



Deniz Etkisi Artırılmış Kar Yağışının Meteorolojik Analizi 17-19 Şubat 2015 İstanbul Olayı^{1*}

Emrah Tuncay ÖZDEMİR^{1,2*} Omer YETEMEN²

¹ Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Atatürk Uluslararası Havalimanı Meteoroloji Ofisi, 34149, Yeşilköy, İstanbul, Türkiye  <https://orcid.org/0000-0003-4764-1625>

² Civil, Surveying and Environmental Engineering, The University of Newcastle, Callaghan, 2308, Australia.  <https://orcid.org/0000-0003-1593-3519>

Received date: 10.06.2019

Accepted date: 05.08.2019

Atf yapmak için: ÖZdemir, E.T. & Yetemen, O. (2019). Deniz Etkisi Artırılmış Kar Yağışının Meteorolojik Analizi 17-19 Şubat 2015 İstanbul Olayı. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(2), 115-121.

How to cite: ÖZdemir, E.T. & Yetemen, O. (2019). Meteorological Analysis of Lake Enhanced Snow in Istanbul, On February 17-19, 2015. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(2), 115-121.

Öz: 15 Şubat 2015 00:00 Universal Coordinated Time (UTC)'de 60°N enlemi üzerinde enlemlere paralel uzanan karasal arktik soğuk cephe; 30°E boylamı boyunca güneye doğru hızlı bir şekilde ilerlemiştir. Batı Karadeniz ve İstanbul üzerinden geçerek 17 Şubat 2015 00:00 UTC'de Marmara Denizi üzerine ulaşmıştır. Soğuk cephenin tamamen Batı Karadeniz üzerinden geçmesinden önce, deniz etkili kar yağışını meydana getiren şartlar oluşmaya başlamıştır. 17 Şubat'ta Atatürk Uluslararası Havalimanı'nda (AHL) aralıklarla etkili olmaya başlayan kar sağanağı 18 Şubat'ta etkisini artırarak rüyetinde 100 metreye düşmesine neden olmuştur. 19 Şubat'ta kısa süreliğine etkili olan kar sağanağı havalimanında 07:20 UTC'de tamamen sona ermiştir. Devlet Hava Meydanları İşletmesi verilerine göre AHL'de 18 Şubat günü için planlanan 81 adet uçak, 19 Şubat'ta ise 7 uçak başka meydanlara yönlendirilmiştir. İstanbul'da ölçülen 24 saatlik toplam kar kalınlıkları AHL'de 40 cm, Sarıyer Meteoroloji İstasyonu'nda 39 cm, Kartal 1. Bölge Müdürlüğü'nde 27 cm, Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı'nda 18 cm ve Kumköy Meteoroloji İstasyonu'nda 3 cm olarak ölçülmüştür. Bu çalışmanın amacı; 17-19 Şubat 2015 tarihlerinde İstanbul'da etkili olan deniz etkisi artırılmış kar yağışı (Lake Enhanced Snow) hadisesinin meteorolojik analizini yapmaktır. Çalışma kapsamında; AHL'ye ait Aviation Routine Weather Report (METAR) ve Aviation Selected Special Weather Report (SPECI) rasatları, Automated Weather Observing System (AWOS) verileri ve Birleşik Krallık Met Office'e ait yer kartı analiz ürünleri, Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) uydu görüntüleri, Skew-T Log-P diyagramları, uydu & radar görüntüleri, Marmara Denizi ve Karadeniz'de ölçülen deniz suyu sıcaklıkları analiz edilmiştir. 18 Şubat 2018 00:00 UTC'de yer seviyesindeki sıcaklık farkıyla Karadeniz deniz suyu sıcaklık farkı yaklaşık olarak 9°C ve Karadeniz deniz suyu sıcaklığı ile 850 hPa seviyesi arasındaki sıcaklık farkı da yaklaşık 19°C olarak analiz edilmiştir. Ayrıca, 71 m (1021 hPa), 4614 m (554 hPa) ve 5659 m (447 hPa)'da olmak üzere üç seviyede enverziyon (yükseklikle sıcaklığın artmaya başladığı seviye) tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Atatürk Uluslararası Havalimanı, deniz etkisi artırılmış kar yağışı, deniz suyu sıcaklığı, METAR, radar, SPECI.

Meteorological Analysis of Lake Enhanced Snow in Istanbul, On February 17-19, 2015

Abstract: On February 15, 2015 at 00:00 UTC, a continental arctic cold front at the 60°N latitude extending along the 30°E latitude moved rapidly towards south. Two days later, on February 17, it reached the Marmara Sea at 00:00 UTC by moving over the West Black Sea and Istanbul. Before the passing of cold front over West Black Sea, meteorological conditions to cause lake enhanced snow established. On February 17, snow shower started at the Ataturk International Airport (AIA) and became disruptive for aviation sporadically till its cessation. The next day, the visibility decreased 100 m due to snow storm. Finally, snow shower ceased at 07:20 UTC on February 19. There were 81 flights on February 18 and 7 flights on February 19 diverted to other airports because of snow shower. The daily snow depths were measured 40 cm at AIA, 39 cm at Sarıyer meteorology station, 27 cm at Kartal meteorology station, 18 cm at Sabiha Gokcen Airport, and 3 cm at Kumkoy meteorology station. The goal of this study to analyze meteorological conditions formed this lake enhance snow event prevailed between 17-19 February 2015. Therefore, we analyzed following products: Aviation Routine Weather Report (METAR) and Aviation Selected Special Weather Report (SPECI) observations for AIA, surface charts, MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) images, Skew-T Log-P diagrams, satellite and RADAR products and sea surface temperatures measured at the Marmara Sea and the Black Sea. At 00:00 UTC on 18 February 2018, the temperature difference between surface air temperature and the sea surface temperature (SST) of the Black Sea is about 9°C and 19°C for the difference between SST and the air temperature at 850-hPa. Inversion (an increase in air temperature by height in the atmosphere) is observed at three different levels, 71 m (1021 hPa), 4614 m (554 hPa), and 5659 m (447 hPa).

