



# Yanardağ Patlamalarının Türkiye'deki FIR Sahaları Üzerine Etkisi: Volkanik Kül İçin 14 Nisan 2010 Örnek Olay İncelemesi

Emrah Tuncay ÖZDEMİR<sup>1,2</sup>, Ali DENİZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Istanbul Technical University, Aeronautics and Astronautics Faculty, Department of Meteorology, Maslak, 34469, Istanbul, Turkey

<sup>2</sup>General Directorate of Meteorology, Atatürk Airport Meteorology Office, Yeşilköy, 34149, Istanbul, Turkey, etozdemir@gmail.com

(Gönderilme tarihi: 5 Ekim 2015, kabul tarihi 6 Aralık 2015)

## Özet

Volkanik kül bulutları patlamanın olduğu yanardağdan yüzlerce, binlerce mil uzaklara, hatta meteorolojik şartlara bağlı olarak kıtalararası mesafeler boyunca sürüklenebilir. Çok geniş bir hava sahasında etkili olabilir. Kül bulutları birkaç ülkenin, FIR (Flight Information Region-Uçuş Bilgi Bölgesi) ve kontrol sahasına yayılarak tehlike oluşturabilir. Çok geniş bir sahada etkili olan volkanik kül bulutları havacılık için hayati önem taşımaktadır. Volkanik kül bulutlarının mevcut olması veya günümüzde öngörüsü yapılan etki alanlarının tespit edilebilmesi uçuşlarda rota değişimlerine, gecikmelere ve hatta uçuş iptallerine neden olmaktadır. Bu çalışmada 2010 ile 2015 yılları arasında meydana gelen yanardağ patlamalarının Türkiye FIR Sahaları üzerindeki etkisi incelenmiştir. 5 yıllık periyotta Fransa'da bulunan Volkanik Kül Tavsiye Merkezi (VAAC-Volcanic Ash Advisory Centre) Toulouse'la koordineli çalışan Londra Volkanik Kül Tavsiye Merkezi tarafından hazırlanan Volkanik Kül Grafikleri (VAG-Volcanic Ash Graphic) kullanılmıştır. Türkiye'deki FIR Sahalarına olan etkilerin araştırılması içinde Türkiye'de bulunan Ankara FIR (LTAA) ve İstanbul FIR (LTBB) sahaları için sırasıyla Esenboğa ve Atatürk Uluslararası Havalimanları Meteoroloji Ofisleri tarafından hazırlanan SIGMET (Significant Meteorological Information) mesajları değerlendirilmiştir. Elde edilen Atatürk Uluslararası Havalimanı Meteoroloji Ofisi'nin hazırlamış olduğu SIGMET mesajlarına göre, 18 Nisan 2010 tarihinde Trakya'nın kuzeyi ve Karadeniz'in güney batısı, 19 Nisan 2010 tarihinde de Karadeniz'in güney batısı uçuş seviyesi olarak 10.000 feet ile 30.000 feet arasındaki mesafeler için uçuşlara kapatılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Volkanik Kül, VAAC, VAG, İstanbul FIR, Ankara FIR.

## The Effect of Volcanic Eruptions on Turkish FIR Areas: A Case Study of Volcanic Ash on 14 April, 2010

### Abstract

Volcanic ash clouds could be drifted to hundreds, thousands of miles away and even intercontinental depending on meteorological conditions. They can have an effect over a very large air space. Ash clouds can drift over multiple countries, FIR (Flight Information Regions) and control areas and may cause danger. Volcanic ash clouds, which are effective in a very large area, have vital importance for aviation. Existence of volcanic ash clouds, or locating the dangerous areas may cause route changes, delays or even flight cancellations. In this study, the effect of volcanic eruptions between 2010-2015 in Turkish FIR areas were examined. The 5 year period of VAG (Volcanic Ash Graphic), which is designed by London Volcanic Ash Advisory Centre (VAAC) and works in coordination with Toulouse VAAC located in France, was used. In order to investigate the effects on Turkish FIR areas of Ankara FIR (LTAA) and İstanbul FIR (LTBB) areas, the SIGMET (Significant Meteorological Information) messages, which were generated by Esenboğa and Atatürk International Airport Meteorological Offices respectively, were examined. As the result of SIGMET messages generated by Atatürk International Airport Meteorological Office, flights between 10.000 and 30.000 feet altitude were cancelled in 18th April 2010 for northern Thrace and south west Black Sea region as well as in 19th of April 2010 for south west Black Sea region.

