

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI
YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAVALİMANI MEYDAN KONTROL ÜNİTESİ İŞ YÜKÜ
KARAR DESTEK SİSTEMİ: İZMİR ADNAN
MENDERES HAVALİMANI ÖRNEĞİ

Mert DURGUT

Danışman
Doç.Dr. Çiğdem TARHAN

İZMİR – 2022

TEZ ONAY SAYFASI



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Havalimanı Meydan Kontrol Ünitesi İş Yüğü Karar Destek Sistemi: İzmir Adnan Menderes Havalimanı Örneği” adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

12/09/2022

Mert DURGUT



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Havalimanı Meydan Kontrol Ünitesi İş Yüğü Karar Destek Sistemi: İzmir

Adnan Menderes Havalimanı Örneği

Mert DURGUT

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı

Yönetim Bilişim Sistemleri Programı

Hava trafik kontrol hizmetini hizmet alan trafiğin havadaki pozisyonu ve uçuştaki safhasına göre üç bölüme ayırmak mümkündür. Bu bölümler meydan kontrol, yaklaşma kontrol ve saha kontrol bölümleridir. 7 gün 24 saat hizmet verilen havalimanlarında Hava Trafik Kontrol hizmeti de kesintisiz bir şekilde meydan kontrol ünitelerinden sağlanır. Hava Trafik Kontrol hizmeti işin yapısı gereği yüksek dikkat, anlık karar alma ve hızlı sorun çözme gibi gereksinimler içerir. Bu sebeplerden yoğun iş yüküne belirli bir süre maruz kalan kontrolörlerde dikkat kaybı artabilir ve karar verme yetisinde bozukluklar meydana gelebilmektedir.

Bunların yanında meydan kontrol ünitelerinde sorumlu olunan işin yükü meteorolojik şartlar, uçuş yoğunluğu gibi birtakım değişkenlere bağlı olarak değişiklik gösterir. Temel aerodinamik prensipler gereği uçaklar hâkim rüzgâr yönünü karşılayarak iniş ve kalkış yapmak isterler ve bu durum olası pist değişiklikleri için temel bir sebeptir. Bunun yanında sis, pus gibi meteorolojik sebeplerle görüşün düştüğü dönemlerde uçakların daha hassas yaklaşma yapması gerekebilir, uçaklar arası ayırma değerlerinin artması gerekebilir, yer operasyonlarında uçaklara sağlanan hizmetin hassasiyeti artabilir. Ayrıca, uçuş yoğunluğunun yüksek olduğu zaman dilimlerinde kritik ayırmaların yapılması gerekir. Bu gibi durumlar iş yükünün arttığı, stresin arttığı, riskin arttığı dönemlerdir.

Bu durumlar göz önüne alındığında Meydan kontrol ünitelerinde çalışan kontrolörler için olası iş yükünün yoğunluğunu gelecek saat dilimleri için tahmin edebilmek birçok açıdan çok önemli bir durum haline gelmektedir.

Tez kapsamında geliştirilen sistem sayesinde kontrolör önündeki zaman dilimi için olası iş yükünü etkileyen faktörlerin tahmini değerlerini bir arada görebilmektedir. Kullanıcının bütün değişkenleri anlaşılır bir yapıda bir arada değerlendirebilmesi ve tahmini veriler doğrultusunda daha tutarlı kararlar alması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hava Trafik Kontrol, Meydan Kontrol, İş Yüğü, Karar Destek Sistemleri.



ABSTRACT

Master's Thesis

Aerodrome Control Unit Workload Decision Support System: Izmir Adnan

Menderes Airport Case

Mert DURGUT

Dokuz Eylül University

Graduate School of Social Sciences

Department of Management Information Systems

Management Information Systems Program

The air traffic control service may divide into three parts according to the position of the traffic receiving service and the phase in flight. These sections are aerodrome control, approach control, and area control. At airports where service is provided 24/7 days a week, ATC service is also provided from aerodrome control units continuously. Due to the nature of the work, ATC service includes high attention, instant decision making and fast problem solving. For these reasons, controllers exposed to heavy workload may lose attention and experience disorders in their decision-making ability.

Moreover, workload of the aerodrome control units varies depending on meteorological conditions and flight intensity. Due to aerodynamic principles, airplanes want to land and take off by meeting prevailing wind direction, and this is a fundamental reason for possible runway changes. During periods of low visibility due to meteorological reasons (eg. fog and haze), aircraft may need to approach more precisely, separation values between aircraft may need to be increased, and the sensitivity of the service provided in ground operations may increase. In addition, critical separations must be made during periods of high flight intensity. Such situations are periods of increased workload, stress, and risk.

Considering these, predicting the intensity of the possible workload for the future time zones is crucial for the controllers.

