

## ESENBOĞA HAVALİMANI SİS ETÜDÜ

Gülten ÇAMALAN<sup>1</sup>, Serpil YAĞAN<sup>2</sup>, Nezihe AKGÜN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> [gcamalan@dmi.gov.tr](mailto:gcamalan@dmi.gov.tr), DMİ Genel Müdürlüğü, Araştırma Şube Müdürlüğü, 06120, Ankara

<sup>2</sup> [svagan@dmi.gov.tr](mailto:svagan@dmi.gov.tr), DMİ Genel Müdürlüğü, Araştırma Şube Müdürlüğü, 06120, Ankara

<sup>3</sup> [nakgun@dmi.gov.tr](mailto:nakgun@dmi.gov.tr), DMİ Genel Müdürlüğü, Araştırma Şube Müdürlüğü, 06120, Ankara

### Özet

Sis; yatay görüş mesafesini düşüren lokal bir hadise olup, ulaşımı olumsuz yönde etkileyen önemli bir meteorolojik olaydır. Sis oluşumunun hava taşımacılığı üzerinde önemli bir etkisi vardır ve havacılık güvenliğinde önemli bir rol oynar. Kara, deniz ve hava taşımacılığında sis nedeniyle meydana gelen gecikmelerde pek çok maddi kayıplar meydana gelmektedir. Özellikle büyük hava limanlarındaki ertelenmiş kalkış ve inişler zaman ve para kayıplarına sebep olmaktadır. Günde ortalama olarak 1000' den fazla uçağın kalktığı ve indiği işlek hava limanlarında yoğun sis oluşması lokal olarak ve ülke çapında hava trafiğini durdurabilir yada birkaç saat geciktirebilir. Bu durum ticari hava yollarına, zaman, yakıt ve ilave uçak bakımlarında büyük parasal kayıplara sebep olmaktadır.

Bu çalışmada, sis açısından Türkiye'nin büyük havalimanlarından biri olan Esenboğa Havalimanı ve çevresinin genel özellikleri ve etüdü yapılarak, ulaşım yönünden nasıl etkilendiği incelenecektir .

**Anahtar Kelimeler:** *Sis, Görüş Mesafesi, Esenboğa Havalimanı*

### Abstract

#### ESENBOĞA AIRPORT FOG STUDY

The occurrence of fog which reduced visibility to a local and short-period meteorological events and adversely affecting transport is an important meteorological event. Fog formation has a significant impact on air transport and plays an important role in aviation safety. Land, sea and air transportation also, many delays can occur due to fog, property and financial losses have occurred. Occurrence of dense fog, a day on average more than a thousand aircraft landing and take off in the busy airport, locally and nationwide air traffic may stop or a few hours can delay. This case to the commercial airlines, time, fuel and aircraft maintenance in addition to large monetary losses causes.

In this study, which is one of Turkey's largest airport Esenboga airport belongs to the analysis made of fog and transport were investigated in terms of how to be affected.

**Keywords:** *Fog, Visibility, Esenboğa Airport.*

### 1. Giriş

Sis, yatay görüşü 1000 m.'nin altına düşüren yere yakın hava tabakasında yayılmış küçük su damlacıkları veya kristallerden oluşan meteorolojik bir olaydır. Genel olarak sis, belirli bir yerin üzerini kaplayan stratüs (st) bulutu veya yere inmiş stratüs bulutu olarak da tanımlanmaktadır.

Sis, özellikle havacılıkta uçakların iniş ve kalkışlarını olumsuz yönde etkileyen önemli meteorolojik olaylardan biridir. Bir uçağın emniyetli olarak bir yerden bir yere gidebilmesi

için pilotun rotası üzerindeki hava olaylarını bilmesi gerekir. Ayrıca iniş ve kalkışlardaki hava durumu da çok önemlidir. Özellikle görüş mesafesi ve bulut tabanı, bir havaalanının hava trafik akışını büyük oranda etkiler. Sis, yağış, pus, toz fırtınası, kum fırtınası, kar fırtınası ve hava kirliliği gibi nedenler görüş mesafesinin daralmasına neden olur. Büyük havaalanlarında, hava şartları nedeniyle olabilecek aksamalarda dikkate alınan sınır değerler aşıldığında, büyük problemler ve karışıklıklar ortaya çıkar. Bu durumda tüm uçuşların yeniden düzenlenmesi, gündeme gelir. Pistlerdeki sis oluşumlarına bağlı olarak hava yolu şirketleri her yıl milyonlarca dolar kaybetmekle karşı karşıya kalmaktadır.

Hava alanlarında pist görüş mesafesini suni yollarla artırmak için dünyanın birçok yerinde çok sayıda girişimlerde bulunmaktadır. Fakat hava modifikasyonu uygulamalarında yapılan bu işlemler oldukça pahalı ve zahmetlidir.

Son yıllarda akaryakıt fiyatlarında görülen aşırı artış ve havayolu şirketleri arasında yaşanan rekabet yüzünden uçuş planlamaları son derece önem kazanmıştır. Birçok havayolu şirketi bu planlamayı eldeki mevcut işletmeyle ilgili diğer bilgilerle birlikte, en son meteorolojik bilgileri de kullanmak suretiyle çözmektedirler. Diğer yandan meteorolojik bilgi ve verilerden yararlanarak uçuş planına son şeklinin verilmesi emniyetli ve konforlu bir yolculuk için gerekli bir işlemdir. Özellikle meydanlardaki rüzgar şiddeti ve yönü, görüş mesafesi, pist görüş mesafesi, yağışın şekli ve şiddeti, bulut taban yüksekliği, altimetrik basınç değeri, türbülans ve rüzgar kayması gibi meteorolojik bilgiler uçakların emniyetli iniş ve kalkış yapmalarında dikkat edilmesi gereken en önemli parametrelerdendir.