Keywords: Atatürk International Airport, METAR, radar, lake enhanced snow, sea water temperature, SPECI.

^{1*}Bu çalışma "Deniz Etkili Kar Yağışının Mezo ve Mikro Ölçekli Analizi" bildirisinin güncellenmiş ve gözden geçirilmiş halidir. Bildiri, II. Meteorologik Uzaktan Algılama Sempozyumu, 3-5 Kasım 2015, Antalya'da sunulmuş ve bildiriler kitabında basılmıştır (Özdemir vd., 2015)

GİRİŞ

İstanbul Türkiye'nin kuzeybatısında yer almaktadır. Kuzeyinde Karadeniz, güneyinde Marmara Denizi bulunmaktadır. Boğaziçi kenti ikiye ayırmakta olup; doğu bölümü Asya Kıtası'nda, batı bölümü de Avrupa Kıtası'nda yer almaktadır. Toplam yüzölçümü 5.461 km² olup, 2018 yılına ait nüfus bilgilerine göre 15.067.724 kişi yaşamaktadır (TÜİK, 2019). İstanbul Türkiye'nin en kalabalık şehridir. 15 Şubat 2015 00:00 Universal Coordinated Time (UTC)'de 60°N enlemi üzerinde enlemlere paralel uzanan karasal arktik soğuk cephe; 30°E boylamı boyunca güneye doğru hızlı bir şekilde ilerlemiştir. Sistemin hızı yaklaşık olarak 25 knottır. Batı Karadeniz ve İstanbul üzerinden geçerek 17 Şubat 2015 00:00 UTC'de Marmara Denizi üzerine ulaşmıştır. Soğuk cephenin tamamen Batı Karadeniz üzerinden geçmesinden önce, sistem deniz etkili kar yağışını meydana getiren şartları oluşturmaya başlamıştır. 17 Şubat'ta Atatürk Uluslararası Havalimanı (AHL)'de aralıklarla etkili olmaya başlayan kar sağanağı 18 Şubat'ta etkisini artırarak rüyetin 100 metreye düşmesine neden olmuştur (Şekil 1). 19 Şubat'ta kısa süreliğine etkili olan kar sağanağı havalimanında 07:20 UTC'de tamamen sona ermiştir. Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMİ) verilerine göre AHL'de 18 Şubat günü için planlanan 81 adet uçak, 19 Şubat'ta ise 7 uçak başka meydanlara yönlendirilmiştir. İstanbul'da ölçülen 24 saatlik toplam kar kalınlıkları AHL'de 40 cm, Sarıyer Meteoroloji İstasyonu'nda 39 cm, Kartal 1. Bölge Müdürlüğü'nde 27 cm, Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı'nda 18 cm ve Kumköy Meteoroloji İstasyonu'nda 3 cm olarak ölçülmüştür (MGM, 2019).



Şekil 1. AHL'ye ait 18 Şubat 2015 tarihindeki kar yağışı a) Hafif kar yağışı b) Etkili kar yağışı (foto: E. T. Özdemir)

Deniz etkili kar yağışının oluşum mekanizmasıyla göl etkili kar yağışının oluşum mekanizması aynıdır. Soğuk hava kütlelerinin, görece sıcak olan büyük su kütleleri üzerinden uzun mesafeler kat ederek geçmesi, soğuk hava kütlelerinin alttan ısınması ve su buharı kazanmasından dolayı; soğuk hava kütlelerinin kararsız hale geçmesi sonucu çoğunlukla kümülüform tipi bulutların oluşturduğu kar bantları meydana gelir. Rüzgarın etkisiyle su kütleleri üzerindeki bu kar bantlarının kara parçaları üzerinde yükselmesi sonucunda konvektivite artacak ve oluşan kar yağışı da şiddetini artıracaktır (Peace & Sykes, 1966; Braham, 1983; Niziol & Waldstreicher, 1995). Deniz etkili

kar yağışlarının cephe sistemleri veya troflarla birlikte olduğu durumlardaki kar yağışlarına ise deniz etkisi artırılmış kar yağışı (Lake Enhanced Snow) denilmektedir. Cephe sistemleri veya troflarla birlikte olan deniz etkili kar yağışlarında, deniz etkili kar yağışlarının etkisi artmaktadır (Tardy, 2000). Bu çalışmada deniz etkili kar yağışları cephe sistemleri ile birlikte olduğu için çalışmanın başlığında "Deniz Etkisi Artırılmış Kar Yağışı" kullanılmıştır.

Laird vd., (2009)'da ABD'de bulunan Champlain Gölü üzerinde deniz etkili kar yağışını araştırmışlardır. Araştırma 1997 yılı ile 2006 yılı arasındaki dokuz yıllık periyodu kapsamaktadır. Göl suyu sıcaklığı ile hava sıcaklığı arasındaki fark, ortalama olarak 14.4°C'dir. Yaklaşık olarak % 86'sında bu fark > 10°C'dir. Göl suyu sıcaklığı ile 850 hPa seviyesi arasındaki sıcaklık farkı ise 18.2°C'dir.

