

Batman İli için Sis ve Görüş Mesafesi Analizi

Bayram DENİZ¹, Veli YAVUZ^{2*}

^{1,2}Samsun Üniversitesi, Özdemir Bayraktar Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 55500, Samsun

¹<https://orcid.org/0009-0005-7072-3823>

²<https://orcid.org/0000-0002-8873-3756>

*Sorumlu yazar: veli.yavuz@samsun.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 02.07.2023

Kabul tarihi: 18.12.2023

Online Yayınlanma: 11.03.2024

Anahtar Kelimeler:

Sis hadisesi

Görüş mesafesi

FOGSI

Batman

Kritik başarı indeksi

ÖZ

Sis, canlıların yaşamını etkileyen ve olumsuz sonuçlara neden olabilen meteorolojik hadiselerden biridir. Görüş mesafesini azaltması sebebiyle başta havacılık sektörü olmak üzere kara ve deniz ulaşımlarında da kaza ve kırımlara yol açmaktadır. Bu çalışmada, Batman ilinde sis hadisesinin 2013-2022 yılları arası için detaylı analizi gerçekleştirilmiştir. Sisli zamanların tespit edilmesi ve yer seviyesi meteorolojik parametrelerin temini için Batman Havalimanı tarafından yayınlanan havacılık rasatları kullanılmıştır. Periyot kapsamında toplamda 625 gün sisli olarak tespit edilmiş, yıllık ortalama sisli gün sayısı ise 56,8 gün olmuştur. Batman Havalimanı tarafından yayınlanan Meydan Rutin Hava Raporu (METAR) analizlerinde en çok parçalı sis (BCFG) hadisesinin meydana geldiği tespit edilmiştir. Sisli zamanlarda sıcaklık (T) ve çiy noktası sıcaklık (Td) değerleri birbirine yakın seyretmiş ve bağıl nem değerleri sisli zamanlarda oldukça yüksek değerler almıştır. Fog Stability Index (FOGSI) analiz sonuçlarına göre sis tahmini için Batman ilinde en iyi eşik değer aralığı literatürde yer alan eşik değerden farklı olarak “25” olarak hesaplanmıştır. FOGSI için en uygun eşik değer belirlenmesi için istatistiksel başarı testi olan Critical Success Index (CSI) kullanılarak bu değer tespit edilmiştir. Sonuç olarak, sis hadisesinin ve görüş mesafesinin FOGSI ile tahmin edilebilirliğini ortaya koymak için Batman ili dahilinde eşik değer modifikasyonu gerçekleştirilerek bu hadisenin tahmini için yeni bir eşik değer tespit edilmiştir.

Fog and Visibility Analysis for Batman Province

Research Article

Article History:

Received: 02.07.2023

Accepted: 18.12.2023

Published online: 11.03.2024

Keywords:

Fog events

Visibility

FOGSI

Batman

Critical success index

ABSTRACT

Fog is one of the meteorological phenomena that affects the lives of living beings and can lead to adverse consequences. Due to its ability to reduce visibility, it causes accidents and disruptions in land and sea transportation, especially in the aviation sector. In this study, a detailed analysis of the fog phenomenon in the Batman province was conducted for the years 2013-2022. Aviation observations published by Batman Airport were used to identify foggy periods and obtain ground-level meteorological parameters. Within the study period, a total of 625 days were identified as foggy, with an average of 56.8 foggy days per year. The analysis of Routine Meteorological Reports (METAR) published by Batman Airport revealed that the most common type of fog event was patchy fog (BCFG). During foggy periods, temperature (T) and dew point temperature (Td) values were close to each other, and relative humidity values were quite high. According to the Fog Stability Index (FOGSI) analysis results, the optimal threshold range for fog prediction in Batman

was calculated as "25," which differs from the threshold value found in the literature. The Critical Success Index (CSI), a statistical performance test, was used to determine the most suitable threshold value for FOGSI. As a result, a threshold value modification was performed within the Batman province to demonstrate the predictability of the fog event and visibility using FOGSI. A new threshold value was identified for the prediction of this phenomenon.

To Cite: Deniz B., Yavuz V. Batman İli için Sis ve Görüş Mesafesi Analizi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2024; 7(2): 767-781.

1. Giriş

Sis, atmosferdeki su buharının soğuyarak küçük su damlacıklarına ya da buz kristallerine dönüşmesi sonucu oluşan bir meteorolojik fenomendir (Özdemir ve ark., 2016). Başta sis hadisesi olmak üzere, yağmur, kar, toz ve kum fırtınaları gibi meteorolojik olaylar özellikle yatay görüş mesafesinin düşmesine sebep olduğu için önem arz etmektedir. Başta havacılık sektörü olmak üzere, kara ulaşımında ve deniz ulaşımında görüş mesafesinin azalması sonucu kaza ve kırımlar meydana gelebilmektedir. Bunların yanı sıra, tarım (Baguskas ve ark., 2018), turizm (Gaceu, 2009) ve sağlık sektörleri de (Li ve ark., 2017) bu hadiseden etkilenebilmektedir.

Türkiye’de sis hadisesinin oluşum mekanizması, meydana geldiği atmosferik şartlar, klimatolojisi ve etkileri ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır (Özdemir ve ark., 2016; Özdemir ve ark., 2018; Baltacı ve ark., 2022). Akbayır ve ark. (2018), Türkiye’de bulunan askeri, sivil ve eğitim amaçlı olarak kullanılan 67 havalimanında meydana gelen sis hadiselerinin zamansal dağılımını incelemiştir. Çalışmada, farklı havalimanlarına ait veriler kullanılarak en çok sisin Ocak ayında görüldüğü ve bu ayı Şubat ayının takip ettiği belirlenmiştir. Sis olaylarının genellikle yer yüzeyinin soğumaya başladığı saatlerden güneşin doğuşuna kadar olan süre içinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. En az sis olaylarının ise güneşin doğuşu ile başlayıp batması ile son bulan saat diliminde gerçekleştiği görülmüştür. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ise sis hadiselerinin nadiren gözlemlendiği saptanmıştır.

Aktaş ve Erkuş (2009), Eskişehir ili için sis hadisesinin yoğun olarak görüldüğü aylar ve belirli saat aralıklarındaki verileri kullanarak lojistik regresyon analizi yapmıştır. Analiz sonucunda, sis oluşumunu etkileyen değişkenlerin sıcaklık, nem, basınç, havanın kapalılık durumu ve rüzgar şiddeti olduğu belirlenmiştir. Elde edilen lojistik regresyon denklemi doğru sınıflandırma oranı %93 olan bir model oluşturmuştur. Sis oluşumunda havanın kapalılık durumu, nem ve basınç faktörlerinin en etkili olduğu, rüzgar hızı ve sıcaklığın ise sisin dağılmasında etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bu tahminlerin özellikle hava alanlarında uçuş planlaması ve emniyetli uçuşlar için önemli bir rol oynayabileceği vurgulanmıştır.