Thanks to system developed in thesis, controller can see the estimated values of the factors affecting the possible workload for the time period. It is

aimed that user can evaluate all the variables together and makes more consistent decisions in line with the estimated data.

Keywords: Air Traffic Control, Aerodrome Control, Workload, Decision Support Systems.



**HAVALİMANI MEYDAN KONTROL ÜNİTESİ İŞ YÜKÜ
KARAR DESTEK SİSTEMİ: İZMİR ADNAN MENDERES
HAVALİMANI ÖRNEĞİ**

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
GİRİŞ	1

**BİRİNCİ BÖLÜM
LİTERATÜR TARAMASI**

1.1. KARAR DESTEK SİSTEMLERİ	7
1.2. İŞ YÜKÜ	11
1.3. İŞ YÜKÜNÜ ETKİLEYEN FAKTÖRLER	13
1.3.1. Dış Faktörler	13
1.3.2. İç Faktörler	14
1.4. İŞ YÜKÜ TÜKENMİŞLİK VE STRES	14
1.5. HAVA TRAFİK KONTROL HİZMETİ	16
1.6. HAVA TRAFİK KONTROLÜNÜN HAVACILIK GÜVENLİĞİNE ETKİSİ	19

İKİNCİ BÖLÜM

VERİ, YÖNTEM ve KISITLAR

2.1. VERİ	26
2.2. YÖNTEM	32
2.2.1. Sistem Geliştirme Yaşam Döngüsü	33
2.2.1.1. Problemlerin Tanımlanması	34
2.2.1.2. Gereksinimlerin Belirlenmesi/Analizi	35
2.2.1.3. Sistem İhtiyaç Analizi	36
2.2.1.4. Sistem Tasarımı	37
2.2.1.5. Yazılımın Geliştirilmesi	38
2.2.1.6. Test	39
2.3. KISITLAR	48

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMANIN GERÇEKLENMESİ

3.1. UYGULAMA YAZILIMININ GERÇEKLENMESİ	50
---	----

SONUÇ	54
KAYNAKÇA	56

KISALTMALAR

ATC	Air Traffic Controller / Hava Trafik Kontrolörü
DHMI	Devlet Hava Meydanları İşletmesi
IATA	International Air Transport Association / Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği
ICAO	International Civil Aviation Organisation/Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü
FAA	Federal Aviation Administration/Federal Havacılık İdaresi
KDS	Karar Destek Sistemleri
SGYD	Sistem Geliştirme Yaşam Döngüsü
RVR	Pist Görüş Mesafesi
s.	Sayfa

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Kuyruk Türbülans Kategorileri	s.4
Şekil 2: Cessna 172 Skyhawk ve B737-800 Boyut Karşılaştırması	s.5
Şekil 3: Hava Trafik Kontrol Açısından Uçuşun Aşamaları	s.18
Şekil 4: Hayali Bir Meydan Trafik Patern Örneği	s.18
Şekil 5: Küresel Havayolu Endüstrisi Tarafından Gerçekleştirilen Uçuş Sayısı	s.20
Şekil 6: Türkiye 2010 - 2019 Yılları Arası İç Hat - Dış Hat Uçak Trafiği	s.20
Şekil 7: Türkiye 2012 - 2020 Yılları Toplam Uçak Trafiği	s.21
Şekil 8: 2021 Yılı Dünya Geneli En Yoğun İlk 10 Havalimanı.	s.22
Şekil 9: Türkiye Havalimanlarının 2021 Yılı Toplam Uçak Trafiği	s.23
Şekil 10: Tenerife Faciası Şema Gösterimi	s.24
Şekil 11: Dünya Geneli Havalimanları Verileri	s.26
Şekil 12: PowerBI Uygulamasına Veri Alma	s.28
Şekil 13: Powerbi Uygulamasına API Aracılığı İle Meteorolojik Veri Alma	s.29
Şekil 14: Meteorolojik Tahmin Verilerinin Powerbi Örnek Görüntüsü	s.30
Şekil 15: Örnek Uçuş Bilgileri Tablosu	s.32
Şekil 16: Sistem Geliştirme Yaşam Döngüsü	s.33
Şekil 17: Projenin Mimari Yapısı	s.38
Şekil 18: İzmir Adnan Menderes Havalimanı Kontrol Kulesi Meteorolojik Veri Ekranı	s.40
Şekil 19: 23.07.2022 Tarihli Meteorolojik Rapor - LTBJ	s.41
Şekil 20: 23.07.2022 Tarihine Ait LTBJ Meteorolojik Verileri	s.41
Şekil 21: Gerçekleşen Veriler ile Sistem Test Tablosu	s.42
Şekil 22: Rastgele Verilerle Oluşturulmuş Meteorolojik Veri Seti	s.43
Şekil 23: 05.08.2022 Tarihli Meteorolojik İş Yüğü Raporu	s.43
Şekil 24: 06.08.2022 Tarihli Meteorolojik İş Yüğü Raporu	s.44
Şekil 25: 07.08.2022 Tarihli Meteorolojik İş Yüğü Raporu	s.44
Şekil 26: Rastgele Geliş Uçuşları Veri Seti	s.45
Şekil 27: Rastgele Kalkış Uçuşları Veri Seti	s.46
Şekil 28: Rastgele Verilerle Oluşan Uçuş Yoğunluğu İş Yüğü Raporu	s.47
Şekil 29: 25.08.2022 Tahmini Planlı Uçuşlar İş Yüğü Raporu	s.48
Şekil 30: Düşük Görüş Uyarı Kod Blokları	s.51
Şekil 31: Rüzgâr - Pist Seçimi Uyarısı Kod Blokları	s.51



