

KAŞ DENİZ VE KIYI ALANLARI KORUMA, GELİŞTİRME VE YÖNETİM PROJESİ

kas.hydrotam3d.com

<http://www.hydrotam3d.com/sukalitesi/>

• **PROJE EKİBİ VE AKADEMİK DANIŞMANLAR**

- **PROF.DR.LALE BALAS**
- **DOÇ.DR.ASU İNAN**
- **YRD.DOÇ.DR. NİHAL YILMAZ**
- **DR.ASLI NUMANOĞLU GENÇ**
- **DR.PELİN FİDANOĞLU (BİYOLOG)**
- **DR.NİLÜFER VURAL (KİMYAGER)**
- **DOKTORANT KAĞAN CEBE**
- **DALGIÇ KAAAN YILDIRIM**
- **BİLİŞİM UZMANI NEDİM AKAY**

KAŞ DENİZEL SU ALANI



36°12'26.47''K

29°39'25.48''D

36°10'13.91''K

29°35'19.98''D

Su kalitesi

Deniz suyunun

➤ **Fiziksel**

➤ **Kimyasal**

➤ **Biyolojik**

Karakteristiklerinin bileşimi

PROJE HEDEFLERİ

- Kaş ve Bucak körfezi su alanlarındaki kirleticilerin belirlenmesi,
- Kirleticilerin taşınım ve dağılım davranışlarının tespiti,
- Kirleticilerin su alanlarına yapmış olduğu etkilerin öğrenilmesi,

Yöntem

- **MEVCUT DURUM TESPİTİ**
- **YERİNDE ÖLÇÜMLER**
- **LABORATUVAR ANALİZLERİ**
- **MODELLEME**

HYDROTAM-3D

Rüzgar İklimi

Dalga İklimi

Dalga İlerlemesi Modeli

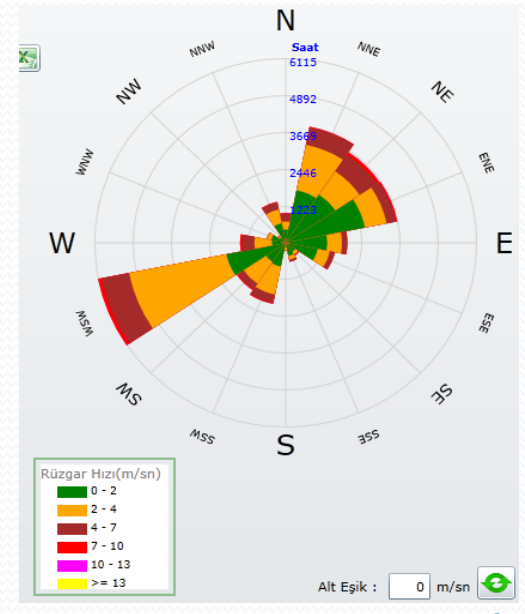
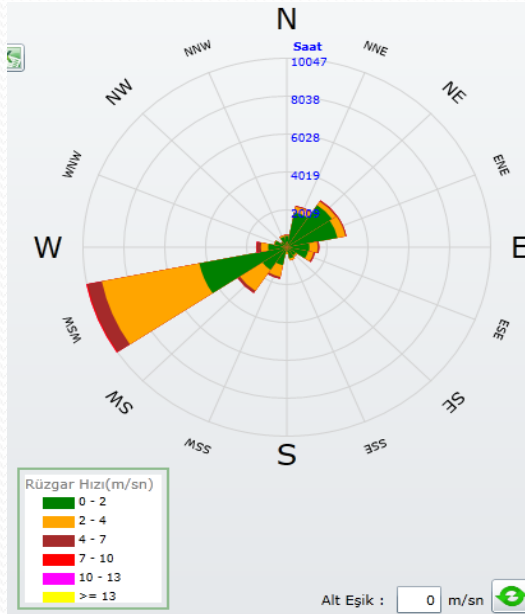
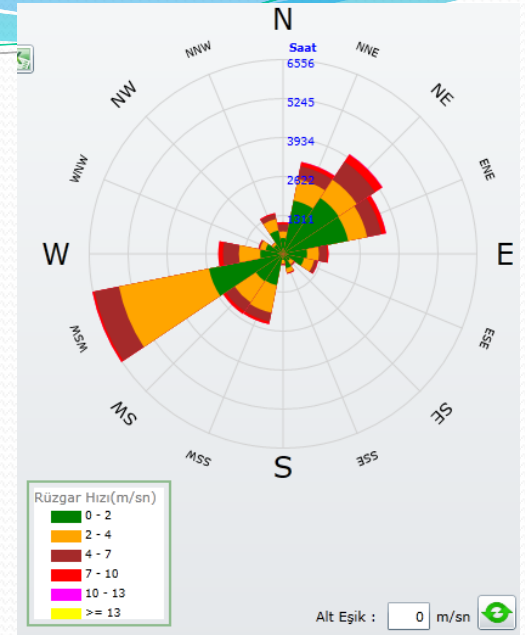
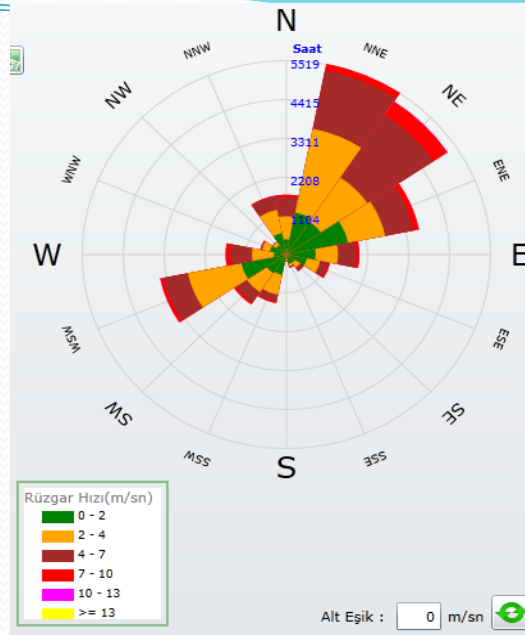
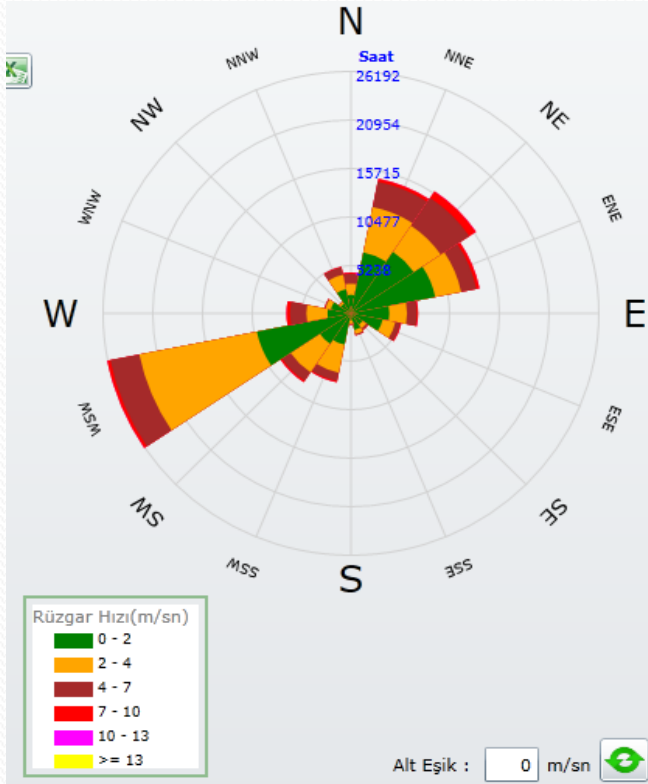
Türbülans Modeli