Avşar (2015) İzmir Adnan Menderes Havalimanı’nda 2004-2014 dönemini kapsayan 10 yıllık periyotta pist görüşünün 1500 metre altında olduğu sisli rasatları Meydan Rutin Hava Raporu (Meteorological Aerodrome Report - METAR) ve Meydan Özel Hava Raporu (Special Aerodrome Report - SPECI) kullanarak incelemiştir. Araştırmada, adveksiyon sisleri ve radyasyon sisleri olmak üzere iki tür sisin görüldüğü belirlenmiştir. Toplamda 84 sisli gün tespit edilmiş olup, en yoğun sisli gün sayısı 2014 yılında 15 gün (%18) olarak kaydedilmiştir. Sıcaklık, 1 °C'nin altında olduğunda sis meydana geldiği, en yüksek sıcaklıkta ise 18 °C'de sisin gözlemlendiği saptanmıştır. Ayrıca, sisli günlerin çoğunlukla Aralık

ayında gerçekleştiği ve sisin genellikle tek başına (herhangi başka bir hadise olmadan) meydana geldiği tespit edilmiştir.

Yavuz ve ark. (2018), Fog Stability Index (FOGSI) kullanarak Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (MGM) sağlanan atmosferik veri ile Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı için sis analizi yapmıştır. 2008-2014 yılları arasında radyozonde ve yüzey ölçüm verileri kullanılarak FOGSI değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, sis olasılığının yüksek olduğu değerlerin 32 gün olduğunu göstermiştir. Ayrıca, indeks değerinin 31 ila 55 arasında olduğu, yani “orta şiddette sis” olma durumunu yansıtan zamanların 215 gün olduğu belirtilmiştir. İndeks değerinin 55'ten büyük olduğu zaman dilimlerinde ise sis olmadığı tespit edilmiştir.

FOGSI kullanılarak dünya genelinde de birçok havalimanı için çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Arun ve ark. (2018), sis ve alçak seviye bulutlarının tespiti için kış mevsimi boyunca FOGSI kullanarak analizler yapmıştır. Sayad ve ark. (2021), Mısır'da yer alan Borg El-Arab Havalimanı için FOGSI eşik değer aralıklarını geliştirerek sis tahmini yapmaya çalışmıştır. Elde edilen referans aralıkları kullanarak sayısal hava tahmin modeli entegrasyonu ile çevrimiçi bir sis tahmin modeli oluşturmuşlardır.

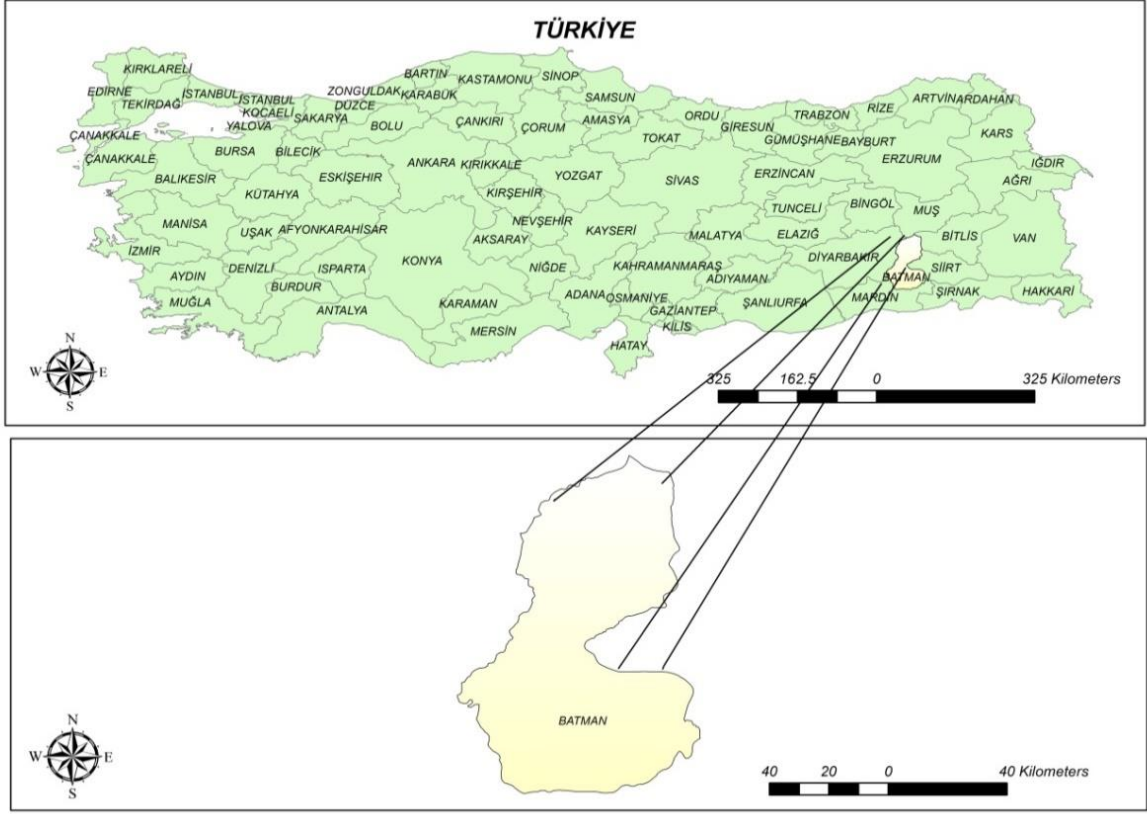
Sis hadisesinin ve görüş mesafesinin tahmin edilebilirliği ile ilgili yapılan çalışmalar ülkemizde oldukça kısıtlıdır. Yapılan çalışmalarda da, özellikle çeşitli indekslerin literatürde yer alan eşik değerleri direkt olarak kullanılıp analiz yapıldığı için tahminlerde tutarlılıklar oldukça düşük kalmaktadır. Her bir indeksin bulan kişi ya da kişiler tarafından çalıştığı bölge nezdinde yapıldığı gerçeği çok fazla hesaba katılmamaktadır. Bu sebeple, başta topografik etkiler ve bölge klimatolojisi gibi önemli değişkenler hatalı sonuçların çıkmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada, Batman ili için sis hadisesi ve görüş mesafesi ile ilgili hem uzun dönem analizler gerçekleştirilmiş, hem de bu hadisenin tahmin edilebilirliği ile ilgili çeşitli analizler yapılmıştır. Çalışma bölgesi olarak Batman ilinin seçilmesindeki temel sebep, ülkemizde sis hadisesinin ve olumsuz etkilerinin en çok yaşandığı yerlerden birisi olmasıdır. 2013-2022 yılları arasında sis hadisesinin meydana geldiği günlerin tespiti yapılarak aylık ve yıllık bazda istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, çeşitli meteorolojik parametrelerin sis hadisesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. FOGSI indeksi kullanılarak ortaya konulan tahminler ile (öncelikle literatürdeki eşik değer dikkate alınmıştır), gerçek gözlemler karşılaştırılmıştır. Başarım gücünü ortaya koymak için istatistiksel başarımlı testi olan Critical Success Index (CSI) tercih edilmiştir. Daha sonrasında, literatürdeki FOGSI eşik değerinde çeşitli modifikasyonlar yapılarak CSI değerinin optimum olduğu eşik değer tespit edilmiştir. Böylelikle, Batman ili için FOGSI eşik değerinin literatürden farklı olarak daha yüksek başarımlı sonuçlar elde etmek için modifiye edilmiş hali literatüre kazandırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Çalışma bölgesi