GİRİŞ

Hava trafik kontrol hizmetlerinin bir parçası olan meydan kontrol hizmeti günümüzde yoğunlukla havalimanlarında konuşlandırılmış meydan kontrol kuleleri aracılığıyla hava trafik kontrolörleri tarafından sağlanır.

Havalimanı kontrol kuleleri, kontrolleri altındaki uçaklara, hava trafiğinin emniyetli, düzenli ve hızlı akışını sağlamak amacıyla talimatlar verir ve gerekli bilgileri temin eder. Burada amaç, meydan civarında aşağıda detayı verilen araçlar/trafikler arasında gerçekleşebilecek olası kaza, çarpışma ve yakın geçmelerin önüne geçmektir, hava trafiğinin hızlı ve etkin akışını sağlamaktır. Sorumluluk dâhilindeki araçlar/trafikler şu şekildedir:

- a) Havaalanı trafik paterni dâhil olmak üzere, kontrol kulesinin belirlenmiş sorumluluk alanı içinde uçan uçaklar,
- b) Manevra sahasında çalışan uçaklar,
- c) İniş ve kalkış uçakları,
- d) Manevra sahasında çalışan uçak ve araçlar,
- e) Manevra sahasındaki uçaklar ve o sahadaki mâniyalar (ICAO, 2016).

Ülkemizde meydan kontrol kulelerinde çalışan hava trafik kontrolörleri Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMİ) bünyesinde çalışmaktadır ve sorumluluk sahaları içerisindeki hava trafiğinin emniyetli, düzenli ve hızlı akışından sorumludur. 07.10.2021 tarihi itibarıyla DHMİ bünyesinde olan veya Hava Trafik Hizmeti DHMİ tarafından sağlanan 56 tane havalimanı bulunmaktadır (DHMI Statistics, 2021).

Yapılan literatür çalışması sonucunda hava trafik sayısının kriz dönemleri haricinde ciddi bir artış eğiliminde olduğu açıkça görülmektedir ve bu konudaki detaylı bilgi ve grafikler Birinci Bölümdeki şekillerde gösterilmiştir (Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7). Hava trafiğindeki artış da hava trafiğini yönetmekle sorumlu olan kişilerin iş yükü yoğunluklarında da benzer bir artışa sebep olmaktadır. Bu sebeple Hava Trafik Yönetiminde iş yükünün yönetimine yardımcı olacak karar destek sistemlerine olan ihtiyaç her geçen yıl artmaktadır. Bu bakış açısı ile ‘Havalimanı Meydan Kontrol Ünitesi İş Yüğü Karar Destek Sistemi: İzmir Adnan Menderes Havalimanı Örneği’ başlıklı tezin mevcut ve gelecekte artışı öngörülen hava trafiğinin yönetimine katkı sağlayacaktır. Tezin sağlayacağı katkılar aşağıdaki başlıklarında incelenmiştir.

- a. Farkındalığı artırmak,
- b. Ekip planlamasını düzenlemek,
- c. Kontrolör iş yükü dağılımını düzenlemek ve kısa ve orta vade içinde oluşabilecek performans kaybının önüne geçmek,
- d. Harici meydanlardan gelen eğitim uçuşu taleplerine daha etkili cevap verebilmek.

Farkındalığı arttırmak: Hava Trafik Kontrolörleri ekip içi planlamaları doğrultusunda aktif olarak çalışırlar ve kalan zaman dilimlerinde eğitim alma, eğitim verme, döküman takibi gibi diğer görevlerini yerine getirirler veya istirahat ederler. Tez kapsamında elde edilen gelecek saat dilimlerine yönelik tahmini iş yükü raporları sayesinde kontrolör aktif olarak çalışacağı saat dilimindeki iş yükü ile ilgili fikir elde eder ve nasıl bir hava trafiği ile karşılaşacağına dair farkındalığı artar.

