

Hazırlayanlar  
Ahmet Cihat Kahraman  
Mustafa Özkul



# III. MARMARA DENİZİ SEMPOZYUMU

BİLDİRİLERİ VE ÇALIŞTAY RAPORLARI

Bu yayın, MBB tarafından 21 Kasım 2017 tarihinde gerçekleştirilen III. Marmara Denizi Sempozyumu'nun Bildirilerini ve 22 Kasım 2017 tarihinde gerçekleştirilen Marmara Denizi alıştayları'nın Sonuç Raporu'nu içermektedir.

# III. MARMARA DENİZİ SEMPOZYUMU

BİLDİRİLERİ VE ÇALIŞTAY RAPORLARI

III. MARMARA DENİZİ SEMPOZYUMU

*Sertifika No:* 15668

*ISBN:* 978-605-68071-3-8

*Yayın Hakları*

© Marmara Belediyeler Birliği Kùltür Yayınları

*Yayıma Hazırlayanlar*

Ahmet Cihat Kahraman  
Mustafa Özkul

*Kitap Tasarım*

Merve Zengin

1. Baskı: Nisan 2018 (1000 adet)

© Marmara Belediyeler Birliği Kùltür Yayınları

Sardemir Mah. Ragıp Gümüspala Cad. No: 10

Eminönü 34134 Fatih-İstanbul/TÜRKİYE

Telefon: +90 (212) 402 19 00

Faks: +90 (212) 402 19 55

E-Posta: info@marmara.gov.tr

Web: www.marmara.gov.tr

Eserin yayın hakları Marmara Belediyeler Birliğine aittir.





# İÇİNDEKİLER

<b>BİLİM VE DÜZENLEME KURULU .....</b>	<b>9</b>
<b>SUNUŞ .....</b>	<b>10</b>
<b>AÇILIŞ KONUŞMALARI .....</b>	<b>12</b>
Marmara'nın Geleceği İçin Çatı Kuruluş Gerekli <i>Hasan Akgün</i> .....	14
Marmara Dünyanın Parlayan Yıldızı Olacak <i>İbrahim Karaosmanoğlu</i> .....	18
Marmara Denizi En Önemli Değerimiz <i>Alinur Aktaş</i> .....	22
Marmara Denizi İçin Cesaretli Adımlar <i>Mevlüt Uysal</i> .....	26
<b>1. OTURUM: TUNA NEHRİ – KARADENİZ – MARMARA İLİŞKİSİ .....</b>	<b>30</b>
İstanbul'un Avrupa Yakasına Bir Kanal Açılması Durumunda İlave Debi Geçişleri <i>Tarkan Erdik</i> .....	31
Tuna-Karadeniz İşbirliğinde İcpr Deneyimleri <i>Ivan Zavadsky</i> .....	40
Avusturya Kamu Hizmetleri ve Yatırımları Birliği (VöWG) <i>Heidrun Maier-de-Kruijff</i> .....	54
Kentsel Atıksu Arıtımına İlişkin 91/271/Eec Numaralı Konsey Direktifi'nin Yerel Düzeyde Uygulanmasına İlişkin Sırbistan Örneği <i>Miodrag Gluscevic</i> .....	64
Tuna'nın Marmara Denizi Üzerindeki Hidrolik ve Organik Yük Baskıları <i>İzzet Öztürk</i> .....	72
<b>2. OTURUM: BÜTÜNCÜL OLARAK MARMARA DENİZİ'NİN TARİHSEL DEĞİŞİMİ .....</b>	<b>92</b>
Türkiye'de Bütünleşik Havza Yönetimi Kapsamında Marmara Havzası ve İlişkili Meriç-Ergene Havzasının Baskı ve Etki Değerlendirmesi <i>Burhan Fuat Çankaya</i> .....	93
Marmara Denizinde Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi <i>Harun Haşimoğlu</i> .....	106
Marmara Denizi'nin Mevcut Kirlilik Durumunun Tarihsel Süreci <i>Çolpan Polat Beken</i> .....	114
Marmara Denizi'nde Bakteriyolojik Riskler ve Fırsatlar <i>Gülşen Altuğ</i> .....	132
<b>3. OTURUM: MARMARA DENİZİ KENTSEL KİRLİLİK KAYNAKLARI VE ÖNLEME     FAALİYETLERİ .....</b>	<b>146</b>
İstanbul'da Atıksu Yönetimi <i>Alişan Koyuncu</i> .....	147

İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin Marmara Denizi Kentsel Kirlilik Önleme Faaliyetleri	
<i>Fuat Alarçin</i> .....	160
Bursa Büyükşehir Belediyesi & Buski Marmara Denizi Kentsel Kirlilik Önleme Faaliyetleri	
<i>Hakan Bebek</i> .....	178
Tekirdağ'da Marmara Denizi Kentsel Kirlilik Önleme Faaliyetleri	
<i>Sema Kurt</i> .....	190
İzmit Körfezi Kirlilik Önleme ve Atıksu Arıtma Çalışmaları	
<i>Ünal Bostan</i> .....	208
<b>III. Marmara Denizi Çalıştayları Sonuç Raporu</b> .....	<b>214</b>
<b>Çalıştay 1</b> .....	<b>218</b>
<b>Çalıştay 2</b> .....	<b>226</b>
<b>Çalıştay 3</b> .....	<b>232</b>
<b>Marmara Denizi Fotoğraf Yarışması</b> .....	<b>236</b>







## BİLİM VE DÜZENLEME KURULU

Dr. M. Cemil Arslan (MBB Genel Sekreteri)

Prof. Dr. Mustafa Öztürk (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Müsteşarı)

Akif Özkaldı (Orman ve Su İşleri Bakanlığı Müsteşarı)

Prof. Dr. Cumali Kınacı (Orman ve Su İşleri Bakanlığı Müsteşar Yardımcısı)

Prof. Dr. Hasan Zuhuri Sarıkaya (İTÜ Çevre Mühendisliği Böl.)

Prof. Dr. Lütfi Akça (İTÜ Çevre Mühendisliği Böl.)

Prof. Dr. İzzet Öztürk (İTÜ Çevre Mühendisliği Böl. - İSKİ Yön. Kur. Ü.)

Prof. Dr. Dilek Ediger (İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Ens.)

Prof. Dr. Feza Karaer (Uludağ Üniversitesi Çevre Mühendisliği Böl.)

Prof. Dr. Gülşen Altuğ (İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi)

Prof. Dr. Nüket Sivri (İstanbul Üniversitesi Çevre Mühendisliği Böl.)

Doç. Dr. Çolpan Polat Beken (TÜBİTAK MAM)

Doç. Dr. Gamze Yıldız (Uludağ Üniversitesi Biyoloji Böl.)

Yrd. Doç. Dr. Ahsen Yüksek (İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Ens.)

Hakan Bebek (Bursa B. Belediyesi Sahil Hizm. Da. Bşk.)

Muhammet Ali Eker (İstanbul B. Belediyesi Deniz Hizmetleri Müd.)

Mesut Önem (Kocaeli B. Belediyesi Çevre Koruma Şube Müd.)

Ali Çelik (Tekirdağ B. Belediyesi Deniz Hiz. Müd.)

Semih İlker Sanaç (İSKİ Havza Koruma ve Kontrol D. Bşk.)

Ali İnci (İSKİ Atıksu Arıtma D. Bşk.)

Soner Ergin (TESKİ Genel Müd. Yrd.)

Ünal Boştan (İSU Atıksu Arıtmalar D. Bşk.)

Mustafa Özkul (MBB Çevre Yönetimi Koord. Yrd.)

Gamze Güler (MBB Hukuk İşleri Koordinatörü)

Ahmet Cihat Kahraman (MBB Çevre Yönetimi Koordinatörü)

## SUNUŞ

Müstesna bir coğrafyaya sahip olduğunuzun ifadesidir, kıyısında yürüdüğünüz denizin tam karşı taraftaki kıyısında da bayrağınızın dalgalanıyor olması. Marmara Denizi işte bu istisnai durumun en başat aktörüdür. Tümüyle bize, Türkiye'ye ait ve üstelik dünya sularıyla ilişkisini doğa harikası iki boğaz ile sürdüren sudan bir köprüye sahibiz. Ve biliyoruz ki bu sahipliğin sürmesi mutlak surette sorumlulukların da özümsemesi ile mümkün olacaktır. Sorumlulukların özümsemesine örnek niteliğindeki bir motivasyonla, 45 belediyenin Marmara Denizi'nin kirlenmesini önlemek için güç birliği yaparak bir araya gelmesiyle 1975 yılında kurulan Marmara Belediyeler Birliği, Türkiye'de yerel yönetimlerin dinamikleriyle ilişkili olarak faaliyet alanını bugün çok daha geniş bir boyuta taşımışsa da kuruluş hassasiyeti olan Marmara Denizi ile ilgili faaliyetlerini aynı kararlılıkla sürdürmektedir.

Bugün Türk Boğazlar Sistemi olarak tanımlanan Çanakkale ve İstanbul Boğazı'ndan yılda yaklaşık 45 bin gemi geçerken, Türkiye'nin sanayi ve ticaret alanında lokomotifi olan şehirlerle tarımsal faaliyetler açısından önemli yetkinliğe sahip şehirleri Marmara Denizi'nin etrafında yer almaktadır. Marmara Denizi ile ilişkilendirilebilecek Marmara Bölgesi'nin nüfusu Türkiye nüfusunun %30'undan daha fazla. Sayılan tüm bu kentsel, tarımsal, ticari ve endüstriyel etkinliğin Marmara Denizi'nin omuzlarına yüklediği kirlilik yükü yetmezmiş gibi, Almanya'dan doğan ve yaklaşık 3 bin km yol katederek neredeyse tüm Güney Doğu Avrupa'yı geçip Karadeniz'e dökülen Tuna Nehri yüzey akıntısı ile kirlilik tehdidi oluşturmaktadır. Bu kadar çok etken varken ve Marmara Denizi bu kadar mühim bir konumdayken etkilenen boyutları da hiç azımsanacak gibi değil; deniz ekosisteminin canlılığını idame ettirmesinden deniz kaynaklı besinlerin risk altında olmasına, ulaşım faaliyetlerinden turizm kadar ele alınması gereken birçok başlıkla karşı karşıyayız.

Marmara Belediyeler Birliği olarak Marmara Denizi konusunda bu kadar çok etken/edilgen başlık ve taraf olmasını, sorunların çözümü için de bir sinerji fırsatı kabul ederek Marmara Denizi Sempozyumları ile tüm tarafları bir araya getirmenin çok anlamlı ve verimli olacağına inandık. Bu amaçla I. Marmara Denizi Sempozyumu'nu "Derdimiz, Değerimiz, Denizimiz: Marmara" sloganıyla 2012 yılında gerçekleştirdik. Sorunlarla yüzleşme ve çözüme yönelik bazı önerileri dile getirdiğimiz Sempozyum'un çok önemli noktalara temas

ettiğini, aldığımız geri bildirimlerle teyit ettik. 2015 yılında “Su Ürünleri” temasıyla hem etkiyi azaltacak taraf olan Çevre Mühendisliği disiplinini, hem de etkinin boyutlarını göz önüne seren Su Ürünleri ve Deniz Bilimleri gibi disiplinlerin bir arada çalışmasının zemini hazırladık. 2017 yılına geldiğimizde Marmara Denizi için önemli bir kirlilik kaynağı olan Tuna Nehri etkisini irdelemek üzere Tuna’nın geçtiği ülkelerden çok sayıda uzmanın da katılımıyla bir araya geldik. Teknik ve idari çözümlerin yanı sıra, bölgesel iş birliği ve uluslararası ilişkilerin de sınıraşan kirlilik söz konusu oldu-ğunda ne denli önemli olduğunu hep birlikte müşahade ettik.

21 Kasım 2017 tarihinde İstanbul’da “Tuna-Karadeniz-Marmara” temasıyla gerçekleştirilen III. Marmara Denizi Sempozyumu’nda çok sayıda büyükşehir belediyesi, üniversite ve sivil toplum kuruluşunun yanı sıra Güney-Doğu Avrupa Yerel Yönetim Birlikleri A-ğı (NALAS)’nın, Uluslararası Tuna Nehri Koruma Komisyonu (ICPDR)’nun, Avusturya Kamu Hizmetleri ve Yatırımları Birliği (VöWG)’nin, Sırbistan Şehirler ve Belediyeler Birliği (SCTM)’nin ve Romanya Su Birliği’nin çok önemli katkıları oldu-ğunu ifade etmemiz gerekiyor. III. Marmara Denizi Sempozyumu’nda ele alınan konuların, uzman kamu görevlileri, akademisyen ve sivil toplum gönüllüleriyle çok daha detaylı bir şekilde masaya yatırılmasının, çalışmaların sürdürülebilirliği açısından önem arz edeceğini düşünerek Marmara Denizi Çalıştaylarını, eş zamanlı olarak 3 grup ile 22 Kasım 2017’de gerçekleştirdik. Marmara Denizi hassasiyetinin toplumsal bir zeminde de yankı bulmasını temin etmek amacıyla, Sempozyum hazırlıkları ile eş zamanlı olarak yürütülen Marmara Denizi Fotoğraf Yarışmasının önemli bir bileşen olduğunu düşündük ve bu sayede görsel bir şölen eşliğinde Marmara Denizi konusundaki farkındalık çalışmalarına katkı sunmayı amaçladık.

III. Marmara Denizi Sempozyumu’nda ele alınan konuları, Marmara Denizi Çalıştaylarında olgunlaşan görüşleri ve Marmara Denizi Fotoğraf Yarışmasında ödüle layık görülen fotoğrafları bu yayında derleyerek dikkatlerinize sunuyoruz. Diliyoruz ki bu çalışmaların kaderi gözden uzak raflarda tozlanmak değil, çözümümüz arzuladığımız bu yolu aydınlatacak ışık olur.

**Ahmet Cihat Kahraman**

*Marmara Belediyeler Birliği  
Çevre Yönetimi Koordinatörü*



## AÇILIŞ KONUŞMALARI





**Dr. Hasan Akgün**

*Büyükçekmece Belediye Başkanı*

## MARMARA'NIN GELECEĞİ İÇİN ÇATI KURULUŞ GEREKLİ

Marmara Denizini tehdit eden kirlilik unsurlarını tartışmak ve ortak bir çözüm üretmek adına Marmara Belediyeler Birliği tarafından düzenlenen III. Marmara Denizi Sempozyumu bize Marmara Bölgesindeki kentlerimizin ve Marmara denizimizin geleceğini belirlemek adına önemli imkânlar sunmuştur. Buradaki verimli tartışmalar neticesinde önümüzdeki dönemde kalıcı politikalar ve planlar üretilecektir.

TÜİK verilerine göre 21,9 Milyon kişi Marmara Bölgesinde yaşamaktadır. Bu Türkiye nüfusunun %27'si demek oluyor. Bu kadar kişinin sebep olduğu başta atık su olmak üzere tüm kentsel kirleticiler kontrol altına alınıp iyi yönetilmediği sürece meydana gelecek kirlilik kontrol edilemez bir hal alır.

Mevcutta, Belediyeler ile Su & Kanal idarelerin gerçekleştirdikleri izleme ve ölçme çalışmalarını her belediye kendi gerekçelerine göre planlamakta. Bu da ortak bir havza için sınırlı bir çaba anlamına geliyor. Bütüncül planlama başarılabilirse daha verimli olacağı kanısındayız. Marmara denizinin bütüncül bir bakış açısıyla tek bir noktadan izlenmesi ve denize ilişkin idari adımların bu noktadan geliştirilmesi önem arz ediyor. Bu da Marmara belediyeler Birliği gibi belediye birlikleri ve merkezi idareyle uyum içerisinde çalışan bir çatı kuruluş tarafından yürütülebilir.

Bir toplumda refah düzeyinin artışına paralel olarak kişi başına tüketilen su miktarının da arttığı görülmektedir. Sağlıklı bir yaşam ortamı oluşturabilmek için kirlenmiş atık suların kentlerden çevreye zarar vermeyecek şekilde uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu kentsel kirleticilerin yanında Marmara Denizinde gerçekleştirilen balıkçılık ve ulaşım faaliyetleri de Marmara Denizi için risk ve tehdit oluşturmaktadır. Marmara Denizinin geleceği ile ilgili düşünürken bu noktada da bir üst kuruluşun devreye girmesi yararlı olacaktır.



Ayrıca Marmara Denizi kirlenmesinin uluslararası boyutuna da dikkatinizi çekmek isterim. Sorunun uluslararası boyutu da kirlilikle mücadelenin tek elden yürütülmesinin önemine vurgu yapmaktadır. Örneğin Tuna Nehri'nin Marmara Denizi üzerine yoğun bir hidrolik ve organik yükü olduğu konusunda ciddi endişeler bulunmaktadır. Tuna nehri, dolaştığı ülkelerin kirliliğini Karadeniz'e taşımaktadır ve Karadeniz'den de bu kirlilik Marmara'ya gelmektedir. Her ne kadar Marmara denizi bir iç deniz gibi görünse de Karadeniz'den gelen kirlilik ve Ege bağlantısı onu uluslararası bir su haline getirmektedir. Bu sorunun çözümü de ne tek başına bir kentin, bir belediyenin veya bir ülkenin başa çıkabileceği sorunlar değildir. Hem ülke içinde hem de uluslararası platformda Marmara Denizinin geleceğinin çatı örgütlerinde belirlenmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bu anlamda Marmara Denizi'nin geleceği için çatı kuruluşun şart olduğunu söylüyoruz.





## İbrahim Karaosmanoğlu

*TDBB ve Kocaeli Büyükşehir Belediye Başkanı*

## MARMARA DÜNYANIN PARLAYAN YILDIZI OLACAK

Marmara Bölgesi bu ülkenin lokomotifi konumunda. Sadece kendi şehirlerimiz yahut Marmara Bölgesi için değil; tüm Türkiye için çalışıyoruz. Coğrafyanın kader olduğu gerçeğini göz önünde bulundurursak Marmara Bölgesine ve Marmara'da görev yapanlara daha büyük sorumluluklar düşüyor.

Türkiye'deki sınaî faaliyetlerin büyük bir çoğunluğu bizim bölgemizde gerçekleşiyor. Dünyanın göz bebeği olan boğazlar bizim yetki alanımız dahilinde. Türkiye'nin en çok göç alan bölgesiyiz. Bu bölge sadece burada yaşayanların değil; Türkiye'de yaşayan hemen hemen herkesin duygusal bağ kurduğu bir bölge. Tüm faaliyetlerimizi bunları göz önünde bulundurarak yürütüyoruz.

Türkiye'nin üretim ve sanayileşme yükünün büyük bir çoğunluğunu sırtlayan bölgemizin sahip olduğu avantajlar, bir sosyolojinin de kendiliğinden oluşmasına yol açıyor. Burada üretilen artı değerın temelinde insan var. İnsan emeği var. Sanayileşme her ne kadar büyük bir hızla ilerliyor olsa da dünyanın sarsılmaz ve değişmez kaynağı insandır.

27 yıllık belediyeçilik faaliyetimin merkezine her daim insanı koydum. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi olarak da bu kaideden asla taviz vermedik. İnsanı yaşatmak, bizler için aslî vazifedir. İşte bu şiarla Kocaeli'nin sadece sanayiyle anılan çerçevesini dünyaya açılan bir pencereye dönüştürdük. Yaptığımız en önemli çalışma sahası çevre oldu.

Çevre yatırımlarımızla İzmit Körfezi'ni bir çekim merkezi haline getirdik. Bugün havlu atmaya yer kalmayan sahiller bunun en somuz ve örnek teşkil eden göstergesidir. 14 yıl öncesinin kirliliğinin eser kalmadığı mavi bayraklı İzmit Körfezi ve Kocaeli'nin Karadeniz sahilleri sezonun en sıcak günlerinde yerli ve yabancı turisti patlaması yaşıyor.

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi olarak İzmit Körfezi'ni eski mavi günlerine döndürmek için yıllarca büyük mücadele verdik. Türkiye'ye öncülük ettiğimiz Deniz uçağı denetim çalışmalarımızla İzmit Körfezi'ndeki sanayi tesislerini ve gemileri havadan ve karadan denetliyoruz. Körfez'in çevresini 21 arıtma tesisi ile donattık. İzmit Körfezi'nde arıtılan atık su miktarını yüzde 99'lara çıkararak bir rekora imza attık.

Tüm bunlara ek olarak deniz süpürgeleri, temizleme tekneleri ile yapılan kapsamlı çalışmalarla birlikte çevresinde 20 milyon nüfuslu İstanbul gibi mega kentin yanı sıra, Kocaeli ve Bursa gibi büyük sanayi kentlerinin bulunduğu İzmit Körfezi'ni büründüğü siyah renginden kurtardık. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi özetle bu savaşın galibi oldu.

Biz, sanayimizle ekonomiye can verdiğimiz gibi yaşadığımız çevrede ekolojik ve sosyolojik dengeyi de sağlamış olmanın mutluluğu ve vicdan rahatlığı içerisindeyiz. Marmara Belediyeler Birliği ile yaptığımız uzun soluklu çalışmalarla çok daha verimli sonuçlar elde edeceğimiz kanaatindeyiz. Marmara, sadece Türkiye'nin değil dünyanın parlayan yıldızı olacak.





**Alinur Aktaş**

*Bursa Büyükşehir Belediye Başkanı*

## MARMARA DENİZİ EN ÖNEMLİ DEĞERİMİZ

Dünyanın sayılı iç denizlerinden biri olan Marmara Denizi, coğrafi konumu itibarıyla Avrupa ve Asya kıtalarını ayıran ve fakat aynı zamanda boğazları yoluyla da birleştiren önemli bir değerimizdir. Bursa, Marmara Denizi'nin güneyinde yaklaşık 115 km kıyısı olan Türkiye'nin 4. Büyük kentidir.

İçinde şehrimiz Bursa'nın yer aldığı Marmara Bölgesi'nin, yoğun kentsel ve endüstriyel gelişiminin yanında deniz ulaşımı ve deniz ticareti alanındaki gelişmelere paralel olarak kötüye giden denizel ekosistem koşullarını iyileştirme hassasiyeti ile kurulan Marmara Belediyeler Birliği'nin öncelikli çalışma alanlarından birisi Marmara Denizi'dir. Son 20 yıldır etkin bir şekilde yürütülen belediyecilik hizmetleri ve idarelerin çevre hassasiyetleri vesilesiyle Marmara Denizi çevre bakımından gün geçtikçe daha iyi bir duruma gelmektedir.

2014 yılında Büyükşehir Belediyesi sınırlarının il sınırlarına genişlemesinin ardından çevresel faaliyetler hızlanmıştır. Bursa Büyükşehir Belediyesi, Marmara Denizi'nin korunması, temizlenmesi amacıyla özel birim olarak kurmuş olduğu Sahil Hizmetleri Daire Başkanlığı birimi ile 2014 yılından bu yana kıyı ve plajlardan 800 ton, deniz yüzeyinden ise 420 m<sup>3</sup> atık toplanmıştır. Yapılan yatırımlar ile kıyı ve plajlar halkımızın kullanımına uygun hale getirilmiştir. Yatırımlar, tanıtım ve bilinçlendirme faaliyetleri sonucunda halkımızın plaj kullanım oranı 2,5 kat artmıştır.

Bursa Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı Bursa Su Kanalizasyon İdaresi (BUSKİ), Marmara Denizi'nin atık sular ile kirliliğinin önlenmesi için kent merkezindeki atık su arıtma hat ve tesislerinin yanı sıra; Gemlik, Mudanya ve Karacabey'de derin deniz deşarjı içeren ileri biyolojik arıtma tesisleri, devreye alınmaya başlanmıştır. Marmara denizinin korunmasının yanında su ürünleri, turizm ve rekreasyon amaçlı olarak güvenle kullanılabilmesi için Bursa Büyükşehir Belediyesi yatırımlarını sürdürmektedir.



Bursa Büyükşehir Belediyesi'nin de desteğiyle Marmara Belediyeler Birliği tarafından "Bölgesel İşbirliği - Tuna" temasıyla gerçekleştirilen "3. Marmara Denizi Sempozyumu", Marmara Denizi'nin kirlilikten arındırılması noktasında önemli bir adım olmuştur.

Sempozyum bildirilerinin yer aldığı bu çalışma sadece Marmara Denizi'ne kıyısı olanlar için değil, hemen tüm şehirlerimiz için yol haritası niteliğindedir.

Bu vesileyle sempozyumda emeği geçenlere teşekkür ediyorum, saygılarımı sunuyorum.





## **Mevlüt Uysal**

*Marmara Belediyeler Birliği ve İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanı*

## MARMARA DENİZİ İÇİN CESARETLİ ADIMLAR

Sayın belediye başkanları, sayın bakanlık yetkilileri, sayın bilim insanları, ve belediye çalışanları, Marmara Denizi konusunda duyarlılık sahibi değerli öğrenci arkadaşlarım, kıymetli basın mensupları, hanımefendiler ve beyefendiler; III. Marmara Denizi Sempozyumu'na hoş geldiniz.

Denizler, yer kürede kara parçalarından hem daha fazla yer kaplamaktadır, hem de canlı yaşamı denizlerde daha fazladır. Biz insanlar her ne kadar denizde yaşamıyor olsak da, denizle iç içe yaşıyor; her faaliyetimizle denizi etkiliyor; denizdeki hemen her değişiklikten de etkileniyoruz.

Özellikle bugün burada toplanma nedenimiz olan Marmara Denizi gibi bir iç denizden söz ediyorsak, bu etkileşim çok daha fazladır. 70'li yıllarda, Marmara Denizi'nin süratle kirlendiğini gören birkaç belediye başkanı "Birlikte" çareler aramak, önlemler almak için kurmuştur Marmara Belediyeler Birliği'ni.

Marmara Denizi'ni ise bir iç deniz olarak daha hassas değerlendirmemiz gerekiyor. Marmara'nın kıyılarında Türkiye'nin dinamosu, lokomotifi konumundaki şehirler bulunuyor. İki kıtayı birbirine bağlayan İstanbul ve Çanakkale Boğazları hem eşsiz bir değer yaratıyor, hem de hat safhada bir gemi trafiğine ev sahipliği yapıyor.

Marmara Belediyeler Birliği olarak, kuruluş misyonumuz gereği; halkın, yerel yönetimlerin, merkezi idarenin, akademik çevrelerin ve sivil toplum kuruluşlarının doğrudan paydaş olarak yer aldığı Marmara Denizi Sempozyumu'nun 3.sünü düzenlemenin memnuniyetini yaşıyoruz. Bu yıl sempozyumun içeriğini ve paydaş kitlesini uluslararası bir boyuta taşımak suretiyle zenginleştirdik ve bunun için de ayrıca mutlu olduğumuzu ifade etmek isteriz.

Biz belediyeler; şehir hayatının ve üretimin denizlerimizi kirletmemesi, tahrip etmemesi için çalışıyor; önlemler alıyor, yeri geldiğinde de kirletilmiş alanları temizlemek için projeler geliştiriyoruz. Bunun için özellikle son yıllarda çok büyük hamlelerle büyük yol kat edildi. biyolojik atıksu arıtma tesislerine geçtik.

Marmara Denizi'nde yaşayan canlı türleri maalesef kentsel faaliyetler sonucu risk altında; bu nedenle kirlilik önleme faaliyetlerinin yanında etkin bir su ürünleri yönetimine de ihtiyacımız olduğu görülüyor. Su ürünleri rezervlerimiz üzerindeki baskıyı azaltacak adımları cesaretle atmamız gerekiyor. Denizde yaşayan türlerden istifade etmek elbette çok önemli ancak bunu onların varlığını tehdit etmeden yapmak çok daha önemli.

Marmara Denizi hem etrafındaki yoğun nüfus, tarım ve sanayi faaliyetleri nedeniyle hem de Karadeniz ve Ege ile yoğun bir etkileşim içerisinde olmasından dolayı, sınır ötesi kirlilik riski ile de karşı karşıya kalmaktadır.

Özellikle Almanya'da doğan ve yaklaşık 3 bin kilometre akarak Romanya'dan Karadeniz'e dökülen Tuna Nehri'nin de Marmara Denizi için bir risk unsuru olduğu konusunda endişeliyiz. İşte bu konuyu birçok yönüyle ele almak için 3. Marmara Denizi Sempozyumu'nun temasını da "Bölgesel İşbirliği – Tuna" olarak belirledik. Tuna Havzası'ndaki ülkelerden bilim insanları ve kıymetli konuklarımız da aramızda bulunmakta. Bu bağlamda etkin işbirliği yürüttüğümüz ve üyesi olmaktan memnuniyet duyduğumuz Güney - Doğu Avrupa Yerel Yönetim Birlikleri Ağı NALLAS'a huzurlarınızda teşekkür etmek istiyorum. Önümüzdeki süreçte bu ve başka konularda da işbirliğimizin daha da gelişeceğine inanıyorum.

Bugün burada, bu Denizi kullanan, kirliliği önlemeye çalışan, deniz üzerinden ticaret yapan, karnını doyuran, eğlenen tüm tarafları bir araya getirdik. Bu birliktelik her şeyden önce karşılıklı olarak önemli bir tecrübe paylaşımına vesile olacaktır. Yetkiler ve sorumluluklar konusunda kesişen ve açıkta kalan tarafları görmemize imkân tanıyacaktır. Sempozyum programında da göreceğiniz gibi, bu Sempozyumun çok güçlü bir akademik yanı var. Özellikle Çevre Mühendisliği, Deniz Bilimleri ve Su Ürünleri Mühendisliği disiplinleri ile bir araya gelen merkezi ve yerel idareciler, sorunlara bilimden beslenerek çözüm bulma yolunda ilerleyeceklerdir. Bilim ışığında, sınır ötesi etkiler dikkate alınarak, ulusal çapta belirlenen stratejileri, yerel bazda eyleme dönüştürmek için bu tür buluşmaların çok önemli olduğunu düşünüyoruz.

Bu duygu ve düşüncelerle; gerek burada bizimle değerli bilgi ve birikimlerini paylaşan konuşmacılarımıza ve gerekse yarın da gün boyu Marmara Denizi çalıştaylarımıza aktif destek sunacak bilim dünyasının değerli temsilcilerine ve diğer paydaşlarımıza huzurlarınızda tekrar teşekkür etmek istiyorum.

İştirakleri ile Marmara Denizi konusunda hassasiyetlerini bir kere daha ifade eden tüm katılımcılara; III. Marmara Denizi Sempozyumunun tüm destekçilerine şükranlarımı sunuyor; hepinizi sevgi ve saygıyla selamlıyorum.



## 1. OTURUM

### Tuna Nehri – Karadeniz – Marmara İlişkisi

#### MODERATÖR

Çolphan Polat Beken, *TÜBİTAK MAM*

#### KONUŞMACILAR

Tarkan Erdik, *İstanbul Teknik Üniversitesi*

Ivan Zavadsky, *Uluslararası Tuna Koruma Komisyonu (ICPDR)*

Heidrun Maier-de-Kruijff, *Avusturya Kamu Hizmetleri ve Yatırımları Birliği (VöWG)*

Miodrag Gluscevic, *Sırbistan Şehirler ve Belediyeler Birliği (SCTM)*

Silviu Lacatusu, *Romanya Su Birliği*

İzzet Öztürk, *İstanbul Teknik Üniversitesi*



## Tarkan Erdik<sup>1\*</sup>, Olgay Şen<sup>1</sup>, İzzet Öztürk<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği, İstanbul Teknik Üniversitesi

<sup>2</sup>Çevre Mühendisliği, İstanbul Teknik Üniversitesi

\*İletişim: erdik@itu.edu.tr

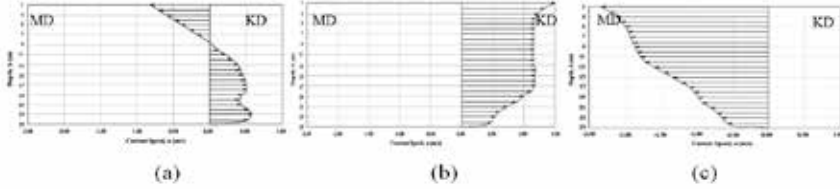
# İstanbul'un Avrupa Yakasına Bir Kanal Açılması Durumunda İlave Debi Geçişleri

## Giriş

Marmara Denizi'nin hidrodinamiği dünyadaki diğer denizlerle karşılaştırıldığında çok karmaşık yapıdadır (Alpar ve Yüce, 1998). Bu kompleks yapıya, sistem içerisindeki tabakalar halinde hareket eden su kütleleri sebep olmaktadır. Karadeniz'deki tuzluluk Ege Denizi'ne kıyasla düşük olduğundan; Karadeniz'den Kuzey Ege Denizi'ne doğru tuzluluk oranı düşük bir üst su akımı oluşmaktadır. Benzer şekilde, Akdeniz'den Marmara Denizi'ne doğru, ters yönde, tuzluluk oranı yüksek bir alt su akımı gözlenmektedir. Tuzluluk katmanlarının yanı sıra, güneş radyasyonu etkisiyle ısınmaya bağlı olarak mevsimsel değişiklikler gösteren sıcaklık tabakalaşması da sirkülasyona neden olmaktadır. Rüzgâr kuvvetleri de diğer önemli faktörlerden biridir. İstanbul boğazının ne kadar hassas bir dengede olduğunu göstermek için hız profillerine bakmak yeterlidir. Genel itibariyle boğaz akıntıları Şekil 1a'daki gibidir. Karadeniz suları üstten Marmara'ya, Akdeniz suları ise alttan Karadeniz'e taşınmaktadır. Ancak, kuvvetli Güney-Güneybatı (Lodos) rüzgârları, Karadeniz sularını zaman zaman bloke etmektedir. Şekil 1b'de buna ait bir grafik sunulmuştur. Buradan görüldüğü üzere Boğazdaki bütün akıntı Marmara Denizi'nden Karadeniz'e yönlüdür. Benzer şekilde, Kuzeydoğu rüzgârları da, Marmara akıntılarını bloke etmekte ve bütün kesit Karadeniz sularını taşımaktadır (Şekil 1c). Türk Boğazlar sisteminin ne kadar hassas bir yapıda olduğunu bu grafikler



açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Diğer önemli parametrelerden biri de yağış ve buharlaşmadır. Yağış ve Buharlaşma tuzluluk değişimlerine ve doğal olarak da yoğunluk akıntılarına sebebiyet vermektedir.



Şekil 1. Dikey hız profilleri (MD: Marmara Denizi; KD: Karadeniz, Yüksel vd., 2008)

Bu çalışmanın temel amacı, İstanbul'un Avrupa Yakasına bir kanal açılması durumunda kanal ve boğazın ortalama debilerinin tahminidir. Bu çalışmada, "Kanal İstanbul" ifadesi kullanılmayacaktır. Çünkü, bu araştırmanın yapıldığı dönemde "Kanal İstanbul'un" geometrik yapısı henüz belli değildir. Kanaldan geçen debiler ise kanalın en kesit, boy kesit, uzunluk ve pürüzlülük gibi birçok faktöre bağlı olduğundan bu çalışma sadece debi geçişleri ile ilgili fikir vermeye yöneliktir. Bu çalışmada, taban genişliği 200m, üst genişliği 400m, ve derinliği 25 m olan trapez şekilli fiktif bir kanal en kesiti esas alınmıştır.

## Hidrodinamik Modelleme Çalışmaları

Hidrodinamik modelleme çalışmalarında 3 boyutlu modelleme imkânı sunan Delft3D yazılımı kullanılmıştır. Delft3D yazılımı, Hollanda Deltares firması tarafından geliştirilmiş olan, bir çok çalışma disiplini ilgilendiren kıyı ve nehir çalışma alanlarında, akıntı, dalga, sediment taşınımı, su kalitesi, morfolojik değişimler ve ekoloji gibi araştırma konularında kullanılabilen bir yazılımdır. Delft3D, yoğunluk ifadesindeki sıcaklık ve tuzluluk parametrelerini zaman, mekân ve derinlik ile değişen şekilde kullanma imkânı sağlamakta olup yine zamanla değişen gelgit ve meteorolojik koşulları göz önüne alarak, 3 boyutlu hidrodinamik modelleme yöntemlerinin uygulamasına olanak veren en gelişmiş yazılımlardan biridir (Deltares, 2014).

Bu çalışmada, geniş alanlı bir hesaplama ağı oluşturulmuştur. Böylece, bütünleşik ve birbiriyle etkileşimli bir model geliştirilmiştir. Çalışma alanı, Karadeniz, Marmara Denizi ve Kuzey Ege Denizi'ni kapsamaktadır (Şekil 2). Modelleme alanı 511585 km<sup>2</sup>'dir. Simülasyon süresi

1.1.2000 - 1.1.2015 tarihleri arasında 15 yıllık zaman aralığını kapsamaktadır.

Çalışma alanı üzerinde curvilinear mesh yapısında yatay hesap ağı oluşturulmuştur (Şekil 2). Hesap ağı 11260 elemandan oluşmaktadır. Yatay hesap ağı çözünürlüklerinin değişim aralığı aşağıda verilmiştir:

- Karadeniz: 500 m - 30 km
- İstanbul Boğazı: 200 m - 500 m
- Kanal İstanbul: 100 m - 400 m
- Marmara Denizi: 300 m - 3 km
- Çanakkale Boğazı: 350 m - 1200 m
- Ege Denizi: 1200 m - 10 km

Çalışma alanında düşey hesap ağı yapısı olarak Z-model tabaka türü kullanılmıştır. Z-model düşey hesap ağı tipinde, kullanıcı tarafından belirlenen tabaka kalınlıkları çalışma alanının her bölgesinde sabit olup, tabaka ayırım çizgileri birbirine paraleldir. Bu çalışma, çok kısıtlı bir zaman aralığında gerçekleştiğinden, zaman tasarrufu açısından çalışma bölgesi maksimum 8 tabaka ile sınırlandırılmıştır.



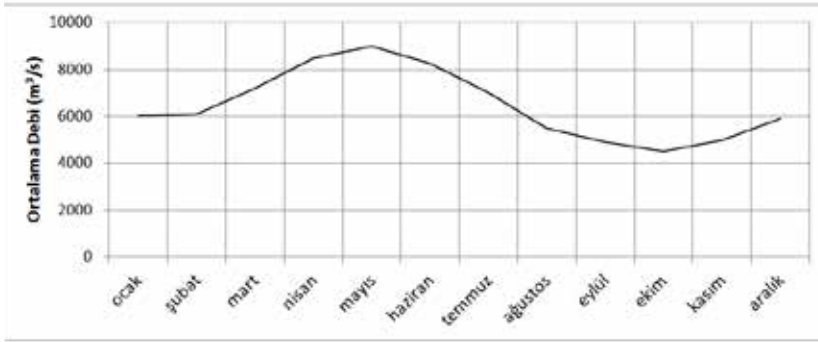
Şekil 2. Hidrodinamik modelleme alanı

## Model Girdi Verileri

**Meteorolojik Veriler:** Bu projede meteorolojik kuvvet olarak, Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmin Merkezi (ECMWF) arşivlerinden temin edilen, denizden itibaren 10 m yükseklikteki rüzgâr hızı bileşenleri ve hava basıncı verileri kullanılmıştır. Meteorolojik verilerin zamansal çözünürlüğü 6 saat olup, mekansal çözünürlüğü hem enlem hem boylam yönünde 0.125 derecedir.

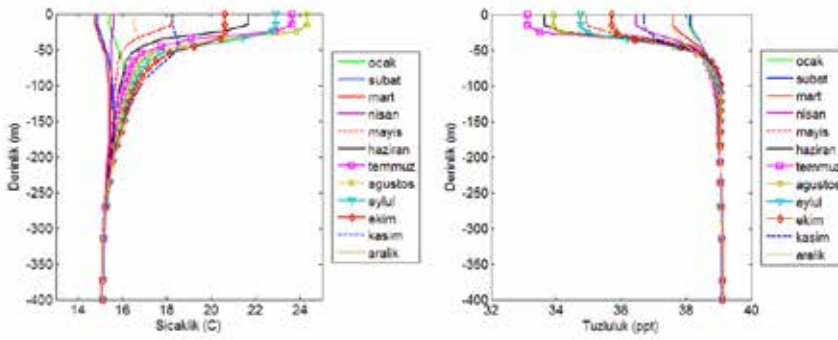
**Atmosfer-Deniz Isı Geçişi:** Atmosfer ile deniz suyu arasındaki ısı geçişlerinin modellenebilmesi için Atmosfer-Deniz akış modeli kullanılmıştır. Bu modelde, ECMWF'ten temin edilen 6 saatlik hava sıcaklığı, bağıl nem ve bulutluluk oranı verileri esas alınmıştır. Veri zamansal çözünürlüğü 6 saat olup, mekansal çözünürlük 0.125 derecedir.

**Nehir Akımları:** Nehir akımları olarak, Karadeniz'e dökülen tatlı su kaynaklarının üçte ikisini teşkil eden Tuna Nehri'nin aylık ortalama debileri kullanılmıştır (Şekil 3). Nehir akımı sıcaklığı ortalama 10°C alınmıştır.



Şekil 3. Tuna Nehri aylık ortalama debileri (Global Runoff Data Centre, 2007)

**Açık Deniz Sınır Koşulu:** Kuzey Ege Deniz'i sınır hattı boyunca su seviyesi, sıcaklık ve tuzluluk sınır şartları kullanılmıştır. Hidrodinamik açık deniz sınır koşulu için, K1, O1, S2 ve M<sup>2</sup> gelgit bileşenlerine bağlı su seviyesi değişimi öngörülmüştür. Açık sınırdaki sıcaklık ve tuzluluk değerleri için ise ECMWF arşivinden elde edilen uzun yıllar aylık ortalama değerleri derinliğe bağlı olarak sınır boyunca üniform tanımlanmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Açık deniz sıcaklık ve tuzluluk sınır şartları

**Model Başlangıç Koşulları:** Çalışma alanına ait başlangıç koşulları değerleri 2006 yılı MEMPIS projesi raporundan alınmıştır (MEMPIS, 2006). Başlangıç koşulları; tuzluluk, sıcaklık, su seviyesi ve hız olarak 4'e ayrılmıştır.

Tuzluluk başlangıç koşulları;

- Karadeniz üst tabakası (135 m üzeri): üniform tuzluluk  $S = 18$  ppt
- Karadeniz alt tabakası (135 m altı): üniform tuzluluk  $S = 22$  ppt
- Marmara Denizi üst tabakası (25 m üzeri): üniform tuzluluk  $S = 20$  ppt
- Marmara Denizi alt tabakası (25 m altı): üniform tuzluluk  $S = 38$  ppt
- Ege Denizi üst tabakası: üniform tuzluluk  $S = 38$  ppt
- Ege Denizi alt tabakası: üniform tuzluluk  $S = 38$  ppt

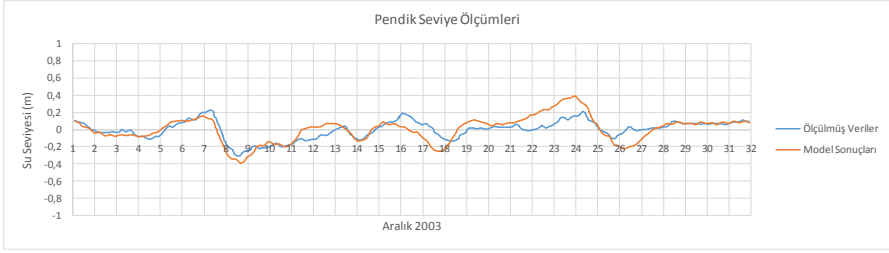
Sıcaklık başlangıç koşulları;

- Karadeniz üst tabakası: üniform sıcaklık  $T = 8.50^{\circ}\text{C}$
- Karadeniz alt tabakası: üniform sıcaklık  $T = 8.50^{\circ}\text{C}$
- Marmara Denizi üst tabakası (25 m üstü): üniform sıcaklık  $T = 8.50^{\circ}\text{C}$
- Marmara Denizi alt tabakası (25 m altı): üniform sıcaklık  $T = 15.0^{\circ}\text{C}$
- Ege Denizi üst tabakası (70 m üstü): üniform sıcaklık  $T = 16.0^{\circ}\text{C}$
- Ege Denizi alt tabakası (70 m üstü): üniform sıcaklık  $T = 14.20^{\circ}\text{C}$

Su seviyesi başlangıç koşulu, Karadeniz'de 45 cm, Marmara Denizi'nde 15 cm ve Ege Denizi'nde sıfır olarak tanımlanmıştır. Başlangıç su hızı sıfır olarak seçilmiştir.

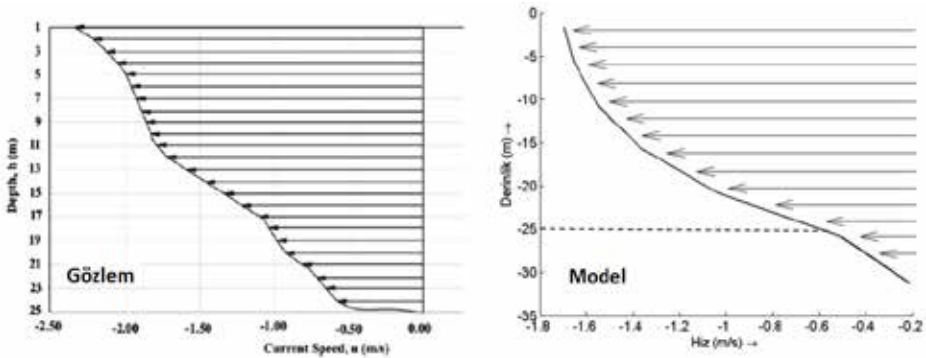
## Kalibrasyon Çalışmaları

Hidrodinamik modelin tutarlılığının test edilmesi için model sonuçları ile gözlem verileri karşılaştırılmıştır. Pendik bölgesi su seviyesi ölçümleri Aralık 2003 dönemi için Şekil 5'te verilmiştir. Ölçülmüş veriler ile geliştirilen model sonuçları arasında gerek faz açısı gerekse değer bakımından yüksek bir uyum olduğu görülmüştür.

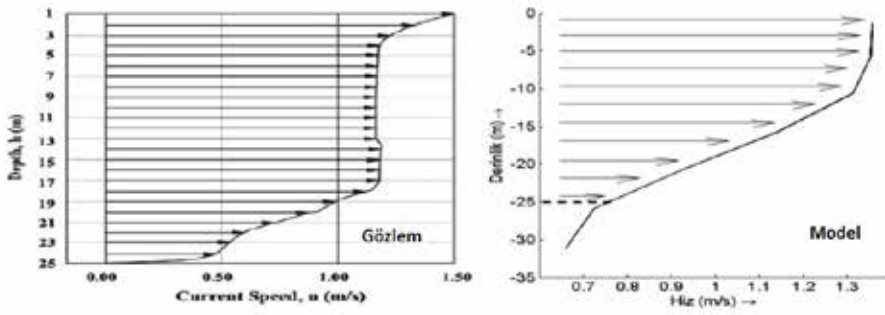


Şekil 5. Pendik su seviyesi ölçümleri ve model sonuçları

Marmaray projesi kapsamında B istasyonuna ait 16.01.2005 yılı saat 20:00'de ölçülmüş olan hız profili (Yüksel vd., 2008) ile geliştirilen model ile aynı zaman diliminde tahmin edilen hız profili Şekil 6'da bir arada sunulmuştur. Bu şekildeki hız profilleri, Karadeniz'den Marmara yönüne akan bloke akım durumunu göstermektedir. Geliştirilen model geniş alanlı bir model olsa da hız profilini büyük bir yaklaşıklıkla tahmin edebilmiştir. Benzer şekilde, 27.01.2005 yılı saat 18:00'de ölçülmüş olan hız profilinin karşılaştırılması Şekil 7'de sunulmuştur. Geliştirilen hidrodinamik model Marmara'dan Karadeniz'e olan bloke akımı da tahmin edebilmiştir.

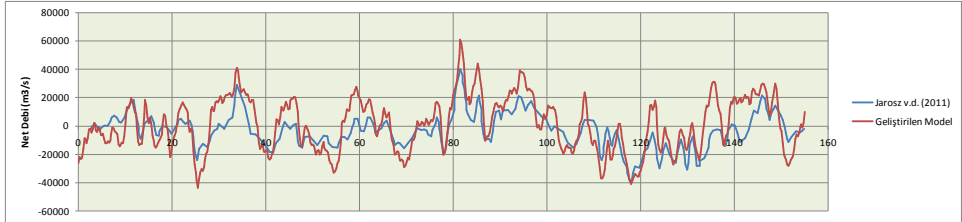


Şekil 6. B istasyonunda 16.01.2005 yılı saat 20:00'de ölçülmüş hız profillerinin model ile karşılaştırılması

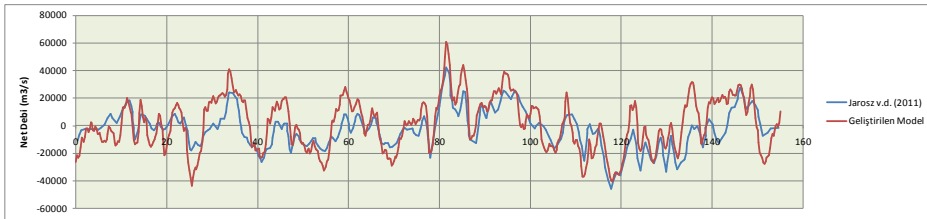


Şekil 7. B İstasyonunda 27.01.2005 yılı saat 18:00'de ölçülmüş hız profillerinin model ile karşılaştırılması

Model sonuçları ayrıca, Jarosz vd., (2011) tarafından, Eylül 2008 - Şubat 2009 tarihleri arasında gözlemlenen debi değerleri ile karşılaştırılmıştır. Şekil 8'de gösterildiği üzere, İstanbul'un Kuzey ve Güney uçlarında, geliştirilen hidrodinamik model çıktılarıyla, ölçüm sonuçlarının uyumlu olduğu görülmektedir.



(a)



(b)

Şekil 8. Model sonuçları ve ölçüm debi değerlerinin karşılaştırılması  
(a) İstanbul Boğazı Kuzey girişi (b) İstanbul Boğazı Güney girişi

## Model Sonuçları ve Değerlendirmeler

Bu çalışmada, İstanbul'a bir kanal açılması durumunda kanal içerisindeki debi değişimleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için, Karadeniz, Marmara Denizi ve Kuzey Ege Denizi'ni kapsayan ve yüzey alanı 511585 km<sup>2</sup> olan bir hesaplama ağı üretilmiştir. Simülasyon, 01.01.2000-01.01.2015 yılları için 6 saatlik zaman aralıklarla gerçekleştirilmiştir. Simülasyon süresi boyunca taban genişliği 200m, üst genişliği 400m ve derinliği 25 m olan, 43km uzunluğunda trapez fiktif bir kanal modele dahil edilmiştir. Kanaldan geçen debiler, kanalın geometrisi, hidrolik yükü ve pürüzlülük faktörlerine bağlı olduğundan söz konusu bu çalışma sadece modelde kullanılan fiktif kanal kesiti için geçerlidir. Bu çalışma ile aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Kanal içerisindeki ortalama hızların 0.5m/s ile 0.6m/s arasında olduğu hesaplanmıştır. Maksimum hızın 2.7m/s seviyesine kadar ulaştığı görülmüştür. Kanal içerisinde ortalama su seviyesinin +13cm olduğu hesaplanmıştır. Kanal içerisinde, İstanbul Boğazı'nda olduğu gibi iki tabakalı akımın oluştuğu zamanlar gözlemlenmiştir. Karadeniz'den Marmara'ya doğru kanaldan geçmesi beklenen ortalama debi değeri 3751 m<sup>3</sup>/s, Marmara Denizi'nden Karadeniz'e yönlü ortalama debi değeri ise 1385 m<sup>3</sup>/s olarak hesaplanmıştır. Kanal içerisindeki üst akım debileri Bahar ve Yaz aylarında artış göstermektedir. Hidrodinamik modelleme sonuçları, planlanan kanalın Türk Boğazlar Sistemi doğal alt tabaka akımları üzerinde belirgin bir olumsuz etkisinin olmayacağını göstermektedir.

## Kaynaklar

Alpar, B. & Yüce, H. (1998). "Sea-level variations and their interactions between the Black Sea and the Aegean Sea", *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 46, 609-619.

Deltares (2014), Delft3D Hydro-Morphodynamics User Manual.

Global Runoff Data Centre (GRDC), 2007. Federal Institute of Hydrology, Germany.

Jarosz, E.W., Teague, J., Book, J.W., Beşiktepe, Ş., 2011. Observed volume fluxes in the Bosphorus Strait, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L21608, doi:10.1029/2011GL049557.

MEMPIS Consortium (2006). Environmental Master Plan and Investment Strategy for the Marmara Sea Basin - Turkey, Water Quality Modeling of the Sea of Marmara, Model Development and Scenario Simulations. European Investment Bank and Turkish Ministry of Environment & Forestry.

Yüksel, Y., Ayat, B., Ozturk, M. N., Aydogan, B., Guler, I., Cevik, E. O., & Yalciner, A. C. (2008). "Responses of the Stratified Flows to Their Driving Conditions-A field study", *Ocean Engineering*, 35(13), 1304-1321.







## **Ivan Zavadsky**

*Genel Sekreter*

*ICPDR- Uluslararası Tuna Nehri Koruma Komisyonu*

# **TUNA-KARADENİZ İŞBİRLİĞİNDE ICPDR DENEYİMLERİ**

## **Özet**

Bu metinde, Avrupa Birliği ve 14 taraf ülkenin oluşturduğu Uluslararası Tuna Nehri Koruma Komisyonu'nun (ICPDR) Tuna Nehri ve Havzasına ilişkin faaliyetleri hakkında bilgiler vermiş olup, Tuna-Karadeniz işbirliğine ilişkin çalışmalar anlatılmıştır. Bir takım stratejik hedeflerden bahsedilerek uluslararası su kalitesi izleme faaliyetleri belirtilmiştir. Tuna Nehri'nin Karadeniz'e verdiği kirlilik yükü hakkında yıllık veri paylaşımına dair açıklamalar sunulmaktadır.

İlgili sunum, Kasım 2017'de İstanbul'da düzenlenen 3. Marmara Denizi Sempozyumu'nun bir parçasıdır.

## The International Commission for the Protection of the Danube River

The International Commission for the Protection of the Danube River (ICPDR) is an International Organisation consisting of 14 cooperating states and the European Union. Since its establishment in 1998, the ICPDR has grown into one of the largest and most active international bodies of river basin management expertise in the World. The ICPDR deals not only with the Danube itself, but also with the whole Danube River Basin, which includes its tributaries and the ground water resources.

The goal of the ICPDR is to implement the Danube River Protection Convention (DRPC)<sup>1</sup>, signed on 29 June 1994. The signatories to the Convention have agreed to cooperate on fundamental water management issues, including the conservation, improvement and rational use of surface waters and groundwater; preventive measures to control hazards originating from accidents, floods, ice or hazardous substances; and measures to reduce the pollution loads entering the Black Sea from sources in the Danube River Basin.

In addition, the ICPDR is the body that coordinates the implementation of EU Water Framework Directive and EU Floods Directive in the Danube River Basin.

The ICPDR mission is to promote and coordinate sustainable and equitable water management, including conservation, improvement and rational use of waters for the benefit of the Danube River Basin countries and their people. The ICPDR pursues this mission by making recommendations for the improvement of water quality, developing mechanisms for flood and accident control, agreeing standards for emissions and by assuring that these are reflected in the Contracting Parties' national legislations and applied in their policies.

The International Commission for the Protection of the Danube River (ICPDR) is a transboundary river basin organization that works to ensure the sustainable and equitable use of waters and freshwater resources in the Danube River Basin. The ICPDR has 15 contracting countries - including the European Union. It is now the largest international body of river basin management experts in Europe, with a mission to promote and coordinate sustainable water management for the benefit of all people of the Danube River Basin.

---

<sup>1</sup> <https://www.icpdr.org/main/publications/legal-documents>

Since the ICPDR was established in 1998, it has provided a platform for countries to assess the health of the river and develop basin-wide plans to address priority issues such as pollution, hydropower, navigation and adaptation to climate change. By bringing together representatives from the highest ministerial levels, technical experts, members of civil society and the scientific community, the ICPDR has contributed significantly towards improvements in the state of water bodies in the Danube River Basin but also in the North Western Shelf of the Black Sea.

19 countries share the Danube River Basin, making it the world's most international river basin. The river basin covers 817,000 square kilometres and 83 million people live in its catchment area. Some 20 million people rely of the Danube for drinking water. The Danube passes by numerous large cities – including four national capitals, Vienna, Bratislava, Budapest and Belgrade – receiving the waste of millions of individuals and their agriculture and industry. By the 1980s, water quality was a serious issue. The river is also critical for the generation of hydropower, navigation, agriculture, recreation and the natural environment. Currently just 24.7% of the Danube's water bodies are considered to have good ecological status.

## **The Danube - Black Sea cooperation**

The Danube - Black Sea cooperation goes back to 2001, when two Presidents of the ICPDR and the Black Sea Commission (BSC)<sup>2</sup> signed the “Memorandum of Understanding between the International Commission for the Protection of the Black Sea (ICPBS) and the International Commission for the Protection of the Danube River (ICPDR) on common strategic goals” (MoU)<sup>3</sup> to provide a framework for implementing common strategic goals.

In order to contribute to safeguard the Black Sea from a further deterioration of the status of its ecosystems the BSC and the ICPDR have agree to the following common goals:

- The long-term goal in the wider Black Sea Basin is to take measures to reduce the loads of nutrients and hazardous substances discharged to such levels necessary to permit Black Sea ecosystems to recover to conditions similar to those observed in the 1960s.
- As an intermediate goal, urgent measures should be taken in the wider Black

---

<sup>2</sup> <http://www.blacksea-commission.org/>

<sup>3</sup> <https://www.icpdr.org/main/publications/legal-documents>

Sea Basin in order to avoid that the loads of nutrients and hazardous substances discharged into the Seas exceed those that existed in the mid 1990s. (These discharges are only incompletely known.)

- The inputs of nutrients and hazardous substances into both receiving Seas (Black Sea proper and Sea of Azov) have to be assessed in a comparable way. To this very end a common Analytical Quality Assurance (AQA) system and a thorough discussion about the necessary monitoring approach, including the sampling procedures, has to be set up and agreed upon between the ICPBS and the ICPDR.
- The ecological status of the Black Sea and the Sea of Azov has to be further assessed, and the comparability of the data basis has to be further increased.
- Both the reported input loads as well as the assessed ecological status will have to be reported annually to both the ICPBS and the ICPDR.
- Strategies for economic development have to be adopted to ensure appropriate practices and measures to limit the discharge of nutrients and hazardous substances, and to rehabilitate ecosystems, which assimilate nutrients.
- Based on the annual reports and on the adopted strategies for the limitation of the discharge of nutrients and hazardous substances, a review shall be undertaken in 2007. It will have to focus on the further measures that may be required for meeting the long-term objective.