Batman, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan ve tarihi zenginlikleri ile ünlü bir ilimizdir. Coğrafi konumu itibariyle, Diyarbakır'ın güneybatısında, Şırnak'ın doğusunda ve Siirt'in kuzeyinde yer almaktadır. İlin batısında Munzur Dağları, doğusunda ise Cudi Dağı ve Bestler Dereler Milli Parkı bulunmaktadır. Batman'ın yüzölçümü yaklaşık olarak 4649 kilometrekarelik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1).

Batman, sıcak ve kurak bir iklimin etkisi altındadır. Yaz aylarında sıcaklık değerleri genellikle yüksek seviyelerde seyrederken, kış aylarında ise soğuk ve yağışlı bir hava hakimdir. Şehrin 1959 – 2022 yılları arası yıllık ortalama sıcaklığı 15,9 °C, ortalama en yüksek yıllık sıcaklığı 23,8 °C ve ortalama en düşük yıllık sıcaklığı ise 8,9 °C olmuştur. Ortalama yağışlı gün sayısının yıllık bazda 80,8 gün olduğu şehirde, aylık toplam yağış miktarı ortalaması ise yaz aylarında yıllık toplamda 490,7 mm olarak hesaplanmıştır (MGM, 2023). Şehirde yağışlar genellikle yağmur şeklinde olmaktadır. Yüksek kesimlerde (Sason Dağları, Kuşaklı Dağı, Kortepe, Raman Dağı) zaman zaman kar yağışları da görülebilmektedir. Batman Çayı, Dicle Nehri, Garzan Çayı ve irili ufaklı birçok gölet, şehirde sıklıkla yaşanan sis hadisesi için önemli nem kaynaklarıdır. Özellikle Batman Çayı, Batman ve Diyarbakır arasında 115 km'lik bir sınıra sahip olmakla beraber Batman il sınırı içinde akmaktadır (TCCŞİDB, 2023). Batman ili, Köppen-Trewartha İklim Sınıflandırması'na göre Subtropikal kuru yaz iklimi, Akdeniz iklimi'de sahiptir (Kategori ismi: "Cs"). Ayrıca, Köppen-Trewartha İklim Sınıflandırmasında evrensel sıcaklık ölçeği eklendiğinde (yaz ve kış aylarına ilişkin bilgiler gelmektedir), yazları çok sıcak, kışları serin, Subtropikal kuru yaz iklimi, Akdeniz iklimi (Kategori ismi: "Cshk") gözlenmektedir (MGM, 2018).



Şekil 1. Çalışma bölgesi.

2.2. Materyal

Çalışmada ilk olarak Batman iline ait METAR verileri temin edilmiştir (Iowa State University, 2023). Bu veriler, hava sıcaklığı (T), çiy noktası sıcaklığı (Td), rüzgar şiddeti (Ws), rüzgar yönü (Wd) ve bağıl nem (RH) parametrelerinden oluşmaktadır.

Daha sonra, FOGSI için gerekli olan 850 hPa rüzgar şiddeti (W850) ve 850 hPa hava sıcaklığı (T850) verilerini elde etmek için sondaj verilerinden yararlanılmıştır. Bu doğrultuda Diyarbakır Radyozonde İstasyonu'na ait veriler periyot dahilinde temin edilmiştir (University of Wyoming, 2023).

2.2. Metot

Bu çalışmada, FOGSI kullanılarak sis oluşumlarının tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Bu indeks literatürde sis tahmini ve görüş mesafesinin hesaplanması için birçok çalışmada kullanılmıştır. FOGSI, yüzey sıcaklığı, yüzey çiy noktası sıcaklığı, 850 hPa sıcaklığı, 850 hPa rüzgar şiddeti kullanılarak hesaplanmaktadır. Çeşitli eşik değer aralıkları için sis oluşma ihtimalinin olup olmadığını, orta ya da yüksek ihtimal olma olasılığını ifade etmektedir.

$$\mathbf{FOGSI} = 2 I (T_{sfc} - T_{850}) I + 2 I (T_{sfc} - T_{d_{sfc}}) I + W_{850} \quad (1)$$

FOGSI'de yer alan parametrelerin açıklamaları şu şekildedir; Tsfc: Yüzey Sıcaklığı; TDsfc: Yüzey Çiy Noktası Sıcaklığı; T850: 850 hPa Sıcaklığı; W850: 850 hPa Rüzgar Şiddeti.

FOGSI indeks aralıklarına göre sis oluşum ihtimalleri aşağıdaki gibidir;

- FOGSI < 31, olması durumu sis oluşma ihtimalinin yüksek olduğunu göstermektedir,
- 31 < FOGSI < 55, olması durumu sis ihtimalinin orta seviyede olduğunu belirtmektedir,
- FOGSI > 55, olması durumu ise sis ihtimalinin düşük olduğunu ifade etmektedir (Freeman ve Perkins, 1998).

Görüş mesafesi, başta havacılık sektörü olmak üzere kara ve deniz ulaştırma sektöründe de önemli bir parametredir. FOGSI görüş mesafesi ile en iyi korelasyona sahip indekstir. Görüş mesafesi değeri kullanılarak hesaplanmaktadır. Görüş mesafesi sonuçları bahsi geçen sektörler açısından karar alıcı mercilere önemli ipuçları verecektir.

$$\text{Görüş Mesafesi} = - 1,33 + 0,45 \times \text{FOGSI} \quad (2)$$

Bu çalışmada, havalimanı rasatlarından elde edilen sisli zamanların FOGSI ile tutarlılıklarının istatistiksel olarak hesaplanabilmesi için istatistiksel başarımlı testi uygulanmıştır. Başarımlı testlerinin içerisinde CSI kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Bu başarımlı indeksi, gerçek olay (METAR rasatlarında sis rapor edilmesi) ve tahmini olay (FOGSI çıktıları) arasındaki ilişkiyi bizlere sunmaktadır. Bu başarımlı indeksinin elemanları; 'doğru olay', 'doğru tahmin', 'sürpriz olay', 'yanlış tahmin' ve 'olay yok' olmak üzere dört adettir.

