

# Derin Deniz Deęarjı ve Su Kalitesine Etkileri



**Prof. Dr. Habib MUHAMMETOĐLU**  
**Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi**

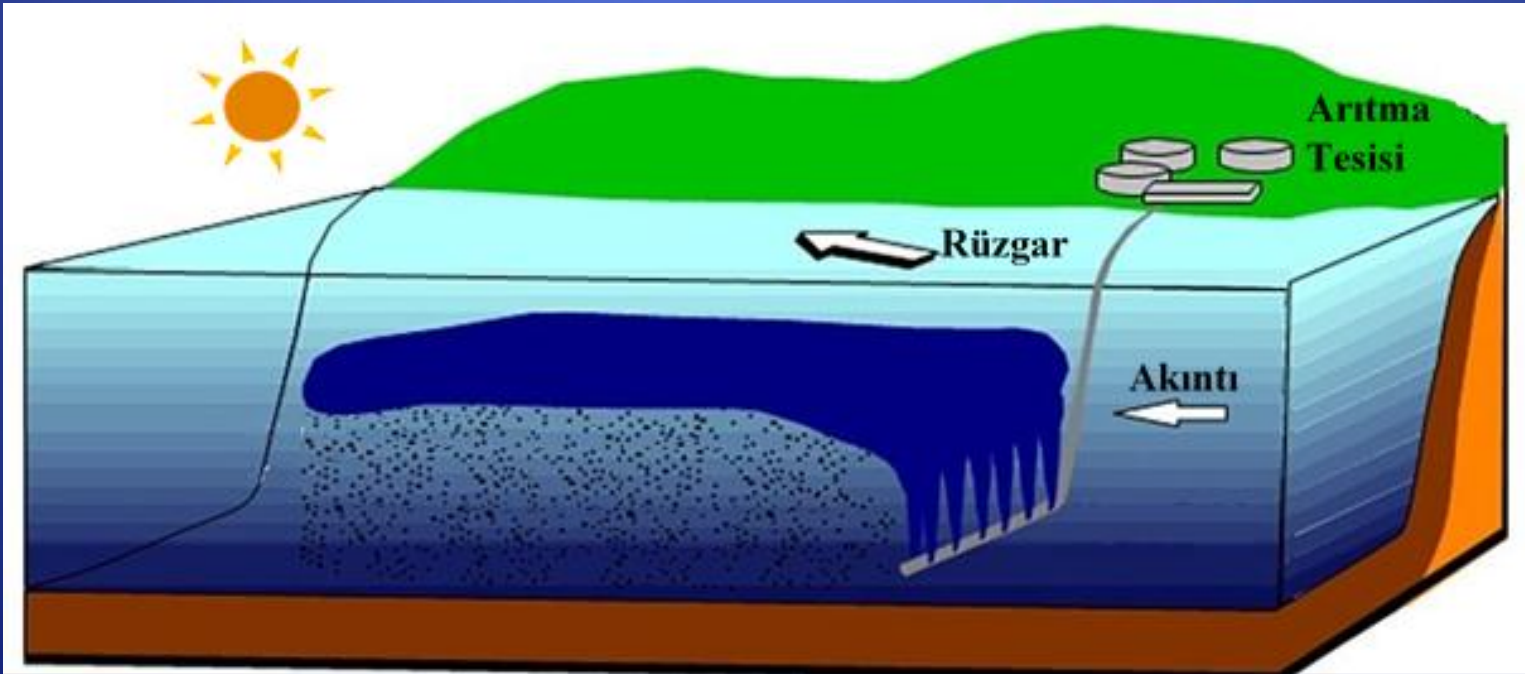
# İçerik

1. Giriş
2. Yüzey ve batmış atıksu tarlası
3. Seyrelme
4. İzleme
5. Sonuçlar

# Giriş

# Derin deniz deęarjı nedir?

- Atıksuyun sahilden belirli uzaklıkta deniz dibine boru ve difüzörlerle değarj edilmesi işlemidir.



- **Derin deniz deşarjları;**

- **Atıksu**

- **Termal su**

- **Tuzlu su için uygulanır.**

# Lara ve Hurma Derin Deniz Deşarjları



**TABLO 22: DERİN DENİZ DEŞARJINA İZİN VERİLEBİLECEK  
ATIKSULARIN ÖZELLİKLERİ  
(SKKY: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği)**

<b>Parametre</b>	<b>Sınır</b>	<b>Düşünceler</b>
<b>pH</b>	6-9	-
<b>Sıcaklık</b>	35 °C	-
<b>AKM (mg/L)</b>	350	-
<b>Yağ ve gres (mg/L)</b>	15	-
<b>Yüzer maddeler</b>	-	-
<b>BOİ<sub>5</sub> (mg/L)</b>	250	-
<b>Kimyasal oksijen ihtiyacı, KOİ (mg/L)</b>	400	-
<b>Toplam azot (mg/L)</b>	40	-
<b>Toplam fosfor (mg/L)</b>	10	-
<b>Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)</b>	10	Biyolojik olarak parçalanması Türk Standartları Enstitüsü standartlarına uygun olmayan maddelerin boşaltımı prensip olarak yasaktır.
<b>Diğer parametreler</b>		31/12/2005 tarihli ve 26040 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelikte bu parametreler için verilen sınır değerlere uymalıdır.

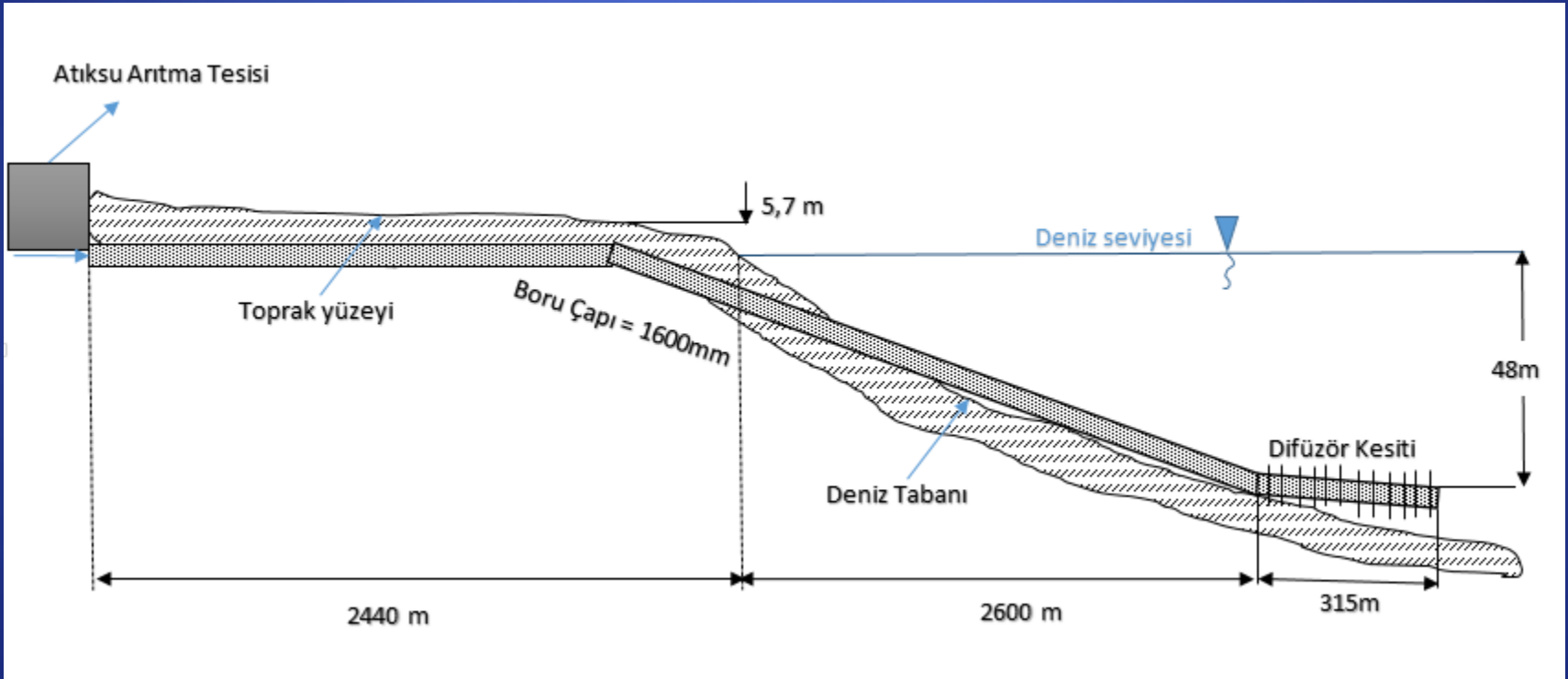
Minimum deşarj derinliği 20 metre olmalı, eğer 20 metre derinliğe inmek ekonomik olarak mümkün değilse, difüzör hariç deşarj boru boyu ortalama kıyı çizgisinden itibaren bu yönetmeliğin ekinde yer alan Tablo 24'te gösterilenden az olmamalıdır.

