Boğazı'nda sıcaklık, tuzluluk ve akıntı ölçümleri gerçekleştirdiler. Bu ölçümlere dayanarak termohalin arayüzeyini 12 metrede tespit ettiler. Sekiz günlük araştırmaları süresince rüzgarların, yüzey katmanlarında sıcaklık ve tuzluluk dağılımı üzerindeki etkisini kanıtlamaya çalıştılar.

[LUKSCH J. und WOLF J. 1892. Physikalische Untersuchungen in östlichen Mittelmeer. III.Reise 1892. Berichte d. Kommission zur Erforschung des östlichen Mittelmeers VIII.]

1894'te K. NATTERER "*Taurus*" gemisiyle, Marmara Denizi'nde Kuzey-Güney kesitinde yer alan 42 ölçüm istasyonu ve buna ek olarak Çanakkale Boğazı'nda iki istasyonla kimyasal ağırlıklı oşinografik gözlemlerde bulundu. Örneklem programının standart derinlikleri 0, 5, 10, 50 ve 100 metrelerdi. Bu örneklem derinliklerinde, Marmara Denizi'nin sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen ve karbondioksit gibi en önemli değişkenlerini ölçtü fakat kullandığı standart derinliklerle, termohalin arayüzeyinin konumunu tespit etmek imkansızdı. Sıcaklık değerleri derin deniz termometreleri, tuzluluk oranları ae-

rometre yoğunluğu değerlerinden yola çıkılarak yapılan hesaplamalarla ve çözülmüş oksijen ile karbondioksit oranları titrasyonlar aracılığıyla elde edildi. Mayıs 1894'te, Marmara Denizi'nin üst katmanlarında sıcaklığın 10-22 °C arasında değiştiğini kaydetti. Tuzluluk da aynı dönemde İstanbul Boğazı'nda ölçülen değerlere göre daha yüksekti. Natterer bu tuzluluk farklılığını, Marmara Denizi'ndeki buharlaşmadan çok, iki su kütlesi arasındaki karışma süreciyle ilişkilendirdi. Alt su tabakasında kaydedilen sıcaklıkların 14.1°C ile 14.6°C arasında değiştiğini kaydetti. Bu iki su katmanının dikey olarak karışması, Marmara Denizi'nin taban yapısına bağlandı. Bu incelemeleri sırasında sık sık kendisini çevreleyen sulardan daha yüksek tuzluluk oranına sahip su odakları gözlemledi. O₂ ve CO₂ gibi çözülmüş gazların dağılımı da dikey karışmayı kanıtlıyordu. H₂S tespit edilmedi ve 50 metrenin altındaki O₂ içeriği, yüzeydeki konsantrasyonların %50'si kadardı. Yaptığı çalışmalar, Boğazlar'ın kimyasal yapısının keşfiyle ilgili ilk kilometre taşı olarak kabul edilir.

[NATTERER, K. 1894. Chemische Untersuchungen in östlichen Mittelmeer. (In Merz u. Müller) NATTERER, K. 1895. Tiefseeforschungen in Marmarameer auf S. m. Schiff "T a u r u s" in Mat 1894. Denkschriften Kais. Akad. Wiss. Wien. Math. Nat. Kl. 62. In "Berichte der Kommission zur Erforschung des östlichen Mittelmeeres" 4 Reihe, Abschnit XIV. 1]

1894'te J. SPINDLER, Türk gemisi "*Selanik*"le Marmara Denizi'nde incelemelerine başladı. Amaçlarından biri daha önce Amiral WHARTON tarafından başlatılan bölgenin batimetrik haritasının çıkarılması çalışmalarını tamamlamaktı. Marmara Denizi'nin ortalama derinliğini 289 metre olarak hesapladı. Deniznin sıcaklık ve tuzluluk dağılımını araştırmak için 52'si Marmara Denizi'nde ve altısı Çanakkale Boğazı'nda ve biri İstanbul Boğazı'nda olmak üzere 61 hidrografik istasyon oluşturdu. Yaptığı araştırmalar sayesinde Boğazlarda farklı özelliklere sahip dört farklı katman olduğunu ortaya çıkardı.

Bunlar;

1. 11 metre kalınlığa sahip bir homohalin (Sal‰25.5) ve homoterm (19.5°C) (incelemelerin yapıldığı dönemde) yüzey tabakası.

2. Bu "örtü" nün altında 11 ile 25 metre derinlikleri arasında sıcaklığın 2°C düştüğü ve tuzluluğun Sal‰10 olduğu bir katman.

3. 25-300 metreler arasında uzanan, 15°C sıcaklık ve Sal‰38.1'e sahip daha derin bir katman.

4. 200 metrenin altında deniz dibine kadar uzanan (1400 m.) homotermik ve (14.2°C) ve homohalin (Sal‰38.4) bir derin su katmanı.

Yüzey akıntısının Karadeniz'den taşıdığı Sal‰18.1 değerine sahip sular ile alt akıntının Akdeniz'den taşıdığı Sal‰38.8'lik sular ve bunların karışma oranı bu dört katmanın formasyonunda rol oynadığı; Ancak bu iki farklı su katmanlarının özellikleri Marmara'ya girmeden önce kanallarda yoğun karışma sürecinde değişmiş olduğu; Üst ve alt akıntılar arasındaki ara yüzey Marmara'da 13-14 metrelerde bulunduğ; Çanakkale Boğazı'nın Ege girişinde bu ara yüzeyin 11 ile 18.6 metreler arasında ve Marmara Denizi girişinde 12 -16.5 metreler arasında ve İstanbul Boğazı'nda 14 metre seviyesinde olduğu; tespit edildi. Adalar açıklarında akıntı hızı 0.25m/s ve koylarda 0.03m/s arasındaydı. Spindler aynı zamanda İstanbul Boğazı'nda su değişimini hesaplamayı denedi ve akıyı 14.500m³/s olarak tespit etti.

[SPINDLER J. 1894. *Russische Untersuchungen im Marmara Meer auf den Turkischen Dampfer "Selanik" im Jahre 1894. Ann. d. Hydr. mar. Met. p. 313.*]

[SPINDLER, J. 1898. *Materials on the Hydrology of the Sea of Marmara. Sapiski d. kaiss. Russ. Geogr. Soc. Proceed. Vol. 33r*]

1910'da J. N. NIELSEN "*Thor*" gemisiyle (Akdeniz ve komşu denizlerle ilgili Thor keşif gezisi) Boğazlarda ve Karadeniz'de bazı ölçüm istasyonları kurdu. 1910 Ağustosunda gerçekleştirdiği keşif gezisinde elde ettiği bulgulara göre İstanbul Boğazı'nın Karadeniz girişinde 17.5 metrelik bir kalınlığa sahip bir homohalin (Sal‰17.5) ve homoterm (24°C) üst tabaka yer alıyordu. Bu "*örtü tabaka*"nın altında tuzluluk ve sıcaklık açısından bir geçiş bölgesi bulunuyordu ve bu tabakada 85 metrede 7.3°C minimum sıcaklık tespit edildi. İstanbul Boğazı'na yaklaştıkça minimum sıcaklık katmanının hızlı bir şekilde yükselip 40 metrelere kadar çıktığı görüldü. Bu katmanda tuzluluk Sal‰19 değerine sahipti. Bu termoklinin altında, hem sıcaklık hem de tuzluluk değerleri yükselerek sırasıyla 15.32°C ve Sal‰36'ya ulaşıyordu. İstanbul Boğazı'nda üst ve alt akıntı arasındaki ara yüzey kuzey ucunda 30-40 metrelerde ve güney ucunda 20-25 metrelerde tespit edildi.

Marmara Denizi'nde tuzluluk dağılımı 10-15 metrelere kadar neredeyse sabit ve Sal‰22 civarındaydı. Bu katmanın altında tuzlulukta Sal‰37.5'e varan bir yükselme gözlemlendi. Üst katmandaki sıcaklığın azaldığı ve 30 metre derinlikte 16-16.5°C maksimum değerine ulaştığı görüldü. 600 metrenin altında sıcaklık 14.15°C sabit değerindeydi.

Yapılan gözlemlerden Marmara Denizi'nin derin havzasının Akdeniz'in daha ağır "kış suları" ile dolduğu ve Akdeniz'den gelen göreceli daha hafif "yaz suları"nın bu su kütlesinin üzerinde yer aldığı sonucu çıkarıldı. Çözünmüş oksijenle ilgili olarak yapılan ölçümler, bu varsayımın doğru olduğunu gösteren bir kanıttı. Çünkü derin katmandaki oksijen konsantrasyonu, yaz suları katmanındakinden daha yüksekti

Bu keşif yolculuğu sırasında altı saat aralıklarla akıntı arayüzeyinin sıcaklık ve tuzluluk ölçümlerine göre değişimleri tespit edildi.

Gel-git dalgalanmaları ile ilgili bir korelasyon tespit edilmedi. Yüzeyde akıntı hızında büyük değişimler ve girdap oluşumları gözlemlendi.

[NIELSEN, J. N. 1912. Report on the Danish Oceanographically Expedition 1908-1910 to the Mediterranean and adjacent Seas Report Vol. 1 pp 77-191. 3] (Bu yayın, İstanbul Üniversitesi Balıkçılık Enstitüsü Kütüphanesinde mevcut idi!)

1917'de A. MERZ "Adelgunde" yatıyla İstanbul Boğazı ve Çanakkale Boğazı'nın hidrografisi ile ilgili araştırmalarını başlattı.

Araştırmalar iki dönemde yapıldı. İlk gezi 1917 Eylül/Ekim aylarında ve ikincisi de 1918 Mayıs-Temmuz arasında. Yaptığı araştırmalarda aşağıdaki gözlemlerde bulunuldu:

1. 300 noktada derinlik tespiti (Türk Donanmasından AHMET RASİM'le beraber.)

2. Meteorolojik gözlemler ve meteoroloji istasyonlarından elde edilen verilere göre (barometrik basınç ve rüzgar) analizleri

3. Mohr titrimetrisi kullanarak klorinite ölçümleri ve Knudsen tabloları kullanılarak tuzluluk hesapları. Reversing şişelere bağlı reversing termometrelerle deniz suyu sıcaklığı ölçümleri [Richter u. Wiese].

4. Ekman manyetik akıntı ölçerlerle, akıntı ölçümleri.

5. W. PENCK'in işbirliğiyle Boğazlar'ın morfolojisi ve jeolojisiyle ilgili araştırmalar.

MERZ yolculukları boyunca İstanbul Boğazı'nda 18 kesitte ve Çanakkale Boğazı'nda 16 kesitte Marmara Denizi kıyılarında çok sayıda hidrografik istasyonda çalışmalar gerçekleştirdi.

Toplamda 310 istasyonda 2067 akıntı ölçümü, 723 sıcaklık kaydı yapıldı ve klorinite titrasyonu için 623 su örneği alındı.

Alfred Merz'in ölümü dolayısıyla, Lotte MOELLER toplanan hidrografik verileri analiz edip aşağıdaki sonuçlara ulaşmıştır:

1. İlk araştırmacıların tanımladığına göre üst ve alt akıntıların taşıdığı su kütlelerinin kat ettiği mesafe yaklaşık olarak 300 km. akıntıların ortalama hızları göz önünde bulundurulduğunda üst akıntının bu yolu kat etmesi için gereken süre 2 ½ ay ve alt akıntı için gereken süre 2 ¼ aydı.

2. Karadeniz ve Ege'nin hidrografik yapısı, Boğazlar boyunca su katmanlarının, karakteristik bir şekilde katmanlaşmasına yol açar. Düşük tuzluluk oranına sahip bir "örtü katmanının" altında tuzluluk oranı yüksek bir su kütlesi yer almakta ve bu iki katman keskin bir haloklin ve çoğu zaman beraberinde keskin bir termoklin tarafından ayrılmaktadırlar. Bu termo-halin ara yüzeyi Karadeniz'de 100-150 metrelerde bulunur ve İstanbul Boğazı'nın kuzey girişinde 50 metreye yükselir. Kanalda bu yükselme daha da belirginleşir ve İstanbul Boğazı'nın güney çıkışında 15-20 metrelere yükselir, bu da genel olarak Marmara Denizi boyunca ara yüzeyi temsil eder. Arayüzeyin derinliği sadece Çanakkale Boğazı'nda Nağra-Çanak kesitinde yükselmekte ve 10 m. derinliğe kadar çıkmaktadır.

Arayüzeyin konumundaki yıllık değişiklikler bir hayli zayıftır. Karadeniz'deki su seviyesi değişikliklerinden etkilenmektedir. Baharda yüksek su seviyelerinin oluşturduğu koşullarda Boğazlardaki ara yüzey daha derinde olur. 1917 Eylül/Ekim aylarında 2.7 metrelik bir fark ölçülmüştür.

3. Buna karşın akıntı arayüzeyinin derinliği kuzeyden güneye doğru gidildikçe artar. İstanbul Boğazı'ndaki akıntı ara yüzeyi kuzey ucta termohalin arayüzeyinin 7 metre yukarısında ve güney ucta 4 metre altında tespit edilmiştir.

Çanakkale Boğazı'nın kuzey ucunda akıntı ara yüzeyi termo-halin arayüzeyinin, 0.5 metre yukarısında ve güney ucunda 6 metre derininde bulunmuştur.

Bunlar, kanalların kuzey kesimlerinde alttaki su kütesinin bir kısmının, üst akıntıyla beraber geri döndüğünü göstermektedir. Bu olgu, bu tür bir katmanlaşmanın belirgin özelliklerinden olan su basıncının dikey dağılımına bağlanmıştır.

4. İstanbul Boğazı'nın kuzey girişindeki yüzey sularındaki tuzluluk 16-18 ‰ değerlerinde ve Çanakkale Boğazı'nın güney ucunda Sal‰26-28'dir. İstanbul Boğazı'nda suların tuzluluğu Sal‰2, Marmara Denizi'nde Sal‰5 ve Çanakkale Boğazı'nda Sal‰3 artmaktadır.

Bu rakamlar, üst ve alt akıntılar arasında büyük bir karşılıklı değişim beklenmemesi gerektiğini göstermektedir. Sıcaklığın dikey dağılımı da bu beyanın bir kanıtı olarak düşünülebilir. Yaz döneminde üst su kütesinde termik bir tabakalaşma mevcuttur. Minimum sıcaklık katmanı olarak keskin bir termoklin Karadeniz'den Çanakkale Boğazı'nın güney ucuna kadar takip edilebilir. Buna karşın kış döneminde üst su tabakası homotermiktir. Marmara Denizi'ne giriş yapan derin suların tuz içeriği, İstanbul Boğazı'nın güney girişine kadar neredeyse sabittir. İstanbul Boğazı'nda yoğun karşılıklı değişim yüzünden tuz içeriği Sal‰3-5 düşerek Sal‰33-35'e geriler. Karadeniz'e giriş yapan derin su katmanının tuzluluğu, İstanbul Boğazı'ndan çıkışta Sal‰22-25'e kadar geriler. Çanakkale Boğazı'na giren derin suyun yoğunluğu 1.029'dur ve Karadeniz girişinde yoğunluk 1.024'e geriler.

5. Ortalama 40-50 cm/s hıza sahip üst akıntı İstanbul Boğazı ve Çanakkale Boğazı'ndan dar bir şerit şeklinde akmaktadır. Hızı iki kanalın güney uçlarında hızlanarak 150 cm/s'e ulaşır. Akıntılar arasındaki ara yüzey İstanbul Boğazı'nda 2-10 m. ve Çanakkale Boğazı'nda 2-7 m. kalınlığındadır. Üst akıntı hızının dikey dağılımındaki azalma kanalların kuzey uçlarında yavaş, güney uçlarında ise olağan üstü hızlıdır. Arayüzeyin içindeki akıntının hızı, sifıra yakın değildir, Çanakkale Boğazı'nda ortalama 8 cm/s ve İstanbul Boğazı'nda 14 cm/s.hızındadır. Geçiş bölgesinde akıntı yönlerinin değişmesi, üst akıntının çapraz sirkülasyon olarak sahile doğru yönelmesi yüzünden gerçekleşir.

İstanbul Boğazı'nın kuzey kesimlerinde ve Çanakkale Boğazı'nın güney kesimlerinde görüldüğü gibi yüzey akıntısının Avrupa yakasına güneybatıdan, kuzeydoğu yönünde yaklaştığı yerlerde akıntının yönü saat yönünün aksine güneybatı'dan kuzeydoğu'ya döner. Akıntının İstanbul Boğazı'nın kuzey kesimlerinde ve Çanakkale Boğazı'nın kuzey ve güney kesimlerinde görüldüğü gibi Asya yakasına yaklaştığı yerlerde, akıntı saat yönünde döner. Kanalların dar kesimlerinde bu kurallar geçerli değildir.

İstanbul Boğazı kanalında akıntı ara yüzeyi 10 metre kalınlığındadır ve bir yönden diğerine dönüş gibi basit bir yön değişiminden ziyade, ileri geri bir salınım gerçekleşmektedir.

6. Alt akıntı, üst akıntıya nazaran kanalın topoğrafyasını daha katı bir şekilde takip etmektedir. Alt akıntı her zaman üst akıntının altından akmamaktadır. Bu akıntılar çoğu zaman kanalda farklı yolları takip ederler. İki akıntı arasında bir girdap bölgesinin mevcut olmasından dolayı, İstanbul Boğazı'nda alt akıntının minimum hızı ortalama 8 metrede, Çanakkale Boğazı'nda 16 metrede, termo-halin sınır yüzeyinin altında tespit edilmiştir.

7. Her bir profilden geçen su miktarıyla ilgili olarak yapılan hesaplamalar sayesinde su değişimi hakkında bir fikir edinmek mümkün oldu. Yıllık ortalama 398 km³/yıl ortalamasına sahip üst akıntı ve yıllık 193km³/yıl ortalamasıyla alt akıntı, Karadeniz'in su bütçesine katkıda bulunmaktadır. Bu rakamlara göre Karadeniz'den 6520m³/s veya 205km³/yıl su kaybı olmaktadır. Bu miktar, 488 mm.'lik bir katman kalınlığına denktir. Karadeniz havzasının su bütçesini hesaplarken aşağıdaki şekilde formüle edilebilecek rakamlara ulaştı;

$$N + Z = A + V$$

Bu denklemde;

N = yağış	231 km ³ /yıl
Z = boşalma	328 km ³ /yıl
V = buharlaşma	354 km ³ /yıl
Su çıkışı	328 km ³ /yıl
Su girişi	193 km ³ /yıl
Net su çıkışı	205 km ³ /yıl

8. Kanallardaki komple akıntı sistemleri farklı dalgalanmaların etkisindedir. Bunlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- a. Deniz seviyesi değişikliklerine bağlı yıllık periyodik dalgalanmalar,
- b. Gel-git etkisiyle periyodik dalgalanmalar,
- c. Katmanlı su kütlelerinde kendiliğinden gerçekleşen değişimlere bağlı dalgalanmalar.

9. Rüzgar ve hava basıncındaki değişikliklerin akıntılara olan etkisi ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

MERZ'in gözlemleri ve sonuçların MOELLER tarafından yapılan değerlendirmeleri, Boğazların hidrografisinin keşfi alanında bir başka kilometre taşıdır.

[MERZ, A. 1921. Strömungen von Bosporus und Dardanellen. S. A. aus Verhandlungen 20. Deutsch. Geogr. Tages. BERLIN.]

[MERZ, A. 1928. Hydrographische Untersuchungen in Bosporus und Dardanellen. Bearbeitet von L. MOELLER. Veroeff. des Inst. für Meereskunde an der Univ. BERLIN.]

1952'de P. ULLYOTT ve H. PEKTAS 1944-1952 döneminde Boğazlarda yıllık sıcaklık ve tuzluluk döngüleriyle ilgili olarak toplanan verilerin değerlendirmesine bağladı.

Boğazlardaki kış koşullarının son derece önemli olduğunu fark ettiler. Yaptıkları gözlemler, Marmara Denizi'nden yazın ve kışın çıkan su miktarı arasında büyük bir fark olduğunu gösterdi.

Kışın tuzluluk değerleri yaza göre Sal%6 daha yüksekti ve bu da kışın yaz aylarına göre karışma derecesinin Sal%100 daha yüksek olduğunu ortaya koyuyordu. Marmara Denizi'nin yüzey sularının yüksek sıcaklıkta olduğu sürece, Çanakkale'den çıkan suların Sal%23-24 gibi düşük tuzluluğa sahip olduğunu ancak yüzey sularının soğumaya başlamasıyla birlikte tuzluluğun yükselmekte olduğunu ifade ettiler. Tuzluluktaki artışa, sıcaklıktaki düşüş eşlik ediyordu. Nisan başında havaların ısınmaya başlamasıyla birlikte, tuzluluktaki düşüş fark edilebilir hale geliyordu. Tuzluluktaki düşüş, Temmuz sonuna doğru yaz koşullarına ulaşılana kadar takip edilebiliyordu. Yoğunluk farklılıklarından, Marmara'dan çıkan suyun tuzluluğunun, denizin üst ve alt su tabakalarını birbirinden ayıran devamsızlık (discontinuity) tabakasının istikrarına veya is-

tikrarsızlığına bağlı olduğu sonucunu çıkardılar. İstanbul Boğazı, Marmara ve Çanakkale Boğazı'nda üst ve alt su katmanları arasında devamsızlık katmanı aracılığıyla bir karışma süreci gerçekleşmekte. Boğazlardaki hidrografik olayları düzenleyen baskın faktör, devamsızlık katmanının istikrarıdır.

[ULLYOTT, P. and PEKTAS, H. 1952. A note on the Yearly Temperature and Salinity Cycle in the Dardanelles. Hidrobiologi, Pub. Of the Hydrobiol. Res. Inst. Univ. Istanbul, Seri A cilt I (Haziran sayı:1 sayfa 19-34) ISTANBUL]

1953'de H. PEKTAS İstanbul Boğazı'nın alt akıntıları çalışmalarının yanısıra, bu alanda önceden yapılmış olan çalışmalarını gözden geçirerek, 1951-1954 yılları arasında yaptığı gözlemlerin bir sunumunu gerçekleştirdi. Vardığı sonuçlar uzun bir zaman dilimine yayılan ve yılın tüm mevsimlerini kapsayan gözlemlerine dayanmaktaydı. Aylık ve yıllık değişimlerin hidrografik koşullara ve akıntı davranışlarına olan etkisini takip edebildi. Vardığı sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

1. Akdeniz ve Karadeniz arasındaki bağlantının ilk aşamasını oluşturan Ege Denizi ve Marmara bağlantısı tüm mevsimler boyunca üst akıntının ve alt akıntının taşıdığı suların engelle karşılaşmadan taşınmasına imkan tanır. Bu yüzden her mevsim Marmara Denizi'nin derinliklerinde tipik Akdeniz suyu bulmak mümkündür. Bu, normal açık deniz havzası bağlantısının mevcut olduğunun bir göstergesidir.

2. Marmara Denizi'nde tuzluluk katmanlaşması mevsimsel değişimlerden etkilenir. Marmara Denizi'nde Karadeniz ve derin suların karışmasından dolayı ortaya çıkan yüzey tabakasının kalınlığı azami seviyesine Haziran ayında, asgari seviyesine Kasım ayında ulaşır. İstanbul Boğazı'ndaki alt akıntının özelliklerini belirleyen en önemli etkenlerden biri, Karadeniz ve Marmara Denizi arasındaki farklardır.

3. Marmara Denizi ile İstanbul Boğazı arasındaki bağlantı Sarayburnu ile Üsküdar arasında "Güney Eşiği" olarak tanımlanan alanla sınırlıdır ve bu, su değişiminde önemli bir etkidir.

4. Güney eşiğinden İstanbul Boğazı'nın derin kanalma giren sular, Karadeniz'den akan yüzey akıntısıyla karşılaşır ve Marmara Denizi'ne geri dönmeye zorlanır. Bu, Akdeniz sularının Karadeniz'e akışını kontrol eden en önemli etkenlerden biridir.

5. Karadeniz'in su bütçesinde ve meteorolojik değişimlerdeki herhangi bir değişiklik, İstanbul Boğazı boyunca su değişimini düzenleyen ana etkenlerdir.

6. ULLYOTT ve ILGAZ tarafından oluşturulan "derin su kütesinin dönüşü" hipotezini destekleyen bazı kanıtlar, belli durumlarda yapılan araştırmalar sırasında bulundu, ancak bu süreklilik arz etmiyordu. Bu yüzden bu konu üzerinde çok durulmamalıdır.

7. Yüzeysel akıntısının hızından dolayı İstanbul Boğazı'nın bazı yerlerinde düşük basınç alanları oluşur ve buralarda derin suların yüzeye çıktığı gözlemlenebilir.

PEKTAS gözlemleri sırasında, yüzeysel suyunun tuzluluk tabakalaşmasındaki değişiklikler ve yüzeysel akıntılarındaki mevsimsel dalgalanmalar yüzünden, alt akıntının Marttan Ağustos'a kadar olan altı aylık bir dönemde Karadeniz havzasına ulaşmadığını ve yılın kalan yarısında, Ağustos'tan Mart'a kadar İstanbul Boğazı'nın "Kuzey Eşiği"ni geçip Karadeniz'e ulaştığını buldu.

[PEKTAS, H. 1953. Boğaziçi ve Marmarada satıh akıntıları. Hidrobioloji Mec. Seri A. Cilt 1 sayı 4 sayfa 154 Hidrob. Araş. Enst. Univ. İSTANBUL.]

[PEKTAS, H. 1954. Boğaziçinde Satıh-altı Akıntıları ve Su karışımları. Ibid. Cilt 2 sayı 1. 3]

1956'da H. PEKTAS "Hydrographical Peculiarities of the Seas Surrounding Turkey" çalışmasında, Karadeniz'in yüzeysel seviyesinin yüksek değil, düşük olduğu zamanlarda İstanbul Boğazı'ndan derin akıntıların çıkışının mümkün olacağını ifade etmiştir. Bunun bir sonucu olarak İstanbul Boğazı'ndaki su kütesinin orijini her yerde ve her sezon aynı değildir. En üstteki Karadeniz katmanı, en alttaki saf Marmara katmanı ve bunlar arasında geçiş katmanı olarak bir karışımdan oluşan bir tabakalaşma tespit edilebilir. Kış ayları ve bahar boyunca İstanbul Boğazı'nın kuzey kesimlerinin sadece Karadeniz suyundan oluşması nadir görülen bir durum değildir.

[PEKTAS, H. 1956. The Hydrographical Peculiarities of the Seas Surrounding Turkey, Balık ve Balıkçılık mec. Vol IV, 9. İstanbul, 1]

1957'te B. UYGUNER İstanbul Boğazı, Çanakkale Boğazı ve Trabzon açıklarındaki sularda nitrit (NO₂-N) konsantrasyonlarıyla ilgili yaptığı çalışmalarda, Nisan 1955 ile Ocak 1956 tarihleri arasında yaptığı gözlemleri aktarmış, Nitritin dikey ve yatay dağılımını ve yıllık değişimlerini araştırmıştır.

İstanbul Boğazı'nın yüzey sularında maksimum 7mg/m³ nitrit buldu, fakat 70 metre derinlikte bu değer 3.3mg/m³ olarak tespit edildi. Çanakkale Boğazı'nda yüzey sularında maksimum konsantrasyon 2.3mg/m³ ve derin sularda 8mg/m³ olarak bulundu.

[UYGUNER,B. 1957. La Dosage du Nitrite dans les Eaux du Bosphore, Dardanelles et Trabizon de Considerations sur la Production Biologique du Nitrite et le Cycle d'Azote. Hidrobiologie, Serie B.Tome IV. Fasc .2-3 Univ. İstanbul.]

1962'de İ. ARTÜZ "R/S ARAR" gemisiyle Marmara Denizi'ni kapsayan 57 hidrografik istasyonda farklı katmanlardaki sıcaklık dağılımını inceledi ve tuzluluk ile çözünmüş oksijen ölçümleri gerçekleştirdi.

Bu istasyonlarda aylık ölçümler yapıldı. En yüksek sıcaklık değişimi yüzey katmanında (0-0.5 m.), 14.9°C'lik bir farkla görüldü. Daha derin sularda değişim azalıyor ve 200 metrelerde 0.1°C ile asgari seviyesine ulaşıyordu. Bu araştırmalarda elde edilen sıcaklık verileri, Marmara Denizi'nde pelajik balıkların bolluğundaki dalgalanmaları açıklamak için kullanıldı.

[ARTUZ, I 1962. Some observations on the yearly temperature variations in the different layers of the Marmara Sea. Hidrobiologi Univ. İstanbul Seri B Vol. VI Fasc. 1-2 İstanbul.]

1967'de İstanbul metropol bölgesinin deniz boşaltımları master planıyla ilgili DAMOC Araştırmaları, Dünya Sağlık Örgütü tarafından gerçekleştirildi ve UNDP tarafından desteklendi. Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Hidrografi Dairesince toplanan veriler, bu çalışmanın sunduğu belgelerde ortaya konmaktadır. İncelemeler, Eylül 1967'den Şubat 1968'e kadar uzanan bir dönemde gerçekleştirildi.

Bu program çerçevesinde yapılan ölçümler aşağıdaki bölüm başlıkları halinde toplanmıştır:

1. Sıcaklık ölçümü
2. Tuzluluk
3. Çözünmüş oksijen
4. Saydamlık
5. Akıntı ölçümleri
6. Deniz seviyesi ölçümleri
7. Biyolojik gözlemler
8. Eser metal analizleri
9. Meteorolojik gözlemler

[DAMOC 1971. Master Plan and Feasibility report for Water supply and sewerage for the Istanbul Region, Prepared for WHO-UNDP. Los Angeles. California USA. 1]

1980'te K. ÇEÇEN ve grubu, İstanbul Boğazı'ndaki alt akıntının taşıdığı su kütlesiyle ilgili problemi çözmek amacıyla İstanbul Boğazı'nın hidrografik koşullarını araştırmaya başladı. Çeçen ve grubu T.B.T.A.K.'a ilettikleri nihai raporlarında İstanbul Boğazı'nda, Marmara Denizi ile Karadeniz arasındaki hidrografik şartlar arasındaki farklılıktan kaynaklanan iki katmanlı akıntının temel mekanizmasını açıkladı.

Deniz Kuvvetleri Hidrografi ve Oşinografi Dairesi ile birlikte gerçekleştirdikleri araştırmalar sırasında 1980 yılının dört mevsimi boyunca İstanbul Boğazı'nın tuzluluk ve sıcaklık profilleri çıkartıldı. Bu gözlemlere dayanan ara yüzey profilleri, arayüzeyin seviyesinin kışın ve özellikle bahar aylarında büyük olduğunu, ancak yaz ve sonbahar aylarında daha düşük olduğunu gösterdi. İstanbul Boğazı'nın kuzey kesimlerinde Marmara suyu içeren hiçbir alt katman uzantısı tespit edilmedi.

Bu raporda, İstanbul Boğazı akıntı sistemi için matematiksel bir model oluşturulması girişimleri tartışılmakta.

[ÇEÇEN, K. ve diğerleri, 1981 İstanbul Boğazının Oşinografik ve Hidrolik etüdü - 1 I.T.U. T.B.T.A.K. Rapor No 24]

M. BAYAZIT ve **M. SÜMER** İstanbul Boğazı'nda iki katmanlı akışın özelliklerini açıklamak için ek ölçümler yapmaya devam etti ve ilk raporlarına ek olarak bir rapor daha hazırladılar. Raporlarında İstanbul Boğazı'nın Karadeniz çıkışına yakm dört dikey kesitinde yaptıkları ölçümlerin sonuçlarını yayınladılar.

Bu ölçümlerin değerlendirmesi, Marmara'dan giren alt katmanın her zaman bu kesime ulaşmadığını ortaya koyuyordu. Alt katmandaki akıntının, Karadeniz'e dökülen suların hacmindeki artışa bağlı olarak İstanbul Boğazı'na Karadeniz'den giren deşarjın önemli oranda arttığı bahar aylarında, alt katmandaki akışın Karadeniz havzasına ulaşmadığı sonucuna ulaşıldı. Bu raporda benimsenen ara yüzeysel ve taban sürtünmesini dikkate alan iki katmanlı model, mevcut saha verilerine uygun görünmektedir.

[BAYAZIT, M. ve SUMER, M. 1982 İstanbul Boğazının Oşinografik ve Hidrolik etüdü - 2 İ.T.Ü. T.B.T.A.K. Rapor No 28.]

Bu tarihin ardından Boğazlar'la ilgili oşinografik araştırmalar, özel ölçümler ve projeler şeklinde devam etti.

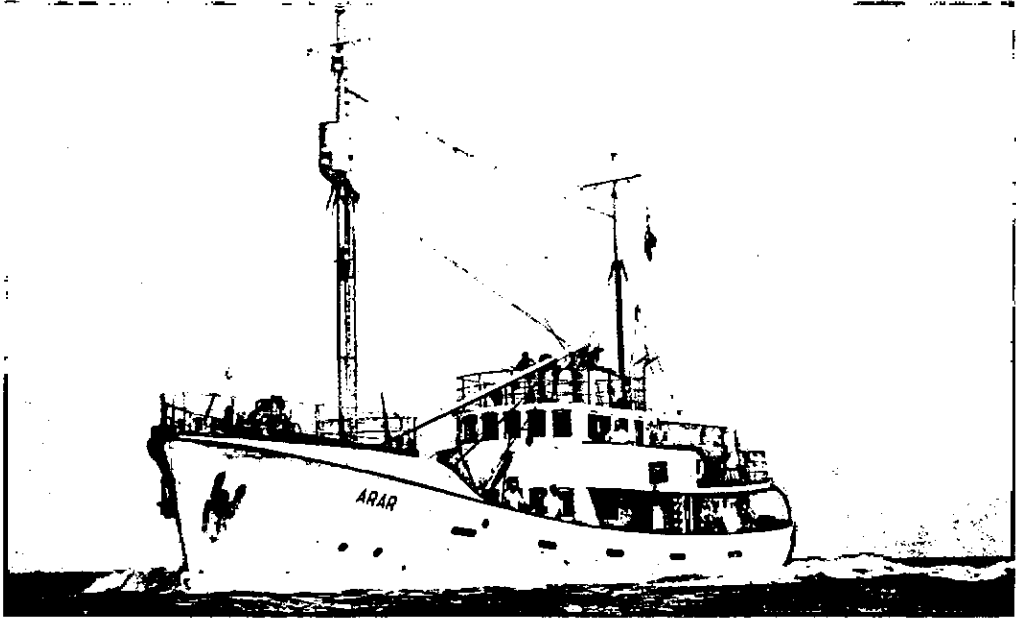
Bunlar arasında en ilgi çekici olanı İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi'nin iki dönemlik bir araştırmasıdır. "*The Project of resource of changing oceanographic conditions in the ecosystem of the Sea of Marmara*" verileri ve sonuçları iki volüm halinde gerçekleşmiştir. (1993-1994)

[EDİTÖR: İlham ARTÜZ. 1993 Marmara Denizi Ekosisteminde Değişen Oseanografik Şartların Araştırılması Projesi Bölüm 1. İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Denizbilimleri Fakültesi]

[EDİTÖR: M. Levent ARTÜZ. 1994 Marmara Denizi Ekosisteminde Değişen Oseanografik Şartların Araştırılması Projesi Bölüm 2. İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Denizbilimleri Fakültesi]



Kasım 1954 Marmara Denizi oşinografik çalışması İlham Artüz (solda)
ve Olav Aasen (sağda)



m/s ARAR gemisi Kasım 1954 Marmara seferinde

1.5. Marmara Denizi'nin Oşinografik Özellikleri

Marmara Denizi'nin coğrafi boyutları ile ilgili bilgilerden en önemlileri bu kitabın "*Marmara Denizi'nin Coğrafyası*" ile ilgili bölümünde verilmiştir. Bu denizimizin kirlenmesi ile ilgili olgulardan birisi de içersine dolaylı veya doğrudan bırakılan atık maddelerin, bir alıcı ortam olarak lanse edilen Marmara Denizi ile olan göreceli hacimsel ilişkisidir.

Marmara Denizi'ni atıklar açısından bir alıcı ortam olarak ele alanların bu ilişkiyi çok iyi bir şekilde değerlendirmeleri yalnız yararlı değil, aynı zamanda da zorunlu olmaktadır. Bu amaçla aşağıdaki tabloda (Tablo 1.5) Marmara Denizi'nin diğer denizlerle olan bir karşılaştırması verilmiştir. (Artüz.İ 1983)

Bölge	Yüzölçümü km ²	Marmara'nın Oranı	Hacmi	Marmara'nın Oranı
Dünya Denizleri	361 x 10 ⁶	0.00003	137 x 10 ⁹	0.000004
Atlas Okyanusu	106 x 10 ⁶	0.0001	402 x 10 ⁶	0.00001
Akdeniz	2.5 x 10 ⁶	0.004	39 x 10 ⁵	0.001
Karadeniz	423 x 10 ³	0.03	537 x 10 ³	0.01
Marmara Denizi	11.5 x 10 ³	-	6 x 10 ³	-

Tablo 1.5.- Doğrudan veya dolaylı olarak ilişkisi bulunan denizlerle Marmara Denizi'nin boyutları açısından karşılaştırılması

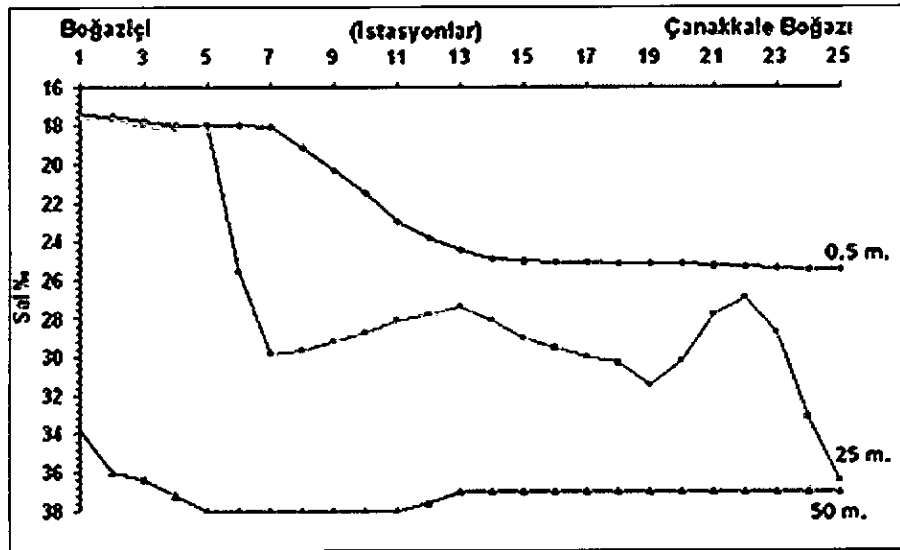
Bu tablodan da kolayca izlenebileceği gibi, bir denizin atık maddelerin alıcı ortamı olarak değerlendirilmesinde birim ve etken olan "*boyut*" açısından Marmara Denizi Akdeniz'den bin ve Karadeniz'den ise yüz defa daha kısıtlı olanağa sahiptir. Bir havzanın alıcı ortam olarak değerlendirilmesinde "*boyut*" kadar önemli diğer bir özelliği de, suların kendi kendine yenilenebilme yeteneğidir. Yani bir havzanın diğer havzalardan izolasyon derecesi de büyük önem taşımaktadır. Marmara bu açıdan da çok kısıtlı bir hidrolojik yapıya sahiptir.

Marmara deniz çanağını, birbirini üzerinde tabakalaşmış üç su tabakası doldurmaktadır. Mevsimsel devinmeler nedeni ile 25-75 m. derinlikler arasında

değişen ve Karadeniz'in etrafını saran karalardan gelen nehir sularının tatlılandığı suların oluşturduğu yüzey suyu en üst tabakayı oluşturmaktadır. Bu tabakanın tuzluluğu Boğaziçi'nden Çanakkale Boğazı'na kadar olan mesafe boyunca gittikçe yükselmekle birlikte ortalama olarak Sal‰22 dolayındadır. Grafik 1.5.1.'de 'den de görüleceği gibi Boğaza girerken Sal‰16 dolayında tuzlu sular Çanakkale Boğazı'nın Marmara girişinde Sal‰29'a ulaşmakta, yani yol boyunca Sal‰13'lük bir tuzluluk artışı meydana gelmektedir.

Bu tabakanın tuzluluğu Karadeniz'den gelen tatlı su miktarına bağlı olarak Sal‰18-29 arasında değişime uğrar.

Yüzey tabakasının altında tuzluluk ve sıcaklığın hızla değişim gösterdiği bir ara (geçit) tabaka (interface) yer alır. Bir yıl önceki kış ortalama yüzey suyu sıcaklığının yarattığı yoğunluk şartlarına bağlı olarak derinliği değişen bu ara su tabakasında, sıcaklık ve tuzluluk çok hızlı fakat kat edilen mesafeye göre düzgün olmayan bir değişim gösterir. Grafik 1.5.1'de 0.5 (yüzey) 25 ve 50 m. derinliklerde İstanbul Boğazı'ndan Çanakkale Boğazı'na kadar olan mesafede meydana gelen tuzluluk değişimleri gösterilmiştir.



Grafik 1.5.1.- 0.5 (yüzey) 25 ve 50 m. derinliklerde Boğaziçi'nden Çanakkale Boğazı'na kadar olan mesafede meydana gelen tuzluluk değişimleri.

Bu şekilden de görüleceği gibi 0.5 m.'de düzenli olan artış 25 m.'de çok düzensiz bir durum almakta, buna karşılık 50 m. derinlikte Marmara'nın uzun ek-seni boyunca hemen hemen hiç bir değişiklik olmamaktadır. Bu şekil Marmara yüzey su kütesinin tuzluluk ve dolayısı ile de yoğunluk açısından hidrografik yapısını açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Tuzluluk ile ilgili parametreler, bu bölümde Hidro-QL veritabanı içerisinde yer alan 1962 senesinden günümüze değin yapılmış olan çalışmaların istatistik-sel ortalaması olarak yer almaktadır. Marmara Denizi'nde ve Boğaziçi'nde 1962 senesinden günümüze tüm istasyon dağılımları "*istasyon alanları*" olarak Harita 1.5.1.1.'de gösterilmiştir. Tablo 1.5.1'de ölçülen tuzluluk (Sal‰) değerleri ve bunlardan elde edilen istatistik parametreler gösterilmiştir. Bu verilerden de açıkça görüldüğü gibi 75 m.'n in altında homohalin bir su kütlesi bulunmakta ve tüm çanağı doldurmaktadır.

Başlama Tarihi: 01/01/1962				Emin: E030°:00':01"				Nmin: N40°:11':01"			
Bitiş Tarihi: 01/31/2007				Emax: E026°:11':23"				Nmax: N41°:30':29"			
PARAMETRE: SAL				PROJE: GENEL							
DER. (m)	MIN.	MAX.	FARK	ADET	ORT.	S.DEV.	VAR.	SE m.	ORT. DÜZ.	HACİM ORT.	HACİM S.DEV.
0.5	8.49	39.00	30.51	1414	20.47	4.90	16.720	0.109	20.47	20.47	4.090
5	13.00	39.02	26.02	1339	20.90	3.955	15.632	0.108	20.95	20.68	4.030
10	14.00	39.05	25.05	1322	21.54	4.206	17.681	0.116	21.77	20.96	4.108
15	13.87	39.02	25.15	1216	23.11	4.835	23.355	0.139	23.14	21.45	4.380
20	10.83	38.98	28.15	1177	24.82	5.759	33.136	0.168	25.06	22.07	4.838
25	7.80	38.97	31.17	1122	27.50	7.029	49.365	0.210	27.30	22.87	5.565
30	8.13	38.95	30.82	981	29.36	7.298	53.205	0.233	29.39	23.61	6.148
40	8.80	39.30	30.50	799	31.34	6.955	48.313	0.246	31.58	24.27	6.584
50	9.47	39.70	30.23	642	34.28	5.531	30.544	0.218	34.16	24.91	6.968
75	5.53	39.70	34.17	219	36.72	3.281	10.719	0.222	36.30	25.17	7.117
100	26.90	39.60	12.70	116	37.46	1.522	2.295	0.141	37.36	25.30	7.197
150	34.50	38.80	4.30	67	37.79	0.833	0.684	0.102	37.69	25.38	7.243
250	35.10	38.70	3.60	41	37.72	0.839	0.687	0.131	37.79	25.43	7.270
500	35.50	38.70	3.20	26	37.94	0.703	0.475	0.138	37.93	25.46	7.287
750	37.80	38.60	0.80	5	38.13	0.388	0.120	0.174	38.08	25.47	7.291

Tablo 1.5.1.- Tüm Marmara Denizi (Boğazlar, Haliç dahil) Tuzluluk istatistik değerleri

Bu sular Akdeniz kökenli ağır (yoğun) sulardan meydana gelmekte ve 75 m.'nin üzerindeki Karadeniz kökenli sularla dikey olarak karışmaması nedeni ile bütün yıl boyunca bu homohalin karakterini koruyabilmektedirler. Yüzeysel suyu ile dip suyu arasındaki büyük yoğunluk farkından doğan bu sabitlik, karışımın yalnızca ara tabakada meydana geldiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Bu tabakadaki karışımı yaratan nedenler

- Akıntı hareketleri,
- Akıntının karşılaştığı topoğrafik yapılar,
- İç met-cezir olaylarının yarattığı ondülasyon hareketleri ile alt tabakanın yüzeye kadar yükselmesi (Upwelling) gibi olaylardır.

Tablo 1.5.2'de 0.5 m. salinite değişimi (sütun 2)'de yer alan Sal‰13.12'lik tuzluluk değeri Nilüfer çayının 0.5 mil açığında ölçülmüştür. Bu su kütlelerinin Karadeniz'den gelen ve Sal‰18-22 dolayındaki sularla bir ilişkisi bulunmamaktadır. Ancak bu su kütlelerinin Nilüfer Çayı'nın sularının topladığı hinterlanda düşen yağışla ilgili olarak, Gemlik Körfezi'nin bir bölümü de dahil Marmara sularını etkilediği de gerçektir. (Artuz. İ ve Korkmazer K. 1978)

Başlama Tarihi: 7/02/1978				Emin: E026°:17':40"				Nmin: N40°:5':20"			
Bitiş Tarihi: 18/02/1978				Emax: E029°:6':43"				Nmax: N41°:2':36"			
PARAMETRE: SAL				PROJE: 1978				SAHİBİ: iartuz			
DER. (m)	MIN.	MAX.	FARK	ADET	ORT.	S.DEV.	VAR.	SEM.	ORT. DÜZ.	HACİM ORT	HACİM S.DEV.
0.5	13.12	29.34	16.22	33	26.27	3.666	13.032	0.638	26.27	26.27	3.666
10	25.70	35.16	9.46	33	28.85	1.590	2.451	0.277	28.82	27.56	3.091
25	29.00	38.12	9.12	33	31.30	1.835	3.266	0.319	32.30	28.81	3.251
50	37.36	38.90	1.54	30	37.76	0.364	0.128	0.066	36.20	30.89	4.749
75	37.72	38.20	0.48	12	37.96	0.119	0.013	0.034	37.94	31.49	4.954
100	37.80	38.24	0.44	10	38.10	0.138	0.017	0.044	38.10	31.93	5.062
150	38.10	38.40	0.30	6	38.23	0.103	0.009	0.042	38.20	32.17	5.110
200	38.20	38.50	0.30	6	38.25	0.122	0.013	0.050	38.28	32.40	5.144
250	38.20	38.60	0.40	6	38.37	0.163	0.022	0.067	38.37	32.61	5.171
500	38.40	38.70	0.30	3	38.50	0.173	0.020	0.100	38.48	32.71	5.184
750	38.50	38.60	0.10	2	38.55	0.071	0.003	0.050	38.54	32.78	5.191
970	38.50	38.60	0.10	2	38.55	0.071	0.003	0.050	38.55	32.84	5.198

Tablo 1.5.2.- 1978 Senesi Salinite değişimi istatistiksel tablosu
(Artuz&Artuz&Artuz DataBase)

Tablo 1.5.3.'de Marmara'nın tümü, açık deniz alanı, körfezler ve Kuzey Ege'de ölçülen tuzluluk düşey dağılımı 0.5-100 m.de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Bu tablodan da görüldüğü gibi körfezlerde yüzey tuzluluğu açık denize oranla daha yüksektir. Bu durum, sıklık nedeni ile karışımın çok daha etkili oluşundan kaynaklanmaktadır.

Derinlik (m.)	Tüm Marmara	Açık Deniz	Gemlik Körfezi	Bandırma Körfezi	Kuzey Ege
0.5	26.30	25.45	27.21	28.87	29.34
10	28.85	28.24	29.60	29.05	35.26
25	31.30	30.98	31.44	30.90	38.22
50	37.72	37.77	37.56	37.36	38.40
75	37.96	37.96			
100	38.24	38.24			

Tablo 1.5.3. 0-100 m. arasında Marmara Denizi Düşey Tuzluluk (Sal‰) dağılımı karşılaştırması

Tablo 1.5.4.'de Marmara Denizi'nde 0-220 m. derinlikler arasında 10 yıl süre ile 1973-1983 yılları arasında yapılan gözlemlere göre saptanan ortalama sıcaklık değişimleri gösterilmiştir. (*Artüz. I 1983*)

Tablo 1.5.5.'de Marmara Denizi'nde 1984-2006 yılları arasında (*Artüz. I 2006*) yapılan gözlemlere göre saptanan ortalama sıcaklık değişimleri gösterilmiştir.

Bu tablolardan da izlenebildiği gibi, Marmara Denizi'nde 200 m.'nin altında, pratik anlamda herhangi bir karışım söz konusu olamamaktadır. Ancak bu durum Bandırma, Gemlik, İzmit gibi nispeten sığ ve kapalı körfezlerde biraz farklılık göstermektedir.

1962 -2006 seneleri arasında yapılmış çalışmaların ölçünlerinin ayrıntılı istatistiksel ortalamalarında, Marmara Denizi tümü, açık deniz alanı ile Gemlik, Bandırma Körfezi ve Kuzey Ege'de düşey salinite dağılımı (Sal‰) karşılaştırması (*H-QL Veritabanı*) bu durumu ortaya koymaktadır.

DERİNLİK	FARK (T °C)
0.5	16.96
5	16.84
10	20.36
15	19.57
20	19.32
25	17.25
30	17.30
40	21.62
50	19.98
75	8.88
100	1.80
150	1.26
250	1.15
500	1.02
750	0.65

Tablo 1.5.4.- 1973-1983 ortalama sıcaklık değişimleri

DERİNLİK	FARK (T °C)
0.5	19.90
5	19.28
10	19.20
15	18.90
20	18.17
25	17.90
30	16.18
40	9.93
50	8.90
75	1.22
100	0.98
150	0.98
250	0.61
500	0.50
750	0.19

Tablo 1.5.5.- 1984-2006 ortalama sıcaklık değişimleri

Yine aynı çalışmada 0.5-970 m. derinlikler arasında yapılan sıcaklık ölçümlerinin istatistik değerlendirilmesi Tablo 1.5.6.'da gösterilmiştir.

Tablo 1.5.5.'den de görüleceği gibi, kış döneminde Marmara Denizi su kütlelerinde 75 m.'den daha aşağı derinliklerde değişim sınırları arasındaki fark 0.8°C'ye düşmekte, yani Marmara'nın 100 m.'den daha derin çanağını 14.64 ± 0.24°C sıcaklıkta bir su kütleleri doldurmaktadır. 500 m.'den aşağıdaki suların sıcaklığı ise 14.3°C dolayında kalmaktadır.

Körfezlerde derinliğin genellikle 50 m. dolayında bulunması, buralarda dikey karışımın etkisinin göstermesine neden olmaktadır. Körfezlerin tüm Marmara (İst: 1-36) açık deniz alanı (İst:1-24) Gemlik Körfezi (İst: 26-32) Bandırma Körfezi (İst: 34-36) ve Kuzey Ege (İst: 25)'de 0.5-50 m. derinliklerde gözlenen farklılıkları Tablo 1.5.7'de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Tablo 1.5.7'den de görüldüğü gibi, rüzgar ve özellikle Karadeniz'den gelen ve kış döneminde soğuk sudan oluşan akıntının etkisinden uzak körfezlerde deniz suyu sıcaklığı

açık denize oranla daha yüksek olabilmektedir. Bu fark İstanbul Boğazı'ndan uzaklık oranında da artış göstermektedir. Örneğin; Bandırma Körfezi yüzey suyu sıcaklığının Gemlik'tekinden 0.8°C kadar daha yüksek olduğu görülmektedir.

DER (m)	DEĞİŞİM SINIRI		FARK	N	Ort T °C	Sd ²	Sd	Sem-	NOT
	Min.	Max.							
0.5	5.62	18.98	13.36	37	10.76	0.568	0.754	0.131	Bandırma ve Gemlik Körfezi dahil
10	6.94	11.74	4.80	35	8.09	0.703	0.838	0.146	
25	7.86	14.14	6.28	35	9.50	1.834	1.354	0.236	
50	13.66	14.84	1.18	22	14.35	0.123	0.351	0.064	
75	14.14	14.98	0.84	23	14.76	0.062	0.250	0.079	
100	14.40	14.98	0.58	19	14.76	0.036	0.190	0.067	Yalnız açık deniz bölümünde
150	14.35	15.06	0.71	16	14.87	0.068	0.261	0.106	
200	14.32	15.04	0.72	16	14.75	0.096	0.309	0.126	
250	14.31	15.14	0.83	16	14.68	0.112	0.334	0.136	
300	14.35	15.22	0.87	16	14.73	0.102	0.319	0.130	
500	14.30	14.57	0.27	9	14.46	0.020	0.142	0.082	
750	14.35	14.80	0.45	6	14.58	0.101	0.318	0.225	
970	14.24	14.33	0.09	6	14.29	0.004	0.064	0.045	

Tablo 1.5.6.- Marmara Denizi'nde sıcaklığın (T°C) derinliğe göre dağılımı ile ilgili istatistiksel parametreler. (Artuz&Artuz&Artuz DataBase)

Derinlik (m)	Tüm Marmara	Açık Deniz	Gemlik Körfezi	Bandırma Körfezi	Kuzey Ege
0.5	9.76	9.53	7.86	8.69	8.78
10	8.09	7.72	8.35	8.73	11.47
25	9.50	9.29	9.41	9.62	14.14
50	14.35	13.68	14.26	14.66	14.54

Tablo 1.5.7.- Marmara Denizi Tümü, Açık Deniz Alanı ile Gemlik ve Bandırma Körfezlerinin Ortalama Düşey Temperatur Dağılımı Karşılaştırması (T°C)

Tablo 1.5.7.'de aynı dönemde Ege Denizi'nin kuzeyinde yapılan ölçüm de gösterilmiştir. Bandırma ve Gemlik'teki dikey sıcaklık dağılımı Kuzey Ege'ninki ile kıyaslanacak olursa aradaki fark açıkça görülebilecektir. Bu fark bize bu kör-

fezlerin de kısmen Karadeniz suyunun etkisi altında kaldığını göstermesi açısından yararlı olmaktadır. Temperatur ve salinitenin fonksiyonu olan yoğunluk (Sigma-T) Marmara Denizi'nde 10.14 (Nilüfer Çayı açıklarında) minimum, dip sularında (maksimum) 28.94 arasında değişmektedir. Yoğunluğun yüzey sularının sıcaklık ve tuzluluk değişimlerine paralel olarak değişmesine karşılık, dip sularının homoterm ve homohalin karakteri nedeni ile tüm yıl boyunca sabit kalmaktadır. Tablo 1.5.8.'de 1962-2006 seneleri arasında ortalama olarak 0.5 m. ile 970 m. arasındaki su tabakalarında ölçülen Sigma-T değerlerinin istatistik değerlendirilmesi verilmiştir.

DER (m)	DEĞİŞİM SINIRI		FARK	N	Ort Sigma-T	Sd ²	Sd	Sem-	NOT
	Min.	Max.							
0.5	10.14	22.76	12.62	37	20.52	8.055	2.838	0.49	Bandırma ve Gemlik Körfezi dahil
10	20.15	26.79	6.64	35	22.47	1.269	1.126	0.20	
25	22.60	28.59	5.99	35	24.16	1.446	1.202	0.21	
50	27.89	28.72	0.83	22	28.23	0.039	1.196	0.04	
75	28.22	28.48	0.26	23	28.33	0.006	0.079	0.02	Yalnız açık deniz bölümünde
100	28.26	28.56	0.30	19	28.44	0.009	0.095	0.03	
150	28.45	28.63	0.18	16	28.51	0.005	0.067	0.03	
200	28.47	28.68	0.21	16	28.56	0.008	0.087	0.04	
250	28.57	28.74	0.17	16	28.62	0.008	0.087	0.04	
300	28.68	28.81	0.13	16	28.74	0.003	0.052	0.02	
500	28.73	28.79	0.06	9	28.76	0.001	0.031	0.02	
750	28.82	28.84	0.02	6	28.83	0.001	0.031	0.02	
970	28.84	28.94	0.10	6	28.89	0.002	0.044	0.03	

Tablo 1.5.8.- 1962-2006 Marmara Denizi'nde yoğunluğun (Sigma-T) derinliğe göre dağılımı ile ilgili istatistiksel parametreler.
(Artuz&Artuz&Artuz DataBase)

Buradan da yüzey ve dip su kütleleri arasındaki fark açıkça görülebilmektedir. Ancak buradan çıkarılması gerekli bir husus yoğunluk tabakalaşmasının sıcaklık tabakalaşmasından önemli bir fark göstermesidir. Termokline göre alt su kütesinin 75 m.'nin altında yer almasına karşılık, Sigma-T ye göre yüzey su tabakası 50 m.'de son bulmaktadır. Bu özellikle Marmara Denizi'ne yapılan ve

yapılması düşünülen derin deniz deşarjları için son derece önemli bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.

50 m. derinlikte $28.23 - 0.019 = 28.22$ olan Sigma-T 100 m. derinlikteki $28.44 - 0.01 = 28.43$ değerinden yalnızca 0.11 Sigma-T kadar düşüktür. Bu her nedense dikkate alınmayan durum, Marmara Denizi kıyılarından gerçekleştirilen deşarjlarda ciddi çevresel sorunlar yaratmıştır.

Daha önce de belirtildiği gibi, bir denizin alıcı ortam olarak kendi kendisini yenileme yeteneği suyun yenilenme hızına, yani havzaya akıntılarla dışarıdan içeri ve içeriden dışarıya taşınan su miktarlarına bağlıdır. Ancak bunun yanı sıra, tabakalar arasındaki madde alışverişi yani karışım da büyük önem taşımaktadır. Özellikle Marmara Denizi gibi kesin tabakalaşma gösteren denizlerde bu faktör çok daha etken olmaktadır. 1.5.2., 1.5.6 ve 1.5.8. nolu tablolardan da görüldüğü gibi, Marmara Denizi'nde söz konusu tabakalar arasında sınırı oluşturan ara tabaka (infertace)'de gözlenen internal dalgalar, upwelling, topoğrafik etkenler ve difüzyon dışında bir karışım olmadığına göre, yüzey suyuna yani 75 m. derinliğe kadar olan suya bırakılacak atıkların sulandırılma oranının hesaplanmasında Marmara'nın tüm su kütlesi yerine yalnızca bu 75 m.'lik derinliği dolduran su kütlesinin hesaba katılması söz konusu olabilir ki, bu da Marmara'nın alıcı ortam olarak rölatif derinliğini ve dolayısı ile de alıcı ortam hacmini çok küçültmektedir.

50 m.'nin altına bırakılacak olan kirleticiler şayet bu suyun yoğunluğuna eş veya daha ağır kütlelerden oluşuyorlar ise, ara su tabakasının altında tutulabilecekleri teorik olarak varsayılabilir ki, bu noktaya daha sonra yeniden dönecektir.

Ancak burada göz önüne alınması gereken son derece önemli husus, yüzey suyu ile derin suyun arasındaki karışım hızı azlığının suda çözülmüş (DO) oksijenin derinliğe taşınmasında da engel oluşturduğudur. Zira su içerisine bırakılan atık kirletici maddeler, özellikle organik-evsel kökenli-atıklar suda çözülmüş oksijen ile reaksiyona geçerek oksitlenirler ve zamanla kirleticilik özelliklerini kaybederler. Anorganik maddelerin de oksidasyon ile bileşimlerini değiştirmeleri söz konusudur. Bu açıdan bakıldığında Marmara'da doğal olarak kısıtlanmış olan karışım hareketlerinin önemi, kendiliğinden anlaşılacaktır.

Özellikle dip suyuna bırakılacak atıklar bu tabakada oksitlenmeksizin çok uzun süreler depolanmış olacaklardır. Bu şartlar altında oluşacak diğer bir me-

kanızma da, atıkların zaten çok kısıtlı olan suda çözülmüş oksijeni sarf etmesi sonucunda oluşacak anoksik (anaerobik) ortamda kemosentez yapacak sulfo-bakterilerin ortama hakim olmalarıdır.

Kemosentez olayı sonucunda ortaya çıkan H_2S gazı ise, daha hızlı bir difüzyonla yüzey tabakasına ulaşabilecektir. Marmara Denizi'nde karışımı kısıtlayan en önemli etken, bu denizim komşuları olan Akdeniz ve Karadeniz ile olan bağlantılarının gerek yatay, gerekse düşey doğrultuda kısıtlanmış oluşudur.

Tablo 1.5.9'da (Artüz. İ 1978) Marmara Denizi'nin yüzeyden 900 m. derinliğe kadar olan su sütunundaki çözülmüş oksijen (DO mg/l) dağılımı gösterilmiştir. Bu değerler 1955-1975 yılları arasındaki 20 yıllık sürede yapılan gözlemlere dayanmaktadır. 1982'den sonra yapılan gözlemlerde DO miktarlarında çok ciddi azalmaların oluştuğunu da belirtmek gerekir.

Derinlik (m)	O_2 mg/l
0	8.1
10	7.9
25	7.8
50	5.3
75	4.1
100	3.6
200	3.1
750	2.9
900	2.6

Tablo 1.5.9.- 1955-1975 seneleri arası ortalama DO dağılımı

Başka bir deyişle Tablo 1.5.9. baz ölçümleri temsil etmektedir. Bu tablodan da görüldüğü gibi, Marmara Denizi'nin derin sularında Karadeniz'dekine benzer "anoksik" yani oksijenin yok olduğu bir su kütlesi bulunmamakla birlikte, oksijen miktarı normal, özellikle de pelajik balıkların yaşamasına elverişli düzeyde değildir. Normal yaşam için en az 5 mg/l'lik bir DO içeriğine gerek

Derinlik, (m)	DO mg/l
0	7.6
10	7.3
25	6.7
50	4.1
75	3.2
100	2.6
200	2.4
750	2.1
900	2.2

Tablo 1.5.10.a- Marmara Denizi'nde Suda Çözünmüş Oksijenin Derinliğe Göre Dağılımı (23 Yıllık Ortalama Değerleri 1960-1983) (Artüz. İ, 1983)

Derinlik (m)	DO mg/l
0	5.09
10	4.97
25	2.67
50	1.57
75	1.16
100	1.23
200	1.14
750	1.12
900	1.09

Tablo 1.5.10.b- Marmara Denizi'nde Suda Çözünmüş Oksijenin Derinliğe Göre Dağılımı (23 Yıllık Ortalama Değerleri 1984-2006) (Artüz. L, 2006)

vardır. (CAMP TEKSER 1977) Aynı miktar, suya bırakılacak atık maddelerin oksidasyonu için gerekli (DO) miktarının da alt düzeyi olarak kabul edilmektedir. ("SU KİRLİLİĞİ KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ" R G: 31 Aralık Cuma 2004 Sayı :25687-Tablo 4: Deniz suyunun genel kalite kriterleri)

Marmara'da biyolojik yaşam ve atık deşarjı açısından alınması gereken DO minimum değeri 5mg/l'dir. Bu baz miktar ise Marmara genelinde ancak 45 m. derinliğ üzerinde kalan dar su kütlesi için söz konusu olabilmektedir. Bu kritik DO sınırı akıntıların şiddetli olduğu bölgelerde ve karışım (Termoklin, haloklin) tabakasının yer deşişmeleri sonucunda 75-80 m. derinliğe kadar inebilmekte, ancak daha derine inmesi yoğunluk farkı nedeni ile mümkün olamamaktadır. Bunun sonucu olarak da, bu üst su tabakası Marmara'nın produktivitesini saptayan bir bölge olarak ekonomik açıdan da ciddi anlamda önem taşımaktadır.

Tablo 1.5.10. (a ve b) de ilk ve son 23 yıllık ortalama olarak Marmara Denizi'nin yüzeyden 900 m. derinliğe kadar olan su sütunundaki çözünmüş oksijen (DO mg/l) dağılımı gösterilmiştir. Bu değerler 1960-1983 ve 1983-2006 yılları arasındaki ölçümlere dayanmaktadır. (Artüz.L ve H-QL Veritabanı)

Tablo 1.5.11. da ise, 1962-2006 seneleri arasında ortalama olarak 0.5 m. ile 970 m. arasındaki su tabakalarında ölçülen DO şartlarının istatistik deşerlendirmesi verilmiştir.

Marmara Denizi'nde yapılan biyolojik çalışmalar da; yüzey sularının produktivitesinin oldukça yüksek olmasına karşılık, termoklin altındaki sularda çok fakir bir doğal hayatın varlığını ortaya koymaktadır. Marmara'nın derin su kütlelerinde az da olsa DO bulunuşu, Ege'den Çanakkale Boğazı eşiğini aşarak gelen Akdeniz sularının oksijen içeriğinden kaynaklanmaktadır.