$$\text{CSI} = A / (A + B + C) \quad (3)$$

Bu denklemde,

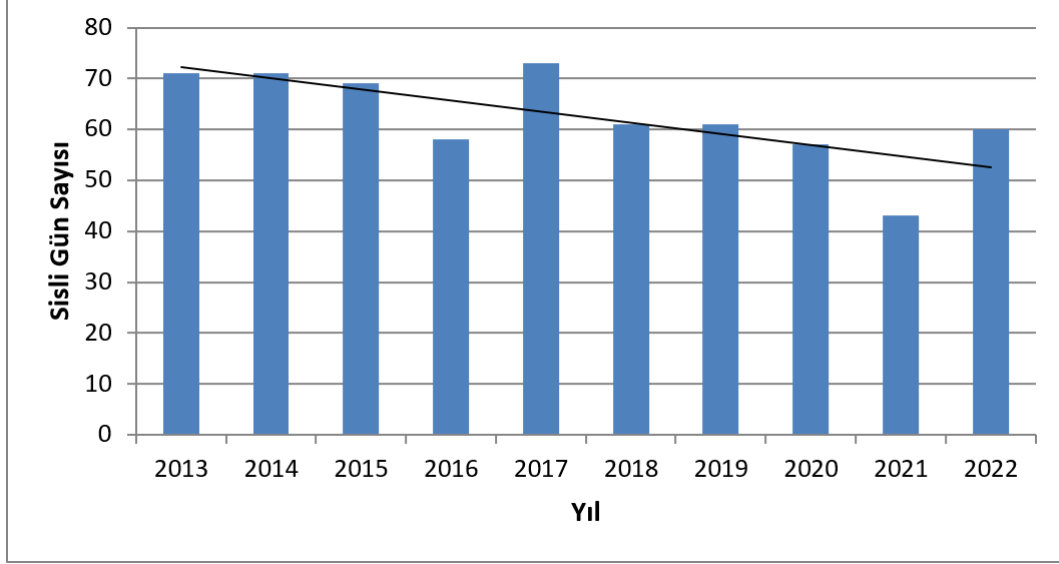
- A, gerçek olayın doğru şekilde tahmin edildiği durumları temsil eder.
- B, gerçek olayın yanlış şekilde tahmin edildiği durumları temsil eder.
- C, tahmin edilen olayın gerçekleşmemiş olmasını temsil eder.

CSI değeri, 0 ile 1 arasında değişen bir orandır. 1'e yaklaştıkça tahminin gerçekleşen olaylarla daha iyi uyum sağladığı anlamına gelir, yani tahmin daha doğrudur. 0'a yakın değerler ise tahminin gerçekleşen olaylarla uyumlu olmadığı ve tahminin düşük doğruluk oranına sahip olduğu anlamına gelir.

3. Bulgular ve Tartışma

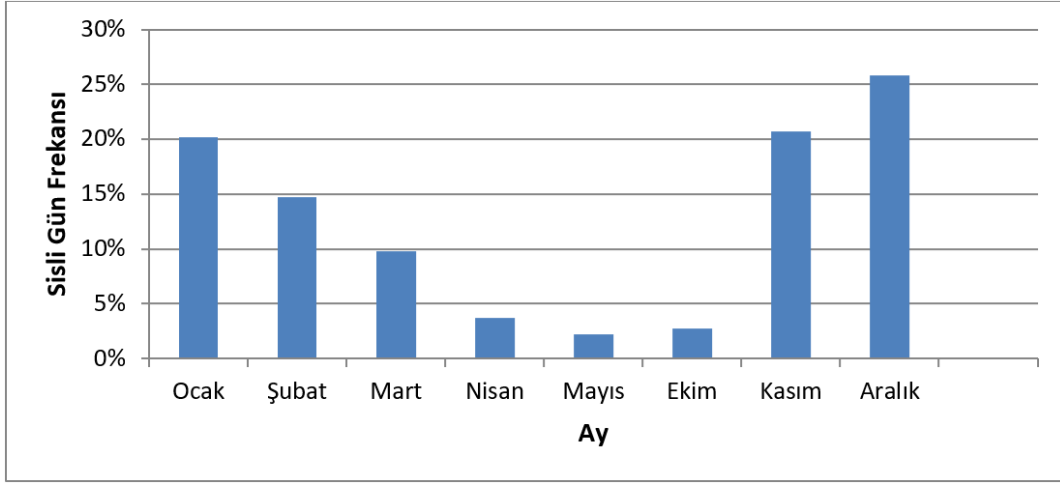
Batman ilinin 2013 ile 2022 yılları arasında 10 yıllık periyotta toplam sisli gün sayısı 625 gün olarak tespit edilmiştir. 10 yılın sisli gün ortalaması ise 56,8 gündür. 10 yıllık periyot içerisinde 2017 yılı sis açısından 73 sisli gün (%12) ile en sisli yıl olarak tespit edilirken, 2021 yılı ise 43 sisli gün (%7) sayısı

ile en az sisin görüldüğü yıl olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Literatürde yapılan çalışmalarda Türkiye’de görülen sis hadiseleri ile ilgili yıllık bazda trendler gözlenmemiştir (Özdemir ve ark., 2016; Baltacı ve ark., 2022).



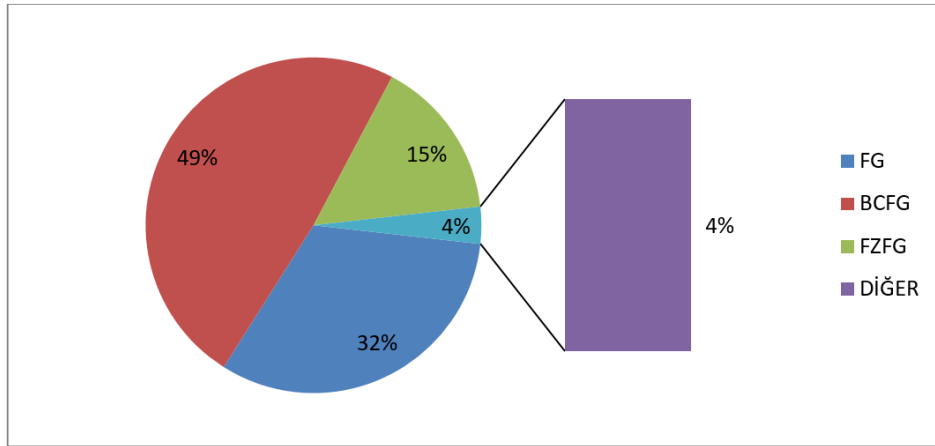
Şekil 2. Batman’da 2013-2022 yılları arasında meydana gelen sis hadisesinin yıllara göre dağılımı.