**Keywords:** Volcanic Ash, VAAC, VAG, İstanbul FIR, Ankara FIR.

### 1. Giriş

Volkanik kül bulutları patlamanın olduğu yanardağdan yüzlerce, binlerce mil uzaklara, hatta meteorolojik şartlara bağlı olarak kıtalararası mesafeler boyunca sürüklenebilir. Ayrıca çok geniş bir hava sahasında etkili olabilirler. Kül bulutları birkaç ülke, FIR (Flight Information Region-Uçuş Bilgi Bölgesi Sahası) ve kontrol sahasına yayılarak tehlike oluşturabilir. Çok

geniş bir sahada etkili olan volkanik kül bulutları havacılık için hayati önem taşımaktadır. Volkanik kül bulutlarının mevcut olması veya günümüzde öngörüsü yapılan etki alanlarının tespit edilebilmesi uçuşlarda rota değişimlerine, gecikmelere ve hatta uçuş iptallerine neden olmaktadır. Volkanik kül bulutlarının neden olabileceği zararlardan kaçınmanın tek yolu volkanik kül

bulutlarından uzak durmaktadır (MGM, 2010; Schmidt ve ark., 2015).

İtalya'da Napoli Şehri'nin doğusunda bulunan Vezüv Yanardağı'nın (40°49' K-14°26' D, rakım: 1.280 m) 22 Mart 1944 tarihinde patlaması sonucunda, Napoli Şehrinde ve çevresinde bulunan havalimanlarındaki park etmiş halde bulunan uçakların üzerlerinde biriken küllerin ağırlığı uçakların kuyrukları üzerine devrilmelerine neden olmuştur (Resim 1). Bu olayda birçok uçak hasar görmüştür (Meteoroloji, 1999; Wikipedia, 2014).



*Resim 1: Vezüv Yanardağı'nın patlamasından sonra 23 Mart 1944 tarihinde çekilen resim (Warwingsart, 2014)*

Vezüv Yanardağı'nın 1944 tarihinde patlamasından sonraki 36 yıl boyunca havacılık tarihini etkileyen önemli bir olay meydana gelmemiştir. Bunun nedeni, dünya volkanlarının çok azının patlayarak lav püskürtmesinin gözlemlendiği bir dönem olmasıdır. Amerika Birleşik Devletleri'nin Washington Eyaleti'nde bulunan St. Helen Dağı'nın (46°11'28" K - 122°11'40" B, rakım: 2.550 m) 18 Mayıs 1980 tarihinde 5.1 büyüklüğünde yer sarsıntısıyla patlaması sonucunda havacılık tarihinde volkanlara karşı yeni bir sayfanın açılmasına neden olmuştur. Püsküren lavlar atmosfer içinde 80.000 feet yüksekliğe kadar çıkmış ve 57 kişinin ölümüne neden olmuştur. 20 Mayıs 1980 tarihinde AP Photo tarafından çekilen resimde arabanın ön ve arkasıyla içinin tamamen volkan külleriyle dolmuş olduğu görülmektedir (Resim 2). Washington Eyaleti'nin dışında 10 farklı eyalette de volkan külleri etkili olmuştur (Meteoroloji, 1999; Wikipedia, 2014; Boston, 2014).



*Resim 2: St. Helen Dağı'nın patlamasından sonra 20 Mayıs 1980 tarihinde Washington Eyaleti'nde çekilen resim (Boston, 2014)*

Volkanik küllerin havalimanlarına ulaşması sonucunda, 1944 yılından günümüze yaklaşık 40 havalimanı 1 saatten 3 haftaya uzanan bir zaman diliminde kapalı kalmıştır. Volkanik küller havalimanlarında pistin, taksi yollarının, apronun, binaların, yer servislerinin, elektrik ve haberleşme ünitelerinin ve park halinde olan uçakların olumsuz olarak etkilenmesine

neden olmaktadır. Volkanik küllerin havalimanlarına olan diğer etkileri ise, özellikle ıslak küllerin sebep olduğu pist üzerindeki frenleme katsayısının düşmesi, küllerin yerde birikmesi sonucunda iniş ve kalkışlarda uçak motorlarının çalışmasıyla hakim rüyetin düşmesi ve küllerin park halindeki uçaklar ve hangarlar üzerinde birikmesi sonucu uçakların ağırlığının artmasıdır (Volcanoes, 2014).

Dunn ve Wade (1994) yaptıkları çalışmada volkanik kül bulutlarına maruz kalan uçaklarda meydana gelen etkileri incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçları; a) Uçağın sıcak parçaları üzerinde kül tozlarının bir tabaka oluşturması b) Motorun iç parçalarının aşınması c) Yakıt ve soğutma sistemlerinde meydana gelen tıkanıklık d) Yakıt sisteminin kirlenmesi e) Kokpit camının ve iniş ışıklarının kirlenmesi ve donuklaşması f) Elektronik sistemlerinin kirlenmesi g) Anten yüzeylerinin aşınması h) Pito statik sisteminin tıkanması ve buna bağlı olarak sürat saatinin bozulması olarak sıralayabiliriz. Bilimsel literatürde volkanik küllerin uçaklara ve havacılık sektörüne verdiği zararlarla ilgili çalışmalar mevcuttur (Casadevall, 1994; Casadevall ve ark., 1996; Holasek ve ark., 1996; Prata, 2009; Chen ve Zhao, 2015; Scollo ve ark., 2015).