The BSC and ICPDR, as stated in the MoU, have common goals and objectives with regard to prevention of pollution loads and conservation of riverine and marine environment and ecosystems and wish to collaborate in facilitation of these common goals and objectives within their respective mandates and governing rules and regulations. Recognizing also the importance of compliance with provisions of relevant legal instruments in the field of environmental protection in the Danube and Black Sea basins, i.e. Espoo Convention, Aarhus Convention, Ramsar Convention and relevant EU legislation (inter alia, WFD and MSFD Directives), they established a broader cooperation aimed at harmonizing their activities, avoiding duplications and promoting synergies through this MoU. Therefore, the Commissions established a Joint Technical Working Group (JTWG) to deal with the above-mentioned issues of common interest.

The mandate of this JTWG between two Commissions is to reinforce the cooperation and to develop appropriate mechanisms for the implementation of the MoU. The objective of the JTWG is to create a common base of understanding and agreement on the changes over time of the Black Sea ecosystem, and the causes of these changes, and to report to both Commissions on the results, recommending strategies and practical measures for remedial actions.

The key activities of the Working Group are as follows:

- Description and assessment of existing monitoring systems in the Bucharest Convention area (institutional responsibilities and data availability at the national and regional levels, etc.).
- Development of a regional monitoring programme for the Bucharest Convention area.
- Development of ecological status indicators in the Bucharest Convention area.
- Review methodology and update assessment in the Bucharest Convention area.
- Development and update (when necessary) of reporting format and procedures for the annual report to both commissions on the input loads and assessed ecological status (based on identified indicators) in the Bucharest Convention area.
- Draft annual report to both commissions in line with procedures set out above.
- Development of reporting format and procedures, ensuring the periodic reporting (for BSC – every 5 years, for ICPDR – every 6 years) on measures taken for the reduction of nutrients and hazardous substances in the Danube River Basin (DRB) in line with the ICPDR's Danube River Basin Management Plan and in the Bucharest Convention area in line with the Black Sea Strategic Action Plan.
- Develop mechanism to ensure information sharing on developments in policies and programmes to reduce nutrients and hazardous substances in the Danube and Black Sea basins.

The composition of the Joint Technical Working Group is as follows:

For the ICPDR:

1. The Chairman of the MA EG (Monitoring and Assessment Expert Group),
2. The Chairman of the PM EG (Pressures and Measures Expert Group),
3. Representatives of the Permanent Secretariat with expertise in technical and scientific issues.

For the Danube/BS countries (contracting parties to both conventions):

Experts with technical/scientific expertise from Bulgaria, Romania and Ukraine, one per country proposed by both the respective Head of Delegation to the ICPDR and the Black Sea Commission member.

For the Black Sea Commission/ non-ICPDR member countries:

Experts with technical/scientific expertise from Georgia, Russian Federation and Turkey (nominated by respective countries), one per country and representatives of the Permanent Secretariat and/or Advisory Group member to the BSC.

## **Monitoring: Trans-National Monitoring Network**

In line with the provisions of the DRPC, the Trans-National Monitoring Network (TNMN) in the Danube River Basin has been in operation since 1996. The major objective of the TNMN is to provide an overview of the overall status and long-term changes of surface water and, where necessary, groundwater status in a basin-wide context (with particular attention paid to the transboundary pollution load). In view of the link between the nutrient loads of the Danube and the eutrophication of the Black Sea, the monitoring of sources and pathways of nutrients in the DRB and the effects of measures taken to reduce the nutrient loads into the Black Sea are an important component of the scheme.

The TNMN laboratories have a free choice of standardized analytical method, providing they are able to demonstrate that the method in use meets the required performance criteria. To ensure the quality of collected data, a basin-wide Analytical Quality Control (AQC) programme is organised by the ICPDR every year.

To meet the requirements of both the WFD and the DRPC, the TNMN for surface waters consists of the following elements:

- Surveillance monitoring I: Monitoring of surface water status;
- Surveillance monitoring II: Monitoring of specific pressures;
- Operational monitoring;
- Investigative monitoring.

Surveillance monitoring II is a joint monitoring activity of all ICPDR Contracting Parties, which produces data on concentrations and loads of selected parameters in the Danube and major tributaries. Surveillance monitoring I and operational monitoring is based on collection of data on the status of surface water and groundwater bodies in the DRBD, to be published in the DRBM Plan. Investigative monitoring is primarily a national task. However, on the basin-wide level, the JDS serve the investigative monitoring as required e.g. for harmonisation of existing monitoring methodologies; filling information gaps in monitoring networks; testing new methods; or checking the impact of “new” chemical substances in different matrices. JDSs are carried out every 6 years.

The JDS1 and JDS2 expeditions provided essential scientific information to help to identify the main issues in the region and their causes. They assisted decision-makers in selecting the right measures for the Danube RBM Plan. New species were discovered, such as the floating fern *Azolla*. A new database of over 10,000 photos of the river’s structures was produced. Moreover, new techniques and technologies were tested – many of which could improve the work of scientists across the globe. The JDS3 was the world’s biggest river research expedition in 2013. For six weeks between August and September, the JDS3 ships travelled 2,375 km downstream the Danube River to the Danube Delta, assessing the Danube and many of its tributaries. The JDS3 catalysed international cooperation from the 14 main Danube Basin countries and the European Commission. It was coordinated by the International Commission for the Protection of the Danube River (ICPDR). An international JDS3 Core Team of 20 scientists was responsible for sampling, sample processing, on-board analyses and all survey activities. JDS3 National Coordinators facilitated organization at the national level. Chemical analyses were carried out by leading laboratories across Europe. Corporate partners, such as the Coca-Cola System and Donauchemie, also supported the JDS3. A total of 68 sites were sampled, with one or two sites visited daily on average. Many samples were tested on-board the ships while others were sent to participating laboratories throughout Europe, within and beyond ICPDR Member Countries. Sampling at JDS3 stations could include up

to five different ‘sample types’ – water, sediment, biology, suspended particulate matter (SPM) and biota (fish). The experts conducted numerous tests, looking for animals and plants, from larger shellfish to microscopic bacteria, and chemical and hazardous substances. They monitored physico-chemical parameters such as temperature and pH. The hydromorphological study included activities such as sediment testing, photography, and listing harbours and sand bars. 32 sites were chosen for monitoring fish. Non-lethal ‘electro-fishing’ stunned fish for collection. The river bottom was sampled with an ‘electrified bottom trawler net’. Experts also removed blood and liver from fish to study the effects of chemicals on living organisms. Finally, the data and information gathered during and after the expedition was organized into three separate and interrelated assessments – biological, chemical, and hydromorphological Result overview The JDS3 provided the largest volume of knowledge about the Danube River Basin ever collected through a single scientific exercise. Overall, the results of the three interrelated JDS3 assessments again confirmed that cooperation in the Danube River Basin continues to reap rewards. The waters and life within them are progressively becoming healthier and safer for all. However, some problems still require measures to solve them.

## **Load Assessment –Loads to Black Sea**

The long-term development of loads of relevant determinants in the important rivers of the Danube Basin is one of the major objectives of the TNMN. This is why the load assessment programme in the Danube River Basin started in 2000. For the calculation of loads, a commonly agreed standard operational procedure is used.

The following principles have been agreed for the load assessment procedure:

- Load is calculated for the following determinants: BOD<sub>5</sub>, inorganic nitrogen, ortho-phosphate-phosphorus, dissolved phosphorus, total phosphorus, suspended solids and - on a voluntary basis - chlorides; based on the agreement with the Black Sea Commission, silicates are measured at the Romanian load assessment sites since 2004;
- The minimum sampling frequency at sampling sites selected for load calculation is set at 24 per year;
- The load calculation is processed according to the procedure recommended by the Project “Transboundary assessment of pollution loads and trends”. Additionally, countries can calculate annual load by using their national calculation



methods, results of which would be presented together with data prepared based on the agreed method;

- Countries should select for load assessment those TNMN monitoring sites for which valid flow data is available.

The mean annual concentrations and annual loads of suspended solids, inorganic nitrogen, ortho-phosphate-phosphorus, total phosphorus, BOD<sub>5</sub>, chlorides and – where available – dissolved phosphorus and silicates - are presented in the TNMN Yearbook<sup>4</sup>, separately for monitoring locations on the Danube River and for monitoring locations on tributaries.

Table 1 shows loads of other determinants (nitrogen forms and heavy metals) at the profile Reni, which are monitored since 2005 based on the agreement with the Black Sea Commission.

Trends for load during last 10 years in the Reni are in figures 1 and 2. In general, loads has a decreasing tendency in years 2011 and 2012. Due to the high discharges in 2005 and 2010, the loads were higher in those years. In 2015, loads decreased, only for suspended solids and chlorides increased loads were observed.

---

<sup>4</sup> <https://www.icpdr.org/main/activities-projects/tnmn-transnational-monitoring-network>

Parameter	TNMN load	Unit
Suspended solids	8000	x 1000 t/a
N-NH4	17,6	x 1000 t/a
N-NO3	254,9	x 1000 t/a
N-NO2	3,4	x 1000 t/a
N-inorg	275,8	x 1000 t/a
N-total	397,7	x 1000 t/a
P-PO4	10,4	x 1000 t/a
P-total	20,1	x 1000 t/a
BOD5	323,3	x 1000 t/a
Cd	15,3	t/a
Cu	655,3	t/a
Pb	108,3	t/a
Hg	1,7	t/a
Si	710	x 1000 t/a

Table 1 Danube loads at Reni in 2016

## Impact of the Danube pollution on the Black Sea

Given the fact that the Black Sea Commission and ICPDR have common goals and objectives with regard to prevention of pollution loads and conservation of riverine and marine environment and ecosystems and wish to collaborate in facilitation of these common goals and objectives within their respective mandates and governing rules and regulations, aimed at assessing the current status of monitoring and assessment of Danube loads on the Black Sea ecosystems, reinforcing the cooperation and developing appropriate mechanisms for the implementation of the MoU between the BSC and the ICPDR on common strategic goals (2001), the Commissions agreed to regularly exchange the necessary data flows.

Data from the Danube related to loads of Pollution is being presented by the ICPDR to the BSC each year based upon the TNMN load assessment results presented

above. These are the official data presented to the Black Sea Commission on Danube loads at Reni (see above loads for 2016).

The annual summary report from the BSC showing data in selected stations from each country (with short explanation on the significance of selected indicators) reflecting the effect of the Danube loads on the marine ecosystem supposed to be based on the set of indicators, using the data provided by the BSC Advisory Groups on Pollution Monitoring and Assessment, on Control of Pollution from Land Based sources and on Conservation of Biodiversity as provided below:

List of indicators to demonstrate changes over time in Black Sea Ecosystems due to nutrient inputs:

- Nutrient concentrations in the water column - [N, P, Si (total/available)]
- Secchi depth
- Total suspended solids
- Chlorophyll-a
- Macro-algae (indicative species) presence/absence
- Oxygen content
- Phytoplankton (key groups in numbers, biomass, and average volume of cells)
- Zooplankton – (biomass and percentage of key groups, number of Noctiluca)
- Macro - zoobenthos (biomass, percentage of key groups)
- Pollutants – inorganic and organic

A short written report assessing the Black Sea ecosystem together with selected data on the above indicators should be presented to the ICPDR by the end of the respective year. This report would be the official Black Sea report that would involve synthesis and interpretation of the data from the Advisory Groups of the Black Sea Commission on the ecosystem status of the Black Sea.

## Conclusion

The International Commission for the Protection of the Danube River (ICPDR), established by this convention provided an political and institutional platform for the (Something on role of ICPDR in these projects- Ivan Zavadsky?) and aided by cooperation and funding from the European Union, the Global Environment Fund, the UNDP and the World Bank and with participation by 16 countries a series of regional and country projects were launched in the early 2000s to reduce land-based nutrient inputs into the Black Sea by reducing agricultural nutrient losses, nutrient inputs from municipal sewage and industrial discharges as well as by trapping nutrients in restored flood plains and wetlands. The ICPDR and the Danube countries now backed by solid environmental regulation and real investments is on its way to meet their own environmental needs. The Commission is strongly committed to further efforts to reduce nutrient pollution, especially from the agricultural sector.

About 500 million US \$ was been invested in these projects and the expected nutrient input reduction to the Black Sea, mainly from the Danube Basin, about 16 000 tonnes of nitrogen/year (20% reduction) and 5000 tonnes of phosphorous/year (50% reduction).

The Danube and Black Sea ecosystems are already responding favourably with improved water quality, less oxygen depletion, and improved biodiversity and conditions for local fisheries. Chlorophyll concentrations in the Black Sea have been reduced (see figure with map) and the number of benthic species increasing. As seen on the Figure 3, by 2007, the “dead zone” on the NW Black Sea shelf was virtually eliminated. In the Danube Basin, oxygen levels are now at or near saturation in most areas of the Black Sea. The downstream impact of this has marked decrease in the frequency of algal blooms, and the return of many species that had become locally extinct. However, we are still missing a more comprehensive assessment of the impact of the Danube pollution on the Black Sea, as it is envisaged in the Memorandum of Understanding between the BSC and ICPDR.

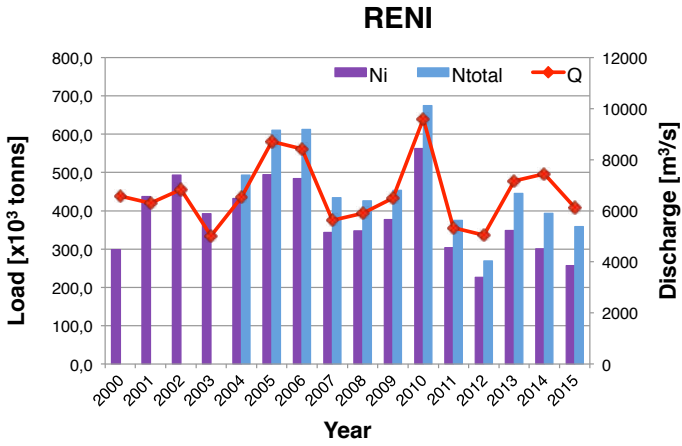


Figure 1: Nitrogen loads in Reni

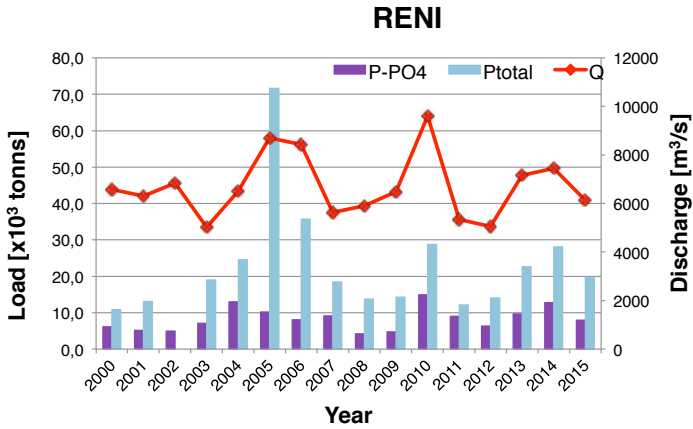


Figure 2: Phosphorus loads in Reni

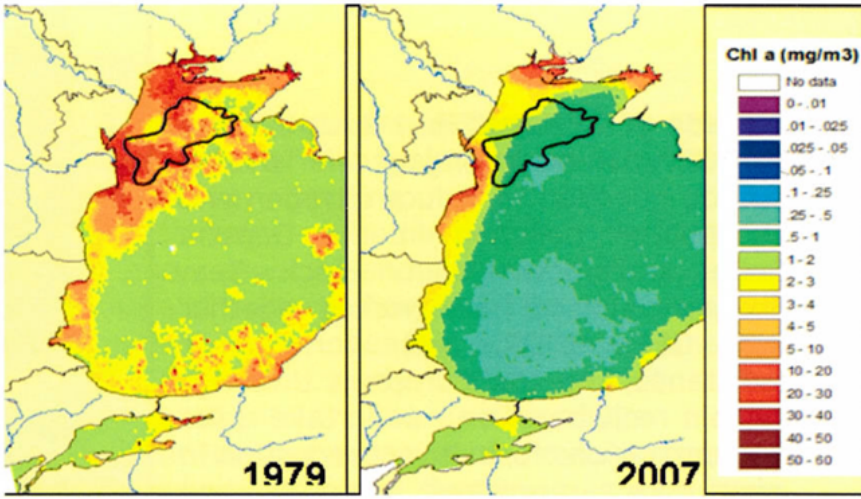


Figure 3: Chlorophyl-a concentrations in the Black Sea 1979 and 2007<sup>1</sup>

5 From GEF Brochure: GEF Nutrient Reduction Partnership Tackles the Black Sea « dead zone » and Danube Basin Pollution (undated)



## **Heidrun Maier-de-Kruijff**

*Yönetim Kurulu Başkanı*

*Avusturya Kamu Hizmetleri ve İşletmeleri Birliği*

### **Özet**

Bu metin, kentsel atıksu artıtımı ile ilgili olarak, 91/271/EEC numaralı Konsey Direktifinin Avusturya’da uygulanmasına dair kısaca genel bir bakış ve geçmiş dönemlerden gelecek öngörülerine kadar uzanan kısmen tarihsel bir yaklaşım olarak tasarlanmıştır. İstatistikler ve önemli veriler, yıllık “Avusturya Kentsel Atık Su Raporu”ndan alınmıştır.

İlgili sunum, Kasım 2017’de İstanbul’da düzenlenen 3. Marmara Denizi Sempozyumu’nun bir parçasıdır.

## Abstract

This text is meant as a short overview and partly historical approach to the implementation of 91/2717EEC - concerning urban waste water treatment, addressing approach from the early stages to future prospects. Statistics and key data were taken from the annual "Austrian Urban Waste Water Report".

The related presentation was part of the 3rd Marmara Sea Symposium held in November 2017 in Istanbul, Turkey.

### 1- A Brief History of Urban Waste Water Treatment in Austria

A high standard of waste water treatment has a long tradition in Austria. Already early roman settlements, on present day Austrian territory, had working and (for that time) complex sewer systems as well as drinking water distribution.

In Medieval Vienna, hygienic standards were poor, similar to most other major cities in Europe. Urban waste of all sorts was disposed on the streets, only the occasional flooding swept the refuse from the streets. As a consequence, during that period, Vienna was ridden by plague and epidemics ever so often. It was not until the late middle ages that the first attempts of building a sewage system were made. In the early 16th century, there were already quite a few canals in the area of today's Inner City district and, after the second siege of Vienna by the Ottoman Empire in 1683, many canals were built, resulting in a complete sewerage of the city in the late 18<sup>th</sup> century.



Figure 1- Vienna in 1739

As a result of the constant growth of the city, the existing sewage system was soon stretched to its limits. High water in the Danube River regularly lead to spillages



and recurring epidemics. Plans for an extension were made, but it was not until 1830, when a massive ice jam caused the Danube and the surrounding creeks to flood. The ensuing cholera epidemic was responsible for over 2000 deaths. Thereafter, the extension of the existing sewerage began. As a result, in 1848, Vienna had one of the most modern waste water distribution systems in the world. In 1892, when 33 surrounding villages were incorporated into Vienna, the sewer system was further expanded.

During the two world wars expansion of the sewage system slowed down. After the restoration works on the sewers were completed in 1950, the first waste water treatment plants were built to purify the 500 million litres of urban waste water output, before being directed into local rivers. The first plant was erected in Inzersdorf in the 23rd district of Vienna in 1951, with a steady advance in technology and capacity. The first fully biological treatment plant was opened in 1969.

Meanwhile, the release of ever-increasing amounts of untreated waste water into the river system, as well as the increased use of artificial fertilisers, lead to the eutrophication of the Austrian lakes. Therefore, a nationwide program for waste water treatment, including public funding, was developed by the government. This program was so successful, that today, all lakes have bathing water quality again; some of them even reach drinking water quality.



Figure 2- Kläranlage Gelbe Heide. © Landesbildstelle Wien/Niederösterreich

## 1.1 Water Governance in Austria

The construction, maintenance and operation of sewage disposal plants are carried out by individuals, businesses, water cooperatives, municipalities and water boards.

In Austria, municipalities are responsible for the covering of sewerage costs. Basically, there are three charging models for the operation of the sewage system:

Basically, there are three billing models for the running charges of the sewage system:

1. According to the area of the connected building floors (more common in rural areas)
2. Depending on water consumption from the drinking water pipeline ((water distribution system), this distribution key is more commonly used in urban areas)
3. According to the number of connected toilets combined with the water consumption (as in Graz)

If more than the included basic water quantity is consumed, the difference is calculated according to the second method.

In addition, connection fees must be paid for the sewer connection.

## **1.2 Pre-EU Legislation**

The Austrian Water Law was in Place since 1959 and already included major aspects of the 91/271/EEC. Unfortunately, except for major cities, waste water treatment was often overlooked. Increasing agricultural land use and population heavily strained the fragile eco-system of the Austrian lakes and rivers, leading to eutrophication of the major lakes. The resulting decisive decrease of tourism forced the Austrian government to act. To address the problem, an inclusive waste water treatment plan was derived and the funding system for treatment plants was increased and extended. When Austria joined the European Union in 1995, it had already met most of the criteria of 91/271/EEC, fully implementing the directive in 2005.

## **1.3 Development and Approach to Austria's Waste water Treatment:**

The aforementioned waste water treatment plan consisted of three main stages:

1. Development of ring lines around the lakes to halt further nutrient input
2. Development of waste water treatment plants for big cities and metropolitans

### 3. Gradual expansion to rural areas

Economic alternatives to central sewage treatment plants were developed and made possible through comprehensive financial support system by the federal government.

In Figure 3, there is an overview of the funding development. Since 1959, 46.3 billion Euros have been invested in wastewater treatment plants and sewers in Austria. 25% of the amount went to treatment, 75% to sewage.

The allocation of funds had to be well devised, since Austria, not being part of the EU yet, had to finance everything by itself, without any external funding. For members of the EU, as for example accession countries and younger EU-members, it is possible to draw up to 85% funding for waste water treatment projects.

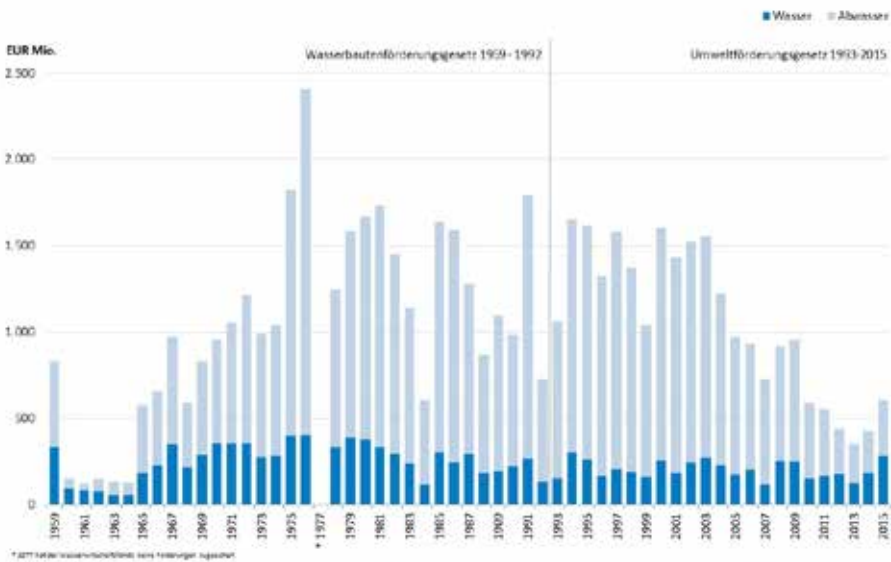


Abbildung 22: Übersicht über die im Zeitraum 1959 bis 2015 geförderten Investitionen, inflationsbereinigt.

Figure 3- development of funding 1959-2015 © Statistik Austria

#### 1.3.1 Principles for developing a sewage treatment system:

For any country to develop a functioning urban waste water treatment plan, it is necessary that there are universal guidelines, uniformed requirements and a clear political will.

Austria has chosen the funding approach. This made it possible for a complete national wastewater treatment system to be established, first in problem areas, then

in urban areas and at socially acceptable fees to households.

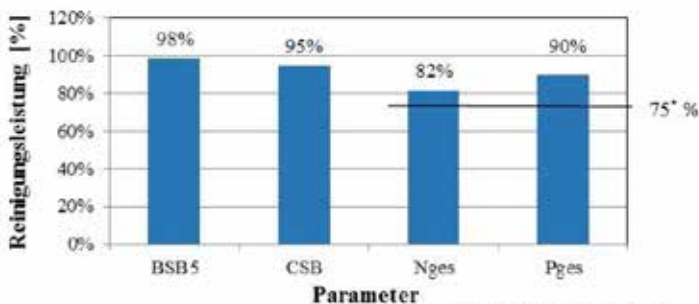
For a waste water treatment to function, compulsory connection is necessary. Not only for the financing of the systems, but for their effectiveness as well.

When planning and building a sewage system, the sewage treatment plants must be included in the planning process.

### 1.3.2 Implementation of 91/271/EEC

When Austria joined the European Union in 1995, it had already met the criteria of 91/271/EEC for years. Romania has identified the Danube delta and coastal areas as sensitive areas under EU Directive 91/271 / EEC. Thus, for all states in the catchment area (including Austria) more extensive nutrient reduction measures at sewage treatment plants were required. Since at least 2005, Austria has been able to prove that in sewage treatment plants throughout the national territory, both Nitrogen and Phosphorus are reduced by at least 75% each.

The following figure illustrates the achievements of Austria's urban waste water treatment approach.



\* gemäß Vorgabe der Richtlinie 91/271/EWG - Art. 5[4]

Abbildung 11: Reinigungsleistung der kommunalen Kläranlagen > 50 EW<sub>01</sub> für die einzelnen Parameter im Jahr 2014 für Österreich gesamt.

Figure 4- purification capacity of Austria's waste water treatment plants above 50'PE60 © Statistik Austria

Connection rate reached 95% in 2014 (see Figure 5)

Biochemical Oxygen Demand (BOD5) and Chemical Oxygen Demand (CBOD/ COD) removal at 98% and 95%

Total Nitrogen removal at 82%

Total Phosphorous removal at 90%

Sludge deposition reduced to 1% in 2014

(50% of the accumulated sludge is used as fuel in thermal plants)

Fourth treatment stage in development

In order to eliminate pharmaceutical-, organic- and microplastic residues, a fourth treatment stage is currently being developed for the major municipal treatment plants

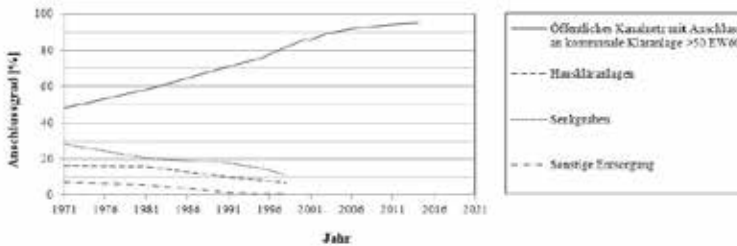


Abbildung 4: Abwasserentsorgung 1971 – 2014: Entwicklung des öffentlichen Kanalnetzes mit Anschluss an eine kommunale Kläranlage > 50 EWÄÖ

Figure 5- connection rate 1971-2014 ©Statistik Austria

## 2 Future Prospects

### 2.1 Reporting Requirements in Council Directive 91/271/EEC

The European Commission may, in accordance with article 15 & 16 of the directive, request inquiries on their timely implementation in the form of questionnaires to Member States within six months. Member states also pledge to publish a bi-annual situation report on the disposal of urban waste water and sludge in their areas which are to be transmitted to the EC.

“Information collected by competent authorities or appropriate bodies in complying with paragraphs 1, 2 and 3 shall be retained in the Member State and made available to the Commission within six months of receipt of a request.”

“Without prejudice to the implementation of the provisions of Council Directive 90/313/EEC of 7 June 1990 on the freedom of access to information on the environment [5], Member States shall ensure that every two years the relevant author-

ities or bodies publish situation reports on the disposal of urban waste water and sludge in their areas. These reports shall be transmitted to the Commission by the Member States as soon as they are published.”

This was the case last in December 2015 (questionnaire 2015). On the part of Austria the answer was given in June 2016 based on data with reference date 31 December, 2014.

In addition, the 2015 questionnaire for the first time provides the European Commission with information on the program for the implementation of the directive (Article 17) made mandatory by all member countries.

However, because Austria complies fully with the guidelines, only information is required to be reported on future planning processes and investment costs.

## 2.2 Development of sludge treatment and disposal

The accumulated sludge is being disposed of or recycled in accordance with article 14 of council directive 91/271/EEC.

The release of sewage sludge in surface waters is prohibited.

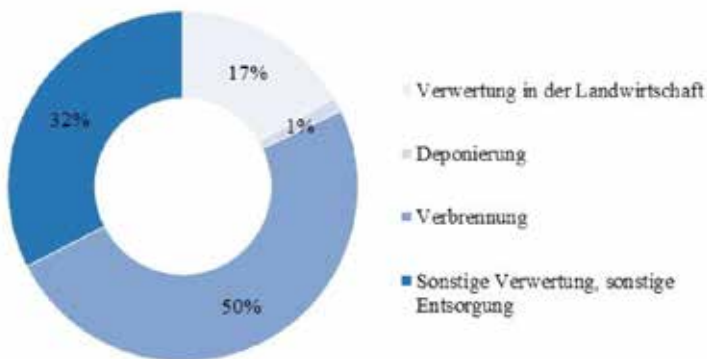


Abbildung 21: Verteilung der Klärschlammverwertung und -entsorgung im Jahr 2014 (nur Berücksichtigung des kommunalen Klärschlammanteiles der drei industriellen Kläranlagen mit kommunalem Anteil).

Figure 6- Disposal of sewage sludge in 2014 © Statistik Austria

Since 1995, the annual amount of sewage sludge produced has increased by nearly 52.000t from 187.000t to 239.000t total. There has been a steady reduction in land-filling of sewage sludge, now residing at about 1% (from 31%), while incineration increased from 34% to 50%. Reuse of sewage sludge in the agricultural sector was reduced slightly from 23% to 17%.

TABELLE 14: ENTWICKLUNG DES KLÄRSCHLAMMAUFKOMMENS UND DER -VERWERTUNG VON 1995 BIS 2014 FÜR KOMMUNALE KLÄRANLAGEN  $\geq 2.000$  EW<sub>0</sub> (BERÜCKSICHTIGUNG VON DATENMELDUNGEN DER BUNDESLÄNDER DES JEWEILS LETZTVERFÜGBAREN DATENSTANDES).

Jahr	Summe KS-Aufkommen		Verwertung in der Landwirtschaft		Deponierung		Verbrennung		Sonstige Verwertung, sonstige Entsorgung	
	t TS	%	t TS	%	t TS	%	t TS	%	t TS	%
1995	187.430	100%	42.760	23%	58.240	31%	64.020	34%	22.410	12%
2000 <sup>1)</sup>	221.365	100%	37.322	17%	41.670	19%	69.344	31%	73.030	33%
2004 <sup>1)</sup>	237.545	100%	37.531	16%	29.839	13%	84.364	36%	85.811	36%
2006 <sup>1)</sup>	254.596	100%	39.480	16%	24.914	10%	98.272	39%	91.930	36%
2008 <sup>1)</sup>	253.528	100%	40.390	16%	21.253	8%	91.345	36%	100.541	40%
2010 <sup>2)</sup>	262.805	100%	44.358	17%	20.837	8%	114.571	44%	83.039	32%
2012 <sup>2)</sup>	266.306	100%	39.940	15%	13.619	5%	138.560	52%	74.188	28%
2014 <sup>3)</sup>	239.044	100%	39.626	17%	3.206	1%	118.465	50%	77.747	32%

TS = Trockensubstanz

<sup>1)</sup> In der Aufstellung ist nur der kommunale Klärschlammanteil der industriellen Kläranlagen mit kommunalem Anteil enthalten, nicht aber der industrielle Klärschlammanteil.

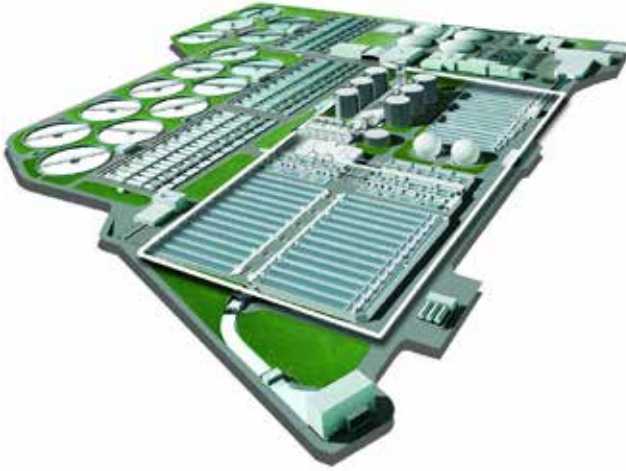
<sup>2)</sup> Übermittlung von Summenmeldungen für kommunale Kläranlagen  $\geq 2000$  EW<sub>0</sub> durch die Bundesländer. Enthält unter Umständen Gewerbeanteil.

<sup>3)</sup> Übermittlung von Summenmeldungen für kommunale Kläranlagen  $\geq 2000$  EW<sub>0</sub> durch die Bundesländer. Enthält keine Gewerbeanteile.

Figure 7 – development of sludge production and treatment since 1995 © Statistik Austria

## 2.3 The EoS-Program

Vienna sets a new standard with its project “E\_OS – Energy Optimisation through Sludge Treatment”, which will serve as a role model to many other plants around the world. Wastewater treatment plants are commonly among the major energy consumers in a community. Vienna’s main wastewater treatment plant, for instance, consumes 60 GWh of electricity annually to clean all effluents produced in Vienna, corresponding to roughly one percent of Vienna’s electricity consumption. By efficiently exploiting the energy contained in the sewage sludge, the sewage treatment plant of Vienna, ebs wien, will be able to generate the entire energy needed for wastewater treatment from its own sewer gas, a renewable fuel. Thanks to E\_OS, the main wastewater treatment plant becomes an eco-friendly power plant. This also significantly improves Vienna’s climate footprint: thanks to the operation of the “sludge-power plant”, the emission of CO<sub>2</sub>-equivalents is reduced by approximately 40,000 tonnes annually as of 2020. When accounting for the projected index increases, the overall cost of the E\_OS project will be 250 million Euros.



**Figure 8 – EBS Wien © EBS Wien**

Energy has been a key focus of ebs wien for many years. On the plant premises, solar energy, water and wind power are utilised and numerous measures to increase the plant's energy efficiency are implemented. Due to the carried out subprojects under SternE – "Strom aus erneuerbarer Energie" (electricity from renewable energy), electricity consumption has already been reduced by 11% or replaced by renewable energy sources.

After completion of the E\_OS project 63 GWh of electricity per year will be needed and 78 GWh of electricity per year will be generated. This surplus is even more pronounced in heat generation: the amount of heat generated (82 GWh) will be more than double the amount of heat consumed per year (40 GWh).



**Figure 9- Goats on the Rautenweg Landfill © Felicitas Matern**





## Miodrag Gluscevic

*Şehir Planlama ve Çevre Daire Başkanı*  
SCTM – Sırbistan Şehirler ve Belediyeler Birliği

### **Kentsel Atıksu Arıtımına İlişkin 91/271/Eec Numaralı Konsey Direktifi'nin Yerel Düzeyde Uygulanmasına İlişkin Sırbistan Örneği**

#### **Özet**

Bu metin, Kentsel Atıksu Arıtımına İlişkin 91/271/EEC numaralı Konsey Direktifinin Sırbistan'da yerel düzeyde uygulanmasına dair bilgiler veren bir çalışmadır. Sırbistan'daki atıksu arıtımı, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri doğrultusunda ve AB standartlarına ulaşmak amacıyla yürütülmektedir. Bu kapsamda atıksu yönetimine ilişkin stratejik konsept başta olmak üzere atıksu yönetiminin yasal ve kurumsal çerçevesi, tarifeler, yetki ve sorumluluk paylaşımı ve yerel düzeyde atıksu arıtımının yönetimine ilişkin bilgiler sunulmaktadır.

İlgili sunum, Kasım 2017'de İstanbul'da düzenlenen 3. Marmara Denizi Sempozyumu'nun bir parçasıdır.

# Challenges in implementing Urban Waste Water Treatment Directive at the local level

## 1. Serbia –general information

Serbia is a small South East European country with estimated population of 7.1 million in 2016 and area of 88,361 km<sup>2</sup>. Most of its territory, some 92% belong to Danube catchment area. Serbia is a parliamentary republic, with two tiers of governance, central and local including also province of Vojvodina which has autonomous status. Territorial organization include 145 local self-government units (26 cities and 119 municipalities) with the City of Belgrade being the capital and largest city with approx. 1.7 million inhabitants.

The economy of Serbia is a service-based economy with the tertiary sector accounting for two-thirds of total gross domestic product (GDP) and functions on the principles of the free market. Nominal GDP in 2016 amounted \$37.745 billion, which is \$5,376 per capita, while the GDP based on purchasing power parity (PPP) stood at \$101.752 billion, which is \$14,512 per capita which is almost \$10,000 per capita less compared to Turkey in the same year.

## 2. Strategic context

In regard to the waste water sector Serbia is strategically dedicated to contributing to United Nations Sustainable Development Goals and reaching EU standards in waste water treatment.

Out of 17 UN sustainable development goals in regard to the waste water treatment especial importance has Goal 6 which is about ensuring access to clean water and sanitation for all. This goal has eight proclaimed targets and following three are particularly important for sanitation, waste water treatment and water management at the local level:

- By 2030, improve water quality by reducing pollution, eliminating dumping and minimizing release of hazardous chemicals and materials, halving the proportion of untreated wastewater and substantially increasing recycling and safe reuse globally;
- By 2030, implement integrated water resources management at all levels, including through transboundary cooperation as appropriate;
- Support and strengthen the participation of local communities in improving water and sanitation management.

One of Serbia's main strategic objectives is full membership to the European Union and in that respect Serbia, along with 5 other Western Balkans countries, was identified as a potential candidate for EU membership during the Thessaloniki European Council summit in 2003. In 2008, a European partnership for Serbia was adopted, setting out priorities for the country's membership application, and in 2009 Serbia formally applied. In March 2012 Serbia was granted EU candidate status. In September 2013 Stabilization and Association Agreement between the EU and Serbia entered into force and in line with the decision of the European Council in June 2013 to open accession negotiations with Serbia, the Council adopted in December 2013 the negotiating framework and agreed to hold the 1st Intergovernmental Conference with Serbia in January 2014. On 21 January 2014, Intergovernmental Conference took place which was the official start of accession negotiations between EU and Serbia.

In the scope of EU accession process particular importance for the quality of waters and waste water treatment lay's with the Chapter 27 - Environmental Protection of the Acquis. Serbia went through explanatory screening in period 15-19 September 2014 and bilateral screening between 17 and 21 November 2014, and this process has shown that level of harmonization with EU regulative in field of environment including water sector is high. Still, this process also proven that level of enforcement still presents greatest challenge for Serbia at all levels of governance.

Presently negotiation position is being prepared by the Working Group led by the Environmental Ministry with the official participation of Standing Conference of Towns and Municipalities (SCTM) as a official representative of the local self-governments in Serbia. As part of the group SCTM has a role of watchdog over the process and insure realistic transition periods since most of the technically, administratively and financially demanding directives including Urban Waste Water Treatment Directive (UWWTD) 91/271/EEC will be implemented at the local level.

The main objective of the EU that all the member states and also candidate countries have to follow with this directive is to protect the environment from the adverse effects of waste water discharges from urban areas and certain industrial sectors. It sets requirements for the collection and treatment of urban waste water and proclaims that within environmentally sensitive areas (which Serbia is) all urban wastewater generated in agglomerations with more than 2000 people equivalent have to be supplied with waste water collection and treatment systems.

- Its implementation requires proper governance, significant investments and adequate competences at all level of governance

### 3. Status of water sector in Serbia

Serbia is dependent on water resources that originate outside its territory. Among the annual average 162 billion m<sup>3</sup> of available water in Serbia (FAO AquaStat 2015), 90% are transit waters flowing through the country via the Danube, Sava, and Tisa Rivers and other waterways therefore making Serbia largely dependent on water resources that originate outside its national territory. International cooperation and transboundary water management are therefore vital to the country. The Serbian territory is predominantly upland and lies almost entirely (92%) within the Danube basin, which has been classified as a “sensitive area” under the EU urban wastewater treatment directive. It can be divided into two distinct topographical regions. Annual average rainfalls are lowest in the north (<500 mm) and highest in the southwest, where they can cause heavy flooding affecting water and wastewater services and resulting in damage to the infrastructure and serious drinking water shortages. Climate change is expected to cause a decrease in annual precipitation and water flow at the national level, as well as more intense floods and droughts.

Groundwater is mainly used for drinking water, and surface water for other water uses. Groundwater provides 73% of the raw water used for drinking water supply, whereas it represents only 12% of the overall water abstracted in Serbia. Its quality is considered good, although there is some chemical contamination due to the uncontrolled use of various pesticides. Surface water accounts for 27% of drinking water supply and 88% of all water uses. It is extracted from streams and accumulations, and its quality is at risk due to the presence of ammonia, nitrates, sulphides, iron, and mineral oils in the Tisa River basin; evaporable phenols and manganese in wells in the area of Bačka; and arsenic in the rest of Vojvodina. Almost no effective sanitary protection zones have been implemented at water intakes (for both surface and ground waters). The recent deceleration in the Serbian economy has resulted in a major reduction in pollution emissions. The nutrient load from municipal effluent is a significant source of hydraulic wastewater volume due to the fact that municipal wastewaters are mainly discharged untreated, and that current industrial output is low. Discharges of nitrogen and phosphorus also contribute to the Danube pollution.

In regard to the service coverage Serbia has good access to water services. Serbia has good access to piped water (90%) and near-total access to flush toilets (93%).

Access to publicly provided services is lower, at 75% for public water supply and 59% for sewerage. Only 11% of the population is connected to wastewater treatment. Effluents are treated mostly below Urban Wastewater Treatment Directive standards according to the data from Ministry in charge for the environmental protection, resulting in significant environmental and public health hazards. Most small communities (<2000 p.e.) do not have wastewater treatment plants and 18 of the 50 existing plants are not operational. To improve access to sanitation services, the Serbian National Environmental Strategy plans to upgrade the existing infrastructure, expand the sewage networks, and build primary and secondary wastewater treatment plants in 20 to 30 large agglomerations and hotspot locations. The plan also includes building sludge treatment facilities.

Tariffs barely cover operation and maintenance costs, which represent 86% of overall expenditure in the water sector. As a result, subsidies from the national budget are necessary to cover operation costs of utilities as well as investments, which are also funded by international grants. Investments represent less than 15% of sector costs, which are too low to fund the investments needed to maintain and expand both water and sanitation services.

#### **4. Water sector institutional set up**

By the Serbian law municipal services including water supply, sanitation and waste water treatment are original competence of local self-governments. Therefore municipalities are responsible to provide condition for those services to be provided which also include establishment of public companies (PUC). There are 152 PUCs providing these services, still it can be concluded that water sector is somewhat concentrated since in average 7 regional public utilities (including Belgrade waterworks) provide service to several large municipalities covering 31% of the population. Remaining 145 PUCs serve 44% of the population with rest of 25% is self serviced which are mainly rural areas.

On the national level several ministries are in charge of water services with different roles in terms of regulation, policy making and financing infrastructure development. Those are:

- Ministry of Agriculture with the Directorate of Water, which is in charge of water resources policy and integrated water management, and for issuing water abstraction licenses and discharge permits;
- Environmental Protection Ministry in charge of maintaining water quality;

- Ministry of Economy in charge for regulation of public companies including PUCs;
- The Ministry of Construction, Transport and Infrastructure, which is the parent ministry of water utility companies; it has no specific directorate in charge of water utilities, but does have a department for inspection supervision. It also collects data on performance of PUCs;
- The Ministry of Public Administration and Local Self-government, within the Department for Local Self-government, supervises local self-governments, which manage water utility companies;
- Ministry of Finance, which is responsible for final control of tariff revision, which is proposed by water utility companies and accepted by local self-governments;
- Ministry of Health in charge for the regulation of the sanitary quality of drinking water;

In addition to the local authorities and ministries several other public institutions are engaged in water sector like National and local Institutes of Public Health, public water management companies. Still, there is no national regulating body like it can be found in other countries of the South East Europe region.

## **5. Challenges in complying with UWWT Directive at the local level in Serbia**

The process of harmonization of Serbian legislation with EU regulations in the field of environmental protection including waste water sector started in 2009 by adoption of the so-called green legislative package (set of 19 environmental laws) and the Water Law in 2010. According to the progress monitoring reports issued by the EU Commission since 2012, the greater part of EU directives related to the environmental protection is completely or almost completely transferred to the national legislation but further alignment with the *acquis* is necessary in fields of water management, climate change and accident prevention. The progress reports also outlines shortcomings in enforcement of national legislation in field of environment as a major issue and therefore proposes that building up of administrative capacities should remain a priority for the upcoming period. In 2011 the Government of Serbia adopted the National Environmental Approximation Strategy which is

currently being updated. According to this document full transposition of the major part of the *acquis* was planned by the end of 2018. In process of negotiation it is expected that date for the full implementation of the UWWTD will be year 2041. Current estimations show that full implementation of this Directive will require significant financial resources - between 10 and 15 billion Euros.

Since local self-governments will be responsible for the enforcement of UWWTD as well for the environment monitoring they will need significant financial and administrative capacities to carry out these tasks. Therefore having in mind such a context several groups of barriers for full implementation of UWWTD can be observed at the local level in Serbia:

- Uncompleted legal framework. Although the level of harmonization in the field of environment is relatively high there are pieces of legislation still missing, in particular secondary regulation necessary for full implementation of laws at the local level. Furthermore lack of strategic guidelines result in divided responsibilities and a lack of communication and coordination between multiple institutions at the national level and among local government units (horizontal and vertical cooperation);
- Lack of financial resources at local level. The constraint relates both to financial resources for the implementation of environmental programs in the local budgets as well as resources for investments in environmental infrastructure. This problem is growing with time since those amounts are steadily declining;
- Technical and organizational shortcomings at the local level. This group includes barriers like: Insufficient number of people who are engaged in environmental protection (1-3% of total employment in LSG); Limited necessary infrastructure for environmental protection at the local level (additional 250-300 waste water treatment plants are needed); Lack of monitoring of the state of environment; Lack of strategic documents and action plans in the field of environmental protection; Inadequate organizational structure of local administrations;
- Lack of awareness and insufficient public participation. This barrier includes low level of awareness of the significance of environmental issues both with local decision makers as well as among the general public. Furthermore, insufficient knowledge about importance and usefulness of public participation and lack of timely involvement of the general public in the preparation of strate-

gic documents and defining capital infrastructural environmental projects can slow down or hamper the implementation of such projects. This group of problems also include absence of a multidisciplinary approach and cross-cutting aspects like gender mainstreaming when it comes to environment as a result of lack of understanding of the importance of the environment and related issues among local politicians and local servants alike;

- Insufficient administrative capacities at the local level. This group of problems probably pose the biggest obstacle for implementation of EU environmental directives at the local level and include: Insufficient knowledge in the field of EU directives; Insufficient knowledge in the field of environmental management and strategic planning; Insufficient knowledge in the field of monitoring and evaluation; Insufficient knowledge and skills in the preparation and implementation of projects to be financed through EU funds; Lack of experience in the implementation of strategic environmental impact assessment of plans and programs;

In this context it is clear that for full enforcement of UWWTD and reaching EU standards in the environmental sector local authorities will need substantive support both in terms of financial resources and capacity development.

Therefore actions regarding Strategic planning; Project preparation; Capacity building of local administration; Generation of political awareness for adequate governance; Creation of supporting financial instruments; and Public participation in early stages of planning; are necessary to overcome barriers and ensure timely and full implementation of UWWTD.





## Büşra Çiçekalan<sup>1</sup> ve İzzet Öztürk<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Maslak, Sarıyer, İstanbul

<sup>1</sup> iletişim: cicekalan@itu.edu.tr, <sup>2</sup> iletişim: ozturkiz@itu.edu.tr

# Tuna'nın Marmara Denizi Üzerindeki Hidrolik ve Organik Yük Baskıları

## 1.Giriş

Karadeniz'den İstanbul Boğazı ile Marmara'ya giren, ağırlıklı olarak Tuna nehri kaynaklı sınır aşan (uluslararası) kirlilik, 1990'lı yıllardan itibaren, ötrifikasyon riski ve özellikle Marmara Denizi alt tabakasındaki kronik çözünmüş oksijen azlığı sorununun en temel nedeni olarak görülmüştür. Marmara ile ilgili olarak yapılan kirletici yükleri envanterinde de, Karadeniz'den gelen kirliliğin İstanbul'un kentsel kirlilik yükünün TOK bakımından >10 katı, TN ve TP parametreleri itibarı ile ise birkaç katı mertebesinde olduğu hesaplanmıştır (Uslu vd. 1991; Oğuz vd., 1990). Tuna Havzasında 1995 ve sonrası uygulanan noktasal kaynaklarda besi maddesi giderimli arıtma önlemleri sonucu, Tuna kaynaklı TN ve TP yüklerinde >%50 oranında azaltım sağlanmıştır. Aynı dönemde Marmara'ya atıksu deşarjları öncesinde kurulan çeşitli seviyelerdeki ön arıtma ve derin deşarj tesisleri dolayısıyla Türkiye kaynaklı Kirlilik yüklerinde de önemli azaltımlar gerçekleştirilmiştir.

Kentsel atıksu arıtma uygulamalarının yaygınlaşmasıyla eş zamanlı olarak yürütülen düzenli alıcı ortam kalitesi izleme çalışmalarıyla su kolonu, biyota ve sediment kalitesi, trofik durum ve plaj suyu kalitesi sistemli biçimde incelenerek ilgili idarelere rapor edilmektedir. Günümüze kadar, takriben 20 yılı aşan bir süreçte elde edilen oşinografik ve su kalitesi verileri, 3 boyutlu hidrodinamik/su kalitesi modellemelerine imkân verecek seviyeye ulaşmıştır. Bu çalışma ile, 1994 yılından

bu yana gerçekleştirilen alıcı ortam izleme ve özellikle noktasal kirletici kontrolü (kentsel/endüstriyel atıksu arıtma tesisleri) faaliyetleri sonrası Karadeniz, Boğazlar ve Marmara'yı içine alan, benzersiz iki tabakalı deniz ortamı ile ilgili güncel durum değerlendirmesi sonuçları verilmektedir.

## **2.Karadeniz**

### **2.1. Coğrafi Konum, Akıntı Durumu ve Su Bütçesi**

Coğrafi konum: Karadeniz dünyanın en büyük yarı kapalı iç denizlerinden biridir. Karadeniz'in yüzey alanı ~ 420.000 km<sup>2</sup>, su hacmi ~534.000 km<sup>3</sup> (ortalama derinlik ~1271 m) ve maksimum derinliği -2.112 m olup Doğu-Batı ve Kuzey-Güney doğrultusundaki azami ve asgari uzunlukları da sırası ile 1175 ve 260 km'dir. Karadeniz Güney'den Akdeniz (Ege Denizi), Kuzey'den ise Azak denizleriyle irtibatlıdır. Karadeniz'in Akdeniz ile bağlantısı genişliği 0.76~3.6 km arasında değişen oldukça dar bir su yolu olan İstanbul Boğazı'nın ~32~34 m taban kotu Güney (Üsküdar) eşiği ile hidrolik olarak kontrol edilir. Azak denizi ile olan bağlantı ise Kerç Boğazı (kanalı) ile sağlanır (Panin, 2008).

Besleyen nehirler: Karadeniz, 2 milyon km<sup>2</sup>'den fazla drenaj alanı ile Batı Avrupa hariç neredeyse bütün Avrupa'nın yüzeysel sularını toplar. Karadeniz'i besleyen nehirler, drenaj alanları, yıllık debi ve sediment deşarjları ile birlikte Tablo 2.1'de verilmiştir (Bondar (1991) ve Panin (1996)).

Tablo 2. 1. Karadeniz'e deşarj edilen akarsu suları ve sedimentler (Panin, 2008)

Akarsular	Uzunluk (Km)	Deşarj Havzası (Alan, Km <sup>2</sup> )	Su Deşarjı (Km <sup>3</sup> /yıl)	Sediment Deşarjı (Mt/yıl)
I. Kuzeybatı Karadeniz				
Tuna	2,860	817,000	190.7	51.70**
Dinyester	1,360	72,100	9.8	2.50*
Dinyeper	2,285	503,000	52.6	2.12*
Southern Bug	806	63,700	2.6	0.53*
Alt Toplam I		1,455,800	255.7	56.85
II. Azak Denizi				
Don	1,870	442,500	29.5	6.40*
Kuban	870	57,900	13.4	8.40*
Alt Toplam II		500,400	42.9	14.80
III. Kafkasya Kıyı Nehirleri			41.0	29.00*
IV. Anadolu Kıyı Nehirleri			29.7	51.00*
V. Bulgaristan Kıyı Nehirleri			3.0*	0.50*
Alt Toplam III		~400,000	73.7	80.50
Toplam		~2,355,800	372.3	152.15

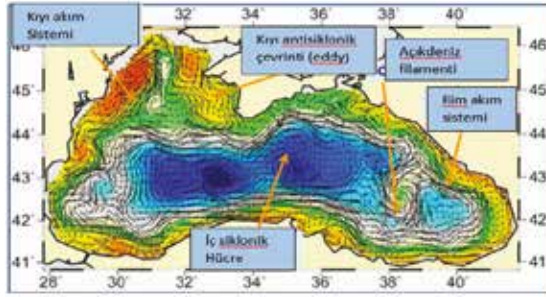
\* Balkas v.d.(1990) verileri

\*\* Bondar (1991) ve Panin (1996), sonra Tuna nehri barajına başlamadan önce çok yıllı ortalama deşarj verisi

Uzun yıllar ortalama debisi ~200 km<sup>3</sup>/yıl olan Tuna, Karadeniz'e gelen ~372.3 km<sup>3</sup>/yıl'lık toplam nehir debisinin ~%51'ini sağlar. Karadeniz'i besleyen diğer büyük nehirler Dinyeper (52.6 km<sup>3</sup>/yıl (%14)), Don (29.5 km<sup>3</sup>/yıl (%8)), Kafkas bölgesi nehirleri (41 km<sup>3</sup>/yıl (%11)) ve Anadolu nehirleri (29.7 km<sup>3</sup>/yıl (%8))'dir. Tuna, Dinyeper ve Don, Karadeniz'e boşalan nehir akımlarının ~2/3'ünü teşkil eder. Sediment taşınımı bakımından ise Tuna 51.7x106 t/yıl ile %34, Kafkas bölgesi ve Ana-

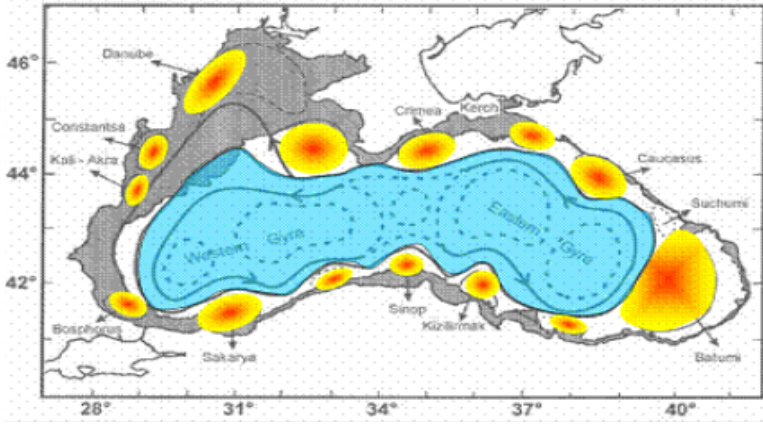
dolu nehirleri ise 80x106 t/yıl (%53) paya sahiptir. Debideki payı %8 olan Anadolu nehirlerinin sediment taşınımında ~ %34 ile Tuna kadar paya sahip olması dikkat çekicidir. Tuna üzerinde yapılan Demir Kapı I (1970 yılı) ve II (1982 yılı) Barajları sonrası, Karadeniz'e gelen Tuna kaynaklı sediment taşınımında ~ %40-45 oranında azalma olmuş ve sediment debisi 30~40 milyon ton/yıl'a düşmüştür.

**Akıntı karakteristikleri:** Karadeniz'in üst tabaka akıntıları, ağırlıklı olarak siklonik, kuvvetli biçimde zaman ve mekâna göre değişen havza ölçeğinde doğal geostrofik akıntı karakteri gösterir (Oğuz, 2008). Pek çok araştırmacı tarafından araştırılan bu akıntılar, Karadeniz'in iç kesimindeki siklonik bölgeler etrafında dönen çevrinti akımları, eğimli kıta sahanlığı bölgelerindeki Rim akıntıları ve Rim akıntılarının sahil (iç) kesimlerinde oluşan bir seri lokal çevrinti (eddy) akıntılarını içeren kompleks bir yapı gösterir (Şekil 2.1), (Korotaev vd (2003)). Bu akıntılar, özellikle Karadeniz'in batı yarısında, ilk 100 m derinlikle ~50 cm/s (max 100 cm/s), 100-200 m derinlikleri arasında ise 20 cm/s (max 40 cm/s) ortalama hızlara ulaşabilmektedir (Oğuz ve Beşiktepe, 1999).



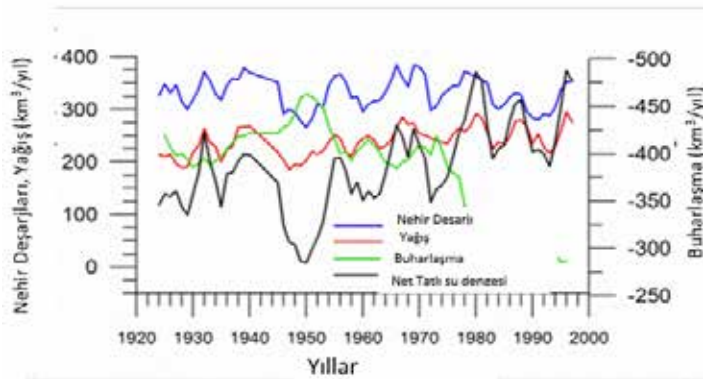
Şekil 2. 1. Üst tabaka sirkülasyon alanının tipik bir yapısı (Korotaev vd, 2003)

Karadeniz'in Güneyindeki kıta sahanlığı yamaçları boyunca gözlenen kuvvetli jet karakterli akıntılar, Kuzey-Batı bölgesindeki kıta sahanlığında zayıflayarak ~ 10 cm/s seviyelerine düşmektedir (Oğuz ve Beşiktepe, 1999). Korotaev vd (2003) tarafından yapılan çalışmalar da, Karadeniz'deki kıyı boyu geostrofik ve Rim akıntılarının ilk 100 m derinlikte 15 cm/s hızlara ulaştığını göstermektedir. Karadeniz'de gözlenen büyük ölçekli ve yerel üst tabaka (<100 m) akıntı (sirkülasyon) sistemleri Şekil 2.2.'deki gibi gösterilmektedir (Korotaev vd,2003).