Batman ilinde 10 yıllık periyotta meydana gelen sis hadisesinin aylara göre oransal dağılımına bakıldığında, Aralık ayı %25 (161 gün) oranla en sisli ay olarak tespit edilmiştir. Diğer yoğun sisli ayların ise Kasım ayı %21 (129 gün) ve Ocak ayı %20 (126 gün) olduğu belirlenmiştir. Batman ilinde meydana gelen sislerin %66’sının Kasım, Aralık ve Ocak aylarını kapsayan 3 aylık periyotta meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu periyot, Batman ilinin en sisli periyodu olarak belirlenmiştir. Şubat ayında %15, Mart ayında %10, Nisan ayında %4, Mayıs ve Ekim aylarında %2, Eylül ayında %1 oranında sisli gün tespit edilmiştir. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ise sis hadisesi meydana gelmemiştir (Şekil 3). Türkiye geneli sis hadiselerinin mevsimlik bazda analizleri ile ilgili yapılan çalışmalarda en yüksek mevsimlik frekansın kış mevsiminde, bunu takiben ilkbahar, sonbahar ve yaz mevsimlerinde gözlemlendiği belirtilmiştir. Ayrıca, adveksiyon sisinin en çok Mayıs ayında meydana geldiği bulunmuştur (Baltacı ve ark., 2022).



Şekil 3. Batman'da 2013-2022 yılları arasında meydana gelen sis hadisesinin aylara göre dağılımı.

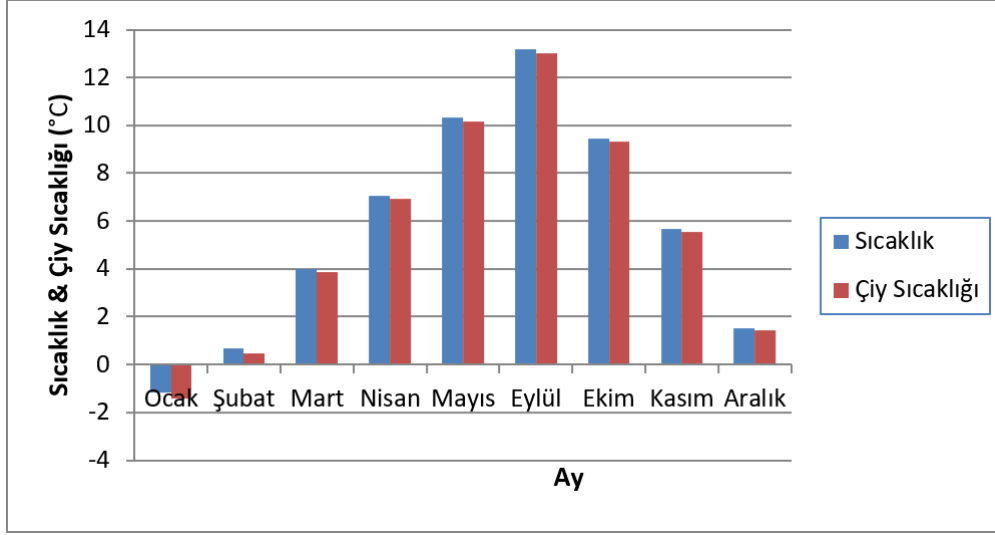
Batman ilinde 10 yıllık periyotta meydana gelen sis türlerinin dağılımına bakıldığında, BCFG olarak kodlanan parçalı sis hadisesinin %49 oranla en fazla görülen sis türü olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben en çok gözlenen sis türlerinin ise %32 ile FG olarak kodlanan tekil sis ve %15 ile FZFG olarak kodlanan donmuş yer sisi hadisesi olduğu tespit edilmiştir. Diğer sis türlerinin ise toplamda %4'lük bir orana sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4). Literatürde yapılan sis hadisesi çalışmalarında, sisler genellikle yapısal olarak incelenmiş, çoğunlukla adveksiyon ve radyasyon sislerinin ülkemizde hakim olduğu tespit edilmiştir (Özdemir ve ark., 2016).



Şekil 4. Batman'da 2013-2022 yılları arasında meydana gelen sis türlerinin frekans analizi.

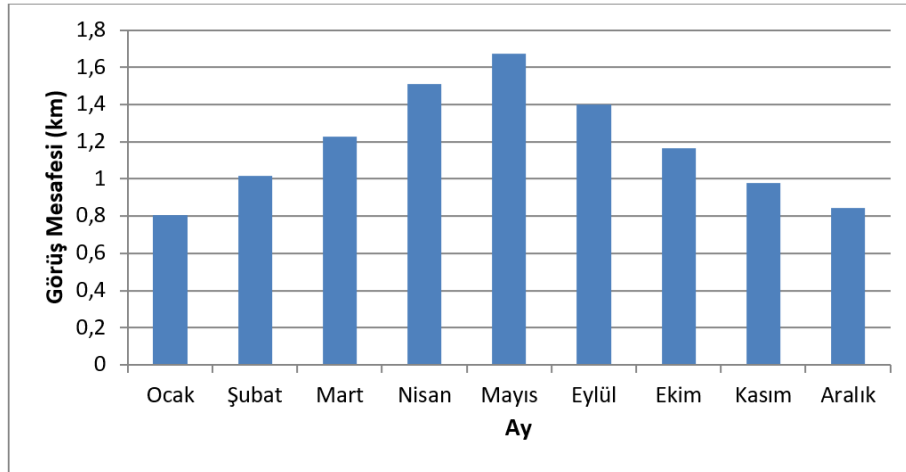
Batman ilinde 2013-2022 yılları arasında sisli günlerdeki sıcaklık ve çiy noktası sıcaklıklarının aylık ortalamaları incelendiğinde, Ocak ayında sıcaklık ortalaması $-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve çiy noktası sıcaklığı ortalaması $-1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ olarak ölçülmüştür. Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında sıcaklık ve çiy noktası sıcaklığı ortalamaları sırasıyla $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, $4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $7,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $10,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (sıcaklık) ile $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, $6,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $10,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (çiy noktası sıcaklığı) olarak kaydedilmiştir. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında sis hadisesi görülmediği için sıcaklık ve çiy noktası sıcaklığı değerleri $0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir. Eylül ayında sadece bir gün sisli olarak kabul edildiği için bu ayda belirli bir sıcaklık ve çiy noktası sıcaklığı ortalaması hesaplanmamıştır. Ekim, Kasım ve Aralık aylarında ise sıcaklık ve çiy noktası sıcaklığı

ortalamları 9,5 °C, 5,7 °C, 1,5 °C (sıcaklık) ve 9,3 °C, 5,6 °C, 1,4 °C (çiy noktası sıcaklığı) olarak tespit edilmiştir. Bu verilerden, Batman ilinde sisli günlerde genellikle sıcaklık ve çiy noktası sıcaklıklarının birbirine yakın olduğu görülmektedir (Şekil 5). Özdemir ve ark. (2016) İstanbul Atatürk Uluslararası Havalimanı için yaptıkları sis çalışmasında, sisli günlerde ortalama hava sıcaklıklarının en yüksek frekansta 5-12 °C aralığında meydana geldiğini bulmuştur. Bu çalışmada da sis mevcudiyetinde sıcaklıklar benzer aralıklarda meydana gelmiştir.