DER (m)	DEĞİŞİM SINIRI		FARK	N	Ort DO mg/l	Sd ²	Sd	Sem-	NOT
	Min.	Max.							
0.5	6.48	9.34	2.86	37	7.91	2.022	2.045	1.430	Bandırma ve Gemlik Körfezi dahil
10	5.12	9.54	4.42	35	7.33	3.125	4.884	2.210	
25	3.80	9.09	5.29	35	6.44	3.741	6.996	2.645	
50	2.20	6.67	4.47	22	4.44	3.161	4.995	2.235	
75	1.11	3.80	2.69	23	2.46	1.902	1.809	1.345	Yalnız açık deniz bölümünde
100	1.00	3.19	2.19	19	2.09	1.549	1.199	1.095	
150	0.98	3.30	2.32	16	2.14	1.640	1.346	1.160	
200	0.90	2.80	1.90	16	1.85	1.344	0.902	0.950	
250	0.89	2.44	1.55	16	1.66	1.096	0.601	0.775	
300	0.88	2.33	1.45	16	1.60	1.025	0.526	0.725	
500	0.85	2.58	1.73	9	1.72	1.223	0.748	0.865	
750	0.80	2.50	1.70	6	1.65	1.202	0.723	0.850	
970	0.79	2.70	1.91	6	1.74	1.351	0.912	0.955	

Tablo 1.5.11.- 1962-2006 Marmara Denizi'nde suda erimiş oksijen (DO mg/l) derinliğe göre dağılımı ile ilgili istatistiksel parametreler.
(Artuz&Artuz&Artuz DataBase)

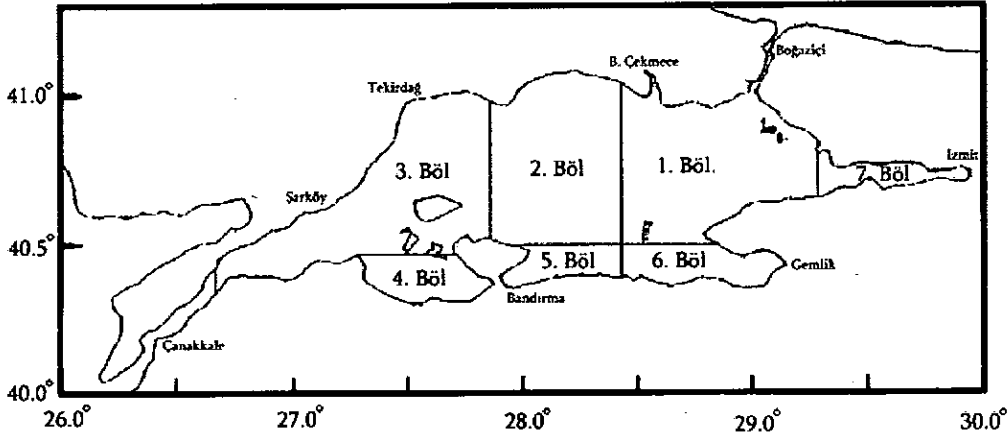
DER (m)	DEĞİŞİM SINIRI		FARK	N	Ort DO mg/l	Sd ²	Sd	Sem-	NOT
	Min.	Max.							
0.5	3.10	7.70	4.60	21	5.71	5.71	0.823	0.127	Bandırma ve Gemlik Körfezi dahil
10	3.10	7.60	4.50	20	5.60	4.78	0.814	0.127	
25	0.80	6.60	5.80	20	2.26	2.78	1.223	0.191	
50	0.10	3.50	3.40	18	1.00	1.20	0.848	0.157	
75	0.10	1.30	1.20	9	0.53	0.68	0.328	0.109	Yalnız açık deniz bölümünde
100	0.20	1.20	1.00	8	0.65	0.62	0.298	0.105	

Karşılaştırma amaçlı olarak, 2006 senesi Marmara Denizi'nde suda erimiş oksijen (DO mg/l) derinliğe göre dağılımını gösterir tablo
(Artuz&Artuz&Artuz DataBase)

1.5.1. Marmara Denizi'nde Su Sıcaklığı (T°C) Şartları

Marmara Denizi'nde düşey sıcaklık dağılımı açısından üç ayrı su kütlesi bulunduğu bilinmektedir. (Pektaş H. 1952, 1953, 1954, Artüz İ. 1962 Aasen O, Artüz İ. ve Akyüz 1956 ve diğerleri)

Bu kütlelerden en üstte yer alan ve kalınlığı 20-25 m. dolayındaki yüzey tabakası, mevsim şartlarına bağlı olarak değişim gösterir. Bu tabakanın kış döneminde kazandığı en düşük sıcaklık ve bu sıcaklığın muhafaza edildiği süre, kışı izleyen dönemde yüzey tabakasının alt sınırını, başka bir deyimle yüzey tabakası kalınlığını saptayan en önemli faktör olarak önem taşır. Yüzey tabaka atmosfer ile direkt ilişkide olduğundan, en üst 0.5 m.'lik tabaka günlük değişimleri ve ani meteorolojik dalgalanmaları da yansıttığından ve ani ölçümler de yanılma payını arttıracığından, sıcaklık ölçümleri 0.5 m. derinlikten başlayarak alınmıştır. Projenin tasarımı aşamasında Marmara'da daha önceki yıllarda yapılan ölçümlerin Marmara'yı yatay doğrultuda da oldukça kesin bölgelere ayırdığı saptamıştır. Bu nedenle, sonraki senelerde ölçümlerin değerlendirilmesinde bu bölgelere göre gruplandırmalara gidilme gereği duyulmuştur. Bu bölgelere diğer parametrelerin ele alınmasında da sadık kalınacağından, bölgelere ilişkin kroki aşağıda sunulmuştur. (Harita 1.5.1.1.) Söz konusu bölgeler doğal olarak bitişik bölgelerle karşılıklı olarak etkilenmektedirler.



Harita 1.5.1.1.- Marmara'da özellikleri açısından farklılık gösteren bölgelerin dağılımı.

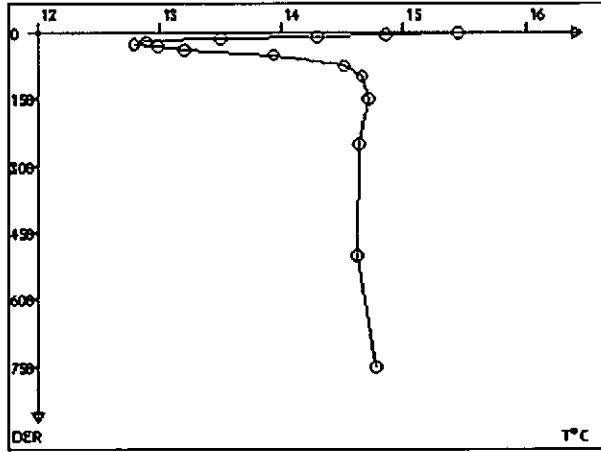
Buna rağmen bölgelerden elde edilen ölçüm değerleri istatistik açıdan incelendiklerinde aralarındaki farklılıklar belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Tablo 1.5.1.1.'de, Marmara Denizi'nin bölgelere göre, Mayıs istatistiksel ortalaması olarak, dikey sıcaklık dağılımı gösterilmiştir. Bu tablodan da görüldüğü gibi, Mayıs döneminde Marmara yüzey suyu (0.5 m.) sıcaklığı 14.94°C ile 17.64°C arasında değişmekte olup, ortalaması 16.60°C olarak hesaplanmıştır.

Der. (m.)	1. Bölge	2. Bölge	3. Bölge	İzmit Körfezi	Gemlik Körfezi	Bandırma Körfezi	Erdek Körfezi	Min.	Max.	Ort.	Düzeltilme
0.5	14.94	16.44	16.89	17.37	16.41	16.51	17.64	14.94	17.64	16.60	16.60
5	14.31	15.46	16.51	16.72	15.56	15.46	16.38	14.31	16.51	15.77	15.44
10	12.72	12.96	15.37	14.31	13.55	13.00	13.68	12.72	14.31	13.65	13.85
20	11.97	11.56	13.98	12.64	12.70	12.11	11.56	11.56	13.98	12.36	12.60
25	11.83	11.90	12.33	12.20	12.35	11.92	11.89	11.83	12.35	12.06	12.19
30	12.30	12.28	12.29	12.27	12.26	12.32	12.29	12.26	12.32	12.29	12.62
35	13.85	13.86	13.86	13.86	13.88	13.85	13.85	13.85	13.88	13.86	13.41
50	13.45	13.33	13.81	13.33	13.56	14.30	13.66	13.33	14.30	13.63	13.96
65	14.73	14.73	14.72	14.74	14.73	14.72	14.74	14.72	14.74	14.73	14.31
70	14.15		14.15					14.15	14.15	14.15	14.41
75	14.73	14.74	14.32	14.77	14.51			14.32	14.74	14.61	14.51
100	14.74	14.86	14.40	15.00	14.52			14.40	15.00	14.70	14.77
200	15.07	15.09	15.08	15.08				15.07	15.09	15.08	14.99
300	15.10	15.10	15.10	15.10				15.10	15.10	15.10	15.07
500	15.00	15.00	15.00	15.00				15.00	15.00	15.00	15.00

Tablo 1.5.1.1.- Marmara Denizi'nin bölgelere göre, Mayıs ortalaması istatistiksel olarak, dikey sıcaklık dağılımı (Artuz&Artuz&Artuz DataBase)

Bölgeler açısından en yüksek su sıcaklıkları Erdek (4. Bölge) Körfezi'nde ve İzmit (7. Bölge) Körfezi'nde gözlenmiştir. Buna karşılık Gemlik (6. Bölge) Körfezi'nde 2. bölgedekine yaklaşık hatta az da olsa daha düşük bir ortalama değer hesaplanmıştır. Bunun başlıca nedeni Gemlik Körfezi'nin hemen girişine dökülen Susurluk Çayı'nın, bu körfezin sularını geniş çapta etkilenmesinden ileri gelmektedir. En düşük yüzey suyu sıcaklıkları Karadeniz yönü ile İstanbul Boğazı'ndan gelen ve Çanakkale Boğazı yönünde hareket eden nispeten soğuk Karadeniz sularının direkt etkisi altındaki 1. Bölgede gözlenmektedir. Bu bölgede yer alan 10 adet istasyonda yüzey suyunda ölçülen sıcaklıkları 11.12 - 16.40°C arasında değişmekte ve 10 istasyonun ortalaması bu dönemde hesaplanan en düşük ortalamayı temsil etmektedir (14.94°C).

Başlama Tarihi: 26/07/1962		Emin: E029°:16':59"		Nmin: N40°:29':41"							
Bitiş Tarihi: 2/01/2007		Emax: E028°:27':07"		Nmax: N41°:27':01"							
PARAMETRE: T °C		PROJE: 1. Bölge									
DER. (m)	MIN.	MAX.	FARK	ADET	ORT.	S.DEV.	VAR.	SE m.	ORT. DÜZ.	HACİM ORT.	HACİM S.DEV.
0.5	4.80	26.65	21.85	890	15.45	6.084	36.975	0.204	15.45	15.45	6.084
5	4.83	25.00	20.17	858	14.85	5.843	34.095	0.199	14.86	15.15	5.973
10	4.84	25.00	20.16	847	14.29	5.608	31.410	0.193	14.23	14.87	5.869
15	4.85	24.90	20.05	771	13.50	5.195	26.950	0.187	13.54	14.56	5.750
20	4.80	24.97	20.17	736	12.89	4.767	22.692	0.176	13.02	14.26	5.622
25	4.78	24.97	20.19	698	12.79	4.292	18.391	0.162	12.86	14.04	5.473
30	4.80	24.97	20.17	618	12.98	3.910	15.266	0.157	12.99	13.92	5.329
40	4.86	24.56	19.70	491	13.20	3.087	9.507	0.139	13.33	13.86	5.183
50	5.80	19.76	13.96	384	13.94	2.006	4.015	0.102	13.90	13.87	5.047
75	6.20	17.20	11.00	128	14.51	1.096	1.191	0.097	14.40	13.88	4.999
100	14.20	17.20	3.00	66	14.66	0.398	0.156	0.049	14.64	13.89	4.975
150	14.04	15.40	1.36	52	14.72	0.207	0.042	0.029	14.68	13.89	4.955
250	13.99	15.14	1.15	35	14.64	0.222	0.048	0.038	14.66	13.90	4.943
500	14.02	15.04	1.02	22	14.62	0.187	0.033	0.040	14.66	13.90	4.934
750	14.55	15.00	0.45	4	14.77	0.185	0.026	0.092	14.73	13.90	4.933



Şekil 1.5.1.1. - 1. Bölge dikey sıcaklık değişimi istatistik değerleri ve bu değerlere (ort.) bağlı tipik dikey sıcaklık değişim grafiği. (1962-2006)
(Artuz&Artuz&Artuz DataBase)

Bu bölgede termoklin tabakasının ortalama sıcaklığı, 9.57°C ile 25 m. derinlikte yer almaktadır. Bu tabakada en düşük 8.60°C ve en yüksek sıcaklık 11.16°C olarak ölçülmüştür. Şekil 1.5.1.1.'den de görüleceği gibi, yüzeyde 15°C dolayında olan sıcaklık çok hızlı bir düşüş göstermekte, 25 m.'de termoklini oluşturduktan sonra gene hızlı bir artış ile 50 m.'de hemen hemen 0.5 m. derinlikteki sıcaklığa yaklaşmaktadır.

Tablo 1.5.1.2.'de görüleceği gibi 25 m.'nin üzerinde ölçümlerdeki farklar ve ortalama değerlerden sapmalar Sd^2 ve Sd çok fazla olmasına karşılık 50 m. ve aşağısında fark ve sapmalar çok düşük düzeye inmektedir.

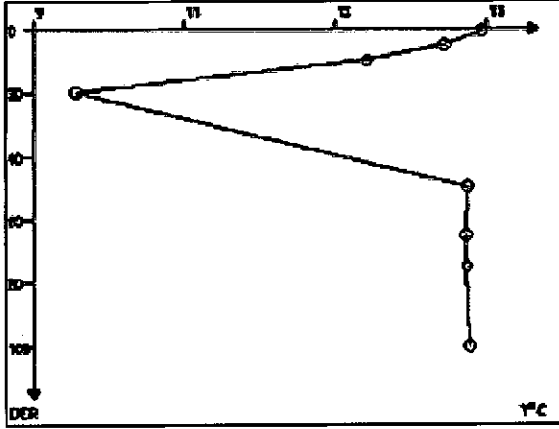
Der. (m.)	Değişim Sınırları		Fark T°C	N	Ort T°C	Sd^2	Sd	Sem +
	Min.	Max.						
0.5	6.02	21.10	15.08	37	13.56	56.852	10.663	7.540
5	5.07	20.12	15.05	35	12.60	56.626	10.642	7.525
10	7.68	18.30	10.62	35	12.99	28.196	7.509	5.310
25	9.90	10.22	0.32	22	10.06	0.026	0.226	0.160
50	14.40	14.50	0.10	23	14.45	0.003	0.071	0.050
75	14.20	14.30	0.10	19	14.25	0.002	0.071	0.050
100	14.20	14.20	0.00	16	14.20	0.000	0.000	0.000

Tablo 1.5.1.2.- 1. Bölge sıcaklık (T°C) değerlerinin istatistik değerlendirmesi (Artuz&Artuz&Artuz DataBase)

Bu değerlere göre 25 m.'de yer alan termoklin tabakası sıcaklık açısından çok kesin bir sınır oluşturmakta ve termoklinin altında kalan su kütlesi Marmara Bölgesini etkileyen meteorolojik şartlardan yalıtlanmış bulunmaktadır. Buna karşılık termoklinin üzerinde yer alan su kütlesinde, bir yandan bölgenin meteorolojik şartları etkin olurken, diğer yandan da Karadeniz'den gelen su kütlesinin etkisi görülmektedir. Bu ikinci etki kaynağının en fazla hüküm sürdüğü bölge I. Bölge olmaktadır.

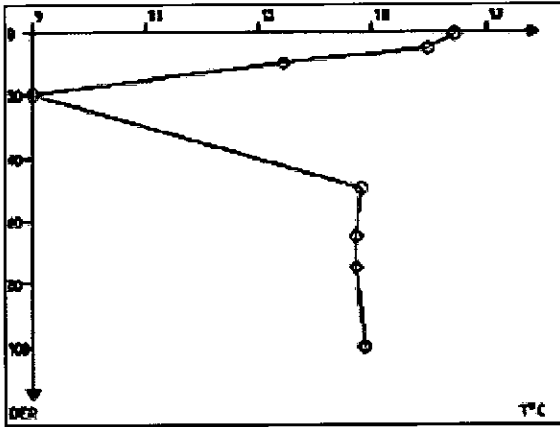
Sıcaklık dağılımı açısından 1. Bölge kendi içersinde de farklılıklar göstermektedir. Bunun başka nedeni Karadeniz'den gelen su kütlesinin izlediği yol olmaktadır. Bölgelerin ayırımı yalnızca sıcaklık faktörüne bağlı yapılmadığından, bu farklılıklara rağmen bölge sınırları Harita 1.5.1.1.'da gösterildiği gibi saptanmıştır.

2. Bölgede 2006 yaz döneminde 4 istasyon (21-24)'da çalışma yapılmıştır. Bu tablolardan elde edilen ortalama değerlere göre çizilen bölge ortalama sıcaklık düşey dağılım eğrileri sırası ile Tablo 1.5.1.3., 1.5.1.4., 1.5.1.5. de gösterilmiştir.



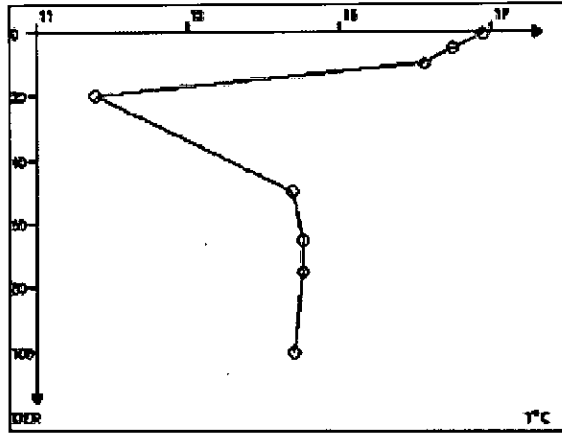
Derinlik (m)	Sıcaklık (T°C)
0.5	14.94
5	14.44
10	13.43
20	9.57
50	14.75
65	14.72
75	14.74
100	14.78

Tablo 1.5.1.3.- Marmara Denizi 'nde 1. Bölgede ortalama su sıcaklığının düşey dağılımı. (Artuz&Artuz&Artuz DataBase)



Derinlik (m)	Sıcaklık (T°C)
0.5	16.44
5	15.98
10	13.44
20	9.01
50	14.80
65	14.72
75	14.70
100	14.86

Tablo 1.5.1.4.- Marmara Denizi 'nde 2. Bölgede ortalama su sıcaklığının düşey dağılımı. (Artuz&Artuz&Artuz DataBase)



Derinlik (m)	Sıcaklık (T°C)
0.5	16.89
5	16.50
10	16.13
20	11.78
50	14.37
70	14.50
75	14.50
100	14.40

Tablo 1.5.1.5.- Marmara Denizi 'nde 3. Bölgede ortalama su sıcaklığının düşey dağılımı. (Artuz&Artuz&Artuz DataBase)

Bu grafiklerde yer alan eğriler karşılaştırıldığında, her bölgede de aynı tip tabakalaşmanın söz konusu olduğu görülür. Bölgelerdeki en önemli fark termoklin tabakasının derinlik konumunda görülmektedir. 1. Bölgede 25 m.'de yer alan termoklin 2. Bölgede 20 m.'ye kadar yükselmekte ve termoklin sıcaklığı da ortalama 9°C' ye düşmektedir. Bu iki bölge arasındaki sıcaklık farkları Tablo 1.5.1.2.'de ve Tablo 1.5.1.6.'de yer alan istatistik değerlendirmede de açıkça görülmektedir.

Der. (m.)	Değişim Sınırları		Fark T°C	N	Ort T°C	Sd ²	Sd	Sem +
	Min.	Max.						
0.5	5.90	21.01	15.11	37	13.46	57.078	10.684	7.555
5	5.03	19.16	14.13	35	12.10	49.914	9.991	7.065
10	8.18	15.12	6.94	35	11.65	12.041	4.907	3.470
20	9.01	10.90	1.89	22	9.96	0.893	1.336	0.945
50	14.20	14.70	0.50	23	14.45	0.062	0.354	0.250

Tablo 1.5.1.6.- 2. Bölge sıcaklık (T°C) değerlerinin istatistik değerlendirmesi (Artuz&Artuz&Artuz DataBase)

3. Bölgeye ilişkin verilerin incelenmesinden görüleceği gibi, (Tablo 1.5.1.7.) burada da termoklin 20 m. dolaylarında yer almakta ve bu derinlikteki tabakanın ortalama sıcaklığı 10.06°C dolayında bulunmaktadır.

Der. (m.)	Değişim Sınırları		Fark T°C	N	Ort T°C	Sd ²	Sd	Sem +
	Min.	Max.						
0.5	6.18	19.90	13.72	37	13.04	47.060	9.702	6.860
5	5.11	19.22	14.11	35	12.16	49.773	9.977	7.055
10	8.01	17.36	9.35	35	12.68	21.856	6.611	4.675
20	9.22	10.90	1.68	22	10.06	0.706	1.188	0.840
50	14.10	14.70	0.60	23	14.40	0.090	0.424	0.300

Tablo 1.5.1.7.- 3. Bölge sıcaklık (T°C) değerlerinin istatistik değerlendirmesi (Artuz&Artuz&Artuz DataBase)

Diğer bölgelere ilişkin ölçümler ve istatistik değerlendirmeler 2. bölüm ortalama değerler kısmında, istatistiksel ortalamalar olarak istasyonlar bazında ilgili bölümlerde yer alan tablolarda gösterilmiştir. (Bölüm II. Ölçüm sonuçları/ Data Kartları)

1.5.2. Marmara Denizi'nde Tuzluluk (Sal‰) Şartları

Aynen düşey sıcaklık dağılımında olduğu gibi, Marmara Denizi'nde tuzluluk düşey dağılımı açısından da üç ayrı su kütlesi bulunduğu bilinmektedir. (Pektaş, 11. 1952, 1953, 1954 Artüz İ. 1962 Aasen O. Artüz İ. ve Akyüz 1956). Bu kütlelerden en üstte yer alan ve kalınlığı yaklaşık 30 m. olan yüzey tabakası, özellikle Karadeniz'den gelen nispeten tatlı (Sal‰18) suların miktarına bağlı olarak değişim gösterir. 1967-1970 yılları arasında Rusya'dan geçerek Karadeniz'e akan büyük nehirlerin taşıdıkları su miktarları bu akarsular üzerinde kurulan sulama veya hidroelektrik amaçlı barajlar nedeni ile büyük çapta azalmış, bunun yanı sıra da, ilkbahar döneminde Marmara Denizi yüzey sularını geniş çapta etkileyen ve yenileyen şiddetli su akımlarının yerini, tüm mevsimlere az çok eşit olarak dağılmış akımlar almıştır. Bu nedenle Marmara Denizi 15 yıllık bir süreden beri devamlı bir stres ve değişime sahne olmuş ve olmaktadır. Bu değişimler sonucunda Marmara yüzey su tabakası nispi bir daralmaya uğramıştır. Marmara'da yüzey tabakasının kalınlığı, doğal olarak piknoklin tabakasının derinliğini saptadığından, kütleler arasındaki oranlarda değişimler meydana gelmektedir. Aslında Karadeniz'den gelen az tuzlu suların miktarındaki yapay azalma, üst su kütesinin yoğunluğunun çok az da olsa artışına neden

olarak haloklinin aşağı inmesine yol açmış bulunmakta ise de, ilkbahar şiddetli akımlarının yarattığı düşük sıcak şartlarının ve içerdiği bol oksijenin de (DO) azalması sürekli termoklin tabakasının yukarıya yükselmesine yol açmaktadır.

Tuzluluk İstanbul Boğazı'ndan Çanakkale Boğazı'na kadar olan mesafede su kütlesinin kat ettiği yol ile orantılı olarak artmaktadır. Bu da yüzey suyu tabakasının altında yer alan geçit tabakasının daha derindeki (yaklaşık 30 m.'den daha derin) dip suyu kütlesi ile çeşitli etkenler nedeni ile karıştığını kanıtlamaktadır. Tablo 1.5.1' de ölçülen tuzluluk (Sal‰) değerleri ve bunlardan elde edilen istatistik parametreler gösterilmiştir. Bu tablodan da görüldüğü gibi 75 m.'den daha aşağıda tüm Marmara su kütlesi için total tuzluluk ortalaması Sal‰38.38±0.17'dir. Bu verilerden de açıkça görüldüğü gibi 75 m.'nin altında homohalin bir su kütlesi bulunmakta ve tüm çanağı doldurmaktadır. (Tablo 1.5.2.1.)

Yüzey tabakası tuzluluğu ise (Sal‰) 18-23.5 arasında değişmekte, ara tabaka Sal‰25-27 ve alt tabaka Sal‰33.5-36 tuzluluğa sahip bulunmaktadır. (Bkz. Grafik 1.5.1.)

Başlama Tarihi: 1962				Emin: E029°:31':23"				Nmin: N40°:11':33"			
Bitiş Tarihi: 2006				Emax: E026°:49':15"				Nmax: N41°:00':37"			
PARAMETRE: SAL				PROJE: GENEL							
DER. (m)	MIN.	MAX.	FARK	ADET	ORT.	S.DEV.	VAR.	SE m.	ORT. DÜZ.	HACİM ORT.	HACİM S.DEV.
0.5	13.12	39.00	25.88	694	22.81	3.656	13.349	0.139	22.81	22.81	3.656
5	13.78	39.02	25.24	647	23.15	3.154	9.935	0.124	23.29	22.97	3.426
10	14.30	39.05	24.75	643	24.06	3.187	10.142	0.126	24.39	23.33	3.389
15	15.40	39.02	23.62	614	26.30	2.998	8.972	0.121	26.35	24.03	3.534
20	16.25	38.98	22.73	599	28.74	3.361	11.280	0.137	28.98	24.91	3.955
25	16.80	38.97	22.17	581	32.15	3.975	15.772	0.165	31.70	26.02	4.741
30	14.00	38.95	24.95	509	33.76	3.826	14.607	0.170	33.75	26.94	5.273
40	18.62	39.30	20.68	437	35.35	3.098	9.575	0.148	35.29	27.72	5.662
50	18.66	39.70	21.04	383	36.69	2.901	8.393	0.148	36.44	28.39	5.989
75	19.21	39.70	20.49	178	37.03	2.617	6.809	0.196	37.05	28.68	6.108
100	26.90	39.60	12.70	103	37.44	1.561	2.413	0.154	37.42	28.85	6.171
150	34.50	38.80	4.30	62	37.75	0.850	0.710	0.108	37.66	28.95	6.209
250	35.10	38.70	3.60	41	37.72	0.839	0.687	0.131	37.78	29.02	6.232
500	35.50	38.70	3.20	26	37.94	0.703	0.475	0.138	37.93	29.06	6.247
750	37.80	38.60	0.80	5	38.13	0.388	0.120	0.174	38.19	29.07	6.250
900	38.50	38.60	0.10	2	38.55	0.071	0.003	0.050	38.44	29.07	6.252

Tablo 1.5.2.1. Tuzluluk (Sal‰) değerlerinin istatistik değerlendirmesi
(Artuz&Artuz&Artuz DataBase)

1.5.3. Marmara Denizi'nde Oksijen (DO mg/l) Şartları

Deniz suyunda bulunan çözünmüş oksijen iki kaynaktan sağlanmaktadır. Bunlardan birincisi deniz yüzeyi ile temas halindeki atmosfer, diğeri ise, deniz içersinde yaşayan bitkisel canlı organizmalardır. Atmosfer ile temas halindeki yüzeyssel sular, bu kaynaktan varolan miktarlar kadar oksijen alabilirler.

Ayrıca bitkisel organizmaların fotosentezi sonucu, bu sulara beklenenden daha fazla oksijen de bulunabilir. Bu duruma süpersatürasyon veya aşırı doygunluk diyoruz.

Bitkilerin denizde gün ışıklarının ulaşabildiği bölge içersindeki metabolik faaliyetleri sonucunda oksijen açığa çıkar ve bu oksijen kabarcıklar halinde su yüzeyine doğru yükselir.

Yaz boyunca, deniz suyu sıcaklığının yükselmesi ile suyun oksijeni tutma yeteneği azaldığından, aşırı doygunluk meydana gelir ve kabarcıklar ile yükselen oksijen atmosfere aktarılır. Kış döneminde suyun soğuması ile, suda oksijenin çözünürlüğü artar ve bitkisel oksijen üretimi mevsimsel nedenler ile frenlense dahi, oksijen denize atmosferden transfer olur.

Bilindiği gibi, fotosentez olayları, güneş ışıklarının su içerside ulaşabildiği derinliklerde meydana geldiğinden genellikle, 200 m.'den yukarıda kalan ve gün ışıklarının yeterince ulaşabildiği suların oksijen içeriği, fotosentez olayından pozitif yönde etkilenir.

Buna karşın derin sularda organik maddeler ve oksijen, orada bulunan organizmalar ve özellikle de bakteriler tarafından kullanılarak yitirilirlir. Organik maddelerin ayrışması da suda çözünmüş oksijeni yitirdiğinden, buralardaki oksijen miktarı beklenenden çok daha azdır.

Bu şekilde denizel organizmaların metabolik faaliyetleri sonucu yitirilen oksijen yerine, suya karbon dioksit bırakılır (**fotosentez ve solunum + oksidasyon**).

Buradan da anlaşılacağı gibi, deniz suyunda gözlenen oksijen minimum tabakası (bölgesi) o bölgede bulunan canlı organizmaların solunumu ve bakterilerin suda bulunan organik maddeleri (**atıklar da dahil**) oksidatif ayrıştırması sonucu ortaya çıkmaktadır. Düşey doğrultuda oluşan bu oksijen minimum tabakasından başka, çeşitli nedenlerle yatay doğrultuda da oksijen minimum

bölgeleri gözlemek olasıdır. Bu bölgelerin oluşumunda, derindeki oksijen minimum tabakasından akıntılar ile yükselen (upwelling) oksijence fakir sular rol oynadığı gibi, atıklar gibi oksijen yitirici maddelerin etkisi de söz konusudur.

Özellikle bitkisel ölü materyalin biriktiği yüzey tabakalarında bu duruma sıkça rastlanmaktadır.

Şayet bir su kütlelerinde organik maddenin oksidasyonu, o ortama oksijen girişinden fazla ise, deniz suyunda bulunan oksijenin büyük bir bölümü veya hatta tümü yitirilir. Bu duruma örnek olarak Karadeniz'in 180-220 m. derinliklerindeki su katmanlarını gösterebiliriz.

Karadeniz'in oksijen ikmalini sağlayan açık denizlerden izole edilmiş oluşu, burada oksijensiz veya diğer bir deyimle **anoksik** şartların oluşumuna neden olmuştur.

Karadeniz'den başka, açık denizden yalıtılmış fiyortlarda veya lagünlerde de, bu durumu gözlemek olasıdır. Bu havzalarda dip tabakalarının yenilenmesi o kadar yavaş olur ki, bu sürede mevcut oksijen bakteriler tarafından tümü ile kullanılır.

Bu şartlar altında bakteriler sülfat iyonlarını (SO_4) parçalayarak, suya hidrojen sülfür (H_2S) bırakırlar.

Oksijenin kayboluşu, bu katmanlarda yaşayan ve metabolik faaliyetleri için oksijene gereksinim duyan tüm canlıların ölmesine yol açtığı gibi, meydana getirilen hidrojen sülfür gazı, buraya canlıların girmesine engel olur. Bu şartlar altında yalnızca bakteriler, özellikle de **sülfobakteriler** gelişebilirler.

Bu durum İstanbul Halicinde olduğu gibi, suya doğal olarak sağlanan oksijen miktarını yitirecek miktarlarda organik atıkların bırakıldığı yerlerde gözlenebilmektedir. Şayet bir bölgeye bırakılan bu atıklar zaman zaman azalıyor ve o bölgede balıklar gibi denizel organizmaların yaşamasına elverişli geçici bir ortam doğuyor ise, bu durumun tekrar ortadan kalkması ile, İzmit ve İzmir körfezlerinde sık sık rastlandığı gibi, kütle halinde balık ölümlerine rastlanır.

Denizlerde kirlenmenin Marmara Denizi'nde de gözleendiği gibi, büyük boyutlara ulaşmasında en etken kaynak, yerleşim bölgelerinden denize kontrolsüz ve özellikle de bilinçsizce bırakılan evsel atıklar, yani bunların içerdiği organik yükür. Bu organik maddeler, ortamdaki oksijen ile birleşerek oksitlenir-

ler. Bu süreç içerisinde su içinde çözülmüş olarak bulunan oksijeni büyük çapta kullanarak yitirirler (biyolojik oksijen ihtiyacı BOD). Bu nedenle bir bölgedeki kirlenmenin ölçülmesinde ve tarihsel gelişimini izlemekte en etkin ve güvenilir ölçülerden birisi de, denizdeki çözülmüş oksijen miktarınının zaman ve mekan içerisindeki değişiminin saptanmasıdır. Günümüzde kamuoyunun Marmara Denizi'nin kirlendiği konusunda tümü ile görüş birliğine varmış olmasına karşın, bazı çevrelerden zamanında yansıyan "*Marmara Denizi'nde 50 yıldır oksijen azalmıyor*" şeklindeki görüşlerin de bir dayanağının bulunması gerekir ki, bu dayanak Marmara Denizi'nin kendine özgü hidrografik yapısında saklıdır.

Marmara Denizi aradaki büyük tuzluluk ve yoğunluk farklarından ötürü bir biri üzerinde yer alan farklı iki su kütesinden oluşmaktadır. Üst su kütesi, ortalama 15 m. derinliğe kadar, dalga hareketleri, akıntılar ve atmosferle direkt temas sonucu, kaybettiği oksijeni geniş çapta yenileyebilmekte, buna karşın 25-30 m. derinliklerden daha aşağıda kalan yoğun su kütesi kısıtlı karışım nedeni ile, bu olanaktan yoksun kalmakta ve doğal olarak da oksijen içeriği açısından fakir durumda bulunmaktadır.

Ancak tuzluluk ve sıcaklıktaki değişimlerin yarattığı termoklin tabakalanması Marmara'nın kimyasal yapısını (DO, pH, Redox potansiyeli) değiştirdiğinden, ekolojik şartlar da bu değişimlerden geniş çapta etkilenmektedir. Bunun sonucu olarak 5.5 mg/l DO tabakası konumu yıldan yıla gittikçe yükselerek azalmaktadır.

Aşağıdaki tabloda 1963-2006 döneminde yapılan suda erimiş oksijen (DO) düşey dağılımı gösterilmiştir. (Tablo 1.5.3.1.)

Tablo 1.5.3.1.'de görüleceği gibi gerek yüzey sularının DO içeriği gerekse 5.5 mg/l olarak seçilen oksijen tabakasının derinliği büyük bir hızla azalmaktadır.

1993 yılı Mayıs döneminde yapılan gözleme göre 30 m. derinlikten aşağıdaki su kütesinde ortalama DO içeriği 1.6 mg/l' den daha düşük yani anaerobik ortam sınırına çok yakındır. 1983 Mayıs döneminde yapılan DO ölçüm sonuçları ortalama değerleri ve 2006 yaz döneminde yapılan DO ölçüm ortalama sonuçları bölgeler itibarı ile ekli tablolarda gösterilmiştir.

Derinlik (m)	Mayıs 1963	Mayıs 1977	Mayıs 1983	Mayıs 1993	Mayıs 2003	Mayıs 2006
0.5	10.20	9.16	8.50	8.10	7.90	5.71
10	8.80	8.64	8.30	7.80	7.50	4.96
20	9.80	6.54	3.60	2.80	2.40	3.55
50	4.60	2.65	2.60	1.60	1.10	1.00
75	4.20	2.50	2.50	1.00	0.90	0.53

Tablo 1.5.3.1. 1963 - 1977 -1983-1993 -2003 ve 2006 yıllarında Mayıs döneminde yapılmış DO ölçümlerinin karşılaştırılması (DO mg/l) (Artuz&Artuz&Artuz DataBase)

Yıllar	1970	1975	1982	1990	1995	2000	2006
Derinlik (m)	70	56	40	13	10	9	7

Tablo 1.5.3.2. 5.5 mg/l DO içeren su tabakasının derinliğinin zaman içerisinde değişimi (Artuz&Artuz&Artuz DataBase)

Bu tablolardan da görüleceği gibi 5.5 mg/l'nin üzerinde oksijen içeren suların kalınlığı Marmara'nın hacmine oranla çok ince bir tabaka oluşturmaktadır (Bakınız Tablo 1.5.1., Tablo 1.5.3.2.).

Bu kitapta önemi dolayısı ile farklı başlıklar altında sıkça tekrarlanacağı gibi; Palamut-torik (*Sarda sarda*), uskumru (*Scomber scomber*), kolyoz (*Scomber japonicus*), gibi yüksek hareket yeteneğine sahip, bu nedenle de oksijen gereksinimleri fazla olan pelajik balık türlerinin, çok kısa ve zorunlu durumlar dışında ara yüzeyin altına geçmeleri olanaksızdır.

Buna karşın belirli sıcaklıkta yaşamaları gereken canlılar, oksijen gereksinimleri elverse dahi, ara tabakayı zorunlu olmadıkça geçemezler. Her iki su kütlelerini kullanabilen canlıların yaşam koşullarının geniş bir toleransa sahip olması gerekir. Bu nedenle canlılar, dar çevreli (steno-topic) veya geniş çevreli (eury-topic) olmak üzere iki grupta toplanırlar.

Bu açıdan bakıldığında Marmara Denizi'nde yaşayan canlılar, yaşam koşulları açısından birbirinden kesin hatlar ile ayrılmış iki topluluk oluşturmaktadırlar. Bu topluluklar, içerisinde yaşadıkları ortam koşulları ile çok duyarlı bir denge oluşturmaktadırlar. Bu denge o kadar hassastır ki, örneğin ilk olarak

ciddi bir şekilde 06.10.1989 tarihinde Tuzla-Harem arasında gözleendiği gibi, ara yüzeyin üzerinde yaşayan balıkların etkilenmesine neden olan kütleli balık ölümü olayı, dipteki oksijensiz tabakanın yüzey su kütleline karışmasının doğal bir sonucu olarak oluşmuştur. Takip eden senelerde hava şartlarına bağlı olarak akıntı yön ve değerlerinin kısa süreli değişimleri ile, Marmara Denizi ve Boğaziçi'nde bir çok kez, bu "balıkların boğularak ölmesi" olayına rastlanmıştır.

Çeşitli araştırmacıların yaptığı gözlemlere göre, normal şartlardan en az 8°C 'lik ani azalmalar balıklarda ölümcül etki yapabilmektedir. Sularda oksijenin çözünürlüğü suyun sıcaklığına (T°C) direkt olarak bağlıdır. Su soğudukça ve yoğunluğu azaldıkça çözünürlük artar. Balıkların boğularak ölmesi olaylarında ölçülen DO değerlerine göre, olması gereken oksijen miktarlarının, su kütleli %60.5 ile 77.4 oranında az olduğu saptanmıştır.

Bir su kütleli balıkların üreme, beslenme gibi fizyolojik faaliyetlerini rahatça sürdürebilmeleri için gerekli oksijen miktarı 5 mg/l dolayındadır. Bu sınırın altına inildikçe balıkların bu fizyolojik faaliyetlerinde belirli aksamalar gözlenir.

Normal şartlar altında 3 mg/l 'nin altında yaşayabilen balıkların tür sayısı son derece kısıtlıdır ve özel bazı şartlara bağlıdır.

Marmara Denizi'nde geçmişte meydana gelmiş olan kütleli balık ölümü olayları, kamuoyunda da çok değişik şekillerde değerlendirilmiştir. Elde olan hidrografik ölçümlere bağlı çok kısıtlı veriler ışığında bile, bu kütleli ölüm olaylarının "boğulma" olduğu kanısını güçlendiren ciddi kanıtlar oluşmuştur. Bu kanıtlara karşın, pek çok kimsenin balıkların boğulması konusunda bazı şüpheleri sürmeleri olasıdır.

Zira,

1. Marmara Denizi'nin biyolojik ve hidrografik yapısı sonucu 2 - 2.5 mg/l oksijen içeren dip sularında dahi bazı balık türlerinin yaşadığı bir gerçektir .

2. Marmara Denizi'nde yıllardan beri, su sıcaklığının belirli bir derecenin altına düşmesi ile, balıkçılarda "kırgın" veya "Balığın kulağına kar suyu kaçtı" şeklinde nitelendirilen, özellikle donmaya bağlı lokal/kütleli balık ölümleri olduğu bilinmektedir.

Araştırmalara konu olan (Artüz, L. 1989) ve basına yansıyan bilgiler, ölmüş balık tür tespitleri sonucu ortaya çıkan veriler ışığında, zarar gören balık

türlerinin, ekolojik sistemin tüm katmanlarına, yani pelajik, semi-demersal ve demersal türlere ait oldukları gözlenmiştir.

Bu durumda olayın yalnızca yüzeysel bir kirlenme olmadığı, dip balıklarının yanı sıra pelajik balıkların da etkilenmesi ile, olayın tüm su kütlelerinde rol oynayan bir etkenden meydana geldiğini göstermiştir.

Marmara Denizi sisteminde olduğu gibi, bir su kütlelerine organik karakterli atıklar her hangi bir arıtma yapılmaksızın bırakıldığında, belirli bir süre içerisinde ortamda bulunan ve organik materyali oksitleme yolu ile bileşenlerine ayıran mikro-organizmalar faaliyete geçerler. Bu olaya self-prufikasyon veya kendi kendini arıtma denir. Bu şekilde doğada meydana gelen arıtma sürecinde, atık içindeki karmaşık organik moleküllerin basit inorganik moleküllere dönüşebilmesi, ortamda yeterli miktarda oksijenin bulunmasına bağlıdır. Bu işlemde, atığın seyreltilmesi, çökmesi gibi olaylar ve güneş ışığı da önemli rol oynar.

Greenbank (1945) su kütlelerindeki oksijen içeriğinin, bu su içerisinde yaşayan balıklardan pek fazla etkilenmediğini, yani balıkların oksijenin yitirilmesindeki katkılarının diğer etkenlere oranla önemsiz olduğunu ortaya koymuştur.

Bir su kütlelerinde oksijenin organik materyal ile yitirilmesi (deoksidasyon) işlemi oldukça yavaş oluşur. Bu nedenle deoksidasyonun en yüksek düzeyine, atığın bırakılmasından bir süre sonra ulaşılır.

Oksijenin yitirilmesi, atığın ortamdaki su kütleleri ile karışması sonucunda seyreltilmesi, atığın ve alıcı ortam su kütlelerinin BOD miktarı, organik atığın yapısı, suyun sıcaklığı, bırakılan atığın toplam miktarı, alıcı ortama oksijen sağlayan akıntılar, dalga hareketleri ve atmosfer ile madde alış-verişi, suda bulunan bakterilerin tür ve yoğunluğu gibi pek çok faktörün etkisi altındadır.

Evsel atıkların büyük çoğunluğunu organik maddeler oluşturur. Bu organik maddelerde en önemli komponent ise, Nitrojenli (azotlu) bileşikler, özellikle de Amonyaktır. Amonyakın ortamdaki oksijeni kullanarak Nitrat (NO_2) ve Nitrit (NO_3)e dönüşmesi ortamdaki oksijenin yitirilmesinde önemli rol oynar. Su içersine deşarj edilen organik maddeler ve bunların ayrışmasından meydana gelen metan, hidrojen sülfür (H_2S) de oksijenin yitirilmesine neden olurlar. Organik atıklar çok değişik kombinasyonlarda karbonhidratlar, yağlar ve nükleik asitler içerir.

Dugan (1973) insan dışkısından evsel atıklara karışan 90 kadar organik madde saptamıştır. İnsan dışkısında bunlardan ayrı olarak başta Fekal ve Koli-form bakteriler olmak üzere patojenik mikro-organizmalar, antibiyotikler veya hormonlu bileşikler de bulunmaktadır. Dışkıda bol miktarda bulunan amonyak, oksijeni yitirmesinin yanı sıra toksik etki de yapmaktadır.

Bir ortama deşarj edilen organik atıklardaki karbonlu bileşikler en az 15-20 günlük bir sürede ayrıştırılırlar ve bu süre sonunda bir oksijen minimum düzeyi ve bir karbondioksit (CO₂) artışı gözlenir. Daha sonraki dönemde ise, amonyağın nitrit ve nitrata dönüşmesi nedeni ile ikinci bir minimum oksijen durumu ortaya çıkar.

Özellikle difüz hale getirilerek alıcı ortam olan su kütesine püskürtülen ve böylece partiküllere ayrılan organik atıkların yüz ölçümleri arttığından, suda çözülmüş oksijenin çok daha hızlı yitirilmesine yol açar. Organik maddelerin ayrışması sürecinde, atık suyun bırakıldığı "alıcı ortam" daki oksijen içeriği, normal yollardan buraya ulaşan miktarın çok üzerinde kullanıldığından, bölgede yaşayan canlı toplumlarını ciddi boyutlarda etkileyen bir oksijen azalmasına neden olur.

Organik atıkların yarattığı su kirlenmesinin tipik özellikleri olan oksijen azalması ve karbondioksitin artması, ortamda yaşayan canlıları ve özellikle de balıkları büyük çapta etkiler ve balıklarda solungaçlar arasında solunumu sağlayan su akımı hacminin artmasına neden olur. Bu su içerisindeki oksijen yoğunluğunun azalması, kalbin kan pompalamasını yavaşlatır. Bu ise, solungaçlardan oksijenin emilmesinin engellenmesine ve balığın hareketini sağlayan kaslara kan ulaşımının yavaşlamasına ve normal hareketlerin yapılamamasına neden olur.

Balıklar hareketlerini engelleyen bu olguya karşı bir süre direnç göstermeye çalışırlar. Ancak, solunum yapılan su kütesindeki oksijen miktarı balığın hemostatik mekanizmasını sürdürmeye yetmeyecek ve taşıyıcı ortam olan kandaki oksijen miktarı da yetersiz olacağından, balığın standart metabolizması iflas eder.

1946'lardan beri balıkların oksijen gereksinimlerinin en düşük düzeyleri konusunda bilgiler oluşmaya başlamıştır.

Ellis ve Westfall'in araştırma sonuçlarına göre, sucul ekosistemlerde çözülmüş oksijenin su organizmaları üzerindeki etkisi, tek başına büyük bir anlam

taşımaz. Zira, çok düşük oksijen konsantrasyonlarında dahi, bazı aquatik organizmaların yaşamlarını sürdürebildikleri gözlenmiştir. Oksijen yoğunluğunun aquatik canlılarda yarattığı etkiler, yaşam için gerekli diğer etkenler ile birlikte göz önüne alındıklarında anlam kazanmaktadır.

Örneğin çok düşük oksijen konsantrasyonlarında yaşayabilen balıkların kanlarındaki alyuvarların (eritrosit) miktarı çok fazladır.

Şayet oksijen yoğunluğu yüksek olan sularda yaşayan bir balık türünü, belirli türlerin rahatça yaşamlarını sürdürebildikleri ve bu şartlara fizyolojik olarak kendilerini adapte ettikleri düşük oksijen yoğunluğundaki bir su kütesine yerleştirecek olursak, sonuç ölümcül olacaktır.

Yapılan araştırmalar, balık ağırlığı ile oksijen kullanımı arasında ters bir ilişkinin bulunduğunu ve bu ilişkinin ekspotansiyel olduğunu ortaya koymuştur.

Bir bölgedeki çözünmüş oksijen içeriğinin Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOD veya BOİ) yüksek olan organik (örneğin evsel) atıklar ile azaltıldığı su kütlelerinde, balıklardaki ölümcül etki çok şiddetli olur. Balık türlerinin ortamdaki oksijen yoğunluğuna karşı davranışları, ortam şartları kadar türlerin kökenine de bağlıdır.

Deneyler soğuk su formlarının, sıcak su seven formlara oranla çok daha yüksek miktarda oksijene gereksinim duyduklarını göstermektedir (*Jahoda 1947*). Bunun başlıca nedeni, sıcak sularda oksijenin soğuk sulara oranla çok daha az çözünmesinden ve sıcak su formlarının doğal olarak daha düşük oksijen konsantrasyonlarına uyum sağlamış olmasından kaynaklanmaktadır.

Çok ender olarak görülmekle birlikte, suda oksijen içeriğinin çok yüksek miktarlara ulaşması (Süper saturasyon) sonucunda da, balık ölümleri gözlenebilir. Böyle durumlarda balıkların solungaçlarındaki kapiler damarların gaz ile bloke olması, yani balığın ölümü ile sonuçlanan bir gaz embolisi meydana gelebilir. (*Woodbury 1942*)

Aslında Marmara'da bu düşük oksijen düzeyinde yaşayabilen pek çok canlı türü bulunmaktadır. Ancak bu türler, içersinde yaşadıkları ortam koşulları ile çok duyarlı bir denge kurmuşlardır. Bunların yaşadığı ortama ekstra oksijen sağlanması bile bu dengeyi bozacağından, bu oksijen artışı onlar için ölümcül olacaktır. Marmara Denizi'nde, çevresindeki hızlı ve çarpık kentsel ve endüstri-

yel gelişmeler sonucunda söz konusu duyarlı denge büyük çapta bozulmuş ve halen de bozulmaya devam etmektedir.

Yanlış uygulamalar, Marmara Denizi'nin ara yüzeyi altında kalan su kütle-sinde zaten limit değerlerde olan oksijen içeriğini daha da azaltacak ve buralar-da canlı-ortam ilişkisini alt üst edecek boyutlara getirmiştir.



1.5.4. Alkalinite (baziklik) ve pH

Marmara Denizi'nde DO'nun yanı sıra pH'da da önemli düşüşler söz konusudur. Yani Marmara Denizi'nde deniz suyunun asitleşmesi söz konusudur. Bu durumu oluşturan etkenlerin başında, "derin deniz deşarjı" adı altında, artılmaksızın yapılan deşarjlar gelmektedir.

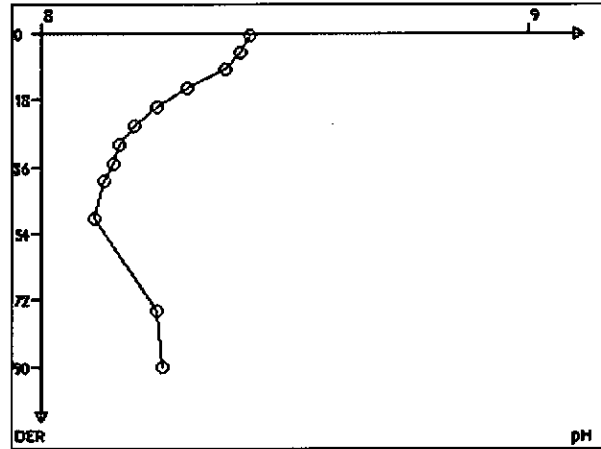
Hemen deşarj noktalarında yapılan pH ölçümlerinde 40 ve 50 m. derinliklerde 6.48 pH derecesine rastlanmıştır. Halbuki bu bölgelerin normal pH derecesi 7.9-8.1 arasında değişmektedir. (Artüz İ. 1988) Nitekim deşarj noktalarından uzaklaştıkça pH'ın hala normal değerlerini koruduğu gözlenmiştir.

Ekteki tablolarda sırası ile Marmara Denizi'nde 2006 döneminde yapılmış olan pH ölçümlerine ve 1960-1983 ilk 23 yıllık dilim ile 1984-2006 ikinci 23 yıllık dilim istatistik ortalamalar olarak ölçüm sonuçlarına yer verilmiştir.

MARMARA DENİZİ'NİN ÖZELLİKLERİNE GENEL BİR BAKIŞ

Başlama Tarihi: 4/07/2006				Emin: E027°:00':00"				Nmin: N40°:22':00"			
Bitiş Tarihi: 8/08/2006				Emax: E029°:11':55"				Nmax: N41°:13':35"			
PARAMETRE: pH				PROJE: VAKIF				SAHİBİ: Iartuz			
DER. (m)	MIN.	MAX.	FARK	ADET	ORT.	S.DEV.	VAR.	SEM.	ORT. DÜZ.	HACİM ORT.	HACİM S.DEV.
0.5	6.50	8.78	2.28	40	8.43	0.345	0.116	0.055	8.43	8.43	0.345
5	6.52	8.71	2.19	40	8.41	0.339	0.112	0.054	8.41	8.42	0.340
10	6.55	8.70	2.15	39	8.38	0.333	0.108	0.053	8.37	8.41	0.337
15	6.53	8.72	2.19	39	8.30	0.328	0.105	0.053	8.31	8.38	0.337
20	6.50	8.57	2.07	39	8.24	0.321	0.100	0.051	8.24	8.36	0.337
25	6.48	8.68	2.20	39	8.19	0.328	0.105	0.053	8.20	8.33	0.341
30	6.48	8.63	2.15	36	8.16	0.330	0.106	0.055	8.16	8.31	0.343
35	6.49	8.58	2.09	34	8.15	0.331	0.106	0.057	8.15	8.29	0.345
40	6.49	8.53	2.04	33	8.13	0.332	0.107	0.058	8.13	8.27	0.347
50	6.50	8.70	2.20	28	8.11	0.363	0.127	0.069	8.15	8.26	0.350
75	8.03	8.70	0.67	9	8.24	0.235	0.049	0.078	8.21	8.26	0.348
90	8.01	8.70	0.69	8	8.25	0.255	0.057	0.090	8.25	8.26	0.346

2006 dönemi pH ölçüm değerleri



2006 dönemi ortalama pH düşey dağılım grafiği.

MARMARA DENİZİ'NİN ÖZELLİKLERİNE GENEL BİR BAKIŞ

Başlama Tarihi: 01/01/1960				Emin: E030°:00':11"				Nmin: N40°:11':01"			
Bitiş Tarihi: 31/01/1983				Emax: E026°:11':23"				Nmax: N41°:30':29"			
PARAMETRE: pH				PROJE: GENEL							
DER. (m)	MIN.	MAX.	FARK	ADET	ORT.	S.DEV.	VAR.	SE m.	ORT. DÜZ.	HACİM ORT.	HACİM S.DEV.
0.5	7.60	9.15	1.55	264	8.19	0.184	0.034	0.011	8.19	8.19	0.184
5	7.60	8.70	1.10	260	8.19	0.161	0.026	0.010	8.19	8.19	0.172
10	7.00	8.70	1.70	258	8.18	0.176	0.031	0.011	8.17	8.19	0.174
15	7.22	8.63	1.41	177	8.13	0.183	0.033	0.014	8.13	8.18	0.177
20	6.65	8.67	2.02	173	8.09	0.234	0.054	0.018	8.09	8.16	0.189
25	6.50	8.70	2.20	161	8.06	0.245	0.059	0.019	8.07	8.15	0.199
30	6.20	8.56	2.36	112	8.05	0.286	0.081	0.027	8.05	8.14	0.209
40	6.59	8.48	1.89	99	8.03	0.250	0.062	0.025	8.03	8.13	0.214
50	6.61	8.60	1.99	82	8.01	0.264	0.069	0.029	8.01	8.13	0.219
75	7.60	8.30	0.70	32	8.00	0.189	0.035	0.033	8.00	8.13	0.219
100	7.80	8.20	0.40	17	7.98	0.139	0.018	0.034	7.99	8.12	0.219
150	7.90	8.20	0.30	8	7.99	0.114	0.011	0.040	7.95	8.12	0.218
250	7.80	7.90	0.10	5	7.84	0.055	0.002	0.025	7.89	8.12	0.219
500	7.80	8.00	0.20	2	7.90	0.141	0.010	0.100	7.91	8.12	0.219
750	8.00	8.00	0.00	1	8.00				7.98	8.12	0.219
900	8.00	8.00	0.00	1	8.00				8.00	8.12	0.218

1960-1983 dönemi istatistik ortalamalar olarak pH ölçüm sonuçları.

Başlama Tarihi: 01/01/1984				Emin: E030°:00':11"				Nmin: N40°:11':01"			
Bitiş Tarihi: 31/01/2006				Emax: E026°:11':23"				Nmax: N41°:30':29"			
PARAMETRE: pH				PROJE: GENEL							
DER. (m)	MIN.	MAX.	FARK	ADET	ORT.	S.DEV.	VAR.	SE m.	ORT. DÜZ.	HACİM ORT.	HACİM S.DEV.
0.5	6.64	8.80	2.16	413	8.13	0.235	0.055	0.012	8.13	8.13	0.235
5	6.66	8.75	2.09	352	8.18	0.214	0.046	0.011	8.16	8.15	0.226
10	6.68	8.79	2.11	349	8.16	0.217	0.047	0.012	8.15	8.16	0.223
15	6.67	8.87	2.20	335	8.10	0.221	0.049	0.012	8.10	8.14	0.224
20	6.65	9.23	2.58	330	8.04	0.233	0.054	0.013	8.04	8.12	0.229
25	6.64	9.10	2.46	326	7.96	0.240	0.058	0.013	7.98	8.10	0.238
30	6.64	8.54	1.90	272	7.95	0.225	0.050	0.014	7.94	8.08	0.241
40	6.63	8.48	1.85	246	7.92	0.222	0.049	0.014	7.92	8.07	0.244
50	6.63	8.43	1.80	218	7.90	0.221	0.049	0.015	7.90	8.05	0.246
75	7.40	8.30	0.90	104	7.88	0.189	0.035	0.019	7.88	8.05	0.247
100	7.40	8.30	0.90	65	7.88	0.197	0.038	0.024	7.88	8.04	0.247
150	7.20	8.30	1.10	44	7.87	0.200	0.039	0.030	7.88	8.04	0.247
250	7.50	8.35	0.85	23	7.88	0.228	0.050	0.048	7.88	8.04	0.248
500	7.40	8.20	0.80	14	7.89	0.209	0.041	0.056	7.92	8.04	0.248
750	7.90	8.10	0.20	2	8.00	0.141	0.010	0.100	7.97	8.04	0.247

1984-2006 dönemi istatistik ortalamalar olarak pH ölçüm sonuçları.

1.5.5. Marmara Denizi'nde Bulanıklık (Secchi-disk Derinliği)

Güneş ve gökyüzünden gelen difüz (yaygın) ışık, denizin üst su tabakalarına nüfuz eder ki, burada rol oynayan en önemli etken suyun saydamlığıdır. Zira, ışığın deniz ortamında ilerleyebilmesi, su içerisinde bulunan ışık absorblayıcı ve ışık dağıtıcı maddelerin yoğunluğu ile ters orantılıdır. Denizdeki ışık dağıtıcı ve absorblayıcı materyalin başında suda çözülmüş organik maddeler yer alır. Plankton ve benzeri organizmalar ve bunların ölü kalıntıları (**detritus**) ile bunların ayrışmasından ortaya çıkan organik ürünler, ışığın su içerisindeki ilerleyişini kısıtlar. Bu ayrışma ürünlerine sarı madde (**Yellow substance**)denir.

Deniz yüzeyine düşen ışık ışınları 200 m. dolayındaki üst su tabakasına nüfuz edebilmektedir. Bu ışınların deniz içerisindeki absorpsiyonu, ışığın dalga

boyuna bağlı olarak değişir. Aslında suyun kendisi de tam anlamı ile saydam değildir. Bu nedenle tıpkı bir *ışık filtresi* gibi davranır.

Bulanıklık, Bölüm 1.5.3.'de belirtildiği şekilde Marmara Denizi'nde gittikçe azalan oksijen miktarı, suların hidrografik şartlarındaki ve daha önceki bölümlerde de belirtilen değişimlerden ileri geldiği gibi, bu denize çevredeki yerleşim ve endüstri merkezlerinden bırakılan ve sudaki çözünmüş oksijenin yitilmesine yol açan atıkların etkisi ile oluşmaktadır. Örneğin İzmit, Gemlik, Bandırma körfezlerinde bulunan kağıt, gübre, azot sanayi gibi kuruluşlarından Marmara Denizi'nin eutrofikasyonuna yol açan tonlarla ifade edilebilecek fosfat, nitrat, amonyak bileşikleri bırakılmaktadır.

Bu şekilde gerek oksijeni yitiren, gerekse başta fitoplankton olmak üzere biyolojik prodüksiyonu artıran etkenler nedeni ile Marmara Denizi'nin bulanıklığı gittikçe artmaktadır.

Aşağıdaki Tablo 1.5.5.1.'de ilk ve Mayıs 2006 döneminde yapılan son gözlem sonuçları Secchi-disk derinlikleri karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

Bioprodüksiyondaki artış ve oksijenin yitilmesi ile oluşan olumsuz ortam şartları kütle halinde üreyen mikroorganizmaların ölmelerine ve parçalanmalarına yol açtığından, suyun bulanıklılığı bu yalancı (pseudo) plankton tarafından da artırılmaktadır. Marmara Denizi'nde besleyici tuzların artışı sonucunda "Domates çorbası renginde" suların meydana gelmesi sık sık gözlenmiştir. Nitekim bu raporun kapsamı içersine giren 2006 Mayıs döneminde de, geniş sahalarda bu oluşumlara rastlanmıştır. Bu olayı yaratan etken halk tarafından yakamoz olarak bilinen fitoplankton türünden dinoflagellatlardır (*Noctiluca miliaris*). Marmara Denizi'nde ilkbahar döneminde görülen ve yaygın tür olarak saptanan yakamoz diğer tüm fitoplankton türlerine oranla %56-65'lik bir değer göstermektedir. Aşağıdaki Tablo 1.5.5.2. de 1983 Mayıs döneminde Yakamoz'un (*Noctiluca miliaris*) bölgeler itibariyle diğer plankton organizmaları ile olan artışı gösterilmiştir. (Artüz.İ 1986)

Bölge	I	II	III	IV	V	VI	VII	Ort. %
<i>N. miliaris</i>	50.6	58.1	41.9	43.6	61.8	64.8	75.9	56.65
Diğer Planktonlar	49.4	47.9	58.1	56.4	38.2	35.2	24.1	43.35

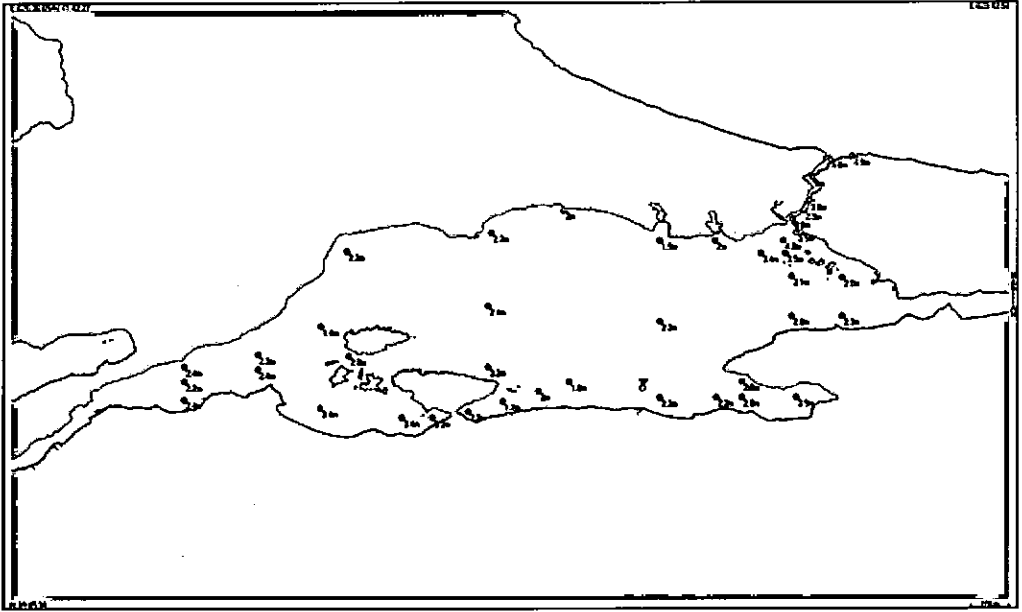
Tablo 1.5.5.2.- Bölgelere göre planktonik organizmaların %ayrımı

MARMARA DENİZİ'NİN ÖZELLİKLERİNE GENEL BİR BAKIŞ

Aşağıdaki Tablo 1.5.5.3. da 2006 Mayıs döneminde Yakamoz'un (*Noctiluca miliaris*) bölgeler itibariyle diğer plankton organizmaları ile olan artışı gösterilmiştir. (Artüz.L 2006)

Bölge	I	II	III	IV	V	VI	VII	Ort. %
<i>N. miliaris</i>	59.2	61.6	52.8	55.4	68.9	71.1	84.3	64.76
Diğer Planktonlar	40.8	38.4	47.2	44.6	31.1	28.9	15.7	35.24

Tablo 1.5.5.3.- Bölgelere göre planktonik organizmaların %ayrımı



Tablo 1.5.5.1.- Mayıs 2006 döneminde Marmara genelinde Secchi-disk derinlikleri yatay haritalaması

1.6. Marmara Denizi'nin Ekolojisi

Ekoloji deyimi bilimsel anlamda ilk kere 1870 de alman biyolog Ernst Haeckel tarafından kullanılmıştır. Ekoloji Yunanca'daki *oikos* = ev (yuva ,konut vb) ve *logos* = bilim kelimelerinden üretilmiştir. Bu günkü anlamı ile **ekoloji** "bir organizma ile çevresi arasındaki ilişkisi" olarak tanımlanmaktadır.

Bu tanımlamada, *Organizma*, en basitinden (bakteri, virus) en mükemmeline (insan) kadar her hangi bir canlıdır. *Çevre* ise, canlının içersinde yaşadığı ortamın coğrafi, fiziksel, kimyasal, jeolojik ve biyolojik yapısının oluşturduğu yapıyı belirtir.

Bir ortamda genellikle bir tek tür canlıdan çok daha fazlası yaşar. Bu durumda her hangi bir bitki ve hayvan türünün oluşturduğu topluluğa *tür popülasyonu* denmektedir. Daha ileriye gidecek olursak, doğal bir ortamda bulunan tür popülasyonu genellikle bir tek türden oluşmadığından, ortamdaki tüm popülasyonların bir *komünite* (toplum) oluşturduğunu söyleyebiliriz.

Bu nedenlerle, ekolojide tür-popülasyonlarının ortam şartları ile ilgisini ortaya koyan bir *popülasyon ekolojisi*, veya tüm popülasyonların çevre ile olan ilişkilerini inceleyen *toplum ekolojisi'*nden söz etmemek gerekir.

Marmara Denizi'nde son yıllarda oluşan ekolojik değişimler, gerek popülasyon gerekse komünite düzeyinde gerçekleşmektedir. Buna bir örnek vermek gerekirse, Marmara ve Boğazlarında bir zamanlar en önemli balık türlerinden birisini oluşturan uskumrularını belirtebiliriz.

Karadeniz'de meydana gelen hidrografik değişimlerin etkisi altında, bu balıkların en önemli besinini oluşturan bazı plankton organizmalarının kaybolması ile, uskumruların yok olmaları arasında bir ilişki olduğu varsayılmaktadır.

Marmara Denizi kirlenir mi?, kirlenmez mi? gibi tartışmaların gündemde olduğu 80'li yıllardan bu günlere kadar kamuoyunun yakından izlediği ve gözlediği gibi, bu küçük ancak önemi son derece büyük su kütlelerinde pek çok değişimler meydana gelmektedir.

Kirlenme boyutlarının, bu su kütlelerinin kendi kendisini arıtabilme kapasitesinin üzerine çıkmaya başladığı 1975 yılından beri, beş duyumuzla algıladığımız köklü değişimler söz konusu olmaktadır.

Bu köklü değişimleri, nedenlerine değinmeden, iki ana grupta toplamak olasıdır:

1. Ekonomik değere sahip bazı balık türlerinde de gözleendiği gibi, Marmara ekosisteminin bileşkeleri olan pek çok canlının hemen hemen tümü ile yok olması ve bu türlere bağlı hızlı bir üretim azalması söz konusudur. 1975'lere kadar Marmara Denizi su ürünleri endüstrisinde önemli rol oynayan balık türlerinin sayısı 127 kadarken, halen bu sayı 4-5 e kadar düşmüş, 1989 senesinde itibaren Marmara Denizi su ürünleri (balık) üretiminde yalnızca istavrit %80'in üzerinde bir paya ulaşmıştır. Marmara'nın tüm Türkiye su ürünleri üretimindeki katkısı da, %22'lerden %6'lara kadar düşmüştür.

2. Marmara ekosisteminde asırlar boyunca dengeli bir şekilde bulunan Yakamoz (*Noctiluca miliaris*), Denizanası (*Nitzschia*, *Pleurobrachia*, *Beroe*, *Aurelia*) gibi planktonik canlılar veya *Gracillaria*, *Cystoseira*, *Codium* gibi algler, İstavrit (*Trachurus trachurus*), Tekir (*Mullus surmuletus*) gibi balık türlerinin 1975'lerden bu yana, denizin rengini değiştirecek, balıkçılık ekonomimizi sarsacak şekilde ve aynı zamanda da, diğer türlerin zararına olan boyutlarda kütleli çoğalmaları/azalmaları, bu iki grup etki ve tepkinin karakteristik özellikleridir.