Uluslararası alanda deniz etkili kar yağışı ve deniz etkisi artırılmış kar yağışıyla ilgili birçok çalışma bulunmaktadır (Skerritt vd., 2002; Schultz vd., 2004; Payer vd., 2007; Crosman & Horel, 2009; Özdemir vd., 2015; Campbell vd., 2018; Duan vd., 2019; West vd., 2019; Sledd & L'Ecuyer, 2019).

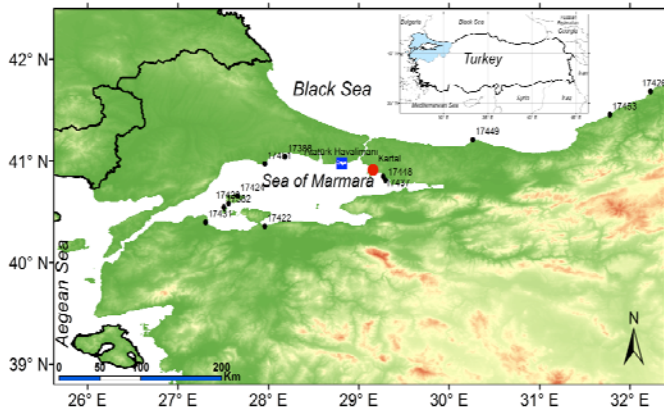
Bu çalışmanın amacı; 17-19 Şubat 2015 tarihlerinde İstanbul'da etkili olan deniz etkisi artırılmış kar yağışı hadisesinin meteorolojik analizini yapmaktır. Bu çalışmanın önemi, Türkiye'de ilk defa direkt olarak ölçülen deniz suyu sıcaklıklarının deniz etkisi artırılmış kar yağışı analizinde kullanılmasıdır. Ayrıca analizlerde uydu, radar, yüksek atmosfer verileri ve dakikalık AHL meteoroloji verileri aynı anda kullanılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Çalışma alanı olarak Marmara Bölgesi ve Batı Karadeniz seçilmiştir. Deniz etkisi artırılmış kar yağışından nüfus yoğunluğunun fazla olması nedeniyle en fazla İstanbul etkilenmektedir. Bundan dolayı, Türkiye'nin en kalabalık şehri olan İstanbul üzerinde odaklanılmıştır. Ayrıca Türkiye'de en fazla yolcu kapasitesine sahip olan AHL üzerinde yoğunlaşmıştır (Şekil 2). 2018 verilerine göre AHL için gelen ve giden toplam yolcu sayısı 68,346,784 kişidir (Özdemir, in press).

Çalışma kapsamında; AHL'ye ait Aviation Routine Weather Report (METAR) ve Aviation Selected Special Weather Report (SPECI) rasatları, Automated Weather Observing System (AWOS) verileri ve Birleşik Krallık Met Office'e ait yer kartı analiz ürünleri, Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) uydu görüntüleri, Skew-T Log-P diyagramı, uydu (airmass Red Green Blue (RGB) görüntüleri) ve radar görüntüleri (İstanbul radarına ait), Marmara Denizi ve Karadeniz'de ölçülen deniz suyu sıcaklıkları analiz edilmiştir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'den elde edilen İstanbul Radarı (41°20'28" N 28°21'24" E, rakım: 378 m, kule: 41 m, AHL'ye uzaklığı ~56 km, C - band Doppler Radarı)'na ait ürünler mezo ölçek (yatay ölçeği bir kaç km ile bir kaç yüz km arasında değişen meteorolojik olayları ifade eder, gök gürültülü fırtınalar, kara ve deniz meltemleri gibi) analizinde kullanılmıştır. Şekil 2'de AHL, Kartal (İstanbul ravinsonde istasyonu) ve deniz suyu ölçüm istasyonlarının konumları gösterilmiştir.

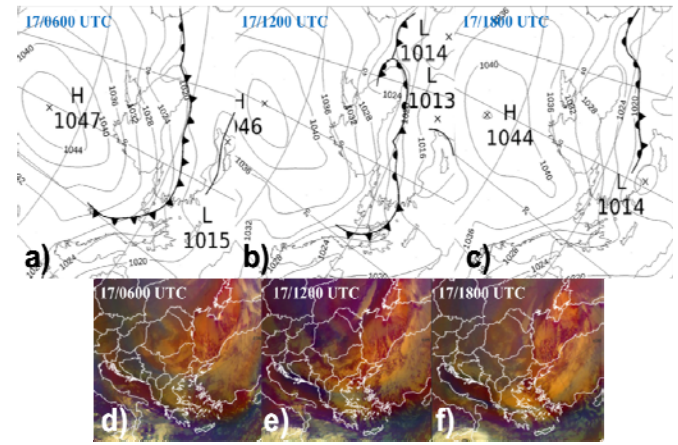


Şekil 2. AHL, Kartal (İstanbul Ravinsonde İstasyonu) ve deniz suyu ölçüm istasyonlarının konumları.

