



HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK DERGİSİ

HARRAN UNIVERSITY JOURNAL of ENGINEERING

e-ISSN: 2528-8733 (ONLINE)

Sis Karakteristiğinin Olay Bazlı Analizi; Çarşamba Havalimanı Örneği

Event Based Analysis of Fog Characteristics; Çarşamba Airport Case

Yazar(lar) (Author(s)): Güllüzar ÖZCÜ¹, Neslihan BEDEN², Nazire Göksu SOYDAN OKSAL³, Şule HALİLOĞLU⁴

¹ ORCID ID: 0009-0007-1933-5125

² ORCID ID: 0000-0002-5573-8016

³ ORCID ID: 0000-0001-6469-2649

⁴ ORCID ID: 0000-0001-6061-7326

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Özcü G., Beden N., Soydan Oksal N.G., Haliloğlu Ş., “Sis Karakteristiğinin Olay Bazlı Analizi; Çarşamba Havalimanı Örneği”, *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 10(2): 65-79, (2025).

DOI: 10.46578/humder.1641782



Sis Karakteristiğinin Olay Bazlı Analizi; Çarşamba Havalimanı Örneği

Güllüzar ÖZCÜ¹, Neslihan BEDEN^{1*}, Nazire Göksu SOYDAN OKSAL², Şule HALİLOĞLU¹

¹İklim Bilimi ve Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, Özdemir Bayraktar Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Samsun Üniversitesi, Samsun, Türkiye

²İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Mersin Üniversitesi, Mersin, Türkiye

Makale Bilgisi

Başvuru: 17/02/2025
Düzeltilme: 28/02/2025
Kabul: 07/04/2025
Yayınlanma: 30/06/2025

Alıntı

Özcü G., Beden N.,
Soydan Oksal N.G.,
Haliloğlu Ş., "Sis
Karakteristiğinin Olay
Bazlı Analizi: Çarşamba
Havalimanı Örneği",
Harran Üniversitesi
Mühendislik Dergisi,
10(2): 65-79, (2025).

Öz

Sis hadisesi havacılık açısından kritik öneme sahiptir. Havaalanı operasyonlarının düzenlenmesinde meteorolojik veri açısından başlıca etkisi olan sis, birçok araştırmacının çalışma konusu olmaktadır. Bu çalışmada Çarşamba Havalimanı (LTFH)'ye ait 2018-2023 periyodu METAR ve SPECI verileri kullanılarak havalimanı özelinde yaşanan sis hadiselerinin istatistiksel analizi yıllık, mevsimlik ve aylık periyotlarda gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte görüş mesafesi, sıcaklık, havacılık kriterleri ve birincil oluşum mekanizmasına göre sis hadiseleri sınıflandırılmıştır. Samsun'un denize kıyısı olması yüksek miktarda nispi nem sağlarken, şiddetli rüzgarların nadir görülmesi sisin dağılmasını engeller bu durum LTFH' de sis hadisesinin oluşumu için elverişli koşullar oluşturur. LTFH'de yapılan frekans analizine göre, sis en çok mayıs ayında görülürken temmuz ayı sisin gözlenmediği ay olarak ortaya çıkmıştır. Hadise en sık 21:50-00:50 UTC saatlerinde genellikle hafif yoğunlukta meydana gelmiştir. Rüzgar hızı analizleri sonucunda, bölgede çok şiddetli rüzgarların sisli günlerde nadir gerçekleştiği ve en yaygın sis türünün radyasyon sisi olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen analiz bulguları, incelenen meteorolojik hadiselerin gerçekleşme ihtimallerinin tahmininde ve operasyon planlamalarında göz önüne alınması, uçuş takvimlerindeki aksaklıkların asgariye indirilebilmesini sağlayabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Sis analizi, Sis sınıflandırması, Görüş mesafesi, Çarşamba havalimanı

Event Based Analysis of Fog Characteristics; Çarşamba Airport Case

Abstract

Fog plays a critical role in aviation, significantly influencing airport operations as a key meteorological factor. This study conducts a statistical analysis of fog events at Çarşamba Airport (LTFH) using METAR and SPECI data for the period between 2018 and 2023, examining these events on annual, seasonal, and monthly scales. Additionally, fog events were categorized based on visibility, temperature, aviation criteria, and primary formation mechanisms. Samsun's coastal location, which promotes high relative humidity, coupled with the infrequent occurrence of strong winds that hinder fog dispersion, creates favourable conditions for fog formation at LTFH. According to the frequency analysis conducted at LTFH, fog is most frequently observed in May, while July has been identified as the month with no recorded fog occurrences. The phenomenon most commonly occurs between 21:50 and 00:50 UTC, typically with light intensity. Wind speed analyses indicate that strong winds are rare on foggy days in the region, and the most prevalent type of fog is radiation fog. The findings of this analysis can assist in estimating the probabilities of meteorological events, integrating these estimates into operational planning, and minimizing disruptions to flight schedules.

Keywords: Fog analysis, Fog types, Visibility distance, Çarşamba airport

Article Information

Received: 17/02/2025
Revised: 28/02/2025
Accepted: 07/04/2025
Published: 30/06/2025

Citation

Özcü G., Beden N.,
Soydan Oksal N.G.,
Haliloğlu Ş., "Event Based
Analysis of Fog
Characteristics; Çarşamba
Airport Case", Harran
University Journal of
Engineering, 10(2): 65-79,
(2025).

*İletişim yazarı, e-mail: neslihan.beden@samsun.edu.tr

*Corresponding author, e-mail: neslihan.beden@samsun.edu.tr

DOI: 10.46578/humder.1641782

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Havalimanı operasyonlarının takvim edilmesindeki en önemli unsurlardan biri pist görüş mesafesidir. Bu nedenle görüş mesafesini etkileyen sis hadisesi havalimanı operasyonlarını etkileyen kritik meteorolojik koşullardan biridir. Sis, yatay ve dikey görüş mesafesini azaltarak kara, deniz ve hava ulaşımında bir dizi olumsuz sonuca yol açmaktadır. Ulaşım aksaklıkları, sefer iptalleri ve kazalar, sıklıkla sisin neden olduğu durumlardır. Havalimanlarındaki sis, uçuşların iptaline, hava trafiğinde yavaşlamaya, uçuşların alternatif havalimanlarına yönlendirilmesine ve en önemlisi kazalara yol açabilmektedir.

Dünya Meteoroloji Örgütü'nün tanımına göre "Görüş Mesafesi" ya da "Rüyet" belirli bir özelliğe sahip bir cismin herhangi bir alet kullanılmadan çıplak gözle görülüp tanımlanabileceği en uzak mesafe veya aynı cismin gece gözlemlerinde gün ışığı düzeyinde aydınlatma altında görülüp teşhis edilebileceği en uzak mesafe olarak tanımlanmaktadır. Sis; dünya yüzeyine yakın bölgede havada asılı kalan, genellikle mikroskobik su damlacıkları formunda, yatay görüş mesafesini 1 km'nin altına düşüren çok küçük bulut parçacıklarından oluşmaktadır. Sis oluşumu için uygun faktörler; hafif şiddette esen yer rüzgar, yüksek nispi nem ve yoğunlaşmadır. Sis nedeniyle düşük görüş mesafesi, ulaşım kazalarına neden olan en yaygın hava faktörlerinden biridir [1].