Akıntı Düzeni Modeli

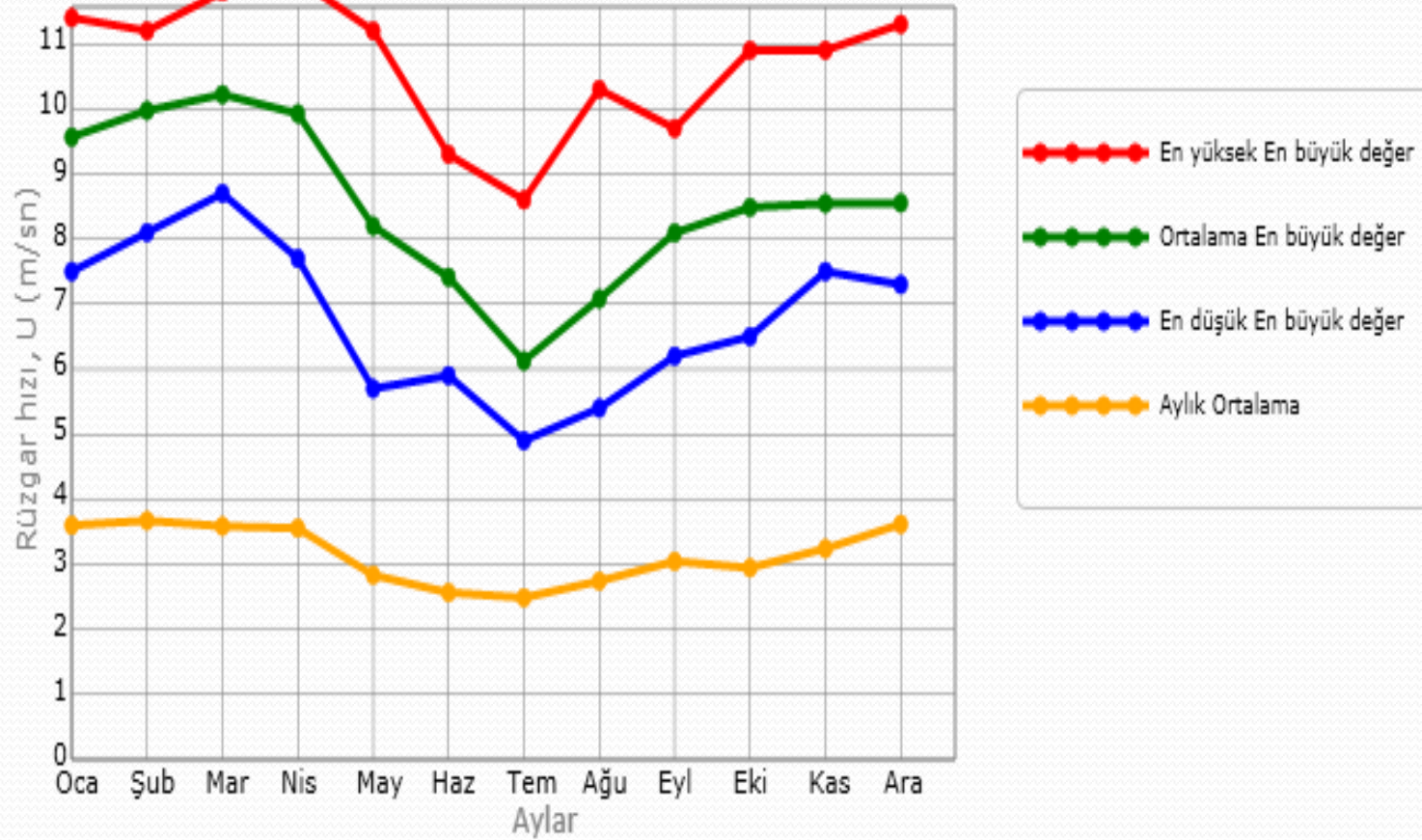
Taşınım Modeli

Su Kalitesi Modeli

RÜZGAR İKLİMİ



Aylık Ortalama ve En uç değer Rüzgar hızları



DALGA İKLİMİ

- **Rüzgar etkenli dalga yükseklikleri ve dalga periyotları tahmin edilmiş, uzun dönem ve en yüksek değer dalga istatistiği çalışmaları tamamlanmıştır.**
- **Yıllık ve mevsimlik dalga gülleri hazırlanmıştır.**

Yön	Mesafe (km)	Yön	Mesafe (km)
Güney (S)	300.9	BatıGüneyBatı (WSW)	561.6
GüneyGüneyBatı (SSW)	700.8	Batı (W)	166.3
GüneyBatı (SW)	799.7	BatıKuzeyBatı (WNW)	36.2



Uzun Dönem Dalga İstatistiği (Log-Normal)

Rüzgar Seçim Kriterleri

Yıllar: 1997 - 2011

Aylar:

Tüm yıl
Kış İlkbahar Yaz Sonbahar

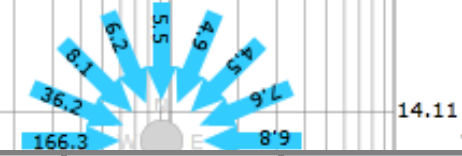
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Ay seçmek/kaldırmak için rakama tıklayın

WSW

Dalga Kabarma Yönleri (km.)

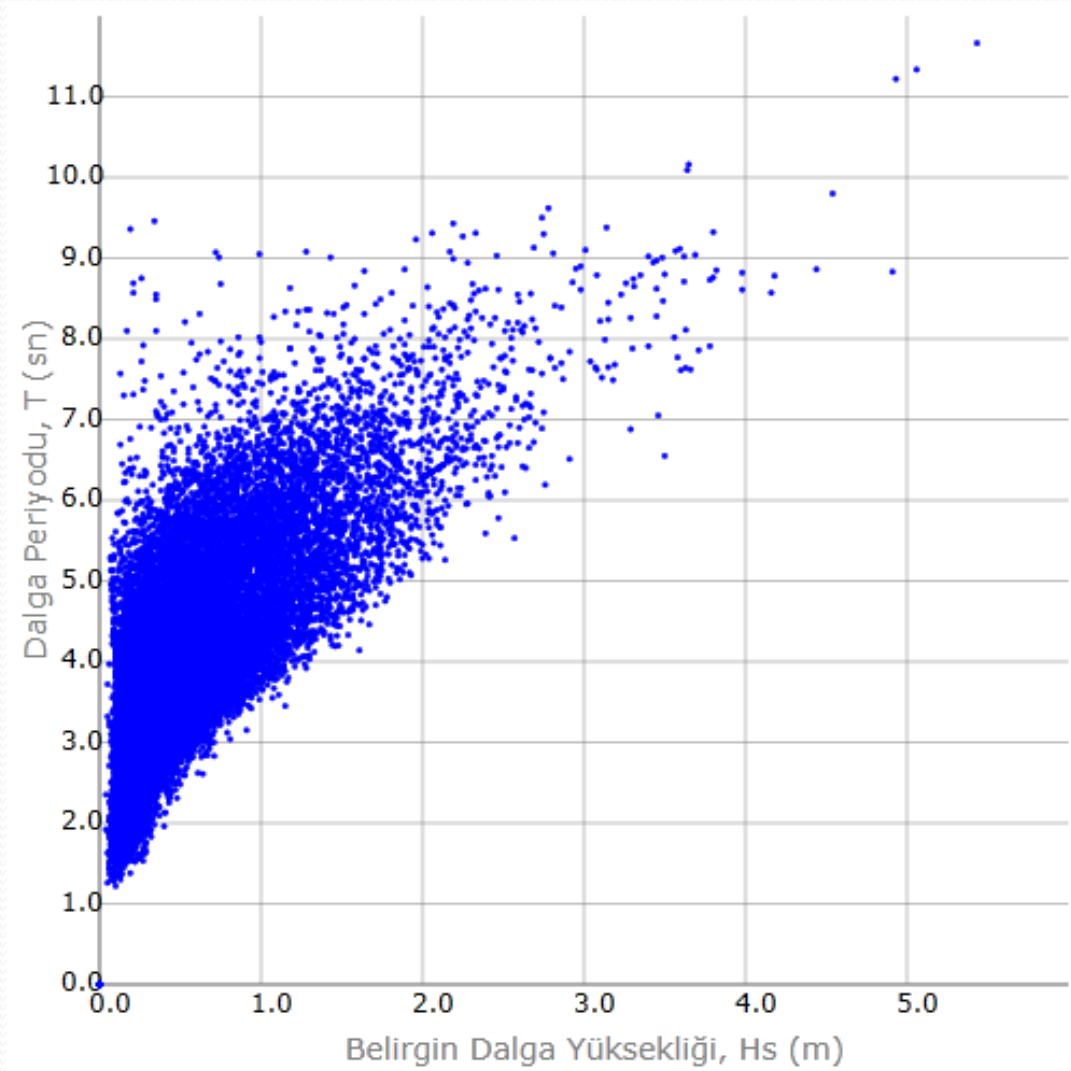
Yön seçmek için oka tıklayın



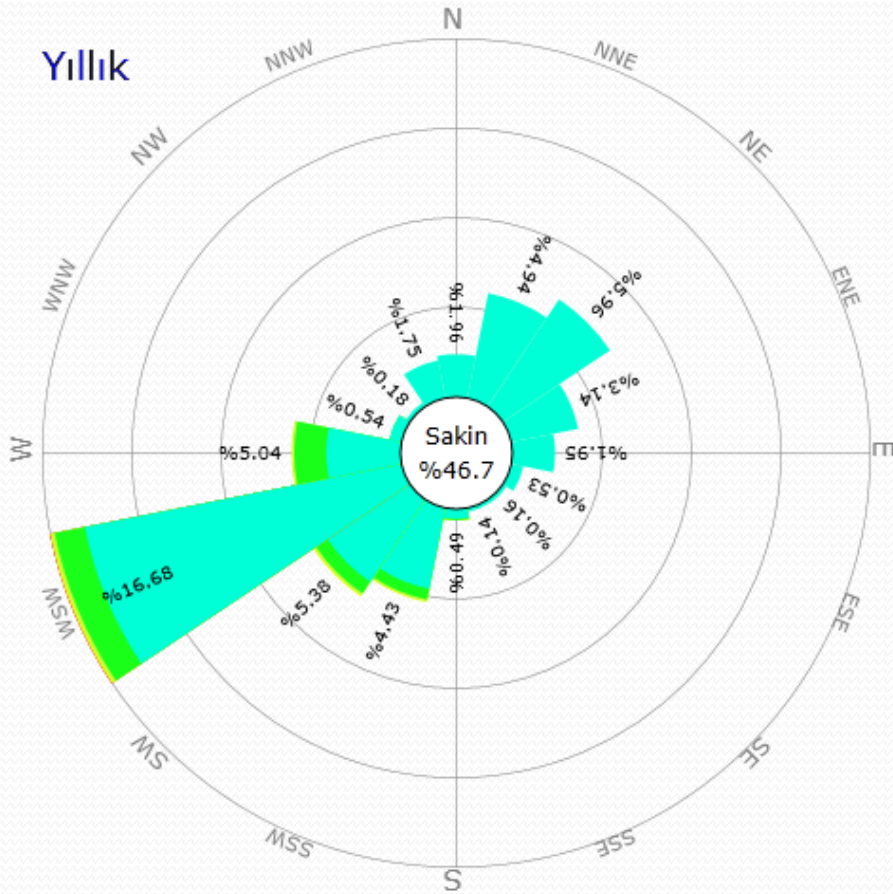
Yön	Dağılım Denklemi	1 saat/yıl	5 saat/yıl	10 saat/yıl
		H_s (m)	H_s (m)	H_s (m)
S	$H_s = -0.511 \cdot \ln(p(H)) - 2.344$	2.3	1.5	1.1
SSW	$H_s = -0.418 \cdot \ln(p(H)) - 0.845$	2.9	2.3	2.0
SW	$H_s = -0.475 \cdot \ln(p(H)) - 1.001$	3.3	2.5	2.2
WSW	$H_s = -0.475 \cdot \ln(p(H)) - 0.666$	3.6	2.9	2.6
W	$H_s = -0.280 \cdot \ln(p(H)) - 0.047$	2.5	2.0	1.9

0 0.001 0.01 0.1 1 10 100 1.82

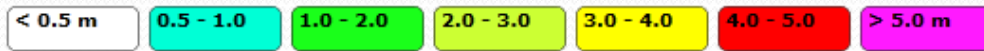
$P(>H_s)$: Aşılma olasılığı (%)



Yıllık

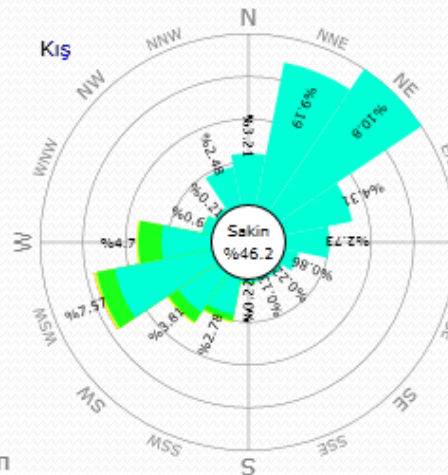


Dalga Yükseklikleri (m.)

