

Araştırma Makalesi

Havayolu Operasyon Yönetiminde Meteoroloji Kaynaklı Aksaklıklar

Meteorology-Related Disruptions in Airline Operations Management

Ali AKBABA

Dr. Öğr. Üyesi, Uçuş Harekat Uzmanı

ali.akbaba75@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1745-8029>

| Makale Gönderme Tarihi | Revizyon Tarihi | Kabul Tarihi |
|------------------------|-----------------|--------------|
| 28.09.2021 | 19.10.2021 | 03.11.2021 |

Öz

Bu çalışmanın amacı meteorolojik olayların havayolu operasyonları için çıkardığı problemler ile ilgili bir algoritma oluşturarak hangi şartlarda bu problemlerin aksaklığa dönüştüğünün tespit edilmeye çalışılması olarak belirtilebilmektedir. Bu amaçla Türkiye’de faaliyet gösteren havayollarının AOCC (Airline Operation Control Center-Havayolu Operasyon Kontrol Merkezi) bölümünde görev yapan 22 dispatcher ve 2 meteoroloji mühendisi ile görüşülmesi sonucunda oluşturulan algoritmada meteorolojik olaylarla ilgili problemlerde havayolu operasyon yönetiminde uygulanan çözümler gösterilerek hangi şartlarda bu problemlerin aksaklığa dönüştüğü belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmanın sonucunda havayolu operasyonlarında problem çıkaran meteorolojik olaylar ile ilgili algoritma ortaya çıkarılarak bu problemlerle ilgili hangi koşullarda havayolu operasyonlarının aksaklığa dönüştüğü ve hangi koşullarda ise gerekli aksiyonların alınarak aksaklığın önlenebileceği sonucuna ulaşıldığı belirtilebilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Havayolu Operasyon Yönetimi, Meteoroloji, Aksaklık, Algoritma

Abstract

The goal of this study can be described as creating an algorithm related to the problems caused by meteorological events for airway operations and trying to identify under which conditions such problems turn into disruptions. For this purpose, the solutions applied in airline operation management to overcome the problems related to meteorological events were shown in the algorithm created as the result of interviews with 22 dispatchers and 2 meteorology engineers working in AOCC (Airline Operation Control Centre) of airlines in Turkey and effort was made to determine under which conditions such problems turn into disruptions. The conclusion arrived as a result of the study is that the algorithm related to the meteorological event causing problem in airline operations can be revealed and thus, it can be found out under which conditions the airway operations are disrupted and under which conditions the disruption can be prevented by taking necessary actions.

Keywords: Airline Operations Management, Meteorology, Disruption, Algorithm

Giriş

Havayolu operasyon yönetiminin, farklı noktalarda icra edilen ve birbirlerini etkileyen ekip planlama, yer hizmetleri, teknik hizmet, kargo, meydan slot ve dispatch gibi süreçlerin yönetilmesini içerdiği söylenebilmektedir. Birbirlerini etkileyen bu süreçlerde çıkan ve çıkabilecek problemleri gidermek için çözümler üretmek havayolu operasyon yönetiminin temel amacı olduğu ifade edilebilmektedir. Havayolları, operasyonlarını AOCC birimleri vasıtası ile yöneterek operasyonda çıkan problemlere çözümler üretmektedir. AOCC, problemleri veya potansiyel problemleri belirleyerek bunların aksaklığa dönüşmesini önlemek için operasyonu bazen bir bilgisayar programı ile bazen bir telefon ile bazen de radyo frekans teknolojisi ile takip etmektedir. Bu takip işini yürütmek için AOCC organizasyonu içinde

Önerilen Atf /Suggested Citation

Akbaba, A., 2021 Havayolu Operasyon Yönetiminde Meteoroloji Kaynaklı Aksaklıklar, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 56(4), 2665-2682.

çeşitli operasyon birimleri yer almaktadır. Bu operasyon birimlerinden biri de dispatch'dir. Dispatcher'in havayolu tarafından uçuş operasyonun planlamasını, kontrolünü ve denetimini yapmak için görevlendirilen, kokpit ekibinin emniyetli bir uçuş gerçekleştirebilmesi için destek ve bilgi sağlayan kişi olduğu söylenebilmektedir.

Dispatcher'in temel görevi ICAO ANNEX 6'ya göre her uçuş için uçuş planını hazırlamaktır. Bu uçuş planını hazırlarken kontrol ettiği faktörlerin mevcut olduğu söylenebilmektedir. Notam, Mel, meteorolojik olaylar gibi faktörlerin analiz edilmesi sonucu uçuş planı hazırlandığı belirtilebilmektedir. Bu faktörlerden dolayı havayolu operasyonlarında problemler çıkabilmekte ve bu problemlerin bazıları da aksaklığa dönüşebilmektedir. Aksaklık bir seferin kalkış saatinden önceki 48 saatlik periyotta seferin 2 saat ve üzerinde geciktirilmesi veya iptal edilmesi olarak tanımlanabilmektedir. Bu çalışmanın amacı meteorolojik olayların havayolu operasyonları için çıkardığı problemler için bir algoritma oluşturarak hangi şartlarda bu problemlerin aksaklığa dönüştüğünün tespit edilmeye çalışılması olarak belirtilebilmektedir.

Araştırmada Türkiye'de operasyonları AOCC tarafından yönetilen havayollarında çalışan 22 dispatcher ve iki meteoroloji mühendisi ile yüz yüze, telefonla veya e-posta yoluyla görüşülerek veriler toplanmıştır. Çalışmanın sonunda görüş, rüzgâr, yağış ve volkanik kül nedeniyle meydana gelen problemlerin hangi koşullarda aksaklığa dönüştüğünün belirlendiği söylenebilmektedir.

1. Literatür Taraması

Literatür taraması yapıldığında meteorolojik olayların havayolu faaliyetlerine etkisi ve hangi meteoroloji raporların havayolu operasyon yönetiminde kullanıldığı ile ilgili çalışmalar görülmektedir. Bazı çalışmalarda ise meteorolojinin diğer operasyon sürecindeki faktörlerle birlikte havacılık faaliyetlerinin düzensiz olarak icra edilmesine neden olduğundan bahsedilmektedir. Taranabilen literatür sonucu hangi şartlarda meteorolojik olayların havacılık faaliyetlerini aksattığı ile ilgili çalışmaya rastlanmadığı bildirilebilmektedir.

1.1. Havayollarında Operasyon Yönetimi

Havayolu operasyon yönetiminin, farklı noktalarda icra edilen ve birbirlerini etkileyen ekip planlama, yer hizmetleri, teknik hizmet, kargo, meydan slot ve dispatch gibi süreçlerin yönetilmesini içerdiği söylenebilmektedir. Birbirlerini etkileyen bu süreçlerde çıkan ve çıkabilecek problemleri gidermek için çözümler üretmek havayolu operasyon yönetiminin temel amacı olduğu ifade edilebilmektedir (Clarke, 1998). Son yıllarda bu problemlerin kendilerine çıkardığı maliyetlerin farkına varan havayolları, operasyonu yönetmek için AOCC bölümlerini yetkilendirdikleri görülebilmektedir.

AOCC, bünyesinde bulunan dispatcher gibi birçok operasyon süreç çalışanları vasıtasıyla sahada icra edilen operasyonu çeşitli bilgisayar programları, radyo frekansı ve telefon gibi araçlar vasıtasıyla takip ederek ortaya çıkan problemleri veya potansiyel problemleri aksaklığa dönüşmeden gidermeye çalışan departman olarak tanımlanabilmektedir. (Castro ve Oliveira, 2011).

AOCC, havayolunun operasyon süreci planlanan programa göre devam ettiğinde sadece operasyonu izlemektedir. Bir havayolunun operasyonu nadiren planlandığı şekilde ilerlemektedir. Birçok değişken ve parametreden etkilenen havayolu operasyonlarında çıkan problemler nedeniyle düzensiz operasyonlar gerçekleşmektedir. Meteorolojik koşullar, hava trafik yönetimi gibi parametreler veya uygun uçak ve ekip kaynağının bulanamaması gibi değişkenler bu etkiler arasında sayılabilmektedir. Bu faktörler çoğu durumda havayolu operasyonunu etkilemektedir ve operasyon planında saplamalar neden olmaktadır (Clarke, 1998).

AOCC bölümü operasyonu takip ederek probleme sebep olan parametre ve değişkenleri belirlemektedir ve onları aksaklığa dönüşmeden önlemek için çözümler geliştirmektedir. Bu çözümler bazı durumlarda aksaklığı önlemektedir fakat bazı durumlarda da aksaklık kaçınılmaz olmaktadır. Aksaklık, havayollarında planlı bir uçuşun sefer saatinden önceki 48 saatlik periyotta iki saat veya üzerinde gecikmesi veya iptal edilmesi olarak ifade edilebilmektedir (Serrano ve Kazda, 2017). AOCC'nin düzensiz veya aksaklığa dönüşmüş operasyonlar için çözümleri aşağıdaki şekilde ifade edilebilmektedir:

- Seferi icra edecek uçağın değiştirilmesi
- Sefere gecikme verilmesi

- Seferleri birleştirme
- Bir sefer için ilave iniş noktası planlama
- Sefer iptal etme

Bu çalışmada AOCC içinde yer alan dispatch biriminin operasyon sürecini etkileyen faktörlerden olan meteorolojik olayların hangi durumda aksaklığa dönüştüğünün araştırması yapılacaktır.