Aslında Marmara Denizi gerçek bir deniz olarak değil, Karadeniz ile Akdeniz arasında bağlantıyı sağlayan Boğazlar sistemi üzerindeki bir genişleme olarak görülmelidir.

Diğer bölümlerde de belirtildiği gibi, Marmara'nın hidrografik yapısı da, burasının bir **deniz**'den ziyade bir haliç karakteri taşıdığını göstermektedir.

İlgili bölümlerde de bahsedildiği gibi; Marmara Denizi'nde, normal denizlerde gözlenen ve dünyanın dönüşünden, yani **koriolis gücünden** kaynaklanan dairesel akıntılar yerine, Doğu-Batı doğrultusunda, Karadeniz'in fazlalık veren su bütçesinden kaynaklanan, düz bir yüzey akıntı sistemi ile, kıyısız topoğrafiden ve sürtünme direncinden doğan (**orkoz**) ters akıntılar bulunmaktadır.

Binde 18 - 20 dolayında tuzluluğa sahip Karadeniz sularını Akdeniz'e doğru taşıyan bu yüzey akıntısının altında ise, Marmara ve Karadeniz'in tuz bütçesinin gereği olarak, Batı-Doğu doğrultusunda bir dip akıntısı yer almaktadır. Bu iki akıntı, tuzluluk, sıcaklık, oksijen içeriği, besleyici tuzlar gibi özellikleri açısından farklı iki su kütlelerini Marmara'ya getirerek burada iki denizin birbiri üzerinde yer almasına neden olmuşlardır. Düşey doğrultudaki bu iki deniz bir-

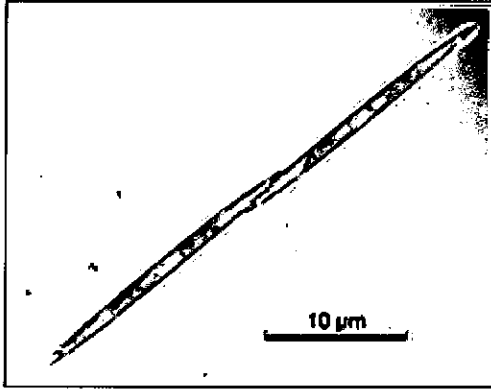
birinden, bu iki su kütlesinin karışımından oluşan ve bu iki denizin karışımını büyük çapta engelleyen bir ara yüzey (**interface**) ile ayrılırlar.

Karadeniz'i temsil eden yüzeysel su kütlesi; normal şartlar altında, dalga hareketleri, akıntının yarattığı karışım ve atmosfer ile olan direkt madde alış-verişi sonucunda, canlıların rahatlıkla yaşayabilmelerini, yumurtlama, gelişme, beslenme gibi fizyolojik gereksinimlerini karşılamaya yetecek kadar yani 5 mg/l veya daha üzerindeki miktarlarda suda çözülmüş oksijene sahiptir. Bu nedenle, üst su kütlesinin biyolojik verimini oldukça yüksektir. Buna karşın, sağlam karakterli ara yüzey (**interface**) ile, atmosfer ve yüzey tabakası ile iletişimi kısıtlanan Marmara dip su kütlesi, canlıların normal yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli suda çözülmüş oksijeni, Ege denizinden gelen Akdeniz kökenli suların taşıdığı oksijen oranında alabilmekte, bu nedenle de bu su kütlesinin oksijen içeriği, normal yaşam koşulları için gerekli miktarın çok altında, 2mg/l dolayında kalmaktadır.

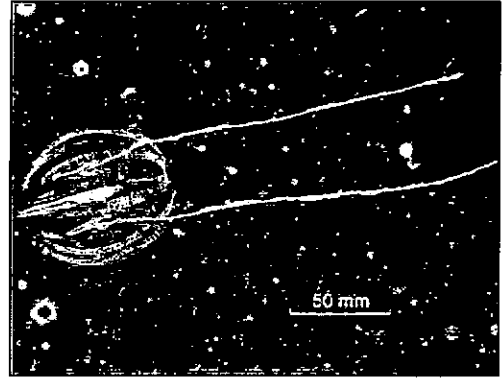
Üst su tabakalarının su sıcaklıkları, mevsimsel atmosferik koşullara bağlı olarak 6-25°C arasında periyodik değişimler gösterirken, alt su kütlesinin sıcaklığı bütün yıl boyunca ortalama 14.2°C dolayında kalmaktadır.

Tuzluluk açısından da aynı şey söylenebilir. Yüzey suları Karadeniz'e dökülen nehirlerin getirdiği veya bölgeye düşen yağışların miktarına bağlı olarak binde 18-25 tuzlulukta olabilirken, alt su kütlesinin tuzluluğu ortalama binde 38 dolayında bir kararlılık göstermektedir. Detaylı bir şekilde Marmara Denizi'nin oşinografik özelliklerinde belirtildiği gibi, bu iki düşey doğrultudaki denizim farklılıkları, yalnızca bu üç faktör ile sınırlı değildir. Ancak bunlar dahi, Marmara'nın ekolojisinin ne kadar karmaşık bir yapıya sahip olduğunu göstermeye yetecek niteliktedir. Örneğin, palamut-torik (*Sarda sarda*), uskumru (*Scomber scomber*), kolyoz (*Scomber japonicus*), kılıç (*Xiphias gladius*), orkinos (*Thunnus thynnus*) gibi yüksek hareket yeteneğine sahip, bu nedenle de oksijen gereksinimleri fazla olan pelajik balık türlerinin, çok kısa ve zorunlu durumlar dışında ara yüzeyin altına geçmeleri olanaksızdır.

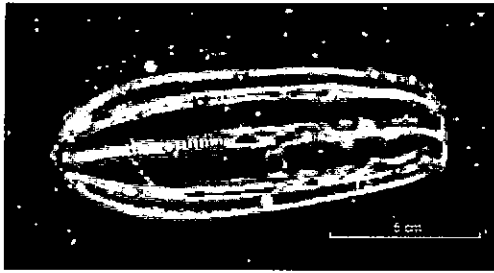
Buna karşın belirli sıcaklıkta yaşamaları gereken canlılar, oksijen gereksinimleri elverse dahi, ara tabakayı zorunlu olmadıkça geçemezler. Her iki su kütlesini kullanabilen canlıların yaşam koşullarının geniş bir toleransa sahip olması gerekir. Bu nedenle canlılar, dar çevreli (**steno-topic**) veya geniş çevreli (**eury-topic**) olmak üzere iki grupta toplanırlar.



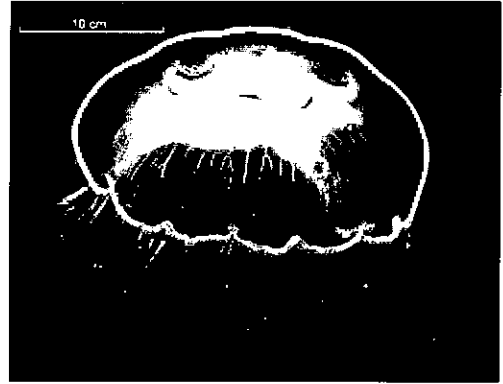
Nitzschia seriata



Pleurobrachia pileus



Beroe ovata



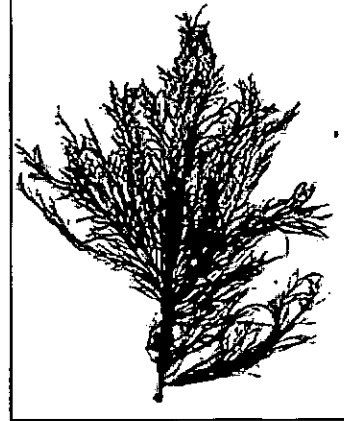
Aurelia aurita

Bu açıdan bakıldığında Marmara Denizi'nde yaşayan canlılar, yaşam koşulları açısından birbirinden kesin hatlar ile ayrılmış iki topluluk oluşturmaktadırlar. Bu topluluklar, içersinde yaşadıkları ortam koşulları ile çok duyarlı bir denge oluşturmaktadırlar. Bu denge o kadar hassastır ki, örneğin ilk olarak ciddi bir şekilde 06.10.1989 tarihinde Tuzla-Harem arasında gözlemlendiği gibi, ara yüzeyin üzerinde yaşayan balıkların etkilenmesine neden olan kütleli balık ölümü olayı, dipteki oksijensiz tabakanın yüzey su kütleline karışmasının doğal bir sonucu olarak oluşmuştur. Takip eden senelerde hava şartlarına bağlı olarak akıntı yön ve değerlerinin kıs süreli olarak değişmeleri ile, Marmara Denizi ve Boğaziçi'nde bir çok kez, bu "balıkların boğularak ölmesi" olayına rastlanmıştır. Aslında Marmara'da bu düşük oksijen düzeyinde yaşayabilen pek çok

canlı türü bulunmaktadır. Ancak bu türler, içersinde yaşadıkları ortam koşulları ile, çok duyarlı bir denge kurmuşlardır. Bunların yaşadığı ortama ekstra oksijen sağlanması bile, bu dengeyi bozacağından bu oksijen artışı onlar için ölümcül olacaktır.



Gracillaria verrucosa



Cystoseira barbata



Codium tomentosum

Marmara Denizi'nde, çevresindeki hızlı ve çarpık kentsel ve endüstriyel gelişmeler sonucunda söz konusu duyarlı denge büyük çapta bozulmuş ve halen de bozulmaya devam etmektedir. Yanlış uygulamalar, Marmara Denizi'nin ara yüzeyi altında kalan su kütlelerinde, zaten limit değerlerde olan oksijen içeriğini daha da azaltacak ve buralarda canlı-ortam ilişkisini alt üst edecek boyutlara getirmiştir.

Bu çerçeveden bakıldığında, 70'li senelerin başından bu güne, neredeyse tümü ekonomik değere sahip 146 tür balık (kemikli balıklar) Marmara Denizi'nde görülmemeye başlanmıştır. (Tablo 1.6.1.) Gerçekte Karadeniz ve Akdeniz arasındaki bir daralma olarak nitelendirdiğimiz Marmara Denizi yuvarıda da belirtilen unsurlar dolayısı ile, Akdeniz ve Karadeniz formlarını bir arada barındırabilecek bir yapıya sahiptir. 1960 öncesi dönemlerde de bu olgu yakinen gözlenmiş, o döneme ait balıkthane kayıtlarında azalmış olmaları bir yana, bu gün hiç bir şekilde Marmara'da karşımıza çıkamayacak türler, ticari olarak işlem görmüştür. Tablo 1.6.1.'de Marmara Denizi ekosisteminde yaşamış olan ve günümüzde ekonomik önemini kaybetmiş ve/veya tamamen yok olmuş başlıca balık türlerinin yumurtlama dönemleri ve yumurta ve larvalarının gelişme ortamları verilmiştir. Bu tabloda yer alan alt bölgeler ise, söz konusu tablonun ekinde belirtilmiştir. Ekonomik öneme sahip türler (balıklar) 146 türden sadece 2-3 türe kadar düşerken, bunun paralelinde mevcut türlerin de istihsalinde dramatik bir azalış söz konusudur. Geriye kalan ve Karadeniz ile Akdeniz arasında üremeye bağlı göçler yaptıklarından "geçici balıklar" olarak adlandırılan bu türler istavrit (*Trachurus sp.*), Lüfer (*Temnodon saltator*) ve Palamut (*Sarda sarda*) balıklarıdır.

TÜRLER	Alt. Bölgeler				
	I.	II.	III.	IV.	ORTAM
Kemikli balıklar					
<i>Alosa fallax nilotica</i> (Geof.)	++	+	-	+	P
<i>Ammodytes cicerellus</i> (Rafin.)	+	-	-	+	D
<i>Anguilla anguilla</i> (L.)	+	-	-	+	D
<i>Aphya minuta</i> (Risso.)	++	+	-	++	D
<i>Argentina sphyraena</i> (L.)	-	-	-	+	P
<i>Arnoglossus grohmanni</i> (Bonap.)	+	+	-	+	D
<i>Arnoglossus kessleri</i> (Schmi.)	+	+	-	+	D
<i>Arnoglossus laterna</i> (Willugh.)	+	+	-	+	D
<i>Atherina hepsetus</i> (L.)	+	+	-	+	P
<i>Atherina mochon</i> (Cuv.-Val.)	+++	+++	-	++	P
<i>Belone belone</i> (L.)	+++	+++	-	++	P
<i>Blennius galerita</i> (L.)	+	+	-	+	D
<i>Blennius gattorugine</i> (Brun.)	+	+	-	+	D
<i>Blennius ocellaris</i> (L.)	+	+	-	+	D
<i>Blennius pavo</i> (Risso.)	+	+	-	+	D
<i>Blennius sanguinolentus</i> (Pall.)	+	+	-	+	D
<i>Blennius sphinx</i> (Cuv.-Val.)	+	+	-	+	D

MARMARA DENİZİ'NİN ÖZELLİKLERİNE GENEL BİR BAKIŞ

<i>Blennius tentacularis</i> (Brun.)	+	+	-	+	D
<i>Boops boops</i> (L.)	+	-	-	+	SP
<i>Boops salpa</i> (L.)	+	-	-	+	SP
<i>Callionymus belenus</i> (Risso.)	++	-	-	-	D
<i>Callionymus festivus</i> (Pall.)	++	-	-	-	D
<i>Callionymus lyro</i> (L.)	-	-	-	+	D
<i>Capros aper</i> (L.)	-	-	-	+	SP
<i>Cepola rubescens</i> (Gruvel.)	-	-	-	++	SP
<i>Charax puntazzo</i> (L.)	+	-	-	++	SP
<i>Chromis chromis</i> (L.)	+	+	-	+	D
<i>Citharus linguatula</i> (L.)	-	-	-	+	SP
<i>Conger conger</i> (L.)	+	+	-	+	D
<i>Crenilabrus griseus</i> (L.)	++	++	+	+++	SP
<i>Crenilabrus mediterraneus</i> (L.)	++	++	+	++	SP
<i>Crenilabrus ocellatus</i> (Forsk.)	++	++	+	++	SP
<i>Crenilabrus tinca</i> (Brun.)	++	++	+	++	SP
<i>Crenilabrus tigrinus</i> (Risso.)	++	++	+	++	SP
<i>Ctenolabrus rupestris</i> (L.)	+	+	-	+	SP
<i>Dentex dentex</i> (L.)	+	+	-	++	D
<i>Diplodus annularis</i> (L.)	+	+	-	++	SP
<i>Diplodus vulgaris</i> (L.)	+	+	-	++	SP
<i>Flessus vulgaris</i> (Moreau.)	+	+	-	+	D
<i>Gadus euxinus</i> (Nord.)	+++	+	+	+	D
<i>Gadus merlangus</i> (L.)	+	+	-	+++	D
<i>Gaidropsaurus mediterraneus</i> (L.)	+	++	-	++	D
<i>Gasterosteus aculeatus</i> (L.)	+	+	-	+	SP
<i>Gobius cobitus</i> (Pall.)	+	+	-	+	D
<i>Gobius cruentatus</i> (Brunn.)	+	+	-	+	D
<i>Gobius kessleri</i> (Gunth.)	+	+	-	+	D
<i>Gobius melanostomus</i> (Pall.)	+	+	+	+	D
<i>Gobius niger</i> (L.)	+	++	+	+	D
<i>Gobius paganellus</i> (L.)	+	+	-	+	D
<i>Gobius platyrostris</i> (Pall.)	+	+	-	+	D
<i>Gobius rattan</i> (Nord.)	+	+	-	+	D
<i>Gobius syrman</i> (Nord.)	+	+	-	+	D
<i>Hippocampus brevisrostris</i> (Cuv.)	+	++	-	+	D
<i>Julis vulgaris</i> (Cuv.-Val.)	+	+	-	+	SP
<i>Labrus mixtus</i> (L.)	+	+	+	+	SP
<i>Labrus merula</i> (L.)	+	+	+	+	SP
<i>Labrus turdus</i> (L.)	+	+	+	+	SP
<i>Labrus viridis</i> (L.)	+	+	+	+	SP

MARMARA DENİZİ'NİN ÖZELLİKLERİNE GENEL BİR BAKIŞ

<i>Lepadogaster bimaculatus</i> (Penn.)	+	+	-	+	D
<i>Lepadogaster candollii</i> (Risso.)	+	+	+	+	D
<i>Lepadogaster gouannii</i> (Lacep.)	+	+	+	+	D
<i>Lepidotriglia aspera</i> (Cuv.-Val.)	++	++	-	+++	D
<i>Lichia amia</i> (L.)	-	-	-	++	P
<i>Lophius piscatorius</i> (L.)	+	+	-	+++	D
<i>Maena chrysalis</i> (Cuv.-Val.)	+++	+++	+	+++	SP
<i>Maena vulgaris</i> (Cuv.-Val.)	+++	+++	+	+++	SP
<i>Molva elongata</i> (Otto.)	+	+	-	++	SP
<i>Mugil auratus</i> (Risso)	+++	++	+	+++	D
<i>Mugil capito</i> (Risso.)	+++	++	++	+++	D
<i>Mugil cephalus</i> (L.)	+++	++	++	+++	D
<i>Mugil chelo</i> (Cuv.)	+++	++	+	+++	D
<i>Mugil saliens</i> (Risso.)	+	+	-	+++	D
<i>Mugil so-iuy</i> (Basilewsky.)	+	+	+	+	SP
<i>Mullus barbatus</i> (L.)	+++	+++	+	+++	D
<i>Mullus surmuletus</i> (L.)	+++	+++	-	+++	D
<i>Naucrates ductor</i> (L.)	+	+	-	+	P
<i>Nerophis teres</i> (Rarh.)	+	+	-	+	SP
<i>Ophidium barbatus</i> (L.)	+	+	-	+	D
<i>Pagellus erythrinus</i> (L.)	+	+	-	+++	SP
<i>Paracentropristis hepatus</i> (L.)	-	-	-	+++	SP
<i>Pegusa natus</i> (Pall.)	+	-	-	+	D
<i>Sciaena cirrosa</i> (L.)	+	+	-	++	D
<i>Scophtalmus maeoticus</i> (Pall.)	+++	+	-	++	D
<i>Scophtalmus maximus</i> (L.)	-	-	-	+	D
<i>Scophtalmus rhombus</i> (L.)	+	+	-	++	D
<i>Scomber japonicus</i> (Houtt.)	-	+	-	+++	P
<i>Scomber scomber</i> (L.)	++	+	-	++	P
<i>Scorpaena porcus</i> (L.)	++	++	-	+++	D
<i>Scorpaena scrofa</i> (L.)	-	-	-	+++	D
<i>Scorpaena ustulata</i> (Low.)	+	-	-	+	D
<i>Sebastes dactylopterus</i> (Gthr.)	-	-	-	+	D
<i>Serranus cabrilla</i> (L.)	++	++	-	++	SP
<i>Serranus scriba</i> (Cuv.-Val.)	++	++	-	++	SP
<i>Smaris alcedo</i> (Risso.)	+++	+++	+	+++	SP
<i>Smaris vulgaris</i> (Cuv.-Val.)	+++	+++	+	+++	SP
<i>Solea kleinii</i> (Risso.)	-	+	-	+	D
<i>Solea lutea</i> (Risso.)	-	+	-	+	D
<i>Solea melanochira</i> (Moreau.)	-	+	-	+	D
<i>Solea monochir</i> (Bonap.)	-	+	-	+	D

<i>Solea ocellata</i> (L.)	-	+	-	+	D
<i>Solea variegata</i> (Gunth.)	+	+	-	+	D
<i>Solea vulgaris</i> (Chab.-Hand.)	-	+	-	+	D
<i>Spyraena spyraena</i> (L.)	+	-	-	+	P
<i>Spratella spratus</i> (Risso.)	+++	-	-	+	P
<i>Symphodus scina</i> (Forsk.)	+	+	-	+	P
<i>Syngnatus acus</i> (L.)	+	+	+	+	SP
<i>Syngnatus schmidti</i> (Popav.)	+	+	+	+	SP
<i>Syngnathus taeniotus</i> (Canes.)	+	+	-	+	SP
<i>Syngnathus typhle</i> (Rath.)	+	+	-	+	SP
<i>Thunnus thynnus</i> (L.)	+	-	-	?	P
<i>Trachinus draco</i> (L.)	+++	+++	-	+++	SP
<i>Trachinus radiatus</i> (Cuv.)	+	+	-	++	SP
<i>Trachipterus cristatus</i> (Bonel.)	-	+	-	++	P
<i>Trigla gurnardus</i> (L.)	+++	+++	-	+++	D
<i>Trigla lineata</i> (L.)	+	++	-	+++	D
<i>Trigla lucerna</i> (L.)	++	++	-	+++	D
<i>Trigla lyra</i> (L.)	-	+++	-	+++	D
<i>Trigla pini</i> (Bloch.)	++	+	-	+++	D
<i>Uranoscopus scaber</i> (L.)	++	++	-	++	D
<i>Xiphias gladius</i> (L.)	-	-	-	?	D
<i>Zeus faber</i> (L.)	+	-	-	+	D
<i>Zostericola ophiocephala</i> (Pall.)	+	-	-	+	D

Bölge / Durum	- Yok	+ Var fakat az	++Dönemsel	+++ Bol
I. Karadeniz	E = YUMURTA TIPLERİ		L = LARVA TIPLERİ	
II. Boğaziçi	P = Pelajik(yüzeysel)	SP = Semipelajik	D = Demersal (dip)	
III. Haliç	REF= REFERANSLAR: 1= Demir N. 1957, 2= Bini G. 1970,			
IV. Marmara	3= Numann W. 1954, 4= Slastenenko 1956			

Tablo 1.6.1.- Marmara ekosisteminde yaşamış ancak günümüzde bulunmayan ve/veya ticari önemi kaybetmiş kemikli balık türlerinin yumurtlama dönemleri ve larvaların gelişme ortamları (ARTÜZ 1982).

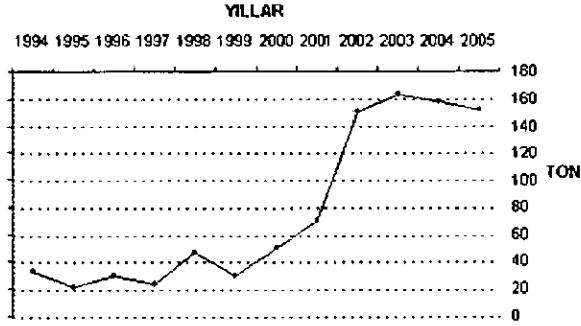
Zaman içinde Marmara Denizi'nde yaşanan çevre felaketi sonucunda üreme amaçlı olarak Karadeniz ve Ege denizi arasında mevsimsel göçler gerçekleştiren, İstavrit, Lüfer (farklı boylar ile isimlendirilerek temsil edilirler) ve palamut balıkları (farklı boylar ile isimlendirilerek temsil edilirler) dışında, kütleli olarak avcılığı yapılan ticari öneme sahip balık türü istatistiklere girememektedir.

Ufak çaplı da olsa, belirli bölgelerde sınırlı populasyonlar oluşturan, ağırlıkla da tür çeşitliliğinin azalmasına bağlı olarak doğal düşmanlarındaki azalmayı avantaj olarak kullanan, tekir (*Mullus surmuletus*), berlam (*Merluccius merluccius*), gibi yerli olarak nitelendirilebilecek uzun mesafeli göçler gerçekleştirilmeyen balıklar, Karadeniz ve Ege Denizi'ndeki populasyonları ile Marmara Denizi'ni besleyerek, az da olsa av vermektedirler. Ancak, kirlenmenin yanı sıra denetleme eksikliklerinden yol bulan usülsüz avcılık metotları ile, bu türlerin stokları da kritik çizginin oldukça altına düşmüş bulunmaktadır. Yine yukarıda belirtilen sebeplere bağlı olarak ve yaşadıkları kayalık-kovukluk zeminler dolayısı ile ciddi anlamda avcılıkları yapılamayan eşkina (*Sciaena umbra*), kıkla (*Labrus bergylta*) gibi türler baskın hale geçmişlerdir. Grafik 1.6.1 den 1.6.3.'e kadar olan grafiklerde yıllar bazında Marmara Denizi'nden istihsal edilen söz konusu türlerin balıkthane kayıtlarına bağlı istihsal grafikleri verilmiştir. (DİE verileri)

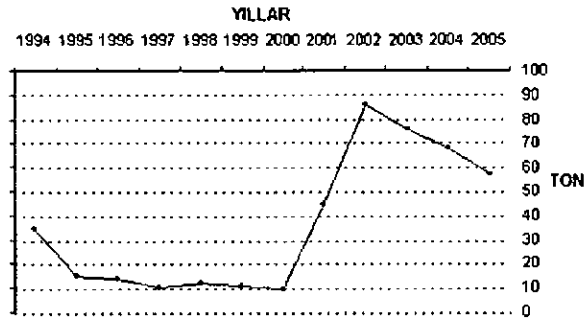
Marmara Denizi'nin ekolojisindeki bu değişme, bu denizin oşinografik özellikleri ilgili bölümlerde de belirtilmeye çalışıldığı gibi, ağırlıkla andropojenik kökenlidir. Ticari türlerde kirlenme baskısının yanı sıra, bilinçsiz ve kural tanımayan su ürünleri istihsal düzenlemeleri ve bu düzenlemelere bağlı oluşan sonuçlar, bu verimli denizi bu gün neredeyse tür çeşitliliği bakımından, hatta mevcut olan türlerin fert adetleri bakımından dramatik bir noktaya getirmiştir.

Bu günkü çarpıcı tablo içersinde, belki de gözle pek gözükemediğinden olsa gerek, besin zincirinin ilk halkasını oluşturan ve verimliliği birinci dereceden etkileyen plankterlerde de (Plankter = tekil, Plankton = çoğul) ciddi bir erozyon ve tür kompozisyonlarında değişim söz konusudur. Yoğun olarak bulunan ve Marmara Denizi için "popüler" olarak nitelendirilebilecek bitkisel (fito-) ve hayvansal (zoo-) plankton türleri Marmara Denizi'nde farklı kesitlerde yer almaktadırlar. Bu farklı seviyelerdeki dağılım oranları Tablo 1.6.2. de verilmiştir.

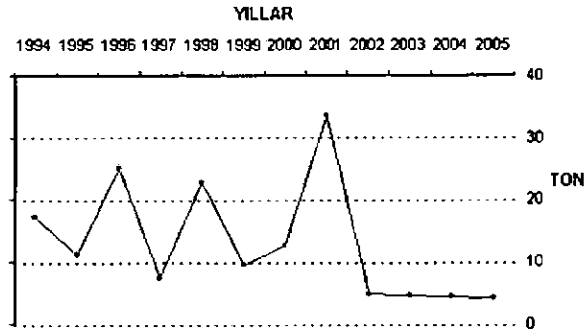
Tablodan da izlenebileceği gibi, en büyük plankton çeşitliliği 59%den 63%varan bir yoğunlukla termoklin ara yüzeyi civarında bulunmaktadır. Bu tabakada plankton konsantrasyonunun yanı sıra, pelajik balıkların büyük bir çoğunluğu da bu planktonca zengin tabakada yer almaktadırlar. Marmara Denizi'nde yüzey suları Karadeniz'in tür kompozisyonuna sahipken, termoklin altı sularda tipik Akdeniz karakteri gözlenmektedir.



Grafik 1.6.1.- İstavrit balığının balıkthane girişleri esas alınarak, istihsalinin yıllara göre dağılımı.

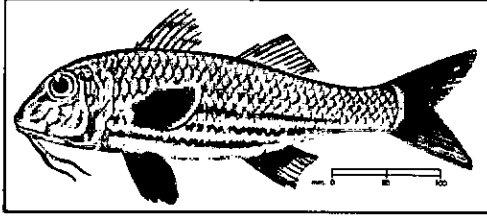


Grafik 1.6.2.- Lüfer balığının balıkthane girişleri esas alınarak, istihsalinin yıllara göre dağılımı.

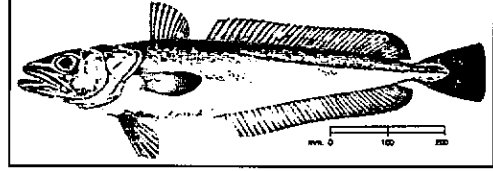


Grafik 1.6.3.- Palamut balığının balıkthane girişleri esas alınarak, istihsalinin yıllara göre dağılımı.

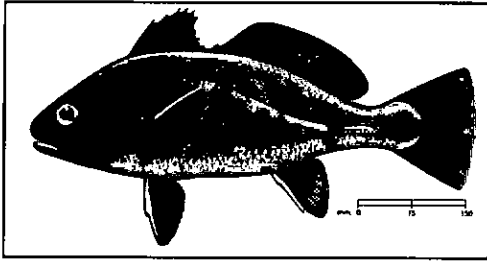
MARMARA DENİZİ'NİN ÖZELLİKLERİNE GENEL BİR BAKIŞ



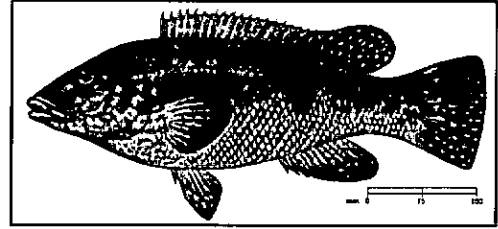
Tekir balığı (*Mullus surmuletus*)



Berlam (*Merluccius merluccius*)



Eşkına (*Sciaena umbra*)



Kikla (*Labrus bergylta*)

Alt-bölgeler:	I	II	IV	Total
Tabakalar				
Yüzey - termoklin arası	36	18	16	23
Termoklin seviyesi	55	63	59	59
Termoklin altı	9	19	25	18

Tablo 1.6.2.- Planktonik organizmaların alt bölgeler bazında, dikey yönde belirli tabakalarda %dağılımı

1.6.1. FİTO (Bitkisel) PLANKTON

Fitoplankton bölgede birincil prodüksiyonun en önemli elemanıdır. Tür kompozisyonu ve biomass değerleri mevsimsel olarak değişiklikler göstermektedir. Marmara Denizi için kayda geçmiş popüler fitoplankton listesi aşağıda verilmiştir.

Dynoflagelata :

Ceratium fusus (Ehrenberg, 1834)
Ceratium furca (Ehrenberg, 1836)
Ceratium lineatum Ehre. & Bell. 1894
Ceratium karsteni Pavillard, 1907
Ceratium tripos Nitzsch, 1817
Gonyaulax polygramma Stein, 1883
Noctiluca miliaris Suriray, 1836
Prorocentrum micans Ehren, 1833

Diatomeae :

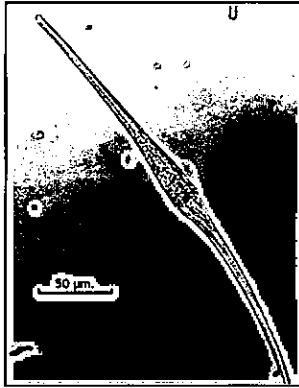
Chaetoceros affinis Lauder, 1864
Chaetoceros gracilis Schütt 1895
Chaetoceros calcitrans (Paulsen)

Chaetoceros radians Schütt, 1895
Cerataulina bergonii H. Peragallo, 1892
Coscinodiscus concinnus W m. Smith 1856
Coscinodiscus marginatus Ehrenberg, 1838
Coscinodiscus radiatus Ehrenberg, 1841
Leptocylindrus danicus Cleve, 1889
Rhizosolenia calcar-avis Schultze, 1858
Rhizosolenia delicatula Cleve 1900
Rhizosolenia styliformis Brightwell 1858
Thalassionema nitzschioides Grunow, 1862
Thalassiothrix frauenfeldii Grunow 1880

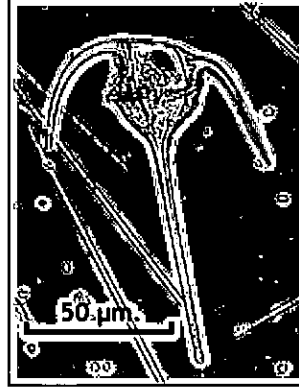
Ciliata :

Favella ehrenbergi (Claparé & Lach, 1858)

Şekil 1.6.1.1.'de yer alan fotoğraflarda bazı popüler bitkisel planktona yer verilmiştir.



Ceratium fusus



Ceratium tripos



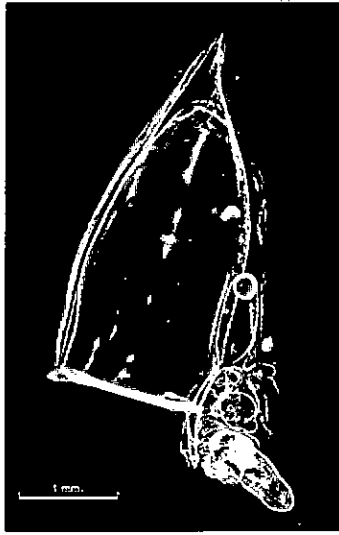
Gonyaulax polygramma

Şekil 1.6.1.1.- Marmara Denizi'nde bulunan bazı popüler bitkisel planktonlar

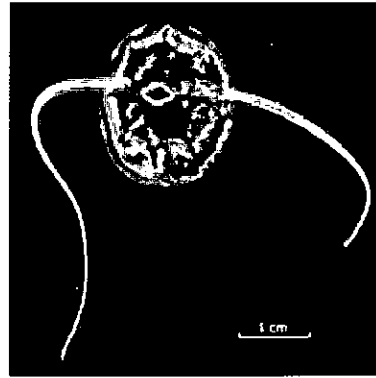
1.6.2. ZOO (Hayvansal) PLANKTON:

Marmara Denizinin pelajik besin zinciri içerisinde en önemli zooplankton gurubu kopepodlardır. Besin zincirinin sağlıklı oluşumunda ve özellikle ticari öneme sahip balıkların büyüüp gelişmesinde çok önemli bir yol üstlenirler. Son senelerde gözlenen, "ince balık" olarak tabir edilen, ancak boy ve ağırlıkları düşük olmasa rağmen, yaşça olması gerekenden büyük formların gelişmesine ket vuran en önemli etkenlerden biri de, Marmara sisteminde hayvansal planktonun tür ve miktar bazında çok azalmış olmasıdır. Hayvansal plankton Marmara Denizi'nde total plankton biyomasının yaklaşık %50'sini oluştururlar. Marmara Denizi için kayda geçmiş popüler Zooplankton listesi aşağıda verilmiştir.

Narcomedusae :	<i>Ctenocalanus vanus</i> Giesbrecht, 1988
<i>Solmundella bitentaculata</i> (Qu&Gai., 1833)	<i>Cyclopina gracilis</i> Claus, 1863
Scyphomedusae :	<i>Diaixis hibernica</i> (A. Scott, 1896)
<i>Aurelia aurita</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Eucalanus crassus</i> Giesbrecht, 1888
<i>Rhizostoma pulmo</i> (Macri, 1778)	<i>Euchaeta marina</i> (Prestandrea, 1833)
Siphonophora :	<i>Euterpina acutifrons</i> (Dana, 1849)
<i>Muggiaea kochi</i> (Will, 1844)	<i>Haloptilus acutifrons</i> (Giesbrecht, 1892)
Ctenophora :	<i>Labidocera brunescens</i> (Czerniavsky)
<i>Pleurobrachia rhodops</i> (Chun, 1880)	<i>Macrosetella gracilis</i> (Dana, 1847)
Polychaeta :	<i>Metridia lucens</i> Boeck, 1865
<i>Tomopteris helgolandica</i> Greeff, 1879	<i>Oithona nana</i> Giesbrecht, 1892
Cladocera :	<i>Oithona plumifera</i> Baird, 1843
<i>Evadne nordmanni</i> Lovén, 1836	<i>Oithona similis</i> Claus, 1866
<i>Evadne spinifera</i> P. E. Müller, 1867	<i>Oncaea curta</i> Sars, 1916
<i>Penilia avirostris</i> Dana, 1849	<i>Oncaea longiseta</i> Shmel, 1968
<i>Podon intermedius</i> Lilljeborg, 1853	<i>Oncaea notopus</i> Giesbr., 1891
<i>Podon polyphemoides</i> (Leuckart, 1859)	<i>Oncaea obscura</i> Farran, 1908
<i>Pseudevadne tergestina</i> (Claus, 1877)	<i>Paracalanus parvus</i> (Claus, 1863)
Copepoda :	<i>Pontella mediterranea</i> (Claus, 1863)
<i>Acartia clausi</i> Giesbrecht, 1889	<i>Pseudocalanus elongatus</i> (Boeck, 1865)
<i>Anomalocera patersoni</i> Templeton, 1837	<i>Sapphirina maculosa</i> Giesbrecht, 1892
<i>Calanus helgolandicus</i> (Claus, 1863)	<i>Urocorycaeus furcifer</i> (Claus, 1863)
<i>Calanus styliremis</i> Giesbrecht, 1888	Chaetognatha :
<i>Calocalanus tenuis</i> Farran, 1926	<i>Sagitta bipunctata</i> Qu and Gaim, 1828
<i>Centropages kroeyeri</i> Giesbrecht, 1892	<i>Sagitta megalophthalma</i> (Dal. & Duc., 1969)
<i>Centropages ponticus</i> Karavaev, 1894	<i>Sagitta setosa</i> (Mueller, 1847)
<i>Centropages typicus</i> Krøyer, 1849	Copelata :
<i>Clausocalanus arcuicornis</i> (Dana, 1849)	<i>Fritillaria formica</i> Fol, 1874
<i>Clausocalanus furcatus</i> Brady, 1883	<i>Fritillaria pellucida</i> (Busch, 1851)
<i>Clytemnestra rostrata</i> (Brady, 1883)	<i>Oikopleura dioica</i> Fol, 1872
<i>Clytemnestra scutellata</i> Dana, 1848	<i>Oikopleura fusiformis</i> Fol, 1872
<i>Corycella rostrata</i> Claus, 1863	<i>Oikopleura longicauda</i> (Vogt, 1854)



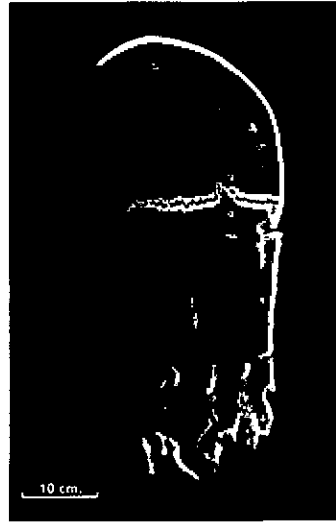
Muggiaea kochi



Solmundella bitentaculata



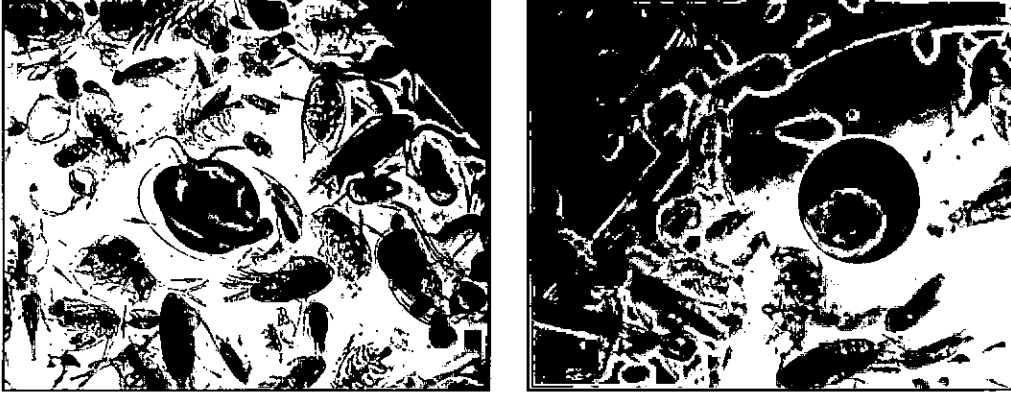
Rhisostoma pulmo larvası



Rhisostoma pulmo

Şekil 1.6.2.1.- Bazı popüler zoo-plankton

Özellikle de yaz aylarında, yukarıda verilen listeye ek olarak, bölgede çok sayıda pelajik ve demersal omurgasız ve balık yumurta ve larvası da kıyasal plankton ile karışık bir şekilde bulunmaktadır. Şekil 1.6.2.2. Bunlar arasında en bol bulunanlar; hamsi balığı yumurtaları, çift kabuklu larvaları (*Mytilus gallo-provincialis* ve *Venus verrucosa*) ve farklı eklembacaklı yumurta ve larvalarıdır. Şekil 1.6.2.3.

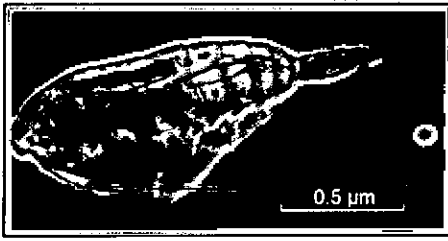


Şekil 1.6.2.2.- Plankton içinde balık yumurtaları

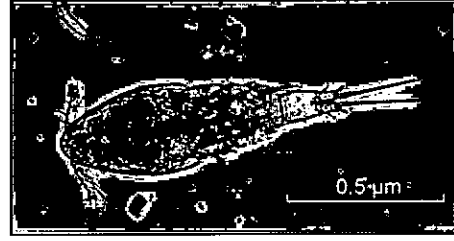


Şekil 1.6.2.3.- Çiftkabuklu ve Deniz salyangozu larvaları

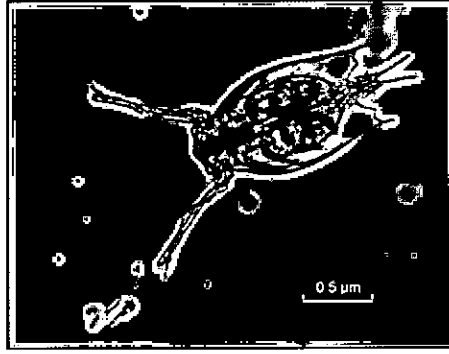
Akdeniz'in etkisinin görüldüğü diğer bölgelere nazaran, Karadeniz'in etkisinin görüldüğü Marmara bölgelerinde, hayvansal plankton balık beslenmesinde çok önemli bir rol üstlenmektedir. Bu açıdan bakıldığında, yanda fotoğraflı listesi verilen türler ciddi bir önem taşımaktadır. Şekil 1.6.2.4.



Calanus helgolandicus



Pseudocalanus elongatus



Penilla avirostris



Sagitta setosa

Şekil 1.6.2.4.- Beslenmede önemli rol taşıyan türler.
(sadece, sardalya, hamsi ve genç istavrit balıkları (kraça) gibi sınırlı sayıda balık tarafından tüketilmektedirler)

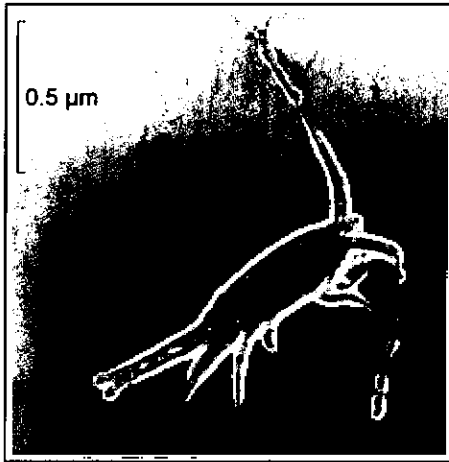
Planktonda yer alan ve besin olarak kullanılan-kullanılmayan türler arasındaki karşılaştırma ve biomasları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Tablo 1.6.2.5.

Plankton kompozisyonu	Biomass mg/m ³	
	İlkbahar	Sonbahar
Yenebilir (balık-besini) formlar	74	216
Yenilemez formlar	128	412
Total zooplankton biomass	202	628

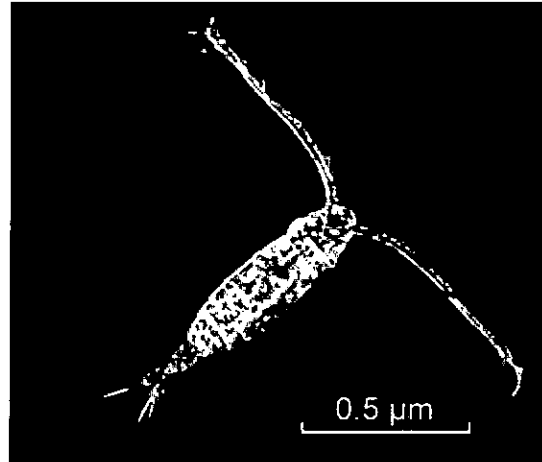
Tablo 1.6.2.5.- Planktonda yer alan, balıklar tarafından yenilebilir ve yenilemez formların biomas karşılaştırması. (Artuz, L. 2005)

Marmara Denizi'nde bazı grup planktonik organizmalar mevsimsel dalgalanmalar ve ortam şartlarına bağlı tipik bolluk-yokluk değerleri ile önem taşırlar. Bunlardan ilk gurubu oluşturanlar mevsimler boyu genel anlamda planktonu oluştururlar. Bu guruba ait türler genelde yüzey sularına adapte olmuşlardır (0-50 m.) ve sıcaklık değişimlerinden çok fazla etkilenmezler. (öy-term türler).

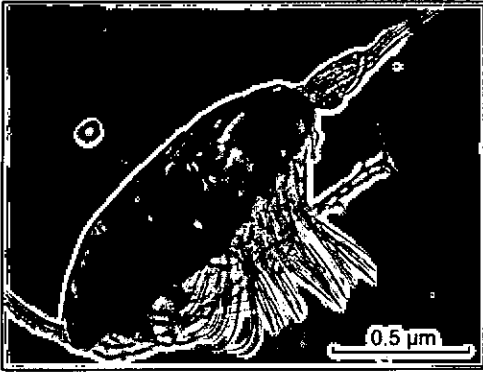
Bu grup aşağıda fotoğraflı liste ile belirtilen popüler türler ile temsil edilmektedir.



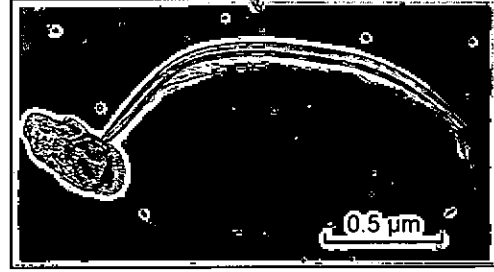
Oithona nana



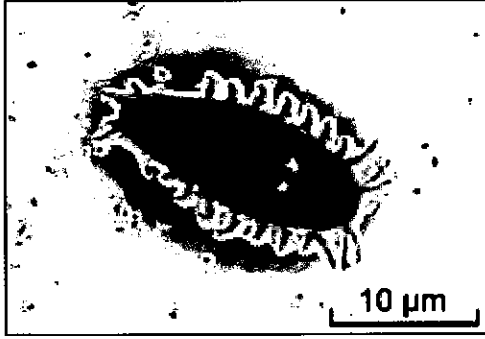
Acartia clausi



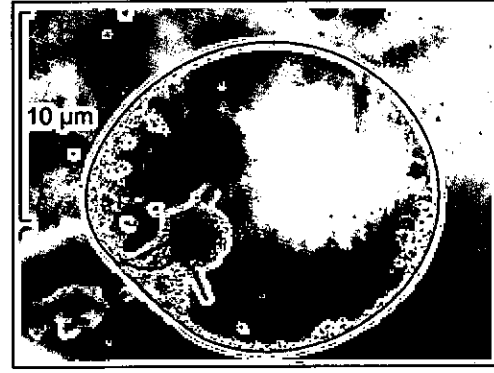
Paracalanus parvus



Oikopleura dioica



Idothea metallica



Noctiluca miliaris

Popüler öryterm türler

N. miliaris sezon boyunca bulunmasına karşın, planktondaki göreceli bolluğu yıl süresince değişkendir. Kışın seyrek, yaz başlarında yoğun olarak artış gösterirler ve çoğaldıkları dönemlerde tipik olarak deniz yüzeyinde domates çorbası renginde forma sebep olurlar (red-tide). Aynı şekilde, kütleli üremeleri sonucu gündüzleri denize kızıl bir renk kazandıran bu canlılar, aynı bir ateş böceği gibi, uyarıldıklarında biyolojik ışık verebilme özellikleri ile de geceleri bu ışığa sayesinde kolayca fark edilebilirler. Genellikle yanlış olarak bilindiği gibi "Yakamoz" ay ışığının suya, denize vuran yansıması değildir. Yakamoz bu biyolojik olarak ışık yapan canlının adıdır.

Bu gurubun temsilcileri kış aylarında I. alt bölgenin tüm derinliklerinde bulunurlar, fakat II. ve IV. alt bölgelerde, bunlar soğuk su kütlesi içinde, termoklin ara yüzeyinin üzerindedirler. Bu soğuk stenotermal gurubun temsilcileri ve türlerin üst sıcaklık limitleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. (Tablo 1.6.2.1.)

Türler	Üst temp. Limitleri T°C
<i>Sagitta setosa</i>	10-11
<i>Pleurobrachia pileus</i>	12 - 13
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	13
<i>Calanus helgolandicus</i>	13
<i>Oithona nana</i>	14

Tablo 1.6.2.1.- Marmara Denizi'nde stenotermal plankton türlerinin dağılımı için üst sıcaklık limitleri

Bu türler, ilkbaharın sıcaklığı ile termoklin tabakasına çökerler ve zamanla üst tabakalarda gözden kaybolurlar.

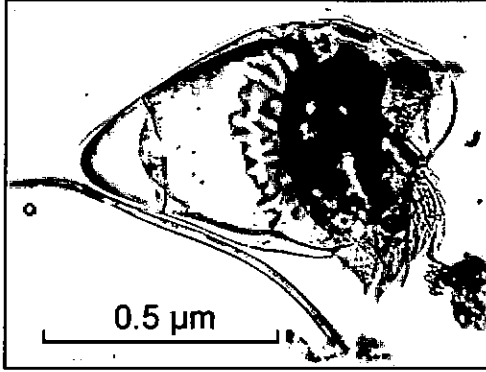
Alt katmanlara, yani termoklin altı katmanlara geçemezler, çünkü bu derinliğin altında sıcaklık şartları süreklilik göstermektedir ve de bu sabit 14°C civarındadır. (Bkz. Marmara Denizi Temperatur şartları) Sadece *Oithona nana* bu kısıtlamadan geçebilir.

Üçüncü gurup sadece yazın gelişir ve dağılım gösterir. Suların ısınması ile birlikte Boğazların ve Marmara Denizi'nin yüzey tabakalarını işgal etmeye başlarlar, suların soğuması ile birlikte zamanla azalır, kışın tamamen yok olurlar.

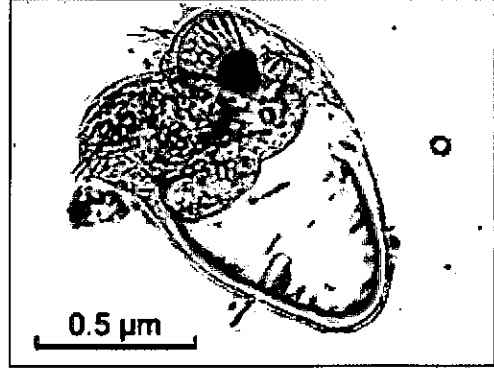
Özellikle yaz aylarında göçen ufak balıkların besinlerini oluşturmaları dolayısıyla önem taşırlar. Ancak son senelerde aşırı organik madde birikimi sonucunda, büyük kütleler halinde patlama gösteren fitoplanktonlar, yoğunlukları ile bu gurubun gelişmesine ve dağılmasına ket vurmaktadırlar.

Bu sebeple son yıllarda özellikle omnivor ve planktonla beslenen balıklarda, hayvansal besinden bitkisel besin yönünde ciddi bir besin alışkanlığı değişimi gözlenmiştir.

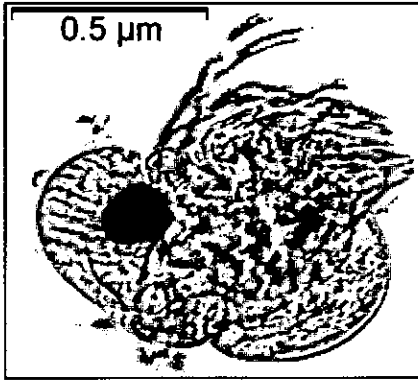
Bu grup da aşağıdaki fotoğraflı liste ile belirtilen türlerle temsil edilirler.



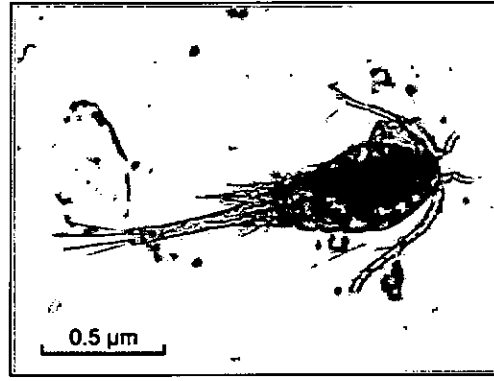
Evadne spinifera



Evadne nordmanni



Podon polyphaemoides



Centropages kroyeri

Popüler 3. grup türler

İstavrit (*Trachurus sp.*) ve lüfer (*Pomatomus saltatrix*) gibi ticari önem taşıyan birçok balık için Boğaziçi'nin her iki girişi de birincil derecede yumurtlama alanlarıdır ve son yıllarda bu bölgelerde yoğun bir avcılık söz konusudur. Balıkçılık ile ilgili düzenlemelerin sürdürülebilirlik felsefesinden uzak bir şekilde hazırlanması ve özellikle de bu düzenlemeler içerisinde Boğaziçi'nin tanımının gereğince ortaya konamaması, başlıca etken olarak ortaya çıkmaktadır.

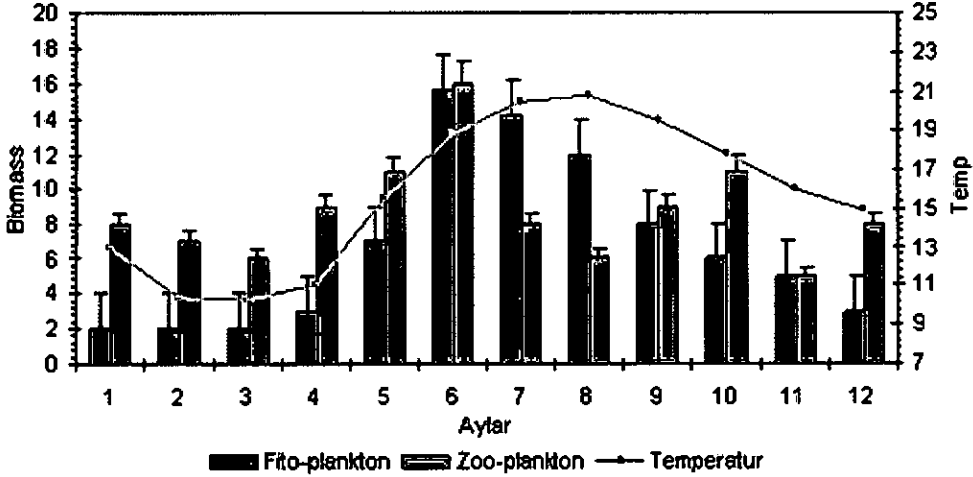
Bu yanlış avcılık sebebi ile, besin zinciri bazında, yırtıcı türlerin bolluğunda ciddi anlamda bir düşüş kaydedilmiştir (Artüz L.2002) Pelajik balık komunitesi-nin yapısının bu günkü şeklini ve hatta doğal komunitenin belirlenmesinde tek başına balık avcılığının etkisini değerlendirmek bölge için oldukça zor olacaktır. Çünkü bölgenin yapısı andropojenik hareketlilik ile (balık avcılığı ve/veya son 20 yıldaki İstanbul metropol alanının atık su deşarjı, yoğun gemi trafiği) bü-yük ölçüde değişmiş ve birincil üretim oranı besleyici tuzlar ve ışık geçirgenli-ğini etkileyen çeşitli faktörlere bağlı olarak yıllık ciddi bir değişim göstermiştir. Kış aylarında termoklinin "kırılması" ve kuvvetli rüzgarların etkisi ile derin ve soğuk sularla yüzey tabakalarının karışmasına bağlı olarak, derin deniz deşarj-ları ile alt tabakalarda biriken besleyici tuzların, yüzey tabakalarına yükselmesi durumuna sıkça rastlanmaya başlanmıştır.

Bu durum ağırlıkla ilkbahar aylarında en üst seviyesine varmaktadır ve plankton patlamalarına (bluming) sebep olmaktadır. Çeşitli vesileler ile basına yansıyan denizlerin yemyeşil olması veya domates çorbası renginde yer yer kızıla boyanması, bu plankton patlamalarının bir sonucudur.

Termoklin yaz aylarında yeniden yapılandığında ve rüzgar yollu karışım azaldığından, plankton yayılımı yüzeydeki besleyici tuzların seviyeleri ile den-gelenir. Buna göre bitkisel planktonların gelişmesi, baharın patlak vermesini takiben süratli bir şekilde, yerleşik bir hal alır. Böylece yaz ayları süresince bu fitoplankton yüksek sabit stokları, ısrarla durumlarını korumaya meyillidirler. Bu plankton patlamalarındaki göreceli yüksek miktar, yoğunluğun aşırı oldu-ğu alanlarda aynı zamanda zooplankton gelişimine de ket vurmakta veya en azından kısıtlayıcı bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Genellikle tüm Marmara Denizi'nde, yüzey tabakalarda oluşan bahar patlaması Mayıs ayında doruğa çıkar ve Haziran ayında keskin bir şekilde düşer. Bu periyodu ise kışın minimuma varılacak sabit ve kararlı bir düşüş izler. Bitkisel planktondan farklı olarak, hayvansal plankton aynı zamanda mevsimsel göçlerin yanı sıra dikey göçler de yapmaktadır. Bu yer değiştirmelerdeki temel etken, hem kışlama şartlarının sağlanması, hem de besin geçerliliğidir. Bölgede bu dalgalanmaya esas etken Grafik 1.6.2.1. de gösterildiği gibi su sıcaklığıdır.

Marmara Denizi'nde yaşanan ekolojik sorunlar, geçen zamanın da acı bir şekilde bizlere gösterdiği gibi, yalnızca mühendislik becerisi ile çözülememektedir. Bir ortamdaki değişimlerin gerçek boyutları, nicelik ve nitelikleri ortam-can-lı ilişkilerinin iyi bir şekilde bilinmesi ile açıklığa kavuşabilir. Bu nedenle kirlen-

me gibi, geniş çapta biyolojik etkisi olan bir konuda, ekologlar ile teknolojistlerin birlikte çalışmalarını gerçeğe daha etkin yaklaşılmasını sağlayabilecektir.



Grafik 1.6.2.1.- Zoo ve fito plankton komunitelerinin su sıcaklığına bağlı olarak gösterdikleri dalgalanma. (Artüz. L. 2005)

Marmara Denizi'nde 1970 döneminden beri ciddi boyutlara ulaşan bir **ötrifikasyon** olayı yaşanmaktadır. Marmara sularına bırakılan organik kökenli atıklar, bazı balık türlerinin bu su kütesinden uzaklaşmasına veya kaybolmasına yol açmış, buna karşın organik atıklardan yararlanan ve kirli sulardan etkilenmeyen başta bazı algler olmak üzere, belirli türlerde kütleli çoğalmalar gözlenmeye başlamıştır. Özellikle İzmit körfezinde kütleli üreme gösteren *Gracilaria* türü algler, ticari anlamda toplanarak dış ülkelere satılacak ve Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı'nun bunların avlanması konusunda önlemler almasını gerektirecek boyutlara ulaşmıştır. Aynı boyutlarda olmamakla birlikte, Marmara'nın diğer bölgelerinde de yeşil algler (*Ulva lactuca*) ve kahverengi (*Phyllophora sp.*) alglerde de benzer kütleli üremeler, denizden dinlenme amacı ile yararlananları rahatsız eden boyutlara ulaşmıştır.

Söz konusu etkenler ve "ortamda bulunan tür adedinin azalmasına bağlı olarak, yaşamlarını sürdürebilen türlerin fert adetlerindeki artışa" bağlı biotoksin içeren planktonların artışı ve besin zinciri içerisindeki aktif yerleri dolayı-

sı ile, kirlenmenin etkilerinin Marmara Denizi'nde yaşayan, avlanan ve ekonomik anlamda değerlendirilen su ürünlerinde de rastlanmış oluşu, bu konuda da ciddi önlemlerin alınmasını gerektirmiştir. Bu çerçevede Marmara Denizi'nden istihali yapılan tüm çift kabukluların (bivalv) AT üyesi ülkeler tarafından ithali, 90'lı senelerin ortalarından beri fiilen yasaklanmış durumdadır.

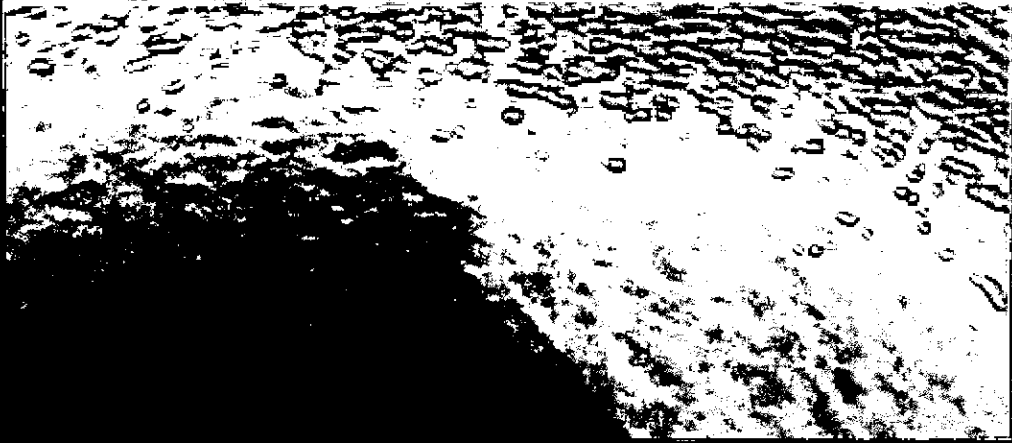


Ulva lactuca

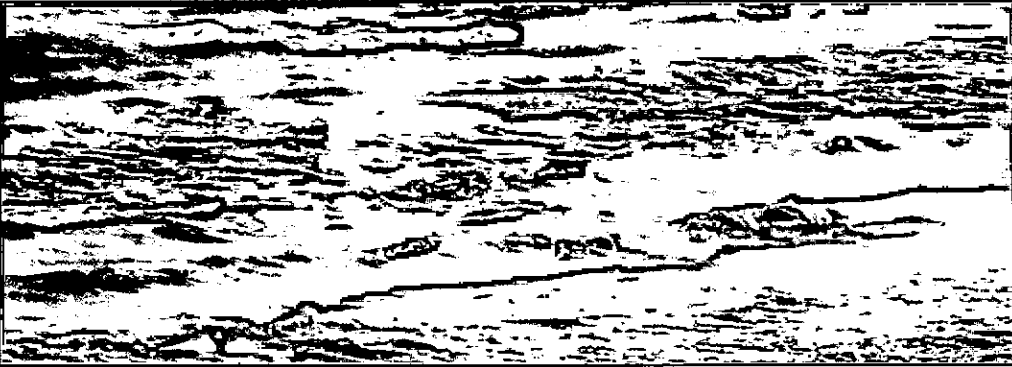


Phyllophora nervosa

Bu olaylar denizlerimizde örneğin Haliçte, İzmit ve İzmir körfezlerinde de yaşanmıştır. Marmara Denizi yıllardan beri birinci safha kirlenme olaylarının stresi altında bulunmaktadır. Marmara'da limite gelmiş biyosönotik(*) şartların ikinci safha kirlenmeye dönüştüğü bir dönemde kirlenme yükünde oluşacak önemsenmeyen artışların dahi, yarı abiotik bir ortam yaratması işten bile değildir.



Tipik bir kızılsu olayı



Fitoplankton patlaması sonucu oluşan yeşil renkli deniz görüntüsü

(*) Belirli çevresel faktörler ile donatılmış bir ortamda yaşayan tür toplulukları biyosönoz (biocoenosis) olarak nitelendirilirler. Bu kavram, bitkisel ve hayvansal organizmalar ile, içersinde yaşadıkları ortamın fiziko-kimyasal özellikleri arasındaki belirgin etkileşimi vurgulamak için kullanılır.

1.7. Marmara Denizi'nde Kirlilik

Daha önce de belirtildiği gibi aslında Marmara Denizi gerçek bir deniz olarak değil, Karadeniz ile Akdeniz arasında bağlantıyı sağlayan Boğazlar Sistemi üzerindeki bir genişleme olarak görülmelidir.

Tekrarlamak gerekirse, Marmara'nın hidrografik yapısı da, burasının bir **deniz**'den ziyade bir **haliç** karakteri taşıdığını göstermektedir. Marmara Denizi'nde, normal denizlerde gözlenen ve dünyanın dönüşünden, yani **korolis gücünden** kaynaklanan dairesel akıntılar yerine, Doğu-Batı doğrultusunda, Karadeniz'in fazlalık veren su bütçesinden kaynaklanan, düz bir yüzey akıntı sistemi ile, kıyısız topoğrafiden ve sürtünme direncinden doğan ters akıntılar (**orkoz**) bulunmaktadır.

Binde 18 - 20 dolayında tuzluluğa sahip Karadeniz sularını Akdeniz'e doğru taşıyan bu yüzey akıntısının altında ise, Marmara ve Karadeniz'in tuz bütçesinin gereği olarak, Batı-Doğu doğrultusunda bir dip akıntısı yer almaktadır.

Bu iki akıntı, tuzluluk, sıcaklık, oksijen içeriği, besleyici tuzlar gibi özellikleri açısından farklı iki su kütlelerini Marmara'ya getirerek burada iki denizin birbiri üzerinde yer almasına neden olmuşlardır.

Düşey doğrultudaki bu iki de niz birbirinden, bu iki su kütlelerinin karışımından oluşan ve bu iki denizin karışımını büyük çapta engelleyen bir arayüzey (**interface**) ile ayrılırlar.

Karadeniz'i temsil eden yüzeysel su kütlesi; normal şartlar altında, dalga hareketleri, akıntının yarattığı karışım ve atmosfer ile olan direkt madde alışverişi sonucunda, canlıların rahatlıkla yaşayabilmelerini, yumurtlama, gelişme, beslenme gibi fizyolojik gereksinimlerini karşılamaya yetecek kadar yani 5 mg/l veya daha üzerindeki miktarlarda suda çözünmüş oksijene sahiptir.

Bu nedenle, üst su kütlelerinin biyolojik verimi oldukça yüksektir. Buna karşın, sağlam karakterli ara yüzey (**interface**) ile, atmosfer ve yüzey tabakası ile iletişimi kısıtlanan Marmara dip su kütlesi, canlıların normal yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli suda çözünmüş oksijeni, Ege denizinden gelen Akdeniz kökenli suların taşıdığı oksijen oranında alabilmekte, bu nedenle de bu su kütlelerinin oksijen içeriği, normal yaşam koşulları için gerekli miktarın çok altında, 2mg/l dolayında kalmaktadır.

Üst su tabakalarının su sıcaklıkları, mevsimsel atmosferik koşullara bağlı olarak 6-25°C arasında periyodik değişimler gösterirken, alt su kütlelerinin sıcaklığı bütün yıl boyunca ortalama 14.2°C dolayında kalmaktadır.