Sis olayının fiziğini anlama ve sis hakkında doğru tahminler yapma üzerine giderek artan bir ihtiyaç vardır, ancak sisin doğru tahmini termodinamik, ışıınım, dinamik, mikrofizik gibi birçok oluşumdan etkilendiğinden konu oldukça zorlu ve karmaşıktır [2-4]. Sis klimatolojisinin ana amacı, sisin doğasını daha iyi anlamak ve bu bilgiyi sis tahminlerini geliştirmek için kullanmaktır. Detaylı bir klimatoloji, bir bölgede sis süreçlerini anlamak için önemli bir temel sağlar ve nihayetinde sis tahminlerini geliştirmeye yardımcı olur [5]. Literatürde sis olgusu ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Tardif and Rasmussen [6], New York çevresinde bulunan 17 istasyonun 1977-1996 periyodu saatlik gözlem verileri ile sis türlerini sınıflandırmak için bir algoritma elde etmişlerdir. Roquelaure et al. [7] Paris Charles de Gaulle Uluslararası Havalimanı için 2002-2007 aralığındaki kış mevsiminde görülen sis çeşitlerini Local Ensemble Prediction System (LEPS) sistemi ile tahmin etmişlerdir. Kısa dönem için sis tahmininde kullanılan LEPS, sis çeşitlerini doğru belirlemiştir. Aktaş and Erkuş [8] çalışmalarında Eskişehir'in sis kestirimi incelemesini yaparak sisin en çok gözlemlendiği kasım, aralık ve ocak ayları için bir lojistik regresyon denklemi oluşturmuşlardır. Çamalan et al. [9] çalışmalarında 2000- 2009 yılları arasında Esenboğa Havalimanı'nın sis oluşum nedenlerini sınıflandırmışlar ve zamansal analizlerini yapmışlardır; sis hadiselerinin %77'sinin soğuk sis, %23'ünün ise sıcak sis olduğunu tespit etmişlerdir. Meydana gelen sisin %50'sinin aralık ve ocak aylarında meydana geldiğini belirtmişlerdir. Tardif and Rasmussen [6]'ın algoritması Van Schalkwyk and Dyson [10] tarafından 1997-2010 yılları arasında saatlik yüzey gözlemleri kullanılarak Güney Afrika'daki Cape Town Uluslararası Havalimanı'nda sis klimatolojisi çalışmasında kullanılmıştır. Belorid et al. [11] 25 yıl boyunca 24 istasyonun 3 saatlik gözlem verilerini kullanarak Güney Kore'deki sis türlerinin dağılımına ve uzun vadeli trendlerine ilişkin çalışmalarında benzer bir yaklaşım kullanmışlardır. Bari et al. [12] çalışmalarında, 21-22 Ocak 2008 tarihleri arasında, Fas'ın Kazablanka şehrinde oluşan denizsel sislerin, sayısal yöntemlerden Meso-NH 3D modeli kullanılarak, ECMWF ERA-Interim verileri ve MSG uydu görüntüleri birleştirilerek tahmin edilmesi üzerine çalışmışlardır. Yavuz et al. [13], Avrupa'da meydana gelen kaza-kırımların sebeplerini incelenmişlerdir. 2005-2014 yılları arasında incelenen 193 kaza-kırım raporunda, kaza-kırımların %40'ının teknik sebeplerden, %31'inin pilotaj hatası nedeniyle, %15'inin hava koşullarından, %6'sının yangın, %4'ünün yolcu kaynaklı, %2'sinin kule ve %2'sinin diğer sebeplerden kaynaklandığı tespit ederek, düşük görüş mesafesinin havacılık sektöründe ciddi riskler oluşturabileceğini ve kaza-kırımların önemli bir sebebi olduğunu ortaya koymuşlardır. Özdemir et al. [14] tarafından yapılan çalışmada İstanbul Atatürk Havalimanı 2006-2015 yıllarına ait Meydan Rutin Hava Raporu (METAR- Meteorological Terminal Air Report) rasatları kullanılarak, sis dağılımları ve türleri incelenmiştir. Sis verilerinin aylık dağılımına göre kasım ayı en sisli ay olurken temmuz, ağustos ve eylül ayında sis hadisesine rastlanmamıştır. Saatlik analizlerde ise oluşan sislerin %4.87'si 00.50 UTC'de görüldüğü, 10.50 UTC ile 13.20 UTC'de ise sis hadisesinin oluşmadığı tespit edilmiştir. Guerreiro et al. [2] tarafından yapılan çalışmada Portekiz ankarasındaki Faro, Lizbon ve Porto

havaalanlarına ait 17 yıllık veri analiz edilerek sisin Faro'da nadir, Lizbon'da kış mevsimiyle ilişkili ve Porto'da ise yazın yaygın olduğu ortaya konulmuştur. Sisli hava olaylarının büyük çoğunluğunun, Lizbon'da %98.9, Porto'da ise %96.9 oranında bulut tabanının alçalması sonucu oluştuğunu, iki havalimanında da buharlaşma tipi sis gözlenmezken, bulut tabanı alçalması ve radyasyon sisinin en yoğun görülen hadiseler olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarında sis oluşumu öncesinde yapılan gözlemlerin, sis oluşumunu önceden tahmin etmek açısından önemli bir araç olduğu ortaya konulmuştur. Weston et al. [15] çalışmada Abu Dabi Uluslararası Havalimanı'ndaki sis olaylarını, 36 yıllık METAR verilerini kullanarak analiz etmişlerdir. Çalışma neticesinde Abu Dabi havalimanında sisli gün sayısı yıllık 8 ila 51 gün arasında değişirken, yıllık ortalama sisli gün sayısının 23.91 gün olduğu ve sis hadisesinin genellikle eylül-mart arasında görüldüğünü ortaya koymuşlardır. Chandu et al. [16] sis hadisenin meteorolojik yönlerini, sıklığını, süresini ve ekonomik etkilerini analiz etmeyi amaçladıkları çalışmalarında Haydarabat Havalimanı'nın, 2014-2019 periyodu için sis analizini gerçekleştirmişlerdir. Bu periyotta havalimanında kaydedilen 74 sis olayının %45.9'u sıg sis olarak sınıflandırılmış ve sis olayının en çok aralık ayında görüldüğü, sisin genellikle akşam 18.00 ile sabah 04.00 UTC arasında başlayıp, en sık 00.00 ile 02.00 UTC arasında oluştuğu ve çoğu olayın 1 saate kadar sürdüğü ortaya konulmuştur. Uğurluel et al. [17] Türkiye'den üç havalimanının 2011-2020 periyodundaki toplam 3792 METAR ve özel hava durumu raporları (SPECI) gözlemleri ile sis tipi analizini gerçekleştirmişlerdir. Deniz and Yavuz [18] çalışmalarında Batman ili için 2013-2022 yılları arası METAR verileri ile detaylı sis analizi gerçekleştirmiştir. Çalışmalarının sonucunda toplamda 625 gün sisli olarak tespit edilirken yıllık ortalama sisli gün sayısı 56.8 gün olarak belirlenmiş ve en sık görülen hadisenin parçalı sis olduğu ortaya konulmuştur.

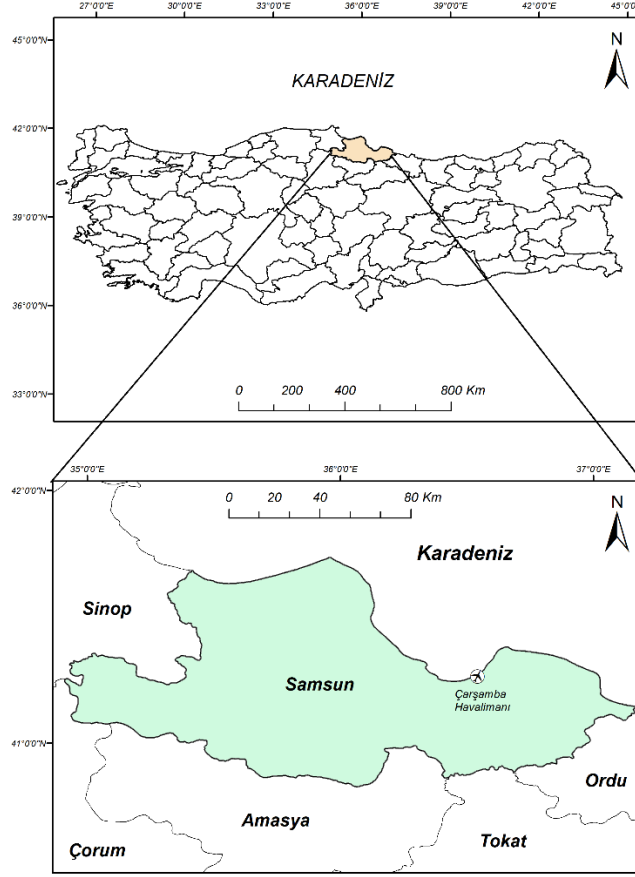
Sis olayı ve görüş mesafesi analizleri havacılık için oldukça önem arz eden bir konu olmasına rağmen bu konu üzerine yapılmış yeterince çalışma yoktur. Sis olayı, oluşumu ve etkileri bakımından gerçekleştiği lokasyonun yerel özellikleri ile doğrudan ilişkilidir. Daha önce yapılmış çalışmalarda önerilen ampirik yaklaşımlar ve kullanılan endeksler genellikle çalışma alanı vakalarına özgü olarak üretilmiş metotlardır. Bu nedenle topografik ve klimatolojik koşullar değiştiğinde kullanılan bu metotların doğruluk oranı, tutarlılığı azalabilmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada literatürde genel kabul görmüş metotlar ile analizler gerçekleştirilmiştir ve LTFH'ye ait 2018-2023 periyodu METAR ve SPECI verileri, havalimanında gözlemlenen sis olaylarının istatistiksel analizi yapılmış ve sis tipleri görüş mesafesine, sıcaklığa, havacılık raporundaki kriterlere ve birincil oluşum mekanizmasına göre sınıflandırılmıştır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM (MATERIAL and METHOD)

2.1 Çalışma Alanı (Study Area)

Çarşamba Havalimanı Karadeniz Bölgesi'nin en önemli şehirlerinden biri olan Samsun'da bulunmaktadır. Samsun, Türkiye'nin kuzey kesiminde, Kızılırmak ve Yeşilirmak nehirlerinin arasında yer almakta olup denizle bağlantılı olması sebebiyle deniz ile kara taşıtları arasında transfer noktası görevi gören bir liman şehridir. Çevresinde, Doğu Karadeniz boyunca uzanan Canik Dağları iç kısımlarda yer aldığından orografik yağışlar, doğu ve batı kıyılarına kıyasla daha nadirdir. Çarşamba Havalimanı, Türkiye'de Samsun ili sınırları içerisinde 41°15'15" kuzey enlemi ve 36°34'03" doğu boylamında, Karadeniz kıyısına 2 km mesafede 5.5 m rakımda yer almaktadır (Şekil 1).