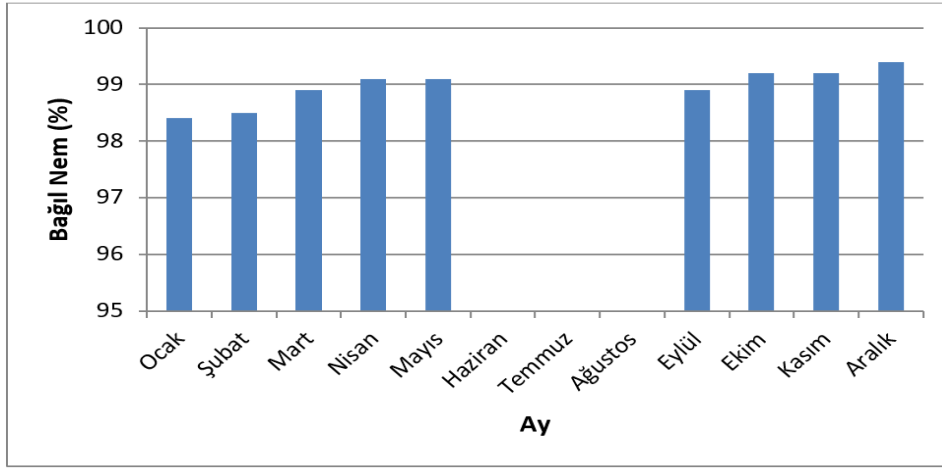
Şekil 5. Batman’da 2013-2022 yılları arasında sisli günlerdeki sıcaklık ve çiy noktası sıcaklık ortalamaları.

2013-2022 yılları arasında Batman ilinde sis hadisesinin yaşandığı günlerdeki görüş mesafesi değerlerinin aylık ortalamaları incelendiğinde, Ocak ayında en düşük ortalama görüş mesafesi 0,80 km olarak tespit edilmiştir. Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında görüş mesafesi ortalamaları sırasıyla 1,02 km, 1,23 km, 1,51 km ve 1,67 km olarak ölçülmüştür. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında sis hadisesi yaşanmaması nedeniyle görüş mesafesi değerleri 0,00 km olarak belirlenmiştir. Eylül ayında sadece bir gün sisli kabul edildiği için bu ayda belirli bir görüş mesafesi ortalaması elde edilememiştir. Ekim, Kasım ve Aralık aylarında ise görüş mesafesi ortalamaları sırasıyla 1,16 km, 0,98 km ve 0,84 km olarak tespit edilmiştir (Şekil 6).



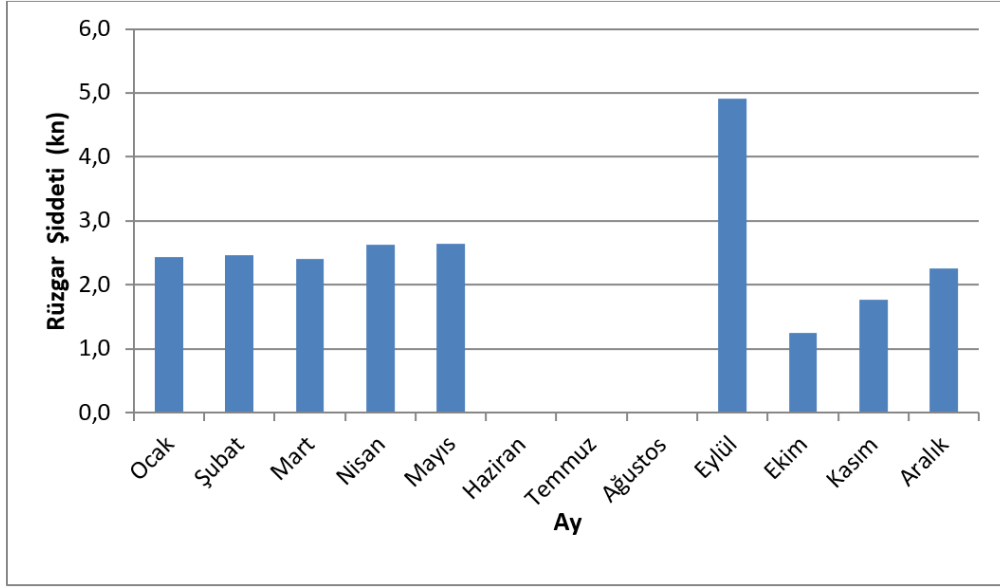
Şekil 6. Batman’da 2013-2022 yılları arasında sisli günlerdeki görüş mesafelerinin aylık ortalamaları.

2013-2022 yılları arasında Batman ilinde sis hadisesinin yaşandığı günlerdeki bağıl nem değerlerinin aylık ortalamaları incelendiğinde, Ocak ayında en düşük ortalama bağıl nem değeri olan % 98,4 tespit edilmiştir. Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında bağıl nem ortalamaları sırasıyla % 98,5, % 98,9, % 99,1 ve % 99,1 olarak ölçülmüştür. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında sis hadisesi yaşanmaması nedeniyle bağıl nem değerleri % 0,0 olarak belirlenmiştir. Eylül ayında ise sadece bir gün sisli olduğu için bu ayda belirli bir bağıl nem ortalaması elde edilememiştir. Ekim, Kasım ve Aralık aylarında ise bağıl nem ortalamaları sırasıyla % 99,2, % 99,2 ve % 99,4 olarak tespit edilmiştir. Bu verilere göre, Batman ilinde sisli günlerde genellikle yüksek bağıl nem değerlerinin görüldüğü anlaşılmaktadır (Şekil 7). Benzer sonuçlar Özdemir ve ark. (2016) ile Baltacı ve ark. (2022) tarafından da tespit edilmiştir.



Şekil 7. Batman’da 2013-2022 yılları arasında sisli günlerdeki bağıl nem değerlerinin aylık ortalamaları.