DATA ANALİZ

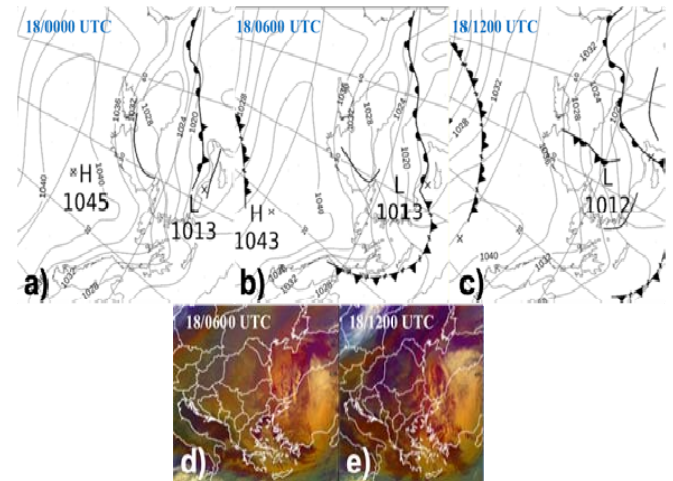
Sinoptik Durum: Makro ölçekli (yatay ölçeği binlerce km mesafede meydana gelen meteorolojik olayları ifade eder, sıcak ve soğuk cephe gibi) sinoptik durum için wetter3 internet sayfasından sağlanan Met Office'e ait sinoptik haritalar değerlendirilmiştir (Wetter3, 2019; Metoffice, 2019). 15 Şubat 2015 00:00 UTC'de 60°N ile 15°E – 45°E koordinatlarında karasal arktik soğuk cephe bulunmaktadır. Bu cephe 30°E boyunca güneye doğru hızlı bir şekilde ilerleyerek Batı Karadeniz üzerinden ve İstanbul üzerinden geçerek Marmara Denizi üzerine ulaşmıştır (harita olarak gösterilmemiştir). Cephenin yaklaşık hızı 25 knottır. Soğuk cephenin tamamen Batı Karadeniz üzerinden geçmesinden önce, deniz etkili kar yağışını oluşturan şartlar gelişmeye başlamıştır. Cephesel sisteme bağlı trofun geçişi esnasında, cephe gerisinde bulunan soğuk hava, sıcak deniz suyu tarafından ısıtılmaya başlanmıştır. Sistemin kararsızlığı artmıştır.

Şekil 3'de 17 Şubat 2015 tarihine ait 06:00 UTC (Şekil 3a), 12:00 UTC (Şekil 3b), 18:00 UTC (Şekil 3c) yer kartları ve 06:00 UTC (Şekil 3d), 12:00 UTC (Şekil 3e), 18:00 UTC (Şekil 3f) airmass RGB görüntüleri gösterilmiştir (Eumetrain, 2019). Sibiryaya yüksek basıncının isobar akışları 30° doğu boylamına yaklaşık olarak 45 derecelik bir açıyla batı ve orta Karadeniz üzerinden Marmara Bölgesi'ne doğru akmaktadır. Airmass RGB görüntülerinde Karadeniz'in batı ve orta bölümlerinde bulut bantları görülmektedir (Şekil 3d-f).



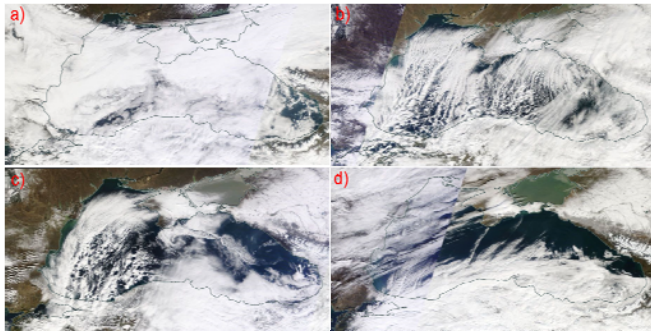
Şekil 3. 17 Şubat 2015 a) 06:00 UTC, b) 12:00 UTC, c) 18:00 UTC yer kartları ve, d) 06:00 UTC, e) 12:00 UTC, f) 18:00 UTC airmass RGB görüntüleri.

Marmara Bölgesi üzerinde 18 Şubat 2015 günü devam eden kuzeydoğulu akışlar İstanbul ve çevresinde kar sağanağı şiddetini artırmıştır (Şekil 4a-c). 19 Şubat 2015 günü 12:00 UTC'de sistem İstanbul ve çevresinde aktivitesini kaybetmiştir. İstanbul ve çevresinde 17-19 Şubat 2015 tarihlerinde cephesel sistemin hızlı hareketine istinaden 500 hPa seviyesinde sıcaklık değeri -40°C olan izoterm değerine sahip soğuk hava da bu cephesel sisteme bağlı olarak hareket etmiştir (harita olarak gösterilmemiştir). Şekil 4d ve Şekil 4e'de Batı Karadeniz üzerinde bulut bantları görülmektedir.