Havalimanının International Civil Aviation Organization (ICAO) kodu LTBF' dir [19]. 2023 resmi verilerine göre Çarşamba Havalimanı'nın yolcu trafiği 1 milyon 416 bin 172, uçak trafiği 14 bin 722, yük trafiği ise 13 bin 599 ton olarak gerçekleşmiştir.



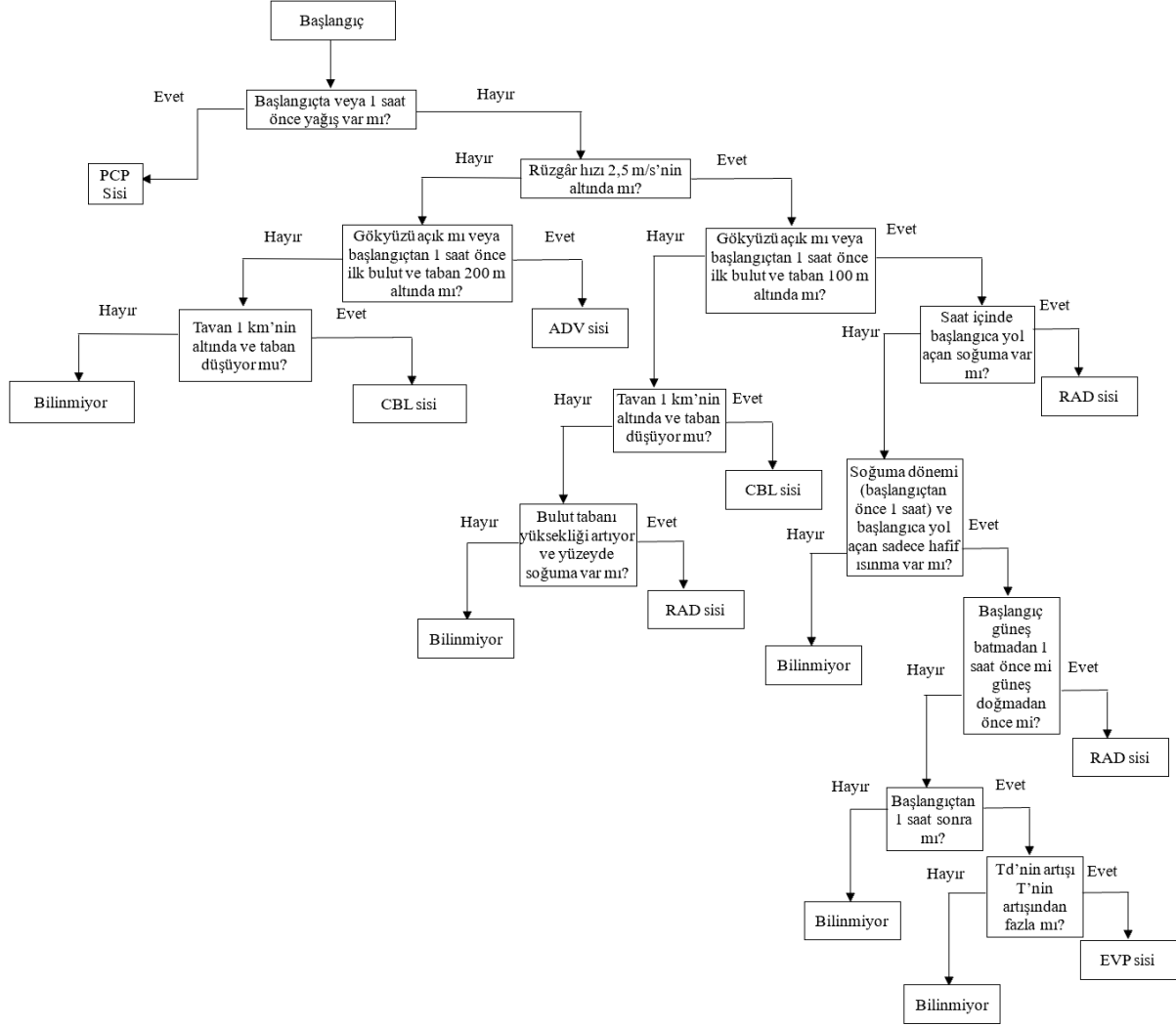
Şekil 1. Çarşamba Havalimanı yer bildiri haritası

2.2 Sis Hadisesinin Analizi (Fog Analysis)

Bu çalışmada kullanılan metotlar sis tiplerini görüş mesafesine, sıcaklığa, havacılık raporundaki kriterlere, birincil oluşum mekanizmasına göre sınıflandırmaktadır. Analiz yöntemi olarak Tardif and Rasmussen [6]'ın önerdiği algoritma esas alınmıştır. Bu metotta sis olayının tanımlanması, sis başlangıcından beş saat önce başlatılan bir algoritmaya (karar ağacı) dayanmaktadır (Şekil 2). Karar ağacında sınıflandırma yapılırken sisin fiziksel oluşum mekanizması ve karakterizasyonu kullanılır. Sis oluşumu sürecinin sınıflandırılması için kavramsal bir model kullanır ve sis türlerini; radyasyon sisi, adveksiyon sisi, yağış sisi, buharlaşma sisi ve bulut tabanı alçalması olmak üzere beş ana sınıfa ayırır. Radyasyon sisinin ana mekanizması radyatif (ışınimsal) soğumadır bunun yanı sıra düşük bulut kapsamı ve düşük rüzgar hızı da radyasyon sisinin ana etkenlerindendir. Sıcak ve nemli hava, daha soğuk kara veya deniz yüzeyi hava kütlesiyle karşılaştığında ise adveksiyon sisi oluşur. Yağış sisinin ana mekanizması yağışın buharlaşmasıdır. Buharlaşma sisi ise, sıcaklığın artması ile yüzey suyunun ışımsal olarak ısınması nedeniyle meydana gelir. Bulut tabanının alçalması ile meydana gelen sislerde ise tabakalı bulutlar ışımsal soğuma ve ışımsal soğumaya destek olan kara yüzeyindeki soğumanın etkisiyle bulutun yoğunlaşmasıdır. Sis olayı beş grupta kategorize edilemiyorsa bilinmeyen kategori olarak tanımlanır.

Sis varlığından söz edebilmek için, art arda beş saat içinde en az üç saat boyunca atmosferik görüş mesafesinin 1600 m altında olması ve bu süre zarfında 1000 m altında en az bir yatay görüş kaydı bulunması gerekir.

Analizlerde sisli günler yerine sis olayları tabiri kullanılmıştır. Sisli günler yaklaşımı, birbirini takip eden her gün için saat 00.00'dan önce gerçekleşen sis olayının takip eden günde de sayılmaması ve böylece iki kez hesaplanmaması amacıyla kullanılmamıştır. Rasatlardaki sis çeşitlerine ait ICAO hava durumu kodları ve açıklamaları Tablo 1'de yer almaktadır [6].