Ekip planlamasını düzenlemek: Hava trafik kontrol ünitelerinde kontrolörler ekip içi çalışma planlaması doğrultusunda sorumlu oldukları pozisyonlarda çalışırlar. Meydan kontrol kulelerinde olası pozisyonlar şu şekildedir:

- Meydan Kontrolörü (Aerodrome Controller): Pist üzerindeki operasyonlardan ve meydan kontrol kulesinin sorumlu olduğu sahada uçan uçaklardan sorumludur.

- Yer Kontrolörü (Ground Controller): Pist hariç manevra sahasındaki trafiklerden sorumludur.

- Müsaade Verme Pozisyonu (Clearance Delivery Position): Motor çalıştırma ve IFR trafiklere ATC müsaadesi vermekten sorumludur (Hava Trafik Kontrolörleri Sendikası, 2022).

- Bu pozisyonlara ek olarak ekip sorumlusunun ihtiyaç gördüğü durumlarda koordinasyonu sağlamak ve aktif trafiği takip etmek için Süpervizör pozisyonu da oluşturulabilir.

İş yüküne bağlı olarak bu pozisyonların sayısı arttırılabilir veya iki pozisyon birleştirilerek çalışılabilir. Örnek olarak iş yükünün az olduğu dönemlerde yer kontrolörü ve müsaade verme pozisyonu tek pozisyondan çalışabilir, yoğun iş yükü dönemlerinde yer kontrolörü pozisyonu iki tane açılabilir veya trafik yükünün az olduğu saat dilimlerinde bütün çalışma pozisyonları birleştirilip tek bir pozisyondan çalışılabilir. Tez kapsamında elde edilen gelecek saat dilimlerine yönelik tahmini iş

yükü raporları sayesinde aktif çalışma pozisyonlarının önceden tahmini verilere dayanarak planlanması mümkün olacaktır.

Kontrolör iş yükü dağılımını düzenlemek ve kısa ve orta vade içinde oluşabilecek performans kaybının önüne geçmek: Hava trafik kontrolörleri işin yapısı gereği yoğun stress altında çalışırlar. Anlık ve yüksek doğrulukta karar almaları ve sorun çözmeleri gerekir. Bu durum doğası gereği çalışan üstünde yorgunluğa sebep olur ve yıpratıcı bir etki bırakır. Özellikle yoğun iş yüküne uzun süre maruz kalan kontrolörler dikkat dağınıklığı, karar verme yeteneğinde zayıflama, farkındalık kaybı gibi sorunlar yaşayabilir. Bu gibi durumların oluşmaması için kontrolörler arasında iş yükü dağılımının düzgün yapılması ve bu anlamda insan kaynağının verimli kullanılması çok önemlidir. Tez kapsamında elde edilen gelecek saat dilimlerine yönelik tahmini iş yükü raporları sayesinde aktif çalışma pozisyonlarının kontrolörler arasında dengeli bir şekilde dağılımı mümkün olacak ve insan kaynağının daha etkin kullanımı sağlanmış olacaktır.

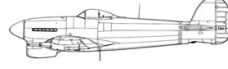
Harici meydanlardan gelen eğitim uçuşu taleplerine daha etkili cevap verebilmek: Tez kapsamında örnek olarak çalışma yapılacak İzmir Adnan Menderes Havalimanı konumu ve yapısı gereği birçok eğitim uçuşuna da hizmet vermektedir. Selçuk Efes Havalimanı ve Aydın Çıldır Havalimanı misyonları gereği yoğun uçuş eğitimi yapılan öğrenci pilotların eğitildiği havalimanlarıdır. Bu havalimanlarında icra edilen eğitim uçuşları, eğitimlerinin bir parçası olarak harici havalimanlarına da uçuş düzenlemektedir. İzmir Adnan Menderes Havalimanı da bu gibi eğitim uçuşlarının talep edildiği havalimanlarındandır. Bu gibi eğitim uçuşları uluslararası havalimanlarında doğal hava trafik akışı içinde risk faktörünü birkaç sebepten dolayı arttırmaktadır. Bu sebepler şu şekilde özetlenebilir:

Adnan Menderes Havalimanına sefer düzenleyen eğitim uçakları genellikle boyut olarak yolcu uçaklarından daha küçük uçaklardır ve kuyruk türbülans kategorisi olarak “küçük (light)” kategoride bulunan uçaklardır. Bunun yanında İzmir Adnan Menderes Havalimanının trafik yapısı genellikle “orta (medium)” kuyruk türbülans kategorisinde yolcu uçaklarına ve bunun yanında “Heavy (geniş)” kuyruk türbülans kategorisindeki uçaklara da hizmet vermektedir. Kuyruk türbülans kategorilerini Şekil 1’de gösterilmektedir.

