

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
«Морской гидрофизический институт РАН»

# Исследование апвеллингов в Мраморном море по спутниковым данным

Медведева А. В., Василенко Н. В., Станичный С. В.



**1** – Пролив Босфор

**2** – Измитский залив

**3** – Полуостров Бозбурун

**4** – Гемликский залив

**5** – Залив Эрдек

**6** – Пролив Дарданеллы

### Данные радиометров:

- MODIS Aqua, MODIS Terra (1 km)
- VIIRS Suomi-NPP (750 m)
- AVHRR NOAA, MetOp (1 km)
- ETM+ Landsat-7 (60 m)
- TIRS Landsat-8 -9 (100 m)

### Дополнительные данные:

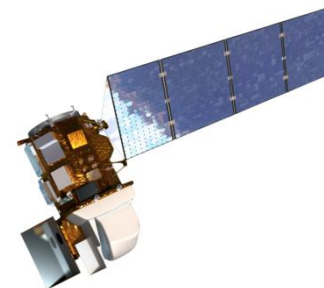
- Параметры ветра – NCEP / NOMADS;
- Параметра ветра – модели ICON, ECMWF
- RRS – OLI Landsat-8 – 9, MSI Sentinel-2

### Онлайн-сервисы:

- NASA Worldview – <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>
- VentuSky – <https://my.ventusky.com/>

### Публикации:

- Mutlu S., Kuzyaka E., Atabay H., Topal A. Coastal upwellings in the Sea of Marmara //International Journal of Environment and Geoinformatics. 2023. V. 10. No. 4. P. 48-55. <https://doi.org/10.30897/ijjegeo.1338236>



The screenshot displays the NASA Worldview web application interface. The main map area shows a satellite view of the North Atlantic Ocean and surrounding landmasses, with a semi-transparent blue overlay representing sea surface temperature data. The interface includes a left-hand sidebar with a layer management panel, a top search bar, and a bottom timeline navigation bar.

**Worldview**

Layers Events Data

**REFERENCE**

- Place Labels  
© OpenStreetMap contributors, Natural Earth
- Coastlines / Borders / Roads  
© OpenStreetMap contributors
- Coastlines  
© OpenStreetMap contributors

**SEA SURFACE TEMPERATURE**

- Sea Surface Temperature (Day, L2)  
Aqua / MODIS v2019.0 STD
- Color scale: 0.0 °C to 32.0 °C

**BASE LAYERS**

- Corrected Reflectance (True Color)  
NOAA-20 / VIIRS
- Corrected Reflectance (True Color)  
Suomi NPP / VIIRS
- Corrected Reflectance (True Color)  
Aqua / MODIS v6.1 STD
- Corrected Reflectance (True Color)  
Terra / MODIS v6.1 STD

+ Add Layers Group Similar Layers

Start Comparison

Search for places or enter coordinates

20 km / 10 mi

40.4144° 29.4364° EPSG:4326

1 DAY

2014 FEB 03 FEB 2014 MAR 2014 APR 2014 MAY 2014

**NASA Worldview**

Layers | Events | Data

**REFERENCE**

- Place Labels
- Coastlines / Borders / Roads
- Coastlines

**SEA SURFACE TEMPERATURE**

- Sea Surface Temperature (Day, L2)
  - Aqua / MODIS v2019.0 STD
  - Terra / MODIS v2019.0 STD
  - Suomi NPP / VIIRS v2016.2 STD

**BASE LAYERS**

- Corrected Reflectance (True Color) Aqua / MODIS v6.1 STD
- Corrected Reflectance (True Color) Terra / MODIS v6.1 STD

+ Add Layers | Group Similar Layers

Start Comparison

**Sea Surface Temperature (Day, L2)**

Opacity: 100%

Thresholds: 6.90-7.05 °C | 12.90-13.05 °C

Squash Palette:

**Color Palette**

- Default
- Orange 1
- Red 1
- Red 2
- Blue 1

Associated Layers:  Orbit Track-Ascending/Day (Aqua)

Search for places or enter coordinates

20 km | 10 mi

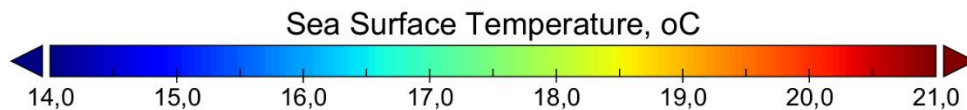
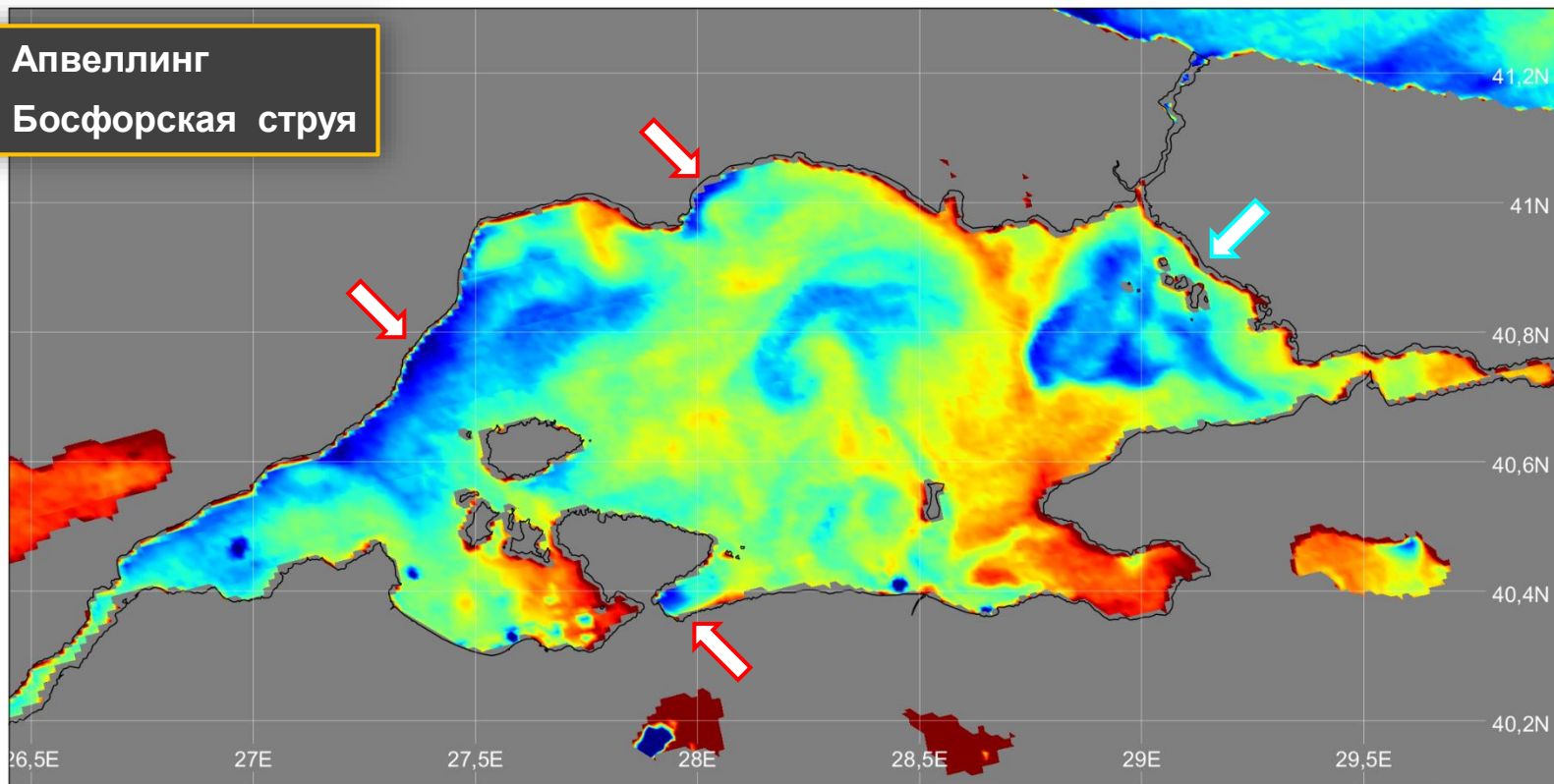
40.3322, 30.0503° EPSG:4326