1.2. AOCC'de Dispatch Operasyonu

AOCC, organizasyon yapısı içinde yer alan birimlerle problemleri veya potansiyel problemleri belirleyerek bunların aksaklığa dönüşmesini önlemek için operasyonu bazen bir bilgisayar programı ile bazen bir telefon ile bazen de radyo frekans teknolojisi ile takip etmektedir. Bu takip işini yürüten AOCC organizasyonu içindeki birimlerden biri de dispatch'dir. Dispatch biriminde operasyonu yürüten dispatcher'in havayolu tarafından uçuş operasyonunun planlamasını, kontrolünü ve denetimini yapmak için görevlendirilen, kokpit ekibinin emniyetli bir uçuş gerçekleştirebilmesi için destek ve bilgi sağlayan kişi olduğu söylenebilmektedir. Genel olarak dispatcher'in görevleri aşağıdaki şekilde ifade edilebilmektedir (ICAO Annex 6, 2018):

- Kokpit ekibine uçuş hazırlığı sırasında yardımcı olmak ve ilgili bilgileri vermek,
- Uçuş planını hazırlayarak kokpit ekibine ve uçuşun iniş/kalkış yapacağı ve hava sahasını kullanacağı ülkelerin hava trafiğini yöneten otoriteye iletmek,
- Planladığı uçuşun emniyetli bir şekilde yürütülmesi için uçuşu uçağın kalktığı meydana iniş yaptığı meydana park ettiği ana kadar takip etmek.

ICAO ANNEX-6'ya göre her uçuş için hazırlanması gereken uçuş planını oluşturmak dispatcher'in ana görevi olduğu söylenebilmektedir. Ayrıca hazırladığı bu plana göre uçuşun icra edildiğini kontrol etmek ve hazırladığı uçuş planını değiştirecek bir gelişme olduğunda bunu belirlemek ve hazırladığı uçuş planını bu gelişme doğrultusunda değiştirmek dispatcher'in bir diğer önemli görevi olduğu belirtilebilmektedir (Gezgiç, 2016). Bu görevlerin emniyetli bir şekilde icra edilebilmesi için dispatcher'lerin aşağıdaki hususları göz önünde bulundurdıkları ifade edilebilmektedir (Huang, 2019):

- Seferin müsaadelerini ilgili sivil havacılık otoritelerinden temin etmek
- Meteorolojik koşulları kontrol ederek uçuş planlamasını bu koşullara göre hazırlamak,
- Notam, AIP gibi uçulacak hava sahası ve iniş kalkış yapılacak meydanlar, yedek meydanlar ile ilgili yayınları kontrol ederek uçuş planını bu yayınlara uygun hazırlamak,
- Seferi icra edecek uçağın teknik arızası olup olmadığını kontrol etmek ve emniyeti etkileyen arızalar mevcut ise gerekli önlemleri almak (arıza gibi),
- Slot takibi yaparak uçuş sürecinin bu slotlara uygun icra edilmesini sağlamak (meydan slotu, Eurocontrol bölgesi slotu).

Bütün bu parametreler sonucunda hazırlanan uçuş planı hem kaptan hem de ATC üniteleri için gerekli olan bilgileri içermektedir ve bu iki paydaşa uçuş planı iletilmektedir.

Dispatcherin uçuş planını hazırlarken kontrol ettiği faktörlerden biri de meteorolojik koşullardır. Bu koşullar uçuşun kalkış, iniş ve uçuş sürecini etkilemektedirler hatta bazen uçuşun aksamasına neden olmaktadır. Bu çalışmada meteorolojik olayların hangi şartlarda aksaklığa neden olacağı araştırılacaktır.

1.3. Havacılık Meteorolojisi

Yaşadığımız doğal çevrede mevsim, yağış, sıcaklık, rüzgâr gibi olgular meydana gelmektedir. Bu meydana gelen olgular insan yaşamını etkilemektedir. İnsanoglunun ilk çağlardan beri merak ettiği ve oluşum sebeplerini araştırdığı bu olgularla ilgilenen bilim dalı meteorolojidir. Meteoroloji, canlıların yaşamlarını etkileyen ve atmosfer içinde gerçekleşen hava olaylarının oluşum, değişim ve gelişim sebeplerini inceleyen, sonuçlarını araştıran bilim dalı olarak tanımlanabilmektedir. Özellikle meteorolojinin hava olaylarının tahmin boyutları ile ilgilenmesi havacılık faaliyetlerinin planlanması yönünden önem arz etmektedir (Oxford, 2008).

Meteorolojinin dinamik meteoroloji, fiziksel meteoroloji gibi dallarının mevcut olduğu söylenebilmektedir. Bu dallardan biri de havacılık meteorolojisi olarak ifade edilebilmektedir. Havacılık faaliyetleri üzerinde etkisi olan rüzgâr, görüş gibi meteorolojik hadiselerin anlık ve gelecek ile ilgili tahmin raporlarını sunan, meteoroloji dalına havacılık meteorolojisi denmektedir (<http://hezarfen.mgm.gov.tr/Genel/>). Havacılık faaliyetleri açısından meteorolojinin önemli fonksiyonlarından biri de tahmin hizmetidir. Bu tahmin hizmetlerinin başarısının havacılık faaliyetlerinin aksaklık meydana gelmeden icra edilmesinde önem arz ettiği belirtilebilmektedir.

Havacılık meteorolojisi alanı yayınladığı raporlarla uçuş faaliyetlerinin emniyetli bir şekilde icra edilmesini sağlamaktadırlar. Havacılık operasyonlarının düzenlendiği havaalanlarında meteorolojik hizmetleri vermek için meteoroloji ofisleri bulundurmak ICAO'nun getirdiği zorunluluktur. Bu ofisler meydan ile ilgili mevcut meteorolojik durumu ve tahmin edilen meteorolojik durumu belirten raporları havacılık faaliyetlerine yardımcı olmak için yayınlanmaktadır. Meydan ofislerinin sunduğu bu hizmetler TAF (meydan tahmin raporu) ve METAR (meydanın mevcut meteorolojik raporu) olarak ifade edilebilmektedir. Bunun dışında dünya üzerindeki belirli meteoroloji ofisleri tarafından yayınlanan seviye rüzgâr chartları, belirli seviyeler için yayınlanan ve o seviyelerde meteorolojik hadiseler hakkında bilgi veren yüksek seviye meteoroloji haritaları (significiant chart) uçuş süreci için yayınlanan meteorolojik bazı raporlar olarak ifade edilebilmektedir. Ayrıca dünyanın belirli alanları için belirli ofisler tarafından yayınlanan tropikal siklon raporlarının, volkanik aktivite raporlarının önemli havacılık yayınları arasında yer aldığı söylenebilmektedir. Bu raporlar hem mevcut durumu hem de tahmin durumunu iletebilmektedir. Bu bahsedilen meteorolojik raporlardan anlaşılacağı gibi emniyetli bir uçuş için havacılık meteoroloji yayınlarının önemli olduğu belirtilebilmektedir (ICAO Annex 3, 2014).

Havayolu operasyonlarında meteoroloji raporlarının uçuş üzerindeki etkileri hem kaptanlar hem dispatcher'ler hem de AOCC yöneticileri tarafından takip edilmektedir. Bu sebeple meteoroloji raporlarını analiz etme ve uçuş süreci hakkında bu analize uygun karar verme yetkinliğinin AOCC'nin operasyonu yönetmesi için önemli olduğu ifade edilmektedir ve genellikle bu görev dispatcher'ler tarafından yerine getirilmektedir (<https://public.wmo.int/en/resources/meteoworld/aircraft-based-meteorological-observations-benefits-aviation>). Hem kaptanların hem dispatcher'lerin hemde uçuş operasyon ile ilgili diğer paydaşların takip ettikleri havacılık meteorolojisi raporlarından aldıkları bilgiler genel olarak aşağıdaki gibidir (Gültepe, 2019):

- Bulutlar ve sis,
- Buz ve damlacık mikrofiziği
- Yağmur tipi ve oranı
- Donan yağış,
- Buzlanma ve yer buzlanması,
- Don,
- Dikey ve yata görüş,
- Savrulan kar ve kar fırtınası,
- Cepheler (soğuk, sıcak ve konvektif),
- Yıldırım,
- Volkanik kül ve toz fırtınası.

1.4. Havacılık Operasyonlarını Etkileyen Meteorolojik Koşullar

Havacılık faaliyetlerinin gerçekleşmesi için uygun meteorolojik koşullar gerekmektedir. Bu uygun koşulların meydana kullanılan teknolojiye, meydanın coğrafik özelliklerine pist sayısına ve konfigürasyonuna göre değiştirdiği belirtilebilmektedir. Düz uçuş faaliyetleri için uygun hava koşullarının daha esnek olduğu ve nadiren havayolu operasyonlarında meteoroloji olaylarından kaynaklı aksaklığın meydana geldiği ifade edilebilmektedir. Meteorolojik olaylardan kaynaklı aksaklıkların havacılık operasyonlarının iniş, kalkış, yaklaşma süreçlerinde daha fazla meydana geldiği söylenebilmektedir. Genel olarak havacılık faaliyetlerini etkileyen hava olayları aşağıdaki gibidir:

- **Rüzgâr:** Rüzgâr uçakların performanslarını hem iniş kalkış aşamasında hem de uçuş aşamasında etkilemektedir. İniş ve kalkışta rüzgârın mümkün olduğunca uçağın ön tarafından esmesi istenirken düz uçuşta kuyruk tarafından esmesinin tercih edildiği söylenebilmektedir

(Anaman, 2017). Uçağın yan yüzeyinde esen rüzgarlar yana doğru uçağın pistin dışına çıkmasına sebep olmaktadır ki özellikle tek pist mevcutsa seferlerin aksamasına neden olabildiğinden yan rüzgarın operasyonda tercih edilmediği vurgulanabilmektedir.