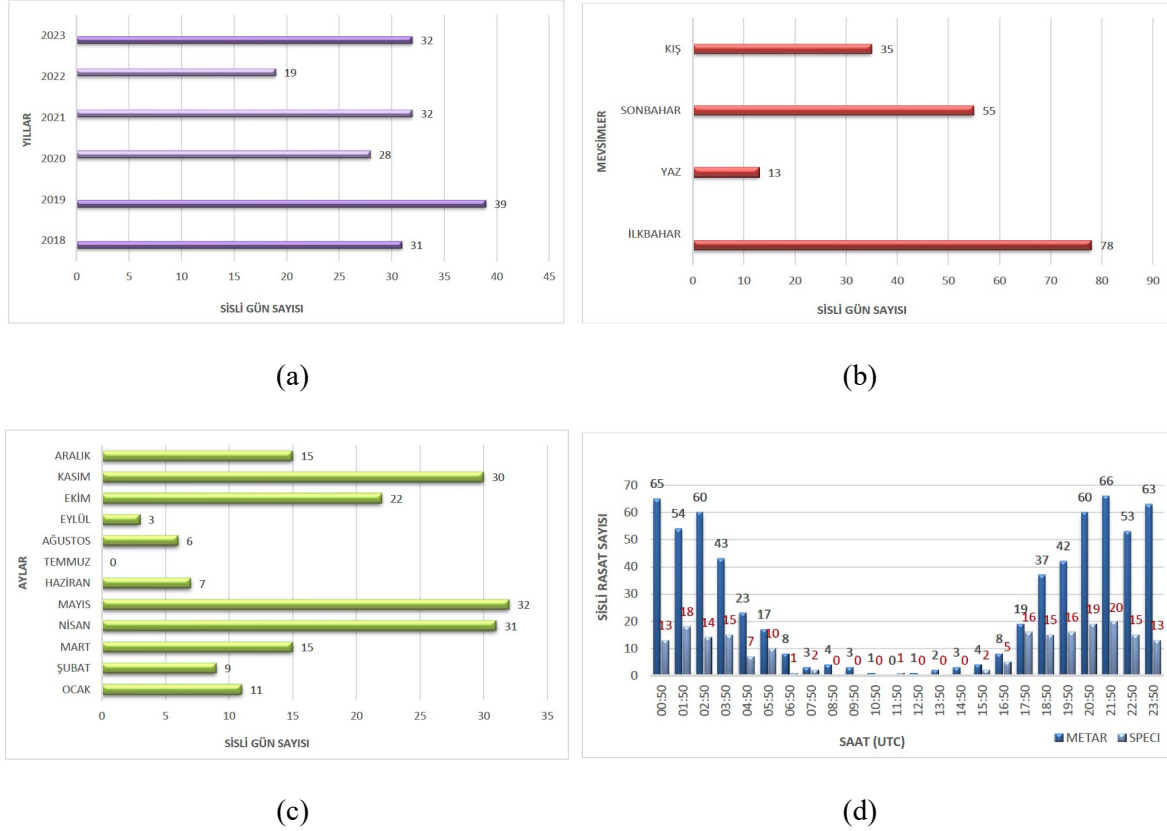
Şekil 2. Sis tipi sınıflandırma algoritmasını gösteren akış diyagramı

Tablo 1. ICAO hava durumu kodlarının açıklamaları

Sis ICAO kodu	Açıklama
FG	Sis
FZFG	Donan Sis
MIFG	Sığ Sis
BCFG	Parçalı Sis
PRFG	Kısmi Sis
VCFG	Yakında Sis

3. BULGULAR ve TARTIŞMA (RESULTS and DISCUSSIONS)

Çalışmada LTFH' ye ait 2018-2023 periyodu METAR ve SPECI verisi kullanılarak, FG kodu içeren rasatlar analiz edilmiştir. Sis hadisesinin; yıl, ay, mevsim ve saate göre frekans dağılımı hesaplanıp hadise çeşitleri belirlenmiştir (Şekil 3).

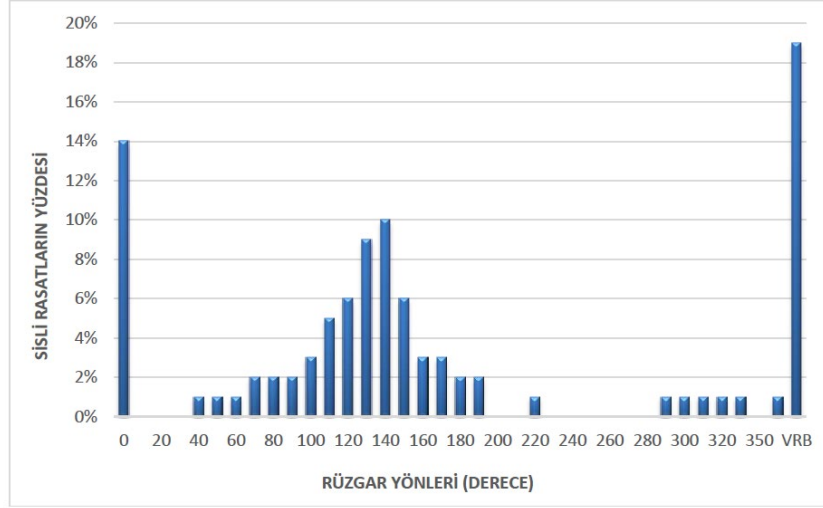


Şekil 3. Sisli günlerin yıllık, mevsimlik, aylık ve günlük dağılımları; a) Yıllık dağılım, b) Mevsimlik dağılım, c) Aylık dağılım, d) Saatlik dağılım

Yapılan analizler neticesinde 2018 yılında 31 gün, 2019'da 39 gün, 2020'de 28 gün, 2021'de 32 gün, 2022'de 19 gün ve 2023'te 32 gün olmak üzere 6 yıllık süre içerisinde toplamda 181 günün sisli geçtiği gözlemlenmiştir. Yıllara göre sisli gün dağılımına bakıldığında en fazla sis görülen yıl 2019 olurken en az sis hadisesi 2022 yılında meydana gelmiştir. Mevsimlere bağlı sisli gün sayıları incelendiğinde en fazla sis ilkbahar mevsiminde, en az sis ise yaz mevsiminde gerçekleşmiştir. Bunun yanı sıra en sisli ay mayıs olarak belirlenirken, sisin en az görüldüğü ay ise temmuz ayı olarak ortaya çıkmıştır. Rasatların %19'unda rüzgar değişik yönlerden (VRB-Variable) esmektedir. %14'ünü ise sakin rüzgarlar (Calm- 0 °C, 0 kt) oluşturmaktadır (Şekil 4).

Şekil 5'te rüzgar dağılımının mevsimlere göre analiz sonuçları verilmiştir. Buna göre ilkbahar mevsiminde %20 oranla rüzgar değişik yönlerden (VRB) eserirken, rüzgarların %17'sini sakin rüzgarlar (Calm-0 derece, 0 Knot) oluşturmaktadır. Geriye kalanlar ise çoğunlukla güneybatı (GB) yönünden esmektedir. Yaz mevsimine bakıldığında rüzgarların %22'lik oranla VRB estiği görülmektedir. İlkbahar mevsiminde sakin rüzgarların oranı %17 iken yaz mevsiminde bu oran %2'ye düşmüştür. Rüzgar genellikle güneydoğudan (GD) esmektedir. Sonbahar mevsiminde rüzgarların %16'sı 140 derece yönünden, %15'i VRB, %12'si sakin rüzgarlar olarak

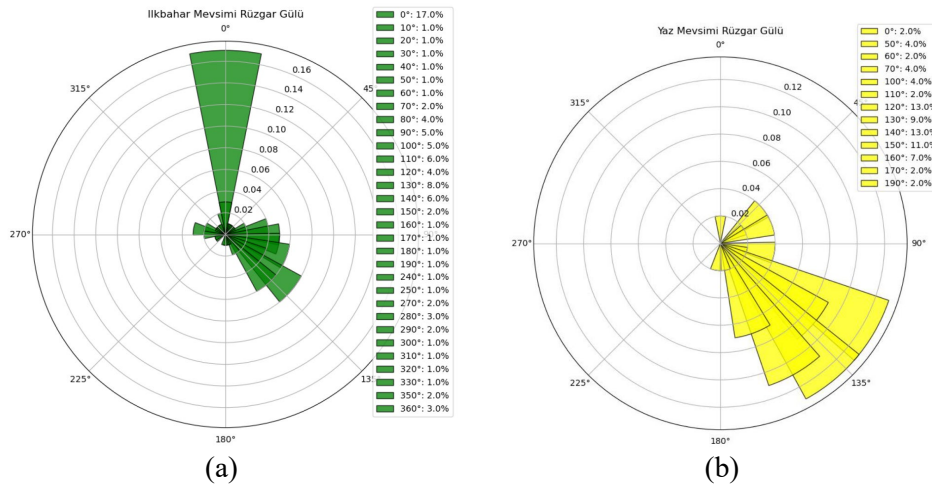
meydana gelmiştir. Rüzgarların büyük bir bölümü GD yönüdür. Kış mevsiminde esen rüzgarların %22'si değişik yönlerden eserken, %15'i sakın rüzgarlar olarak analiz edilmiştir.