**TABLO 24: EVSEL ATIKSU DEBİLERİNE GÖRE MİNİMUM DEŞARJ BORU BOYU**

<b>Nüfus</b>	<b>Debi</b>	<b>Minimum Deşarj Boru Boyu</b>
<1000	200 m <sup>3</sup> /gün	500 m
1000-10 000	200-2000 m <sup>3</sup> /gün	1300 m



# Antalya – Hurma Derin Deniz Deşarjı





**Ana boruyu dengede tutmak için beton bloklar kullanılmaktadır.**



**Borular**

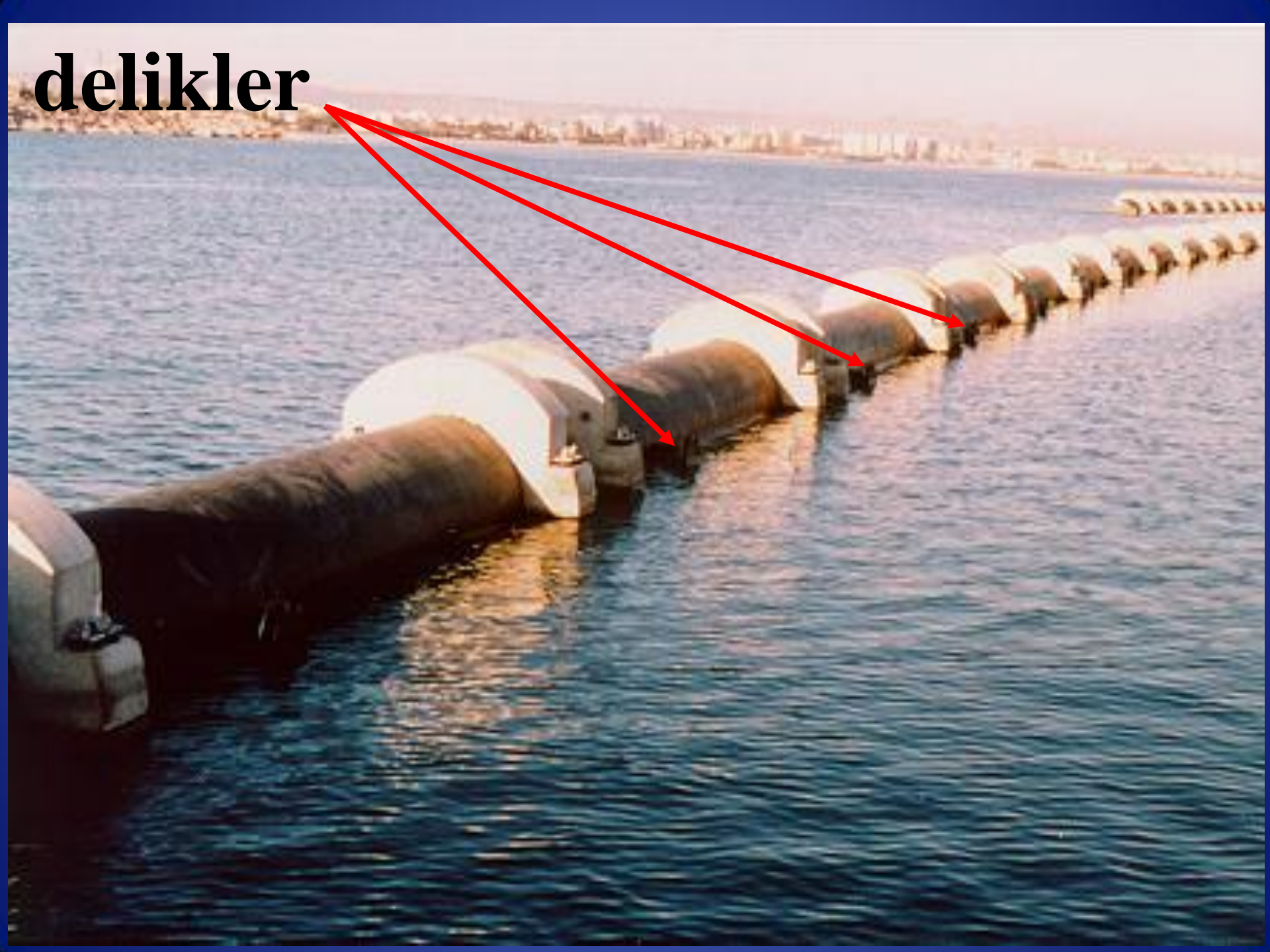
# Deşarj borusu deniz yüzeyindeyken (batırılmadan önce)



# Boru denize batırılırken

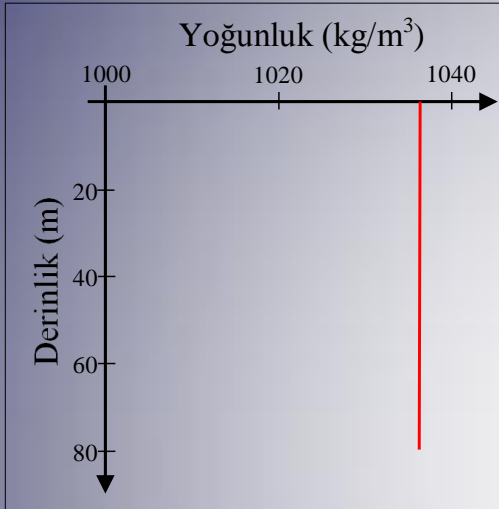


**delikler**

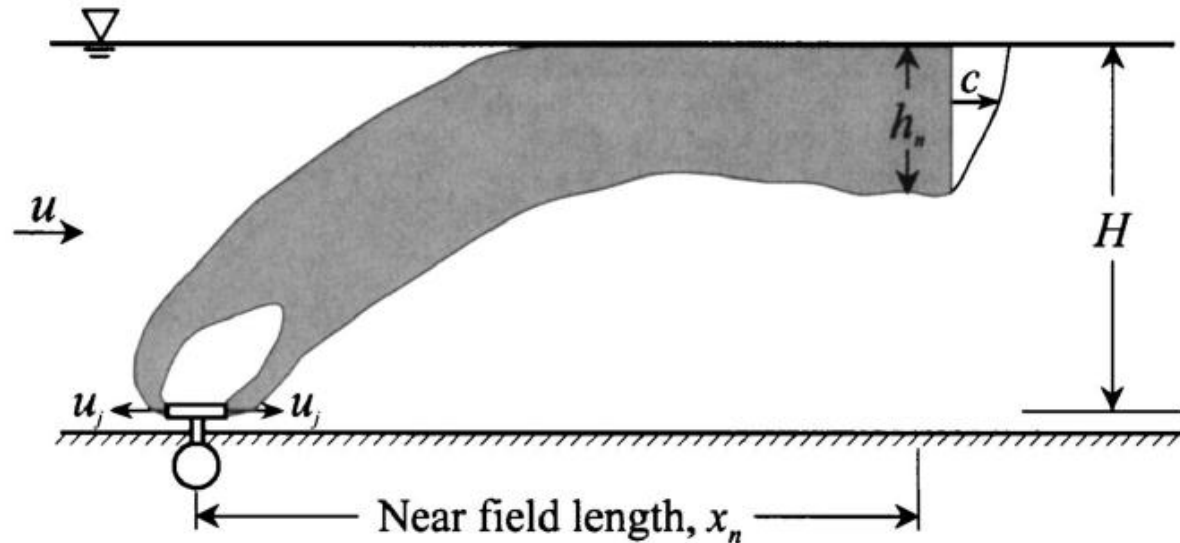
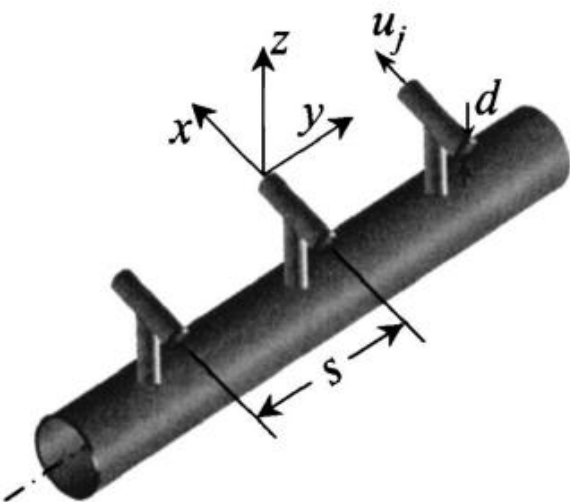