Volkanik kül bulutlarıyla karşılaşan uçaklardan alınan bilgilere göre, kabin içinde duman veya ince toz gözlenmekte, elektriksel bir yanma varmış gibi keskin bir koku, düşük gerçek hava sürati göstergesi, kargo yangın alarmının çalışması (küllerin yangın alarmını tetiklemesi sonucu), St. Elmo Ateşi (gök gürültülü fırtınalarda, sivri uçlu yapıların tepe noktalarında veya bulutların yüksek uç kesimlerinde görülen ve genellikle parlak mavimsi bir ışık halinde beliren atmosfer elektriği olayı)'na benzer ön camda ve kanatlarda, stabilizatörde statik elektrik boşalmaları, motor girişlerinde beyaz parıltı, kompresör stall (kompresör içindeki hava akışının yavaşlaması, durması veya ters yönde hareketi), artan egzoz gazı sıcaklıkları gibi pek çok motor problemleri meydana gelebilmektedir (Meteoroloji, 1999; Boeing, 2000; ICAO, 2001).

Volkanik küllerin oluşturduğu tehlikelerden korunmak amacıyla Dünya Meteoroloji Teşkilatı'nın (WMO-World Meteorological Organization) tavsiyesi sonucunda Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO-International Civil Aviation Organization) tarafından görevlendirilmek üzere Bölgesel Volkanik Kül Meteoroloji Merkezleri'nin kurulması sağlanmıştır. 9 Volkanik Kül Tavsiye Merkezinin sorumluluk alanları Şekil 1'de gösterilmiştir. Türkiye'nin de içinde bulunduğu sahanın Volkanik Kül Tavsiye Merkezi Toulouse (Fransa)'dır (MGM, 2010; ICAO, Annex, 2013; Meteo France, 2015).

Tablo 1: Volkanik aktiviteler için alarm-uyarı sisteminin renk kodları ve açıklamaları (AVO, 2015)



Şekil 1: 9 Volkanik Kül Tavsiye Merkezi'nin sorumluluk alanları (Meteo France, 2015)

FIR, uçuş bilgi ve uyarı hizmetlerinin sağlandığı, sınırları belirlenmiş hava sahalarıdır. Farklı geometrik şekillerde olan FIR'lar bir ülkedeki hava sahasının parçalarıdır. Bir veya birden fazla olabilirler. Türkiye'de iki FIR sahası bulunmaktadır. Bunlardan birincisi Ankara FIR (LTAA) Sahası, ikincisi de İstanbul FIR (LTBB) Sahası'dır. Şekil 2'de bu iki FIR sahasının sınırları gösterilmiştir. Esenboğa ve Atatürk Uluslararası Havalimanları Meteoroloji Gözlem Ofisleri olup, sırasıyla LTAA ve LTBB FIR Sahaları'ndan sorumludurlar. SIGMET (Significant Meteorological Information) havacılık faaliyetlerini etkileyen hava hadiselerini içeren uyarı mesajları olup, Meteoroloji Gözlem Ofisleri olan Atatürk ve Esenboğa Havalimanları'nın en önemli görevleri arasında olup, uçuş faaliyetleri üzerinde etkili olan şiddetli meteorolojik hadiseleri içerir. Volkanik kül hadisesi de şiddetli meteorolojik hadiseler içine girmektedir ve SIGMET mesajı içerisinde yayımlanmaktadır. Ayrıca bu mesajlar meteoroloji gözlem ofislerinde bulunan VOLMET (Meteorological Information for Aircraft in Flight) cihazı vasıtasıyla havadaki uçaklara sesli olarak yayımlanmaktadır (Eur Sigmat Guide, 2007; MGM, 2010; Annanurov ve ark., 2014; MGM, 2014).



Şekil 2: İstanbul ve Ankara FIR Sahaları (Eurocontrol, 2015)

Amerika Birleşik Devletleri Yerbilimsel Araştırma Kurumu (USGS-United States Geological Survey) tarafından kullanılan volkanik aktiviteler için alarm-uyarı sisteminin renk kodları ve açıklamaları Tablo 1'de gösterilmiştir. Yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı olmak üzere dört adet renk kodu bulunmaktadır (AVO, 2015; USGS, 2015).

RENK KODU	AÇIKLAMA
YEŞİL	Volkan başlangıç seviyesinde, püskürmesi beklenmiyor veya püskürme sonrası sönme evresinde, volkanik aktivite bitmiş, püskürme sonlanmışta olabilir
SARI	Volkan başlangıç seviyesinin üzerinde, volkanın aktiviteleri gözlemlenebilir durumda veya volkan püskürme evresini sonlandırmış, gözle görülür derecede etkisini kaybetmiş fakat artçı aktiviteler gözlemlenebilir
TURUNCU	Volkanik aktivitenin etkileri şiddetlenmekte ve kısmi püskürmeler gözlemlenmektedir. Volkan parçacıkları seviyesi belirlenebilir seviyelerde fakat kısmi zararlar oluşturabilir
KIRMIZI	Şiddetli ve tehlikeli püskürmeler beklenmekte, atmosferdeki volkanik kül emisyonu şiddetli

(Bu renk kodları Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü'nün tavsiyelerine göre hazırlanmıştır. Uyarılar artış azalışlarına göre ve yanında açıklamalarıyla birlikte yayınlanır).