- **Görüş Mesafesi:** Uçaklar iniş ve kalkış yaparken uçaktaki ve meydandaki teknolojiye ve kokpit ekibinin aldığı eğitime bağlı olarak belirli görüş mesafesine ihtiyaç duymaktadırlar. Havacılıkta hem yatay görüş hem de dikey görüş önem arz etmektedir. Kısaca gökyüzünün bulutluluk oranının da dikey görüş olarak havacılık faaliyetlerini etkilediği bildirilebilmektedir. Yaklaşma esnasında kullanılan ve hiç görüş olmadan iniş imkânı sağlayan bazı yaklaşma kolaylıkları dışında görüş mesafesinin yetersiz olması havayolu operasyonlarında aksaklığa neden olabilmektedir (Nagarajan, 2018).
- **Sıcaklık, Atmosferik Basınç ve Hava Yoğunluğu:** İniş ve kalkış sırasında meydandaki sıcaklık motorun gücü ve verimini etkilediğinden havacılık faaliyetleri için önem arz etmektedir. Ayrıca sıcaklık 0 C'nin altına düştüğünde uçağın yüzeyinde buzlanma oluşabildiğinden uçağın aerodinamik yapısı bozulabilmektedir. Bu sorunun giderilmesi için uçağın belirli yüzeylerine kalkış öncesi buzlanmayı önleyici kimyasallar tatbik edilmesi gerekmektedir. Basınç ve hava yoğunluğu sıcaklık gibi motorun verimliliğini etkilediğinden havacılık faaliyetleri için önem arz ettiği söylenebilmektedir. İniş ve kalkış aşamasında alçak basınç ve hava yoğunluğunun az olması motorun verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir (<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wea.2536>).
- **Yağış:** Yağış ifadesi burada yağmur, çisenti, kar, dolu gibi hava hadiselerini içermektedir. Bu hava olaylarının havacılık faaliyetlerini üç şekilde etkilediği bildirilebilmektedir; ilki yağışın yoğunluğundan dolayı görüşün düşmesi ile uçuş faaliyetinin etkilenmesi olarak ifade edilebilmektedir, ikincisi ise havanın soğuması ve kar yağışı uçağın aerodinamik yapısını bozduğundan uçak yüzeyinin kimyevi sıvılarla kalkış yapana kadar korunması gerekmektedir ve bu da operasyonu etkilemektedir, üçüncüsü hava sıcaklığının 0 derecenin altında olmasının ve kar yağışının pist üzerinde oluşturduğu buzlanmanın uçakların iniş ve kalkışını etkilediği olarak söylenebilmektedir (Çınaroğlu, 2015).
- **Volkanik Kül:** Volkanik aktiviteler sonucu oluşan küller hem uçuş aşamasında hem de iniş kalkış sırasında havacılık faaliyetlerini etkilemektedir.

Özet olarak, yukarıda bahsedilen meteorolojik olayların havacılık faaliyetlerini etkilediği söylenebilmektedir ve bu çalışmada temel olarak havacılık operasyonları için aksaklığa dönüşebilecek meteorolojik olayların araştırılması amaçlanmaktadır.

2. Metodoloji

Amaç: Bu çalışmanın amacı havayolu operasyonları için aksaklığa dönüşebilecek meteorolojik olayların belirlenerek bu olaylarla ilgili bir problem çözme dizini oluşturup genel hatları ile bu meteorolojik olayların hangi koşullarda aksaklığa dönüştüğünün ortaya çıkarılması olarak belirtilebilmektedir. Böylece oluşturulan algoritma aracılığı ile havayollarında operasyonu yöneten AOCC birimlerinin meteorolojik olaylarla ilgili problemlerde hangi koşullarda aksaklık çözümlerini uygulayacaklarının da ortaya çıkarılacağı ifade edilebilmektedir.

Yöntem: Havayolu işletmelerinde operasyon AOCC bölümü tarafından yönetilmektedir. Bu çalışmada Türkiye'deki havayollarının AOCC bölümlerinde çalışan dispatcher ve meteoroloji uzmanları ile yüz yüze, telefon veya e-posta ile görüşülmüştür. Bu görüşme sonucunda AOCC operasyon periyodu içindeki son 48 saatlik periyotta meteorolojik olayların (tahmin raporlarında) havayolu operasyonlarında meydana getirdiği problemler belirlenip bu problemlerin hangi koşullarda aksaklığa dönüştüğünü gösteren bir algoritma oluşturmak amaçlanmıştır. Algoritmaların özelliklerinden biri problemin çözüm dizinini veya çözümü için takip edilecek basamakları göstermek olduğu söylenebilmektedir. Bu çalışmada aksaklığa dönüşebilen meteorolojik olayların çözüm dizinini göstermek ve bu çözüm dizininde hangi koşullarda aksaklığın gerçekleştirdiğini belirlemek için algoritma yöntemi kullanılmıştır.

Araştırmanın Sınırlılıkları: Bu araştırma operasyonu AOCC tarafından yönetilen yolcu ve kargo taşıyan orta ve büyük ölçekli havayollarının AOCC operasyon periyodundaki 48 saatlik dilimde meydana gelen meteorolojik olaylardan kaynaklı operasyonel problem ve aksaklıklar ile

sınırlandırılmıştır. Bazı meteoroloji tahminlerine göre uçuşlar başlamadan havayolu operasyonları aksaklığa uğrayabilmektedir. Uçuş başladıktan sonra tahminlerde yer almayan meteorolojik hadiselerden kaynaklanan aksaklıklar çalışma kapsamına alınmamıştır.

Araştırmanın Varsayımları: Bu araştırmanın operasyonları AOCC tarafından yönetilen orta ve büyük ölçekli havayollarını temsil ettiği varsayılmıştır. Aynı uluslararası kuralları takip eden havayollarının, operasyon yönetimi için meteorolojik olaylar için genel olarak aynı kuralları takip ettiği söylenebilmektedir. Örneğin bir meydana belirli bir yaklaşma kolaylığı ile iniş yapılacağına gerekli olan görüş limitleri o meydana operasyon yapan bütün havayolları için aynıdır. Meteorolojik şartlar dolayısı ile oluşan problemlerin orta ve büyük havayolları için genel olarak örtüştüğü ifade edilebilmektedir.

Bu çalışmada ILS CAT III yaklaşımları için kokpit ekibinin ve uçağın gerekli yetkinlikte olduğu varsayılmıştır. Bu durum bulgular kısmında ayrıntılı açıklanmıştır.

Bu çalışmada meteoroloji tahmin raporlarına göre meteorolojik olaylardan kaynaklanan operasyonel aksaklıkların AOCC operasyon periyodu içinde seferin başlamasından önceki 48 saatlik periyotta gerçekleştiği varsayılmıştır. Uçuş başladıktan sonra tahminlerde yer almayan meteorolojik olaylardan kaynaklanan aksaklıklar çalışma kapsamına alınmamıştır.

Çalışma Grubu ve Veri Toplama Yöntemi: Bu araştırma Türkiye'deki üç havayolunun AOCC bölümünde çalışan 24 kişi (22 dispatcher ve 2 meteoroloji mühendisi) ile görüşerek gerçekleştirilmiştir. Önce 7 yıl ve üzeri AOCC'de görev almış 5 dispatcher ve 2 meteoroloji mühendisi ile görüşülerek meteoroloji kaynaklı oluşabilecek aksaklıkların sebepleri belirlenmiştir. Daha sonra AOCC'de 7 yıl ve üzeri görev yapmış bu 5 dispatcher ile görüşülerek bu meteoroloji kaynaklı problemlerin çözüm dizinini ve hangi koşullarda bu problemlerin aksaklığa sebep olduğunu gösteren taslak bir algoritma oluşturulmuştur. Son olarak AOCC'de 4 yıl ve üzeri görev almış 17 dispatcher'e bu taslak algoritma ulaştırılarak algoritmaya ilave edecekleri veya algoritmadan çıkarılmasını istedikleri dizinleri belirtmeleri istenmiştir. Araştırmada algoritma dizinine bu 17 katılımcının görüşü alındıktan sonra taslak algoritmayı oluşturan AOCC'de 7 yıl ve üzeri görev yapmış 5 dispatcher ile algoritma son haline getirilmiştir.

Algoritmalarda aksaklık durumu AOCC aksaklık çözümleri yazılarak belirtilmiştir. Bu çözüm yöntemleri genellikle aksaklık durumlarında uygulandığından çalışmada da algoritmanın aksaklıkla sonuçlandığı kısımlarda bu terim kullanılmıştır. AOCC aksaklık çözümlerinin genel olarak aşağıdaki gibi olduğu bildirilebilmektedir.

- Sefere gecikme verilmesi,
- Seferin bir başka sefer ile birleştirilmesi,
- Seferin iptal edilmesi.

AOCC'de bu kararlar tüm havayolu operasyon süreç çalışanları ve yöneticileri tarafından bütün faktörler değerlendirilerek alınmaktadır. AOCC aksaklık çözümleri karar sürecinde teknik, yer hizmetleri, ekip planlama gibi tüm operasyon süreçlerinin değerlendirilmesinin optimum karar alınmasını sağladığı söylenebilmektedir.

Terimler;

Bu çalışmada Kullanılan terimlerin açıklamaları aşağıdaki gibidir:

- **Take off (kalkış) için gerekli minima:** LVP (düşük görüş için kalkış prosedürü) prosedürünün uygulanmadığı meydanlarda kalkış için gerekli olan görüş (yatay) mesafesi
- **Low Visibility Procedure (düşük görüş için kalkış prosedürü-LVP):** Özel ışıklandırma ve teçhizat kullanılarak meydanın kalkış için gerekli olan görüş mesafesini düşüren prosedür
- **IFR (Instrument Flight Rules):** Aletli uçuş kuralları yani uçuşta bir teçhizatın bir aletin kullanılması vasıtasıyla yapılan uçuş (Diğeri ise VFR-Visual Flight Rules; görsel referanslarla yapılan uçuş)
- **MLS (MLS-microwave landing system):** düşük görüş operasyonunu sağlayan yaklaşma kolaylığıdır. Kurulumu maliyetli olduğundan havaalanlarında yaygın kullanımının olmadığı söylenebilmektedir.