1 DAY

2014 FEB 03 | FEB 2014 | MAR 2014 | APR 2014

# **АПВЕЛЛИНГИ В ТЕПЛОЕ ВРЕМЯ ГОДА**

➔ Апвеллинг  
➔ Босфорская струя

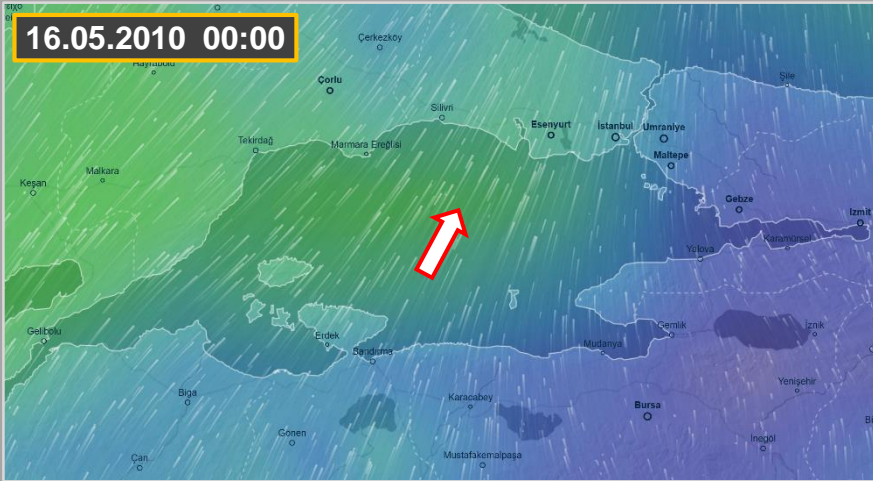


MODIS Aqua  
16.05.2010

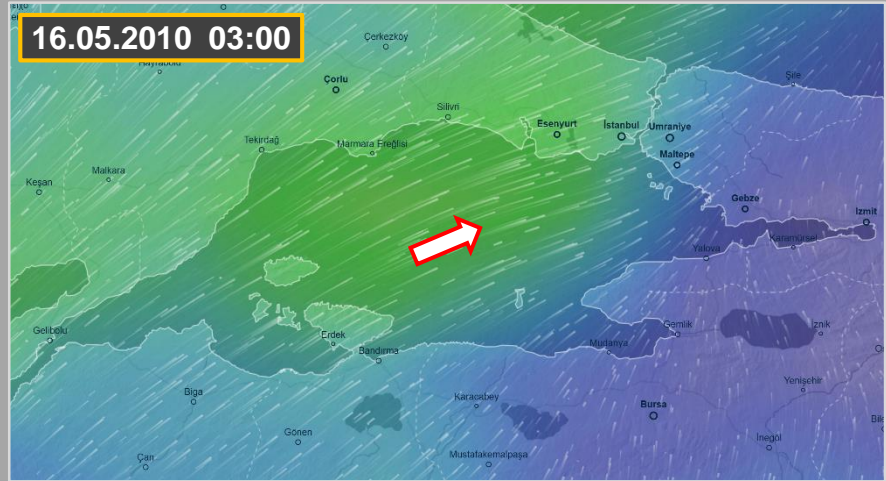
# ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕТРА

8

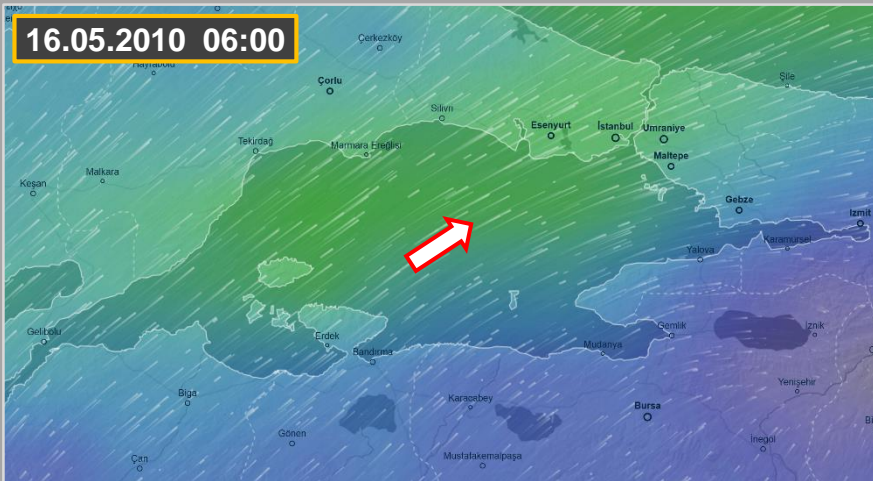
16.05.2010 00:00



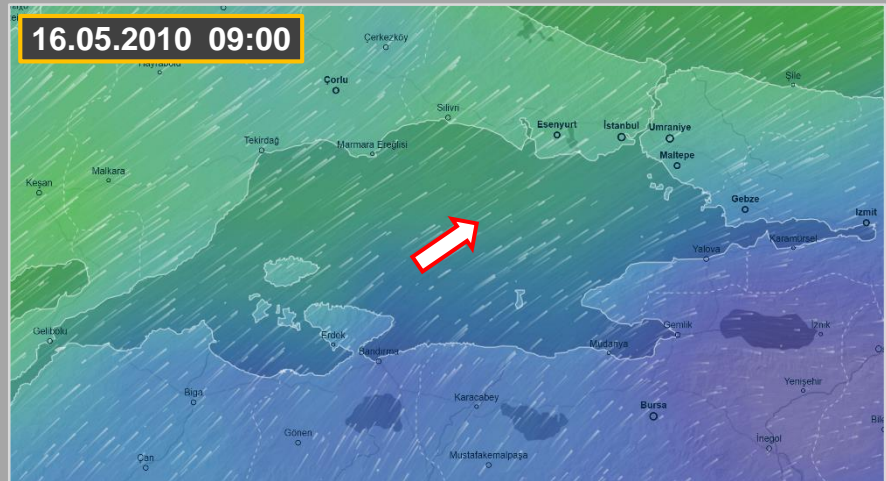
16.05.2010 03:00



16.05.2010 06:00



16.05.2010 09:00

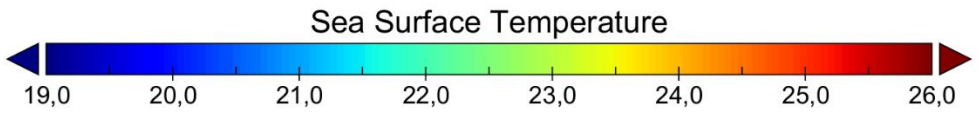
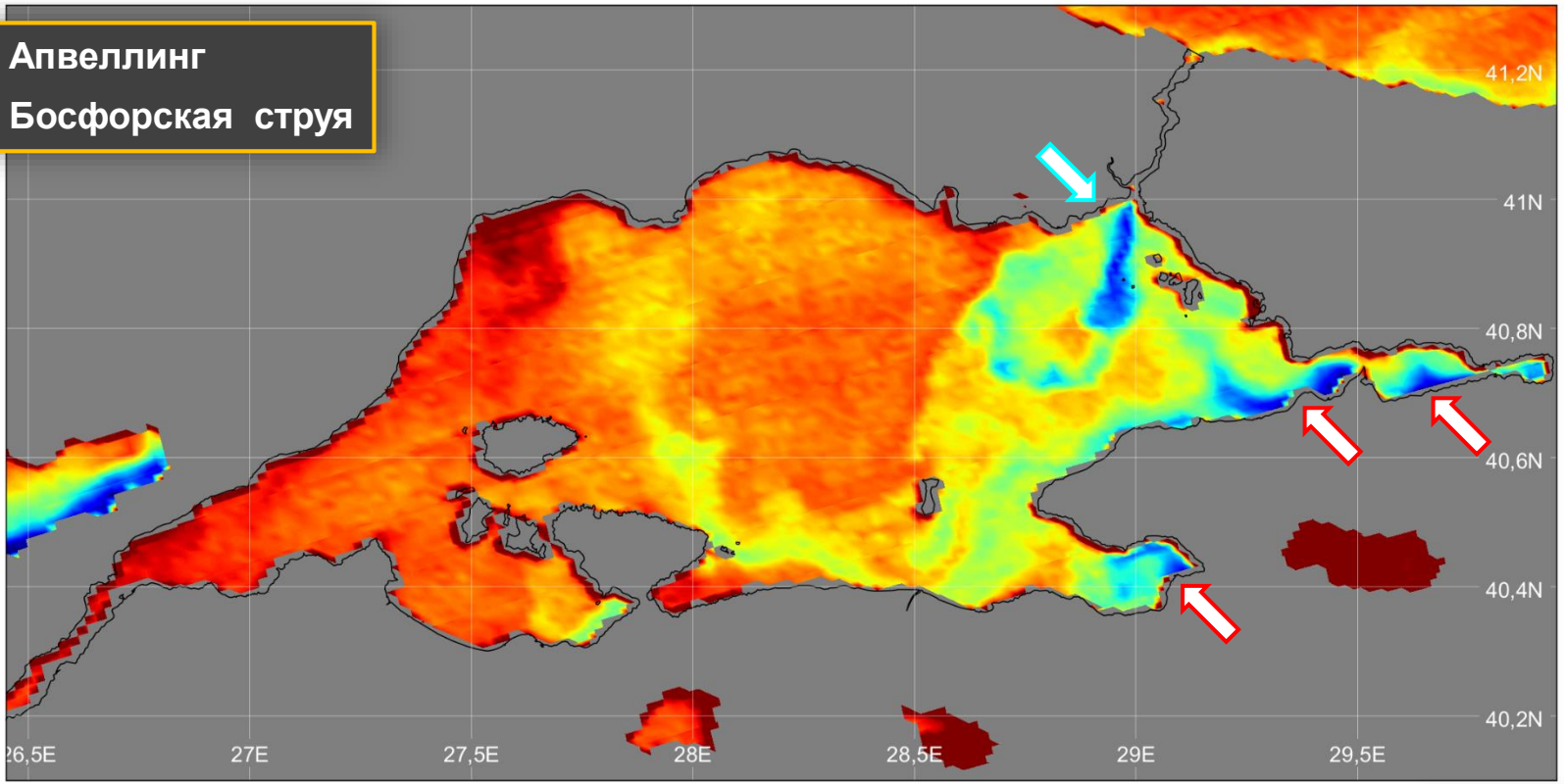