Bu çalışma, 2010 ile 2015 yılları arasında meydana gelen yanardağ patlamalarının Türkiye FIR Sahaları üzerine olan etkilerinin incelenmesini kapsamaktadır. İngiltere'de bulunan Londra ve Fransa'da bulunan Toulouse Volkanik Kül Tavsiye Merkezleri koordineli olarak çalışmaktadır. Bu çalışmada Londra Volkanik Kül Tavsiye Merkezi tarafından hazırlanan Volkanik Kül Grafikleri kullanılmıştır. 5 yıllık periyotta İzlanda'da bulunan Eyjafjallajökull Yanardağı'nın (63°38' K-19°37' B; rakım: 1.666 m) 21 Mart 2010 ve 14 Nisan 2010 tarihlerinde lav püskürtmesi ve meteorolojik şartlarında etkisiyle Türkiye FIR Sahaları 18 Nisan 2010, 19 Nisan 2010, 21 Nisan 2010, 09 Mayıs 2010, 10 Mayıs 2010 ve 11 Mayıs 2010 tarihlerinde etkilenmiştir. Bu yanardağ 3-4 km çapta bir krater sahib olup, 14 Nisan 2010 tarihindeki patlamanın çok şiddetli olması nedeniyle Avrupa hava trafiğinde önemli ölçüde aksamalara neden olmuştur (Wikipedia, 2015).

## 2. Yöntem

Bu çalışmada 2010 ile 2015 yılları arasında meydana gelen yanardağ patlamalarının Türkiye FIR Sahaları üzerindeki etkileri incelenmiştir. 5 yıllık periyotta Fransa'da bulunan Volkanik Kül Tavsiye Merkezi Toulouse'la koordineli çalışan Londra Volkanik Kül Tavsiye Merkezi (VAAC-Volcanic Ash Advisory Centre) tarafından hazırlanan Volkanik Kül Grafikleri (VAG-Volcanic Ash Graphic) kullanılmıştır. Türkiye'deki FIR Sahalarına olan etkilerin araştırılması içinde Türkiye'de bulunan Ankara FIR (LTAA) ve İstanbul FIR (LTBB) sahalaları için sırasıyla Esenboğa ve Atatürk Uluslararası Havalimanları Meteoroloji Ofisleri tarafından hazırlanan SIGMET mesajları değerlendirilmiştir.

İstanbul FIR ve Ankara FIR Sahaları için yapılan SIGMET (Volkanik kül için) mesajlarından sadece İstanbul FIR Sahasına ait 18 Nisan 2010 tarihine ait 4 numaralı SIGMET mesajına ve

19 Nisan 2010 tarihine ait 1 numaralı SIGMET mesajına ulaşılabilmemiş, diğer SIGMET mesajlarına ulaşılamamıştır. İstanbul FIR Sahasına ait bu iki mesaj yapılan değerlendirmede kullanılmıştır. SIGMET mesajları Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'ye bağlı İstanbul Atatürk Havalimanı Meteoroloji Ofisi'nden temin edilmiştir.

### 3. Analiz

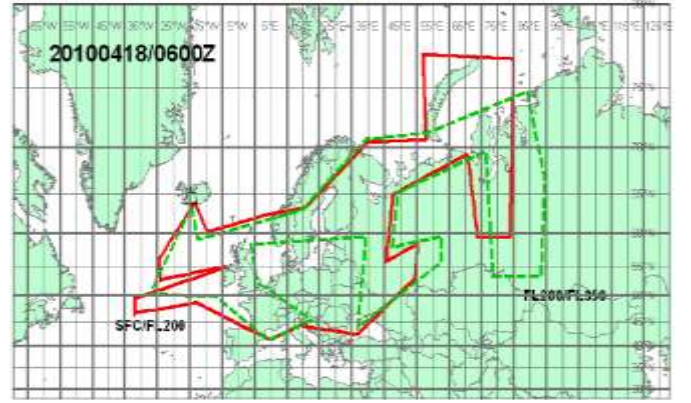
Bu çalışmada 2010 ile 2015 yılları arasında meydana gelen yanardağ patlamalarının Türkiye FIR Sahaları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu 5 yıllık periyotta Fransa'da bulunan Volkanik Kül Tavsiye Merkezi Toulouse'la koordineli çalışan Londra Volkanik Kül Tavsiye Merkezi tarafından hazırlanan Volkanik Kül Grafikleri kullanılmıştır.