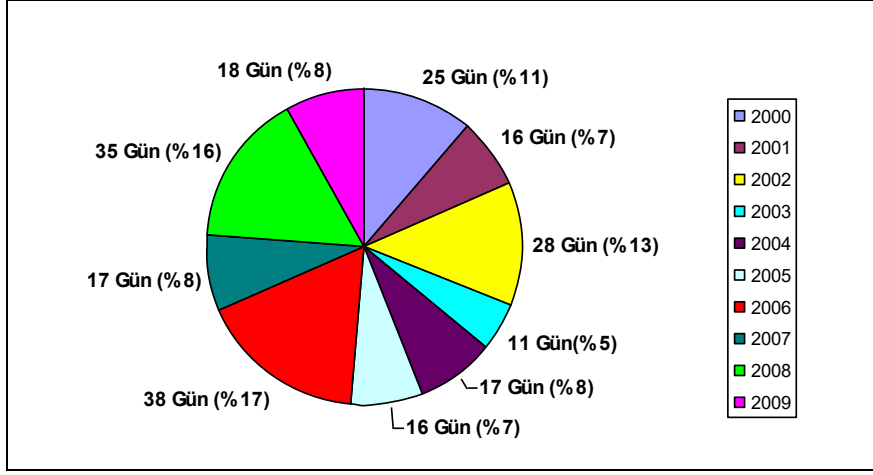
Yoğun sisin havacılık üzerine etkileri konusunda Study Of Dense Fog At The Salt Lake City International Airport And Its Impacts To Aviation çalışması iyi bir örnektir.

## **2.Esenboğa Havalimanı ve Genel Özellikleri:**

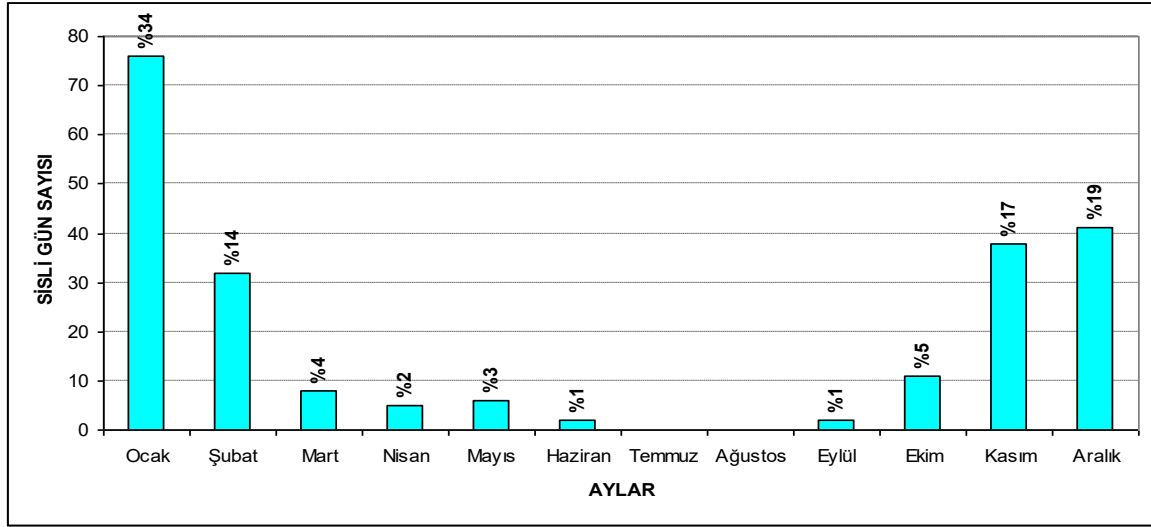
Esenboğa Havalimanı iç ve dış hat olarak toplam 10.000.000 Yolcu/Yıl kapasiteli bir havalimanıdır. Esenboğa Hava Limanının da 3750 metre uzunluğunda iki adet (03R/21L ve 03L/21R ) pist bulunmaktadır. Bu pistler arasındaki mesafenin 290 metre olması sebebi ile iki pist aynı anda kullanılamamaktadır. II. Pist I. Pistin alternatifi olarak kullanılmaktadır. Esenboğa Havalimanı aletli iniş sistemi (ILS) kategorisinde halihazırda CAT II grubundadır.

## **3. Sis Etüdü**

Bu çalışmada görüş mesafesinin daralmasına sebep olan sis olayı RAOB, SPSS ve Excel paket programları yardımıyla analiz edilerek tablo ve grafikler elde edilmiş ve etüd çalışması tamamlanmıştır. Çalışmada Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü gözlem ağı içerisinde yer alan Esenboğa Havalimanı Meydan Meteoroloji gözlem istasyonunun 2000 ile 2009 yıllarını kapsayan 10 yıllık periyotta yarım saatte bir yaptığı Metar rasatları ve son iki yıllık (2008-2009) SPECI rasatlarındaki sis olayları değerlendirilmiştir. Etüd yapılırken, ilk olarak Esenboğa Hava Limanı sisli günlerin dağılımı yapılmış, ardından oluşan bu sislerin sıcaklık aralıklarına (soğuk sis – sıcak sis), oluşum şekillerine ve son olarak da sisi etkileyen meteorolojik parametrelere göre dağılımları incelenmiştir.

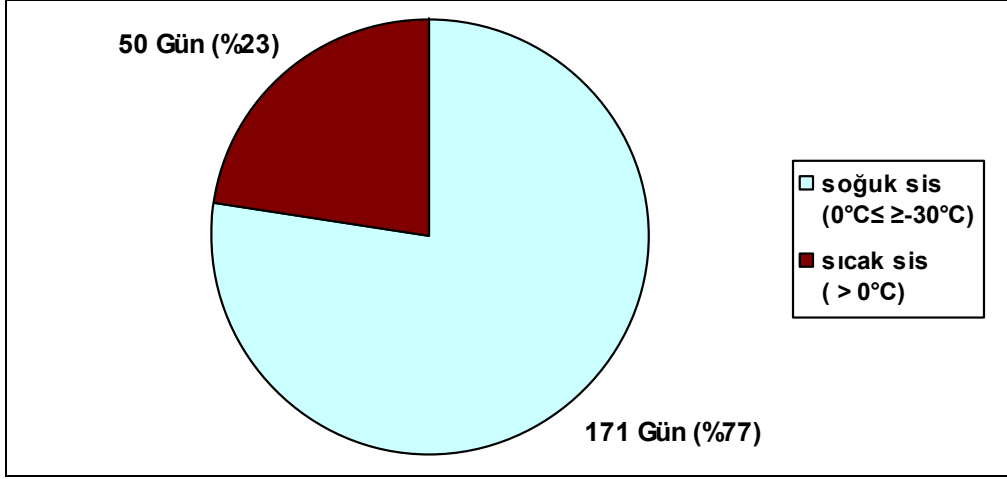


Şekil-1 Esenboğa Havalimanı 2000-2009 arası yıllara göre toplam sisli gün sayısı dağılımı. 10 yıllık periyotta toplam sisli gün sayısı 221 gün olarak tespit edilmiştir. 2006 yılı sis açısından daha yoğun bir yıl olarak karşımıza çıkmaktadır (Bkz Şekil:1).