**Yüzey ve batmış atıksu tarlası**

# Tam karışımli ortam

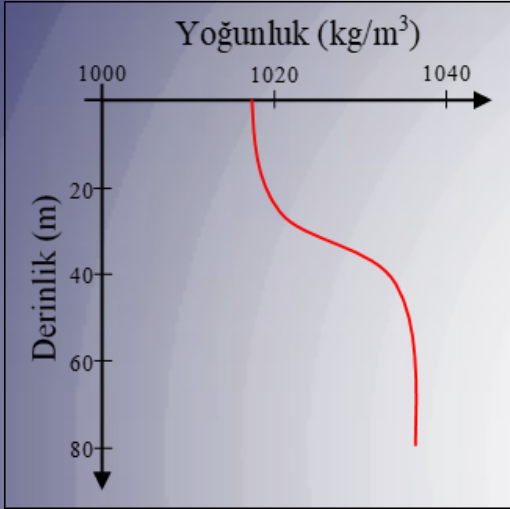


## Yüzey atıksu tarlası

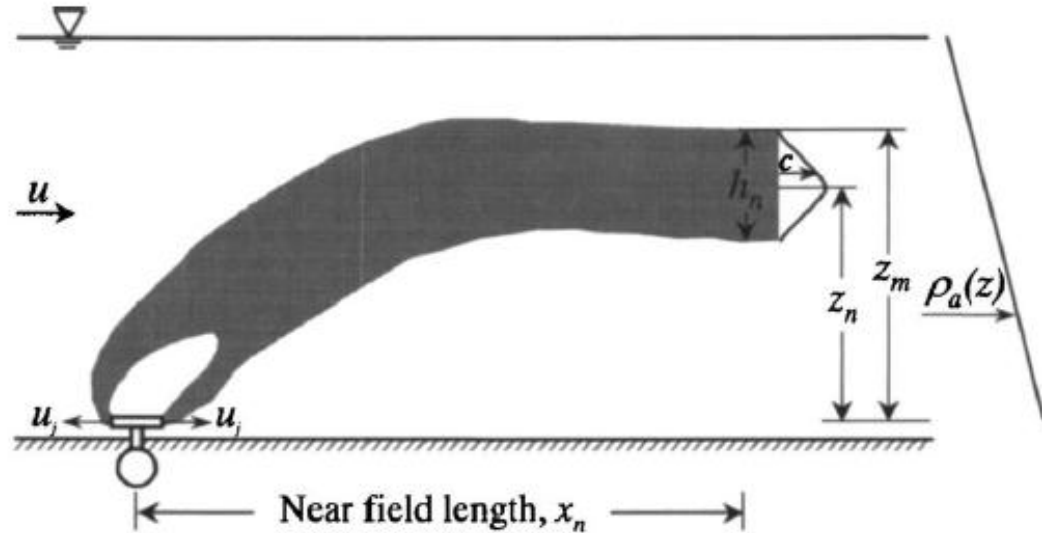
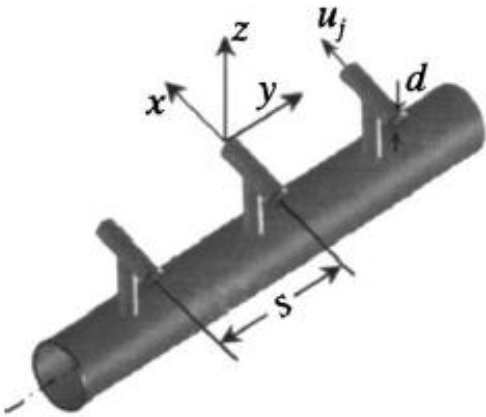




# Yoğunluk tabakalaşmalı ortam



## Batmış atıksu tarlası



# Denizlerdeki tuzluluk ve yoğunluk deęerleri

Su	Tuzluluk (‰)	Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )
Karadeniz (yüzeyde)	17-18	1013
Akdeniz	34	1028
İstanbul Boğazı (üst tabaka)	18-22	
İstanbul Boğazı (alt tabaka)	34	
Marmara Denizi (üst tabaka)	25	
Marmara Denizi (alt tabaka)	34	

- Boğazlar ve Marmara Denizi hariç, denizlerimizde ilk ve sonbaharda deniz ortamı hemen hemen **tam karışım halindedir.**
- Bu mevsimlerde **atıksuların yüzeye çıkması** söz konusudur.

- Buna mukabil Boğazlar ve Marmara Denizi'nde, tabakalı akım (üstte Karadeniz suyu, altta Akdeniz suyu) dolayısıyla sabit ve kararlı **yoğunluk tabakası** bulunmaktadır.
- Böylece her mevsimde **batmış atıksu tarlası** meydana gelmektedir.