Şekil 2. 2. Karadeniz'de gözlenen büyük ölçekli ve yerel üst tabaka (<100 m) akıntı (sirkülasyon) sistemleri (Oğuz, 2008)

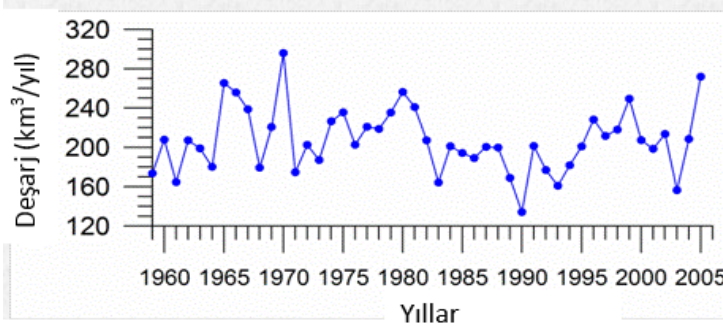
**Su bütçesi:** Ilyin vd (2006) tarafından, 1920-98 dönemi verileri esas alınarak gerçekleştirilen bir çalışmada, Karadeniz'e giren nehir akıntıları ve düşen yağış toplamı  $300+250 \approx 550 \text{ km}^3/\text{yıl}$ ; Buharlaştırma ise 1970'lerin ortalarına kadar  $\sim 400 \text{ km}^3/\text{yıl}$ , sonraki 15 yıl sonunda ise  $\sim 300 \text{ km}^3/\text{yıl}$  düzeylerinde bulunmuştur (Şekil 2.3). Bu durumda Karadeniz'e olan net tatlı su akımı 1970'lerin ilk yıllarındaki  $\sim 120 \text{ km}^3/\text{yıl}$  değerlerinden 1990'ların ikinci yarısında,  $100 \text{ km}^3/\text{yıl}$ 'a ulaşan yıllık salınımlarla,  $300 \text{ km}^3/\text{yıl}$  seviyesine yükselmiştir.



Şekil 2. 3. Karadeniz'de nehir deşarjları, yağış, buharlaştırma değerleri (Oğuz, 2008)

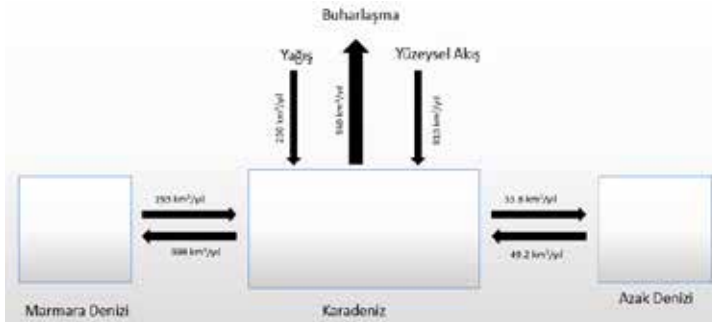
Bu durum, Karadeniz'den İstanbul Boğazı ile Marmara'ya geçen akımın debisinde de, 1960'a göre  $\sim 2$  kat bir artışı işaret etmektedir. Su bütçesi analizinde dikkat çeken önemli bir husus 1980'li yılların başı ile 1990'ların ortasına kadar azalan toplam

nehir deşarjlarının daha sonra tekrar artış trendine geçmesidir. Buna yol açan temel etken, anılan dönemde Tuna nehri akımlarında gözlenen  $\sim 100$  km/yıl düzeyindeki değişim (azalma)'dir (Şekil 2.4).



Şekil 2. 4. 1960-2005 döneminde Tuna Nehrinde gözlenen akım değişimi (Oğuz, 2008)

İSKİ Master Planı kapsamında yapılan, Karadeniz'in su dengesi ile ilgili çalışmada esas alınan temel veriler Şekil 2.5'de verilmiştir (IMC,1999).



Şekil 2. 5. Karadeniz'de Su Dengesi (IMC, 1999)

Bu kütle dengesine göre Karadeniz'den İstanbul Boğazı üst akımıyla Marmara'ya giren debi  $398$  km<sup>3</sup>/yıl ( $12.620$  m<sup>3</sup>/s) olup, Altıok vd (2015) ve Apak vd (2014) tarafından 1999-2010 döneminde yapılan ölçümlerle bulunan  $12.810$  m<sup>3</sup>/s'lik değerle hemen hemen aynıdır. Mevcut verilerle Karadeniz'in üst 200 m ve 200 m altı (anoksik/anaerobik) bölümlerinin yenilenme süreleri sırası ile  $\sim 70$  yıl ve  $>500$  ( $\sim 2000$ ) yıl olarak tahmin edilmektedir. Yenilenme süresi çok uzun olan Karadeniz'in alt kesimi ( $>180$  m derinlik) tamamen anoksik/anaerobik olup balık yaşamına uygun değildir.

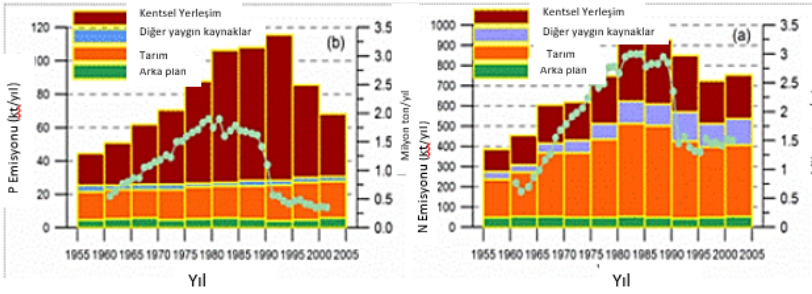
## 2.2. Kirlenme Seviyesi ve Tuna'nın Rolü

Kıyı sularındaki ötrifikasyon dünya genelindeki en yaygın sorunlardan biridir. Karadeniz'deki aşırı besi maddesi birikiminin ana sebebi 1970'li yıllardan itibaren yoğunlaşan, Kuzeybatı sahillerine dökülen büyük nehirler yoluyla olan makro besi maddeleri (N,P) taşınımıdır. Tuna, 1970 ve 80'li yıllarda Karadeniz'e gelen toplam besi maddesi yükünün ~ %80'nini taşımakta idi. Karadeniz'e boşalan nehirlerle gelen toplam inorganik azot (TIN, NO<sub>3</sub>-N+NO<sub>2</sub>-N) ve fosfat fosforunun (PO<sub>4</sub>-P) başlıca kaynakları, kentsel atıksular ve ağırlıklı olarak yayılı kirleticilerdi (Tablo 2.2). Karadeniz'in kirlenmeye karşı korunması faaliyetleri dolayısıyla 2003-2005 döneminde yapılan izleme çalışması sonuçlarına göre, Tuna'nın Karadeniz'e gelen nehir bazlı TIN ve PO<sub>4</sub>-P yüklerindeki payı ~%50'ye gerilemiştir.

**Tablo 2. 2. Constanta (Köstence) İstasyonundaki yıllık ortalama yüzey nutrient konsantrasyonları (µM) (Velikova ve Cociasu, 2004)**

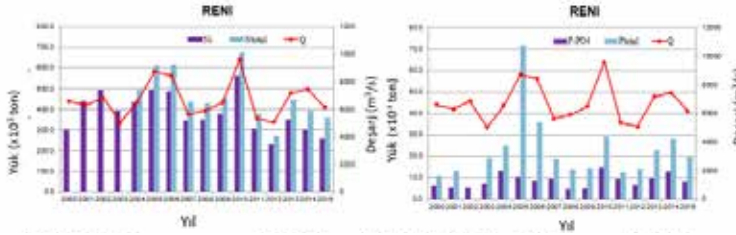
<b>Dönem/ Parametre</b>	<b>1959-65</b>	<b>1983-90</b>	<b>1991-00</b>	<b>2001-05</b>
NO <sub>3</sub> -N	1.6	6.9	5.9	7.98
NH <sub>4</sub> -N	-	5.11	7.06	6.12
PO <sub>4</sub> -P	0.26	6.54	1.86	0.49
SiO <sub>4</sub>	40.5	11	12.6	13.7

Karadeniz'e Tuna havzasından gelen kirliliğin noktasal ve yayılı kaynaklara göre dağılımı ve 1955-2005 dönemindeki seyri Şekil 2.6.a ve b'de görülmektedir (Oğuz vd, 2008). Bu şekillerden de anlaşıldığı üzere özellikle 1990 yılından itibaren, Sovyetler Birliğinin de parçalanmasıyla, Karadeniz Tuna havzası ülkelerindeki fosforlu ve azotlu gübre tüketimlerinde önemli düşüşler yaşanmıştır. Öyle ki, Tuna havzası ülkelerince kullanılan azotlu ve fosforlu gübre miktarları 1995 sonrası, sırası ile 1.5 ve 0.5 milyon ton/yıl seviyelerine gerilemiştir. Tuna Havzasındaki Doğu Bloku ülkelerinde yaşanan ekonomik kriz dolayısıyla azalan zirai gübre kullanımı, havzanın PO<sub>4</sub>-P yükünü sınırlı oranda düşürmesine karşın TIN yükünde bir değişime yol açmamıştır. Fosfor yükündeki belirgin azalmanın ana sebebi fosforsuz deterjanlara geçiş ile besi maddesi (N,P) giderimli atıksu arıtma uygulamalarıdır.



Şekil 2. 6. Tuna Biriktirme Havzasındaki Farklı nokta ve dağılıma kaynaklarının (a) TN ve (b) TP (5 yıllık depo ortalamalı) ve toplam azot ve fosfor gübresi tüketim miktarı emisyonlara göreceli katkıları (Oğuz v.d., 2008)

Tuna'nın Karadeniz'e döküldüğü nokta olan Reni istasyonunda 2000-2015 döneminde ölçülen PO<sub>4</sub>-P ve TIN yüklerinin değişimi Şekil 7'de verilmiştir. Şekildeki değerler, Tuna kaynaklı TIN ve TP yüklerinin belirgin ölçüde azaldığını göstermektedir.



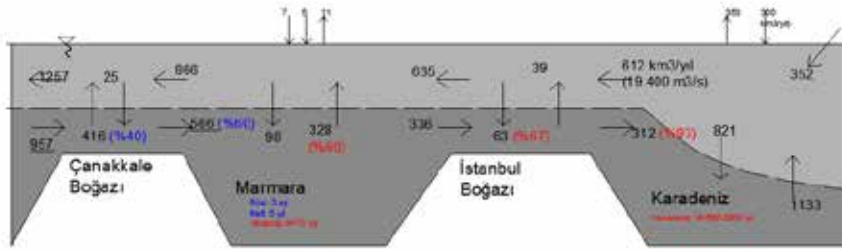
Şekil 2. 7. Reni istasyonunda 2000-2015 döneminde ölçülen PO<sub>4</sub>-P ve TIN yüklerinin değişimi (Zavadsky, 2017)

### 3. Karadeniz'in Marmara ve Ege Denizi (Akdeniz) ile İlişkisi

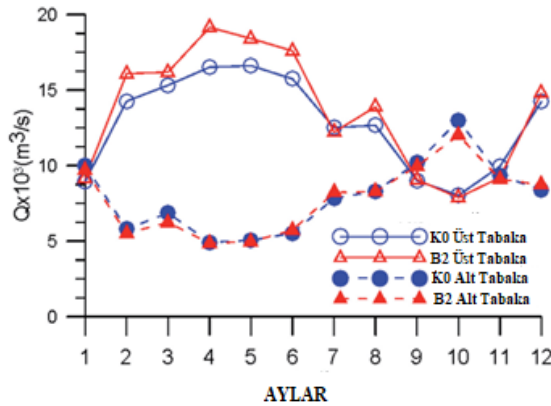
Önceleri bir göl olan Karadeniz'in Boğazlar ve Marmara Denizi üzerinden Akdeniz (Ege) ile birleşmesi günümüzden ~7500 yıl önce (son buzul çağı bitiminde) gerçekleşmiştir (Ryan vd., 1997). Dünya'da benzeri olmayan, Marmara Denizi ve Türk Boğazlarındaki iki tabakalı hidrodinamik yapıda, düşük yoğunluklu Karadeniz suları üst akımla, İstanbul Boğazı iki ucu arasındaki seviye farkı ile kontrol edilen hidrolik şartların etkisiyle, Marmara Denizi üzerinden Çanakkale Boğazı'nı geçip Ege Denizine kavuşmaktadır. Yoğun Akdeniz (Ege) suları ise Çanakkale Boğazı ve Marmara Denizi alt tabakalarını geçerek İstanbul Boğazı çıkışından Karadeniz'e ulaşmaktadır. Özsoy vd (1986,1988) tarafından yürütülen oşinografik ölçümler ile tuzluluk ve su bütçesi hesaplamaları sonunda Türk Boğazlar Sistemi yıllık ortalama su taşınımları ve tuzluluk durumlarının Şekil 3.1'deki gibi karakterize edilebi-



leceği gösterilmiştir. Özellikle İstanbul Boğazı Kuzey ve Güney eşiklerinde (K0 ve B2 istasyonları) sonraki tarihlerde gerçekleştirilen hız/debi ölçümleriyle önemli farklılık göstermesine rağmen, Şekil 3.1'deki yıllık ortalama değerler çoğu çalışma için referans kabul edilmektedir. Örneğin Altıok vd (2015) tarafından 1996-2010 döneminde İstanbul boğazı K0 ve B2 istasyonlarında ADCP ile yapılan hız ölçümleriyle bulunan aylık ortalama debiler Şekil 3.2'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere İstanbul Boğazı üst ve alt akım debileri kuvvetli mevsimsel değişim/farklılık göstermekte olup üst tabaka debisinin en büyük ve en küçük değerleri sırası ile Nisan ve Ekim aylarında, alt tabakanın en yüksek ve en düşük debileri ise (üst tabaka debi değerlerinin aksine) Ekim ve Nisan aylarında gözlenmektedir. Aynı çalışmaya göre K0 ve B2 istasyonlarındaki üst(-alt) tabaka yıllık ortalama debileri sırası ile 404(-250) km<sup>3</sup>/yıl ve 430(-245) km<sup>3</sup>/yıl olmaktadır. K0 istasyonundaki üst akım debisi de 16.000~19.000 m<sup>3</sup>/s (505 km<sup>3</sup>/yıl ~600.000 km<sup>3</sup>/yıl) aralığında değişmektedir. Şekil 3.1'de belirtilen sayısal değerlerin, Türk Boğazlar Sisteminin hidrodinamik yapısını daha iyi temsil edecek şekilde, 5-10 yıllık debi ve seviye ölçümleri hidrodinamik modelleme ile desteklenerek güncellenmesi gerekmektedir.



Şekil 3. 1. Marmara ve Boğazlar Sistemi Su Bütçesi (ÖEJV -DHI, 1994; Oğuz vd., 1990)



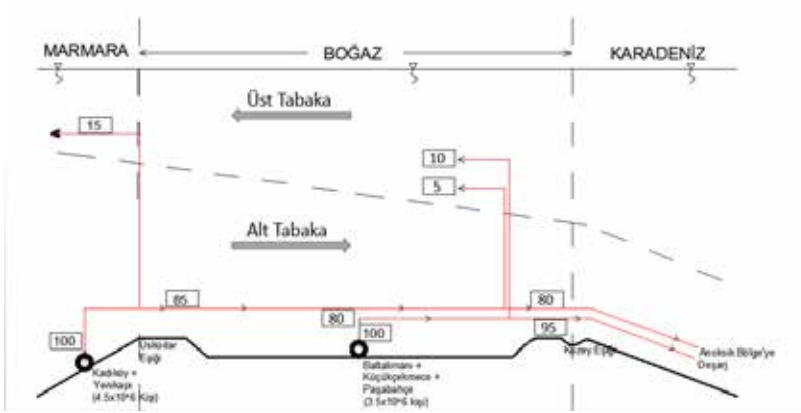
Şekil 3. 2. İstanbul Boğazı K0 ve B2 İstasyonlarında ADCP ile yapılan hız ölçümleriyle bulunan ortalama debiler (Altıok, 2015)

İSKİ Master Planı (IMC,199) dolayısıyla, bir uluslararası müşavirlik grubunca (ÖEJV/DHI,1994) yapılan 3 boyutlu hidrodinamik modelleme çalışmasında, Karadeniz, İstanbul Boğazı Marmara Girişi ve Boğaz alt akımlarına yapılacak atıksu deşarjlarının hangi oranlarda Karadeniz'e ulaşacakları ve üst tabakaya geçerek Marmara'ya geri dönecekleri, çeşitli senaryolar halinde, incelenerek elde edilen sonuçlar rapor edilmiştir (Tablo 3.1).

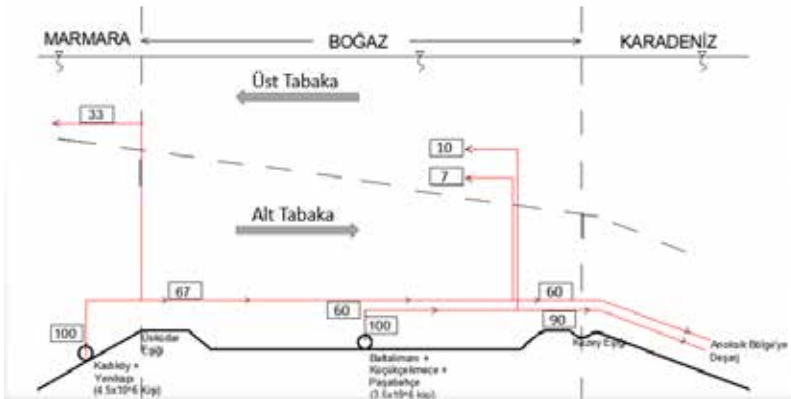
**Tablo 3. 1. Boğaz'a Giren ve Marmara Denizi'ne Taşınan Deşarj Oranları (ÖEJV -DHI, 1994)**

Senaryo	Boğazda İki tabakalı akışı yansıtan en iyi koşullar (%)	Yaz dönemini temsil eden koşullar (%)	Marmara Denizi ve Karadeniz arasında seviye farkının >0.45 m olduğu en kötü tıkanma (tam blokaj) durumu (%)	Yıllık Ort. kararlı durum (%)
Boğaz alt akımına deşarj				
Atıksu Tarlası tutulma derinliği -50 m	<0.1	34	100	11
(Alternatif tutulma derinliği- 60 m)	(<0.1)	(10)	(33)	(3)
Boğaz'ın Marmara Girişine deşarjı				
Kadıköy (tutulma derinliği, 35 m)	8	40	100	17
Yenikapı Deşarjı, (tutulma derinliği- 40 m)	3	28	90	13
Baltalimanı (tutulma derinliği- 40 m)	<0.1	12	40	4
Tutulma derinliği: Batmış atıksu tarlası derinliği				

Tablo 3.1'de özetlenen bulgular, İstanbul deşarjları için, yıllık ortalama durum ve yaz dönemi itibarıyla Şekil 3.3.a ve b'deki gibi şematize edilmiştir. Şekil 3.3.a ve b incelendiğinde, İstanbul Boğazı Güney girişi önünde alt tabakaya yapılacak atıksu deşarjlarının (Kadıköy ve Yenikapı deşarjları) tipik yıllık ortalama durum şartlarında ~%80'inin; Boğaz alt tabakasına yapılacak deşarjların (Üsküdar, Baltalimanı, Küçükkuşu ve Paşabahçe) ise ~%95'inin Karadeniz'e ulaşması beklenir.



(a)



(b)

Şekil 3. 3. İstanbul Boğazı'na Yapılan Atıksu Deşarjlarının (a) Yıllık Ortalama Tipik Kütle Dengesi (b) Yaz Dönemi Tipik Kütle dengesi

## 4. Karadeniz ve Marmara Denizi Arasında Kirlilik Taşınımı

### 4.1. Karadeniz'den Boğaz üst tabakası akımı ile Marmara'ya kirlilik Taşınımı

İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışındaki K0 istasyonunda 2012 yılında ölçülen üst ve alt tabaka ortalama TIN (NO<sub>x</sub>-N) , PO<sub>4</sub>-P ve POC (partiküler organik karbon) konsantrasyonları Tablo 4.1'deki gibidir (Apak vd., 2014).

**Tablo 4. 1. K0 İstasyonunda 2012 yılında ölçülen üst ve alt tabaka ortalama TIN (NO<sub>x</sub>-N), PO<sub>4</sub>-P ve POC (partiküler organik karbon) Değerleri**

	(NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> )-N	PO <sub>4</sub> -P	POC
Üst Tabaka	~ 1 µM/l	0.1 µM/l	~ 200 µM/l
Alt Tabaka	~ 1 µM/l	4.6 µM/l	~ 170 µM/l

Bu değerler esas alınarak, İstanbul Boğazı Karadeniz girişinden üst tabaka akımı yoluyla Marmara'ya gelen, ağırlıklı olarak Tuna kaynaklı kirlilik yükleri,

$$TIN=19400 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 86400 \cdot 1.0 \text{ µM/l} \cdot 14 \times 10^{-9} \approx 23.5 \text{ t N/gün}$$

$$TP = 19400 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 86400 \cdot 0.1 \text{ µM/l} \cdot 31 \times 10^{-9} \approx 5.2 \text{ t P/gün}$$

$$POC=19400 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 86400 \cdot 200 \text{ µM/l} \cdot 200 \times 10^{-9} \approx 335.2 \text{ t POC/gün}$$

mertebedindedir. Boğaz alt tabaka akımı yoluyla Karadeniz'e verilen, ağırlıklı olarak İstanbul atıksu deşarjları kaynaklı kirlilik yükleri de,

$$TIN=9900 \cdot 86400 \cdot 1.0 \cdot 14 \times 10^{-9} \approx 12 \text{ t N/gün}$$

$$TP = 9900 \cdot 86400 \cdot 4.6 \cdot 31 \times 10^{-9} \approx 122 \text{ t P/gün}$$

$$POC= 9900 \cdot 86400 \cdot 170 \times 10^{-9} \approx 145.4 \text{ t POC/gün}$$

düzeyindedir (Okuş, vd.,2008). Hesaplanan bu değerlerin, Karadeniz ile Marmara Denizi arasındaki Kirlilik taşınımının boyutlarını karakterize eden, güncel veriler olarak kullanılabilceği düşünülmektedir.

#### **4.2. İstanbul Atıksu Deşarjları Dolayısıyla Karadeniz ve Marmara'ya Kirlilik Taşınımları**

İstanbul'daki Kadıköy, Yenikapı, Baltalimanı, Küçüküsu, Paşabahçe, Büyükçekmece, Silivri, Küçükçekmece, Tuzla, Ambarlı ve Ataköy atıksu arıtma tesislerinden yapılan atıksu deşarjlarıyla Karadeniz ve Marmara Denizi'ne taşınan kirlilik yükleri hesaplanmıştır. İstanbul Boğazı akımlarının yıllık ortalama tipik kütle dengesine (Şekil 3.3.a) göre, Kadıköy ve Yenikapı tesislerinden Boğaz girişine yapılan deşarjların %15'i doğrudan Marmara üst akımına geçmekte, boğaz alt akımında kalan %85'lik kısmın %5'i İstanbul Boğazı'nda Boğaz üst akımına geçip Marmara Denize dönerken %80'i Karadeniz'e ulaşmaktadır. Baltalimanı, Küçüküsu, Paşabahçe arıtma tesislerinden Boğaz alt akımına yapılan atıksu deşarjların %95'i Karadeniz'e ulaşmakta, %5'i ise Boğaz üst akımıyla Marmara Denizi'ne geri dönmektedir. Büyükçekmece, Silivri, Küçükçekmece ve Tuzla Atıksu arıtma tesislerinden Marmara

alt tabakasına yapılan deşarjların yarısının doğrudan Marmara denizi üst tabakasına geçeceği, diğer yarısının ise Boğaz girişine ulaştıktan sonra (Karadeniz ve Marmara Denizi'ne geçiş oranlarının Kadıköy ve Yenikapı AAT'leri ile aynı olduğu kabulü ile) Karadeniz'e ulaşacağı esas alınmıştır. Ambarlı ve Ataköy AAT'leri deşarjlarının tamamı kıydan Marmara denizi üst tabakasına verildiği için, bu iki tesisten Karadeniz'e Kirlilik taşınımı olmayacaktır.

Tuzla Biyolojik ve İleri Biyolojik, Ambarlı ve Ataköy arıtma tesisleri için kirlilik yükleri çıkış sularında son 5 yılda ölçülen değerlerin medyanları esas alınarak hesaplanmıştır. İSKİ tarafından temin edilen bu veriler Tablo 4.1'de verilmiştir. Diğer tesislerin kirlilik yükleri ise İstanbul'u da temsil eden tipik evsel atıksu karakterizasyon değerleri üzerinden hesaplanmıştır (Tablo 4.2). Tipik evsel atıksu karakterizasyonu ile kirlilik yükü hesabında (Kirlilik Yükü(kg/gün)= $q(m^3/gün) \cdot N(kişi) \cdot C(mg/l) / 1000$ ) kullanılan tesis eşdeğer nüfus (N) değerleri şu şekildedir; Yenikapı ve Kadıköy AAT'i 4500000 kişi, Baltalimanı, Küçüksu ve Paşaköy AAT'i 3500000 kişi, Büyükçekmece 2700000 kişi ve Küçükköy AAT'i 1200000 kişi.

Tesis/ Parametre	Tuzla BAAT		Tuzla İBAAT		Ambarlı AAT		Ataköy AAT	
	Q	m <sup>3</sup> /gün	100000	m <sup>3</sup> /gün	270000	m <sup>3</sup> /gün	390000	m <sup>3</sup> /gün
KOI	171	mg/l	119	mg/l	41	mg/l	75	mg/l
TKN	64	mg/l	14.64	mg/l	7	mg/l	31	mg/l
TP	9	mg/l	0.97	mg/l	0.93	mg/l	1.91	mg/l

**Tablo 4. 2. Tuzla, Ambarlı ve Ataköy AAT Çıkış suyu Karakterizasyonu (İSKİ, 2017)**

**Tablo 4. 3. Tipik Evsel atıksu karakterizasyon değerleri**

KOI	600	mg/l
TKN	50	mg/l
TP	10	mg/l
q (debi)	200	L/N.gün

Kadıköy, Yenikapı, Baltalimanı, Küçüksu, Paşabahçe ve Küçükçekmece mekanik ön arıtma tesislerinin KOI, TN ve TP giderim verimleri sırasıyla %15, %5 ve %5 iken Silivri ve Büyükçekmece ileri biyolojik arıtma tesisleri için aynı parametrelerin giderim verimleri %85,%50 ve %70'dir. Tesislere özgü atıksu karakterizasyon-

ları ve giderim verimleri dikkate alınarak hesaplanan kirlilik yükü değerleri Tablo 4.4'de özetlenmiştir.

**Tablo 4. 4. İstanbul Atıksu Tesislerine ait Kirlilik Yükleri**

	<b>Yeni- kapı, Kadıköy AAT*</b>	<b>Baltalimanı, Küçükü ve Paşabahçe AAT*</b>	<b>Küçük- çemece AAT*</b>	<b>Büyükçek- mece ve Silivri AAT**</b>	<b>Tuzla BAAT ve İBAAT***</b>	<b>Ataköy, Ambarlı AAT***</b>
	Yük (kg/gün)	Yük (kg/gün)	Yük (kg/gün)	Yük (kg/gün)	Yük (kg/gün)	Yük (kg/gün)
KOI	459,000	357,000	122,400	48,600	53,041	40,320
TKN	42,750	33,250	11,400	13,500	16,862	13,980
TP	8,550	6,650	2,280	1,620	2,262	996

\*Tipik evsel atıksu karakterizasyon değerleri ve %15 (KOI) %5 (TN) %5 (TP) giderim verimleri ile hesaplanmıştır.

\*\* Tipik evsel atıksu karakterizasyon değerleri ve %85 (KOI) %50 (TN) %70 (TP) giderim verimleri ile hesaplanmıştır.

\*\*\*Tablo 4.2'de yer alan çıkış suyu karakterizasyon değerleri ile hesaplanmıştır.

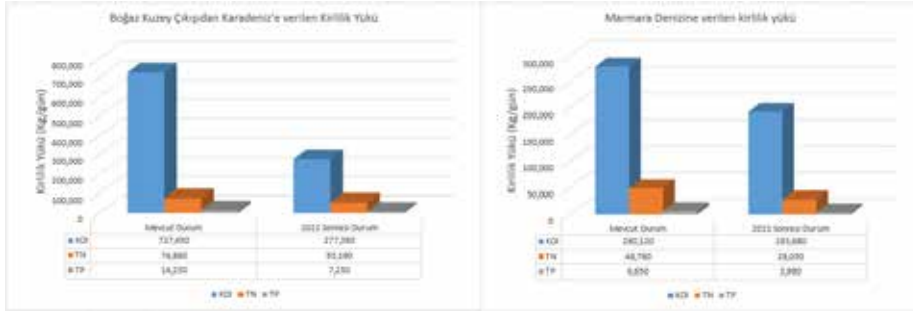
Kadıköy ve Yenikapı AAT'lerinden Boğaz girişine yapılan deşarjın %15'i Marmara Denizi'ne, Boğaz alt akımında kalan kısmın (%85'lik kısmın) %80'i alt akım ile Karadeniz'e ulaşırken %5'i ise Boğaz üst akımı ile Marmara Denizi'ne geri dönmektedir(Şekil 3.3.a). Büyükçekmece, Küçükçekmece, Silivri, Tuzla Biyolojik ve İleri Biyolojik AAT'lerinden Marmara Denizi alt tabakasına yapılan deşarjların %50'si Marmara Denizine, geriye kalan kısmı ise, Boğaz girişine geçerek Kadıköy ve Yenikapı AAT'leri ile aynı geçiş oranlarıyla, kısmen Marmara'ya geri dönmektedir. Baltalimanı, Küçükü ve Paşabahçe Mekanik Ön AAT'den yapılan deşarjların %95'i alt akımla Karadeniz'e, %5'üst akımla Marmara Denizi'ne verilmekte, Ataköy ve Ambarlı AAT'leri deşarjlarının ise tamamı Marmara Denizi üst tabakasına verilmektedir. Bu geçiş oranları ile hesaplanan Karadeniz ve Marmara Denizine taşınan kirlilik yükleri Tablo 4.5'da verilmiştir.

**Tablo 4. 5. Karadeniz (KD) ve Marmara Denizi (MD)'ne verilen Toplam Kirlilik Yükleri (Kg/gün)**

	KD	MD*	EN (KD)	EN (MD)
KOI	727,444	280,112	6062033	2334266
TN	74,856	48,772		
TP	14,227	6,649		

\* Ambarlı ve Ataköy AAT'lerinden yalnızca Marmara Denizi üst tabakasına atıksu deşarjları yapılmaktadır. Ayrıca, Tuzla, Büyükçekmece, Küçükçekmece ve Silivri AAT'lerinden Marmara Denizi alt tabakasına yapılan deşarjların %50'si (maksimum) doğrudan Marmara Denizi üst akımına geçmekte, diğer %50'lik kısmı ise Marmara alt tabakası ile Karadeniz ile taşınmaktadır. Marmara ve Boğaz alt akımıyla Karadeniz'e taşınan bu %50'lik kısmın %15'i, Boğazın Marmara girişinde (Üsküdar eşiği Güneyi) üst akım ile tekrar Marmara Denizine dönmektedir. Üsküdar eşiğini aşan  $0,50^*(1-0,15)=0,425$  (%22,5)'luk kısmın da boğaz boyunca ~ %5'i yeniden Boğaz üst akımıyla Marmara'ya geri dönmektedir.

2021 sonrası durum için de İstanbul'da bulunan AAT'lerin, Karadeniz ve Marmara Denizi'ne etkileri de hesaplanmıştır. Bu hesaplamada, Baltalimanı, Yenikapı, Kadıköy, Küçüksu ve Paşabahçe mekanik ön arıtma tesislerinin düşük dozlu kimyasal madde (FeCl<sub>3</sub>) destekli yüksek yüklü aktif çamur sistemine dönüştürülmesi, Tuzla Biyolojik ve ileri biyolojik ve Küçükçekmece AAT'lerin iyileştirilmesi durumları dikkate alınmıştır. Düşük dozlu kimyasal madde (FeCl<sub>3</sub>) destekli yüksek yüklü aktif çamur sistemine dönüştürülmesi düşünülen ön mekanik ön arıtma tesislerinde giderim verimlerinin KOI, TN ve TP için sırasıyla %70, %25 ve %50 olacağı, ayrıca yıllık %2'lik nüfus artışı ile aynı hesaplar tekrarlanmıştır. İyileştirilmesi planlanan AAT'leri için çıkış suyu değerlerinin 125 mg/l KOI, 15 mg/l TN ve 2 mg/l TP olacağı kabulü ile hesaplama yapılmıştır. Ambarlı ve Ataköy AAT'leri için ise çıkış suyu değerleri 100 mg/l KOI, 15 mg/l TN ve 2 mg/l TP, Silivri ve Büyükçekmece AAT'leri için ise 100 mg/l KOI, 10 mg/l TN ve 2 mg/l TP olarak kabul edilmiştir. Mevcut ve 2021 sonrası durum için kirlilik yükleri dağılımı Şekil 4.1'de verilmiştir.



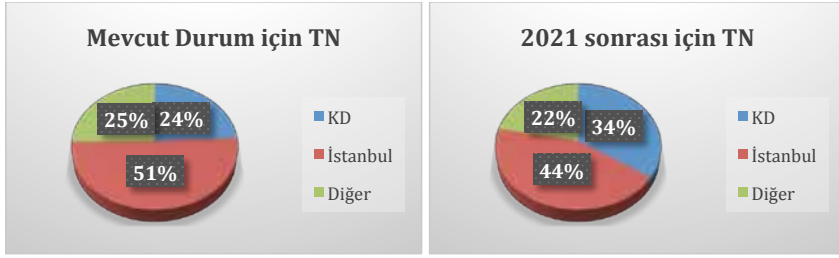
Şekil 4. 1. Karadeniz ve Marmara Denizi'ne verilen Kirlilik Yükleri

Tablo 4.6 Marmara Denizi'nde İstanbul'daki AAT'lerinden Kaynaklanan Yüklerin Karadeniz'den gelen Yüklere Oranını göstermektedir. Tablodan da görüldüğü üzere, İstanbul'daki arıtma tesislerinden yapılan deşarjların Marmara Denizi Üzerinde etkisi Karadeniz'den gelen kirlilik yüklerine kıyasla daha fazladır. İstanbul'un Marmara'ya gelen kentsel/endüstriyel kirliliğin ~2/3'ünü temsil ettiği göz önüne alındığında, Marmara'ya yapılan deşarj öncesi arıtmaların giderim verimlerinin önemi daha iyi anlaşılacaktır. İstanbul'dan ve Karadeniz'den kaynaklanan TN ve TP dağılımı Şekil 4.2-4.3'te verilmiştir. Şekillerden de görüldüğü üzere İstanbul, Marmara'ya gelen besi maddesi yükleri bakımından en önemli kaynak durumundadır.

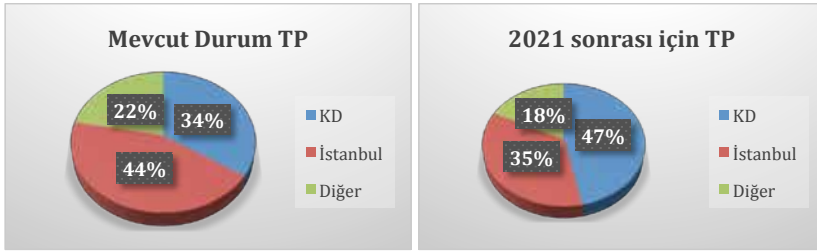
Tablo 4. 6. Marmara Denizi'nde İstanbul'daki AAT'lerinden Gelen Yüklerin Karadeniz'den Kaynaklı Yüklere Göre durumu

Mevcut Durum (2017)			
İST/KD Oranı	İST Yükleri (kg/gün)	KD yükleri (K0 istasyonu)(ton/gün)	Oran
TN	48,772	23.5	2.08
TP	6,649	5.21	1.28
2021 Sonrası Durum			
İST/KD Oranı	İST Yükleri (kg/gün)	KD yükleri (K0 İstasyonu) (ton/gün)	Oran
TN	28,028	23.5	1.19
TP	3,974	5.21	0.76





Şekil 4. 2. Karadeniz'den gelen ve İstanbul'daki AAT'lerinden kaynaklanan TN Dağılımı (Diğer yükler İstanbul'un yarısı olarak alınmıştır)



Şekil 4. 3. Karadeniz ve İstanbul'daki AAT'lerinden kaynaklanan TP Dağılımı (Diğer yükler İstanbul'un yarısı olarak alınmıştır)

#### 4.3. Marmara Denizi Alt Tabakasının, Karadeniz'den Gelen ve Kendi Birincil üretimiyle oluşup kısmen tabana çöken POC kaynaklı Çözünmüş oksijen tüketimi sorunu

Daha önce Uslu vd (1991) tarafından yapılan çalışmalar, Marmara Denizi birincil üretiminin,

$7 \text{ g C/ m}^2\text{-ay} \times 11500 \text{ km}^3 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 12 \text{ ay/yıl} = 966.000 \approx 1 \times 10^6 \text{ tC/yıl}$  eşdeğeri olduğunu göstermektedir. Marmara'daki güncel üst tabaka klorofil-a değerlerinin 1990'lardaki ile yakın oluşu dolayısıyla, birincil üretimin de, bugün için emniyetle  $\sim 1 \times 10^6 \text{ tC/yıl}$  alınabileceği düşürlmektedir. Marmara denizi birincil üretiminin  $\sim 50\%$ 'inin alt tabakaya geçerek  $\sim 80\%$ 'inin 1 yıl içinde alt tabakada ayrışması kabulüyle oluşacak çözünmüş oksijen tüketimi  $1 \times 10^6 \times 0.50 \times 1.375 \text{ BOI5} \times 0.80 = 550.000 \text{ t}\text{ÇO/yıl}$  ( $1507 \text{ t/gün}$ ) olur.

Çanakkale alt akımı ile Marmara'ya kazandırılan yıllık ortalama net çözünmüş oksijen miktarı Akdeniz ve İstanbul Boğazı Marmara girişindeki alt tabaka ÇO değerleri 7 ve 1.5 mg/l alınarak,  $10.654 \text{ m}^3/\text{s} \times 86400 \times 365 \times (7 - 1.5) \text{ g/m}^3 \times 10^{-6} = 1.85 \times 10^6 \text{ t/yıl}$

(58.7 kg O<sub>2</sub>/sn) bulunur. Bu durumda, Marmara Denizi birincil üretimi ile Çanak-kale'den gelen Ege kaynaklı ÇO'in  $0.55 \times 10^6 / 1.85 \times 10^6 \approx 0.297$  (%30)'u tüketilecektir. Bu da Marmara Denizi alt tabakasındaki, tarihsel olarak sınırlı (<2 mg/l) ÇO seviyeleri üzerinde önemli bir baskı oluşturacaktır. Boğaz üst akımı ile Karadeniz'den Marmara'ya gelen yıllık ortalama POC yükü  $335.2 \text{ t POC/gün} \times 365 = 122.348 \text{ t/yıl}$  gibi oldukça yüksek değeriyle, Marmara birincil üretiminin  $\sim 122.348 / 1.000.000 \approx 0.12$  (%12)'sini teşkil etmektedir. Karadeniz kaynaklı yüksek POC'nun ağırlıklı olarak İstanbul Boğazı Marmara çıkışından itibaren Doğu Çukuru civarında çökelmesi, bu kesimlerde Marmara alt tabakasındaki ÇO seviyesindeki sıra dışı düşüşün temel sebeplerinden biri olarak görülmektedir.

Marmara Denizi alt tabakasının önemli diğer bir oksijen kaynağı, üst tabakadan düşey difüzyon yoluyla,  $F = -K \cdot dC / dt$  (Fick Kanunu), sağlanan oksijendir. Marmara'nın bu yolla ÇO kazanımında, düşey difüzyon katsayısı K için  $0.14 - 1.0 \text{ cm}^2 / \text{sn}$  ve 10-30 m derinlikler arası çözülmüş oksijen gradyanı  $dC / dy$  için de  $-2 \sim -0.15 \text{ mg/L.m}$  değeriyle birim çözülmüş oksijen kazanım akısının  $F = (2.8 \sim 1.5) \times 10^{-8} \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$  alınabileceği önerilmektedir (Camp-Tekser,1976). Yıllık ortalama bir değer olarak  $F = 2 \times 10^{-8} \text{ kg O}_2 / \text{m}^2 \cdot \text{sn}$  alınmakla, Marmara denizi üst tabakasından alt tabakaya düşey difüzyonla transfer edilebilecek ÇO miktarı,

$2 \times 10^{-8} \times 11500 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 86400 \times 10^{-3} = 19.872 \text{ t O}_2 / \text{gün}$  (230 kg O<sub>2</sub>/sn) olarak hesaplanır. Bu durumda Marmara Denizi alt tabakasının Akdeniz (Ege) suyu ve üst tabakadan difüzyonla kazanabileceği toplam ÇO miktarı  $230 + 58.7 \approx 289 \text{ kg O}_2 / \text{sn}$  ( $91.1 \times 10^6 \text{ t/yıl}$ ) olur. Bu miktar oksijen, alt tabakadaki partiküler organik maddelerin ayrıştırılmasında kullanılacaktır.

## 5. Sonuç

Marmara Denizine İstanbul Boğazı üst akımıyla taşınan Tuna ağırlıklı uluslararası (sınır aşan) kirlilik özellikle partiküler organik karbon (POC) bakımından önemini korumakla birlikte, toplam inorganik azot (TIN) ve toplam fosfor (TP) itibarıyla 1990'lı yıllardaki seviyenin oldukça altında değerlere gerilemiştir.

1994 sonrası, özellikle İstanbul'da (boğaz bölgesinde) uygulanan mekanik ön arıtma (Izgara + Havalandırmalı kum tutucu) sonrası alt tabakaya derin deniz deşarjı uygulamaları kıyı (plaj) suyu kalitesini büyük oranda iyileştirilerek, yüzme ve su sporlarına uygun hale getirmiştir. Marmara Denizi alt tabakasına deşarj öncesi uygulanan biyolojik ve ileri biyolojik AAT uygulamaları da noktasal kaynaklardan gelen N, P yüklerinde önemli ölçüde azaltım sağlamıştır.

Marmara'yı kirleten ve alt tabakada aşırı çözünmüş oksijen tüketimine yol açan etkenler arasında, başta İstanbul olmak üzere Marmara Havzasındaki kentsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesisi deşarjları öne çıkmaktadır. Marmara üst tabakasındaki yoğun birincil üretimin sonucu olan partiküler organik madde oluşumunun sınırlandırılabilmesi için, Marmara Denizine yapılan atıksu deşarjları öncesi biyolojik besi maddesi (N, P) giderimi uygulanmalıdır. Mevcut yer kısıtı dolayısıyla, İstanbul Boğazı Marmara girişi ve Boğaz alt akımına deşarjlar öncesi de asgari, düşük dozlu kimyasal madde (FeCl<sub>3</sub>) destekli yüksek yüklü aktif çamur sistemiyle arıtım uygulanabilir. Marmara havzasındaki noktasal kirletici kaynaklarda uygulanacak besi maddesi giderimleri sonrası, üst tabakadaki birincil üretim ve dibe çökelen partiküler organik maddelerin ÇO tüketiminde hızlı bir azalma eğilimi beklenmektedir. Kontamine liman tarantılarının Marmara'daki dökü alanlarında depolanması uygulamalarının etkin denetimi de, özellikle alt tabakadaki ilave baskısının azaltımı bakımından, dikkatle yönetilmesi gereken bir diğer önemli husustur. Ancak özellikle 2000'li yıllardan itibaren Tuna ve Marmara Havzalarında yaygınlık kazanan biyolojik/ileri biyolojik arıtma uygulamaları, Marmara alt tabakasındaki ÇO seviyesi düşüşünü durdurmada yeterli olamamıştır.

Gelinen noktada çıkışları Marmara'ya verilen bütün kentsel/endüstriyel atıksu arıtma tesislerinde, AB Hassas Bölgelerde Atıksu Arıtımı mevzuatı ile uyumlu ÇŞB Kentsel AAT yönetmeliği deşarj standartlarının (TN:10-15 mg/l, TP: 1 ~ 2 mg/l) acilen uygulanması sağlanmalıdır. Marmara'ya boşalan Susurluk havzasında iyi tarım ve hayvancılık pratikleri uygulaması başlatılmalıdır. Çıkışları Marmara'ya deşarj edilen bütün atıksu arıtma tesislerinin sürekli ve daha etkin denetimleri sağlanmalıdır. Marmara ve Boğazların su kalitesi izleme çalışmaları kesintiye uğratılmadan asgari mevsimlik bazlı olarak sürdürülmelidir. Marmara su kalitesini büyük oranda etkileyen Karadeniz (Tuna) kaynaklı kirliliğin izlenmesi amacıyla Tuna havzası ülkeleriyle daha sıkı işbirliği sağlanmalıdır.

## Kaynaklar

- Altıok, Kayışoğlu (2015). Seasonal and Inter-annual Variability of Water Exchange in the Strait of İstanbul. *Mediterranean Marine Science*, 16, 644-655
- Apak R., Erçağ, E., Yüksek, A., Alpar, B., Ünlü, S., Altıok, H., Taş, S., Dursun, F. (2014). Denizde ve Haliç'te Su/Sediment Kalitesi İzleme ve Biyoçeşitliliğin İzlenmesi, Final Raporu. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü.
- Balkas, T., G. Dechev, R. Mihnea, O. Serbanescu, and U.Unluata. 1990. State of marine environment in the Black Sea region. UNEP Regional Seas Report and Studies 124, UNEP.
- Bondar, C., (1998), Hydromorphological relation characterizing the Danube river mouths and the coastal zone in front of the Danube delta: *Geo-Eco-Marina*, v. 3, p. 99-102.

- Camp-Teşer (1976). İstanbul Sewage Project Master Plan Revision, Government of the Republic of Turkey and General Directorate of Provincial Bank.
- IMC (1999). İstanbul Su Temini, Kanalizasyon ve Drenaj, Atıksu Arıtma ve Uzaklaştırma Master Planı. İstanbul Master Plan Konsorsiyumu (IMC), İstanbul, 1999.
- Korotaev, G.K., Oguz, T., Nikiforov, A., Koblinsky, C. J. (2003) Seasonal, interannual and mesoscale variability of the Black Sea upper layer circulation derived from altimeter data. *J. Geophys. Res.*
- Lericolais, G., Popescu, I., Guichard, F., Popescu, S. M., Manolakakis, L. (2007). Water-level fluctuations in the Black Sea since the Last Glacial Maximum, Part of Springer Science+Business Media (Part 4), 437-452. (<http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-5302-3>).
- Oğuz, T., Besiktepe, Ş. (1999). Observations on the Rim Current structure, CIW formation and transport in the western Black Sea. *Deep-Sea Research I* 46, 1733-1753.
- Oğuz, T., Özsoy, E., Latif, M. A., Unluata, U. (1990). Modelling of the Hydraulic controlled exchange flow in the Bosphorous strait. *J. Physical Oceanography*, 20,945-965.
- Oğuz, T., Velikova, V., Cociasu, A., Korchenko, a. (2008). Chapter 2 The State of Eutrophication, State of Environment Report 2001 - 2006/7, Black Sea Commission.
- Oğuz, T. (2008). Chapter 1a. General Oceanographic Properties: Physico-chemical And Climatic Features, State of Environment Report 2001 - 2006/7, Black Sea Commission.
- Okus, E., Ozturk, İ., Sur, H. İ., Yuksek, A., Tas, S., Yılmaz, A. A., Altok, H., Balkıs, N., Doğan, E., Övez, S., Aydın, A., F. (2008). Critical evaluation of wastewater treatment and disposal strategies for İstanbul with regards to water Quality monitoring study results, *Desalination*, 226, 231-248.
- ÖEJV-DHI (1993). Ömerli-Elmalı Joint Venture / Protection Ömerli and Elmalı Environmental Protection Project, Feasibility Study, Progress Report, İstanbul Water and Sewerage Administration, Turkey.
- Panin, N. (2008). Chapter 1b General Oceanographic Properties: Geography, Geology And Geochemistry, State of Environment Report 2001 - 2006/7, Black Sea Commission.
- Ryan, W. B. F., Pitman, W. C., IIIrd, Major, C. O., Shimkus, K. M., Moskalenko, V., Jones, G. A., Dimitrov, P. S., Gorur, G. Sakin, M., and Yice, H., 1997, An abrupt drowning of the Black Sea shelf: *Marine Geology*, v. 138, no. 1-2, p. 119-126.
- Uslu, O., Orhon, D., Ünlüata, Ü., Filibeli, A. (1991). Factors affecting pollution control strategies along the Coastal zone of İstanbul. In *Environmental Protection-‘A Challenge for all of Us’*. Erich Schmidt Verlag GmbH&Co, Bielefeld Germany, pp. 133-69.
- Velikova, V. and Cociasu, A. (2004) Summary report on field and laboratory work in 2001-2003 in comparison with previous observations in the Western Black Sea Part. III. Comparison between Roumanian and Bulgarian waters. Nutrient management in the Danube Basin and its impact on the Black Sea. danUbs Projects (EVK1-CT-2000-00051), Deliverable 7.6, Nutrient Management in the Danube basin and its impact on the Black Sea. EVK1-CT-2000-00051.
- Zavadsky, I. (2017). ICPDR Experience on the Danube - Black Sea Cooperation, 3rd Marmara Sea Symposium 21 November, 2017, İstanbul, Turkey.



## 2. OTURUM

### Bütüncül Olarak Marmara Denizi'nin Tarihsel Değişimi

#### MODERATÖR

Barış Doğru, *Eko IQ*

#### KONUŞMACILAR

Burhan Fuat Çankaya, *Orman ve Su İşleri Bakanlığı*

Harun Haşimoğlu, *Çevre ve Şehircilik Bakanlığı*

Çolpan Polat Beken, *TÜBİTAK MAM*

Gülşen Altuğ, *İstanbul Üniversitesi*



## **Burhan F. Çankaya**

*Havza Planlama Şube Müdürü V.*

*Orman ve Su İşleri Bakanlığı*

# **Türkiye’de Bütünleşik Havza Yönetimi Kapsamında Marmara Havzası ve İlişkili Meriç-Ergene Havzasının Baskı ve Etki Değerlendirmesi**

## **1. Türkiye’nin Su Politikası**

Canlıların ve toplumun bütün kesimlerinin taleplerini dikkate alarak, havza bazında su kaynaklarının en etkin kullanımlarını sağlamak, olumsuz etkilerini kontrol altına almak ve korumak maksadıyla yapılacak koordinasyon, planlama, organizasyon, yatırım, izleme, izin, denetim ve yaptırım faaliyetlerinin bütünüdür.

Koruma ve kullanma dengesinin gözetilerek mevcut su kaynaklarının hem miktar hem de kalite açısından geliştirilmesi ve suyun bütüncül bir yaklaşımla havza esaslı yönetimin temelini teşkil etmektedir.

Türkiye’de havza esaslı su yönetim anlayışının uygulanmasına Orman ve Su İşleri Bakanlığı bünyesinde faaliyet gösteren Su Yönetimi Genel Müdürlüğü’nün 4 Temmuz 2011 tarihli ve 27984 (Mükerrer) Sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 645 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile kurulmasıyla geçilmiştir. 25 nehir havzasında, Havza Koruma Eylem Planları tamamlanmış olup Nehir Havza Yönetim Planları, Havza Su Tahsis Planları, Havza Kuraklık Yönetim Planları ve Havza Taşkın Yönetim Planlarının hazırlanması çalışmaları devam etmektedir.

Bu kapsamda, havzalardaki su kaynaklarının bütüncül ve sürdürülebilir şekilde yönetimi ve kullanımının temin edilmesi, kurumlar ve paydaşlar arasında eşgü-

düm ve işbirliğinin güçlendirilmesi amacıyla hazırlanan Ulusal Havza Yönetimi Stratejisi Belgesi (UHYS), Yüksek Planlama Kurulu'nun 13/6/2014 tarihli ve 2014/11 sayılı kararı ile kabul edilmiş ve 4/7/2014 tarihli ve 29050 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Havza Koruma Eylem Planlarında yer alan İş Takvimleri UHYS'nin resmi eki olarak kabul edilmiştir.

Bahse konu İş Takvimlerinin uygulanması ve ülkemizin AB üyelik süreci çerçevesinde yapılan Nehir Havza Yönetim Planlarının hazırlanması çalışmalarına katkı sağlamak üzere "Havza Yönetim Heyetlerinin Oluşturulması, Görev ve Çalışma Usul ve Esasları Hakkındaki Tebliğ" ile 2013 yılından bu yana her havza için Havza Yönetim Heyetleri oluşturulmuş ve 2015 yılında her ilde İl Su Yönetimi Koordinasyon Kurulları teşkil edilmiştir. Ayrıca, merkezde teşkil edilmiş olan Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu ve Havza Yönetimi Merkez Kurulu marifetiyle havza yönetim çalışmaları en üst düzeyde koordine edilmektedir.

Avrupa Birliği adaylık sürecinde büyük önem taşıyan ve Su Çerçeve Direktifi'nin (SÇD) gereği olarak hazırlanmakta olan Nehir Havza Yönetim Planlarının hazırlanmasının maksadı ülkemizdeki 25 nehir havzasındaki yerüstü ve yeraltı su kütlelerinin, bütüncül bir yaklaşımla kimyasal ve ekolojik kalite ile miktar açısından iyi su durumunda olanlarının mevcut haliyle korunması, bozulmuş olanlarının iyi su durumuna getirilmesidir. Türkiye'deki 25 nehir havası için 2013 yılında tamamlanan Havza Koruma Eylem Planları 2014 yılından itibaren Nehir Havza Yönetim Planlarına dönüştürülmekte olup 2023 yılına kadar tamamlanması hedeflenmektedir.

Nehir Havza Yönetim Planı, herhangi bir nehir havzası için amaçlanan ekolojik, kantitatif, kimyasal ve özel koruma alanları ile ilgili hedeflere öngörülen zaman dilimleri içerisinde nasıl ulaşılabileceğini gösteren bir dokümandır. Su Çerçeve Direktifi'ne göre, her üye ülke Nehir Havza Yönetim Planlarını 2009 yılına kadar hazırlaması gerekmektedir. Hazırlanan planların güncelliğini yitirmemesi bakımından ise her altı yılda bir güncellenmesi gerekmektedir.

Nehir Havza Yönetim Planları hazırlanması kapsamında, her bir havza yerüstü ve yeraltı su kütlelerine ayrılarak her bir su kütlelerinin üzerindeki baskılar ve etkiler araştırılmakta ve risk durumuna göre sınıflandırılmaktadır. Yerüstü ve yeraltı su kütlelerinin kalitesi fiziko-kimyasal, kimyasal, biyolojik ve hidromorfolojik parametreler üzerinden izlenmekte olup, kalite ve miktar açısından su kütlelerinin durumu tayin edilmektedir. Her bir yerüstü ve yeraltı suyu kütlelerinin miktar ve kalite durumuna göre çevresel hedefler ortaya konulmaktadır. Çevresel hedeflere

ulaşabilmek için ise tedbirler ve bu tedbirleri gerçekleştirecek mesul kurum ve kuruluşlar belirlenmektedir. Belirlenen tedbirler,

sosyo-ekonomik ve fayda-maliyet analizleri yapılarak önceliklendirilmekte olup gerekiyorsa ilave tedbirlerin de alınması sağlanmaktadır.

## 2. Ergene Havzası Koruma Eylem Planı

Ülkemizde kirlilik açısından ciddi baskı altında bulunan havzaların başında gelen Ergene Havzası; plansız sanayileşme (havzada yer alan kayıtlı 3409 sanayi tesisinden 460.000 m<sup>3</sup>/gün endüstriyel atıksu meydana gelmektedir.), bölgedeki nüfus artışı (1965'ten 2016 yılına kadar, havza nüfusu % 66 artarak 755.863'ten 1.255.015'e yükselmiştir), evsel atıksu deşarjı (havzada yer alan 43 yerleşim yerinden 240.000 m<sup>3</sup>/gün kentsel atıksu meydana gelmektedir), toprağı tehdit eden bilinçsiz zirai uygulamalar ile çevre-kalkınma ikileminde dengesi kaybolan Ergene Nehri ileri derecede kirlenmiş bir başka deyişle hiçbir maksatla kullanılamaz olan IV. Sınıf su kalitesine gelmiş durumdaydı.

İleri derecede kirlenmiş ve kaybedilme noktasına gelen Ergene Nehri'nin kurtarılması ve iyi su kalitesine ulaşması hedefiyle 1970'lerden bu zamana kadarki süreçte;

- TBMM 22. Dönem Araştırma Komisyonu Ergene Raporu (2003),
- Ergene Havzası Çevre Yönetimi Master Planı (2006-2008),
- 1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Planı (2009),
- Meriç-Ergene Havzası Endüstriyel Atıksu Yönetimi Ana Planı (2010),
- Ergene Havzası Koruma Eylem Planı (2011),
- Trakya Gelişim Projesi (TRAGEP) (2013),
- Meriç-Ergene Nehir Havzası Yönetim Planı (2017)

çalışmaları yapılmıştır.





Yapılan çalışmaların uygulama açısından en önemli bileşeni olan Ergene Havzası Koruma Eylem Planı; 6 Mayıs 2011 tarihinde ilan edilmiştir. Ayrıca, 13 Haziran 2013 tarihinde Resmi Gazete’de yayımlanan “Ergene Havzası Koruma Eylem Planı Başbakanlık Genelgesi” ile birlikte planın uygulanması noktasında tüm kurumların sorumluluklarını yerine getirmesi ve koordinasyon içerisinde çalışması sağlanmaya çalışılmıştır.