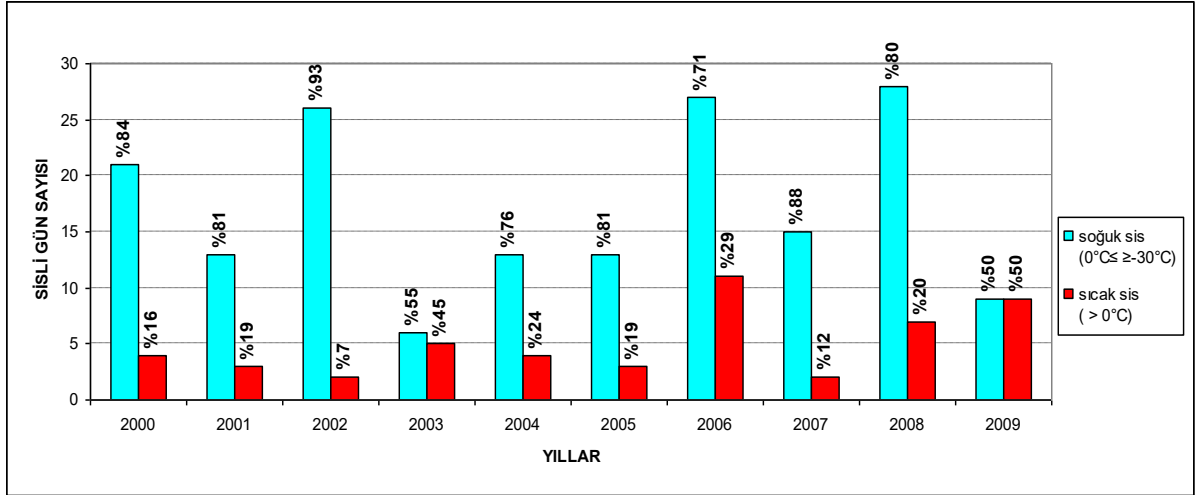
Şekil-2 Esenboğa Havalimanı 2000-2009 yılları aylara göre sisli gün sayısı dağılımı.

Esenboğa Havalimanı meydana gelen sislerin büyük bir bölümü (%89) Ekim, Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat aylarını kapsayan 5 aylık periyotta meydana gelmektedir. Bu periyodu Esenboğa Havalimanı'nın sisli sezonu olarak kabul edebiliriz. Bundan sonra kullanacağımız sis sezonu tabirinden bu 5 aylık periyodu kastedeceğiz. Bu sis sezonunda en fazla sisin meydana geldiği ay olarak da Ocak ayı belirgin olarak ön plana çıkmaktadır (Bkz Şekil:2).



Şekil-3 Esenboğa Havalimanı 2000-2009 arası sisli günlerin sıcaklık aralıklarına göre dağılımı.

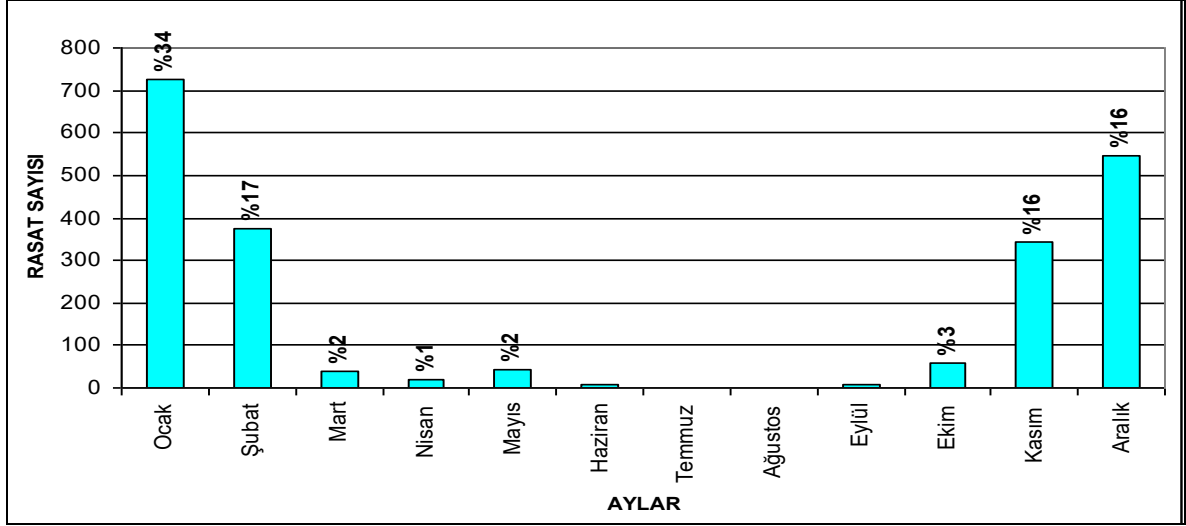
10 yıllık periyotta sıcaklığa göre sis çeşitleri ( soğuk sis – sıcak sis ) belirlenmiştir. Bu grafik incelendiğinde meydana gelen sislerin %77 ‘si soğuk sis (donan sis) , %23 ‘de sıcak sis olarak görülmektedir (Bkz Şekil: 3).



Şekil-4 Esenboğa Havalimanı 2000-2009 yılları çeşitlerine göre sisli günlerin yıllara göre dağılımı.