Şekil 1: Kuyruk Türbülans Kategorileri

[Wake turbulence categorisation](#)

ICAO and FAA mandates the Wake turbulence categories based upon the Maximum Takeoff Weight (MTOW) of the aircraft, though with different weights



* MTOW: Maximum Take off Weight

ICAO category	MTOW	FAA category	MTOW
Light (L)	MTOW ≤ 7,000 kg (15,400 lb)	Small	MTOW ≤ 18,600 kg (41,000 lb)
Medium (M)	7,000 kg < MTOW < 136,000 kg (300,000 lb)	Large	7,000 kg < MTOW < 136,000 kg (300,000 lb)
Heavy (H)	136,000 kg ≤ MTOW	Heavy	136,000 kg (300,000 lb) ≤ MTOW
Super (J)	Airbus A380	Super	Airbus A380, Antonov An-225 Mriya

Kaynak: aviationfile, 2022.

Şekil 1’de, International Civil Aviation Organisation (ICAO – Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü) ve Federal Aviation Administration (FAA - Federal Havacılık İdaresi) havacılık otoriteleri tarafından uçakların azami kalkış ağırlığı değişkeni göz önüne alınarak oluşturulan kuyruk türbülansı kategorilendirmesi yer almaktadır. Bu sınıflandırma göz önünde bulundurularak Adnan Menderes Havalimanında yoğunlukla uçan eğitim uçaklarından C172 Skyhawk ve yoğunlukla uçan tarifeli yolcu uçaklarından Boeing 737-800 arasındaki boyut karşılaştırması Şekil 2’de gösterilmektedir.

Bunun yanında bahsedilen eğitim uçuşlarının süratleri de yukarıda anlatılan yolcu uçaklarından daha azdır. Dolayısıyla bu uçaklar arasında normalde sağlanan ayırmadan daha büyük ayırmalar yapmak gerekmektedir. Ayrıca, eğitim uçuşları, adı üstünde içinde bulunan pilot adayının birtakım kuralları pratik olarak gerçekleştirip öğrendiği uçuşlardır ve olası aksaklıkların yaşanma riski daha fazladır.

Bütün bu gerekçeler bir arada düşünüldüğü zaman hava trafiğinin görece olarak daha az olduğu saat dilimlerinde eğitim uçuşlarının planlanması risk faktörlerini azaltacaktır. Tez kapsamında elde edilen raporlar sayesinde uçuş yoğunluğunun tahmini olarak daha az olduğu saat dilimlerinde eğitim uçuşlarını planlamak mümkün olmaktadır.

Şekil 2: Cessna 172 Skyhawk ve B737-800 Boyut Karşılaştırması



Kriterler	CESSNA 172 S SKYHAWK
Koltuk sayısı	4
Kullanım amacı	Eğitim / Genel Havacılık
Uzunluk	8.28 m
Yükseklik	2.72 m
Kanat genişliği	11.0 m
Maksimum yük kapasitesi	380 kg



Yolcu Kapasitesi	151-165-189
Azami Kalkış Ağırlığı	79.015/70.987/76.883 kg
Kanat Açıklığı	34,31 m
Gövde Uzunluğu	39,47 m
Yerden Yüksekliği	12,548 m
Azami Yatay Uçuş Yüksekliği	12.500 m/41.100 ft
Azami Kargo Kapasitesi	8.408 kg/45,05 m³

Kaynak: TUATHK, 26.05.2022; HavaLİMAN, 26.05.2022.

Tezin çıktısı olan raporlar günümüzde çokça tercih edilen iş zekâsı uygulamalarından biri olan Microsoft firmasına ait PowerBI uygulaması ile oluşturulmaktadır. PowerBI uygulaması yapısı gereği hem masaüstü ölçeklerine uygun hem de mobil ölçeklere uygun raporlamalara olanak sağlamaktadır. Aynı zamanda PowerBI ile entegre olarak çalışan Power Query programı aracılığıyla elde edilen veriler üzerinde temizlik, düzenleme gibi işlemler yapılmaktadır.

Tez kapsamında havalimanları koordinat bilgilerinin ve bunun yanında çeşitli bilgilerin bulunduğu veri dosyasına yapılan araştırma sonucu ourairports.com internet sitesinden ulaşılabilen veri seti kullanılmıştır. Tez kapsamında İzmir Adnan Menderes Havalimanı örneği incelenecektir ourairports.com sitesinden elde edilen veriler dünya genelinde 41.251 havalimanını kapsamaktadır. Bu anlamda tezin ileriki aşamalarda dünya genelindeki bütün havalimanları için kullanılabilmesinin önü açıktır. Bunun yanında meteorolojik tahmin verileri için yapılan araştırmalarda openweathermap.org şirketinin API aracılığı ile sunduğu veriler kullanılacaktır. Son olarak tez kapsamında örneklendirilecek Adnan Menderes Havalimanı için uçuş bilgileri de havalimanının kendi web sitesinden PowerBI yardımı ile alınacaktır.