Ergene Nehri’nin kurtarılması maksadıyla, Ergene Havzası Koruma Eylem Planında maliyetleri yaklaşık 4 Milyar TL’yi bulan 15 eylem belirlenmiş olup, uygulamalar büyük bir hızla hayata geçirilmektedir.

Ergene Havza Koruma Eylem Planında yer alan eylemler kapsamında; havzada yer alan nüfusu 10.000’den büyük 13 adet yerleşim yerinden 12’sinin (Kırklareli-Merkez, Kırklareli-Vize, Keşan, Uzunköprü, Muratlı, Saray, Pınarhisar, Hayrabolu, Malkara, Babaeski, Çorlu, Çerkezköy) İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisleri DSİ Genel Müdürlüğü tarafından inşa edilmiş olup tesisler işletmeye alınmıştır. Ayrıca Lüleburgaz Atıksu Arıtma Tesisi, Mülga Çevre ve Orman Bakanlığı döneminde Avrupa Birliği Katılım Öncesi Yardım Aracı (IPA) fonu ile inşa edilerek işletmeye alınmıştır. Böylelikle artılmadan doğrudan Ergene Nehri’ne verilen atıksular, ileri düzeyde arıtılarak çevreye bırakılmaktadır.



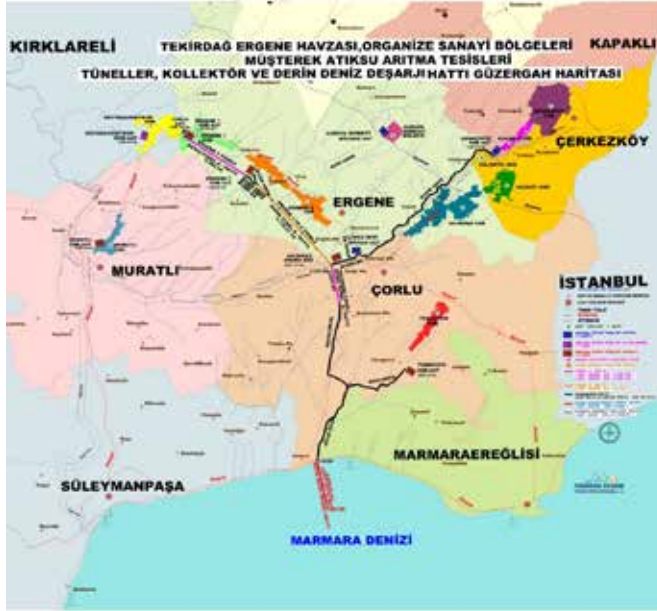
**Şekil 1. Saray İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi**

Ergene Nehri üzerindeki en önemli baskı unsuru olan yoğun sanayi faaliyetlerinden kaynaklanan kirliliğin kontrol altına alınması amacıyla havzada dağınık halde yer alan sanayiler bir araya getirilerek Tekirdağ ilinde 8 adet Organize Sanayi Bölgesi (OSB) ve Kırklareli ilinde 2 adet Islah OSB kurulmuştur.

Akabinde havzaya ciddi kirlilik yükü getiren tekstil sanayisine yönelik “Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliği” yayımlanarak 18.000 m<sup>3</sup> su tasarrufu sağlanmış olup, günde en az 150.000 m<sup>3</sup> su tasarrufu sağlanması hedeflenmektedir. Sanayi sektöründen kaynaklanan tehlikeli atıklarının bertarafının sağlanması için de Entegre Tehlikeli Atık Bertaraf Tesisi faaliyete geçirilmiştir.

Sanayi kaynaklı kirliliğin kontrol altına alınması için atılan en önemli adım olan “Marmara Denizi’ne Derin Deniz Deşarjı Projesi” ile Tekirdağ ilinde inşa edilmekte olan 5 adet müşterek OSB İleri Atıksu Arıtma Tesisi marifetiyle yaklaşık 460.000 m<sup>3</sup>/gün’lük sanayi atıksuyu ileri seviyede arıtılarak Ergene Nehri’ne deşarj edilmeden müşterek kollektör hattıyla Marmara Denizi’ne derin deniz deşarjı yapılacaktır. Hâlihazırda, Ergene-2 OSB, Muratlı OSB ve Türkgücü OSB İleri Atıksu Arıtma Tesisi inşaatları tamamlanmış olup, Muratlı OSB’nin AAT’si işletme aşamasına geçmiştir. Ergene-1 OSB ve Velimeşe OSB İleri Atıksu Arıtma Tesislerinin uygulama takvimine uygun olarak inşaatına devam edilmektedir.

Söz konusu tesislerin işletmeye alınması ileri birlikte sanayi atıksularında; Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) bazında  $\geq$  % 90, Toplam Azot (TN) bazında  $\geq$  % 75, Toplam Fosfor (TP) bazında  $\geq$  % 70 giderim sağlayacağı hesaplanmıştır (İTÜ, 2013).



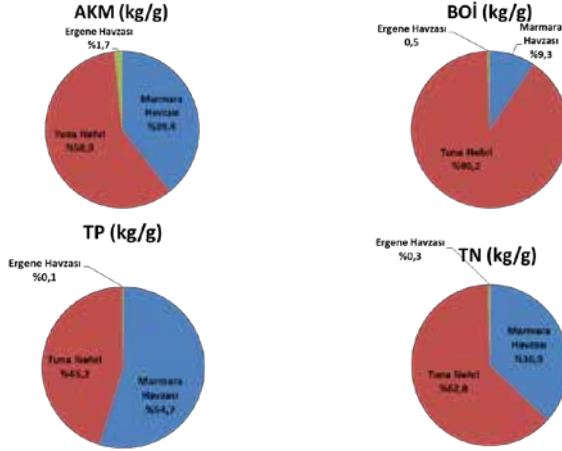
Şekil 2. Marmara Derin Deniz Deşarj Hattı

Bahse konu giderim oranları sağlandıktan sonra Marmara Denizi kıyısından 4500 m açıktaki, 47,5 m derinliğe deşarj yapılacaktır. Marmara Denizi taban akış debisi, toplam deşarj debisinin minimum 2400 katı olup ilk seyrelme anında bile % 99 renk giderimi sağlayacağı hesaplanmıştır. Marmara Denizi'ne Ergene Havzası'ndan gelen kirlilik yükü ile Marmara Havzası ve Karadeniz'den gelen kirlilik yükü karşılaştırıldığında Ergene Havzası'ndan gelecek olan kirlilik yükünün toplam yüke oranı yalnızca % 1,1 olarak gerçekleşmektedir (İTÜ, 2013).



Şekil 3. Marmara Denizi'ndeki kirlilik yükü dağılımı (SYGM, 2012)

Şekil 3'te de görüldüğü üzere Marmara Denizi'ne gelen kirliliğin büyük kısmı Karadeniz'den dolayısıyla 19 ülkenin sınırları içerisinde geçen Tuna Nehri'nden gelmektedir. Temel kirlilik parametrelerine bakıldığında, Marmara Denizi'ne Tuna Nehri yoluyla Avrupa'dan gelen kirlilik yükleri Ergene kaynaklı kirliliğe göre çok daha fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 4. Marmara Denizi'ndeki kirlilik parametreleri dağılımı (SYGM, 2012)

Eylem planı kapsamında gerçekleştirilen "Otomatik Sürekli Ölçüm İstasyonlarının Kurulması Projesi" ile Meriç-Ergene Havzasına 5 (beş) adet gerçek zamanlı (online) ölçüm istasyonu kurulmuş olup, havzada 24 saat boyunca Ergene Nehri'nin su kalitesi ölçülmekte ve yakından takip edilmektedir.

Ağaçlandırma ve erozyonla mücadele eylemi kapsamında; Edirne, Tekirdağ ve Kırklareli illerinde 2003-2016 yılları arasında yaklaşık 77.500 hektar alanda ağaçlandırma, erozyonla mücadele ve ıslah çalışması gerçekleştirilmiştir.

Havzada her türlü faaliyetten kaynaklanan kirliliğe karşı sıkı denetimler yapılmaktadır. Bu çerçevede havza genelinde 2009-2016 yılları arasında toplam 19.582 adet denetim yapılmış olup, faaliyet sahiplerine yaklaşık 51 Milyon TL idari yaptırım uygulanmıştır.

Havzadaki bulunan yeraltularının aşırı ve kontrolsüz kullanımından dolayı yeraltı suyu seviyelerinde ciddi düşüşler görülmektedir. Yeraltı su seviyelerini kontrol altına alabilmek için havzada 1091 adet kuyuya ön yüklemeli uzaktan kumandalı su sayacı takılmıştır. Ayrıca yeraltuları üzerindeki miktar baskının azaltılması amacıyla havzada inşa edilecek 8 adet baraj ve gölet ile toplamda 448

milyon m<sup>3</sup>/yıl su depolanarak içme-kullanma ve endüstri suyu olarak kullanıma sunulacaktır. Bununla birlikte Çorlu-Çerkezköy Bölgesinde yer alan 10 adet OSB İle Avrupa Serbest Bölgesi'nin endüstri suyu ihtiyacının Meriç Nehri'nden karşılanarak yeraltı su rezervinin korunması hedeflenmektedir.

Eylem planı kapsamında ayrıca, tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan su ihtiyacının karşılanması amacıyla 25 adet sulama tesisi inşa edilerek toplamda 1.238.110 dekar (da) arazinin sulanması planlanmaktadır.



Şekil 5. Yenikarpuzlu Sulaması ve İncik Deresi Taşkın Koruma Yapısı

Ergene Nehri ve yan kollarında bugüne kadar DSİ tarafından tamamlanan 41 adet proje ile 355 km'lik dere ıslahı yapılmış ve hâlihazırda 40 km uzunluğunda dere ıslahı çalışması da devam etmektedir.

Yıl boyunca yağış ve sıcaklık özelliklerine bağlı olarak düzensiz akış rejimine sahip olan ve Bulgaristan'ın baraj kapaklarını açması nedeniyle özellikle yağışlı dönemlerde sıkça taşan Meriç Nehri, Edirne ilini sular altında bırakarak önemli zararlara neden olmaktadır. Yaşanan zararı en aza indirmek amacıyla 2015 yılında 48 saat öncesinden taşkın tahmini yapabilen "Ergene Havzası Taşkın Erken Uyarı Sistemi" devreye alınmıştır. Sistemde 11 adet Akım Gözlem İstasyonu ile 41 adet Meteoroloji Gözlem İstasyonunun verileri online olarak kullanılmakta olup böylelikle taşkın riskleri asgari düzeye indirilmektedir.

Bütüncül bir anlayışla hazırlanan ve şu ana kadar ülkemizde gerçekleştirilen en büyük Çevre Koruma Projesi olan Ergene Havza Koruma Eylem Planında yer alan eylemlerin tamamlanarak tüm eylemlerde uygulama safhasına geçmesiyle birlikte, gerek Ergene Nehri ve yan kollarında gerekse yeraltısularında kalite ve miktar açısından önemli düzeylerde iyileşme görülecektir. Böylelikle sürdürülebilir kalkınmanın en önemli bileşenlerinden biri olan sağlıklı çevreye, Ergene Nehri'nin eski günlerine kavuşturulmasıyla sahip olunacaktır.

### 3. Meriç Nehri ve Marmara Denizi Arasındaki Kalite İlişkisi

Marmara Denizi'nin hidrografik yapısından dolayı deniz yerine bir haliç karakteri göstermekte ve bu minvalde, Karadeniz ile Akdeniz arasında bağlantıyı sağlayan boğazlar sistemi üzerindeki bir genişleme olarak görülmesi gerekmektedir (Artüz ve ark. 2010). Bu kapsamda söz konusu denizin gerek Karadeniz gerekse Ege Denizi'nden gelecek kirletici yükleri tarafından kirletilmesi mümkün görülmektedir. Bu hususa ilişkin Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından yapılan bir çalışmada Karadeniz'de akıntıların saat yönünün tersine doğru olduğu ve bu nedenle Tuna Nehri'nden gelen kirliliğin Boğazlar yoluyla Marmara Denizi'ne taşındığı belirtilmektedir (OSİB, 2013). Bir başka çalışmada ise Tuna Nehri ile Karadeniz'e taşınan kirlilik yükünün %50'sinin akıntı ile Marmara Denizi'ne taşındığı belirtilmektedir (MEMPIS, 2006).

Bu minvalde, Ege Denizi'ne dökülen ve Meriç Nehir Havzası'nın (bkz. Şekil 6) tüm kirletici kaynaklarını içeren Meriç Nehri'nin Marmara Denizi'ne etkisinin de dikkate alınması önem arz etmektedir. Bu doğrultuda Meriç Nehri'ne yönelik Bulgaristan ve Yunanistan'dan da gelmesi muhtemel kirleticiler ile birlikte ülkemizin belirlediği kirletici listeleri ve çevresel kalite standartları karşılaştırılarak bir çalışma yapılmış ve ileriki dönemde su kalitesi açısından sağlanması risk teşkil eden parametreler tayin edilmiştir (Orhon, 2015).



Şekil.6 Meriç Nehir Havzası ve Ergene Alt Havzası

Ülkemizin Avrupa Birliğine uyum süreci çalışmaları kapsamında 2009 yılında açılan 27 no'lu Çevre Faslı dâhilinde Su Çerçeve Direktifi (2000/60/EC) ve kardeş direktiflerine uyum çalışmaları sürmektedir. Su Çerçeve Direktifi ve 2008 yılından yayımlanan (2008/105/EC) ve 2013 yılında güncellenen (2013/39/EU) Çevresel Kalite Standartları Direktifi (ÇKSD) uyarınca her bir üye ve aday ülkenin belirli kirleticilerini ve bu kirleticilerin suda, dip çökeltisinde veya biyotada insan sağlığı ve çevreyi korumak için aşmaması gereken konsantrasyonlarını ifade eden Çevresel Kalite Standartlarını (ÇKS) belirlemesi gerekmektedir (Koç Orhon, 2015).

Bu kapsamda ülkemize özgü belirli kirletici listesi ve ÇKS'leri 2016 yılında revize edilen Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik ile yayımlanmıştır. Ülkemizin belirlediği belirli kirleticiler ile Bulgaristan ve Yunanistan'ın Meriç-Ergene Nehir Havzasında belirlediği kirleticilerin karşılaştırılmıştır. Bulgaristan söz konusu havzada 18 belirli kirletici ve bu kirleticilere yönelik ÇKS belirlemiş durumdadır. Yunanistan ise 60 belirli kirletici ve bu kirleticilere yönelik ÇKS belirlemiş durumdadır (WRC, 2012; EC, 2015). Netice olarak, Bulgaristan'ın 18 belirli kirleticisi ve Yunanistan'ın 60 kirleticisi ile ülkemizin anılan yönetmelikte belirtilen kirleticileri ve ÇKS'leri karşılaştırılmış ve 11 belirli kirleticinin Bulgaristan ile, 23 kirleticinin ise Yunanistan ile ortak olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, 5 belirli kirleticinin (Arsenik, Krom, Bakır, Çinko ve 1,4 Diklorobenzenin) 3 ülkede de belirlendiği anlaşılmıştır (Orhon, 2015).

Bu doğrultuda, havzada ortak olarak belirlenen kirleticiler arasından yönelik Bulgaristan ve Yunanistan'ın belirlediği ÇKS'lerinin ülkemizin ÇKS değerlerinden yüksek olduğu kirleticiler, ülkemizdeki su kalitesini olumsuz etkilemesinin muhtemel olması sebebiyle dikkate alınmıştır. Bu anlamda, Bulgaristan'dan ülkemize gelen 3 kirletici, Yunanistan'dan gelen 5 kirleticinin farklı ÇKS değerleri ve Arda, Meriç, Tunca, Kızıl Nehir ve Ergene Nehirleri'nin debileri dikkate alınarak kütle dengesi çalışması yapılmıştır. Çalışmanın neticesinde Meriç-Ergene Nehir Havzası'nda Bulgaristan'dan gelen demir, krom ve prometrim Yunanistan'dan ise gelen kobalt 1,3-Diklorobenzen, 4-Kloroanilin için kirletici yüklerinden dolayı ülkemizin ÇKS değerinin aşıldığı, dolayısıyla ülkemizin, söz konusu havzada taslak ÇKS değerlerini sağlamasının riskli olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle söz konusu kirleticilere yönelik ülkemizde tüm tedbirlerin alınması durumunda, herhangi bir kirletici yükü deşarj edilmese bile, memba ülkeleri Bulgaristan ve Yunanistan'dan kaynaklanacak kirlilik yükleri Ege Denizi'ne deşarj edilmekte olup bu durumun dolaylı olarak Marmara Denizi'nin kirlenmesine etki etmesi mümkündür. Bu kapsamda, Su Çerçeve Direktifinin de gereklilikleri çerçevesinde Bulgaristan ve Yu-

nanıstan ile sınıraşan işbirliğinin özellikle su kalitesini de içerecek şekilde geliştirilmesi önem arz etmektedir (Orhon, 2015).

#### 4. Meriç Havzası'nda Sınıraşan İşbirliği

Su Çerçeve Direktifi'ne göre, sınıraşan nehir havzalarında üye ülkeler tarafından koordinasyon içerisinde suyun etkin bir şekilde kullanılması ve yönetilmesi beklenmektedir. Su Çerçeve Direktifi'ne göre, havza bazında suyun kalitesinin iyileştirilmesi ve kirliliğin önlenmesi amacıyla gerekli mekanizmaların oluşturulması zaruridir. Havza bazında ortak çevresel hedeflerin ve tedbirlerin belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu kapsamda, kıyıdaş ülkeler tarafından nehir havza yönetim planlarının işbirliği içerisinde hazırlanması ve uygulanması beklenmektedir.

Bir bölümü AB sınırları içerisinde kalan ve Türkiye gibi üye olmayan ülkelerin de yer aldığı sınıraşan havzalarda ise, söz konusu üye ülkelerin üye olmayan ülkelerle birlikte Su Çerçeve Direktifi'ne göre (Madde 3-5) nehir havza yönetim planlarının hazırlanması ve uygulanması tavsiye edilmektedir.

Meriç Havzası'nın Bulgaristan ve Yunanistan sınırları içerisinde kalan bölümlerinde nehir havza yönetim planları bahse konu ülkeler tarafından hazırlanarak 2009 yılında uygulanmaya başlanmıştır. Akabinde, söz konusu nehir havza yönetim planları ilgili ülkeler tarafından 2015 yılında güncellenmiş olup nehir havza yönetim planlarının ikinci döngüde uygulanmasına devam edilmektedir.

Meriç Havzası'nın Türkiye sınırlarında kalan kısmında ise, Nehir Havza Yönetim Planı hazırlanması çalışmaları 29 Mayıs 2014 tarihinde başlamıştır. Avrupa Birliği (AB) Katılım Öncesi Yardım Aracı kapsamında desteklenen ve Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmekte olan "Havza Koruma Eylem Planlarının Nehir Havza Yönetim Planlarına Dönüştürülmesi AB Teknik Yardım Projesi" kapsamında Meriç-Ergene Nehir Havza Yönetim Planı hazırlanmaktadır. Söz konusu projenin kapsamında Türkiye, Bulgaristan ve Yunanistan arasında Meriç Nehir Havzası'na yönelik ortak çevresel hedeflerin ve tedbirlerin geliştirilmesine yönelik sınıraşan işbirliğinin artırılması amacıyla AB Komisyonu'nun nezaretinde üç adet üçlü toplantının yapılması da yer almaktadır. Ancak, bugüne kadar Türkiye'nin ilk iki toplantının gerçekleştirilmesi için gösterdiği gayret AB Komisyonu'nun da desteği ve takibine rağmen sonuçsuz kalmıştır. Proje kapsamında son sınıraşan işbirliği üçlü toplantısının 2018 yılında gerçekleştirilmesi Türkiye ve AB Komisyonu tarafından hedeflenmektedir.



Meriç Nehir Havzasında mansap ülke olan Türkiye tarafından yürütülen bahse konu projenin üç kıyıdaş ülke ile birlikte yönetilmesi, sadece Meriç Nehir Havzası'ndaki kirlilik bağlamında değil Marmara Havzası'na ulaşan kirliliğin de ortadan kaldırılması suretiyle suyun kalite ve miktarı açısından iyi duruma getirilmesi bakımından önemli bir fırsat olarak görülmektedir.

## Kaynaklar

- (1) İstanbul Teknik Üniversitesi, 2013. Ergene'den Marmara'ya İleri Arıtma Uygulanmış OSB/İslah OSB Atıksuları Deşarj Sistemi ile ilgili Çevresel Değerlendirme Raporu
- (2) Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2012.
- (3) Artüz M.L., Artüz O.B., Aydın A., Gülen D., Torcu Koç H. Akdemir D., Aydemir A., Sönmez B., Üstün F., Serter U., Küçük Ö., Bakacak A., Uzun D., Bulut F. M. 2010a. Marmara Denizi'nin Değişen Oşinografik Şartlarının İzlenmesi Projesi (MAREM) 2009 senesi çalışma verileri (Ön Raporlar). Marmara Üni. Yayını, Kitap no: 799, 271P.
- (4) EC, 2015b. European Commission, Report on the implementation of the Water Framework Directive River Basin Management Plans Member State: GREECE, [http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/pdf/4th\\_report/MS%20annex%20-%20Greece.pdf](http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/pdf/4th_report/MS%20annex%20-%20Greece.pdf) (erişim tarihi: 26.12.2017).
- (5) Koç Orhon, A., 2015. Yerüstü Sularında Bulunan Tehlikeli Maddelere İlişkin Çevresel Kalite Standartlarının Geliştirilmesine Yönelik Metodoloji, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Uzmanlık Tezi.
- (6) Orhon, K.B., 2015. Sınıraşan Yerüstü Suların Yönetiminde Dünyada ve Türkiye'de Uygulanan Yaklaşım Örnekleri ve Bu Yaklaşımların Çevreye Etkileri, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Uzmanlık Tezi.
- (7) OSİB, 2013. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Marmara Denizi Kirlilik Raporu Sunumu, suyonetimi.ormansu.gov.tr/Files/sunumlar/.../marmara\_28.01.2013.ppt
- (8) MEMPIS, 2006. Marmara Denizi Havzası Çevre Master Planı ve Yatırım Stratejisi Projesi, Çevre ve Orman Bakanlığı.
- (9) WRC, 2012. Water Research Centre, Comparative Study of Pressures and Measures in the Major River Basin Management Plans-Task 2c (Comparison of Specific Pollutants and EQS): Final Report.





## Harun Haşimoğlu

*Deniz ve Kıyı Yönetimi Daire Başkanlığı Şube Müdürü  
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı*

### Marmara Denizinde Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi

Son yıllarda endüstriyel gelişmelere bağlı olarak ülkemiz limanlarında gerçekleşen denizcilik faaliyetleri başta Marmara Bölgesinde (İzmit, İstanbul, Gemlik, Yalova ve Bandırma) olmak üzere İzmir, Mersin, Samsun ve İskenderun bölgelerinde büyük ölçüde artış göstermiştir. Artan denizcilik faaliyetlerini karşılamak üzere ülkemiz kıyılarında liman, rıhtım, iskele ve tersane gibi kıyı tesislerinin kapasitelerinin de artışına ihtiyaç duyulmaktadır.

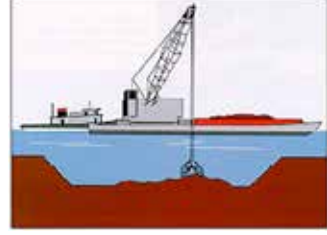
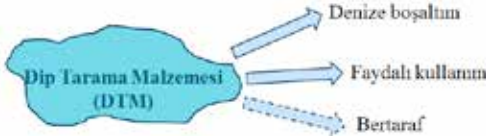
Yoğunlaşan denizcilik faaliyetleri ve doğal alüvyon taşınımına bağlı olarak limanlarda zamanla sediman birikimleri oluşmakta olup, gemilerin limanlara giriş ve çıkışlarında sorunlara neden olmaktadır. Bu anlamda biriken sedimanların belirli aralıklarla taranarak alınması zorunlu bir limancılık işlemi olup deniz taşımacılığının devamlılığı açısından büyük önem arz etmektedir.

Tarama gerektiren faaliyetler

- Liman ve diğer kıyı yapılarının inşaatı ve liman alanının genişletilmesi
- Boru hattı ve kablo döşeme
- Liman, marina ve dere ağızlarında zaman içindeki oluşan sediment birikimi

Söz konusu tarama faaliyetleri sonucunda oluşan dip tarama malzemesinin çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde yönetilmesi amacıyla; gerekli kriterleri sağlaması durumunda ekolojik açıdan uygun deniz alanlarına boşaltım, kıyı yada

karasal alanda faydalı kullanım ve karada uygun şekilde bertaraf olmak üzere üç farklı yöntem uygulanmaktadır.



## Mevcut Uygulama ve Yükümlülükler

Ülkemizdeki mevcut dip taraması uygulamalarında; 50.000 m<sup>3</sup> ve üzeri dip taraması faaliyetleri Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği (ÇED) Ek-2 "Seçme Eleme Kriterlerine" tabidir. ÇED Yönetmeliğine tabii olmayan 50.000 m<sup>3</sup> altındaki faaliyetler için ise Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre Çevre ve Şehircilik Bakanlığının görüşü alınmaktadır.

Diğer taraftan Deniz ve İçsular Tarama Yönetmeliği ise, genel olarak tarama işini, bu işi yapan, yaptıran kamu kurum ve kuruluşları ile gerçek ve tüzel kişileri ve tarama vasıtalarına ilişkin hususları içermektedir.

Ülkemizin Çöplerin ve Diğer Maddelerin Boşaltılması Yoluyla Denizin Kirletilmesinin Önlenmesi Hakkında Sözleşme (Londra Konvansiyonu) taraf olma çalışmalarını Dışişleri Bakanlığı nezdinde devam etmektedir.

Ayrıca Barselona (Akdeniz'in Kirliliğe Karşı Korunması Sözleşmesi) ve Bükreş Sözleşmelerine (Karadeniz'in Kirliliğe Karşı Korunması Sözleşmesi) ve eki olan Boşaltım Protokollerine Ülkemiz taraf olmuştur. Bu konvansiyon ve protokollerde deniz çevresinin korunması amacıyla boşaltım faaliyetleri ile ilgili çeşitli düzenleme ve sınırlamalar yer almaktadır.

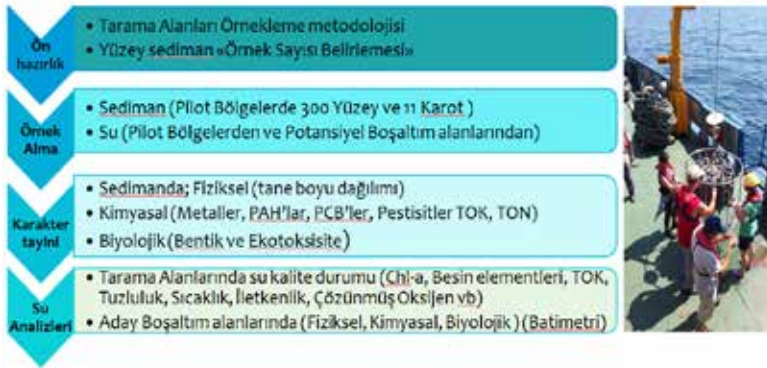
Ancak mevcut ulusal düzenlemeler, ülkemizin uluslararası yükümlülüklerini karşılamamakla birlikte; denize boşaltılacak malzemenin standartları, boşaltım alanlarının kriterleri, boşaltım yapılamayacak yasaklı alanları ve dönemleri, faaliyet sonucunda deniz ortamında yapılması gereken izlemeleri, deniz çevresine olan baskının azaltılması ve tarama malzemesinin ekonomiye kazandırılması amacıyla faydalı kullanım olanaklarını içeren hususları da içermemektedir.

## Deniz Dip Tarama Uygulamaları ve Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi (DİPTAR) Projesi

Dip taraması ve boşaltım faaliyetlerinin Ülkemiz koşulları gözetilerek uygulama esaslarının belirlenmesi amacıyla 2013 – 2016 yılları arasında 1007 TÜBİTAK KAMAG fonundan “Deniz Dip Tarama Uygulamaları ve Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Projesi” (DİPTAR) gerçekleştirilmiştir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığının faydalanıcısı olduğu DİPTAR projesi; TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezinin yürütücülüğünde ODTÜ Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü ve İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsünün ortak çalışmaları ile yürütülmüştür.

Proje kapsamında tersane, rafineri, liman, marina ve balıkçı barnağı niteliğindeki 15 pilot kıyı tesisinden su ve sediman örneklemeleri gerçekleştirilerek analiz çalışmaları yapılmıştır.



Yapılan bilimsel çalışmalar neticesinde; dip tarama malzemesinin çevresel yönetiminin sağlanması amacıyla kriter ve yöntemler tanımlanmıştır.

### 1- Taranacak Alandan Numune Alınması

Dip taraması faaliyetine başlamadan önce taranacak malzemenin niteliğinin ve kirlilik seviyesinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda tarama yapılacak olan alanı temsil edecek şekilde aşağıda verilen tabloda belirtilen sayılarda alınacak sediman numunelerinin fiziksel kompozisyonunun (çakıl, kum, silt ve kil oranları) belirlenmesi gerekmektedir.

Dip tarama malzemesinin faydalı kullanımının ön görüldüğü durumlarda ise fiziksel kompozisyon, tarama yapılacak derinlik boyunca alınacak sondaj numuneleri dikkate alınarak belirlenir.

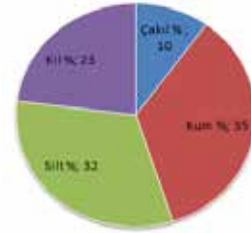
Taranacak Denizi Alanı (m <sup>2</sup> )	Alınması Gereken En Az Yüzeysel Sediman Numunesi Sayısı	Faydalı Kullanım İçin Alınması Gereken Sondaj Numunesi Sayısı
< 25.000	3	1
25.000 – 100.000	5	2
>100.000 – 500.000	8	3
>500.000 – 1.000.000	12	4
>1.000.000	15*	5**

\*: 1.000.000 m<sup>2</sup> üzeri faaliyetlerde her 200.000 m<sup>2</sup> başına numune sayısı bir artırılır.

\*\* : 1.000.000 m<sup>2</sup> üzeri faaliyetlerde her 500.000 m<sup>2</sup> başına sondaj sayısı bir artırılır.

Numunelerde karakter tayini yapılarak faydalı kullanım olanakları araştırılır.

- Çakıl (> 2 mm)
- Kum (2-0,05mm)
- Silt (0,05 - 0,002 mm)
- Kil (< 0,002 mm)



Örnek diyagram

Özellikle kum ve çakıl oranı toplamı % 70'dan fazla olan dip tarama malzemelerinin çeşitli alanlarda faydalı kullanım olanakları bulunmaktadır.

## 2- Dip Tarama Malzemesinin Denize Boşaltımında Uygulanacak Sınır Değerler

Alınan yüzeysel sediman numunelerinde aşağıda yer alan parametreler dâhilinde gerekli analizler yapılmalıdır. Bu analizler neticesinde; sınır değerlerin altında kirletici seviyesine sahip olan dip tarama malzemesinin uygun deniz alanlarına boşaltımında sakınca görülmemektedir.

Sınır değer ile üst sınır değer arasında kalan dip tarama malzemeleri için ekotoksikite analizlerin yapılması gerekmektedir. Toksik nitelik taşıması durumunda bu malzemelerin denize boşaltıma izin verilmemelidir. Üst sınır değerlerin üzerinde kirlilik yükü barındıran dip tarama malzemeleri ise hiçbir şekilde denize boşaltıma izin verilmemelidir.

Parametreler (Kuru ağırlık cinsinden)	Marmara Denizi		Karadeniz		Akdeniz ve Ege Denizi	
	Sınır Değer	Üst Sınır Değer	Sınır Değer	Üst Sınır Değer	Sınır Değer	Üst Sınır Değer
Kadmiyum Cd (mg/kg)	2	4	3,5	5	1,5	2,5
Kurşun Pb (mg/kg)	100	200	150	250	100	200
Arsenik As (mg/kg)	30	50	50	100	30	50
Krom Cr (mg/kg)	250	500	350	700	850	1300
Bakır Cu (mg/kg)	200	500	300	800	100	200
Nikel Ni (mg/kg)	75	150	100	200	1000	1750
Çinko Zn (mg/kg)	400	700	500	1000	200	400
Cıva Hg (mg/kg)	0,5	2	0,7	3	0,5	2
Toplam PCB ( $\mu$ g/kg)	23	40	23	65	23	45

### 3- Dip Tarama Malzemesinin Faydalı Kullanım Seçenekleri

Dip taraması faaliyeti sonucunda ortaya çıkan malzemenin deniz çevresinde oluşturabileceği etkilerin en aza indirilmesi amacıyla öncelikle karada veya kıyıda faydalı kullanım olanakları araştırılmalıdır. Faydalı kullanım seçenekleri, dip tarama malzemesinin kompozisyonu, kimyasal ve diğer fiziksel özellikleri göz önünde bulundurularak belirlenmelidir.

Ayrıca, ön görülen faydalı kullanım seçenekleri için dip tarama malzemesinin belirli standartlara ulaşması amacıyla çeşitli ön işlemlerin uygulanması gerekebilir.

mektedir. Bu durumda söz konusu ön işlemlerin niteliği, oluşacak ürün/ara ürün, atıklar ve bu atıkların bertaraf yöntemleri ile ilgili olarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığından izin alınması gerekmektedir.

A. Deniz ve kıyı alanlarında faydalı kullanımı seçenekleri	B. Karada faydalı kullanım seçenekleri
1- Kıyı dolgusu ve beslenmesi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Endüstriyel amaçlı dolgu</li> <li>• Kıyı kazanımı</li> <li>• Sahilin beslenmesi ve genişletilmesi</li> </ul>	1- İnşaat sektöründe kullanım * <ul style="list-style-type: none"> <li>• Yapısal dolgular</li> <li>• Zeminin iyileştirilmesi</li> <li>• Agregası</li> <li>• Karayolları</li> </ul>
2- Kıyıda habitat kazanımı <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habitat restorasyonu</li> <li>• Yeni habitat alanlarının oluşturulması</li> </ul>	2- Tarım, orman, peyzaj ve rekreasyon alanlarında kullanım *
3- Yapay ada oluşturulması	3- Aktif/terk edilmiş maden alanlarının doldurulması veya rehabilitasyonu

\*: Kullanım amacı dikkate alınarak gerekli ölçüde tuzluluk giderimi yapılmalıdır.

#### 4- Boşaltım Alanları ve Seçim Kriterleri

Denizlerimizin oşinografik, hidrografik ve ekolojik özellikleri dikkate alınarak boşaltım alanlarına ilişkin kriterler aşağıda yer alan tabloda belirlenmiştir. Ayrıca, boşaltım yapılacak deniz alanının heyelan veya kaymaların oluşmayacağı eğime sahip olması, deniz çayırı, diğer korunan türler, deşarj ve boru hatları ile bu alanları etkileyecek deniz alanlarına dip tarama malzemesinin boşaltılmaması gerekmektedir.

DİPTAR Projesi kapsamında yapılan araştırma ve incelemelere bağlı olarak, Marmara Denizindeki Çınarcık Çukuru olarak tanımlanan, 400 metreden daha derin bölgelerin derin deniz ekosistemleri açısından son derece önemli olduğu ve geçmişte, zaman içerisinde bölgenin boşaltım alanı olarak kullanılmasıyla bölgedeki ekosistemin önemli ölçüde zarar gördüğü kaydedilmiştir. Bu itibarla, Marmara Denizinde su değişim ve yenilenme kapasitesinin son derece düşük olduğu 400 metreden daha derin bölgelerin boşaltım alanı olarak kullanılması uygun görülmemiştir.



Parametreler	Karadeniz	Marmara Denizi <sup>1</sup>	Ege Denizi	Akdeniz
Kıydan Uzaklık (deniz mili) <sup>2</sup>	>3	>3	>3	>3
Derinlik (metre)	> 40	50- 400	>50	>40
TP ( $\mu\text{g}/\text{l}$ ) <sup>3</sup>	< 20	< 23	< 15	< 15
Seki Disk Derinliği (m) <sup>3</sup>	> 6	> 5	> 7	> 8

<sup>1</sup> Marmara Denizinde Bakanlığın belirlediği alanlar dışında boşaltım alanı belirlenemez.

<sup>2</sup> Kıydan uzaklık; boşaltım alanının anakara veya adalara olan en yakın mesafesidir.

<sup>3</sup> Boşaltım alanında en az 3 noktada yapılan ölçüm sonuçları ortalaması dikkate alınır.

DIPTAR Projesi kapsamında boşaltım faaliyetlerinin deniz suyuna ve bentik bölgeye oluşturabileceği olumsuz çevresel etkilerinin en aza indirilmesi amacıyla tüm denizlerimiz için belirlenen kriterlere uygun 60 adet boşaltım alanı önerilmiştir.



## 5- Boşaltım Alanlarının İzlenmesi

Dip taraması faaliyeti sonucunda oluşan malzemenin boşaltıldığı deniz alanında oluşabilecek çevresel değişikliklerin tespit edilmesi amacıyla aşağıda belirtilen parametreler dâhilinde, boşaltım faaliyeti başlamadan önce ve boşaltım faaliyetlerinden 6 ay sonra olmak üzere izleme çalışmalarının yapılması gerekli görülmektedir.

İzleme çalışmalarında, deniz yüzeyinden, ortasından ve dibinden numuneler alınarak ayrı ayrı analizlerin yapılması gerekmektedir.

Parametreler
1. pH
2. Sıcaklık °C
3. Tuzluluk (ppt)
4. Seki diski derinliği (metre)
5. Çözünmüş oksijen konsantrasyonu (mg/L) ve % doyunluk
6. Toplam Organik Karbon (mg/L)
7. Klorofil-a konsantrasyonu (ug/L)
8. Toplam Fosfor (ug/L)
9. Askıda Katı Madde (mg/L)

Dip taraması ve boşaltım faaliyetinde bulunacak olan işletmeler veya yerel yönetimler yukarıda ifade edilen hususları içerecek şekilde Dip Taraması Çevresel Yönetim Planını hazırlayarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığına sunması ve gerekli izinleri alması gerekli görülmektedir.

Deniz ve kıyı faaliyetlerinde artan tarama ve denize boşaltım talepleri sonucunda deniz çevresine olan baskıların en aza indirilmesi, uluslararası sözleşmelerden (Barse-lona, Bükreş ve Londra Sözleşmeleri) doğan sorumluluklarımızın yerine getirilmesi ve ulusal mevzuatımızdaki boşluk ve ihtiyaçların giderilmesi amacıyla DİPTAR projesi kapsamında elde edilen bilgi ve veriler ışığında Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliği Taslağı hazırlanmıştır.



## **Doç. Dr. Çolpan Polat Beken**

*Başuzman Araştırmacı-Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü*

*TÜBİTAK-MAM*

## **Marmara Denizi'nin Mevcut Kirlilik Durumunun Tarihsel Süreci**

### **Giriş**

Marmara Denizi, Çanakkale ve İstanbul Boğazları ile Ege Denizi ve Karadeniz arasında "Türk Boğazlar Sistemi" (TBS) olarak bilinen tek ve özel bir sistem oluşturur. Bu bölge tarihin başlangıcından beri farklı medeniyetlerin yer aldığı ve her zaman yoğun insan etkisi altında olan ve doğal, kültürel ve ekonomik faaliyetlerin gerçekleştirildiği bir bölge olmuştur. Fiziksel olarak, TBS kendi lokal dinamiklerine sahip, komşu denizlerden etkilenen ve onları etkileyen bir yapıdadır. Tarihsel süreçler boyunca biyolojik olarak çok zengin, balıkçılık potansiyeli yüksek, deniz canlıların göç yollarını oluşturan bir sistem olagelmıştır (Özsoy vd. 2016).

İstanbul Boğazı, tüm sistem dinamiğini kontrol eden en önemli elementtir. Her iki boğaz ve bunların Marmara Denizi'ne açılan bölgelerinde oldukça karmaşık karışım, tabakalaşma ve jet akıntı ve dolaşım özellikleri yer alır. 1980'li yıllardan bu yana TBS üzerine yapılan dinamik sistem çalışmalarının tümü özetlenerek, Özsoy ve ark. (2016) tarafından tüm ayrıntılarıyla yakın zamanda yayınlanmıştır. Marmara Denizi'nin bugünkü çevresel durumunu iyi değerlendirmek için denizin üst su ve alt su dinamiklerini iyi anlamak gerekir. Marmara Denizi alt sularının fiziksel özelliklerinin oldukça stabil olduğu bilinir. Göreceli küçük değişimler ise Marmara Denizi alt sularının Akdeniz suları ile yenilenmesi proseslerini tanımlar.

Yenilenme yıllar arasında farklılıklar gösterirken, aynı zamanda kış ve yaz dönemleri yenilenme süreçleri de farklı seyrederek. Örneğin, kış döneminde sisteme giren Akdeniz suyu batıda çöker ve oradan içeriye doğru farklı derinlik tabakalarından yayılır. Yazın ise güney şelfine ulaşıp oraya yerleşir ve oradan sisteme yayılır. Bu doğal süreçler, basen boyunca alt tabaka sularının çözünmüş oksijen seviyelerini direkt olarak etkiler. Üst sular ve ara tabakanın yer aldığı derinlikler ile bu tabakanın kalınlığı gibi özellikler ise mevsimsel olarak ve aynı zamanda İstanbul Boğazı'nda Çanakkale Boğazı'na doğru önemli değişiklikler gösterir. Özellikle kış aylarında rüzgârların etkisi ile ara tabaka kalınlaşır, üst tabaka incir. Üst su tabakası kış aylarında yaz aylarına göre her zaman 4-5 psu daha tuzludur. Yazın ise 20-25 m'lerde gözlenen soğuk ara su tabakası (kış aylarında, yüzeyde Marmara Denizi veya Karadeniz'de oluşan ve daha sonra ara tabakaya çöken) genellikle tipiktir.

TBS tümüyle ülkemiz karasularına dâhildir ve bu nedenle de son 20-25 yılda giderek kötüleşen bugünkü çevresel durumu ve yönetimine yönelik uygulamalar bizim sorumluluğumuz altındadır. Karadeniz girdilerinin azaltılması yönünde Karadeniz havzası komşu ülkelerinin aldığı ve alacağı önlemler önem arz etmekle beraber, asıl olan Marmara Denizi havzalarındaki karasal faaliyetleri (yerleşim, sanayi, tarım, hayvancılık vs.) ve aynı zamanda denizel tüm faaliyetleri (taşımacılık, gemilerden deşarjlar, tarama/boşaltma, balıkçılık vs.) denetleyebilmek, bunlardan kaynaklanan kirlilik yüklerini azaltmak ve bunların etkilerini düzenli olarak takip edebilmektir.

Bu bildiriye, Marmara Denizi ötrofikasyon değerlendirme değişkenleri açısından değerlendirilecek ve kıyı su kütlelerinin ekolojik kalite durumları ile de karşılaştırılacaktır. Marmara Denizi sedimanlarının kirlenme grupları açısından değerlendirmesine ise yer verilmeyecek olup bu değerlendirmelere <http://www.csb.gov.tr/projeler/lab/> adresinden "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı, 2014-2016 Yılı Marmara Denizi Özet Raporu'ndan (ÇŞB, TÜBİTAK-MAM 2017 b) erişilebilir.

## Ötrofikasyon Durumu

Ötrofikasyon sisteme organik madde girdi hızındaki artış olarak tanımlanmakta ve kıyı ekosistemlerine karadan ve atmosferden aşırı besin tuzu girdileriyle oluşmaktadır (Nixon, 1995). Ötrofikasyonun kıyı ekosistemlerine, su berraklığının azalması, su bitkilerinde azalma, oksijen azalması (hipoksi) ve besin ağında değişiklikler gibi birçok olumsuz etkisi söz konusudur (Conley ve diğ., 2007).

## Baskılar ve Ötrofikasyona Hassasiyet

Marmara Denizi'nde özellikle noktasal deşarjlar, havza yolu ile taşınım ve Karadeniz yüzey suyu girdilerine bağlı besin ve organik madde zenginleşmesi (kış karışımları ile alt sulardan yüzey sularına taşınım da ekleyince) ışıklı yüzey sularının ötrofikasyona maruz kalmasına neden olabilmektedir. Bu durum, özellikle su dolaşımının da sınırlı olduğu daha sığ körfez sularını daha fazla etkilemektedir. Bunun sonucunda, Marmara Denizi özellikle yaz-sonbahar dönemlerinde ötrofikasyonun etkisi ile neredeyse tamamen oksijensiz durumları (ara ve alt tabakalarda) sergilemektedir.

Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme (2014-2016) Programı sırasında, Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği temel alınarak 2009 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan ve daha sonra (2016) Orman ve Su İşleri Bakanlığı'na revize edilen Hassas ve Az Hassas alanların güncellenmesi çalışması, izleme sonuçlarının değerlendirilmesiyle gerçekleştirilmiştir. 2014-2016 yılı izleme sonuçları su yönetim birimlerine göre gruplanarak, yüzey (0-10 m) ortalamaları KAAY Hassas ve Az Hassas Alanlar Tebliği EK-3 ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir (ÇŞB, TÜBİTAK-MAM 2017 a,b). Bu değerlendirmelere göre, kıyı su yönetim birimlerinden (Bkz. Tablo 1 ve Şekil 1) SYB No 1 ve 2 (Susurluk ağız ve açığı), 4 (Bandırma Körfezi), 6 (Erdek Körfezi), 10 (Silivri), 11 (Küçük Çekmece), 14 (Kadıköy-Adalar), 15 (Tuzla), 16 ve 17 (İzmit Körfezi) ve 19 (Gemlik Körfezi) ötrofikasyona hassas bölgeler olarak belirlenmiştir (ÇŞB ve TÜBİTAK MAM, 2017b). Ek olarak, SYB 9 (Silivri – Tekirdağ İli Arası) da OSİB ilgili yönetmeliğinde (OSİB, 2016) hassas alan olarak belirlenmiştir.

Marmara Deniz'inin kuzey şelfi nüfus ve sanayi tesisleri baskısı altında iken güney şelfinde yayılı kaynak etkisinin daha baskın olduğu gözükmektedir. Örneğin, Marmara Denizi'ne dökülen Susurluk, Biga ve Gönen nehir/dereleri güney şelfinde yer almaktadır. Marmara Denizi'nde atıksu arıtma tesisleri açısından en büyük sorun, nüfusu 14.160.467 kişiye varan İstanbul İli'ndeki birçok ilçenin atıksularını önartıma sonrasında derin deniz deşarjıyla uzaklaştırmasıdır. Endüstrinin en yoğun olduğu İzmit ve Bursa İlleri de Marmara Denizi havzaları içerisinde yer almaktadır. İzmit Körfezi'nin atıksu arıtma tesisleri açısından yeterli kapasitede olduğu değerlendirilebilir ancak körfez endüstri ve liman faaliyetleri açısından çok yoğundur. Marmara Denizi'nde bulunan Körfez'lerin hepsi hassas alan statüsündedir.

## Ötrofikasyon Göstergeleri ve Değerlendirme Yöntemleri

Ötrofikasyon değerlendirmeleri baskı-durum-etki göstergelerinden oluşur. Baskılar, besin maddeleri ile organik maddenin karasal kaynaklardan nehirler, havzalar

ve noktasal deşarjlar yolu ile taşınımı ve atmosfer yolu ile girdileri olarak değerlendirilir. Ötrofikasyon değerlendirilmesinde kullanılan durum ve etki göstergeleri, Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (DSCD, EU 2008) 'nde (Zampoukas ve ark., 2014; 2010/477/EU) ve IMAP'ta (UNEP/MAP, 2016 a, b: Akdeniz Bölgesi İzleme ve Değerlendirme Programı) belirtilenlerden besin maddesi seviyeleri ile bunların zenginleşmesinden kaynaklanan direkt ve dolaylı etkileridir. Direkt etkiler; su kolonundaki klorofil konsantrasyonu (fitoplankton biyokütle göstergesi olarak), askıda alg artışına bağlı su şeffaflığı, fırsatçı makroalglerin bolluğu, türlerde ve topluluklarda kaymalar/farklılaşmalar (Diatom-dinoflagellat, bentik-pelajik türler arasındaki oranlar/değişimler gibi), insan aktivitelerinin neden olduğu zararlı/toksik alg patlamaları olarak kabul edilmiştir. Dolaylı etkiler ise su şeffaflığının azalmasından etkilenen yıllık yosun ve deniz çayırı bolluğu, su kolonundaki çözünmüş oksijen değişimleri (özellikle organik maddenin birikim yaptığı ve ayrıştırıldığı derinliklerde) olarak tanımlanmıştır. IMAP kapsamında (UNEP/MAP, 2016 b) ise bunlara ek olarak organik madde miktarı, zoo-bentostaki değişimler ile uzaktan algılama ile elde edilen sürekli ve geniş ölçekli yüzeysel klorofil dağılımı gösterge olarak önerilmiştir. Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2016 (ÇŞB ve TÜBİTAK-MAM; 2015, 2016, 2017 a, b) çerçevesinde ise bu göstergeler büyük ölçüde izlenerek değerlendirilmiştir. Aşağıda, öncelikle bu Program çerçevesinde elde edilen sonuçlara ve yapılan değerlendirmelere yer verilecektir (ÇŞB, TÜBİTAK-MAM 2017 a, b). Bu değerlendirmelerde, kıyı suları için DeKoS Projesi (TÜBİTAK-MAM ve ÇŞB-ÇYGM, 2014) ile belirlenen kıyı su kütleleri (su yönetim birimleri; SYBler: No 1-21) kullanılmış olup, açık/derin denizde daha çok oksijen göstergesi üzerinde durulacaktır.

Gösterge temelli izleme ve değerlendirmelerin bir amacı da "iyi çevresel durum" (İÇD) hedeflerini belirleyebilmek ve bunları takip edebilmektir. Marmara Denizi için henüz belirlenmiş İÇD hedefleri olmamakla beraber – ki bunların 3 boyutlu eşleşik hidrodinamik ve ekosistem modelleri ile belirlenebileceği pek çok çalışma ile vurgulanmıştır - uzun dönemli verilerin istatistiksel olarak analizleri ve uzman görüşleri ile bazı referans ve/veya eşik değerleri belirlemek veya önermek mümkündür. Ayrıca, ulaşılabildiği ölçüde tarihsel veriye dayanarak da referans koşulları belirlemek mümkündür. Bu çalışmada, bu yönde değerlendirmeler de sunulacaktır. Bahsedilen istatistiksel değerlendirmeler, Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı (2014-2016) sırasında, geçmiş dönemleri de içeren farklı veri setlerinin birleştirilmesi yolu ile gerçekleştirilmiş ve 2016 yılında YSKKY'nin revizyonu sürecine dahil edilerek ilgili yönetmeliğin Ek-6'sının yeniden düzenlenmesine katkı sağlanmıştır (YSKY, 2016). Kurumların görüşleri ile OSİB sorum-

luluğunda 2016 yılında yenilenerek yayınlanan Yönetmelik, bu tarihten itibaren kıyı sularının trofik seviye tespiti için de kullanılmaya başlamıştır. Buna ek olarak, Su Çerçeve Direktifi (SÇD, EU 2000) prensiplerine göre ekolojik kalite değerlendirilmeleri biyolojik kalite elemanları (fitoplankton/klorofil, makro alg, makrozoobentos) ve destekleyici olarak besin maddeleri ile ışık durumunun da kullanımıyla gerçekleştirilmektedir (ÇŞB ve TÜBİTAK-MAM 2015, 2016, 2017a,b).

## Ötrofikasyon Göstergeleri ile Değerlendirme

Tablo 1’de, Marmara Denizi kıyı su kütleleri (Su Yönetim Birimleri) için besin maddesi, klorofil a ve ışık geçirgenliğine dayalı bulgular ve bunların YSKY(2016)’ya göre 2014, 2015, 2016 yılları değerlendirmeleri sunulmuştur. Bu değerlendirmede trofik seviyeler 3-sınıf olarak tanımlanmıştır. Bu yapılırken Yönetmelik Ek-6’da yer alan ötrofik ve hipertrofik seviyeler tek bir sınıf olarak değerlendirilmiştir. Tablo 1’de aynı zamanda, karşılaştırma amaçlı olarak aynı dönemlerin SÇD’ye dayalı ve biyolojik kalite göstergelerinin dikkate alındığı 5-sınıflı sınıflandırma sonuçları (ÇŞB ve TÜBİTAK-MAM, 2015, 2016, 2017a) da verilmiştir. SÇD’nin DSÇD ile uyumunun sağlanmasında SÇD’nin “çok iyi/iyi” sınıfları DSÇD’de İÇD açısından “iyi” ve SÇD’nin “orta/zayıf/kötü” sınıfları ise İÇD açısından “kötü” kategorisinde değerlendirilir (Claussen ve ark., 2011). YSKY (2016)’de ise oligotrofik seviye sınırı İÇD için “iyi/kötü” sınırı olarak varsayılabilir. Her iki yaklaşımda da çoklu değişkenlerin ortak değerlendirmesi gerçekleştirilerek, SYB’lerin 2014-2106 dönemindeki ötrofikasyon ve ekolojik kalite durumları tanımlanmaya çalışılmıştır. Kullanılan bu iki yaklaşımda farklı değişkenlerin kullanılıyor olması ve nihai olarak yapılan karşılaştırmaların birbirlerini desteklemeleri yapılan değerlendirme açısından istenilen bir durum olup ortak değerlendirme sonucunu daha güvenilir kılmıştır.

Buna göre Tablo 1’de 2014-2016 dönemi için değerlendirilen ve 2016 yılı ekolojik kalite durumları da Şekil 1’de verilen 21 SYB’den önemli bir bölümü mezotrofik ve üstü seviyede (yani “kötü”) ve SÇD’nin 5 sınıflı değerlendirmesine göre de orta ve altı (“kötü”) kalitededir. Sadece Kapıdağ-Adalar, Çanakkale-Şarköy-Tekirdağ kıyıları (SYB 5, 7 ve 8) 3 yıl süresince “iyi” kalitede değerlendirilmiştir. SYB 6 (Erdek) ve SYB 9 (Tekirdağ) dönemsel olarak değişim sergilemekle beraber ekolojik kalite durumları da dikkate alındığında genel olarak “iyi” seviyede değerlendirilebilir. Sonuç olarak, yıllardır süregelen havza (tarım, hayvancılık), sanayi ve arıtmamış evsel atıksu kaynaklı baskılarla, Marmara Denizi kıyı su kütleleri özellikle güney selfi, körfezler ve İstanbul çevresinde ötrofikasyon ve ekolojik bozulma açısından en riskli alanlardır. Bu sonuçlar, “kötü” kalite sergileyen riskli kıyı su kütlelerinin,

baskıların analizine dayalı ötrofikasyona hassas bölgeler (yukarıda değinilen) ile örtüştüğünü göstermektedir.

**Tablo.1 Marmara Denizi kıyı su kütlelerinin 2014-2016 döneminde ötrofikasyon ve ekolojik kalite açısından durum değerlendirmesi**

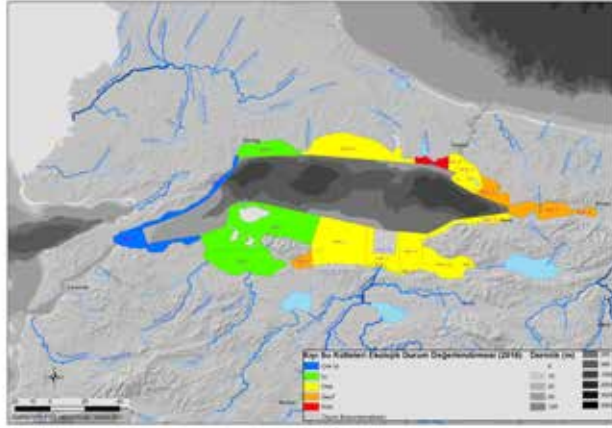
YSKY (2016, Ek 6-Tablo 8b) 'ya göre ortak değerlendirme kriterleri:							YSKY (2016)'ye göre 3 sınıf.	SÇD 'ye göre 5 sınıf.
<p>-Seçilen değişkenler ilgili SYB' de yer alan istasyonların 0-10 m ölçümlerinin ortalaması şeklinde ifade edilir.</p> <p>-Parametrelerin her birinin birbirinden farklı çıkması durumunda klorofil-a belirleyicidir.</p> <p>-Eğer en az iki parametre aynı çıkarsa o seviye belirleyicidir. Ancak klorofil bunlardan yüksek seviyede ise klorofil belirleyicidir.</p> <p>-Klorofil için hangi dönemin seviyesi yüksekse o belirleyicidir.</p> <p>-Seki Derinliği (ışık geçirgenliği göstergesi) tek başına belirleyici değildir.</p> <p>-Nox, Nitrat+Nitrit 'in ifadesidir.</p> <p>-YSKY 'de TP ve Nox için kullanılan birimler <math>\mu\text{g}/\text{L}</math> olup bu tabloda <math>\mu\text{g-at}/\text{L}</math> (<math>\mu\text{M}</math>) olarak kullanılmıştır.</p>								
SYB No	Yıl	TP ( $\mu\text{M}$ ) (Kış) <0.45 oligot. 0.45-0.7 mezt. 0.7-1 ötrof. >1 hipert.	Nox ( $\mu\text{M}$ ) (Kış) <1 oligot. 1-1.5 mezt. 1.5-2.5 ötr >2.5 hipert.	Klo-a ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ) (Kış / İlkb.) <3 oligot. 3-4.5 mezt. 4.5 - 6 ötrof. >6 hipert.	Klo-a ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ) (Yaz / Sonb.) <1 oligot. 1 - 2 mezt. 2 - 4 ötrof. >4 hipert.	Seki D. (m) (Yaz) > 6 oligot. 6 - 4.5 mezt. 4.5 - 3 ötrof. < 3 hipert.	TP, Nox, Chl, SD ile	Fito/ Chl, zoobentos, makroalg, Nox, TP, SD ile
1 Susurluk kıyı	2014	-	-		0.48	9.75	-	
	2015	0.98	3.2	3.01	2.13	8.2		
	2016	0.39	1.1	5.7	0.61	9.5		
2 Susurluk açık	2014	-	-		0.25	11.75	-	
	2015	0.72	0.45	4.04	0.26	10		
	2016	0.32	0.2	4.22	0.66	11.5		
3 Susurluk Batı	2014				0.29	12.25		
	2015	1.02	0.47	2.54	0.4	11.25		
	2016	0.27	0.04	4.32	0.5	12.5		



III. MARMARA DENİZİ SEMPOZYUMU

4 Bandırma Körfezi	2014	-	-		1.15	9.25	-	
	2015	2.98	0.40	5.02	2.06	6.6		
	2016	3.45	0.74	8.28	1.53	9.75		
5 Kapıdağ Adaları	2014	-	-		0.25	10.6	-	
	2015	0.75	0.33	2.74	0.36	11		
	2016	0.18	0.11	2.53	0.38	15.4		
6 Erdek K.Biga	2014	-	-		0.4	11	-	
	2015	1.18	2.42	4.34	0.6	9.25		
	2016	0.17	0.2	2.59	0.54	10.6		
7 Çanaklı Şarköy	2014	-	-		0.25	11.25	-	
	2015	0.97	0.25	1.55	0.51	9		
	2016	0.18	0.06	1.08	0.42	17		
8 Tekir Şarköy	2016	0.35	0.03		0.31	17		
9 Tekirda Marm. Ereğlisi	2014	-	-		0.36	11.7	-	
	2015	0.95	1.40	3.45	2.26	9		
	2016	0.39	0.09	1.22	0.29	12.8		
10 Silivri B. Çek	2014	-	-		0.26	12.25	-	
	2015	0.88	3.47	3.39	0.73	8.7		
	2016	0.36	0.39	3.3	0.4	15.25		
11 K. Çek. Zeytin	2014	-	-		1.66	10.5	-	
	2015	0.8	3.95	1.9	1.08	7.5		
	2016	0.3	0.77	5.95	0.87	9.6		
12 Haliç girişi	2014	-			0.84	9	-	
	2015	0.75	5.49	1.58	1.09	6.75		
	2016	0.29	2.99	1.35	-	-		
13 İst. B. Mar.D. çıkışı	2014	-	-		0.43	12	-	
	2015	1.13	3.92	2.11	0.88	8.75		
	2016	0.28	1.77	4.16	1.03	7		

<b>14</b> Kadıköy Adalar	2014	-	-		0.41	7	-	
	2015	1.07	0.32	3.51	0.67	6.8		
	2016	0.37	0.34	4.06	0.69	10		
<b>15</b> Tuzla	2014	-	-		0.25	9.5	-	
	2015	0.86	0.37	4.7	1.39	7		
	2016	0.35	0.03	5.22	0.55	9.4		
<b>16</b> İzmit iç Körfez	2014	-	-		0.77	4	-	
	2015	1.3	0.68	7.39	1.98	3		
	2016	0.34	1.7	10.71	1.62	4.25		
<b>17</b> İzmit or- ta-dış körfez	2014	-	-		1.05	7.3	-	
	2015	1	0.53	5.95	1.55	6.3		
	2016	0.5	0.13	9.34	0.75	8.5		
<b>18</b> Yalova Boz- brn kuzey	2014	-	-		0.32	9.5	-	
	2015	0.6	0.42	2.62	0.55	7.8		
	2016	0.28	0.21	5.02	0.57	11		
<b>19</b> Boz- brn güney Gem- lik	2014	-	-		0.53	9.25	-	
	2015	1.24	3.56	5.67	1.07	8.1		
	2016	0.27	0.06	7.8	0.84	10.8		
<b>20</b> Susur- lk Doğu	2016	0.45	1.22	9.56	1.23	7		
<b>21</b> Susur- lk Doğu açık	2014	-	-		1.49	7.5	-	
	2015	2.51	15.9	6.98	0.48	10.75		
	2016	0.44	0.03	8.95	0.71	12		



**Şekil 1. Marmara Denizi kıyı su kütlelerinin 2016 yılı ekolojik durum değerlendirilmesi**

Ötrofikasyonun etkileri yıl boyunca gözlenen plankton patlamaları ve sıklıkları, potansiyel zararlı (HAB, vd.) türler, denizin renklenmesi (red-tide vd.) ve musilaj ve benzeri olaylarda da ilişkilendirilir. Ancak bu olayların hiçbirisi, sadece besin ve organik madde zenginleşmesine bağlanamaz ve meteorolojik koşullar ile denizin fiziksel özellikleri ve anlık değişimler ile de ilişkilidir.