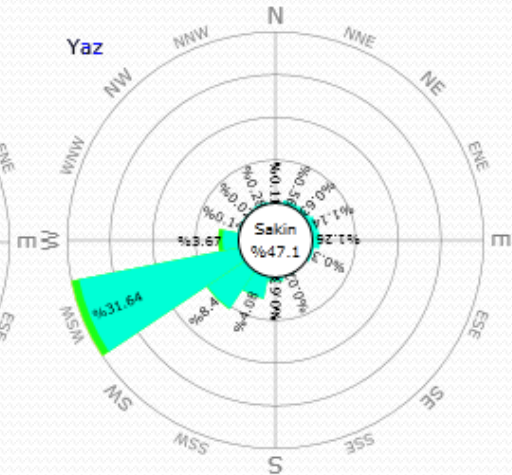


Sakinlik sınırı : 0.5 m.

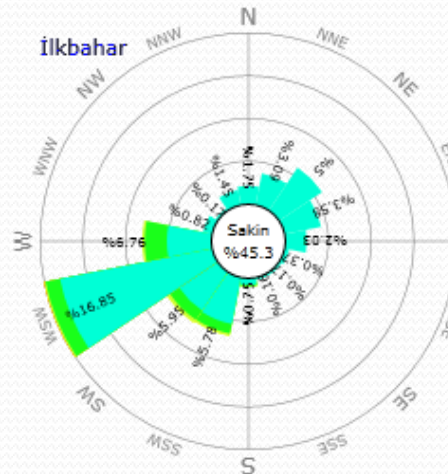
Kış



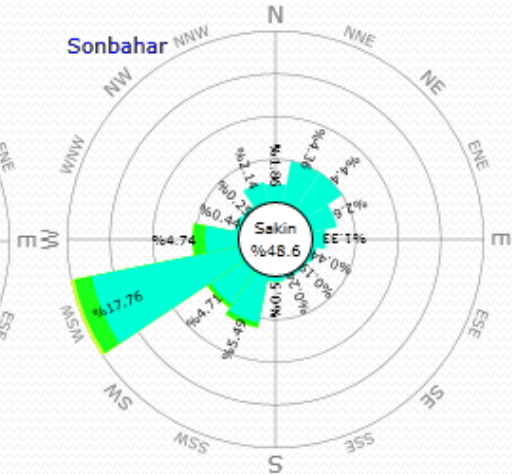
Yaz



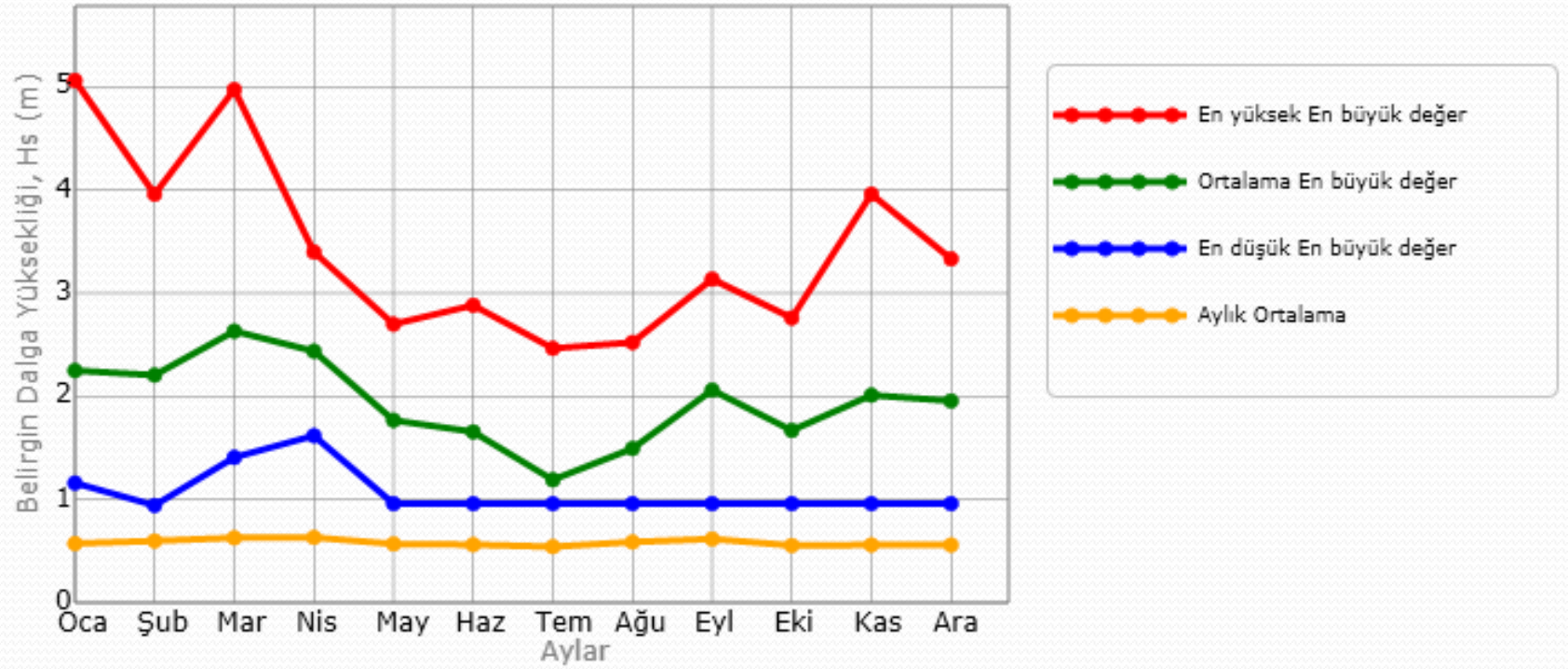
İlkbahar



Sonbahar



Yıllar : 1997 - 2011 Aylar : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

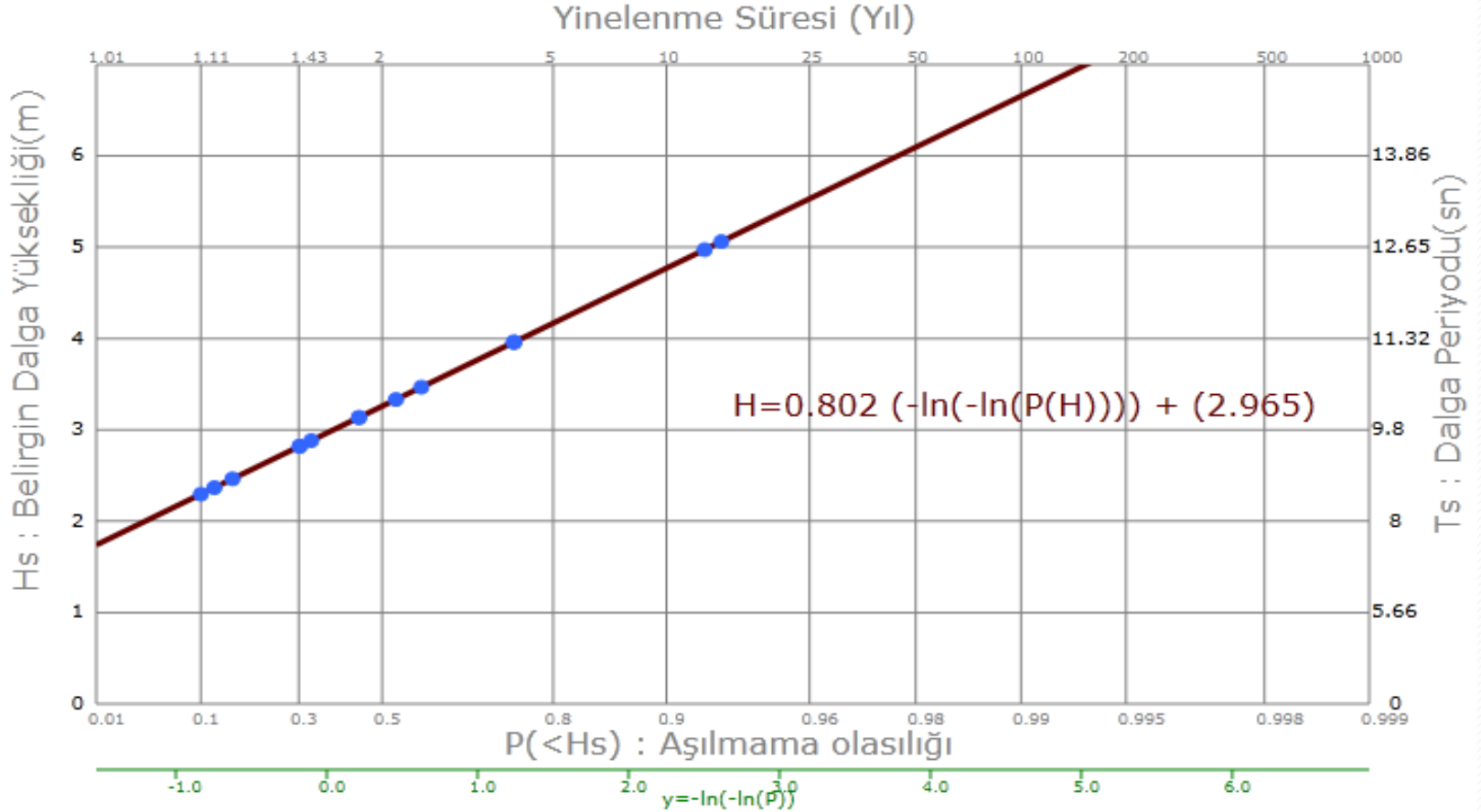


Aylık ortalama en yüksek belirgin dalga yükseklikleri

En büyük değer Dalga İstatistiği (Gumble)