Elde edilen veriler üzerinde öncelikle PowerBI içine bulunan Power Query ile çalışılacaktır ve bu veriler tez amaçları doğrultusunda düzenlenecektir. Bu düzenlemeler sırasında sistem kaynaklarının optimum düzeyde kullanılması prensibi izlenecektir. Daha sonra elde edilen veriler üzerinden PowerBI özellikleri kullanılarak bir veri modeli oluşturulacaktır. Bu işlemlerden sonra PowerBI görselleştirme araçları ile veriler kullanıcının en rahat ve kullanışlı bir şekilde anlamlandırabileceği şekilde görselleştirilecektir ve rapor haline getirilecektir. Bu raporlama dilimleyici, tablo görselleri, çizgisel şema, kart görselleri gibi görsel araçlardan oluşacaktır. Çıktı olarak nitelendirebileceğimiz bu raporlar interaktif bir yapıda olacaktır ve kullanıcı bu rapor içerisinde amacına en uygun bilgilere ulaşabilmek için seçimler yapabilecektir. Geliştirilen rapor sistemi powerBI yazılımının imkân verdiği şekilde çalışma alanı bölümüne yerleştirilecektir ve daha sonra bu alan sayesinde kullanıcıların erişimine açılacaktır. PowerBI workspace erişim rolleri “admin”, “member”, “contributor”, “viewer” şeklindedir. Bu rollerin her birisinin yetkinlikleri ve rapor ile olan ilişkisi farklı ve sınırlar dâhilindedir. Raporu geliştiren ve çalışma alanına yükleyen “admin” rolünde olacaktır ve son kullanıcılar ve raporu görmek isteyenler de “viewer” rolünde olacaktır. “viewer” rolü rapor üzerinde değişiklik yapmaya imkan vermez ve sadece raporun görülmesi ve etkileşimde bulunulmasında ve rapor kapsamında çalışma alanında kullanılan verilerin okunmasına izin verir. Tez kapsamında geliştirilecek uygulama sistem geliştirme yaşam döngüsü prensiplerini kullanarak, takip ederek gerçekleştirilecektir.

Tez içerisinde öncelikle tez kapsamını oluşturan konular ile ilgili literatür çalışması yapılmıştır. Bu kapsamda karar destek sistemleri, iş yükü, iş yükünü etkileyen faktörler, iş yükü tükenmişlik ve stres, hava trafik kontrol hizmetleri ve hava trafik kontrolünün havacılık güvenliğine etkisi başlıkları incelenmiştir. Daha sonra ikinci bölümde veri, yöntem ve kısıtlar başlığı altında tez kapsamında kullanılacak veriler açıklanmış, yöntemler anlatılmış ve kısıtlar belirtilmiştir. Devamında tez kapsamında oluşturulan rapor sisteminin gerçekleştirilmesi adımları anlatılmıştır. Ardından sonuç geliştirilen uygulamanın değerlendirilmesi yapılmış, ileriye dönük öneriler sunulmuş ve tezin Yönetim Bilişim Sistemleri’ne katkısı açıklanmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI

Literatür taramasına yer verilen birinci bölümde Karar Destek Sistemleri (KDS), İş Yüğü, İş Yüğünü Etkileyen Faktörler, İş Yüğü Tükenmişlik ve Stres, Hava Trafik Kontrol Hizmeti ve Hava Trafik Kontrolünün Havacılık Güvenliğine Etkisi başlıklarında konu incelenmiştir.

1.1. KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

Karar vermek her bireyin hayatında her gün sıklıkla yaptığı bir eylemdir. Gerek kişisel hayatımızda gerekse profesyonel hayatımızda verdiğimiz kararların sonuçlarını yaşarız. Dolayısıyla verdiğimiz kararların doğruluğu önemlidir. Bu açıdan bakınca hem kurumlar açısından hem de bireysel açıdan karar verme süreci zorlukları olan önemli bir süreçtir. Bu durumun sebebi, doğru olmayan ve ihtiyaçları karşılamayan kararların sonucu olan zararlardır. Dahası bu zararlı sonuçların geri dönüşü mümkün olmayabilir (Sucu, 2020).

Karar Destek Sistemi öncülerinden Peter Keen ve Charles Stabell'e göre karar destek kavramı, Carnegie Teknoloji Enstitüsü'nün 1950 ve 1960'larda örgütsel karar alma üzerine yaptığı teorik çalışmalar ve temel olarak Massachusetts Teknoloji Enstitüsü tarafından 1960'larda kullanıcı ara yüzlü bilgisayar sistemleri üzerine yapılan teknik çalışmalara dayanmaktadır (Gökşen ve Kılıç, 2011).