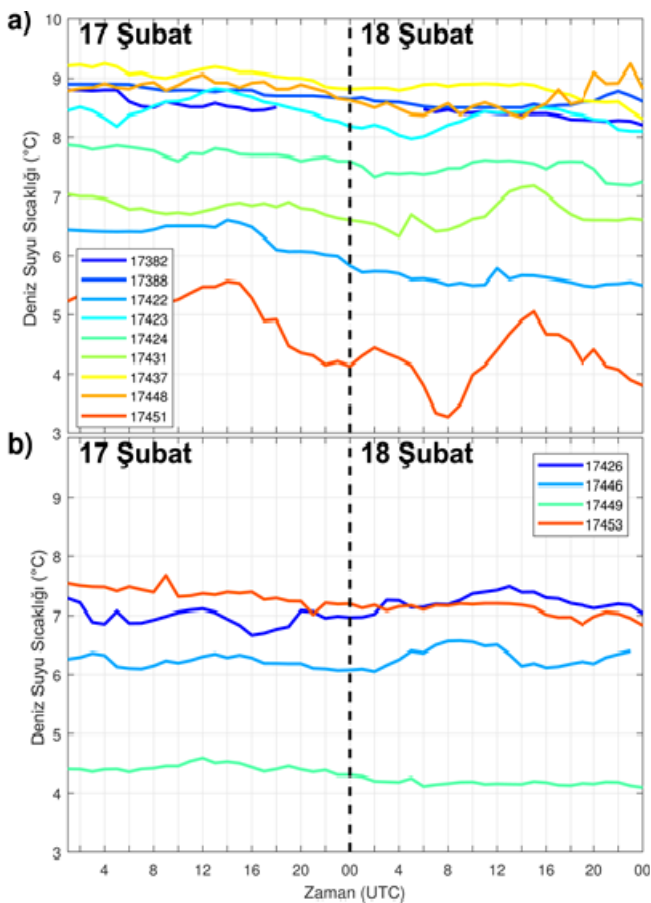
Şekil 4. 18 Şubat 2015 a) 00:00 UTC, b) 06:00 UTC, c) 12:00 UTC yer kartları ve, d) 06:00 UTC, e) 12:00 UTC airmass RGB görüntüleri.

MODIS Uydu Görüntüsü : Birleştirilmiş MODIS uydu görüntülerinde 16 Şubat 2015 günü Karadeniz'de normal bulutluluk görülmekte olup (Şekil 5a), 17 Şubat ve 18 Şubat günleri deniz etkisinden meydana gelen bulut bantları sırasıyla Şekil 5b ve Şekil 5c'de görülmektedir. 19 Şubat günü deniz etkisi etkinliğini kaybetmeye başlamış ve deniz etkisinden meydana gelen bulutlulukta azalma eğilimine girmiştir (Şekil 5d) (NASA, 2019).



Şekil 5. a) 16 Şubat 2015, b) 17 Şubat 2015, c) 18 Şubat 2015, d) 19 Şubat 2015 MODIS uydu görüntüleri.

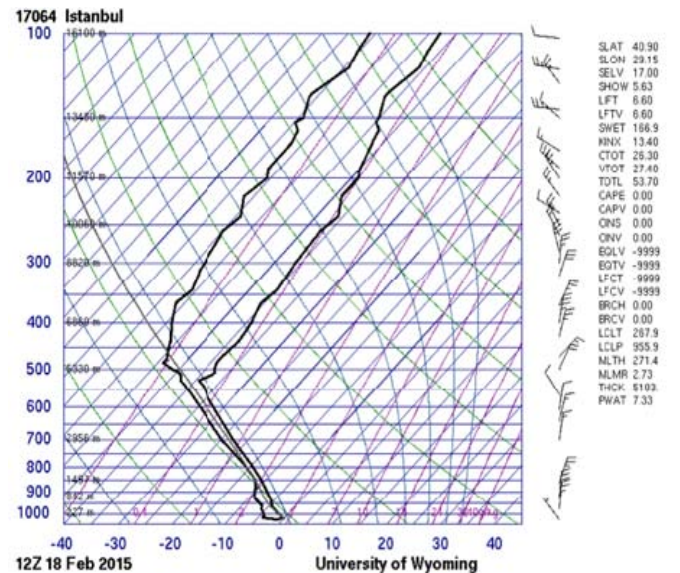
Marmara Denizi ve Karadeniz Deniz Suyu Sıcaklıkları: MGM'den elde edilen Marmara Denizi'nde ve Karadeniz'de bulunan deniz suyu ölçüm istasyonlarının dakikalık verilerinin saatlik ortalamaları alınarak değerlendirme yapılmıştır. Karadeniz'de 17 Şubat 2015 tarihinde üç istasyondan elde edilen deniz suyu sıcaklığı ortalaması 6.8°C 'dir (Şekil 6a). Marmara Denizi'nde ise ortalama 7.9°C 'dir (Şekil 6b). 18 Şubat 2015 tarihinde Karadeniz'de bulunan deniz suyu ölçüm istasyonlarından elde edilen deniz suyu sıcaklığı ortalaması 6.9°C 'dir (Şekil 6a). Marmara Denizi'nde ise ortalama 7.6°C 'dir (Şekil 6b).



Şekil 6. a) 17 ve 18 Şubat 2015 tarihlerine ait Karadeniz deniz suyu sıcaklıkları b) 17 Şubat ve 18 Şubat 2015 tarihlerine ait Marmara Denizi deniz suyu sıcaklıkları.

Kartal (İstanbul Ravinsonde İstasyonu) Skew-T Log-P Diyagramı: Wyoming Üniversitesi'nden (University of Wyoming, 2019) elde edilen Kartal'a ait üst atmosfer verilerine göre 17 Şubat 2015 12:00 UTC'de yer seviyesinde sıcaklık 1°C , 850 hPa seviyesinde -10.1°C , 500 hPa seviyesinde -27.7°C 'dir. Daha alt seviye olan 592 hPa'da sıcaklık daha düşük olup -30.9°C 'dir. 6282 m ile 7422 m arasında maksimum değeri 62 knot olan jet 285° den esmektedir. 227 m (1000 hPa) ile 3050 m (692 hPa) arasında nispi nem değeri %70 ve üzerindedir (diyagram gösterilmemiştir).