İniş sürecinde kullanılan yaklaşma kolaylıkları ve ortalama limitleri aşağıdaki gibidir:

- **ILS (Instrument Landing System):** ILS düşük görüşlerde iniş imkânı sağılayan yaklaşma kolaylığıdır. ILS 3 kategoriye ayrılmaktadır; ILS CAT (category) I, CAT II, CAT III. ILS CAT III de üçe ayrılmaktadır; ILS CAT III A, CAT III B ve CAT III C. ILS CAT III B ve C görüşün sıfır olduğı durumlarda iniş imkânı sunmaktadır. CAT III B’da iniş yaptıktan sonra taxi (uçanın kendi gücünü kullanarak yerde yaptığı hareket) yapabilmek için 50m görüş gerekmektedir fakat bu çalışmada göz ardı edilmiştir. İlave olarak ILS CAT III A, B, C ve ILS CAT II yaklaşma kolaylıklarının uygulanabilmesi için hem kokpit ekibinin gerekli yeterlilikte olması hem de uçağın gerekli yeterlilikte olması gerektiğı katılımcılar tarafından bildirilmiştir. Bu çalışmada ILS CAT III A, B ve C için kokpit ekibinin ve uçağın gerekli yeterlilikte olduğı varsayılmıştır. Ortalama görüş mesafe limitleri aşağıdaki gibidir:

Tablo 1. ILS Ortalama Görüş Mesafe Limitleri

| Operasyon Kategorileri | Decision Height (DH) (Karar Yüksekliğı) | RVR (Runway visual range- Pist görüş mesafesi) | Görüş (Visibility) |
|------------------------|---|---|--------------------|
| CAT I | 60 m ve üzeri (> 200 ft) | 550 m ve üzeri | minimum 800 m |
| CAT II | 30 m ile 60 m aralığında (100ft -200 ft) | 350 m ve üzeri | |
| CAT IIIA | 30 m ve altı (< 100 ft) veya DH olmadan | 200 m ve üzeri | |
| CAT IIIB | 15 m ve altı (< 50 ft) veya DH olmadan | 50m - 200m aralığında | |
| CAT IIIC | DH olmadan | RVR limiti bulunmamakta | |

Kaynak: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/664379>

Bu tabloda karar yüksekliğinin (Decision Height) gerekli dikey görüş mesafesini feet (ft) ve metre olarak, RVR’in (Runway Visual Range-Pist Yatay Görüş Mesafesi) gerekli pist yatay görüş mesafesini metre (m) olarak ifade ettiğı görüşmeciler tarafından bildirilmiştir.

- **LPV (Localizer Performance with vertical guidance):** Hem uydudan hem de Localizer cihazından aldığı referanslarla düşük mesafelere iniş sağılayan yaklaşma kolaylığı olduğı bildirilmiştir. Ortalama gerekli görüş mesafesi 600-1000 metre yatay, 200-400 ft dikey olduğı görüşmede bildirilmiştir. ILS CAT I yaklaşmasına yakın görüş mesafesi limitleri gerektirmektedir.
- **RNAV (Area Navigation) /RNP (Required Navigation Performans):** uydu tabanlı yaklaşımlardır. 1000-2000m arasında yatay görüş 300-500 feet dikey görüş mesafesi gerektirmektedir.
VOR/NDB/LOC: ortalama 1000-2000m arasında yatay görüş, 300-500 feet dikey görüş mesafesi gerektirmektedir. Bu başlıktaki yaklaşma türleri yaklaşık aynı limitler gerektirdiğinden algoritmada eşit limitlerde kabul edilmiştir.

Rüzgâr ile ilgili algoritmada kullanılan ifadeler aşağıdaki gibidir:

Head Wind (ön rüzgâr) : İnişte, kalkışta ya da düz uçuşta mevcut veya tahmin edilen rüzgârın uçağın hareket yönünden etki ettiğı şiddet olarak katılımcılar tarafından belirtilmiştir.

Yan Rüzgâr: İnişte, kalkışta ya da düz uçuşta mevcut veya tahmin edilen rüzgârın uçağın hareket yönüne dik olarak (90 derece) etki ettiğı şiddet olarak katılımcılar tarafından belirtilmiştir.

Kuyruk Rüzgârı: İnişte, kalkışta ya da düz uçuşta mevcut veya tahmin edilen rüzgârın uçağın kuyruk kısmına etki ettiğı şiddet olarak katılımcılar tarafından belirtilmiştir.

Yağış ile ilgili kullanılan terimler aşağıdaki gibidir:

Deicing: Uçak yüzeyinde buzlanma ve yağış nedeniyle birikinti oluştuğunda bu birikintiler uçağın aerodinamik yapısını bozmaktadır. Bu birikintilerin oluşmasını önlemek için kalkıştan önce uçak yüzeyine kimyasal sıvılar sürülmektedir. Bu kimyevi sıvılar uçak kalkana kadar uçağın yüzeyinde buzlanmayı önlemektedir. Katılımcılar bu işleme de-icing dendiğini ifade etmişlerdir. Kalktıktan sonra motorlar buzlanmayı önlediğinden kalkış anına kadar buzlanmanın önlenmesinin yeterli olduğu bildirilmiştir.

Frenleme katsayısı: Kar, dolu gibi yağışların oluşturduğu buzlanmanın uçağın pist üzerine iniş yapabilmesine veya pist üzerinde kalkış yapabilmesine etkisini belirten kat sayı.

Volkanik aktivite uyarı seviyesi: Yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı olarak yayınlanan ve aktivitenin etkisini gösteren uyarı yayınlarıdır. Kırmızı rengin havacılık faaliyetlerinin yapılamayacağını gösteren uyarı yayını olduğu katılımcılar tarafından belirtilmiştir.

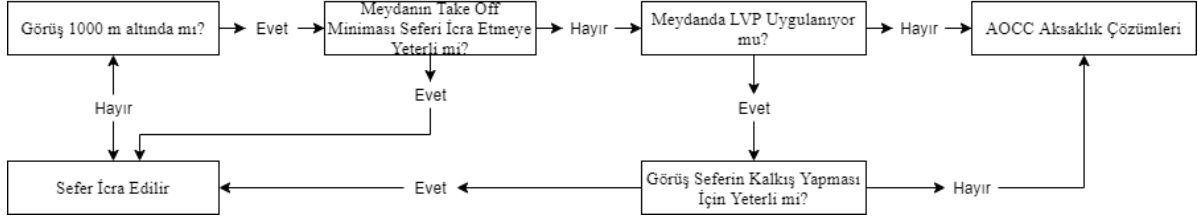
3. Bulgular

Bu çalışmada havayolu operasyonlarının planlama aşamasında hangi meteorolojik olaylardan dolayı aksaklığa dönüştüğü araştırılmıştır. Aksaklık sefer saatinden önceki 48 saat içerisinde bir uçuşun 2 saat ve üzerinde geciktirilmesi veya iptal edilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada ayrıca tanımdan yolu çıkararak meteorolojik şartlardan dolayı yolcu veya bagajın bir kısmının da taşınmaması aksaklık olarak değerlendirilmiştir. Dolayısı ile son 48 saat içinde yapılan meteorolojik tahminler sonucunda meydana gelen meteoroloji kaynaklı aksaklıklar bu çalışmanın konusudur. Yapılan görüşmelerden sonra genel olarak havayolu operasyonlarında çıkan meteorolojik problemlerin dört başlık altında aksaklığa dönüştüğü sonucuna ulaşılmıştır; görüş, rüzgâr, yağış ve volkanik kül. Bu meteorolojik olaylarla ilgili operasyonel çözümleri ve aksaklık durumunu gösteren algoritmalar aşağıdaki şekilde görüşmeler sonucunda ortaya çıkmıştır.

3.1. Görüş

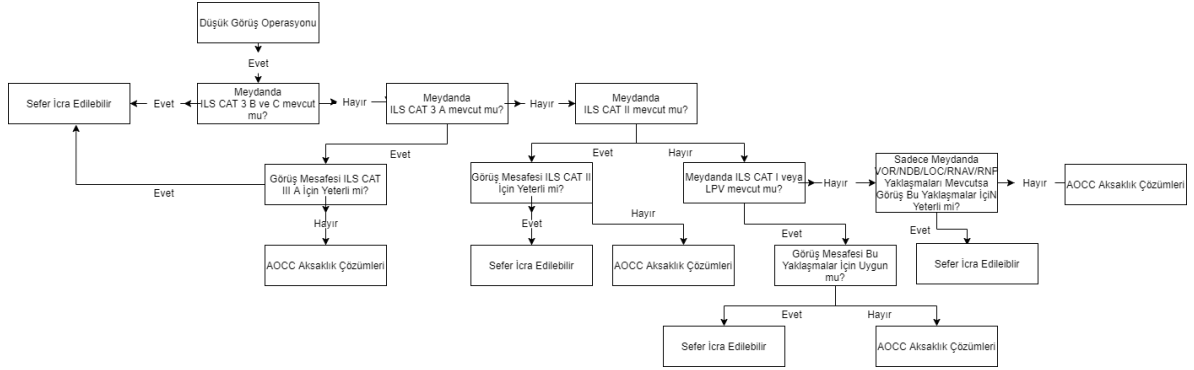
Görüş terimi yatay ve dikey görüş olarak bu çalışmada kullanılacaktır. Görüş bir meteorolojik hadise sebebiyle düşmekte ve operasyonu etkilemektedir. Genel olarak görüş şu meteorolojik olaylardan dolayı düşmektedir; sis, yağış, pus, kum fırtınası, toz fırtınası, bulutluluk. Bu hadiselerin görüşü düşürmesi sonucu kalkış ve iniş aşamalarında havayolu operasyonları etkilenmektedir. Dolayısı ile iki süreç için ayrı algoritma hazırlanmıştır.