Karar destek sistemleri kavramı ile ilgili tek ve kabul görmüş bir tanımlama henüz yapılmamıştır. Ancak bazı tanımlamalar şu şekildedir.

- Karar destek sistemleri, bilgisayar tabanlı sistemlerdir ve insanlara karar verme aşamasında yardımcı olurlar. Bu sistemler kendi başlarına karar vermezler, sağladıkları ve sundukları bilgi tabanlı çıktılar sayesinde insanlara muhakeme yeteneklerini kullanırken destek olurlar (Arslan ve Yılmaz, 2010).

- Karar destek sistemleri, karar verme işlemini rutin olmayan durumlar için veri, model ve etkileşimli yazılımlar ile gerçekleştirilen sistemler aracılığıyla destekleyen özelleşmiş sistemlerdir (Gallegos, 1999: 42).

- Karar destek sistemleri sunduğu bilgi sayesinde karar verme pozisyonunda bulunan kişilerin analiz kabiliyetini arttırmayı amaçlar (Holsapple, 1996: 136-137). Karar aşamasındaki konu için varsa fırsatlar ve riskler konusunda uyarılarda bulunur. Bütün bu fonksiyonlar sayesinde yapısal olmayan kararlarda çözümü kolaylaştırmayı amaçlar (akt. Gökşen ve Kılıç, 2011).

- Karar destek sistemleri bir bilgi sistemidir. Karar destek sistemleri belirsizlikler barındıran durumlarda analitik modeller kurgulayarak alınan kararın bilgi temelli olmasını sağlar (Çetinyokuş ve Gökşen, 2002). Bunun yanında karar destek sistemlerinin odak noktası ve amacı, nihayetinde destekleyici bilgi sağlayarak bir yöneticinin karar verme etkinliğini arttırmaktır (Goslar ve Brown, 1986: 46).

Karar destek sistemleri ile ilgili genel anlamda yapılan tanımlar kendi içinde de farklılıklar gösterebilir ve bu açıdan farklı kategorilerdeki karar destek sistemlerinden bahsetmek mümkündür. Literatür taramasında görüldüğü üzere karar destek sistemleri için tek bir üzerinde uzlaşılmış tanım yoktur. Bu durum karar destek sistemlerinin sınıflandırılması konusunda da benzer şekildedir. Araştırmacıların üstünde anlaştıkları tek bir sınıflandırma yoktur. Araştırmacının amacına ve araştırmacının bakış açısına ve karar destek sisteminin incelenme açısına göre farklı sınıflandırma modelleri vardır. Bu durum ışığında karar destek sistemi için yapılmış bazı sınıflandırma modelleri aşağıda açıklanmıştır.

Garg'a (2017) göre kullanıcı ile ilişkileri bakımından üç tip karar destek sistemi sınıfı vardır: aktif, pasif ve işbirlikçi. Aktif sistemler karar rehberleri oluşturmaya açıktır. Bunun yanında pasif sistemlerde karar rehberleri oluşturulamaz. İşbirlikçi karar destek sistemi, kullanıcıya sistem tarafından sunulan önerilerde değişiklik ve düzeltmeler yapma ve bunları başka bir değerlendirme turu için sisteme geri gönderme yeteneği sağlar (Garg, 2017).

Bunun yanında, karar destek sistemleri destek tipine göre de çeşitli sınıflandırmalar içermektedir (Aqel ve Nakshabandi, 2019). Bu sınıflandırmalardan bazıları veriye dayalı KDS, modele dayalı KDS ve iletişime dayalı KDS şeklindedir. Veriye dayalı KDS organizasyonların iç ve dış veri ihtiyaçları doğrultusunda zamana dayalı fonksiyonellik özelliği olan veriye erişim ve değişim yapma özelliği olan sistemlerdir (Yang vd., 2017).

Model güdümlü bir KDS'nin, tümü karar verme destek süreçlerine entegre edilmiş olan finansal modellerin, optimizasyon modellerinin ve simülasyon modellerinin farklı öğelerinden yararlandığını öne sürmektedir (Power vd., 2017).

İletişim odaklı bir KDS, karar verme için gerekli olan tüm veri, bilgi ve kaynaklara sahip tek bir ortamda karar vericileri birleştirerek temel karar vericileri belirli durumlarda entegre etmek için bir ağ birleşimine ve elektronik yöntemlere dayanır (Aqel ve Nakshabandi, 2019).

Alternatif olarak dikkat çeken bir başka KDS sınıflandırması ise şu şekildedir. Holsapple ve Whinston'a göre KDS'leri altı kategoriye ayrılır. Bu kategoriler (Holsapple ve Whinston, 1996):

- Yazı/Metin odaklı KDS'leri
- Veri Tabanı odaklı KDS'leri
- Kural odaklı KDS'leri
- Çözücü odaklı KDS'leri
- Çizelge odaklı KDS'leri
- Bileşim odaklı KDS'leri

Aynı araştırmada ele alınan bu sınıflandırmalar için yapılan tanımlar kısaca şu şekildedir.