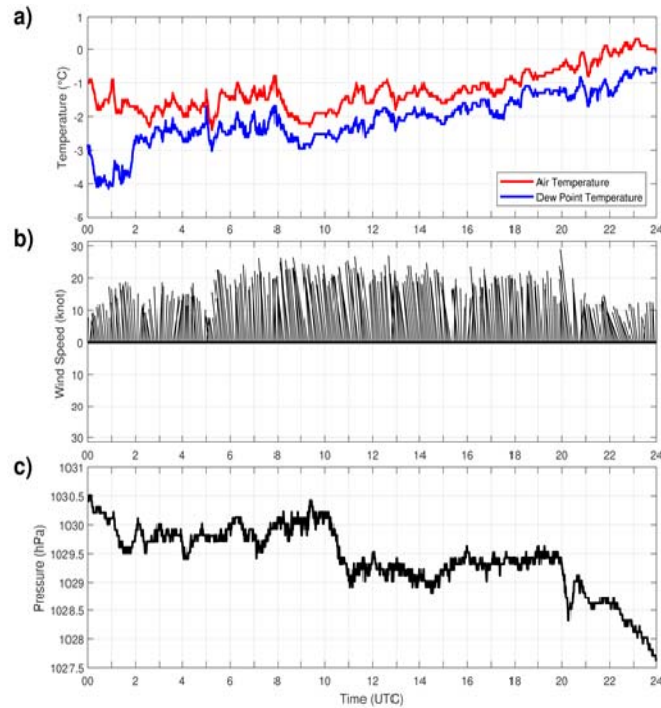
18 Şubat 2015 12:00 UTC'de yer seviyesinde sıcaklık -0.9°C , 850 hPa seviyesinde -10.7°C , 500 hPa seviyesinde -38.1°C 'dir. Daha alt seviye olan 527 hPa'da sıcaklık daha düşük olup -39.3°C 'dir. Yer seviyesi ile 4968 m (527 hPa) arasında nispi nem değeri %70 ve üzerindedir (Şekil 7).



Şekil 7. 18 Şubat 2015 12:00 UTC İstanbul Skew-T Log-P diyagramı.

METAR ve SPECI Rasatları: Mikro ölçek (yatay ölçeği iki km veya daha az olan meteorolojik olayları ifade eder, dust devil-toz şeytanı gibi) analizinde AHL'nin hazırlamış olduğu METAR ve SPECI rasatları kullanılmıştır. AHL'de 16 Şubat 2015 tarihinde 08:50 UTC'de başlayan hafif şiddetli yağmur sağanağı (sıcaklık 7°C) aralıklarla devam etmiş ve 22:50 UTC'de hafif şiddetli yağmurla karışık kar sağanağına dönüşmüştür (sıcaklık 4°C). 17 Şubat günü aralıklarla devam eden karla karışık yağmur sağanağı 06:00 UTC'de hafif kar sağanağı yağışına dönüşmüştür. Zaman zaman etkisini artıran kar sağanağı 16:39 UTC'de rüyetin 400 m olmasına neden olmuştur. 18 Şubat günü kar sağanağı etkisini artırarak 09:20 UTC ve 12:50 UTC'de rüyetin 100 metreye düşmesine neden olmuştur. En etkili kar sağanağı yağışı 18 Şubat günü gerçekleşmiştir. Ayrıca; 18 Şubat günü 21:20 UTC ile 22:20 UTC arasında gök gürültülü kar

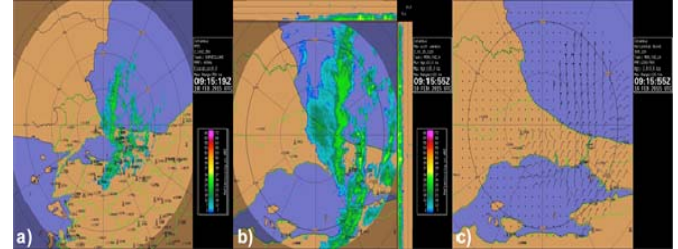
sağanağı hadisesi de meydana gelmiştir. 18 Şubat günü sıcaklık yaklaşık olarak -2°C ile 0°C arasında değişmiştir (Şekil 8a). Aynı gün rüzgar 360 derece ile 030 dereceler arasından yaklaşık olarak 8 knot ile 30 knot arasındaki rüzgar şiddetlerinde esmiştir (Şekil 8b). Gün içinde basınçtaki değişimde Şekil 8c'de gösterilmiştir. 19 Şubat'ta kısa süreliğine etkili olan kar sağanağı havalimanında 07:20 UTC'de tamamen sona ermiştir.



Şekil 8. AHL'nin 18 Şubat 2015 günü AWOS'a ait dakikalık değerler a) sıcaklık ve çiy noktası sıcaklığı (temperature, $^{\circ}\text{C}$) b) rüzgar hızı (wind speed, knots) c) basınç (pressure, hPa).