Londra Volkanik Kül Tavsiye Merkezi tarafından hazırlanan Volkanik Kül Grafikleri yayınlandığı saat ve tahmin edilen her 6 saatlik periyodu içine alacak şekilde 18 saatlik tahminleri içermektedir. Kullanılan aralık ana sinoptik saatler olup 00:00 UTC (Coordinated Universal Time), 06:00 UTC, 12:00 UTC ve 18:00 UTC saatlerini kapsamaktadır. Yayınlandığı saatteki Volkanik Kül Grafiği gözlemlenen ve devam etmesi beklenen volkanik kül bulutlarının kapsadığı alanları, +6HR (Hour-Saat), +12HR ve +18HR Volkanik Kül Grafiklerinde volkanik kül bulutlarının tahmin edilen meteorolojik şartlara göre gelecekte kapsayabileceği alanları göstermektedir. Bu çalışmada volkanik küllerin Türkiye FIR Sahaları'na olan etkisini incelemek için Volkanik Kül Grafiklerinin ilk yayınlandığı ana sinoptik saati içeren grafikler değerlendirmeye alınmıştır. Grafikler üzerinde volkanik kül hüzmelerinin seviyeleri uçuş seviyeleri olarak gösterilmiştir (Şekil 3,4,5,6; kırmızı çizgi, yeşil ve mavi kesikli çizgiler).

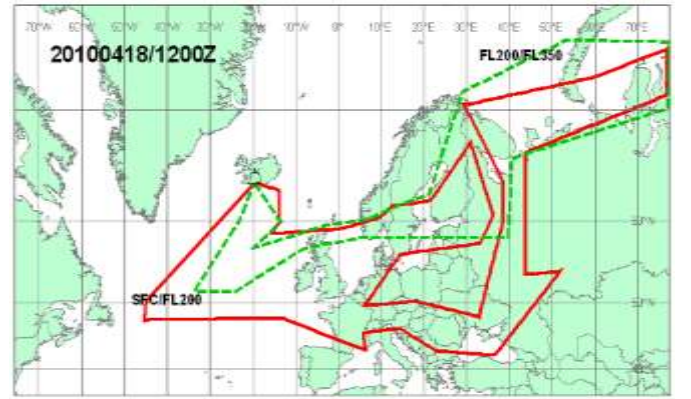
Volkanik Kül Grafiklerinin değerlendirilmesi sonucunda, Türkiye FIR Sahalarının 2010 yılının 18 Nisan, 19 Nisan, 21 Nisan, 09 Mayıs, 10 Mayıs ve 11 Mayıs tarihlerinde kül bulutlarından etkilendiği tespit edilmiştir.

#### 3.1. Volkanik Kül İçin 14 Nisan 2010 Örnek Olay İncelemesi

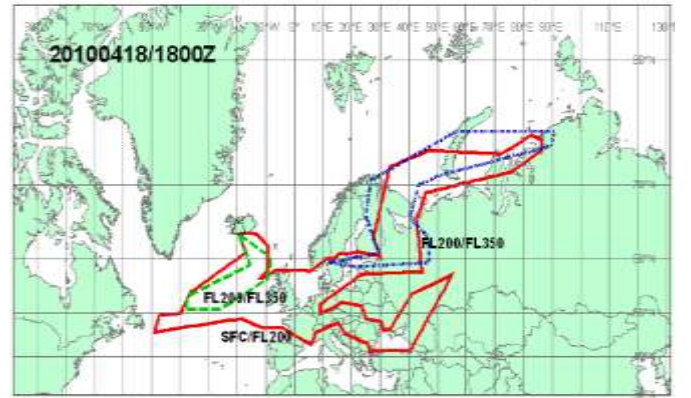
Eyjaflajallajökull Yanardağı'nın 14 Nisan 2010 tarihindeki patlamasının çok şiddetli olması ve meteorolojik şartlarında etkisiyle Türkiye FIR Sahaları 18 Nisan 2010 ve 19 Nisan 2010 tarihlerinde kül bulutlarından etkilenmiştir. 18 Nisan 2010 06:00 UTC'deki Volkanik Kül Grafiğine göre Havacılık Renk Kodu "Kırmızı" olmak üzere İstanbul ve Ankara FIR Sahalarının Batı Karadeniz'deki bölümlerini içine alacak şekilde yer seviyesinden uçuş seviyesi 20.000 feet aralığında volkanik kül hüzmelerinin olabileceği görülmektedir (Şekil 3). Aynı günün 12:00 UTC'sinde meteorolojik şartlara bağlı olarak volkanik kül hüzmelerinin kırmızı renk kodunu koruyarak Orta Karadeniz'e doğru genişleyerek yine aynı uçuş seviyesinde Türkiye'nin kuzey kıyılarına ulaştığı görülmektedir (Şekil 4). 18:00 UTC'de kırmızı renk kodu ve aynı uçuş seviyelerinde olmak üzere neredeyse bütün Karadeniz'i içine alacak şekilde volkanik kül hüzmelerinin Trakya'nın kuzeyinden Türkiye'nin kuzey kısımlarını da içine alacak şekilde genişlediği görülmektedir (Şekil 5). 19 Nisan 2010 00:00 UTC'de yine aynı renk kodu ve uçuş seviyesinde olmak üzere kül hüzmelerinin İstanbul ve Ankara FIR Sahalarının Karadeniz bölgesinde olabileceği görülmektedir (Şekil 6).