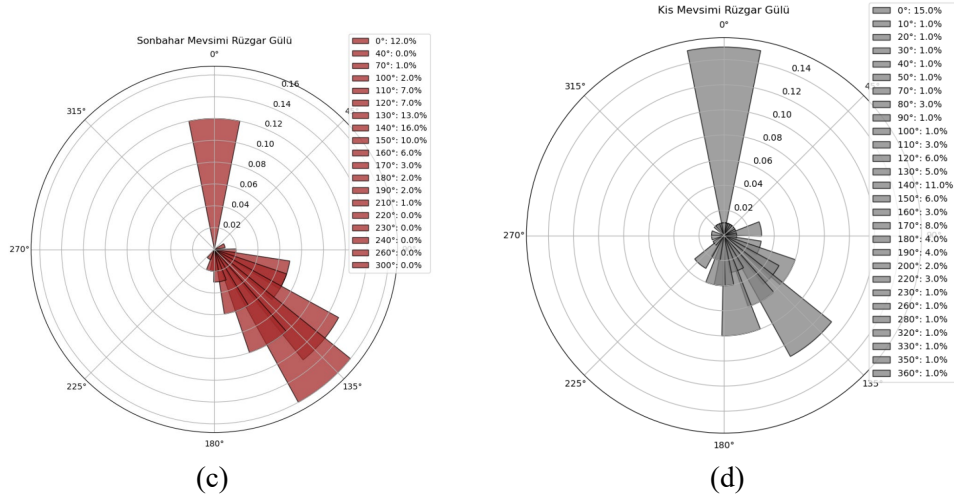


Şekil 4. Sisli rasatların yıllar boyunca rüzgar yönü dağılımı

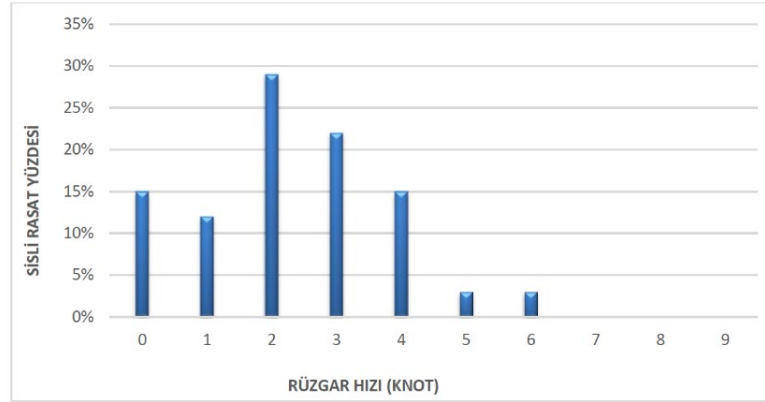
Şekil 6'da sisli rasatların rüzgar hızı dağılımı incelendiğinde FG kodu içeren 841 rasattan 242'si yani %29'unda 2 Kt hızındaki rüzgarlar en çok payı oluştururken bu rüzgarları sırasıyla; %22 oranla 3 Kt, %15'le 4Kt ve 0 Kt esen rüzgarlar takip etmiştir. Mevcut rasatlarda aşırı şiddetli rüzgarlara rastlanılmamıştır (Şekil 6). İncelenen periyotta sisli günlerdeki rüzgar hızı ortalaması 2.38 Kt olarak tespit edilmiştir.

Sis sınıflandırmasında bir diğer metot olan RVR'nin 1 km'nin altına indiği durumların sis hadisesi olarak tanımlanması LTFH için Şekil 7'de verilen analiz sonuçları incelendiğinde; 841 FG rasattın 389'unda görüş mesafesi 1 km'nin altındadır. En fazla sis hadisesi 92 defa (%11) 800 m RVR ile meydana gelirken, 150 m RVR ve 650 m RVR' de sadece birer defa (%0) sis hadisesi gerçekleşmiştir. Geriye kalan 452 FG kodlu rasat ise pus olarak analiz edilmiştir. Pus 1 km'den; 10 km'ye kadar olan yatay görüş mesafesi aralığını tanımlar. Ancak, havacılık meteorolojisinde pus için üst sınır genellikle 5 km'dir. Hakim rüyet analizinde en çok payı %14'lük oranla 1200 metrede meydana gelen pus hadisesi oluşturmaktadır [17].

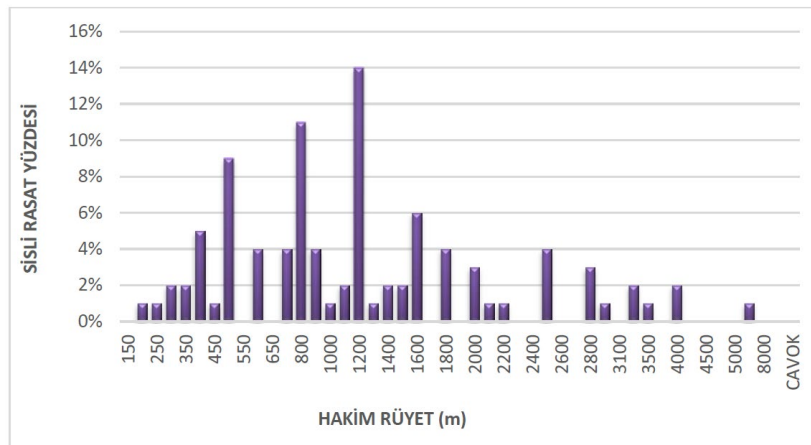




Şekil 5. Sisli rasatların mevsimler boyunca rüzgar yönü dağılımı; a) İlkbahar mevsimi rüzgar gülü, b) Yaz mevsimi rüzgar gülü, c) Sonbahar mevsimi rüzgar gülü, d) Kış mevsimi rüzgar gülü

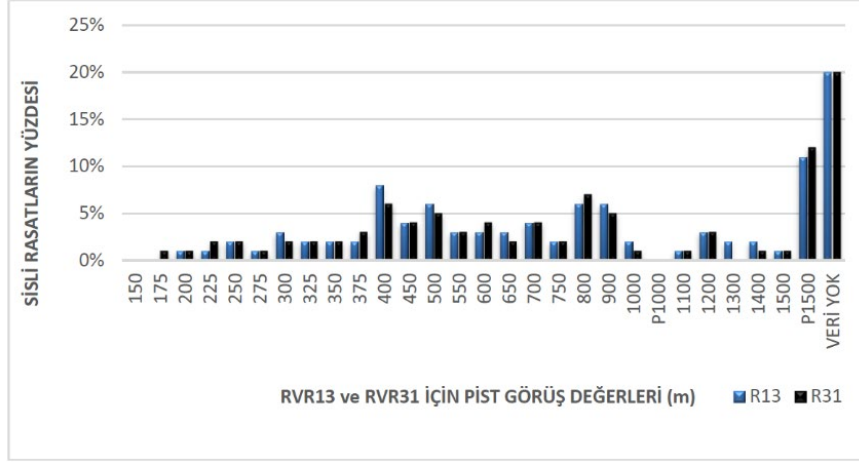


Şekil 6. Sisli rasatların rüzgar hızı dağılımı

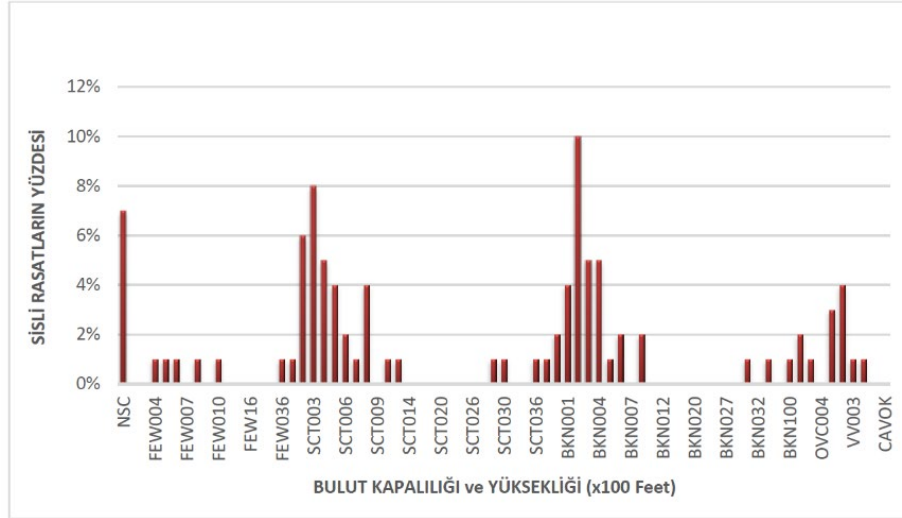


Şekil 7. Sisli rasatların yatay görüş mesafesi dağılımı

LTFH' de yer alan R13 ve R31 pistleri RVR analizine göre incelendiğinde her iki pist için de %20 oranla sis verisine rastlanmamıştır. R13 pistinde rasatların %11'inde, R31 numaralı pistte ise %12'sinde pist görüş mesafesinin 1500 m ve üzerinde (P1500) olduğu görülmüştür. R13 ve R31 pistlerinde birer defa pist görüşü 150 m ve 1000 m olarak tespit edilmiştir. Bu değer yaklaşık olarak %0.001 olup %0 olarak raporlanmıştır. R13 pistinde RVR 4 defa (%0) 175 m, R31 pistinde 3 defa (%0) 1300 m olarak ölçülmüştür (Şekil 8).