Radar Görüntüleri: Görüş mesafesi değerlerinin uzun süre (08:50 UTC – 10:20 UTC) en düşük olduğu 18 Şubat 2015 günü için mezo ölçekte analiz yapılmıştır. Mezo ölçek analizinde İstanbul radarına ait ürünler kullanılmıştır. Görüş mesafesinin AHL'de 100 m olduğu zamana en yakın olan 09:15 UTC için Plan Position Indicator (PPI; Kutupsal koordinatlarda sabit bir yükseklik ve istenilen azimut açısında belirli bir mesafeye kadar eko sinyallerinin şiddetlerinin ekranda görüntülenmesi) ve Maximum Display (MAX; bulut yüksekliği ve bulut içerisindeki çekirdeklerin yoğunluğu hakkında bilgi verir) radar ürünlerinde

Karadeniz'den gelen bulut bantlarının etkilediği alanlar görülmektedir (Şekil 9a,b). 2.5 km ile 3.5 km arasındaki yatay rüzgar radar ürününde rüzgar akışlarının kuzeyli olduğu görülmektedir. AHL'de bu seviyede rüzgar 10 knottır (Şekil 9c).



Şekil 9. 18 Şubat 2015 09:15 UTC'ye ait radar ürünleri a) PPI, b) MAX ve c) yatay rüzgar hızı (3 km'de).

SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu çalışma 17–19 Şubat 2015 tarihlerinde İstanbul'da etkili olan deniz etkisi artırılmış kar yağışı hadisesinin, gelişim aşamalarını makro, mezo ve mikro ölçekte analizini yapmayı amaçlamıştır. İstanbul'da ölçülen 24 saatlik toplam kar kalınlıkları AHL'de 40 cm, Sarıyer Meteoroloji İstasyonu'nda 39 cm, Kartal 1. Bölge Müdürlüğü'nde 27 cm, Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı'nda 18 cm ve Kumköy Meteoroloji İstasyonu'nda 3 cm olarak ölçülmüştür. Bulut bantlarının izlediği yola bağlı olarak kar kalınlıkları değişmektedir. Bulut bantlarının arasında kalan alanlarda yağış az olmuştur.

Sonuçlar tablo olarak verilmiştir (Tablo 1a, Tablo 1b). Her iki tabloya baktığımızda; 18 Şubat 2018 00:00 UTC'de yer seviyesinde sıcaklık yaklaşık olarak -2°C ve Karadeniz'de deniz suyu ortalama sıcaklık değeri de yaklaşık 7°C 'dir. Aradaki fark 9°C 'dir. Aynı şekilde yer sıcaklığıyla 850 hPa seviyesi arasındaki sıcaklık farkı da yaklaşık olarak 10°C 'dir. Deniz suyu sıcaklığı ile 850 hPa seviyesi arasındaki sıcaklık farkı da yaklaşık 19°C 'dir. Laird vd., (2009)'da Champlain Gölü için buldukları sonuçlara benzer sonuçlar elde edilmiştir. 71 m (1021 hPa), 4614 m (554 hPa) ve 5659 m (447 hPa)'da olmak üzere üç seviyede enverziyon (yükseklikle sıcaklığın artmaya başladığı seviye) bulunmaktadır.

Tablo 1a. Sonuçlar.

Zaman (UTC)	Yer Bilgileri yön/sid/sıc/bas ($^{\circ}/\text{kn}/^{\circ}\text{C}/\text{hPa}$)	850 hPa yön/sid/sıc/yük ($^{\circ}/\text{kn}/^{\circ}\text{C}/\text{m}$)	700 hPa yön/sid/sıc/yük ($^{\circ}/\text{kn}/^{\circ}\text{C}/\text{m}$)	500hPa yön/sid/sıc/yük ($^{\circ}/\text{kn}/^{\circ}\text{C}/\text{m}$)	500 hPa'dan Soğuk Alt Tab. yük/sıc (hPa/m/ $^{\circ}\text{C}$)	İlk Enverziyon bas/yük (hPa/m)
17/02 00:00	010/08 /2.6/ 1024	010/12/-7.5/1498	310/17/-17.1/2982	310/25/-28.3/5460	-	700/2982
17/02 12:00	330/05/1.0/1026	350/18/-10.1/1504	360/18/-21.7/2965	290/47/-27.7/5390	592/4180/-30.9	1018/81
18/02 00:00	330/04/-1.9/1028	030/19/-12.3/1498	360/22/-23.5/2949	360/33/-34.5/5330	558/4564/-35.5	1021/71
18/02 12:00	320/05/ -0.9/1027	020/26/-10.7/1497	010/17/-22.7/2956	030/21/-38.1/5330	527/4968/-39.3	1018/86

Tablo 1b. Sonuçlar.

Zaman (UTC)	İkinci Enverziyon bas/yük (hPa/m)	Üçüncü Enverziyon bas/yük (hPa/m)	Karadeniz Marmara Deniz Suyu Sic. (°C)	AHL yön/şid/sic/bas (°/kn/°C/hPa)	Radar Yatay Rüzgar AHL (h:2 km) yön/şid (°/kn)
17/02 00:00	251/10095	-	6.8/7.9	030/12/03/1027	330/10
17/02 12:00	998/243	577/4362	6.8/7.9	020/08/00/1029	020/20
18/02 00:00	554/4614	447/5659	6.9/7.6	330/11/-02/1030	360/20
18/02 12:00	507/5234	470/5754	6.9/7.6	340/24/-02/1028	360/25

AHL ve radara ait yatay rüzgâr değerleri için tam saate en yakın olan değerler kullanılmıştır.

500 hPa standart basınç seviyesinin sıcaklık değerinden daha soğuk olan sıcaklıkların bu seviyenin altında bulunması tahminlerde göz önünde bulundurulmalıdır. Kar yağışıyla birlikte görülen gök gürültüsü yer seviyesiyle üst seviyedeki sıcaklıklar arasındaki farkın yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. 18 Şubat günü AHL meydana gelen gök gürültülü kar sağanağı hadisesinin meydana geldiği zamana yakın meteorolojik değerlere baktığımızda yer ile üst atmosfer arasında sıcaklık farkının yaklaşık 40 dereceyi geçtiğini rahatlıkla söyleyebiliriz (Tablo1a ve 1b).