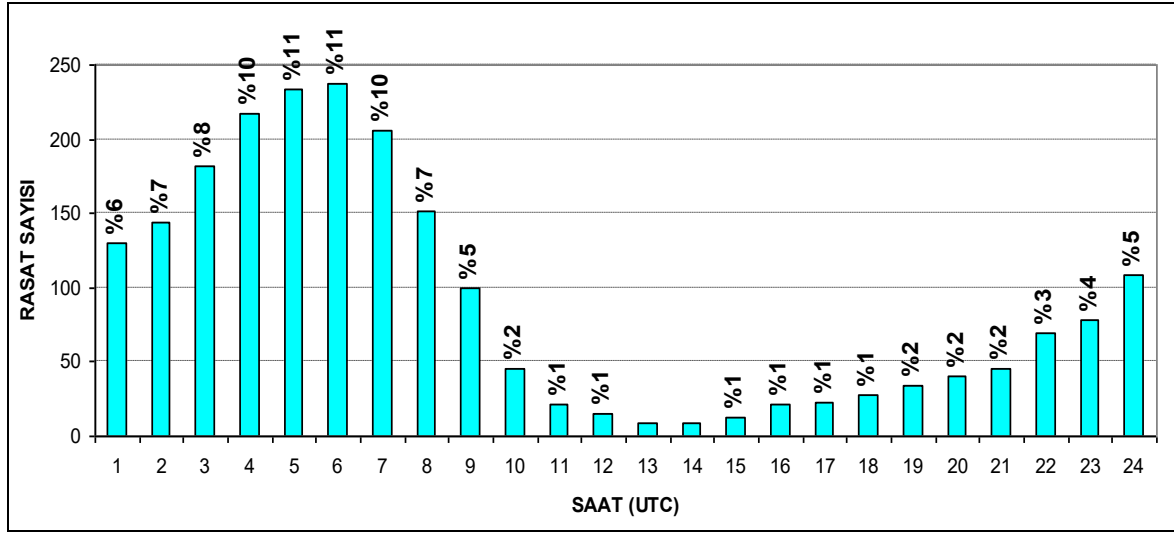
Şekil:4 ' de Esenboğa Havalimanında çeşitlerine göre sisli gün sayısının yıllara göre dağılımı görülmektedir. Grafikte sütunlar üzerinde yer alan yüzdeler yıl içindeki sisli gün sayısının sis çeşidine göre yüzdesini göstermektedir.

Çalışmamızın şimdiye kadar olan kısmında, öncelikle Esenboğa Havalimanında 2000-2009 yıllarını kapsayan periyotta sisli günlerin dağılımı ve bu sislerin sıcaklığa göre çeşitleri tespit edilmiştir. Bundan sonra çalışma periyodu olan on yıllık süreçte, kaydedilen saatlik sis gözlemlerinin detaylı etüdü yapılmıştır.



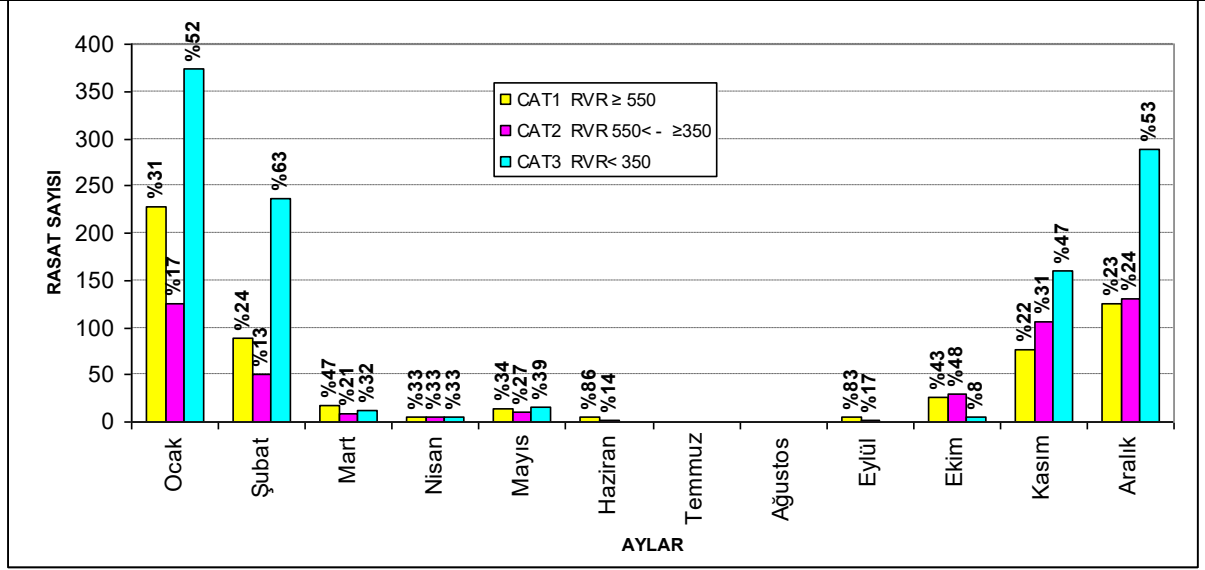
Şekil-5 Esenboğa Havalimanı 2000-2009 arası saatlik sis gözlemlerinin aylara göre dağılımı.

2000-2009 yılları arasındaki saatlik sis gözlemlerinin periyot içerisindeki aylık dağılımı görülmektedir (Bkz Şekil:5). Yıl içerisindeki saatlik sis gözlemlerinin %50'si Aralık ve Ocak aylarında kaydedilmiştir.



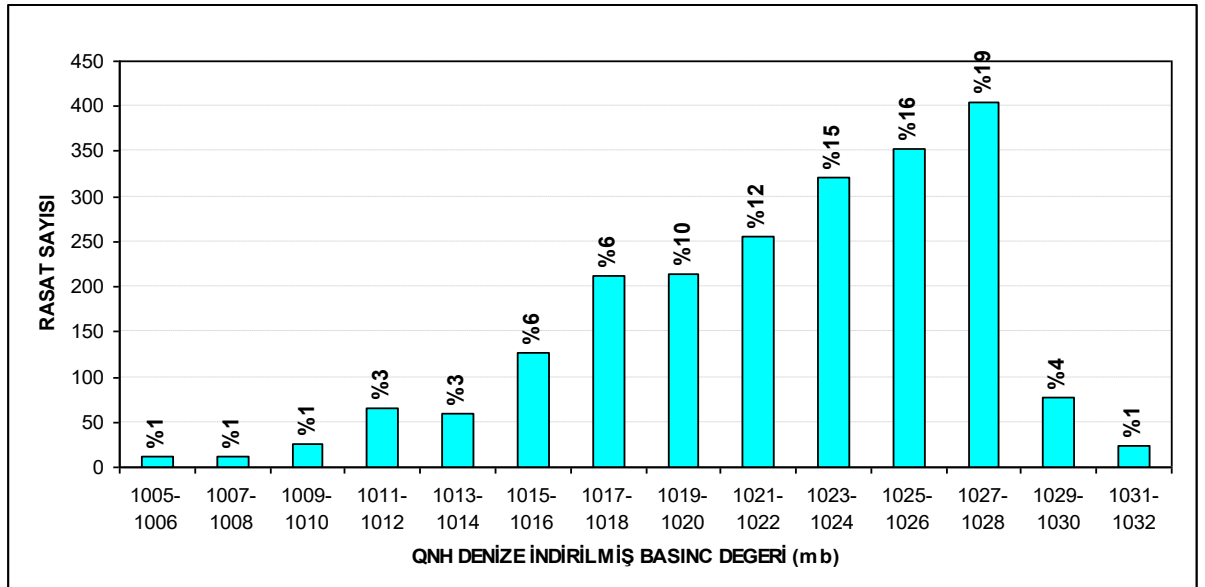
Şekil-6 Esenboğa Havalimanı 2000-2009 yılları saatlik sis gözlemlerinin saatlere göre dağılımı.