Veri : 1997 - 2011

Aylar : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12



Yineleme sürelerine göre en yüksek değer belirgin dalga yüksekliği

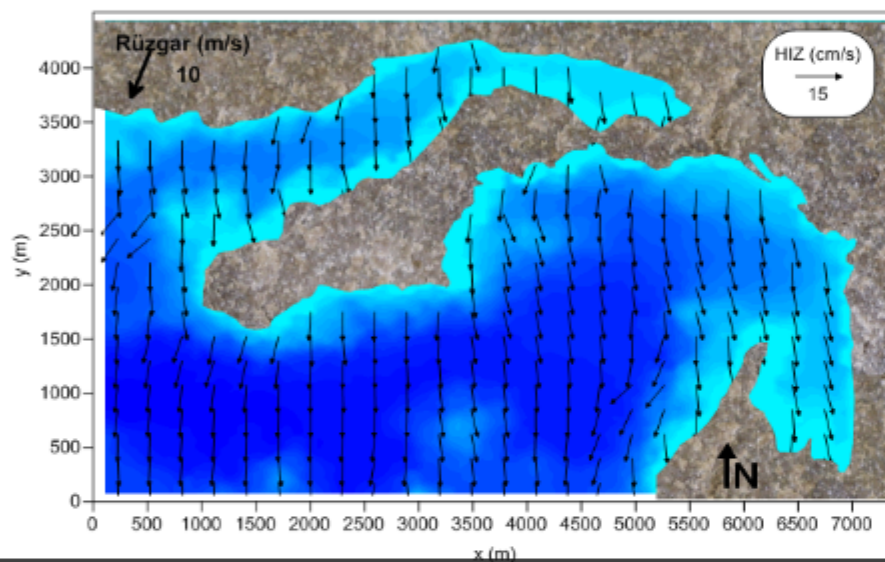
	Yineleme Süresi (yıl)				
	5	10	25	50	100
H_s (m)	4.2	4.8	5.5	6.1	6.7
T_s (sn)	11.6	12.4	13.3	14.0	14.6

AKINTI İKLİMİ

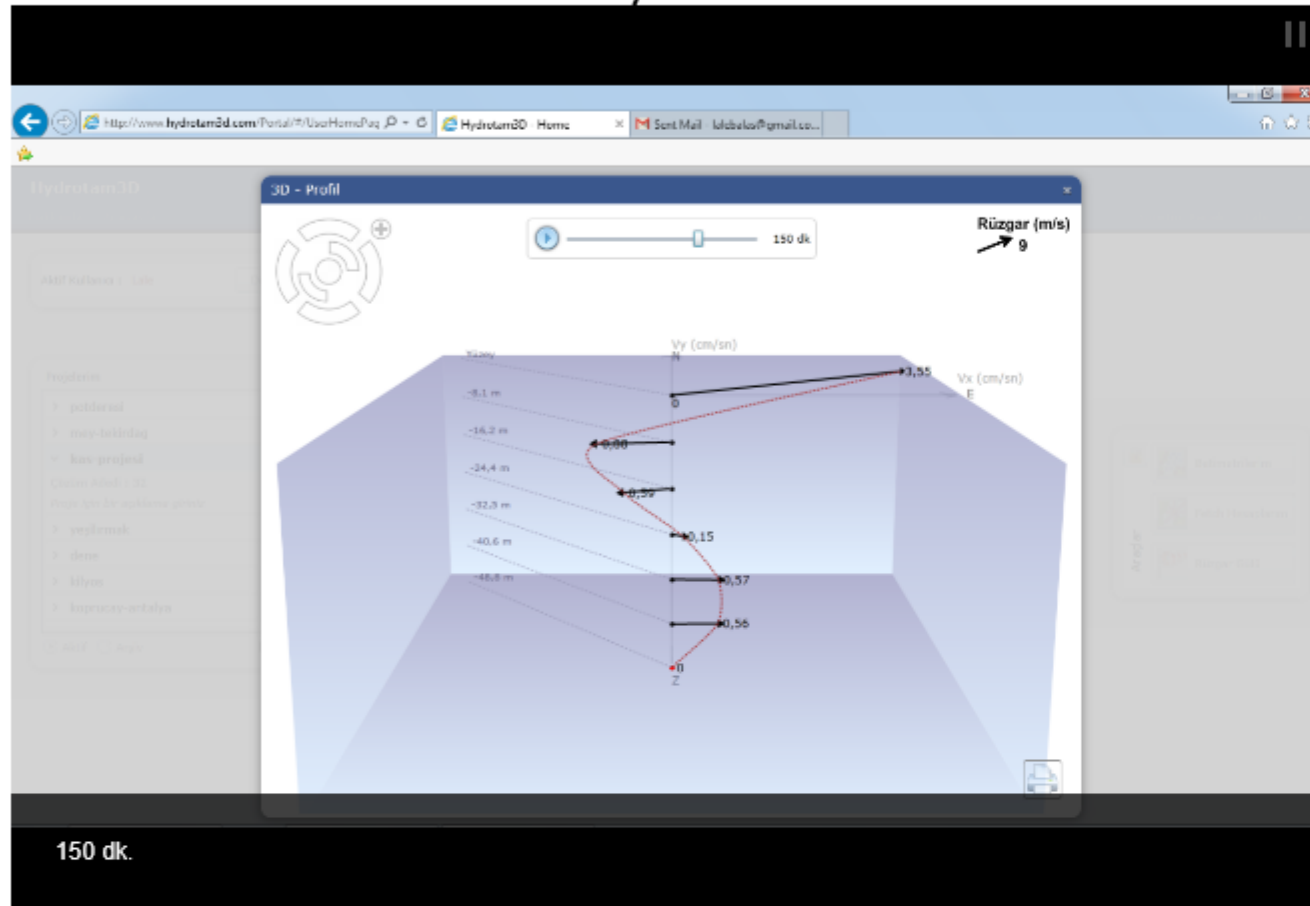
Proje sahasında, rüzgar, gelgit, yoğunluk değişimi ve dalga etkenli kıyısal akıntılar ve su düzeyi değişimleri 3-D olarak modellenmiştir

Kas.hydrotam3d.com

Kaş Körfezi Yüzey Akinti Modelleme



K2 noktasında derinlik boyunca akıntı hızları



SU KALİTESİ

Deniz ortamına bırakılan kirleticilerin deniz suyu kalitesine etkileri su kalitesi modeli ile sayısal olarak modellenenecektir. Alıcı deniz ortamındaki azot, fosfor, oksijen döngüleri, fitoplankton, zooplankton ve bakteri konsantrasyonlarının değişimleri modellenenecektir.

Su Kalitesi Alt Modelinde Temsil Edilen **Biyokimyasal Döngüler**

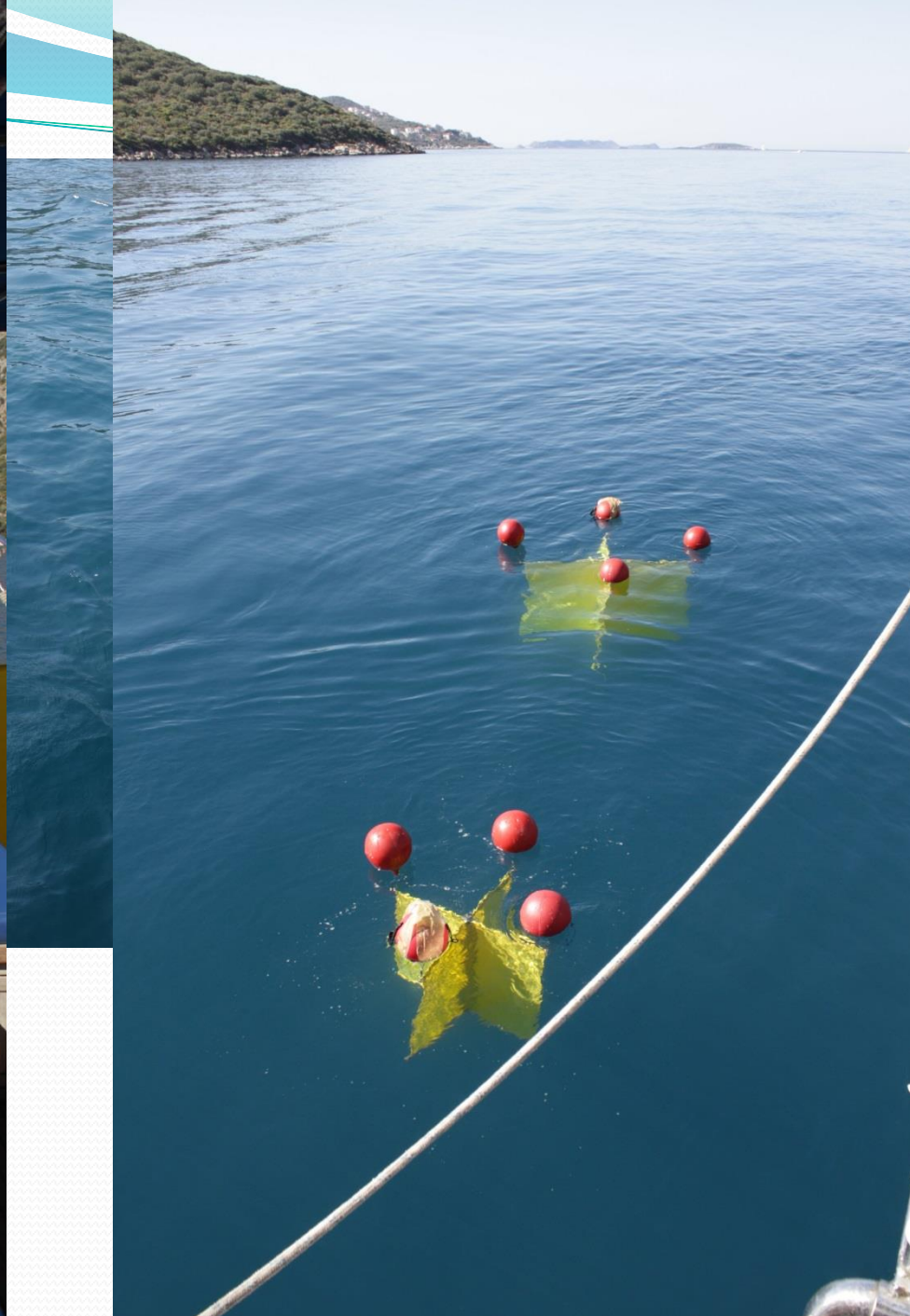
- Azot Biyokimyasal Döngüsü
- Fosfor Biyokimyasal Döngüsü
- Oksijen Biyokimyasal Döngüsü