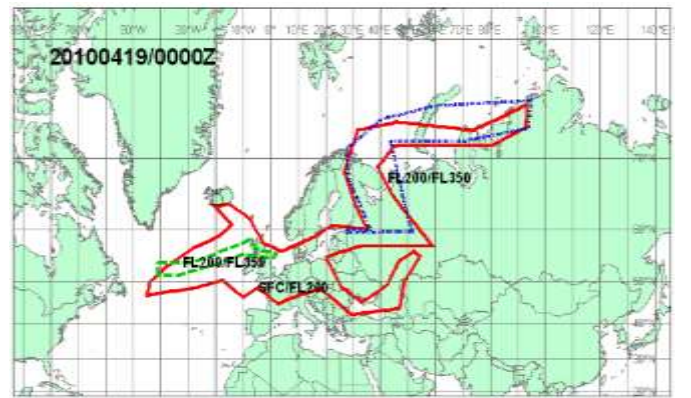
Şekil 3 : 18 Nisan 2010 06:00 UTC (VAAC, London)



Şekil 4 : 18 Nisan 2010 12:00 UTC (VAAC, London)



Şekil 5 : 18 Nisan 2010 18:00 UTC (VAAC, London)



Şekil 6 : 19 Nisan 2010 00:00 UTC (VAAC, London)

İstanbul FIR ve Ankara FIR Sahaları için yapılan SIGMET (Volkanik kül için) mesajlarından sadece İstanbul FIR Sahasına ait 18 Nisan 2010 tarihine ait 4 numaralı SIGMET mesajına ve 19 Nisan 2010 tarihine ait 1 numaralı SIGMET mesajına ulaşılabilmektedir. Diğer SIGMET mesajlarına ulaşılamamıştır. Elde edilen İstanbul FIR Sahasına ait bu iki mesaj değerlendirilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2: İstanbul FIR Sahasına ait 18 Nisan 2010 tarihli 4 numaralı ve 19 Nisan 2010 tarihli 1 numaralı

SIGMET mesajları

WSTU31 LTBA 182000

LTBB SIGMET 4 VALID 182000/190800 LTBA-  
LTBB İSTANBUL FIR VA ERUPTION MT  
EYJAFJALLAJOKULL LOC 63.38N 19.37W VA  
CONCENTRATIONS FCST NORTH OF AREA 41.19N  
26.14E 41.19N 31.00E BTN FL100/FL300 DRIFT DIR E NC=  
WSTU31 LTBA 190030

LTBB SIGMET 1 VALID 190030/191230 LTBA-  
LTBB İSTANBUL FIR VA ERUPTION MT  
EYJAFJALLAJOKULL LOC 63.38N 19.37W VA  
CONCENTRATIONS FCST NORTH OF AREA 42.03N  
29.45E 42.10N 31.00E BTN FL100/FL300 DRIFT DIR E  
WKN=

(VA: volcanic ash, MT:mountain, FSCT: forecast, BTN: between, FL: flight level, NC: no change, WKN:weaken)

18 Nisan 2010 20:00 UTC'de İstanbul FIR Sahası için Atatürk Havalimanı Meteoroloji Ofisi tarafından yapılan 4 numaralı SIGMET mesajına göre Trakya'nın kuzeyi ve Karadeniz'in güney batısı için uçuş seviyesi olarak 10.000 feet ile 30.000 feet arasında volkanik kül konsantrasyonunun olabileceği bildirilmiştir. Şekil 7, SIGMET mesajının yapıldığı saate en yakın ana sinoptik saatteki (18:00 UTC) genel durumu göstermekte olup yayınlanan bu SIGMET mesajına göre kırmızı çizginin üstü verilen seviyeler arasında uçuşlara kapatılmıştır. Şekil 7 ve Şekil 8 SIGMET mesajlarının görselliğini göstermek üzere yazarlar tarafından hazırlanmıştır.



Şekil 7: 18 Nisan 2010 tarihinde 18:00 UTC'de uçuşlara kapatılan alan (kırmızı çizginin üstü)

19 Nisan 2010 00:30 UTC'de İstanbul FIR Sahası için Atatürk Havalimanı Meteoroloji Ofisi tarafından yapılan 1 numaralı SIGMET mesajına göre Karadeniz'in güney batısı için uçuş seviyesi olarak 10.000 feet ile 30.000 feet arasında volkanik kül konsantrasyonunun olabileceği bildirilmiştir. Şekil 8 SIGMET mesajının yapıldığı saate en yakın ana sinoptik saatteki (00:00 UTC) genel durumu göstermektedir.