2000-2009 yılları arasında meydana gelen sislerin büyük bölümünün 22 UTC ile 09 UTC arasında olduğu görülmektedir (Bkz Şekil:6). Sislerin 3 ila 8 UTC arasında çoğunlukta görülmesi radyasyon kaybıyla soğuma sonucu oluşan Radyasyon sislerinin bir göstergesidir. **Not:** Grafikte sütunlar üzerinde yer alan yüzdelik dilimler o sütuna ait rasat sayısının toplam rasat sayısı içerisindeki yüzdesini göstermektedir.



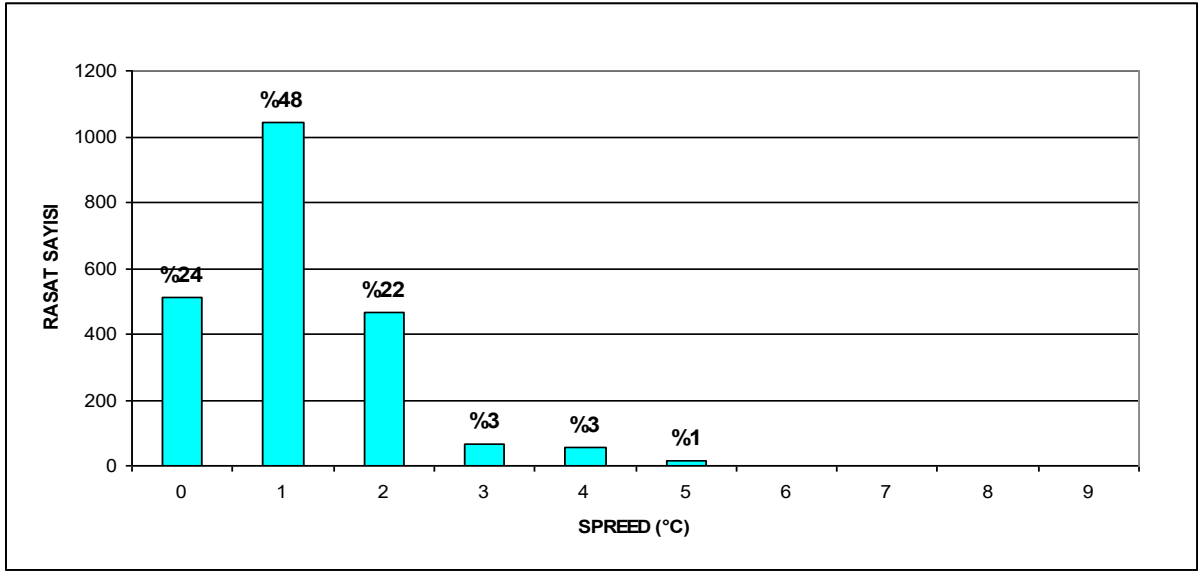
Şekil-7 Esenboğa Havalimanı 2000-2009 yılları aylara göre saatlik sis gözlemleri içerisindeki Pist Görüş Mesafesinin (RVR) ILS kategorilerine göre dağılımı.

Sisin oluşmasını sağlayacak meteorolojik şartlar meydana geldiğinde oluşan sislerin büyük bir bölümü, pist görüş mesafesi (RVR) bakımından incelendiğinde 350 metre'nin altına düşürecek şekilde bir yoğunlukta oluşmaktadır. Buda ILS kategorisi CAT II grubunda olan Ankara Esenboğa Hava Limanı'nda inişlerin yapılamadığını ve havalimanının inişlere kapalı olduğunu göstermektedir (Bkz Şekil:7).



Şekil-8 Esenboğa Havalimanı 2000-2009 yılları Deniz Düzeyine İndirgenmiş Basınç (QNH) değerine göre saatlik sis gözlemlerinin dağılımı.

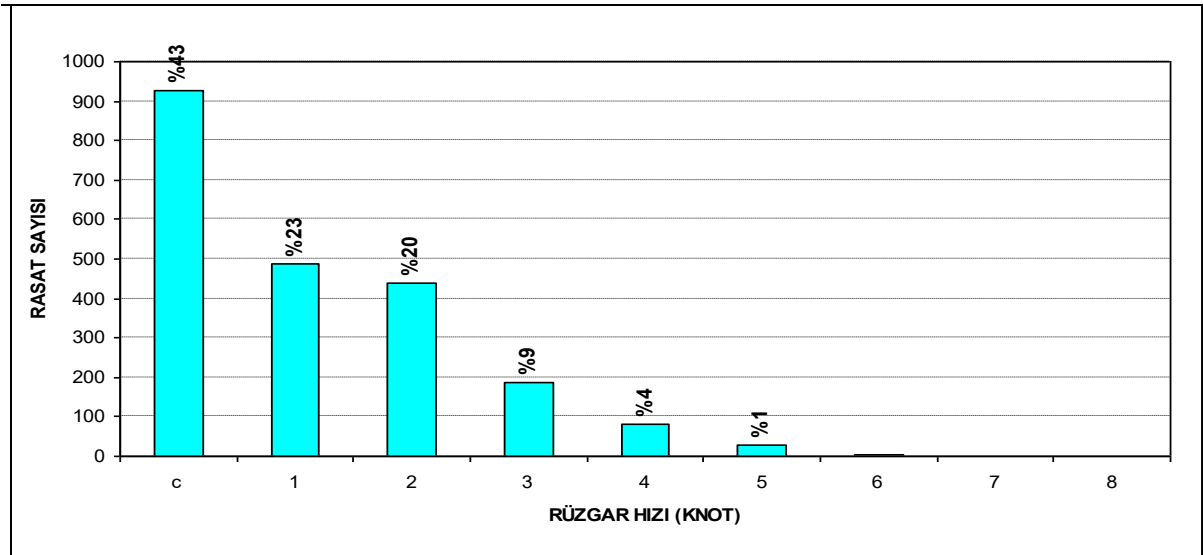
Esenboğa Havalimanı 2000-2009 yılları arasında meydana gelen sislerin %83 'ünün yüksek basınç şartlarında olduğu (1017-1032 mb.) görülmektedir. Buda bize oluşan sislerin büyük bölümünün Radyasyon sisi olduğunu açıklamaktadır (Bkz Şekil:8).



