

KARADENİZ'İN YÜZEY SUYU SICAKLIĞI'NDAKİ YAKIN ZAMANLI ISINMA EĞİLİMLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA İLE ÇIKARIMI

Anıl Akpınar, Bettina A. Fach, Sinan Ş. Arkin, Temel Oğuz, Barış Salihoğlu

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü, 33731 Erdemli-Mersin, Türkiye

(anil@ims.metu.edu.tr)

ÖZET

Birçok çalışma, Karadeniz'de dahil olmak üzere, bütün dünyada Deniz Yüze Sıcaklıklarının (DYS) arttığını göstermektedir. DYS'lerin soğuk su oluşumu, karışım olayları ve Karadeniz'in genel akıntı sistemi üzerinde kritik bir rolü vardır. Dolayısıyla da ekosistemin işleyişi ve biojeokimyasal döngüler üzerinde de muhtemel etki oluşturmaktadır. Bu çalışmada, Karadeniz'in ısınma trendleri (eğilimleri) DYS verileri kullanılarak incelenmiştir. 1982-2012 zaman aralığı için günlük olarak DYS verileri (AVHRR Pathfinder v5.2, uydu gece geçişi) edinilmiş, düşük kaliteli pikseller analizden çıkarılmış ve son olarak günlük verilerin ortalamaları alınarak aylık veri setine çevrilmiştir. Karadeniz, uygulanan Ampirik Ortogonal Fonksiyon (EOF) analizi sonuçları kullanılarak dokuz farklı bölgeye ayrılmıştır. Doğrusal eğilimler (linear trends) ve deniz suyu sıcaklık anomalileri (DYSA) hem Karadeniz hem de alt bölgeleri için hesaplanmıştır.

DYS'nin Karadeniz'deki zamansal değişimi (1982-2012) pozitif bir trende sahip olup $0.078^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır. DYS'nin Karadeniz'in alt bölgelerinin trendleri de $0.078^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ değerine çok yakın değerler olarak bulunmuştur. Yalnızca Kafkasya Kıyısı ve Doğu Siklonik Girdap bölgeleri biraz daha fazla ısınma göstermiştir ve trendleri sırasıyla, $0.086^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ ve $0.083^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ olarak bulunmuştur. DYS standart sapmaları kullanılarak anomalilere 1°C 'lik eşik değeri konularak aşırı anomaliler belirlenmiştir. En fazla pozitif anomali 2001, 2010 ve 2012 yıllarında, en fazla negatif anomali ise 1985, 1987 ve 1993 yıllarında görülmüştür. 1998 öncesinde negatif DYSA'lar, 1998 sonrasında ise pozitif DYSA'lar ağırlıktadır. Bu analiz, 1982-1998 zaman aralığında negatif anomalilerin çoğunlukta, (1996'ya kadar azalan kış sıcaklıklarıyla), ve 1999-2012 zaman aralığında pozitif anomalilerin çoğunlukta olduğunu gösterdiği için 31-yıllık zaman serisi ikiye bölünmüştür. 1982-1998 zaman aralığı için ısınma trendi $0.066^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ ve 1999-2012 zaman aralığı için $0.120^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ olarak bulunmuştur. Tüm zaman aralığı için en kuvvetli ısınma yaz mevsiminde ($0.084^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) ve ilkbahar ($0.074^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) olarak görülmüştür. Bu durum kış sonu-bahar başı soğuk orta tabaka (CIL) oluşumları açısından önemlidir.

Karadeniz'in Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) ve Doğu-Atlantik Batı-Rusya (EA-WR), indeksleriyle olan ilişkisini değerlendirmek için, DYSA zaman serisine alçak geçiren filtre (low-pass filter) uygulanmış (12 aylık hareketli ortalama) ve bu indekslerle kıyaslanmıştır. DYSA NAO ile negatif korelasyon göstermiş, EA-WR indeksi ile ise, bir ay gecikmeli olarak negatif korelasyon göstermiş olup, EA-WR'nın Karadeniz DYS'si üzerindeki önemine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Karadeniz, deniz yüzey sıcaklığı, ısınma trendleri, DYS anomalileri, EOF analizi

RECENT WARMING TRENDS IN THE SEA SURFACE TEMPERATURE OF THE BLACK SEA AS INFERRED BY SATELLITE REMOTE SENSING,

Anil Akpınar, Bettina A. Fach, Sinan Ş. Arkin, Temel Oğuz, Barış Salihoğlu

Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University

(anil@ims.metu.edu.tr)

ABSTRACT

A large body of studies shows that sea surface temperatures (SST) have been increasing throughout the world, including in the Black Sea. SSTs play a critical role in the regulation of deep water formation, mixing processes and overall circulation in the Black Sea and therefore are likely to impact ecosystem functioning and biogeochemical processes. In this study warming trends in sea surface of the Black Sea were investigated using SST data. Daily images of night-time SST data (AVHRR Pathfinder v5.2) from 1982 to 2012 were obtained, low quality pixels were removed, and subsequently daily SST data were averaged into monthly data. The Black Sea was divided into nine regions following the results of an Empirical Orthogonal Functions (EOF) analysis. Linear trends and anomalies of SST (SSTA) were calculated for both the entire Black Sea and the sub-regions.

Temporal evolution of sea surface temperatures in the entire Black Sea shows a positive SST trend of $0.078^{\circ}\text{C}/\text{year}$ the whole period under investigation (1982-2012). Different regions of the Black Sea show SST trends close to the general trend of $0.078^{\circ}\text{C}/\text{year}$. Only the Caucasian Coast and Eastern Cyclonic Gyre have slightly higher warming trends with $0.086^{\circ}\text{C}/\text{year}$ and $0.083^{\circ}\text{C}/\text{year}$, respectively. A threshold for SST standard deviations of anomalies of 1.0°C was set to identify intense SSTA. Largest numbers of positive anomalies are observed in 2001, 2010 and 2012 and largest numbers of negative SST anomalies are observed in 1985, 1987 and 1993. Negative SSTA constitute the majority before 1998 and positive SSTA after 1998. As this analysis showed that 1982-1998 is dominated by negative anomalies with winter temperatures decreasing until 1996, and 1999-2012 is dominated by positive SST anomalies, the 31-year period was divided further into two periods showing SST warming trend for 1982-1998 of $0.066^{\circ}\text{C}/\text{year}$ and for 1999-2012 of $0.120^{\circ}\text{C}/\text{year}$. Overall, warming is strongest in summer ($0.084^{\circ}\text{C}/\text{year}$), followed by spring ($0.074^{\circ}\text{C}/\text{year}$). This is of importance as the late winter-early spring time is the time of CIL formation.

In order to assess the response of the Black Sea to teleconnection patterns of North Atlantic Oscillation (NAO) and East-Atlantic West-Russia (EA-WR) indices, SSTA time series was low-pass filtered (12 month moving average) and compared with the indices. SSTA is negatively correlated with NAO without time lag and even more negatively correlated to EA-WR, however with one month time lag, pointing to the importance of EA-WR influence on sea surface temperatures in the Black Sea.

Keywords: Black Sea, sea surface temperature, warming trends, sst anomalies, EOF