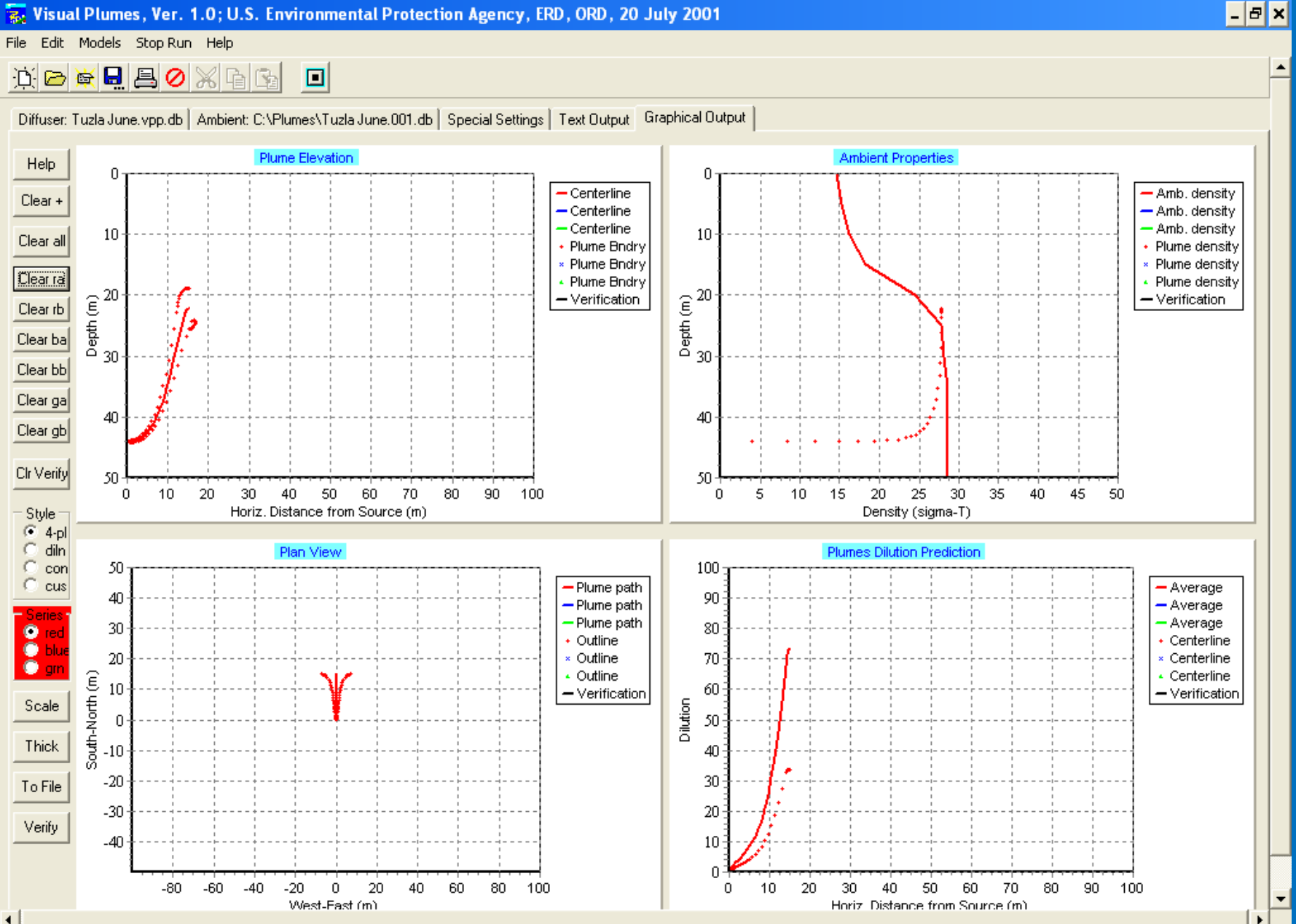
# Tuzla Deniz Deşarjı-II Kademe



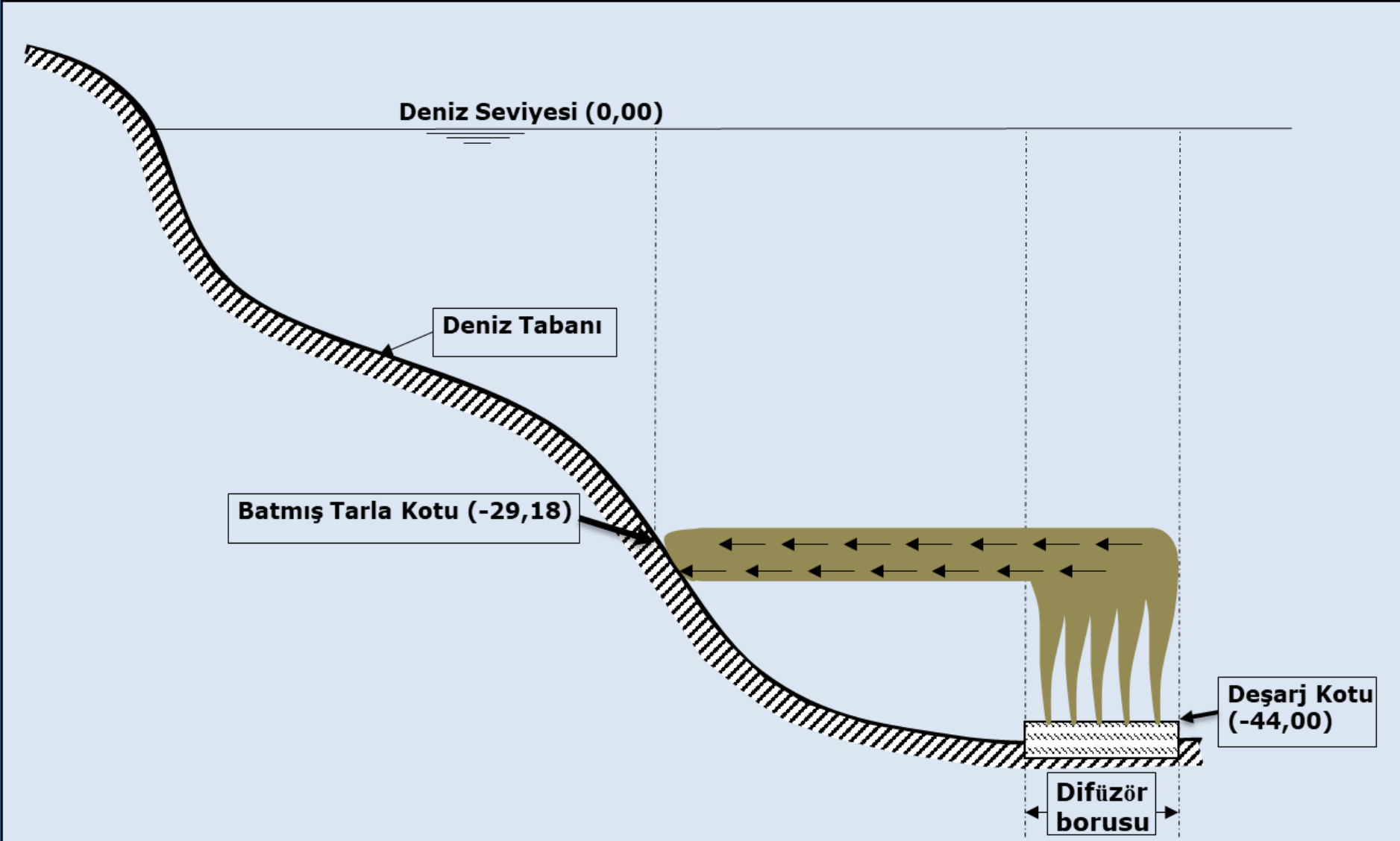
# Tuzla Deniz Deşarjı



# Temmuz ayı için Visual Plumes modelinden alınan grafik çıktıları



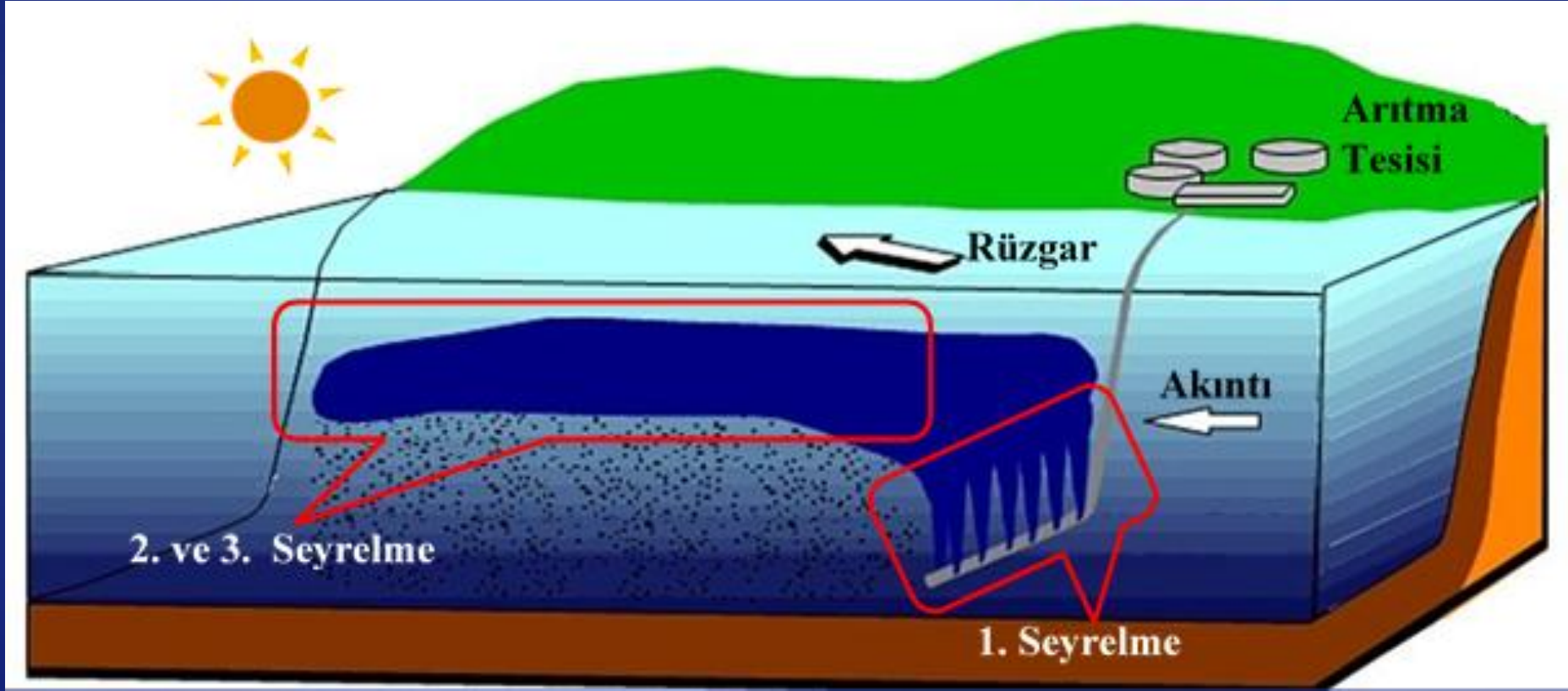
# Batmış atıksu tarlasının ulaştığı derinlik





**Seyrelme**

# 1., 2. ve 3. Seyrelme



# Seyrelme

- Atıksu, denize boşaldığı deliklerden sahile ulaşana kadar **3 çeşit seyrelmeye** uğrar.
- Bu seyrelmelerden sonra sahildeki toplam **koliform sayısı, yüzme suyu standartlarına** uygun olmalıdır.