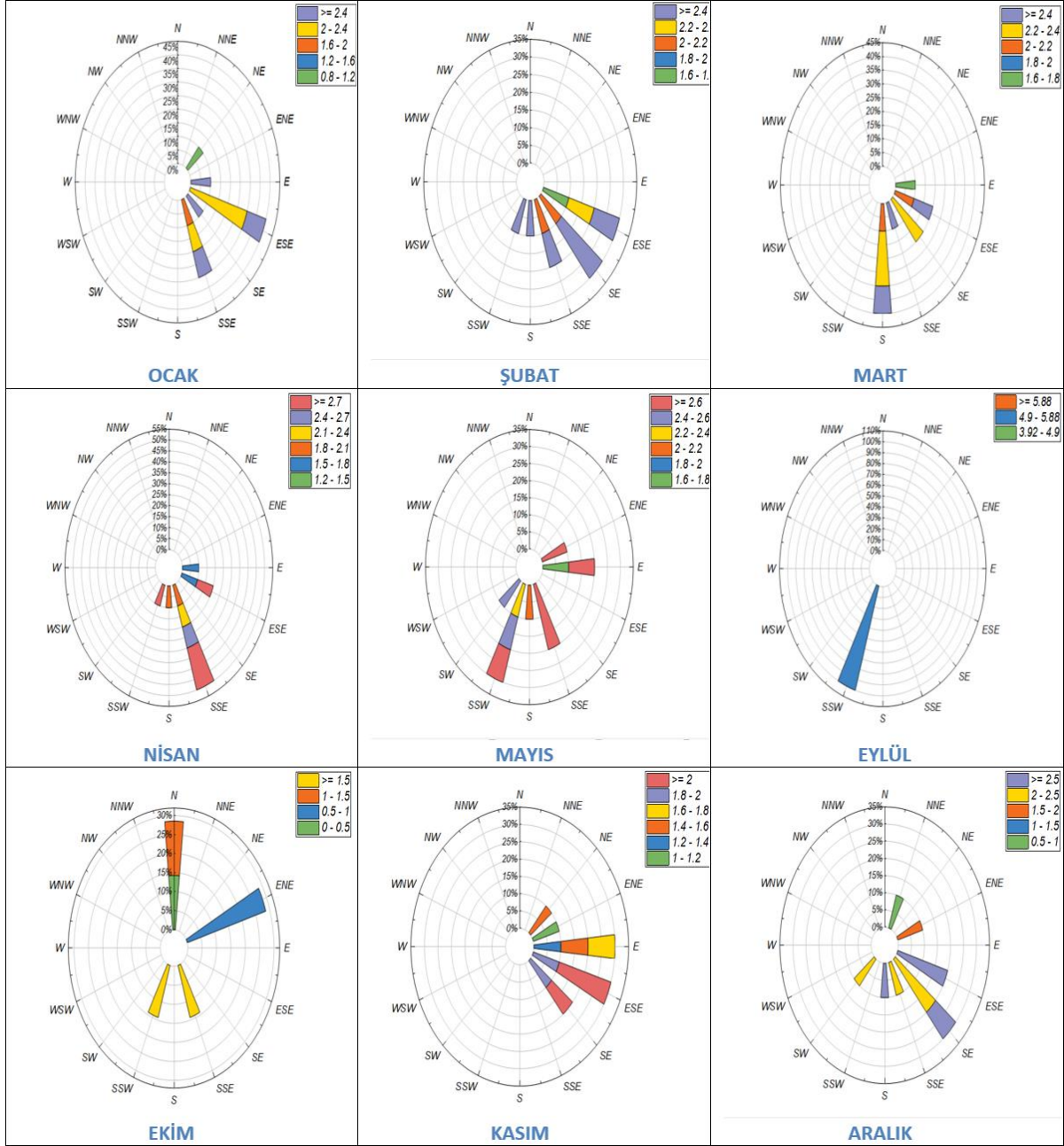
2013-2022 yılları arasında Batman ilinde sis hadisesinin yaşandığı günlerdeki rüzgar şiddetinin aylık ortalamaları incelendiğinde, Ocak ayında en düşük ortalama rüzgar şiddeti olan 0,80 knot (kn) tespit edilmiştir. Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında rüzgâr şiddeti ortalamaları sırasıyla 0,85 kn, 0,80 kn, 0,86 kn ve 0,86 kn olarak ölçülmüştür. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında sis hadisesi yaşanmaması nedeniyle rüzgâr şiddeti değerleri 0,00 kn olarak belirlenmiştir. Eylül ayında sadece bir gün sisli olduğu için bu ayda belirli bir rüzgâr şiddeti ortalaması elde edilememiştir. Ekim, Kasım ve Aralık aylarında ise rüzgâr şiddeti ortalamaları sırasıyla 1,30 kn, 1,80 kn ve 2,30 kn olarak tespit edilmiştir. Batman ilinde sis hadisesinin yaşandığı günlerde genellikle düşük rüzgâr şiddeti gözlemlendiği görülmüştür (Şekil 8). Özdemir ve ark. (2016) İstanbul için sisli zamanlarda çoğunlukla rüzgâr şiddetinin 4 knot (7,41 km/sa) ve daha düşük olduğu belirtmiştir.



Şekil 8. Batman’da 2013-2022 yılları arasında sisli günlerdeki rüzgar şiddeti değerlerinin aylık ortalamaları.

Batman ilinde 2013-2022 yılları arasında sis hadisesinin yaşandığı günlerde rüzgar şiddetinin yanında rüzgar yönü de aylık bazda incelemeye tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, sis hadisesinin en sık yaşandığı kış mevsiminde hakim rüzgar yönü Güneydoğulu (Southeast – SE) olarak belirlenmiştir. İlkbahar mevsiminde ise sis hadisesinin yaşandığı günlerde hakim rüzgar yönü Güney (South – S) olarak gözlenmiştir. Sonbahar mevsiminde ise rüzgar yönü değişkenlik göstermiştir. Bu dönemde sis hadisesinin en az yaşandığı ay, Eylül ayı olup, sadece bir gün sisli olarak kaydedilmiştir. Diğer sonbahar aylarında ise rüzgar yönü genellikle Kuzey (North – N) ve Güneydoğu (Southeast – S) arasında

değişmiştir (Şekil 9). İstanbul için yapılan benzer analizlerde rüzgar yönlerinin kışın kuzeyli, yazın ise güneyli yönlerden olduğu belirtilmiştir (Özdemir ve ark., 2016).



Şekil 9. Batman'da 2013-2022 yılları arasında sisli günlerdeki rüzgar yönlerinin aylık dağılımları.

2013-2022 yılları arasında yapılan FOGSI analizi sonuçlarına göre, sis hadisesinin gerçekleşme olasılığının yüksek olduğu yani indeks değerinin literatürdeki 31 değerinden küçük olduğu 1392 gün tespit edilmiştir. Orta şiddette sis olma ihtimali ise indeks değerinin 31 ile 55 arasında olduğu 1324 gün boyunca gözlemlenmiştir. İndeks değerinin 55'ten büyük olduğu zaman dilimi ise 936 gün olarak belirlenmiştir.