Aşağıda şekil 1’de ilk olarak kalkış aşamasının algoritması gösterilmektedir. Kalkış aşamasında gereken görüş kalkış yapılacak pistte bulunan ışıklandırma tiplerine göre farklı şekilde operasyonu etkilemektedir.



Şekil 1. Kalkış Operasyon Süreci

İniş sürecinde IFR uçuşlar için çeşitli yaklaşma kolaylıkları kullanılmaktadırlar. Bu yaklaşma kolaylıklarını kullanarak iniş yapıldığında belirli görüş limitleri gerektiğinden görüş havayolu operasyonlarını etkileyebilmektedir. Bu çalışmada bu yaklaşma kolaylıkları için gerekli olan yatay ve dikey görüş limitleri yaklaşık olarak terimler başlığı altında belirtilmiştir (MLS-microwave landing system hem uçaklarda hem de meydanlarda yaygın kullanılmadığından bu çalışmaya dahil edilmemiştir).



Şekil 2. İniş Operasyon Süreci

Yukarıda elde edilen bulgular sonucunda kalkış sürecinde mevcut uçak tiplerinin hepsi için belirli bir görüş mesafesine ihtiyaç duyulduğunun çalışmada belirlendiği ifade edilebilmektedir. Meydanda LVP uygulanmıyorsa bu görüş mesafesinin daha fazla olduğu (ortalama 500m) görüşme sonucunda bildirilmiştir. Dolayısı ile LVP uygulanmayan meydanlarda görüş ortalama 500m altında olduğunda aksaklığın kaçınılmaz olduğu sonucuna varılmaktadır. Eğer meydanda LVP uygulanıyorsa gerekli olan görüşün 125m-500m arasında olduğu katılımcılar tarafından bildirilmiştir. Meydanda LVP uygulanıyorsa görüşün (RVR) 125m altında olması durumunda veya belirlenen LVP görüş limitinin altında olması durumunda seferin aksaklığa uğramasının kaçınılmaz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. AOCC'nin yukarıda aksaklığın kaçınılmaz olduğu durumları yönetmesi için seferin geciktirilmesi, iptal edilmesi veya başka bir seferle birleştirilmesi çözümlerini uygulaması gerektiği ifade edilebilmektedir.

İniş sürecinde, eğer pistte ILS CAT III B ve C yaklaşma kolaylığı mevcut ise görüş mesafesinin havayolu operasyonlarında aksaklığa yol açmadığı katılımcıların ifadelerden ortaya çıkmıştır. ILS CAT III A yaklaşma kolaylığı olan pistler için görüşme sonucunda ortalama 200 metre yatay görüş limitinin olduğu bildirilmiştir. Belirlenen ILS CAT III A görüş limitinin altında operasyonda aksaklık olabileceği bildirilmiştir. Fakat bu yaklaşma kolaylığı için havayolu işletmelerinin genel olarak limit altı görüş olsa bile operasyona başladıkları dolayısı ile seferden önceki 48 saat içindeki periyotta genel olarak aksaklık olmadığı katılımcılar tarafından belirtilmiştir. Aksaklığın operasyon başladıktan sonra uçak iniş sürecindeyken ILS CAT III A'ya göre görüş limit altı ise gerçekleştiği görüşme sonucunda ifade edilmiştir. ILS CAT II yaklaşmasında ortalama 300m yatay görüş ve ILS CAT I yaklaşmasında ise ortalama 550m yatay görüş limitlerinin altında görüş mesafesi olduğunda havayolu operasyonlarında seferden önceki 48 saatlik periyotta aksaklık olacağına görüşme sonucunda ulaşıldığı belirtilebilmektedir (not: ILS yaklaşma planlamalarında dikey görüş tahminleri limit altı olsa bile operasyona devam edildiği görüşmede bildirilmiştir). Bu aşamada çıkarılan sonuç ILS yaklaşmalarının düşük görüşlerde havayolu operasyonlarının yapılmasına imkân sağladığı için aksaklıkları önlemede önemli olduğu bildirilebilmektedir. Özellikle ILS CAT III B ve C yaklaşmalarının havayolu operasyonlarında görüş kaynaklı aksaklıkları hem planlama aşamasında hem de gerçekleşen uçuş sürecinde ILS CAT III A yaklaşmasının ise planlama aşamasında önlediği ifade edilebilmektedir.

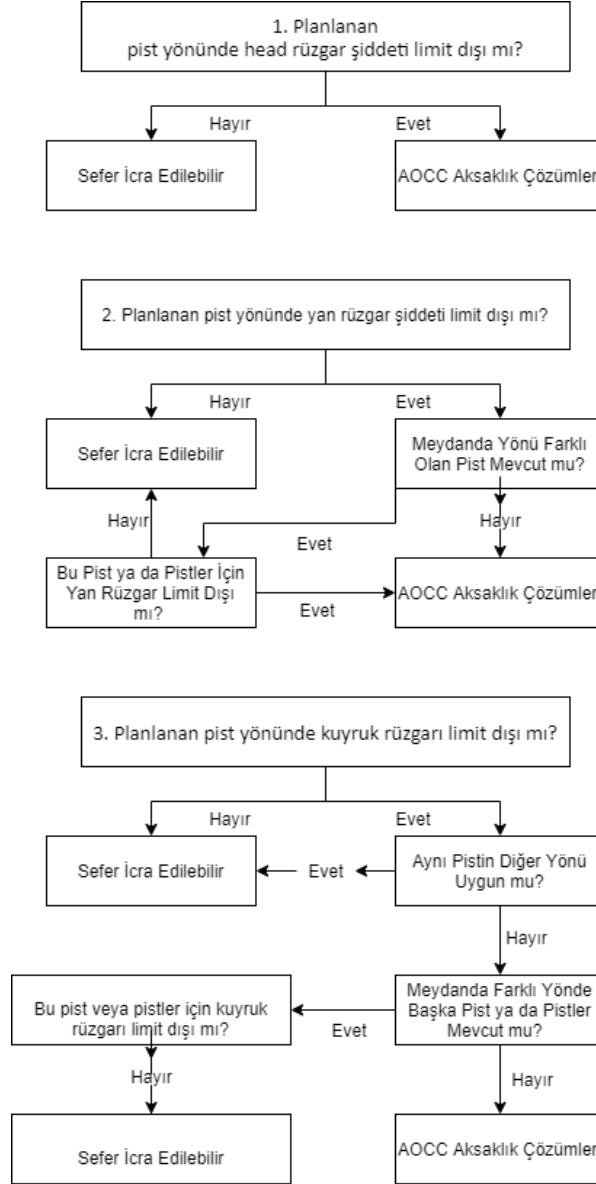
Görüşmede meydanlarda ILS yaklaşma kolaylıklarının bazen maliyet sebepleri ile bazen de meydanın coğrafik özelliklerinden dolayı bulunamadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Dolayısı ile görüş kaynaklı aksaklıkların bu meydanlara sefer düzenlenirken oluşabileceği ve AOCC aksaklık çözümlerinin bu meydanlarda düşük görüş operasyonu olduğunda uygulanabileceği sonucu katılımcılar tarafından belirtilmiştir.

LPV hem karasal hem de uydu referanslarını kullanarak ortalama 600-1000m yatay görüşlere ve 200-400ft dikey görüşlere iniş imkânı sunmaktadır. Bu limitlerin altında ise eğer meydana ILS yaklaşma kolaylığı mevcut değilse son 48 saat içinde aksaklık yaşanabileceği ve AOCC'nin aksaklık çözümlerinin uygulanabileceği katılımcılar tarafından aktarılmıştır.

Algoritmada gösterilen VOR/NDB/LOC/RNAV/RNP gibi yaklaşma kolaylıklarında gerekli olan görüş limitleri birbirine yakın olduğundan birlikte değerlendirmişlerdir ve bu yaklaşma tiplerinde görüş limitleri ILS ve LPV yaklaşmasına göre daha yüksek olduğundan eğer meydana sadece bu yaklaşma tipleri mevcut ise havayolu operasyonlarında görüş kaynaklı aksaklıkların oluşabileceği katılımcıların görüşleri sonucu ortaya çıkmaktadır.

3.2. Rüzgâr

Rüzgâr havayolu operasyonlarını inişte ve kalkışta aksaklığa dönüşebilecek şekilde etkileyebilmektedir. Şiddetli rüzgârın oluşması için birçok sebep vardır; örnek vermek gerekirse tropikal siklonlar şiddetli rüzgarların oluşumuna neden olabilmektedirler. İniş, kalkış sürecinde her uçak tipinin operasyon yapabilmesi için head wind, yan rüzgâr ve kuyruk rüzgâr limiti mevcuttur. Bu head wind, yan rüzgâr ve kuyruk rüzgârı limitleri iniş ya da kalkış yapılacak pist yönünde uçağın iniş ve kalkış sürecine göre belirlenmektedir. Bahsedilen limitler iniş ve kalkış süreci için aynıdır. Bu limitler çalışmada değer olarak verilmeyecek sadece limitin geçmesi durumu algoritmada değerlendirmeye alınacaktır. Ayrıca katılımcıların görüşleri doğrultusunda düz uçuş sürecinde nadiren de olsa uçağın tipi ve kat ettiği menzile bağlı olarak şiddetli head wind aksaklığa neden olabilmektedir. Bu durum için algoritma oluşturulmayıp sadece belirtilecektir.