# YÜZME VE REKREASYON AMACIYLA KULLANILAN SULARIN SAĞLAMASI GEREKEN KALİTE KRİTERLERİ TABLOSU (Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği)

	Parametreler	K		Z	Minimum Örnek alma sıklığı	Analiz ve inceleme metodu
<b>A</b>	<b>Mikrobiyolojik</b>					
1	Toplam koliform /100 ml	1000	500 (2015 yılı)	10000	İki haftada bir (1)	Membran Filtre
2	Fekal koliformlar /100 ml	200	100 (2015 yılı)	2000	İki haftada bir (1)	Membran Filtre
3	Fekal streptokok /100 ml	100		1000	İki haftada bir (1)	Membran Filtre
4	Salmonella /1 litre	-		0	(2)	Membran Filtre
5	Entero virüsler PFU/10 litre	-		0	(2)	Membran Filtre (Virüse yönelik)

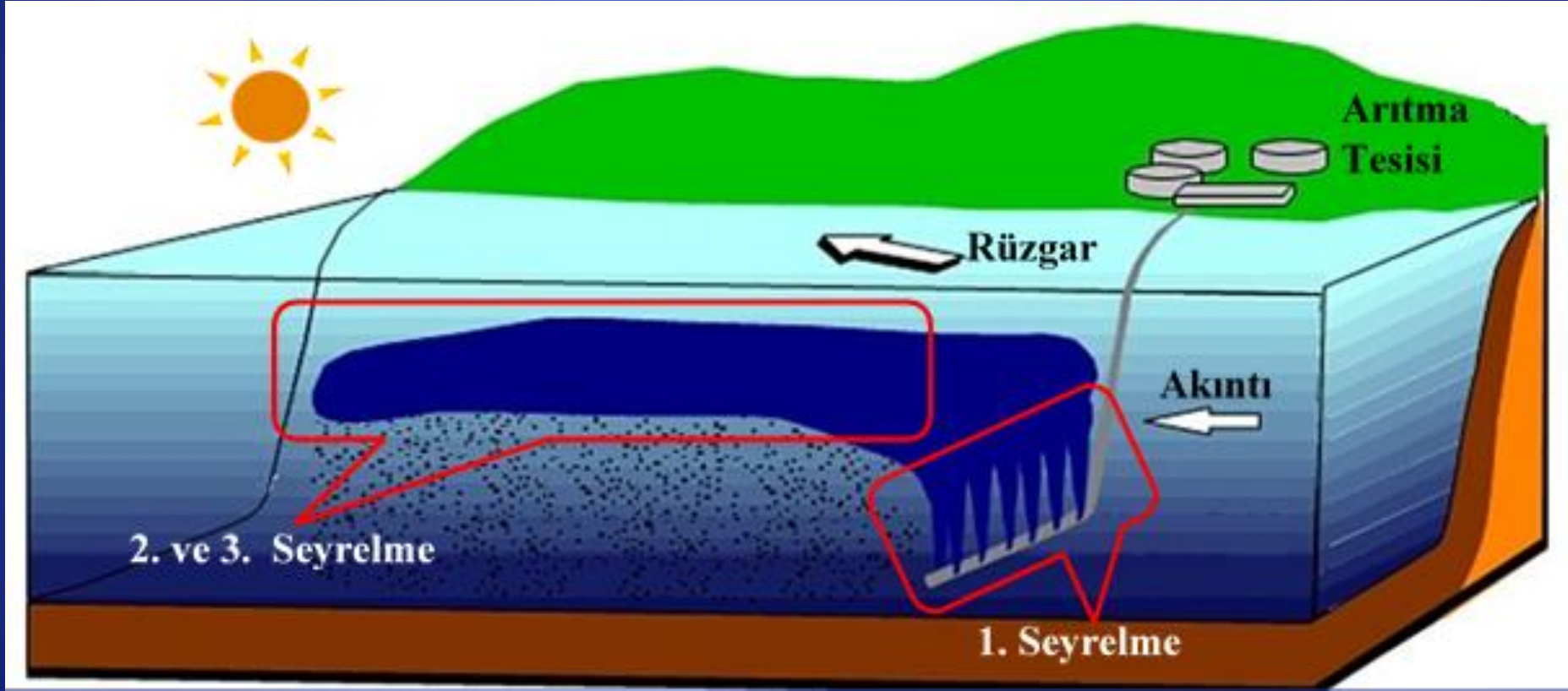
# YÜZME VE REKREASYON AMACIYLA KULLANILAN SULARIN SAĞLAMASI GEREKEN KALİTE KRİTERLERİ TABLOSU

	Parametreler	K	Z	Minimum Örnek alma sıklığı	Analiz ve inceleme metodu
<b>B Fiziko-kimyasal</b>					
6	pH	-	6 ila 9 (0)	(2)	pH 7 ve 9'da kalibrasyonla elektrometri
7	Renk	-	Renkte olağan dışı bir değişiklik olmamalı (0)	İki haftada bir (1) (2)	Görsel inceleme yada Pt. Co ölçüğünde standartlarla fotometrik olarak
8	Mineral yağlar mg/l	-	Su yüzeyinde görünür film tabaka ve koku olmamalı	İki haftada bir (1) (2)	Görsel yada kokusal inceleme yada uygun bir miktar kullanarak ayrıştırma ve kuru atığın tartılması
9	Metilen mavisikle mg/l Reaksiyona giren (lauril-sülfat) yüzey aktif maddeler	- ≤ 0,3	Kalıcı olmayan köpük -	İki haftada bir (1) (2)	Görsel inceleme yada metilen mavisii ile spektrometrik absorpsiyon
10	Toplam Fenol mg/l C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	- ≤0.005	Fenolün özel kokusu bulunmayacak ≤ 0.005	İki haftada bir (1) (2)	Fenolün özel kokusunun olmadığına doğrulanması veya 4-aminoantipyrine absorpsiyon spektrofotometrisi (4 AAP) metodu
11	Işık geçirgenliği (m)	2	1(0)	İki haftada bir (1)	Secchi diski ile
12	Çözülmüş oksijen doygunluk yüzdesi	80 – 120	-	(2)	Winkler metodu ya da elektrometrik metod (oksijen metre)
13	Katran kalıntıları ve ağaç, plastik maddeler, şişeler, cam kaplar, plastik, kauçuk benzeri ve diğer yüzen maddeler	bulunmamalı		İki haftada bir (1)	Görsel inceleme
14	Amonyum mg/L NH <sub>4</sub>			(3)	Absorpsiyon spektrofotometrisi, Nessler metodu, ya da indofenol mavisii metodu
15	Kjeldahl Azotu mg/L N			(3)	Kjeldahl metodu.

# YÜZME VE REKREASYON AMACIYLA KULLANILAN SULARIN SAĞLAMASI GEREKEN KALİTE KRİTERLERİ TABLOSU

	Parametreler	K	Z	Minimum Örnek alma sıklığı	Analiz ve inceleme metodu
<b>C</b>	<b>Kirlenme göstergesi olarak görülen diğer maddeler</b>				
16	Pestisitler mg/l (paratilon, HCH, dieldrin)			(2)	Uygun solventlerle ekstraksiyon ve kromatografik yöntemlerle belirleme
17	Ağır Metaller: mg/l -Arsenik As -Kadmiyum Cd -Krom VI CrVI -Kurşun Pb -Civa Hg			(2)	Genellikle ekstraksiyonu takiben Atomik Absorpsiyon Spektrofotometrisi Veya ICP-OES yöntemi
18	Toplam Siyanür mg/l CN			(2)	Özel bir ayıraç kullanarak absorpsiyon spektrofotometrisi
19	Nitrat-mg/l NO <sub>3</sub> Fosfat mg/l PO <sub>4</sub>			(2)	Özel bir ayıraç kullanarak absorpsiyon spektrofotometrisi

# 1., 2. ve 3. Seyrelme



## *1.Seyrelme ( $S_1$ )*

- Atıksuyun deliklerden çıkarak yüzeye doğru yükselmesi sırasında deniz suyu ile karışması sonucu oluşur.
- Bu seyrelme borudaki deliklerin deşarj derinliğine bağlıdır.
- Derinlik ne kadar fazla olursa, seyrelme o kadar fazla olur.



## 2.Seyrelme( $S_2$ )

- Atıksuyun sahile doğru hareketi sırasında deniz suyu ile karışması sonucu oluşur.
- Bu seyrelme deniz deşarj borusunun uzunluğuna bağlıdır.
- Boru ne kadar uzun olursa, seyrelme o kadar fazla olur.

### *3.Seyrelme(S<sub>3</sub>)*

- Bu seyrelme bakterilerin güneş ışığı ile inaktivasyonu (ölümü) ile oluşur.
- Atıksuyun sahile ulaşmasına kadar geçen süreye bağlıdır.
- Bu süre ne kadar uzun olursa, ölen bakteri sayısı da o kadar fazla olur.

# $T_{90}$

- Tanım: Deniz suyu ortamında bakterilerin %90'ının ölməsi için gereken süredir.
- $T_{90}$  değeri iklim ve hava koşullarına göre denizden denize de değışir.
- Mesela Akdeniz'de  $T_{90}$  değeri yazın 1,0 saat Karadeniz'de ise 2,0 saat kabul edilir.

# Toplam Seyrelme

- Toplam seyrelme ( $S_T$ ) aşağıdaki eşitlikten bulunur.

$$S_T = S_1 \times S_2 \times S_3$$

## Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre:

- Birinci seyrelme değeri 40'dan küçük olmamalıdır. Arzu edilen değeri 100 ve üzeri olmalıdır.
- Yaz aylarında  $T_{90}$  değeri Ege ve Akdeniz'de en az 1 saat, Karadeniz'de 2 saat, Marmara Denizinde ise 1,5 saat alınmalıdır.
- Kış aylarında ise  $T_{90}$  değeri ortalama 3-5 saat arasında alınmalıdır.