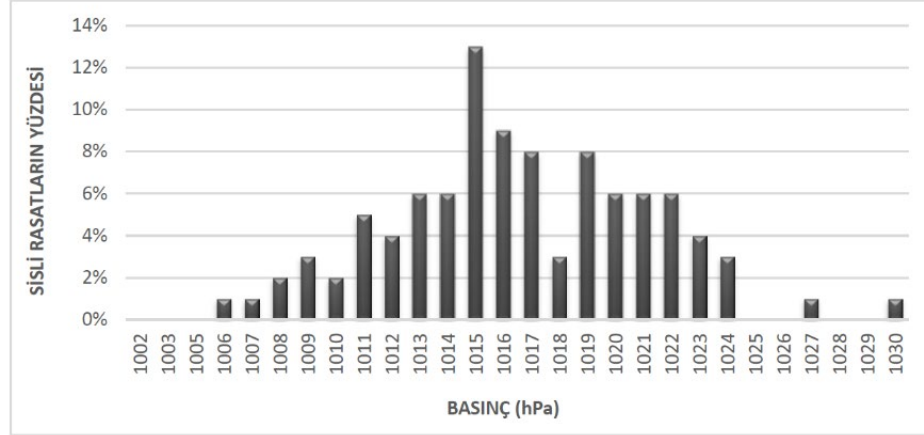
Şekil 8. Sisli rasatların pist görüş mesafesi dağılımı



Şekil 9. Sisli rasatların bulut kapallılığı ve yüksekliği dağılımı

Bulutların kapallılık ve yükseklik analizine göre %10'luk oranla en fazla BKN002 bulutuna rastlanmıştır. BKN002, 5/8 – 6/8 ve 7/8 kapallılıkta, 200 feette (yaklaşık 61 m) görülen bulutlardır. SCT003 bulutu %8 olarak tespit edilmiştir. SCT003, 3/8 – 4/8 kapallılıkta, 300 feette (yaklaşık 91.5m) görülen bulutları tanımlar. NSC bulutunun oranı %7'dir. NSC, önemli düzeyde bulut olmadığı anlamına gelir. 1/8 ve 2/8 kapallılığını tanımlayan FEW bulutu ise %1 ve daha az olarak tespit edilmiştir. 8/8 kapallılıktaki bulutlar için kullanılan OVC tanımlamasına göre, rasatlarda OVC002'ye 10 kez (%1) ve OVC004'e 4 kez (%0) rastlanılmıştır. VV yani dikine rüyetin olduğu; VV001, VV002, VV003, VV004 ve VV005 bulutların sayısı sırasıyla 29 (%3), 42 (%4), 11 (%1), 6 (%1), 1 (%0) olarak tespit edilmiştir.

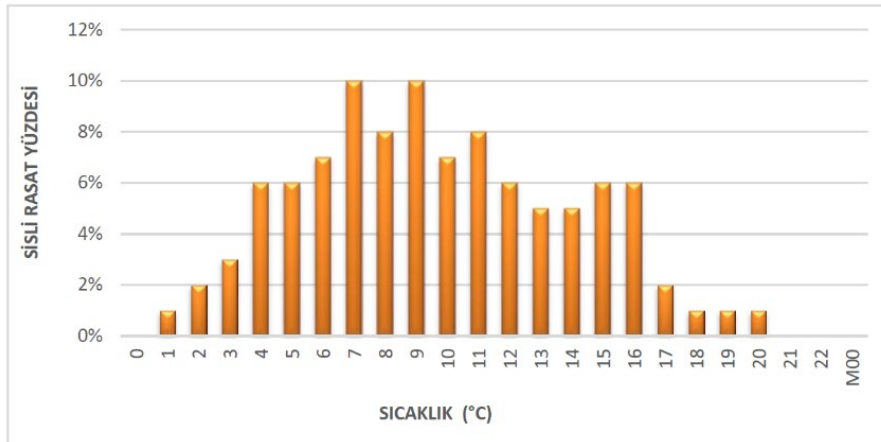
Havanın tamamının açık olduğu, her bir meydana ait minimum uçuş yüksekliğinin altında bulutun olmadığı ve herhangi bir yükseklikte kümülonimbus (konvektif fırtına bulutu-CB) bulutlarının bulunmadığı durumlar CAVOK (Ceiling and visibility-OK) olarak rapor edilmektedir. Yapılan analizler sonucunda 4 (%0) rasatta CAVOK tespit edilmiştir (Şekil 9).



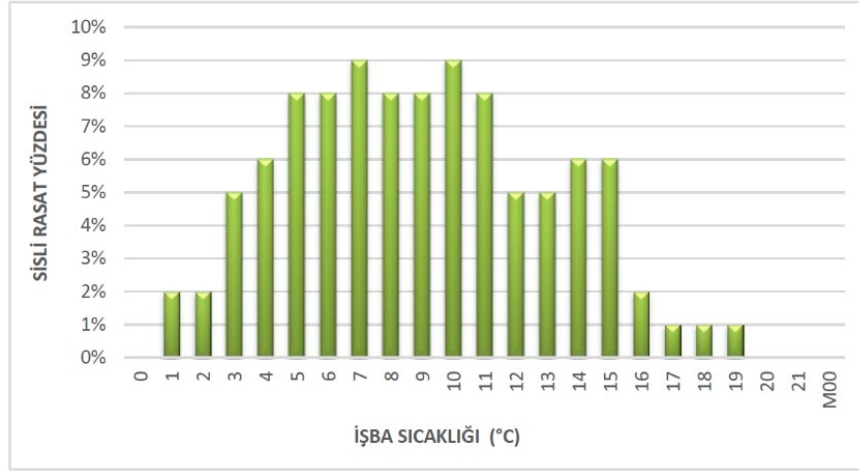
Şekil 10. Sisli rasatların basınç dağılımı

Rasatların sıcaklık dağılımları çoktan aza doğru sıralandığında; sis hadisesi görülen sıcaklıklar 82 rasatta 7 °C, 80 rasatta 9 °C, 76 rasatta 11°C ve 64 rasatta ise 8°C olarak seyretmiştir. Görülen en yüksek sıcaklık değeri tek bir rasatta 22 °C; en düşük sıcaklık değeri ise M00 olarak tanımlanmış olan 0°C'nin altındaki sıcaklıkları ifade etmektedir, rasatlarda iki defa gözlenmiştir. 0°C sıcaklığa tek bir rasatta rastlanmıştır (Şekil 11).

Şekil 12'de işba sıcaklıklarının dağılımı incelendiğinde en yüksek sıcaklık değeri 21 °C'dir. Rasatların %9'unu 7 °C ve 10 °C sıcaklıklar oluşturmaktadır. 5 °C, 6 °C, 8 °C, 9 °C ve 11 °C sıcaklıklarının görülme oranı %8'dir. 0 °C sıcaklığının görüldüğü rasat sayısı 2 iken; M00 değerinde 3 rasat (%0) tespit edilmiştir.