m/s





➔ Апвеллинг  
➔ Босфорская струя

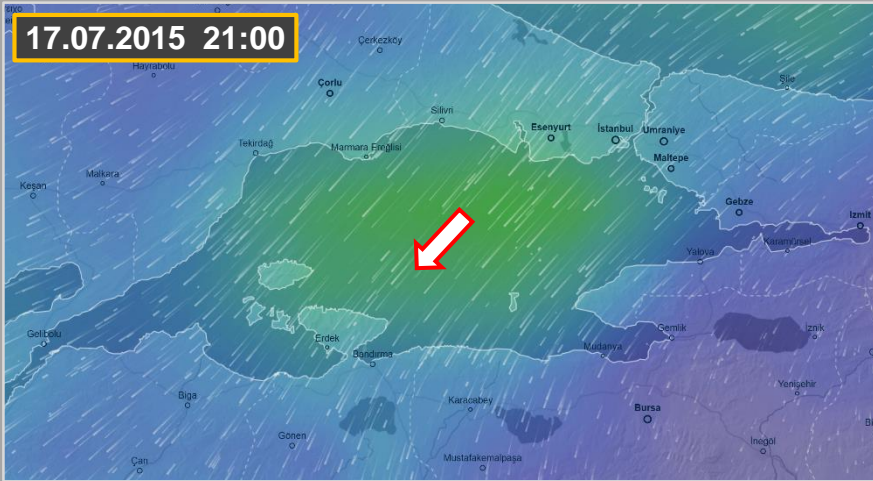


MODIS Aqua  
19.07.2015

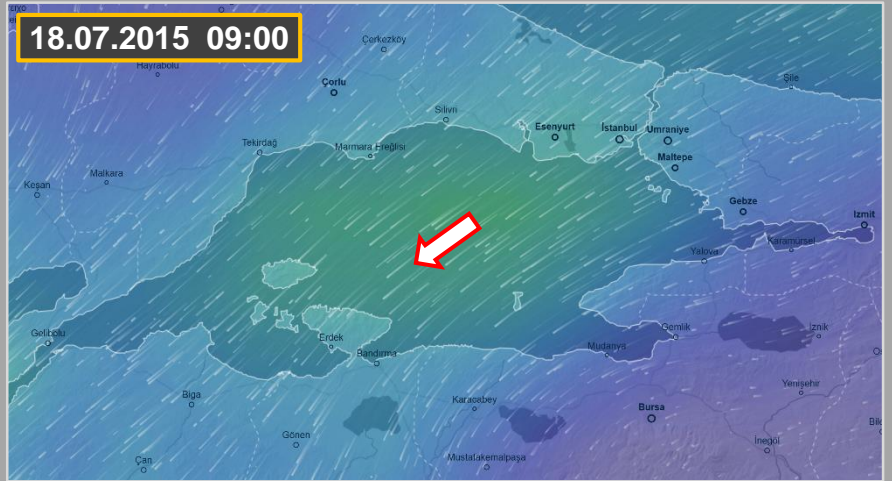
# ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕТРА

10

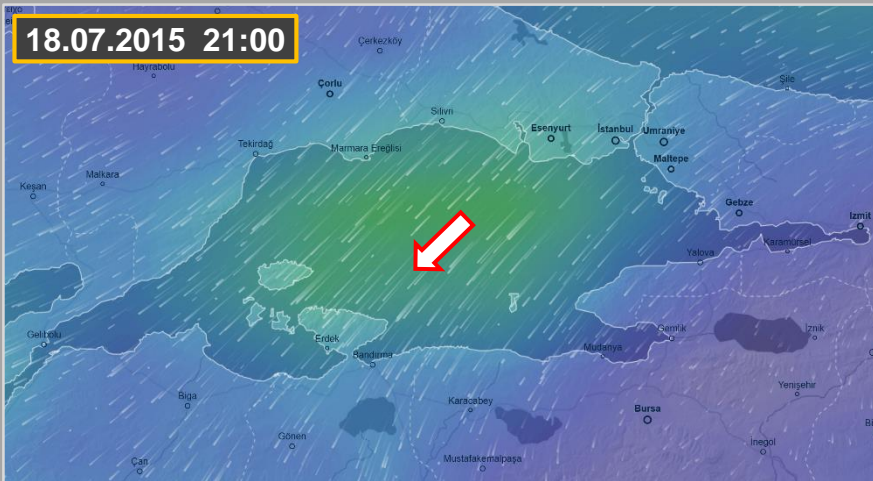
17.07.2015 21:00



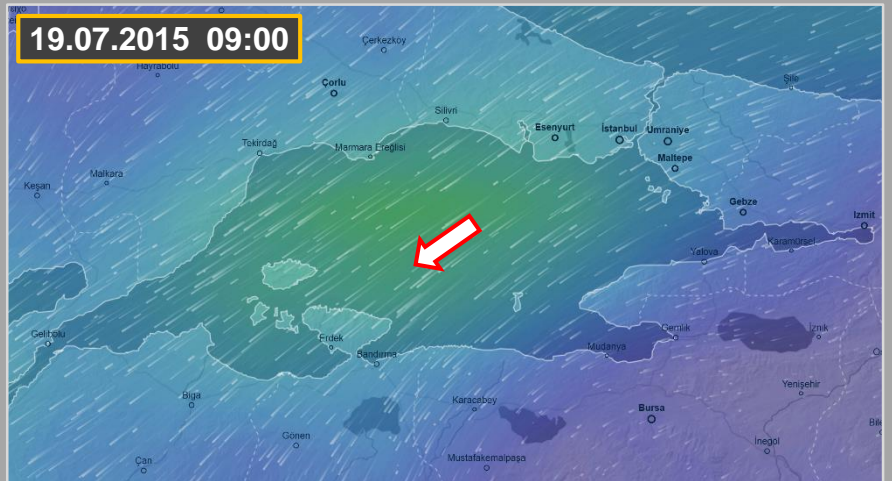
18.07.2015 09:00



18.07.2015 21:00



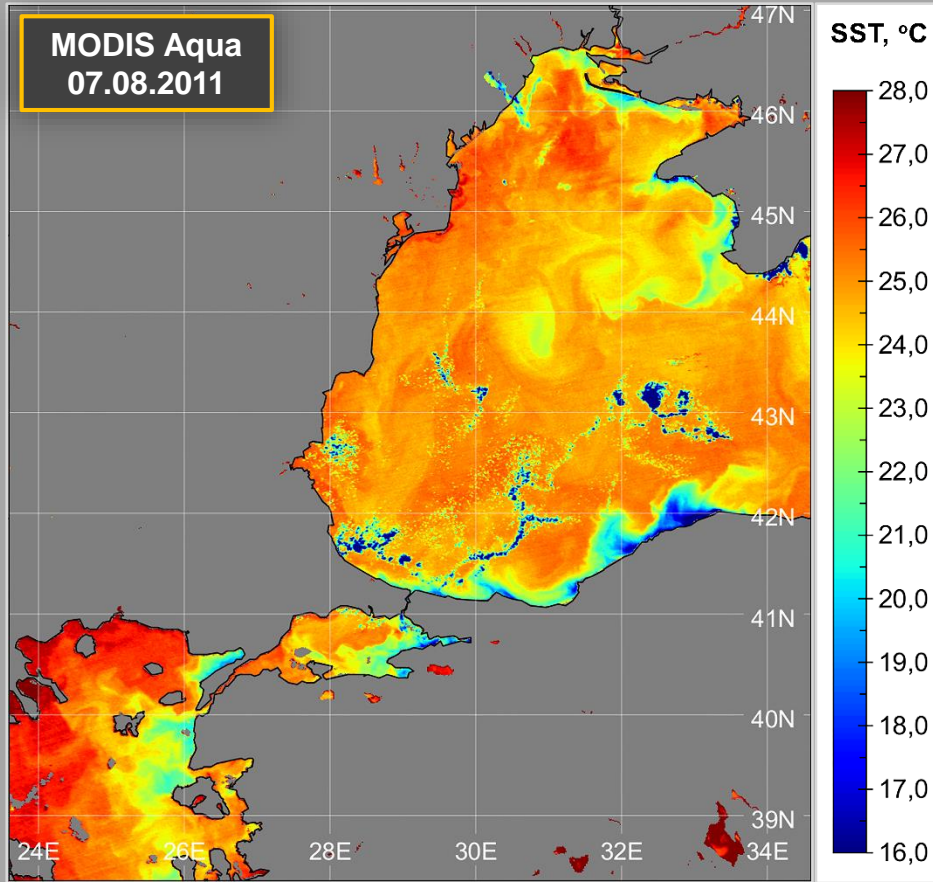
19.07.2015 09:00



m/s

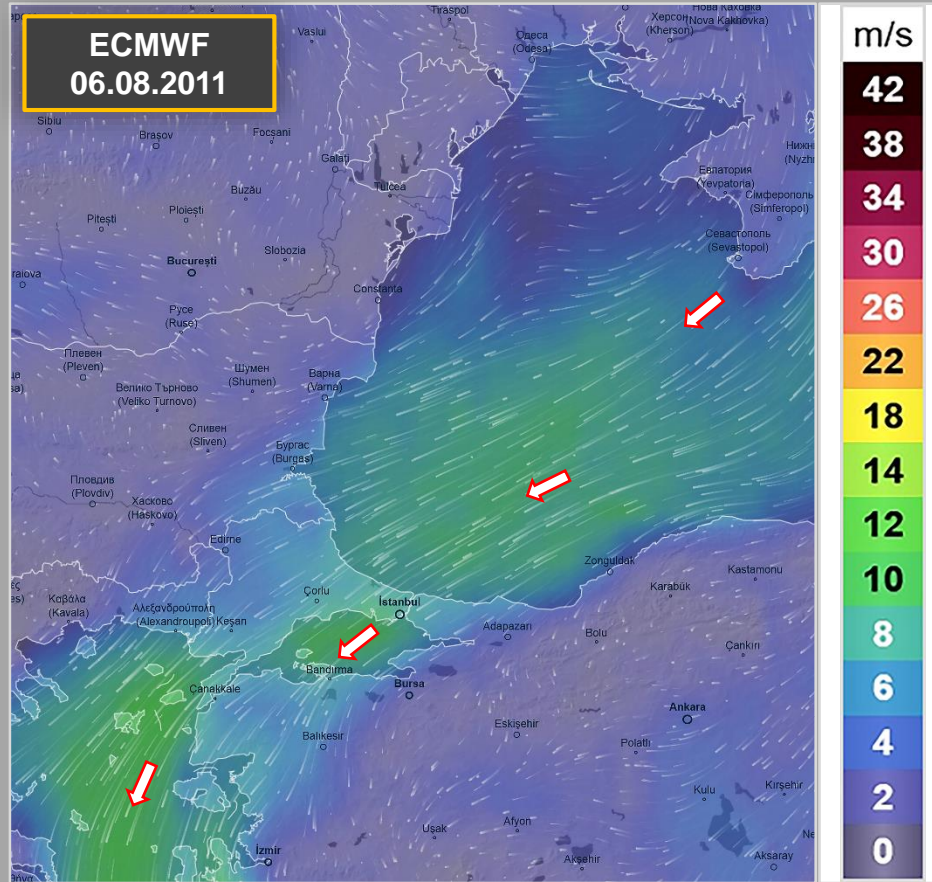


**MODIS Aqua**  
07.08.2011



**районы апвеллингов**

**ECMWF**  
06.08.2011



**параметры ветра**

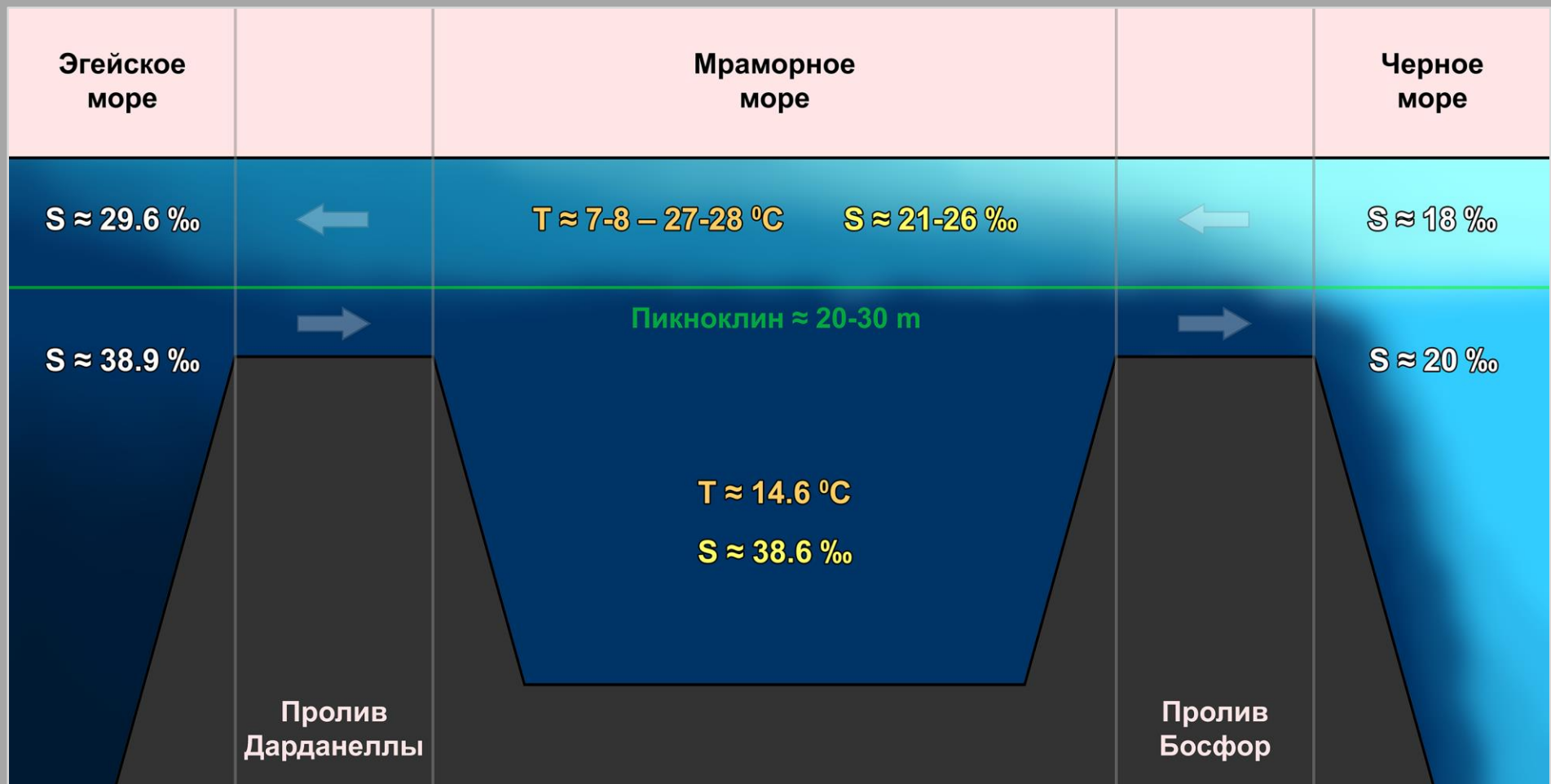
### Характеристики «холодных» апвеллингов:

- Время года: с мая по сентябрь
- Районы развития:
  - при Ю-З ветре – вдоль западного берега
  - при С-В ветре – С, СЗ побережье п-ва Бозбурун, Измитский и Гемликский заливы
- Скорость ветра: от 7-8 м/с (от 9-10 м/с)
- Минимальная температура холодных ядер: не ниже 14.6 °С
- Температурный контраст с окружающими водами: до 5-5.7 °С
- Продолжительность развития: до 5-6 суток (в среднем – 3-4 суток)