Şekil 3. Şiddetli Rüzgâr operasyonu

Şiddetli rüzgârın oluşumu tahmin raporlarında bildirildiğinde operasyon iniş kalkış süreci etkilenmektedir. Havayolları tarafından kullanılan mevcut uçak tipleriyle operasyon yapabilmek için belirli limitler mevcuttur. Görüşme sonucunda havayollarının kullandığı mevcut uçak tiplerinin headwind, yan rüzgâr ve kuyruk rüzgârı limitleri olduğu bildirilmiştir. Ortalama olarak Boeing ve Airbus uçak tiplerinin head wind limiti 50 knot, yan rüzgâr limit 35knot ve kuyruk rüzgâr limiti 15 knot olarak verilmiştir. Referans olması için verilen değerlerden görüleceği gibi head wind rüzgâr limiti daha yüksek, yan rüzgâr limiti ondan sonra gelmekte ve en az kuyruk rüzgârı limiti olduğu belirtilmiştir. Genel olarak mevcut teknoloji ile üretilen tüm uçak tipleri için sıralamanın bu şekilde olduğu bilgisi verilmiştir katılımcılar tarafından. Dolayısıyla eğer rüzgâr şiddetinin herhangi bir meydana tahmin raporlarına göre headwind limiti üstü şiddette olması bekleniyorsa havayolu operasyonunun kaç pist konfigürasyonu olursa olsun aksaması kaçınılmazdır. Çünkü genel olarak kullanılan uçak tiplerinde en yüksek head wind limiti olduğundan pistin diğer yönü planlanacak olsa kuyruk rüzgârından limit dışı olacak, eğer varsa diğer pist konfigürasyonlarına planlama yapılacak olsa yan rüzgâr veya kuyruk rüzgârı limit dışı olacak şekilde katılımcılar tarafından bilgi verilmiştir.

Yan rüzgâr şiddetinin tahmin raporlarında limit dışı olması havayolu operasyonu için eğer sadece meydana tek pist varsa planlama aşamasında operasyonu aksatmaktadır. Rüzgâr şiddetinin head rüzgâr

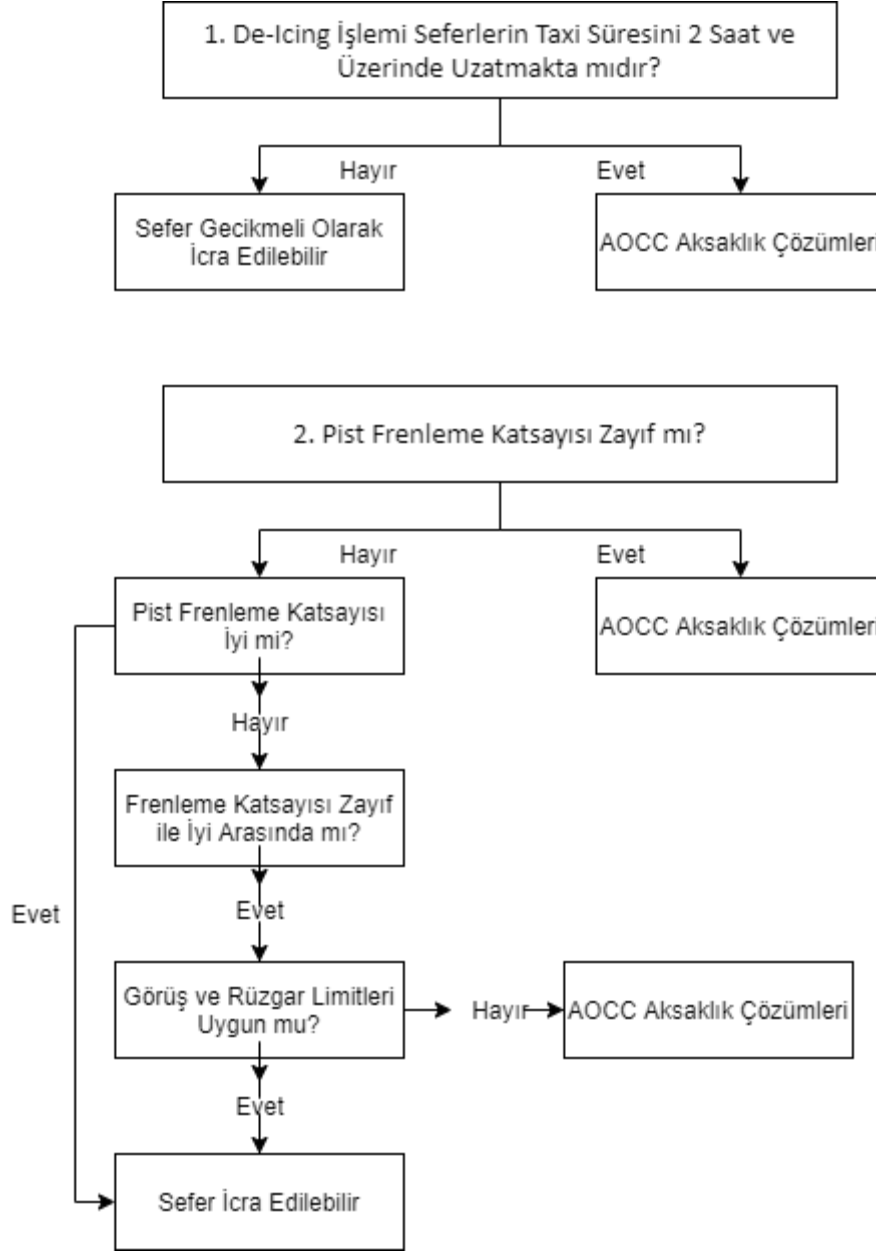
limitini aşmaması şartıyla meydana farklı yönlerde birden çok pist olması yan rüzgâr kaynaklı havayolu operasyon aksaklıklarını önleyeceği katılımcılar tarafından ifade edilmiştir. Bu durumda meydana tek pist varsa yan rüzgâr şiddeti nedeniyle aksaklık yaşanabileceği ve farklı yönlerde iki veya daha fazla pist mevcutsa rüzgâr şiddeti tahmin raporlarında head wind limitini aşmıyorsa yan rüzgâr kaynaklı aksaklığın yaşanmayacağı söylenebilmektedir.

Kuyruk rüzgâr şiddetinin meteoroloji tahmin raporlarında limit dışı olması durumunda meydana tek pist olsa bile rüzgâr şiddetinin head ve/veya yan rüzgâr limitini aşmaması durumunda diğer pist yönüne planlama yapılarak aksaklığın önleneceği bildirilmiştir. Fakat nadir olarak meydana tek pist olması ve pist yönünün tek taraftan coğrafik yükseklik veya başka bir faktör nedeniyle belirli ağırlıklarda uçağın tırmanma (climb) performansını limitlemesi durumunda kuyruk rüzgarı faktörünün havayolu operasyonunu aksatabileceği aktarılmıştır. Bu tür engelleri olan meydanlarda birden çok pist olmasının sorunu çözeceği bilgisi verilmiştir. Çok sık rastlanmayan bu durum dışında kuyruk rüzgârı limiti havayolu operasyonlarını meydana tek pist bile olsa aksatmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Uçuş sürecinin (kalkış ve iniş arasındaki süreç) planlamasında tahmin raporlarında rüzgâr şiddetli head wind şeklinde estiğinde ve sefer uçağın uçabileceği maksimum menzile yakın bir uçuş için planlandığında ve havayolunun daha uzun menzillerde uçabilen bir uçağı sefere atama ihtimali yoksa, bagaj veya yolcunun bir kısmı taşınmadığından AOCC aksaklık çözümlerinin uygulanabildiği katılımcılar tarafından bildirilmiştir.

3.3. Yağış

Kar, yağmur, dolu gibi yağışların havacılık faaliyetlerini üç şekilde etkilediği belirtilebilmektedir; ilki yoğun yağışın düşük görüşe sebep olduğu söylenebilmektedir ve düşük görüş operasyonu ile ilgili algoritma şekil 1 ve 2'de daha önce oluşturulmuştu. İkincisi ise de-icing işleme; havanın soğumasıyla oluşan buzlanma ve kar, dolu gibi yağışların uçağın aerodinamik yapısını bozmasıyla uçak üzerinde oluşan birikinti nedeniyle uçak yüzeyinin kimyevi sıvılarla kalkış yapana kadar korunması gerekmektedir ve bu işleme De-icing denmektedir. Bu işlem havayolu operasyon sürecini uzatmaktadır. Üçüncüsü hava sıcaklığının 0 santigrat derecenin altında olması nedeniyle veya kar, dolu gibi yağışlar sebebiyle pist üzerinde oluşan buzlanmanın uçakların iniş ve kalkışını etkilemesi olarak ifade edilmektedir. Oluşan algoritmalar aşağıdaki gibidir:



Şekil 4. Yağış

Yapılan çalışmada yağışın havayolu operasyonunu üç şekilde etkilediği sonucuna varılmıştır; görüş, de-icing işlemi, pistin frenleme katsayısı. Yağışın görüşü etkilemesi durumu görüş kısmında bahsedildiği şekildedir. Burada ayrıca değinilmeyecektir.