2014-2016 izleme dönemlerinin tümü değerlendirildiğinde kış dönemlerinde fitoplankton bolluğunda önemli artışlar gözleendiği, 2014 ve 2016 yaz dönemlerinde birkaç istasyon dışında fitoplankton bolluğunun düşük olduğu, 2015 yaz döneminde ise önemli bir artış olduğu gözlenmiştir (ÇŞB, TÜBİTAK-MAM; 2017 a, b). Elde edilen sonuçlar, Marmara Denizi'nde özellikle yoğun yerleşim ve sanayileşmenin bulunduğu körfezler ve diğer kıyısız alanlarda fitoplanktonun daha yoğun bir dağılım sergilediği ve aşırı çoğalma potansiyeline sahip olduklarını göstermektedir. Bu nedenle, denizel ortamlarda su kalitesinin önemli bileşenlerinden biri olarak fitoplanktonun özellikle hassas bölgelerde düzenli ve daha sık aralıklarla izlenmesi büyük önem taşımaktadır. Böylelikle aşırı çoğalma, zararlı tür yayılımları, tür grupları arasındaki ilişkiler daha sağlıklı tanımlanabilir.

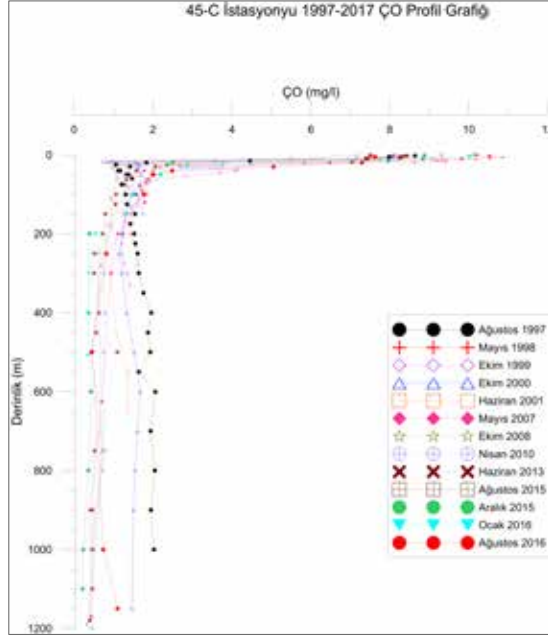
Fırsatçı makro alglerin varlığı ve yaygınlığı ile bunların zamana göre değişimleri ise ötrofikasyonun temel etki göstergeleri arasında değerlendirilmiştir (2010/477/EU). Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı çerçevesinde 2014, 2015 ve 2016 yaz dönemlerinde yapılan izleme çalışmalarına göre fırsatçı türlerin (ESG II grubu) yüzde örtü değerleri % 30-60 arasında, hassas türlerin (ESG I grubu) örtü değerleri ise %0-100 arasında değişim göstermiştir. Fırsatçı türlerin en yaygın

olduğu bölge İzmit Körfezi kuzey kıyısında bulunan Hereke (%52-65) olup tespit edilen takson sayıları 26-29 aralığındadır. Burada hassas tür yaygınlığı ise %2'den düşük olup en fazla 2 taksona rastlanmıştır. Körfezin güney kıyısında bulunan Kaytazdere'de ise durum daha iyidir (Fırsatçı türler %27-36, hassas türler ise %9-17 yaygınlıktadır). Gemlik Körfezi'nin iç kısımlarında fırsatçı türler %41-52 yayılım göstermiş olup hassas tür mevcut değildir. Bu durum 3 yıl boyunca aynıdır (ÇŞB ve TÜBİTAK-MAM 2017b). Bu iki örnekte olduğu gibi diğer makro flora çalışma alanlarında da fırsatçı türlerin yaygınlığı Tablo 1'de yapılan analizlerle paralellik taşımaktadır.

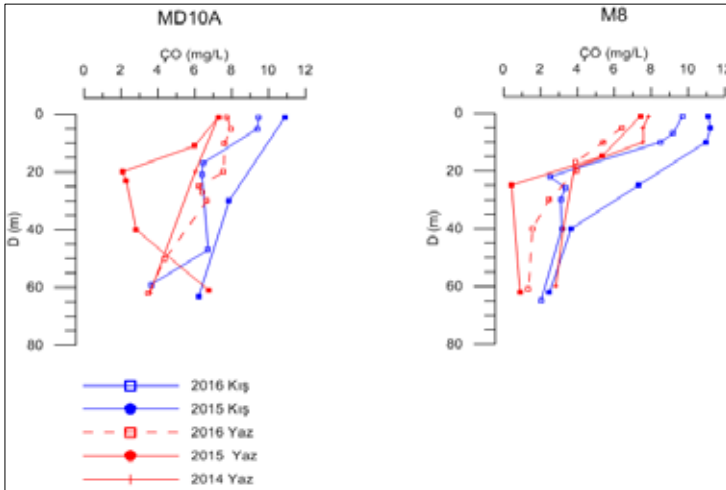
Marmara Denizi'nin bugünkü çevresel kalite durumuna bakıldığında dip suları ile ara tabaka sularındaki çözülmüş oksijen seviyesinin yaz-sonbahar aylarında "0" seviyesinde olduğu -sığ kıyı suları ve Akdeniz suyu ile alt suları sürekli tazelenen alanlar dışında- gözlenir (ÇŞB ve TÜBİTAK-MAM 2016, 2017). Doğu derin basandeki tarihsel oksijen verisi incelendiğinde ise son 30 yıl içinde derin su oksijen değerlerinin 2 mg/l den 0,5 mg/l seviyelerine kadar gerilediği görülür (Şekil 2). Marmara'da alt tabaka sularının yenilenme süresi derinliğe ve konumuna (batı-doğu bölgesi) bağlı olarak 1-15 (ortalama 6-7) yıl arasında değişim gösterebilir. En yaşlı alt tabaka su kütlesi doğudaki derin çukurdadır ve bu bölge en düşük oksijen değerlerine sahiptir. Marmara'da dip su oksijen dağılımı, Çanakkale suyunun giriş yönü ve derinliğine bağlı olarak batıdan doğuya doğru belirgin azalım eğilimi göstermiştir. Karasal baskılar ve Karadeniz girdisi doğu bölgesinde yoğun baskı yaratmakta ve oluşan partikül organik madde yükü ara ve alt tabakada oksijen tüketimini arttırmaktadır. Çanakkale Boğazı Marmara girişinde bulunan MD10A istasyonunun dip (40m altı) suyu kış ve yaz döneminde  $\approx 4-8$  mg/L çözülmüş oksijen seviyesi Marmara'ya girerken, İstanbul Boğazı Marmara Denizi çıkışında bulunan M8 istasyonunda yaklaşık 4-6 mg/L düzeyinde oksijen kaybetmiş olarak, 1-3 mg/L olarak çıkmaktadır (Şekil 3) (ÇŞB ve TÜBİTAK-MAM 2017 a, b).

Tüm deniz için alt su oksijen doygunluk değerleri ise bölgeye göre %20-30 arasında değişmektedir (Şekil 4). 2016 yaz döneminde doymuş çözülmüş oksijen değerlerinin en düşük olduğu alan İzmit, Gemlik, Erdek Körfezleri ve civarları ile derin deniz alanlarında yer alan istasyonlar ve İstanbul Boğazı etki alanında kalan bölge ile Kuzey Marmara kıyılarıdır. İzmit orta ve dış körfezde yer alan istasyonlar ile DDA da yer alan istasyonların derin tabakalarında doymuş oksijen değerleri <20% olarak hesaplanmıştır. Gemlik Körfezi (SYB 19) ile Gemlik Yalova arası (SYB 18) ve Erdek Körfezinde (SYB 6) yer alan istasyonlarda derin su doymuş oksijen değerleri %30 civarındadır. Doymuş oksijen değerlerinin en yüksek olduğu alanlar Ça-

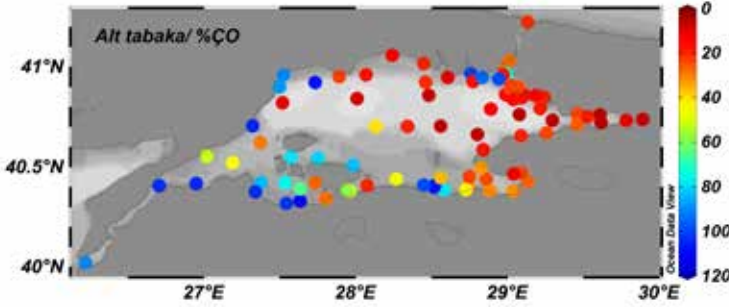
nakkale Boğazı'ndan giren oksijenli Akdeniz suyunun etki alanında olan yerlerdir (ÇŞB ve TÜBİTAK-MAM 2017 a).



Şekil 2. Çözünmüş Oksijenin Doğu Marmara çukurundaki tarihsel değişimi



Şekil 3. MD10A (Çanakkale B.-Marmara) ve M8 (Marmara-İstanbul B.) istasyonlarında kış ve yaz oksijen karşılaştırması



Şekil 4. 2016 yaz döneminde Marmara Denizi alt tabakasında doymun oksijen (%) dağılımı

İyi çevresel durum açısından değerlendirmeler, DEKOS Projesi'nde uzman görüşlerine dayalı gösterge bazlı sınır değerlerin (TÜBİTAK-MAM, ÇŞB-ÇYGM 2014) izleme sonuçları ile karşılaştırması yapılarak tamamlanabilir. Buna göre, Tablo 2'de verilen değerler Tablo 1'de kullanılan kriterler ile uyumlu görünmektedir. Tablo 2'de verilen dip suları oksijen doymunluk değerine göre ise Şekil 4'e göre Marmara Denizi dip sularının yukarıda belirtilen söz konusu bölgelerde İÇD sınırında veya altında olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 2. Marmara Denizi ötrofikasyon "iyi çevresel durum"u için uzman görüşüne dayalı sınır değerler

Değişken	Öngörülen Sınır Değerler
Fosfat (PO <sub>4</sub> ) (yüzey tabaka)	<0.15 µM
Nitrat+Nitrit (NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> ) (yüzey tabaka)	< 0.7 µM
(NO <sub>3</sub> )/PO <sub>4</sub>	> 2
Klorofil-a (yüzey tabaka)	< 1.5 µg/L
Seki Disk Derinliği	> 4.0 metre
Oksijen Doymunluk (dip su)	> % 20

Bu tablo DEKOS'dan uyarlanmıştır (TÜBİTAK MAM, ÇŞB-ÇYGM, 2014).

Marmara Denizi bentik habitat durumu her türlü baskıdan (avcılık da dâhil) etkilenmektedir. Ancak giderek azalan oksijen seviyeleri ve önemli bir alanda -yaygın olarak- doymunluk sınır değerinin altına inilmiş olması bu konuda önemli bir geriye gidişin olduğunu düşündürmektedir. Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı kapsamında, 2016 yılında gerçekleştirilen deniz tabanı biyoçeşitlilik çalışması so-

nuçları bu beklentiyi –ne yazık ki- doğrulamaktadır. Bu çalışmada, Kuzey şelfinde balıkçılık tahribatının yanı sıra kontrol edilemeyen derin deşarj etkisi tespit edilmiş, bu durum dip su kalitesinin bozulmasına ve dolayısıyla habitat kaybına sebep olmuştur. Özellikle 50-80 m derinlik konturunda önemli habitat tahribatı tespit edilmiştir. Güney şelfinde ise balıkçılığa ve oksijensizliğe bağlı habitat tahribatı gözlenmiştir. Bunun sebebinin sadece balıkçılık değil doğu basandeki (Çınarcık Çukuru; 45 istasyon bölgesi) oksijensizleşmenin de olabileceği değerlendirilmiştir. Güney ve kuzey şelfindeki bozulan alanlarda tek tür baskınlığı gözlenmiştir. Bu seviyenin daha da ilerlemesi durumunda bu bölgelerde de körfez içlerinde gözlenen azoik ortam koşullarına dönüşme olasılığının yüksek olabileceği açıktır. Marmara Denizi'nde tespit edilen habitat tahribatı, biyoçeşitlilikteki düşüş ve oksijensizleşme sorunlarından dolayı biyoçeşitlilik araştırmalarının daha sık aralıklarla yapılması ve Marmara Denizi'nin daha sıklıkla izlenmesi gerekliliği vurgulanmıştır. Ayrıca bu olumsuz koşulların nedenleri ve çözüm yollarına odaklanılması gerekliliği belirtilmiştir (ÇŞB, TÜBİTAK-MAM 2017 a, b).

## **Karadeniz Girdileri ve Marmara Denizi Havzaları ile Noktasal Kaynaklardan Taşınımlar**

Kuzeybatı Karadeniz bölgesini besleyen Tuna havzasında alınan önlemlerin (<https://www.icpdr.org/main/>) getirdiği belirgin iyileşmeler ve bunların sonucunda nehir girdilerinde azalan besin maddesi yükleri bu bölgede belirgin bir iyileşmeyi vurgulamaktadır (BSC, 2008).

Kuzeybatı Karadeniz kıta sahanlığına nehirlerle taşınan anorganik ve organik besin tuzları yüklerinin azalması, güneybatı Karadeniz kıyı sularında ve İstanbul Boğazı üst akıntısında gözlenmektedir (Altıok ve Kayıoğlu, 2015; İÜ-DBİE yayınlanmamış verileri ile).

İstanbul Boğazı'nda İÜ-Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü tarafından İSKİ adına gerçekleştirilen 10 yıl süreli ve aylık akıntı ölçümlerine dayalı su akımları hesaplarına göre (Altıok ve Kayıoğlu, 2015), Karadeniz – İstanbul Boğazı girişinde üst tabaka su girdilerinde  $\sim 100 \text{ km}^3/\text{yıl}$ 'lık bir azalma mevcuttur. Bu da özellikle Karadeniz'deki yağış, nehir girdilerindeki düşüş ve buharlaşma durumuna bağlanmıştır. Bunun tersine Marmara Denizi'nden alt su akıntısı ile Karadeniz'e taşınan su  $\sim 50 \text{ km}^3/\text{yıl}$  seviyesinde artmıştır. Bu değerler, taşınan besin maddesi miktarlarını da etkileyen bir diğer unsurdur. Bu süre içinde Karadeniz'den üst su akıntısı ile Marmara Denizi'ne ulaşan oksitlenmiş azot bileşikleri ( $\text{NO}_3+\text{NO}_2\text{-N}$ )

ortalama %3, kış dönemlerinde ise %7 seviyesinde azalma eğilimi göstermiştir. Kış döneminde fosfat (PO<sub>4</sub>-P) ise %2 seviyesinde azalmıştır. Bunun tersine, alt suların Karadeniz'e taşınan fosfat, %5 seviyesinde artmıştır (Bu rakamlar, İÜ-DBİE'nin veri ve tahminlerine dayandırılmıştır. Polat-Beken, 2017).

Ancak, Karadeniz girdilerindeki azalmanın olumlu etkisi Marmara Denizi'nde gözlenmemiş, özellikle alt tabakadaki oksijen değerleri doğu baseninde tamamen tükenme aşamasına kadar gelmiş (ÇŞB ve TÜBİTAK-MAM, 2017 a, b), iz seviyelerde hidrojen sülfür birikiminin dip sulara gözlendiği (ODTÜ-DBE yayınlanmamış verileri ile) belirtilmiştir. Ayrıca, hem artan alt su akımı, hem de derin deniz deşarjlarından Boğaz alt sularına verine düşük arıtım seviyeli evsel atıksular, Karadeniz'e taşınan fosfat miktarında artışa sebep olmaktadır.

Tablo 3'de İstanbul Boğazı üst ve alt akıntıları ile Marmara Denizi ve Karadeniz'e taşınan fosfor ve azot yükleri farklı çalışmalardan özetlenmiştir. Güncel hesaplamalar için kullanılan su akıları Altıok ve Kayısoğlu (2015)'nin yıllık ortalama akı değerlerine dayandırılarak Karadeniz üst akımı için 401 km<sup>3</sup>/yıl, Marmara alt akımı için de 253 km<sup>3</sup>/yıl olarak kabul edilmiştir. 1990'lı yıllarda yapılan tahminler Türk Boğazlar Sistemi'nin tuz bütçesinden hesaplanan su girdi/çıktılarına (Beşiktepe ve ark., 1994) göre hesaplanmış olup 2000 sonrası çalışmalar gerçek akıntı ölçümlerine dayanmaktadır. Dolayısı ile yüklerdeki farklılıkların bir kısmı bundan kaynaklanmaktadır. Diğer nedenler ise yukarıda bahsedildiği gibi Tablo 3'de de görülen Karadeniz girişindeki azalan besin maddesi konsantrasyonlarına ve iklimsel özellikler nedeni ile üst suda azalan su girdilerine bağlanabilir.



Tablo 3. İstanbul Boğazı yolu ile Marmara ve Karadeniz'e taşınan fosfor ve azot yükleri

Besin maddesi yükü	Karadeniz girdisi İÜ (2000-2010) İSKİ	Boğaz alt tabakadan üst tabakaya taşınım	Marmara+-Susurluk H Noktasal Kaynaklar (HASSAS Projesi OSİB, MAM)	Marmara+-Susurluk H Yayılı Kaynak (HASSAS Projesi OSİB, MAM)	
	Karadeniz yüzey suyu	Marmara alt suyu	Karadeniz'den Boğaz'a	Boğaz'dan Karadeniz'e	
PO4 -P	0.18	1.01	3400	8400	Polat ve Tuğrul, 1995
PO4 -P	0.11	0.99	1900	8100	Tuğrul ve ark., 1998
PO4 -P	0.13	0.82	1580	7900	Altıok ve Kayışoğlu, 2015; Polat-Beken 2017
TP	0.50	1.11	9400	9600	Polat ve Tuğrul, 1995
TP	0.56	1.10	9800	9000	Tuğrul ve ark., 1998
NO3+-NO2-N	1.6	9.5	0.14 x105	0.36 x105	Polat ve Tuğrul, 1995
NO3+-NO2-N	1.3	9.6	0.10 x105	0.35 x105	Tuğrul ve ark., 1998
NO3+-NO2-N	0.97	4.4	0.054 x105	0.17 x105	Altıok ve Kayışoğlu, 2015; Polat-Beken 2017
TN	22.5	13.1	1.90 x105	0.61 x105	Polat ve Tuğrul, 1995
TN	21.7	13.9	1.71 x105	0.51 x105	Tuğrul ve ark., 1998

Tablo 4'de ise Marmara Denizi'ne farklı kaynaklardan ulaşan yükler tahmini olarak Karadeniz girdileri ile karşılaştırılmıştır. Buna göre, fosfatın %37 oranında Karadeniz'den, %40 oranında ise Marmara ve Susurluk Havzalarından taşındığı tahmin edilmektedir. Boğaz-Marmara karışım bölgesinde üst suya karışımın da etkisinin %23 olduğu varsayılabilir. Bu değer özellikle oldukça dinamik olan bu

bölgede, alt suların üst suya etkisinin önemli ölçüde olduğunu vurgulamaktadır. Alt suların ise yapılan deşarjlar ve aynı zamanda doğal süreçlerle çöken organik maddenin parçalanması ile besin maddelerince zenginleştiği bilinmektedir. Oksitlenmiş azotlu bileşikler için ise Karadeniz'in katkısı %42 seviyesinde olup havza bazlı yayılı ve noktasal kaynakların toplam katkısı %50 seviyesinde tahmin edilmiştir. Boğaz-Marmara bölgesindeki alt suyun üst suya katkısı ise %8 seviyelerdedir. Bu değer görece düşük bir tahmin olup nedeni Boğaz alt akıntısının ölçüldüğü kesitteki istasyonun alt sularının Nox konsantrasyonlarının tam olarak alt su özelliği yansıtmamasından kaynaklanabilir. Oksijen seviyesinin yeterli olması, denitrifikasyonun gerçekleşmediğini düşündürmüştür.

**Tablo 4. Marmara Denizi'ne farklı kaynaklardan taşınan besin maddesi yüklerinin karşılaştırması**

Besin maddesi yükü	Karadeniz girdisi İÜ (2000-2010) İSKİ	Boğaz alt tabakadan üst tabakaya taşınım	Marmara+-Susurluk H Noktasal Kaynaklar (HASSAS Projesi OSİB, MAM)	Marmara+Susurluk H Yayılı Kaynak (HASSAS Projesi OSİB, MAM)
PO4 (ton /yıl)	1580 (%37)	960 (%23)	933 (%22)	762 (%18)
NO3+NO2 (ton/yıl)	5400 (%42)	1080 (%8)	2065 (%16)	4363 (%34)

## Sonuç ve Öneriler

Karadeniz, İstanbul Boğazı üst tabaka ve Marmara Denizi gözlem sonuçları birlikte değerlendirildiğinde; Karadeniz'in Marmara üstündeki baskısı azalım eğilimi göstermesine rağmen Marmara ekolojik özellikleri 1980-2000 dönemine göre, özellikle dip su oksijen durumu ve üst tabakadaki plankton tür dağılımları ve bolluğu yönünden daha da kötüleşmiş durumdadır. Kentsel atıksu deşarjları devreye girmesine rağmen, Marmara'nın sınırlı atıksu özümleme kapasitesinin (üst tabakada yıllık POM üretimi, alt tabaka hacmi, yıllık oksijen girdisine bağlı olarak hesaplanan) üstünde anorganik ve organik besin tuzları girdisinin göreceli artarak devam ettiği anlaşılmaktadır. Bu olumsuz gelişmeden özellikle İzmit Körfezi eko-

sistemi ve dip suları etkilenmektedir. Son yıllardaki iklimsel değişime bağlı olarak Ege-Marmara-Karadeniz arasındaki yıllık su akısının azalmış olabileceği dikkate alındığında, Marmara Denizi ekolojik durumun düzelmesi için karasal baskıların azaltılmasına yönelik ciddi yönetim planlamalarına ihtiyaç olduğu açıktır. Ancak, bunun gerçekleşmesi, düzenli veri toplanması ve proses çalışmalarıyla desteklenen ve doğrulanan ekosistem temelli su kalitesi modelleme çalışmalarının yapılması ve sürekliliğinin sağlanması ile mümkün görünmektedir.

Marmara Denizi üzerindeki baskılar oldukça çeşitlidir ve bunlar karmaşık çevresel ve ekolojik etkilere neden olmaktadır. İklimsel değişkenlikler ve Karadeniz'den yüzey taşınım etkilerinin yanı sıra; yoğun şekilde planlanan karasal ve denizel faaliyetlerin neden olduğu besin elementleri, kimyasallar ve deniz çöpleri ile kirlenme, balıkçılık potansiyelindeki azalma, habitat ve biyoçeşitlilik kaybı, yabancı türlerin varlığı, mukus oluşumları, plankton patlamaları, balık ölümleri gibi olaylar ile sosyal açıdan kültür ve yaşam alışkanlıklarının değişmesi karşılaşılan sorunlar ve nihai olarak geline istenilmeyen durumlardır. Bu karmaşık baskı unsurları bizi planlanan önlemlere ve uygulanan yönetim modeline odaklanmaya iter. Tüm bu baskı-durum-etki bulgu ve değerlendirmeleri entegre bir yönetim planının uygulanmasını şart koşmaktadır. Bu dinamik süreç içinde ilgili/ilişkili tüm yönetim tabakasının sürece hâkimiyeti ve tüm gerekli aktörleri ile sürece sahiplenmesi zorunludur. Bu da koordineli, sağlam ve etkin bir yapıyı yani iyi bir ekip çalışmasını gerektirmektedir.

## Kaynaklar

2010/477/EU Commission Decision on Criteria and Methodological Standards on Good Environmental Status of Marine Waters.

Aktiok, H. ve Kayışoğlu, M. (2015). Seasonal and interannual variability of water exchange in the Strait of İstanbul. *Mediterranean Marine Science*, 16(3), 636-647.

Beşiktepe, Ş.T., Sur, H.I., Özsoy, E., Latif, M.A., Oğuz, T. ve ark. (1994). The circulation and hydrography of the Marmara Sea. *Progress in Oceanography* 34 (4): 285-333.

BSC, (2008). State of Environment of the Black Sea (2001-2006/7). Edited by Temel Oğuz. Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC) 2008-3, İstanbul, Turkey, 448.

Claussen, U. ve ark. (2011). Common Understanding of (Initial) Assessment, Determination of Good Environmental Status (GES) and Establishment of Environmental Targets (Art. 8, 9 & 10 MSFD). Version 6 – 22 November 2011.

Conley, D J, Jacob Carstensen, Gunni Ærtebjerg, Peter Bondo Christensen, Tage Dalsgaard, Jørgen L S Hansen, and Alf B Josefson. 2007. Long-term changes and impacts of hypoxia in Danish coastal waters. *Ecological Applications* 17. Eco Soc America: S165--S184.

ÇŞB, TÜBİTAK MAM (2017a) "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-

- 2016: 2016 Yılı Marmara Denizi Sonuç Raporu”, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Baskı No: ÇTÜE.16.330, Ankara.
- ÇŞB, TÜBİTAK MAM (2017b) Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2016 Marmara Denizi Özet Raporu, ISBN:978-605-5294-72-4, TÜBİTAK-MAM Matbaası Gebze/ Kocaeli, 71 sy., Ankara.
- ÇŞB, TÜBİTAK MAM (2016). “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2016: 2015 Yılı Marmara Denizi Sonuç Raporu”, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Baskı No: ÇTÜE.15.264, Ankara.
- ÇŞB, TÜBİTAK MAM (2015). “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2016: 2014 Yılı Marmara Denizi Sonuç Raporu”, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Baskı No: ÇTÜE.14.202, Ankara.
- Nixon, S W. 1995. Coastal marine eutrophication: A definition, social causes, and future concerns. *Ophelia* 41: 199–219. doi:10.1080/00785236.1995.10422044.
- OSİB, 2016. Hassas Su Kütleleri ile Bu Kütleleri Etkileyen Alanların Belirlenmesi ve Su Kalitesinin İyileştirilmesi Hakkında Yönetmelik (23 Aralık 2016, R.G Sayısı: 29927).
- Özsoy, E., Çağatay, M.N., Balkıs, N., Balkıs, N., Öztürk, B. (Eds.) (2016). *The Sea of Marmara; Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance*. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), Publication No: 42, İstanbul, TURKEY.
- Polat, Ç. and S. Tuğrul 1995. Nutrient and organic carbon exchanges between the Black and Marmara Seas through the Bosphorus Strait. *Cont. Shelf Res.* 15(9): 1115- 1132.
- Polat Beken, Ç. (2017). “Marmara Denizi Dinamikleri, Karadeniz ve Karasal Kaynaklı Yükler” başlıklı sunum. Marmara Denizi Değerlendirme Toplantısı (Bş. Prof.Dr. M. Öztürk), 7 Nisan 2017, AKOM-İBB, İstanbul.
- Tuğrul, S., Ç. Polat, Ö. Baştürk ve İ. Salihoğlu (1998). Marmara-Kardeniz arasındaki besin elementleri taşınımı, doğal ve karasal kaynaklı girdilerin Marmara ekosistemine etkilerinin karşılaştırılması. *Büyükşehirlerde Atıksu Yönetimi ve Deniz Kirlenmesi Kontrolü Sempozyumu*, 18-20 Kasım 1998, 1998.
- TÜBİTAK-MAM ve ÇŞB-ÇYGM (2014). *Deniz ve Kıyı Suları Kalite Durumlarının Belirlenmesi ve Sınıflandırılması Projesi (DeKoS)*. ÇTÜE 5118703, Rapor No. ÇTÜE.13.155 (Sonuç Raporu), Şubat 2014, Gebze-Kocaeli.
- TÜBİTAK-MAM (2015) *Türkiye’de Havza Bazında Hassas Alanların ve Su Kalitesi Hedeflerinin Belirlenmesi Projesi*. Proje Nihai Raporu, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü (Proje Sahibi Kurum: OSİB-SYGM)
- UNEP/MAP, 2016(a) UNEP(DEPI)/MED IG.22/Inf.7. *Draft Integrated Monitoring and Assessment Guidance*, 284 pg, Athens.
- UNEP/MAP, 2016(b) UNEP(DEPI)/MED IG.22/28. *Report of the 19th Ordinary Meeting of the Contracting Parties to the Convention For The Protection of The Marine Environment and the Coastal Region of The Mediterranean and its Protocols*.
- YSKY, 2016. *Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (R.G: 29797)” Ek 6-Tablo 8b*. Marmara Denizi Kıyı Suları Ötrofikasyon Kriterleri.
- Zampoukas, N., ve ark. (2014) *Technical guidance on monitoring for the Marine Strategy Framework Directive*, Report EUR 26499 EN, JRC 88073, ISBN 978-92-79-35426-7, Luxembourg.



## **Prof. Dr. Gülşen Altuğ**

*Su Bilimleri Fakültesi Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi  
İstanbul Üniversitesi*

## **Marmara Denizi'nde Bakteriyolojik Riskler ve Fırsatlar**

### **Özet**

Denizlerde yaşayan mikroorganizmalar yeryüzünde mikroorganizmaların temsil edildiği en geniş alanları temsil etmektedirler. Ekosistem döngülerinde yer alan doğal ortam bakterilerinin varlığı sistem döngülerinin sağlığı için hayatidir. Ancak zamanda farklı kirlilik kaynakları nedeni ile denizlere ulaşan bakteriler ekosistem ve halk sağlığı bakımından taşıdıkları risk nedeni ile dikkat çekicidirler. Bu yüzden sağlıklı sistem döngülerinin dengesini oluşturan bakteriyel komünite yapısının korunabilmesi önemlidir. Son yıllarda bakteriyel çeşitliliği tanımlayan çalışmalar tüm dünyada sistem fonksiyonlarının tanımlanmasında kullanılacak göstergeler sunarak önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada Marmara Denizinin sahip olduğu bakteri kompozisyonu taşıdığı riskler ve sunduğu avantajlar dikkate alınarak farklı açılardan değerlendirilmiştir. Marmara Denizi kıyusal alanı başta olmak üzere bölgesel olarak maruz kalınan çevresel riskler ülkemiz denizlerinin kıyusal alanları ile karşılaştırılarak çevresel kaynakların bakteriyolojik ilişkilerle değerlendirilebileceği koşullar tartışılmıştır. Çalışmada Marmara Denizi'nde 2000–2017 yılları arasında elde edilen bakteriyolojik çeşitlilik verileri bölgenin taşıdığı bakteriyolojik riskler ve fırsatlar bakımından değerlendirilmiştir.

## Giriş

Deniz bakterileri ile ilgili çalışmaların bilimsel kayıtlara girişi bu bakterilerin halk sağlığı bakımından taşıdıkları önemle ilişkilendirilirken, günümüzde dünyada deniz bakteriyolojisi denildiğinde, besin zincirinde bakteri rollerinin ve ekosistem işleyişinin anlaşılmasına yönelik çalışmalar, mikrobiyal biyotransformasyon mekanizmaları, biyolojik iyileştirme, mavi biyoteknoloji olarak tanımlanan biyoaktif bileşiklerin, enerji ve gıda başlıklarının öne çıktığı çalışmalar, yeşil kimya olarak tanımlanan çalışmalar anlaşılmaktadır.

Deniz bakteriyolojisinin moleküler verilerle desteklendiği çalışmalar denizlere bakteriler ile bakışın farklı bir bilimsel yolunu açmıştır. Buna en güzel örnek Karadeniz'in oksijensiz tabakalarında azot konsantrasyonunun fazla bulunmasının nedenini açıklayan anaerobik metan ve amonyum oksidasyonunun, moleküler çalışmalarla, bakteriyel işleyişinin bulunmasıdır. Böylece Karadeniz de karbon ve azot döngüleri arasında daha net denge kurulabilmiştir.

Günümüzde denizel alanlarda bakteri komünite yapısına bağlı çalışmaların gerekliliği teknoloji ve nüfus artışına bağlı insan kaynaklı baskının kıyısız alanlarda artışı ile artan öneme sahiptir. Gemi taşımacılığı bu etkenler arasında önemini korurken, doğaya yabancı kirleticilerin deniz ortamında buluşması doğal ortam bakterilerinde değişmelere yol açarak ekosistem fonksiyonlarında değişikliklere neden olabilmektedir. Bu durum ekosistem sağlığı ve halk sağlığı bakımından potansiyel riskler barındırmaktadır.

Bakterilere yönelik bilgilerin denizlerde gerek risk yönetimi gerekse bakteriyolojik fırsatların tanımlanması için kullanılabilmesi ancak bakteriyel verilere ulaşmak ve yıllara göre değişimleri ortaya koyabilecek veri setini tanımlamakla mümkün olabilmektedir.

Türkiye Denizlerinde 2000 yılından bu yana yürüttüğümüz farklı çalışmalarda bakteriyolojik kirliliğin yanı sıra izole edilen bakterilerin çevresel faktörlere göre değişen metabolik özellikleri, dirençlilikleri, biyoteknolojik potansiyellerine yönelik verileri değerlendirilirken bakterilerin bölgelere yönelik taşıdıkları riskler ve sundukları fırsatlara yönelik veriler aşağıdaki sorulara cevap aranarak Marmara Denizi ile karşılaştırılmıştır.

- Bakteriyolojik kirlilik çalışmaları- Kirlilik ne boyutta?
- Bakteriyolojik çeşitlilik çalışmaları- Çevresel mikro röntgen ne gösteriyor?
- Antibiyotiklere dirençli bakteriler- Tehlike ne boyutta?
- Petrol hidrokarbonlarına dirençli bakteriler –Fırsata çevirir miyiz?
- Ağır metallere dirençli bakteriler – Tehdit mi?
- Bakterilerin endüstriyel, klinik ve ekolojik amaçlarla kullanımının araştırılması- Fırsatlar
- Epibiyotik bakteriler- Sünger-bakteri birlikteliği fırsatlar mı sunuyor?

Denizlerde bakteriyolojik kirlilik halk sağlığı ile ilişkilendirildiğinde yasal olarak bunun sınırlarını kuran düzenlemeler örneğin Council Directive, /2006/7/EC gibi yüzme suyu kalitesi ile ilgili düzenlemeleri kapsamaktadır. Bu düzenlemeler dünyada mikrobiyolojik kalitenin iyileştirilmesine ve yüzme sularıyla temastan kaynaklanan su kaynaklı hastalıkların görülme sıklığının azaltılmasına yol açmıştır. Ancak karasal kaynaklı deşarja bağlı olarak atık suların denizlere ulaşması nedeni ile bakterilerin denizlere karışması hala önemli bir sorun ve potansiyel tehdit olmayı sürdürmektedir.

Türkiye denizlerinde 2000 yılından bu yana tarafımızdan yapılan farklı çalışmalarda bakteriyolojik kirliliğin göstergesi olan indikatör bakteri sayısının özellikle kıyusal alanlarda yaz aylarında daha yüksek olmak üzere sınır değerlerin üzerinde dalgalanmalar gösterdiği tespit edilmiştir. Marmara Denizi'nde yapılan bakteriyolojik çalışmaları diğer deniz alanlarımızla karşılaştırdığımızda kirlilik dalgalanmaları gösteren kıyusal alanlarla karşılaşıyoruz.

Marmara Denizi'nde 1982 yılında yapılan çalışmalarla başlayan indikatör bakterilere yönelik evsel kaynaklı kirliliği gösteren çalışmalar 2000'li yıllara kadar lokal bazı çalışmalarla devam etmiştir (Bilgin, 1982, Çevikol ve ark 1982, Kaşgar ve diğ., 1994, Sorokin ve ark. 1995, Bayhan ve ark. 1998). 2000 yılından sonra Marmara Denizi'nde indikatör bakterilerin dışında daha detaylı bakteriyolojik çalışmaların yapıldığı görülmektedir (Çotuk ve Kimiran 1998, Aslan Yılmaz ve Okuş 2002, Aslan Yılmaz ve ark. 2004, Kimiran ve ark. 2007, Çetecioğlu ve ark. 2009, İnce ve ark. 2010, Sivri ve Şeker 2010, Sivri ve ark. 2010, Kolukırık ve ark. 2011, Sivri ve ark.

2011, 2012a,b, 2013, Balkıs ve ark 2013, Gürün ve Kimiran Erdem 2013, Sivri ve ark. 2014, Sivri ve Akbulut 2016).

Bu çalışmalar Marmara Denizi'nde bakteriyolojik kirlilik ve dirençlilik risklerine yönelik veriler sunarken 2000 yılından bu yana gerek Marmara Denizi gerekse Ege, Akdeniz ve Karadeniz de tarafımızdan yapılan çalışmalarda (Altuğ ve İçöz Onaç 2004, Altuğ ve Bayrak 2004, Altuğ ve İçöz Onaç 2006, Altuğ ve ark. 2007a,b, Altuğ ve ark. 2008, Altuğ ve Balkıs 2009, Altuğ ve ark. 2009a,b, Çiftçi ve Altuğ 2009, Altuğ ve ark. 2010, 2010a, b, Çardak ve Altuğ 2010, Çiftçi ve Altuğ 2010, Altuğ ve ark. 2011b, Çiftçi ve ark. 2011, Gürün ve ark. 2011, Altuğ, 2012, Altuğ ve ark. 2012, Gürün ve ark. 2012, Kalkan ve ark. 2012, Altuğ ve ark 2013, 2013a, d, h,e, Çardak ve ark. 2013, Çiftçi ve ark. 2013, Gürün ve Altuğ 2013, Gürün ve ark. 2013, Kalkan ve ark. 2013, Çardak ve Altuğ 2014, Kalkan ve Altuğ 2015, Altuğ ve ark. 2016, Altuğ 2016b,d, Çardak ve Altuğ 2016, Çardak ve ark. 2016, Çiftçi Türetken ve Altuğ 2016, Kalkan ve Altuğ 2016) bölgelere göre sınır değerlerin üzerinde tespit edilen bakteri düzeyini risk olarak değerlendirdiğimizde Marmara Denizi İstanbul ili kıyıs al alanında özellikle dere ağızlarında (Ayamama, Çırpıcı Deresi, Kurbağalı Dere, Tavukçu Deresi gb) artan bir bakteriyolojik kirlilikten söz etmek mümkündür. 2000 yılından bu yana Marmara Denizi kıyıs al alanında yaptığımız çalışmalarda (Tablo 1) bazı istasyonlarda zaman zaman bakteri düzeylerinde düşüşler kaydedilse de bu düşüşlerin süreklilik göstermemesi bakteri düzeylerinde tekrar yükselmelerin kayit edilmesi risk olarak değerlendirilmektedir.

Türkiye Su Enstitüsü'nün (SUEN) Mayıs 2017 tarihli "Büyükşehir Su ve Kanalizasyon İdareleri ile Mukayeseli Değerlendirme Çalışması" başlıklı raporu Türkiye de 30 Büyükşehir Belediyesi ve SUKİ verilerinin değerlendirildiği bir çalışma sunarken deşarj standartlarına uygunluk yüzdesini % 93 olarak tanımlamaktadır. Bu durum indikatör bakterilerin nerden geldiğini tekrar gözden geçirmemiz gerektiğini göstermektedir. Arıtım sistemlerinin verimli çalışıp çalışmadıklarının kontrolü, derelerin ıslahı/ dereler yoluyla gelen kirlilik düzeyinin izlenmesi, hastane atıkları endüstriyel atıklar tarım/hayvancılık faaliyetlerinin kontrolü yapılarak gemi kaynaklı kirlilik gibi noktasal olmayan kirlilik kaynaklarının etkilerinin uzun süreli çalışmalarda izlenmesi gerekmektedir.

Marmara Denizi için bakteriyel riskler arasında indikatör bakteri varlığı ile tanımlanan bu kaynaklar önemli potansiyel oluşturmaktadır.



**Tablo 1. Marmara Denizi İstanbul İli Kıyısız Alanında Deniz Suyu Örnekleme Yapılan İndikatör Bakteri Düzeylerinin İzlendiği İstasyonlar**

1	Küçükçekmece Sahili	12	Galata Köprüsü Altı	23	Caddebostan 3 (Plaj)
2	Menekşe Plajı	13	Kabataş Sahili	24	Bostancı Sah.Çamaşırıcı Deresi
3	Atatürk Deniz Köşkü Florya	14	Ortaköy Sahili	25	Anadolu Hisarı-Göksu Deresi
4	Çiroz Plajı	15	Arnavutköy Sahili	26	Kanlıca Körfez
5	Yeşilköy Sahili	16	Bebek Sahili	27	Küçüksu Sahil
6	Ataköy Sah.Ayamama Deresi	17	Baltalimanı Sahili	28	Kadıköy Sahili Kurbağalı Dere
7	Ataköy Sahili 2	18	İstinye Sahili	29	Kuleli
8	Bakırköy Sah.Çırpıcı Deresi	19	Tarabya Sahili	30	Kınalıada Sahili Plaj
9	Kazlıçeşme Sahili	20	Sarıyer, Rumeli Kavağı	31	Burgazada Su Sporları Yanı
10	Suriçi Sahili	21	Caddebostan 1 (Plaj)	32	Heybeliada Su Sporları Klb
11	Sarayburnu Sahili	22	Caddebostan 2 (Plaj)	33	Büyükkada Plaj

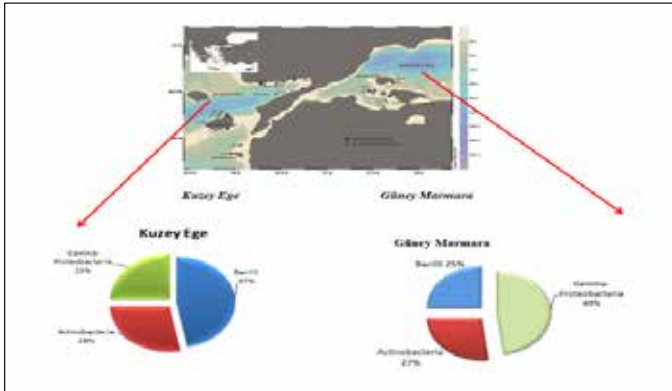
Avrupa denizlerinde 2020 yılına kadar “İyi Çevresel Durum” hedeflenerek yapılan çalışmalara rehber oluşturan AB Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (2008/ 6/ EC /MSFD) farklı bileşenlerden söz etmektedir. Bazı prokaryotik değişkenlerin deniz çevre kalitesi göstergeleri bakımından sundukları avantajlar bulunmaktadır. Bu durumu ortamdaki çevresel baskıyı tanımlayabilmek için bakteri çeşitliliğinin değerlendirilmesi olarak anlamak ve bakteri komünite yapısına bakarak çevresel kalite değerlendirmeleri yapmak olarak anlayabiliriz. Bu durumda Türkiye Denizlerinde elde ettiğimiz bakteri profillerine bakarak Marmara Denizinin mikrobiyolojik röntgenini yorumlamak mümkün olmaktadır.

Mikroorganizmalar biyokimyasal döngülerde, karbon bağlama ve kirleticilerin ortamdaki uzaklaştırılmasında ve azaltılmasında önemli rol oynarlar. Tüm bu süreçler mikrobiyal sağlıklı bir yapı olduğunda denizel ekosistemlerin sürdürülebilir işleyişini sağlamaktadır.

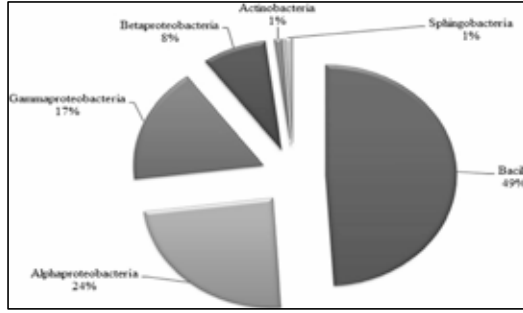
Türkiye denizlerinde kıyısız alanlar da dâhil olmak üzere tarafımızdan yapılan farklı çalışmalarda bölgelere göre bakteri kompozisyonlarında kaydettiğimiz değişiklikler bakterilerin maruz kaldıkları çevresel etkilerin röntgenini oluşturmuştur. Evsel kirlilik baskılarının yoğun olduğu alanlarda yüksek enterik bakteri düzeyi Gamma Proteobacteria grubunu kapsayan Enterobacteriaceae familyasına ait bakterilerin varlığı ile kendini göstermektedir. Bu durum Doğu Akdenizden Doğu Karadeniz'e kadar tüm kıyısız alanlarda antropojenik kirlilik girdisi olarak gözlenmektedir. (Altuğ ve ark. 2011, ardak ve ark. 2015).

Marmara Denizi ile Kuzey Ege arasında bakteri profilleri bakımından gözlenen fark ise Marmara Denizinin enterik bakterilerinin yerini Ege Denizinin kuzeyinde Firmicites/Bacilli üyesi doğal ortam bakterilerinin almasıdır. Bu durum heterotrofik aktivitenin insan aktivitelerinden uzak alanlarda daha sağlıklı işlediğinin de göstergesidir. (iftçi Türetken ve Altuğ 2016).

Denizlerde bakteriyolojik kirliliğın olduğunu gösteren indikatör bakteriler aynı zamanda hastalık yapıcı/patojen bakteri varlığının da ipucunu vermektedir (Ashbolt, 2001). Marmara Denizi'nde deniz suyu ve sediment örneklerinde Gram negatif patojen bakterilerden oluşan Gamma Proteobacteria bakterilerinin büyük kısmını Gram negatif çomaklardan oluşan Enterobacteriaceae familyası bakterilerin oluşturması (Altuğ ve ark. 2011, 2013, 2016) Marmara Denizinin insan kaynaklı kirlilik girdileri bakımından taşıdığı riske işaret etmektedir.

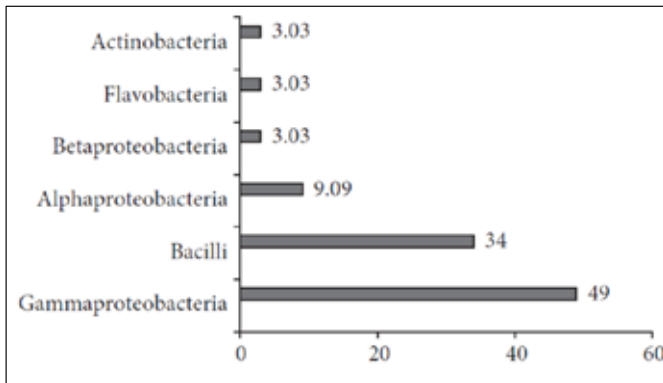


Şekil 1. Marmara Denizi bakteri kompozisyonunun Ege Denizi kuzeyi ile karşılaştırılması Altuğ ve ark. 2011)



Şekil 2. Gökçeada Çevresinde (Kuzey Ege) Bakteri kompozisyonu (Çiftçi Türetken ve Altuğ 2016)

Patojen bakterilerin varlığı bakımından deniz suyu ve sedimentte tespit edilen bu riskin kaynağı karasal kaynaklı bir ihtimal taşımakla beraber Marmara Denizi ve boğazlarda gemi balast suları yoluyla taşınan patojen bakterilerden söz etmek de mümkündür. Marmara Denizi'ne farklı coğrafyalardan gelen gemilerin balast tanklarında yüksek heterotrofik bakteri varlığı ve 27 si patojen 32 tür tespit edilmesi bu görüşü desteklemektedir (Altuğ ve ark. 2012). Ayrıca, gerek Marmara Denizi deniz suyu ve sediment örneklerinde gerekse balast sularında tespit edilen bu bakterilerin antibiyotiklere yüksek dirençlilik göstermesi insan kaynaklı kirlilik etkisine ve doğal ortamda dirençlilik aktarım potansiyeline işaret ederek Marmara Denizinin sahip olduğu bakteriyolojik riskler arasında yer almaktadır.



Şekil 3. Marmara Denizi'nden izole edilen Bakterilerin Yüzde Dağılımı (Altuğ ve ark. 2013)

Türkiye Denizlerinin farklı alanlarında ve Marmara Denizi'nde 2000 yılından bu yana yaptığımız farklı proje çalışmaları ile bazı bakteri izolatlarının petrol hidrokarbonlarına dirençlilik gösterme ve karbon kaynağı olarak kullanma, anti-bakteriyel aktivite gösterme ve endüstriyel önemi olan bazı aminleri üretme gibi farklı özelliklerinin olduğu belirlenmiştir (Altuğ ve ark. 2011, 2011a Altuğ ve ark. 2013e,f, Altuğ 2016, Altuğ ve ark. 2016a,c, Çardak ve ark. 2007, Çardak ve Altuğ 2016b)

Türkiye Denizlerinin farklı alanlarında ve Marmara Denizi'nden izole edilen bakterilerin petrol hidrokarbonlarına karşı gösterdikleri metabolik cevaplar bu izolatların endüstriyel değerlendirilmesi bakımından fırsatlar sunmaktadır (Altuğ ve ark. 2016a, 2016c)

Marmara Denizi'nden toplanan süngerlerle simbiyotik yaşam süren bazı bakteri izolatlarının kompozisyonuna yönelik aynı zamanda bakteri çeşitliliğine yönelik veri sağlanırken bu örneklerden elde edilen metabolitler arasında anti bakteriyel, anti fungal, anti tümöral özelliklere sahip ilaç hammadde potansiyeli sağlayacak metabolitler tespit edilmesi (Altuğ 2016, Altuğ ve ark. 2016, Çiftçi Türetken ve ark. 2016) Marmara Denizinin sunduğu önemli bir bakteriyolojik fırsattır.

Ayrıca ağır metal tuzlarına dirençli olduğu tespit edilen bakteri izolatları ağır metal giderilmesinde aday olarak kullanılmak üzere bakteriyel ürünler için fırsatlar sunmaktadır (Çardak ve Altuğ 2013, 2016b).

Denizlerde farklı dinamik koşullara adapte olarak farklı enzim üretme potansiyellerine sahip türler endüstriyel kullanım avantajı sunmaktadır (Çardak ve Altuğ 2016, Kalkan ve Altuğ 2016).

## SONUÇ

Türkiye Denizleri genelinde ve Marmara Denizi'nde yapılan bakteriyolojik çalışmaların sıklıkla bakteriyolojik kirlilik ile ilgili olduğu görülmektedir. Marmara Denizi sahip olduğu coğrafik konum nedeni ile uluslararası sözleşmelerin yaptırımından bağımsız konumda olmayı kıyısında yer alan Büyükşehir Belediyelerinin bir arada düzenleyecekleri sözleşmelerle yönetilmek gibi bir ayrıcalığa dönüştürmelidir. Gerek duyulduğunda, Su Çerçeve Direktifi (SÇD, 2000), Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (DSÇD, 2008) Akdeniz ve Karadeniz kıyı devletlerinin taraf oldukları Bölge Denizleri Sözleşmeleri (BDS)- Barselona ve Bükreş protokollerinin önerdiği yükümlülükler örnek alınarak Marmara Denizinin taşıdığı riskler bakımından değerlendirme yöntemi oluşturulmalıdır.

Marmara Denizi ve Türk Boğazlar Sistemi dünyanın en önemli su yolları arasındadır. Bu nedenle bölge karasal kaynaklı kirlilik girdilerine ilave olarak patojenler başta olmak üzere gemi kaynaklı mikro/makro zararlı organizmalara yönelik risk taşımaktadır. Yukarıda detaylandırılan risk başlıkları ile ilgili olarak Marmara Denizinin ihtiyaçlarının ayırımında olarak Marmara Denizi ile ilgili özgün tavırlar ve yaptırımlar oluşturulması gerekmektedir.

Marmara Denizinin sunduğu bakteriyolojik fırsatlardan yararlanılabilmesi yukarıda çalışmalardan örnek vererek tanımlanan bu avantajların değerlendirilebilmesi için öncelikle ekosistemde rol alan bakterilerin ve metabolik özelliklerinin ortaya çıkartıldığı uzun süreli çalışmalara ihtiyaç vardır. Küresel pazarda ulusal payın artırılması açısından denizlerimizdeki canlı kaynaklarının etkili kullanımının sağlanarak deniz biyoteknolojisi konusunda uygulama ve araştırma faaliyetlerinin artırılması önemlidir.

Bilimsel çalışmaların dışında mevcut bakteriyel potansiyelin hizmet/fayda/ürün amaçlı kullanımını sağlayacak bilimsel çalışmaların başarılı olması ve bakteriyolojik fırsatların doğru değerlendirilebilmesi Marmara Denizi ekosisteminin korunması ile de yakından ilgili olduğundan bölgede bakteriyolojik risk kaynaklarının kontrol altına alınması gerekmektedir.

Ayrıca denizlerin balık avlanan/besin temin edilen veya yüzmeye maksatlı kullanılacak bir eğlence yeri olarak algılanmasının değişmesi, ekosistem olarak değerlendirilme farkındalığının artırılması, vatan toprağı olarak benimsenmesi ve sunduğu fırsatların bilincinde olarak akıl ve bilim çerçevesinde tanımlanan milli servet olarak düşünülmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

Altuğ G., Cardak, M., Ciftci P.S., Gurun S. 2009a. An Important Water Route Between Mediterranean and Black Seas and Bacterial Pollution (Canakkale and İstanbul Straits, Turkey). Proceeding of the 3rd WSEAS Int. Conference on Waste Management, Water Pollution, Air Pollution, Indoor Climate 466–471, Tenerife, Spain.

Altuğ G., Çiftçi P., Topaloğlu B., Gürün S., Kalkan S., 2013e "Gökçeada (Ege Denizi) ve Marmara Denizi Süngerlerinin Metanolik Ekstraktlarının Anti-Bakteriyel Aktivitelerinin Karşılaştırılması", 17. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, İSTANBUL, 3-6 Eylül 2013, ss.52,

Altuğ G., Çiftçi P., Topaloğlu B., Kalkan S., Gürün S., 2013f "Marmara Denizi'nden Toplanan Süngerlerin Anti-Bakteriyel Aktivitelerinin Araştırılması", Fisheries and Aquatic Sciences - Balıkçılık ve Akuatik Bilimler Sempozyumu, ERZURUM, 30 Mayıs – 1 Haziran 2013, ss.429-430.

Altuğ G., Çiftçi Türetken P. S Gürün S., Kalkan S. 2016c. Türkiye Denizlerinden İzole Edilen Bakterilerin Çeşitliliği. Türkiye Denizleri Bakterilerinin Biyoteknolojik Kullanımı Proje Çalışmayı Bildiriler Kitabı Ed. G. Altuğ s. 41-52.

Altuğ G., Gürün S., Kalkan S., Çiftçi Türetken P. S. 2016a. Türkiye Denizlerinden İzole Edilen Bakterilerin Petrol Hidrokarbonlarını Parçalama Yeteneklerinin Araştırılması. Türkiye Denizleri Bakterilerinin Biyoteknolojik Kullanımı Proje Çalışmayı Bildiriler Kitabı Ed. G. Altuğ s.52-67

Altuğ G., Gürün S., Kalkan S., Çiftçi Türetken P.S. 2016b Marmara Denizinde Bakteriyolojik Kirlilik, II. Marmara Denizi Sempozyumu Bildiriler Kitabı Marmara Belediyeler Birliği Kültür Yayınları Yayın No 95. s 62-67

Altuğ, G. 2016 Türkiye Denizlerinden İzole Edilen Bakterilerin Biyoteknolojik Potansiyelleri. Türkiye Denizleri Bakterilerinin Biyoteknolojik Kullanımı Çalışmayı Bildiriler Kitabı Ed. G. Altuğ s 7-20.