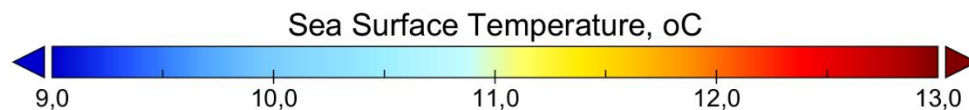
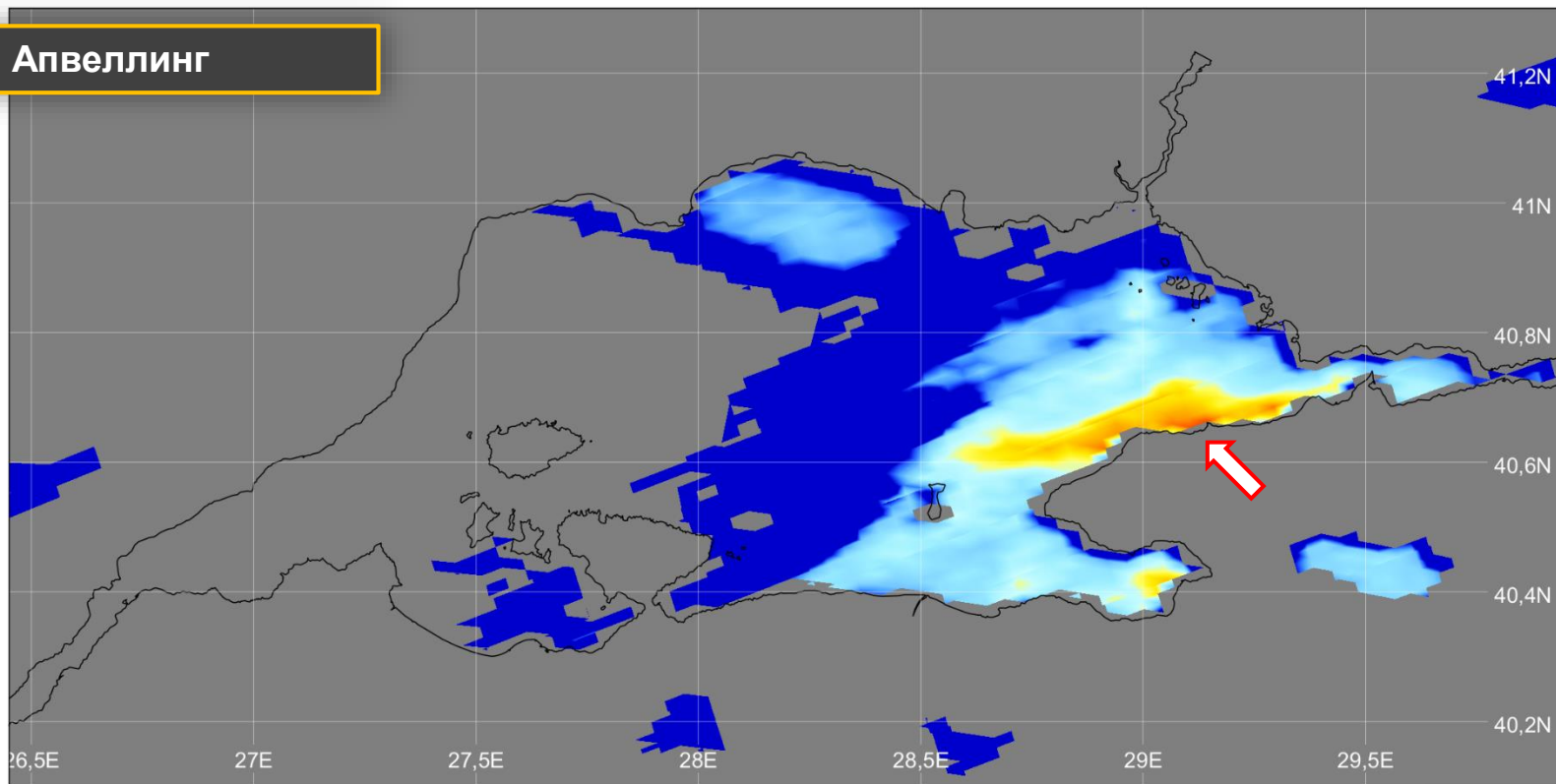
# АПВЕЛЛИНГИ В ХОЛОДНОЕ ВРЕМЯ ГОДА

# ТЕРМОХАЛИННАЯ СТРУКТУРА ВОД МРАМОРНОГО МОРЯ

14



➔ Апвеллинг

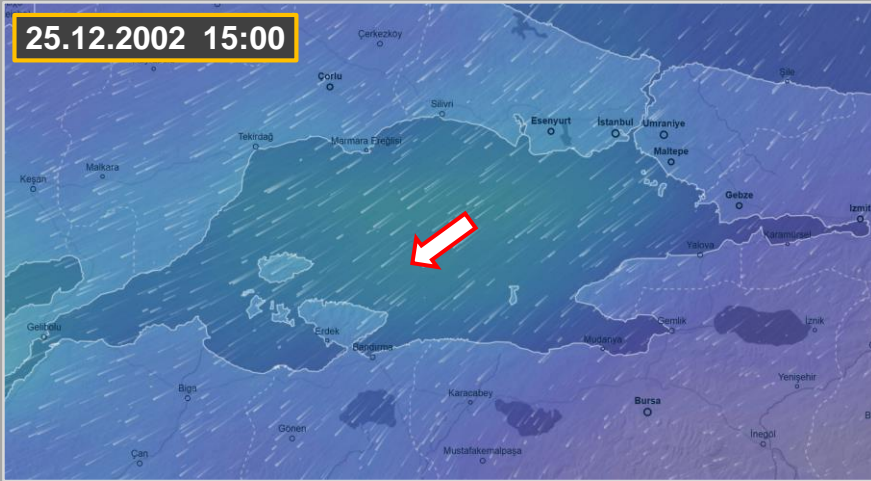


MODIS Aqua  
26.12.2002

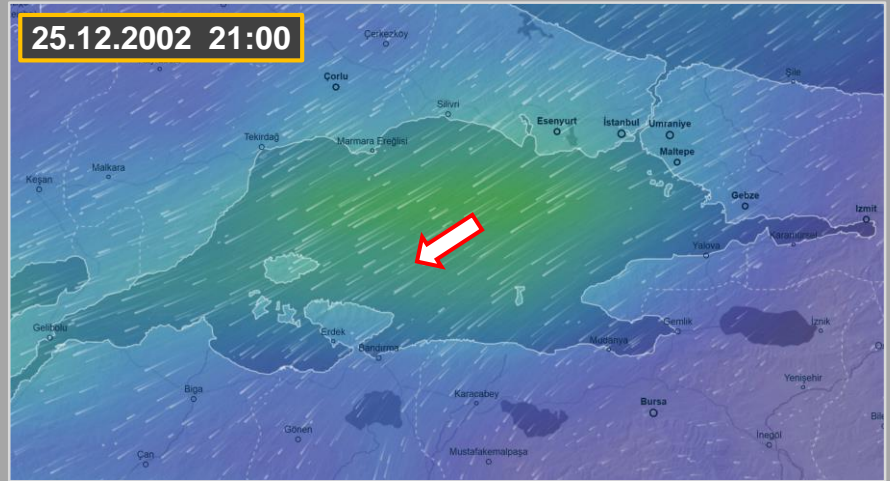
# ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕТРА

16

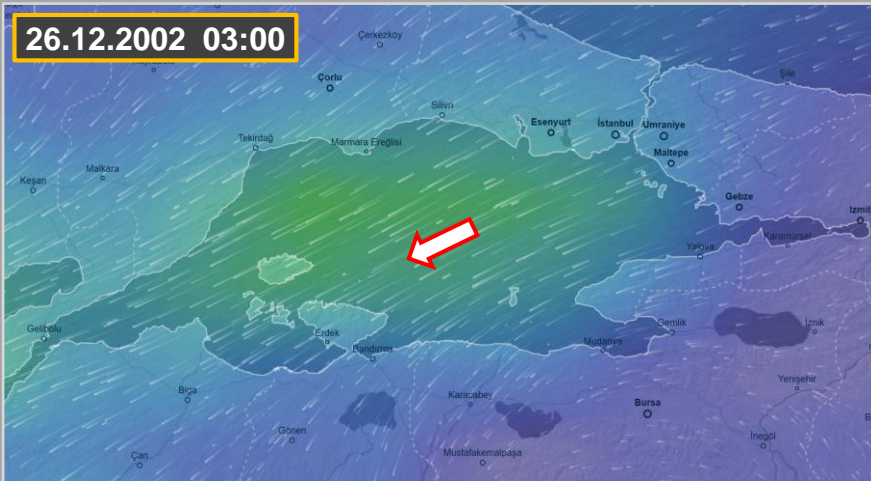
25.12.2002 15:00



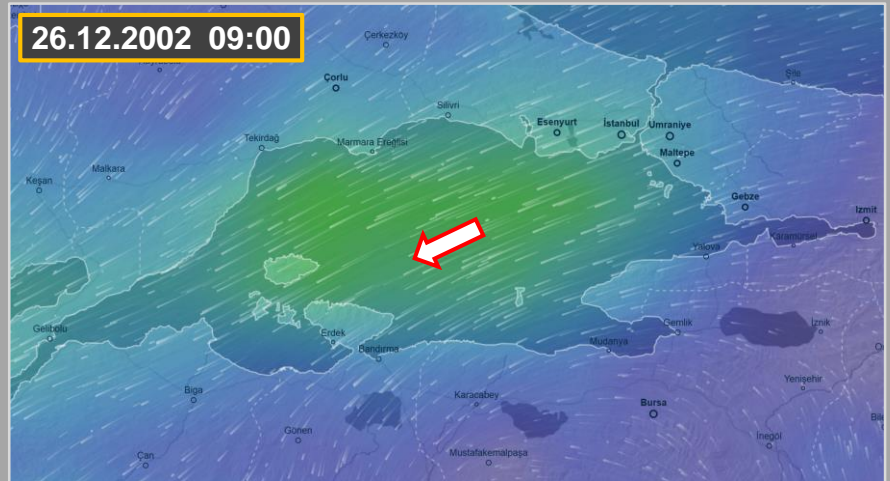
25.12.2002 21:00



26.12.2002 03:00



26.12.2002 09:00



m/s





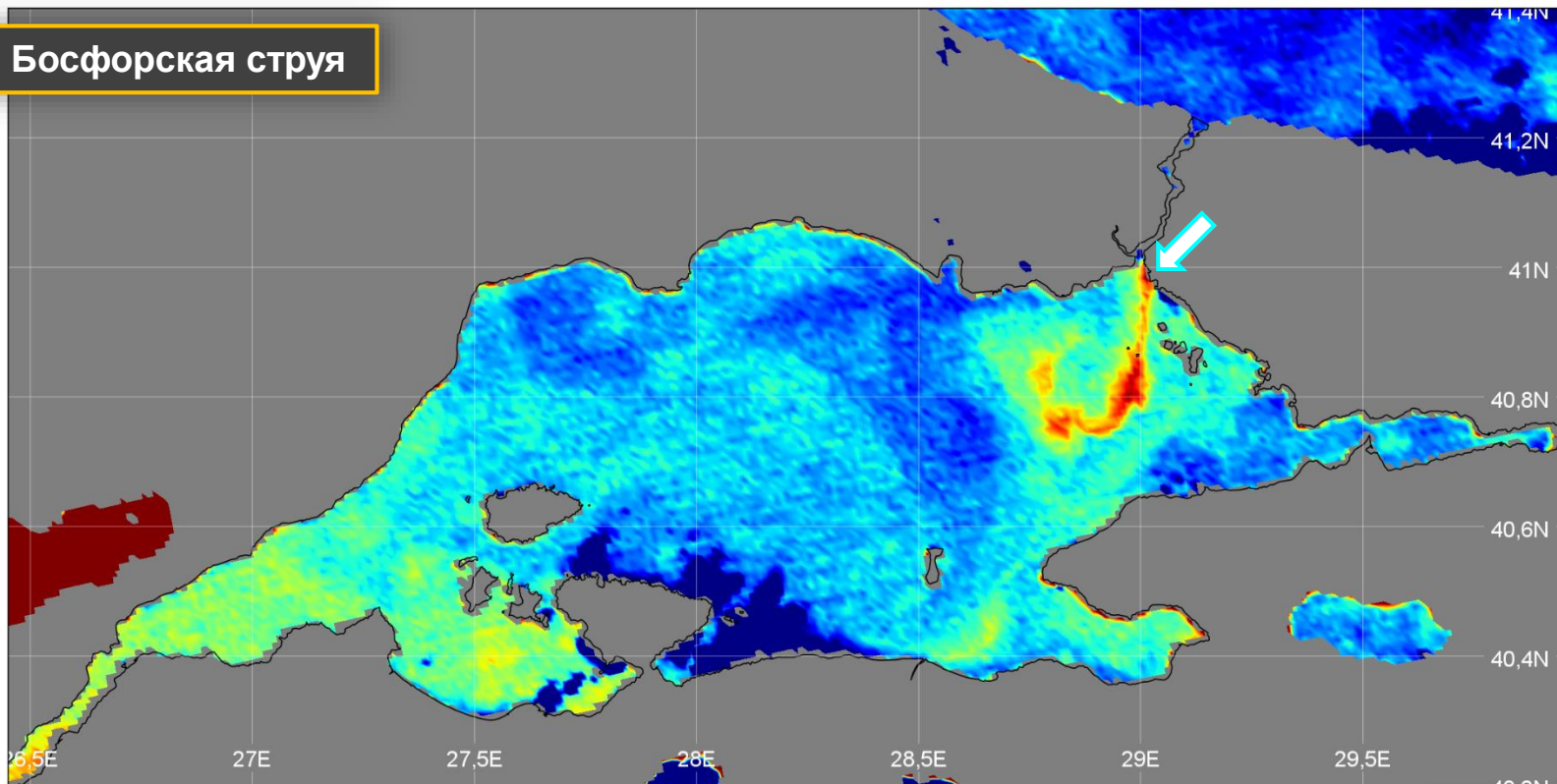
# СЛУЧАИ РАЗВИТИЯ «ТЕПЛОГО» АПВЕЛЛИНГА

17

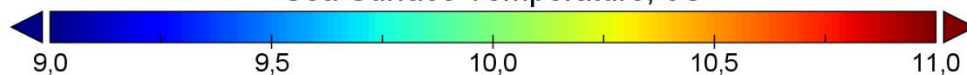
Дата	Максимальная температура ядра, °C	Температура окружающих вод, °C	Контраст температур, °C
08.03.2001	11.3	9.8	1.5
15.12.2001	10.6	9.1	1.5
26.12.2002	12.2	10.6	1.6
10.12.2003	14.6	11.0	3.6
15.12.2007	13.1	10.9	2.2
13-15.11.2011	16.0	13.1	2.9
11.02.2012	10.3	6.7	3.6
24.12.2012	11.9	10.6	1.3
04.12 – 05.12.2013	16.6	12.8	3.8
18.12.2013	12.2	10.9	1.3
02.02 – 05.02.2014	14.6	10.4	4.2

Дата	Максимальная температура ядра, °C	Температура окружающих вод, °C	Контраст температур, °C
17.12 – 20.12.2015	15.7	11.6	4.1
01.12.2016	15.8	12.8	3.0
21.01.2017	8.9	7.3	1.6
15.01.2018	13.7	11.0	2.7
26.02.2019	13.0	10.3	2.7
06.12.2019	11.3	8.8	2.5
02.01 – 04.01.2020	17.0	14.5	2.5
14.01 – 15.01.2022	14.1	11.6	2.5
20.12 – 22.12.2022	14.3	10.0	4.3
15.01.2023	16.6	13.3	3.3
17.12 – 18.12.2023	13.3	11.0	2.3

→ Босфорская струя

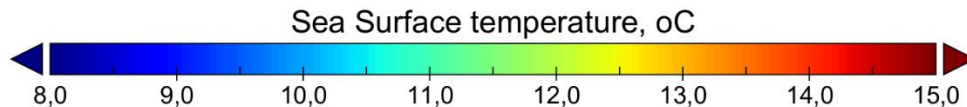
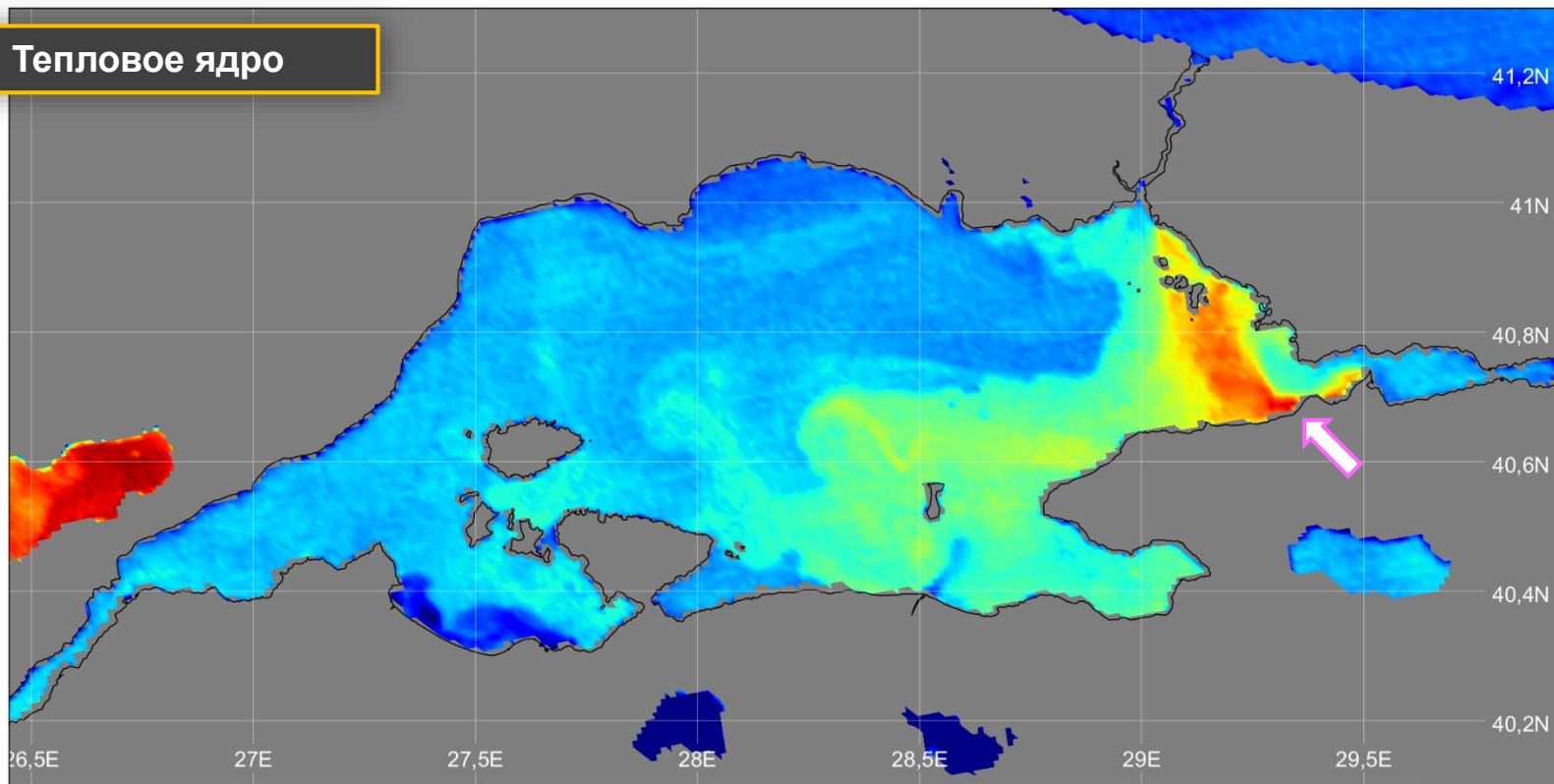