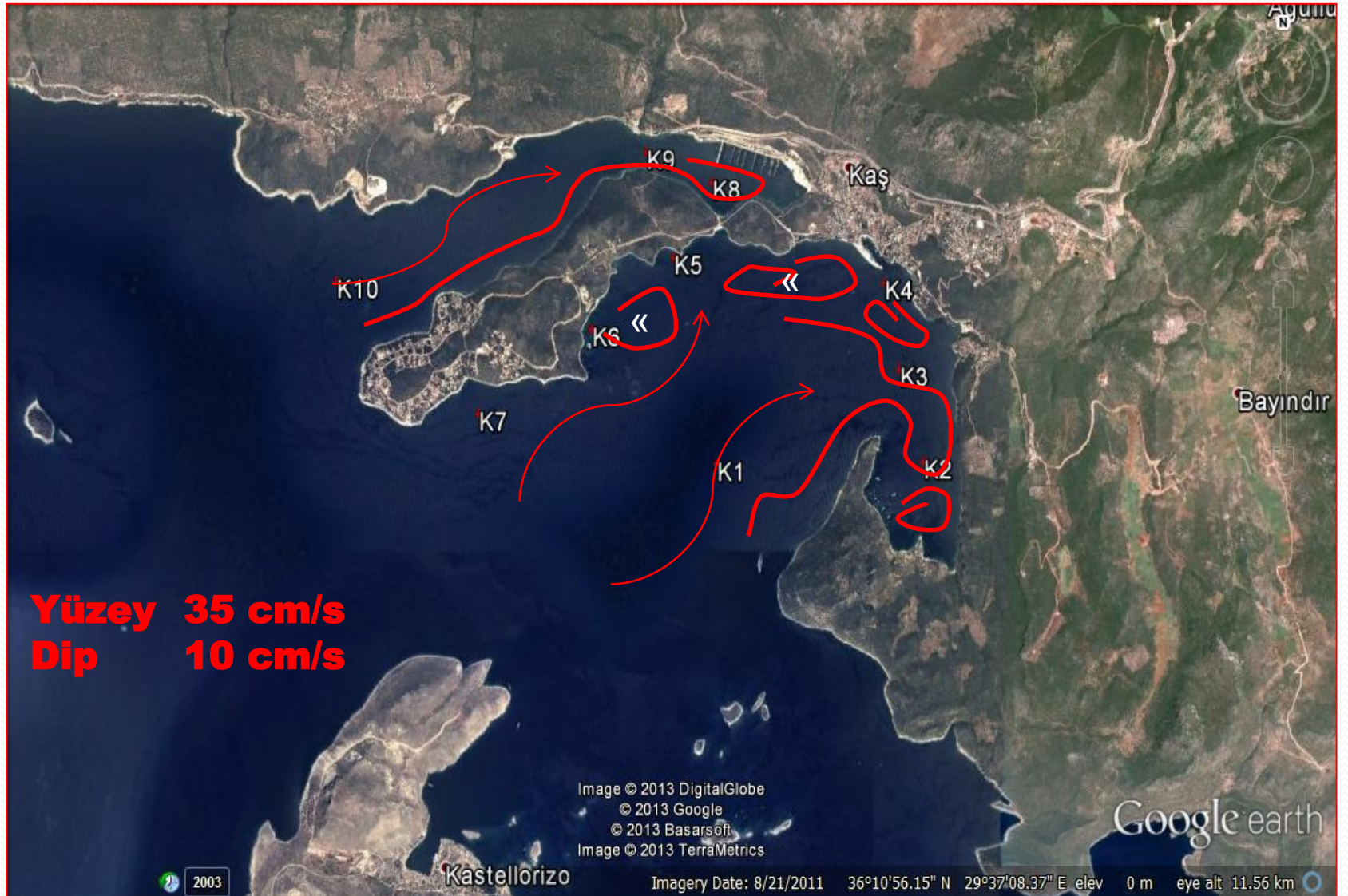
SAHA ÇALIŞMALARI

- 19-20 EYLÜL 2013
- 26-28 EKİM 2013
- 27-28 Kasım 2013
- 20-21 Aralık 2013
- 3-4 Ocak 201
- 7-8 Şubat 2014









YERİNDE ÖLÇÜM

- Su sıcaklığı
- Tuzluluk
- Yoğunluk
- pH
- Çözünmüş oksijen



SU KALİTESİ LABORATUVAR ÖLÇÜMLEME VE İZLEME

DLTM FETHİYE DENİZ KIYI VE ÇEVRE LABORATUVARI

- Bakteri konsantrasyonu,
- Amonyum (NH_4) konsantrasyonu
- Nitrit (NO_2) konsantrasyonu
- Nitrat (NO_3) konsantrasyonu
- Bulanıklık
- Askıda Katı Madde



Belirlenen 10 adet ölçüm noktasında deniz su kalitesini ifade eden başlıca mikrobiyolojik değerler su yüzeyinden 0,5m derinlikte steril kaplarla alınan numuneler ile ölçülmüştür. Steril kapta laboratuvara taşınan numunelerde 4 farklı çeşit gösterge mikroorganizmanın varlığına bakılmıştır. Bunlar sırasıyla:

- **Toplam Koliform**
- **Fekal Koliform**
- **Escherichia coli**
- **Pseudomonas aeruginosa**

- **Koliform bakteriler suyun sıhhi durumunu gösteren bakterilerdir. Bu tür bakteriler hızlı üreyen türde bakterilerdir ve mevcudiyetleri suda dışkı kaynaklı zararlı patojenlerin de var olabileceğini gösterir. Koliform bakteriler, genel karakteristik özelliklerine göre, toplam koliform veya fekal koliform olarak adlandırılır ve gruplandırılırlar. Toplam koliformlar, suyun dışkı yoluyla kirlendiğini göstermezler.**
- **Özellikle işlenmiş sularda koliform grubu bakterilerin varlığı veya yokluğu, su dezenfeksiyonunun doğru yapıp yapılmadığını gösterir.**
- **Koliform bakteri grubunda bulunan bakterilerden normal florası insanların ve sıcakkanlı hayvanların alt sindirim sistemleri olanlar “fekal koliform” olarak tanımlanmaktadır.**
- **Suda fekal koliformların varlığı, suyun dışkı yoluyla kirlendiğini gösterir.**

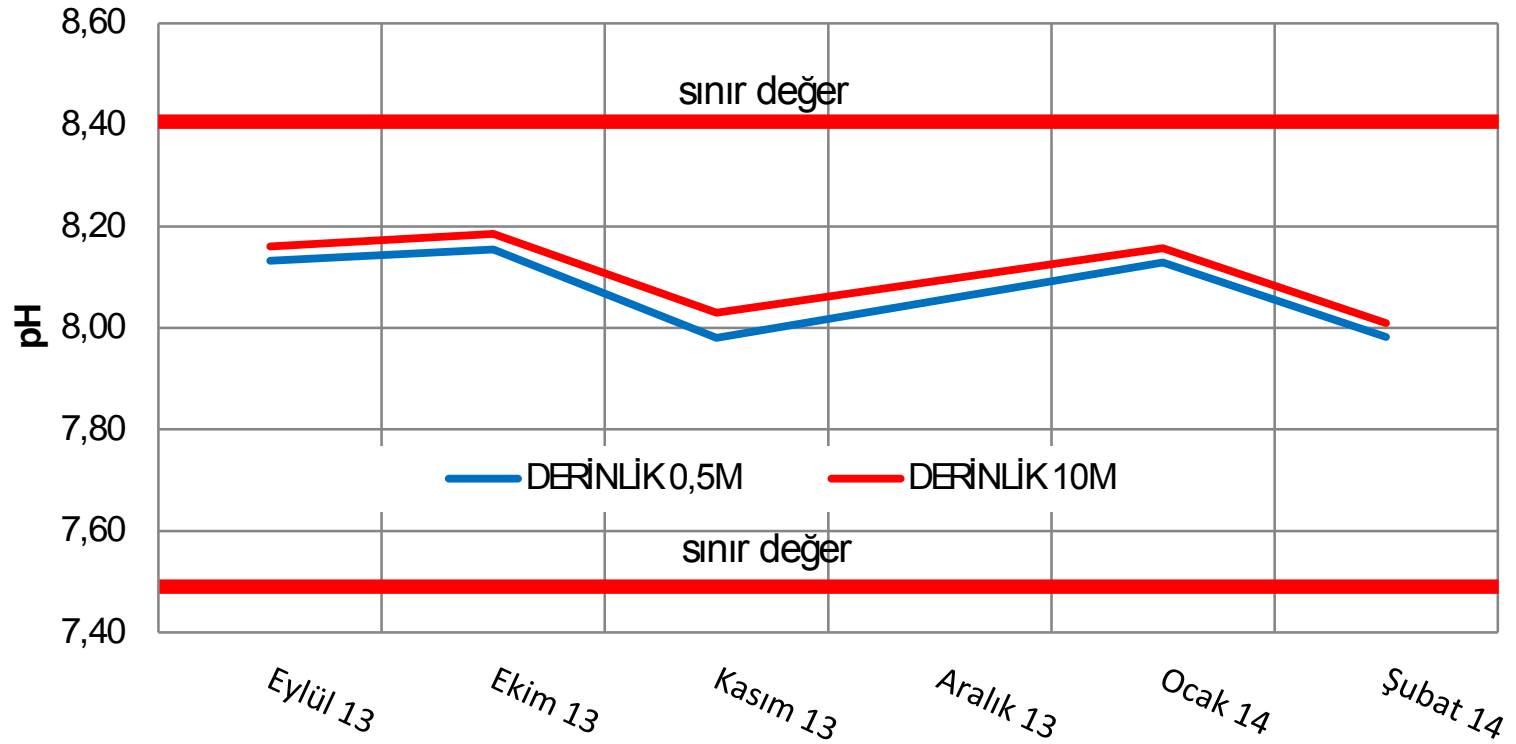
- **Escherichia coli, insanların ve sıcakkanlı hayvanların sindirim sisteminde bulunabilen bir bakteri türüdür. Sindirim sistemi enfeksiyonuna neden olur. Enfeksiyon bağırsak krampları ile başlar, bunu önce sulu ishal, sonra da çoğu zaman kanlı ishal izler. Bu organizmayı içeren suda yüzmek veya onu içmek yoluyla da bulaşır. Deniz suyundaki varlığı kanalizasyon suyunun mevcudiyetini göstermekle birlikte, deniz suyunda yüzenler için tehlikeli bir organizmadır.**