CSI analizlerinde orta şiddette sis için 31 ve sis oluşumu için 55 olarak literatürde sunulan eşik değerler haricinde, CSI sonuçlarını iyileştirmek için farklı eşik değerleri denenmiştir. En iyi sonucun eşik

değerinin 25 olduğu durumda elde edildiği görülmüştür. FOGSI için eşik değer 20 olarak kabul edildiğinde CSI değeri “0,35”, 25 olduğunda “0,39”, 31 olduğunda “0,34”, 40 olduğunda “0,31” ve 55 olduğunda “0,22” olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla, Batman ili için FOGSI hesaplamalarında kullanmak için en uygun eşik değer “25” olması gerektiği ortaya konulmuştur.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, Batman ili için sis hadisesi ve görüş mesafesi ile ilgili analizler gerçekleştirilmiştir. Batman ili, Türkiye’de en çok sis hadisesinin gözlendiği illerden biridir. Bu sebeple, Batman Havalimanı’nda, sis hadisesine bağlı operasyonlarda olumsuz gelişmeler yaşanmaktadır. Özellikle Sonbaharın sonu ve Kış mevsimlerinde sis hadiselerinin frekansları oldukça yüksektir. Bu durum, atmosferin kararlı yapısının gözlenmesi ve topoğrafik etkilerle açıklanabilir. Yaz mevsiminde ise kararsız atmosfer koşullarına bağlı olarak sis hadisesinin görülme frekansı diğer mevsimlere göre daha az olmuştur. Batman Havalimanı için özellikle kış mevsiminde görüş mesafesini düşürmesi bakımından sis hadisesi ile ilgili olarak gerekli değerlendirmeler yapılmalı, gerekirse aletli iniş sistemlerinden biri havalimanına yerleştirilmelidir.

Yapılan analizlerde, özellikle Ocak ayında görüş mesafesinin sis hadiselerine bağlı olarak bir kilometrenin altına düştüğü ortalamalarda görülmektedir. Bu durum, özellikle havacılık operasyonları açısından hem kaza hem de kırım hadiselerine yol açması bakımından oldukça önemlidir. Bu sebeple, bu çalışmada olduğu gibi görüş mesafesinin düşüren diğer atmosferik olay ya da meteorolojik değişkenler dikkate alınarak her bir havalimanı için atmosfer koşullarının karakteristiği ortaya konulmalı ve bu bağlamda günümüzde sıklıkla kullanılan yapay zeka sistemleri kullanılarak bir tahmin sistemi geliştirilmelidir. Bu çalışmada kullanılan istatistiki bir yöntem olan FOGSI analizi sonuçlarına göre, sis hadisesinin gerçekleşme olasılığının yüksek olduğu 1392 gün ve orta şiddette sis olma ihtimalinin olduğu 1324 gün belirlenmiştir. Eşik değerlerinin modifikasyonu ile elde edilen sonuçlar, en iyi sonucun eşik değerin 25 olduğunda elde edildiğini göstermiştir.

Teşekkür

Yazarlar, çalışmada kullanılan havacılık ve atmosferik sondaj rasatlarına ait veriler için Meteoroloji Genel Müdürlüğü’ne teşekkür eder. Ayrıca yazarlar, Samsun Üniversitesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Hakan Aksu’ya, lisans tez çalışmasının ve bu makalenin hazırlanmasındaki katkılarından dolayı teşekkür eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynakça

- Akbayır İ., Yavuz V., Deniz A., Özdemir ET. Türkiye'deki Havalimanlarında meydana gelen sis hadisesinin zamansal analizi. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi* 2018; 5(2): 327-330.
- Aktaş C., Erkuş O. Lojistik regresyon analizi ile Eskişehir'in sis kestiriminin incelenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 2009; 8(16): 47-59.
- Arun SH., Chaurasia S., Misra A., Kumar R. Fog stability index: A novel technique for fog/low clouds detection using multi-satellites data over the Indo-Gangetic plains during winter season. *International Journal of Remote Sensing* 2018; 39(22): 8200-8218.
- Avşar E. İzmir Adnan Menderes Havalimanı'nın kümülonimbüs (CB), oraj ve sis analizi. 7. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 2015, 1-12, İstanbul Teknik Üniversitesi, Ayazağa Kampüsü, İstanbul.
- Baguskas SA., Clemesha RES., Loik ME. Coastal low cloudiness and fog enhance crop water use efficiency in a California agricultural system. *Agricultural and Forest Meteorology* 2018; 252: 109-120.
- Baltacı H., Silva MCLD., Gomes HB. A climatological study of fog in Turkey. *International Journal of Climatology* 2022; 42(16): 9344-9356.
- Freeman LE., Perkins JS. Meteorological techniques, AFWA/TN-98/002. Erişim tarihi: 15/05/2023. Erişim adresi: <http://www.comptus.com/PDF/AFWA TN 98-002.pdf>.
- Gaceu O. Climate characteristics of the fog phenomenon and its influence on the tourists and the tourist activities in the Apuseni Mountains. *Geojournal of Tourism and Geosites* 2009; 1(3): 29-34. Iowa State University. Meteorological Aerodrome Report. Erişim tarihi: 12/04/2023. Erişim adresi: <https://mesonet.agron.iastate.edu/request/download.phtml>
- Li H., Wu H., Wang Q., Yang M., Li F., Sun Y., Qian X., Wang J., Wang C. Chemical partitioning of fine particulate-bound metals on haze-fog and non-haze-fog days in Nanjing, China and its contribution to human health risks. *Atmospheric Research* 2017; 183: 142-150.
- MGM. Köppen-Trewartha İklim sınıflandırmasına göre Türkiye iklimi. Erişim tarihi: 10/11/2023. Erişim adresi: https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/K%C3%B6ppen-Trewartha.pdf
- MGM. Batman ili resmi istatistikleri. Erişim tarihi: 10/11/2023. Erişim adresi: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=BATMAN>
- Özdemir ET., Deniz A., Sezen İ., Menteş ŞS., Yavuz V. Fog analysis at Istanbul Ataturk International Airport. *Weather* 2016; 71(11): 279-284.
- Özdemir ET., Deniz A., Yavuz V., Doğan N., Akbayır İ. Investigation of the fog-air quality relationship in Istanbul. *Fresenius Environmental Bulletin* 2018; 27(1): 30-36.

Sayad T., Morsy M., Mohamed MA, Abdeldym A. Improving and developing the fog stability index for predicting fog at borg El-Arab Airport, Egypt using wrf model. Pure and Applied Geophysics 2021; 178: 3229-3245.

TCÇŞİDB. Türkiye Cumhuriyeti, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Batman Valiliği: İlimiz hakkında. Erişim tarihi: 18/04/2023. Erişim adresi: <https://batman.csb.gov.tr/ilimiz-hakkinda-i-998>

University of Wyoming. Atmospheric soundings. Erişim tarihi: 10/04/2023. Erişim adresi: <https://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

Yavuz V., Deniz A. Güvenli uçuş ve ekonomik kayıpların minimize edilmesi için İstanbul Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı'na ait FOGSI indeksi kullanılarak sis analizi. TUJJB Bilimsel Kongresi, 2018, 221-224, İzmir, Türkiye.