Tuzluluk açısından da aynı şey söylenebilir. Yüzey suları Karadeniz'e döken nehirlerin getirdiği veya bölgeye düşen yağışların miktarına bağlı olarak binde 18-25 tuzlulukta olabilirken, alt su kütlelerinin tuzluluğu ortalama binde 38 dolayında bir kararlılık göstermektedir.

Bu iki düşey doğrultudaki denizin farklılıkları yalnızca bu üç faktör ile sınırlı değildir. Ancak bunlar dahi, Marmara'nın ekolojisinin ne kadar karmaşık bir yapıya sahip olduğunu göstermeye yetecek niteliktedir. Örneğin, palamuttorik (*Sarda sarda*), uskumru (*Scomber scomber*), kolyoz (*Scomber japonicus*), kılıç (*Xiphias gladius*), orkinos (*Thunnus thynnus*) gibi yüksek hareket yeteneğine sahip, bu nedenle de oksijen gereksinimleri fazla olan pelajik balık türlerinin, çok kısa ve zorunlu durumlar dışında ara yüzeyin altına geçmeleri olanaksızdır.

Buna karşın belirli sıcaklıkta yaşamaları gereken canlılar, oksijen gereksinimleri elverse dahi, ara tabakayı zorunlu olmadıkça geçemezler. Her iki su kütlelerini kullanan canlıların yaşam koşullarının geniş bir toleransa sahip olması gerekir. Bu nedenle canlılar, **steno-topic** (dar çevreli) veya **eury-topic** (geniş çevreli) olmak üzere iki grupta toplanırlar.

Bu açıdan bakıldığında Marmara Denizi'nde yaşayan canlılar, yaşam koşulları açısından birbirinden kesin hatlar ile ayrılmış iki topluluk oluşturmaktadırlar. Bu topluluklar içersinde yaşadıkları ortam koşulları ile çok duyarlı bir denge oluşturmaktadırlar. Bu denge o kadar hassastır ki, örneğin ilk olarak ciddi bir şekilde 06.10.1989 tarihinde Tuzla-Harem arasında gözlemlendiği gibi, ara yüzeyin üzerinde yaşayan balıkların etkilenmesine neden olan kütleli balık ölümü olayı, dipteki oksijensiz tabakanın yüzey su kütlelerine karışmasının bir sonucu olarak oluşmuştur. Takip eden senelerde hava şartlarına bağlı olarak akıntı yön ve değerlerinin kısa süreli olarak değişmeleri ile, Marmara Denizi ve Boğaziçi'nde bir çok kez, bu "balıkların boğularak ölmesi" olayına rastlanmıştır.

Aslında Marmara'da bu düşük oksijen düzeyinde yaşayabilen pek çok canlı türü bulunmaktadır. Ancak bu türler, içersinde yaşadıkları ortam koşulları ile, çok duyarlı bir denge kurmuşlardır. Bunların yaşadığı ortama ekstra oksijen

sağlanması bile, bu dengeyi bozacağından bu oksijen artışı onlar için ölümcül olacaktır.

Marmara Denizi'nde, çevresindeki hızlı ve çarpık kentsel ve endüstriyel gelişmeler sonucunda söz konusu duyarlı denge büyük çapta bozulmuş ve halen de bozulmaya devam etmektedir. Yanlış uygulamalar, Marmara Denizi'nin ara yüzeyi altında kalan su kütlelerinde, zaten limit değerlerde olan oksijen içeriğini daha da azaltacak ve buralarda canlı-ortam ilişkisini alt üst edecek boyutlara getirilmiştir.

Marmara Denizi'nde 1985 döneminden beri ciddi boyutlara ulaşan bir **ötrifikasyon** olayı yaşanmaktadır. Marmara sularına bırakılan organik kökenli atıklar, bazı balık türlerinin bu su kütlelerinden uzaklaşmasma veya kaybolmasma yol açmış, buna karşın organik atıklardan yararlanan ve kirli sulardan etkilenmeyen başta bazı algler olmak üzere, belirli türlerde kütleli çoğalmalar gözlenmeye başlamıştır. Özellikle İzmit Körfezi'nde kütleli üreme gösteren *Gracilaria* türü algler, ticari anlamda toplanarak dış ülkelere satılacak ve Tarım ve Köyüşleri, Bakanlığının bunların avlanması konusunda önlemler almasını gerektirecek boyutlara ulaşmıştır. Aynı boyutlarda olmamakla birlikte, Marmara'nın diğer bölgelerinde de yeşil algler (*Ulva lactuca*) ve kahverengi (*Phyllophora sp.*) alglerde de benzer kütleli üremeler, denizden dinlenme amacı ile yararlananları rahatsız eden boyutlara ulaşmıştır.

Söz konusu etkenler ve "*ortamda bulunan tür adedinin azalmasına bağlı olarak, yaşamlarını sürdürebilen türlerin fert adetlerindeki artışa*" bağlı olarak biotoksin içeren planktonların artışı ve besin zinciri içerisindeki aktif yerleri dolayısıyla ile, kirlenmenin etkilerinin Marmara Denizi'nde yaşayan, avlanan ve ekonomik anlamda değerlendirilen su ürünlerinde de rastlanmış oluşu, bu konuda da ciddi önlemlerin alınmasını gerektirmiştir. Bu çerçevede ilgili bölümde de belirtildiği gibi Marmara Denizi'nden istihsalı yapılan tüm çift kabukluların (bivalv) AT üyesi ülkeler tarafından ithali, 90'lı senelerin sonlarından beri fiilen yasaklanmış durumdadır.

Kendine özgü hidrografik ve ekolojik özelliklere sahip olan Marmara ve Boğazları sistemi, söz konusu farklılıklar tamamen göz ardı edilerek, kısa debilecek bir zaman dilimi içerisinde ciddi bir kirlenme yükü ile karşı karşıya bırakılmıştır. Özellikle hiç bir arıtmaya tabi tutulmaksızın deşarjı yapılan atıklar, zaten ayrıştırma kapasitesi çok düşük olan bu su kütlelerinde, geçen zaman

içersinde ölçüm aletlerine bile gerek kalmayacak şekilde, beş duyumuzla bile algılayabileceğimiz bir düzeye ulaşmıştır.

Bu kısa özet ve çerçeve içersinde Marmara denizinin kirlenmesinin tarihsel gelişimine de kısaca değinmekte yarar görüyorum.

1.8. Marmara Denizi Kirlenmesinin Tarihsel Gelişimi

Marmara Denizi'nin kirlenmesinin tarihsel gelişimini izlemek, büyük bir hızla ilerleyen bir ekspres trenin penceresinden çevreyi gözlemeye benzetilebilir. Doğa olaylarının gelişimi için çok kısa olan 40 yıllık bir sürede, çevredeki olayları ve değişimleri algılamak, bunları gereği gibi değerlendirmek de bir hayli güç ve zaman alıcı olmuştur.

Marmara Denizi sularında gözlenen çarpıcı renk değişimleri, su ürünleri türlerinde ve daha sonraki dönemde üretim miktarlarındaki azalma ve çoğalmalar o kadar hızlı ve o kadar karmaşık olmuştur ki, bu olayların toplumca algılanması oluşumundan ancak on-on beş yıl sonra başlayabilmiştir.

Tüm dünya denizlerinde olduğu gibi, Türkiye'yi çevreleyen denizlerdeki kirlenmenin kökeninde de, nüfus patlaması, gayri safi milli hasıladaki artış ve özellikle de endüstriyel gelişme yatmaktadır. Bu olgulara paralel olarak Marmara Denizi ve Boğazlarında 1950'li yıllardan beri belirginleşen kirlenmede, gittikçe artan deniz trafiğinin ve özellikle de bölge dışı faktörlerin de geniş çapta etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Bu gelişmelerin başlıca nedenleri, Türkiye'yi çevreleyen denizlerin oşinografik özelliklerinin yarattığı birikimin niteliklerinden kaynaklanmaktadır.

Bu iki etken, çevre sorunlarının varabileceği boyutlar ve bunların önceden kestirilebilmesi açısından büyük önem taşıdığından burada kısaca değinmekte yarar vardır.

Türkiye'yi çevreleyen denizlerden her birisi, diğer deniz havzalarından az veya çok izole olmuş durumdadırlar. Karadeniz ile Marmara Denizi arasındaki bağlantı, yatay düzlemde dar İstanbul Boğazı, dikey düzlemde ise, Boğazın her iki ucunda, 36 ve 46 m. derinlikte yer alan eşiklerle büyük çapta kısıtlanmıştır.

Marmara Denizi ile Ege Denizi arasında ise, dar ve sığ Çanakkale Boğazı söz konusu kısıtlanmayı oluşturmaktadır.

Ege Denizi de, üzerinde Girit, Rodos ve diğer bazı Ege adalarının yer aldığı ve Anadolu ile Mora yarımadaları arasında uzanan bir eşikle Akdeniz'in diğer bölümlerinden ayrılmaktadır.

Akdeniz ise, genel anlamda, Atlas Okyanusu'ndan dar ve sığ Cebelitarık Boğazı ile, Hint Okyanusu'ndan ise, insan yapısı Süveyş kanalı sızgınlıkları ile yalıtılmaktadır.

Bilindiği gibi denizlerdeki kirlenme, denizin atıklarla kendi kendini arıtma yeteneği üzerinde yüklenmesi sonucunda oluşur. Marmara Denizi gibi, hacimce küçük ve açık denizlerden bir seri yatay ve dikey engeller ile yalıtılmış bir denizde, kısıtlanmış madde alış verişi sonucu, kirlenmenin büyük bir hızla gelişmesi doğaldır.

Yatay ve düşey doğrultudaki bu kısıtlamalar, havzalar arasındaki su alışverişini geniş çapta etkilediğinden, bu havzalara bırakılan atıkların seyreltilmesi ve havzadan uzaklaştırılması olanakları da geniş çapta kısıtlanmış olmaktadır.

Bu kısıtlanmanın yarattığı diğer bir etki de, su kütleleri arasındaki düşey karışımın belirli bir derinlikten sonra durmasıdır. Bu durum da, kirleticilerin büyük bir bölümünün belirli tabakalarda kalmama ve yoğunluklarının göreceli olarak artmasına neden olmaktadır.

1950'lerden bu yana Marmara'nın sahil bölgelerindeki hızlı yapılaşma ve buna paralel olarak gelişen turizm olgusunun da katkısı ile, ilk aşamada Marmara sistemine bağlı Haliç ve körfezlerden ve daha sonra da kıyı şeridinden başlayarak kıta sahanlığına doğru hızla ilerleyen kirlenme ve bunu sonucu olarak da deniz ekosisteminde geniş çaplı doğal denge bozukluklarına yol açmıştır. Başta İstanbul Haliç ve İzmit körfezi olmak üzere, gittikçe yoğunlaşan endüstrileşme de, atık sular ile kirlenmenin ivmesini arttırmıştır.

Denizlerimizde, 1950'li yıllardan beri kirlenmenin büyük bir hızla ilerlediği en tehlikeli bölge Marmara Denizi olmuştur. Bu denizimizin yukarıda da belirttiğimiz gibi, atıklarda seyrelmeyi ve doğal arınmayı sağlamaya yetecek ölçüde su alış-verişine sahip olmaması ve mevcut akıntı ve karışım hareketlerinin yanlış yorumlanması veya yanlış prezantasyonu ile, bu yanlışlara dayalı proje

uygulamaları, Marmara Denizi'nin biyolojik alanının daha da büyük bir hızla daralmasına ve ekolojisinin zarar görmesine sebep olmuştur.

Denizlerde kirlenmenin Marmara Denizi'nde de gözleendiği gibi, büyük boyutlara ulaşmasında en etken kaynak, yerleşim bölgelerinden denize kontrolsüz ve özellikle de bilinçsizce bırakılan evsel atıklar, yani bunların içerdiği organik yüküdür. Bu organik maddeler, ortamdaki oksijen ile birleşerek oksitlenirler.

Bu süreç içerisinde su içinde çözünmüş olarak bulunan oksijeni büyük çapta kullanarak yitirirler (biyolojik oksijen ihtiyacı BOD).

Bu nedenle bir bölgedeki kirlenmenin ölçülmesinde ve tarihsel gelişimini izlemekte en etkin ve güvenilir ölçülerden birisi de, denizdeki çözünmüş oksijen miktarının zaman ve mekan içerisindeki değişiminin saptanmasıdır.

Günümüzde kamuoyunun Marmara Denizi'nin kirlendiği konusunda tümü ile görüş birliğine varmış olmasına karşın, bazı çevrelerden zamanında yansıyan "**Marmara Denizi'nde 30 yıldır oksijen azalmıyor**" şeklindeki görüşlerin de bir dayanağının bulunması gerekir ki, bu dayanak Marmara Denizi'nin kendine özgü hidrografik yapısında saklıdır.

Bu kitabın ilgili bölümlerinde de belirtildiği gibi, Marmara Denizi aradaki büyük tuzluluk ve yoğunluk farklarından ötürü bir biri üzerinde yer alan farklı iki su kütesinden oluşmaktadır. Üst su kütesi, ortalama 15 m. derinliğe kadar, dalga hareketleri, akıntılar ve atmosferle direkt temas sonucu, kaybettiği oksijeni geniş çapta yenileyebilmekte, buna karşın 25-30 m. derinliklerden daha aşağıda kalan yoğun su kütesi kısıtlı karışım nedeni ile, bu olanaktan yoksun kalmakta ve doğal olarak da oksijen içeriği açısından fakir durumda bulunmaktadır. Marmara Denizi'nin çevresinde endüstri ve nüfus yoğunlaşmasına sahne olan İstanbul, İzmit, Gemlik, Bandırma körfezlerinde de kirlenmenin son yıllarda eski dönemlere oranla çok daha tehlikeli boyutlara ulaştığı yapılan araştırma sonuçları ile ortaya konmuştur.

İstanbul Metropolünün 1988 senesi ortalarında devreye giren en önemli atık taşıma ve eleme sistemini oluşturan Sarayburnu deşarjı, iri partiküllerin ızgaralarda elenmesi ve atıkların içerdiği yağların tutulmasına yönelik çok yetersiz bir ayırıcı sistem dışında, herhangi bir arıtma düzeni içermemesi nedeni ile Sarayburnu ile Adalar arasında uzanan alanda yer alan yüzey sularında, çözünmüş oksijen (DO) miktarının, ekolojik denge için gerekli minimum değer

MARMARA DENİZİ'NİN ÖZELLİKLERİNE GENEL BİR BAKIŞ

olarak kabul edilen 5mg/l'nin altına düşmesine ve Çekmece ile Adalar ve Tuzla arasındaki su kütlelerinde 5mg/l'lik DO sınırının 10 m. ye kadar yükselmesine neden olmuştur. Bu bölgede 1986 dan önceki dönemde 5mg/l'lik DO sınırı 17 m. dolayında saptanmıştır.

Aşağıda yer alan tabloda 1965-2006 yılları arasında Marmara Denizi genelinde yapılmış suda çözülmüş oksijen miktarlarının seneler ve seçilmiş derinlikler itibarı ile değişimi gösterilmiştir. (Tablo 1.8.1.)

Tarih	0.5m	10m	25m	50m
1965	8.10	6.98	6.72	4.98
1971	8.24	8.27	7.79	4.95
1972	9.63	8.46	6.40	4.97
1973	8.25	7.95	6.18	4.32
1974	8.34	9.05	5.10	2.70
1977	8.94	8.17	6.29	2.65
1983	8.05	7.42	3.58	2.60
1984	8.30	7.95	4.54	2.80
1988	8.23	6.84	4.24	1.95
1992	7.94	7.22	2.95	1.10
1995	8.00	6.55	2.43	0.95
1998	8.10	6.12	2.22	0.90
2000	8.18	5.75	2.08	0.94
2001	8.32	5.22	2.16	0.98
2003	8.01	4.98	1.87	0.92
2004	8.22	5.12	2.10	0.96
2005	7.98	5.08	1.81	0.91
2006	6.87	4.90	1.10	0.53

Tablo 1.8.1.- 1965-2006 yılları arasında Marmara Denizi'nde 0, 10, 25, 50 m derinliklerde ortalama çözülmüş oksijen miktarları.

(İ.Ü. Çevre sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi Arşivi ve Artuz&Artuz&Artuz veritabanı).

Bu tablodan da görüldüğü gibi Marmara Denizi, 10 m. derinliğe kadar olan su tabakası bakımından gerçekten de yıllardan beri, akıntı ve karışımlarla, yeteri kadar oksijene sahip olmuştur.

Kirlenme ve özellikle evsel atıkların içerdiği organik maddelerin birikimi ile etkilenme ise, özellikle 1983 den sonraki dönemde, 25 m.'den daha aşağı su kütlelerinde gözlenmektedir.

İlham Artüz ve Fikret Baykut (*İ. Artüz İ. ve Baykut 1986*) 23 yıllık gözlem verilerinden Marmara Denizi'nde çözülmüş oksijenin derinliğe göre dağılımını hesaplamışlardır. (Tablo 1.8.2.)

Derinlik(m)	O ₂ mg/l
0	7.6
10	7.3
25	6.7
50	4.1
75	3.2
100	2.6
200	2.4
750	2.1
900	2.2

Tablo 1.8.2.- Marmara Denizi'nde suda çözülmüş oksijenin derinliğe göre dağılımı (23 yıllık ortalama değerlere göre) (Artüz İ. ve Baykut F. 1986.)

Artüz İ. ve Baykut F. yukarıdaki tablodaki (Tablo 1.8.2.) değerlere göre, biyolojik yaşam için bir sınır olarak kabul edilen 5 mg/l DO miktarının 1985 yılına kadar, 45 m. derinliğe kadar ulaştığını, termoklin tabakasının yıllık meteorolojik değişimlerinden etkilenmesi sonucu bu DO sınırının 75-80 m. derinliğe kadar ulaşabildiğini belirtmişlerdir.

Bu tablolardaki verilerden çıkarılacak sonuç, 1983 yılından bu yana 25 m.'den daha derin suların pek çok denizel canlı için yaşanamayacak duruma gelmiş oluşudur.

Tablo 1.8.1. ve 1.8.2.'deki oksijen dağılımı, İstanbul Metropolü kanalizasyon deşarjlarının, Ege Denizi'nden gelen ve Marmara'nın derinliklerinden geçerek İstanbul Boğazı'nın dibinden Karadeniz'e kadar ulaşan alt akıntı aracılığı ile uzaklaştırma prensibinin acı gerçeklerini de ortaya sermektedir.

1986'lardan beri İSKİ tarafından sürdürülen ölçümler ve bunların değerlendirilmesi de, gelişen olumsuz durumu açıkça ortaya serecek niteliktedir. Konu ile ilgili değerlendirme raporlarından Türkiye Boğazlarının fiziksel oşinografisi

ile ilgili raporda (*Emin Özsoy, Temel Oğuz ve diğ. 1988*) önceden de bahsedildiği gibi bu konu açıklığa kavuşturulmuştur. (*Bkz. 1.3.2.3. Boğaziçi akıntıları*)

Özetle, Marmara ve Boğazlar sisteminde varolan alt akıntı, İstanbul Boğazı'na girmeden önce büyük çapta bir karışıma uğramakta ve yüzey tabakalarına karışarak geri dönmektedir. Buna ilave olarak, çeşitli araştırmacılar tarafından saptandığına göre, Boğaziçi'nde de ciddi karışım olayları gerçekleşmektedir.

Kadıköy ve Sarayburnu deniz dibi kanalizasyon deşarjları ise, tüm araştırma sonuçlarına göre karışımın en yoğun olduğu bölgeye her hangi bir arıtmaya uğratılmaksızın bırakılmışlardır/bırakılmaktadır.

Bu verilere ve zamanında yayınlanan çok sayıdaki uyarı niteliğindeki raporlara rağmen, uygulama gerçekleştirilmiş ve Marmara Denizi bu günkü halini almıştır.

Günümüzde sorun, Marmara Denizi'ni bir atık deposu gibi kullanan başta İstanbul Metropolü olmak üzere çevresindeki yerleşim merkezlerinin kanserleşmiş atık ve kanalizasyon sorununa çare bulunup, bulunmamış olması veya böyle bir girişime körü körüne karşı çıkılıp çıkılmamış olması değil, milyarlarca dolarlık iç ve dış kaynaklı finansmanı gerektiren böyle bir projenin soruna gerçekçi bir çözüm getirip, getirememiş olduğu konusunda düşünülmektedir.

Marmara Denizi ve Boğazlar sisteminin deniz kirlenmesinde önemli rol oynayan diğer bir etken de, çözülmüş veya dispersiyon halindeki petrol hidrokarbonlarının yoğunluğundaki artıştır. Özellikle gemi trafiğinin belirgin bir şekilde artmaya başladığı 70'li senelerin başlarından beri de Petrol hidrokarbonlarının kirletici etkisi hızla devam etmiştir. Petrol hidrokarbonları, gittikçe artan deniz trafiği ve bilinçli olarak veya kaza sonucu denize bırakılan atıklardan ve kısmen de Tuzla, Gölcük ve bu gün kaldırılmış olan İstinye'deki tersane faaliyetlerinden kaynaklanmıştır.

İstanbul çevresinde, gemilerden sintine sularını almak üzere bazı depolama tesisleri kurulmuşsa da, bunların kapasiteleri son derece yetersiz kalmıştır.

İstanbul Boğazında çok ciddi kazalara neden olmuş **"INDIPENDENTA"** (1979), **"STAWANDA"** (1980), **"UNIREA"** (1982) tankerleri, koyun yüklü olarak batan **"RUBI UNYON-18"** gemisinin karıştığı kazalar, sıvılaştırılmış amonyak gazı deşarjı yapmış olan **"PETERSBERG"** gemisi, Karadeniz'e bırakılan **PCB** (poliklorlu bi-fenil) içeren variller gibi **"kaza"** olarak nitelendirilen olaylar da, bu süreç içinde kirlenme yükünün artmasına sebep olmuşlardır.



www.sihirlitur.com

Indipendenta yangını

1.9. Marmara Denizi'nin Çevre Sorunlarına Küresel ve Hukuksal Bakış

Marmara Denizi 11352 km² 'lik bir alana ve 1089 km. kıyıya sahip, yarı kapalı, büyük ölçüde kirlenmiş, sınırlı düzeyde su alışverişi olan, sorunlu bir iç denizdir. "Marmara Denizi'nde kirlilik" bölümünde de belirtildiği gibi, aslında Marmara'nın bir "iç deniz" tanımlamasına tam uymadığı, gerçek anlamda bir deniz olarak değil, Karadeniz ile Akdeniz arasında bağlantıyı sağlayan boğazlar sistemi üzerindeki bir genişleme olarak görülmesi gerektiği ifade edilmektedir. Hidrografik yapısı da, denizden çok bir haliç karakteri göstermektedir.

Kirletici girişlerinin kendi kendisini arıtılma kapasitesinin üzerine çıkmaya başladığı 1975 yılından bu yana Marmara'da kolayca algılayabildiğimiz köklü değişimler olmuştur.

Kirlilik diğer denizlere nazaran en üst düzeydedir. Haliç, İzmit, Gemlik, Mudanya, Bandırma körfezleri en önemli kirlilik odakları durumundadır. Gerek kıyılarda ve gerekse Marmara'ya dökülen akarsular üzerinde kurulan sanayi kuruluşlarının zehirli atıkları, yöredeki yerleşim merkezlerinin kanalizasyonlarını hiçbir arıtmadan geçirmeden boşaltmaları ile kirlilik her geçen gün artmaktadır. Bütün bunlara bir de yoğun deniz trafiği sırasında boşaltılanları da eklersek tehlikenin ne kadar büyük boyutlarda olduğunu görürüz.

Bu sonucun gerçekleşmesinde önde gelen etken Haliç'ten çıkan pisliklerin gelişigüzel Marmara'ya atılması olmuştur. Bilindiği gibi Haliç, senelerce büyük bir açık fosseptik olarak kullanılmıştır. Buraya akıtılan atıklardan katı parçacıklar çökelmekte, organik kirleticiler seyreilmekte ve Marmara Denizi'ne ulaşmaya kadar zararları önemli derecede azalmakta idi. Marmara da bu oranda bir kirliliği seyrelebiliyordu. Önce, Haliç'in dibinden çıkan çamur Marmara'ya atılıp daha sonra da "kuşaklama" yöntemi ile Haliç'e gelen bütün kirletici unsurlar arıtılmadan doğrudan verilince genel denge bozuldu.

Bugün deşarj edilen günlük atık miktarı 2,5 milyon tondur. Marmara Denizini çöp havuzu sayarak bırakılan bu kadar büyük miktarda atığın içerdiği organik maddeler oksijeni hızla tüketmiştir. Bu gerçeğe karşın İstanbul'un ve kıyıdaki diğer yerleşimlerin evsel atıklarının derin deşarj ve alt akıntı safsatası ile Marmara'ya bırakılması çöküşü hızlandırmıştır. Kanıtlanmıştır ki, alt akıntı bırakın Karadeniz'e ulaşmayı, daha Fenerlere varmadan üst akıntı ile karışmaktadır, ulaşabilen ise sadece 1/10'dur.

Politika oluşturma, plan yapma ve yönetme durumunda olanlar işte Marmara'nın bu kendi hidrografik yapısının kirlenmedeki etkisinin bilincinde ne yazık ki olamadı.

Sonuçta, suyun güneş ışığını geçirgenliği azaldı ve deniz dibi bitkilerinin fotosentez yeteneğinde değişimler oldu, çözülmüş oksijen büyük oranda azaldı. 1983 yılından bu yana 25 m.'den daha derin suları pek çok deniz canlısı için yaşanamayacak duruma gelmiştir. Marmara Denizi artık kendini yenileyememektedir. Uğradığı aşırı kirlenme karşısında kendi oksijen gücü yetersiz kalmaktadır.

Yaşanılan toplu balık ölümleri, balıkların boğularak ölmesi bütün bu birikimlerle gerçekleşti ve Marmara'dan üretimi yapılan tüm çift kabukluların Avrupa Birliği ülkeleri tarafından ithali yıllardır yasak. Marmara'nın 127 tür balığı; Mezgıt ve İstavrit'e indi. Ülkemizin su ürünleri üretimindeki katkısı da %22'den %6'ya düştü.

Bütün bunlar 1982 Anayasası'nın 56. maddesinde ifadesini bulan "*çevre hakkı*" anlayışının giderek geliştiği ve çevre koruma bilincinin yaygınlaştığı ve bu doğrultuda önemli yasal düzenlemelerin yapıldığı, uluslararası sözleşmelere taraf olunduğu bir süreçte gerçekleşmiştir.

1.9.1. 1982 Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi

Uluslararası yükümlülükler getiren temel metin, 1982 Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi'dir. Sözleşme, deniz çevresinin korunmasını ve esirgenmesini devletlerin genel bir ödevi olarak düzenlemektedir. Bu çerçevede devletler, denizin çeşitli kaynaklardan kirlenmesinin önlenmesi, azaltılması ve denetim altına alınmasına ilişkin normları, standartları ve tavsiye edilen uygulamalar ve yöntemleri saptamak amacıyla hem evrensel, hem de bölgesel düzeyde işbirliği yapacaktır. Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi kapsamında "*deniz çevresinin kirlenmesi*"nin tanımı şöyledir: "*insan tarafından, canlı kaynaklara ve deniz yaşamına zarar vermek, insan sağlığını tehlikeye sokmak, balıkçılık ve denizin hukuka uygun öteki kullanımları gibi deniz faaliyetlerini önlemek, deniz suyunun kullanım kalitesini bozmak, denizin yararlarını azaltmak gibi olumsuz etkiler yaratan maddelerin ya da enerjinin, dalyanlar da dahil olmak üzere deniz çevresine, doğrudan doğruya ya da dolaylı olarak bırakılmasıdır.*"

Kısaca, "1973/79 Marpol" olarak ifade edilen "Denizlerin Gemiler Tarafından Kirletilmesinin Önlenmesine Ait Uluslararası Sözleşme" gemilerden kaynaklanan kirliliğin önlenmesi konusunda taraf ülkelere yükümlülükler ve haklar getirmektedir.

Ayrıca, birbirleriyle bağlanmalarını sağlayan sistemi oluşturduğu ifade edilen Akdeniz ve Karadeniz'in korunmasına ilişkin iki ayrı uluslararası sözleşmenin hükümleri de Marmara için emsal oluşturabilecek ayrıntıdadır. Bu sözleşmeler; "Akdeniz'in Kirlenmeye Karşı Korunmasına Ait Sözleşme" (1976 - Barcelona) ve "Karadeniz'in Kirlenmeye Karşı Korunması Sözleşmesi" (1992 - Bükreş) dir. (Kalelioğlu, Özkan, 2000)

Marmara Denizi gibi ekolojik, sosyal, kültürel, ekonomik, bilimsel ve eğitimsel özellikleriyle uluslararası denizcilik etkinlikleri nedeniyle zarara açık olan deniz alanları Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) tarafından "özellikle duyarlı deniz alanı" olarak belirlenerek koruma altına alınabilmektedir. Bu belirleme, evrensel bir andlaşma olan MARPOL 73/78 Sözleşmesi ve bu sözleşme üzerinde 1978 yılında değişiklikler yapan 9 sayılı karar kapsamında yapılabilmektedir. Marmara Denizi, Çanakkale ve İstanbul Boğazları ile birlikte bu özel koruma statüsünün gerektirdiği tüm ölçütlere uygundur. Marmara Denizi'ne IMO tarafından özellikle duyarlı deniz alanı statüsü verilmesi yolunda uluslararası düzeyde çalışmalar yapılmalıdır. (Algan, Sav 2000.)

1.9.2. İçsular ve Uluslararası Ekoloji

Türkiye'nin iç suyu durumunda olan Marmara Denizi'nin uluslararası sözleşmeler kapsamında değerlendirilmesi yadırganabilir. Ancak unutulmamalıdır ki çevre ve çevresel politikalara ilişkin kaygılar, artık ulusal sınırları aşmıştır. Ortak ekosistemlerin, örneğin okyanusların, uzayın, kutupların ya da daha yerel boyutta iç suların birlikte yönetimi gündemdedir. İnsan soyunun doğal yaşam çevresi tehlike altındadır. Sorun bu kadar küreselleşmiştir ve hiçbir insanın bu sorundan kendisini soyutlaması düşünülemez. Sorun tüm insanların, tüm ulusların, tüm ülkelerin ortak sorunudur. Ekoloji uluslararasıdır. İnsanlığın ortak koruyuculuğundadır. Ne tek bir insan, ne de tek bir ulus doğayı tek başına koruyup geliştiremez. Küresel birliktelik ruhu ortak geleceğimizin ön koşuludur.

Dünyadaki teknolojik gelişmeler, ülkelerin siyasal sınırlarını fiilen geçersiz kıldı. Ancak bu sınırları çok daha önceden geçersiz kılan çevre sorunlarıdır. Yalnızca çevre sorunları da değil, çevre değerleri, doğal kaynaklar, denizler, uluslararası akarsular, göçmen kuşlar ve hava; hepsi insanlığın ortak değerleri olarak sınır tanımıyorlar. Bu sınır tanımazlık, dünya ekonomisi ile yeryüzü ekolojisi “uluslararası ekoloji” arasındaki karşılıklı bağımlılığı daha da artırıyor.

Bir kısım çevrecilerin “ekolojik gölge” dedikleri, ekolojik uzantı yada ekolojik bağımlılık da diyebileceğimiz bu gerçeğin içinde okyanuslar, atmosfer gibi dünyanın ortak malları (küresel kamu mülkleri, global müşterekler) vardır. Bir ülkenin ekolojik uzantısı, başka ülkelerden ve dünyanın ortak mallarından sağladığı çevresel kaynaklardır. (Gürseler, 1993) (Neill, J. vd. 1992)

“Günümüzde, uluslararası hukuktaki gelişmelerin ışığında, Devletlerin iç sularındaki mutlak egemenliğinin eskisi kadar güçlü olarak geçerli olduğu iddia edilemez. 1982 Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi’nde devletlerin deniz çevresini korumak ve esirgemek konusunda bir genel yükümlülüğü kabul edilmiştir. Bu temel yüküme paralel olarak, devletlerin nüfuz yada denetimleri altındaki etkinliklerin kirlenme yoluyla yalnızca öteki devletlere, yada bu ülkelerin çevresine zarar vermemesini sağlamak için gerekli önlemleri almak ödevi olduğu gibi, bunun da ötesinde, bu tür etkinliklerin etkilerinin devletin egemen haklarını kullandığı alanların sınırlarını aşmaması da gerekmektedir. (Sav, Ö. 2001)

1.9.3. Önce Ekonomik Kalkınma Sonra Çevre Koruma

Uluslararası yükümlülükler, iç hukukumuz, Çevre Yasası’ndan Kıyı Yasası’na birçok yasa ve yönetmelik koruyucu hükümler içerdiği halde Marmara Denizi’nin bugünkü duruma gelmesi önlenememiştir.

Böyle bir sonucun oluşmasında temel etken; “önce ekonomik kalkınma sonra çevre koruma” anlayışının genel kabul görmesidir. Enerjiden kentleşmeye, tarımdan ulaşıma hiçbir alanda politikalar belirlenirken bunların çevreye uyumlu olması öncelikli ilke olarak düşünülmemiştir. Marmara Denizi kıyılarındaki yanlış sanayileşme ve kentleşme de bunun sonucudur.

Danıştay İdari Dava Daireleri Genel Kurulu'nun çevre duyarlığını öne çıkaran bu kararı insan hakları anlayışındaki gelişimi de içermektedir.

1.9.5. Çevre Hakkı

Çevre hukukunun gelişimi ve çevresel değerlere hukuksal güvenceler kazandırılması yolundaki örneklerin yaygınlaşmasıyla birlikte, çevre insan hakları felsefesi alanında tartışılmaya başlamış ve ÜÇÜNCÜ KUŞAK İNSAN HAKLARI ya da DAYANIŞMA HAKLARI çerçevesinde değerlendirilen "çevre hakkı" gündeme gelmiştir. UNESCO'nun da insan hakkı olarak kabul ettiği çevre hakkı, BARIŞ HAKKI, GELİŞME (KALKINMA) HAKKI, İNSANLIĞIN ORTAK MİRASINDAN YARARLANMA HAKKI ile birlikte üçüncü kuşak insan hakları listesi içinde yer alan, "çevre"nin tüm hakların kullanılabilceği mekanı oluşturması nedeni ile de tüm hak ve hürriyetlerin varlık ve geçerlik şartı olarak nitelenen bir insan hakkıdır. (Kuzu, 1997)

İnsan hakları ise, bütün insanlara insan oluşlarından dolayı tanınması gereken haklar bütünüdür. Çevre hakkı, bu bütün içinde en temel insan hakkı olan yaşam hakkının, insan olmanın bir uzantısıdır. (Gürseler, 1992)

Bu niteliği ile çevre hakkı sağlıklı ve dengeli bir biçimde yaşama hakkını yada insancıl yaşam koşullarını tehdit eden her türlü çevre sorununun kaynağına karşı direnme hakkını ve talep hakkını içerir. Anayasamızın 56. maddesi de bu tanıma "Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir." düzenlemesini yaparak katılmıştır.

Gelişen özgürlük anlayışı içinde çevre hakkı, bazı önemli haklarla çatışan ve onları sınırlayan bir niteliğe kavuşmuştur. Çevre hakkı, mülkiyet hakkının kabul edilebilir gerçek sınırını oluşturmaktadır. Günümüz ekonomisinde devlet müdahalesinin yeri gittikçe azalırken, çevre hakkının kamu yararına sınırladığı hak sayısı artmaktadır. Serbest piyasada devlet müdahalesi zayıflarken, çevre müdahalesi ve çevre hakkının baskısı artma eğilimi göstermektedir. (Gürseler, 1995)

Çevre hakkının bir diğer özelliği de bu haktan yararlananların sadece bugünkü kuşaklar olmamasıdır. Sağlıklı ve dengeli bir çevre bugünkü kuşakları ilgilendirdiği kadar hatta daha da fazla gelecek kuşakları ilgilendirmektedir.

1.9.6. Kıyıların Korunması

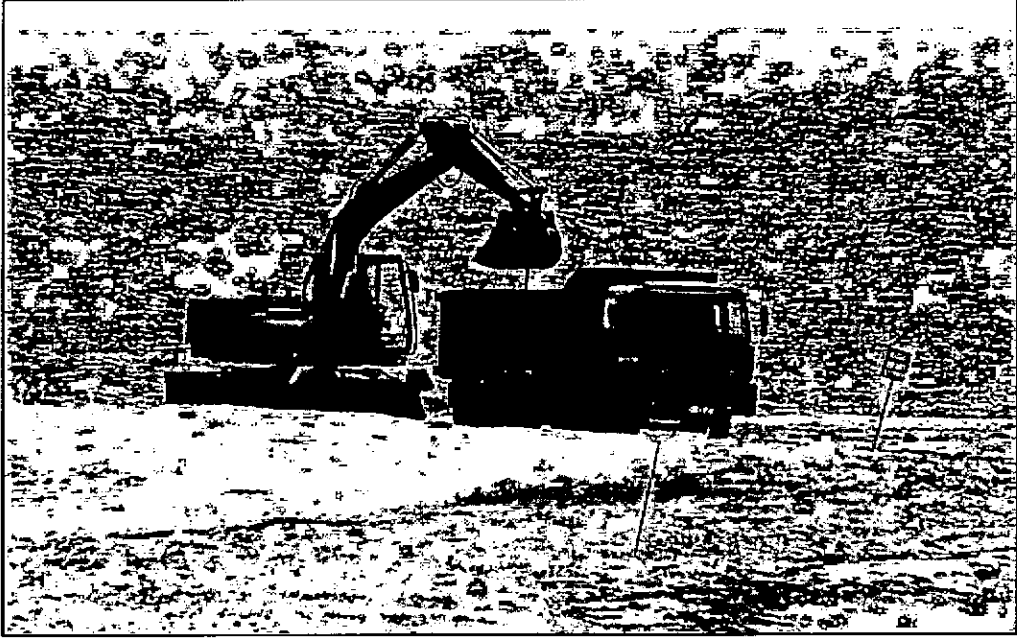
Marmara Denizi'nin sorunlarının önde gelen bir diğer nedeni kıyıların hoyratça kullanımudur. Kıyıların herkesin kullanımına açık olduğu ve özel mülkiyete konu olamayacağı kuralının ve buna ilişkin düzenlemelerin hukuk sistemimizde çok eski bir geçmişi vardır. Ancak kağıt üzerindeki yasal düzenlemeler kıyılarımızı korumaya yetmemiştir. Bundan en başta zarar gören Marmara kıyıları ve Marmara Denizi'dir. Kıyılarda hızla gerçekleşen sanayi yerleşimi ve yakınında oluşan ekonomik çevrenin neden olduğu nüfus artışı, sağlıksız ve düzensiz kentleşme kıyı kuşağının ekolojik dengesini yitirmesine yol açmıştır. Alt yapının kaldırılmasına olanak bulunmayan yoğun nüfusun yarattığı evsel atıkların da eklenmesiyle Marmara Denizi'nin bilinen su ürünleri ve bunların gereksinim duydukları ortam koşulları çok olumsuz etkilenmiştir.

Anayasa Mahkemesi'nin 3621 sayılı Kıyı Yasası'nun "*kıyı kuşağı*" tanımını yeterli bulmayarak iptal ettiği kararının gerekçesinde, "*kıyı kuşağı*" düzenlemesinin, çevre koşulları ve kamu yararını gözeterek, kişilere sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama olanağı vermeye yetecek bir derinlik olmadığını belirtmiştir. Yüksek Mahkemeye göre, kıyılardan yararlanmak için yalnızca kıyı alanlarının belirlenmesi yeterli olmayıp, kıyıların devamı olan sahil şeritlerinin derinliğinin de kamunun yararlanmasını engelleyecek yada ortadan kaldıracak ölçüde dar tutulmaması gereklidir.

Bu gerekçe ile verilen iptal kararından sonra 3830 sayılı Kıyı Yasası çıkarılarak kıyı kuşağı (sahil şeridi), kıyı kenar çizgisinden başlayarak kara yönünde en az 100 metre olarak belirlenmiş ve kıyı kuşaklarında yapılacak yapıların kıyı kenar çizgisinden en az 50 metre uzakta olması zorunluluğu getirilmiştir. (Keleş, Ertan, 2002)

Marmara'nın yaşadığı bir diğer önemli sorun; denizden ve kıyılardan doğal biçimde oluşmuş ve kıyıya bu niteliğini veren başta kum olmak üzere her türlü unsurun alınmasıdır. Ne yazık ki çoğu yerde bu yıkım belediyeler tarafından gerçekleştirilmekte, kıyıda ve denizden alınan kum belediyenin çeşitli yapı işlerinde kullanılmaktadır. Oysa Kıyı Yasası'nın 6. maddesi ve Yönetmeliğin 5. maddesi; kıyılarda, kıyıyı değiştirecek boyutta kazı yapılamayacağını, kum, çakıl vesaire alınamayacağını ve çekilemeyeceğini açıkça belirtmektedir.

Bu yasakların doğrudan hemşehrilerin gözü önünde belediyeler tarafından çiğnenmesi yasalara saygıyı yok etmekte ve diğer yasakları da uygulanamaz hale getirmektedir. Örneğin, Kıyı Yasası'nda ve Limanlar Yasası'nda, kirletici etkisi olan atık ve artıkların dökülmesi yasaklanmıştır. Bu alanların kirlenmesi sonucunu doğuracak her türlü faaliyet yasaya aykırı davranış olarak nitelendirilecek ve cezalandırılacaktır. Kıyı Yasası'nın 15/a-2 maddesi ve Türk Ceza Kanunu'nun 181. ve 182. maddeleri ile Kabahatler Kanununun 41. maddesi hapis ve para cezaları içermektedir. (Akın, 1998)



Marmara Denizi kıyısında usulsüz kum alımı

1.9.7. Sayıştay'ın 3.10.2006 Kıyıların Kullanımının ve Planlanmasının Denetimi Raporu

Kıyılarımızın hızla niteliklerini kaybetmeleri Sayıştay incelemesine konu olmuş ve Kıyıların Kullanımının ve Planlanmasının Denetimi Raporu hazırlanmıştır. Bu raporda; sorunları oluşturan temel neden bütüncül bir yönetim anlayışının oluşturulamaması olarak gösterilmektedir.

“Ülkemizde kıyıları ilgilendiren konular, geniş kapsamlı bir düzenleme yerine birden çok yasada yer almakta, kıyı yönetimine ilişkin özel bir kurumsal yapı bulunmamaktadır. Kıyıların koruma-kullanma dengesini sağlamaya yönelik yönetim politikalarının belirlenmemesi, bilim çevrelerinin çalışmalarının yeterince dikkate alınmaması, uygulamaların ve yasal düzenlemelerin bu alanların iyi kullanımına değil, yalnızca kullanımına ve gelir elde edilmesi konusuna odaklanması sonucunda, mevzuatımızda kıyıların korunmasına ilişkin hükümler de göz ardı edilmiş, izinsiz, plansız ve doğal yapıya zarar veren uygulamalar önlenememiştir.”

Raporda yer alan bazı tespitleri şöylece özetleyebiliriz;

“- Türkiye’de kıyı alanlarına özgü ayrı bir yönetim modeli oluşturulmamıştır. Bu alanlardaki kullanımın planlama, planları onaylama ve görüş bildirme yetki ve görevleri değişik kurumlar arasında dağılmıştır.

- Planlama konusunda değişik kanunların farklı kurumlara yetki vermesi, kurumlar arasında yargıya intikal eden anlaşmazlıklara yol açmakta, bu durum planlama çalışmalarını aksatmakta, plansız kullanımlara yol açmaktadır. Kıyı alanlarının kullanımı konusunda da kurumlar arasında yetki anlaşmazlıkları yaşanmaktadır.

- Kıyı alanlarının planlamasında planıcı, uygulayıcı, yatırımcı sektör ve kişiler için uyulması gereken esasları belirleyen Çevre Düzeni Planları tamamlanmamıştır. Planlama çalışmalarında yol gösterici üst ölçekli planların eksikliği, sağlıklı planların yapılması açısından risk teşkil etmektedir.

- Planlama çalışmaları için ihtiyaç duyulan haritaların ve diğer verilerin elde edilmesinde sorunlar bulunmaktadır. Bu alanda kurumlar arasında bilgi paylaşımının yeterli olmadığı anlaşılmaktadır.

- Kıyı alanlarının planlanmasında koruma - kullanma dengesi sağlanamamakta, kullanma amacının öne çıktığı görülmektedir. Kıyılarla ilgili faaliyet gösteren kurum-

ların mevzuatlarında, kıyıların korunması amacına yönelik hükümlerin yer almasına karşın, uygulamada bu hükümler yeterince dikkate alınmamaktadır.

- Kıyı alanlarında planlama ve uygulama yapılabilmesi için ilk ve zorunlu unsur olan kıyı kenar çizgilerinin tespitinde sorunlar yaşanmaktadır. Kıyılarımızın ne kadarında kıyı kenar çizgisinin tespiti yapıldığına ilişkin güncel ve derlenmiş bilgiler mevcut değildir.

- Kıyı Kenar Çizgisi tespit komisyonlarının çalışmalarında esas alacakları bilimsel kriterlerin belirlendiği düzenlemeler bulunmamaktadır. Bu durum Kıyı Kenar Çizgisi tespitlerinde hatalara yol açmaktadır. Hatalı tespitler, planlama ve yapılaşmada da yanlış uygulamalara sebep olmaktadır.

- Devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunan kıyılarda özel mülkiyetlerle ilgili tapu iptal davaları genellikle Kıyı Kenar Çizgisi tespitinden uzun zaman sonra açılmaktadır. Tapu iptaline kadar geçen süre içinde kıyıda kalan mülkiyetler el değiştirmekte ve hukuki ihtilaflara konu olmaktadır. Kıyı Kenar Çizgisi tespiti sonrasında kıyıda kaldığı belirlenen ancak daha önce tapu kayıtlarına, imar planlarına ve ruhsata uygun olarak yapılan ve kullanılan taşınmazların sahiplerinin mağduriyetini önleyecek bir sistem kurulamamıştır.

- Kıyı alanlarını ilgilendiren çok sayıda yasal düzenleme bulunmaktadır. Bu düzenlemelerin görev verdiği farklı kurumların kıyı alanlarında değişik açılardan denetim yapması, aralarında koordinasyonun sağlanamaması denetimin etkinliğini azaltmaktadır.

- Kıyılardaki uygulamaları kontrol görevi bulunan kurumların, özellikle belediyelerin kıyı mevzuatı konusunda yeterli ve bilgili personel ihtiyacı içinde oldukları görülmüştür. Yasal ve idari prosedürün uzaması, mahkeme kararlarının uygulanmaması, kıyı alanlarına usulsüz müdahalelerin önlenmesinde risk oluşturmakta, bu tür eylemleri denetlemek ve önlemekle görevli olanları olumsuz etkilemektedir.

- Kıyılarda düzenli denetim yapılmaması, doğal yapıyı bozan ve usulsüz eylemler hakkında genellikle şikayet üzerine bilgi sahibi olunması nedeniyle bu tür eylemlerin hangi bölgelerde yoğunlaştığı, nedenleri, artma veya azalma eğilimleri bilinmemekte, etkili önlemler almak için politika belirlenememekte, zamanında tedbirler alınmamaktadır.

- Tespit edilen kıyı ihlalleri zaman alan yazışmalara konu olmakta, bu eylemler hakkında genelde işlem yapılmamaktadır. Başlangıç aşamasında önlenemeyen bu tür

eylemlerin sonradan kaldırılması son derece güç ve masraflı olmakta, bozulan doğal yapının eski durumuna getirilmesi imkansız bir hal almaktadır.

- Devletin hüküm ve tasarrufunda bulunan kıyı alanlarındaki yasal olmayan uygulamaların ecrimisil alınarak sürdürülmesi, bu alanların yeterince korunamadığının ya da gelir elde etmek amacıyla işgallere göz yumulduğunun bir göstergesi olarak algılanmaktadır. Ecrimisil uygulamasına konu olan eylemler uzun yıllar devam etmekte, işgaller genellikle kaldırılmamaktadır.

- Kıyılardaki işgal eylemleri sadece haksız kullanım değil, birçoğu aynı zamanda kıyının doğal yapısını da bozan eylemlerdir. İşgallerin sayı ve alan olarak artması, bu alandaki denetimin yetersizliği yanında, tespit edilen ecrimisil miktarlarının da caydırıcı olmadığını ortaya koymaktadır.

- Yalnızca özel kişi ve işletmeler değil, kamu kurum ve kuruluşları da kıyıları usulsüz, doğal yapıya zarar verici, eşit ve serbest yararlanmayı sınırlayıcı şekillerde kullanmaktadır. Özellikle kıyılardaki uygulamaları denetlemekle görevli kurumların da kıyı mevzuatına aykırı uygulamalar yapması, kıyılardaki kullanımların denetiminde etkinliği azaltmaktadır."

Bu tespitleri yapan Sayıştay'ın çözüm önerileri ise;

"Kıyı alanlarındaki planlama yetkisini dağıtık yapısından kurtaracak, sadeleştirecek yasal düzenlemelere ihtiyaç olduğu vurgulanan raporda, özetle şu önerilere yer verildi:

- Değişik kanunlarda farklı kurumlara tanınan planlama yetkisinin, tek düzenleme çatısı altında toplanmasının, bu alanda uzman olan bir kuruma bırakılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

- Kıyıların özellikleri ve hangi kullanımlara uygun olduğu tespit edilerek üst ölçekli planlar üretilmelidir. İlgili kurumların, planlama aşamasında doğru kararlar almasına olanak veren, kıyıların bütün özellik ve önceliklerini gösteren bir bilgi sistemi oluşturulmalıdır.

- Planlama çalışmalarında kıyıların korunmasına yönelik mevzuat hükümlerine işlerlik sağlanmalıdır. Kıyı planlamasında koruma-kullanma dengesinin sağlanabilmesi için planlarda öngörülen kullanım şekillerinin doğal yapıya nasıl bir etki yapacağı, olumsuz etkilerin ne şekilde azaltılabileceği konularında çalışmalar yapılmalı ve önlemler alınmalı.

- Kıyılarımızın ne kadarında Kıyı Kenar Çizgisi tespiti yapıldığı Bayındırlık ve İskan Müdürlüklerince tespit edilmeli, bu tespitler Bayındırlık ve İskan Bakanlığında bulunmalı, kıyıların ne kadarında Kıyı Kenar Çizgisi eksiği bulunduğu görülebilmeli.

- Özellikle turizm açısından önem arz eden ve yerleşimin yayılma ihtimali bulunan bölgelere öncelik verilerek Kıyı Kenar Çizgisi tespitleri tamamlanmalı.

- Kıyı Kenar Çizgisi tespitlerinin sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi amacıyla, kıyılarla ilgili çalışma ve araştırma yapan bilim adamlarının da görüşü alınarak su hareketlerinin oluşturduğu alanların doğal sınırlarının belirlenmesine ilişkin bilimsel kriterler tespit edilmeli.

- Kıyı Kenar Çizgisi tespitlerinin kadastro çalışmalarından önce veya eş zamanlı olarak yürütülmesinin bu alandaki mülkiyet ihtilaflarını azaltacağı düşünülmektedir. Kıyı Kenar Çizgisi tespitinden önce yasalara uygun olarak edinilen mülkiyetlerin sonradan kıyıda kaldığının belirlenmesi üzerine tapuların iptal edilmesi, tapu sicillerine güvenerek işlem yapanların mağduriyetine yol açtığından bu alanda yasal düzenlemeye ihtiyaç bulunmaktadır.

- Kıyılardaki uygulamaların denetiminin etkin bir şekilde yapılabilmesi için ilgili kurumların kıyı ihlallerinin giderilmesi konusundaki görevlerini yerine getirmekten kaçınmasını önlemeye, denetim sistemini sadeleştirmeye yönelik yasal düzenlemelere, yetki ve görevlerin açık, net bir şekilde belirlenmesine ihtiyaç vardır.

- Kıyılardaki usulsüz ve doğal yapıyı bozan uygulamaların sayısı, şekli, hangi bölgelerde yoğunlaştıkları, artma ve azalma eğilimleri, nedenleri valilikler ve belediyelerce işbirliği içinde yapılacak çalışmalarla tespit edilmeli. Elde edilecek verilerin ışığında önlemler belirlenmeli ve uygulanmalı, kıyı ihlallerinin başlangıç aşamasında tespit edilerek önlenmesi sağlanmalıdır.

- Kıyıların doğal yapısını bozan ve zarar veren kullanımların ecrimisil veya kira uygulamalarıyla devamına izin verilmemeli, kıyılardan herkesin eşit ve serbest yararlanma hakkını ortadan kaldıracak veya sınırlandıracak şekilde kira uygulaması yapılmamalıdır."

1.9.8. Çevrecilik; Egemen Kültüre Başkaldırı

Görülmektedir ki ulusal yada uluslararası mevzuat, yargı kararları çevre sorunlarının önlenmesinde tek araç değildir. Yeterli yasaları uygulayacak yeterli yöneticilere, yeterli politikaları oluşturacak yeterli politikacılara gereksinim vardır. Vatandaşlar olarak da çevre korumanın bir maliyeti olduğunu ve bu maliyete katlanmanın kendimiz, gelecek kuşaklar ve gezegenimiz için bir zorunluluk olduğunu kabul etmemiz gerekir.

İnsanlığın bugün ulaştığı uygarlık düzeyi ve kazanımlar gelecek kuşaklar pahasına yaratılmış ve yoksul insan sayısı giderek artmış ise hiçbir ekonomi yada ekonomik sistem başarılı sayılamaz.

Bugünün egemen kültürü "sınırsız tüketim" anlayışına dayalıdır. Çevreci hareket de işte bu egemen kültüre başkaldırı hareketidir. Temel başkaldırı da ekonomi politikalarına yöneliktir. Egemen kültürün dinamiği üretim/tüketim, temel mantığı da daha fazla üretmek ve daha fazla tükettirmektir. Her şey, doğal kaynaklar, teknoloji üretip tüketmek için vardır. Daha fazla üretip daha fazla tüketmek amaç haline gelmiş ve insanlar tüketim kölesine dönüştürülmüştür.

Üretim ve tüketim düzenleri bu mantık ile ve doğanın yasalarına uymayan bir yıkıcılıkla sürüp gittikçe çevre sorunlarının çözümünde başarı sağlanamaz.

Bu mantığın değişmesi ise tüketimin amaç değil araç görüldüğü, "sınırsız büyüme" yerine çevre-ekonomi dengesine dayanan, çevreyi kalkınmanın hem kaynağı hem de sınırı gören bir kültürün egemen olmasına bağlıdır.

1.9.9. Sonuç ve Öneriler

Bu değerlendirmelerin ışığında Marmara Denizi'nin sorunlarına çözüm önerilerimizi şöyle sıralayabiliriz:

1. Marmara Denizi'nin havzası ile birlikte çevresel olanak ve sorunlarını değerlendirip, çevreye uyumlu bir kıyı yönetimi politikası belirleme ve bunu uygulama ve yönetme yetkisine sahip özel bir örgütlenme oluşturulmalıdır. Bu kapsamda, Marmara ve Boğazları Belediyeleri Birliği'nin 1989 yılında hazırladığı "Marmara Denizi ve Çevresini Koruma Kanunu" önerisinde olduğu gibi bu

örgütlenmeye yasal konum kazandırılabilmesi gibi Haziran 2005 de yürürlüğe giren Mahalli İdare Birlikleri Kanunu'nun; su, atık su, katı atık ve benzeri alt yapı hizmetleri ile çevrenin ve ekolojik dengenin korunmasına ilişkin projelerde sağladığı hizmet birlikleri oluşturma olanağı değerlendirilebilir. Ayrıca, Çevre Yasası bu amaçla kurulacak hizmet birliklerine Bakanlığın teknik ve mali yardım yapmasını düzenlemektedir.

2. Denizlerdeki milli parklar olarak tanımlanabilen Deniz Koruma Alanları (DKA), tüm dünyada sualtı ve kıyı değerlerinin korunması için önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu alanlar, yerel ihtiyaçlara cevap verebilecek şekilde, değişen koşullara uyum sağlayacak dinamik tasarımlara sahiptir. Yasal bir temele dayanan koruma alanları oluşturulmalıdır.

3. Yürürlükteki mevzuatın kıyılardaki talanın önüne geçemediği dikkate alınarak gerekli düzenlemeler yapılmalı ve bu düzenlemelerde Avrupa Birliğine uyum süreci dikkate alınarak AB çevre mevzuatında en önemli ilke olan "önleyicilik" esas alınmalıdır.

4. Yasal düzenlemeler merkezi ve yerel yönetimler tarafından uygulanmasında; önemli kıyı alanları için uzun vadeli yol gösterici planlar hazırlanmalıdır.

5. Kıyı bölgelerinin kalkınması için özel kalkınma ve gelişim planları hazırlanmalıdır.

6. Kıyılarının ve sularının korunmasında uluslararası mevzuat ve yükümlülüklerle uyumu hedef alan politikalar uygulanmalıdır.

7. Kıyılardaki her türlü yapılaşma tek merkezden planlanmalı ve izlenmelidir.

8. Tüm kıyı belediyelerinin evsel atıkları tam arıtılmadan denize verilmemelidir. Belediyeler bu konudaki finans sıkıntılarının çözümünde Çevre Yasası'nın, atık su için; atık su toplama, arıtma ve bertaraf, katı atık için ise; katı atık toplama, taşıma ve bertaraf ücreti alma yetkilerini kullanmalı ve belde sakinlerinden sağlanan bu kaynakların yerinde kullanılması izlenmelidir.

9. Yerel yönetimler atık ve artıkların geri kazanımında yönlendirilmeli ve ortak geri kazanım tesisleri yapımı desteklenmelidir.

10. Yöredeki tüm sanayi kuruluşlarının arıtma tesislerini kurmaları ve çalıştırmaları izlenmeli, özendirici vergilendirme uygulamaları yapılmalıdır.

11. Deniz araçları denetlenmeli, bunlardan kaynaklanan atıkların toplanması ve yok edilmesi için ortak tesisler çoğaltılmalıdır.

12. Akarsularla Marmara Denizin taşınan toprağın önüne geçebilmek için erozyonu önleyecek önlemlere başvurulmalı, ağaçlandırmaya önem verilmelidir.



Yorumsuz!

BÖLÜM II

MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI

2006 YAZ ÇALIŞMASI

2.1. Ölçümler ve Uygulanan Yöntemler

03.07.2006/30.08.2006 tarihleri arasında, Boğazlar ve Marmara Denizi'nde Sevinç ve Erdal İnönü Vakfı sponsorluğunda 42 hidrografik istasyonda (Bkz. *İstasyon dağılım ve konumları*) çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışmalarda yüzeyden dibe kadar olan su sütununda Temperatur, Salinite, Elektrik geçirgenliği, Yoğunluk, Suda çözülmüş oksijen, pH ölçümlerinin yanı sıra, biyolojik çeşitliliği saptamak amacı ile, plankton ve fauna örnekleri alınmıştır.

Marmara Denizi'nde 1962 senesinde fiilen Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü tarafından başlatılmış ve zaman içerisinde İ. Ü. Çevre Bilimleri Enstitüsü ve İ.T. Ü. Gemi İnşaatı ve Denizbilimleri Fakültesi tarafından belirli dönemlerdeki ayakları gerçekleştirilmiş bulunan, "*Marmara Denizi Ekosisteminde Değişen Oşinografik şartların Araştırılması Projesi*"nin 2006 sene aralığında, projenin kapsamında olan rutin ölçümlerin yanı sıra, ilk defa bu sene biyolojik ölçümler de gerçekleştirilmiştir.

Araştırma sırasında gerçekleştirilen rutin ölçümler;

- Sıcaklık ölçümleri (T°C)
- Salinite ve Klornite ölçümleri (Sal‰ ve)
- Yoğunluk hesaplamaları (Sigma-T)
- Elektrik iletkenliği (LF) (mhos cm²)
- Ses iletkenliği hesaplamaları (S.sp x 10)
- Suda çözülmüş oksijen (DO) (mg/l ve ml/l)
- pH dağılımı
- Secchi-disc (Işık geçirgenliği, bulanıklık)

- Deniz rengi
- İstasyon su derinliği
- Hava şartları

ile ilgili ölçümlerin yanı sıra;

Belirli noktalarda plankton çekimleri ve buna bağlı olarak;

- Tür tayin ve dağılımları,
- Volumetrik analiz,

işlemleri yapılmıştır.

2.1.1. Mevki Tayinleri

Hidrografik araştırmaların sağlığı açısından önemli faktörlerden birisi olan mevki tayini, Magellan MAP 330 GPS ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar sırasında aletin kendi hafızası ve çalışma bitiminde alanda bağlı olduğu bilgisayara aktarılan veriler, daha sonra <http://gps.artuz.com> adresi üzerinden çok kullanıcı harita programına ve yine internet üzerinden çalışan çok kullanıcı Hidro-QL oşinografik veri tabanına (<http://www.hidro.artuz.com>), data kartları şeklinde otomatik olarak işlenmiştir.

2.1.2. Su Sıcaklığı (T°C) Ölçümleri

Araştırma yapılan istasyonlarda, derinliğin elverdiği ölçülerde standart 0.5-10-25-50-75 m. derinlikler ve bunlara ek olarak Termoklin tabakasının kesin konumunu saptamak amacı ile 15-25 m. derinliklerde 1'er metre aralıklarla sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler, 100 m. derinliğe kadar erişen kablo ile donatılmış mikroprosesörlü WTW ölçeri ile gerçekleştirilmiştir. Sıcaklıklar, her üç ölçerde (Konduktivite-metre, Oksi-metre, pH-metre) bulunan termik sensörler ile in-situ olarak saptanmıştır.

2.1.3. Salinite ve Klornite Ölçümleri

Araştırma yapılan istasyonlarda, derinliğin elverdiği ölçülerde standart 0.5-10-25-50-75 m. derinliklerde ve bunlara ek olarak haloklin tabakasının ke-

sin konumunu saptamak amacı ile 15-25 m. derinliklerde 1'er metre aralıklarla Salinite ve Konduktivite ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler saha çalışmaları süresince kullanılan, 100 m. derinliğe kadar erişen kablo ile donatılmış mikroprosesörlü WTW Konduktivite-metre aygıtı ile gerçekleştirilmiştir. Bu ölçere bağlı termo-sensor ile ölçüm yapılan suyun sıcaklığı da diğer aygıtlarinkine paralel olarak ölçülmektedir. Aslında bu aygıt ile ölçülen, deniz suyunun mhos/cm² cinsinden elektrik geçirgenliği olmaktadır. Suyun sıcaklığı ile Konduktivite arasındaki ilişkiden, mikroprosesör Saliniteyi hesaplayarak vermektedir.

2.1.4. Konduktivite (LF) Ölçümleri

Salinite ölçümlerine paralel olarak Konduktivite (elektrik geçirgenliği, LF, mhos/cm²) ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler HİDRO-QL programında yer alan ve Klornite ve sıcaklık değerlerinin fonksiyonu olarak hesaplanan değerler ile karşılaştırılmaktadır.

2.1.5. Çözünmüş oksijen (DO) Ölçümleri

Araştırma yapılan istasyonlarda, derinliğin elverdiği ölçülerde standart 0.5-10-25-50-75 m. derinliklerde ve bunlara ek olarak DO dağılımının Termoklin/Haloklin tabakası ile ilişkisini saptayabilmek ve denizel canlıların gereksinim duydukları 5mg/l sınırını saptamak amacı ile, 15-25 m. arasında 1'er metre ara ile WTW 196 Oxy-metre ölçeri ile ölçümler yapılmıştır.

2.1.6. Yoğunluk (SIGMA-T) Ölçümleri:

Sigma-T, Klornite ve Temperatur değerlerinden yararlanılarak HİDRO-QL programı ile tablolara otomatik olarak işlenmektedir. Bilindiği gibi Sigma-T yoğunluğun kısaltılmış halidir ve;

$$\text{Sigma-T} = (\text{Yoğunluk-1}) \times 1000$$

şeklinde tanımlanmaktadır.

Yoğunluğun yatay olarak haritalandırılması, örneğin Marmara Denizi için, Karadeniz (üst) Akdeniz (alt) su kütlelerinin sınırını belirlemektedir. Bu iki kütle arasında hızla değişen ara tabakanın (interface) konumu da saptanabilmektedir. Detaylara inildiğinde söz konusu ara tabakanın nerelerde upwelling yaptığı görülebilecektir ki, bu Marmara Denizi'nde yoğun olarak uygulanan derin deniz deşarjlarının akıbeti bakımından büyük önem taşımaktadır.

2.1.7. pH Ölçümleri

Araştırma yapılan istasyonlarda, derinliğin elverdiği ölçülerde standart 0.5-10-25-50-75 m. derinliklerde ve bunlara ek olarak termoklin tabakasında 1'er metre aralıklarla pH ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler, 100 m. derinliğe kadar erişen kablo ile donatılmış mikroprosesörlü WTW pH metre ile gerçekleştirilmiştir.

2.1.8. Işık Geçirgenliği (Bulanıklık) Ölçümleri

Araştırma yapılan istasyonlarda, Secchi-disk (ışık geçirgenliği) ölçümleri yapılmıştır. Işık geçirgenliğinin klasik ölçümü olan bu yöntem, 25cm. Çapındaki beyaz renkte bir diskin su içersinde görülebildiği derinliğin göz ile saptanması esasına dayanmaktadır.

2.1.9. Plankton Ölçümleri

Plankton ölçümleri istasyonların büyük bir çoğunluğunda ve rutin plankton ölçüm istasyonlarında dikey ve yatay çekimler olarak gerçekleştirilmiştir. Plankton kepçesi olarak, Hensen tipi nr: 12 (μm : 120) göz açıklığına sahip, 73cm. \emptyset ağız açıklığında kepçe kullanılmıştır. Oşinografik istasyonlar ve bunlardan bağımsız plankton çekim istasyonlarında ayrıca oşinografik verilerin alımı yapılmıştır. Numuneler %5 formol karıştırılmış deniz suyunda saklanarak volumetrik analizleri yapılarak, tür tayin ve envanter çalışmaları için İ.Ü.F.F. Biyoloji Bölümü, Hidrobiyoloji Ana Bilim Dalı laboratuarına teslim edilmişlerdir.

2.1.10. Bentik Materyal Ölçümleri

Bentik – demersal materyal istasyonlara yakın yörelerden kiralanan balıkçı tekneleri yardımı ile beam-trawl çekilmesi sureti ile sağlanmıştır. Kullanılan beam-trawl 1 m. torba boylu, 490 cm. torba ağız açıklığı, 50 cm. torba ağız yüksekliği ve 2 cm. kuru olarak ölçülen göz açıklığına sahiptir. Bentik materyal istasyonlarında beheri 15 dak. süren çekimler gerçekleştirilmiş ve çıkan materyalin kayıtları yapılarak kalitatif ve kantitatif özellikleri ile envanter oluşturulmuştur. Bentik materyal istasyonlarında ayrıca oşinografik verilerin alımı yapılmıştır.

2.2. Hidro-QL Oşinografik-Hidrobiyolojik Program ve Veritabanı

80'li yıllarda tek kullanıcı bilgisayarlar için geliştirilmiş olan Hidrografi programı, internet ve günümüz teknolojilerinin yardımı ile grupsal çalışmalara imkan verecek şekilde tarafımızdan tekrar (Bülent ARTÜZ ve ekibi) tasarlanmış ve son hali ile ilk olarak bu projede kullanılmıştır.