- **Pseudomonas cinsi bakteriler doğada su ve toprakta yaygın olarak bulunan tehlikeli bakterilerdir. Bu türden biri olan pseudomonas aeruginosa çeşitli antibiyotiklere direnç geliştirebilmekte ve oluşturduğu enfeksiyonlara bağlı olarak ölümcül olabilmektedir. Pseudomonas aeruginosa özellikle, bağışıklık sistemi zayıf olan kişilere kolayca zarar verebilen bir patojendir, cilde maruz kalındığında dermatite de sebep olabilir.**

- **Ölçülen fekal koliform bakteri değerleri, sonbahar aylarında Rekreasyon Amacıyla Kullanılan Kıyı ve Geçiş Sularının Sağlaması Gereken Standart Değerler tablosundaki kılavuz değeri (200CFU/100ml) sağlamaktadır. Ancak Ocak ve Şubat ayındaki ölçümlerde hemen hemen kıyıya yakın tüm noktalarda fekal koliform üremesi görülmüştür. Kıyidan açıkta bulunan, su alışverişinin daha kuvvetli olduğu, K1 ve K10 noktalarında ölçülen fekal koliform değerleri beklendiği gibi diğerlerinden düşüktür.**
- **Toplam koliform tespit edilen K4, K5, K8 ve K9 noktalarında Şubat 2014 ölçümlerinde bulunan değerler hem kılavuz değerinin üstündedir, hem de diğer ölçüm noktalarında ölçülen değerlerdenمرتبه olarak yüksektir. Bu durum, Şubat ayında Bucak körfezinde ve Liman önünde dışkı kaynaklı kirliliğin bulunduğuna işaret etmektedir.**

- **Escherichia coli ölçümleri de Ocak ve Şubat ayında Bucak körfezinde dışkı kaynaklı kirliliğin bulunduğunu göstermektedir.**
- **Tehlikeli bir bakteri türü olan pseudomonas aeuroginosa en fazla Marina girişindeki K8 noktası ile Liman önündeki K3,K4 noktasında ölçülmüştür. Rekreatasyon Amacıyla Kullanılan Kıyı ve Geçiş Sularının Sağlaması Gereken Standart Değerler tablosunda bu bakteri için herhangi bir sınır değeri tanımlanmamıştır.**

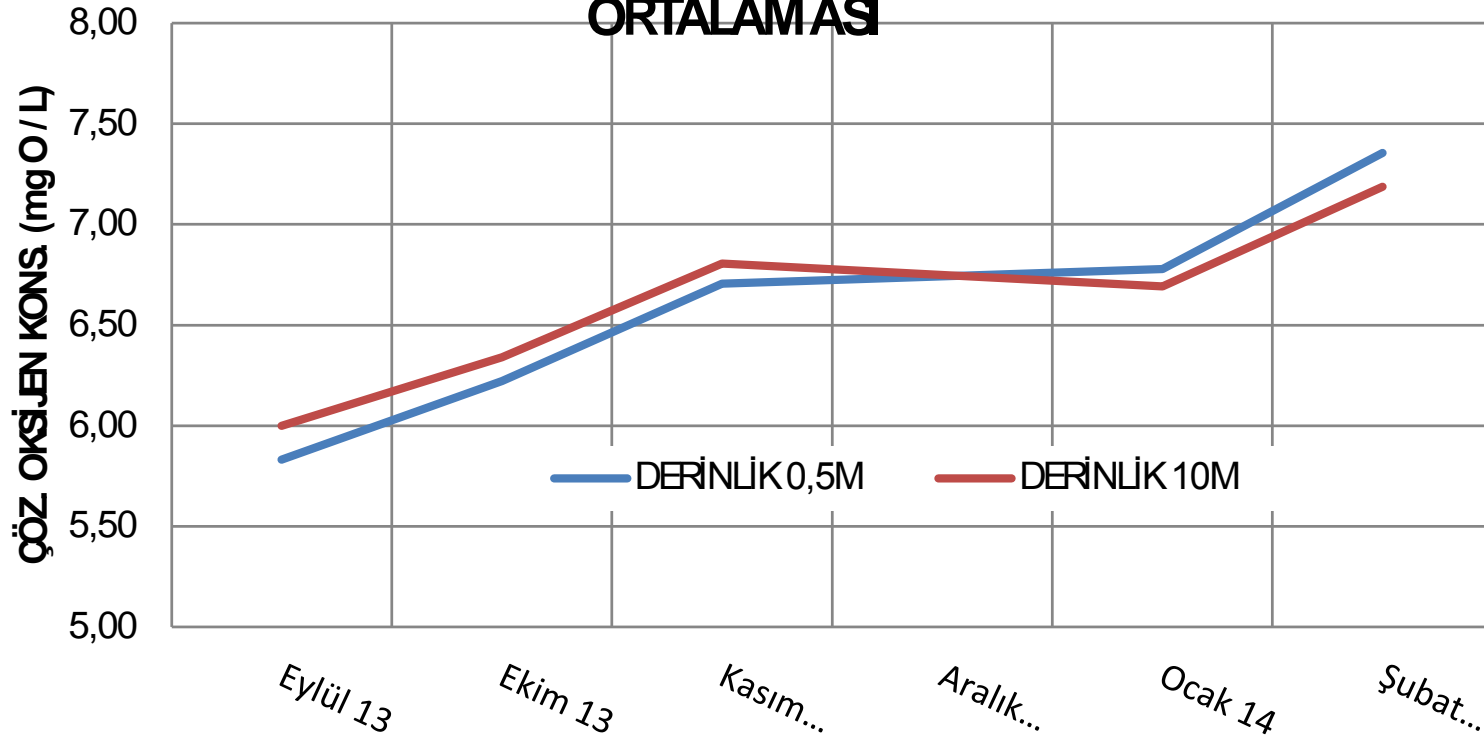
pH ÖLÇÜMLERİ ORTALAMASI



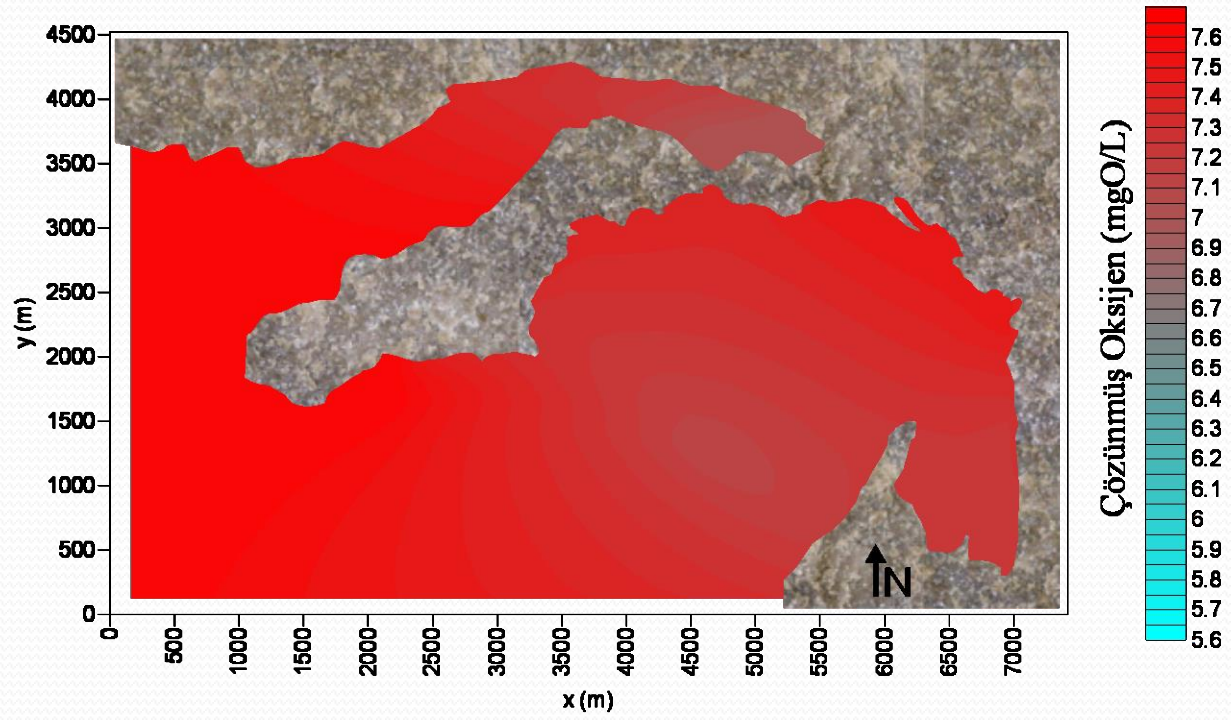
pH ölçümleri ortalaması

- **pH değerlerinin alansal olarak dağılımı incelendiğinde Bucak körfezinde açık denizdekilerden farklı pH değerleri olduğu tespit edilmektedir.**
- **Aynı şekilde Liman girişinde ve Atıksu deşarjından bırakılan deşarj suyunun pH değerlerine etkileri de alansal dağılımlarda ortaya çıkmakla birlikte ölçülen tüm pH değerleri normal değerler aralığı içerisinde bulunmaktadır.**
- **Şubat ayı pH dağılımı incelendiğinde açık deniz dahil olmak üzere tüm noktalarda daha düşük pH değerleri okunduğu ve Liman girişi ile Atıksu deşarjında ölçülen değerlerin diğerlerinden daha da düşük olduğu görülmektedir. Bu durum Liman bölgesinden ve Atıksu deşarj noktasından yağışlı aylarda artan deşarj miktarlarını işaret etmektedir.**