Şekil 8: 19 Nisan 2010 tarihinde 00:00 UTC'de uçuşlara kapatılan alan (kırmızı çizginin üstü)

#### 4. Sonuçlar ve Öneri

Bu çalışmada 2010 ile 2015 yılları arasında meydana gelen yanardağ patlamalarının Türkiye FIR Sahaları üzerindeki etkisi incelenmiştir. 5 yıllık periyotta Fransa'da bulunan "Volkanik Kül Tavsiye Merkezi" Toulouse'la koordineli çalışan Londra Volkanik Kül Tavsiye Merkezi tarafından hazırlanan "Volkanik Kül Grafikleri" kullanılmıştır. 5 yıllık periyotta sadece İzlanda'da bulunan Eyjafjallajökull Yanardağı'nın lav püskürtmesi sonucu; bu yanardağdan yayılan volkanik kül hüzmelerinin meteorolojik şartlarında etkisiyle Türkiye FIR Sahaları'nı etkilediği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; 18 Nisan 2010 06:00 UTC, 12:00 UTC, 18:00 UTC ve 19 Nisan 2010 00:00 UTC'de İstanbul ve Ankara FIR Sahaları'nın güney Karadeniz ile Türkiye'nin kuzey kesimlerinde volkanik kül konsantrasyonunun etkili olduğu görülmektedir. 21 Nisan 2010 18:00 UTC'de Trakya'nın kuzey batısında volkanik kül hüzmelerinin olduğu; 09 Mayıs 2010 18:00 UTC, 10 Mayıs 2010 00:00 UTC, 06:00 UTC, 18:00 UTC ve 11 Mayıs 2010 00:00 UTC'de Türkiye'nin batı, güney batısının, 10 Mayıs 12:00 UTC'de de Türkiye'nin batı, güney, güneydoğu ve doğu Anadolu'nun batısında etkili olduğu tespit edilmiştir. Eyjafjallajökull Yanardağı'nda meydana gelen volkanik patlamanın yol açtığı volkanik kül hüzmelerinin 18 Nisan 2010 (06:00 UTC, 12:00 UTC, 18:00 UTC), 19 Nisan 2010 (00:00 UTC), 21 Nisan 2010 (18:00 UTC), 09 Mayıs 2010 (18:00 UTC), 10 Mayıs 2010 (00:00 UTC, 06:00 UTC, 12:00 UTC, 18:00 UTC) ve 11 Mayıs 2010 (00:00 UTC) tarihlerini içeren 6 günde İstanbul FIR Sahası'nda; 18 Nisan 2010 (12:00 UTC, 18:00 UTC), 19 Nisan 2010 (00:00 UTC), 10 Mayıs 2010 (12:00 UTC, 18:00 UTC) ve 11 Mayıs 2010 (00:00 UTC) tarihlerini içeren 4 günde Ankara FIR Sahası'nı içerecek şekilde havacılık renk kodu kırmızı seviyesinde yer seviyesinden uçuş seviyesi 20.000 feet'e kadar Türkiye FIR Sahaları'nda etkili olmuştur.

Esenboğa ve Atatürk Uluslararası Havalimanları Meteoroloji Ofisleri tarafından hazırlanan SIGMET mesajlarının değerlendirilmesi sonucunda, sadece Atatürk Havalimanı Meteoroloji Gözlem Ofisi tarafından hazırlanan 18 Nisan 2010 tarihine ait 4 nolu SIGMET mesajına ve 19 Nisan 2010 tarihine ait 1 nolu SIGMET mesajına ulaşılabilmektedir. SIGMET mesajlarında sırasıyla Trakya'nın kuzeyi ve Karadeniz'in güney batısı, Karadeniz'in güney batısı uçuş seviyesi olarak 10.000 feet ile 30.000 feet arasındaki mesafeler SIGMET mesajlarının neticesi olarak uçuşlara kapatılmıştır.

İleride yapılacak çalışmalarda volkanik kül konsantrasyonlarının yayılımını içeren modeller kullanılarak

Eyjafjallajökull Yanardağı'nın neden olduğu volkanik kül hüzmelerinin Türkiye'deki FIR sahalarının hangi bölgesinde hangi uçuş seviyesinde daha etkili olduğu detaylı olarak araştırılabilir.

## **Teşekkür**

Yazarlar, SIGMET verilerinin elde edilmesindeki desteklerinden dolayı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne bağlı İstanbul Atatürk Havalimanı Meteoroloji Ofisi'nin değerli personellerine teşekkür ederler. Ayrıca Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi'nin hakemlerinin yapmış oldukları öneri ve eleştirilerinden dolayı sağladıkları katkılar için de teşekkür ederler.

## **Bilgi**

Bu çalışma 2015 yılında yapılan VII. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu'nda tartışılmış ve sempozyum kitabında yayınlanmıştır (Özdemir ve Deniz, 2015).

## **Kaynaklar**

Annanurov, S., Deniz, A., Özdemir, E.T. 2014. İstanbul Fır Sahası İçin Sigmat ve Airmet Analizi. V. Ulusal Havacılık ve Uzay Konferansı, 8-10 Eylül 2014, Erciyes Üniversitesi, Kayseri. UHUK-2014-082.

AVO (Alaska Volcano Observatory) 2015. <[http://www.avo.alaska.edu/color\\_codes.php](http://www.avo.alaska.edu/color_codes.php)>, alıntılanma tarihi: 19.03.2015.

Boeing 2000. Advances in Volcanic Ash Avoidance and Recovery: Aero Volume 9, p. 18-27. Boston 2014. <[http://www.boston.com/bigpicture/2010/05/mount\\_st\\_helens\\_30\\_years\\_ago.html](http://www.boston.com/bigpicture/2010/05/mount_st_helens_30_years_ago.html)>, alıntılanma tarihi: 13.12.2014.

