



## Can an Earthquake be Predicted Using Meteorological Data?

Erdinc Uslan <sup>1</sup> and Emin Ugur Uluggerli <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, School of Graduate Studies, Department of Risk Management of Natural Disaster, 17100 Çanakkale, Türkiye

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering, Department of Geophysical Engineering, 17100 Çanakkale, Türkiye

ORCID: 0000-0004-7291-7739, 0000-0001-5639-1109

### Keywords

Earthquake, Aegean, Sea, Meteorology, Temperature

### Highlights

- \* Sea water temperature change
- \* Seismicity of the Aegean Sea
- \* Comparison of earthquake and meteorological data

### Aim

To investigate whether there is any relationship between earthquakes and meteorological data

### Location

Aegean Sea

### Methods

Comparison of earthquakes and meteorological data

### Results

There is no relationship between  $M_w$  4-7 earthquakes and meteorological data

### Supporting Institutions

The author(s) declared that this study has used no support data from other institutions except AFAD, MGM

### Financial Disclosure

The author(s) declared that this study has received no financial support

### Peer-review

Externally peer-reviewed

### Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare

### Manuscript

Research Article

Received: 24.04.2024

Revised: 20.09.2024

Accepted: 23.11.2024

Printed: 30.12.2024

### DOI

10.46464/tdad.1472833



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

### Corresponding Author

Erdinc Uslan

Email: erdincuslan@gmail.com

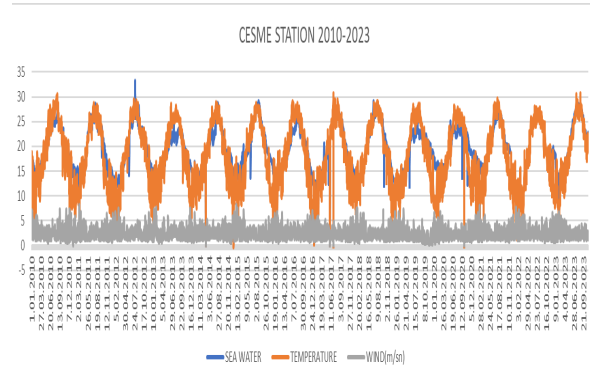


Figure  
Çeşme Station long term change (2010-2023) in Sea Water Temperature, Surface Temperature, Wind

### How to cite:

Uslan E., Uluggerli E.U., 2024. Can an Earthquake be Predicted Using Meteorological Data? Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 452-470, <https://doi.org/10.46464/tdad.1472833>.



## Meteorolojik Veriler Kullanılarak Deprem Tahmin Edilebilir mi?

Erdinç Uslan<sup>1</sup> ve Emin Ugur Uluggerli<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Doğal Afetlerin Risk Yönetimi Ana Bilim Dalı, 17100 Çanakkale, Türkiye

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 17100 Çanakkale, Türkiye  
ORCID: 0000-0004-7291-7739, 0000-0001-5639-1109

### ÖZET

Depremler ile meteorolojik veriler arasında bir ilişkinin bulunup bulunmadığı araştırmak için Ege Denizi özelinde büyüklüğü  $4.0 \leq M_w \leq 7.0$  depremler ile günlük ortalama sıcaklık, ortalama rüzgâr hızı, toplam yağış miktarı ve deniz suyu sıcaklığı değerleri karşılaştırılmıştır. Hava sıcaklığında ve deniz suyundaki değişimlerin depremin habercisi olduğu yönündeki haberler sosyal medyada ve ulusal basında sıklıkla görülse de depremlerin öncesini ve sonrasını kapsayan veriler ile yapılan incelemeler bu tür ilişkilendirmenin sadece rastlantılar ile açıklanabileceğini göstermektedir. Ege denizi özelinde büyüklüğü  $4.0 \leq M_w \leq 7.0$  aralığındaki depremlerle meteorolojik verilerin arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı görülmüştür.

### Anahtar kelimeler

Deprem, Ege, Deniz, Meteoroloji, Sıcaklık

### Öne Çıkanlar

- \* Deniz suyu sıcaklığı değişimi
- \* Ege denizinin depremselliği
- \* Depremlerin meteorolojik verilerle karşılaştırılması

### Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 24.04.2024  
Düzeltilme: 20.09.2024  
Kabul: 23.11.2024  
Basım: 30.12.2024

### DOI

10.46464/tdad.1472833

### Sorumlu yazar

Erdinç Uslan  
Eposta:  
erdincuslan@gmail.com

## Can an Earthquake be Predicted Using Meteorological Data?

Erdinc Uslan<sup>1</sup> and Emin Ugur Uluggerli<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, School of Graduate Studies, Department of Risk Management of Natural Disaster, 17100 Çanakkale, Türkiye

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering, Department of Geophysical Engineering, 17100 Çanakkale, Türkiye  
ORCID: 0000-0004-7291-7739, 0000-0001-5639-1109

### ABSTRACT

To investigate whether there is a relationship between earthquakes and meteorological data, earthquakes with magnitudes  $4.0 \leq M_w \leq 7.0$  were compared with daily average temperature, average wind speed, total rainfall and sea water temperature values in the Aegean Sea. On the contrary the news about changes in air temperature and sea water being precursors of earthquakes is frequently seen on both social media and in the national press, our study conducted with data covering the pre- and post-earthquakes has shown that such associations can only be explained by coincidences. It was observed that there is no relationship between  $4.0 \leq M_w \leq 7.0$  earthquakes and meteorological data in the Aegean Sea.

### Keywords

Earthquake, Aegean, Sea, Meteorology, Temperature

### Highlights

- \* Sea water temperature change
- \* Seismicity of the Aegean Sea
- \* Comparison of sea water temperature change and meteorological data

### Manuscript

Research Article

Received: 24.04.2024  
Revised: 20.09.2024  
Accepted: 23.11.2024  
Printed: 30.12.2024

### DOI

10.46464/tdad.1472833

### Corresponding Author

Erdinc Uslan  
Email:  
erdincuslan@gmail.com

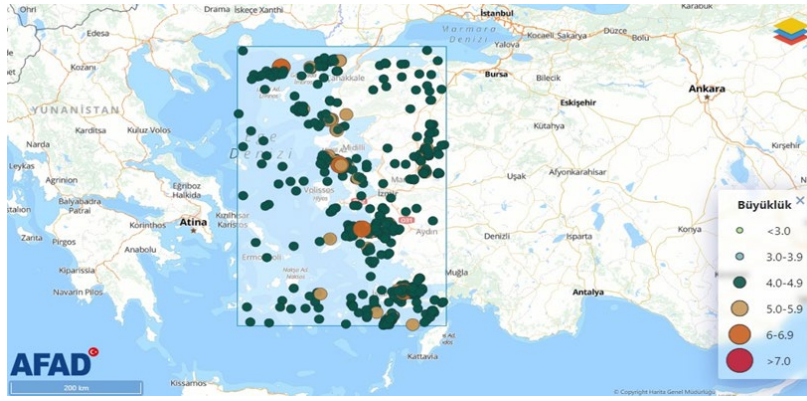
## 1. GİRİŞ

Depremler, doğal bir olgu olmasına rağmen tarihsel dönemde de (Uslan ve Usta 2023) aletsel dönemde de (Aksoy ve diğ. 2023) insanoğlunun karşı karşıya kaldığı önemli felaketlerin başında gelmektedir. Deprem anı öncesi, deprem üssü (hypocentral) olarak adlandırılan bölgede kabuksal gerilimin artması depremin önceden kestirilmesi için kullanılabilir bilgi üretebilmektedir. Tektonik hareket sonucu jeolojik birimlerde oluşan gerilim değişimi yer yüzeyinde, atmosferde ve meteorolojik parametrelerde ölçülebilir değişiklikler yaratabilmektedir (Pierce 1976, King 1978, Leary ve Malin 1984, Mogi ve diğ. 1989, Biagi ve diğ. 2000, King ve diğ. 2000, Zhang ve diğ. 2022, İnazu ve diğ. 2023). Bölge bağımlı olsa da büyük depremler öncesi gerek atmosferik verilerde gerekse dünya yüzeyinde yapılan gözlemlerde jeofizik ve jeokimyasal belirtiler ortaya konmuştur. (Pulinets ve diğ. 2006, Uyeda ve diğ. 2009, Akhoondzadeh ve diğ. 2010, Qin ve diğ. 2011, Cui ve diğ. 2017, Zhang ve diğ. 2022, İnazu ve diğ. 2023). Meteorolojik amaçlı kullanılan uydulardan elde edilen Yüzey Isı Akısı, Yer Yüzey Sıcaklığı ve Yüzey Hava Sıcaklığı verilerinde depremlerin neden olduğu değişimler çeşitli araştırmalara konu olmaktadır (Singh ve diğ. 2002, Ouzounov ve diğ. 2011, Jing ve diğ. 2018).

Mega Depremler ( $M_w > 8.0$ ) öncesi ve sonrasında deniz tabanında kurulan gözlem istasyonları doğrudan deniz tabanında oluşan değişimleri algılayabilmektedir (Zhang ve diğ. 2022, İnazu ve diğ. 2023 ve aynı metinlerde verilen kaynakçalar). Bu çalışmalarda mega depremler sürecinde ana şok sonrasında su sıcaklıklarında değişimler olduğu gözlemlenmiştir (İnazu ve diğ. 2023). Değişimleri açıklamak için farklı mekanizmalar ve modeller önerilmiştir. Bu çalışmada, önceki çalışmalardan farklı olarak, uydu ve deniz tabanı istasyonlarından elde edilen verilerin yerine meteorolojik gözlem istasyonlarından elde edilen gözlem verileri incelenmiş ve yakın çevresinde olan depremler ile karşılaştırılmıştır. Meteorolojik verilerdeki her tür anormal değişimleri (Acar Deniz ve Uslan 2018) afetler ile ilişkilendirmek doğru değildir. Bu nedenle depremlerin oluş tarihine yakın değişimler göz önüne alınmaya çalışılmıştır. Bu amaçla önce Enez-Marmaris arasında sıralanmış 22 adet meteoroloji gözlem istasyonunda ölçülen; günlük ortalama sıcaklık, günlük ortalama rüzgâr hızı, günlük toplam yağış miktarı ve günlük deniz suyu sıcaklığı değerleri derlenmiştir (Şekil 1). İkinci aşamada, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) web sayfasından alınan 01/01/2010 ile 31/10/2023 tarihleri arasında Ege Denizinde oluşmuş, 552 adet depremin (Şekil 2) meteorolojik değişimlerle olası bağlantıları araştırılmıştır. Üçüncü aşamada ise Çeşme ve Kuşadası Meteoroloji istasyonlarının sonuçları,  $M_w \geq 4.0$  depremler arasından seçilen örnekler ile birlikte sunulmuştur. Bulgularımız meteorolojik değişimlerin depremin habercisi olmadığına işaret etmektedir.