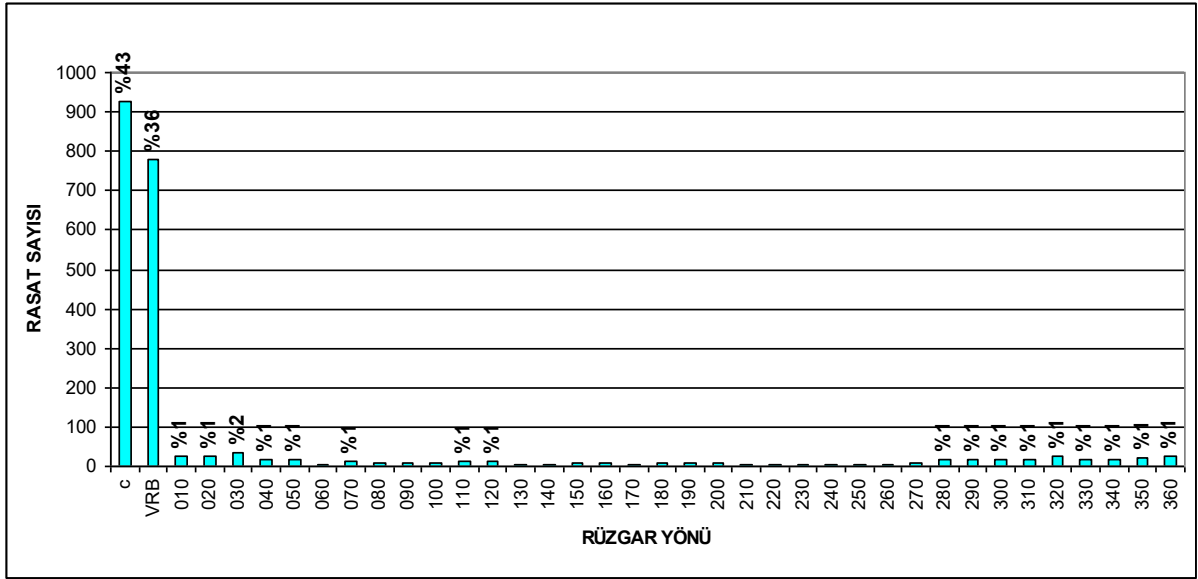
Şekil-9 Esenboğa Havalimanı 2000-2009 yılları saatlik sis gözlemlerinin Spreed'e\* göre dağılımı

Meydana gelen sislerin % 72' si spreed'in 0-1 ° C arasında olduğu durumlarda görülmektedir. Spreed' in 0-1 ° C arasında olması nemin % 90' nın üzerinde olduğunu göstermektedir (Bkz Şekil:9).

\* Kuru termometre sıcaklığı ile işba sıcaklığı arasındaki fark.

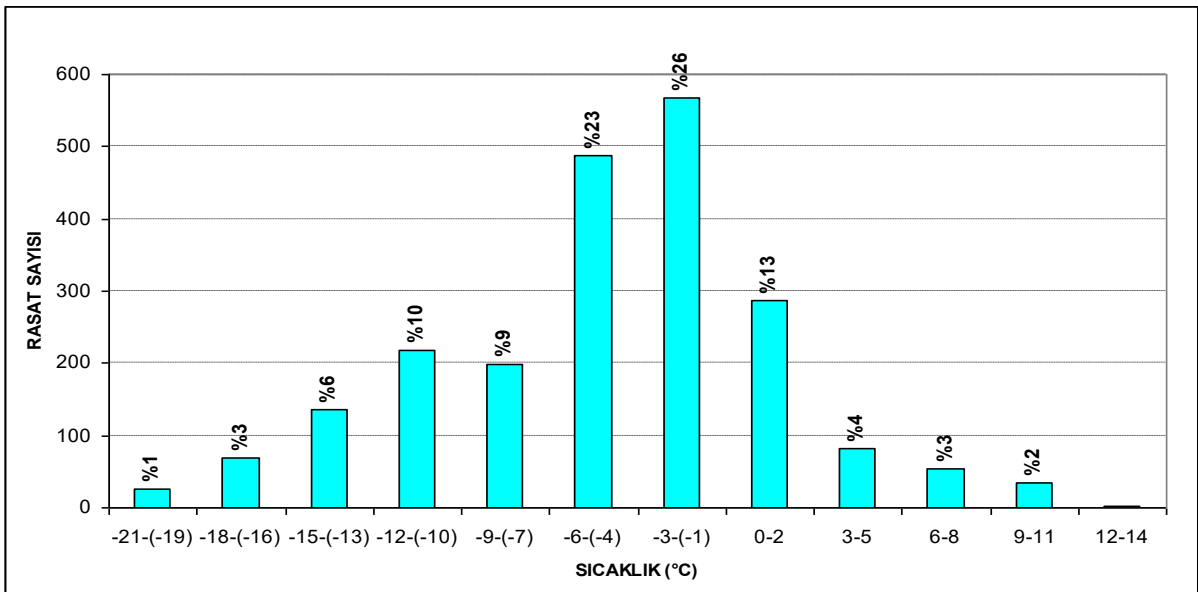


Şekil-10 Esenboğa Havalimanı 2000-2009 yılları rüzgar şiddetlerine göre saatlik sis gözlemlerinin dağılımı.