ÇÖZ. OKSİJEN KONSANTRASYONU ÖLÇÜMLERİ ORTALAMASI



Çözülmüş oksijen konsantrasyonu (mg/L) ölçümleri ortalaması

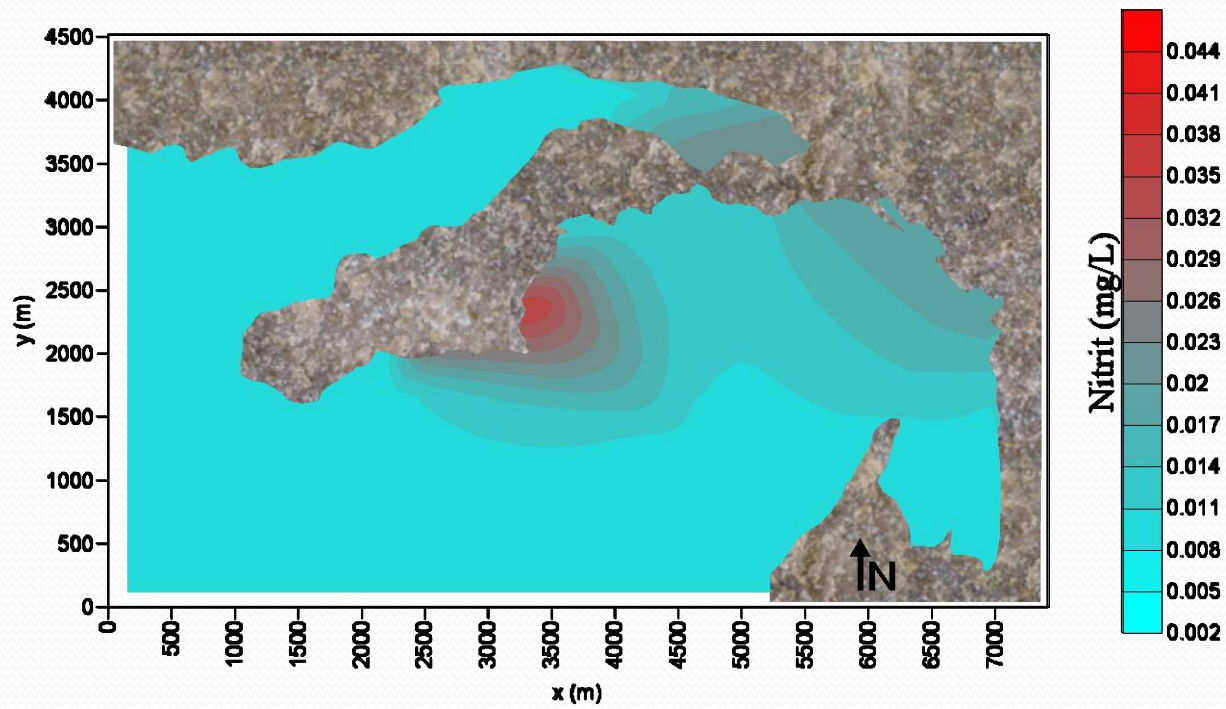


- **Çözünmüş oksijen konsantrasyonu değerleri 5,62 ila 7,65 mg/L arasında değişmektedir.**
- **Deniz suyu sıcaklığının düşmesi ile birlikte çözünmüş oksijen konsantrasyonu artmaktadır.**
- **Aynı şekilde deniz suyunun soğuk olduğu aylarda yüzeydeki konsantrasyon değerlerinin 10m derinlikte ölçülen değerlerden yüksek olduğu da tespit edilmektedir.**

- **Atıksu deşarjı bölgesi ve Bucak körfezinde bulunan K8, K9 ve K10 noktalarında genel olarak diğer noktalardan daha düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonuna sahiptir.**
- **Tüm noktalarda ölçülen çözünmüş oksijen konsantrasyonu seviyeleri doğal sınırlar içindedir, kirlilikten kaynaklanan düşük seviyede çözünmüş oksijen miktarlarına rastlanmamıştır**

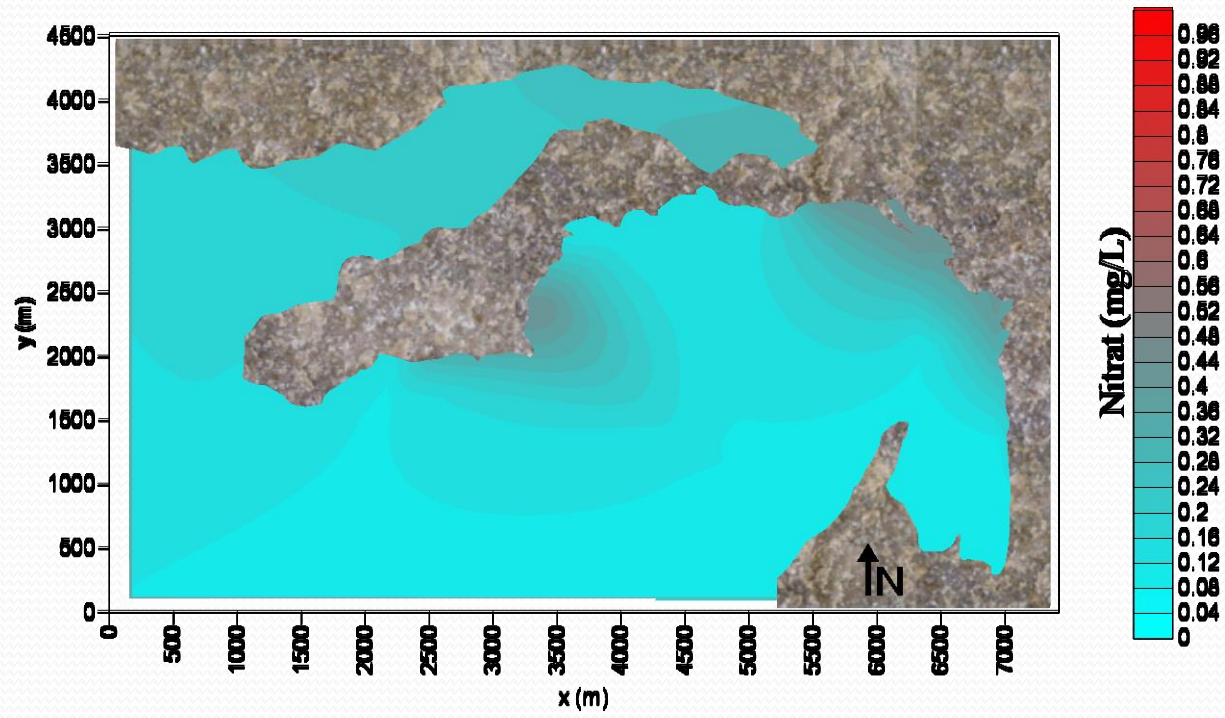
NİTRİT

- **Nitrit konsantrasyonu sudaki azot besini miktarını gösteren parametrelerden biridir.**
- **Yapılan ölçümlerde nitrit azotu konsantrasyonu Bucak körfezi uç kısmında özellikle marina önündeki K8 noktasında, Atıksu deşarj noktası olan K6 noktasında ve Liman ağzı K4 noktasında yüksektir**



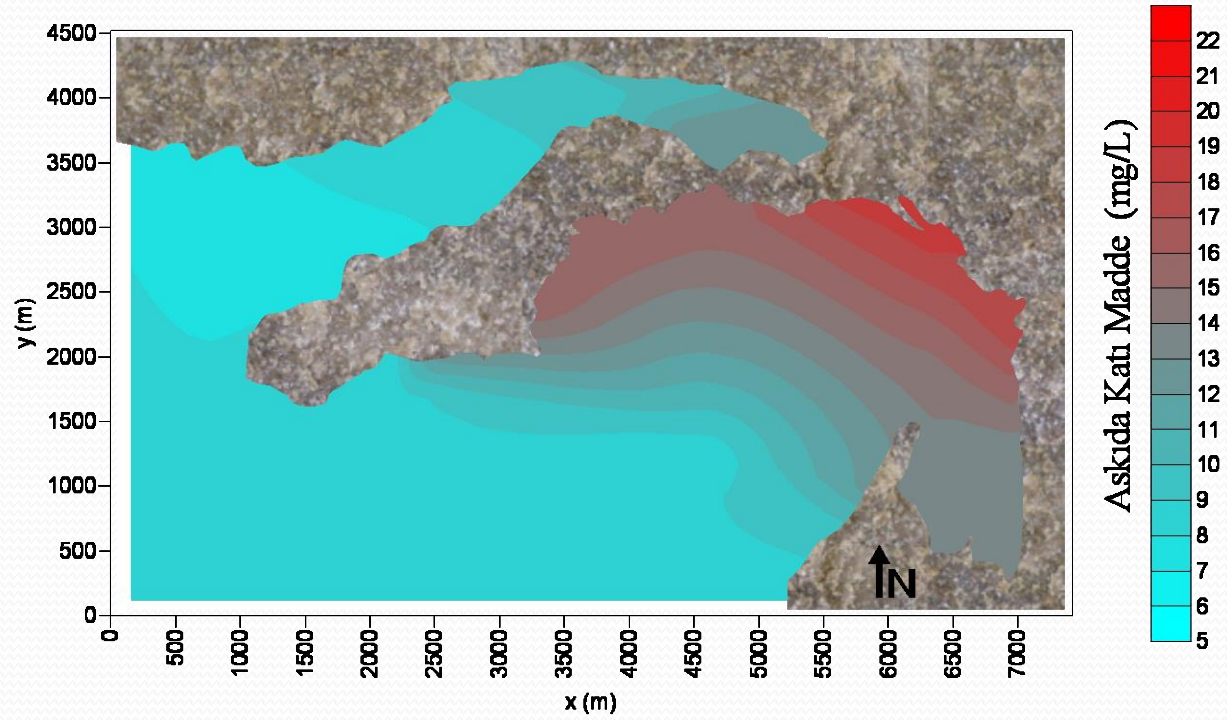
NİTRAT

- **Nitrat konsantrasyonu, nitrit konsantrasyonuna benzer şekilde sudaki azot besin miktarını ifade eden parametrelerden biridir. Sudaki nitratın sebepleri gübreler, hayvan ve bitki atıklarının parçalanması ve atık sular ile endüstriyel atıklardır.**
- **Yapılan ölçümlerde nitrit ölçümleri ile paralel şekilde Bucak körfezinde, atıksu deşarj noktasında ve liman bölgesinde, diğer ölçüm noktalarından daha yüksek nitrat konsantrasyon değerleri gözlemlenmiştir.**
- **En yüksek nitrat konsantrasyonları, kasım ve ocak aylarında ölçümlenmiştir.**
- **Nitrat konsantrasyonu değerleri açık denizde 0.01 mg/L - 0.3 mg/L arasında değişirken bu değer Körfez iç bölgelerinde 0.1 mg/L – 0.98 mg/L arasında değişim göstermektedir.**
- **Kaş deniz suyunda nitrat kirliliği tehlikeli değildir.**



ASKIDA KATI MADDE

- **Bucak körfezinde, atıksu deşarj noktası ve Kaş Körfezi Liman sularında diğer noktalara göre nispeten daha yüksek miktarlarda askıda katı madde tespit edilmiştir.**
- **Ölçümlenen askıda katı madde miktarları açıklarda 5 mg/L değerinden, Körfez içlerinde 21 mg/L değerine artış göstermektedir.**
- **En yüksek değerler Kasım, Şubat ve Ocak aylarında ölçümlenmiştir.**
- **Atıksu deşarjı üzerinde bulunan K6 ölçüm noktasında nispeten yüksek askıda katı madde miktarı çıkması doğudan atıksu deşarjı ile ilgilidir. He ne kadar atıksu tesisinde filtreleme ve dinlendirme işlemleri yapılsa bile deşarj edilen atıksu bölgenin deniz suyunda bulunan miktardan daha yüksek seviyelerde askıda katı madde içermektedir.**
- **Tespit edilen askıda katı madde seviyeleri deniz suyunun kalitesine etki edecek seviyelere ulaşmamaktadır.**



Kaş atık su arıtma tesisi yaklaşık 25.000 nüfusluk bir yerleşimin atık su arıtımını gerçekleştirebilecek bir kapasitededir. Günlük ortalama 5.400m³ atık su arıtımını gerçekleştirebilecek bu tesis İller Bankası projesi olarak 2006 yılında yapılmış ve işletmeye alınmıştır.