Şekil 1: Çalışma alanı ve meteoroloji istasyonlarının konumları  
Figure 1: Study area and locations of meteorology stations

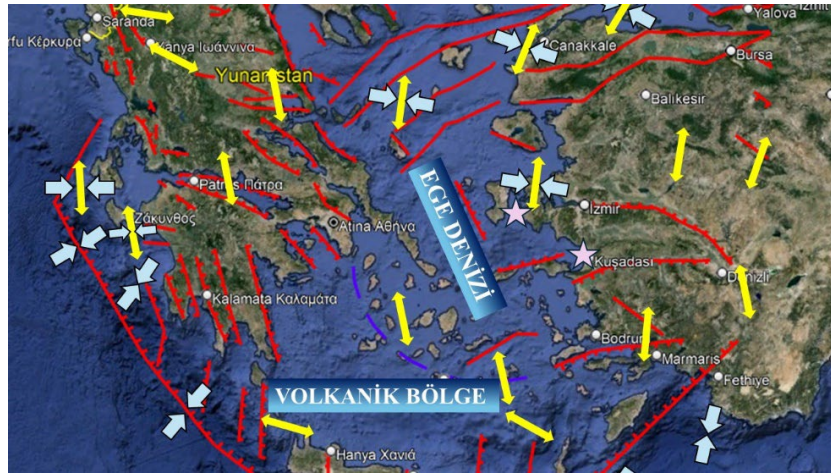


Şekil 2: Çalışmaya konu olan depremlerin dağılımları (AFAD 2024)  
Figure 2: Distribution of earthquakes subject to the study (AFAD 2024)

## 2. MATERYAL

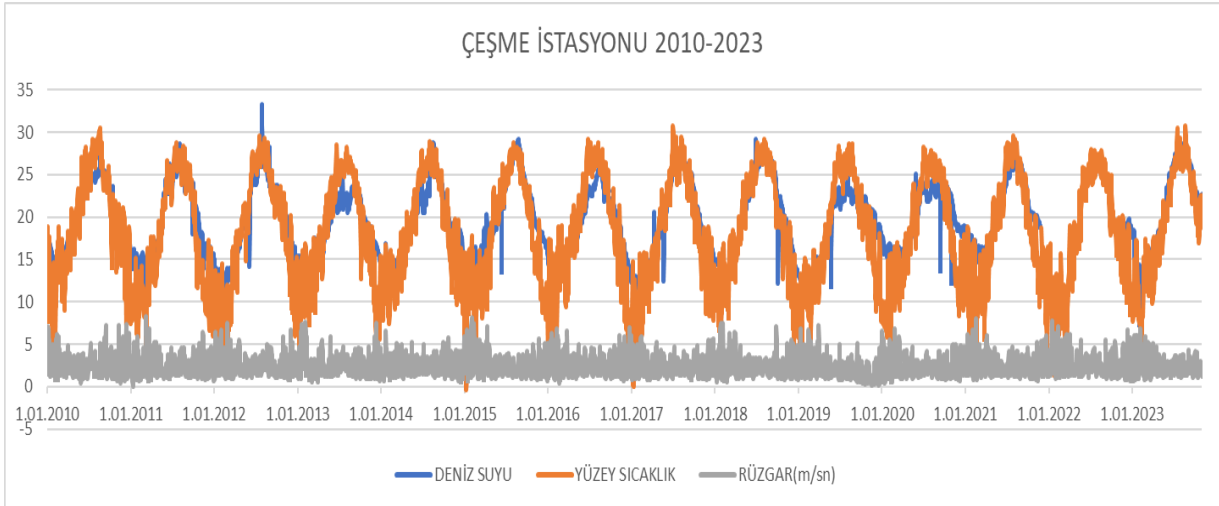
Şekil 2'de görüleceği üzere AFAD Deprem kataloğundan alınan 24.4866-28.1744 Doğu Enlemleri ile 36.3864-40.6066 Kuzey Boylamları arasında kalan bölgede 01.01.2010-31.10.2023 tarihleri arasındaki  $M \geq 4.0$  üzeri 552 adet depremin merkez üsleri karada ve denizde deprem kümecikleri oluşturmakla birlikte hem Ege Denizi'nde hem de Batı Anadolu'nun kıyı ege şeridinde yoğunlaşan bir dağılım sunmaktadır. Bu sonuç bölgenin genel tektoniği ile uyumludur.

Ege denizi ve çevresinde sıkışma etkisinde oluşan faylar (Pavlopoulos ve diğ. 2012), aktif tektonik hareketliliğin devam ettiğini göstermektedir (Şekil 3).



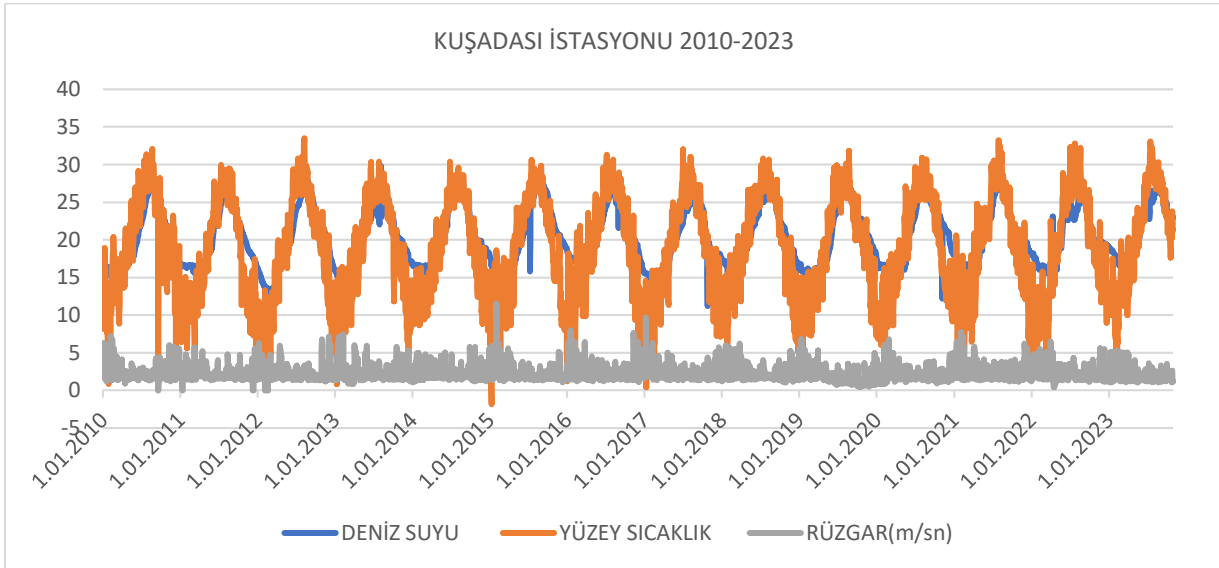
Şekil 3: Ege Denizi Fay Haritası (Pavlopoulos ve diğ. (2012)'den uyarlanmıştır.)  
Figure 3: Map of Fault Zone of Aegean Sea (after Pavlopoulos et al. (2012).)

Mevsimsel davranışı görmek için, Ege denizinin geometrik olarak ortasında bulunan, aynı zamanda Batı Anadolu'daki fay sistemlerine (Şekil 2) de yakın bir konumda olan Çeşme ve Kuşadası Meteoroloji İstasyonlarının (Şekil 1) 01.01.2010-31.10.2023 tarihleri arasındaki günlük ortalama sıcaklık, günlük ortalama rüzgâr hızı, günlük toplam yağış miktarı ve günlük deniz suyu sıcaklığı verileri değişimleri çizilmiştir (Şekil 4, Şekil 5). Çeşme istasyonunun anılan zaman aralığındaki uzun dönem verilerinden, yüzey sıcaklığı ve deniz suyu sıcaklıkları 6 aylık süreye yakın periyodik bir değişim sunmaktadır (Şekil 4). Kuşadası istasyonu verilerinde de benzer bir değişim gözlemlenmiştir (Şekil 5). Her iki istasyondaki rüzgâr hızı değişimleri ise çok daha kısa dönemlidir.



Şekil 4: Çeşme İstasyonu uzun dönem (2010-2023) Deniz Suyu Sıcaklığı, Yüzey Sıcaklığı ve Rüzgâr Hızı değişimi (MGM 2024)

Figure 4: Çeşme Station long term (2010-2023) Variation of Sea Water Temperature, Surface Temperature and Wind Speed (MGM 2024)



Şekil 5: Kuşadası İstasyonu uzun dönem (2010-2023) Deniz Suyu Sıcaklığı, Yüzey Sıcaklığı ve Rüzgâr Hızı değişimi (MGM 2024)

Figure 5: Kuşadası Station long term (2010-2023) Variation of Sea Water Temperature, Surface Temperature and Wind Speed (MGM 2024)

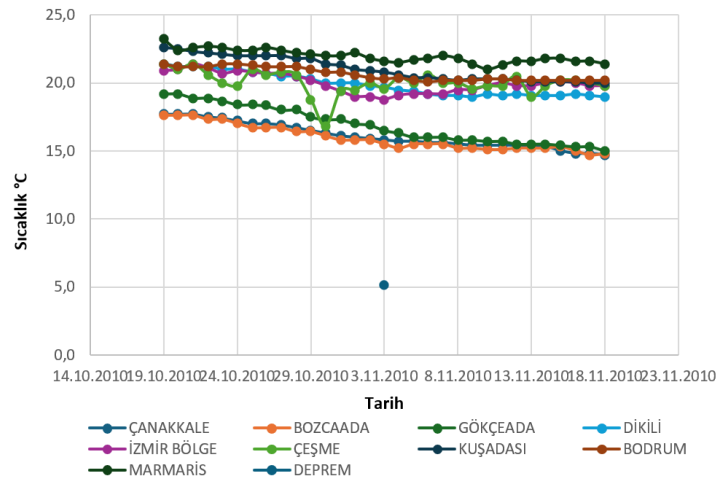
### 3. YÖNTEM

Bu aşamada, meteoroloji istasyonu verileri ile meydana gelen deprem kayıtları karşılaştırılmıştır (Şekil 6-12). Verilerin kapsadığı zaman aralığında, Ege ve Marmara denizinde olan depremlerin öncesinde ya da sonrasında deniz suyu sıcaklıklarında 5°C'ye yaklaşan düşüşler olduğu görülmüştür. Bu değişimlerin deprem habercisi olma olasılığı bu çalışmaya konu olmuştur. Bölgeden elde edilen verilerdeki değişimlere yakın tarihli olarak ortaya çıkan M<sub>≥</sub>4 depremler (Tablo 1) derlenmiştir. Değişimlerin uzaklıkla ilişkisini kurabilmek ve değişimlerin herhangi bir örüntüsünün olup olmadığını denetlemek için Gökçeada-Marmaris aralığındaki tüm Ege Denizi'ni kapsar biçimde deniz kenarındaki meteoroloji istasyonlarının verileri karşılaştırılmıştır. Bazı istasyonlarda anılan tarihlerde veri olmaması nedeniyle Şekillerdeki veri türü sayısı değişkendir.