Şekil-11 Esenboğa Havalimanı 2000-2009 yılları rüzgar yönlerine göre saatlik sis gözlemlerinin dağılımı.

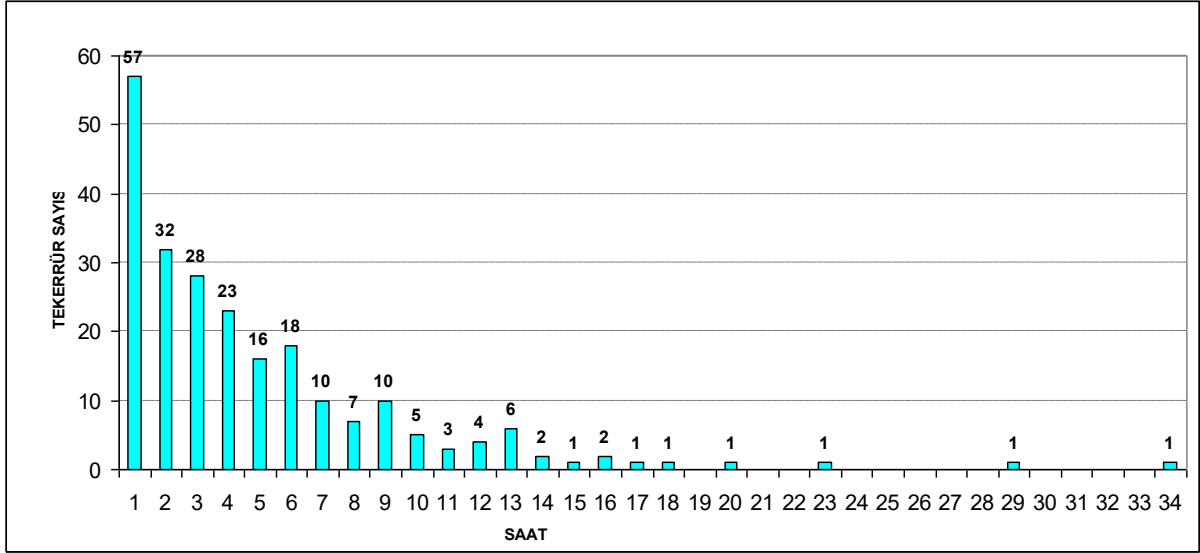
Meydana gelen sislerin %79 'u rüzgar sakin iken veya değişik yönlerden hafif olarak estiğinde meydana gelmiştir. Bu durum bize yüksek basınç şartları altında oluşan Radyasyon sisleri ile bağlantısını göstermektedir. Rüzgar hızı 5 Knot' ın üzerine çıktığı durumlarda sis dağılmaktadır (Bkz Şekil:10-11).



Şekil-12 Esenboğa Havalimanı 2000-2009 yılları saatlik sis gözlemlerinin sıcaklık aralıklarına göre dağılımı.

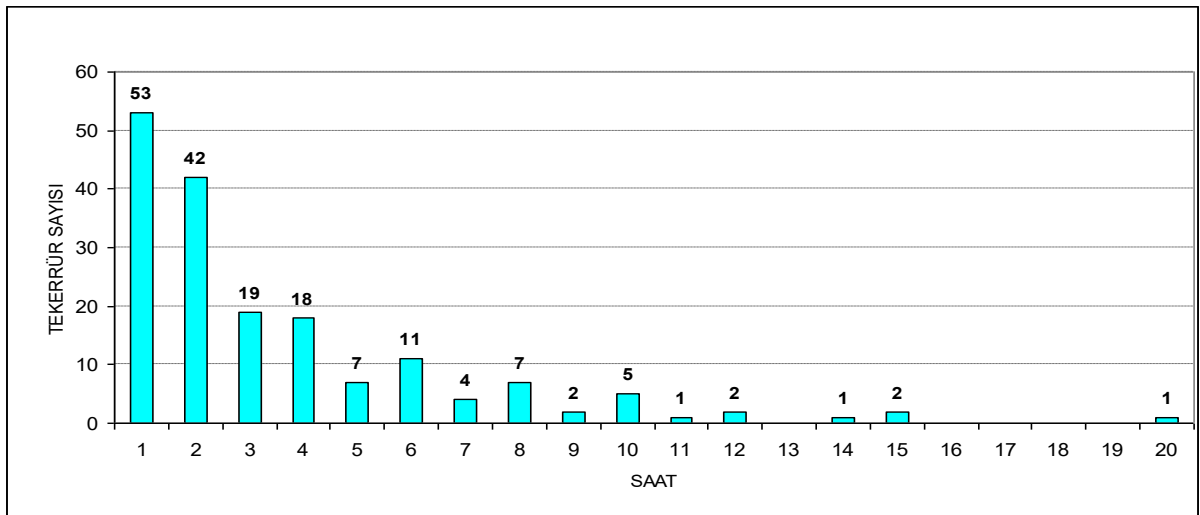


Oluşan sislerin büyük bir bölümü, sıcaklığın  $-1 / -6^{\circ} \text{C}$  aralığında olduğu durumlarda görülmektedir (Bkz Şekil:12). Bu da sisli günlerin sıcaklığa göre sis tasnifinde de (Bkz Şekil:3) görüldüğü üzere oluşan sislerin büyük bir bölümünün soğuk sis (donan sis) olarak görülmesi ile alakalıdır (Bkz Şekil:12).



Şekil-13 Esenboğa Havalimanı 2000-2009 arası saatlik sis gözlemlerinin ardışık olarak devam süreleri dağılımı.

10 yıllık periyotta ardışık olarak birbirini takip eden saatlerde sis gözlemlerinin devam süreleri dağılımında görüldüğü üzere (Şekil:13) 14 saat ve üzeri görülen sisler (14 ve 16 saat süren sisler hariç) 10 yılda birer defa tekrarlanmıştır. Esenboğa Havalimanı'nda 4 saat ve altında olan kısa süreli sisler çoğunluktadır.