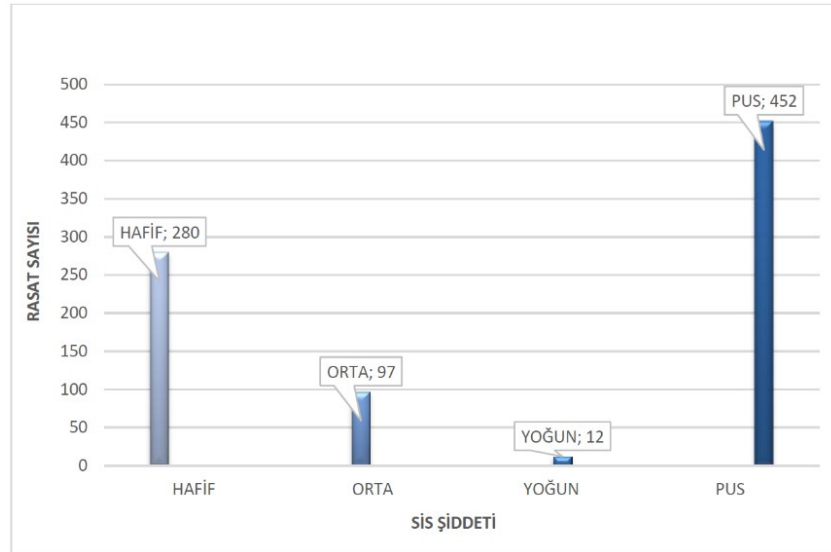
Şekil 11. Sisli rasatların sıcaklık dağılımı



Şekil 12. Sisli rasatların işba sıcaklığı dağılımı

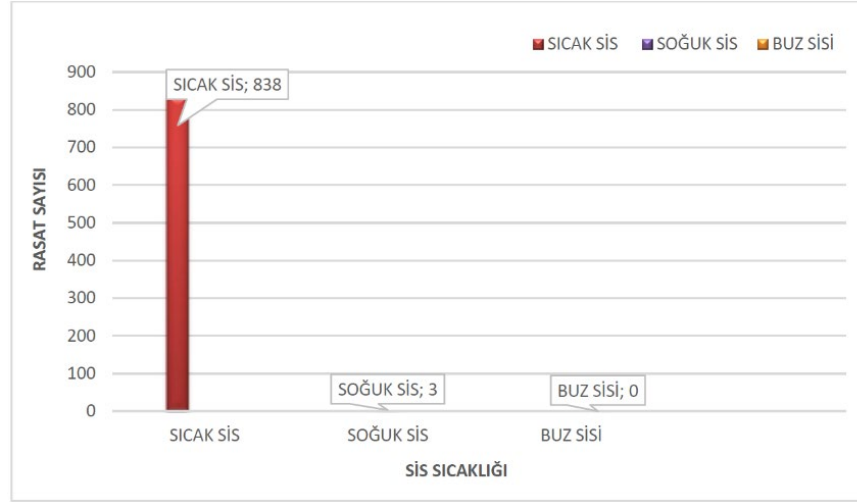
Yatay görüş mesafesi analizlerine göre sis tiplerinin yoğunluk durumu Şekil 13'te verilmiştir. Buna göre mevcut rasatların 280'i hafif, 97'si orta, 12'si yoğun şiddettedir. Geriye kalan 452 sisli rasatta ise görüş mesafesi 1000 metrenin üzerinde olduğundan hadise pus olarak tanımlanmıştır. Yatay görüşün 50 metrenin altında olduğu durumlar gözlemlenmediğinden çok yoğun şiddette sise rastlanmamıştır.

Sıcaklık analizine göre yapılan sınıflandırma sonucunda incelenen 841 rasadın 838'i sıcak sis ve 3'ü soğuk sistir. LTFH istasyonunda incelenen rasat periyodunda buz sisine rastlanmamıştır (Şekil 14).



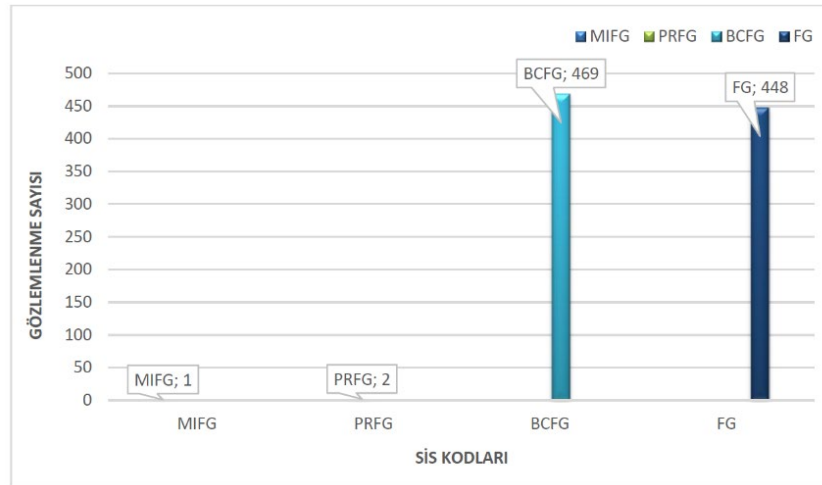
Şekil 13. Yatay görüş mesafesine göre sis tiplerinin yoğunluk dağılımı

LTFH' deki sis hadiseleri havacılık kodlarına göre sınıflandırıldığında; 448 kez FG, 469 kez BCFG, iki kez PRFG ve bir kez MIFG sisi görülmüştür. Bazı rasatlarda sis tiplerinin bir arada görülmüştür. Bu şekilde toplamda 79 rasatta BCFG-FG, FG-FG şeklinde ikili sis tipleri bulunmaktadır (Şekil 15).

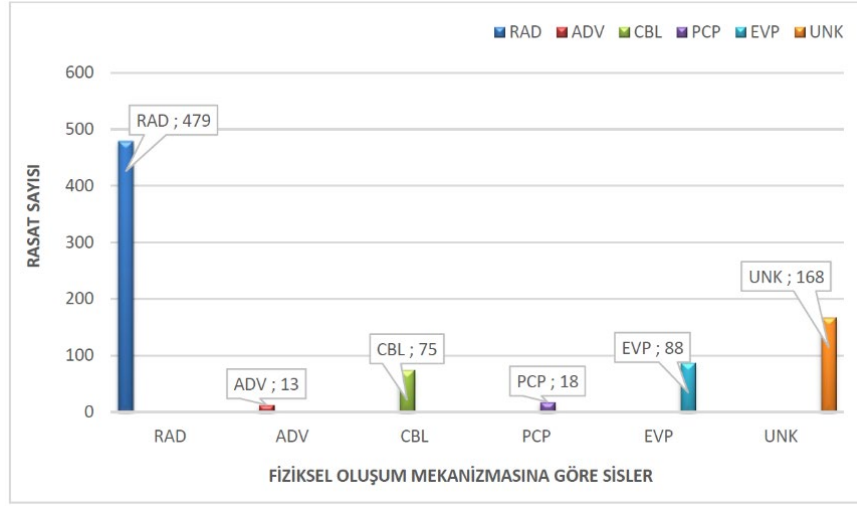


Şekil 14. Sıcaklığa göre sis tiplerinin dağılımı

Sislerin fiziksel oluşumu analiz edildiğinde mevcut rasatlara göre LTFH’ de meydana gelen sisler en çok 479 defa olmak üzere RAD sisi olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuç, havalimanının alçak rakımlı ve açık bir bölgede bulunması, özellikle gece boyunca havanın soğumasına bağlı olarak sabah saatlerinde radyasyon sisinin oluşmasına neden olması şeklinde yorumlanabilir. Bunu EVP 88, CBL 75, ADV 13 ve PCP 18 defa gerçekleştirerek takip etmiştir. Yağış olan rasatlar incelendiğinde görülen yağışlar kar (SN), çisenti (DZ) ve yağmur (RA)’dır. Yağışlı 18 adet rasattın altısında kar yağışı sonrası sis oluşmuştur. Ancak bu altı rasattın beşinde kar yağışıyla birlikte yağmur da görülmüştür. Geriye kalan rasatların on tanesinde çisenti, iki tanesinde yağmur yağışları sis oluşmasına sebep olmuştur. Bu beş sis tipi dışında kalan bilinmeyen (UNK) ise 168 tanedir (Şekil 16).



Şekil 15. Havacılık raporu kodlarına göre sis tiplerinin dağılımı



Şekil 16. Fiziksel oluşum mekanizmasına göre sis tiplerinin dağılımı

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Sis hadisesi meteorolojide en önemli hava olaylarından biridir. Ülkemizde ve dünyanın birçok yerinde özellikle havacılık sektörü olmak üzere pek çok alanda etkili rol oynamaktadır. Bu çalışmada, Samsun Çarşamba Havalimanı Meteoroloji Ofisi tarafından yayımlanan METAR ve SPECI rasatları kullanılarak 2018-2023 yılları için sis analizleri gerçekleştirilmiştir. Sis tipleri çeşitli kriterlere göre sınıflandırılmış, analizler grafik ve şekillerle desteklenmiştir. Analizler neticesinde;

Seçilen periyotta toplam 54933 METAR ve 1998 SPECI verisi bulunmaktadır. Bu verilerden 639 METAR ve 202 SPECI verisi içinde FG koduna rastlanmıştır. Sisli rasat sayısı 841'dir.

Sis en fazla 2019 yılında (39 gün) ve mayıs ayında (32 gün) gözlemlenirken, temmuz ayında hiç görülmemiştir. Mevsimsel dağılıma göre en fazla sis ilkbaharda (78 gün), en az sis yaz aylarında (13 gün) meydana gelmiştir. Günlük analizlerde, sis en çok 21.50-00.50 UTC arasında oluşmuş, 11.50 UTC'de hiç gözlemlenmemiştir. Bu durum, güneşin yüzeyi ısıtmasıyla sis oluşumuna uygun atmosferik koşulların ortadan kalkmasına bağlanmıştır.