Tablo 1: Çalışmaya konu olan depremler (AFAD 2024)  
Table 1: Earthquakes subject to the study (AFAD 2024)

Konum	Tarih	Büyükük (Mw)	İlgili Şekil
Saros Körfezi	03.11.2020	5.1	6
Bozcaada	08.01.2013	5.6	7
Ula	13.04.2017	5.0	8
Ula	22.11.2017	5.0	9
Silivri	26.09.2019	5.8	10
Seferihisar	30.10.2020	6.6	11
Karaburun	01.02.2021	5.1	12
Çandarlı	25.01.2020	4.0	13-14
Dağça	15.07.2010	4.3	15-16
Bodrum	16.07.2010	5.1	15-16
Kuşadası	01.05.2014	4.1	17-18
Saros Körfezi	24.05.2014	6.5	17-18
Saros Körfezi	25.05.2014	4.8	17-18
Saros Körfezi	28.05.2014	4.1	17-18
Karaburun	12.06.2017	6.2	19-20
Karaburun	13.06.2017	4.0	19-20
Karaburun	14.06.2017	4.4	19-20
Karaburun	15.06.2017	4.1	19-20
Karaburun	16.06.2017	4.2	19-20
Karaburun	17.06.2017	5.3	19-20
Karaburun	22.06.2017	5.0	19-20
Karaburun	26.06.2017	4.1	19-20
Manisa	05.07.2017	4.1	21-22
Bodrum	20.07.2017	6.6	21-22
Bodrum	21.07.2017	5.0	21-22
Bodrum	22.07.2017	4.6	21-22
Bodrum	23.07.2017	4.0	21-22
Bodrum	30.07.2017	4.4	21-22
Bodrum	01.10.2020	4.3	23-24
Seferihisar	30.10.2020	6.6	23-24
Seferihisar	31.10.2020	5.0	23-24

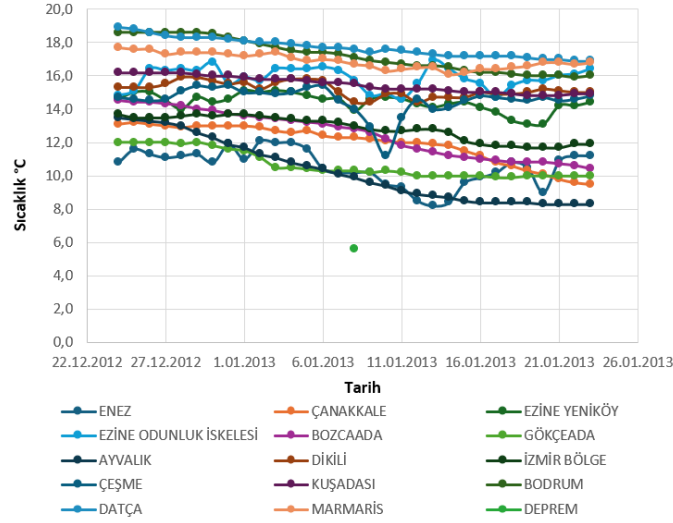
Saros Körfezi'nde 03.11.2020 tarihinde olan  $M_w=5.1$  Depremi ve 9 Meteoroloji İstasyonundan elde edilen deniz suyu sıcaklığı verileri karşılaştırıldığında (Şekil 6), Çeşme dışında diğer istasyonlarda 10 Ekim 2010 ile 23 Kasım 2010 tarihleri arasında doğrusala yakın bir azalış gözlenmektedir. Çeşme istasyonu depremden 6 gün önce başlayan 3 gün süren ani bir su sıcaklığı düşüşü göstermiştir.



Şekil 6: 03.11.2020 Saros Körfezi  $M_w=5.1$  Depremi (tek nokta) ve meteoroloji istasyonları sıcaklık verileri

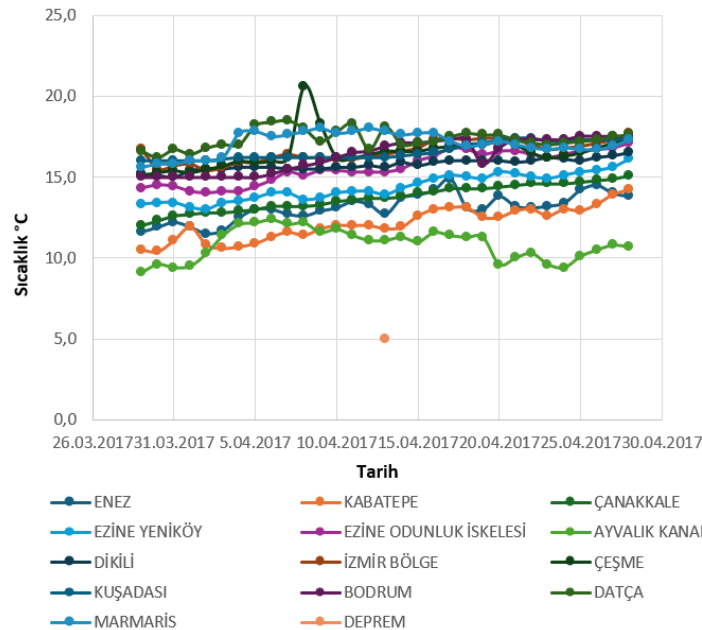
Figure 6: 03.11.2020 Saros Gulf  $M_w=5.1$  Earthquake (single point) and temperature data from meteorological stations

Bozcaada yakınında 08.01.2013 tarihinde olan  $M_w=5.6$  depremi ve 14 Meteoroloji İstasyonundan elde edilen deniz suyu sıcaklığı verileri karşılaştırılmıştır (Şekil 7). Çeşme dışında diğer istasyonlarda 06 Ocak 2013 ile 10 Ocak 2013 tarihleri arasında ortalama  $5^\circ\text{C}$  su sıcaklığı düşüşü gözlenmektedir. Çeşme istasyonu depremden 2 gün önce başlayan ve 5 gün süren ani bir su sıcaklığı düşüşü göstermiştir.



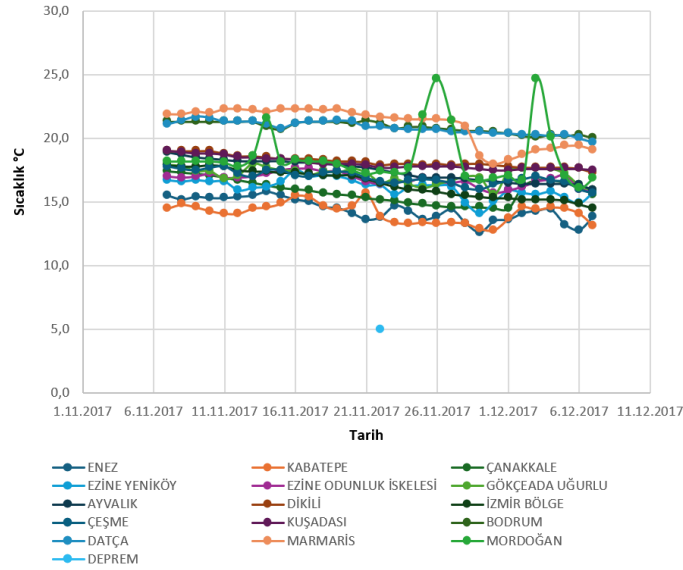
Şekil 7: 08.01.2013 Bozcaada  $M_w=5.6$  Depremi (tek nokta) ve 10 istasyonda 06.01.2013-10.01.2013 tarihleri arasında gözlemlenen yaklaşık  $5^\circ\text{C}$  su sıcaklığı düşüşü  
Figure 7: 08.01.2013 Bozcaada  $M_w=5.6$  Earthquake (single point) And observation of  $5^\circ\text{C}$  water temperature drop between 06.01.2013-10.01.2013 At 10 stations

Muğla Ula'da 13.04.2017 tarihinde olan  $M_w=5.0$  depremi ile 13 Meteoroloji İstasyonundan elde edilen deniz suyu sıcaklığı verileri karşılaştırılmıştır (Şekil 8). Öncekilerin aksine sıcaklık artışı gözlemlenmektedir. Çeşme İstasyonunda deprem öncesinde yaklaşık  $4.4^\circ\text{C}$  lik bir su sıcaklığı artışı gözlemlenmiştir.



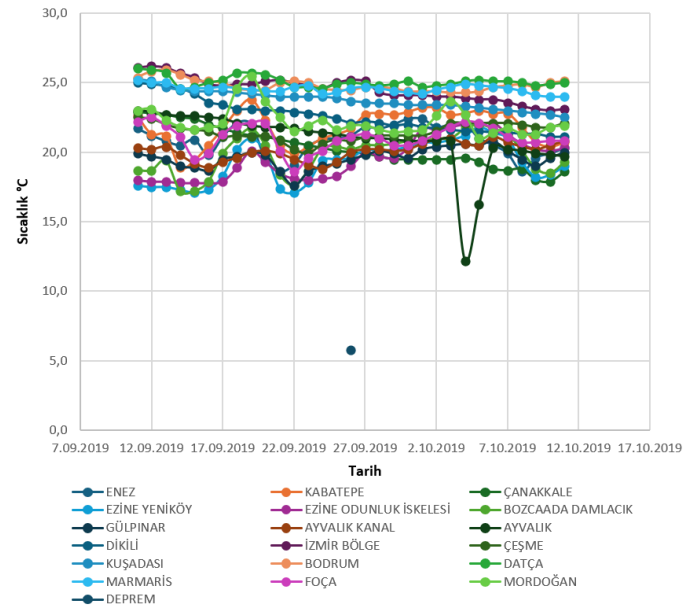
Şekil 8: 13.04.2017  $M_w=5.0$  Ula Depremi (tek nokta) için çeşitli istasyonlarda deniz suyu sıcaklığı değişimleri (Çeşme İstasyonu  $4.4^\circ\text{C}$  su sıcaklığı artışı gözlemlenmiştir.)  
Figure 8: Sea Water Temperature changes at various stations for the 13.04.2017  $M_w=5.0$  Ula Earthquake (single point) (A  $4.4^\circ\text{C}$  water temperature increase was observed at Çeşme Station.)