Casadevall, T. J. 1994. The 1989–1990 eruption of Redoubt Volcano, Alaska: impacts on aircraft operations. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 62(1), 301- 316.

Casadevall, T. J., Delos Reyes, P. J., & Schneider, D. J. 1996. The 1991 Pinatubo eruptions and their effects on aircraft operations. Fire and Mud: eruptions and lahars of Mount Pinatubo, Philippines, 625-636.

Chen, W. R., & Zhao, L. R. 2015. Review–Volcanic ash and its influence on aircraft engine components. Procedia Engineering, 99, 795-803.

Dunn, M. G., Wade, D. P. 1994. Influence of Volcanic Ash Clouds on Gas Turbine Engines, in Casadevall, T. J. (ed.). "Volcanic Ash and Aviation Safety - Proceedings of the First International Symposium on Volcanic Ash and Aviation Safety" U.S. Geological Survey Bulletin 2047, p. 107-118.

Eur Sigmat Guide 2007. ICAO Eur Doc 014 (third edition).Eurocontrol 2015. <[https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/field\\_tabs/content/documents/nm/cartography/09012014-firuir-lower-airspace-ectl.pdf](https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/field_tabs/content/documents/nm/cartography/09012014-firuir-lower-airspace-ectl.pdf)>, alıntılanma tarihi: 01.03.2015.

Holasek, R. E., Woods, A. W. & Self, S. 1996. Experiments on gas-ash separation processes in volcanic umbrella plumes. Journal of volcanology and geothermal research, 70(3), 169-181.

ICAO (International Civil Aviation Organization) 2001. Manual on Volcanic Ash, Radioactive Material, and Toxic Chemical Clouds: Doc 9691-AN/954.

ICAO (International Civil Aviation Organization), Annex 2013. "Annex3– Meteorological Service For International Air Navigation" Eighteenth Edition, July 2013.

Meteo France 2015. <<http://www.meteo.fr/vaac/>>, alıntılanma tarihi: 01.03.2015.

Meteoroloji 1999. 2. Ana Jet Üs/Uçuş Eğitim Merkezi Komutanlığı Yayınları No:6, Aralık 1999, sa: 229-233.MGM (Meteoroloji Genel Müdürlüğü), Havacılık Meteorolojisi 2010. Havacılık Meteorolojisi Kitabı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü yayınları.

MGM (Meteoroloji Genel Müdürlüğü) Sigmat Gamet İhbar Eğitimi 2014. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Sigmat Gamet İhbar Eğitimi, 2014, 24-28 Şubat 2014, Antalya,5-6, 14-15.

Özdemir, E.T., Deniz, A. 2015. Yanardağ Patlamalarının Türkiye'deki Fır Sahaları Üzerine Etkisi. VII. Atmospheric Science Symposium, April 28-30, 2015, İstanbul, Turkey. Bildiri Kitabı, Cilt: 1, sa: 393-404, ISBN: 978-975-561-461-8.

Prata, A. J. 2009. Satellite detection of hazardous volcanic clouds and the risk to global air traffic. Natural hazards, 51(2), 303-324.

Schmidt, A., Leadbetter, S., Theys, N., Carboni, E., Witham, C. S., Stevenson, J. A., ... & Shepherd, J. 2015. Satellite detection, long-range transport, and air quality impacts of volcanic sulfur dioxide from the 2014– 2015 flood lava eruption at Bárðarbunga (Iceland). Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 120(18), 9739-9757.

Scollo, S., Boselli, A., Coltelli, M., Leto, G., Pisani, G., Prestifilippo, M., ... & Wang, X. 2015. Volcanic ash concentration during the 12 August 2011 Etna eruption. Geophysical Research Letters, 42(8), 2634- 2641.

USGS (United States Geological Survey) 2015. <<http://www.usgs.gov/>>, alıntılanma tarihi: 19.03.2015.VAAC (Volcanic Ash Advisory Centre), London 2015. <<http://www.metoffice.gov.uk/aviation/vaac/vaacukvag.html>>, alıntılanma tarihi: 01.03.2015.

Volcanoes 2014. <<http://volcanoes.usgs.gov/ash/trans/#aircraft>>, alıntılanma tarihi: 13.12.2014.

Warwingsart 2014. <<http://www.warwingsart.com/12thAirForce/Vesuvius.html>>, alıntılanma tarihi: 13.12.2014.

Wikipedia 2014. <[http://tr.wikipedia.org/wiki/Vez%C3%BCv\\_Yanarda%C4%9F%C4%B1](http://tr.wikipedia.org/wiki/Vez%C3%BCv_Yanarda%C4%9F%C4%B1)>, <[http://en.wikipedia.org/wiki/Mount\\_St\\_Helens](http://en.wikipedia.org/wiki/Mount_St_Helens)>, alıntılanma tarihi: 13.12.2014.

Wikipedia 2015. <<http://tr.wikipedia.org/wiki/Eyjafjallaj%C3%B6kull>>, alıntılanma tarihi: 21.03.2015.