Türkiye’de deniz etkili kar yağışı ve deniz etkisi artırılmış kar yağışıyla ilgili daha önceden yapılmış literatüre geçen bilimsel çalışma olmadığından bu bölge için karşılaştırma yapılamamıştır.

İleride yapılacak çalışmalarda İstanbul’u etkileyen deniz etkili kar yağışları ve deniz etkisi artırılmış kar yağışlarıyla ilgili klimatolojik çalışma yapılarak, formülüz edilmesi planlanmaktadır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, verilerin elde edilmesindeki desteklerinden dolayı MGM’ye, yardımlarından dolayı Ali Deniz ve Fatma Buran’a teşekkür ederler. E. Tuncay Özdemir, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiştir. Ayrıca yazarlar makalenin ilerlemesindeki katkılarından dolayı editor ve iki hakeme teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- Braham Jr, R.R. (1983).** The midwest snow storm of 8-11 December 1977. *Monthly Weather Review*, **111**(2), 253-272.
- Campbell, L.S., Steenburgh, W.J., Yamada, Y., Kawashima, M. & Fujiyoshi, Y. (2018).** Influences of Orography and Coastal Geometry on a Transverse-Mode Sea-Effect Snowstorm over Hokkaido Island, Japan. *Monthly Weather Review*, **146**(7), 2201-2220.
- Crosman, E.T. & Horel, J.D. (2009).** MODIS-derived surface temperature of the Great Salt Lake. *Remote Sensing of Environment*, **113**(1), 73-81.

- Duan, L., Cao, L., & Caldeira, K. (2019).** Estimating Contributions of Sea Ice and Land Snow to Climate Feedback. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, **124**(1), 199-208.
- Eumetrain, (2019).** <http://eumetrain.org/>, erişim tarihi 10 Ocak 2019.
- Laird, N.F., Desrochers, J. & Payer, M. (2009).** Climatology of lake-effect precipitation events over Lake Champlain. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, **48**(2), 232-250.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), (2019).** <https://www.mgm.gov.tr/>, erişim tarihi 10 Ocak 2019.
- Metoffice, (2019).** <https://www.metoffice.gov.uk/>, erişim tarihi 10 Ocak 2019.
- NASA, (2019).** <https://earthdata.nasa.gov/>, erişim tarihi 10 Ocak 2019.
- Niziol, T.A., Snyder, W.R. & Waldstreicher, J.S. (1995).** Winter weather forecasting throughout the eastern United States. Part IV: Lake effect snow. *Weather and Forecasting*, **10**(1), 61-77.
- Özdemir, E.T., Buran, F. & Deniz, A. (2015).** Deniz etkili kar yağışının mezo ve mikro ölçekli analizi. *II. Meteorolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu*, 3-5 Kasım 2015, Antalya, 231-247.
- Özdemir, E.T. (in press).** Investigation of the Meteorological Aerodrome Warnings of the Atatürk International Airport Meteorology Office. *Technical Soaring*.
- Payer, M., Desrochers, J. & Laird, N.F. (2007).** A lake-effect snowband over Lake Champlain. *Monthly Weather Review*, **135**(11), 3895-3900.
- Peace Jr, R.L., & Sykes Jr, R.B. (1966).** Mesoscale study of a lake effect snow storm. *Monthly Weather Review*, **94**(8), 495-507.
- Schultz, D.M., Arndt, D.S., Stensrud, D.J. & Hanna, J. W. (2004).** Snowbands during the cold-air outbreak of 23 January 2003. *Monthly weather review*, **132**(3), 827-842.
- Skerritt, D.A., Przybylinski, R. W. & Wolf, R.A. (2002).** A Study of the 6 December 1995 Midwest Snow Event: Synoptic and Mesoscale Aspects. *National Weather Digest*, **26**(3/4), 52-62.
- Sledd, A., & L’Ecuyer, T. (2019).** How much do clouds mask the impacts of arctic sea ice and snow cover

variations? Different perspectives from observations and reanalyses. *Atmosphere*, **10**(1), 12.

Tardy, A. (2000). Lake-effect and lake-enhanced snow in the Champlain Valley of Vermont. Tech. Memo. 2000-05, NWS Eastern Region, 27 pp.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (2019). <http://www.tuik.gov.tr/Start.do>, erişim tarihi 3 Ağustos 2019.

University of Wyoming, (2019). <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>, erişim tarihi 10 Ocak 2019.

West, T. K., Steenburgh, W. J., & Mace, G. G. (2019). Characteristics of sea-effect clouds and precipitation over the sea of Japan Region as observed by A-Train Satellites. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, **124**(3), 1322-1335.

Weisman, R. A. (1996). The Fargo snowstorm of 6-8 January 1989. *Weather and forecasting*, **11**(2), 198-215.

Wetter3.de, (2019). http://www1.wetter3.de/index_en.html, erişim tarihi 10 Ocak 2019.

***Corresponding author's:**

Emrah Tuncay ÖZDEMİR

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Atatürk Havalimanı Meteoroloji Ofisi, 34149, Yeşilköy, İstanbul, Türkiye.

E-mail: etozdemir@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4764-1625>