Muğla Ula'da 22.11.2017 tarihinde olan  $M_w=5.0$  depremi ile 15 Meteoroloji İstasyonundan elde edilen deniz suyu sıcaklığı verileri karşılaştırılmıştır (Şekil 9). Mordoğan Meteoroloji İstasyonu'nda deprem öncesinde yaklaşık 4 °C, deprem sonrasında ise 7-8 °C sıcaklık artışları gözlemlenmiştir.



Şekil 9: 22.11.2017  $M_w=5.0$  Ula Depremi (tek nokta) için çeşitli istasyonlarda deniz suyu sıcaklığı değişimleri (İzmir Mordoğan İstasyonu'nda 3.8°C, 7.4°C ve 8.0°C su sıcaklığı artışı gözlemlenmiştir.)  
Figure 9: Sea water temperature changes at various stations for the 22.11.2017  $M_w=5.0$  Ula Earthquake (Increases in water temperature of 3.8°C, 7.4°C and 8.0°C were observed at İzmir Mordoğan Station)

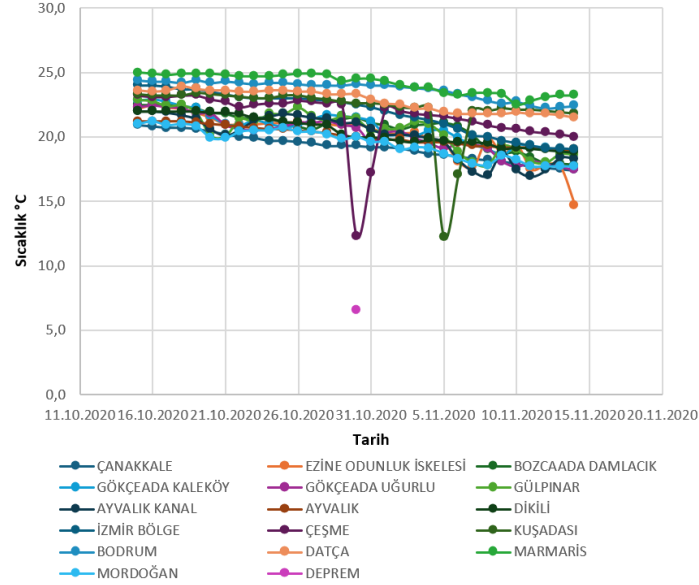
Silivri'de 26.09.2019 tarihinde olan  $M_w=5.8$  depremi ile 18 meteoroloji istasyonundan elde edilen deniz suyu sıcaklığı verileri karşılaştırılmıştır (Şekil 10). Deprem öncesi su sıcaklıklarında dalgalanma şeklinde değişimler olsa da deprem sonrasında Ayvalık istasyonunda 8.6 °C sıcaklık düşüşü gözlemlenmiştir.



Şekil 10: Uzak deprem örneği olarak 26.09.2019 Silivri  $M_w=5.8$  Depremi için çeşitli istasyonlarda deniz suyu sıcaklığı değişimleri (Ayvalık İstasyonu'nda 8.6°C sıcaklık düşüşü gözlemlenmiştir.)  
Figure 10: Sea water temperature changes at various stations for the 26.09.2019 Silivri  $M_w=5.8$  Earthquake as an example of remote earthquakes (A temperature drop of 8.6°C was observed at Ayvalık Station.)



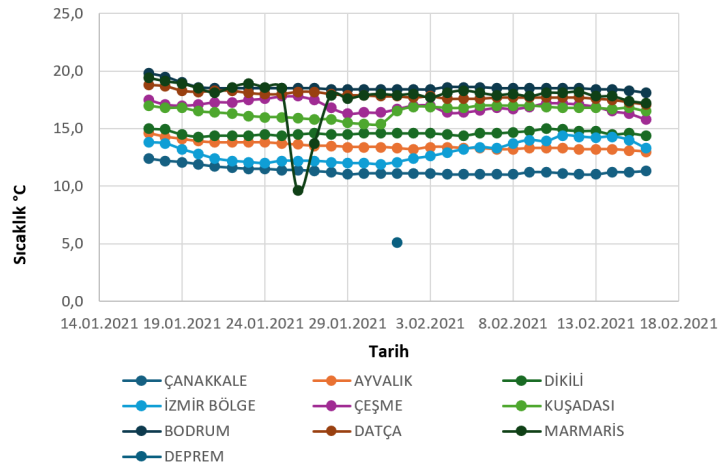
Seferihisar'da 30.10.2020 tarihinde olan  $M_w=6.6$  depremi ile 16 Meteoroloji İstasyonundan elde edilen deniz suyu sıcaklığı verileri karşılaştırılmıştır (Şekil 11). Deprem olduğu gün Çeşme istasyonunda  $10.2\text{ }^\circ\text{C}$ , deprem sonrasında ise Kuşadası istasyonunda  $8.3\text{ }^\circ\text{C}$  sıcaklık düşüşleri gözlemlenmiştir.



Şekil 11: 30.10.2020 Seferihisar  $M_w=6.6$  Depremi için çeşitli istasyonlarda deniz suyu sıcaklığı değişimleri (Çeşme ve Kuşadası İstasyonlarında sırasıyla  $10.2\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $8.3\text{ }^\circ\text{C}$  sıcaklık düşüşü gözlemlenmiştir.)

Figure 11: Sea water temperature changes at various stations for the 30.10.2020 Seferihisar  $M_w=6.6$  Earthquake (Temperature drop of  $10.2\text{ }^\circ\text{C}$  and  $8.3\text{ }^\circ\text{C}$  was observed at Çeşme and Kuşadası Station, respectively).

İzmir-Karaburun'da 01.02.2021 tarihinde olan  $M_w=5.1$  depremi ile 9 Meteoroloji İstasyonundan elde edilen deniz suyu sıcaklığı verileri karşılaştırılmıştır (Şekil 12). Deniz Suyu sıcaklığında çok fazla bir değişim olmamakla birlikte, deprem öncesinde Marmaris istasyonunda  $8.9\text{ }^\circ\text{C}$  sıcaklık düşüşü gözlemlenmiştir.



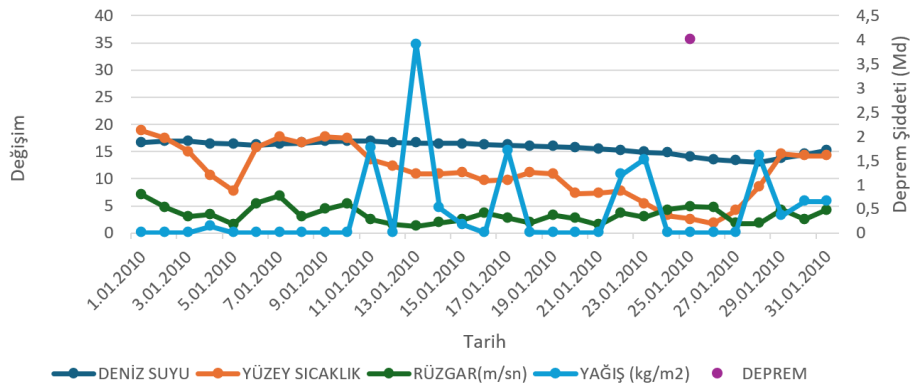
Şekil 12: 01.02.2021 Karaburun  $M_w=5.1$  Depremi için çeşitli istasyonlarda deniz suyu sıcaklığı değişimleri (Marmaris İstasyonu'nda  $8.9\text{ }^\circ\text{C}$  su sıcaklığı düşüşü gözlemlenmiştir.)

Figure 12: Sea water temperature changes at various stations for the 01.02.2021 Karaburun  $M_w=5.1$  Earthquake (A water temperature drop of  $8.9\text{ }^\circ\text{C}$  was observed at Marmaris Station.)

Deniz suyu sıcaklıklarında görülen bu değişimlerin depremlerle ilgili olup olmadığı ile ilgili olarak bir ek çalışma yapılarak Çeşme ve Kuşadası meteoroloji istasyonlarının 2010-2023 yılları arasındaki deniz suyu, kara yüzey sıcaklığı, rüzgâr hızı ve yağış miktarı verilerinden yıllar bazında aylık olarak grafikler elde edilmiştir. Daha sonrasında AFAD verileri ışığında deprem kayıtları grafiklere eklenmiş ve aylık grafikler ile deprem verileri birlikte sunulmuştur. 552 depremin içinden, Çeşme ve Kuşadası Meteoroloji İstasyonlarına konum olarak yakın gerçekleşen depremlerin olduğu aylar; 2010-Ocak (Şekil13, Şekil 14), 2010-Temmuz (Şekil 15, Şekil 16), 2014-Mayıs (Şekil 17, Şekil 18), 2017-Haziran (Şekil 19, Şekil 20), 2017-Temmuz (Şekil 21, Şekil 22), 2020-Ekim (Şekil 23, Şekil 24) seçilerek örüntü varlığı araştırılmıştır. Grafiklerde günlük ortalama sıcaklık (°C), günlük ortalama rüzgâr hızı (m/sn), günlük toplam yağış miktarı (kg/m<sup>2</sup>) ve günlük deniz suyu sıcaklığı (°C) sunulmuştur. Depremler (M<sub>w</sub>) aynı grafiklere yerleştirilerek oluş zamanları ile değişimler arası ilişki araştırılmıştır. Yatay eksen günleri göstermektedir. Düşey eksen ortak ve birimler farklı olsa da sayısal değerlerin birbirine yakınlığı aynı eksen kullanmaya izin vermiştir. İzleyen grafikler Çeşme ve Kuşadası meteoroloji istasyonlarından alınan verileri sunmaktadır.

### Çandarlı Körfezi M<sub>w</sub>=4.0 Depremi ile Çeşme İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2010 yılı Ocak ayı verileri ile; 25.01.2010 Çandarlı Körfezi M<sub>w</sub>=4.0 büyüklüğündeki deprem grafikte sunulmuştur (Şekil 13). Yerel yağış bilgilerine göre 5 ayrı günde olmak üzere 12-27 Ocak 2010 tarihleri arasında 14 ila 35 kg/m<sup>2</sup> aralığında yağış gerçekleşmiştir. Denize olan boşalimler sonucu deniz suyu sıcaklığı 5 °C derece düşme eğilimi göstermiştir. Karasal etki altındaki istasyonda yüzey sıcaklığında 15 °C azalım olsa da bu değişim mevsimsel değişimle uyumludur. Kış ayı olduğu göz önüne alındığında rüzgâr hızında ani bir değişkenlik oluşmamıştır.