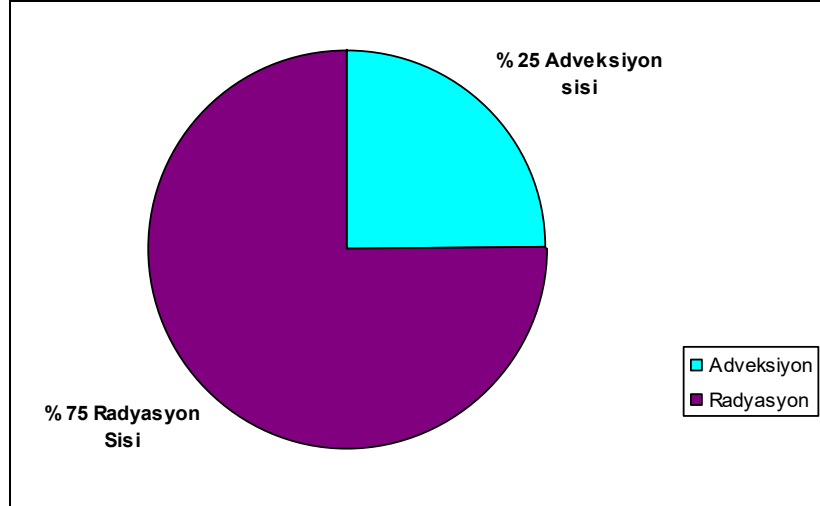


Şekil-14 Esenboğa Havalimanı 2000-2009 Pist Görüş Mesafesinin (RVR) 350 metre ve altında olduğu saatlik sis gözlemlerinin ardışık olarak devam süreleri dağılımı.

Pist Görüş mesafesinin 350 m. ve altında olan rasatlar sis gözlemlerinin %53' lük kısmını kapsamaktadır. 25 Kasım 2007 tarihinde meydana gelen ve 34 saat süren sisin kesintisiz olarak 20 saatlik kısmında Pist Görüş mesafesi 350 m. ve altındadır.

**Not:** Uçuculukta CAT II' ye göre RVR' in 350 m. ve üzerinde olduğu durumlarda iniş yapılabilen ise de uçuş güvenliği açısından çoğu şirket grupları, pilotlar ve uçakların teknolojik donanımlarının yetersizlikleri göz önünde bulundurulduğunda CAT II' ye göre RVR' in 350 m. ve altındaki durumlarda iniş riskli kabul edilebilmektedir. Bu nedenle CAT II' ye göre uçakların inişi için riskli olduğu Pist Görüş Mesafesi  $RVR \leq 350$  metre baz alınmıştır.

On yıllık periyotta meydana gelen sisli günlere ait Temp Diyagramları (00Z - 12Z ) tek tek incelenmiş olup, meydana gelen sislerin oluş şekillerine göre sınıflandırılması yapılmıştır. Esenboğa Hava Limanı' da oluşan sislerin %75' i Radyasyon sisi , %25' de Adveksiyon sisi' dir (Bkz Şekil:15).



Şekil-15 Esenboğa Havalimanı 2000-2009 yılları sisli günlerin oluşum şekillerine göre dağılımı.

#### 4- Sonuç:

Aletli iniş sistemi CAT III' le donatılmış bir hava alanında pist görüş mesafesi (RVR) 200 m.'den daha az olsa dahi uçak inişine izin verilmektedir. Sisli şartlar bazen uçakların diğer bir hava alanına inmesine sebep olabilir. Hemen hemen tüm uluslararası hava alanları otomatik iniş için teknik şartlara sahiptir. Teoride aletli iniş sistemleri varlığında sıfır görüş mesafesinde inmek mümkün olsa dahi son karar yine pilotundur. Havacılıkta sisin etkileri aletli iniş sistemi kategori tipine, uçağın alet donanımına, pilotun tecrübesine ve eğitimine bağlıdır. Modern uçaklar için artık sis genellikle bir problem oluşturmaz. Daha küçük özel ve ticari uçaklar daha az standart teknik donanımlıdır. Bu yüzden bu uçaklar sis şartlarına daha hassastır.

Esenboğa Hava Limanı'nın aletli iniş sistemi (ILS) CAT II' ye göre düzenlenmiş olmasından dolayı kalkışlarda  $RVR > 150$  m., inişlerde  $RVR \geq 350$  m.' de iniş yapılabilen ise de uçuş güvenliği açısından bazı şirket grupları ve pilotlar iniş için kıstas olarak güvenlik ve konfor nedeniyle  $RVR > 350$  m. olarak iniş yapmaktadırlar. Esenboğa Hava Limanının CAT II grubunda olması  $RVR < 350$  metre altında iniş yapılamadığı anlamına gelmemekte, Pilotlar isterse  $RVR < 350$  m. altında iniş yapabilmekte fakat bu durum DHMİ tarafından Sivil Havacılık Teşkilatına bildirilmektedir.

Yapılan analizlerde Esenboğa Havalimanı'nda meydana gelen sislerin çoğunun yoğun sis olarak oluştuğu ve görüş mesafesinin 350 metre'nin altına düştüğü görülmüştür. Bu da Esenboğa Havalimanının CAT III geçmesinin bir zorunluluk olduğunu göstermektedir..CAT III sistemine geçildikten sonra sisin ulaşım üzerindeki kısıtlayıcı etkileri ortadan kalkacaktır.

Meteorolojik açıdan sis tahmini en zor süreçlerden biridir. Mevcut MM5, ECMWF, WRF gibi sayısal modellerin doğrudan sis tahmini yoktur.

Sis oluşumunda bağıl nem (%), rüzgar, basınç, sıcaklık, bulut cinsi, bulutluluk durumu ve enverziyon durumu etkili olmaktadır.

Gelişen teknoloji ile birlikte, hayatı olumsuz yönde etkileyen sis hadisesinin tahmini için geliştirilen modellere ağırlık verilmesi gerekmektedir. Bu sayede karayolu, havayolu ve deniz ulaşımındaki aksaklıklar azaltılarak, zamansal ve maddi kazanımların sağlanması mümkün olabilir.

### **Kaynaklar**

- 1- ICAO Annex – 3, Meteorological Service for International Air Navigation.
- 2- DMİ, Havacılık Meteorolojisi, DMİ yayın no 2000/6
- 3- Method and Apparatus for Modification of Supercooled Fog
- 4- Western Region Technical Attachment No:04-01 March 3, 2004 (Study Of Dense Fog At The Salt Lake City International Airport And Its Impacts To Aviation )