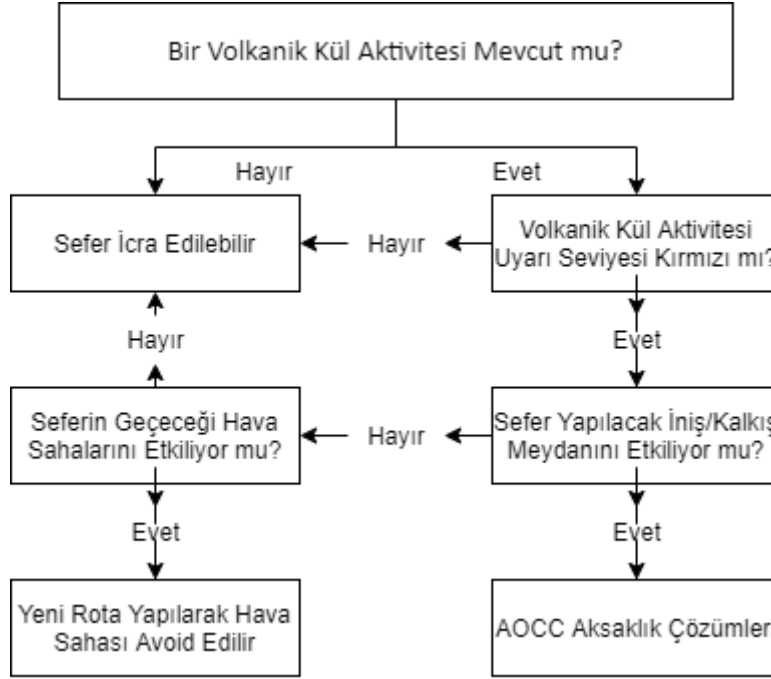
De-icing işlemi uçakların yerdeki operasyonunun süre olarak uzamasına neden olduğundan ve bu uzama sonucunda iki saat ve üzerinde gecikmelere neden olduğunda aksaklık oluşabileceği görüşünde aktarılmıştır. Eğer bu gecikmeler daha da uzarsa seferlerin iptaline kadar gidilebileceği belirtilmiştir.

Pistte biriken kar gibi yağışlar ve soğuk havalarda pist üzerindeki buzlanma uçakların pistte durma mesafesini uzatmakta ve bazen piste iniş yapmasını engellemekte olduğu katılımcılar tarafından bildirilmiştir. Yağışın pist üzerindeki etkisini uçakların iniş yapma yetkinliği açısından ölçen cihazın sonucu beş değer olarak verdiği bildirilmiştir; iyi, iyi-orta, orta, orta-zayıf, zayıf. Bunlardan zayıf pist frenleme değerinin olması durumunda, yağışın devam etmesi ve seferin menziline göre aksaklık yaşanabileceği ve AOCC'nin sefer için aksaklık çözümlerini uygulayabileceği belirtilmiştir. Frenleme değeri, zayıf ile iyi arasında olduğunda normal şartlarda seferin yapıldığını, fakat düşük görüş ve

rüzgârın şiddetine bağılı olarak bu değerlerde de planlama aşamasında AOCC aksaklık çözümleri olan seferin ötelenmesinin, iptal edilmesinin veya başka bir seferle birleştirilmesinin uygulanabildiği ifade edilmiştir.

3.4. Volkanik Kül

Volkanik kül uçak motoruna girdiğinde motorların performanslarını düşürerek uçakların düşmesine neden olabilme riski oluşturduğundan havayolu operasyonlarını etkilemektedir. Bu aktivitelerin meydana üzerinde olmasına veya uçuşun planlandığı hava sahasında olmasına ve aktivitenin etkisini gösteren renk kodlarına göre operasyonu etkilemekte olduğu görüşme sonucunda belirtilmiştir. Havacılık faaliyetlerini etkileyen volkanik kül bulutu etki kodunun kırmızı olduğu katılımcılar tarafından bildirilmiştir. Görüşme sonucunda aşağıdaki algoritma ortaya çıkmıştır.



Şekil 5. Volkanik Kül

Ortaya çıkan algoritma göstermektedir ki meteoroloji raporlarında volkanik faaliyetlerin uyarı seviyesi kırmızı olduğunda havacılık faaliyetleri etkilenebilmektedir. Bu seviyedeki yayınlarda eğer planlama aşamasında sefer volkanik aktivitenin olduğu bölgeyi uçuş sürecinde kat ediyorsa seferin rotası değiştirilerek bu olaydan kaçınıldığı katılımcılar tarafından bildirilmiştir. Fakat seferin iniş veya kalkış yapacağı meydanı volkanik aktivite kırmızı uyarı seviyesinde etkiliyorsa operasyonun kaçınılmaz olarak aksadığı ve AOCC tarafından aksaklık çözümlerinin uygulandığı görüşme sonucunda aktarılmıştır.

Sonuç

Yapılan çalışmada meteorolojik olaylar sonucu görüşün düşmesi hem kalkış safhasında hem de iniş sürecinde havayolları operasyonlarını aksatabildiği bildirilebilmektedir. Fakat kalkış sürecinde gerekli ekipman (LVP) ile donatılan meydanlarda görüş nedeniyle oluşabilen operasyonel aksaklık riskinin azaltılabileceği, iniş sürecinde de meydanın coğrafik yapısı müsaitse gerekli ekipman (ILS CAT 3 A ve B) ile donatılan meydanlarda görüş nedeniyle aksaklığın önlenebileceği sonucuna ulaşılabildiği bildirilebilmektedir.

Rüzgâr ile ilgili oluşturulan algoritma sonucunda, bazı önlemler alındığında head wind limitinin üstünde rüzgâr şiddeti olması durumu dışında rüzgârın havayolu operasyonlarını aksatmayacağı söylenebilmektedir. Bu önlemler kısaca meydanA uzun dönemli geçmiş rüzgâr verileri değerlendirilerek inşa edilmiş farklı yönlerdeki pistlerin inşa edilmesi olarak özetlenebilmektedir. Böylece, operasyonlarda rüzgâr kaynaklı aksaklıkların azaltılabileceği sonucuna ulaşılabilmektedir.

Yağış için ortaya çıkan algoritmada kar ve buz birikintisi oluşumunun hem kalkış sürecinde hem de iniş sürecinde havayolu operasyonlarını aksatabileceği sonucuna ulaşılabilmektedir. Fakat seferin yapıldığı havaalanını yönetimi kar tahmin raporlarına göre önlem aldığı ve pist üzerindeki karı temizleyecek ve uçak yüzeyine de-icing işlemi uygulayacak yeterli ekipman ve personel bulundurduğunda pistte biriken yağıştan veya de-icing işleminden kaynaklanacak aksaklıkların önlenebileceği belirtilebilmektedir.

Çalışmada volkanik aktivitelerin de havayolu operasyonlarını aksatabileceği sonucuna ulaşıldığı belirtilebilmektedir. Eğer uçuş sürecinde etkileniyorsa ilgili seferde rota değiştirilerek aksaklığın önlenebileceği fakat seferin iniş veya kalkış yapacağı meydan volkanik aktiviteden kırmızı uyarı seviyesinde etkiliyorsa operasyonun kaçınılmaz olarak aksadığı ve AOCC tarafından aksaklık çözümleri olan seferin ötelenmesinin, iptal edilmesinin veya başka bir sefer ile birleştirilmesinin uygulandığı görüşme sonucunda aktarılmıştır.

Çalışma sonucunda bazı meteorolojik olaylarda havayolu operasyonunun aksamasının kaçınılmaz olduğunun bazı meteorolojik olaylarda ise uygun aksiyonlar alınarak aksaklığın önlenebileceğinin ortaya çıktığı söylenebilmektedir. Ayrıca havaalanı yönetimleri tarafından uygun aksiyonların alınmasının da meteorolojik olaylardan kaynaklı aksaklıkları mevcut şartlarda oldukça azaltılabileceği sonucuna ulaşılabildiği ifade edilebilmektedir.

Tartışma ve Öneriler

Bu çalışmada havayolu operasyon yönetiminde (meteoroloji) problemlerin çözümünde en uygun kararın verilebilmesi için çözüm dizini oluşturulmuştur. Clausen vd., yaptıkları çalışmada rebust planlama ve method konseptinin havayolları operasyonu için en iyi çözümleri getirerek aksaklıkları azaltılabileceğini bildirmiştir (Clausena vd., 2010). Serrano ve Kazda AOCC yöneticilerinin aksaklıkları önlemek için birçok faktörün etkilerini dikkate alarak bütünleşmiş bir yöntemle karar vermelerinin aksaklıkları yönetmede önemli olduğunu vurgulamışlardır (Serrano ve Kazda, 2017, s.10). Bu çalışmada elde edilen algoritma havayollarının meteoroloji kaynaklı aksaklıklarının çözüm dizinini göstermektedir. Havayolu operasyonunda aksaklığa neden olan başka faktörlerde mevcuttur. Bu faktörlerin her biri için karar vermeyi kolaylaştıracak algoritmaların oluşturulmasının havayolu operasyon yönetimine katkı sağlayacağı söylenebilmektedir.

Castro ve Oliveira, yaptıkları araştırmada havayolları operasyonlarında gecikmelerin artmasının operasyonel maliyetleri arttıracığı sonucuna ulaşmışlardır (Castro ve Oliveira, 2010). Bu çalışma sonucunda, meteoroloji kaynaklı havayollarının problemlerine en optimum kararlar verilerek operasyonel maliyetlerin azaltılabileceği ifade edilebilmektedir. Havayolu operasyon yönetiminde operasyonu etkileyen diğer faktörlerle ilgili bir çözüm dizini oluşturularak operasyonel maliyetlerin optimize edilmesine katkı sağlanabileceği bildirilebilmektedir.

Serrano ve Kazda havayollarının uçuş programını etkileyen olaylar sonucu gecikmelerin ve iptallerin tamamen ortadan kaldırılamayacağını düzensiz operasyonlar nedeniyle AOCC yöneticilerinin iptal ve gecikme kararları alıp uygulamaları gerekeceğini belirtmişlerdir (Serrano ve Kazda, 2017). Bu çalışma sonucunda bulunan bulgularda bazı meteorolojik olaylar sonucunda havayollarının operasyonlarının aksamasının kaçınılmaz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Havayolu operasyonunu etkileyen her faktör için aksaklığın kaçınılmaz olduğu durumların belirlenerek AOCC'nin hangi durumlarda aksaklık çözümlerinden faydalanacağını belirlenmesinin havayolu operasyon yönetimine katkı sağlayacağı belirtilebilmektedir.