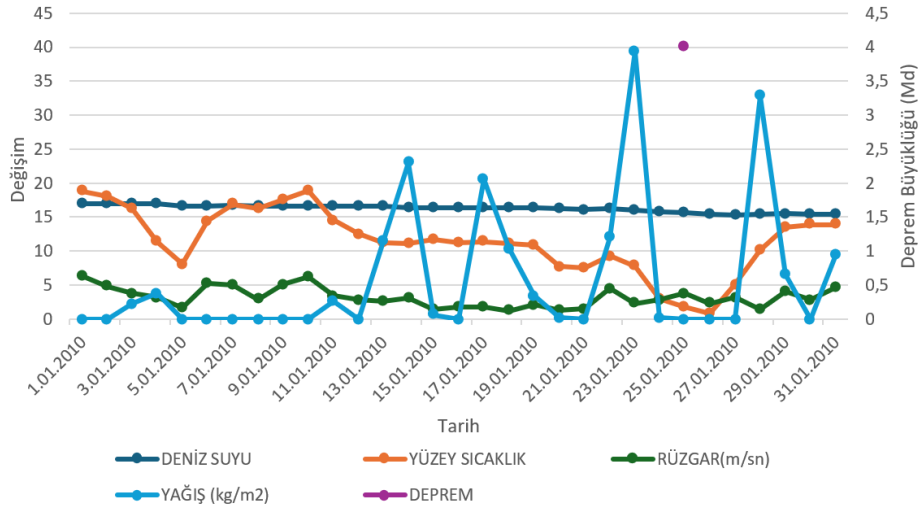


Şekil 13: Ocak 2010 Çeşme İstasyonu verileri ve Çandarlı Körfezi M<sub>w</sub>=4.0 Depremi (Deniz Suyu ve Yüzey Sıcaklıkları (°C), Rüzgâr Hızı (M/sn), Yağış Miktarı (kg/m<sup>2</sup>) değerlerinde gerçekleşen değişimler)

Figure 13: January 2010 Çeşme Station Data and Çandarlı Bay M<sub>w</sub>=4.0 Earthquake (the changes in Sea Water and Surface Temperatures (°C), Wind Speed (M/sec), Rainfall (kg/m<sup>2</sup>) values.)

### Çandarlı Körfezi M<sub>w</sub>=4.0 Depremi ile Kuşadası İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2010 yılı ocak ayı verileri ile; 25.01.2010 Çandarlı Körfezi M<sub>w</sub>=4.0 büyüklüğündeki deprem grafikte sunulmuştur (Şekil 14). Yerel yağış bilgilerine göre 6 ayrı günde olmak üzere 14 Ocak-03 Şubat 2010 tarihleri arasında 10 ila 40 kg/m<sup>2</sup> aralığında yağış gerçekleşmiştir. Deniz suyu sıcaklığı değişkenlik göstermemiştir. İstasyonda 20 °C azalım olsa da bu değişim mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişiklik görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur.

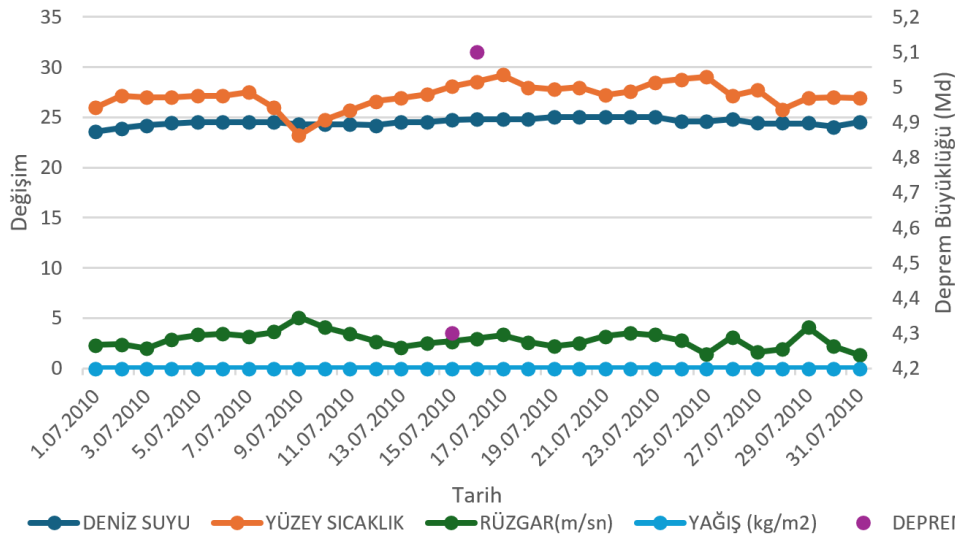


Şekil 14: Ocak 2010 Kuşadası İstasyonu verileri (noktalı çizgiler) ve Çandarlı Körfezi  $M_w=4.0$  Depremi (tek nokta) (Deniz suyu ve Yüzey Sıcaklıkları ( $^{\circ}C$ ), Rüzgâr hızı (M/sn), Yağış Miktarı ( $kg/m^2$ ) değerlerinde gerçekleşen değişimler)

Figure14: January 2010 Kuşadası Station Data (line with dots) and Çandarlı Bay  $M_w=4.0$  Earthquake (single dot) (the Changes in Sea Water and Surface Temperatures ( $^{\circ}C$ ), Wind speed (M/sec), Rainfall ( $kg/m^2$ ) values.)

### Datça $M_w=4.3$ ve Bodrum $M_w=5.1$ Depremleri ile Çeşme İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2010 yılı temmuz ayı verileri ile; 15.07.2010 Datça  $M_w=4.3$ , 16.07.2010 Bodrum  $M_w=5.1$  büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 15). Yağış olmamıştır. Deniz suyu sıcaklığında herhangi bir değişim gözlemlenmemiştir. Yüzey sıcaklığının da mevsimsel değişimle uyumlu olduğunu söylemek mümkündür. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur. Depremlerin olduğu tarihlerin öncesinde ve sonrasında meteorolojik verilerde gözlemlenen bir anormallik yoktur.

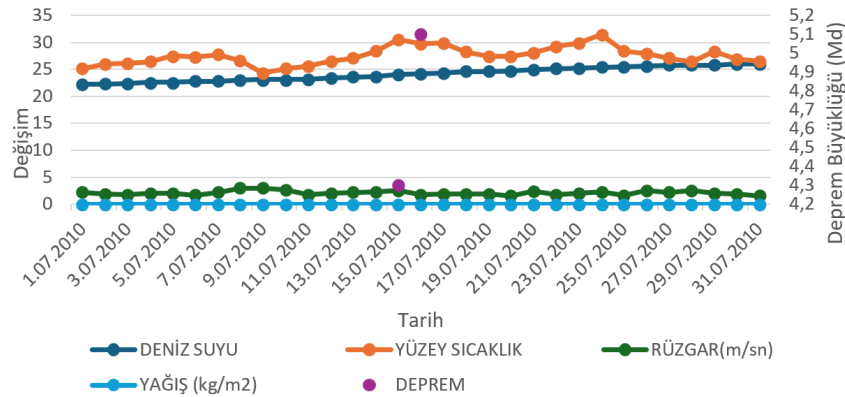


Şekil 15: Temmuz 2010 Çeşme İstasyonu verileri ve Datça  $M_w=4.3$  ile Bodrum  $M_w=5.1$  Depremleri (Deniz Suyu ve Yüzey Sıcaklıkları ( $^{\circ}C$ ), Rüzgâr hızı (M/sn), Yağış Miktarı ( $kg/m^2$ ) değerlerinde gerçekleşen değişimler)

Figure 15: July 2010 Çeşme Station data and Datça  $M_w=4.3$  and Bodrum  $M_w=5.1$  Earthquakes ( The changes in Sea Water and Surface Temperatures ( $^{\circ}C$ ), wind (M/sec), Rainfall ( $kg/m^2$ ) values.)

### Datça $M_w=4.3$ ve Bodrum $M_w=5.1$ Depremleri ile Kuşadası İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2010 yılı temmuz ayı verileri ile; 15.07.2010 Datça  $M_w=4.3$ , 16.07.2010 Bodrum  $M_w=5.1$  büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 16). Yağış olmamıştır. Deniz suyu sıcaklığı artma eğilimindedir. Yüzey sıcaklığı, genel anlamda artma eğiliminde olup mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur. Depremlerin olduğu tarihin öncesinde ve sonrasında meteorolojik verilerde herhangi bir anormallik yoktur.

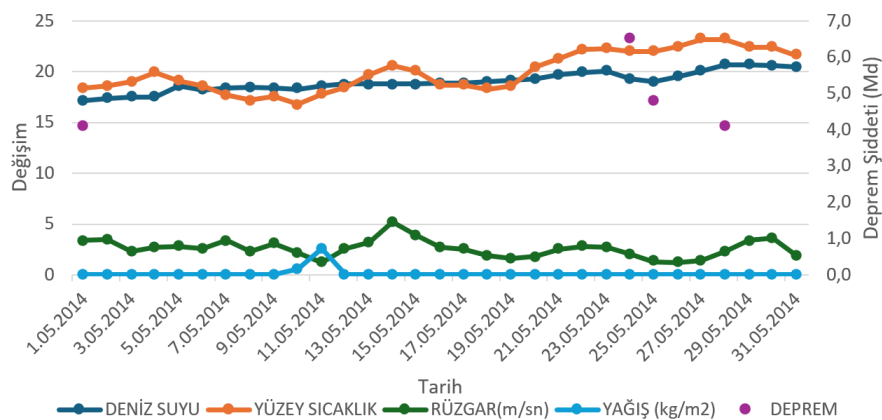


Şekil 16: Temmuz 2010 Kuşadası İstasyonu verileri ve Datça  $M_w=4.3$  ile Bodrum  $M_w=5.1$  Depremleri (Deniz Suyu ve Yüzey Sıcaklıkları ( $^{\circ}C$ ), Rüzgâr hızı (M/sn), Yağış Miktarı (kg/m $^2$ ) değerlerinde gerçekleşen değişimler)

Figure 16: July 2010 Kuşadası Station data and Datça  $M_w=4.3$  and Bodrum  $M_w=5.1$  Earthquakes (The Changes in Sea Water and Surface Temperatures ( $^{\circ}C$ ), wind (M/sec), Rainfall (kg/m $^2$ ) values)

### Kuşadası Körfezi $M_w=4.1$ , Saros Körfezi $M_w=6.5$ , $M_w=4.8$ , $M_w=4.1$ Depremleri ile Çeşme İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2014 yılı mayıs ayı verileri ile; 01.05.2014 Kuşadası Körfezi  $M_w=4.1$ , 24.05.2014 Saros Körfezi  $M_w=6.5$ , 25.05.2014 Saros Körfezi  $M_w=4.8$ , 28.05.2014 Saros Körfezi  $M_w=4.1$  büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 17).