Programda, temelde bir proje kapsamında yapılan ölçümlerin, bilgisayar ortamına kayıt edildikten sonra çeşitli analizlerle değerlendirilmeleri esas alınmıştır. Yapılan hidrografik ölçümler, istasyon bazında girdikten sonra, tek bir istasyon için derinliğe bağlı grafikleri alabilmektedir. Oşinografik çalışmalarda temel ölçülen değerler baz alınarak gerek kendi içersindeki değişimleri, gerekse yeni hesaplanabilir değerler program dahilinde otomatik olarak veri tabloları şeklinde değerlendirilebilmektedir.

Örneğin mg/l olarak ölçülen bir DO değeri aynı zamanda ml/l olarak da izlenebilmektedir. Aynı şekilde; bilinen elektriksel geçirgenliğe bağlı tuzluluk ve sıcaklık bağlamında hesaplanan yoğunluk ve diğer veriler ile suyun ses iletimi, program kapsamında veri tablolarında otomatik olarak hesaplanmaktadır.

Verilere bağlı olarak, istasyon mevkileri ilgili haritada noktasal olarak gösterilebilmekte ve böylece tüm data grafik olarak, görüntü üzerinde anlamlı bir şekilde değerlendirilebilmektedir. Program içinde bulunan ve 1957 senesinde bu güne kadar ölçülmüş veri tabanı, yapılan ölçümlerin karşılaştırılmasına,

belirli bir alanda dağılım ve ortalama değerlerin alınmasına veya yatay veya dikey yönlerde kesitler alınabilmesine olanak sağlamaktadır. Bunun yanında proje kapsamında yatay olarak tüm istasyonları kapsayan değerlendirmeler yapılabilmektedir.

Söz konusu program in-situ ölçüm aletleri ile direkt bağlantılı olarak çalışabilmekte ve belirli istasyonlardan alınan verilerin işleme hataları ve uzun süreli zaman faktörü minimuma inmektedir.

Proje kapsamında tüm istasyonlar girildikten sonra, istasyon bazında hesaplamalar da bittiğinden dolayı, bu parametrelerin derinliğe göre grafikleri hazırlanmaktadır. Ayrıca tüm istasyonlar arası ilgili parametrelerin yine derinliğe göre ortalama hesapları yapılabilmekte ve ölçüm yapılamamış olan derinlikler için matematiksel interpolasyon ve ekstrapolasyon yöntemleri kullanılarak kesit değerler alınabilmektedir. Projeye ilişkin tüm istasyonlar bir harita üzerinde görüntülenebilmekte ve proje kapsamına ilişkin genel bir bakış oluşturulabilmektedir.

Programda kullanılan Data-Kart'larında ölçülen aşağıdaki değerler girildiğinde:

DERinlik
T°C (Su Sıcaklığı)
SALinite (Su Tuzluluğu)
DO(mg/l) (Suda erimiş Oksijen)
pH (Asitlik-Bazlık)
HIZ (Akıntı Hızı)
YÖN (Akıntı Yönü)

Sistem tarafından:

CL (Klorinite)
SIGMA-T (Yoğunluk)
mmhos (Elektrik geçirgenliği)
S.Sp (Standart Sapma)
DO(ml/l) (Suda erimiş Oksijen)

Değerleri otomatik olarak takip eden formüllere göre hesaplanmaktadır:

$$CL=(SAL-3E-2)/1.805$$

$$Tt=-(((TC-3.98)^2/503.57),((TC+283)/(TC+67.26)))$$

$$so=-6.9E-2+1.4708,CL-1.57E-3,CL^2+3.98E-5,CL^3$$

$$A_t=TC,(4.7867-9.8185E-2,TC+1.0843E-3,TC^2),1E-3$$

$$B_t=TC,(18.03-.8164,TC+1.667E-2,TC^2),1E-6$$

$$SIGMAT=Tt+(so+.1324),(1-A_t+B_t,(so-.1324))$$

TC>-273 Arasında TC<2.55 ise
 MMHOS=1.7875E-3,CL-2.9596E-5,CL²+1.127E-6,CL³-1.902E-8,CL⁴
 TC>2.54 Arasında TC<7.55 ise
 MMHOS=2.0818E-3,CL-3.6859E-5,CL²+1.449E-6,CL³-2.52E-8,CL⁴
 TC>7.54 Arasında TC<12.55 ise
 MMHOS=2.3749E-3,CL-4.1334E-5,CL²+1.554E-6,CL³-2.643E-8,CL⁴
 TC>12.54 Arasında TC<17.55 ise
 MMHOS=2.7009E-3,CL-5.139E-5,CL²+2.097E-6,CL³-3.829E-8,CL⁴
 TC>17.54 Arasında TC<22.55 ise
 MMHOS=3.0191E-3,CL-5.6253E-5,CL²+2.181E-6,CL³-3.804E-8,CL⁴
 TC>22.54 Arasında TC<274 ise
 MMHOS=3.3524E-3,CL-6.2481E-5,CL²+2.371E-6,CL³-4.049E-8,CL⁴

$$pr=DER/10 D=1.727E-3-7.9836E-6,pr B1=7.3637E-5+1.7945E-7,TC$$

$$B0=-1.922E-2-4.42E-5,TC b=B0+B1,pr$$

$$A3=(-3.389E-13,TC+6.649E-12),TC+1.1E-10$$

$$A2=((7.988E-12,TC+1.6002E-10),TC+9.1041E-9),TC-3.9064E-7$$

$$A1=((-2.0122E-10,TC+1.0507E-8),TC-6.4885E-8),TC-1.258E-5),TC+9.4742E-5$$

$$A0=((-3.21E-8,TC+2.006E-6),TC+7.164E-5),TC-1.262E-2),TC+1.389$$

$$A=((A3,pr+A2),pr+A1),pr+A0$$

$$C3=(-2.3643E-12,TC+3.8504E-10),TC-9.7729E-9$$

$$C2=(((1.0405E-12,TC-2.5335E-10),TC+2.5974E-8),TC-1.7107E-6),TC+3.126E-5$$

$$C1=((-6.1185E-10,TC+1.3621E-7),TC-8.1788E-6),TC+6.8982E-4),TC+.153563$$

$$C0=(((3.1464E-9*TC-1.478E-6),TC+3.342E-4),TC-5.80852E-2),TC+5.03711),TC+140$$

$$2.388$$

$$c=((C3,pr+C2),pr+C1),pr+C0$$

$$SSP=(c+(A+b,Sqr(SAL)+D,SAL),SAL)$$

$$DO(ml/l)=DO(mg/l)/1.427$$

2.2.1. Oşinografik-Hidrobiyolojik Veritabanı ve Oşinografi Programı Tanımı ve Özellikleri

İlk sürümü kişisel kullanıma yönelik olarak 1982 senesinde çalışmaya başlayan ve İstanbul Boğazı Tüp Geçit Projesi, İTÜ Gemi İnşaat ve Denizbilimleri Fakültesi ile İÜ Çevre Bilimleri Bölümü tarafından ortaklaşa ve bağımsız olarak gerçekleştirilen birçok projede kullanılmış, denenmiş ve kabul görmüş oşinografi ve veri tabanı programının 2. sürümü olarak nitelendirebileceğimiz bu program, temelde 2 bölümden oluşmaktadır. **Veri tabanı ve Hidrografi programı.**

Veri tabanı bölümünde; oşinografik veriler olarak 1952 senesinden bu güne değin, Marmara Denizi'nde yapılmış çalışmaların büyük bir bölümü yer almaktadır. Bu çalışmaların da büyük bir bölümünü, zamanının İstanbul Üniversitesine bağlı Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü'nün verileri tam ve eksiksiz olarak oluşturmaktadır. Yanlış yönetimler sonucunda kaybolmuş olan bu çok uzun bir zaman dilimine ait verilerin tam ve eksiksiz olarak tekrar kullanıma açılmış olması, Marmara Denizi'nin hidrografik gelişiminin incelenmesi açısından çok büyük bir önem taşımaktadır.

Hidrografi programı ise; bu ham verilerin işlenebilmesi amaçlı olarak geliştirilmiş bir bilgisayar programıdır. Söz konusu programın 2. sürümünde ilkinden farklı olan fonksiyonlar olarak; tek kullanıcıdan, çok kullanıcıya geçilmiş olması, haritalama sisteminin aktif-vektörel hale getirilmiş olması, derinlik verileri çerçevesince 3 boyutlu batimetrik haritalamanın ve 3 boyutlu dikey dağılım haritalarının bulunması ve oşinografik verilerin işlenmesinin yanı sıra, biyolojik bir veritabanının oluşturulmuş olması ve ilgili veri analizlerinin yapılabilmesi (tür listeleme, yaş-boy, yaş-ağırlık eğrileri oluşturulması, tür dağılım analizleri, stok tespit çalışmaları) göze çarpmaktadır.

Ancak yine bu eklerin yanı sıra, kanımızca en büyük gelişme, 80'li yıllarda tek kullanıcı bilgisayarlar için geliştirilmiş olan Hidrografi programının, internet ve günümüz teknolojilerinin yardımı ile grupsal çalışmalara imkan verecek şekilde tekrar hayata geçmesidir.

Bu sayede yerinde (in-situ) yapılan ölçümler, direkt olarak ölçüm araçlarından alınabildiği gibi, aynı anda farklı istasyon ve/veya bölgelerde çalışan ekiplerin elde ettikleri veriler eş zamanlı olarak izlenebilmektedir. Bu özellik bize istasyonlarda daha az zaman harcama imkanının yanı sıra, çok daha kısa bir sürede (gerek yatay düzlemde, gerekse dikeyde), çok daha fazla nokta öl-

çümü yapma olanağı sağlamaktadır. Bu sayede veriler, daha kısa aralıklarla yer aldıklarından, istatistik hesaplamalar daha hassas olmakta ve su kütlesi ile ilgili genel değerlendirmelerdeki hata payları en düşük seviyelere inmektedir. Temelde, bir proje kapsamında yapılan ölçümlerin, bilgisayar ortamına kayıt edildikten sonra çeşitli analizlerle değerlendirilmesi esas alınmıştır. Kullanıcı yaptığı hidrografik ölçümleri, istasyon bazında girdikten sonra, tek bir istasyon için derinliğe bağlı grafikleri alabilmektedir.

İstasyon mevkii, ilgili vektörel haritada noktasal olarak gösterilebilmekte ve böylece grafik olarak tüm data, görsel olarak da anlamlı bir şekilde değerlendirilebilmektedir. Bunun yanında proje kapsamında yatay olarak tüm istasyonları kapsayan değerlendirmeler yapılabilmekte ve böylece ortam daha geniş olarak değerlendirilebilmektedir.

Proje bazında gerek in-situ olarak, gerek proje yöneticisi, gerekse proje yöneticisinin atadığı elemanlar tarafından ölçüm sonuçları data kartlarına (Şekil 2.2.1.1.) işlenmektedir. İşlenen kartlar proje ve zaman aralığı bazında, açıklaması yapılmış, materyal ve metot bilgileri tam olarak veri tabanında arşivlenmektedir. Gerek proje bitiminde, gerekse proje süresince gerek ham veriler, gerekse işlenmiş veriler; 2 ve 3 boyutlu grafikler, data tabloları, yatay ve dikey dağılım haritaları ve/veya 3 boyutlu modeller üzerinde incelenebilmekte ve/veya çıktıları alınabilmektedir. Bu döküm proje bazında veya tarih aralığında olabileceği gibi, köşe koordinatları verilen bir alan içersinde veya belirgin bir istasyonun sembolize ettiği su kütlesinde olabilmektedir.

DATA TABLOSU										HARİTA	
Tarih:			Seri No:			Arz:			Tul:		
Saat:			İstasyon No:			Proje:			Derinlik:		
Sec-Dist Der.:			Renk Kodu:			Hava Sic.:			Hava Bas.:		
Der	TC	Sal	CI	SIOMA-T	mazoz	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	Ph	Hız	Yön

Şekil 2.2.1.1.- Boş DataKart görünümü

Tablo temel olarak 2 bölümden oluşmaktadır. Üst kısmı oluşturan bölüm, istasyona ait verilerin girildiği kısmı oluşturmaktadır. Burada;

Tarih: Ölçümün yapıldığı tarih.*

Seri No: Sistem tarafında verilen kart no

Arz: Ölçümün yapıldığı istasyonun Enlemi

Tul: Ölçümün yapıldığı istasyonun Boylamı

Saat: Ölçümün yapıldığı saat

İstasyon No: Bu projeye ait olan ölçüm yapılan istasyona verilen numara *

Proje: Ortak değerlendirme yapılacak olan istasyonların üst kümesi.

Derinlik: İstasyonun max derinliği

Sec-Disc Der: Secci-Disc derinliği, suyun gözle görülebilecek max derinliği

Renk Kodu: Deniz rengini belirleyen parametre

Hava Sıcaklığı: Ölçümün yapıldığı andaki Hava sıcaklığı

Hava Basıncı: Ölçümün yapıldığı andaki hava basıncı.

İlgili değerlerin girilebildiği alanlar bulunmaktadır.

Tablonun alt kısmında ise, istasyona ait verilerden bazıları derinliğe göre ölçülüp girilmekte, buna karşılık diğer veriler otomatik olarak hesaplanarak, data kartı oluşturulmaktadır. Bunlar;

Der.:	Ölçüm yapılan derinlik.
TC:	İlgili derinlikteki su sıcaklığı (Ölçülür)
Sal:	İlgili derinlikteki salinite (Tuzluluk) (Ölçülür/Hesaplanır)
Cl:	İlgili derinlikteki klorinite(Ölçülür/Hesaplanır)
Sigma-T:	İlgili derinlikteki yoğunluk (Hesaplanır)
Mmhos:	İlgili derinlikteki elektrik geçirgenliği (Ölçülür/Hesaplanır)
S.Sp:	İlgili derinlikteki standart sapma (Hesaplanır)
Do (mg/l):	İlgili derinlikteki, litrede miligram olarak, suda erimiş oksijen (Ölçülür/Hesaplanır)
Do (ml/l):	İlgili derinlikteki, litrede mililitre olarak, suda erimiş oksijen (Ölçülür/Hesaplanır)
pH:	İlgili derinlikteki pH (Ölçülür)
Hız:	İlgili derinlikteki akıntı hızı (Ölçülür)
Yön:	İlgili derinlikteki akıntı yönü (Ölçülür)

*Datakart'*larındaki sistem; (Ölçülür/Hesaplanır) kolonlarla ilgili olarak temel fonksiyonların ölçülmesi prensibine dayanmaktadır. Buna göre birbirleri-

nin fonksiyonları olan değerlerden birinin ölçülmesi yeterli olmaktadır. Örnek vermek gerekecek olursa, Salinite-Klorinite değerlerinden birinin ölçülmesi veya DO'nun mg/ veya mg/g değerlerinden birinin ölçülmesi diğerinin hesaplanmasına olanak tanımaktadır. Bu sistem zaten halihazırda in-situ ölçüm yapan araçların ana veri sağlama prensibini oluşturmaktadır. Kolaylığı ise özellikle titrimetrik metotlar kullanılarak elde edilen verilerin çevriminin otomatik olarak sağlanmasındadır.

Tablo girilirken, yukarıda (*) ile işaretli yerlere ve en az bir derinlikteki ölçüm değeri girilmek zorunda bırakılmıştır. Hesaplanan değerler, ölçüm değerleri girildikten sonra, tablo kayıt işlemi sırasında hesaplanıp, ekrana hesaplanmış olarak gelirler. Proje sahibi, kendi girdiği tüm *DataKart*'larında her türlü değişiklik, düzeltme, silme haklarına sahiptir.

HidroGrafi programının web üzerinden çalıştırılabilmesi, sistemin bir üyelik sistemi şeklinde kullanılabilmesini sağlayabilmiş, böylece araştırma yapan kişiler *DataKart*'larını, istedikleri kişilere paylaşırabilme imkanına sahip olmuşlardır.

Burada en önemli nokta, *Data Kart*'ların sadece sahibi olan kişiler tarafından edit edebilmekte olması ve/veya silinebilmesi, diğer kullanıcıların ise, paylaşılma durumunda, sadece izleyebilmeleridir.

Örneğin, xxx isimli bir projenin, bir kısım istasyonlarını *kullanıcı 1* girer, diğer istasyonlarını *kullanıcı 2* girerse ve bu kullanıcılar, önce birbirlerine izin verip, sonra bu projeye ait *DataKart*'ları tek tek paylaşımına açarlarsa, xxx projesi her iki kullanıcının değerlendirebileceği bir proje olurken, kullanıcılar bir düzeltme gerektiğinde sadece kendi düzenledikleri *DataKart*'larını düzeltebilmektedirler. Böylece ortak yürütülen bir çalışma değerlendirilirken, yanlışlıklara olanak tanımayan bir sistem kullanılabilir.

Yine aynı örnekte, proje xxx için Rapor aşamasında; *kullanıcı 1* ve *kullanıcı 2*'nin ortak raporları alınabildiği gibi sadece bir kullanıcının girdiği *DataKart*'ları da kullanılabilir. Sistem, Rapor alınırken tüm kriterlere göre Rapor alınmasını sağlayabilmektedir.

Proje Yönetimi sistemin belkemiğini oluşturmaktadır. Projelerin oluşturulma ve izlenme aşamaları kısaca aşağıdaki gibi düzenlenmiştir ve sistem çeşitli kullanıcı seviyelerine sahiptir:

1. Admin
2. Kurucu
3. Yönetici
4. Kullanıcı
5. Eleman

Admin, kullanıcılara yetki veren onları sisteme dahil edebilen aktif/pasif duruma getirebilen, kullanıcı yetkilerine göre, kullanıcı menülerini düzenleyen bir sistem kullanıcısıdır. Projenin aşamalarında yer almaz.

Kurucu, projeler içindeki tüm yetkilere sahip kişidir. Tüm projelere müdahale edebilir, değiştirip silebilir. Kullanıcılara müdahale edemez onların kullanıcı bilgilerini değiştiremez, değiştirebilirliği sadece projeler üzerindedir. Bir proje başlatabildiği gibi, bir Yönetici gibi projenin yapılandırılmasını sağlayabilir.

Yönetici, Proje başlatabilen, projeyi yapılandırabilen, kendi Projesi için Eleman girişi yapabilen bir yetkiye sahiptir. Yönetici, proje Elemanlarının projeye atandıkları andan itibaren durumlarını inceleyebilir, isterse projeye ek Elemanlar alabildiği gibi, projeden istediği Elemanı çıkartma yetkisine de sahiptir. Yönetici bir Elemanı Projeye dahil ettikten sonra Eleman her hangi bir giriş yapana kadar etkisiz Elemandır, etkisiz bir Eleman (hiç giriş/işlem yapmamış) bu durumda projeden çıkartılırsa o projede hiç çalışmamış olur.

Yöneticinin atadığı Eleman projeye en az bir giriş yaptığında artık projeden çıkartılsa bile o projede çalışmış/çalışan bir Eleman olarak gözükecektir. Yönetici Elemanlarına iş dağıtımını yaptıktan sonra, Elemanlar kendi kullanıcıları ile girdikleri ekranlardan Proje ile ilgili girişlerini yaparlar. Bu anda her bir giriş, Elemana açık durumda, fakat Yöneticiye görünür ama kapalı durumdadır.

Yönetici, Elemanın girişle ilgili işlemini bitirdiği andan itibaren, ilgili kartı kendisine alma hakkı vardır.

Yönetici, Elemanın girdiği kartı kendisine alınca, o kart elemana kapalı, yöneticiye açık hale gelir.

Yönetici giriş sırasında yapılan bir yanlış ile karşılaşırsa kendi müdahale edebildiği gibi, isterse o kartı tekrar Elemanına açıp, Elemanın müdahale etmesini sağlayabilir.

Yönetici, Elemanına verdiği tüm girişlerin bitmesinden sonra artık o Elemanı projeden alır. Bu noktada Eleman başka bir projede çalışmak üzere serbest kalır ama, bu projenin bir çalışmanı olarak adı hep var olacaktır.

Kullanıcı yetkisindeki kişi, Yönetici yetkisindeki kişinin tüm haklarına sahip olmasına rağmen, kullanım menülerinin farklı olabileceği durumlar için oluşturulmuştur. Burada amaç, veri tabanının paylaşımı ve veya izlenmesine olanak sağlanmasıdır.

2.2.1.1. Raporlar ve Sunum

Hydrografi programı amacı dahilinde kullanılıp, proje bazında girişler yapıldıktan sonra, ilgili projenin değerlendirilme aşamasına gelinmiştir. Raporlar, sunumun bir parçası olarak girilen data kartlarından oluşacak sonuçların değerlendirildiği görsel çıktılarıdır.

Raporların bir parçası olan *DataKart*'ları, kullanıcı tarafından girilen istasyon bazındaki tablonun, bu istasyonun Harita üzerindeki mevkii gösteriminin ve her bir parametrenin derinliğe göre değişim grafiğinin bulunduğu bir çıktıdır. Böylece her bir istasyonun bireysel değerlendirilmesi yapılabilmektedir.

Yatay Haritalama ise, her bir istasyonun istenen bir derinlikte seçilen bölgede içinde parametre dağılımının gösterildiği bir rapordur ve istasyonda istenen derinlikte bir ölçüm yapılmamış ise, istek halinde bir önceki derinlik ve bir sonraki derinlik arasında interpolasyonla hesaplanan değer, harita üzerinde gösterilebilir. Bu sebeple raporlama bölümünde "ham veri" ve "standart derinlikler" seçenekleri mevcuttur.

Aynı yol izlenerek, dikey ve yatay yönde belirlenmiş bir su kütlelerinin hacimsel değerlerine de ulaşmak olasıdır. Yatay Haritalama sadece Tablonun parametre kısmı için değil, aynı zamanda Secci-disk derinliği, Derinlik ve/veya sadece İstasyon dağılımı için de yapılabilir.

Ortalama Raporları, hem yatayda bir çok istasyonu içine alan, hem de dikeyde o istasyonlardaki ölçümlerin iki boyutlu ve hacimsel ortalamalarının alındığı hesaplamaları içerir. (Şekil 2.2.1.1.)

Başlama Tarihi:	Emin:	Nmin:									
Bitiş Tarihi:	Emax:	Nmax:									
PARAMETRE:	PROJE:										
DER. (m)	MIN.	MAX.	FARK	ADET	ORT.	S.DEV.	VAR.	SE m.	ORT. DÜZ.	HACİM ORT.	HACİM S.DEV.

**Şekil 2.2.1.1.- İstatistik verilerinin değerlendirildiği boş
Ortalama Raporu görüntüsü**

Seçilen bölgede, tüm su kütlesi içinde ve derinliğe göre, o su kütlesi içine rastlayan tüm istasyonların bir değerlendirilmesi alınır. Örneğin tablodaki **ORT.** o su kesitindeki ortalamayı verirken, **HACİM ORT.** su yüzeyinden, o derinliğe kadar yapılmış tüm ölçümlerin oluşturduğu bir hacmin ortalamasını vermektedir.

Oluşan ortalama tabloları, hem direkt olarak ölçülen verinin değerlendirilmesi hem de ölçülememiş ara derinliklerdeki değerlerin, yine interpolasyon yöntemi ile, hesaplanması ile alınabilir.

Söz konusu raporlar çok detaylı olarak, kullanıcının girdiği ve/veya kendisine paylaştırılmış tüm *DataKart*'ları üzerinden alınabilir. Tek tek tüm *DataKart*'ların dökümünden, ilgili grafikler ve harita üzerinden işaretlenen bir bölgede çeşitli parametrelerin ortalamalarının alınmasına kadar çok çeşitli raporların alınabilmesi olasıdır. Tüm giriş ve raporlar, sisteme entegre olarak koşan bir vektörel harita sistemi üzerinde görsel olarak çalışılarak yapılır. Kullanıcı çalışmasını hazırlarken, aynı zamanda ortamın derinlik, hava durumu, akıntı hızı ve yönü gibi fiziksel parametrelerini de *DataKart*'larına işleyebilmektedir. Bu kayıtların sonuçlarını da, hem harita sistemi üzerinde, hem de grafiksel olarak alabilmektedir. Örnek olarak; bir araştırmacı, yıllara göre çalıştığı bölgenin kıyasal değişimi veya derinlik değişimi üzerinde çalışıyor ise, bunu kendi datası olarak kayıt edebilmekte ve haritayı kendi verileri çerçevesince zamana göre değişir bir şekilde inceleyebilmekte ve böylece sistem, kıyı ve derinlik hareketlerini kullanıcının bir fonksiyonu haline getirebilmektedir. Zaman içindeki değişim, bir animasyon şeklinde de gösterilebilmektedir.

Bunun yanında istasyon bazında, tarih, saat ve hava şartları bazında yapılan derinliğe göre akıntı hızı ve yönü ölçümleri de, üç boyutlu grafik olarak

veya yatay kesitte harita üzerinde yön ve şiddet olarak gösterilebilmektedir.

Hidrografi Programı temelde birkaç bağımsız olarak da çalışabilen sistemin bir kolajı şeklide düşünülebilir. Bunlardan en önemlileri, haritalama ve daha önce bahsedilen Proje Yönetimi sistemidir.

Haritalama sistemi, program ile entegre olduğu kadar kendi içinde de bağımsız olarak çalışabilen ayrı bir üyelik sistemine de sahip bir yapıdadır. Bugün Türkiye'nin internet üzerinde kullanılabilen ve paylaşımlı tek Vektör Harita Sistemi olarak çalışmaktadır. Söz konusu sistem, Hidrografi Programı içinden kullanılabilceği gibi, bağımsız olarak bireysel veya grupsal olarak da kullanılabilir. Sistem tüm Türkiye'nin kıyıların, sunucu tarafında koordinat bazında sayısal olarak tutulması ve görülmek istenen bölgenin her seferinde bu vektör haritadan tekrar tekrar çizilerek bir resim oluşturulması mantığına dayanmaktadır. Böylece, dev poster boyutlarına kadar istenilen boyutta Harita elde etmek mümkündür. Bir kıyı çizgisi değiştiğinde, sadece o kıyı üzerinde GPS ile dolaşp, yeni bir kıyı çizgisi oluşturularak sisteme gönderilip haritanın değiştirilmesi mümkündür.

Bu sistem internet adresinden üye olunarak kullanılabilir. Kişiler, bu haritalama sistemi üzerinde projelerinin istasyon koordinatlarını işaretleyip, istedikleri diğer kullanıcılara veya "herkes" le paylaşabilirler.

Tüm bu sistemler birbirinden bağımsız olarak veya bir arada çalışabildiği gibi, ilerde yeni projelerin alt yapısını oluşturabilecek yapıya sahiptirler. Örneğin yer bilimlerinin olası vektörel batimetrik verileri, hidrografik verileri destekleyeceği gibi, hidrografi programı veri tabanı kapsamında yer alan vektörel batimetrik ve/veya kıyı oluşum ve şekilleri ile ilgili veriler de farklı disiplinlere veri havuzu olarak yardımcı olabilecektir.

2.2.1.2. Hidrografi İnternet Sitesinin Yapısı

Hidrografi ve Haritalama sisteminin tamamı, sunucu tabanlı bir sistem olarak şekillendirilmiştir. Sunucu tarafında SQL (Structured Query Language) Veri Tabanına, ASP (Advance Server Pages) programlama dili ile erişilmektedir. Sunucu tarafında oluşturulan sayfalar IIS (İnternet Information Server) aracılığı ile kullanıcı bilgisayarına gönderilmekte, kullanıcı tarafındaki kontroller için JavaScript programlama dili kullanılmaktadır.

Harita programında, haritanın vektör haritadan resme dönüşmesi için, Harita çizimini yapan bir DLL (Dynamic Link Library) oluşturulmuştur, ASP program bu DLL ile konuşarak haritayı çizmektedir. Sonuç resim, internet üzerinden hızlı iletilebilmesi için GIF formatında oluşturulmaktadır.

Hidrografi Programının Grafik çizimleri de aynı yöntemle Sunucu tarafında oluşturulup kullanıcının internet tarayıcısına gönderilmektedir.

2.2.2. İstasyon Dağılım ve Konumları

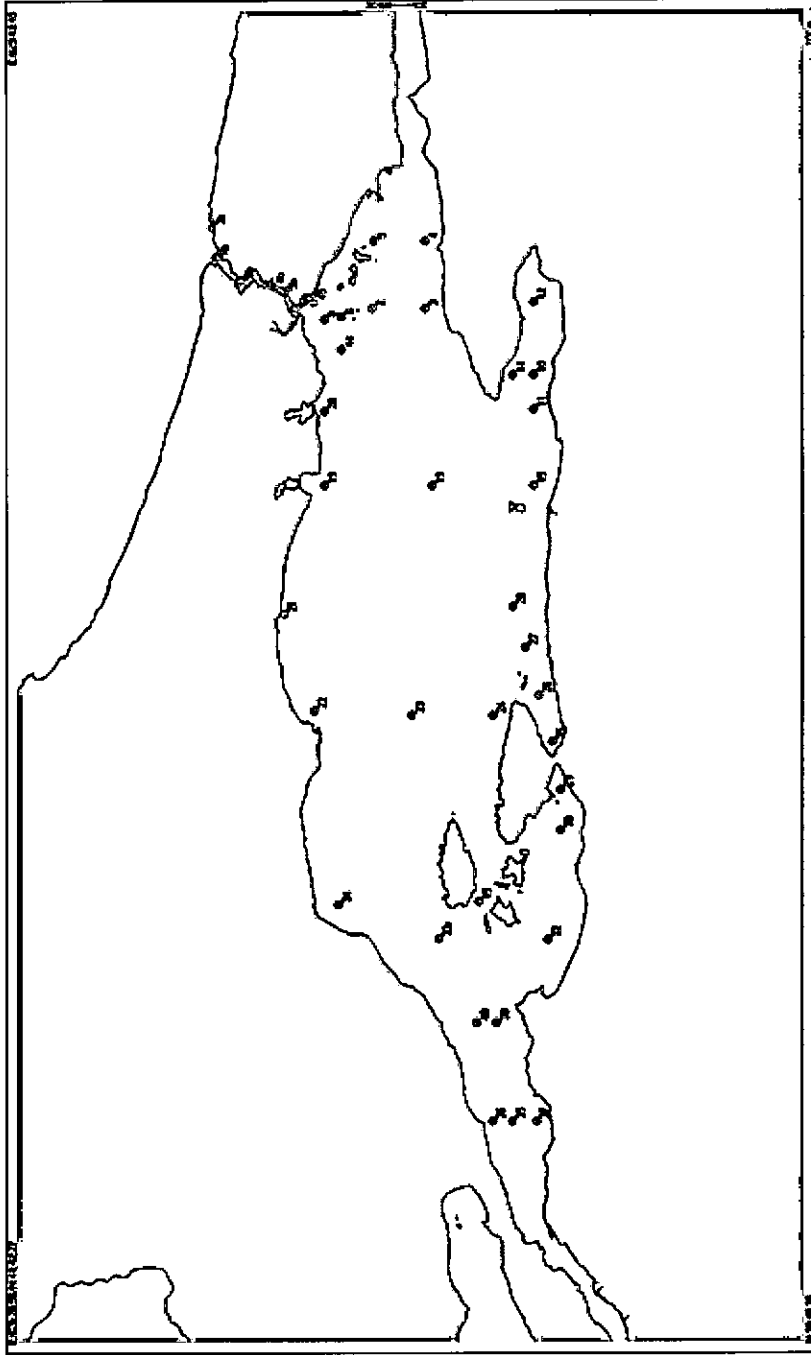
2.2.2.1. Oşinografik İstasyonlar

Proje kapsamında aşağıda mevki ve detayları verilen 41 adet istasyonda oşinografik ölçümler yapılmıştır.

Nr	Proje	İst	Enlem	Boylam	Der	Tarih
1	Vakıf	3b	N41°13'35"	E029°11'55"	68	4/07/2006
2	Vakıf	2b	N41°09'30"	E029°04'15"	28	5/07/2006
3	Vakıf	4b	N41°04'45"	E029°03'24"	66	5/07/2006
4	Vakıf	5b	N41°02'52"	E029°02'24"	60	5/07/2006
5	Vakıf	6b	N41°01'20"	E029°00'12"	55	5/07/2006
6	Vakıf	1b	N41°13'10"	E029°07'30"	68	7/07/2006
7	Vakıf	2	N40°50'00"	E029°00'00"	548	7/07/2006
8	Vakıf	3	N40°42'00"	E029°00'00"	920	7/07/2006
9	Vakıf	4	N40°42'00"	E029°10'00"	870	7/07/2006
10	Vakıf	5	N40°49'42"	E029°10'00"	96	7/07/2006
11	Vakıf	6	N40°54'30"	E028°58'50"	28	7/07/2006
12	Vakıf	44	N40°54'31"	E028°54'00"	56	7/07/2006
13	Vakıf	19	N40°57'00"	E028°34'01"	63	7/07/2006
14	Vakıf	45	N40°58'38"	E029°01'01"	9	8/07/2006
15	Vakıf	8	N40°57'01"	E028°58'29"	29	8/07/2006
16	Vakıf	20	N40°57'00"	E028°45'00"	63	8/07/2006
17	Vakıf	17	N40°41'00"	E028°34'00"	400	8/07/2006
18	Vakıf	15	N40°26'00"	E028°34'01"	49	8/07/2006
19	Vakıf	28	N40°29'01"	E028°16'01"	53	9/07/2006
20	Vakıf	27	N40°27'07"	E028°10'00"	48	9/07/2006
21	Vakıf	26	N40°25'06"	E028°02'54"	45	9/07/2006

Nr	Proje	İst	Enlem	Boylam	Der	Tarih
22	Vakıf	24	N40°32'00"	E028°00'03"	46	9/07/2006
23	Vakıf	25	N40°23'12"	E027°56'10"	32	9/07/2006
24	Vakıf	23	N40°44'00"	E028°00'00"	830	9/07/2006
25	Vakıf	22	N40°58'29"	E028°00'43"	53	9/07/2006
26	Vakıf	21	N41°03'00"	E028°15'00"	52	9/07/2006
27	Vakıf	34	N40°54'50"	E027°32'05"	68	15/07/2006
28	Vakıf	33	N40°40'00"	E027°27'00"	122	15/07/2006
29	Vakıf	39	N40°34'12"	E027°32'25"	71	15/07/2006
30	Vakıf	32	N40°23'48"	E027°26'54"	41	15/07/2006
31	Vakıf	29	N40°22'00"	E027°49'01"	34	20/07/2006
32	Vakıf	30	N40°22'00"	E027°43'00"	38	20/07/2006
33	Vakıf	14	N40°29'00"	E028°50'20"	62	24/07/2006
34	Vakıf	12	N40°26'00"	E029°01'00"	89	24/07/2006
35	Vakıf	10	N40°26'00"	E028°50'19"	66	24/07/2006
36	Vakıf	11	N40°26'00"	E028°45'10"	102	24/07/2006
37	Vakıf	40	N40°34'25"	E027°14'30"	54	4/08/2006
38	Vakıf	38	N40°31'30"	E027°14'30"	66	4/08/2006
39	Vakıf	36	N40°32'00"	E027°00'00"	46	8/08/2006
40	Vakıf	35	N40°29'00"	E027°00'00"	55	8/08/2006
41	Vakıf	37	N40°25'30"	E027°00'00"	59	8/08/2006

**İstasyon mevkii, derinlik ve çalışma tarihlerini gösterir, çalışma tarihi
bazında dizili tablo**



Marmara Denizi genelinde 4/07/2006 - 8/08/2006 döneminde
oşinografik istasyon dağılımını gösterir harita

2.2.2.2. Plankton İstasyonları

Proje kapsamında tüm istasyonlardan ve ek olarak plankton çekim istasyonlarından dikey ve yatay düzlemlerde numune alımı gerçekleştirilmiştir. Plankton çekim istasyonlarında da ayrıca dikey kesitte oşinografik veriler alınmış ve HIDRO-QL yardımı ile çekim alanının tüm parametreler bazında ortalama değer profili saptanmıştır. Aşağıdaki liste oşinografik istasyonlara ek olarak ve proje süresince (Temmuz-Eylül) 10'ar günlük aralar ile plankton çekimi yapılmış olan istasyonları listelemektedir.

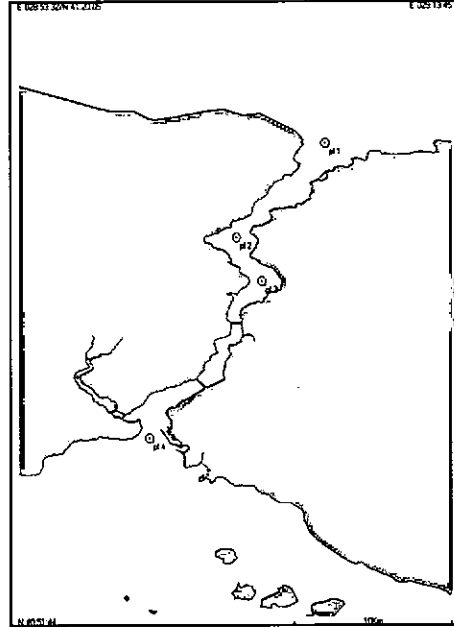
İstasyon	Enlem	Boylam
pl 1	E029°07'50"	N41°13'54"
pl 2	E029°03'42"	N41°09'30"
pl 3	E029°04'54"	N41°07'28"
pl 4	E028°59'38"	N41°00'10"
pl 5	E028°56'19"	N40°46'35"
pl 6	E028°45'15"	N40°26'59"
pl 7	E028°33'15"	N40°57'47"
pl 8	E027°55'23"	N40°55'39"
pl 9	E027°52'35"	N40°32'43"
pl 10	E027°32'03"	N40°23'39"
pl 11	E027°09'31"	N40°28'19"
pl 12	E027°24'51"	N40°43'39"
pl 13	E027°08'51"	N40°34'43"
pl 14	E026°54'19"	N40°28'03"
pl 15 *	E028°14'59"	N40°44'27"

Plankton istasyonlarının mevkiini gösterir tablo.

** Bu istasyonda ulaşım zorlukları dolayısı ile 2 kez numune alınmıştır.*



**Marmara Denizi ve
Boğaziçi'nde 4/07/2006 -
5/09/2006 döneminde
plankton istasyonlarının
konumlarını gösterir haritalar.**

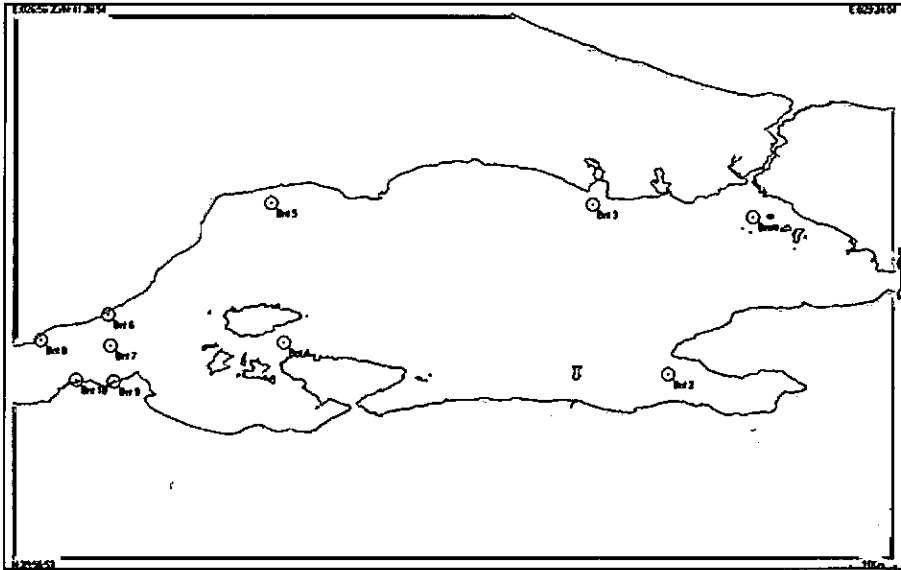


2.2.2.3. Bentik Materyal İstasyonları

Oşinografik istasyonların dışında Marmara Denizi'nin bentik profilini çıkarabilecek sıklıkta ve önceki senelerde yapılan araştırmaların yoğunlaştığı koordinatlarda istasyonlar belirlenerek, beam-trawl çekilen istasyonların listesi aşağıdadır. Söz konusu istasyonlarda da dikey ve yatay yönlerde oşinografik ölçümler ayrıca gerçekleştirilmiş ve alan bazında ortalama değerler alınmıştır.

İstasyon	Enlem	Boylam
Bnt 1	E029°00'14"	N40°54'31"
Bnt 2	E028°46'06"	N40°28'07"
Bnt 3	E028°33'18"	N40°56'39"
Bnt 4	E027°41'34"	N40°33'27"
Bnt 5	E027°39'26"	N40°56'55"
Bnt 6	E027°12'06"	N40°38'10"
Bnt 7	E027°12'30"	N40°32'55"
Bnt 8	E027°00'52"	N40°33'51"
Bnt 9	E027°13'03"	N40°26'53"
Bnt 10	E027°06'45"	N40°27'13"

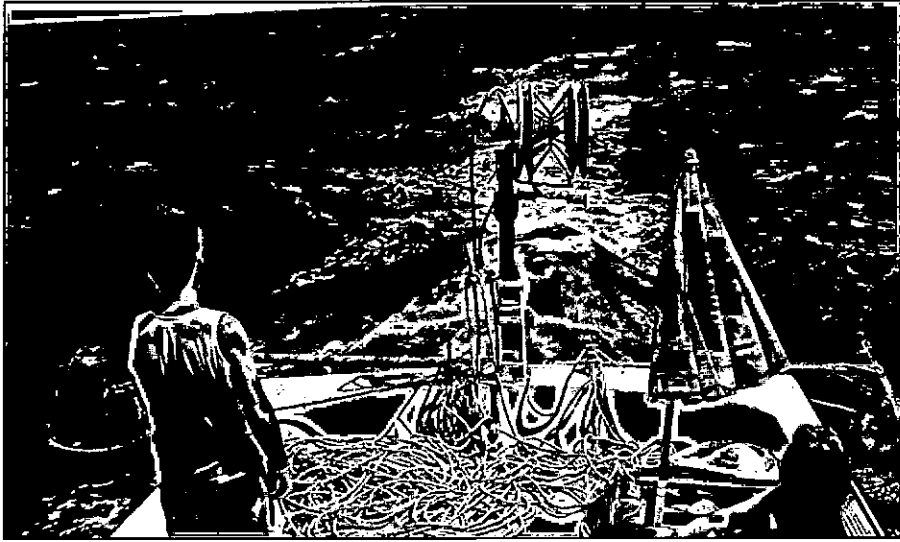
Bentik materyal istasyonlarının mevkiini gösterir tablo.



Marmara Denizi genelinde 4/07/2006 - 1/09/2006 döneminde bentik materyal istasyonlarının konumlarını gösterir harita.



Şarköy önlerinde plankton numunesi alımı.



Açık deniz bölgesi Karabiga önleri Vakıf projesi çerçevesince beam-trawl ile bentik materyal çekimi safhası.

2.3. Oşinografi Ölçüm Ham Verileri

2.3.1. Ölçümlere ve Tablolara İlişkin Açıklamalar

Proje çerçevesinde yapılan ölçüm değerleri aşağıdaki bölümlerde yer almaktadır. Tüm ölçüm değerleri HQL Hidrografi programı ile sağlanan veri tablolarına işlenmiş, ön değerlerden türetilen parametreler örneğin, Klorinite (Cl %), Sigma-T, Konduktivite (mmhos/cm²), DO ml/l, Ses hızı (S.Spx10), HQL Hidrografi programında, "U.S. Navy Hydrographic Tables" da verilen esaslara göre hesaplanarak Veri Tabloları'ndaki yerlerine otomatik olarak işlenmiştir.

HQL programı çerçevesinde, çalışılan bölgeye ilişkin Veri Tablolarında yer alan Parametrelerin istatistik değerlendirmesi de tablolar halinde elde edilmiştir.

Bu Tablolarda 1. Sütunda Derinlik (m), 2. Sütunda ölçülen parametrenin söz konusu bölgedeki **MİN**imal değeri, 3. sütunda **MAX**imal değeri, 4. sütunda bu iki ekstrem arasındaki **FARK**, 5. sütunda söz konusu derinlikte istatistik değerlendirmeye giren ölçüm **ADET**'i, 6. **ORT**alama, 7. sütunda Standart **DEV**iasyon (sapma), 8. sütunda **VARY**ans, 9. sütunda Standart Error of the Mean (Ortalama standart hatası), 10. sütunda Ortalama değer (ORT.Düz = $a+2b+c/4$) şeklinde düzeltilmesi, 11. sütunda yüzeyden itibaren aşağı doğru uzanan su sütunu **HACİM**ine göre, söz konusu parametrenin **ORT**alama değeri, 12. **HACİM** Standart **DEV**iasyonu gösterilmektedir.

Örneğin: DO mg/l'nin 75 m.'lik su sütunundaki hacme göre ortalama yoğunluğu 5.08 mg/l dir. Halbuki 25 m. deki DO yoğunluğu 3.10 mg/l, 50 m.'de 1,40 mg/l, 75 m de ise, yalnızca 0.82 mg/l dir.

Hacme göre olan yüksek değer 10 m. kalınlıktaki su kütesinin, atmosfer ile direkt temas ve karışımlar nedeni ile, ortalama 6.80 mg/l'lik oldukça yüksek konsantrasyonun doğal sonucudur.

Bu sunumun kapsamında hacim olanak vermediğinden, istasyonlar bazında istatistik değerlendirmeler sadece Marmara geneli için verilmiştir.

MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Başlama Tarihi: 4/07/2006				Emin: E027°:00':00"				Nmin: N40°:22':00"			
Bitiş Tarihi: 8/08/2006				Emax: E029°:11':55"				Nmax: N41°:13':35"			
PARAMETRE: T °C				PROJE: VAKIF				SAHİBİ: Iartuz			
DER. (m)	MIN.	MAX.	FARK	ADET	ORT.	S.DEV.	VAR.	SEM.	ORT. DÜZ.	HACİM ORT.	HACİM S.DEV.
0.5	16.30	25.80	9.50	42	21.12	2.163	4.567	0.334	21.12	21.12	2.163
5	14.40	23.06	8.66	42	19.76	2.353	5.405	0.363	19.76	20.44	2.347
10	11.90	22.90	11.00	41	18.42	3.266	10.409	0.510	17.12	19.78	2.835
15	8.40	21.80	13.40	41	11.86	3.558	12.352	0.556	13.47	17.82	4.566
20	9.20	17.60	8.40	41	11.74	1.860	3.375	0.290	11.76	16.62	4.824
25	6.30	13.80	7.50	41	11.71	1.494	2.178	0.233	11.90	15.81	4.807
30	6.92	14.40	7.48	38	12.42	1.445	2.032	0.234	12.36	15.36	4.650
35	7.54	14.35	6.81	36	12.88	1.375	1.839	0.229	12.88	15.08	4.474
40	8.16	14.50	6.34	35	13.33	1.308	1.663	0.221	13.42	14.91	4.299
50	9.40	15.40	6.00	29	14.12	1.307	1.650	0.243	14.01	14.85	4.154
75	14.30	14.70	0.40	9	14.47	0.112	0.011	0.037	14.38	14.84	4.107
90	14.30	14.70	0.40	8	14.45	0.131	0.015	0.046	14.45	14.83	4.066

4/07/2006 - 1/09/2006 döneminde Tüm Marmara Denizi'nde su sıcaklığı istatistik değerleri

Başlama Tarihi: 4/07/2006				Emin: E027°:00':00"				Nmin: N40°:22':00"			
Bitiş Tarihi: 8/08/2006				Emax: E029°:11':55"				Nmax: N41°:13':35"			
PARAMETRE: SAL				PROJE: VAKIF				SAHİBİ: Iartuz			
DER. (m)	MIN.	MAX.	FARK	ADET	ORT.	S.DEV.	VAR.	SEM.	ORT. DÜZ.	HACİM ORT.	HACİM S.DEV.
0.5	18.00	23.20	5.20	42	21.57	1.485	2.153	0.229	21.57	21.57	1.485
5	18.00	24.00	6.00	42	21.98	1.453	2.061	0.224	21.97	21.77	1.475
10	18.00	24.40	6.40	41	22.34	1.566	2.393	0.245	22.84	21.96	1.523
15	18.10	28.80	10.70	41	24.69	2.578	6.485	0.403	25.22	22.64	2.180
20	18.30	31.95	13.65	41	29.17	3.046	9.051	0.476	29.20	23.93	3.526
25	18.50	37.40	18.90	41	33.75	4.255	17.664	0.665	32.88	25.55	5.164
30	19.32	38.30	18.98	38	34.85	3.921	14.968	0.636	34.76	26.79	5.924
35	20.04	38.50	18.46	36	35.61	3.611	12.675	0.602	35.61	27.78	6.351
40	20.76	38.70	17.94	35	36.38	3.294	10.541	0.557	36.52	28.62	6.631
50	22.20	38.90	16.70	29	37.71	3.099	9.270	0.575	37.60	29.30	6.864
75	38.20	38.80	0.60	9	38.58	0.192	0.033	0.064	38.37	29.51	6.925
90	38.20	38.80	0.60	8	38.61	0.210	0.039	0.074	38.60	29.69	6.973

4/07/2006 - 1/09/2006 döneminde Tüm Marmara Denizi'nde su tuzluluğu istatistik değerleri

MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Başlama Tarihi: 4/07/2006			Emin: E027°:00':00"			Nmin: N40°:22':00"					
Bitiş Tarihi: 8/08/2006			Emax: E029°:11':55"			Nmax: N41°:13':35"					
PARAMETRE: CL			PROJE: VAKIF			SAHİBİ: Iartuz					
DER. (m)	MIN.	MAX.	FARK	ADET	ORT.	S.DEV.	VAR.	SEM.	ORT. DÜZ.	HACİM ORT.	HACİM S.DEV.
0.5	9.96	12.84	2.88	42	11.93	0.822	0.659	0.127	11.93	11.93	0.822
5	9.96	13.28	3.32	42	12.16	0.804	0.631	0.124	12.15	12.05	0.816
10	9.96	13.50	3.54	41	12.36	0.868	0.734	0.136	12.63	12.15	0.843
15	10.01	15.94	5.93	41	13.66	1.429	1.991	0.223	13.96	12.52	1.208
20	10.12	17.68	7.56	41	16.15	1.687	2.777	0.263	16.16	13.24	1.953
25	10.23	20.70	10.47	41	18.68	2.358	5.424	0.368	18.20	14.14	2.861
30	10.69	21.20	10.51	38	19.29	2.172	4.592	0.352	19.24	14.82	3.282
35	11.09	21.31	10.22	36	19.71	1.999	3.886	0.333	19.71	15.37	3.518
40	11.48	21.42	9.94	35	20.14	1.826	3.237	0.309	20.22	15.84	3.674
50	12.28	21.53	9.25	29	20.87	1.717	2.846	0.319	20.81	16.22	3.803
75	21.15	21.48	0.33	9	21.35	0.105	0.010	0.035	21.24	16.33	3.837
90	21.15	21.48	0.33	8	21.38	0.115	0.011	0.041	21.37	16.43	3.863

4/07/2006 - 1/09/2006 döneminde Tüm Marmara Denizi'nde klorinite istatistik değerleri

Başlama Tarihi: 4/07/2006			Emin: E027°:00':00"			Nmin: N40°:22':00"					
Bitiş Tarihi: 8/08/2006			Emax: E029°:11':55"			Nmax: N41°:13':35"					
PARAMETRE: SIGMA-T			PROJE: VAKIF			SAHİBİ: Iartuz					
DER. (m)	MIN.	MAX.	FARK	ADET	ORT.	S.DEV.	VAR.	SEM.	ORT. DÜZ.	HACİM ORT.	HACİM S.DEV.
0.5	11.46	16.05	4.59	42	14.30	1.139	1.267	0.176	14.30	14.30	1.139
5	11.61	17.67	6.06	42	14.92	1.252	1.530	0.193	14.92	14.61	1.230
10	11.79	18.19	6.40	41	15.52	1.588	2.459	0.248	16.14	14.91	1.417
15	12.05	22.28	10.23	41	18.61	2.461	5.909	0.384	18.71	15.82	2.354
20	13.01	24.42	11.41	41	22.11	2.463	5.918	0.385	22.13	17.07	3.454
25	13.97	28.66	14.69	41	25.68	3.165	9.772	0.494	24.96	18.49	4.675
30	14.97	28.67	13.70	38	26.39	2.884	8.097	0.468	26.34	19.54	5.217
35	15.47	28.87	13.40	36	26.89	2.635	6.749	0.439	26.89	20.36	5.504
40	15.97	29.00	13.03	35	27.39	2.384	5.523	0.403	27.48	21.05	5.678
50	16.97	29.13	12.16	29	28.26	2.225	4.779	0.413	28.20	21.59	5.813
75	28.52	29.05	0.53	9	28.87	0.166	0.024	0.055	28.72	21.76	5.848
90	28.52	29.05	0.53	8	28.90	0.183	0.029	0.065	28.89	21.90	5.875

4/07/2006 - 1/09/2006 döneminde Tüm Marmara Denizi'nde su yoğunluğu istatistik değerleri

MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Başlama Tarihi: 4/07/2006				Emin: E027°:00':00"				Nmin: N40°:22':00"			
Bitiş Tarihi: 8/08/2006				Emax: E029°:11':55"				Nmax: N41°:13':35"			
PARAMETRE: mmhos				PROJE: VAKIF				SAHİBİ: lartuz			
DER. (m)	MIN.	MAX.	FARK	ADET	ORT.	S.DEV.	VAR.	SEM.	ORT. DÜZ.	HACİM ORT.	HACİM S.DEV.
0.5	25.62	35.94	10.32	42	31.45	2.887	8.137	0.445	31.45	31.45	2.887
5	26.26	34.78	8.52	42	31.04	2.313	5.224	0.357	31.01	31.24	2.608
10	26.26	34.93	8.67	41	30.52	2.350	5.387	0.367	30.26	31.01	2.540
15	23.73	34.23	10.50	41	28.96	2.403	5.634	0.375	30.47	30.50	2.651
20	23.23	38.88	15.65	41	33.45	3.415	11.377	0.533	33.50	31.08	3.046
25	21.35	45.47	24.12	41	38.15	5.609	30.693	0.876	37.51	32.25	4.444
30	22.21	46.41	24.20	38	40.30	5.261	26.950	0.853	40.10	33.32	5.309
35	22.96	46.62	23.66	36	41.64	4.838	22.752	0.806	41.65	34.25	5.872
40	23.71	46.83	23.12	35	43.03	4.485	19.544	0.758	43.25	35.11	6.312
50	25.21	47.04	21.83	29	45.30	4.357	18.330	0.809	45.08	35.88	6.742
75	46.31	46.93	0.62	9	46.70	0.199	0.035	0.066	46.36	36.12	6.858
90	46.31	46.93	0.62	8	46.74	0.217	0.041	0.077	46.73	36.34	6.950

4/07/2006 - 1/09/2006 döneminde Tüm Marmara Denizi'nde elektriksel geçirgenlik istatistik değeri

Başlama Tarihi: 4/07/2006				Emin: E027°:00':00"				Nmin: N40°:22':00"			
Bitiş Tarihi: 8/08/2006				Emax: E029°:11':55"				Nmax: N41°:13':35"			
PARAMETRE: S.Sp.				PROJE: VAKIF				SAHİBİ: lartuz			
DER. (m)	MIN.	MAX.	FARK	ADET	ORT.	S.DEV.	VAR.	SEM.	ORT. DÜZ.	HACİM ORT.	HACİM S.DEV.
0.5	1493.38	1521.90	28.52	42	1509.50	6.739	44.334	1.040	1509.50	1509.50	6.739
5	1491.11	1515.40	24.29	42	1505.98	7.123	49.528	1.099	1505.98	1507.74	7.115
10	1482.92	1515.18	32.26	41	1502.47	9.558	89.136	1.493	1498.67	1506.01	8.338
15	1475.27	1512.95	37.68	41	1483.76	10.140	100.308	1.584	1489.74	1500.52	13.033
20	1475.32	1508.85	33.53	41	1488.97	6.572	42.139	1.026	1489.08	1498.23	12.873
25	1463.02	1505.29	42.27	41	1494.62	9.220	82.934	1.440	1494.14	1497.63	12.401
30	1465.73	1509.12	43.39	38	1498.37	8.898	77.091	1.443	1498.06	1497.73	11.984
35	1468.45	1509.28	40.83	36	1500.88	8.415	68.840	1.402	1500.88	1498.08	11.671
40	1471.16	1509.44	38.28	35	1503.39	7.882	60.351	1.332	1503.86	1498.60	11.457
50	1476.60	1513.05	36.45	29	1507.76	7.511	54.466	1.395	1507.33	1499.29	11.459
75	1509.78	1510.70	0.92	9	1510.40	0.278	0.069	0.093	1509.80	1499.54	11.449
90	1510.15	1511.02	0.87	8	1510.64	0.316	0.087	0.112	1510.58	1499.76	11.440

4/07/2006 - 1/09/2006 döneminde Tüm Marmara Denizi'nde ses geçirgenliği istatistik değeri

MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Başlama Tarihi: 4/07/2006				Emin: E027°:00':00"				Nmin: N40°:22':00"			
Bitiş Tarihi: 8/08/2006				Emax: E029°:11':55"				Nmax: N41°:13':35"			
PARAMETRE: DO (mg/l)				PROJE: VAKIF				SAHİBİ: Iartuz			
DER. (m)	MIN.	MAX.	FARK	ADET	ORT.	S.DEV.	VAR.	SEM.	ORT. DÜZ.	HACİM ORT.	HACİM S.DEV.
0.5	3.10	7.70	4.60	42	5.71	0.823	0.661	0.127	5.71	5.71	0.823
5	3.10	7.65	4.55	42	5.67	0.795	0.617	0.123	5.66	5.69	0.804
10	3.10	7.60	4.50	41	5.60	0.814	0.646	0.127	5.42	5.66	0.805
15	1.40	7.40	6.00	41	4.80	1.130	1.246	0.176	4.69	5.45	0.967
20	1.15	6.25	5.10	41	3.55	0.894	0.779	0.140	3.54	5.07	1.217
25	0.80	6.60	5.80	41	2.26	1.223	1.460	0.191	2.53	4.61	1.605
30	0.70	5.56	4.86	38	2.06	1.119	1.220	0.182	2.04	4.27	1.774
35	0.58	4.52	3.94	36	1.80	1.030	1.031	0.172	1.81	3.99	1.875
40	0.42	3.86	3.44	35	1.56	0.957	0.889	0.162	1.48	3.75	1.944
50	0.10	3.50	3.40	29	1.00	0.848	0.695	0.157	1.02	3.55	2.019
75	0.10	1.30	1.20	9	0.53	0.328	0.096	0.109	0.68	3.48	2.047
90	0.20	1.20	1.00	8	0.65	0.298	0.077	0.105	0.62	3.42	2.065

4/07/2006 - 1/09/2006 döneminde Tüm Marmara Denizi'nde suda erimiş oksijen (DO mg/l) istatistik değerleri

Başlama Tarihi: 4/07/2006				Emin: E027°:00':00"				Nmin: N40°:22':00"			
Bitiş Tarihi: 8/08/2006				Emax: E029°:11':55"				Nmax: N41°:13':35"			
PARAMETRE: DO (ml/l)				PROJE: VAKIF				SAHİBİ: Iartuz			
DER. (m)	MIN.	MAX.	FARK	ADET	ORT.	S.DEV.	VAR.	SEM.	ORT. DÜZ.	HACİM ORT.	HACİM S.DEV.
0.5	2.17	5.40	3.23	42	4.00	0.578	0.326	0.089	4.00	4.00	0.578
5	2.17	5.36	3.19	42	3.98	0.557	0.303	0.086	3.97	3.99	0.565
10	2.17	5.33	3.16	41	3.92	0.572	0.319	0.089	3.80	3.97	0.566
15	0.98	5.19	4.21	41	3.36	0.793	0.613	0.124	3.28	3.82	0.679
20	0.81	4.38	3.57	41	2.48	0.625	0.381	0.098	2.48	3.55	0.853
25	0.56	4.63	4.07	41	1.58	0.857	0.717	0.134	1.77	3.23	1.125
30	0.49	3.90	3.41	38	1.44	0.785	0.600	0.127	1.43	2.99	1.243
35	0.41	3.17	2.76	36	1.26	0.722	0.507	0.120	1.26	2.80	1.314
40	0.29	2.70	2.41	35	1.09	0.670	0.436	0.113	1.04	2.63	1.362
50	0.07	2.45	2.38	29	0.70	0.594	0.340	0.110	0.72	2.48	1.415
75	0.07	0.91	0.84	9	0.37	0.230	0.047	0.077	0.48	2.44	1.434
90	0.14	0.84	0.70	8	0.46	0.208	0.038	0.074	0.44	2.40	1.447

4/07/2006 - 1/09/2006 döneminde Tüm Marmara Denizi'nde suda erimiş oksijen (DO ml/l) istatistik değerleri

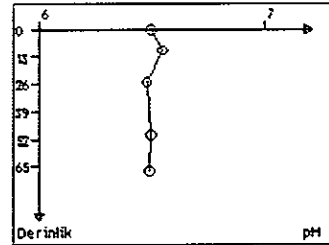
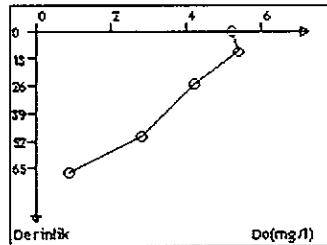
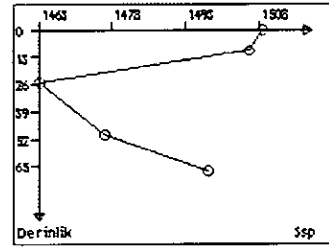
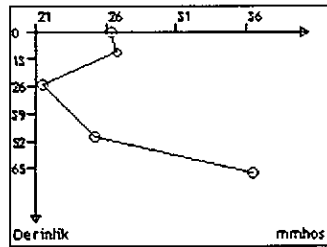
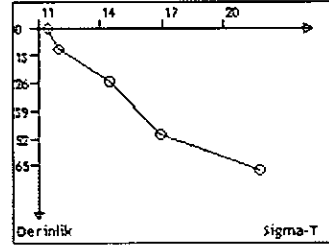
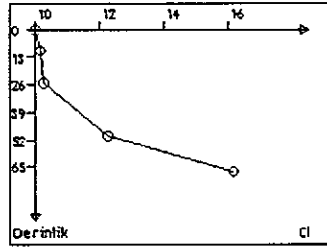
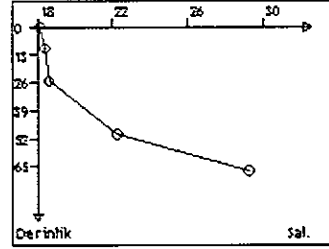
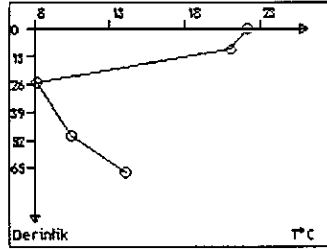
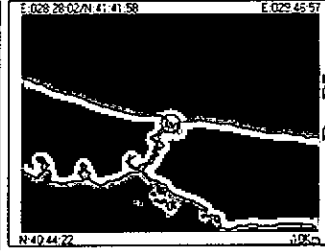
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Başlama Tarihi: 4/07/2006				Emin: E027°:00':00"				Nmin: N40°:22':00"			
Bitiş Tarihi: 8/08/2006				Emax: E029°:11':55"				Nmax: N41°:13':35"			
PARAMETRE: pH				PROJE: VAKIF				SAHİBi: Iartuz			
DER. (m)	MIN.	MAX.	FARK	ADET	ORT.	S.DEV.	VAR.	SEM.	ORT. DÜZ.	HACİM ORT.	HACİM S.DEV.
0.5	6.50	8.78	2.28	40	8.43	0.345	0.116	0.055	8.43	8.43	0.345
5	6.52	8.71	2.19	40	8.41	0.339	0.112	0.054	8.41	8.42	0.340
10	6.55	8.70	2.15	39	8.38	0.333	0.108	0.053	8.37	8.41	0.337
15	6.53	8.72	2.19	39	8.30	0.328	0.105	0.053	8.31	8.38	0.337
20	6.50	8.57	2.07	39	8.24	0.321	0.100	0.051	8.24	8.36	0.337
25	6.48	8.68	2.20	39	8.19	0.328	0.105	0.053	8.20	8.33	0.341
30	6.48	8.63	2.15	36	8.16	0.330	0.106	0.055	8.16	8.31	0.343
35	6.49	8.58	2.09	34	8.15	0.331	0.106	0.057	8.15	8.29	0.345
40	6.49	8.53	2.04	33	8.13	0.332	0.107	0.058	8.13	8.27	0.347
50	6.50	8.70	2.20	28	8.11	0.363	0.127	0.069	8.15	8.26	0.350
75	8.03	8.70	0.67	9	8.24	0.235	0.049	0.078	8.21	8.26	0.348
90	8.01	8.70	0.69	8	8.25	0.255	0.057	0.090	8.25	8.26	0.346

4/07/2006 - 1/09/2006 döneminde Tüm Marmara Denizi'nde pH istatistik değerleri

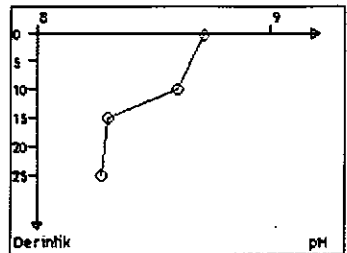
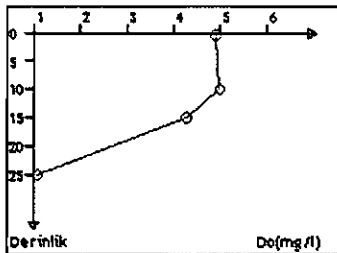
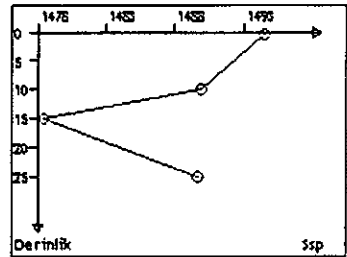
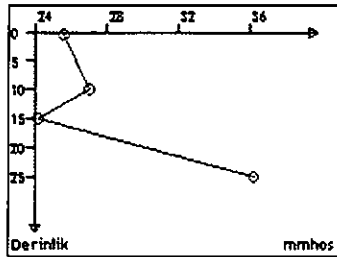
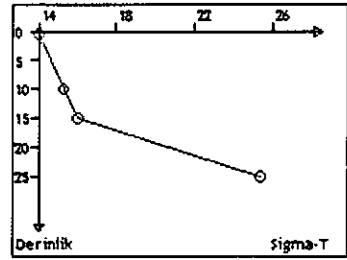
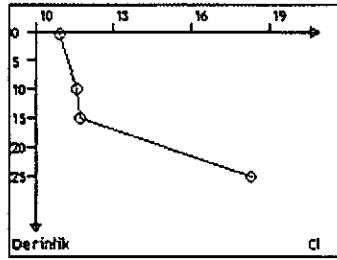
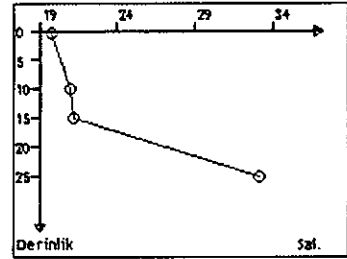
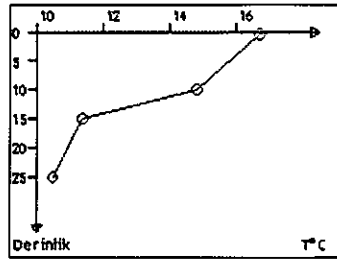
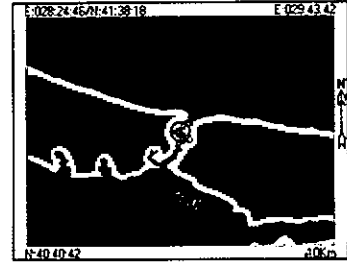
2.4.1. Data Kartları