Altuğ, G. and Balkıs N. 2009. Levels of some toxic elements and frequency of bacterial heavy metal resistance in sediment and sea water. Environmental Monitoring and Assessment 149:61–69.

Altuğ, G., Aktan Turan, Y., Oral, M., Topaloğlu, B., Dede, A., Keskin, Ç., İşinibilir Okyar, M., Cardak, M. and Ciftci, P.S. 2011b. Biodiversity of The Northern Aegean Sea and Southern Part of the Sea of Marmara, Turkey, Marine Biodiversity Records, 4: 1-17.

Altuğ, G., Bayrak, Y. 2004. The Comparison of Bacterial Level in the Golden Horne (İstanbul, Turkey) by using Microscopic and Cultural Methods. 37th CIESM Congress Volume 37, p 260, Barcelona – Spain.

Altuğ, G., Cardak, M., Ciftci, P.S. and Gurun, S. 2013. First records and microgeographical variations of culturable heterotrophic bacteria in an inner sea (the Sea of Marmara) between the Mediterranean and the Black Sea, Turkey. Turkish Journal of Biology 37: 184–90.

Altuğ, G., Çardak M., Çiftçi Türetgen P.S., Gürün S., Saad A., Ibrahim A.A. 2010d. Distribution and Antibiotic Resistance of Heterotrophic and Indicator Bacteria in the Coastal Ar-

eas of Turkey, Syria and Lebanon and the Offshore Area in the Northern Aegean Sea. 39th CIESM (Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Mediterranee) Congress

Altuğ, G., Çardak M., Çiftçi Türetgen P.S., Gürün S., Saad A., Ibrahim A.A. 2010a. Biodiversity of Culturable Aerobic Heterotrophic Bacteria in the Coastal Areas of Syria, Lebanon and the Offshore Areas of the Northern Aegean Sea and the Mediterranean. INOC-Tischreen University, International Conference on Biodiversity of the Aquatic Environment

Altuğ, G., Çardak, M., Çiftçi, P.S. 2010c Marmara Denizi'nde Müsilaj oluşumu ve Bakteriye Etkileşimler. Marmara Denizi 2010 Sempozyum Bildiriler Kitabı, Öztürk, B. Ed, TÜDAV Yayın No: 32, 456-463.

Altuğ, G., Çardak, M., Çiftçi, P.S., Gürün, S. 2010a. Marmara Denizi Bakteriyolojisi. Marmara Denizi 2010 Sempozyum Bildiriler Kitabı, Öztürk, B. Ed, TÜDAV Yayın No: 32, 406-414

Altuğ, G., Gurun, S., Cardak, M., Ciftci, P.S. and Kalkan, S. 2012. Occurrence of Pathogenic Bacteria in Some Ships' Ballast Water Incoming From Various Marine Regions to The Sea of Marmara, Turkey, Marine Environmental Research, 81: 35-42.

Altuğ, G., Gurun, S., Yüksel, B. and Memon, A.R. 2011a. The Investigation of Oil Degrading Capacity of Bacterial Strains Isolated From Different Environments in Turkey. Fresenius Environmental Bulletin 20: 886-893.

Altuğ, G., Gürün, S., Çiftçi, P.S., Hulyar, O. 2010b. Marmara Denizi, İstanbul İli Kıyısız Alanında Patojen Bakteriler ve Bakteriyolojik Kirlilik. Marmara Denizi 2010 Sempozyum Bildiriler Kitabı, Öztürk, B. Ed, TÜDAV Yayın No: 32, 422-429.

Altuğ, G., Gürün, S., Yüksel, B., A R. 2012c. Memon Oil hydrocarbon degradation effects of some bacteria isolated from various environments in Turkey Ed. C. Turan First National Workshop On Marine Biotechnology and Genomics 24-25 May 2012 Bodrum, Turkey Publication Number 36.

Altuğ, G., İçöz Onaç, I. 2004. Bacterial Metabolic Activity, Indicator Bacteria (Total Coliform, Esherichia coli, Fecal Streptomyces) and Pathogenic Bacteria (Salmonella spp.) Levels in Haliç (Golden Horn) Surface Waters. XVII National Biology Congress, Adana, Turkey, pp: 5

Arnošti C, Durkin S, Jeffrey WH. (2005). Patterns of extracellular enzyme activities among pelagic marine microbial communities: implications for cycling of dissolved organic carbon. Aquat. Microb. Ecol. 38:135-45.

Aslan-Yılmaz, A. and Okuş. E. 2002. Distribution of Heterotrophic Bacteria in Southwestern Black Sea and the Sea of Marmara. Second International Conference on Oceanography of the Eastern Mediterranean and Black Sea: Similarities and Differences of Two Interconnected Basins, Ankara, Turkey.

Aslan-Yılmaz, A., Okus, E. and Ovez, S. 2004. Bacteriological Indicators of Anthropogenic Impact Prior to and During the Recovery of Water Quality in an Extremely Polluted Estuary, Golden Horn, Turkey. Marine Pollution Bulletin, 49:951-958.

Balkıs, N., Sivri, N., Fraim, N.L., Balcı, M., Durmus, T., Sukatar, A. 2013. Excessive growth of *Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kutzing and enteric bacteria in mats in the Southwestern Istanbul coast, Sea of Marmara. *IUFS Journal of Biology* 72 (2): 41-48.

Bayhan, H., Övez, S., Aydın, A.F., Okuş, E., 1998, Marmara, İstanbul Boğazı ve Karadeniz çıkışında fekal Koliform tayini ile evsel atıksuyunun izlenmesi, Büyük Şehirlerde Atısu Yönetimi ve Deniz Kirlenmesi Kontrolü Sempozyumu, 123-130.

Bilgin, S. 1982. Su muayenelerinde Enterokok incelemesi için besiyerleri, İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Uzmanlık tezi.

Cardak, M., Altug G., Ciftci P.S., Gurun S. 2007. PAH Degradation Effects of Some Bacteria Isolated from the İstanbul Strait and Soil of Batman Oil Refinery, 38th CIESM Congress, Volume 38, p. 358

Ciftci Turetken Pelin S., Altug G. 2016. Enzyme Expression Profiles of Heterotrophic Bacteria & Nutrient Levels in Sea Water, Gökçeada Island, Aegean Sea, Turkey Rapp. Comm. int. Mer Médit., 41, p 267, 41st CIESM Congress 12-16 September, Kiel, Germany.

Çardak M. Altug G. 2016. The Occurrence of *Aeromonas hydrophila* in Various Marine Environments in Turkey Rapp. Comm. int. Mer Médit., 41, p 258, 41st CIESM Congress 12-16 September, Kiel, Germany

Çardak M., Altug G. 2016b Türkiye Denizlerinde Ağır Metal Tuzlarına Dirençli Bakteriler, Türkiye Denizleri Bakterilerinin Biyoteknolojik Kullanımı Proje Çalışmayı Bildiriler Kitabı Editör G. Altug s 88-99.

Çardak M., Altug G., May M., Erol Ö., 2016 "Investigation of the Distribution of Antibiotic Resistance and the Presence of Vancomycin-Resistance Genes (*vanA* and *vanB*) in Enterobacteriaceae Isolated from the Sea of Marmara, Canakkale Strait And İstanbul Strait, Turkey", *Oceanological and Hydrobiological Studies* 45:(2) , pp 182-190.

Çardak, M., Altug G. 2014. Species Distribution and Heavy Metal Resistance of Enterobacteriaceae Members Isolated from İstanbul Strait F. *Environmental Bulletin* Vol. 24; No. 11.

Çardak, M., Altug, G. 2010. İstanbul Boğazı'nda Su Kolonunda Enterobacteriaceae Üyesi Bakterilerin Dağılım Frekansları ve Biyokimyasal Özellikleri. *Marmara Denizi 2010 Sempozyum Bildiriler Kitabı*, Öztürk, B. Ed, TÜDAV Yayın No: 32, 437-443.

Çevikol, E. 1982. İstanbul'u çeviren deniz sularında yaz mevsimi başında ve sonunda yapılan bakteriyolojik incelemeler, İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Uzmanlık tezi.

Çiftçi Turetken P. S., Altug G., Gürün S., Kalkan S., Topaloğlu B. (2016) Marmara ve Ege Denizi Sünger Örneklerinde Bakteri Çeşitliliği ve Antibakteriyel Kapasite. *Türkiye Denizleri Bakterilerinin Biyoteknolojik Kullanımı Proje Çalışmayı Bildiriler Kitabı* Ed. G. Altug s. 21-33.

Çiftçi, P.S., Altug, G. 2009. Marmara Denizi Kıyısız Alanında Besin Tuzu ve İndikatör Bakteri Dağılımı. XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu. Rize, Türkiye.

Çiftçi, P.S., Altug, G. 2010. Marmara Denizi Yenikapı-Yeşilköy Kıyısız Alanında Besin Tuzu



ve Bakteri Dağılımı. Marmara Denizi 2010 Sempozyum Bildiriler Kitabı, Öztürk, B. Ed, TÜ-DAV Yayın No: 32, 415-421.

Çotuk, A. and Kimiran, A. 1998. Seasonal distribution of indicator bacteria in seawater from Bosphorus. 35th CIESM Congress Proceedings, 35, 346-347.

Gurun, S. and Kimiran-Erdem, A. 2013. Examination of the Level of Bacteriological Pollution in the Discharge Area of the Ayamama Stream to the Marmara Sea, *Ekoloji*, 22(86): 48-57 (In Turkish).

Gürün S., Altuğ G., Çiftçi P., Kalkan S., Hülyar O., 2013 "Marmara Denizi İstanbul İli Kıyısız Alanında Patojen Bakteri Varlığı Ve Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyleri", 17. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, İSTANBUL, 3-6 Eylül 2013, ss.59.

Gürün, S., Altuğ, G., Çiftçi, P.S., Hülyar, O. 2011. Marmara Denizi İstanbul İli Kıyısız Alanında Aerobik Bakteri Kompozisyonu ve Bakteriyolojik Kirlilik. FABA 2011 Sempozyumu Bildiri Özet Kitabı s. 91. 07-09 Eylül 2011. Samsun

Ince, O., Kolukirik, M. and Ince, B. K. 2010. Molecular Microbial Ecology of Marmara Sea Sediments, In A. Mendez-ilas (Ed), Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology, Formatex Research Center, Badajoz, Spain.

Kalkan S., Altuğ G. 2016. The occurrence of *Sphingomonas paucimobilis* and *S. thalophilum* in various marine regions of Turkey *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 41, p 269, 41st CIESM Congress 12-16 September, Kiel, Germany

Kaşgar, S. 1992, İstanbul Boğazı'nın deniz suyu ve midyelerinin fekal Koliform bakteriler tarafından incelenmesi, İ.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Kimiran-Erdem, A., Arslan, E.O., Sanli Yurudu, N.O., Zeybek, Z., Dogruoz, N. And Cotuk, A. 2007. Isolation and Identification of Enterococci from Seawater Samples: Assessment of Their Resistance to Antibiotics and Heavy Metals. *Environmental Monitoring Assessment*, 125(1): 219-228.

Kolukirik, M., Ince, O., Cetecioglu, Z., Celikkol, S. and Ince, B.K. 2011. Spatial and temporal changes in microbial diversity of the Marmara Sea sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 62(11): 2384-2394

Sivri, N. and Akbulut, V. 2016. Antimicrobial Susceptibility of *Escherichia coli* Strains Collected from the Southwestern Coast of İstanbul. *Biosciences Biotechnology Research Asia* 13(2): 785-793.

Sivri, N. and Seker, D.Z. 2010. Investigation of Enteric Bacteria of Surface Waters in the Southwestern İstanbul Coast by Means of GIS. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 10 (4): 505-511.

Sivri, N., Allen, M.J., Jones, M., Akbulut, V. 2014. Potential Public Health Significance of Faecal Contamination in South-western Coastal Area in İstanbul, Turkey. *Journal of Pure and Applied Microbiology* 8 (5): 3789-3796.

Sivri, N., Balci, M., Balkis, N., Jones, M., Allen, M.J. 2013. Detection of *Escherichia coli* with

- UidA Gene in Marine Environment of Kapıdağ Peninsula (Marmara Sea). 40th CIESM Congress Proceedings, 40: 413.
- Sivri, N., Balci, M., Durmus, T., Seker, D.Z., Balkis, N. 2012a. Analysis of Enteric Bacteria Distribution in the Gulf Of Gemlik (Marmara Sea) by Means of GIS", *Fresenius Environmental Bulletin (FEB)*, 21 (11): 3224-3232.
- Sivri, N., Ozbayram, G. and Karatut, Z. 2010. Antibiotic Resistance of Enteric Bacteria Isolated From South-Western İstanbul Coast (Turkey). 39th CIESM Congress Proceedings, 39: 402.
- Sivri, N., Sandalli, C., Ozgumus, O.B., Colakoglu, F. and Dogan, D. 2012b. Antibiotic Resistance Profiles of Enteric Bacteria Isolated from Kucukcekmece Lagoon (İstanbul-Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science* 12: 699-707.
- Sivri, N., Sisli, N.S., Algur, D., Akbulut, V. 2011. Multiple Antibiotic Resistance Indexing of E.coli in the Southwest Coast of İstanbul. *International Symposium on Marine Ecosystems, Natural Products and their Bioactive Metabolites*, 25 – 27 October 2011, Bogor, Indonesia.
- Sorokin, Y.I., Tarkan, A.N., Ozturk, B. and Albay, M. 1995. Primary production, bacterioplankton and planktonic protozoa in the Marmara Sea. *Turkish Journal of Marine Science* 1: 37–55.
- Türetken P.S.C. Altuğ G., 2016 "Bacterial Pollution, Activity and Heterotrophic Diversity of the Northern Part of the Aegean Sea, Turkey", *Environmental Monitoring and Assessment*, vol.188 (2) 127.



### 3. OTURUM

## Marmara Denizi Kentsel Kirlilik Kaynakları ve Önleme Faaliyetleri

### MODERATÖR

Ahmet Cihat Kahraman, *Marmara Belediyeler Birliği*

### KONUŞMACILAR

Alişan Koyuncu, *İSKİ*

Fuat Alarçin, *İstanbul Büyükşehir Belediyesi*

Hakan Bebek, *Bursa Büyükşehir Belediyesi*

İbrahim Arkış, *BASKİ*

Sema Kurt, *TESKİ*

Ünal Bostan, *İSU*



## **Alişan Koyuncu**

*Genel Müdür Yardımcısı*

*İSKİ*

## **İSTANBUL'DA ATIKSU YÖNETİMİ**

İstanbul boğazı, halici, yeşil doğası, kültürel ve tarihi zenginlikleri ile ülkemizin en çok göç alan nüfusu en yoğun ili ve dünyanın sayılı şehirlerindedir. Bir yanını Karadeniz'in bir yanını Marmara denizinin kapladığı İstanbul'u ikiye ayıran İstanbul boğazının iki kıtayı birbirine bağlamak hasebiyle hem coğrafi hem de doğal güzelliği bakımından eşi benzeri yoktur.

Misyonu su ve atık su hizmetlerini, Çevre ve İnsan Sağlığını esas alarak etkin, verimli ve kaliteli olarak yürütmek olan İSKİ'nin çalışma ilkelerinin birincisi olan çevreye duyarlı bir kurum olmak adına İstanbul'da atıksu yönetimine gerekli hassasiyetle yaklaşmaktadır.

İstanbul'un nüfusu 1950 yılında yapılan sayımda 1.166.477 kişi olarak tespit edilmiştir. Nüfus yoğunluğunun az olduğu bu dönemlerde İstanbul'da Caddebostan sahili gibi sahillerde denize girmek olağandı.

Şehirde altyapı çalışmaları artan nüfusun ihtiyacını karşılayamadığından 1980'li yıllara gelindiğinde İstanbul'da denize girmek mümkün değildi artık.

1985 yılında Haliç'in etrafında 700 civarında sanayi tesisi 2000 civarında işyeri mevcuttu, kirlilikten ve kokudan yaklaşılamıyordu. Bir grup bilim adamı bu dönemde Eyüp'le Silahtarağa arasının doldurularak kazanılacak 70 hektarlık araziye bölgesel ulusal park yapılmasını teklif etmişlerdir.

1990'lı yıllarda nüfus yaklaşık 8 milyon kişidir ve Üsküdar ve Yenikapı Ön Arıtma Tesisleri yapılmıştır, ancak bu arıtma tesisleri oluşan atıksuyun ancak %9'unu arıtacak kapasiteye sahiptir.

1994 yılından sonra su kaynaklarını korumak, sahilleri kötü görüntüden kurtarmak gayesiyle İdaremiz tarafından büyük ölçekli çevre koruma yatırımları yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir.

1994 yılı ile birlikte atıksu altyapısı da hızlı bir şekilde kurulmaya başlanmış ve bu anlamda günümüze kadar toplam 16.000 km uzunluğunda kanal hatları, tüneller vb. yapılarla kanalizasyon şebeke ağı inşaa edilmiştir.

#### Arıtma Tesislerimiz

	Mevcut Tesis Adı	Hizmete Giriş Tarihi	Kapasite (M <sup>3</sup> /Gün)
1	Yenikapı Atıksu Ön Arıtma Tesisi	1988	864.000
2	Üsküdar Atıksu Ön Arıtma Tesisi	1992	77.760
3	Baltalimanı Atıksu Ön Arıtma Tesisi	1997	625.000
4	Tuzla İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	1998-2009	250.000
5	Paşaköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	2000-2009	200.000
6	Kadıköy Atıksu Ön Arıtma Tesisi	2003	833.000
7	Küçükçekmece Atıksu Ön Arıtma Tesisi	2003	354.000
8	Küçüksu Atıksu Ön Arıtma Tesisi	2004	640.000
9	Şile Kumbaba Atıksu Ön Arıtma Tesisi	2008	46.000
10	Paşabahçe Atıksu Ön Arıtma Tesisi	2009	575.000
11	Ataköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	2010	400.000
12	Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	2012	400.000
13	Büyükçekmece İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	2016	132.155
14	Çanta İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	2016	52.000
15	Silivri İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	2016	36.500
16	Selimpaşa İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	2016	70.000
Toplam Kapasite			5.555.415

2017 yılına gelindiğinde 15 derin deniz deşarjı 10 deniz deşarjı toplam 25 deniz deşarjı; 9 İleri biyolojik, 62 biyolojik ve köy biyolojik arıtma, 1 doğal arıtma, 8 ön arıtma toplam 80 atıksu arıtma tesisi; 46 atıksu terfi merkezi ile birlikte toplam 126 atıksu tesisi mevcuttur.

İstanbul'da yapılan yeni atıksu arıtma tesisleriyle arıtma oranı %97'ye ulaşmıştır.

Gelecek 5 yıl içinde atıksu arıtma oranını %97 den %100 seviyelerine; biyolojik ve ileri biyolojik atıksu arıtma oranının ise %35'den %80'e çıkarılması hedeflenmektedir.

Biyolojik arıtmalarla, atıksuda bulunan kirletici maddeler mikroorganizmaların faaliyetleriyle atıksudan uzaklaştırılmaktadır. Evsel atıksuların ileri biyolojik arıtımında karbonlu maddelerin yanı sıra azot ve fosforlu kirleticilerinde giderilmesi hedeflenir. Azot ve Fosfor, suyun alıcı ortamlarına deşarjında, kontrolü önemli parametrelerdendir. Azot ve Fosforun deşarj edilmesi, göl ve rezervuarlarda ötrofikasyonu hızlandırır ve sığ sularda köklü sucul bitkilerle beraber alg büyümesine neden olur. Estetik olmayan görünüm dışında da suyun faydalı kullanımını engeller. Biyolojik ve İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesislerinin atıksudaki kirliliği ön arıtmalara göre çok daha ileri bir biçimde giderdiğinden mevcut ön arıtmaların biyolojik ve ileri biyolojik arıtmalara çevrilmesi planlanmıştır.

#### Planlanan Atıksu Arıtma Tesisleri

	Tesis Adı	Kapasite (M <sup>3</sup> /Gün)
1	Tuzla İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi (3.Aşama)	268.000
2	Ataköy İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi (2.Aşama)	240.000
3	Yenikapı İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi (1.Aşama)	925.000
4	Baltalimanı İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi (1.Aşama)	576.000
5	Kadıköy Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi (1.Aşama)	455.000
6	Silahtarağa İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi	375.000
7	Paşaköy İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi (3.Aşama)	100.000
8	Gümüşdere İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi (1.Aşama)	15.000
9	Şile İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi	100.000
Toplam:		3.054.000

## İSTANBUL'DA YAKIN DÖNEMDE PLANLANMIŞ ATIKSU YATIRIMLARI

Çekmece Ön Arıtma Tesisi ileri biyolojik arıtma tesisine dönüştürülmüştür. Yenikapı ve Baltalimanı Tesisleri ileri biyolojik, Kadıköy Ön Arıtma Tesisinin ise biyolojik arıtmaya dönüştürülmesi çalışmaları ihale aşamasındadır.

### Küçükçekmece Atıksu Tünelleri

Küçük Çekmece Gölünü korumak için gölün sağ ve sol şeridinde iki ayrı tünel inşa edilmesi planlanmaktadır. Sol sahil şeridinin atıksuları 3000 mm iç çap ve 8.200 m uzunluğunda olarak planlanmış olup Ataköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde sonlanacaktır. Sağ sahil şeridinin atıksuları ise 2200 mm iç çap ve 6.700 m uzunluğunda olarak planlanmış olup Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde sonlanacaktır. Bu tünellerin yapımı ihale aşamasında olup tamamlanmasıyla beraber Marmara denizine yapılan deşarjlarının tamamı ileri biyolojik atıksu arıtımından sonra gerçekleşecektir.

### Paşaköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi

Paşaköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi 2000 yılında 100.000 m<sup>3</sup>/gün'lük arıtma kapasitesi ile hizmete alınmıştır. Tesisin kapasitesinin yetersiz kalması sebebiyle Paşaköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi II.Kademesi inşa edilerek 2009 yılında 100.000 m<sup>3</sup>/gün'lük kapasite artışına gidilmiştir

### Ambarlı İleri Biyolojik Arıtma Tesisi

Avcılar, Esenyurt, Gürpınar, Kıraç, Yakuplu, Beylikdüzü bölgelerinde toplanarak Haramidere vasıtasıyla Marmara Denizi'ni kirleten atıksular kollektörlerle toplanarak Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde arıtılmaktadır.

### B. Çekmece İleri Biyolojik Arıtma Tesisi

B.Çekmece Ön Arıtma Tesisine gelen atıksular ile Çakmaklı kolektörünün getirdiği atıksular B.Çekmece İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi'nde arıtılmaktadır

## Selimpaşa İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi

Selimpaşa, Ortaköy, Kumburgaz, Kavaklı ve Celaliye bölgelerinden gelen atıksular Selimpaşa İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi'nde arıtılmaktadır.

### Marmara Denizine Değerli Olan İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesislerinde 2016 Yılında Giderilen Karbon, Azot ve Fosfor Miktarları

Tesis Adı	Giderilen Carbon (Ton)	Giderilen Azot	Giderilen Fosfor (Ton)
Tuzla Biyolojik ve İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	33.468	5.689	724
Ataköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	60.435	4.065	362
Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	3.7926	4.100	431

## Atıksu Arıtma Çamurlarının Kurutulması ve Bertarafı

Biyolojik ve İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesislerimizden çıkan kuru madde içeriği %25 olan biyolojik çamur, çamur kurutma ünitesinde %90 ve üzerinde kurutulmaktadır



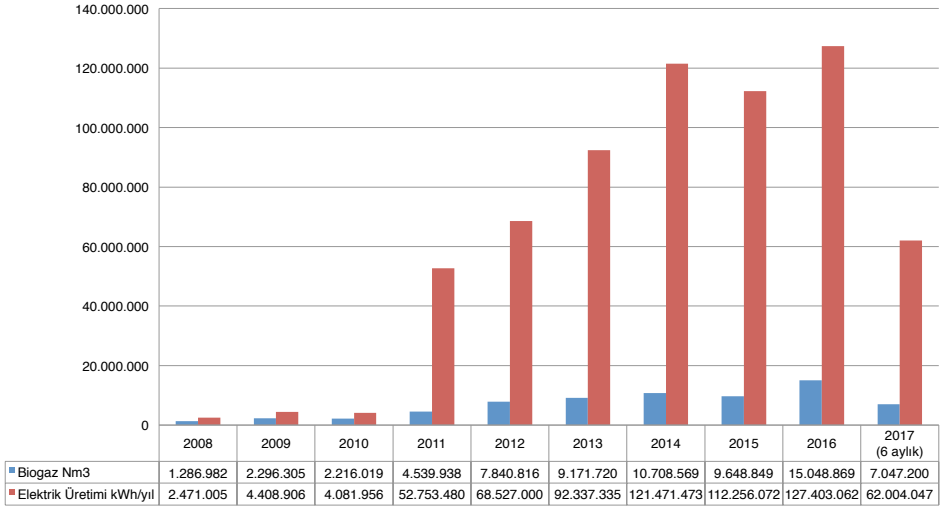
## 2016 Yılında Tesislerden Uzaklaştırılan Çamur Miktarı

Tesis Adı	%25 Lik Çamur (Susuzlaştırılmış Çamur) Ton/Yıl	%98 Lik Çamur (Kuru Çamur) Ton/Yıl
Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	111.846.501	27.089.813
Ataköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	133.166.673	30.846.141
Terkos İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	66.810	
Çanta İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	0	
Silivri İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	20.580	
Büyükçekmece İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	0	
Selimpaşa İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	0	
Avrupa Köyler	511.665	
Tuzla İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	91.202.869	20.705.200
Paşaköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	30.591.193	7.026.163
Asya Köyler	18.656	
Toplam	367.424.947	85.667.317

Isıl değeri olan bu atık ürünler çimento fabrikalarına gönderilerek yakıt olarak kullanılmaktadır. Arıtma neticesinde ortaya çıkan çamurdan enerji üretilerek, arıtma tesislerinde tüketilen enerjinin bir kısmı karşılanmaktadır. Çünkü kurutulan çamur linyit kömürü seviyesinde ikincil yakıt olarak kullanılabilir.

Atıksu arıtma tesislerinde yıllık susuzlaştırılarak kurutulan çamur miktarı 85 bin 667 tondur. Asya Yakasında Tuzla ve Avrupa Yakasında Ambarlı veya Ataköy Arıtma Tesislerinde çamur yakma ünitesi inşası için fizibilite çalışmaları yapılmaktadır

### Yıllara Göre Biogaz-Elektrik Üretimi



## Artılmış Atıksuyun Geri Kullanımı

		2013 YILI GERİ KAZANILAN SU MİKTARI		2014 YILI GERİ KAZANILAN SU MİKTARI		2015 YILI GERİ KAZANILAN SU MİKTARI		2016 YILI GERİ KAZANILAN SU MİKTARI		2017 YILI GERİ KAZANILAN SU MİKTARI 9 AYLIK DÖNEM	
		Arıtılmış Atıksu	Geri Kazanım Tesislerinde	Geri Kazanım Tesislerinde	Geri Kazanım Tesislerinde	Geri Kazanım Tesislerinde	Geri Kazanım Tesislerinde	Geri Kazanım Tesislerinde	Geri Kazanım Tesislerinde	Geri Kazanım Tesislerinde	Geri Kazanım Tesislerinde
Atıksu Arıtma Tesisi	Geri Kazanım Tesisi	Üretilen Arıtılmış Su	Üretilen Arıtılmış Su	Üretilen Arıtılmış Su	Üretilen Arıtılmış Su	Üretilen Arıtılmış Su	Üretilen Arıtılmış Su	Üretilen Arıtılmış Su	Üretilen Arıtılmış Su	Üretilen Arıtılmış Su	Üretilen Arıtılmış Su
	Mevcut Kapasitesi	Miktarı	Miktarı	Miktarı	Miktarı	Miktarı	Miktarı	Miktarı	Miktarı	Miktarı	Miktarı
	(m <sup>3</sup> /gün)	(m <sup>3</sup> /gün)	(m <sup>3</sup> /YIL)	(m <sup>3</sup> /gün)	(m <sup>3</sup> /YIL)	(m <sup>3</sup> /gün)	(m <sup>3</sup> /YIL)	(m <sup>3</sup> /gün)	(m <sup>3</sup> /YIL)	(m <sup>3</sup> /gün)	(m <sup>3</sup> /YIL)
Ataköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	5.000	2.637	962.505	2.639	963.235	1.298	473.880	843	308.541	838	228.122
Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	5.000	4.948	1.806.020	9.166	3.327.236	1.891	690.549	1.877	686.945	1.910	521.412
Tuzla İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	9.000	8.400	3.066.000	6.076	2.217.771	4.949	1.806.403	2.395	876.720	2.630	242.000
Paşaköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	Tesiste Kullanılan		4.800	1.752.000	18.059	6.591.707	16.000	5.840.001	20.481	7.475.687	23.927
	Riva Deresine Gönderilen	100.000	55.502	20.258.230	46.435	16.948.943	34.593	12.626.309	44.493	16.304.721	41.195
TOP-LAM	119.000	76.287	27.844.755	82.376	30.048.892	58.731	21.437.142	70.089	25.652.614	70.500	18.769.929

Paşaköy İleri Biyolojik Arıtma Tesisinde dezenfeksiyon ünitesinden geçen günlük 100.000m<sup>3</sup>'lük atıksu, 56 km'lik boru hattı ile Sabiha Gökçen Havaalanı, İstanbul Park, Tuzla Dericiler Sanayi Sitesi, askeri bölgeler, tersaneler ve Tuzla-Kadıköy sahil şeridi boyunca yeşil alanlara sulama suyu temin edilecektir. 50 km uzunluğunda hat tamamlanmıştır.

## HALIÇ'E BOĞAZDAN DENİZ SUYU TRANSFERİ

2013 yılı itibariyle Boğaz suyu Kağıthane deresine ulaştırılarak Haliç'e bol oksijenli deniz suyu aktarılmaya başlanmıştır. Bu uygulamanın en belirgin etkisi en fazla kirlilik yüküne sahip Haliç Adaları mevkiinde Çözünmüş Oksijen değerinin 5 mg/L'nin üzerine çıkması şeklinde gözlenmiştir.

Tarih	Debi (m <sup>3</sup> /gün)				
	2013	2014	2015	2016	2017
Ocak	108.000	2.912.400	583.200	7.291.800	0
Şubat	0	4.215.600	511.200	11.975.400	0
Mart	1.742.400	5.601.600	119.200	12.166.200	1.005.390
Nisan	1.717.200	4.960.800	51.300	9.822.600	966.060
Mayıs	1.591.200	3.448.800	1.209.722	13.392.000	4.067.280
Haziran	5.047.200	2.556.000	3.340.800	13.971.600	7.308.720
Temmuz	3.730.788	2.624.400	12.506.364	14.508.000	9.478.800
Ağustos	6.156.000	2.674.800	747.000	11.588.400	9.307.800
Eylül	4.960.800	2.527.200	6.100.200	9.073.800	8.883.000
Ekim	6.836.400	2.545.200	5.056.200	9.757.800	9.324.000
Kasım	2.592.000	1.656.000	2.962.800	8.631.000	
Aralık	2.678.400	493.200	5.461.200	1.512.000	
Toplam (Yıllık)	37.160.388	36.216.000	38.649.186	123.690.600	50.341.050
Ortalama (Günlük)	103.223	99.222	105.888	340.959	137.921

## ATIKSU HAVZA YÖNETİMİ VE SCADA

Atıksı Havzası Yönetiminde izlenen aşamalar beş ana dal altında toparlayabiliriz. Bunlar;

- **Atıksu Toplama Havzası:** Ana toplayıcı kolektörlerdeki atıksu kalite ve miktarının takip edilmesi, bunlar da Evsel Atıksular, Endüstriyel Atıksular ve Yüzeysel Sular (Dereler)

- **Arıtma Tesisi Girişi:** Tesise gelen atıksuların kirlilik yükü takip edilmektedir.
- **Proses:** Atıksuların arıtma verimi ve arıtılma süreci takip edilmektedir.
- **Arıtma Tesisi Çıkışı:** Arıtma Tesisi çıkışından alınan numunelerle arıtma işleminin verimi takip edilmektedir.
- **Alıcı Ortam:** Atıksu Arıtma tesislerinin alıcı ortama etkisini takip etmek için Deniz de, Haliç de ve Yüzeysel Sular (Dereleler) da numuneler alınmaktadır.

## Atıksu Toplama Havzası

İstanbul genelindeki Endüstriyel nitelikli atıksuların kaynakları tespit edilerek ön arıtma işleminden geçirilmesi sağlanmaktadır. Ön arıtma işleminin sağlıklı yapı- lıp yapılmadığı periyodik olarak numune alınarak, büyük debilerde kompozit numune alma cihazlarıyla ve sürekli ölçüm istasyonları ile takip edilmektedir.

Bu bağlamda Tuzla Atıksu Toplam Havzasında 13 adet endüstriyel kirlilik izleme istasyonu 8 adet kanalizasyon yapısı izleme istasyonu mevcuttur.

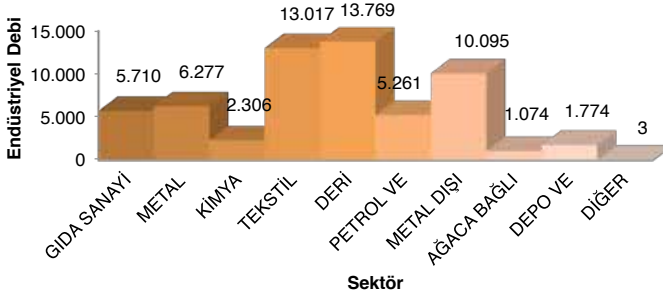
Sürekli izleme istasyonlarında pH, Sıcaklık, İletkenlik, Askıda Katı Madde (AKM), Toplam organik Karbon (TOC) parametreleri takip edilmektedir.

Ataköy Atıksu Toplama Havzasında 3 adet endüstriyel kirlilik izleme istasyonu ve 1 adet kanalizasyon izleme istasyonu kurulacaktır. Buralarda da pH, Sıcaklık, İletkenlik, Askıda Katı Madde, atıksuyun debisi ve seviyesi takip edilecek parametrelerdir.

## Endüstriyel Atıksu Sektörleri

Endüstriyel atıksu kaynakları sektörlerine göre ayrılarak her sektöre göre ön arıtma işlemi yaptırılmaktadır. Atıksu kirliliği kaynaklanan sektöre göre farklı parametrelerle takip edilmektedir.

### Debilerine göre endüstriye tesis dağılımı



## Yüzeysel Suların İzlenmesi

İçmesuyu ve Atıksu Havzalarında yer alan yüzeysel sular periyodik olarak numuneler alınarak ve sürekli ölçüm istasyonları vasıtasıyla izlenmektedir. İçmesuyu havzalarını besleyen derelerden periyodik numuneler alınmaktadır.

Sürekli ölçüm istasyonu olarak toplam üç istasyon mevcuttur ve bu istasyonlarda sürekli olarak Toplam 3 istasyon; debi, pH, Sıcaklık, Cöz. Oksijen, Toplam Fosfat, Toplam Azot, Amonyum Azotu, Askıda katı Madde, Toplam Organik Karbon parametreleri izlenmektedir.

## Atıksu Arıtma Tesisi Çıkışı Sürekli İzleme

Asya ve Avrupa yakalarında debisi 10.000 m<sup>3</sup>/gün üzerinde olan Atıksu Arıtma Tesislerinin çıkışlarına 14 adet sürekli atıksu izleme istasyonu kurulmuştur. Bu arıtma tesislerimiz şunlardır. Baltalimanı Ön Arıtma Tesisi, Yenikapı Ön Arıtma Tesisi, Ataköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi, Küçükçekmece Ön Atıksu Arıtma Tesisi, Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi 1, Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi 2, Büyükçekmece Ön Arıtma Tesisi, Kadıköy Ön Atıksu Arıtma Tesisi, Üsküdar Ön Atıksu Arıtma Tesisi, Küçüksu Ön Atıksu Arıtma Tesisi, Paşabahçe Ön Atıksu Arıtma Tesisi, Paşaköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi, Tuzla İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi, Şile Ön Atıksu Arıtma Tesisidir. Bu izleme sistemi ile pH, sıcaklık, iletkenlik, debi, çözünmüş oksijen parametrelerinin değerleri ölçülerek aralıksız olarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı İzleme Sistemi veri tabanına aktarılmaktadır.

## **Alıcı Ortamın İzlenmesi**

İdaremiz tarafından 1996 yılından itibaren İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü ve TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi vasıtasıyla Su Kalitesi İzleme Projesi yaptırılmaktadır.

Proje kapsamında; İstanbul Boğazında 6 nokta, Marmara Denizinde 17 nokta, Haliç'te 10 nokta ve İstanbul'un Karadeniz çevresinde 2 nokta olmak üzere toplam izleme noktasında belirlenen derinliklerde (sediment dahil) atmosferik, fiziksel, kimyasal ve biyolojik ölçümler aylık ve mevsimlik olarak yapılmaktadır.

TÜBİTAK'ın yanı sıra İdaremiz tarafından Haliç'te 2007 yılından itibaren müşterek belirlenen 11 istasyonda yüzeyden ve belirli derinliklerden alınan numunelerin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmaktadır.

2015-2016 çalışmasında örnekleme yapılan alanda 35 tür balık yumurta ve larvası tespit edilmiştir.

Son 10 yılda (2006'da en yüksek 36, 2013'de 31 tür) balık larva ve tür sayısında önemli bir değişim olmamakla beraber yıllar bazında farklı balık türlerinin bölgede bulunduğu görülmüştür.

Haliç özellikle iskorpit, gobiüs, kefal, sparid, horozbina gibi göç etmeyen yerel olan balık türlerinin yumurtlama alanlarıdır.

## **İstanbul Sahil ve Plajlarında Mikrobiyolojik İzleme**

İstanbul Boğazı ve Karadeniz'de 50, Marmara Denizi'nde 46 olmak üzere yaz aylarında (Mayıs – Eylül) toplam 96 noktadan 15 günde bir deniz suyu numunesi alınmaktadır.

Marmara havzası nüfus yoğunluğunun %60'ını teşkil ettiğimiz bilinciyle, Marmara Denizini gelecek nesillere daha temiz ve üretken bir deniz olarak bırakmak için çalışıyoruz...







**Prof. Dr. Fuat Alarçin**

*Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanı  
İstanbul Büyükşehir Belediyesi*

## **İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin Marmara Denizi Kentsel Kirlilik Önleme Faaliyetleri**

### **Giriş**

Marmara Denizi, insan sağlığı ve sürdürülebilir bir ekosistem varlığı açısından önemli bir yer teşkil etmektedir. Ülkemiz nüfusunun yoğun (Türkiye nüfusunun yaklaşık %25'i) bir bölümü Marmara Denizi etrafında yer almakta ve endüstri/ticaret merkezlerinin (yaklaşık %50) önemli bir bölümü de yine burada faaliyet göstermektedir. Bu sebeple havzadaki kirletici kaynaklar; endüstriyel, evsel, tarımsal alanlardan gelen kirleticiler ve gemi kaynaklı kirleticiler olmak üzere geniş bir yelpaze oluşturmaktadır. Bahsi geçen kirleticilerin etkisiyle Marmara Denizi'nin özümleme kapasitesi gün geçtikçe azalma göstermektedir. Bunun sonucu olarak Marmara Denizi'nde organik ve inorganik toksik kirleticilerin deniz suyu ve sedimentinde artış gözlenmiştir ve bu kirleticilere maruz kalan balık, deniz canlıları ve doğal yaşamın olumsuz etkilenmesi beklenmektedir (MEMPIS, 2008). Bu etkinin azaltılması, sağlıklı ve sürdürülebilir bir yaşam standartının uzun yıllar sağlanabilmesi için Marmara Denizi'nin kirlilik seviyesinin belirlenmesi ve önlenmesi amacıyla yapılan çalışmalar arttırılmalıdır. Bu çalışmada Marmara Denizine kıyası bulunan, ülkemizin jeopolitik, ekonomik ve sosyokültürel açıdan en önemli şehri olan İstanbul'da, Marmara Denizi'nde kirlilik kontrolüne yönelik yürütülen faaliyetler yer almaktadır.

Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığımız bünyesinde bulunan Deniz Hizmetleri Müdürlüğü tarafından kıyı ve denizlerimizin temizliği yapılmakta ve kir-

lilik önlemeye yönelik denetimler gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda yürütülen faaliyetlerimiz;

- Deniz yüzeyi, kıyı ve plaj temizliği,
- Dip tarama faaliyetleri,
- Gemilerden atık alımı,
- Atık kabul tesisi işletimi,
- Deniz denetimi ve
- Bilinçlendirme çalışmalarıdır.

## Deniz Yüzeyi, Kıyı ve Plaj Temizliği

Marmara kıyıları, Haliç ve Boğaz hattı boyunca özel tasarım 8 adet deniz yüzeyi temizleme teknesi ile deniz yüzeyi temizliği gerçekleştirilmektedir (Şekil 1). Deniz yüzeyinden ve dere ağızlarından toplanan atıklar (pet şişe, ekmek, ambalaj atığı, ahşap vb.) vinçli sıkıştırılmalı atık toplama araçlarına, çöp dubalarına veya çöp teknelerine aktarılmakta daha sonra da atık depolama alanlarına nakli sağlanmaktadır.



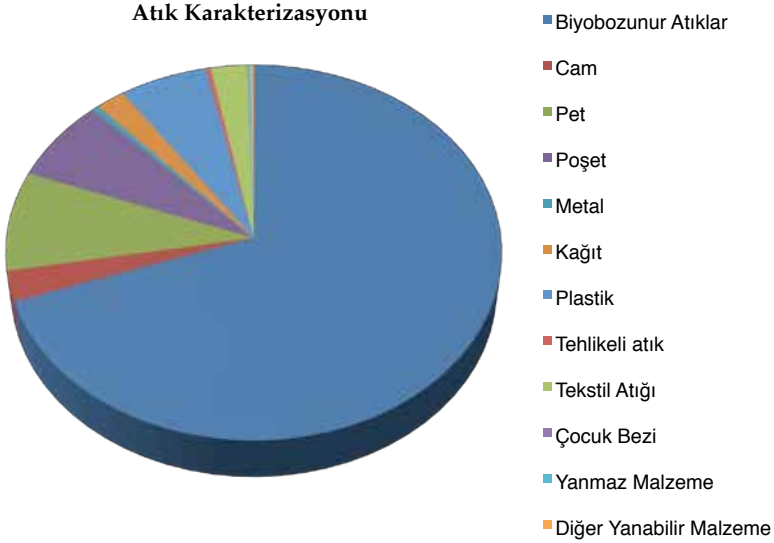
Şekil 1. Deniz yüzeyi temizleme teknesi

Deniz yüzeyi temizleme teknelerimiz ile 2016 yılında deniz yüzeyinden yaklaşık 5.000 m<sup>3</sup> atık toplanmıştır (Tablo 1) (İBB Faaliyet Raporu, 2016). Marmara Denizi yüzeyinde toplanan atıklar İBB Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı desteği

ile bir yüksek lisans tezi kapsamında incelenmiştir. Tez kapsamında İstanbul ili, deniz yüzeyindeki ve kıyıdaki atıkların toplanma yöntemleri ve bertarafına ilişkin aşamalar incelenmiştir. Daha etkin bir deniz yüzeyi ve kıyı atıkları yönetimine dayanak sağlaması amacıyla; deniz yüzeyi ve kıyıları dâhil, seçilen 10 bölgeden alınan atık numuneleri üzerinde, 2016 yılı boyunca, dört mevsimi temsil edecek şekilde; Nisan, Ağustos, Ekim ve Aralık aylarında karakterizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Karakterizasyon çalışması için kıyı ekipleri ve 8 adet deniz yüzeyi temizleme teknesi tarafından toplanan atık numuneleri gruplandırılarak tartım işlemi gerçekleştirilmiştir. Yapılan karakterizasyon çalışması sonucunda, tartım sonuçları değerlendirildiğinde İstanbul ili deniz yüzeyi atıklarının içeriğinin önemli bir bölümünün (yaklaşık %70) biyobozunur atıklardan oluştuğu tespit edilmiştir. Bunun yanında geri dönüştürülebilir atıklar ve diğer atıklar da denizden toplanan atıklar içerisinde mevcuttur (Şekil 2) (Doğan, 2017).

**Tablo 1. Yıllara göre deniz yüzeyinden toplanan atık miktarları**

Yıllar	Atık Miktarı (m <sup>3</sup> )
2013	4.230
2014	5.595
2015	5.172
2016	4.753
2017 (Ekim)	4.028



**Şekil 2. Marmara Denizi Yüzer Katı Atık Karakterizasyonu (Doğan, 2017)**

Deniz yüzeyinde oluşan kirliliğin önlenmesi amacıyla ihtiyaç duyulması halinde dere ağızlarına atık toplama bariyerleri çekilmekte ve atıkların geniş bir alana yayılması engellenmektedir. Deniz yüzeyi temizlik tekneleri konveyör bant ile deniz yüzeyindeki atıkları toplamakta ve tahliye konveyörü ile tahliyesini gerçekleştiren özellikte olup bu teknelerin bir kısmı üzerinde bulunan güneş panelleri ile ürettiği enerji ile aydınlatma ihtiyacını karşılamaktadır (Şekil 3).



**Şekil 3. Deniz yüzeyi temizlik teknesi**

Konveyör bant sistemi ile çalışan tekneler ile Kuleli-Üsküdar, Eminönü-Balat, Balat-Alibeyköy, Haydarpaşa-Bostancı, Üsküdar-Kurbağalidere, Beykoz-Sarıyer, Sa-

lıpazarı-Arnavutköy, Yenikapı-Bakırköy bölgelerinde her gün deniz yüzeyi temizlik faaliyeti yapılmaktadır.

Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı olarak Anadolu ve Avrupa yakasında toplamda 515 km'lik kıyı çizgisi boyunca kıyıya yakın deniz yüzeyinde, yürüyüş alanlarında, iskelelerde, derelerin denizle birleştiği noktalarda ve plajlarda temizlik faaliyetleri özel donanım/ekip/araçlarla etkin şekilde yürütülmektedir (Şekil 4). Bu kapsamda yürüyüş yollarında kullanılmak üzere 2 adet vakumlu süpürme aracı, özellikle plajlarda yosun atıklarının hızlı şekilde toplanmasını sağlayan 1 adet lastik tekerlekli kazıyıcı, yüzer haldeki yosunların toplanmasında kullanılan 1 adet amfibi yosun temizleme makinası, 2 adet atık nakil aracı, 2 vinçli atık toplama aracı, 1 adet yosun nakil teknesi, 3 adet traktör ve römork, 11 adet minibüs ve 1 adet açık kasa kamyon kullanılmaktadır. Bu çalışmaların yaklaşık 270 km'si Marmara Denizi kıyılarında yapılmaktadır. 2016 yılında toplam 442 personelle kıyılardan ve plajlardan yaklaşık 39.000 m<sup>3</sup> atık toplanmıştır. Toplanan atıklar poşetlenerek İstanbul Büyükşehir Belediyesi atık bertaraf tesislerine ulaştırılmaktadır.



Şekil 4. Kıyı ve plaj temizliği çalışmaları

## Dip Tarama Faaliyetleri

Akarsularda, havzalarından gelen ya da yataklardan sökülen sediment tanelerinin taşındığı, su ile katı tanelerin birlikte hareket ettikleri iki farklı akımın hidroliği ve taşınan sediment miktarının belirlenmesi, mühendislik açısından önem arz eden ancak incelenmesi güç problemlerdendir. Sedimentin hareketi ve taşınması her hidrolik koşul için farklı özelliklerde olmakta; bu da taşınım olayını karmaşık hale getirerek ölçümlerin yapılmasını güçleştirmektedir (Arit Çevre, 2017).

Haliç Islah Projesi kapsamında Haliç'e dökülen derelerin etkisinin incelenmesine ilişkin daha sonra yapılan bir çalışmada ise (Yüksel vd., 1999), Kağıthane, Alibeyköy ve Küçükköy derelerine ait yıllık ortalama debilerine karşılık gelen katı madde debileri hesaplanarak Tablo 2'de gösterilmiştir. Bu tabloda da belirtildiği gibi, söz konusu derelerin Haliç'e getirdikleri katı madde miktarı 560 ton/gün olarak hesaplanmış olup bu değer 204.400 ton/yıl'a ( $\sim 77.000 \text{ m}^3/\text{yıl}$ ) tekabül etmektedir. Bu çalışma dışında Haliç'e taşınan katı madde miktarları ile ilgili literatürde farklı değerler de bulunmaktadır.

**Tablo 2. Haliç'e Gelen Derelerin Yıllık Ortalama Debilere Göre Katı Madde Miktarları (Yüksel vd., 1999)**

Dere	Yıllık Ortalama Debi Q (m <sup>3</sup> /sn)	Sürüntü Debisi Q <sub>s</sub> (ton/gün)	Toplam Debi Q <sub>r</sub> (ton/gün)
Kağıthane	4,559	99,35	420,17
Alibeyköy	0,400	24,75	75,99
Küçükköy	0,470	23,61	66,03
Toplam	-	-	562,19 ( $\sim 77.000 \text{ m}^3/\text{yıl}$ ) ( $\sim 375 \text{ m}^3/\text{gün}$ )

Mevcut durum itibariyle, literatür değerlerinin fiili ölçüm verileri ile mukayese si mümkündür. İBB Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı Deniz Hizmetleri Müdürlüğü tarafından Haliç'te 2004-2013 yılları arasında yapılan tarama ile Haliç'ten uzaklaştırılan sediment miktarları Tablo 3'de gösterilmektedir.

**Tablo 3. Haliç'te Tarama ile Uzaklaştırılan Sediment Miktarları (2004-2013)**

Yıllar	Çıkarılan Toplam Miktar		Katı Madde Miktarı -%38-
	(m <sup>3</sup> )	(ton)	(ton)
2004	74.120	96.356	36615
2005	48.320	62816	23870
2006	44.740	58162	22102
2007	46.960	61048	23198
2008	109.200	141.960	53945
2009	12.500	16.250	6.175
2010	14.000	18.200	6916
2011	70.000	91.000	34580
2012	126.400	164.320	62442
2013	46.278	60.161	22861
10 Yıllık Tarama Toplamı	592.518	770.273	292.704
Yıllık Ortalama	59.251	77.027	29.270

Erozyonla gelen materyaller göllerin, barajların ve haliçlerin dibinde sediment birikintisine ve artılmamış evsel ve endüstriyel atıksularda çözünmüş halde bulunan organik kirleticiler alıcı ortamda biyolojik aktivitenin artmasına ve su kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır (MNE Çevre, 2013). Kirlenmeye karşı hassas olan göllerin, barajların, akarsuların ve haliçlerin çevreyle uyumlu sürdürülebilir yönetilebilmesi için gerekli çevresel planlamaların ve önlemlerin alınarak korunması gerekir. Haliç ve dere ağızlarında yağış, seller ve diğer etkenlerle önemli miktarlarda katı madde taşınımı sonucu oluşan çevre ve görüntü kirliliği olumsuzluklarını önlemek amacıyla bu bölgelerde temizleme ve tarama faaliyetleri Deniz Hizmetleri Müdürlüğümüz tarafından gerçekleştirilmektedir (Şekil 5). Mevcut durumda yürütülen dip tarama faaliyetleri; 2 Adet Endüstriyel Ekskavator, 1 Adet Standart Ekskavator, 1 Adet Çamur Tarama Teknesi (Yengeç), 14 Adet Damperli Kamyon ve 1 Adet Amfibi Tarama Makinası ile yürütülmektedir. Tarama kapasitesi ve iş verimimizin artırılması amacıyla 1 adet Dubalı Dip Tarama Makinası, 2 adet Açılır Duba Teknesi'nin de Mart 2018'de hizmete alınması planlanmaktadır.



Şekil 5. Dip tarama faaliyetleri

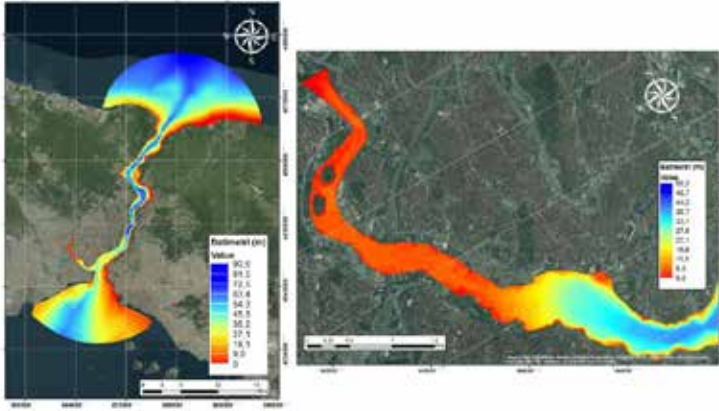
Dere ağzı ve koylarda yapılan temizlik çalışmaları kapsamında yılda ortalama 70.000-100.000 m<sup>3</sup> çamur taraması yapılmaktadır. Yıllara göre Haliç ve derelerden çıkarılan çamur miktarları Tablo 4’de verilmektedir (İBB Faaliyet Raporu, 2016). Çıkarılan çamur bertaraf tesislerine götürülerek orada bertaraf edilmektedir.

Tablo 4. Haliç ve derelerden çıkarılan çamur miktarları (yıllara göre)

Yıllar	Haliç’ten çıkarılan (m <sup>3</sup> )	Derelerden çıkarılan (m <sup>3</sup> )	Toplam (m <sup>3</sup> )
2013	82.501	18.225	100.726
2014	64.535	18.502	83.037
2015	39.706	56.696	96.402
2016	21.941	60.337	82.278
2017 (Ekim)	3.500	32.500	36.000

Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı tarafından yürütülen çalışmalar kapsamında Kemikli, Ayamama, Kağıthane ve Göksu Dereleri En Uygun Su Akımın Sağlanması İçin Tarama Derinliğinin ve Periyodunun Belirlenmesi ve Alternatif Önlemlerin Araştırılması İşi kapsamında doğal batimetrik kot, sediman/su akış hızı ve ölçme periyotları belirlenerek tarama yapılması amaçlanmaktadır. Modelleme çalışmalarına esas teşkil etmek üzere Haliç batimetrisi oluşturulmuştur. Modelleme alanının tamamının batimetrisi (a) ve Haliç batimetrisi (b) Şekil 6’da verilmiştir.





Şekil 6. Boğaz ve Haliç batimetri haritası

Ayrıca Mart 2017’de tamamlanmış ve yürütülmekte olan “Haliç’te Tarama Sonrası İyi Su Durumunu Sağlayıcı İlave Koruma Tedbirleri Ana Planı” projesi ile İstanbul Haliç’te 1996-98 Taraması ve Rehabilitasyon Faaliyetleri sonrası, iyi su durumunun sağlanması ve sürdürülebilirliği ile ilgili temel koruma tedbirlerinin belirlenerek, orta vadede (2016–2023) gerçekleştirilecek proje ve eylemler ortaya konmuştur. Proje kapsamında Haliç’te güncel batimetri, Haliç’i kirleten kaynaklar ve kirlilik yükleri ile güncel su kalitesi durumu değerlendirmiş ve Haliç’teki mevcut durum bir hidrodinamik model yardımıyla analiz edilmiştir. Proje sonunda Haliç’te tarama sonrası iyi su durumunu sağlamak üzere, orta ve uzun vadede alınması gereken başlıca tedbir ve eylemler ortaya konmuştur.

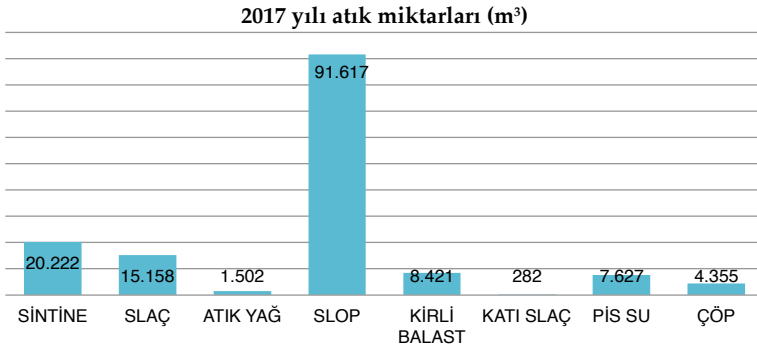
Haliç’ten çıkarılan ve bertaraf edilmek üzere taşınan tarama malzemesi muhtevasında katı madde oranı oldukça düşüktür (%15-20). Bu nedenle bertaraf öncesi bir ön işlem ile çamurdaki su oranı azaltılmak ve buna bağlı olarak bertaraf ve taşıma maliyetinin düşürülmesi amacıyla Haliç Çamur Susuzlaştırma Tesisi yapımı planlanmaktadır. Proje kapsamında Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı Eyüp Yerleşkesinde kurulacak olan tesiste dip tarama çamurlarında %80-85 olan su oranının %40'lara düşürülmesi hedeflenmektedir. Bu tesisin işletmeye alınmasıyla bertaraf tesislerine 25-30 sefer/gün olarak yapılan taşıma sıklığının 5-6 sefer/gün mertebesine düşmesi beklenmektedir.

## Gemilerden Atık Alımı

Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ve Büyükşehir Belediyesi Kanunu 7(i) bendine göre Uluslararası MARPOL 73/78 kapsamında (EK

I, IV ve V'de) yer alan atıklar İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı'na ait lisanslı atık alım gemileri ile alınmaktadır. Büyükşehir Belediyesi Kanunu'nun 7.nci maddesi (i) bendinde yer alan; "Sürdürülebilir kalkınma ilkesine uygun olarak çevrenin, tarım alanlarının ve su havzalarının korunmasını sağlamak; .....; deniz araçlarının atıklarını toplamak, toplatmak, arıtmak ve bununla ilgili gerekli düzenlemeleri yapmak" ifadesi ile belediyemiz yetki, görev ve sorumluluğuna verilen "Deniz araçlarının atıklarının alınması " hizmetine 2005 yılı itibari ile başlanılmıştır (Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 2004). Bu kapsamda belirtilen hükümler çerçevesinde gemi, acenta, liman, tersane, marina ve balıkçı barınaklarının talebi olması durumunda ücreti mukabilinde atık alım hizmeti Deniz Hizmetleri Müdürlüğümüz tarafından verilmektedir.

Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği mevzuatı çerçevesinde Lisanslı 11 adet kiralık ve 3 adet Belediyemize ait olmak üzere toplam 14 adet atık alma gemisi ile 7/24 petrol türevli (sintine suyu, slop, slaç, kirli balast, atık yağ vb.) atıklar, zehirli sıvı, pis su ve çöp atıkları toplanmaktadır. Toplanan atıklar bertaraf edilmesi veya geri kazanımı için Haydarpaşa'da bulunan Atık Kabul Tesisine gönderilmektedir. 2017 yılı Ekim ayı itibari ile tesise kabul edilen atık miktarları Şekil 7'de verilmektedir. 2017 yılı Kasım ayı itibariyle yaklaşık 155.000 m<sup>3</sup> gemi kaynaklı atık alınmıştır. Alınan atıkların yaklaşık %15'i Çevre ve Şehircilik Bakanlığında Lisanslı firmalara bertarafı ile ekonomiye kazandırılmaktadır.



Şekil 7. Haydarpaşa Atık Kabul Tesisine gönderilen atık miktarları (2017 Ekim ayı itibariyle)

Liman dışı sefer yapan yolcu gemileri, 150 groston ve üstündeki petrol tankerleri ile 400 groston ve üstündeki diğer gemilerin yapmaları gereken atık verme yükümlülüklerinin etkin olarak takibini sağlamak amacıyla Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından “Gemi Atık Takip Sistemi” (GATS) oluşturulmuş ve 2011/2 sayılı Gemi Atıklarının Bildirimi ve Kontrolü Genelgesi yayınlanmıştır. Bu sistemle gemilerin atık verme talepleri, atık alım yükümlülerince atıkların alınması, atık kabul tesislerinde depolanması ve bertarafa gönderilmesi aşamasında yapmaları gereken bildirimlerin elektronik ortamda veri girişinin ve kontrolünün sağlanması amaçlanmaktadır.

Mavi Kart Sistemi GATS içerisinde sayılan gemiler dışında atık üretecek donanımaya sahip bütün gemiler, atık alım hizmeti veren balıkçı barınakları, yat limanları, çekek yerleri ve buna benzer kıyı tesisleri ile kara ile bağlantısı olmayan yüzer tekne bağlama yerleri ve buna benzer platformlara gelen gemilere uygulanacak olan atık alım hizmetinin takibini sağlamak amacıyla oluşturulmuş bir uygulamadır. Mavi Kart Sistemi Projesi “Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinin” Ek-5’inde yer alan “Atık Transfer Formu” ile atık alım işlemleri yürütülen deniz araçlarından atık alma ve bu atıkların takibi sürecinin daha kolay ve hızlı bir şekilde yürütülmesi amacıyla Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca uygulamaya konulmuştur.

Mavi Kart Sistemi’nin oluşturulması ve sistemin uygulanmasından sorumlu kurum ve kuruluşlarca yapılacak iş ve işlemlere ilişkin usul ve esaslar, 2013/12 sayılı Gemi Atık Takip Sistemleri Uygulama Genelgesi ile belirlenmiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hayata geçirilen Mavi Kart Uygulaması ilk olarak İstanbul’da uygulamaya alınmıştır. Bu uygulama ile balıkçı barınakları, yat limanları ve buna benzer kıyı tesislerine gelen tüm gemilerin atıklarının etkin olarak takibi yapılmakta ve elektronik ortamda veri girişi, takibi ve kontrolü sağlanmaktadır. Her araç için ayrı olarak tanımlanan kartlar kıyı tesislerinde kurulu Mavi Kart Atık Alım Noktalarına yerleştirilerek deniz taşıtıdan atık alımı yapılmakta ve işleme ait detaylar sisteme elektronik olarak yüklenmektedir. Bu uygulama ile bilgiler çevrimiçi olarak daha güvenli bir ortamda tutulmakta ve ihtiyaç halinde anında erişim mümkün olmaktadır.

İstanbul deniz sınırları içerisinde yukarıda özellikleri belirtilen deniz araçlarına ait “Atık Transfer Formu” ve “Mavi Kart” denetimleri Müdürlüğümüz deniz kirliliği denetim ekipleri tarafından yapılmakta olup atık verdiğine dair gerekli bildirimlerini yapmadığı tespit edilen deniz araçları ilgililerine belirtilen mevzuat hükümleri çerçevesinde gerekli yasal işlemler uygulanmaktadır.

## Atık Kabul Tesisi İşletimi

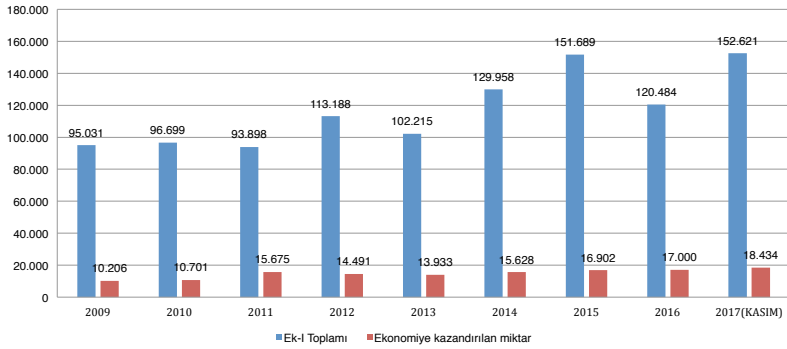
Toplamda 1040 m<sup>2</sup>'lik bir alanda kurulu olan Haydarpaşa Atık Kabul Tesisi'nde gemilerden Marpol Sözleşmesi Ek I, IV ve V kapsamında toplanan atıkların bertarafı ve geri kazanımı gerçekleştirilmektedir (MARPOL, 1973). Haydarpaşa Atık Kabul Tesisi'nin toplam tank depolama kapasitesi 1580 m<sup>3</sup>'tür. Susuzlaştırma sonucu oluşan atık suyun arıtılması için kurulan kimyasal arıtma ünitesinin kurulu kapasitesi 1000 m<sup>3</sup>/gün olup, fiili kapasitesi ise 720 m<sup>3</sup>/gün'dür (Şekil 8).



Şekil 8. Haydarpaşa Atık Kabul Tesisi görüntüsü

Marpol Ek-I kapsamında toplanan petrol ve petrol türevi atıklar susuzlaştırıldıktan sonra kalan atık geri kazanılmakta veya bertaraf edilmektedir. 2016 yılında gemilerden alınan 120.484 m<sup>3</sup> petrol türevli atık susuzlaştırma işlemine tabi tutulmuş ve 17.000 m<sup>3</sup> susuzlaştırılmış petrol türevli atık geri kazanıma gönderilmiştir (Şekil 9) (İBB Faaliyet Raporu, 2016).

## Yıllara Göre Ek-I Atık Alım Miktarları ve Ekonomiye Kazandırılan Miktarlar



Şekil 9. Petrol türevli deniz atıklarının susuzlaştırılmasıyla geri kazanılan miktar (m³)

Marpol 73/78 Ek-IV kapsamında toplanan pis sular ile petrol ve petrol türevli atıklardan ayrıştırılarak kimyasal arıtmaya tabi tutularak İSKİ kanalizasyon sistemine deşarj edilmektedir. Ek-V kapsamında toplanan çöp atıkları, karadan aktarma istasyonlarına veya düzenli depolama sahalarına nakledilerek bertaraf edilmektedir.

Gemilerden alınan atıkların bertarafı ve geri kazanımı için fiili kapasitenin artırılması amacıyla Tuzla Atık Kabul Tesisinin kurulması planlanmaktadır (Şekil 10). Planlanan bu tesiste yıllık ortalama 400.000 m³ gemi kaynaklı atığın susuzlaştırılması beklenmektedir. Tuzla Atık Kabul Tesisi'nde tank depolama kapasitesi 17.400 m³ olması planlanmaktadır.



Şekil 10. Tuzla atık kabul tesisi

2017 Kasım ayı itibarı ile İstanbul İli deniz sınırlarından 42.553 adet gemi geçmiştir. Bu gemilerin yaklaşık 9000 adedinin tanker olduğu tespit edilmiştir (Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, 2017). Bu verilerin kabulü ile limanlara uğrayan gemilerin %50'sinin ve transit geçiş yapan gemilerin %15'inin (yaklaşık 10.000 gemi) atık vereceği kabulü ile Tuzla Atık Kabul Tesisi'nde yıllık atık alım miktarı ortalama 350.000 m<sup>3</sup> - 400.000 m<sup>3</sup> olması beklenmektedir.

## Deniz Denetimi

İstanbul Boğazı ve Marmara'da gemi kaynaklı kirliliğin önlenmesi amacıyla Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı Deniz Hizmetleri Müdürlüğü tarafından periyodik olarak denetimler yapılmaktadır. Yılda yaklaşık 45.000 geminin geçtiği İstanbul Boğazı ve demirleme sahalarında denetimler helikopter, insansız hava araçları (İHA), yüksek kalitede yakınlaştırma özelliğine sahip kameralar ve çevre denetim botları ile 7/24 gerçekleştirilmektedir. Deniz araçlarından kaynaklanan deniz kirliliği denetiminde İHA kullanılması, özellikle deniz seviyesinden ve tekne üzerinden tespit edilemeyen petrol türevli sızıntıların havadan erken fark edilerek anında müdahale imkânı sunmakta ve kirletici kaynağı ve sorumlularının hızlıca tespitine imkân vermektedir.

Denetimler sırasında gemilerin demirleme ve bağlama yerleri, balıkçı barınakları, marinalar ile kıyı, iskele ve rıhtımlarda bağlı vaziyette bekleyen deniz araçlarından kaynaklanan katı atık veya evsel atıksu deşarjı, kirli balast, petrol türevi, sintine deşarjı, tehlikeli madde ve kimyasallarla kirlilik oluşturulması durumlarında ilgili bölgeden numune alınmakta ve Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı'nın akredite çevre laboratuvarında analiz edilmektedir. Sularla taşınan ve şüpheli kaynaktan gelen petrol ve petrol ürünlerinin tespiti için parmak izi analiz metodu kullanılmaktadır. Bu yöntem ile Deniz yüzeyindeki petrol kirliliğinin, yakınındaki ve/veya şüphelenilen hangi gemiden kaynaklandığının tespit edilmektedir. Şüpheli kaynaktan alınan numuneler laboratuvarlarımızda ilk önce ön analize tabi tutulmaktadır. Analizler infrared spektrofotometrik metodla TS 12236 Standardına göre, floresans spektrofotometrik metodla TS11803 Standardına göre, gaz kromatografik metodla TS 11723 Standardına göre ya da sıvı kromatografik metod ile TS 11722 Standardına göre yapılmaktadır. Numunelerin kirletici özelliğinin tespit edilmesi halinde sorumlular hakkında gerekli idari işlem uygulanmaktadır.

Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı olarak deniz denetim kapasitemizi ve verimimizi arttırmaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Öncelikli olarak Başkan-

lığımızca sürdürülen gemi kaynaklı deniz kirliliği denetimlerimizde kullanılan ekipmanların geliştirilmesi yönünde çalışmalara başlanmıştır. Bu kapsamda İstanbul kıyılarına kurulan yüksek çözünürlüklü kameralar ile denizde oluşabilecek petrol türevli kirliliklerin erken tespit edilebilmesi amacıyla bu kameralara entegre radar ve sensör sistemlerinin yakın zamanda devreye alınması planlanmaktadır. Söz konusu sistemlerin yerli teknolojiler kullanılarak kurulması amacıyla Aselsan ve Yıldız Teknik Üniversitesi ile geliştirilmekte olan Deniz Kirliliği Erken Tespit Sistemi Projesi çalışmalarına başlanmıştır. Bu sistem ile Marmara Denizi ve İstanbul Boğazında gemi kaynaklı kirleticilerin erken tespiti amaçlanmaktadır. Deniz yüzeyinde oluşabilecek herhangi bir petrol türevli kirliliği radar ile tespit etmesi akabinde otomatik olarak termal kamera ile kirliliğin olduğu alandan görüntü alınarak kontrol merkezine iletilecektir (Şekil 11). Kontrol merkezinde herhangi bir kirlilik tespit edilmesi durumunda sistem otomatik olarak alarm verecektir. Alınan veriler operatör tarafından değerlendirilecek olup aynı zamanda AİS (Automatic Identification System- Otomatik Tanıma Sistemi) ile entegre olan sistemden kirliliğin kaynağı olan gemi tespit edilebilecektir. Gemi kaynaklı olmayan kirliliklerde ise kirliliğin takibi yapılarak kaynağına ilişkin veri elde edilecektir.



Şekil 11. Kamera radar sistemi akış şeması

Sistem sayesinde oluşacak herhangi bir petrol türevli deniz kirliliği erken tespit edilebileceğinden kirliliklere yayılmadan daha hızlı bir şekilde müdahale edilebilmesi için ilgili kurumların harekete geçirilmesi sağlanacaktır. Bu proje ile Marmara Denizi ve İstanbul Boğazında gemi kaynaklı kirliliğin önemli ölçüde azaltılması beklenmektedir.

## Bilinçlendirme Çalışmaları

Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı olarak deniz çöplerinin kıyı alanlarda ve deniz ortamında; deniz suyu kalitesi ve ekolojiye verdiği olumsuz çevresel etkileri ortaya koymak, bu konuda toplumun her kesiminde farkındalık oluşturmak ve konuya yönelik halkın hassasiyetini artırmak amacıyla farklı etkinlikler (anket çalışmaları, eğitimler, farkındalık çalışmaları vb.) düzenlemektedir. 2017 yılı boyunca yapılan faaliyetler kapsamında toplamda 10.000' e yakın kişinin katılımıyla eğitim ve farkındalık çalışmaları yapılmıştır.

Deniz, kıyı ve plaj temizliği ile denetim faaliyetlerinin yanı sıra deniz kirliliği hakkında bilinç düzeyini arttırmak, yapılan çalışmaların sürdürülebilir ve etkin olmasını sağlamak amacıyla gün içinde yoğunluğu yüksek merkezlerimizde deniz kirliliği ile ilgili anket çalışmaları yapılmaktadır. Yapılan anket sonucu sorulara verilen cevaplara ilişkin oranlar Şekil 12'de verilmiştir.



Şekil 12. Anket çalışması sonuçları

Bunun yanı sıra okul, izci kampları ve İsmek kurslarında eğitimler ve çeşitli kamu kurumu ve STK'lar ile ortak farkındalık faaliyetleri düzenlenmektedir (Şekil 13). Ayrıca sosyal medya ile de yapılan çalışmalarımız paylaşılmaktadır.



Şekil 13. Bilinçlendirme çalışmaları



## Sonuç ve Değerlendirme

Marmara Denizi çeşitli kirlilik yüklerine maruz kalan bir iç denizimizdir. Havzadaki kirletici kaynaklar; endüstriyel, evsel, tarımsal alanlardan gelen kirleticiler ve gemi kaynaklı kirleticiler olmak üzere birçok farklı türden oluşmaktadır. Bahsi geçen kirleticilerin etkisiyle Marmara Denizi'nin özümseme kapasitesi gün geçtikçe azalma göstermektedir.

Sürdürülebilir bir yönetim stratejisi oluşturmak ve kirlilik yüklerinin çevresel etkilerini azaltmak amacıyla Marmara Denizi ve Haliç'te kıyı yönetimine yönelik master planlar hazırlamaktayız. Bunun yanı sıra denetim kapasitemizi geliştirmeye yönelik yeni teknolojilerin kullanıldığı yerel ve milli sistemlerin geliştirilmesi yönünde projeler planlamaktayız.

## Referanslar

Arıt Çevre (2017). Haliç'te Tarama Sonrası İyileştirme Su Durumunu Sağlayıcı İlave Koruma Tedbirleri Ana Planı Projesi Haliç Master Planı. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı Deniz Hizmetleri Müdürlüğü adına Arıt Çevre Teknolojileri Araştırma Geliştirme Ltd. Şti, İstanbul, Mart 2016.

Denizlerin Gemiler Tarafından Kirletilmesinin Önlenmesi Hakkında Uluslararası Sözleşme (MARPOL 73/78), 1973; Resmi Gazete Tarihi: 24/6/1990, Resmi Gazete Sayısı: 20558.

Doğan, N. (2017). Deniz Yüzeyi Atıklarının Yönetimi: İstanbul İli Örneği Yüksek Lisans Tezi. Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete Tarihi: 26/12/2004, Resmi Gazete Sayısı: 25682, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Faaliyet Raporu, 2016. [www.ibb.istanbul/Uploads/2017/4/2016-Yili-iBB-Faaliyet-Raporu.pdf](http://www.ibb.istanbul/Uploads/2017/4/2016-Yili-iBB-Faaliyet-Raporu.pdf)

MEMPIS, 2008; Marmara Denizi Çevre Master Planı ve Yatırım Stratejileri Projesi; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü.

MNE Çevre (2013). Haliç ve Dere Ağzlarında Taranacak Dip Çamurunun Yoğunlaştırılması ve Susuzlaştırılması Projesi İşi. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı Deniz Hizmetleri Müdürlüğü adına MNE Çevre Mühendislik ve Müşavirlik Ltd. Şti, İstanbul, Kasım 2013.

Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, 2017. <https://atlantis.udhb.gov.tr>

Yüksel, Y., Ağaçoğlu H., Çoşar, A., Çelikoğlu, Y., Gürer, S. (1999). Haliç Islah Projesinde Kağıthane ve Alibeyköy Derelerinin Etkisinin İncelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yıldız İstanbul, 1999.





## **Hakan Bebek**

*Sahil Hizmetleri Dairesi Başkanı*

*Bursa Büyükşehir Belediyesi*

## **Bursa Büyükşehir Belediyesi & Buski Marmara Denizi Kentsel Kirlilik Önleme Faaliyetleri**

### **Giriş**

6360 sayılı yasa ile Bursa Büyükşehir Belediye sınırları ve hizmet alanı genişlemiştir. Bursa'nın sanayi, tarım, tarih, turizm kenti olmasının yanında kıyı potansiyelinin de harekete geçirilerek Bursa'nın bir Kıyı Kenti yapılması amacıyla Marmara'nın Güney kesiminde kirlilikle mücadele yeni dönemde temel hedef haline getirilmiştir.

Halkımızın turizm ve rekreasyon amaçlı kıyılardan yararlanabilmesi, kıyı ve plajlarda plaj temizliği ve bakım ve onarım hizmetlerinin daha nitelikli ve hızlı biçimde verilebilmesi amacıyla Sahil Hizmetleri Dairesi Başkanlığı kurulmuştur. Birim yıllardır ihmal edilen Güney Marmara'nın Bursa kıyılarında koruma ve kullanım konusunda faaliyetler göstermektedir.

Bursa Büyükşehir Belediyesinin bu yaklaşımı atıksuların arıtılması konusunda da harekete geçirilmiş, BUSKİ marifetiyle kıyılarda yer alan yerleşimlerin atık sularının ileri biyolojik arıtma yapılarak derin deniz deşarjı yapılması için başlayan çalışmalar tamamlanmış, 2018 yılında devreye alınacaktır. Dolayısıyla Bursa kentinden kaynaklanan atıksuların tamamına yakını ileri biyolojik arıtmadan geçerek en büyük alıcı ortam olan Marmara Denizini kirletmeyecektir.

## BURSA'NIN KIYI VARLIĞI

Güney Marmara'da Bursa'nın kıyı varlığı Karacabey ilçesi 32 km, Mudanya ilçesi 43 km, Gemlik ilçesi 40 km olmak üzere toplam 115 km'dir. Göl kıyı varlığı ise Ulubat (Apolyont) gölü 82 km, İznik gölü 80 km olmak üzere toplam 162 km'dir. Dolayısıyla Bursa'nın Toplam kıyı varlığı 277Km'dir

## KIYI VE PLAJ TEMİZLİĞİ

2015 Nisan ayından bugüne 115 km kıyı şeridi ve 24 adet halk plajında kıyı ve plaj temizliği hizmeti verilmektedir. Plaj Temizliği hizmeti 6 aylık yaz sezonu boyunca 59 temizlik işçisi, 2 operatör ve 1 kontrol mühendisi marifetiyle yapılmaktadır. Kış aylarında ise 3 ekip başı, 15 temizlik işçisi ile devam edecektir. Bursa Kıyı ve Deniz Atıkları Yönetimi aşağıda özetlenmiştir.



24 araç ve ekipman ile kıyı ve plaj temizlik işi yürütülmektedir.



Kum eleme araçlarıyla yaz sezonu boyunca 2000m<sup>3</sup> atık toplanmış hafriyat döküm alanına nakledilmiştir. Bugüne kadar Bursa Halk Plajlarına kum nakli 6136m<sup>3</sup> yapılmıştır. Kum nakli yapılan halk plajlarına kepçeler yardımıyla kum serme ve tesviye çalışmaları yapılmıştır. Bursa kıyı ve plajlarından 2015-2017 yıllarında 800 ton atık toplanmıştır. Toplanan atığın %20'si geri dönüştürülebilen atıklar olup sahada ayrı toplanmaktadır. Toplanan atıklar niteliğine göre ayırma tesislerine ve düzenli depolama alanına gönderilmektedir.

## DENİZ SÜPÜRGELEİ İLE DENİZ YÜZEYİ TEMİZLİK HİZMETİ

Bursa Büyükşehir Belediyesi deniz sınırları dâhilinde yer alan, Gemlik körfezi ve Mudanya Sahilinde Temmuz 2015 tarihinden itibaren temizlik çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Kıyı temizlik ekiplerince karadan alınamayacak atıklar toplanmaktadır. Hizmet yıl boyu kesintisiz devam etmektedir. Deniz yüzeyindeki atıklar deniz yüzeyi temizleme tekneleri tarafından konveyör bant sistemi ile teknenin haznesine alınmaktadır. Genel olarak pet şişe, poşet, kapak, ambalaj atıkları, strafor, ağaç dalları, bitki parçaları toplanmaktadır. 2015-2017 yılları arasında deniz yüzeyinden toplanan atık miktarı 420m<sup>3</sup> tür.



Gemiler araç takip sistemi ile izlenip yönlendirilmektedir.

## BİLİNÇLENDİRME VE TANITIM FAALİYETLERİ

İl Milli Eğitim Müdürlüğü ile yapılan işbirliği çerçevesinde okullarda “Denizlerimizi Koruyalım, Yaşatalım, Plajları Tanıyalım” başlıklı eğitimler sunusu düzenlenmiştir. 2016-2017 Eğitim Öğretim yıllarında 1500 öğrenciye eğitim verilmiş olup 2017-2018 yıllarında 10000 öğrenciye ulaşılması hedeflenmektedir.



İl Millî Eğitim Müdürlüğü ile yapılan işbirliği çerçevesinde okullarda verilen eğitim ardından sahada temizlik yapılmaktadır. Kent gönüllülerin çalışma zemini olan Kent Konseyi ile ortak çalışmalar yapılmıştır.



## ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ İLE İŞBİRLİKLERİ

Bursa Büyükşehir Belediyemiz ve Uludağ Üniversitesi ile ‘Çevrenin Korunması, Çevre Bilincinin Geliştirilmesi, Çevre Sorunlarının Çözümüne Katkı Sağlaması İşbirliği Protokolü’ yapılmıştır. 10-12 Ekim 2017 tarihleri arasında ‘‘Ulusal Çevre, Deniz ve Kıyı Kirliliği Sempozyumu (UCEDKKS 2017/Bursa)’’ gerçekleştirilmiştir. Sempozyuma 350 kişi katılım sağlamış 6 oturumda 14 salonda toplam 66 sözlü, 10adet poster bildiri sunulmuştur. Sempozyum Sonuç bildirisi yayınlanmıştır.

Halk plajlarının tanıtımını yapmak amacıyla billboardlarda plajlar tanıtılmıştır.





Yapılan hizmetlerin vatandaşa ulaşması ve vatandaşın Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılan kıyı ve plaj temizliğinden ve imalatlardan (yürüyüş yolları, duş, wc, aydınlatma vb.) ne derece memnun olduğunu tespit etmek ve daha iyi hizmet verebilmek adına vatandaş memnuniyeti anketleri düzenlendi.

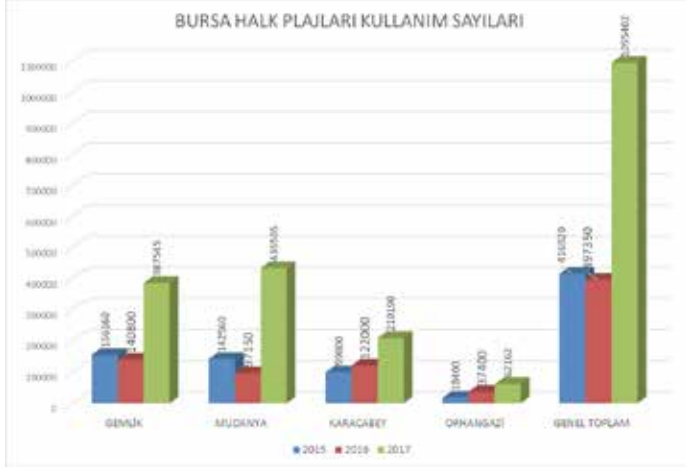
İmalat yapılan plajlardaki yapılan anket sonucunda;

- Personel davranışlarından %94,
- Verilen hizmetlerden genel memnuniyet %85 oranında sağlanmıştır.





2017 yılı yüzme sezonunda plajları kullanan toplam kişi sayısı yaklaşık 1.500.000 kişi olarak tespit edilmiştir. 2015 yılında plajları kullanan kişi sayısı 700.000 olarak tespit edildiği düşünüldüğünde plaj kullanımında 2 katı aşan artış sağlanmıştır.



## **BURSA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ BURSA SU VE KANALİZASYON İDARESİ (BUSKİ) FAALİYETLERİ**

İSKİ Kanununun geçici 10. madde ve Bakanlar Kurulu 08.09.1989 tarih, 89/14524 sayılı kararı ile Bursa Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı olarak Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü kurulmuştur.

30 Mart 2014 yerel seçimler ile birlikte BUSKİ sorumluluk alanı 17 ilçede 11.000 km<sup>2</sup>'ye genişlemiştir.

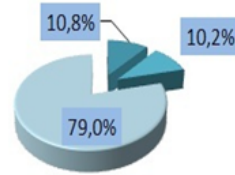
Bursa günlük atıksu miktarı  $719.546 \text{ m}^3/\text{gün}$ 'dür. Toplam Arıtılan Atıksu ise  $627.462 \text{ m}^3/\text{gün}$  olup atıksuların %86'sı arıtılmaktadır. Planlanan tesislerin devreye girmesiyle bu oran %95 olacaktır. (2018)

Arıtılan Atık Suyun Havza bazlı dağılımı  
 Marmara Havzası :  $91.298 \text{ m}^3/\text{gün}$  ( % 13 )  
 Susurluk Havzası :  $418.756 \text{ m}^3/\text{gün}$  ( % 58 )  
 Sakarya Havzası :  $117.408 \text{ m}^3/\text{gün}$  ( %16 )



İlimizin 17 ilçesinin 14 tanesinde İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisleri bulunmaktadır. Eksik kalan Keles, Büyükorhan ve Harmanlık İlçe merkezi İleri Biyolojik AAT projeleri tamamlanmak üzeredir.

	2016 Nüfus, kişi	Oran, %
Sakarya Havzası	311.926	10,8%
Marmara Havzası	297.129	10,2%
Susurluk Havzası	2.292.339	79,0%
<b>Bursa Toplam Nüfus</b>	<b>2.901.394</b>	



	2016 yılı itibarıyla		
	Nüfus, kişi	AAT'ye bağlı Nüfus	
Sakarya Havzası	311.926	255.386	81,9%
Marmara Havzası	297.129	248.894	83,8%
Susurluk Havzası	2.292.339	1.988.385	86,7%
<b>Bursa Toplam Nüfus</b>	<b>2.901.394</b>	<b>2.492.665</b>	<b>85,9%</b>

	Devam eden çalışmaları birlikte		
	Nüfus, kişi	AAT'ye bağlı Nüfus	
Sakarya Havzası	311.926	271.226	87,0%
Marmara Havzası	297.129	282.587	95,1%
Susurluk Havzası	2.292.339	2.202.816	96,1%
<b>Bursa Toplam Nüfus</b>	<b>2.901.394</b>	<b>2.756.629</b>	<b>95,0%</b>





S.N	Organize Sanayi Bölgesi (OSB)	Atıksu Arıtma Tesisi Kapasitesi (m <sup>3</sup> /gün)	Atıksu Debisi (m <sup>3</sup> /gün)	Deşarj Yeri	Atık Çamuru Bertaraf Yöntemi / Arıtma Durumu
1	Bursa OSB	96.000	80.000	Ayvalı Deresi	Kurutma sonrası Ankara'da bulunan Baştaş Çimento A.Ş.'ye gönderilmektedir. Ayrıca kendi bünyesinde yakma tesisi için ÇED aşaması tamamlanmış olup kurulum işlemleri devam etmektedir.
2	Bursa Deri OSB	2.500	2.500	Nilüfer Çayı	Kompost sonrası Hamitler Düzenli Katı Atık Depolama Sahasında depolanmaktadır.
3	Demirtaş OSB	70.000	45.500	Nilüfer Çayı	Kurutma sonrası kendi yakma tesisinde enerji üretiminde kullanılmaktadır.
4	Nilüfer OSB	792	500 - 600	Ayafatma Deresi	Yakma tesisine gönderilmektedir.
5	İnegöl OSB	130.000	100.000	Kalburt Deresi	Termal kurutma sonrası yakma tesisine gönderilmektedir. Ayrıca tesis bünyesinde yakma tesisi kurulma çalışmalarının ÇED süreci devam etmektedir.
6	Mustafakemalpaşa OSB	2.000	1.045	Pınarlı Dere	Arıtma çamuru tehlikesiz atık olup, İzmir'de bulunan ADS Atık Dönüşüm Sist. Taah. San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne gönderilmektedir.
7	Uludağ OSB (Gürsu)		20.270		
8	Kestel OSB		15.000		
9	Barakfaki Islah OSB	150.000	15.327	Deliçay	S.S Yeşil Çevre Arıtma Tesisi İşletme Koop.'ne ait yakma tesisinde bertaraf edilmektedir.
10	Hasanağa OSB	3.500	2.000	Hasanağa Deresi	Bursa Entegre Enerji San. ve Tic. A.Ş. Tesisine gönderilmektedir.

11	Akçalar Islah OSB		305,47		Hasanağa OSB Müdürlüğü arıtma tesisine iletimi yapılmaktadır.
12	Kayapa Islah OSB		220		Bir kısmı foseptik kullanıyor bir kısmı BUSKİ hattına bağlı. OSB süreci tamamlandıktan sonra arıtma tesisi yapılacaktır.
13	Yenişehir OSB		350	Göksu - Kocasu Deresi	Arıtma çamuru tehlikesiz atık olup, Eral Atık Yönetim A.Ş.'ye gönderilmektedir.
14	İnegöl Mobilya OSB				Fabrikalar foseptik kullanmaktadır. Foseptikten çekilerek İnegöl OSB atıksu arıtma tesisine gönderilmektedir.
15	Yenice Islah OSB			İnegöl OSB'ye gönderil- mektedir.	
16	İhtisas MKP (Mer- mer) OSB				Firmalar münferit foseptik kullanmaktadır.
17	TOSAB				Faal değildir.
18	Bursa Batı OSB				Faal değildir.

## AKIŞKAN YATAKLI ÇAMUR YAKMA VE ENERJİ ELDE ETME TESİSİ

- Tesisimizde ön kurutmasız, akışkan yataklı kazan tercih edilmiş olup; gerektiğinde yardımcı yakıt olarak doğal gaz kullanılmaktadır.
- Emisyon sistem üç kademeli olarak dizayn edilmiş olup AB normlarına uygun emisyon çıkış değerlerine sahiptir.
- Atık ısıdan daha fazla yararlanma için ısı eşanjörleri ve atık ısı kazanı kullanımı ile daha fazla elektrik enerjisi üretme potansiyeli oluşturulurken, ilave yakıt kullanımının da en aza indirilmesi hedeflenmiştir.
- Tesisimizde çamurun yanması sonucu oluşan atık ısıdan; yakma prosesinin ihtiyaç duyduğu ısıl enerji ısı eşanjörleri vasıtasıyla sağlanarak yardımcı yakıt tüketimi azaltılmaktadır.
- Arta kalan atık ısıdan ise atık ısı kazanı ile buhar türbini vasıtasıyla da elektrik enerjisi üretilmektedir.



## MARMARA DENİZİ'NDE BULUNAN DERİN DENİZ DEŞARJ SAYISI VE BU DEŞARJLARIN HİDROLİK KAPASİTELERİ (M<sup>3</sup>/GÜN)

2018 yılından itibaren Marmara kıyılarında İleri Biyolojik arıtma tesisinden çıkan hiçbir atık su deşarjı kalmayacaktır.







## Sema Kurt

*Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanı*

*TESKİ*

# TEKİRDAĞ'DA MARMARA DENİZİ KENTSEL KİRLİLİK ÖNLEME FAALİYETLERİ

## 1. Tekirdağ Su Ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü'nce Yapılan Çalışmalar

### 1.1 Tekirdağ İlinde Evsel Atıksuların Mevcut Durumu:

Tekirdağ, ülkemizin Avrupa'ya açılan kapısı ve kalkınmanın merkezi olması nedeniyle önemli bir konuma sahiptir. Tekirdağ İli, son yıllarda artan sanayi potansiyeli neticesinde göç ve nüfus artışıyla karşı karşıya kalmıştır. İlde bulunan 13 Organize Sanayi Bölgesi ile 1 Avrupa Serbest Bölgesi ile bu bölgeler dışında kalan diğer işletmelerden kaynaklanan endüstriyel atıksular ve yerleşim yerlerinden kaynaklanan evsel nitelikli atıksular her geçen gün artmaktadır.

"Ergene Havzası Koruma Eylem Planı" çerçevesinde Çorlu, Ergene, Çerkezköy, Malkara, Muratlı, Hayrabolu ve Saray İlçesinin evsel nitelikli atıksularının artırılması için DSİ tarafından atıksu arıtma tesisleri kurularak işletmeye alınmıştır. Bu tesisler DSİ ile birlikte işletilmekte olup, bir yıllık işletme sonrası tamamen TESKİ'ye devredilecektir.

İlde bulunan merkez İlçe Süleymanpaşa'da ise TESKİ tarafından ileri biyolojik arıtma sağlayacak olan Batı Atıksu Arıtma Tesisi inşa edilerek arıtma işlemine başlanmıştır. Kentin doğu kısmında kalan konutların evsel atıksularını arıtacak olan Doğu Atıksu Arıtma Tesisi ise yapım aşamasındadır. Ayrıca İlde bulunan mevcut atıksu arıtma tesisleri TESKİ Genel Müdürlüğü'nce revize edilerek kapasiteleri artırılmıştır. Örneğin Yeniçiflik AAT ve Yenice AAT revize sonrası İleri Biyolojik

AAT'ne dönüştürülmüştür. Yine geçmişte kurulmuş olan AAT'ler TESKİ tarafından revize edilerek modern tesisler haline getirilmektedir. Yapılan bu çalışmalar neticesinde evsel nitelikli atıksuların büyük bir kısmının Çorlu, Ergene derelerine ve Marmara Denizine arıtılmadan deşarj edilmesinin önüne geçilmiştir.

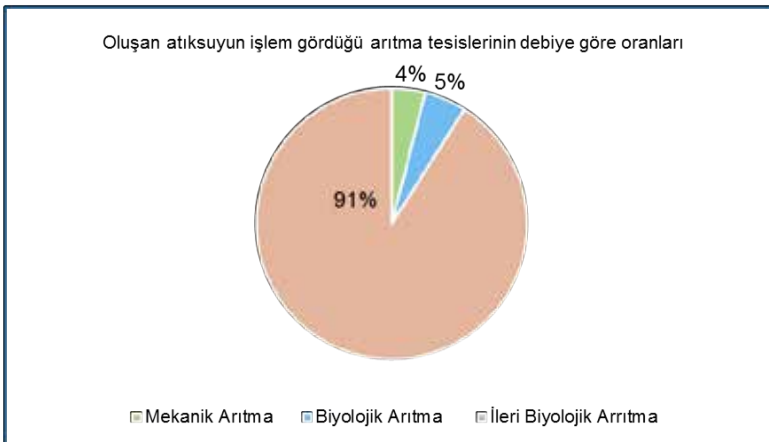


Şekil 1. Yeniçiftlik AAT Revizyon Öncesi ve Revizyon Sonrası

Tekirdağ İlinde oluşan toplam evsel nitelikli atıksu miktarı  $110.200 \text{ m}^3/\text{gün}$ 'dür. 2018 yılı itibariyle oluşan evsel nitelikli toplam atıksuyun % 93'ü atıksu arıtma tesislerinde arıtılacaktır.

## 1.2. Oluşan Atıksuyun İşlem Gördüğü Arıtma Tesislerinin Debiye Göre Oranları:

- Ön (mekanik) arıtma tesisleri : % 4
- Biyolojik atıksu arıtma tesisleri : % 5
- İleri biyolojik atıksu arıtma tesisi : % 91



Şekil 2. Tekirdağ İlinde Oluşan Atıksuyun İşlem Gördüğü Arıtma Tesisleri Türlerinin Debiye Göre Oranları.



**Tablo 1. Tekirdağ İlinde Bulunan Atıksu Arıtma Tesisleri.**

İlçesi	Atıksu Arıtma Tesis Adı	AAT Türü	AAT Debisi m <sup>3</sup> /gün
Marmaraeğlisi	Sultanköy AAT	Biyolojik	720
Marmaraeğlisi	Marmaraeğlisi AAT	Biyolojik	3.840
Marmaraeğlisi	Yeniçiftlik AAT	İleri Biyolojik	3.000
Çorlu	Yenice AAT	İleri Biyolojik	3.000
Çorlu	Çorlu AAT	İleri Biyolojik	60.000
Süleymanpaşa	TOKİ AAT	Biodisk	800
Süleymanpaşa	Barbaros AAT	Biyolojik	200
Süleymanpaşa	Batı AAT	İleri Biyolojik	40.440
Şarköy	Mürefte AAT	Biyolojik	1.000
Malkara	Malkara AAT	İleri Biyolojik	7.320
Hayrabolu	Hayrabolu AAT	İleri Biyolojik	5.339
Saray	Saray AAT	İleri Biyolojik	7.166
Muratlı	Muratlı AAT	İleri Biyolojik	5.216
Çerkezköy	Çerkezköy AAT	İleri Biyolojik	54.000
<b>Toplam</b>			<b>192.001</b>

### 1.3. Arıtma Çamurları:

TESKİ Atıksu Arıtma tesislerinden oluşan/oluşacak çamurun miktarı 50-80 ton/gün'dür. Atıksu arıtma tesislerinden çıkan arıtma çamurlarının susuzlaştırılarak, bertaraf edilmek üzere İlimizde bulunan Çamur Bertaraf tesislerine gönderilmesi için sözleşme imzalanmış bulunmaktadır. Önümüzdeki yıllarda Kurumumuza ait yakma tesisi kurulması için projelendirme çalışmaları devam etmektedir.

Tablo 2. Tekirdağ İlinde bulunan Atıksu Arıtma Tesisleri ve Çamur Miktarları.

Yerleşim Yerinin Adı		Belediye Atıksu Arıtma Tesisi Olup Olmadığı			Belediye Atıksu Arıtma Tesisi Türü			Mevcut Kapasite(-ton/gün)	Arıtılan/Deşarj Edilen Atıksu Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)	Deniz Deşarjı	Hizmet Verdiği Nüfus	Oluşan/Oluşacak Çamur Miktarı (ton/gün)	
		Var	İnşa/Plan	Yok	Fiziksel	Biyolojik	İleri						
Marmara Ereğlisi	M.Ereğlisi	X				X		3.840	0,044		23.452	0,24	
	Yeniçiftlik	X				X	X	3.000	0,035			0,19	
	Sultanköy	X				X		720	0,008			0,05	
S.paşa	TOKİ (Biyodisk)	X				X		800	0,009		187.727	0,02	
	Barbaros	X				X		200	0,002				
	S.Paşa DDD	X						40.000	0,463	X			
	Batı AAT	X					X	40.440				12,41	
	Doğu AAT		İnşaata başlanacak				X	4.000				0,30	
	Kumbağ		Plan			X	X	1.200					
Şarköy	Mürefte	X				X		1.000	0,012		30.982	0,07	
	Şarköy DDD	X			X			54.950	0,318	X			
Muratlı	Muratlı Bld.	X				X	X	5.236	0,06		26.987	0,99	
Malkara	Malkara Bld.	X				X	X	7.320	0,084		52.663	1,4	
Hayrabolu	Hayrabolu Bld.	X				X	X	5.339	0,061		32.602	1,63	
Çerkezköy	Çerkezköy Kapaklı	X				X	X	52.800	0,611		133.626	15	
Kapaklı											97.700		
Ergene	Ulaş Vakıflar		Plan								7.989		
Ergene	Yeşiltepe, Sağlık, Marmaracık Cumhuriyet	Çorlu AAT' ne iletilecek				X	X	86.400				33.664	20
Çorlu												Çorlu Bld.	
	Yenice	X				X		1.400	0,016		1.721	0,08	
Saray	Saray Bld.	X				X	X	10.631			48.272	1,38	

#### 1.4. TESKİ Bünyesinde Bulunan Atıksu Arıtma Tesisleri

1. Sultanköy Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi
2. Marmaraereğlisi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi
3. Yeniçiftlik İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi
4. Yenice Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi
5. TOKİ Biyodisk Atıksu Arıtma Tesisi
6. Barbaros Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi
7. Mürefte Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi



Şekil 3. Tekirdağ İlinde bulunan Atıksu Arıtma Tesisleri.



Şekil 4. Sultanköy, Marmaraereğlisi ve Yeniçiftlik Atıksu Arıtma Tesisleri.



Şekil 5. Yenice, TOKİ, Barbaros ve Mürefte Atıksu Arıtma Tesisleri.

#### 1.4.1. TESKİ Batı Atıksu Arıtma Tesisi:

Tekirdağ İli Süleymanpaşa İlçesi'nin batı kesiminde hizmet verecek olan İleri Biyolojik Arıtma

Tesisin kapasitesi 40.440 m<sup>3</sup>/gün, deşarj yeri ise Cevizlik Deresi'dir.



Şekil 6. TESKİ Batı Atıksu Arıtma Tesisi.

#### 1.4.2. TESKİ Adına Ergene Havzası Koruma Eylem Planı Kapsamında DSİ Tarafından Yapılan Tesisler:

1. Malkara İleri Biyolojik AAT
2. Hayrabolu İleri Biyolojik AAT
3. Saray İleri Biyolojik AAT
4. Muratlı İleri Biyolojik AAT
5. Çorlu İleri Biyolojik AAT
6. Çerkezköy İleri Biyolojik AAT



Şekil 7. TESKİ Malkara, Hayrabolu ve Saray Atıksu Arıtma Tesisleri.



Şekil 8. TESKİ Muratlı, Çorlu ve Çerkezköy Atıksu Arıtma Tesisleri.

## 1.5. Teski Derin Deniz Deşarjı Tesisleri:

**1.5.1. Süleymanpaşa Derin Deniz Deşarjı Tesisi:** Tekirdağ İli, Süleymanpaşa İlçesi'nde bulunan Derin Deniz Deşarjı Tesisi 1992 yılında yapılmıştır. Kapasitesi 40.000 m<sup>3</sup>/gün olan tesiste fiziksel arıtma yapılarak, atıksular Marmara Denizi'nin 1.750 m uzağı ve 40 m derinine deşarj edilmektedir.



Şekil 9. Süleymanpaşa Derin Deniz Deşarjı Tesisi.

**1.5.2. Şarköy Derin Deniz Deşarjı Tesisi:** Tekirdağ İli, Şarköy İlçesi'nde bulunan Derin Deniz Deşarjı Tesisi 2005 yılında işletmeye alınmış, 2015 yılında da revize edilmiştir. Kapasitesi 54.950 m<sup>3</sup>/gün olan tesiste fiziksel arıtma yapılarak, atıksular Marmara Denizi'nin 1.500 m uzağı ve 30 m derinine deşarj edilmektedir. Ortalama deşarj debisi 4.108 m<sup>3</sup>/gün'dür.



Şekil 10. Şarköy Derin Deniz Deşarjı Tesisi.

## 1.6. Tekirdağ İlinde Bulunan Sanayi Kuruluşlarının Mevcut Durumu:

Organize Sanayi Bölgeleri ve tekil endüstriyel kuruluşlar ile evsel atıksu deşarjları ile ilgili, 2872 sayılı Çevre Kanunu, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ile ilgili yönetmelik ve tebliğler çerçevesinde Deşarj/Çevre izin ve cezai yaptırım yetkisi Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğünde bulunmaktadır. Büyükşehir belediyelerinde kanalizasyon sistemini kullanan endüstriyel kuruluşlara yönelik Deşarj Kalite Kontrol Ruhsatı (DKKR) verilmesi, denetim ve yaptırım yetkisi Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği çerçevesinde Su ve Kanalizasyon İdaresi sorumluluğundadır.

Tekirdağ İli genelinde 2537 adet sanayi kuruluşu mevcuttur. Yeraltı suyu tüketimine dayalı tekstil, deri, kağıt ve kimya sektörlerine ait tesislerin artması ile birlikte

yüzeysel sularımızda kalite bozulmaya başlamıştır. İlde toplam 369 adet Atıksu Arıtma Tesisi bulunmaktadır. Sanayi tesisleri genellikle Çorlu, Ergene, Kapaklı, Çerkezköy ve Muratlı İlçelerinde yoğunlaşmaktadır. İlde 13 adet OSB ve 1 adet Avrupa Serbest Bölgesi bulunmaktadır. Sanayi tesislerinde kullanılan suların hemen hemen tamamı yeraltı suyundan karşılanmaktadır. Üretimde kullanılan su miktarı yaklaşık 500.000 m<sup>3</sup>/gün olarak bilinmekte olup, oluşan atıksular Çorlu ve Ergene Dereleri vasıtasıyla Ergene nehrine deşarj edilmektedir. Ayrıca İlin güney kısmında bulunan sanayi tesislerinin atıksuları ise çeşitli dereler ( Şerefli, Kamaradere vb.) vasıtasıyla Marmara Denizi'ne ulaşmaktadır.

İlde bulunan sanayi sektörleri dağılımına bakıldığında, öncelikle en yoğun sektörün Tekstil sektörü olduğu bunu Gıda, Kimya, Metal, Deri ve Atık sektörlerinin takip ettiği görülmektedir. Akarsu havzalarında bulunan yerleşim birimlerinin özellikle Çorlu, Çerkezköy, Muratlı ve Saray İlçesinin bir kısmı endüstriyel atıksuların tehdidi altındadır.

Her ne kadar İlimiz sınırları içerisinde faaliyet gösteren ve atıksuyu olan tüm işletmelerin arıtma tesisi mevcut ve faaliyette olsa bile Ergene Havzasındaki kirlilik alıcı ortamın özümleme kapasitesinin üzerinde olması nedeniyle devam etmektedir. İlimizde bulunan 12 adet faal OSB'den 3 tanesinin (Çerkezköy, Çorlu Deri, ASB) AAT'leri kurulu ve faaliyettedir. Malkara ve Hayrabolu OSB'lerine ait AAT'lerin proje onayları alınmış olup; çalışmalar devam etmektedir. Diğer 8 OSB'nin atıksularının arıtılacağı 5 adet merkezi AAT'lerin inşaatları tamamlanmak üzere olup; ancak atıksu kanalizasyon altyapı ihale süreçleri devam etmektedir.

**Tablo 3. Tekirdağ İlinde Bulunan Organize Sanayi Bölgeleri.**

OSB Adı	İlçe	Kuruluş Yılı	Firma Sayısı	Atıksu Arıtma Tesisi İşletmeye Alma Tarihi
Çerkezköy OSB	Çerkezköy	1976	240	1994 (I.Kısım) 2008 (II.Kısım)
Çorlu Deri ve Karma OSB	Çorlu	1997	89	2007
Hayrabolu OSB	Hayrabolu	1994	47	Onaylı projesi mevcut (AAT inşaatı başlamadı)
Malkara OSB	Malkara	1994	46 (8 faal)	2017
Veliköy OSB	Çerkezköy	2012	87	Ortak Arıtma Tesisi 2017
Velimeşe OSB	Ergene	2012	173	
Yalıboyu OSB	Çerkezköy	2013	20	
Kapaklı OSB	Kapaklı	2012	32	
Ergene-1 OSB	Ergene	2012	67	2017
Ergene-2 OSB	Ergene	2012	124	2017
Çorlu 1 (Türk-gücü) OSB	Çorlu	2012	45	2017
Muratlı OSB	Muratlı	2012	48	2017
Tekirdağ OSB	Süleymanpaşa	2014	26	OSB tarım alanında kurulu olduğundan yargı süreci devam ediyor

**Şekil 11. Velimeşe OSB ve Ergene2 OSB Atıksu Arıtma Tesisleri.**



Şekil 12. Türkgücü OSB ve Ergene1 OSB Atıksu Arıtma Tesisleri.

Tekirdağ İlinde bulunan Organize Sanayi Bölgesi atıksu arıtma tesisleri ile ilgili bilgiler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Tekirdağ İlinde Bulunan Organize Sanayi Bölgeleri.

OSB Adı	Mevcut Durumu	Kapasitesi (m <sup>3</sup> /gün)	AAT Türü	AAT Çamuru Miktarı (ton/gün)	Mevcut Deşarj Ortamı	Deşarj Koordinatları
Çerkezköy	Faaliyette	80.000	Fiz+Kim+-Bio	80	Çorlu Deresi	K41.257.40 D27.915.47
Çorlu Deri ve Karma	Faaliyette	36.000	Fiz+Kim+-Bio	60	Çorlu Deresi	564854,27 Y 456165.85 X WGS84
Avrupa Serbest Bölgesi	Faaliyette	2500	Fiz+Bio	0,16	Ergene Deresi	567268,96Y 4571178,81X WGS84
Hayrabolu	Proje	5000	Fiz+Kim+-Bio			
Malkara	Proje	5000	Fiz+Kim+-Bio			
Velimeşe, Yalıboyu, Kapaklı, Veliköy	İnşaat(%55)	150.000	Fiz+Kim+-Bio		Çorlu deresi	
Muratlı	İnşaat(%100)	25.000+12.500	Fiz+Kim+-Bio		Çorlu deresi	
Ergene 1	İnşaat(%42)	60.000	Fiz+Kim+-Bio		Ergene Deresi	
Ergene 2	İnşaat(%100)	60.000+30.000	Fiz+Kim+-Bio		Ergene Deresi	
Çorlu 1 (Türkgücü)	İnşaat(%100)	15.000	Fiz+Kim+-Bio		Şerefli Deresi	



İlimizde “Ergene Havzası Koruma Eylem Planı” kapsamında yürütülen Ergene Havzası’nda bulunan sanayi tesislerinin atıksularının yönetimi kapsamında arıtıldıktan sonra Marmara Denizi’ne Derin Deniz Deşarjı Kapsamında; Çerkezköy, Çorlu Deri ve Karma, ASB, Velimeşe (Kapaklı, Yalıboyu, Veliköy OSB atıksuları ile), Çorlu-1 (Türkgücü), Ergene-1, Ergene-2 OSB’lerine ait arıtılmış atıksuların Tekirdağ İli, Çorlu İlçesi, Yenice Mahallesi, Şerefli Deresi Mevkii’nde derin deniz deşarjı tesisi ile deşarj edilecektir. Projede kara boru hattı-derin deniz deşarjı-2 adet tünel inşaat çalışmaları devam etmektedir.



Şekil 13. OSB Derin Deniz Deşarjı Kara Boru Hattı.

Tekirdağ İlının içinde bulunduğu Meriç-Ergene Havzası Koruma Eylem Planı ile Marmara Havzası Koruma Eylem Planları çerçevesinde ilgili kurumlarca yürütülen çalışmaların biran önce sonuçlanması önem taşımaktadır. Özellikle Meriç-Ergene Havzası Koruma Eylem Planı kapsamında belirlenen hedeflere ulaşılması Ergene nehrinin su kalitesinin iyileştirilmesi bakımından gereklidir. Evsel Atıksuların arıtılması ile ilgili olarak TESKİ tarafından çalışmaların hızla gerçekleştirildiği görülmekte olup, Ergene Derin Deşarjı Projesinde AAT’lerin yapımında önemli mesafeler alındığı ancak OSB’lerin kanalizasyon alt yapı yapım sürecini hızlandırmaları gerekmektedir.

Yine Marmara Havzası Koruma Eylem Planı kapsamında TESKİ tarafından mevcut arıtma tesislerinin kapasitelerinin artırılması çalışmaları özellikle yaz döneminde sahil kesimlerde yaşanan yoğun nüfusun atıksu sorununu çözmesi açısından önem taşımaktadır.

Türkiye’de, sanayi tesislerinden çıkan atıksuların tekrar kullanılması daha çok atıksuların geri kazanılarak tesis içinde geri devrettirilmesi şeklinde uygulanmaktadır. Özellikle Marmara Bölgesi’ndeki sanayi tesislerinin yoğun su tüketimi nedeniyle, bölgede yerleşik sanayi tesislerinden kaynaklanan atıksuların geri kazanılabilmesi konusu ekonomik yönden cazip olmaktadır.

### 1.7. Sanayi Atıksularının Denetimi:

İlde atıksuyun yönetimi konusunda ilgili kurumlarca yapılan çalışmalar; denetim, kontrol ve izleme anlamında kirliliğin önlenmesine katkı sunmaktadır. “TESKİ Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği” kapsamında; Kurumumuz sorumluluk alanında kalan ve OSB dışında yer alan işletmelerin endüstriyel atıksularının denetim altına alınmasını sağlamak ve deşarj izinlerinin verilmesi işlemlerini gerçekleştirmek için gerekli çalışmalar yapılmaktadır. Endüstriyel atıksuyu bulunan işletmelere “TESKİ Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği” hükümleri doğrultusunda Deşarj Kalite Kontrol Ruhsatı verilmektedir. Söz konusu işletmeler, yönetmelik doğrultusunda periyodik olarak denetlenmekte ve Arıtma Tesisi çıkış değerleri izlenmektedir.

Ayrıca işletmelerden gelen Kanalizasyon Bağlantı İzni talepleri, Atıksu Bertarafı talepleri ve Gayri Sıhhi Müessese Görüşü talepleri; yerinde tespit ve denetimler yapılarak, atıksu numuneleri alınmak suretiyle mevzuata uygun şekilde değerlendirilmektedir. Altyapı sistemlerimizin ve atıksu arıtma tesislerimizin zarar görmesinin önüne geçmek amacıyla “TESKİ Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği” hükümlerini sağlamayan endüstriyel atıksular için önlem alınması sağlanmakta ve kirlilik katsayılarına göre sürekli denetim ve izleme çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Altyapı tesislerimize deşarj edilen endüstriyel atıksu miktarı 750 m<sup>3</sup>/gün’ dür.



Şekil 14. Atıksu Denetimleri.

Atıksu izleme numuneleri akredite laboratuvarlar tarafından gözetimimizde alınarak, analiz sonuçları değerlendirilmektedir.

- Kmax kirlilik katsayısı 5,6 olup, debisi  $> 1 \text{ m}^3/\text{gün}$  2 ay
- Kmax 5,6 olup, debisi  $< 1 \text{ m}^3/\text{gün}$  ve
- Kmax 1,2,3,4 olup, debisi  $> 5 \text{ m}^3/\text{gün}$  3 ay
- Kmax 1,2,3,4 olup, debisi  $< 5 \text{ m}^3/\text{gün}$  4 ay

aralıklarla atıksu numunesi alınarak izlenir. Kanalizasyon sistemlerimizin ve atıksu arıtma tesislerimizin korunması amacıyla, yemek üretimi yapan işletmeler ile liftli yıkamacıların yağ tutucu kurmaları sağlanmaktadır. Söz konusu işletmelerden kaynaklanan atık yağların kanalizasyon sistemlerimize verilmesinin önlenmesi için denetim ve kontrol çalışmalarımız sürdürülmektedir.



Şekil 15. Yağ Tutucu Denetimleri.

### 1.7.1 Atıksularını Fosseptikte Biriktiren İşletmeler:

Fosseptikte Biriktirilen Atıksuların bertaraf talepleri, yapılan denetimler ve alınan atıksu numuneleri ile mevzuata uygun şekilde değerlendirilmektedir. Kirlilik katsayısına göre belirli periyotlarla atıksu numuneleri alınarak sürekli izleme yapılmaktadır.

Böylelikle altyapı tesislerimize gelen fosseptikte biriktirilmiş evsel ve endüstriyel atıksular kontrol edilmekte, TESKİ Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği hükümlerine uygun olmaları sağlanmaktadır.



Şekil 16. Fosseptik Denetimleri.

### 1.7.2 Atıksu Şikayetleri:

Kanalizasyon sistemlerimize kaçak yollardan deşarj edilen endüstriyel atıksular veya kanalizasyon sistemine dökülmesi yasak olan maddelerin (fuel oil vb.) dökülmesi hususlarındaki şikayetler, İlçe Şube Müdürlükleri ile birlikte yerinde tespit edilerek önlem alınması sağlanmakta ve tespit edilen uygunsuzluklar, mevzuatlar çerçevesinde gerekli yaptırımların uygulanması için ilgili kurumlara bildirilmektedir.



Şekil 17. Atıksu Şikayeti Denetimleri.

### 1.7.3. Sanayi Kuruluşlarına Yönelik Bilgilendirme Çalışmalarımız:

Küçük sanayi sitelerinde yer alan işletmelere "TESKİ Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği" kapsamında bilgilendirme yapılarak, atıksuların yönetmeliğe uygun şekilde bertaraf edilmesi gerektiği anlatılmaktadır. Bu işletmelerden kanalizasyon sistemimize endüstriyel atıksu deşarjı olanların atıksuları için önlem almaları sağlanarak DKKR verilmiştir. Belirli periyotlarla atıksu numuneleri alınarak denetim ve izleme çalışmaları sürdürülmektedir. Şarap ve zeytinyağı üretimi yapan işletmelerin atıksularının mevzuat hükümleri doğrultusunda bertarafının sağlanması için çözüm amaçlı koordinasyon ve denetim çalışmalarımız devam etmektedir.



Şekil 18. Sanayi Kuruluşları Bilgilendirme Çalışmaları.

**1.7.4. TESKİ Çevre Koruma ve Kontrol Teknesi İle Denetimler:** Marmara Denizi'nde, içme suyu elde edilen baraj ve göletlerde çevre kirliliğini kontrol altında tutmak amacıyla tekne ile denetimler yapılarak, tespit edilen atıksu deşarjlarına anında müdahale edilebilmektedir.