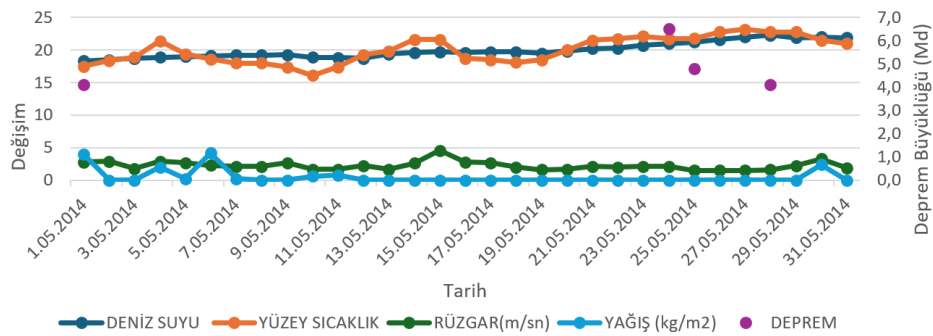
Şekil 17: Mayıs 2014 Çeşme İstasyonu verileri ve Kuşadası Körfezi  $M_w=4.1$  Saros Körfezi  $M_w=6.5$   $M_w=4.8$   $M_w=4.1$  Depremleri (Deniz Suyu ve Yüzey Sıcaklıkları ( $^{\circ}C$ ), Rüzgâr Hızı (M/sn), Yağış Miktarı (kg/m $^2$ ) değerleri)

Figure 17: May 2014 Çeşme Station data and Kuşadası Bay  $M_w=4.1$  Gulf of Saros  $M_w=6.5$   $M_w=4.8$   $M_w=4.1$  Earthquakes (The changes in Sea Water and Surface Temperatures ( $^{\circ}C$ ), Wind (M/sec), Rainfall (kg/m $^2$ ) Values)

Yağış ardışık 2 günde az miktarda görülmüştür. Deniz suyu sıcaklığı artma eğilimindedir. Yüzey sıcaklığı artma eğiliminde olup, mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur. 24.05.2014 Saros Körfezi  $M_w=6.5$  depremi ile örtüşen yaklaşık 3 °C lik deniz suyu sıcaklığı düşüşü gözlemlenmiştir.

### Kuşadası Körfezi $M_w=4.1$ , Saros Körfezi $M_w=6.5$ , $M_w=4.8$ , $M_w=4.1$ Depremleri ile Kuşadası İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2014 yılı mayıs ayı verileri ile; 01.05.2014 Kuşadası Körfezi  $M_w=4.1$ , 24.05.2014 Saros Körfezi  $M_w=6.5$ , 25.05.2014 Saros Körfezi  $M_w=4.8$ , 28.05.2014 Saros Körfezi  $M_w=4.1$  büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 18). Yağış 7 ayrı günde ancak az miktarda gerçekleşmiştir. Deniz suyu sıcaklığı artma eğilimindedir. Yüzey sıcaklığı mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur. Depremlerin olduğu tarihlerin öncesinde ve sonrasında meteorolojik verilerde herhangi bir anormallik yoktur.

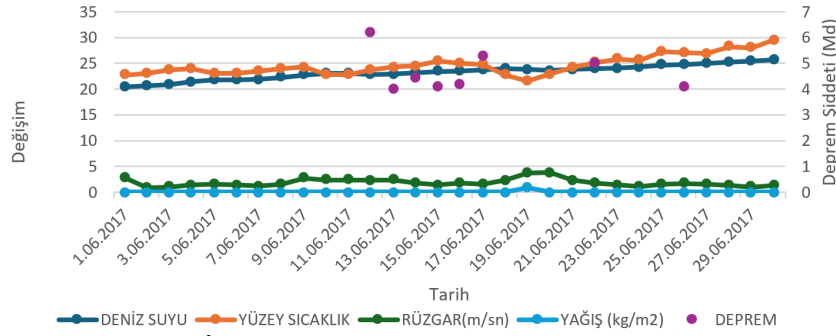


Şekil 18: Mayıs 2014 Kuşadası İstasyonu verileri ve Kuşadası Körfezi  $M_w=4.1$  Saros Körfezi  $M_w=6.5$   $M_w=4.8$   $M_w=4.1$  Depremleri (Deniz Suyu ve Yüzey Sıcaklıkları (°C), Rüzgâr hızı (M/sn), Yağış Miktarı ( $kg/m^2$ ) değişimleri.)

Figure 18: May 2014 Kuşadası Station data and Kuşadası Bay  $M_w=4.1$  Gulf of Saros  $M_w=6.5$   $M_w=4.8$   $M_w=4.1$  Earthquakes (The changes in Sea Water and Surface Temperatures (°C), Wind (M/sec), Rainfall ( $kg/m^2$ ) values.)

### Karaburun $M_w=6.2$ , $M_w=4.0$ , $M_w=4.4$ , $M_w=4.1$ , $M_w=4.2$ , $M_w=5.3$ , $M_w=5.0$ , $M_w=4.1$ Depremleri ile Çeşme İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2017 yılı haziran ayı verileri ile; 12.06.2017 Karaburun  $M_w=6.2$ , 13.06.2017 Karaburun  $M_w=4.0$ , 14.06.2017 Karaburun  $M_w=4.4$ , 15.06.2017 Karaburun  $M_w=4.1$ , 16.06.2017 Karaburun  $M_w=4.2$ , 17.06.2017 Karaburun  $M_w=5.3$ , 22.06.2017 Karaburun  $M_w=5.0$ , 26.06.2017 Karaburun  $M_w=4.1$  büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 19). Tek günde çok hafif yağış olmuştur. Deniz suyu sıcaklığı artma eğilimindedir. Yüzey sıcaklığı mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur. Depremlerin olduğu tarihlerin öncesinde ve sonrasında meteorolojik verilerde herhangi bir anormallik yoktur.

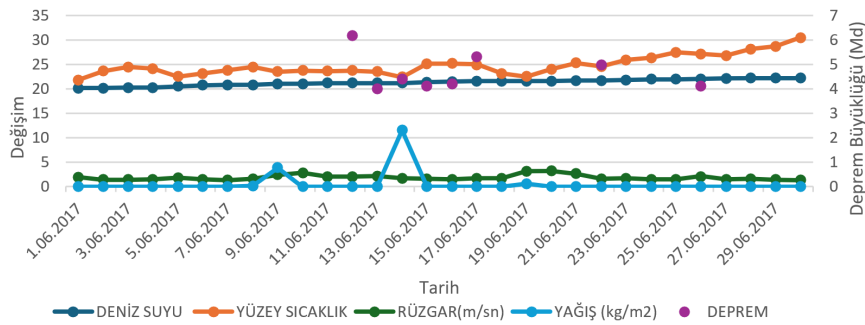


Şekil 19: Haziran 2017 Çeşme İstasyonu verileri (noktalı çizgiler) ve Karaburun  $M_w=6.2, 4.0, 4.4, 4.1, 4.2, 5.3, 5.0$  ve  $4.1$  Depremleri (noktalar) (Deniz Suyu ve Yüzey Sıcaklıkları ( $^{\circ}C$ ), Rüzgâr hızı (M/sn), Yağış Miktarı ( $kg/m^2$ ) değişimleri)

Figure 19: June 2017 Çeşme Station data (line with dots) and Karaburun  $M_w=6.2, 4.0, 4.4, 4.1, 4.2, 5.3, 5.0$  and  $4.1$  Earthquakes (dots) (The Changes in Sea Water and Surface Temperatures ( $^{\circ}C$ ), Wind (M/sec), Rainfall ( $kg/m^2$ ) values.)

### Karaburun $M_w=6.2, M_w=4.0, M_w=4.4, M_w=4.1, M_w=4.2, M_w=5.3, M_w=5.0, M_w=4.1$ Depremleri ile Kuşadası İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2017 yılı haziran ayı verileri ile; 12.06.2017 Karaburun  $M_w=6.2$ , 13.06.2017 Karaburun  $M_w=4.0$ , 14.06.2017 Karaburun  $M_w=4.4$ , 15.06.2017 Karaburun  $M_w=4.1$ , 16.06.2017 Karaburun  $M_w=4.2$ , 17.06.2017 Karaburun  $M_w=5.3$ , 22.06.2017 Karaburun  $M_w=5.0$ , 26.06.2017 Karaburun  $M_w=4.1$  büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 20). 4 ayrı günde olmak üzere 30 Mayıs-15 Haziran 2017 tarihleri arasında 5 ile 12  $kg/m^2$  aralığında yağış gerçekleşmiştir. Deniz suyu sıcaklığı herhangi bir değişim göstermemiştir. Yüzey sıcaklığı artma eğiliminde olup mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur. Depremlerin olduğu tarihlerin öncesinde ve sonrasında meteorolojik verilerde herhangi bir anormallik yoktur.



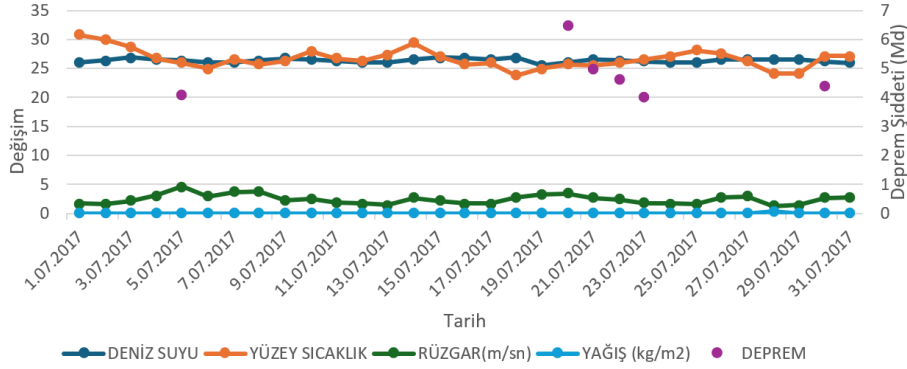
Şekil 20: Haziran 2017 Kuşadası İstasyonu verileri ve Karaburun  $M_w=6.2, 4.0, 4.4, 4.1, 4.2, 5.3, 5.0$  ve  $4.1$  Depremleri (Deniz Suyu ve Yüzey Sıcaklıkları ( $^{\circ}C$ ), Rüzgâr (M/sn), Yağış Miktarı ( $kg/m^2$ ) değişimleri)

Figure 20: June 2017 Kuşadası Station Data and Karaburun  $M_w=6.2, 4.0, 4.4, 4.1, 4.2, 5.3, 5.0$  and  $4.1$  Earthquakes (the changes in Sea Water and Surface Temperatures ( $^{\circ}C$ ), Wind (M/sec), Rainfall ( $kg/m^2$ ) values)

### Manisa $M_w=4.1$ , Bodrum $M_w=6.6, M_w=5.0, M_w=4.6, M_w=4.0, M_w=4.4$ Depremleri ile Çeşme İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2017 yılı temmuz ayı verileri ile; 05.07.2017 Manisa  $M_w=4.1$ , 20.07.2017 Bodrum  $M_w=6.6$ , 21.07.2017 Bodrum  $M_w=5.0$ , 22.07.2017 Bodrum  $M_w=4.6$ , 23.07.2017 Bodrum  $M_w=4.0$ , 30.07.2017 Bodrum  $M_w=4.4$  büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 21). Tek günde çok hafif yağış görülmüştür. Deniz suyu sıcaklığı değişmemiştir. Yüzey sıcaklığı mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel

değişimle uyumludur. 20.07.2017 Bodrum  $M_w=6.6$  depreminden 1 gün önce deniz suyu sıcaklığında yaklaşık 2 °C düşüş gözlemlenmiştir.