**TABLO 23: DERİN DENİZ DEŞARJLARI İÇİN UYGULANACAK KRİTERLER**

<b>PARAMETRE</b>	<b>LIMIT</b>
<b>Sıcaklık</b>	Deniz ortamının seyreltme kapasitesi ne olursa olsun, denize deşarj edilecek suların sıcaklığı 35 °C yi aşamaz. Sıcak su deşarjları difüzörün fiziksel olarak sağladığı birinci seyrelme ( $S_1$ ) sonucun da karıştığı deniz suyunun sıcaklığını Haziran-Eylül aylarını kapsayan yaz döneminde 1 °C'den, diğer aylarda ise 2 °C den fazla arttıramaz. Ancak, deniz suyu sıcaklığının 28 °C'nin üzerinde olduğu durumlarda, soğutma amaçlı olarak kullanılan deniz suyunun deşarj sıcaklığına herhangi bir sınırlama getirilmeksizin alıcı ortam sıcaklığını 3 °C'den fazla arttırmayacak şekilde deşarjına izin verilebilir.
<b>En muhtemel sayı (EMS) olarak toplam ve fekal koliformlar</b>	Derin deniz deşarjıyla sağlanacak olan toplam seyrelme sonucunda insan teması olan koruma bölgesinde, zamanın % 90'ında, EMS olarak toplam koliform seviyesi 1000 TC/100 ml ve fekal koliform seviyesi 200 FC/100 ml'den az olmalıdır.
<b>Katı ve yüzen maddeler</b>	Difüzör çıkışı üzerinde, toplam genişliği o noktadaki deniz suyu derinliğine eşit olan bir şerit dışında gözle izlenebilecek katı ve yüzer maddeler bulunmayacaktır.
<b>Diğer parametreler</b>	Tablo 4 te verilen limitlere uyulacaktır.

**izleme**

# 27.07.2006 tarih ve 2006/21 sayılı Derin Deniz Deşarjı Proje Onay Genelgesi

## İzleme, Bakım ve Kontrol: (EK-1)

- Her yıl bahar ayında boru boyunca deşarj hattı kamera ile kaydedilip kontrol edilerek kayıt altına alınır.
- Difüzörlerde tıkanıklık olup olmadığına bakılır, besleme bacasındaki su seviyesi kontrol edilir, buradaki ani su artışı veya kesilmesi durumlarında müdahale edilir.
- Ayrıca bölgesel bazda alıcı ortamın deşarj sonrasındaki durumu takip altına alınır, atık suyun yayılımı kontrol edilir. Belirlenen Koruma Bölgesinde ise koliform izlemesi yapılır.



# 30.07.2009 tarih ve 2009/16 sayılı Derin Deniz Deşarjı İzleme Genelgesi

## Derin Deniz Deşarjlarının çevresel etkileri;

- atıksuda
- alıcı ortamda
- derin deniz deşarjı hattında

## Genelgede verilen parametreler,

- izleme noktalarında
- izleme yöntemi ve
- numune alma aralığına göre izlenir.

Derin deniz deşarj izni alan kurum, kuruluş ve işletmeler tarafından izlenir.

## EK – 1: Derin Deniz Deşarjının Alıcı Ortam ve Atıksuda İzlenmesi

+

	Parametreler	İzleme Noktaları	Numune Alma Aralığı
<b><u>Atıksuda</u> (ön veya birincil arıtma olan tesislerde)</b>	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 22		
<b><u>Atıksuda</u> (ikincil arıtma olan tesislerde)</b>	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 21.1,2,3,4,5  Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği Ek 1-2  <u>veya</u>  Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 5-20	<b><u>Atıksu Arıtma Tesisi Çıkışında</u></b>	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz <u>Metodları</u> Tebliği
<b><u>Atıksuda</u> (ileri arıtma olan tesislerde)</b>	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 21.1,2,3,4,5  Kentsel <u>Atıksu Arıtımı</u> Yönetmeliği Ek-IV Tablo 2  Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği Ek 1-2  <u>veya</u>  Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 5-20		

<b>Alıcı Ortamda</b>	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 4	Ağır Metal Ölçümleri <u>Difüzör etrafındaki sedimanda</u>	Nüfusu 50.000'den büyük olan yerleşim yerlerinde, Yılda 1 kez, Ağustos ayında  Nüfusu 50.000'den küçük olan yerleşim yerlerinde, 2 Yılda 1 kez, Ağustos ayında  Nüfusu 2.000'den küçük olan yerleşim yerlerinde, 5 Yılda 1 kez, Ağustos ayında
		Diğer Parametreler (*) <u>Difüzörün üst kısmında deniz yüzeyinin 2 m. altında</u>	En az 6 aylık <u>periyotlar</u> hâlinde, biri Ocak diğeri Ağustos ayında olmak üzere, yılda en az 2 defa (*)
	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 23	İzleme Noktaları (*) EK-2'de verilmiştir.	
	Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği	Kıyı Koruma Bölgesi Sınırında	Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği Madde 9 (a)

## EK – 2: SKKY Tablo 23 için İzleme Noktaları

Parametreler	İzleme Noktaları
Sıcaklık	Sıcak su deşarjları <u>difüzörün</u> fiziksel olarak sağladığı birinci seyrelme (S <sub>1</sub> ) sonucun da karıştığı deniz suyunun sıcaklığını Haziran-Eylül aylarını kapsayan yaz döneminde 1 °C'den, diğer aylarda ise 2 °C den fazla arttıramaz.
En muhtemel sayı (EMS) olarak toplam ve <u>fekal koliformlar</u>	İnsan teması olan koruma bölgesinde,
Katı ve yüzen maddeler	<u>Difüzör</u> çıkışı üzerinde
Diğer Parametreler	“Ağır metaller” başlığı altındaki parametreler: Yılda 1 kez (Ağustos ayında), <u>sedimanda</u> ( <u>difüzör</u> <i>etrafından numune alınarak</i> ) bakılacaktır.

### EK – 3: Derin Deniz Deşarjı Hattının İzlenmesi

<b>İzleme Noktası</b>	<b>İzleme Yöntemi</b>	<b>Numune Alma Zamanı</b>
Deşarj hattı boru boyu	Dalgıç tarafından kamera ile hattın durumu kontrol edilir	İlkbahar ayında
<u>Difüzör</u>	Dalgıç tarafından tıkanıklık olup olmadığına bakılır	İlkbahar ayında
Besleme bacası	Su seviyesi kontrol edilir, buradaki ani su artışı veya kesilmesi durumlarında müdahale edilir.	İlkbahar ayında