Tarih: 7/07/2006	Seri No: Iartuz-1	Arz: N41°:13':10"	Tul: E029°:07':30"						
Saat: 07:30	Istasyon No: 1b	Proje: VAKIF	Derinlik: 68 m						
Sec-Disc: 4.8 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 24 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	22.10	18.1	10.01	11.46	26.39	1508.61	5.2	3.64	6.5
10	21.00	18.4	10.18	11.97	26.8	1506.02	5.4	3.78	6.55
25	8.10	18.6	10.29	14.47	21.46	1463.02	4.2	2.94	6.48
50	10.40	22.2	12.28	16.96	25.21	1476.6	2.8	1.96	6.5
67	14.00	29.2	16.16	21.74	36.46	1497.77	0.9	0.63	6.49



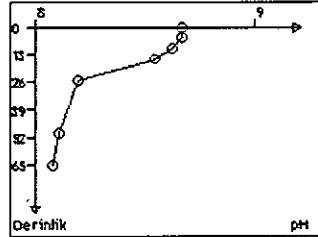
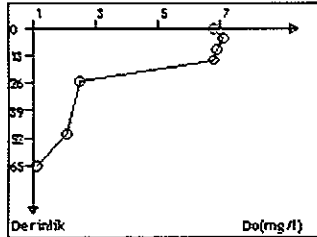
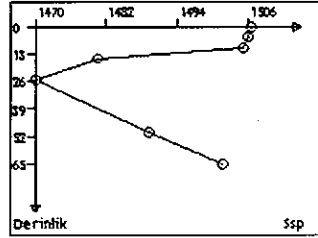
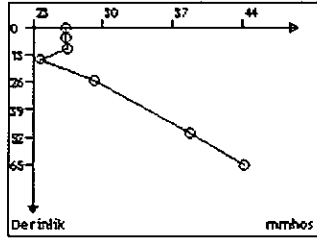
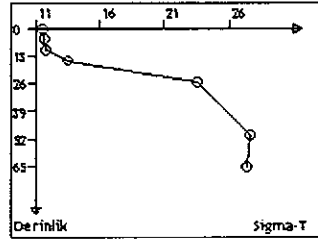
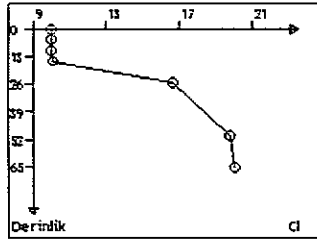
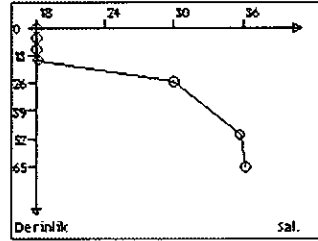
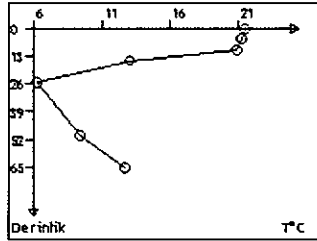
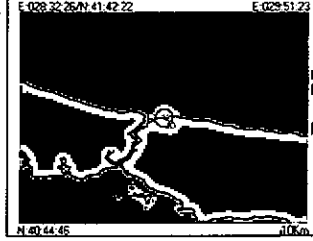
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 5/07/2006		Seri No: Iartuz-7		Arz: N41°09':30"		Tul: E029°04':15"			
Saat: 08:30		İstasyon No: 2b		Proje: VAKIF		Derinlik: 28 m			
Sec-Disc: 3 m		Renk Kodu: 4		Hava Sic.: 24 T°C		Hava Bas.: mBar			
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	16.7	19.8	10.95	14	25.62	1494.54	4.9	3.43	8.72
10	14.8	21	11.62	15.3	27.04	1489.92	5	3.5	8.61
15	11.4	21.2	11.73	16.05	24.18	1478.47	4.3	3.01	8.31
25	10.5	33.1	18.32	25.4	36.21	1489.71	1.1	0.77	8.28



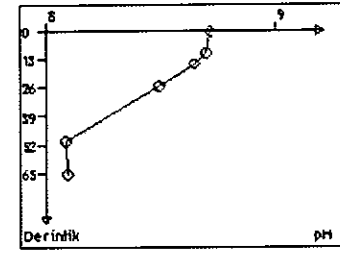
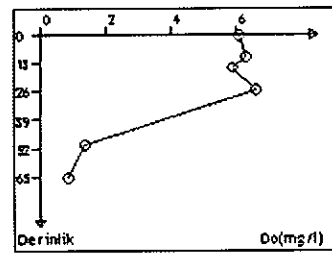
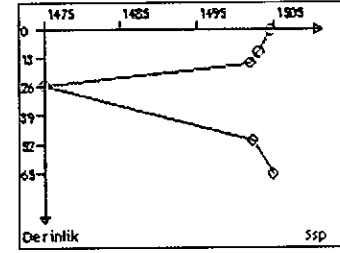
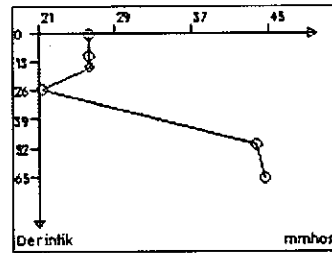
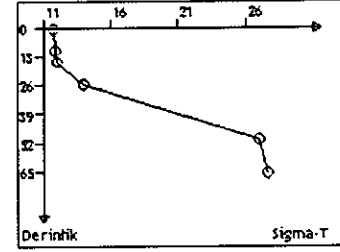
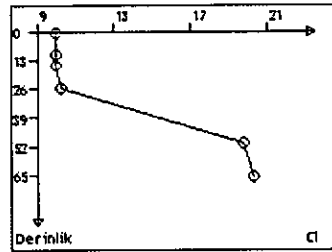
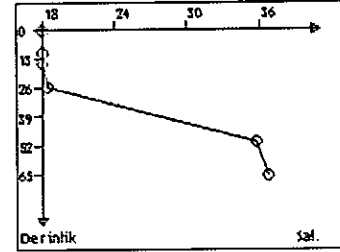
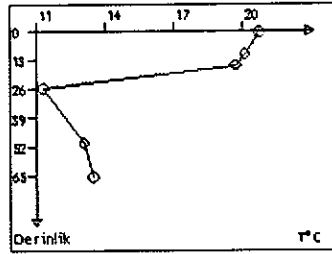
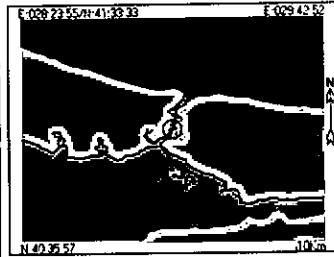
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 4/07/2006		Seri No: tartuz-8		Arz: N41°:13':35"		Tut: E029°:11':55"			
Saat: 11:45		Istasyon No: 3b		Proje: VAKIF		Derinlik: 68 m			
Sec-Disc: 4.9 m		Renk Kodu: 4		Hava Sıc.: 26 T°C		Hava Bas.: 1024 mBar			
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	21.4	18.0	9.96	11.57	26.27	1506.55	6.8	4.77	8.67
5	21.2	18.0	9.96	11.62	26.27	1506.06	7.1	4.98	8.67
10	20.8	18.1	10.01	11.79	26.39	1505.12	6.9	4.84	8.63
15	13.0	18.2	10.07	13.48	23.73	1480.61	6.8	4.77	8.55
25	6.3	30.0	16.6	23.59	29.12	1470.04	2.5	1.75	8.20
50	9.4	35.7	19.76	27.62	38.75	1489.34	2.1	1.47	8.11
65	12.7	36.2	20.04	27.4	44.19	1501.68	1.1	0.77	8.08



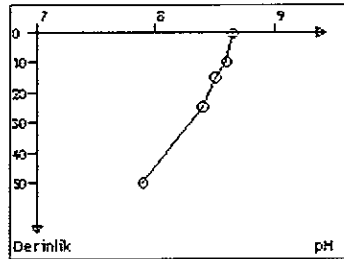
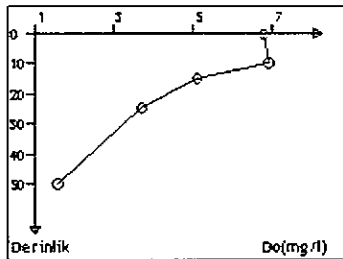
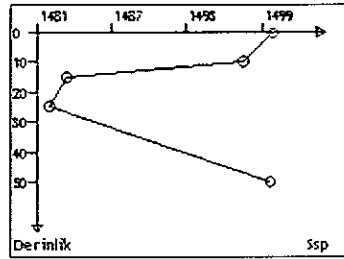
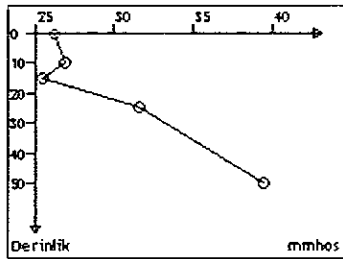
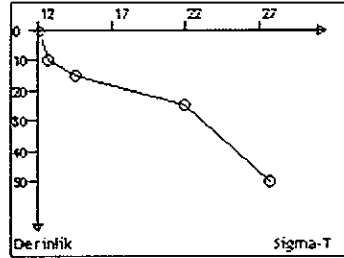
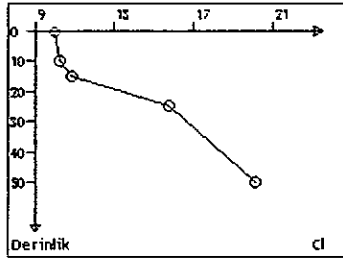
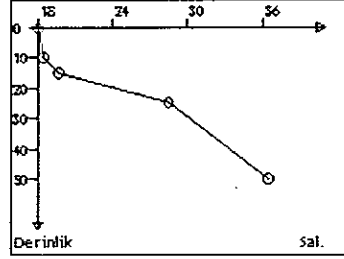
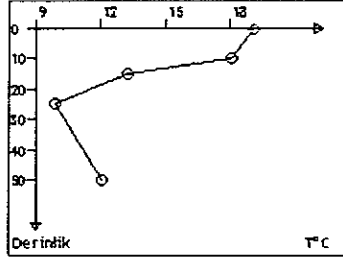
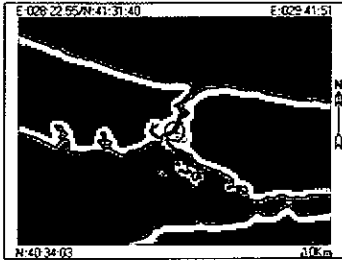
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 5/07/2006	Seri No: Iartuz-9	Arz: N41°:04':45"	Tut: E029°:03':24"						
Saat: 10:17	İstasyon No: 4b	Proje: VAKIF	Derinlik: 66 m						
Sec-Disc: 3.8 m	Renk Kodu: 4	Hava Sıc.: T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	20.7	18	9.96	11.74	26.27	1504.57	6.1	4.27	8.72
10	20.1	18	9.96	11.89	26.27	1503	6.3	4.41	8.7
15	19.7	18.1	10.01	12.05	26.39	1502.02	5.9	4.13	8.65
25	11.3	18.5	10.23	13.97	21.34	1475.05	6.6	4.63	8.5
50	13.1	35.8	19.82	27.01	43.76	1502.29	1.4	0.98	8.09
65	13.5	36.7	20.32	27.63	44.73	1504.92	0.9	0.63	8.1



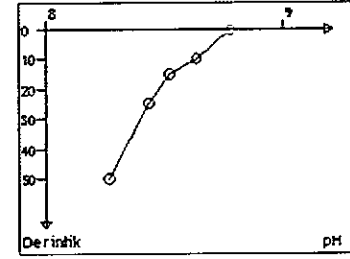
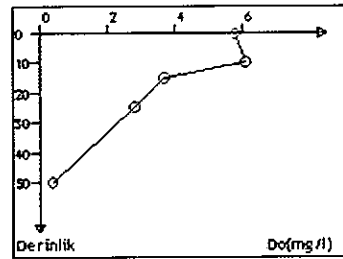
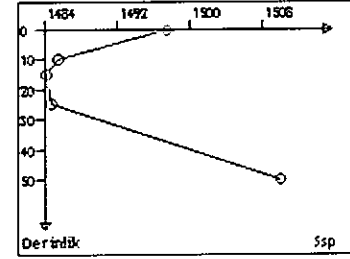
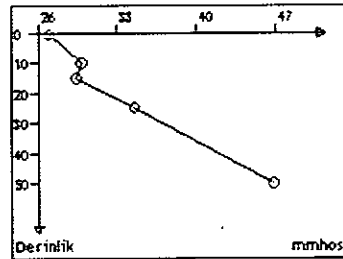
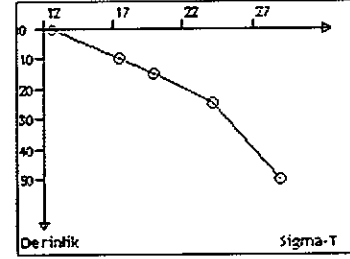
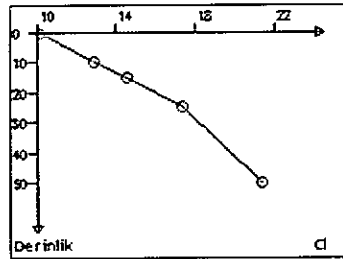
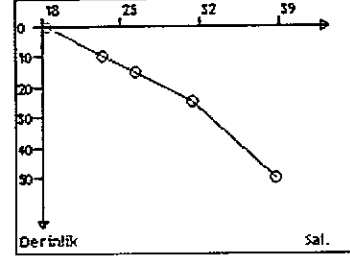
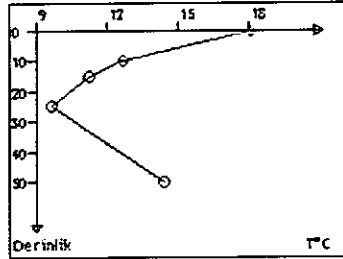
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 5/07/2006	Seri No: Iartuz-10	Arz: N41°:02':52"	Tul: E029°:02':24"						
Saat: 13:03	Istasyon No: 5b	Proje: VAKIF	Derinlik: 60 m						
Sec-Disc: 2.9 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 26 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	19.1	18	9.96	12.12	26.27	1499.89	6.8	4.77	8.65
10	18.1	18.5	10.23	12.71	26.92	1497.58	6.9	4.84	8.6
15	13.3	19.7	10.9	14.58	25.51	1483.41	5.1	3.57	8.51
25	9.9	28.5	15.77	21.93	31.63	1481.97	3.7	2.59	8.4
50	12.1	36.4	20.15	27.67	39.43	1499.66	1.6	1.12	7.9



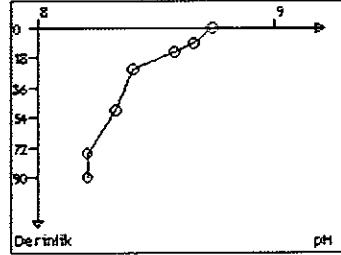
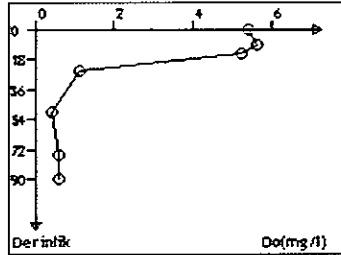
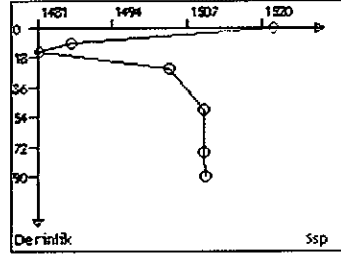
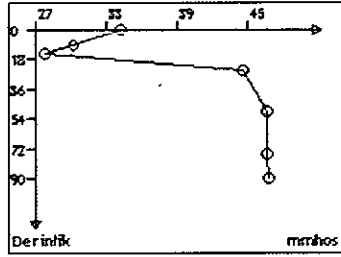
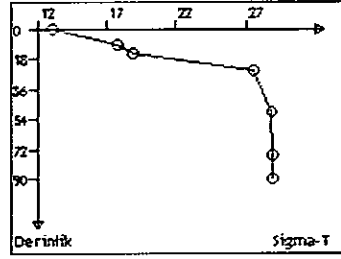
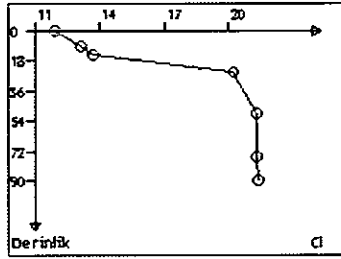
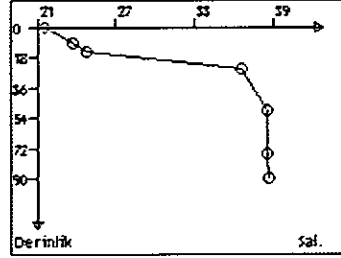
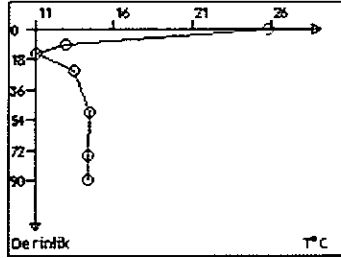
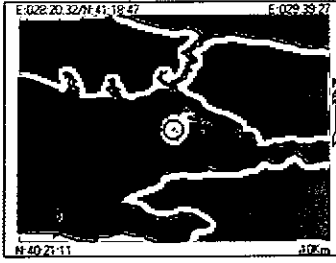
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 5/07/2006	Seri No: Iartuz-11	Arz: N41°:01':20"	Tul: E029°:00':12"						
Saat: 16:35	Istasyon No: 6b	Proje: VAKIF	Derinlik: 55 m						
Sec-Disc: 3.8 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 28 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	18.1	18.5	10.23	12.71	26.92	1497.43	5.8	4.06	8.78
10	12.7	23.4	12.95	17.53	29.84	1485.61	6.1	4.27	8.64
15	11.3	26.3	14.55	19.99	29.41	1484.21	3.7	2.59	8.53
25	9.7	31.4	17.38	24.22	34.54	1484.76	2.8	1.96	8.44
50	14.4	38.7	21.42	28.97	46.82	1509.92	0.4	0.28	8.27



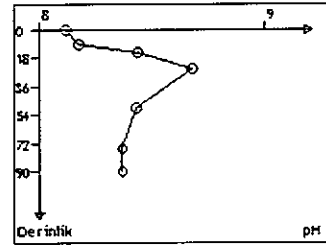
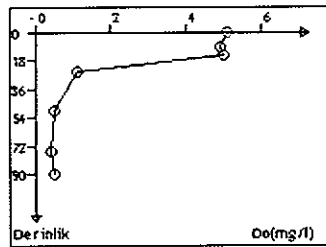
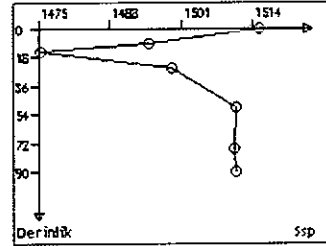
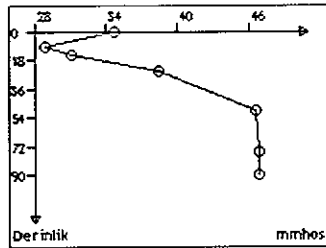
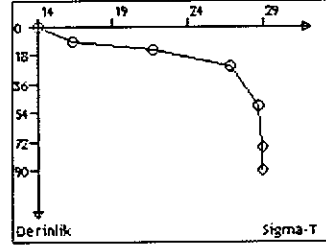
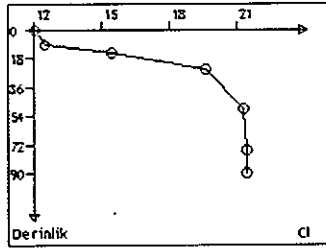
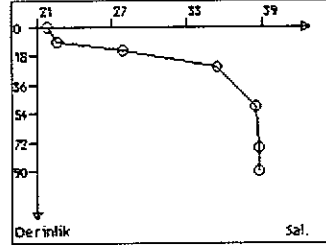
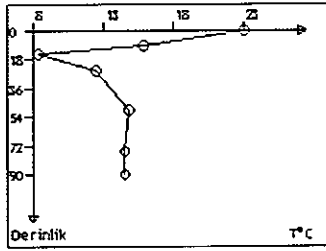
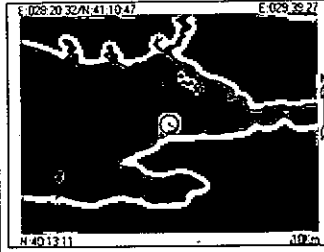
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 7/07/2006		Seri No: Iartuz-2		Arz: N40°:50':00"		Tul: E029°:00':00"			
Saat: 13:30		İstasyon No: 2		Proje: VAKIF		Derinlik: 548 m			
Sec-Disç: 2.1 m		Renk Kodu: 4		Hava Sic.: 26 T°C		Hava Bas.: mBar			
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	25.8	21.5	11.89	12.99	34.2	1521.9	5.4	3.78	8.74
10	12.9	23.7	13.11	17.72	30.17	1486.65	5.6	3.92	8.66
15	11	24.7	13.67	18.81	27.79	1481.22	5.2	3.64	8.58
25	13.4	36.5	20.2	27.48	44.5	1503.69	1.1	0.77	8.4
50	14.4	38.5	21.31	28.82	46.62	1509.69	0.4	0.28	8.33
75	14.3	38.5	21.31	28.84	46.62	1509.78	0.6	0.42	8.21
90	14.3	38.6	21.37	28.92	46.73	1510.15	0.6	0.42	8.21



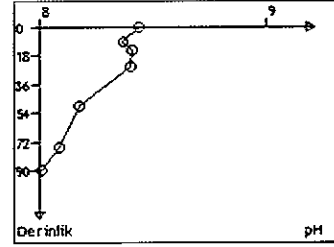
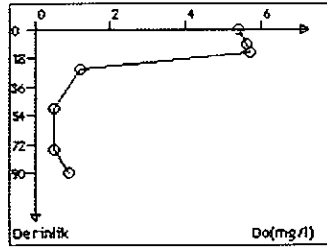
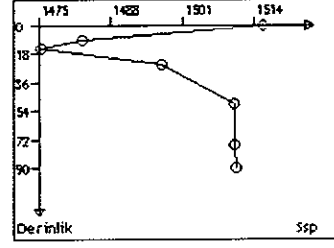
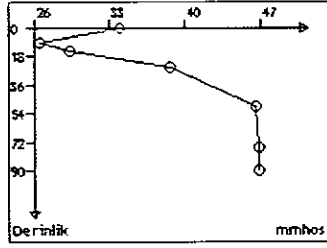
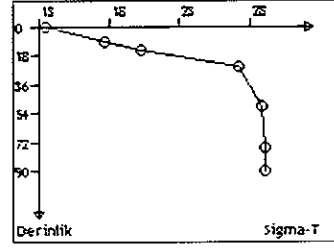
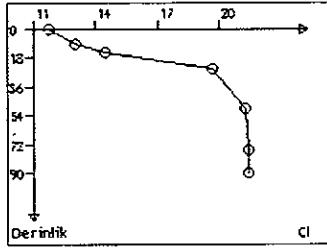
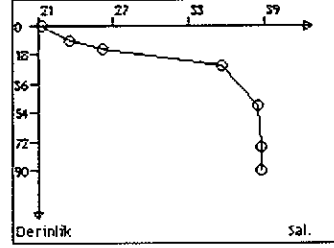
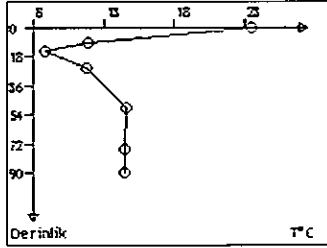
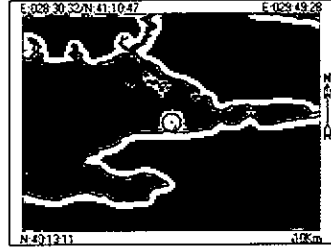
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 7/07/2006	Seri No: lartuz-3	Arz: N40°:42':00"	Tut: E029°:00':00"						
Saat: 18:42	Istasyon No: 3	Proje: VAKIF	Derinlik: 920 m						
Sec-Disc: 2.9 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 30 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	23	21.8	12.06	14.01	34.64	1515.07	5.1	3.57	8.12
10	15.8	22.6	12.5	16.32	28.89	1495.03	4.9	3.43	8.18
15	8.4	27.9	15.44	21.68	31.03	1475.46	5	3.5	8.44
25	12.5	35.4	19.6	26.83	38.47	1499.4	1.1	0.77	8.68
50	14.8	38.5	21.31	28.73	46.62	1510.95	0.5	0.35	8.43
75	14.5	38.7	21.42	28.95	46.82	1510.65	0.4	0.28	8.37
90	14.5	38.7	21.42	28.95	46.82	1510.9	0.5	0.35	8.37



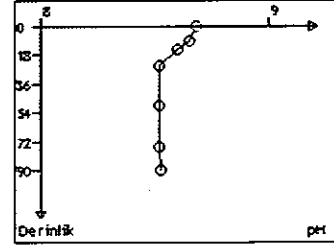
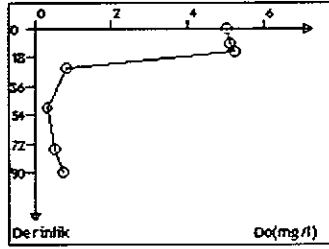
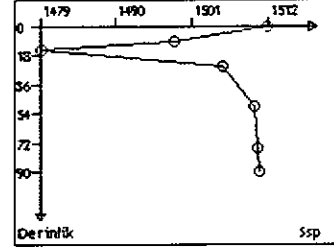
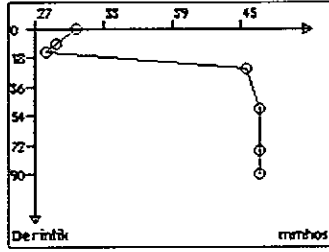
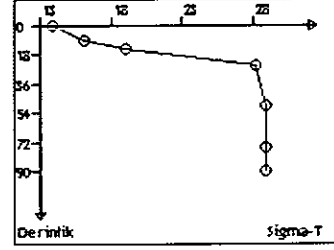
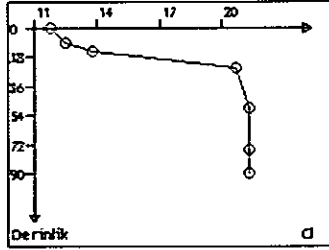
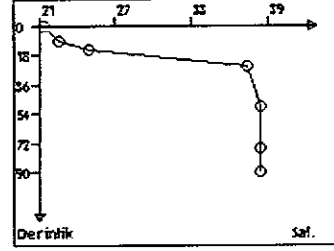
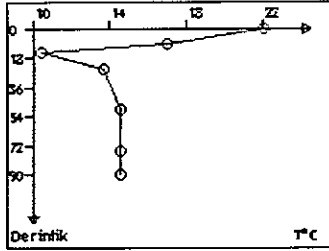
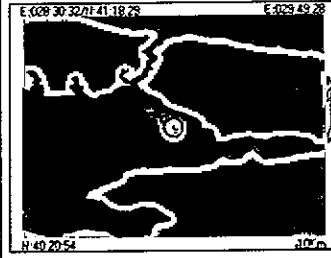
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 7/07/2006	Seri No: Iartuz-4	Arz: N40°:42':00"	Tul: E029°:10':00"						
Saat: 18:47	İstasyon No: 4	Proje: VAKIF	Derinlik: 870 m						
Sec-Disc: 2.3 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 29 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	23.4	21.3	11.78	13.52	33.92	1515.59	5.4	3.78	8.44
10	11.9	23.5	13	17.73	26.55	1482.92	5.6	3.92	8.37
15	8.9	26.2	14.5	20.29	29.31	1475.27	5.7	3.99	8.41
25	11.8	35.6	19.71	27.12	38.66	1497.26	1.2	0.84	8.4
50	14.6	38.5	21.31	28.77	46.62	1510.32	0.5	0.35	8.18
75	14.4	38.7	21.42	28.97	46.82	1510.34	0.5	0.35	8.09
90	14.4	38.7	21.42	28.97	46.82	1510.59	0.9	0.63	8.01



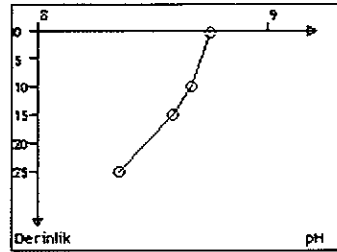
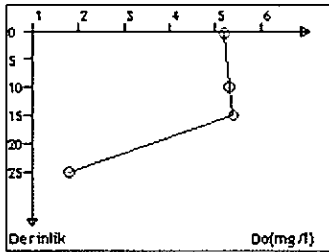
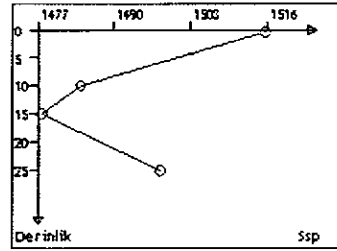
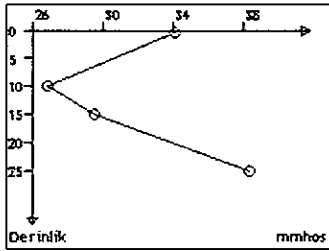
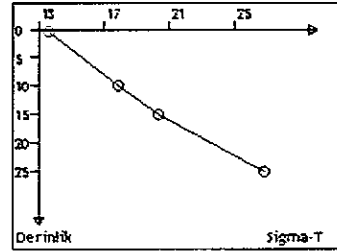
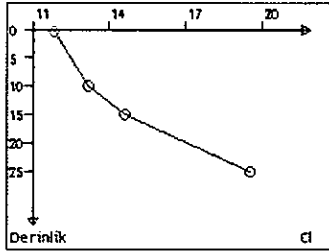
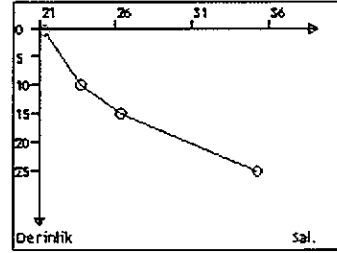
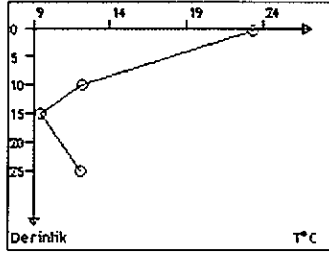
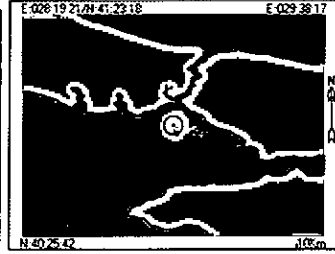
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 7/07/2006	Seri No: lartuz-5	Arz: N40°:49':42"	Tul: E029°:10':00"						
Saat: 20:03	İstasyon No: 5	Proje: VAKIF	Derinlik: 96 m						
Sec-Disc: 2.5 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 27 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	22	21.3	11.78	13.89	30.59	1511.83	5	3.5	8.68
10	16.9	22.5	12.45	16.02	28.79	1498.4	5.1	3.57	8.65
15	10.4	24.8	13.72	18.98	27.88	1479.16	5.2	3.64	8.6
25	13.6	37.3	20.65	28.07	45.36	1505.29	0.8	0.56	8.52
50	14.5	38.4	21.26	28.73	46.52	1509.89	0.3	0.21	8.52
75	14.5	38.4	21.26	28.73	46.52	1510.3	0.5	0.35	8.52
90	14.5	38.4	21.26	28.73	46.52	1510.55	0.7	0.49	8.53



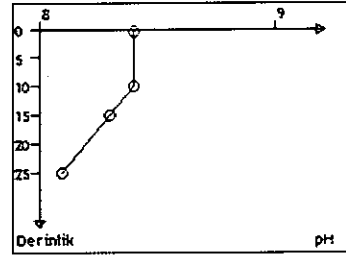
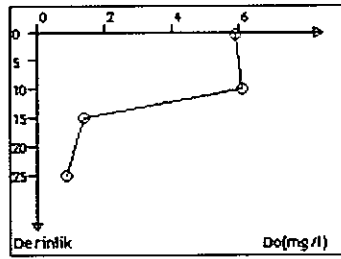
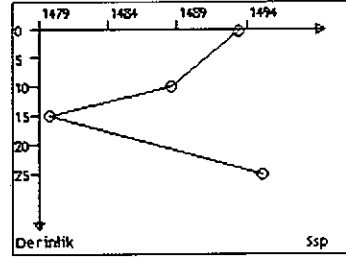
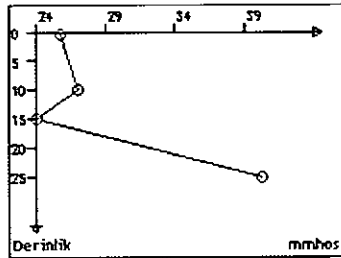
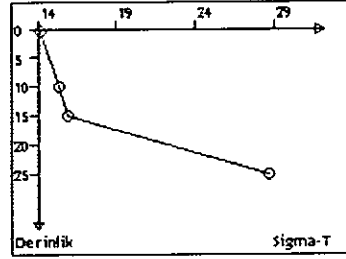
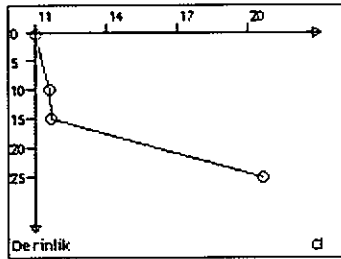
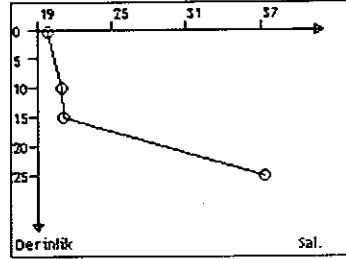
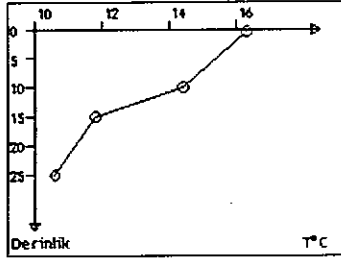
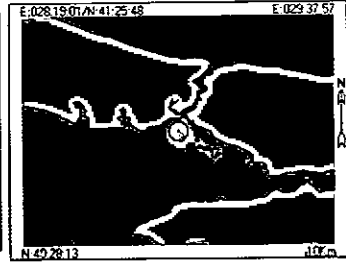
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 7/07/2006	Seri No: lartuz-6	Arz: N40°:54':30"	Tul: E028°:58':50"						
Saat: 11:30	Istasyon No: 6	Proje: YAKIF	Derinlik: 28 m						
Sec-Disc: 3.5 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 30 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	23.4	21.4	11.84	13.6	34.07	1515.69	5.2	3.64	8.75
10	12.2	23.8	13.17	17.92	26.86	1484.34	5.3	3.71	8.67
15	9.5	26.4	14.61	20.36	29.52	1477.77	5.4	3.78	8.59
25	12.1	35.3	19.54	26.82	38.36	1497.93	1.8	1.26	8.36



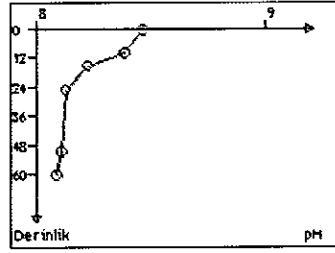
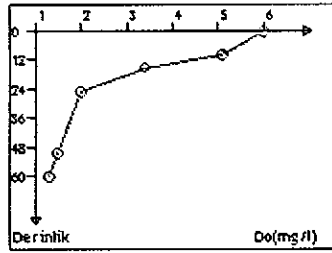
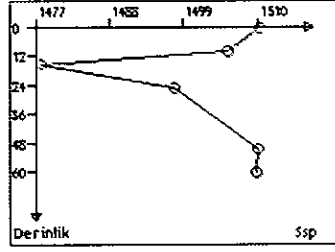
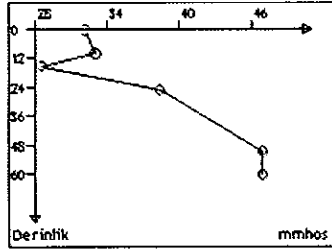
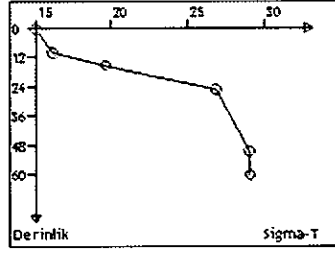
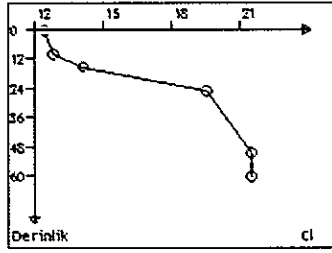
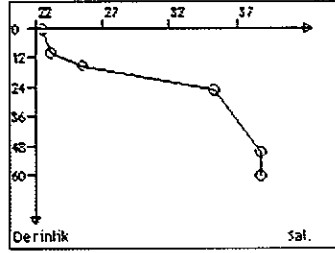
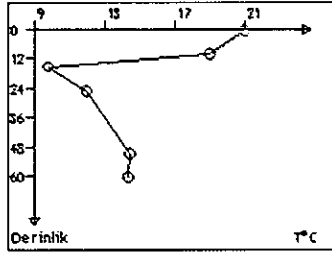
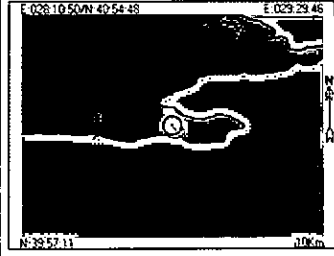
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 8/07/2006	Seri No: Iartuz-14	Arz: N40°:57':01"	Tul: E028°:58':29"						
Saat: 09:47	Istasyon No: 8	Proje: VAKIF	Derinlik: 29 m						
Sec-Disc: 4.3 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 25 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	16.3	19.9	11.01	14.17	25.74	1493.38	5.9	4.13	8.4
10	14.4	21	11.62	15.38	27.04	1488.59	6.1	4.27	8.4
15	11.8	21.1	11.67	15.9	24.07	1479.79	1.4	0.98	8.3
25	10.6	37.3	20.65	28.66	40.29	1495.16	0.9	0.63	8.1



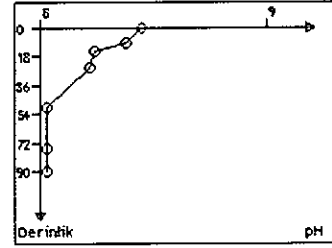
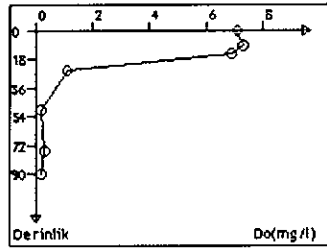
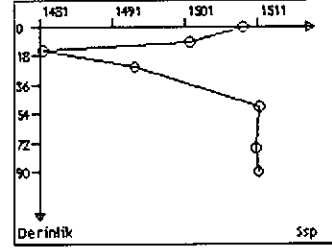
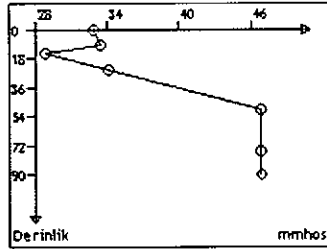
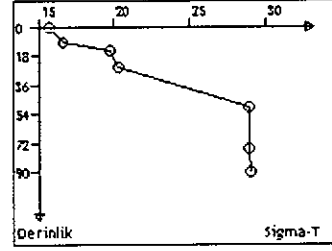
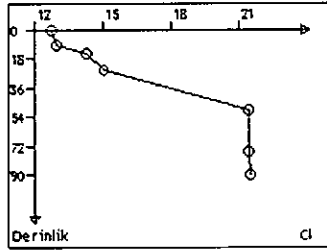
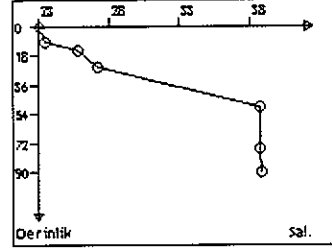
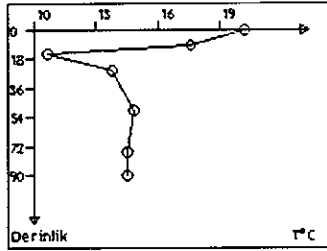
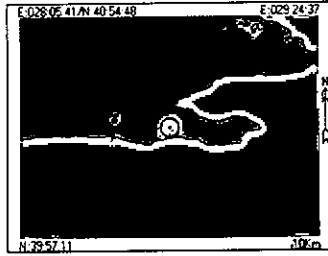
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 24/07/2006	Seri No: Iartuz-35	Arz: N40°:26':00"	Tul: E028°:50':19"						
Saat: 13:22	Istasyon No: 10	Proje: VAKIF	Derinlik: 66 m						
Sec-Disc: 2.6 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 29 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	21	22.5	12.45	15.06	32.16	1510.38	6	4.2	8.47
10	19	23.2	12.84	16.08	33.07	1505.57	5.1	3.57	8.39
15	9.8	25.5	14.11	19.61	28.6	1477.79	3.4	2.38	8.23
25	12	35.3	19.54	26.84	38.36	1497.59	2	1.4	8.13
50	14.4	38.8	21.48	29.05	46.94	1510.04	1.5	1.05	8.11
60	14.3	38.8	21.48	29.08	46.94	1509.89	1.3	0.91	8.09



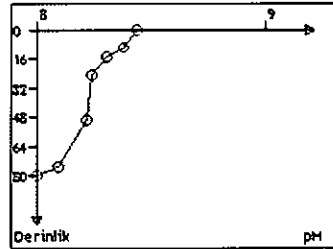
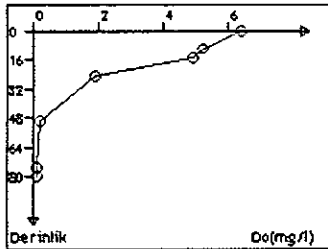
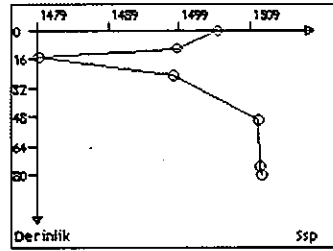
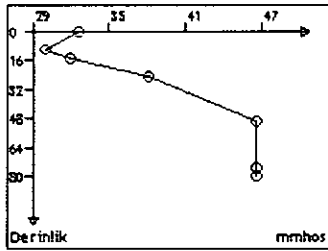
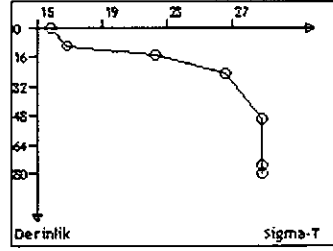
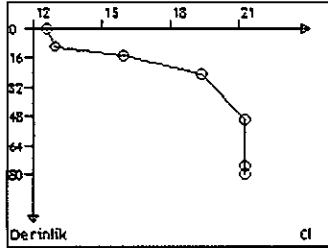
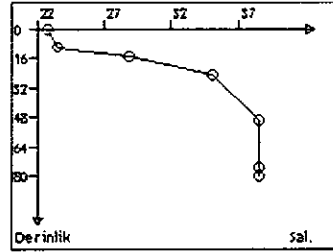
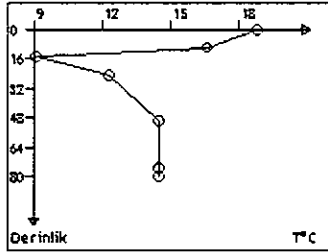
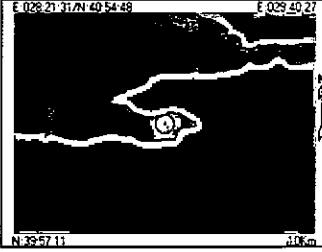
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 24/07/2006		Seri No: Iartuz-36		Arz: N40°:26':00"		Tul: E028°:45':10"			
Saat: 17.35		İstasyon No: 11		Proje: VAKIF		Derinlik: 102 m			
Sec-Disc: 2.2 m		Renk Kodu: 4		Hava Sıc.: 30 T°C		Hava Bas.: mBar			
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	20.2	23.1	12.78	15.71	32.93	1508.78	7.1	4.98	8.45
10	17.6	23.5	13	16.62	33.45	1501.7	7.3	5.12	8.38
15	10.7	25.8	14.28	19.71	28.91	1481.46	6.9	4.84	8.24
25	13.8	27.2	15.05	20.24	34.19	1494.07	1.1	0.77	8.22
50	14.8	38.7	21.42	28.88	46.82	1511.18	0.2	0.14	8.03
75	14.5	38.7	21.42	28.95	46.82	1510.65	0.3	0.21	8.03
90	14.5	38.8	21.48	29.03	46.94	1511.02	0.2	0.14	8.03



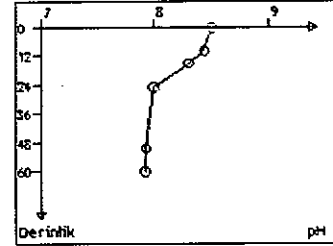
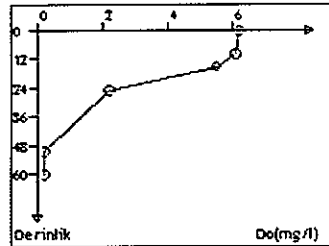
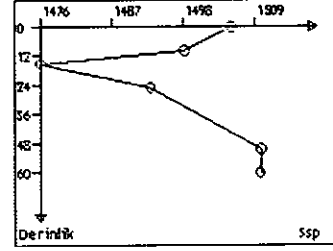
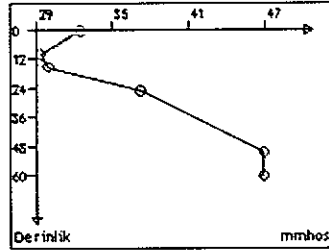
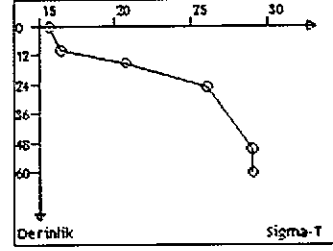
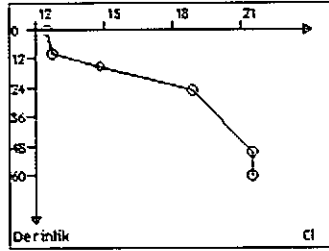
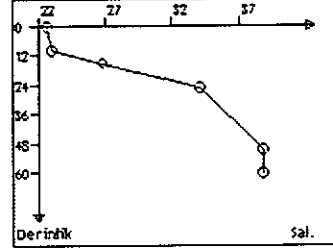
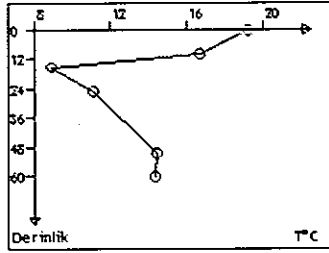
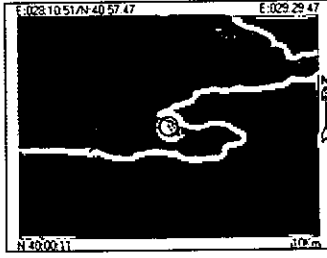
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 24/07/2006		Seri No: lartuz-34		Arz: N40°:26':00"		Tul: E029°:01':00"			
Saat: 09:18		İstasyon No: 12		Proje: VAKIF		Derinlik: 89 m			
Sec-Disc: 3.9 m		Renk Kodu: 4		Hava Sic.: 21 T°C		Hava Bas.: mBar			
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.sp	DO mg/l	pH	
0.5	18.8	22.8	12.61	15.81	32.54	1504.37	6.4	4.48	8.44
10	16.6	23.5	13	16.84	29.94	1498.61	5.2	3.64	8.38
15	9.10	28.8	15.94	22.29	31.94	1479.21	4.9	3.43	8.31
25	12.3	35	19.37	26.54	38.07	1498.25	1.9	1.33	8.24
50	14.5	38.5	21.31	28.8	46.62	1510.00	0.2	0.14	8.22
75	14.5	38.5	21.31	28.8	46.62	1510.42	0.1	0.07	8.10
80	14.5	38.5	21.31	28.8	46.62	1510.50	0.1	0.07	8.00



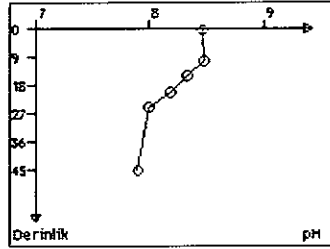
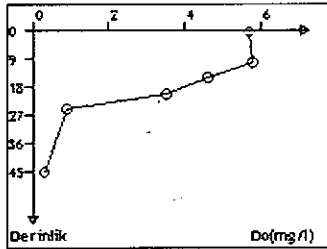
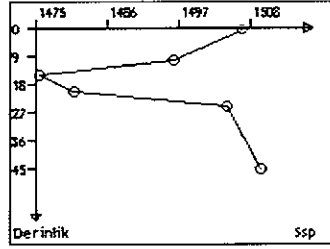
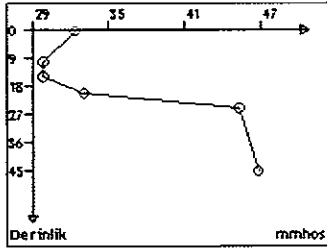
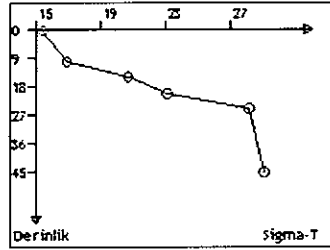
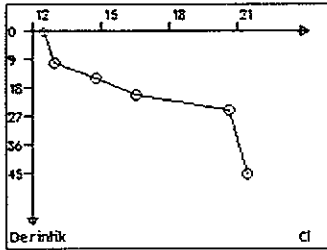
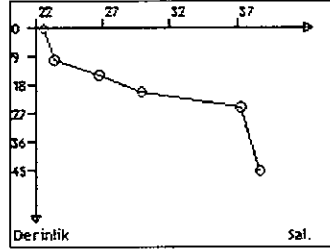
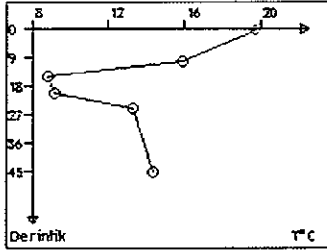
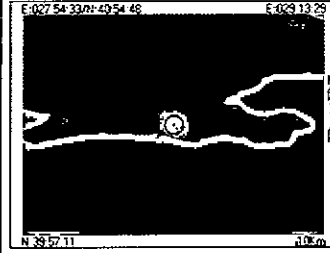
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 24/07/2006	Seri No: Iartuz-15	Arz: N40°:29':00"	Tul: E028°:50':20"						
Saat: 19:16	Istasyon No: 14	Proje: VAKIF	Derinlik: 62 m						
Sec-Disc: 2 m	Renk Kodu: 4	Hava Sıc.: 26 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T °C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	19.2	22.7	12.56	15.65	32.42	1505.44	6.2	4.34	8.50
10	16.7	23	12.73	16.45	29.37	1498.35	6.1	4.27	8.44
15	8.9	26.8	14.83	20.75	29.92	1476.01	5.5	3.85	8.30
25	11.1	34.1	18.88	26.08	37.2	1493.04	2.2	1.54	8.00
50	14.4	38.8	21.48	29.05	46.94	1510.04	0.2	0.14	7.93
60	14.3	38.8	21.48	29.08	46.94	1509.89	0.2	0.14	7.92



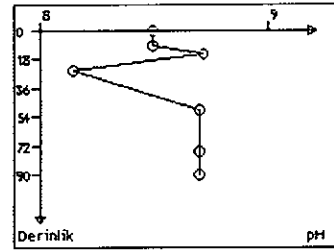
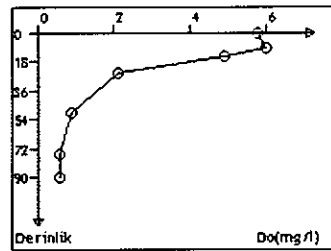
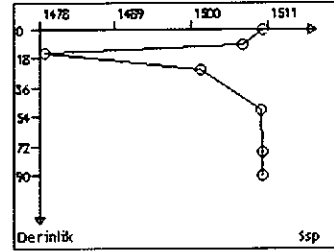
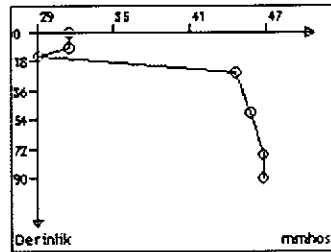
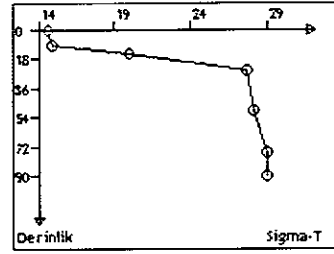
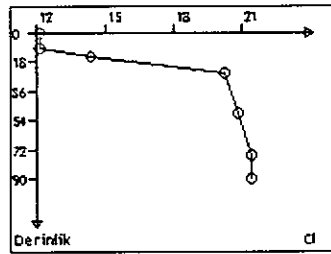
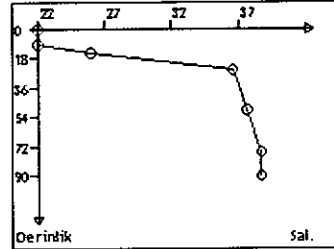
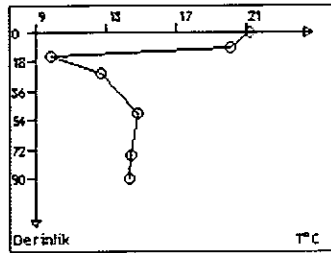
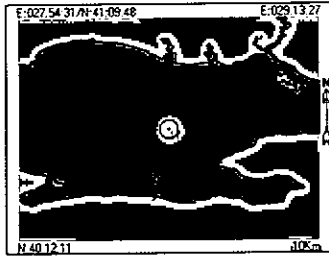
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 8/07/2006	Seri No: Iartuz-20	Arz: N40°:26':00"	Tut: E028°:34':01"						
Saat: 19:40	Istasyon No: 15	Proje: VAKIF	Derinlik: 49 m						
Sec-Disc: 2.5 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 25 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T °C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	19.7	22.6	12.5	15.45	32.28	1506.79	5.7	3.99	8.46
10	15.9	23.4	12.95	16.92	29.84	1496.27	5.8	4.06	8.48
15	8.8	26.7	14.78	20.7	29.83	1475.51	4.6	3.22	8.33
20	9.2	29.9	16.55	23.13	33.04	1481.01	3.5	2.45	8.18
25	13.3	37.3	20.65	28.13	45.36	1504.31	0.9	0.63	8.00
45	14.3	38.7	21.42	28.99	46.82	1509.52	0.3	0.21	7.90



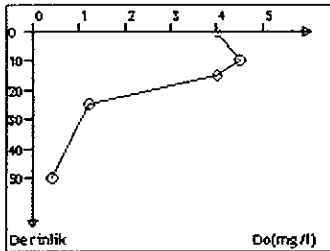
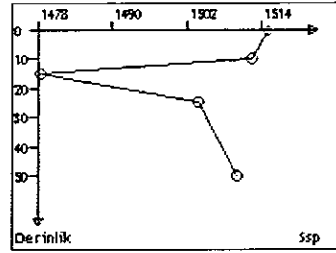
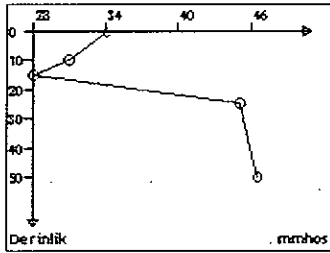
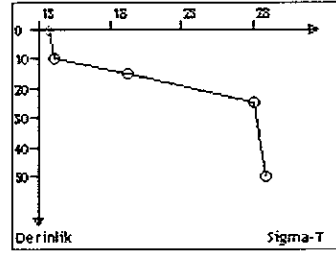
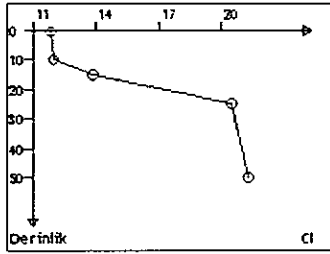
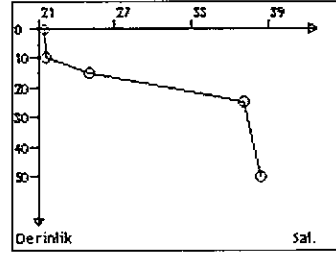
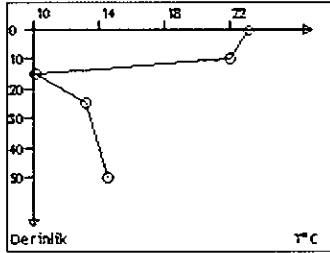
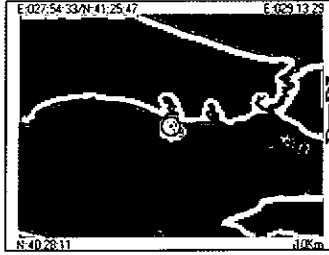
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 8/07/2006	Seri No: Iartuz-19	Arz: N40°:41':00"	Tut: E028°:34':00"						
Saat: 18:23	Istasyon No: 17	Proje: VAKIF	Derinlik: 400 m						
Sec-Disc: 3.2 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 27 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T °C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	21.2	22	12.17	14.63	31.51	1510.39	5.8	4.06	8.50
10	20.1	22	12.17	14.9	31.51	1507.43	6.0	4.2	8.50
15	9.9	26	14.39	19.99	29.11	1478.77	4.9	3.43	8.72
25	12.7	36.6	20.26	27.71	44.61	1501.5	2.1	1.47	8.15
50	14.8	37.7	20.87	28.12	45.78	1510.01	0.9	0.63	8.70
75	14.4	38.7	21.42	28.97	46.82	1510.34	0.6	0.42	8.70
90	14.3	38.7	21.42	28.99	46.82	1510.27	0.6	0.42	8.70



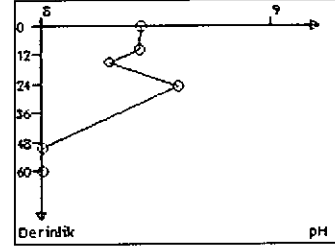
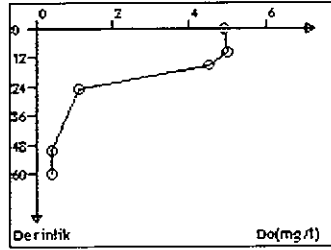
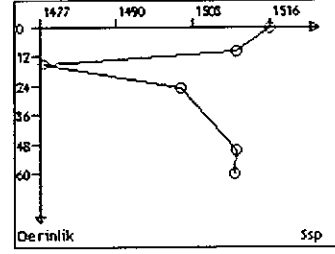
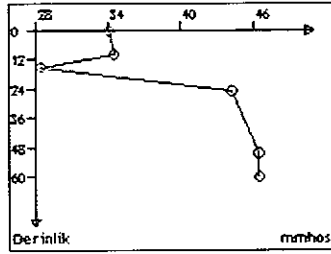
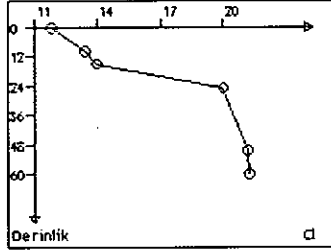
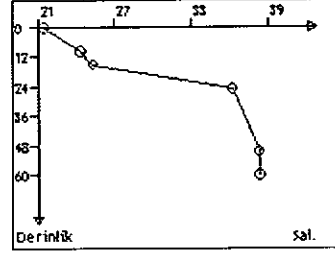
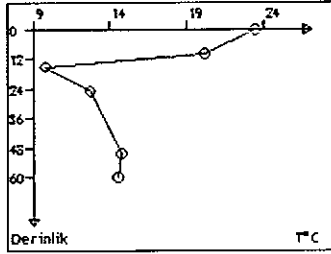
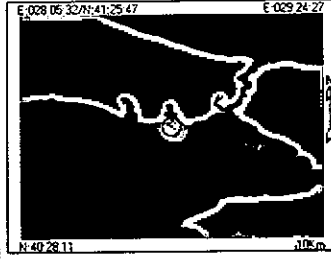
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 7/07/2006		Seri No: Iartuz-17		Arz: N40°:57'00"		Tul: E028°:34':01"			
Saat: 16:45		Istasyon No: 19		Proje: VAKIF		Derinlik: 63 m			
Sec-Disc: 1.9 m		Renk Kodu: 4		Hava Sic.: 26 T°C		Hava Bas.: mBar			
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	23.1	21.4	11.84	13.68	34.07	1514.9	4	2.8	
10	22	21.6	11.95	14.12	30.99	1512.32	4.5	3.15	
15	10.1	25	13.83	19.18	28.08	1478.3	4	2.8	
25	13.2	37	20.48	27.92	45.04	1503.63	1.2	0.84	
50	14.5	38.4	21.26	28.73	46.52	1509.89	0.4	0.28	



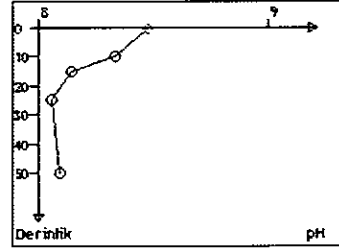
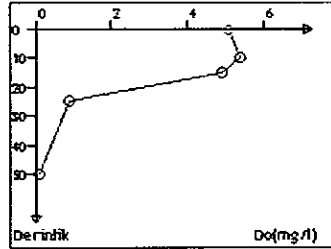
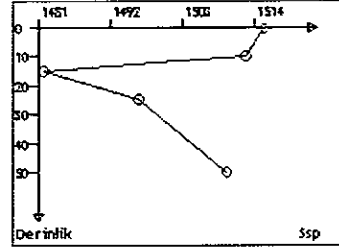
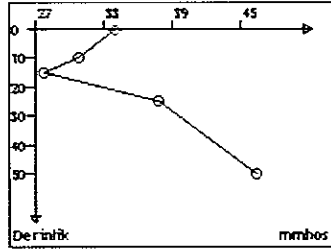
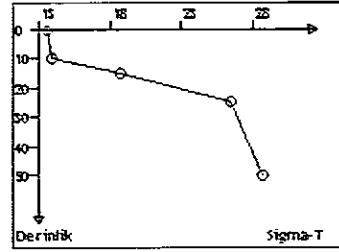
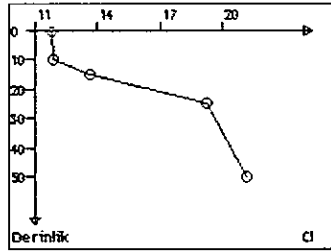
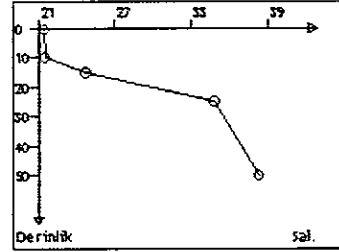
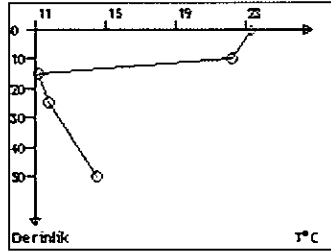
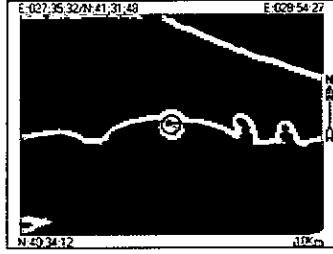
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 8/07/2006	Seri No: Iartuz-18	Arz: N40°:57':00"	Tul: E028°:45':00"						
Saat: 16:45	İstasyon No: 20	Proje: VAKIF	Derinlik: 63 m						
Sec-Disc: 2 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 28 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T °C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO mL/l	pH
0.5	23.5	21.4	11.84	13.57	34.07	1515.96	4.9	3.43	8.44
10	20.2	24.3	13.45	16.62	34.49	1510.27	5.0	3.5	8.43
15	9.8	25.3	14.00	19.46	28.4	1477.55	4.5	3.15	8.30
25	12.7	36.2	20.04	27.4	44.19	1501.02	1.1	0.77	8.60
50	14.7	38.3	21.2	28.6	46.41	1510.4	0.4	0.28	8.01
60	14.5	38.4	21.26	28.73	46.52	1510.05	0.4	0.28	8.01



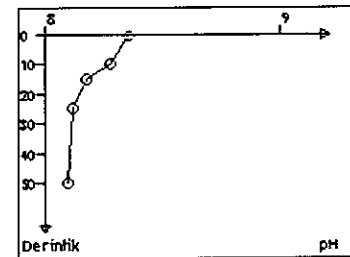
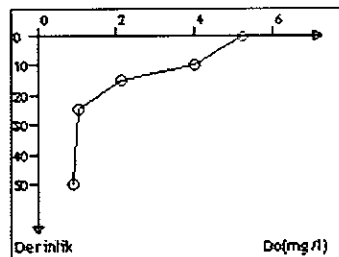
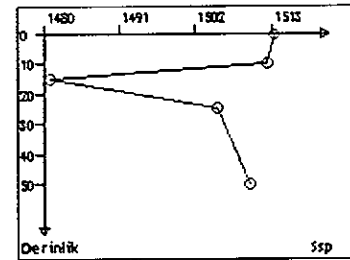
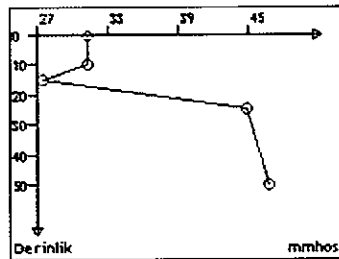
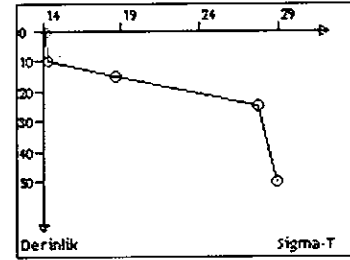
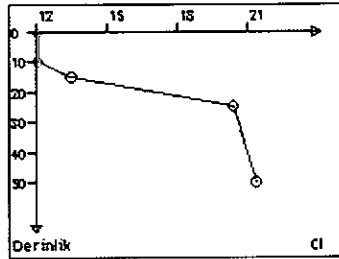
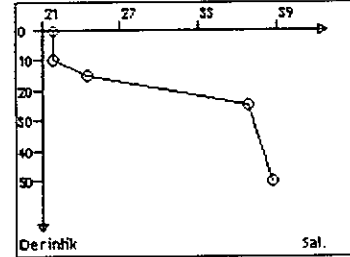
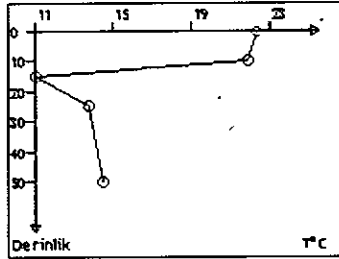
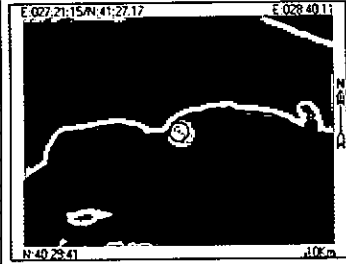
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 9/07/2006		Seri No: lartuz-27		Arz: N41°:03':00"		Tul: E028°:15':00"			
Saat: 19:16		İstasyon No: 21		Proje: VAKIF		Derinlik: 52 m			
Sec-Disc: 2 m		Renk Kodu: 4		Hava Sic.: 26 T°C		Hava Bas.: mBar			
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	23.3	21.4	11.84	13.63	34.07	1515.43	5.1	3.57	8.48
10	22.2	21.5	11.89	13.99	30.85	1512.75	5.4	3.78	8.34
15	11.2	24.7	13.67	18.78	27.79	1481.94	4.9	3.43	8.15
25	11.8	34.8	19.26	26.49	37.87	1496.31	0.9	0.63	8.06
50	14.5	38.3	21.2	28.64	46.41	1509.77	0.1	0.07	8.10