Şekil 19. TESKİ Çevre Koruma ve Kontrol Teknesi.

**1.7.5. Mobil Denetim Aracı:** Atıksu arıtma tesislerimiz ve kanalizasyon sistemlerimizin korunması amacıyla 11 ilçede sürekli ve daha sık denetim çalışması yapabilmek, denetimler sırasında atıksu numunesi olarak atıksu karakterizasyonunu yerinde ve anında tespit etmek amacıyla 2018 yılında mobil denetim aracı temin edilecektir.



Şekil 20. TESKİ Mobil Denetim Aracı.

## 2-Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Ve Kontrol Dairesi Başkanlığı Kıyı ve Plaj Temizliği Çalışmaları

Tekirdağ İlinin Marmara ve Karadeniz'e toplam kıyı uzunluğu 135 km, plaj uzunluğu ise 24 km'dir. Kıyı bandı temizliği Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı tarafından gerçekleştirilmektedir. Şarköy, Süleymanpaşa, Marmara Ereğlisi ve Çorlu İlçelerimizde, Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma

ve Kontrol Daire Başkanlığı tarafından 2017 yılı içinde kıyı şeridinde 45 ton kıyıya vuran yosun, 24 ton çeşitli atık, ( pet şişe, izmarit vs.), 6 ton moloz ve çeşitli inşaat malzemesi ile 3 ton çekek yeri, paslı demir ve tonoz toplanmıştır.



Şekil 21. Sahil ve Kıyı Temizliği Çalışmaları.

**2.1. Deniz Ve Kıyı Temizliği Çalışmaları:** Şarköy, Süleymanpaşa, Marmara Ereğlisi ve Çorlu ilçelerimizde, Marmara Denizi kıyısına vatandaşlarca gelişi güzel yapılan; tonoz, metal bağlama yerleri, beton parçaları, metal iskeleler ve çekek yerleri, oksitlenme ve pas ile denizi kirlettiklerinden iş makinesi vasıtasıyla sökülerek çıkarılmıştır.



Şekil 22. Plaj Temizliği Çalışmaları.

**2.2. Gemi Kaynaklı Atıkların Kabulü Ve İşleme Tesisi İle Denizden Kontrolü:** Türkiye Denizcilik İşletmeleri A.Ş.ye ait Tekirdağ limanında bulunan 270 m<sup>3</sup> kapasiteli deponun 5 yıllığına kiralanması yapılmıştır. Bu sayede toplanacak atıkların depolanması sağlanacaktır. Bunu takiben Atık Yönetim Planının hazırlanmasına başlanılmış olup, tamamlanmasının ardından Çevre ve Şehircilik Bakanlığı onayına sunulacaktır. Atık Yönetim Planının Bakanlıkça onaylanmasının sonrasında ise denizden atık toplama çalışmaları da başlayacaktır.

**2.3. Mavi Bayrak Çalışmaları:** Her yıl mavi bayrak alan 1 ve 2 numaralı Halk Plajları Tekirdağ Büyükşehir Belediye Başkanlığınca devralınmıştır ve mavi bayrak uygulamasına devam edilmiştir.



**Şekil 23. Mavi Bayraklı Sahiller.**

İki plaja ilave olarak Mürefte ve Altınova Halk Plajlarımıza da 2017 yılında Mavi Bayrak Ödülü kazanılmıştır. 2018 yılında 1 yeni plajımıza daha mavi bayrak ödülü kazanılması amacıyla çalışma yürütülmektedir. Bu hali ile Trakya Bölgesinde en fazla mavi bayraklı plaja sahip il Tekirdağ olacaktır. Hedefimiz tüm Marmara kıyısındaki plajların tamamının mavi bayrağa sahip olmasıdır.







## Ünal Boştan

*Atıksu Arıtma Daire Başkanı*

*İSU*

## İZMİT KÖRFEZİ KİRLİLİK ÖNLEME VE ATIKSU ARITMA ÇALIŞMALARI

Hızla artan nüfusa, kentleşme ve sanayileşme oranına sahip bir kent olan Kocaeli'nin, 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanununun kabul edilmesi ile il sınırlarının tamamına hizmet verilecek şekilde görev sahasının genişlemesine bağlı olarak kolektör hatlarının yapımı ve atıksu arıtma stratejisi planlamaları yapılmıştır.

Bu çalışma ile İzmit Körfezi'nin, atıksuların arıtmadan denize deşarj edilmesi nedeniyle karşı karşıya kaldığı sorunların çözüme kavuşturulması ve doğal hayatın canlılığının sürdürülebilir hale gelmesi amaçlanmıştır.

Bu kapsamda öncelikli olarak 1999 depreminde gördüğü hasar nedeniyle çalışamaz halde olan Plajyolu Atıksu Arıtma Tesisinin ileri biyolojik arıtım yapacak şekilde rehabilitasyonu 2009 yılında tamamlanarak tesis devreye alınmıştır. Gebze bölgesindeki atıksuların arıtılması amacıyla Gebze İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisini yapılmış ve 2011 yılında devreye alınmıştır. Altyapı çalışmalarının tamamlanmasıyla 2010 yılından itibaren Dilovası bölgesindeki atıksular DOSB'a bağlı işletilmekte olan arıtma tesisine yönlendirilmiştir. Öte yandan Genel Müdürlüğümüz tarafından Dilovası İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisini projesi tamamlanmış olup tesisin inşası 2017 yıl sonu itibariyle tamamlanmıştır. Tesisin devreye alma çalışmaları devam etmektedir. Hereke bölgesinde oluşan atıksuların terfi merkezleri ve hatları ile Körfez Atıksu Arıtma Tesisine iletilmesi 2013 yılı itibari ile sağlanmıştır. Kandıra ve Cebeci bölgesi için sahil kolektörü tamamlanmış ve atıksu arıtma tesisleri yaptırılarak 2013 yılında devreye alınmıştır. Coğrafi koşullar nedeniyle ana

kolektör hatlarına bağlantısının mümkün olmadığı kırsal yerleşim yerleri için de modüler atıksu arıtma tesisleri yaptırılmış ve devreye alınmıştır.

İzmit Körfez'ini kuşaklama mantığı ile çeviren 22 adet atıksu arıtma tesislerimiz sayesinde % 99 arıtma oranına ulaşılmıştır. Bu yatırımlar neticesinde 2016 yılında % 45 olan İleri biyolojik arıtım oranının 2017 yılı sonunda % 65'e ulaşması; nihai hedef olarak da 2020 yılında % 95 olması hedeflenmiştir.

2012 yılında kurulan SCADA sistemi ile de atıksuların ve arıtılmış suların 137 ayrı noktada online olarak denetimi yapılmakta ve böylelikle tüm bu yatırımların takip ve kontrolü 7 gün 24 saat boyunca sağlanabilmektedir.

Arıtma Tesisleri ile ilgili bu çalışmaları yaparken bir yandan da atıksuları kaynağında kontrol etmek ve azaltılmasını sağlamak amacıyla Genel Müdürlüğümüz görev ve yetki alanının içerisinde faaliyet gösteren sanayi kuruluşları ile ticarethanelerin denetimleri de yapılmaktadır. Endüstriyel atıksuların yönetimine ilişkin olarak, Genel Müdürlüğümüz tarafından İSU Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği (AKDY) hazırlanmıştır. Bölgedeki endüstriyel atık su kaynaklarının tespit, denetim ve ruhsatlandırma çalışmaları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) ve AKDY'de belirlenen esaslar çerçevesinde yürütülmektedir. İzmit ve Gebze merkez olmak üzere Koceli ili genelinde 7/24 kesintisiz olarak yıllık ortalama 7.000 adet denetim yapılmaktadır. Yapılan denetimlerde, izinsiz veya kirletici atıksu deşarjı yaptığı belirlenen firmalara ihtar verilmekte ve uygunsuzluğu sürdüren firmalara yürürlükteki mevzuatın öngördüğü diğer yasal ve idari işlemler yapılmaktadır.

Geleceğe yönelik olarak yapılan çalışmalarımız arasında mevcut çalışan arıtma tesislerimizin ileri biyolojik arıtım yapacak şekilde rehabilitasyonlarının tamamlanması, çamur bertaraf ve enerji üretim tesisinin kurulması ve biyolojik arıtma tesislerine gelen kimyasal yükü azaltmak amacıyla kimyasal arıtma tesisinin kurulmasına yönelik proje çalışmaları yer almaktadır.

Bu kapsamda 42 Evler ve Kullar Atıksu Arıtma Tesislerine gelen atıksuların tek noktada arıtılması amacıyla planlanan Kullar İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinin yapım çalışması tamamlanmış olup devreye alma çalışmaları devam etmektedir.

Çamur Yakma Tesisi ihalesi yapılmış olup Kullar ve Gebze İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi sahaları içinde 2 adet tesisin yapımı tamamlanmış 2018 yılı ilk çeyreğinde devreye alınması planlanmaktadır. Toplam 2 MW elektrik üretim kapasitesine sahip tesislerin yatırım maliyeti 35.000.000 TL'dir.

Karamürsel, Körfez ve Yeniköy Atıksu Arıtma Tesislerinin rehabilitasyon projeleri de 2014 yılında tamamlanmış olup özkaynakların durumuna bağlı olarak en kısa sürede yapılması planlanmaktadır.

Doğal kaynakların korunması amacıyla arıtılmış suların yeniden kullanılması konusu da gündeme gelmiş ve Türkiye’de ilk defa Geri Kazanım Suyu Projesi kentimizde gerçekleştirilmiştir. Bu sayede geri kazanım tesislerinden çıkan yıllık yaklaşık 16 milyon m<sup>3</sup> arıtılmış atıksu sanayi kuruluşlarına verilmekte ve bir kısmı da yeşil alan sulamasında kullanılmaktadır.

## **GEMİLERDEN KAYNAKLANAN KİRLİLİK ÖNLEME VE DENETİM FAALİYETLERİ**

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2872 sayılı “Çevre Kanunu” doğrultusunda İzmit Körfezi’nde koordinatları belirlenmiş deniz alanında deniz kirliliğine yönelik tespit ve idari yaptırım kararı verme yetkisi 2006/13, 2009/13 ve sonrasında 2011/9 sayılı Genelge ile Büyükşehir Belediyesi Başkanlığına verilmiştir.

Bu doğrultuda; denetim ekiplerimiz ile 7/24 sürekli olarak havadan, karadan ve denizden kontrol, denetim ve izleme çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Söz konusu çalışmalar; kontrol tekneleri ve deniz uçağı ile yürütülmektedir.

Ayrıca; Bakanlık tarafından Başkanlığımıza yapılan yetki devri dışında, kıyı tesislerinden, limanlardan ve her türlü karasal kaynaktan oluşabilecek kirliliğe karşı da Büyükşehir Belediye Başkanlığımız tarafından sıkı denetimler gerçekleştirilmektedir.

## **GEMİ ATIKLARININ YÖNETİMİ**

5216 sayılı Büyükşehir Belediye Kanunu, 26.12.2004 tarihli ve 25682 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği” ve 18.03.2010 tarihli ve 27525 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” hükümleri doğrultusunda Kasım 2010 tarihinde hazırlanan ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından onaylanan “Gemilerden Kaynaklanan Atıkların Yönetim Planı” çerçevesinde yürütülmektedir.

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi deniz yetki alanı içerisindeki gemilerden, limanlardan, tersanelerden, balıkçı barınaklarından ve marinalardan MARPOL 73/78 kapsamındaki atıkların gecikmeye neden olmayacak şekilde denizden ve/veya kara-

dan 7 gün 24 saat çalışma esasına göre toplanması, taşınması, geri kazanımı ve/veya bertarafının sağlanmasını kapsayan “Gemi ve Deniz Araçlarının Atıklarının Alınması ve Atık Kabul Tesisinin İşletilmesi” işi yürütülmektedir.

25 Ocak 2017 tarihinde imzalanan sözleşme ve Bakanlık tarafından onaylı “Gemilerden Kaynaklanan Atıkların Yönetimi Planı” doğrultusunda gemilerden atık alma işlemleri İZAYDAŞ tarafından yürütülmekte olup 25.01.2017 – 30.06.2017 tarihleri arasında hizmet verilen gemi sayısı yaklaşık 4.986 adet olmuştur.

## **DENİZ ÇÖPLERİNİN KONTROLÜ ÇALIŞMALARI**

İzmit Körfezi’nde; çeşitli yerlerde yüzer halde bulunan veya birikinti yapan katı ve sıvı atığın temizlenmesi işlemleri Başkanlığımız bünyesinde faaliyet gösteren 4 adet Deniz Süpürgesi vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir.

Bununla birlikte; İzmit Körfezi’nde kıyı temizliğinde ve göl, gölet ve derelerin, bakım ve temizlik çalışmalarında karada ve suda hareket kabiliyetine sahip “Yüzergezer (Amfibik) Temizleme Taşıtı” çalıştırılmaktadır.

Ayrıca; İzmit Körfezine dökülen bazı derelerde özellikle yağışlar sonrası gelen yüzeysel atıklara ve oluşabilecek sıvı atıkların toplanmasına yönelik olarak sabit bariyer sistemi kurulmuş olup atıklar Körfeze ulaşmadan toplanarak bertaraf edilmektedir.

## **DENİZ ÇÖPLERİNİN KONTROLÜ ÇALIŞMALARI ve İZMIT KÖRFEZİ’NİN SU KALİTESİNİN İZLENMESİ**

Yapılan kontrol, izleme, temizleme ve önleme faaliyetleri ile çevresel yatırımlar sayesinde İzmit Körfezi tekrar eski güzel günlerine kavuşmaya başlamıştır. Bu durumun bilimsel olarak ta ortaya konulması büyük önem arz etmektedir. Bu amaçla; 2007 yılından beri TÜBİTAK MAM ile birlikte yürütülen “İzmit Körfezi Su Kalitesinin İzlenmesi Projesi” kapsamında Körfezin ve Körfez’e dökülen derelerin su kalitesi de izlenmektedir.

Söz konusu proje kapsamında ayrıca, İzmit Körfezi’ndeki deniz çöplerini izlemek amacıyla bazı plajlarda, denizde ve bazı derelerde deniz çöplerine yönelik bir pilot çalışma yapılmaktadır. Buradaki amaç İzmit Körfezi’ne ulaşan makro çöpler hakkında bilgiye sahip olmak, çöplerin zaman içerisindeki miktar ve cinslerindeki değişimleri belirleyebilmek ve önlem alabilmek için çöp kaynaklarının belirlenmesidir.

Proje kapsamında ayrıca mikroplastik çalışması da gerçekleştirilerek 2017 yılı sonu itibarı ile deniz çöp çalışmaları ile birlikte tüm sonuçlar değerlendirilecektir.

## TARAMA FAALİYETLERİ

İzmit Körfezi'nin doğu kısmında; geçmiş yıllardan günümüze, gerek akıntılar gerek yüzeysel sular vasıtası ile sediman (çamur) birikmesi sonucu söz konusu bölgede su sirkülasyonu azalarak mevcut dip yapısı değişime uğramış olup bu bölgedeki deniz dibi tarama çamurunun miktarının ve kirlilik durumunun belirlenerek, söz konusu dip tarama çamurunun çıkarılabilmesi için uygun tarama ekipmanları ve tarama yöntemlerinin belirlenmesi ve taranacak dip tarama çamurunun çevresel yönetim seçeneklerinin (denize boşaltım, karada bertaraf, faydalı kullanım) değerlendirilmesi kapsamında; öncelikle yaklaşık 568 hektarlık deniz alanında 2016 yılı içerisinde "Batimetri Çalışması" yaptırılarak 1/1000 ölçekli harita hazırlanmıştır.

Ardından; İzmit Körfezi doğusunda taranması planlanan alandaki muhtemel dip tarama çamuru miktarı Başkanlığımızca hazırlanan güncel deniz dibi topografyası (batimetri) kullanılarak sualtı akustik yöntemlerle (dip altı profil görüntüleme) yapılan ölçmeler ve alınan karot örnekleri ile belirlenmiş olup söz konusu 568 hektarlık proje alanında ölçülen çamurun miktarı yaklaşık 11,5 milyon m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Alansal ortalama alındığında ise yaklaşık yayılı çamur miktarının 2 metre civarında olduğu belirlenmiştir.





## Marmara Denizi alıştayları

*22 Kasım 2017*

## SONUÇ RAPORU

Marmara Denizi Çalıştayları, Marmara Denizi'nin kirliliklerden korunması amacıyla belediyelerin bir araya gelmesiyle kurulmuş Marmara Belediyeler Birliği tarafından, III. Marmara Denizi Sempozyumu'nun ardından 22 Kasım 2017 tarihinde İstanbul'da düzenlenmiştir.

Marmara Denizi'nin şehre sunduğu imkânlardan istifade edilirken doğal yapısının da korunması önem arz etmektedir. Bu önemin çevresini oluşturan tüm paydaşları bir araya getirmeyi amaçlayan Marmara Denizi Sempozyumlarında, yoğunluklu olarak temas edilen hususların, müstakil bir çalışma ile tüm hatlarıyla değerlendirilmesi ihtiyacı, Marmara Denizi Çalıştaylarını var eden en temel gerekçe olmaktadır.

Marmara Denizi Çalıştayları;

- **Çalıştay 1:** Marmara Denizi'nde kirlilik ve kirliliğin azaltılmasına yönelik gelecek projeksiyonları,
- **Çalıştay 2:** Marmara Denizi'nde tür çeşitliliğinin tarihsel süreci ve geleceği,
- **Çalıştay 3:** Marmara Denizi için ulusal yönetim stratejileri ve uluslararası politikalar başlığında 3 farklı masada, uzman, akademisyen, belediye çalışanı ve STK mensuplarından oluşan 66 kişilik bir ekiple gün boyu çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Çalıştay masalarının moderatörlüğünü uzman akademisyenler ve çalıştayda konuşulanları not etmek adına ilgili raporlar hazır bulunmuştur. Bunlar;

- Çalıştay 1 masası için;

**Moderatör** || Prof. Dr. İzzet Öztürk, İTÜ Çevre Mühendisliği Böl. Öğr. Ü.

**Raportör** || Ahmet Cihat Kahraman, MBB Çevre Yönetimi Koordinatörü

- Çalıştay 2 masası için;

**Moderatör** || Prof. Dr. Nüket Sivri, İÜ Çevre Mühendisliği Böl. Öğr. Ü.

**Raportör** || Mustafa Özkul, MBB Çevre Yönetimi Koord. Yrd.

- Çalıştay 3 masası için;

**Moderatör** || Doç. Dr. Çolpan Polat Beken, TÜBİTAK Baş Uzm. Araştırmacı

**Raportör** || Uğur Sevinç, Bursa Büyükşehir Belediyesi Sahil Hizmetleri D. Başkanlığı





## Çalıştay Masaları Program Akışı



09:00

09:30

**KAYIT VE İKRAM**



11:30

**1.OTURUM - BAŞLANGIÇ:**

12:30

Tüm çalıştay masalarında moderatör ve raportör eşliğinde, çalıştay katılımcıları yer almıştır. İlk oturumda çalıştay masasının çalışma usulü ve hangi konuların görüşülmesi gerekliliği belirlenmiştir.



10:45

11:00

**OTURUM ARASI**



11:00

**2.OTURUM:**

12:30

Belirlenen usul ile görüşülecek konular öncelik sırasına göre görüşülmeye başlanmıştır.



12:30

11:30

**ARA**



13:30

**3.OTURUM:**

13:45

Görüşülen konular nihayete erdirilecek, çalıştay masasının ortak bildirisi taslak olarak oluşturulmuştur.



13:45

13:50

**SON OTURUMA HAZIRLIK**



13:50

**4.OTURUM - DEĞERLENDİRME:**

15:00

Tüm çalıştay masalarından moderatör, raportör ve 3 çalıştay katılımcısından oluşan 3'er kişilik ekipler ile 9 kişiden oluşan bir değerlendirme oturumu gerçekleştirilmiştir.



15:00

**KAPANIŞ**

Çalıştay masaları daha önce yüzeysel olarak belirlenmiş bir içerik çerçevesinde gün boyu değerlendirmelerde bulunduktan sonra, tüm çalıştay masalarının moderatör ve raportörleri ile ortak bir değerlendirme yapılmıştır.



### *Çalıştay 1:*

## **Marmara Denizi'nde kirlilik ve kirliliğin azaltılmasına yönelik gelecek projeksiyonları**

### **MODERATÖR**

Prof. Dr. İzzet Öztürk

### **RAPORTÖR**

Ahmet Cihat Kahraman

### Çalıştay Katılımcıları

1. Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK, *İTÜ Çevre Mühendisliği Böl. Öğr. Üy. – İSKİ Yön. Kur. Üy.*
2. Ahmet Cihat Kahraman, *MBB Çevre Yönetimi Koordinatörü*
3. Prof. Dr. Nuray Çağlar, *İstanbul Üni. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Böl. Öğr. Üy.*
4. Prof. Dr. Oya Okay, *İTÜ Gemi ve Deniz Teknolojisi Müh. Böl. Öğr. Üy.*
5. Prof. Dr. Semih Nemlioğlu, *İstanbul Üni. Çevre Mühendisliği Böl. Öğr. Üy.*
6. Prof. Dr. Zinet Selmin Burak, *İstanbul Üni. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Böl. Öğr. Üy.*
7. Doç. Dr. Ülkü Alver Şahin, *İstanbul Üni. Çevre Mühendisliği Böl. Öğr. Üy.*
8. Yrd. Doç. Dr. Sibel Zeki, *İstanbul Üni. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Böl. Öğr. Üy.*
9. Öğr. Gör. Dr. Sevil Deniz Yakan Dündar, *İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fak. Öğr. Üy.*
10. Semih İlker Sanaç, *İSKİ Havza Koruma ve Kont. Daire Bşk.*
11. Ali İnci, *İSKİ Atıksu Arıtma Daire Bşk.*
12. Huri Eyüboğlu, *Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Şube Müd.*
13. Gülşen Avaz, *TÜBİTAK MAM.*
14. Saffet Altındağ, *İBB Deniz Hizmetleri Müdürlüğü*
15. Murat Tepeyurt, *Uz. Biyolog - Mavi Deniz Çevre A.Ş.*
16. Şeyda Dağdeviren Hill, *Deniz Temiz TURMEPA Derneği*
17. Belgin Ergül, *Deniz Temiz TURMEPA Derneği*
18. Zülal Sönmez, *İstanbul Üni. Çevre Mühendisliği Böl. Arş. Gör.*
19. Duygu Ülker, *İstanbul Üni. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Böl. Arş. Gör.*
20. Y. Koray Küçük, *Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı*
21. Ebru Beşiktepe, *Bursa Büyükşehir Belediyesi*
22. Ukay Güvener, *Bursa Büyükşehir Belediyesi*
23. Naim Sezgin, *İstanbul Üni. Çevre Mühendisliği Böl. Araştırmacı*

Marmara Denizi üzerindeki baskıların neler olduğu, bu baskıların ne tür etkilere neden olduğu konusunun üzerinde durulmuş, söz konusu etkilerden en az şekilde etkilenmek üzere nasıl planlamalar yapılması gerekliliği değerlendirilmiştir. Mevcut planlamaların ihtiyaçları ne ölçüde karşıladığı ancak etraflı bir değerlendirmeyle saptanabileceği üzerinde fikir birliğine varılmıştır.

Çalıştay katılımcıları öncelikle Marmara Denizi üzerindeki kirletici baskılarının kaynaklarına göre kategorilendirilmesi gerektiğine inanarak, mevcut ve olası kirletici kaynaklarını 9 farklı kategoride incelemiştir.

1. Kara kökenli kirleticiler,
  - a) Noktasal kaynaklar,
    - i. Kentsel atıksular,
    - ii. Endüstriyel atıksular,
    - iii. Düzenli depolama sızıntı suları,
    - iv. Termal (sıcak ve soğuk) ve yoğun su deşarjları,
  - b) Yayılı kaynaklar,
    - i. Zirai atıklar,
    - ii. Hayvansal atıklar,
    - iii. Meskûn bölgelerden gelen akış ve sürüklenmeler,
  - c) Atmosferik taşınım kaynaklı kirleticiler
2. Gemi kaynaklı kirleticiler,
  - c. Sintine / çamur
  - d. Balast,
  - e. Petrol kaçaqları,
  - f. Evsel Atıksu,
  - g. Çöpler, katı atık
  - h. Biofouling,
  - i. Gemi hava emisyonu
3. Dip taramaları,
4. Mikrobiyolojik Kirlilik,
5. Deniz çöpleri,
6. Sınır aşan kirlilik,
7. Kıyı düzenlemeleri,
8. Kanal İstanbul etkisi

Her kategori (alt kategorileriyle birlikte) için karşılaşılan problemlere ilişkin ihtiyaç duyulan gereklilikler aşağıdaki gibi işaret edilmiştir.

## 1. Kara kökenli kirleticiler,

### a) Noktasal kaynaklar:

- Atıksu arıtma tesislerinin dolu savak deşarjları disipline edilmesi gerekmektedir,
- Endüstriyel ve evsel atıksu deşarjlarının izlenmesinde etkinlik, süreklilik ve koordinasyonun sağlanması gerekmektedir,
- Marmara Denizi'ne yapılan tüm atıksu arıtma tesislerinde Azot (N), Fosfor (P) gideriminin zorunlu olması gerekmektedir,
- Toksikite testlerinde kullanılan yöntemlerin/metotların değiştirilerek, 3 trofik seviyeden indikatör organizmalarla testlerin yapılması gerekmektedir,
- Büyük akarsuların denize boşalma noktalarında belirlenecek kritik parametreler dikkate alınarak sürekli numune alma ve izleme noktalarının oluşturulması gerekmektedir,
- Endüstriyel atıksuların kanalizasyona deşarj edilecek kriterlere sahip olmaksızın kanalizasyonlara deşarj edilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu konuda denetim mekanizmalarının güçlendirilmesi, suyun karakterizasyonuna göre bir arıtma prosesinden geçirildiği ve akabinde kanalizasyona deşarj edilmesini sağlamak üzere denetim mekanizmalarının geliştirilmesi, güçlendirilmesi ve çağa ayak uyduran teknolojilerle desteklenmesi gerekmektedir,
- Endüstride kullanılan atık solventlerine ilişkin her ne kadar seyreltme yasakları olsa da yasakların delinmesi suretiyle solventlerin seyreltilerek deşarj parametrelerini yakalanması sağlandığı görülmektedir. Denetim mekanizmasının geliştirilmesi bahsinde solventlerin seyreltilmesi hususunun da dikkate değer bulunması gerekmektedir,
- Gelecek projeksiyonlarının layıkıyla yapılmaması ve kötü planlama nedeniyle şehir içerisindeki sanayi kuruluşlarının layıkıyla organize edilememesi ve kümelenememesi ciddi zafiyetlere neden olmaktadır. Birbirlerine yakın karakterde atıksu oluşturan sanayi kuruluşlarının bir araya gelmesinin sağlanması ve

ortak proseslerle endüstriyel atıksuların kanalizasyona deşarj öncesi yönetimi ciddiyle ele alınması gerekmektedir,

- Konvansiyonel kirleticilerin yanı sıra özel ve tehlikeli kirleticileri de dikkate almak koşuluyla kirletici parametre sayısının makul sayılar gözetilerek belirlenmesi gerekmektedir,
- Kirletici vasfı yüksek endüstriler için mevcut en iyi teknoloji/teknik uygulamalarının hızlandırılması ve sistemleştirilmesi gerekmektedir,
- Kentsel atıksu arıtma deşarjlarında öncelikli kirletici profillerinin oluşturulması ve veri paylaşımının sağlanması gerekmektedir,
- Tersanelerde gemilere uygulanan fiziksel ve kimyasal işlemler deniz kirliliğine, ayrıca bu işlemler esnasında ve sonrasında oluşan emisyonun da hem hava hem de deniz kirliliğine neden olduğu bilinmektedir. Deniz kirliliğinin kontrolü faaliyetlerinde tersanelerin de ayrıca ele alınmaları gerekmektedir,
- Kıyı temizliği konusunda halkın davranış alışkanlıklarının değiştirilmesi önem arz eden bir konudur. Bu bağlamda belediyeler ile sivil toplum kuruluşları arasında diyalogun güçlendirilerek, sosyologlar ve davranış bilimcilerin desteğiyle bilinçlendirme çalışmalarının yürütülmesi, kamu spotlarının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu çalışmaların, bu konuda uygulanan sistematik yaptırımlarla eş zamanlı olarak yürütülmesi gerekmektedir,
- Deniz çöpleri ve kıyı temizliği konusunda bütünleşik olarak atık yönetimi bileşenlerinin uygulanması ve bundan yola çıkarak mevcut yetki karmaşasının önüne geçilmesi gerekmektedir. Tüm tarafların deniz çöplerinin kontrolünü sağlamak üzere yayınlanan mevzuatı dikkate alması ve uygulaması gerekmektedir,
- Termal deşarjların ve yoğun atıksuların çevresel izleme sistemlerine dahil edilmesi gerekmektedir,
- Arıtılmış atıksuların yeniden kullanılması / geri kazanılması faaliyetlerinin yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu bağlamda gri su uygulamalarının sistematik ve hukuki bir zemine ihtiyaç duyduğu da dikkate alınmalıdır.
- Marmara Denizi'ni etkileyecek yükte bir nehrin etkilerinin saptanması adına, mansabı ile boğaz üzerindeki kritik istasyonlarda ölçüm sıklığı aylık düzeyde kontrol edilmesi gerekmektedir.

**b) Yayılı kaynaklar:**

- Su kalitesi verilerinin de tıpkı hava kalitesi verilerinde olduğu gibi online olarak paylaşılması gerekmektedir,
- Havza yönetim planlarının uygulama imar planlarına plan notu olarak yansıtılarak seri bir şekilde uygulanması gerekmektedir,
- Tarım, hayvancılıkta iyi uygulamalar ile modern sulama tekniklerinin geliştirilmesi gerekmektedir,
- Tarım ilaçlarının satış ve kullanımlarının “barkod sistemi” ile kontrol altına alınması ve bu ilaçların ambalajlarının da etkin şekilde yönetimi gerekmektedir,
- Sulama Birlikleri ve Kooperatifler de sürece dâhil edilerek ilaç ve gübre kullanımında kullanıcılara yönelik bilinçlendirme çalışmalarının sistematik bir şekilde yürütülmesi gerekmektedir,
- Kentsel dönüşüm ile planlanan meskûn mahallerden gelen yağmur sularının akış ve sürüklenmeleri etkin şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

**c) Atmosferik taşınım kaynaklı kirlilik:**

- Atmosferik kirleticilerin deniz kirliliğindeki payına ilişkin ar-ge veri tabanının oluşturulması, izleme ve modelleme çalışmalarının yürütülmesi ve bu yöntemlerle elde edilen çıktıların deniz kirliliğinin kontrolü faaliyetlerinin planlanmasında etkin şekilde kullanılması gerekmektedir,
- Atmosferik taşınım kaynaklı kirliliğin tespiti konusunda kurumlar arası işbirliğinin geliştirilmesi gerekmektedir,
- Karadeniz ve Marmara Denizi’nin asitleşme sürecinin takibi ve etkilerinin değerlendirilmesi gerekmektedir,
- İklim değişikliğine bağlı olarak Karadeniz’deki yüzey suyu seviyesi değişimi ve Boğaz yoluyla Karadeniz’den Marmara Denizi’ne gelen üst tabaka debisinin de uzun dönem etkisinin takip edilmesi gerekmektedir,
- Deprem kuşağında yer alıyor olması nedeniyle, herhangi bir afet durumunda Marmara Denizi’ne etkisi olacak karasal ve denizel risklerin belirlenmesi aç-



sından Marmara Denizi Risk Yönetim Planının hazırlanması, bu çalışmalarını güçlendirmek için bütüncül afet tatbikatlarının yapılması gerekmektedir.

## 2. Deniz kökenli kirleticiler

- Balast sularından numune alınması, alınan numunelerin toksisite açısından dünyada kabul gören güncel ve hızlı ölçüm metodlarıyla tespit edilerek değerlendirilmesi ve denetimler konusunda limanlarda kapasitenin geliştirilmesi gerekmektedir,
- Gemilerin suyla teması olan ıslak zeminlerinde mikroorganizmaların, alglerin ve/veya diğer organik kirleticilerin oluşturduğu kirlilik olarak bilinen "Bio-fouling" konusunda izleme, denetim ve denetime bağlı yaptırımların geliştirilmesi konusunda kapasitenin geliştirilmesi gerekmektedir,
- Gemi söküm işlemlerinde boyanın ve biyolojik materyalin kontrolü konusunda ilgili kurumların teknik kapasitelerinin geliştirilmesi gerekmektedir,
- Batık ve hacizli gemilerin Marmara Denizi'ne ekolojik etkilerinin belirlenmesi, belirlenen etkileri azaltmaya yönelik önlemlerin alınması ve bu konudaki tüm çalışmaların hukuki zeminde de yer bulması gerekmektedir,
- Gemi kazalarına ilişkin ulusal çapta tatbikatların periyodik bir çerçevede sıklaştırılması gerekmektedir,
- Gemilerden kaynaklanan ve hava kalitesini olumsuz etkileyen emisyonların takibi ve denetimleri için kurumsal işbirliğine önem atfedilmesi gerekmektedir.
- Denizlerdeki araçlardan ya da deniz üzeri etkinliklerden kaynaklanan gürültünün kontrolüne ilişkin teknik ve idari kapasitenin oluşturulması gerekmektedir.

## 3. Dip taramaları

- Dip tarama alanlarının Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme çalışmalarına dâhil edilmesi gerekmektedir,
- Dip taramalarıyla ilgili materyalin özellik, miktar ve depolama koşullarıyla ilgili verilerin kolay erişime imkân verecek şekilde bu konuda çalışmalar yapan bilim insanları ve ilgililerle paylaşılması gerekmektedir,

- Deniz Dibi Taraması ve Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliği taslağına PAH, PCP ve TBT gibi organik kirleticilerin de eklenmesi gerekmektedir,
- Yüksek oranda organik madde içeren dip tarantlarına karada ön işlem uygulanması gerekmektedir.

#### **4. Mikrobiyolojik kirlilik**

- Mikrobiyolojik kalite izlemelerinde hızlı netice veren moleküler yöntemlerin yaygınlaştırılması gerekmektedir

#### **5. Deniz çöpleri**

- Endüstriyel kaynaklı mikroplastiklerin kaynağında önlenmesi ile ilgili çalışmaların başlatılması gerekmektedir,
- Hayalet ağların yönetimleri ile ilgili balıkçılara yönelik eğitim faaliyetlerinin sunulması ve sistem kapasitesinin geliştirilmesi gerekmektedir.

#### **6. Sınır aşan kirlilik**

- Sınır aşan kirliliğe ilişkin izleme, önleme ve denetim konusunda bölgesel işbirliğinin bölgesel deniz sözleşmeleri kapsamında geliştirilmesi gerekmektedir.

#### **7. Kıyı düzenlemeleri**

- Kıyı düzenlemelerinin (kıyı dolguları ve yapıları) bütünleşik kıyı alanları yönetimi planlaması çerçevesinde yürütülmesini sağlayacak düzenlemeler yapılması gerekmektedir.

#### **8. İstanbul'a yeni kanal (Kanal İstanbul)**

- İstanbul'a yapılacak olası bir kanalın Marmara ve Boğazlar sistemi üzerindeki hidrodinamik ve ekolojik etkilerinin bilimsel ve nesnel temeller çerçevesinde değerlendirilmesi gerekmektedir.

### III. MARMARA DENİZİ SEMPOZYUMU



#### *Çalıştay 2:*

### **Marmara Denizi'nde tür çeşitliliğinin tarihsel süreci ve geleceği**

#### **MODERATÖR**

Prof. Dr. Nüket Sivri

#### **RAPORTÖR**

Mustafa Özkul

### Çalıştay Katılımcıları

1. Prof. Dr. Nüket Sivri, *İstanbul Üni. Çevre Mühendisliği Böl. Öğr. Üy.*
2. Mustafa Özkul, *MBB Çevre Yönetimi Koord. Yrd.*
3. Prof. Dr. Ergun Taşkın, *Celal Bayar Üni. Biyoloji Böl. Öğr. Üy.*
4. Prof. Dr. Yelda Aktan Turan, *İstanbul Üni. Su Bilimleri Fak. Öğr. Üy.*
5. Prof. Dr. Melek İşinibilir Okyar, *İstanbul Üni. Su Bilimleri Fak. Öğr. Üy.*
6. Prof. Dr. Neslihan Balkıs, *İstanbul Üni. Biyoloji Böl. Öğr. Üy.*
7. Doç. Dr. Çetin Keskin, *İstanbul Üni. Su Bilimleri Fak. Öğr. Üy.*
8. Doç. Dr. Ayşegül Mülayim, *İstanbul Üni. Biyoloji Böl. Öğr. Üy.*
9. Doç. Dr. Tomris Bök, *İstanbul Üni. Su Bilimleri Fak. Öğr. Üy.*
10. Dr. Didem Göktürk, *İstanbul Üni. Su Bilimleri Fak. Öğr. Gör.*
11. Emine Oğuz, *İSKİ Atıksu Lab. Müd.*
12. Mutlu Mol, *İSKİ Su Arıtma Ş. Müd.*
13. Ümit Aydemir, *İSKİ Atıksu Lab. Endüstri Müh.*
14. Efraim Balın, *İBB Tarım ve Su Ürünleri Müd. Yrd.*
15. Ruhi Ergan, *İBB Tarım ve Su Ürünleri Müd. Yrd.*
16. Mehmet Kaya, *İSYÖN A.Ş. Su Ürünleri Tespit Kont. Şefi*
17. Orhun Hisli, *İstanbul Üni.*
18. Hasan Mısıır, *İBB Deniz Hizmetleri Müdürlüğü*

Marmara Denizi'ndeki su ürünlerinin ve ekosistemi meydana getiren önemli tüm türlerin geçmişi, bugünü ve mevcut stratejiler çerçevesinde geleceğinin değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. İnsan kökenli baskıdan en az şekilde etkilenmek üzere yapılması gereken planlamalar hakkında değerlendirme yapılmıştır.

1. bölümde ana konu başlıkları tanımlandıktan sonra 2. Bölümde ortak bir rapor hazırlanmış, katılımcılar kendi kurum/kuruluşlarında yürüttükleri faaliyetleri ve hedeflenen işleri belirtmişlerdir.

### 1. Türler ve izleme çalışmaları

- İstilacı tür, biyomonitör türler ile biyoindikatör türlerin izlenmesi ve bunların deniz biyoçeşitliliği üzerine etkilerini konu alan projeksiyonların oluşturulması gerekmektedir.
- Akdeniz ve Ege Denizi'nden Çanakkale Boğazı vasıtasıyla Marmara Denizi'ne ve Karadeniz'e doğru denizanası başlığında bir yayılım görülmektedir. Marmara Denizi'nde özellikle körfez ve benzeri kıyısız alanlardaki denizanası yoğunluğunda 20 yıllık veri setleri incelendiğinde ciddi artışlar tespit edilmektedir. Denizanası miktarındaki bu artışın iklim değişikliği nedeniyle yaşanan sıcaklık değişimleri ve gemilerin balast suları aracılığıyla taşınan istilacı türler kaynaklı olduğu bilindiğinden, özellikle Türk Boğazlar Sistemini kullanan gemilerin balast sularının etkin yönetimine ilişkin adımlar atılması gerekmektedir.
- Tek tür hâkimiyeti sonucunda Marmara Denizi'nde özellikle yaz aylarında görülen fitoplankton artışı nedeniyle meydana gelen Kızıl Gelgit'le (Red Tide) ilgili çalışmalar yürütülürken, trofik seviye indekslerinden yararlanılması gerekmektedir.
- Marmara Denizi'nde farklı türlerin popülasyonlarındaki azalmalar veya kayıpların, genel olarak türler arası dengeyi ve besin zincirini olumsuz etkilediği görülmektedir. Marmara Denizi'nde tür çeşitliliğinde dengenin sağlanması için ulusal ve uluslararası düzenlemeler disiplinlerarası çalışmalar yapılması önem arz etmektedir.
- Hava, kara ve su ekosistemlerinin ortak biyomonitör türü olan kuş türlerinin olumsuz etkilenmesi söz konusu olup, konuya ilişkin yapılan iyileştirmelerin kuşlar üzerindeki etkilerinin de sürekli gözlenmesi gerekmektedir.
- Kıyısız alanlarda gözlenen toplu balık ölümlerinin, toksik kaynaklı olup olmadığının belirlenmesinde, uygulanması gereken toksisite testlerinin, hızlı sonuç almaya yönelik metodlardan seçilmesi, özellikle 3 trofik seviyeden indikatör organizmalarla testlerin yapılması gerekmektedir.

## 2. Avcılık

- Dünya Doğa Koruma Birliği (IUCN) Kırmızı Liste'sinde yer alan lüfer familyası tehdit altında olup buna ilişkin uzun vadeli programlamalar yapılması gerekmektedir. Balık hallerinde avlanan balığın boy limitine (Balık türlerinin nesillerini devam ettirebilmeleri için bir balığın en az 1 kere yavru vermiş olarak kabul edildiği en küçük yasal avlanma boyu) bakılmaksızın avlanan ve satılan türlere rastlandığından, buna ilişkin çözüm olanaklarının geliştirilmesi ve dolayısıyla su ürünlerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması şarttır. Denizimizde doğal yaşam alanlarının korunması, buralarda bulunan su ürünleri kaynaklarımızdan amatörce ve/veya profesyonelce yararlanılması, sorumlu ve sürdürülebilir avcılık için sistematik bir kontrol mekanizması oluşturulmalı ve bilgilendirilmeler yapılmalıdır.
- Aşırı avlanma ve balıkçılık faaliyetlerinin tür çeşitliliği üzerindeki etkisinin incelenmesi, buna bağlı olarak sürdürülebilir su ürünleri yönetimine ilişkin kısa, orta ve uzun vadede eylem programları geliştirilmesi gerekmektedir.
- Yeteri kadar olgunlaşmadan avlanan su ürünlerinin Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından tespit edildikten sonra bu mahsulü (her ne kadar gerekli idari yaptırımlar uygulanmış olsa da) Milli Emlak Genel Müdürlüğü eliyle piyasaya sürmesinin geliştirilmeye çalışılan farkındalık ve bilinci artırmaya yönelik çalışmalara ciddi olumsuz etkileri söz konusudur. Buna ilişkin kararlı adımların atılması ve uygunsuz avlanmış deniz mahsulünün piyasaya sürülmesini önleyen mekanizmaların kurgulanması gerekmektedir.
- İlegal yöntemlerle ve dönemlerde yürütülen balıkçılık faaliyetlerinin kontrol altına alınması için balıkçıların balığı nerede avladığı bilgisini yetkili idareyle paylaşmaları gerekmektedir. Bu gerekliliği sağlamak üzere etkinliği kanıtlanmış teknolojik altyapının kurulması ve kararlılıkla işletilmesi elzemdir. Ekosistem temelli balıkçılık yönetimi için balık ürün takip sistemi uygulamasının ilk etapta pilot ölçekli olarak hayata geçirilmesi anlamlı olacaktır.

## 3. Biyoçeşitlilik ve sürdürülebilirlik

- Denizel türlere ait güncel envanter katılımcılar tarafından kısmen listelenmiş olup, tehdit altında olan/olabilecek türler ve takip edilmesi gereken istilacı türler olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Marmara Denizi'nde bulunan Dünya

Doğa Koruma Birliği (IUCN) Kırmızı Liste'sinde (Red List) yer alan türlere ilişkin önlemler alınması gerekmektedir.

- Denizdeki tür çeşitliliği dengesiyle yakın ilişkisi olan balığın, denizden sofraya kadarki tüm süreçlerini içerecek şekilde künyesinin oluşturulması ve böylece takibinin sistematik hale getirilmesi gerekmektedir.
- Kıyısız-kumsal alanların farklı ve yanlış kullanımları nedeniyle biyoçeşitlilikte değişimler görülmektedir. Aşırı alg artışı, dirençli mikroorganizmaların artışı, denizanası istilaları örneklerinde olduğu gibi, bu tarz doğal süreçlerin dışındaki değişimler hakkında önlemler alınması gerekmektedir.
- Tür çeşitliliğinin ve dengesinin sürdürülebilirliği için konuyla ilgili tüm taraflara yönelik kampanya ve aktivitelerle farkındalığın artırılması gerekmektedir. Bu tür kampanyaların sosyal sorumluluk başlığı altında gönüllü mekanizmalarla yürütülmesi de büyük önem arz ederken, idarelerin bu kampanyaları bir gereklilik yaklaşımıyla ele almalarını sağlamak üzere düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır.
- Türk Boğazlar Sistemi, ithalat – ihracat hacmi yüksek şehirlerin varlığı ve büyük tersaneler nedeniyle yoğun gemi trafiğine konu olan Marmara Denizi'nde deniz araçlarının biyoçeşitlilik üzerinde oluşturduğu baskı ve yüklerin araştırılması gerekmektedir.
- Limanlar ve bunun dışındaki kıyısız yapılanmaların deniz kıyısız alanı ve dolayısıyla etkilenen türler üzerine etkilerinin araştırılması gerekmektedir.
- Dip tarama faaliyetlerinin biyoçeşitlilik üzerine etkilerinin incelenmesi gerekmektedir. Bu incelemelere göre dip tarama faaliyetlerinin optimizasyonu önem arz etmektedir.
- Marmara Denizi'nde yer alan ve insan faaliyetleri sonucunda canlılığını yitiren sucül alanlara dikkat çekerek, hâlihazırda canlılığını koruyan sucül alanlara ilişkin koruma programları eşliğinde önlemlerin hayata geçirilmesi gerekmektedir.
- Marmara Denizi özelinde biyoçeşitlilik ya da biyozenginlik, diğer denizlerle mukayese edildiğinde büyük önem arz ettiği için bu konuda farkındalığı artırıcı eğitim modülleri geliştirilmelidir.

#### 4. Tür çeşitliliğini konu alan izleme projeleri ve modellemeler

- Marmara Denizi'ndeki tür çeşitliliğini konu alan izleme projelerinde ve modellemelerde elde edilen verilerin proje yürütücüsü / ortağı idareler tarafından bu alanda çalışmalar yürüten tüm bilim insanlarının istifade edeceği şekilde paylaşımına açılması gerekmektedir.
- Marmara Denizi'ne yapılan derin deniz deşarjlarının ayrı ayrı takip edilmesi, bu deşarjların deniz ekosistemi üzerine etkilerinin mevsimlik olarak araştırılması gerekmektedir.
- Mikroplastiklerin Marmara Denizi'ndeki canlı yaşamı üzerine etkilerinin incelenmesi ve Marmara Denizi'ne dökülen nehirlerde de mikroplastik kontrolünü sağlamak üzere önlemlerin ortaya konması gerekmektedir.
- Özellikle halk sağlığı açısından tehdit unsuru olan ve WHO tarafından küresel tehlike olarak belirtilen "antibiyotik direnç ve organizmalar" konusunda etkin çalışmaların izleme programları şeklinde yürütülmesi gerekmektedir.
- Marmara Denizi'ndeki tür çeşitliliği üzerine çalışmalar yürüten farklı idareler (belediyeler, üniversiteler, bakanlıklar vb.) tarafından elde edilen dataların birimleri arasında farklılık arz edebilmektedir. Bu farklılık, yapılan çalışmaların birbirleriyle kıyaslanmasını güçleştirdiğinden ortak bir birim belirlemek suretiyle elde edilen çıktılarının zenginleştirilmesi sağlanmalıdır.
- Bu zamana kadar elde edilen veriler ve halihazırda yapılan ölçümler ışığında gelecek projeksiyonlarının ciddiyetle belirlenmesi gerekmektedir.
- Marmara Denizi'nde tür çeşitliliğine ilişkin gerçekleştirilen çalışmaların birbirini tekrar eden bir yapıya evrilmesinin engellenmesi ve özgün çalışmalara ağırlık verilmesi gerekmektedir.
- İklim değişikliğinin deniz ekosistemi üzerine etkilerinin araştırılması ve elde edilen sonuçlar ışığında denizlerde iklim değişikliğine yönelik uyum politikalarının belirlenmesi gerekmektedir.
- Belediyelerin, üniversitelerin, ilgili bakanlıkların ve sivil toplum kuruluşlarının bir arada bulunmak suretiyle Marmara Belediyeler Birliği çatısı altında disiplinlerarası çalışmaların yürütülebileceği bir araştırma ve izleme merkezinin kurulması önem arz etmektedir. Bu sayede yapılan çalışmaların verimlilik odaklı mümkün merteye eşgüdüm içerisinde olması beklenmektedir.





*Çalıştay 3:*

**Marmara Denizi için ulusal yönetim stratejileri ve uluslararası politikalar**

**MODERATÖR**

Doç. Dr. Çolpan Polat Beken

**RAPORTÖR**

Uğur Sevinç

### Çalıştay Katılımcıları

1. Doç. Dr. Çolpan Polat Beken, *TÜBİTAK MAM Başuzman Araştırmacı*
2. Hakan Bebek, *Bursa Büyükşehir Belediyesi Sahil Hiz. Daire Bşk.*
3. Prof. Dr. Gülşen Altuğ, *İstanbul Üni. Su Bilimleri Fak. Öğr. Üy.*
4. Prof. Dr. Ayşegül Baysal Tanık, *İTÜ Çevre Mühendisliği Böl. Öğr. Üy.*
5. Prof. Dr. Ahmet Kıdeys, *ODTÜ Deniz Bilimleri Ens. Öğr. Üy.*
6. Doç. Dr. Sevim Budak, *İstanbul Üni. Siyasal Bilgiler Fak. Öğr. Üy.*
7. Yrd. Doç. Dr. Galip Engin Şimşek, *İstanbul Üni. Hukuk Fak. Öğr. Üy.*
8. Dr. Vedat Ediger, *TÜBİTAK MAM Uzman Araştırmacı*
9. Uğur Sevinç, *Bursa Büyükşehir Belediyesi*

Marmara Denizi'nin Karadeniz ve Akdeniz arasında bir geçiş koridoru özelliğinde olmasının yanında, kıyılarında son derece yoğun yaşamsal ve endüstriyel faaliyetlerin yürütülmesi, kirlilikten korunmasını güç ve sürdürülebilir bir çevre yönetimini bu oranda gerekli kılmaktadır. Marmara Denizi'nin başka hiçbir ülkeye kıyısı olmaksızın tamamen bir iç deniz niteliğinde Türkiye'ye ait olması, çevresel tüm yönetim tasarruflarında da nihai olarak Türkiye'nin sorumluluğunda bulunması, ulusal bir yönetim stratejisi gerekliliğini de beraberinde getirmektedir.

Marmara Denizi için hazırlanması elzem ulusal yönetim stratejisi içerisinde alt başlıklar halinde uluslararası etkilerin de vurgulanarak, bunlara ilişkin politikaların geliştirilmesi ve bölgesel işbirliklerinin inşa edilmesi büyük önem arz etmektedir. Fakat bir öncelik sıralaması yapılacak olursa, Marmara Denizi için bütüncül bir yönetimi mümkün kılacak organizasyonların kurulması ve tüm paydaşların da katkılarıyla bir ulusal yönetim stratejisinin ortaya konması öncelikli olarak görülmektedir.

Marmara Denizi'ne yönelik belediyeler tarafından yürütülen çalışmaların bütüncül olarak ele alınabilmesi için bu çalışmaların birbiri ile eşgüdümlü olarak yürütülmesi önem arz etmektedir.

Marmara Belediyeler Birliği tarafından ilk defa 2012 yılında gerçekleştirilen Marmara Denizi Sempozyumu'nun sonuç bildirisinde dile getirilen ve sonrasındaki

sempozyumlarda da önemi vurgulanan Marmara Denizi için bir çatı organizasyonun inşa edilmesi, bu çalıştay masasının değerlendireceği esas konu olarak belirlenmiştir.

1992 Bükreş Sözleşmesi kapsamında Karadeniz'e kıyısı olan ülkeler tarafından kurulan ve sözleşmenin icra organı niteliğindeki Karadeniz'in Kirliliğe Karşı Korunması Komisyonu gibi, Marmara Denizi'ne kıyısı olan yerel yönetimlerin mutabakata varacakları bir protokol kapsamında Marmara Denizi Çevre Komisyonu'nun kurulması ve icracı niteliğe haiz olması gerekmektedir.

Söz konusu protokolün tarafları olan yerel yönetimlerin başkanlar seviyesinde, ilgili bakanlıkların müsteşarlık seviyesinde temsil edilmesi gerekmektedir. Fakat kurulacak Komisyonun yürüteceği çalışmalarda görevlendirilen uzmanların ve teknik personelin yer alması faydalı olacaktır.

Marmara Denizi'ne kıyısı olan yerel yönetimlerin çatı kuruluşu niteliğindeki Marmara Belediyeler Birliği'nin söz konusu bu Komisyonun daimi sekretaryasını yürütmesi gerekmektedir.

Marmara Denizi Çevre Komisyonu'nun, Marmara Denizi'nin çevresel yönü ile etkileşimi olan tüm taraflardan veri toplaması, söz konusu verileri anlamlı kılacak tespit raporlarını oluşturması ve projeksiyonlar geliştirmesi gerekmektedir.

Marmara Denizi Çevre Komisyonu altında teknik uzmanlardan oluşan tematik çalışma gruplarının yer alması gerekmektedir. Bu çalışma gruplarının;

- Karasal Kaynaklı Kirlilik Çalışma Grubu,
- Gemilerden Kaynaklanan Kirlilik Çalışma Grubu,
- Biyolojik Çeşitlilik Çalışma Grubu
- Balıkçılık ve Su Ürünleri Çalışma Grubu
- Entegre Kıyı Yönetimi Çalışma Grubu
- İzleme ve Değerlendirme Çalışma Grubu
- Arıtma Teknolojileri ve Geri Kazanım Çalışma Grubu

- Bakteriyoloji ve Halk Sağlığı Çalışma Grubu
- Ulusal ve Uluslararası Politikalar Çalışma Grubu
- Eğitim ve Bilinçlendirme Çalışma Grubu
- Hukuk Çalışma Grubu
- Veri Tabanı Çalışma Grubu

Konularını ve başlıklarını içermesi gerekmektedir.

Marmara Denizi Çevre Komisyonu'nun kurulması sürecinin idari gereklilikler nedeniyle zaman alması durumunda Marmara Belediyeler Birliği çatısı altında belirlenecek uzmanların ortak ve disiplinlerarası bir çalışma ile Marmara Denizi Çevre Koruma Mutabakat Metni oluşturması, Marmara Denizi ile etkileşim içerisinde olan kamu kuruluşları ve idarelerin bu metni imzalayarak taraf olması gerekmektedir.



## Marmara Denizi Fotoğraf Yarışması

Marmara Belediyeler Birliği tarafından düzenlenen TFSF 2017-088 onay no'lu "Marmara Denizi" Fotoğraf Yarışması'nın Seğici Kurulu olarak 14 Kasım 2017 Salı tarihinde saat 09:00'da Marmara Belediyeler Birliği'nin Eminönü-Fatih-İstanbul adresinde toplanılarak jüri değerlendirmesi yapıldı.

Yarışmaya gönderilen 2285 fotoğraftan; 17 adedi fotoğraf sahibi 18 yaş altı olduğu için ve 4 adedi fotoğraflarında manipilasyon olduğu için ve 380 adedi şartnamede yazılan ęekim tarihlerine uygun olmadığı için şartname gereği değerlendirme dışı bırakıldı ve şartnameye uyan 1884 adet fotoğraf değerlendirmeye alındı.

İlk tur elemelerde "bir kalsın" oyu alan 128 fotoğraf ikinci tura geğti.

İkinci tur elemelerde "ç kalsın" oyu alan 36 fotoğraf üçüncü tura geğti.

çnc tur elemelerde "dört kalsın" oyu alan 6 fotoğraf finale kaldı.

Finale kalan 6 fotoğraf arasından 1. (birinci), 2. (ikinci), 3. (çnc) jüri puanlaması ile seğildi. Jüri puanlamasında 4. (dördüncü), 5. (beşinci) ve 6. (altıncı) sırada olan fotoğraflar mansiyona layık görüldü. Sergilemeye layık görülen fotoğraflar jüri tarafından belirlendi.

# Marmara Denizi Fotoğraf Yarışması

**Yarışma Başlangıç Tarihi:**

6 Ekim 2017

**Son Katılım Tarihi:**

8 Kasım 2017 - TSİ: 23.00

**Jüri Toplantı Tarihi:**

14 Kasım 2017

**Sonuç Bildirim Tarihi:**

17 Kasım 2017

**Sergi ve Ödül Töreni:**

21 Kasım 2017



**Birincilik Ödülü:**

**3000 TL**

**İkincilik Ödülü:**

**2000 TL**

**Üçüncülük Ödülü:**

**1000 TL**

**Mansiyon (3 adet):**

**500 TL**

**Sergileme (En fazla 30 adet):**

**250 TL**



**Şartnameye ulaşmak için:**

[www.marmara.gov.tr](http://www.marmara.gov.tr)

[www.marmaradenizisempozyumu.com](http://www.marmaradenizisempozyumu.com)

[www.tfsf.org.tr](http://www.tfsf.org.tr)

## BÜYÜK ÖDÜLLER

BÜYÜK ÖDÜLLER	
1	Serkan Tekin
2	İsmail Ödüm
3	Aygül Öztürk
Mansiyon	Sebahattin Özveren
Mansiyon	Yusuf Kaya
Mansiyon	Halil İbrahim Üzmezoğlu



SERGİLEME ÖDÜLLER	
1	Şükrü Ağbal
2	Şükrü Levent Deniz
3	Tufan Kartal
4	Burcu Büyükkal
5	Salih Kuş
6	Nihat Torun
7	Mustafa Gezer
8	Cüneyt Çelik
9	Mustafa Mesut Şık
10	Alaeddin Koç
11	Necla Kayan
12	Ahmet Muhtar Taşkaya
13	Emrah Ildız
14	Caner Başer
15	Bülent Şelli
16	Bülent Şelli
17	Hakan Çöplü
18	Hakan Çöplü
19	Tufan Bilir
20	Mustafa Hasöksüz
21	Ahmet Tarımcı
22	Caner Başer
23	Levent Meriç
24	Mehmet Aslan
25	Ali Alpkurt Baranok
26	Ali Alpkurt Baranok
27	Aysen Karadeniz
28	Ahmet Burak Güralp
29	Murat İbranoğlu
30	Ahmet Kolak



7.

*Serkan Tekin*



2.

*İsmail Ödüm*



3.

*Aygül Öztürk*





*Mansiyon*

*Sebahattin Özveren*



*Mansiyon*

*Yusuf Kaya*



# *Mansiyon*

*Halil İbrahim Üzmezoğlu*