Sea Surface Temperature, oC



MODIS Aqua  
08.01.2005

→ Тепловое ядро

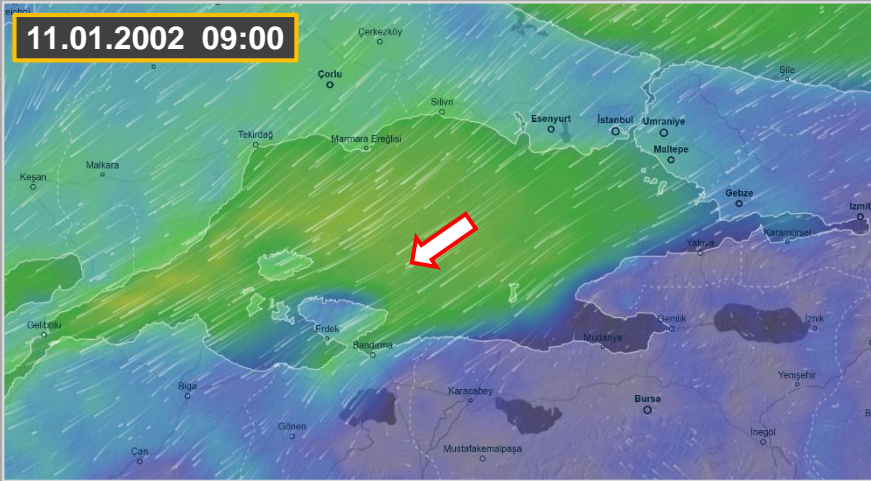


MODIS Aqua  
14.01.2022

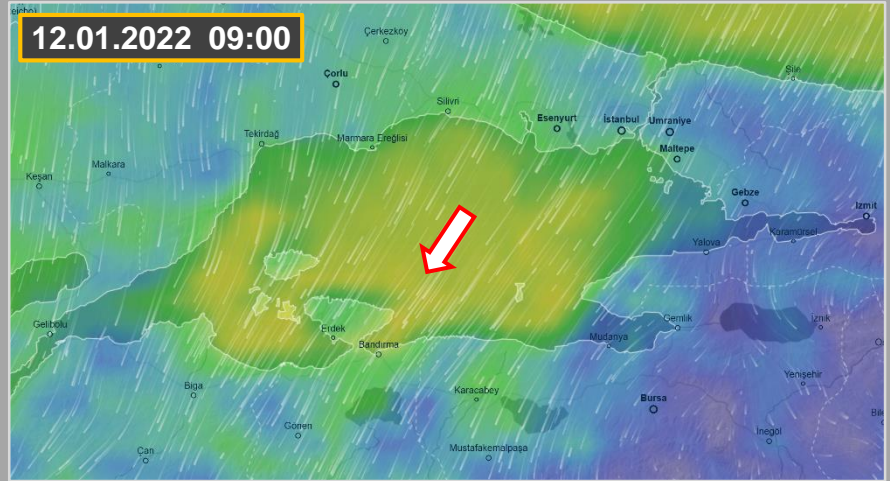
# ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕТРА

20

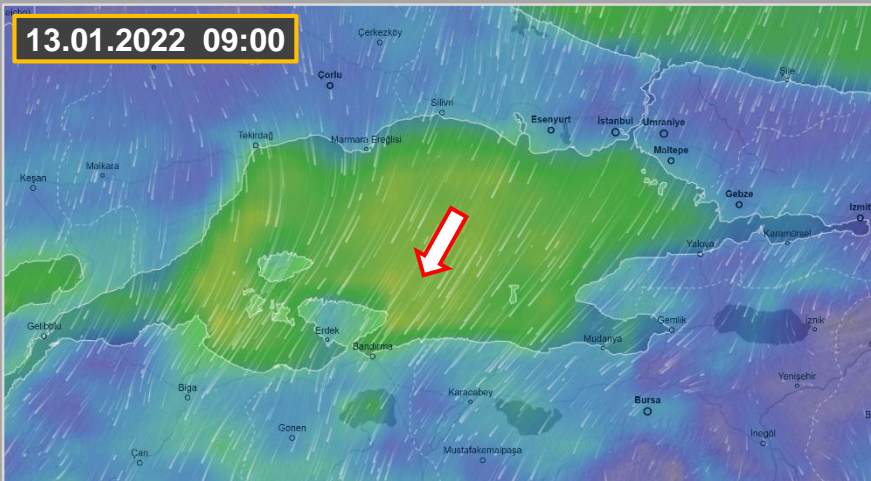
11.01.2022 09:00



12.01.2022 09:00



13.01.2022 09:00

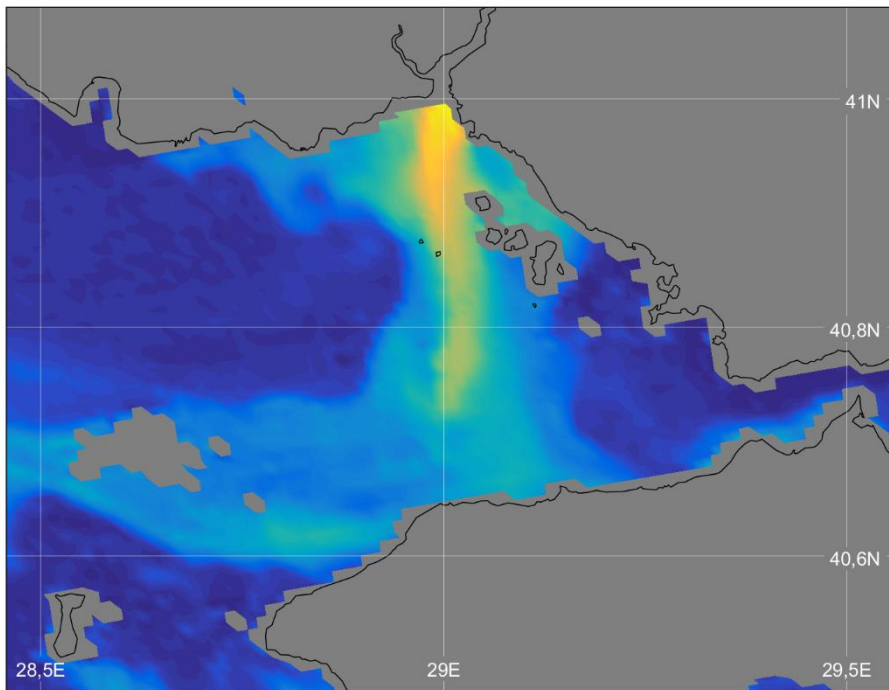


14.01.2022 09:00

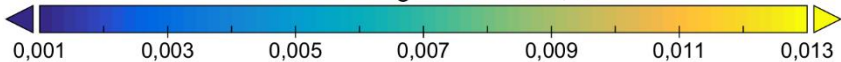


m/s

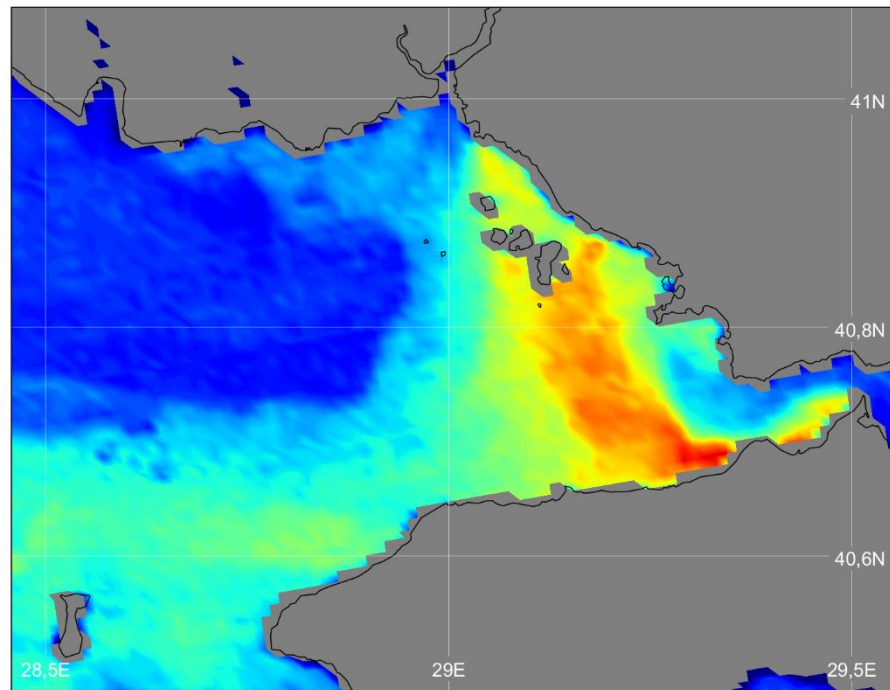




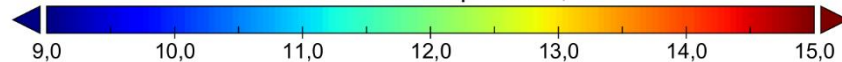
Remote Sensing Reflectance,  $sr^{-1}$



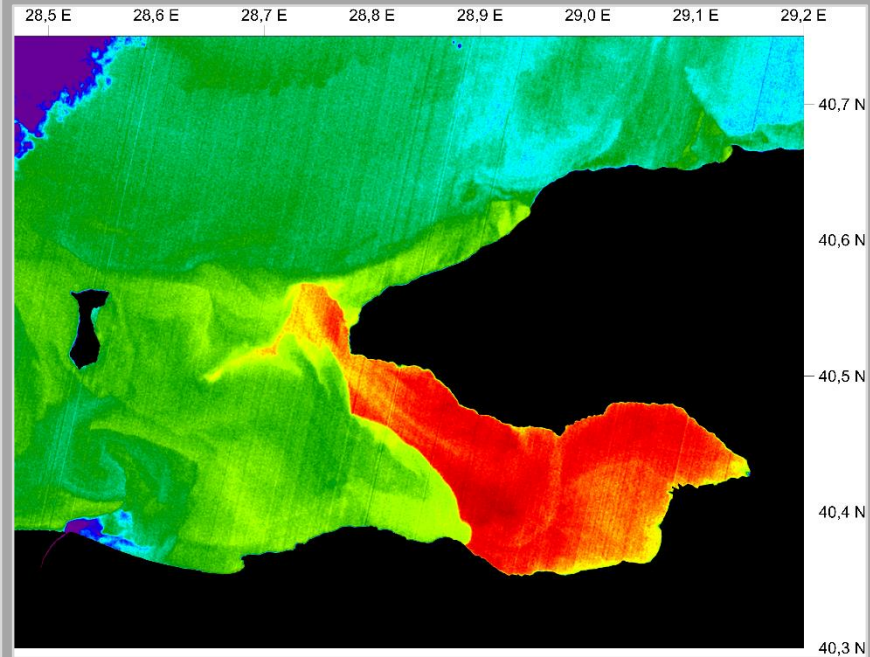
**восходящее излучение**



Sea Surface Temperature,  $^{\circ}C$



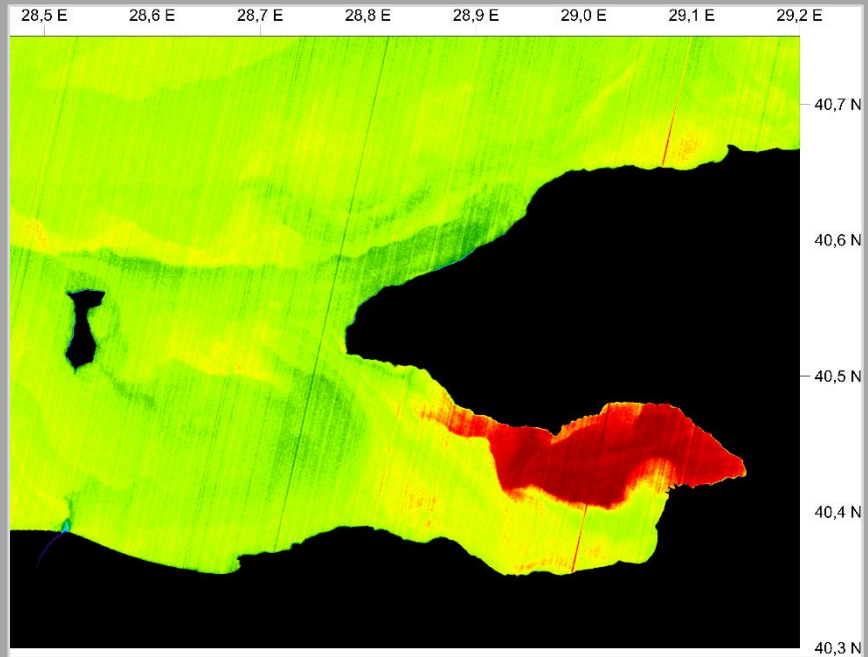
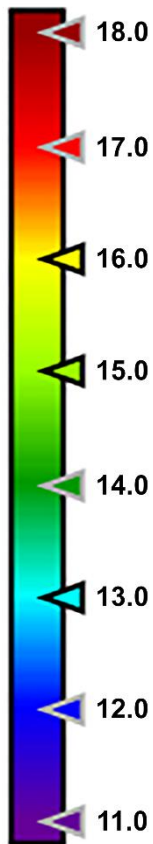
**температура поверхности**



**Landsat-8 – 05.12.2013**

**Max T ядра: 17.8 °C**

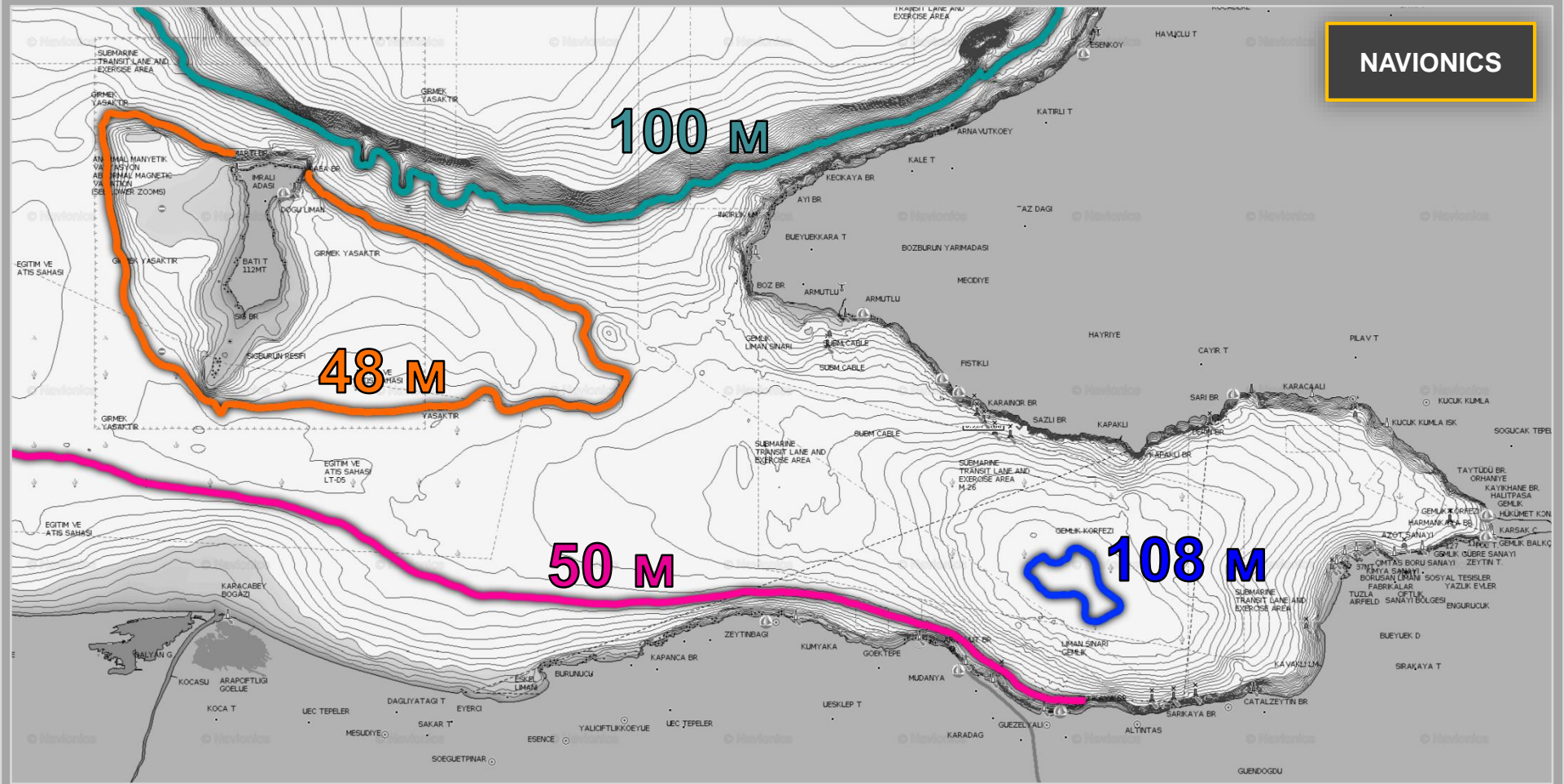
**SST, °C**



**Landsat-8 – 06.12.2019**

**Max T ядра: 18.2 °C**

NAVIONICS



## Характеристики «теплых» апвеллингов:

- Время года: с ноября по март
- Районы развития:
  - при Ю-З ветре – не выявлены
  - при С-В ветре – С, СЗ побережье п-ва Бозбурун, Измитский и Гемликский заливы
- Скорость ветра: от 10 м/с (10-19 м/с)
- Минимальная температура холодных ядер:
  - обычно не выше 14.6 °С
  - иногда – до 18.2 °С
- Температурный контраст с окружающими водами: до 3-4 °С
- Продолжительность развития: до 4 суток (обнаружено – от 1 до 4 суток)



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**