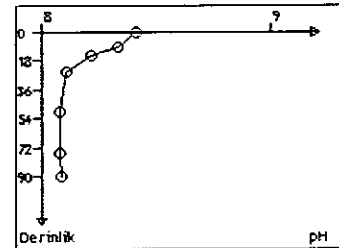
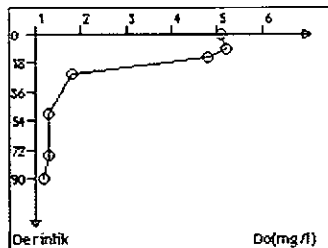
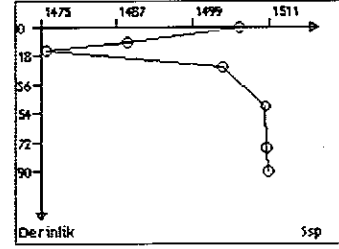
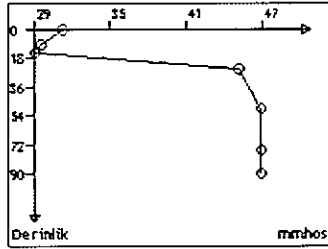
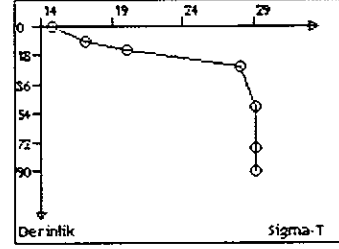
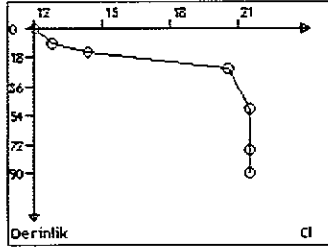
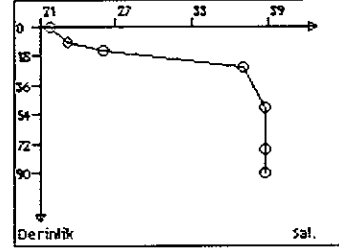
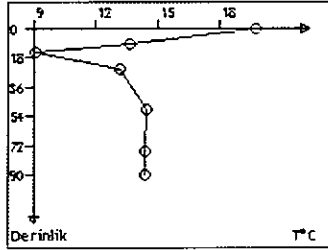
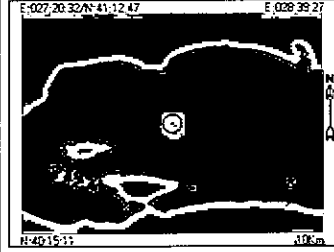
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 9/07/2006	Seri No: tartuz-26	Arz: N40°:58':29"	Tul: E028°:00':43"						
Saat: 17:03	Istasyon No: 22	Proje: VAKIF	Derinlik: 53 m						
Sec-Disc: 2.7 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 27 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	22.3	21.8	12.06	14.19	31.25	1513.19	5.2	3.64	8.36
10	21.9	21.8	12.06	14.3	31.25	1512.26	4	2.8	8.28
15	11	24.4	13.5	18.58	27.47	1480.86	2.1	1.47	8.18
25	13.7	36.8	20.37	27.66	44.83	1505.03	1	0.7	8.12
50	14.4	38.6	21.37	28.9	46.73	1509.81	0.9	0.63	8.1



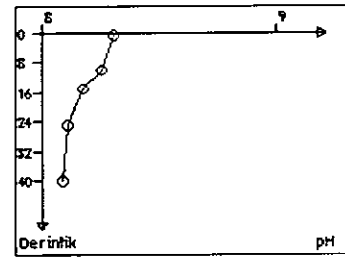
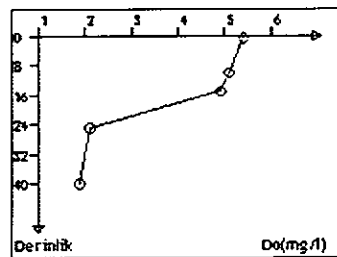
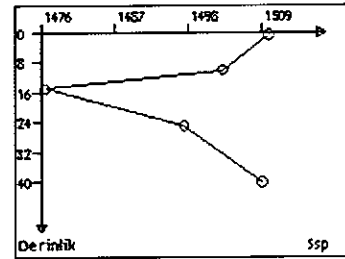
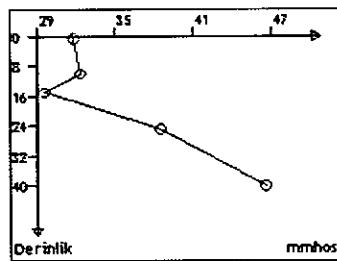
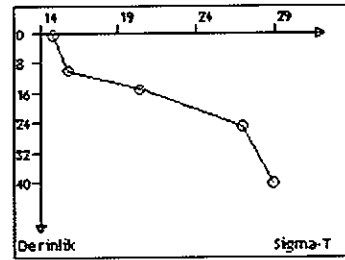
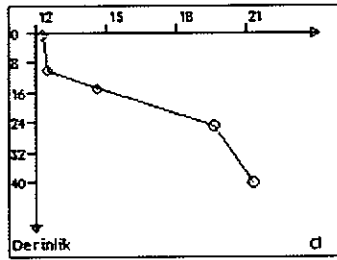
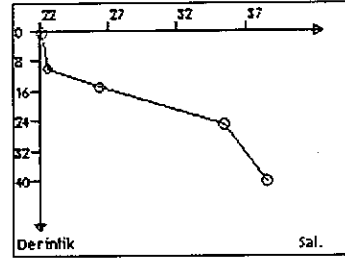
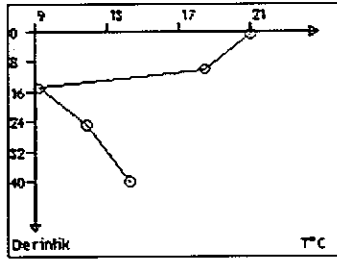
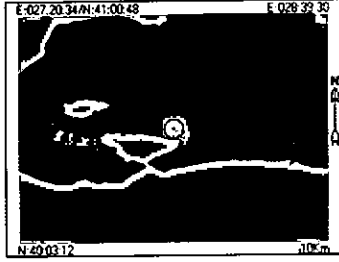
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 9/07/2006		Seri No: Iartuz-25		Arz: N40°:44':00"		Tut: E028°:00':00"			
Saat: 14:12		Istasyon No: 23		Proje: VAKIF		Derinlik: 830 m			
Sec-Disc: 2.4 m		Renk Kodu: 4		Hava Sıc.: 28 T°C		Hava Bas.: mBar			
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	19.8	21.8	12.06	14.82	31.25	1506.19	5.1	3.57	8.42
10	13.7	23.2	12.84	17.2	29.61	1488.8	5.2	3.64	8.34
15	9.10	26	14.39	20.11	29.11	1475.78	4.8	3.36	8.22
25	13.2	37.1	20.54	28.00	45.15	1503.75	1.8	1.26	8.11
50	14.5	38.8	21.48	29.03	46.94	1510.36	1.3	0.91	8.08
75	14.4	38.8	21.48	29.05	46.94	1510.45	1.3	0.91	8.08
90	14.4	38.8	21.48	29.05	46.94	1510.7	1.2	0.84	8.09



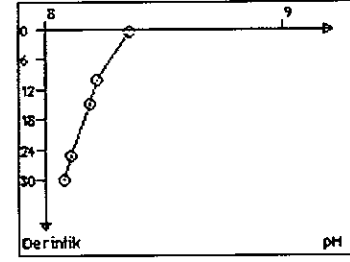
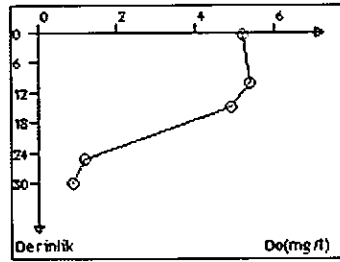
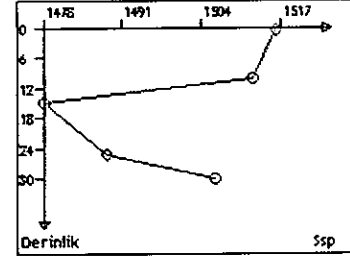
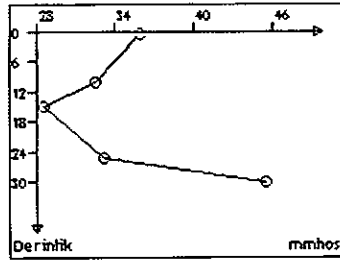
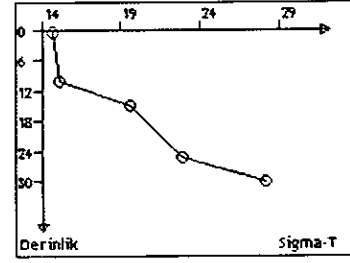
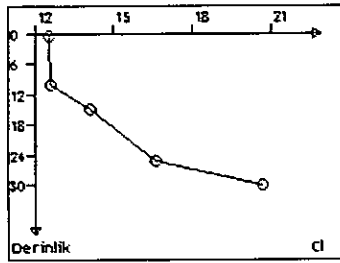
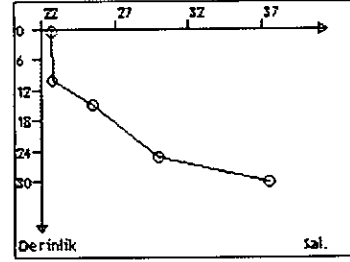
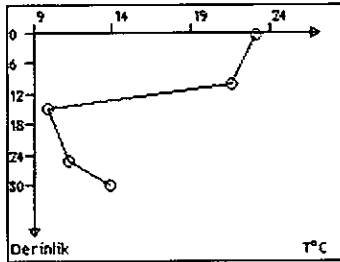
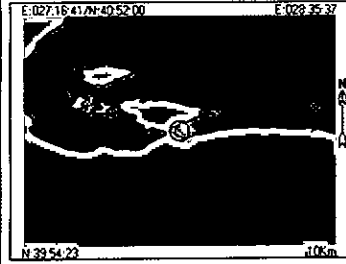
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 9/07/2006		Seri No: Iartuz-23		Arz: N40°:32':00"		Tut: E028°:00':03"			
Saat: 12:34		İstasyon No: 24		Proje: VAKIF		Derinlik: 46 m			
Sec-Disc: 3.2 m		Renk Kodu: 4		Hava Sic.: 27 T°C		Hava Bas.: mBar			
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	21	22.2	12.28	14.83	31.77	1510.05	5.4	3.78	8.31
10	18.4	22.6	12.5	15.75	32.28	1503.11	5.1	3.57	8.26
15	9.2	26.4	14.61	20.4	29.52	1476.65	4.9	3.43	8.18
25	11.9	35.4	19.6	26.94	38.47	1497.37	2.1	1.47	8.11
40	14.2	38.5	21.31	28.86	46.62	1508.89	1.9	1.33	8.09



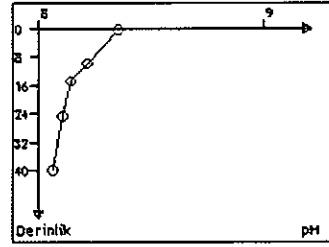
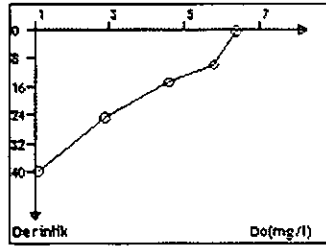
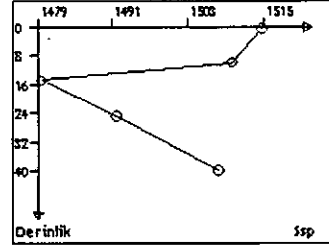
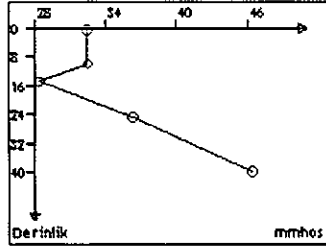
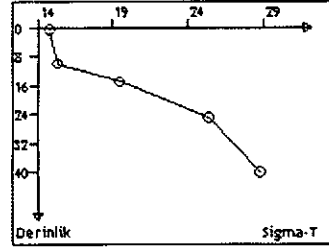
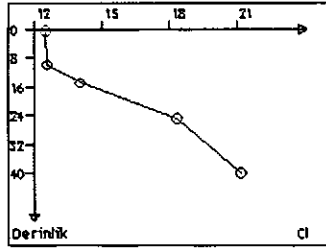
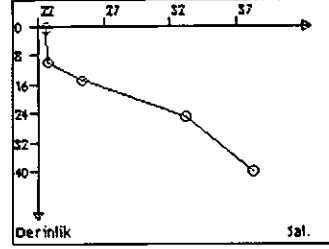
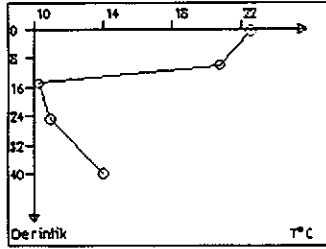
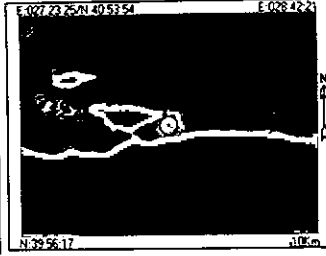
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 9/07/2006	Seri No: Iartuz-24	Arz: N40°:23':12"	Tul: E027°:56':10"						
Saat: 10:48	İstasyon No: 25	Proje: VAKIF	Derinlik: 32 m						
Sec-Disc: 2.2 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 26 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	23.1	22.7	12.56	14.66	35.94	1516.31	5.2	3.64	8.36
10	21.6	22.8	12.61	15.12	32.54	1512.54	5.4	3.78	8.22
15	9.9	25.5	14.11	19.6	28.6	1478.16	4.9	3.43	8.19
25	11.2	30	16.6	22.87	33.13	1488.46	1.2	0.84	8.11
30	13.8	37.4	20.7	28.1	45.46	1506.14	0.9	0.63	8.08

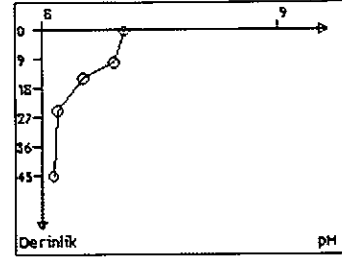
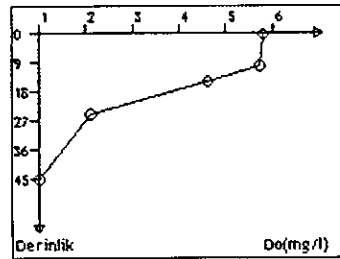
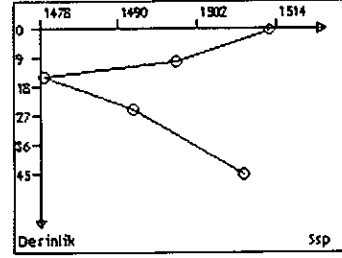
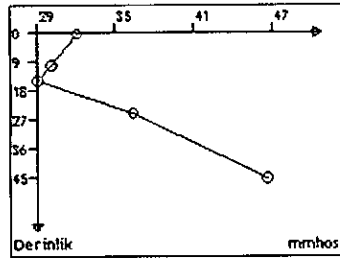
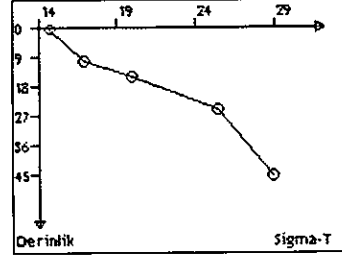
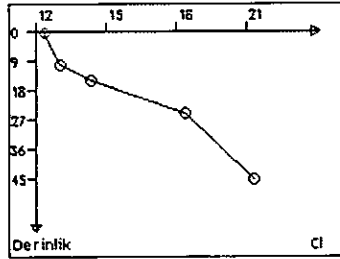
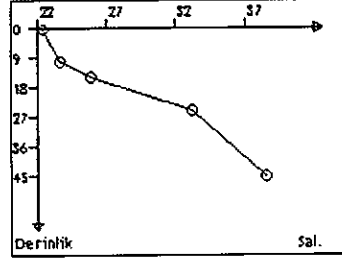
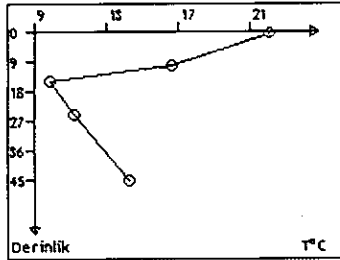
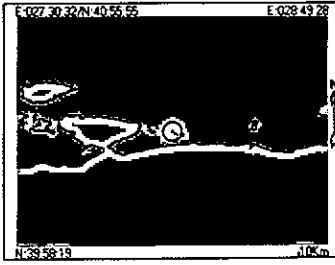


MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 9/07/2006	Seri No: Iartuz-22	Arz: N40°:25':06"	Tut: E028°:02':54"						
Saat: 09:12	Istasyon No: 26	Proje: VAKIF	Derinlik: 45 m						
Sec-Disc: 1.7 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 26 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	22.5	22.7	12.56	14.82	32.42	1514.72	6.4	4.48	8.36
10	20.7	22.8	12.61	15.35	32.54	1510.03	5.8	4.06	8.22
15	10.3	25.4	14.06	19.47	28.51	1479.52	4.6	3.22	8.15
25	11	33.2	18.38	25.4	36.32	1491.6	2.9	2.03	8.11
40	14	38.3	21.2	28.75	46.41	1508.01	1.1	0.77	8.07

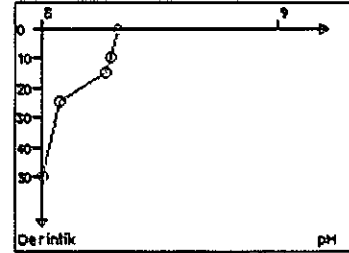
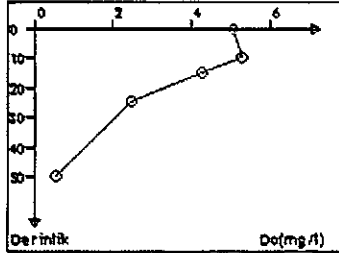
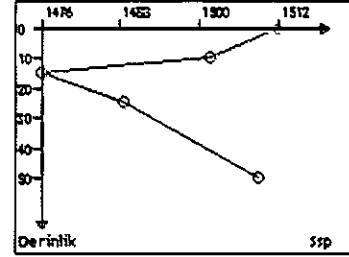
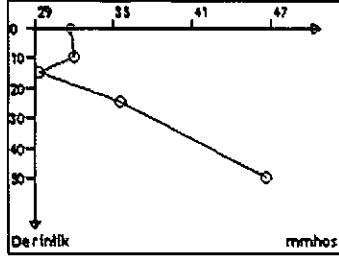
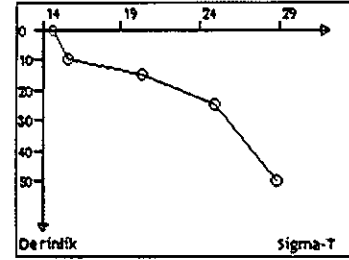
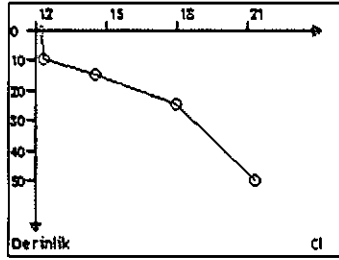
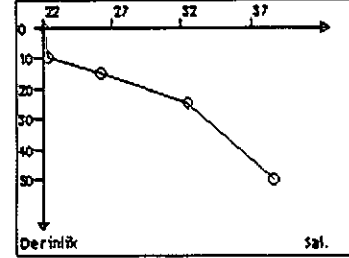
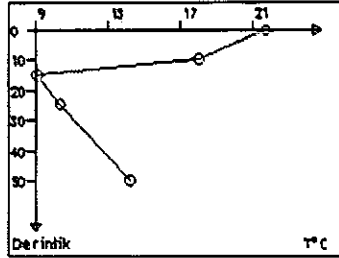
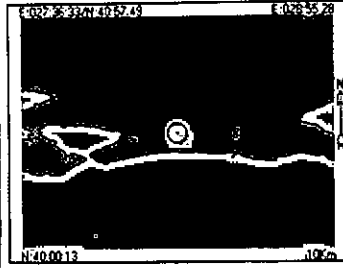


Tarih: 9/07/2006	Seri No: Iartuz-21	Arz: N40°:27':07"	Tul: E028°:10':00"						
Saat: 07:36	Istasyon No: 27	Proje: VAKIF	Derinlik: 48 m						
Sec-Disc: 2 m	Renk-Kodu: 4	Hava Sic.: 23 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	22	22.4	12.39	14.72	32.02	1513.04	5.8	4.06	8.35
10	16.6	23.6	13.06	16.92	30.07	1498.72	5.7	3.99	8.31
15	9.9	25.9	14.33	19.91	29	1478.65	4.6	3.22	8.18
25	11.2	33.2	18.38	25.36	36.32	1492.31	2.1	1.47	8.07
45	14.2	38.5	21.31	28.86	46.62	1508.97	1	0.7	8.05



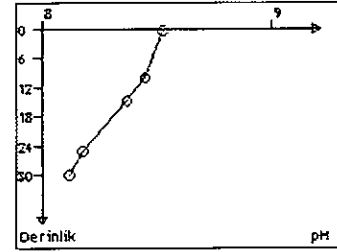
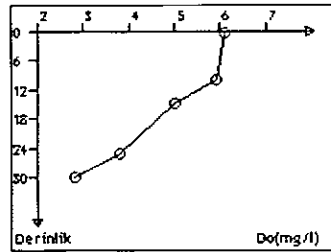
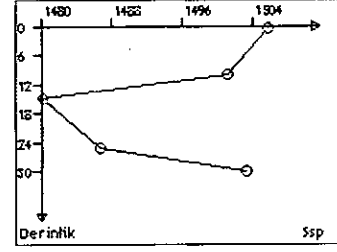
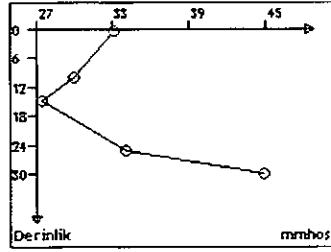
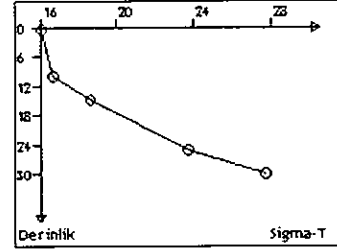
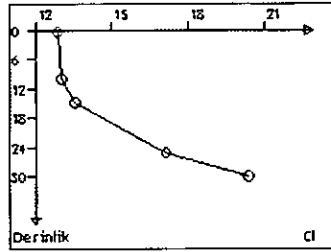
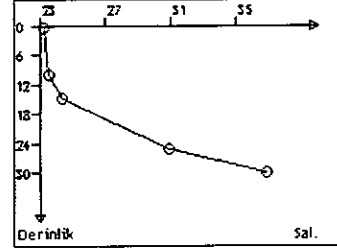
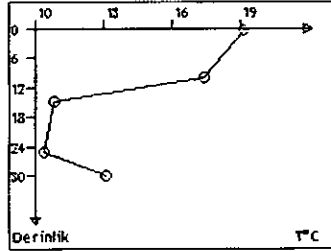
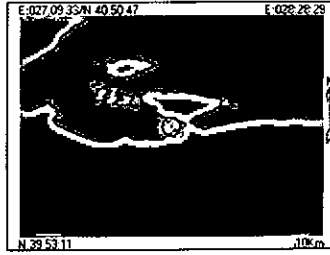
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 9/07/2006	Seri No: Iartuz-13	Arz: N40°:29':01"	Tut: E028°:16':01"						
Saat: 06:45	Istasyon No: 28	Proje: VAKIF	Derinlik: 53 m						
Sec-Disc: 1.8 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 25 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	21.7	22.2	12.28	14.65	31.77	1511.99	5.1	3.57	8.33
10	18	22.4	12.39	15.69	32.02	1501.68	5.3	3.71	8.3
15	9.1	26.3	14.55	20.33	29.41	1476.15	4.3	3.01	8.28
25	10.4	32.5	17.99	24.96	35.63	1488.63	2.5	1.75	8.08
50	14.2	38.6	21.37	28.94	46.73	1509.17	0.6	0.42	8.01



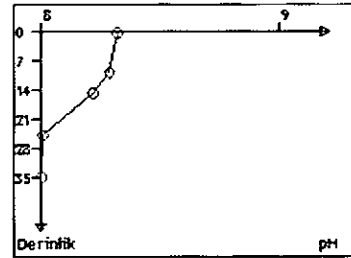
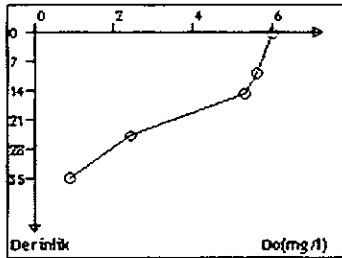
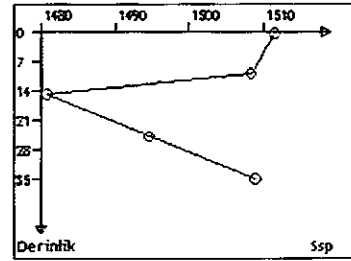
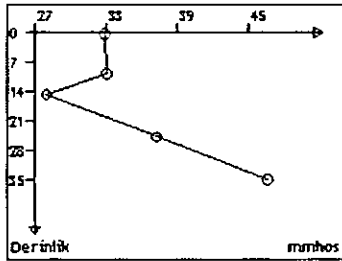
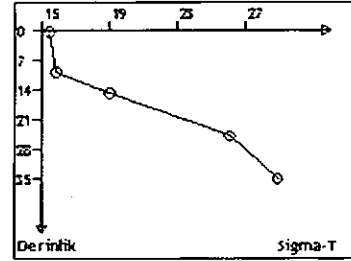
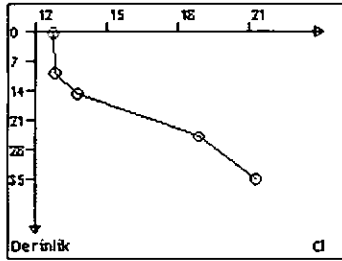
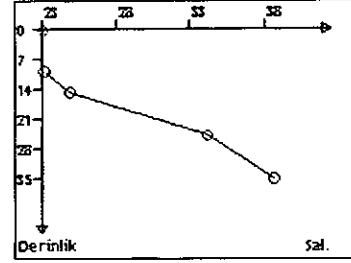
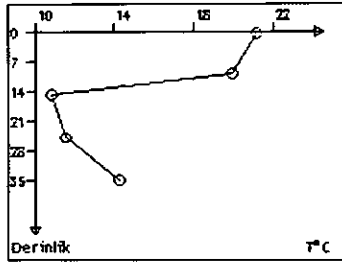
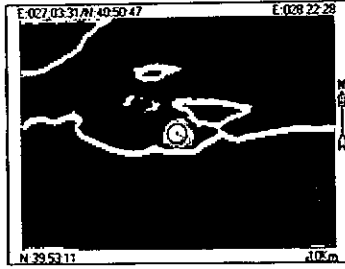
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 20/07/2006	Seri No: Iartuz-32	Arz: N40°:22':00"	Tul: E027°:49':01"						
Saat: 11:13	Istasyon No: 29	Proje: VAKIF	Derinlik: 34 m						
Sec-Disc: 3.2 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 30 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	19.1	23.2	12.84	16.06	33.07	1505.71	6.1	4.27	8.53
10	17.4	23.5	13.00	16.67	29.94	1501.09	5.9	4.13	8.45
15	10.8	24.4	13.50	18.61	27.47	1480.14	5	3.5	8.37
25	10.4	30.9	17.10	23.71	34.03	1486.69	3.8	2.66	8.18
30	13.1	36.8	20.37	27.78	44.83	1503.14	2.8	1.96	8.12



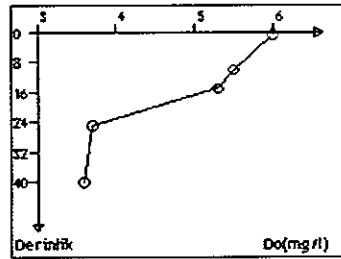
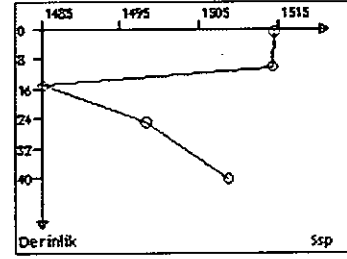
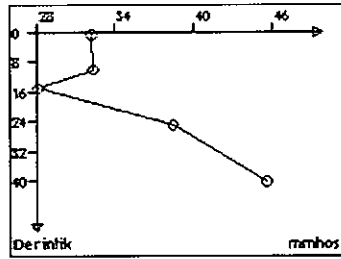
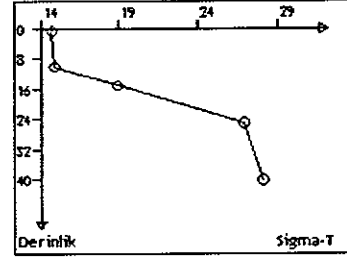
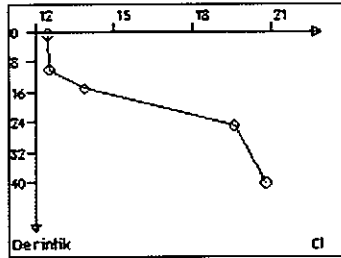
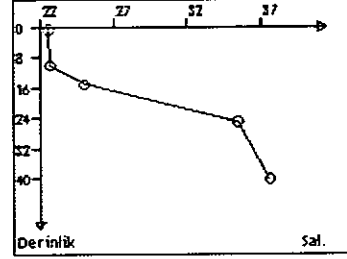
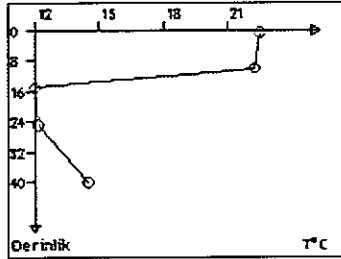
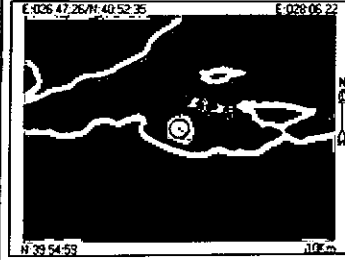
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 20/07/2006	Seri No: Iartuz-33	Arz: N40°:22':00"	Tul: E027°:43':00"						
Saat: 14:26	Istasyon No: 30	Proje: VAKIF	Derinlik: 38 m						
Sec-Disc: 3.4 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 32 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	21.1	23.1	12.78	15.48	32.93	1511.32	6.0	4.2	8.32
10	19.9	23.2	12.84	15.86	33.07	1508.19	5.6	3.92	8.29
15	10.8	24.9	13.78	19.00	27.99	1480.74	5.3	3.71	8.22
25	11.5	34.1	18.88	26.01	37.2	1494.43	2.4	1.68	8.01
35	14.2	38.5	21.31	28.86	46.62	1508.8	0.9	0.63	8.00



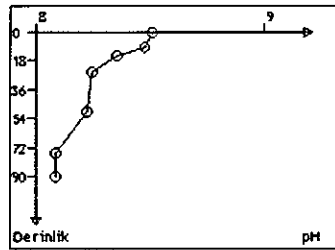
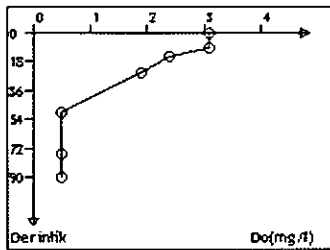
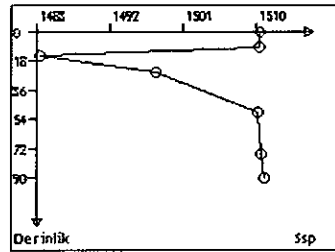
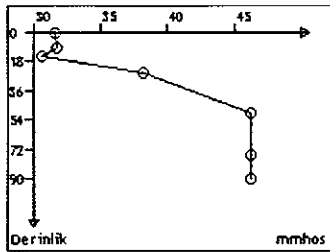
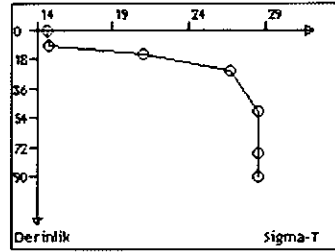
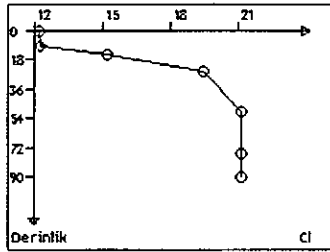
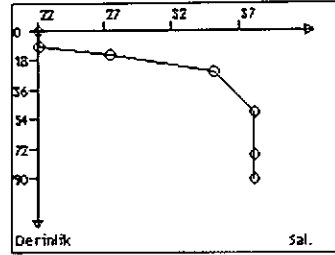
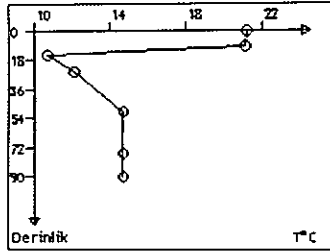
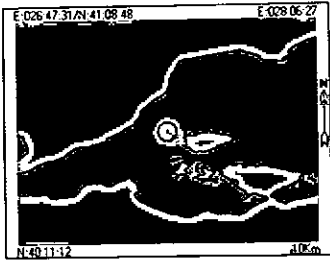
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 15/07/2006	Seri No: Iartuz-31	Arz: N40°:23':48"	Tut: E027°:26':54"						
Saat: 17:45	İstasyon No: 32	Proje: VAKIF	Derinlik: 41 m						
Sec-Disc: 3.4 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 26 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	22.5	22.6	12.5	14.74	32.28	1514.61	6	4.2	
10	22.3	22.7	12.56	14.87	32.42	1514.34	5.5	3.85	
15	12	25.1	13.89	18.96	28.19	1485.26	5.3	3.71	
25	12.2	35.4	19.6	26.89	38.47	1498.39	3.7	2.59	
40	14.5	37.6	20.81	28.1	45.67	1508.78	3.6	2.52	



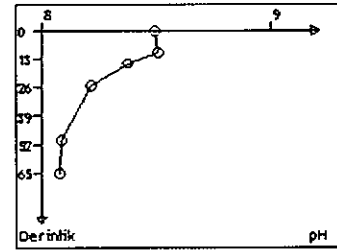
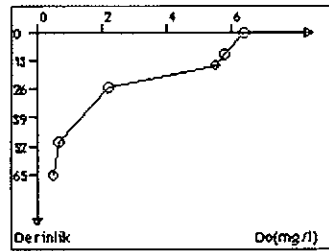
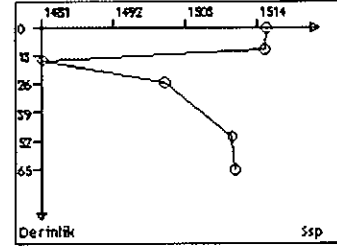
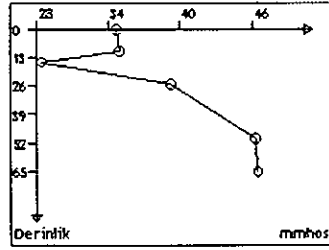
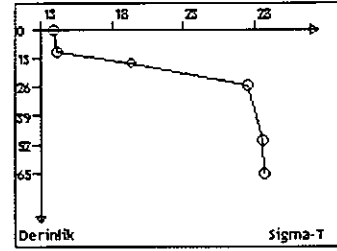
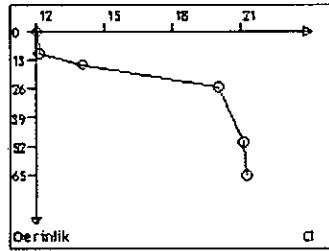
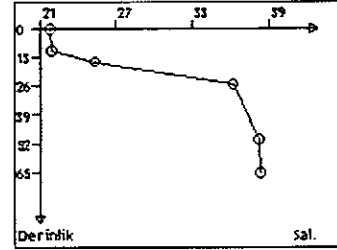
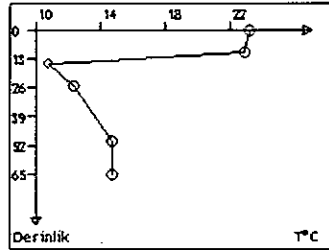
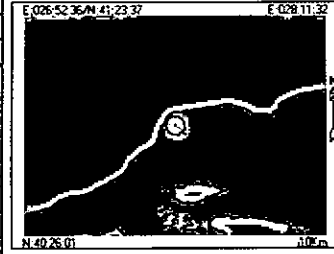
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 15/07/2006		Seri No: Iartuz-29		Arz: N40°:40':00"		Tul: E027°:27':00"			
Saat: 11:42		İstasyon No: 33		Proje: VAKIF		Derinlik: 122 m			
Sec-Disc: 1.4 m		Renk Kodu: 4		Hava Sic.: 26 T°C					
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	21.2	22.1	12.23	14.71	31.65	1510.5	3.1	2.17	8.51
10	21.1	22.2	12.28	14.8	31.77	1510.49	3.1	2.17	8.48
15	10.7	27.5	15.22	21.03	30.63	1483.5	2.4	1.68	8.36
25	12.1	35.2	19.48	26.74	38.26	1497.81	1.9	1.33	8.25
50	14.7	38.2	21.15	28.53	46.31	1510.28	0.5	0.35	8.23
75	14.7	38.2	21.15	28.53	46.31	1510.7	0.5	0.35	8.09
90	14.7	38.2	21.15	28.53	46.31	1510.95	0.5	0.35	8.09



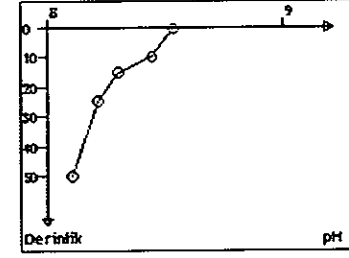
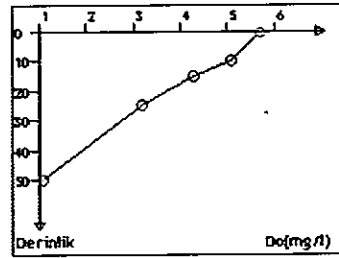
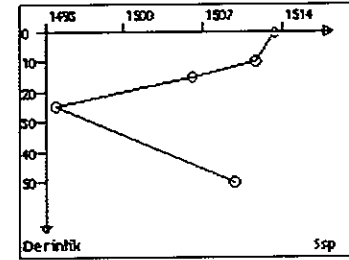
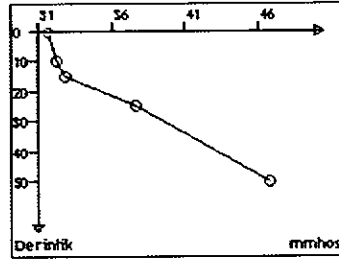
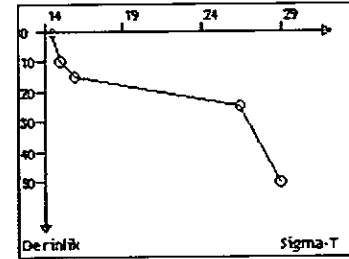
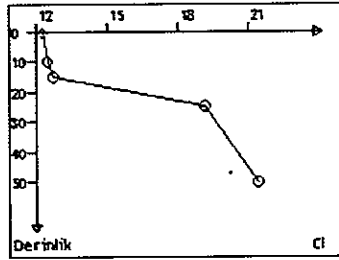
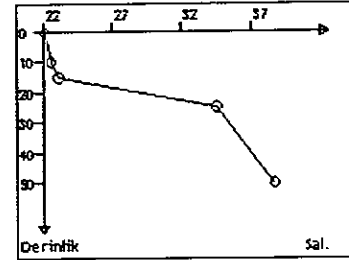
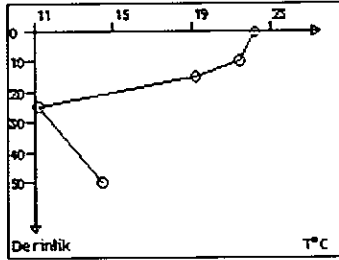
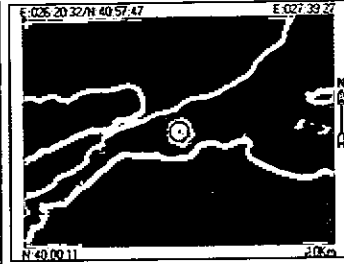
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 15/07/2006	Seri No: Iartuz-28	Arz: N40°:54':50"	Tul: E027°:32':05"						
Saat: 07:35	Istasyon No: 34	Proje: VAKIF	Derinlik: 68 m						
Sec-Disc: 2.2 m	Renk Kodu: 4	Hava Sıc.: 25 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	23.2	21.8	12.06	13.95	34.64	1515.6	6.4	4.48	8.5
10	22.9	22	12.17	14.18	34.93	1515.18	5.8	4.06	8.51
15	10.8	25.4	14.06	19.39	28.51	1481.34	5.5	3.85	8.38
25	12.4	36.2	20.04	27.46	39.24	1500.02	2.2	1.54	8.22
50	14.7	38.2	21.15	28.53	46.31	1510.28	0.7	0.49	8.09
65	14.7	38.4	21.26	28.68	46.52	1510.77	0.5	0.35	8.08



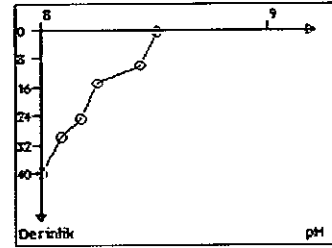
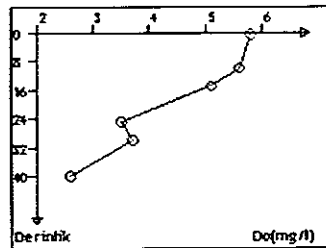
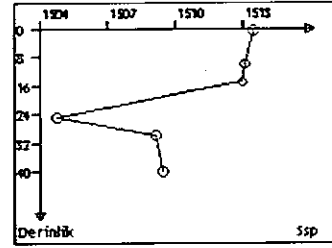
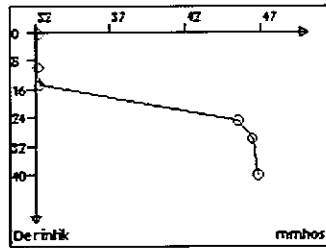
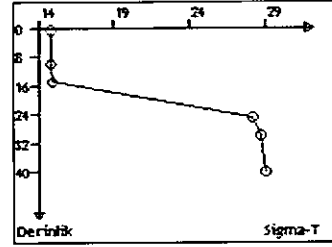
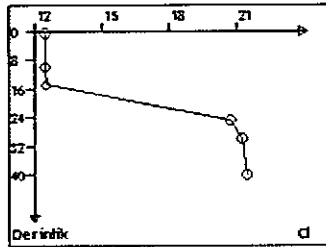
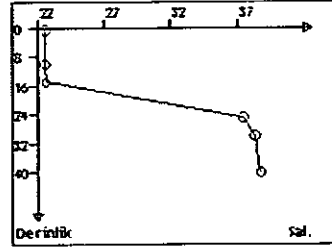
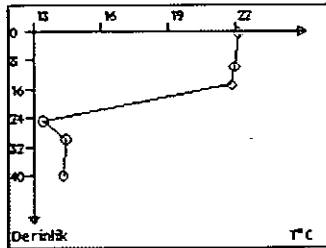
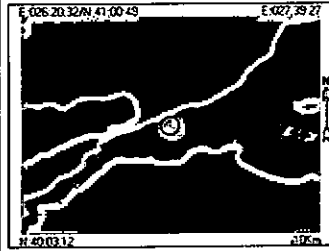
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 8/08/2006	Seri No: Iartuz-41	Arz: N40°:29':00"	Tul: E027°:00':00"						
Saat: 12:52	İstasyon No: 35	Proje: VAKIF	Derinlik: 55 m						
Sec-Disc: 2.2 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 30 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	22.2	22.2	12.28	14.52	31.77	1513.36	5.7	3.99	8.54
10	21.4	22.6	12.5	15.02	32.28	1511.76	5.1	3.57	8.45
15	19.2	23.1	12.78	15.95	32.93	1506.13	4.3	3.01	8.31
25	11.2	34.6	19.15	26.44	37.68	1493.99	3.2	2.24	8.22
50	14.4	38.7	21.42	28.97	46.82	1509.92	1.1	0.77	8.11



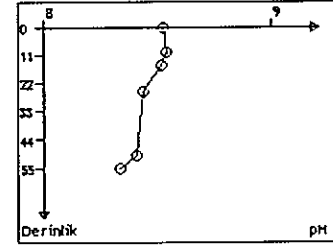
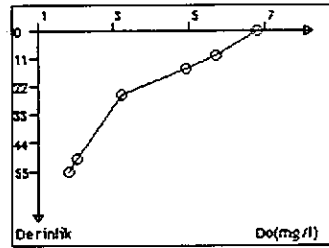
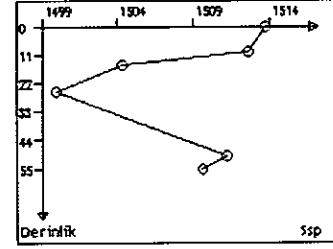
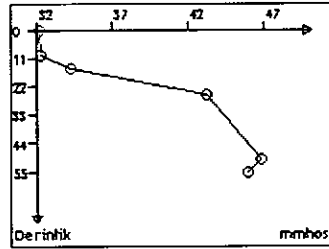
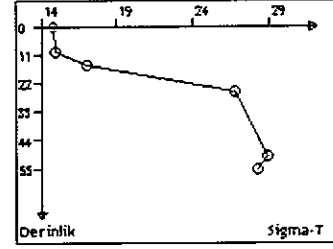
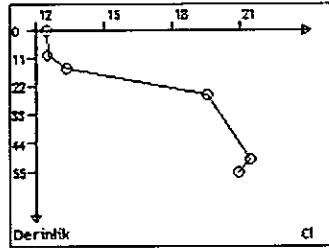
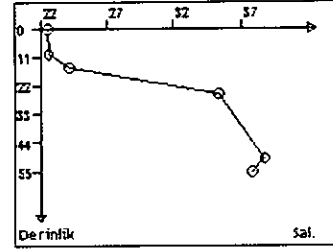
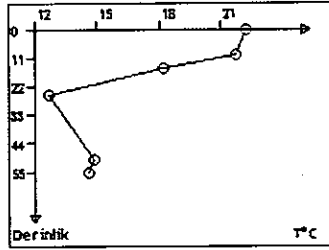
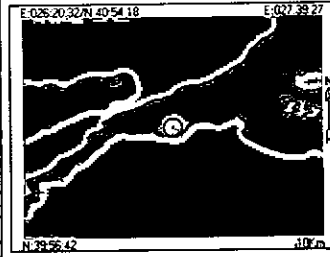
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 8/08/2006	Seri No: Iartuz-40	Arz: N40°:32':00"	Tul: E027°:00':00"						
Saat: 10:23	İstasyon No: 36	Proje: VAKIF	Derinlik: 46 m						
Sec-Disc: 2.4 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 28 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	22.1	22.5	12.45	14.77	32.16	1513.42	5.8	4.06	8.51
10	21.9	22.5	12.45	14.83	32.16	1513.03	5.6	3.92	8.44
15	21.8	22.6	12.5	14.92	32.28	1512.95	5.1	3.57	8.25
25	13.4	37.4	20.7	28.18	45.46	1504.76	3.5	2.45	8.18
30	14.4	38.3	21.2	28.66	46.41	1509.12	3.7	2.59	8.09
40	14.3	38.7	21.42	28.99	46.82	1509.44	2.6	1.82	8



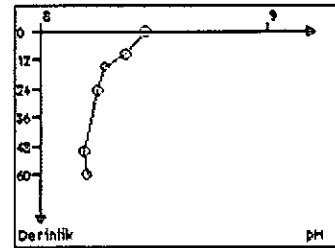
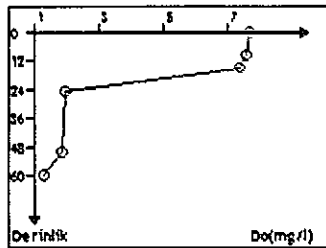
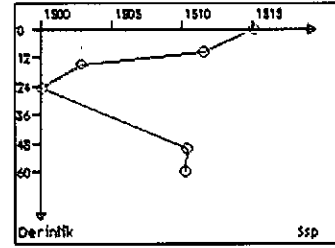
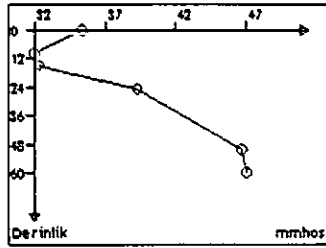
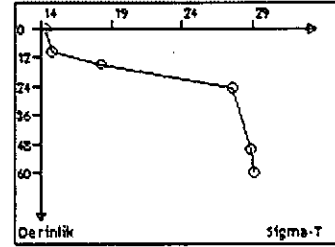
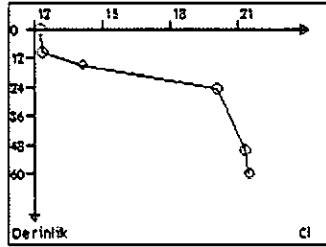
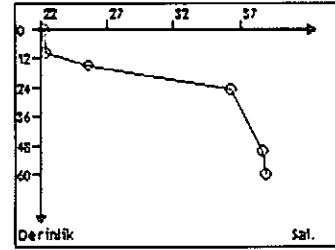
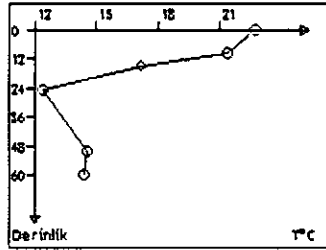
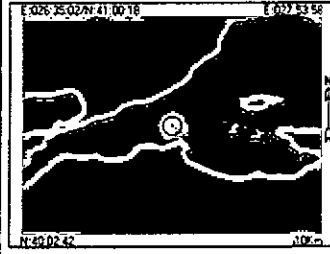
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 8/08/2006		Seri No: Iartuz-42		Arz: N40°:25':30"		Tul: E027°:00':00"			
Saat: 16:34		İstasyon No: 37		Proje: VAKIF		Derinlik: 59 m			
Sec-Disc: 2.4 m		Renk Kodu: 4		Hava Sic.: 31 T°C		Hava Bas.: mBar			
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	22.2	22.5	12.45	14.75	32.16	1513.69	6.8	4.77	8.53
10	21.7	22.6	12.5	14.95	32.28	1512.59	5.7	3.99	8.54
15	18.2	24.1	13.34	16.95	34.24	1504.28	4.9	3.43	8.52
25	12.7	35.3	19.54	26.7	43.22	1499.95	3.2	2.24	8.44
50	14.8	38.7	21.42	28.88	46.82	1511.18	2	1.4	8.41
55	14.6	37.8	20.93	28.24	45.9	1509.58	1.8	1.26	8.34



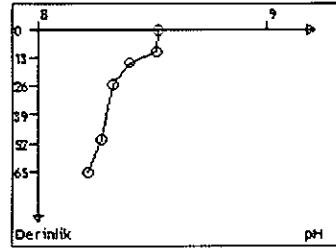
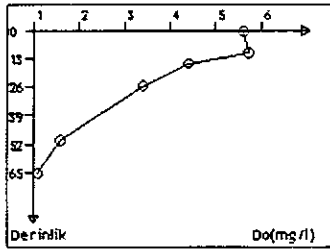
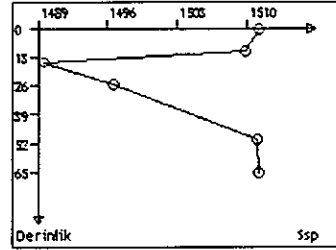
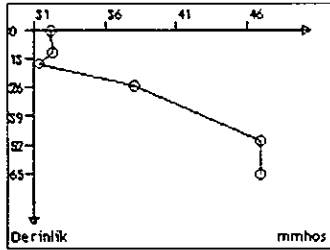
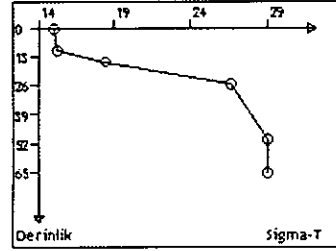
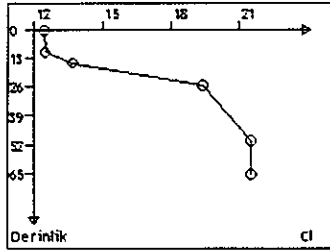
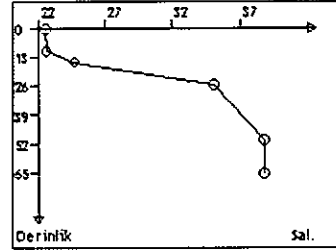
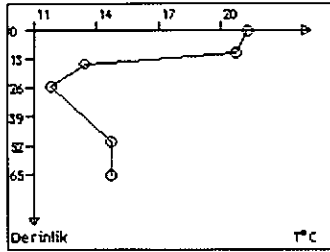
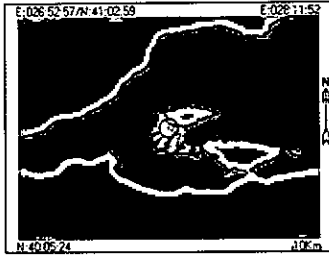
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 4/08/2006	Seri No: Iartuz-39	Arz: N40°:31':30"	Tul: E027°:14':30"						
Saat: 13:16	Istasyon No: 38	Proje: VAKIF	Derinlik: 66 m						
Sec-Disc: 2.4 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 29 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	22.8	22.3	12.34	14.44	35.37	1515.08	7.7	5.4	8.47
10	21.4	22.4	12.39	14.88	32.02	1511.54	7.6	5.33	8.38
15	17.2	25.6	14.17	18.32	32.38	1502.94	7.4	5.19	8.29
25	12.4	36.3	20.09	27.53	39.32	1500.14	2	1.4	8.26
50	14.6	38.6	21.37	28.86	46.73	1510.44	1.9	1.33	8.2
60	14.4	38.9	21.53	29.12	47.03	1510.32	1.3	0.91	8.21



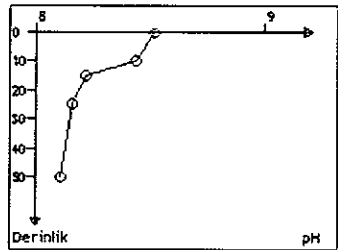
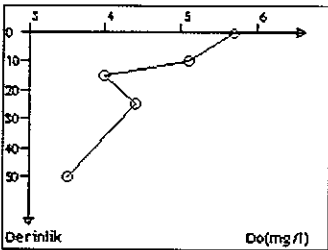
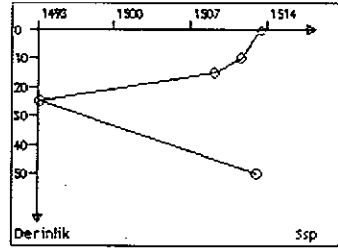
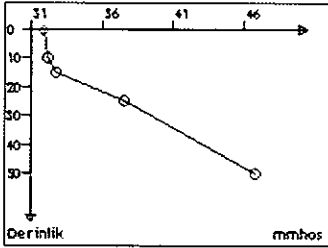
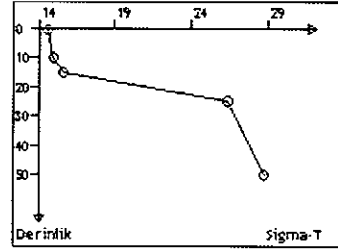
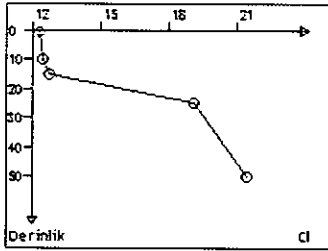
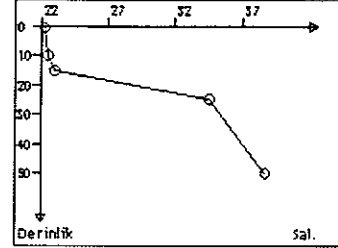
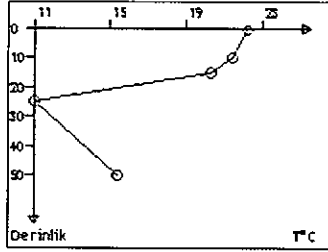
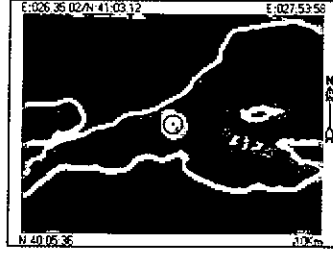
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 15/07/2006		Seri No: Iartuz-30		Arz: N40°:34':12"		Tuf: E027°:32':25"			
Saat: 13:12		İstasyon No: 39		Proje: VAKIF		Derinlik: 71 m			
Sec-Disç: 2.8 m		Renk Kodu: 4		Hava Sic.: 28 T°C		Hava Bas.: mBar			
Der	T °C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	21.3	22.5	12.45	14.98	32.16	1511.22	5.6	3.92	8.53
10	20.7	22.6	12.5	15.2	32.28	1509.81	5.7	3.99	8.52
15	13.4	24.7	13.67	18.4	31.34	1489.62	4.4	3.08	8.4
25	11.8	35	19.37	26.64	38.07	1496.55	3.4	2.38	8.33
50	14.7	38.8	21.48	28.99	46.94	1510.99	1.6	1.12	8.28
65	14.7	38.8	21.48	28.99	46.94	1511.24	1.1	0.77	8.22



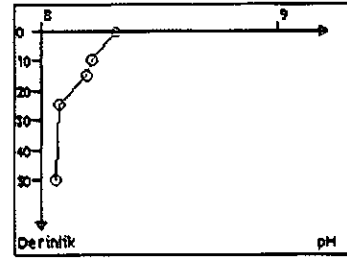
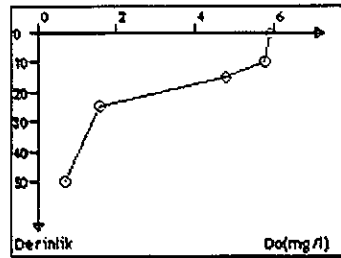
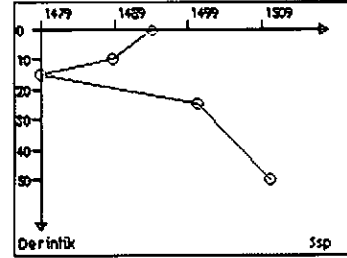
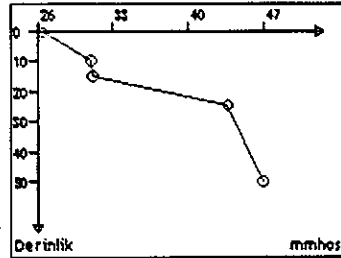
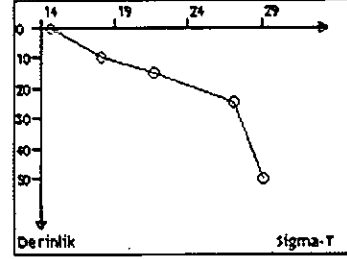
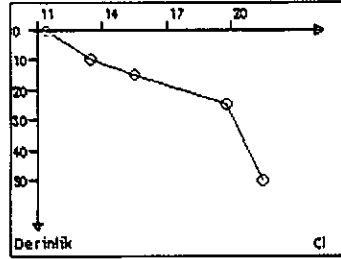
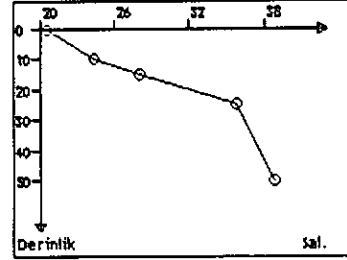
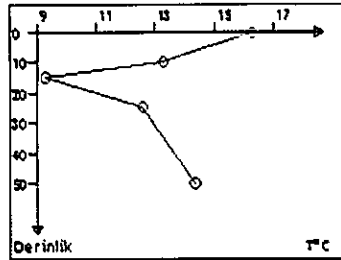
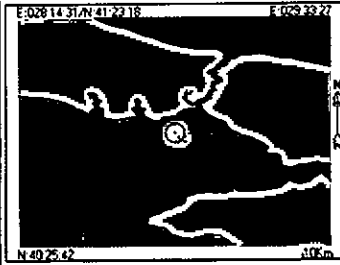
MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 4/08/2006		Seri No: Iartuz-38		Arz: N40°:34':25"		Tut: E027°:14':30"			
Saat: 09:33		İstasyon No: 40		Proje: VAKIF		Derinlik: 54 m			
Sec-Disc: 2.3 m		Renk Kodu: 4		Hava Sic.: 27 T°C		Hava Bas.: mBar			
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	22.2	22.3	12.34	14.6	31.91	1513.47	5.7	3.99	8.52
10	21.4	22.5	12.45	14.96	32.16	1511.65	5.1	3.57	8.44
15	20.3	23	12.73	15.62	32.82	1509.2	4	2.8	8.22
25	11	34.5	19.1	26.41	37.59	1493.17	4.4	3.08	8.16
50	15.4	38.7	21.42	28.74	46.82	1513.05	3.5	2.45	8.11

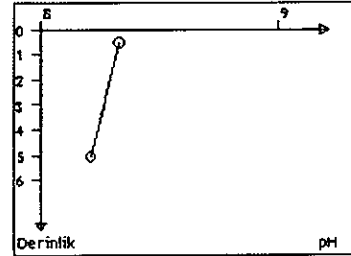
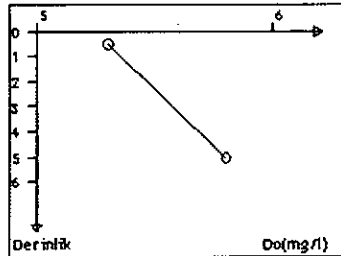
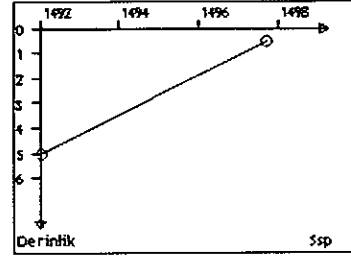
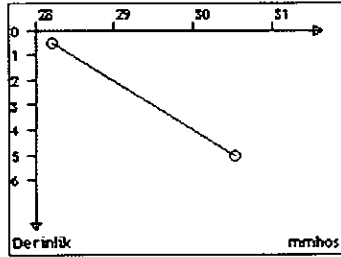
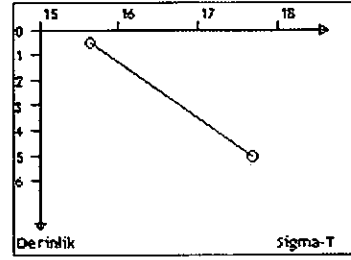
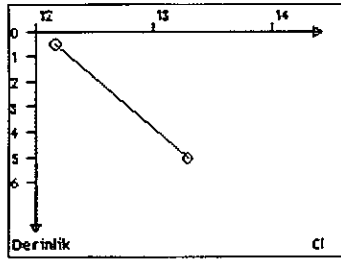
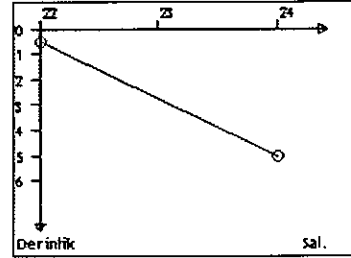
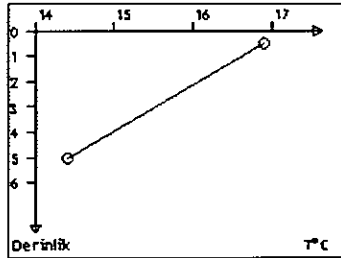
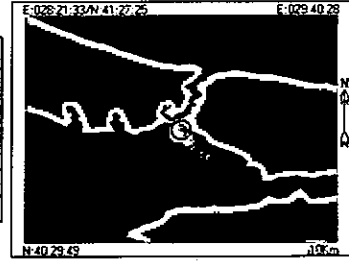


MARMARA DENİZİ ARAŞTIRMALARI 2006 YAZ ÇALIŞMASI

Tarih: 7/07/2006	Seri No: Iartuz-16	Arz: N40°:54':31"	Tut: E028°:54':00"						
Saat: 12:03	Istasyon No: 44	Proje: VAKIF	Derinlik: 56 m						
Sec-Disc: 3.4 m	Renk Kodu: 4	Hava Sic.: 26 T°C	Hava Bas.: mBar						
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	16.3	20.6	11.4	14.7	26.57	1494.18	5.9	4.13	8.32
10	13.3	24.4	13.5	18.18	30.98	1488.85	5.8	4.06	8.22
15	9.3	28.1	15.55	21.71	31.23	1479.1	4.8	3.36	8.2
25	12.6	35.8	19.82	27.11	43.76	1500.21	1.6	1.12	8.08
50	14.4	38.9	21.53	29.12	47.03	1510.16	0.7	0.49	8.07



Tarih: 8/07/2006		Seri No: Iartuz-12		Arz: N40°:58':38"		Tul: E029°:01':01"			
Saat: 07:11		İstasyon No: 45		Proje: VAKIF		Derinlik: 9 m			
Sec-Disc: 3.5 m		Renk Kodu: 3		Hava Sic.: 23 T°C		Hava Bas.: mBar			
Der	T°C	Sal	Cl	SIGMA-T	mmhos	S.Sp	DO mg/l	DO ml/l	pH
0.5	16.9	22	12.17	15.63	28.2	1497.68	5.3	3.71	8.33
5	14.4	24	13.28	17.67	30.53	1492	5.8	4.06	8.21



2.4.2. Su Kalitesi ile İlgili Ön Bilgiler

Varılan sonuçlara göre, neredeyse tüm Marmara Denizi'ni çevreleyen yerleşim merkezlerinden arıtılmaksızın "*derin deniz deşarjı*" adı altında kıyından belirli bir uzaklıkta, belirli bir derinliğe deşarj edilen atık sular, Tüm Marmara Denizi'nde suda çözünmüş oksijen dağılımında ciddi değişimler oluşturmuştur.