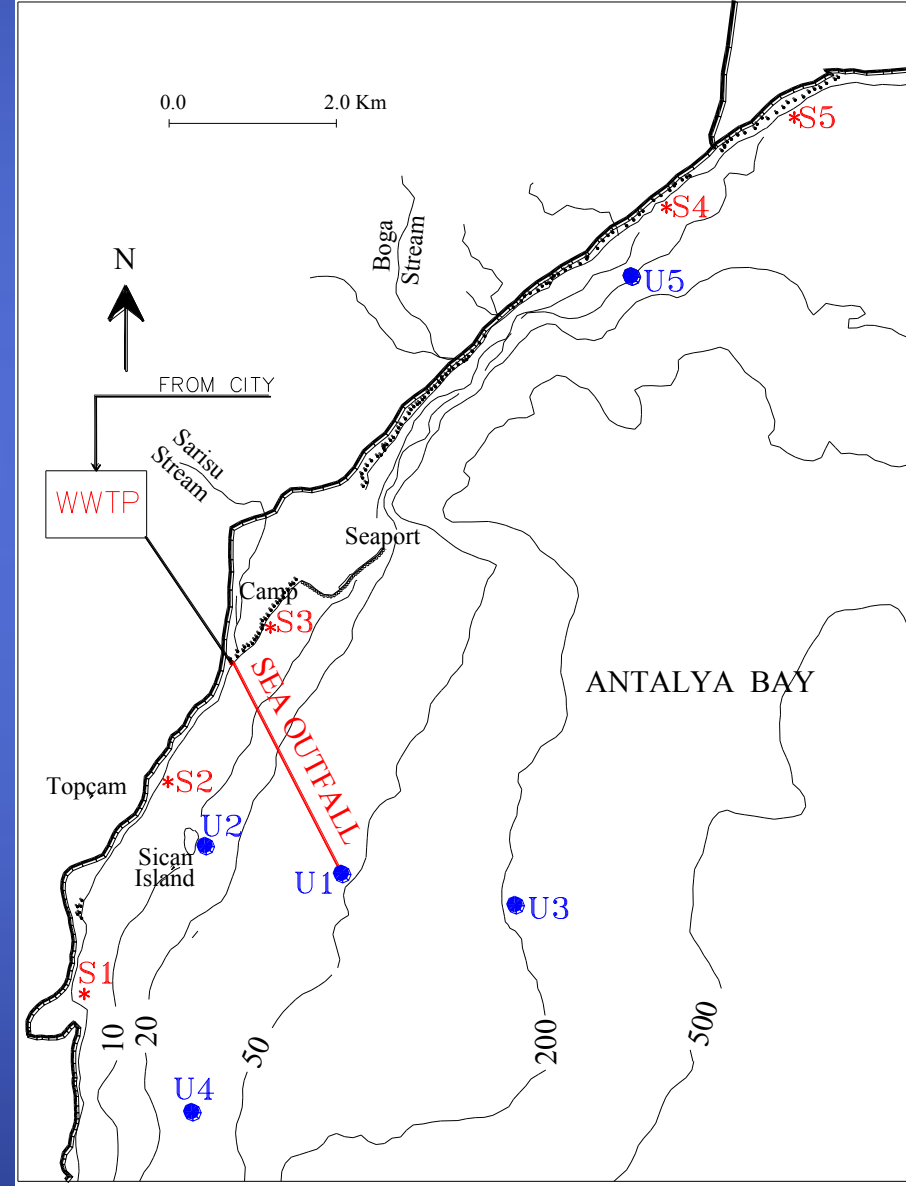
## SKKY Madde 29

- Derin deniz deşarjı ile sonuçlanan bütün atıksu arıtma veya ön arıtma tesislerinin çıkış noktasında numune alma bacası, atıksu debisi **1000 m<sup>3</sup>/gün** üzerinde olan tesislerin ise, ayrıca **otomatik numune** alma ve debi ölçme cihazlarını bulundurmaları zorunludur.

# Antalya – Hurma Deniz deşarjının izlenmesi



- İzleme programı 1999 yılında başlamıştır.
- 4 yıl devam etmiştir.
- Açık deniz istasyonları
- Kıyı istasyonları





# ÖLÇÜMLER VE ANALİZLER

- Saha ölçümleri
- Deniz suyu analizleri
- Sediment analizleri





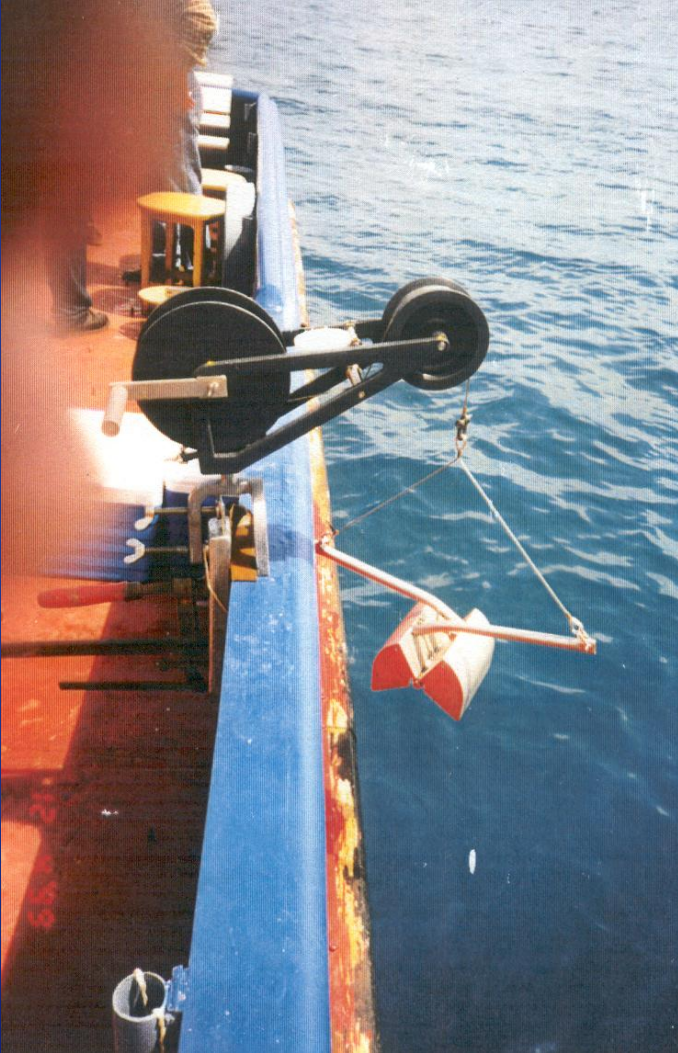


# SU KALİTESİ ÖLÇÜMLERİ



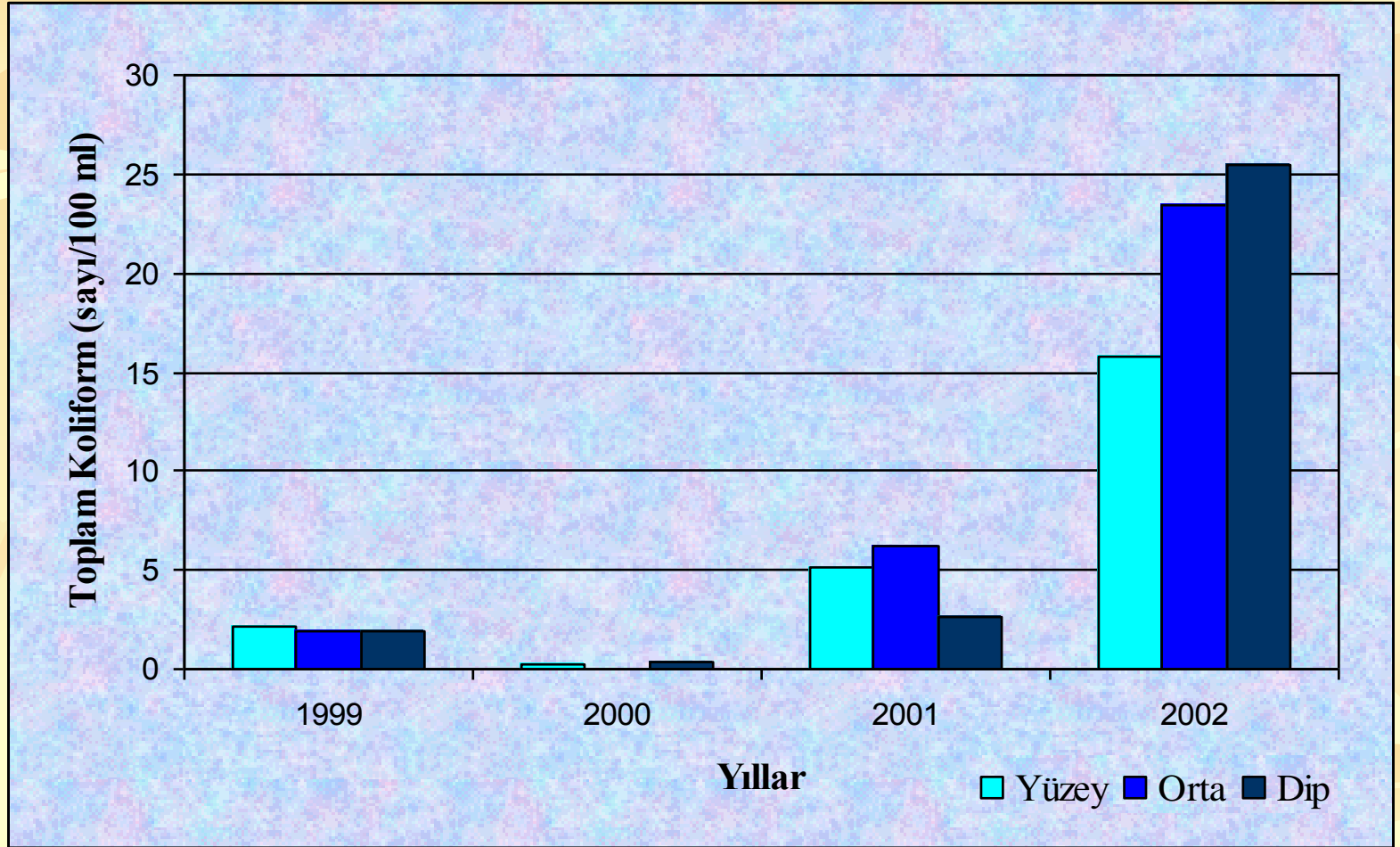
- Su kalitesi ölçümleri yılda dört defa yapılmıştır (Ocak, Nisan, Temmuz ve Ekim).
- Örnekler, yüzey, orta ve taban tabakalarından alınmıştır.