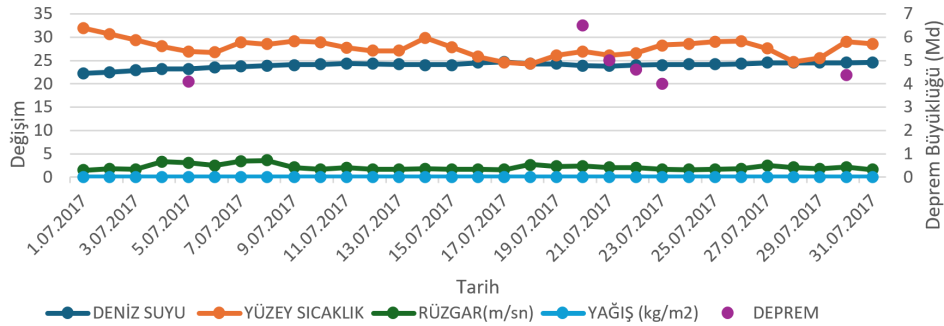


Şekil 21: Temmuz 2017 Çeşme İstasyonu verileri ve Manisa  $M_w=4.1$ , Bodrum  $M_w=6.6$ , 5.0, 4.6, 4.0 ve 4.4 Depremleri (Deniz Suyu ve Yüzey Sıcaklıkları (°C), Rüzgâr (M/sn), Yağış Miktarı (kg/m<sup>2</sup>) değişimleri)

Figure 21: July 2017 Çeşme Station Data and Manisa  $M_w=4.1$ , Bodrum  $M_w=6.6$ , 5.0, 4.6, 4.0 and 4.4 Earthquakes (The changes in Sea Water and Surface Temperatures (°C), Wind (M/sec), Rainfall (kg/m<sup>2</sup>) values.)

### Manisa $M_w=4.1$ , Bodrum $M_w=6.6$ , $M_w=5.0$ , $M_w=4.6$ , $M_w=4.0$ , $M_w=4.4$ Depremleri ile Kuşadası İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2017 yılı temmuz ayı verileri ile; 05.07.2017 Manisa  $M_w=4.1$ , 20.07.2017 Bodrum  $M_w=6.6$ , 21.07.2017 Bodrum  $M_w=5.0$ , 22.07.2017 Bodrum  $M_w=4.6$ , 23.07.2017 Bodrum  $M_w=4.0$ , 30.07.2017 Bodrum  $M_w=4.4$  büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 22). Yağış gerçekleşmemiştir. Deniz suyu sıcaklığı hafif artma eğilimindedir. Yüzey sıcaklığı mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur. Depremlerin olduğu tarihlerin öncesinde ve sonrasında meteorolojik verilerde herhangi bir anormallik yoktur.



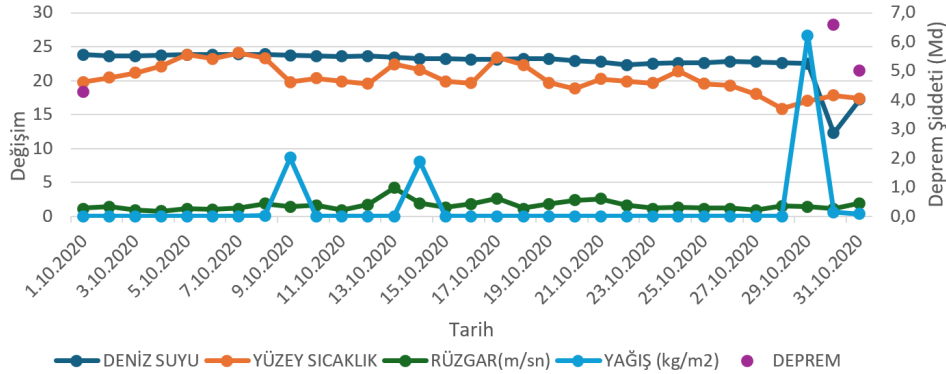
Şekil 22: Temmuz 2017 Kuşadası İstasyonu verileri ve Manisa  $M_w=4.1$ , Bodrum  $M_w=6.6$ , 5.0, 4.6, 4.0 ve 4.4 Depremleri (Deniz Suyu ve Yüzey Sıcaklıkları (°C), Rüzgâr (M/sn), Yağış Miktarı (kg/m<sup>2</sup>) değişimleri)

Figure 22: July 2017 Kuşadası Station data and Manisa  $M_w=4.1$ , Bodrum  $M_w=6.6$ , 5.0, 4.6, 4.0 and 4.4 Earthquakes (The changes in Sea Water and Surface Temperatures (°C), Wind (M/sec), Rainfall (kg/m<sup>2</sup>) values.)

### Bodrum $M_w=4.3$ , Seferihisar $M_w=6.6$ , $M_w=5.0$ , Depremleri ile Çeşme İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2020 yılı ekim ayı verileri ile; 01.10.2020 Bodrum  $M_w=4.3$ , 30.10.2020 Seferihisar  $M_w=6.6$ , 31.10.2020 Seferihisar  $M_w=5.0$  büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 23). 3 ayrı günde olmak üzere 09 Ekim-29 Ekim 2020 tarihleri arasında 7 ile 27 kg/m<sup>2</sup> aralığında

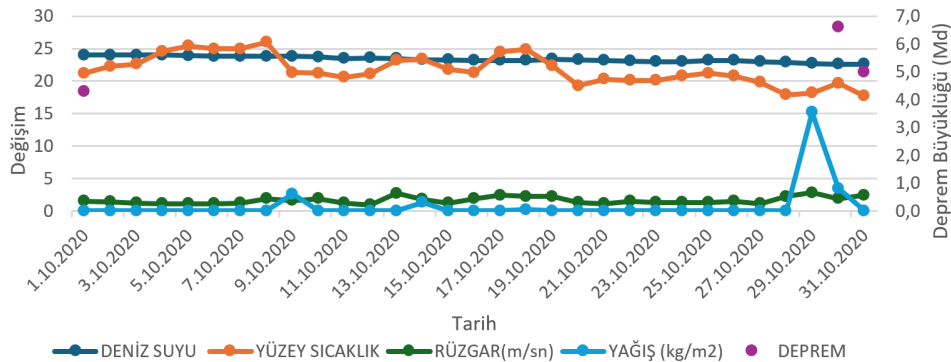
yağış gerçekleşmiştir. Deniz suyu sıcaklığı genel olarak düşme eğiliminde olsa da 30.10.2020 Seferihisar  $M_w=6.6$  depremi olduğu gün 10.2 °C lik ani deniz suyu sıcaklığı düşüşü gözlemlenmiştir. Düşüşün sebebi bir gün önce görülmüş olan yağış olabilir. Yüze sıcaklığı düşme eğiliminde ve mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur.



Şekil 23: Ekim 2020 Çeşme İstasyonu verileri ve Bodrum  $M_w=4.3$  Seferihisar  $M_w=6.6$  ve 5.0 Depremleri (Deniz Suyu ve Yüze Sıcaklıkları (°C), Rüzgâr (M/sn), Yağış Miktarı (kg/m<sup>2</sup>) değişimleri)  
Figure 23: October 2020 Çeşme Station data and Bodrum  $M_w=4.3$  Seferihisar  $M_w=6.6$  and 5.0 Earthquakes (The changes in Sea Water and Surface Temperatures (°C), Wind (M/sec), Rainfall (kg/m<sup>2</sup>) values.)

### Bodrum $M_w=4.3$ , Seferihisar $M_w=6.6$ , $M_w=5.0$ , Depremleri ile Kuşadası İstasyonu Meteorolojik Verilerinin Karşılaştırması:

2020 yılı ekim ayı verileri ile; 01.10.2020 Bodrum  $M_w=4.3$ , 30.10.2020 Seferihisar  $M_w=6.6$  31.10.2020 Seferihisar  $M_w=5.0$  büyüklüğündeki depremler grafikte sunulmuştur (Şekil 24). 3 ayrı günde olmak üzere 09 Ekim-29 Ekim 2020 tarihleri arasında 3 ile 16 kg/m<sup>2</sup> aralığında yağış gerçekleşmiştir. Deniz suyu sıcaklığı genel olarak düşme eğiliminde olup 05.11.2020 günü 10 °C ani düşüş gözlemlenmiştir. Yüze sıcaklığı düşme eğiliminde olup mevsimsel değişimle uyumludur. Ani bir değişim görülmeyen rüzgâr hızı da mevsimsel değişimle uyumludur.



Şekil 24: Ekim 2020 Kuşadası İstasyonu verileri ve Bodrum  $M_w=4.3$  Seferihisar  $M_w=6.6$  ve 5.0 Depremleri (Deniz Suyu ve Yüze Sıcaklıkları (°C), Rüzgâr (M/sn), Yağış Miktarı (kg/m<sup>2</sup>) değişimleri)  
Figure 24: October 2020 Kuşadası Station data and Bodrum  $M_w=4.3$  Seferihisar  $M_w=6.6$  and 5.0 Earthquakes (The Changes in Sea Water and Surface Temperatures (°C), Wind (M/sec), Rainfall (kg/m<sup>2</sup>) values)



#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Hem denizel hem de karasal etki altındaki meteorolojik gözlem istasyonlarından elde edilen veriler incelenmiş ve Ege denizi çevresinde olan depremler ile karşılaştırılmıştır (Şekil 2). Yaklaşık olarak boyutları KG doğrultusunda 670 km, DB doğrultusunda 390 km olan alanda 01.01.2010- 31.10.2023 tarihleri arasında olmuş 552 deprem arasında  $M_w \geq 4.0$  koşulunu sağlayan depremler (Tablo 1), Türkiye deniz sınırlarında yerleştirilmiş meteoroloji istasyonlarından elde edilen verilerdeki değişimler ile karşılaştırılmıştır. Veriler arası olası örüntü günlük değişimler üzerinden araştırılmıştır. Deprem anından öncesi ve sonrası günlük değişimler grafikler ile sunulmuştur. Verilerin sunduğu değişimlerin spektral analizi (Inazu ve diğ. 2023) farklı yaklaşımlar gerektireceğinden başka bir çalışmaya bırakılmıştır.