Mevsim şartlarına göre, yüzey sularında 8 mg/l dolayında olması gereken DO miktarı, 4 mg/l ye kadar düşmüş yani denizel canlıların yaşaması, üreme, beslenme gibi faaliyetlerini sürdürmelerini geniş çapta engelleyecek düzeye inmiştir. Arıtmaksızın yapılan bu deşarjların yoğunluk kazandığı noktaların dışında DO miktarlarının genellikle 5 mg/l dolayında oluşu, bu durumun "*derin deniz deşarjı*" adı altında yapılan uygulama ile olan kesin ilişkisini ortaya koymaktadır.

Bölgede yüzeyden dibe inildikçe bu durum daha kötüleşmiştir. Araştırmanın yapıldığı tüm alanda canlıların rahatlıkla fizyolojik faaliyetlerini sürdürebildikleri ortalama derinlik kalınlığı 10 m. dolayındadır. Daha önceki dönemlerde deşarjların yoğunlaştığı bölgelerdeki (50 m.) derinliklerdeki DO miktarı 2 mg/l ve daha fazla bulunmuşken, bu araştırma sürecinde 1 mg/l dolayına kadar düştüğü gözlenmiştir. DO'nun yanı sıra pH'da da önemli düşüşler söz konusudur. Yani bu bölgelerde deniz suyunun asitleşmesi de söz konusudur. Hemen deşarj noktalarında yapılan pH ölçümlerinde 40 ve 50m derinliklerde 6.9 pH derecesine rastlanmıştır. Halbuki bu bölgenin normal pH derecesi 7.9-8.1 arasında değişmektedir (Artüz İ. 1988). Nitekim deşarj noktalarından uzaklaştıkça pH'ın hala normal değerlerini koruduğu gözlenmiştir.

Bu ilk değerlendirmeler ile, Marmara Denizi'ne basit bir eleme işleminden başka her hangi bir arıtma yapılmaksızın olduğu gibi bırakılan atıkların Marmara ekosisteminde yarattığı bozukluğun gelecekteki boyutlarını kestirmek olasıdır.

Marmara Denizi 1960'lardan beri, gerek endüstriyel gerekse evsel atıklarla kirlenmiştir. Bunun sonucunda suda çözünmüş oksijen (DO) miktarlarında seneden seneye azalmalar gözlenmiştir. Ancak Karadeniz'den gelen ve nispeten temiz olan sular ve bölgedeki normal su hareketleri ile atmosferik oksijenle iyice karışan 0-10 m. arasındaki oksijen azalması hissedilir boyutlarda olmamıştır.

Buna karşın derinlere gidildikçe oksijendeki azalma ciddi boyutlarda kendisini göstermiştir. 1965'lerde 50 m. derinlikte 5 mg/l dolayında olan DO, 1988'de 1.95 e kadar, 2000 yılında 1.12 ye kadar ve 2006 yılında da 0.98 e kadar düşmüştür.

2.4.3. Tür Çeşitliliği ile İlgili Ön Bilgiler

Bu dönemde, Marmara Denizi'nde oksijen azalması şeklinde kendini gösteren ekolojik bozulmaya paralel olarak balık türlerinde de sayısal bir gerileme gözlenmiştir. 1960'lı yıllarda Marmara genelinde bol miktarda avlanan türlerden pek çoğu bozulan ortam şartlarının etkisi ile yıldan yıla kaybolmuştur.

Ekonomik değere sahip bazı balık türlerinde de gözlendiği gibi, Marmara ekosisteminin bileşkeleri olan pek çok canlının hemen hemen tümü ile yok olması, bu türlere bağlı hızlı bir üretim azalması söz konusudur. 1975'lere kadar Marmara Denizi su ürünleri endüstrisinde önemli rol oynayan balık türlerinin sayısı 127 kadarken, halen bu sayı 4-5 e kadar düşmüş, 2005 de Marmara Denizi su ürünleri (balık) üretiminde yalnızca istavrit %83'in üzerinde bir paya ulaşmıştır. Marmara'nın tüm Türkiye su ürünleri üretimindeki katkısı da, %22'lerden %5'lere kadar düşmüştür. Buna karşılık ortamdaki bozuşmaya direnç gösterebilen bir kaç tür kütleli artış göstermiş, böylece toplam su ürünleri üretiminde belirgin bir azalma olmamış gibi gözükmektedir.

Bu çerçevede direnç gösterebilen başlıca türler; istavrit. (*Trachurus sp*), lüfer (*Pomatomus saltatrix*), kolyoz (*Scomber japonicus*) ve kefal (*Mugil sp.*) ile, dip balıklarından mezzgit (*Gadus merlangus*), hemen hemen tümü ile kaybolan başlıca türler ise, uskumru (*Scomber scombrus*), kılıç (*Xiphias gladius*), gümüş balığı (*Atherina sp.*), dülger balığı (*Zeus faber*), isTrangilos balığı (*Spicara smaris*), akya (*Lichia amia*), hani (*Serranus cabrilla*) ve yazılı hani balığı (*Serranus sciba*), kalkan (*Bothus maximus*), pisi (*Platichthys flesus*), dil (*Solea sp.*) vb. balıklar olmuştur.

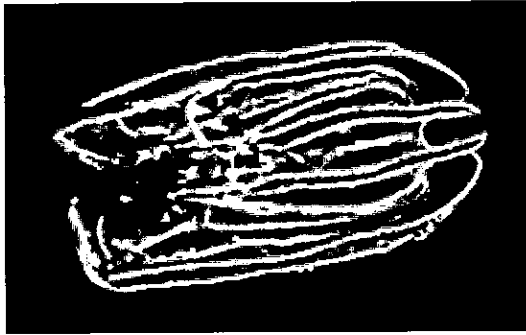
Bölgede yapılan planktolojik çalışmaların ön değerlendirmesine göre, başta balıklar olmak üzere su ürünlerinin başlıca besinini oluşturan fito- ve zoo-plankton türlerini sayısı son derece azalmıştır.

Özellikle zoo-plankton ile beslenen pelajik balık türlerinin ana besinini oluşturan Saggita'lar neredeyse tümü ile kaybolmuş, bunu yerini asitik ortamda gelişen yakamoz (*Noctiluca miliaris*) türü planktonlar almıştır. Bu türün artışı

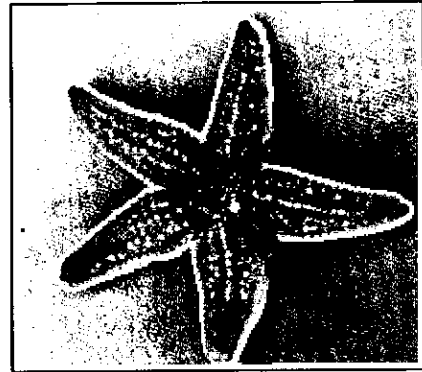
ve asit salgılaması nedeni ile, Marmara'da kritik durumda olan pH derecesini daha da aşağı düzeye indirebilecektir. Marmara Denizi'nde bol miktarda bulunması gereken ve pelajik balıkların başlıca besinini oluşturan Kopepod'ların miktarında da çok belirgin bir azalma söz konusudur.

Bu bulguların yanı sıra, tür çeşitliliğinin azalması ve mevcut türlerin fert adetlerindeki artışın yanı sıra, Marmara Denizi istilacı türler için bir cennet haline gelmiştir.

Geçmiş yıllarda denizlerimizde boy gösteren deniz salyangozu (*Rapana thomasi*), yakamoz (*Noctiluca miliaris*) gerekse çan denizanası (*Mnemiopsis leidyi*) gibi sularımıza yabancı türlere, *Mya arenaria*, *Balanus improvisus*, *Asterias amurensis* gibi canlılar eklenmiştir.



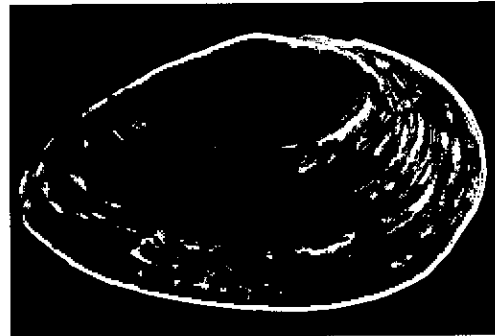
Mnemiopsis leidyi



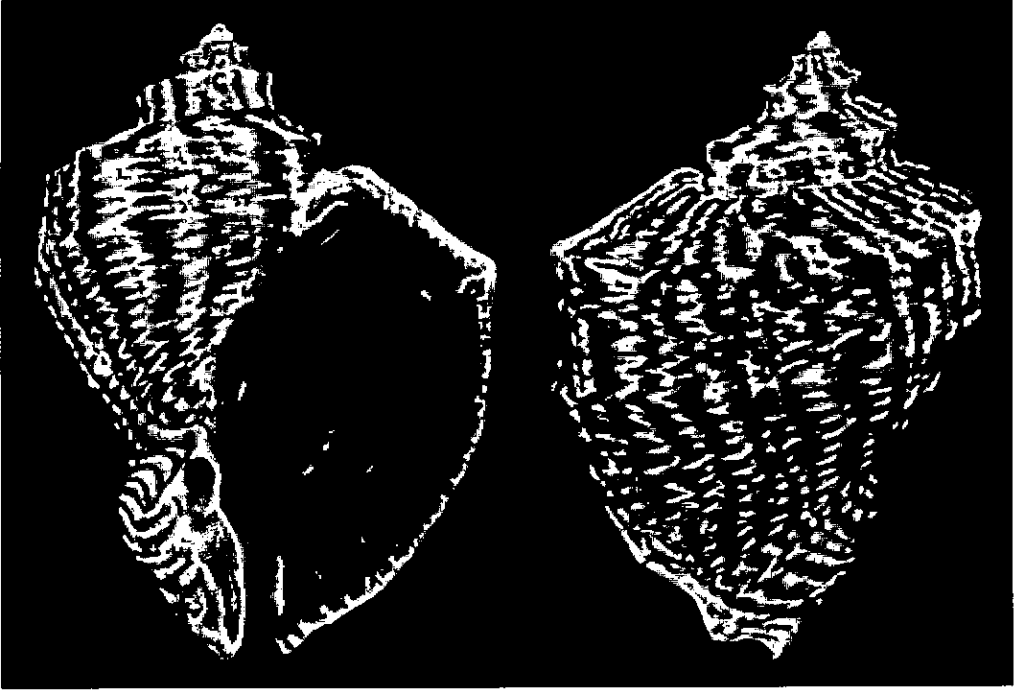
Asterias amurensis



Balanus improvisus



Mya arenaria



Rapana thomasi

2.5. Sonuç

Bugüne kadar yapılan değerlendirmeler genellikle 1917-1921 yıllarında A. Merz ve 1928'de Möller, L. adlı araştırmacılar tarafından ortaya atılan ve Boğaziçi'ndeki alt akıntının koşulsuz olarak ve sürekli Karadeniz'e ulaştığı varsayımı ile Boğaziçi ve Marmara deniz sularının BOD ve COD'ye dayalı özümleme kapasitesi konusunda DAMOC (1971) konsorsiyumu tarafından hazırlanan Master Planı ve Camp. TEK. SER tarafından yapılan irdeleme verilerine dayanmaktadır.

Gerçekte Marmara ve Boğazın oşinografik çalışmaları ilk defa 1681 yılında Marsili tarafından yapılmış ve takiben 1870, 1983 arasında birçok araştırmacılar çalışmışlar, özellikle 1952-1956 yıllarında Ulyott, P. ve Pektaş, H. ilginç araştırmalar yapmış ve yayınlamıştır. 1962 yılında Artüz İ. Marmara'da türlü tabakalarda yıllık sıcaklık değerlerini göstermiş ve son olarak 1980 yılında K. Çeçen ve çalışma arkadaşları, 1982'de Beyazıt, m. ve Süner İstanbul Boğazı'nın Hidrografik ve oşinografik etüdünü, 1987-1993 seneleri arasında Artüz İ., İ.T.Ü. Gemi İnşaat ve Denizbilimleri Fakültesi ve İ.Ü. Çevre Bilimleri Fakültesi ile birlikte, Artüz L. Yine İ.T.Ü. Gemi İnşaat ve Denizbilimleri Fakültesi ve devamında birçok kurum ve kuruluşun katkıları ile 1993-2006 seneleri arasındaki ölçüm sonuçlarını yayınlamışlardır. Bu yayımlarda yer alan gözlemler, suda çözülmüş oksijen, BOD, COD yüklerinin DAMOC ve Camp-TEK. SER raporlarında verilenlerden çok farklı olduğunu göstermiştir.

Marmara Denizi kirlenme açısından limite ulaşmış kısıtlı su alış verişine sahip ve stres altında bir küçük iç denizdir. Atılacak her adımda çok dikkatli olunması gerekir. 1952 senesinde bu güne değin (2006) yapılmış olan araştırmaların yer aldığı ve bir bölümü bu kitapta yer alan veri tabanı incelendiğinde, eş noktalı olarak Marmara Denizi genelinde 52 hidrografik istasyonda gerçekleştirilmiş ölçüm ve analizler mevsimsel değerlerin ve zaman içindeki değişimin açıkça izlenebilmesini sağlamıştır.

Bu sonuçlardan Marmara'nın alıcı bir ortam olmadığı açıkça ortaya çıkmaktadır. Çünkü esas olarak alınan Camp-TEK-SER raporuna göre DO 5 mg/l altında olan bir su kütlesi alıcı ortam olamaz.

Bu raporda yer alan araştırma sonuçlarını eski araştırmalar ile karşılaştırılması sonucunda 5,5 mg/l DO içeren su tabakasının hızlı bir şekilde yükseldiği

ve halen de yükselmeye devam ettiği açık bir şekilde gözlenebilmektedir. İlgili bölümden de incelenebileceği gibi, DO miktarı lineer değil exponansiyel olarak azalmaktadır. Halen Marmara'nın hacmine göre çok ince bir tabakada sınır DO mevcuttur.

Marmara ve Boğazlarda üç ana tabakanın mevcut olduğu bilinmektedir;

1. Akdeniz'den gelen en alt tabaka ki, en derin yerden 75 m.'ye kadar olan ve %0,38 tuz içeren sıcaklığı 14,2°C olan ve Çanakkale'den Boğaziçi'nin Karadeniz ağızına kadar olan mesafeyi 2,5 ay sürede kat eden su tabakası.

2. 75 m. kütle üzerinde 8-10 m. kalınlığında karışım tabakası.

3. Bunun üstünde %0,16 ve %0,22 tuzluluğu olan, sıcaklığı mevsime göre 6-21 °C arasında değişen ve Karadeniz'den gelen su kütlesidir.

Her ne kadar üst ve alt tabaka sularının yoğunluk farkları neticesinde bir-biri ile karışması güç görünürse de, interface içinde :

- a. Akıntı hareketleri,
- b. Akıntının karşılaştığı topoğrafik yapılar,
- c. İç met-cezir olaylarının yarattığı ondülasyon hareketleri

ile alt tabaka üste kadar çıkabilmektedir.

Ayrıca gene topoğrafik ve meteorolojik nedenlerle iki akıntının (Upwelling) alt üst olması mümkündür.

Alt akıntı, Karadeniz ve Akdeniz arasındaki yoğunluk nedeniyle alttan Karadeniz'e hareket etmektedir. Boğaziçi Karadeniz çıkışında bir Karadeniz Boğaz eşiğinin varlığı ve 50 m.'lik bir yüksekliğinin mevcut oluşu dip suyunun Karadeniz'e geçmesi için bir topoğrafik engel yaratmaktadır. Böylece alt akıntının taşıdığı sular Karadeniz'den gelen akıntıya dik olarak yönelirler ve bir ivme kazanırlar ve bu üst akıntı, alt akıntının yaklaşık iki misli kadardır.

Meteorolojik şartların elverdiği ve üst akıntı hacminin daraldığı dönemlerde alt akıntının taşıdığı su kütlesinin Karadeniz'e ulaşması mümkündür. Yapılan gözlemlere göre Akdeniz suyunun ancak %20 dolayında Karadeniz'e geçtiği görülmektedir.

Sonuç olarak yaklaşık 11.352 km² 'lik bir alan kaplayan Marmara Denizi hidrografik yapısı açısından tipik Haliç özelliğine sahiptir. Karadeniz'den yüzey akıntıları ile gelen az tuzlu sular, Akdeniz'den Karadeniz'e doğru akan alt akıntının getirdiği yoğun ve çok tuzlu suların üzerinde yer alır ve Haliçlere has stabil bir yoğunluk tabakalaşmasına yol açar. Bu stabil tabakalaşma suyun düşey doğrultudaki karışımını ve bunun sonucunda da suyun kendi, kendini arıtmasının yanı sıra su canlılarının gelişmesini de sağlayan suda erimiş oksijeni derinliklere kadar taşınmasını önler.

Marmara Denizi'nin yüzölçümünün diğer denizlerle karşılaştırılması Marmara'nın Akdeniz'e oranının 0,004 ve Karadeniz'e oranının 0,03 olduğunu, hacim olarak ise 0.001 ve 0.01 olduğunu ortaya koymaktadır. Bu son derece kısıtlı boyutlara sahip denizimizin diğer su kütleleriyle olan su alışverişi, Boğazların darlığı ve bu geçitlerde yer alan sığ eşikler nedeni ile bir izolasyona yol açmaktadır. Bu durum Marmara sularının kendi kendini yenileme, yani arıtma yeteneğini geniş çapta etkilemektedir.

Marmara'nın hidrografik karakterinden kaynaklanan su tabakalaşmasının ayrıntılı olarak incelenmesi çok önemli bir özelliği ortaya koymaktadır. Marmara'da sıcaklık tabakalaşması sonucu ortaya çıkan ara tabaka sınırı (termoklin) ile yoğunluk farkından meydana gelen ara tabakası sınırının (piknoklin) genellikle farklı derinliklerde oluşmasıdır.

Termokline göre alt su kütesinin 75 m.'nin altında yer almasına karşılık, piknokline göre yüzey suyu tabakası 50 m.'de yer almakta yoğun sular bu derinliğin altına doldurmaktadır. Marmara Denizi'ni çevreleyen sahil şeridinde yer alan yerleşim bölgelerinin evsel ve endüstri atıkları Marmara'nın termoklin tabakası altına bırakılmak istenmekte ve yoğunluk farkının bu atıkları dipte tutacağı ve alt akıntı aracılığı ile Karadeniz'e taşınacağı varsayılmaktadır. Hidrografik yapı ise bunun mümkün olamayacağını, zira yoğunluk tabakasının termoklinden 25 m. daha yukarıda olması nedeni ile atıkların üst su tabakasına kadar ulaşacağını göstermektedir ki, bu durum atıkların Karadeniz'e taşınması olasılığını büyük çapta engelleyecektir.

Bir su kütesine organik atıkların bırakılabilmesi için su kütesinin en az 5 mg/l DO içermesi gerekmektedir. ("*SU KİRLİLİĞİ KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ*" RG: 31 Aralık Cuma 2004 Sayı: 25687-Tablo 4: Deniz suyunun genel kalite kriterleri)

Marmara'da oluşan stabil su tabakalaşması O_2 'nin derinlere taşınmasını engellediğinden termoklin altındaki DO içeriği 5 mg/l'nin çok altında bir yoğunluk göstermektedir. 50 m.'deki 4.06 mg/l olan ortalama DO içeriği 100 m.'den sonra ortalama 2.60 mg/l dolayındadır. Bu durumda suya bırakılacak organik atıkların suda mevcut O_2 tarafından oksidasyonu ve ayrıştırılması beklenemez.

Bu kitapta 1950-1983 yılları arasında Marmara Denizi'nde yapılan çalışmaların sonuçları ile 1983 yılında başlatılan "*Marmara Denizi'nin kirlenmesi durumunun etüdü*" projesi çerçevesinde yapılan ölçüm sonuçları ilgili bölümlerde ayrıntılı olarak verilmiştir.

Ek- Marmara Denizi
Temel Oşinografik Çalışmalar ile İlgili
Bibliografya

- ACARA, A. 1954.** İstanbul Boğazında ilk alkalinite tayinleri ve bunun neticele-
ri. Hidrobiyoloji Mec. Seri A. Vol.III. İstanbul.
- ACARA, A. 1955.** The cycle inorganic phosphorus in the Bosphorus and its bio-
logical investigation. Int. Comm. Sci. Expl. of the Medit. Monaco.
- ACARA, A. 1958.** Chemical constituents of biological importance in the Sea of
Marmara. (unpublished).
- ACARA, A. 1958.** Correlation between the air and sea surface temperatures of
the Bosphorus. Int. Comm. Sci. Expl. of the Medit. Monaco
- ACARA, A. 1958.** Fluctuations of the surface water temperatures and salinity of
the Bosphorus. Int. Comm. Sci. Expl. of the Medit. Monaco.
- ADMIRALTY, 1969.** Tide tables for European Waters,including Mediterranean.
Tide tables Vol.1.
- ANDRUSSOW, W. 1898.** Ekspeditsija "S e l a n i k a" na Mramornea More.
Zapiski d. Kaiser. Russ. Geograph. Gesellschaft. Geograph. Abhand. Vol.
33, Nr.2 s.153-171.
- ANDRUSSOW, W. 1900.** Bosphorus und Dardanellen. Annuaire geol et mineral.
de la Russie. 4,5. pp. 3-10.
- ARDEL, A. 1951.** Marmara Denizi. Tedrisat Mec. İstanbul.
- ARDEL, A.KURTER, A. 1957.** Marmaranın denizaltı reliyefi. Coğrafya Enstitü-
sü Dergisi. Sayı: 8. İstanbul.
- ARTÜZ, İ., UGUZ, C. 1976.** Daily observations on the Hydrographic Condi-
tions of the Bosphorus during the period of 1967-1970. Hidrobiologi. I.Un.
Fen Fak. Arast.Enst.yayinlari sayi 16.İstanbul

- ARTÜZ, İ., KORKMAZ, K. 1975.** Haliç kirlenmesinde su hareketlerinin rolü. I.B.Ü. Haliç sempozyumu. İstanbul.
- ARTÜZ, İ., KORKMAZ, K., ORHON, V. 1977.** Marmara Bölgesinde Deniz kirlenmesinin Su ürünlerine etkisi. Marmara bölgesinde Çevre kirlenmesi Semineri. ITO. İstanbul.
- ARTÜZ, İ. 1962.** Some observations on the yearly temperature variations in the different layers of the Marmara Sea. Hidrobiyoloji Mec. Seri B. Vol.VI. Sayı 1-2. İstanbul.
- ARTÜZ, İ. 1969.** 1962-66 Yılları Baltalimanı Denizsuyu temperatur, salinite ve yoğunluk rasatları. Daily observations the Hydrographic Conditions of the Bosphorus during the period of 1962-1966. I. Ün. Fen Fak. Mec. Ser B. Vol. 34. Sayı 3-4. İstanbul.
- ARTÜZ, İ. 1970.** Some observations on the Hydrography of the Turkish Aegean waters during 4-25 September 1963. Hidrobiyoloji Mec. Seri B.Vol. VI. Fasc.3-4 İstanbul.
- ARTÜZ, İ. 1974.** İstanbul Boğazı ve civarı deniz sularının hidrografik verileri. Bölüm I.,II ve ek 1. Hidrobiyoloji Araşt. Enst. Raporları
- ARTÜZ, İ. 1977.** Changes in Production and diversity in the Marmara region. Sea Disposal of Wastes from small and medium-sized communities. METU,ITU. and WHO. Ankara.
- ARTÜZ, İ. 1977.** Gemlik körfezinin kirlenme durumunun etüdü. Bölüm I. Körfezin hidrografisi. Hidrobiyoloji Araşt. Enst. Rapor. İstanbul.
- ARTÜZ, İ. 1977.** Kadıköy Kanalizasyon Deşarj Projesi,Hidrografi çalışmaları sonuç raporu. Hidrobiyoloji Araşt.Enst.Rapor. İstanbul.
- ARTÜZ, İ., KORKMAZ, K. 1977.** Marmara Denizinin Hidrografik Şartlarına kısa bir bakış Marmara Bölgesinde Çevre kirlenmesi Semineri. ITO. İstanbul.
- ARTÜZ, İ. ve diğ. 1993.** Marmara Denizi ekosisteminde değişen oseanografik şartların araştırılması projesi. Bölüm I.İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Denizbilimleri Fakültesi
- ARTÜZ, M. İ., BAYKUT, F. 1986.** Marmara Denizinin hidrografisi ve su kirlenmesi açısından etüdü. İstanbul Üniversitesi çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma merkezi Yayınları No: 3.

- ARTÜZ, M. L. ve diğ. 1994.** Marmara Denizi ekosisteminde değişen oseanografik şartların araştırılması projesi. Bölüm III.İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Denizbilimleri Fakültesi.
- BASCOM, W. 1964.** Waves and Beaches.The dynamiccs of the ocean surface. Sci. study series. S. 34. Anchor Books. page 106. New York.
- CARRUTHERS, T. N. 1956.** The Bosphorus Undercurrent,Some Bed Measurements. Nature 201. pp. 363-365. London.
- CARTER, D. B. 1956.** The Water Balance of the Mediterranean and Black Seas. Publications in Climatology,9 No.:3.Dexel Inst.Of Techn. Lab. Of Climatology. Centerton.New Jersey.
- CASPERS, H. 1957.** Black Sea and Sea of Azow. Geol.Soc. of America. Memoir 67.Vol.I. pp. 801-890.
- DAMOC REPORTS 1971.** Master Plan and Feasibility Report for Water supply and sewerage for the Istanbul Region.Vol.III, Part II. Istanbul.
- DEFANT, A. 1930.** Die Bewegungen und thermohaline Aufbau der Wassermassen in Meeres-strassen. Sitzungsberichte der preussischen Akad. der Wissenschaften Phys. - Math. Klasse XIV.
- ENER, C. 1961.** On the yearly vertical variations of pH values in the Bosphorus. Hidrobiyoloji Mec.Seri B. Vol.5 p.68. Istanbul.
- ENER, C. TAŞKOPRÜLÜ, N. S. 1954.** Karadeniz ve Marmara Deniz sularında Ultrases hızı ölçümleri. I.Ün.Fen Fak. Mec. Cilt : 19 sayı 2. Istanbul.
- FILIPPI, G., GEANCINI, G., AKYARLI. A. 1984.** Dynamical analysis of the Marmara - Bosphorus system. XXIX Congress-Assemblee Pleniere de C.I.E.S. m.
- FLEMMING, N. C. 1968:** Mediterranean Sea level changes. Coll.Rep.Naat.Inst. Ocenography.16 (655): pp. 51-55.
- GDANOVA, A. 1959.** Water exchange through the Bosphorus and its role in mixing with the Black Sea waters. Tr. S.B.S. (in russ.)
- GREGG, M. C., ÖZSOY, E., LATİF, M. A., 1999.** Quasi-steady Exchange flow in the Bosphorus Geophysical Research Letters, 26, 83-86.

- GREGG, M. C., ÖZSOY, E. 2002.** Flow, water mass changes, and hydraulics in the Bosphorus Journal of Geophysical Research (Oceans), Volume 107, Issue C3, pp. 2-1.
- GREGG, m. C., ÖZSOY, E., 2001.** Flow, water mass changes, and hydraulics in the Bosphorus, J. Geophys. Res., (in press).
- GUELYDAN, A. 1886.** Determination des courants sou-marine. Rev.Marit. et Col. Vol. 91 Paris.
- GUNNERSON, G. C. et all. 1972.** Sewerage disposal in the Turkish Straits. Water Research. Pergamon Pres. Vol.6. pp. 763-774.
- ILGAZ O. 1944.** Karadenizden Boğaza giren suları ilgilendiren bazı notlar. Türk Coğrafya dergisi.Vol 6. Ankara.
- KRUMMEL, N. 1898.** Andrussow's Berichte uber die Expedition des "Selanik" in das Marmarameer, Bosporus und Dardanellen. Petermanns Mitt.Literaturer.s.61.
- LATİF, m. A., ÖZSOY, E., OĞUZ, T., ÜNLÜATA, Ü., 1991.** Observations of the Mediterranean inflow into the Black Sea, Deep Sea Research, 38, Suppl. 2, S711-S723.
- MAGNAGHI, B. 1894.** Di alcune esperienze eseguite negli Stretti dei Dardanelli e del Bosforo per misurarvi le correntia di varie profondita. Atti del primo Congr. Geogr. Ital. Genoa 1,2. pp.440-453.Genoa.
- MAKAROFF, S. 1885.** On the water exchange between the Black and Mediterranean Seas. Me m.Acad. Imp. Sci. Vol.51 (suppl.16) (in russ.).
- MARSILLI, A. F. 1681.** Osservazioni interno al Bosforo troio overa Canale di Constantinopoli, Roma.
- MERZ, A. 1921.** Strömungen von Bosporus und Dardanellen. S.A. aus Verhandlungen 20. Deutsch. Geograph. -Tages.
- MERZ, A. 1928.** Hydrographische Untersuchungen in Bosporus und Dardanellen. Bearbeitet von Möller, L. 1928. Berlin.
- NATTERER, K. 1895.** Tiefseeforschungen in Marmarameer auf S/M Schiff "Taurus" in Mai 1894. Denkschriften Kais. Akad. Wiss. Wien. Math. Nat. Klasse., 62. In Berichte dre Kommission zur Erforschung des Ostlichen Mittelmeeres. 4.Reihe, Abschnit XIV.

- NOVITSKIY, V. P. 1965** On dynamics of Marmara waters on the pre-Bosphorus shelf of the Black Sea. *Oceanology*, 5.No.5 pp.552-557. (English translation).
- OĞUZ, T., ÖZSOY, E., LATİF, M. A., ÜNLÜATA, Ü., 1990.** Modelling of hydraulically controlled exchange flow in the Bosphorus Strait, *J. Phys. Oceanogr.*, 20, 945-965.
- OĞUZ, T., ÖZSOY, E., LATİF, M. A., HALİL, SUR, H.I., ÜNLÜATA, Ü. 1990.** Modeling of Hydraulically Controlled Exchange Flow in the Bosphorus Strait. *Journal of Physical Oceanography* Vol. 20 American Meteorological Society. P.945-965
- ÖZSOY E., Di LORIO, D., GREGG M., BACKHAUS, J. 2001.** Mixing in the Bosphorus Strait and the Black Sea Continental Shelf Observations and a Model of the Dense Water Outflow, *J.Mar. Sys.*, 31, 99-135.
- ÖZSOY, E. LATİF, M. A. BEŞİKTEPE, S. CETİN, N. GREGG, M. C.; BELOKOPYTOV, V. GORYACHKIN, Y. DIACONU, V. 1998.** The Bosphorus Strait: Exchange Fluxes, Currents and Sea-Level Changes. *NATO SCIENCE SERIES 2 ENVIRONMENTAL SECURITY*. Kluwer Academic Publishers. VOL 47; PART 2, pages 1-28. USA
- ÖZSOY, E., LATİF, M. A., SUR, H. İ., GORYACHKIN, Y., 1996.** A review of the exchange flow regimes and mixing in the Bosphorus Strait, in: Briand, F. (editor), *Mediterranean Tributary Seas*, Bulletin de l'Institut Océanographique, Monaco, Special Number 17, CIESM Science Series No. 2, Monaco.
- ÖZTURGUT, E. 1966.** Water Balance of the Black Sea and Flow through the Bosphorus. *CENTO Symposium on Hydrology and Water Resources Development*. Ankara.
- PEKTAŞ, H. 1952.** Boğaziçi su hareketleri. *Balık ve Balıkçılık Mec.*Vol.II, EBK Istanbul.
- PEKTAŞ, H. 1953.** Boğaziçi ve Marmarada Satih akıntıları. *Hidrobiyoloji Mec. Seri A. Vol. II No 4.*
- PEKTAŞ, H. 1954.** Boğaziçinde satih akıntıları ve su karışımları. *Hidrobiyoloji Mec. Seri A. Vol. III. No.1.*

- PEKTAŞ, H. 1956.** The influence of the Mediterranean water on the Hydrography of the Black Sea. G.F.C. m. Techn. Papers Vol.4. Roma.
- RICHARDS, 1872 (1873).** Observations on the currents and undercurrents of the Dardanelles and Bosphorus. Proceed. of the Royal Soc. of London Vol. 211.
- SCHULZ, B. 1932.** Hydrographie des Bosporus and Dardanellen. Geogr. Zeitschrift 38, pp. 105-106.
- SERPORANU, G.H. and CHIRILA, V. 1961.** Observations faites au printemps 1959, sur les conditions hydrologiques de la zone du Bosphore de la Mer Noire. Hydrobiologia Academia Rep. pop. Romania. Vol.III. pp. 355-367.
- SEYİR ve HİDROGRAFI DAİRESİ. 1965.** Turkish Strait Project. Dept. of Navigation and Hydrography of the Turkish Navy. NATO sub-comm. on oceanog. research. Techn. Rep. No 23.
- SMITH, W. E. 1946.** Some observations on Water levels and other phenomena along the Bosphorus. Transact. Amer. Geophy. Union. 27.1. Washington.
- SPINDLER, D. 1895.** Russische Untersuchungen im Marmarameer auf der Türkischen Dampfer "S e l a n i k" im Jahre 1892.
- SPINDLER, D. 1898.** Materialien zur hydrologie des Marmarameeres. Sapiski d. Kais. russ. geogr. Ges. Geogr. Abh. Vol 33.
- STASHCHUK, N., HUTTER, K. 2001.** Modelling of water exchange through the Strait of the Dardanelles. CONTINENTAL SHELF RESEARCH VOL 21; NUMBER 13-14, pages 1361-1382. Great Britain
- TOLMAZIN, D. 1985.** Relative Effects On The Oceanography And Ecology Of The Black Sea Due To Ongoing Soviet River Flow Modifications And The Bosphorus Tunnel Project (Preliminary Report) Submitted to Parsons Brinkerhoff Int. Inc.
- ULLYOTT, P. H., ILGAZ, O. 1943.** Observations on the Bosphorus 1.A. Definition of standard conditions through the year. Rev. Fac. Sci. Univ.Istanbul. Serie B. Vol.VIII. Fasc.4 pp229-255
- ULLYOTT, P. H., ILGAZ, O. 1946.** Observations on the Bosphorus III. The degree of Turbulance. Rev. Fac. Sci.Univ.Istanbul.Serie B. Vol.11. pp.107-123.

- ULLYOTT, P. H., PEKTAS, H. 1952.** Boğazda senelik suhuret, tuzluluk tahavvülü. Hidrobiyoloji Mec. Seri B. Vol.1 p.199.
- ULYOTT, P. H., ILGAZ, O. 1944.** Istanbul Boğazında Araştırmalar. Boğazdaki su hareketleri üzerinde yeni bir hipotez. Türk coğrafya Dergisi. Vol.6-7. Ankara.
- UYGUNER, B. 1956.** La determination des nitrites des Eaux du Bosphore. Quelques consideration a propose de la production biologique et le cycle de l'Azote. C.I.E.S. m. Monaco
- UYGUNER, B. 1956.** Le dosage du Nitrite dans les Eaux du Bosphore, Dardanelles et Trabizon, de consideration sur la production Biologique du nitrite et la cycle d'Azote. Hidrobiyoloji Mec. Seri b. Vol. 4. p.50.
- ÜNLÜATA, Ü., OĞUZ, T., LATİF, M. A., ÖZSOY, E., 1990.** On the physical oceanography of the Turkish Straits, in: Pratt, L. J., (editor), The Physical Oceanography of Sea Straits, NATO/ASI Series, Kluwer, Dordrecht, 25-60.
- YÜCE, H., ALPAR, B. 1997.** Subtidal Sea-level Variations in the Sea of Marmara, Their Interactions with Neighboring Seas and Relations to Wind Forcing. Journal of coastal research Vol 13; Nr. 4, pages 1086-1092
- YÜCE, H., ALPAR, B. 1998.** Sea-level Variations and their Interactions Between the Black Sea and the Aegean Sea. Estuarine coastal and shelf science.. Academic Pres LTD. Vol 46; Nr. 5, pages 609-620. Great Britain.

Kaynakça

- AKARTUNA, M., 1968.** Armutlu yarımadasının jeolojisi. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Monografileri, No. 20, 105 sayfa.
- AKIN, Ü. 1998.** İdare hukuku açısından kıyıların tabii olduğu hukuki rejim. Yetkin Yayınları, Ankara.
- AKSU, A.E., HISCOTT, R.N., YAŞAR, D., 1999.** Oscillating Quaternary water levels of the Marmara Sea and vigorous outflow into the Aegean Sea from the Marmara Sea-Black Sea drainage corridor. *Marine Geology*, 153, 275-302.
- ALGAN, N. ve SAV, Ö. N. 2000.** Türk Boğazlarında Çevrenin Korunmasına Yeni Bir Yaklaşım: Özellikle Duyarlı Bir Deniz Alanı. Marmara Denizi 2000 Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 11-12 Kasım 2000, İstanbul, TÜDAV Yay. No: 5, ss. 55-69.
- AMBRASEYS, N.N., FINKEL, C.F., 1991.** Long-term seismicity of Istanbul and of the Marmara Sea region. *Terra Nova*, 3, 527-539.
- ARDEL, ve A.-KURTER, A 1973.** Marmara Denizi (Fiziki Etüd), Coğ. Enst. Der. Sayı 18-19 s. 57-70 İstanbul.
- ARIÇ, C., 1955.** Haliç-Küçükçekmece gölü bölgesinin jeolojisi. Doktora Tezi, İTÜ, Maden Fakültesi, 48 sayfa.
- ARMİJO, R., MEYER, B., NAVARRO, S. KING, G., BARKA, A., 2002.** Asymmetric slip partitioning in the Sea of Marmara pull-apart: a clue to propagation processes of the North Anatolian Fault *Terra Nova*; 14, 80-86.
- ARTÜZ, İ. 1988/1989.** Cumhuriyet Bilim Teknik. (Marmara konusundaki çeşitli makaleler)

- ARTÜZ, İ. ARTÜZ, L. ve ARTÜZ, B. 1989.** Marmara Denizi'nde Meydana gelen Kütlesel Balık Ölüm Olayı Konusunda Rapor. Marmara ve Boğazları Belediyeler Birliği İstanbul.
- ARTÜZ, M. İ., ARTÜZ, M. L., HELVACIOĞLU, İ.H., AYDOĞDU, H., AKYILDIZ, H., KIRDAĞLI, M., AYDIN, M., BAŞVER, M., HACIHANEFİOĞLU, A., YAĞCI, L., KORUCUOĞLU, H., BAYAT, ve C., SÜKAN, M. 1993.** Marmara Denizi ekosisteminde değişen oseanografik şartların araştırılması (ön raporlar) Bölüm: I, Temmuz dönemi hidrografik istasyon çalışmaları. İ.T.Ü. gemi inşaatı ve denizbilimleri fakültesi ve İ.Ü. Mühendislik fakültesi çevre mühendisliği bölümü. İstanbul.
- ARTÜZ, M. İ., 1974** İstanbul Boğazı ve civarı deniz sularının hidrografik verileri. Bölüm II. 1949 - 1973 Dönemi. HBAE yayınları.
- ARTÜZ, M. İ., ve BAYKUT, F. 1986.** Marmara Denizinin hidrografisi ve su kirlenmesi açısından etüdü. İstanbul Üniversitesi çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma merkezi Yayınları No: 3.
- ARTÜZ, M. İ., ve UGUZ H.C. 1973.** Daily observations on the hydrographic conditions of the Bosphorus during the period 1967 - 1970. Pub. HBRI. Fac. of Sci. Univ. of Istanbul. No 16.
- ARTÜZ, M. L., 1991.** Petrol kirlenmesi açısından denizlerimizde durum, M.B.B. Natural Resources,12/1, m.B.B.
- ARTÜZ, M. L., 1994.** Marmara Denizi Araştırmaları Nisan 1994 ölçümleri. (Rapor) İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi.
- ARTÜZ, M. L., 1999.** Inventory of existing species and their habitats in the Bosphorus area, *Oceanata*® Marine bio abs.112-023 1999/1 P 552-564.
- ARTÜZ, M. L., 2002.** Çaparilerin rengi değişti. Cumhuriyet Bilim Teknik. 11/16
- ARTÜZ, M. L., 2002.** Son zamanlarda Marmara Denizi'nde gözlenen balık bolluğunun sebepleri üzerine bir tartışma, Cumhuriyet Bilim Teknik. 26/5
- ARTÜZ, M. L., 2004.** Distribution of *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758) in Sea of Marmara. Fisheries Advisory Commission Technical Paper. Nr. 12/5.
- ARTÜZ, M. L., 2004.** Işıklı avcılık olgusu ve Marmara Denizi özelinde denizlerimizde yaşanan gerçekler. S.G. Komutanlığı Sirküler çalışma raporları.

- ARTÜZ, M. L., 2004.** Türkiye Deniz Balıkları Fihristi. ISBN: 975-8454-57-9. Buke yayınları, İstanbul.
- ARTÜZ, M. L., 2004.** Denizlerimizin iki yeni misafiri *Mya arenaria*, Linnaeus, 1758 ve *Balanus improvisus* (Darwin, 1854). Hidrobiyoloji © Popüler bilim. Apc. 1011205. Sayfa 4-12.
- ARTÜZ, M. L., 2005.** A chronological review of the oceanographic investigations of the Turkish straits, *Oceanata*® DER-MAR, 65-01.
- ARTÜZ, M. L., 2005.** A new Atlanto-Mediterranean Originated Decapod Crustacean *Ebalia granulosa* (H. Milne Edwards, 1837) in Sea of Marmara, *ZOO-NATANTIA*® Publications Scientifiques 2005/1, P. 129 – 132.
- ARTÜZ, M. L., 2005.** Available planktonic organisms as food for the fishes in the Bosphorus area, *Oceanata*®1024/3, P1-6.
- ARTÜZ, M. L., 2005.** Marmara Denizi'nde 06.101989 tarihinde meydana gelen kütleli balık ölüm olayı konusunda rapor, M.B.B. çalışma raporu, 89/2, Nr. 123
- ARTÜZ, M. L., 2006.** 26.05. – 2.06.2006 tarihleri arasında İstanbul Boğazı, Haliç mevkiinde ihtiyoplankton gözlemleri. Hidrobiyoloji Bilim, KTP. Eak. 349520011367. Sayfa 17-19.
- ARTÜZ, M. L., 2006.** *Asterias amurensis* Lutken, 1871 Denizlerimizde yeni bir istilacı tür ve dağılım alanları. Hidrobiyoloji © Popüler bilim, AMG.5372829-836. Sayfa 17-20.
- ARTÜZ, M. L., 2006.** Bestandsaufnahme der Chaetognatha (Sagitta) Arten im Marmara Meer. *Meeresbiologie* © Biologischeverzeichniss Apc. 1123418. 06. 2006. sayfa 17-26.
- ARTÜZ, M. L., 2006.** Investigations on beam-trawl Fishery for Deep Sea Pink Shrimp *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) in the Sea of Marmara. *Ecology natura*, A.128-234.a/2005. Sayfa 65-67.
- ARTÜZ, M. L., 2006.** Marmara Denizi araştırmaları, yöntemler ve 2006 yaz ölçümleri ön bulguları. G.S. UNİ. Sualtı Bilim ve Teknoloji, SBT. SBTGS-bio103. Sayfa 46-61.
- ARTÜZ, M. L., 2006.** *Upogebia pusilla* Petanga, 1792 Mamun'un Boğaziçi'nde yeni dağılım alanları. Hidrobiyoloji © Popüler bilim. Apc. 1123418. 06. 2006. Sayfa 17-18.

- ARTÜZ, M. L., HELVACIOĞLU, İ.H., AYDOĞDU, H., AKYILDIZ, H., KIRDAĞLI, M., AYDIN, M., DEMİR, K. ve SÜKAN, M. 1995.** Marmara Denizi ekosisteminde değişen oseanografik şartların araştırılması (ön raporlar) Bölüm: III. Nisan-Mayıs 1994 dönemi hidrografik istasyon çalışmaları. İ.T.Ü. gemi inşaatı ve denizbilimleri fakültesi. İ.T.Ü. Araştırma fonu. İstanbul.
- ATALAY, İ. ve MORTAN, K 2006.** Türkiye Bölgesel Coğrafyası, İnkılâp Kitabevi, İstanbul.
- AYDIN, Y., 1988.** Yıldız Dağları Masifi'nin jeolojisi. Selçuk Üniversitesi Müh.-Mim. Fak. Derg., 2: 61-74.
- BARGU, S., SAKINÇ, M., 1990.** İzmit Körfezi ile İznik Gölü arasında kalan bölgenin jeolojisi ve yapısal özellikleri. İstanbul Üniversitesi Müh. Fak. Yer-bilimleri Dergisi, 6, 45-76.
- BARKA, A.A., 1997.** Neotectonics of the Marmara region. Schindler, C., Pfister, m. (Ed.), Active Tectonics of Northwest Anatolia - The Marmara Poly-Project. Hochschulverlag AG an der ETH, Zürich, 55-87.
- BARKA, A.A., KADINSKY-CADE, K., 1988,** Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. *Tectonics*, 7, 663-684.
- BINI, G. 1970.** Atlante dei pesci delle Coste Italiane. Mondo Sommerso editrice s.r.l. Roma.
- BOGDANOVA, A. K., 1961.** The distribution of Mediterranean Waters in the Black Sea. Deepsea Research Vol. 10.
- CASPERS, H. 1957.** Die quantitative Verbreitung des Benthos in Bosporus und in den angrenzenden Gebieten des Schwarzen und Marmara Meeres.
- CHAPPELL, J., SHACKLETON, N.J., 1986.** Oxygen isotopes and sea level. *Nature* 324, 137-140.
- CORMIER, M.-H., SEEBER, L., McHUGH, C. M.G., POLONIA, A., ÇAĞAY, N., EMRE, Ö., GASPERINI, L., GÖRÜR, N., BORTOLUZZI, G., BONATTI, E., RYAN, W.B.F., NEWMAN, K.R., 2006.** North Anatolian Fault in the Gulf of İzmit (Turkey): Rapid vertical motion in response to minor bends of a nonvertical continental transform. *J. Geophys. Res.*, Vol. 111, No. B4, B04102.

- ÇAĞATAY, M.N., GÖRÜR, N., ALGAN, O., EASTO, C., TSCHAPALGY, A., ONGAN, D., KUHN, T., KUŞÇU, İ., 2000.** Late glacial-Holocene palaeoceanography of the Sea of Marmara: timing of connections with the Mediterranean and the Black Seas. *Marine Geology*, 167, 191-206.
- ÇAĞLAYAN, A. M., YURTSEVER, A., 1998.** Burgaz-A3, Edirne-B2 ve B3; Burgaz A-4 paftalarının jeoloji haritaları ve izahnamesi. MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- D.H.I. 1986.** Appraisal Report, The Bosphorus hydrographic Study. IRTC, Parsons Brinckerhoff Int.Inc.
- DAMOC REPORTS 1971.** Master Plan and Feasibility Report for Water supply and sewerage for the Istanbul Region. Vol.III, Part II. Istanbul.
- DARKOT, B. ve TUNCEL, M 1981.** Marmara Bölgesi Coğrafyası, İstanbul Üniversitesi Yay. No. 2510 Coğ. Enst. Yay. No.118 İstanbul.
- DEMİR, M. 1952-1954.** Boğaz ve Adalar Sahillerinin Omurgasız Dip Hayvanları. Pub.Hyd.Res.Inst.Univ.of Istanbul.Series A. No: 3. Istanbul.
- DEMİR, M. 1954.** Report on the Plankton of the South Eastern Coast of the Black Sea. Pub.Hyd.Res.Inst.Univ.of Istanbul.Series B, Vol.I.Fasc.4. pp. 284-286. İstanbul.
- DEMİR, M. 1955.** Deniz supireleri (C l a d o c e r a) ve bunların Karadeniz sahil sularımız ile Marmarada bulduğumuz neveleri. *Hidrobiol.Seri A.Cilt: III*, sayı 4.
- DEMİR, M. 1958-1959.** Marmara ve kuzey Karadenizin Pelajik Kopepodları. (Copepoda) faunası. *Hidrobiol. Seri A.cilt 4-5* Istanbul.
- DEMİR, M. 1959.** Notes on the littoral penaeidae bate Crustacea-Decapoda of the Turkish Waters. *Proc.Gen.Fish.Coun.Medit. Vol.5.* Roma
- DEMİR, M. 1960.** Contribution to the knowledge of "T r a c h u r u s" of the Marmara and the Black Sea. *Coimm.Int.Expl.Sc. de la Mer. Medit.Process-verbaux Vol.15.*
- DEMİR,N. 1957.** Marmara ve Karadenizde bazı kemikli balıkların yumurta ve larvalarının morfolojileri ile ekolojileri. *Hidrobiol. Seri A.Cilt IV.* Istanbul.

- DEMİRBAĞ, E., RANGİN, C., Le PICHON, X., ŞENGÖR, A. M.C., 2003.** Investigation of the tectonics of the Main Marmara Fault by means of deep-towed seismic data. *Tectonophysics*, 361, 1-19.
- ELLIS ve WESTFALL. 1946.** Determination of Water Quality. U.S.Fish and Wildlife Serv.Rep.No.9.
- EMRE, Ö., ERKAL, T., TCHEPALYGA, A., KAZANCI, N., KEÇER, M., ÜNAY, E., 1998.** Doğu Marmara bölgesinin Neojen-Kuvaternerdeki evrimi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 120, 289-314.
- ERGİN, m., KAZANCI, N., VAROL, B., İLERİ, Ö., KARADENİZLİ, L., 1997.** Sealevel changes and related depositional environments on the southern Marmara-shelf. *Marine Geology*, 140, 391-403.
- ERGUVANLI, K., 1949.** İmralı adasının jeolojisi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bült.*, 2, 118-125.
- ERGÜN, M., ÖZEL, E., 1995.** Structural relationships between the Sea of Marmara Basin and the North Anatolian Fault Zone. *Terra Nova*, 7, 278-288.
- ERİNÇ, S., 1956.** Yalova civarında Pleistosen depoları ve taraçaları. *Türk Coğrafya Dergisi*, 15-16, 188-190.
- ERİNÇ, S., 1974-1977.** İstanbul Boğazı ve Çevresi, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi, Sayı: 20-21, s: 1-23, İstanbul.
- GAZİOĞLU, C., GÖKAŞAN, E., ALGAN, O., YÜCEL, Z., TOK, B., DOĞAN, E., 2002.** Morphologic features of the Marmara Sea from multi-beam data. *Marine Geology*, 190, 397-420.
- GÖKAŞAN, E., ALGAN, O., TUR, H., MERİÇ, E., TÜRKER, A., ŞİMŞEK, M., 2005.** Delta formation at the southern entrance of Istanbul Strait (Marmara sea, Turkey): a new interpretation based on high-resolution seismic stratigraphy. *Geo-Marine Letters*, 25, 370-377.
- GÖKAŞAN, E., DEMİRBAĞ, E., OKTAY, F.Y., ECEVİTOĞLU, B., ŞİMŞEK, M., ve YÜCE, H., 1997.** On the origin of the Bosphorus, *Marine Geology*, 140, 183 -199, ELSEVIER.
- GÖNEY, S. 1964.** Karamürsel Civarında Pleistosen'e Ait Bazı Eski Kıyı İzleri. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi. Sayı 14 s.200-208 İstanbul.

- GÖRÜR, N., ÇAĞATAY, M.N., SAKINÇ, M., SÜMENGEN, M., ŞENTÜRK, K., YALTIRAK, C., TCHAPALYGA, A., 1997a.** Origin of the Sea of Marmara as deduced from Neogene to Quaternary paleobiogeographic evolution of its frame. *International Geology Review*, 39, 342-352.
- GÖRÜR, N., MONOD, O., OKAY, A.I., ŞENGÖR, A. M.C., TÜYSÜZ, O., YİĞİTBAŞ, E., SAKINÇ, M., AKKÖK, R., 1997b.** Palaeogeographic and tectonic position of the Carboniferous rocks of the western Pontides (Turkey) in the frame of the Variscan belt. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 168, 197-205.
- GREENBANK, J. 1945.** Limnological conditions in ice-covered lakes especially as related to winter-kill of fish. *Ecol.Mono.* 15.
- GÜNEYSU, C. 2000.** Marmara Denizi ve Kıyılarının Jeomorfolojik Özellikleri. Marmara Denizi'nin Jeolojik Oşinografisi, İ.Ü.Deniz Bil.İşlt.Enst.Yay. s.30-78
- GÜRSELER, G. 1992.** Dikkat dünya tektir. Ümit Yayıncılık, Ankara.
- GÜRSELER, G. 1993.** Yeni kavramları tartışmak. Birleşmiş Milletler Türk Derneği 1993 Yıllığı, Günümüz Çevre Sorunları, Ayrı Basımı, Ankara. Sayfa: 150-152.
- GÜRSELER, G. 1995.** İnsan hakları mı, sanığın hakları mı. Yeni Türkiye Çevre Özel Sayısı, Temmuz-Ağustos, sayı:5.
- <http://www.sayisalgrafik.co m.tr/deprem>
- İMREN, C., X. Le PICHON, C. RANGIN, E. DEMİRBAĞ, B. ECEVİTOĞLU, N. GÖRÜR, 2001.** The North Anatolian Fault within the Sea of Marmara: a new interpretation based on multi-channel seismic and multi-beam bathymetry data. *Earth Planetary Science Letters*, 186, 143-158.
- İNANDIK, H. 1958.** Türkiye Kıyılarına Genel Bakış, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi, Sayı 9,s.50-72 İstanbul.
- KALELİOĞLU, U, ve ÖZKAN, N. 2000.** Türkiye'nin taraf olduğu uluslararası çevre sözleşmeleri. İzmir Barosu Yayınları,, İzmir.
- KELEŞ, R., ve ERTAN, B. 2002.** Çevre hukukuna giriş. İmge Kitabevi, Ankara.
- KETİN, İ, 1983.** Türkiye jeolojisine genel bir bakış. İTÜ Matbaası, 596 s.

- KETİN, İ., 1953.** Tektonische Untersuchungen auf den Prinzeninseln nahe Istanbul (Türkei). Geologische Rundschau, 41, 161-172.
- KURTER, A., ve BENER, M., 1962.** Introductory note on the Geomorphology of Istanbul and its immediate surroundings. REVIEW of the Geographical Institute of the University of Istanbul, Number: 8, p. 131-143.
- KUZU, B. 1997.** Sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkı. Fakülteler Matbaası, İstanbul.
- Le PICHON, X., ŞENGÖR, A. M.C. DEMİRBAĞ, E., RANGIN, C., İMREN, C. ARMIJO, R., GÖRÜR, N., ÇAĞATAY, N., MERCIER de LEPINAY, B., MEYER, B., SAATÇİLER, R., TOK, B., 2001.** The active Main Marmara Fault. Earth Planetary Science Letters, 192, 595-616.
- Le PICHON, X., CHAMOT-ROOKE, N., RANGIN, C., ŞENGÖR, A. M.C., 2003.** The North Anatolian fault in the Sea of Marmara. J. Geophys. Research Solid Earth, 108 (B4): art. no. 2179.
- MARATHON OIL COMPANY, 1975.** Marmara No. 1 well. Final well report, 26 sayfa.
- MATER, B., 1992.** Marmara Denizi'nde Kara Kaynaklı Deşarjların Dağılımı ve Kullanılabilir Deniz Alanları. MBB-Fatih Rotary Kulübü (Basılmış Poster), İstanbul.
- Mc NEILL, J vd. 1992 .** Batının gölge ekolojileri . New Perspectives of Quarterly, C:1-3, Kış, sayfa;32
- McHUGH C. M.G., SEEBER, L., CORMIER, M-H., DUTTON, J., ÇAĞATAY, N., POLONIA, A., RYAN, W.B.F., GÖRÜR, N., 2006.** Submarine earthquake geology along the North Anatolia Fault in the Marmara Sea, Turkey: A model for transform basin sedimentation. Earth Planet Sc Lett., 248, 661-684.
- NÜMANN, W. 1954.** Croissance et migration des Pelamides (*Sarda sarda*) dans les eaux de la Turquie. C.G.P. m. Doc.de Travail. 3. Reunion Doc. 42. Roma.
- OKAY, A. I., KAŞLILAR-ÖZCAN, A., İMREN, C., BOZTEPE-GÜNEY, A., DEMİRBAĞ, E., KUŞÇU, İ. 2000.** Active faults and evolving strike slip basins in the Marmara Sea, northwest Turkey: a multi-channel seismic reflection study. Tectonophysics, 321, 189-218.

- OKAY, A.I., DEMİRBAĞ, E., KURT, H., OKAY, N., KUŞÇU, İ., 1999.** An active, deep marine strike-slip basin along the North Anatolian fault in Turkey. *Tectonics*, 18, 129-148.
- OKAY, A.I., GÖNCÜOĞLU, M.C., 2004.** Karakaya Complex: a review of data and concepts. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 13, 77-95.
- OKAY, A.I., SATIR, M., MALUSKI, H., SIYAKO, M., MONIE, P., METZGER, R., AKYÜZ, S., 1996.** Paleo- and Neo-Tethyan events in northwest Turkey: geological and geochronological constraints. Yin, A., Harrison, m. (ed.), *Tectonic Evolution of Asia*. Cambridge University Press, New York, 420-441.
- OKAY, A.I., SATIR, M., TÜYSÜZ, O., AKYÜZ, S., CHEN, F., 2001.** The tectonics of the Strandja Massif: Variscan and mid-Mesozoic deformation and metamorphism in the northern Aegean. *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*, 90, 217-233.
- OKAY, A.I., ŞENGÖR, A. M.C. & GÖRÜR, N., 1994.** Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding regions. *Geology*, 22, 267-270.
- OKAY, N., ERGÜN, B., 2005.** Source of the basinal sands in the Marmara Sea investigated using heavy minerals in the modern beach sands, *Marine Geology*, 216, 1-15.
- OKAY, N., OKAY, A.I., 2002.** Tectonically induced Quaternary drainage diversion in northeastern Aegean. *Journal of the Geological Society, London*, 159, 393-400.
- ÖZHAN, G., BAYRAK, D., 1998.** İzmit Körfezi Plio-Kuaterner çökellerinin sis-mik irdelenmesi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 41, 151-164.
- ÖZSOY, E., BEŞİKTEPE, Ş. ve LATİF, A. M., (1995).** Türk Boğazlar Sistemi'nin Oşinografisi ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli İçel
- PARKE, J.R., MINSHUL, T.A., ANDERSON, G., WHITE, R.S., McKENZIE, D., KUŞÇU, İ., BULL, J. M., GÖRÜR, N., ŞENGÖR, C., 1999.** Active faults in the Sea of Marmara, western Turkey, imaged by seismic reflection profiles. *Terra Nova*, 11, 223-227.
- PARKE, J.R., WHITE, R.S., McKENZIE, D., MINSHULL, T.A., BULL, J. M., KUŞÇU, İ., GÖRÜR, N., ŞENGÖR, C., 2002.** Interaction between faulting and sedimentation in the Sea of Marmara, western Turkey. *Journal Geophysical Research*, 107(B11), 2286, doi:10.1029/2001JB000450.

- PFANNENSTIEL, m., 1944.** Diluviale Geologie des Mittelmeergebietes: die diluvialen Entwicklungstadien und die Urgeschichte von Dardanellen, Marmara Meer und Bosphorus. *Geologische Rundschau*, 34, 342-334.
- PINAR, N., 1943.** Marmara denizi havzasının sismik jeolojisi ve meteorolojisi. Fen Fak. Monografileri, A7, 64 s.
- POLONIA, A., CORMIER, M.H., ÇAĞATAY, N., BORTOLUZZI, G., BONATTI, E., GASPERINI, L., SEEBER, L., GÖRÜR, N., McHUGH, C., RYAN, W.B., EMRE, Ö., OKAY, N., LIGI, M., TOK, B., BLASI, A., BUSETTI, M., ERİŞ, K., FABETTI, P., FIELDING, E.J., İMREN, C., KURT, H., MAGAGNOLI, A., MAROZZI, G., ÖZER, N., PENITENTI, D., SERPI, G., SARIKAVAK, K., 2002.** Exploring submarine earthquake geology in the Marmara Sea, *EOS, Transactions* 83, 21, 229-236.
- RANGIN, C., E. DEMİRBAĞ, E., İMREN, C., CRUSSON, A., NORMAND, A., Le DREZEN, E., Le BOT, A., 2001.** Marine Atlas of the Sea of Marmara (Turkey), Ifremer, Plouzane, France.
- REILINGER, R., McCLUSKY, S., VERNANT, P., LAWRENCE, S., ERGİNTAV, S., ÇAKMAK, R., ÖZENER, H., KADIROV, F., GULIEV, I., STEPANYAN, R., NADARIYA, M., HABUBIA, G., MAHMOUD, S., SAKR, K., ARRRAJEHI, A., PARADISIS, D., AL-AYDRUS, A., PRILEPIN, M., GUSEVA, T., EVREN, E., DMITROSA, A., FILIKOV, S. V., GOMEZ, F., AL-GHAZZI, R., KARAM, G., 2006.** GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions. *Journal Geophysical Research*, Vol. 111, No. B5, B05411.
- SAKINÇ, M., YALTIRAK, C., 1996.** Güney Trakya sahillerinin denizel Pleyistosen çökelleri ve paleocoğrafyası, *Maden Tetkik Arama Dergisi*, 119, 43-62.
- SAKINÇ, M., YALTIRAK, C., ve OKTAY, F.Y., 1999.** Palaeogeographical evolution of the Thrace Neogene basin and the Tethys-Paratehys relations at northwestern Turkey (Thrace). *Palaeo. Palaeo. Palaeo*, 153, 17-40.
- SAV, Ö. 2001.** Akdeniz deniz çevresinin korunması ve bölgesel bir düzenleme örneği. Turhan Kitabevi, Ankara.
- SEEBER, L., CORMIER, M-H., McHUGH, C., EMRE, O., POLONIA, A., SORLIEN, C., 2006.** Rapid subsidence and sedimentation from oblique slip near a bend on the North Anatolian transform fault in the Marmara Sea, Turkey. *Geology*, 34, 933-936.

- SEEBER, L., EMRE, O., CORMIER, M., SORLIEN, C., McHUGH, C., POLO-NIA, A., 2004.** Uplift and subsidence from oblique slip: the Ganos-Marmara bend of the North Anatolian Transform, western Turkey. *Tectonophysics*, 391, 239-258.
- SEYİR, HİDROGRAFI ve OŞİNOGRAFI DAİRESİ BAŞKANLIĞI, 1983,** Bathymetric map of the Marmara Sea between Büyükçekmece and Hoşköy, scale 1.100 000 (map No. 293).
- SEYİR, HİDROGRAFI ve OŞİNOGRAFI DAİRESİ BAŞKANLIĞI, 1987,** Bathymetric map of the Marmara Sea, scale 1.300 000 (29 INT 3708).
- SLASTENENKO, E. 1956.** Karadeniz havzası balıkları. (The fishes of the Black Sea basin). EBK.U m.Md. yayınlarından. İstanbul.
- SLASTENENKO, E.1938.** Fishes of the Marmara Sea. Works of the Arnoldi Biol. St. Novorossjisk. II.
- SMITH, A.D., TAYMAZ, T., OKTAY, F., YÜCE, H., ALPAR, B., BAŞARAN, H., JACKSON, J.A., KARA, S., ŞİMŞEK, M., 1995.** High-resolution seismic profiling in the Sea of Marmara (northwest Turkey): late Quaternary sedimentation and sea-level changes. *Geol. Soc. America Bull.*, 107, 923-936.
- STRAUB, C., KAHLE, H-G., 1995.** Active crustal deformation in the Marmara Sea region, NW Anatolia, inferred from GPS measurements. *Geophy. Res. Lett.*, 22, 2533-2536.
- SUNAL, G., NATAL'IN, B., SATIR, M., TORAMAN, E., 2006.** Paleozoic magmatic events in the Strandja Masif, NW Turkey. *Geodinamica Acta*, 19, 283-300.
- ŞAROĞLU, F., EMRE, Ö., KUŞÇU, İ., 1992.** Türkiye diri fay haritası, 1: 2 000 000 ölçekte iki pafta. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- ŞENGÖR, A. M.C., YILMAZ, Y., 1981.** Tethyan evolution of Turkey, a plate tectonic approach: *Tectonophysics*, v. 75, p. 181-241.
- TOLMAZIN D.1985.** Relative Effects on the Oceanography and Ecology of the Black Sea due to ongoing Soviet River Flow Modifications and the Bosphorus Tunnel Project. Preliminary report submitted to Parsons-Brinckerhoff INC.
- TOLMAZIN, D. 1985.** Relative effects on Oceanography and Ecology of the Black Sea due to ongoing Soviet River flow modifications and the Bosphorus tunnel project. Rep. Submitted to Parsons Brinckhoff Int.Inc.

- TURGUT S., SIYAKO M., DILKI A., 1983.** Trakya havzasının jeolojisi ve hidrokarbon olnakları. Türkiye Jeoloji Kongresi Bülteni, 4, 35-46.
- TURGUT, S., TÜRKASLAN, M., PERİNÇEK, D., 1991.** Evolution of the Thrace sedimentary basin and its hydrocarbon prospectivity. Spencer, A. m. (ed) Generation, accumulation, and production of Europe's hydrocarbons. Spec Publ European Assoc Petrol Geoscient 1: 415-437.
- TÜYSÜZ, O., AKSAY, A., YİĞİTBAŞ, E., 2004.** Batı Karadeniz bölgesi litostratigrafi birimleri. Stratigrafi Komitesi, Litostratigrafi Birimleri Serisi-1. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, 92 p.
- ÜNLÜATA, Ü. ve OĞUZ T. 1983.** A review of dynamical aspects of the Bosphorus. Inst. of Marine Sc. Mtu
- ÜNLÜATA, Ü., OĞUZ T., LATİF, M. A. ve ÖZSOY, E. (1990).** On the Physical Oceanography of the Turkish Straits, In: The Physical Oceanography of Sea Straits , L.J. Pratt, editor, NATO/ASI Series, Kluwer.
- ÜNLÜATA, Ü., ve ÖZSOY, E. (1986).** Oceanography of the Turkish Straits - First Annual Report, Volume II, Health of the Turkish Straits, I. Oxygen Deficiency of the Sea of Marmara, Institute of Marine Sciences, METU, Erdemli, İçel, Turkey, 81pp.
- WONG, H.K., LÜDMANN, T., ULUĞ, A., GÖRÜR, N., 1995.** The Sea of Marmara: a plate boundary sea in an escape tectonic regime. Tectonophysics, 244, 231-250.
- YALÇINLAR, İ., 1947.** İstanbul Boğazı civarının vadileri hakkında. D.T.C.F. Dergisi, Cilt: VI, No:1, s: 69-72, Ankara.
- YALTIRAK C., SAKINÇ, M., AKSU, A.E., HISCOTT, R.N., GALEB, B., ÜLGEN, U.B., 2002.** Late Pleistocene uplift history along the southwestern Marmara Sea determined from raised coastal deposits and global sea-level variations, Marine Geol., 190, 283-305.
- ZENKEWITCH, L. 1963.** Biology of the Seas of the USSR. George Allen & Unwin Ltd. LONDON.