# SEDİMENT ANALİZLERİ

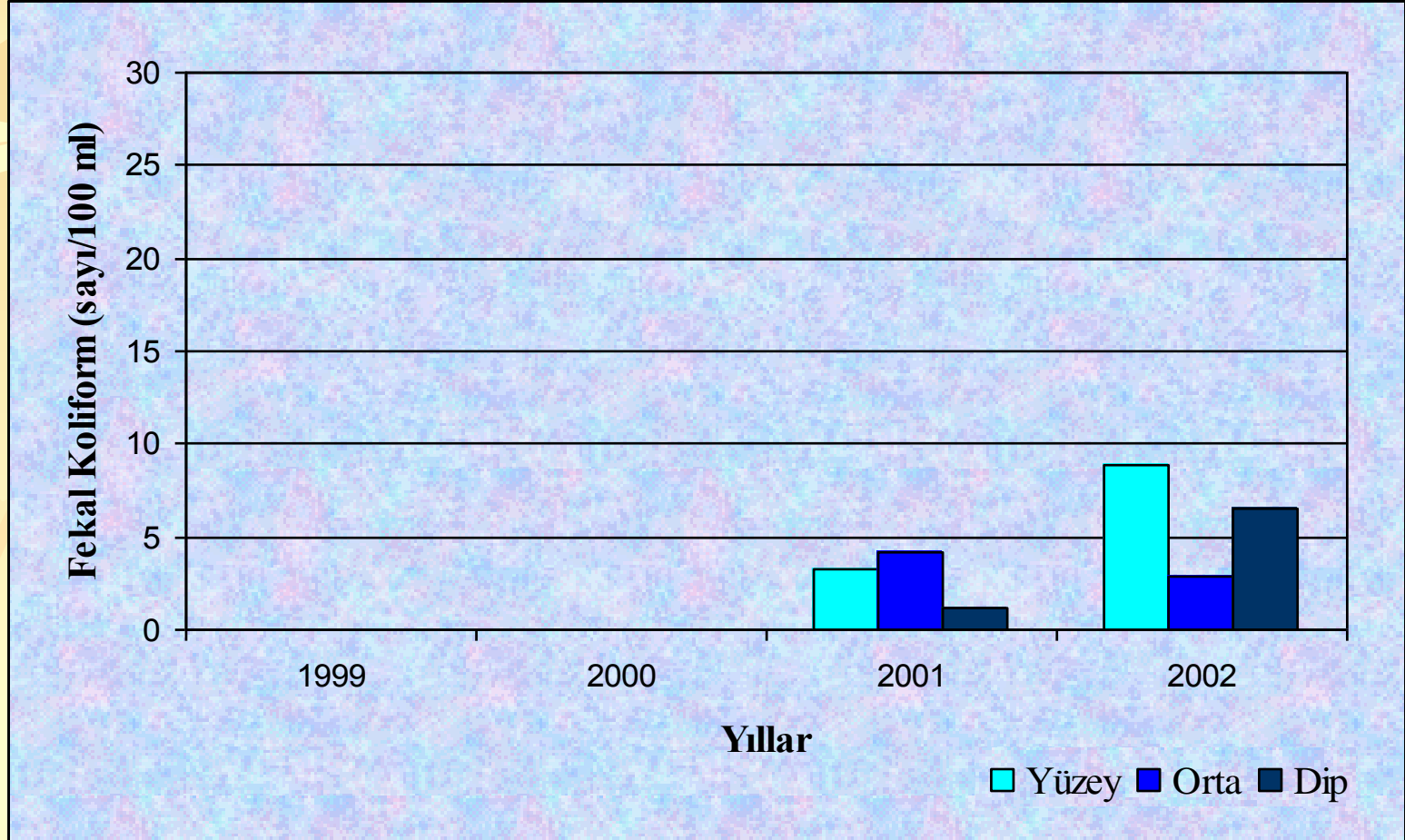


➤ Hydro-Bios çamur örnekleyicisi vinç sistemine bağlanmıştır.

# Antalya-Hurma için Toplam Koliform analiz sonuçları



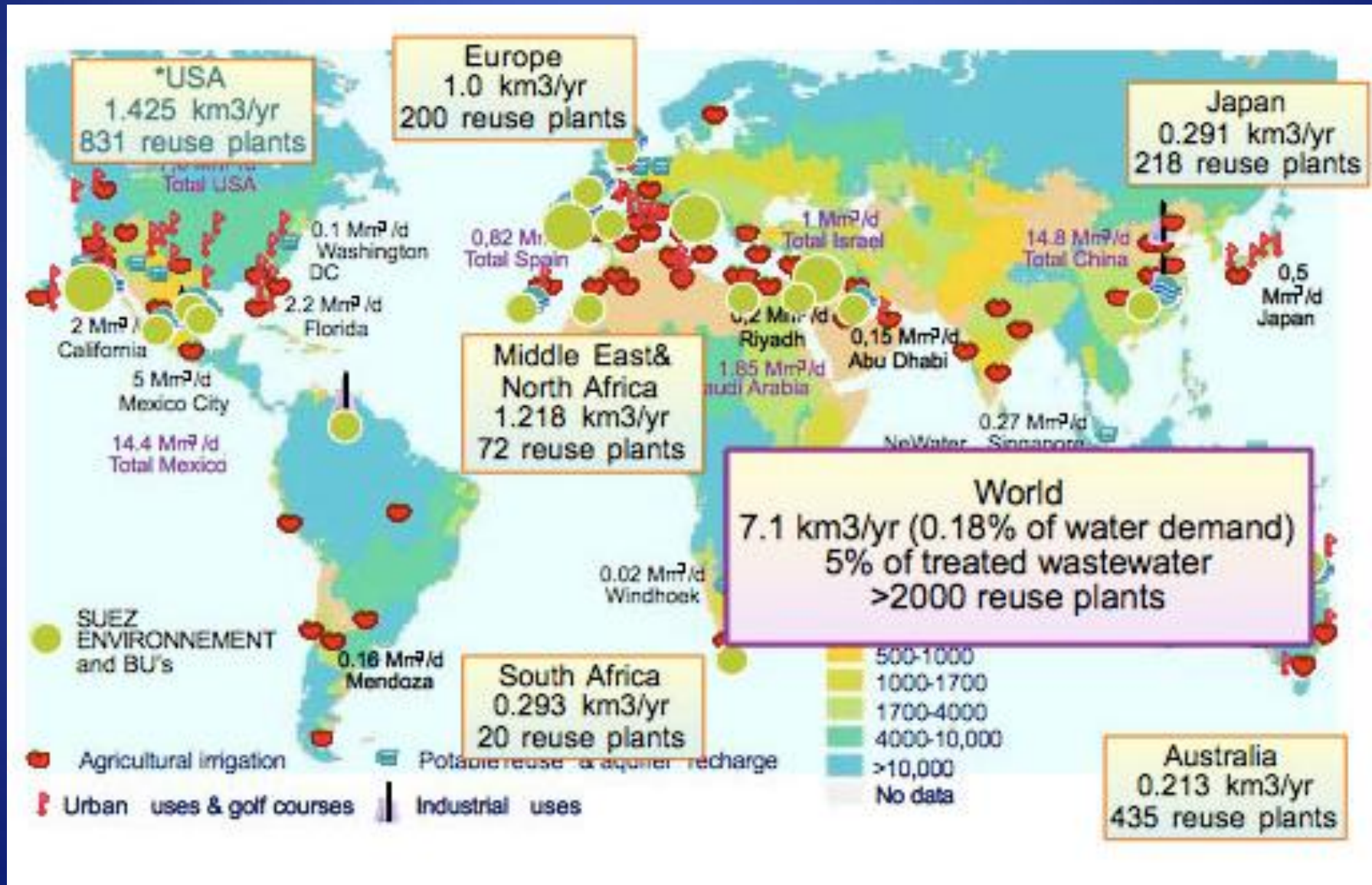
# Antalya-Hurma için Fekal Koliform analiz sonuçları



# **Aritilmiş Atıksuların Tekrar Kullanımı**



# Aritılmış Atıksuların Tekrar Kullanımı



- Arıtılmış atıksu değerli bir kaynaktır ve deniz ortamına değarj edilmeden önce yeniden kullanım imkanı değerlendirilmelidir. Arıtılmış atıksuların yeniden kullanım alanları:
- Tarımsal kullanım
- Endüstriyel kullanım
- Kentsel kullanım
- Rekreatyyonel kullanım
- Yeraltısuyu beslenmesi (recharge)
- Dięerleri

# SONUÇLAR

- **Arıtılmış atıksular deşarj edilmeden önce tekrar kullanım imkanı öncelikle değerlendirilmelidir.**
- Deşarj derinliğinin ve deniz deşarj uzunluğunun arttırılması ile elde edilen seyrelme artar.
- **Eğer alıcı ortamda yoğunluk tabakalaşması varsa deşarj edilen atıksu deniz yüzeyinin altında kalır.**
- İyi tasarlanmış ve su kalitesi izleme programı ile takip edilen deniz deşarj sistemleri su kirliliğine sebep olmaz.

**TEŐEKKÜRLER...**

**İletiŐim için: [muhammetoglu@usa.net](mailto:muhammetoglu@usa.net)**