İncelenen günlük ortalama sıcaklık, günlük ortalama rüzgâr hızı, günlük toplam yağış miktarı ve günlük deniz suyu sıcaklığı değerlerinden elde edilen bulgular sırasıyla aşağıda özetlenmiştir.

- Genel olarak bakıldığında günlük ortalama sıcaklık mevsim normalleri ile uyumludur ve depremler arası bir ilişki ortaya konamamıştır. Aşırı değişimler ise sıcak veya soğuk hava dalgaları ile açıklanabilmektedir (Acar Deniz ve Uslan 2018).
- Ege denizi boyunca dağılan istasyonlardan elde edilen günlük ortalama rüzgâr hızı bir düzen sunmamaktadır. Beklendiği üzere rüzgarlar ile depremler arasında bir ilişki söz konusu değildir.
- Ege denizi kıyı şeridinde oluşan günlük toplam yağış, kış mevsiminde baskın olmakla birlikte diğer mevsimlerde de oluşmaktadır. Oluşan yağışlar ile depremler arasında bir ilişki kurulamamıştır.
- Ege Denizi meteoroloji istasyonlarında gözlemlenen deniz suyundaki ani sıcaklık düşüşünün nedeni dipten yukarı doğru soğuk su akıntısı olarak tanımlanan "upwelling" olayı olabilir (Kämpf ve Chapman 2016). Upwelling olayı, deniz dibindeki soğuk suyun kuvvetli rüzgâr ile birlikte dikey yönlü yukarı hareketle kıyı kesimlerde yüzeye çıkmasıdır. Bu nedenle upwelling olayı yaşandığında deniz suyu sıcaklık değerlerinde önemli düşüşler görülmektedir.
- Deniz suyu sıcaklığı, yağış sebebiyle de düşme eğilimi göstermektedir.
- Bu çalışmaya konu olan depremlerin olduğu dönemlerdeki veriler incelendiğinde, deprem öncesinde veya sonrasında meteorolojik şartlarda herhangi bir değişim gözlemlenmemiştir. Her ne kadar 30 Ekim 2020 İzmir-Seferihisar depreminin olduğu gün Çeşme istasyonunun ölçtüğü deniz suyu sıcaklığında 10,20 °C düşüş upwelling olayının yaşanmış olabileceğini düşündürse de, rüzgar hızı 1.1 m/sn yani 3.96 km/h olması nedeniyle deniz suyundaki bu sıcaklık düşüşünün 29 Ekim 2020 tarihinde bölgede görülen 26.7 mm. lik yağış nedeniyle olma olasılığı daha yüksektir. Bulgular bu tür ilişkilendirmenin sadece rastlantılar ile açıklanabileceğini göstermektedir.

#### 5. SONUÇLAR

Ege Denizi meteoroloji istasyonlarından elde edilen veriler arasında, depremleri önceden kestirebilecek parametre olarak deniz suyu sıcaklığı değişimi öne çıksa da deniz suyunda gözlemlenen ani sıcaklık düşüşünün farklı modeller ile açıklanabileceği öngörülmüştür. Verilerin işlenmesi ve grafiklerin oluşturulması sonucunda orta büyüklükteki ( $M_w \leq 7.0$ ) depremler ile istasyon verileri arasında ilişki kurulmaya çalışılmış ancak hava ve deniz suyu sıcaklığındaki değişiklikler ile yağış miktarı veya rüzgâr hızının deprem ile herhangi bir bağı bulunamamıştır.

Yaptığımız incelemeler sonucunda deniz suyu, hava sıcaklığı, yağış veya rüzgâr hızı ile depremsellik arasında bir bağlantının olmadığını söylemek yerinde olacaktır.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan verileri sağlayan Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne, metnin düzenlenmesindeki katkılarından dolayı hakem ve editörlere teşekkür ederiz.

## KAYNAKÇA

Acar Deniz Z., Uslan E., 2018. Ekstrem Soğuk Hava Dalgası: Ocak 2017, *Gaziantep University Journal of Social Scienses*, 17(3), 761-773, <https://doi.org/10.21547/jss.384518>.

AFAD, 2024. Aletsel Dönem Deprem Kataloğu (1900-Günümüz  $M \geq 4.0$ ), Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Erişim adresi: <https://deprem.afad.gov.tr/event-instrumental>.

Akhoondzadeh M., Parrot M., Saradjian M.R., 2010. Electron and ion density variations before strong earthquakes ( $M > 6.0$ ) using DEMETER and GPS data, *Nat Hazards Earth Syst Sci*, 10(1), 7-18.

Aksoy E., Akgun E., Softa M., Kocbulut F., Sozibilir H., Tatar O., Erol S.C., 2023. Effect on the Eastern Anatolian Fault Zone Erkenek and Pazarcik Segments of the 6 February 2023 Pazarcik (Kahramanmaras) Earthquake: Observations from Celikhan-Golbasi (Adiyaman), *Turk Deprem Arastirma Dergisi*, 5(1), 85-104, <https://doi.org/10.46464/tdad.1280408>.

Biagi P.F., Ermini A., Cozzi E., Khatkevich Y.M., Gordeev E.I., 2000. Hydrogeochemical precursors in Kamchatka (Russia) related to the strongest earthquakes in 1988–1997, *Nat Hazards*, 21(2-3), 263-276.

Cui Y.J., Ouzounov D., Hatzopoulos N., Sun K., Zou Z., Du J.G., 2017. Satellite observation of CH<sub>4</sub> and CO anomalies associated with the Wenchuan MS 8.0 and Lushan MS 7.0 earthquakes in China, *Chem Geol*, 469, 185-191.

Inazu D., Ito Y., Hino R., Tanikawa W., 2023. Abrupt water temperature increases near seafloor during the 2011 Tohoku earthquake, *Progress in Earth and Planetary Science*, 10(1), 24.

Jing F., Singh R.P., Sun K., Shen X.H., 2018. Passive microwave response associated with two main earthquakes in Tibetan Plateau, *China. Adv Space Res.*, 62(7), 1675-1689.

Kämpf J., Chapman P., 2016. Upwelling systems of the world (pp. 31-42), Springer International Publishing Switzerland.

King C.Y., 1978. Radon emanation on SAN-ANDREAS fault, *Nature*, 271(5645), 516-519.

King C.Y., Azuma S., Ohno M., Asai Y., He P., Kitagawa Y., Igarashi G., Wakita H., 2000. In search of earthquake precursors in the water-level data of 16 closely clustered wells at Tono, Japan, *Geophys J Int.*, 143(2), 469-477.

Leary P.C., Malin P.E., 1984. Ground deformation events preceding the homestead valley earthquakes, *Bull Seismol Soc Am.*, 74(5), 1799-1817.

MGM 2024. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Meteorolojik Veri İşlem Dairesi Başkanlığı, Erişim adresi: <https://www.mgm.gov.tr/kurumsal/birimler.aspx>.

Mogi K., Mochizuki H., Kurokawa Y., 1989. Temperature-changes in an artesian spring at Usami in the Izu Peninsula (Japan) and their relation of earthquakes, *Tectonophysics*, 159(1-2), 95-108.

Ouzounov D., Pulnits S., Romanov A., Romanov A., Tsybulya K., Davidenko D., Kafatos M., Taylor P., 2011. Atmosphere-ionosphere response to the M9 Tohoku earthquake revealed by multi-instrument space-borne and ground observations: preliminary results, *Earthq Sci.*, 24(6), 557-564.

Pavlopoulos K., Kapsimalis V., Theodorakopoulou K., Panagiotopoulosloannis I., 2012. Vertical displacement trends in the Aegean coastal zone (NE Mediterranean) during the Holocene assessed by geo-archaeological data, *The Holocene*, 22(6), 717-728.

Pierce E.T., 1976. Atmospheric electricity and earthquake prediction, *Geophys Res Lett.*, 3(3), 185-188.

Pulinets S.A., Ouzounov D., Ciralo L., Singh R., Cervone G., Leyva A., Dunajicka M., Karelin A.V., Boyarchuk K.A., Kotsarenko A., 2006. Thermal, atmospheric and ionospheric anomalies around the time of the Colima M7.8 earthquake of 21 January 2003, *Ann Geophys.*, 24(3), 835-849.

Qin K., Wu L.X., De Santis A., Wang H., 2011. Surface latent heat flux anomalies before the M-S 7.1 New Zealand earthquake 2010, *Chin Sci Bull.*, 56(31), 3273-3280.

Singh R.P., Bhoi S., Sahoo A.K., 2002. Changes observed in land and ocean after Gujarat earthquake of 26 January 2001 using IRS data, *Int J Remote Sens.*, 23(16), 3123-3128.

Uslan E., Usta A., 2023. Trakya'nın Unutulmuş Depremi 1752 Havsa, Trakya Üniversiteler Birliği 7. Lisansüstü Öğrenci Kongresi 7-8 Aralık 2023 Edirne, Türkiye.

Uyeda S., Nagao T., Kamogawa M., 2009. Short-term earthquake prediction: current status of seismo-electromagnetics, *Tectonophysics*, 470(3-4), 205-213.

Zhang L., Jiang M., Jing F., 2022. Sea temperature variation associated with the 2021 Haiti Mw 7.2 earthquake and possible mechanism, *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 13(1), 2840-2863.

#### **ARAŞTIRMA VERİSİ (Research Data)**

AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı (*deprem verisi*), Meteoroloji Genel Müdürlüğü (*istasyon verileri*)

#### **ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (Conflict of Interest / Relationship)**

Araştırma kapsamında yer alan bilgiler; herhangi bir kişiye, kuruma, ekipmana çıkar sağlamayı veya kişisel/kurumsal menfaat kazandırmayı amaçlamamaktadır. Çalışma kapsamında herhangi bir çıkar çatışması/ilişkisi yoktur.

#### **YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (Author Contributions)**

- Veri derleme (*Compilation of data*): E.U.
- Verilerin analiz edilmesi (*Analysis of data*): E.U.
- Makale yazımı (*Writing*): E.U., E.U.U.
- Şekil hazırlanması (*Preparation of figures*): E.U.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): E.U.U.
- Düzenleme, Kontrol (*Editing and checking of manuscript*): E.U.U.