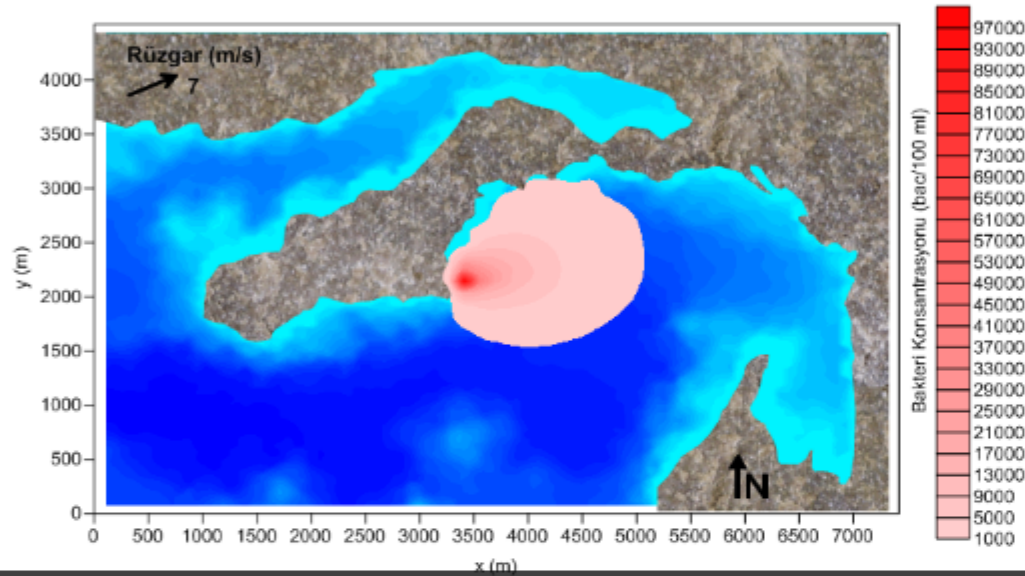


- **Atık Su Girişi**
- **Havalandırma Kum Tutucu**
- **Dağıtım Yapısı**
- **2 adet Havalandırma Havuzu**
- **Dağıtım Yapısı**
- **2 adet Çökeltim Havuzu**
- **Klor Temas Bölümü**
- **Aktif Çamur Sistemi**
- **Biyolojik Filtre**
- **Derin Su Deşarjı**

- Tesisin çıkış debi ortalaması yaz aylarında 2.500-2.700 m³/gün iken kış aylarında bu miktar 1.500-1.700m³/gün'e düşmektedir.
- Kaş Belediyesi tarafından aylık yaptırılan periyodik ölçümler her ne kadar kimyasal ölçümlere dayanmasa da tesisin standart arıtma işlevini yerine getirdiğini göstermektedir.
- Ancak ortamdaki biyolojik çeşitlilik gözlemlendiğinde, besin tuzu kaynağı olan deşarj noktasında yosun ve diğer canlıların popülasyonu bakımından arada oldukça fark olduğunu görülmektedir.
- Arıtma tesisi deşarjını çevresi diğer bölgelere kıyasla daha yoğun bir yosunla kaplıdır, bakteri, mantar ve tek hücreli algler tarafından oluşturulan suda asılı partiküllerin miktarı belirgin derecede fazladır.

Su Sıcaklığı (C)	Tuzluluk (ppt)	pH	Çözünmüş Oksijen (mg/L)	Toplam Çözünmüş Katı Madde TDS (g/L)	Bulanıklık (NTU)	Alkalinite (mmol/L)	Nitrit (NO ₂) Konsan-trasyonu (µM)	Nitrat (NO ₃) Konsan-trasyonu (µM)
15,4	0,72	7,22	7,44	31	8,68	1,85	0,1904	7,8519

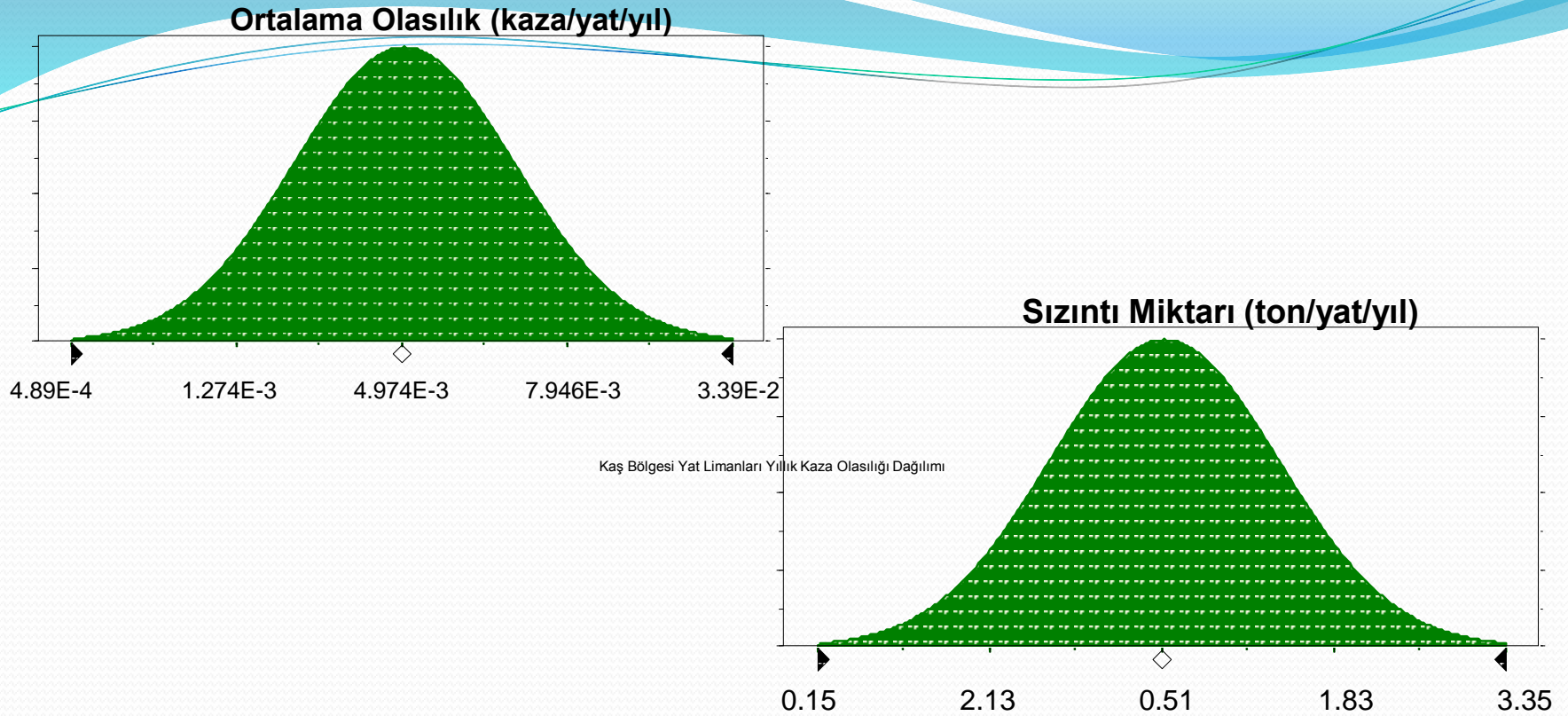
WSW yönünden 7 m/sn. hızla esen rüzgar etkisinde kirlenici modellemesi



6 sa 00 dk

KAŞ BÖLGESİ YAT LİMANLARI RİSK ANALİZİ

- **Yat limanında meydana gelmesi muhtemel bir deniz kazasının sızıntı miktarı riskinin belirlenmesi için geliştirilen bir risk modeli kullanılmıştır.**
- **Model, risk analizi hesaplamalarında kaza olasılığı ve kaza sonuçları kullanılmaktadır. Analiz hesapları yapılırken “Risk = Kaza OlasılığıxKaza Sonuçları” olarak tanımlanmıştır.**
- **Kaza olasılığı belirlenirken T.C. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı Arama Kurtarma Birimi tarafından arşivlenen yat kaza verilerinden yararlanılmış, kaza sonucundaki sızıntı miktarı için, dünyada ve Türkiye’de meydana gelen yat kazaları incelenmiştir.**
- **Yatların kaza riski belirlenirken kullanılacak kaza olasılığı ve kaza sonucundaki sızıntı miktarı ayrı ayrı belirlenerek, Monte Carlo simülasyonu ile kaza riskinin tahmini yapılmıştır.**



- Yat limanında yıllık döküntü miktarları iskelelere yanaşan ortalama yat sayısına bağlı olarak, her bir kaza tipinin kıyı ve deniz alanlarına olabilecek kirlilik etkilerinin belirlenmesi amacıyla hesaplanmış ve risk seviyesi “düşük - 6” olarak belirlenmiştir.
- Kaş yat limanları için yapılan bölgesel risk analizinde, 0.8 ton/yıllık kaza sızıntı riski olduğu belirlenmiştir. Körfezde meydana gelebilecek yat kazalarında yıllık ortalama 0.8 ton fuel oil yayılabileceği öngörülmüştür. 52

- 
- **Kaş körfezi'nin kendi kendini temizleme süresi 110 gün**
 - **Bucak körfezinin kendi kendini temizleme süresi 90 gün**



YAŞAYAN MAVİ KAŞ