Rüzgar analizleri, LTFH'de çoğunlukla değişken yönlü (VRB) hafif rüzgarların hâkim olduğunu ve çok şiddetli rüzgarlara rastlanmadığını göstermektedir. Rasatların %29'unda rüzgar hızı 2 kt olarak ölçülmüş, bu durum sisin dağılmasını engelleyerek oluşumunu desteklemiştir. Görüş mesafesi analizlerine göre FG kodlu rasatların %46'sında görüş mesafesi 1 km'nin altına düşmüştür. Yoğunluk açısından sis olaylarının %72'si hafif, %25'i orta ve %3'ü yoğun şiddette kaydedilmiştir. Basınç değerleri genellikle 1002-1030 hPa arasında değişmiş ve en sık 1015 hPa olarak ölçülmüştür. Sıcaklık analizlerinde en yüksek değer 22°C, en düşük değer ise 0°C'nin altında sadece iki rasatta kaydedilmiştir. Sislerin %99'u sıcak sis, %1'i ise soğuk sis olarak sınıflandırılmıştır. Samsun'un coğrafi ve iklimsel özellikleri nedeniyle buz sisi oluşmamıştır.

Kodlarına göre sis türleri incelendiğinde en fazla BCFG (469) ve FG (448) kodları rapor edilmiş, toplamda 79 rasatta iki farklı sis kodu birlikte gözlemlenmiştir. VCFG ve donmuş sis (FZFG) olayına rastlanmamıştır. Oluşum mekanizmalarına göre LTFH'de en yaygın sis türü radyasyon sisi olup, 479 rasatta tespit edilmiştir. Bunu 88 rasatla buharlaşma sisi, 75 rasatla bulut tabanının alçalmasından kaynaklanan sis, 18 rasatla yağış sisi ve 13 rasatla adveksiyon sisi takip etmiştir. Radyasyon sisi, havalimanının alçak rakımlı ve açık bir bölgede bulunması nedeniyle gece boyunca kara yüzeyinin soğumasıyla sıkça meydana gelmiştir. Özellikle rüzgarsız

ve açık gecelerde oluşan bu sis türü, sabah saatlerinde görüş mesafesini düşürerek uçuş operasyonlarını olumsuz etkilemektedir.

Genel olarak, LTFH'nin sis oluşumu için elverişli şartlara sahip olduğu belirlenmiştir. Samsun'un denize kıyısı olması nispi nemi artırarak sisin oluşumunu desteklerken, düşük şiddetli rüzgarlar sisin dağılmasını engellemiştir. Ayrıca, Samsun'un kuzeyde konumlanması nedeniyle güneş ışınlarını daha eğik açıyla alması, yüzey ısınmasını ve dolayısıyla sis oluşumunu etkilemektedir. Güneş ışınlarının geliş açısı 21 Haziran'da 72.5°, 21 Aralık'ta 25.5° ve ekinoks dönemlerinde 49° olarak hesaplanmıştır.

Havalimanı operasyonlarında pist görüş mesafesi kritik bir unsurdur ve sis, uçuş güvenliği açısından önemli meteorolojik olaylardan biridir. Sis tiplerinin ne zaman ve hangi koşullarda oluşabileceğinin bilinmesi, kazakırım olaylarını önlemeye veya etkilerini azaltmaya katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda, çalışma LTFH operasyon programlarının güvenle planlanmasına destek vermektedir.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGMENTS)

Yazarlar, çalışmada kullanılan verilerin temini için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ve Samsun Çarşamba Havalimanı Meteoroloji İstasyonu çalışanlarına teşekkür ederler.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT of INTEREST)

Makale yazarları, aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ARAŞTIRMA ve YAYIN ETİĞİ BEYANI (STATEMENT of PUBLICATION ETHICS)

Çalışmanın tüm süreçlerinin araştırma ve yayın etiğine uygun olduğunu, etik kurallara ve bilimsel atıf gösterme ilkelerine uyduğunu beyan ederiz.

YAZAR KATKISI (AUTHOR STATEMENT)

Güllüzar Özcü: Araştırma, Analiz, Görselleştirme. **Neslihan Beden:** Araştırma, Doğrulama, Metodoloji, Görselleştirme, Yazma-orijinal taslak. **Nazire Göksu Soydan Oksal:** Metodoloji, Kaynaklar, Yazma-orijinal taslak, Veri iyileştirme. **Şule Haliloğlu:** Görselleştirme, Metodoloji, Veri iyileştirme.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Brunet, M., Jones, S., & Ruti, P. M. (2018). World Meteorological Organization.
- [2] Guerreiro, P. M., Soares, P. M., Cardoso, R. M., & Ramos, A. M. (2020). An analysis of fog in the mainland portuguese international airports. *Atmosphere*, 11(11), 1239.
- [3] Sayad, T., & Morsy, M. (2019). Possible mechanisms for fog formation over Borg El Arab airport, Egypt. *Weather*, 74(2), 43-50.
- [4] Stolaki, S., Kazadzis, S., Foris, D., & Karacostas, T. S. (2009). Fog characteristics at the airport of Thessaloniki, Greece. *Natural hazards and earth system sciences*, 9(5), 1541-1549.
- [5] Gultepe, I., Tardif, R., Michaelides, S. C., Cermak, J., Bott, A., Bendix, J., Müller, M. D., Pagowski, M., Hansen, B., & Ellrod, G. (2007). Fog research: A review of past achievements and future perspectives. *Pure and applied geophysics*, 164, 1121-1159.
- [6] Tardif, R., & Rasmussen, R. M. (2007). Event-based climatology and typology of fog in the New York City region. *Journal of applied meteorology and climatology*, 46(8), 1141-1168.
- [7] Roquelaure, S., Tardif, R., Remy, S., & Bergot, T. (2009). Skill of a ceiling and visibility Local Ensemble Prediction System (LEPS) according to fog-type prediction at Paris-Charles de Gaulle Airport. *Weather and Forecasting*, 24(6), 1511-1523.

- [8] Aktaş, C., & Erkuş, O. (2009). Lojistik Regresyon Analizi ile Eskişehir'in Sis Kestiriminin İncelenmesi Investigation of Fog Forecasting of Eskişehir Using Logistic Regression Analysis. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8(16), 47-61.
- [9] Çamalan, G., Yağan, S., & Ağün, N. (2010). Esenboğa Airport fog studies. Turkey International Fog Symposium, Ankara, Turkey,
- [10] Van Schalkwyk, L., & Dyson, L. L. (2013). Climatological characteristics of fog at Cape Town International airport. Weather and Forecasting, 28(3), 631-646.
- [11] Belorid, M., Lee, C. B., Kim, J.-C., & Cheon, T.-H. (2015). Distribution and long-term trends in various fog types over South Korea. Theoretical and Applied Climatology, 122, 699-710.
- [12] Bari, D., Bergot, T., & El Khlifi, M. (2015). Numerical study of a coastal fog event over Casablanca, Morocco. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 141(690), 1894-1905.
- [13] Yavuz, V., Temiz, C., Özdemir, E. T., & Deniz, A. (2015). Avrupa Bölgesi için kaza-kırım raporlarının incelenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2(5), 155-160.
- [14] Özdemir, E. T., Deniz, A., Sezen, İ., Menteş, Ş. S., & Yavuz, V. (2016). Fog analysis at Istanbul Ataturk International Airport. Weather, 71(11), 279-284.
- [15] Weston, M., Temimi, M., Burger, R., & Piketh, S. (2021). A fog climatology at Abu Dhabi international airport. Journal of applied meteorology and climatology, 60(2), 223-236.
- [16] Chandu, K., Dharma Raju, A., Kumar, S., Dasari, M. P., & Reddy, Y. (2022). Operational constraints on flight navigation due to fog and consequent economic implications at the Rajiv Gandhi International Airport, Hyderabad, Telangana, India. Asian Journal of Water, Environment and Pollution, 19(4), 25-32.
- [17] Uğurluel, G., Deniz, A., & Özdemir, E. T. (2023). Fog analysis of airports in the northeast of Turkey in the last decade. International Journal of Climatology, 43(16), 7549-7564.
- [18] Deniz, B., & Yavuz, V. (2024). Batman İli için Sis ve Görüş Mesafesi Analizi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(2), 767-781.
- [19] Keskin, M., & Efe, B. (2020). Samsun Carsamba Airport Analysis Of Wind, Thunderstorm And Snow. International Engineering and Natural Sciences Conference, Dicle University, Diyarbakır, Turkey.



© Author(s) 2025. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>