Süzer, havayolu operasyon yönetiminde operasyon süreçlerinin birbirlerinden etkileşimleri üzerine yaptığı çalışmada operasyon süreçlerinden birinde bir problem çıktığında diğer süreçlere etkileri ile ilgili bir algoritma ortaya çıkarmıştır (Süzer, 2020). Konyalılar, AOCC operasyonlarında uçuş ekip planlamasında meydana gelen problemlerde bir çözüm dizini elde ederek hangi şartlarda aksaklık yaşanacağını gösteren bir algoritma sonucuna ulaşmıştır (Konyalılar, 2020). Bu araştırmada da Meteorolojik olaylardan kaynaklanan bir çözüm dizini elde edildiği ifade edilebilmektedir. Bütün bu çalışmalar ve ileride diğer AOCC operasyon süreçleriyle ilgili yapılacak çözüm dizini çalışmaları bir araya getirilerek havayolu operasyon yönetiminde karar almayı kolaylaştıracak veya en optimum kararların alınmasına yardımcı olabilecek bir ortak çözüm dizini çalışmasının veya bir bilgisayar

programı çalışmasının yapılmasının AOCC operasyon yönetimine katkı sağlayacağı söylenebilmektedir.

Kaynakça

- Anaman, K. A. (2017). Benefits of Aviation Weather Services: A Review of International Literature, *Research in World Economy*, 8(1), 45-58.
- Castro, A.J.M. ve Oliveira, (2011). Airline Operations Control: A New Concept For Operations Recovery,
- Clausena vd, (2010). Disruption management in the airline industry—Concepts, models and methods, *Computers & Operations Research* 37 809 -821
- Çınaroğlu, E. (2015). Veri Madenciliği Tekniğinin Havacılık Meteorolojisinde Kullanımı, (Yayınlanmamış Yüksek lisans Tezi), Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Gezgiç, O. (2016). Havayolu İşletmelerinde Uçuş Operasyon Kontrol Merkezlerinin Stratejik ve Ekonomik Etkilerinin İncelenmesi: Bir Uygulama Örneği, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Arel Üniversitesi, İstanbul.
- Gültepe, İ. (2019). A Review of High Impact Weather for Aviation Meteorology, *Pure and Applied Geophysics*, 176, 1869-1921.
- Huang, L. (2019). How Airline Dispatchers Manage Flights: A Task Analysis in Distributed and Heterogeneous Network Operations. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society: Annual Meeting*.
- ICAO, (2014). Meteorological Service for International Air Navigation, Annex 3- Meteorological Service for International Air Navigation-Chapter 2- General Provisions.
- ICAO, (2014). Operations of Aircrafts, Annex 6-Operation Of Aircraft-Part I-International Commercial Air Transport-Aeroplanes.
- Konyalılar, N., (2020). Problems Encountered In Flight Crew Planning In Airline Operations Management, *International Journal of Grid and Distributed Computing*, 13(2) 720-732.
- MGM, (2021). Havacılık Meteorolojisi Nedir? Ulaşılabilir URL: <http://hezarfen.mgm.gov.tr/Genel/> (Erişim Tarihi: 15.01.2021)
- Nagarajan, S. (2018). Meteorological Effects on Airports, *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science*. 7(4), 325-329.
- Nova Science Publishers, USA.
- Oxford, (2008). Meteorology. Oxford Aviation Academy (UK) Limited.
- RMets, (2021). Meteorology and Aircraft, Ulaşılabilir URL: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wea.2536> (Erişim Tarihi: 15.01.2021)
- Selim, A. S., (2020). Operation Control Center And Integration, *International Journal of Disaster Recovery and Business Continuity*, 11(3), 1297–1306
- Serrano, F. J. J. ve Kazda, A. (2017). Airline Disruption Management: Yesterday, Today and Tomorrow, *Transportation Research Procedia*, 28, 3-10.
- Dergipark, (2021). Bir Hassas Yaklaşma Prosedürü Olarak ILS'in (Instrument Landing System) Önemi ve Uçuş Gecikme Maliyetlerine Etkisi, Ulaşılabilir URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/6643> (Erişim Tarihi: 15.01.2021)

Research Article

Havayolu Operasyon Yönetiminde Meteoroloji Kaynaklı Aksaklıklar

Meteorology-Related Disruptions in Airline Operations Management

Ali AKBABA

Dr. Öğr. Üyesi, Uçuş Harekat Uzmanı

ali.akbaba75@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1745-8029>

Extensive Summary

Introduction

It can be stated that airline operations management encompasses the management of processes such as team planning, ground services, technical service, cargo, airport slot and dispatch, which are performed at different points and influence each other. It can be suggested that generating solutions to solve the problems that arise and may arise in these processes which influence each other is the main purpose of airline operations management. Airlines manage their operations through AOCC units and produce solutions to problems arising in the operation. Various operating units are involved in the AOCC organization to carry out monitoring the operations to detect problems. One of these operating units is dispatch. Dispatcher can be described as the person who is assigned by the airline to plan, control, and supervise the flight operation and provides assistance and information for the cockpit crew to perform a safe flight.

The main duty of the Dispatcher is to prepare the flight plan for each flight according to ICAO ANNEX 6 There are some factors which the Dispatcher controls while preparing this flight plan. The flight plan is prepared as a result of the analysis of factors such as Notam, Mel, and meteorological events. Problems can emerge in airline operations in connection with such factors and some of these problems can turn into disruptions. When a scheduled flight is cancelled or delayed 2 hours or more in a 48-hour period before the departure time, it is called flight disruption. The aim of this study can be described as creating an algorithm for the problems caused by meteorological events for airline operations and trying to determine under which conditions these problems turn into disruptions.

As a result of the study, it can be concluded that the disruption of the airline operation is inevitable in some meteorological events and that the disruption can be prevented by taking appropriate actions in some meteorological events. AOCC departments in airlines can prevent some of meteorological related disruption by taking necessary action as indicating in the finding section of this study. In addition, it can be pointed out that if airport managements take appropriate actions, it can be significantly reduced the disruptions caused by meteorological events under current conditions and AOCC can perform airline operations with using less the disruption solving methods for these reasons.

Method

The aim of this study can be stated as determining the meteorological events that may turn into disruptions for airline operations, creating a problem-solving index related to these events, and revealing the conditions under which these meteorological events turn into disruptions. Thus, it will be also revealed under which conditions the AOCC units managing the operation in airlines will apply the solutions against disruptions in case of problems related to the meteorological events.

This study was conducted by interviewing 24 people (22 dispatchers and 2 meteorological engineers) working in the AOCC department of three airlines in Turkey. First, 5 dispatchers and 2 meteorological

engineers who served in the AOCC for 7 years and above were interviewed and the causes of weather events related disruptions were identified. Then, these 5 dispatchers who served in the AOCC for 7 years and more were re-interviewed, and a draft algorithm was created to show the solution index of these meteorological problems and under what circumstances these problems caused disruption. Finally, 17 dispatchers who served in the AOCC for 4 years or more were sent to this draft algorithm and asked to specify the directories they would add to or remove from the algorithm. After receiving the opinion of these 17 participants in the study, ultimate the algorithm was specified with 5 dispatchers who served for 7 years and more in the AOCC, which created the draft algorithm.

Findings

In this section, four meteorological events that caused problems in the operation and in which these problems turned into a disruption in some cases were identified as visibility, wind, precipitation, and volcanic ash in parallel with the opinions of the participants. The algorithms which show the operational solutions and disruption status related to these meteorological events emerged as a result of the interviews. Disruption status in algorithms is specified by writing down the problem solutions of AOCC. AOCC disruption solutions are as follows.

- Giving delay to the flight,
- Combining the flight with another flight,
- Cancellation of the flight.

Discussion

The algorithm obtained in this study shows that it is possible to obtain a solution index that can be used to solve the disruptions caused by meteorology in airlines. By this means, this index of solutions will contribute to the operations management of airlines for the most optimum decision for problems relating to meteorological events. Clausen et al. reported in their study that robust planning and method concept can reduce the disruptions by bringing the best solutions for airline operations (Clausena et al., 2010). Serrano and Kazda emphasized that it is important for AOCC managers to make decisions in an integrated method, taking into account the effects of many factors in order to prevent disruptions (Serrano ve Kazda, 2017, s.10).

Castro and Oliveira, in their study, concluded that increased delays in airline operations would increase operational costs (Castro & Oliveira, 2010). In this study, a solution index in which optimum decisions can be made for meteorological events was reached. Thus, as a result of this study, it can be stated that operational costs can be reduced by making the most optimum decisions on the problems of airlines caused by meteorologic events.

Serrano and Kazda stated that delays and cancellations cannot be completely eliminated as a result of events affecting the flight schedule of airlines, and that AOCC managers will have to take and implement such decisions due to irregular operations (Serrano and Kazda, 2017). As a result of the findings of this study, it was concluded that due to some meteorological events, disruptions in the operations of the airways are inevitable. Therefore, this study also sets forth under which conditions the flights can be delayed or cancelled as a solution applied against any disruption by AOCC due to meteorological events.

In his study on the interactions of operation processes in airline operation management, Süzer revealed an algorithm about the effects on other processes when a disruption occurs in one of the operation processes (Süzer, 2020). Konyalılar obtained a solution index for the problems that occur in flight crew planning in AOCC operations and reached an algorithm that shows the conditions under which a disruption will occur (Konyalılar, 2020). Thus, a solution index arising from meteorological events was obtained in this study. It can be concluded that execution of a joint solution index study or a computer program study that facilitate decision-making in airline operations management or assist in making the most optimal decisions by bringing together all these studies and the solution index studies to be carried out for other AOCC operation processes in the future will contribute to AOCC operation management.