- Yazı/metin odaklı KDS'leri karar verme adımlarını metin temelli veri kaynakları ile besler.

- Veritabanı odaklı KDS, karar vericilerin farklı bölgeler ve konumlarda olabilen verilere ulaşmasını sağlayan veri ve bilgi depolarını içerir.

- Kural odaklı KDS, bilgi tabanından gelen çözüm önerilerinde karar vericilere yardımcı olmak için kuralların ve süreçlerin katkısı ile çalışan yapay zekâ kullanımını da içerebilen bir yaklaşımdır.

- Çözücü odaklı bir KDS, finans, tahmin ve optimizasyon gibi çeşitli alanlarda çözümlerin analizini ve geliştirilmesini sağlayan çözücüleri içeren sistemlerdir. Bu açıdan düşünüldüğünde uzmanlaşmış sistemler olarak düşünülebilir.

- Çizelge odaklı KDS, bilginin yaratılması, çıkarılması ve iyileştirilmesinin geliştirilmesinin yönlerini gerektiren karar verme desteği sağlar. Bu aynı zamanda karar vericilerin veri ve bilgilerin analizini destekleyen modeller oluşturmalarına da olanak tanır.

- Bileşim odaklı KDS'leri, farklı odaklı KDS'leri bir arada içeren bir KDS kategorisidir (Hasan vd., 2017).

Bir başka sınıflandırmaya göre de karar destek sistemleri iki çeşittir. Model odaklı karar destek sistemleri ve Veri odaklı karar destek sistemleri. Model odaklı sistemler, “eğer olursa” gibi farklı analizlerin yapılması için modeller kullanır, organizasyonel bilgidен bağımsızdır. Model odaklı sistemlerin verimliliği konusunda kolay ve etkin kullanıcı arayüzü tasarımı önemlidir. Veri odaklı sistemler ise organizasyonel yapılarda bulunan büyük miktarda veriyi analiz eden sistemlerdir (Çetinyokuş ve Gökçen, 2002).

Bilgi kavramının bilişim alanında kullanımının artması ile literatürde kullanım alanları da artmıştır. Araştırmacılar bilgi kavramının önemine daha çok vurgu yapar olmuşlardır. Bu görüşü destekler nitelikte bilgi tabanlı karar destek sistemi kavramı gösterilebilir.

1985’li yıllarda “bilgi tabanlı karar destek sistemleri” olarak ortaya yeni bir kavram atılmıştır (Klein, Michel ve Grubbstrom, 1998). Bu girişimin temel amacı niteliksel bilgi ile analitik modellemeyi bütünleştürmektir. Bu kavramın ortaya atılması ile hedeflenen nihai amaç; karar kalitesinin artırılması ve sistemlerin uygulama alanlarının genişlemesidir (Çil, 2002). Karar destek sisteminin tanımlarından sonra, karar destek sistemleri yetkinlikleri ve amaçları açısından da değerlendirilmiştir.

Gorry ve Morton (1971) tarafından yapılan Karar Destek Sistemleri tanımına göre; Karar destek sistemleri yapılanmamış veya yarı-yapılanmış durumlarda yönetsel kararlara destek olur. Bu tanımda geçen “Destek” ve “Yapılandırılmamış” kavramları önemlidir. Bu sistemler karar vericinin alternatifi değildir, karar vericinin yeterliliğini arttırmayı amaçlar. Bunun yanında bu sistemler karar vermek için yargıda bulunmayı gerekli kılan konularda karar vericiye destek olurlar (Ginzberg ve Stohr, 1982). Bütün bunların yanında şirketlerin, yöneticilerin karar destek sistemlerini kullanmalarında bazı amaçlar vardır. Bu amaçlar tabiatı gereği pozitif kazanımlar elde etmek olarak söylenebilir.

Power’a (2002) göre belirli üç kriterin sağlanması koşulunda karar destek sistemleri rekabetçi avantaj sağlar. Bu üç kriter şu şekildedir:

- Karar destek sistemi uygulandığında kullanılmalı ve organizasyon için temel veya önemli bir araç olmalıdır.

- Karar destek sistemi organizasyona özel ve benzersiz olmalıdır.

- Karar destek sisteminden elde edilen avantaj en az üç yıl boyunca sürdürülebilir olmalıdır.

Organizasyonlar ve yöneticiler karar destek sistemi yatırımı yapmadan önce bu kriterleri göz önünde bulundurmalarıdır (Power, 2002).

1.2. İŞ YÜKÜ

İş yükü ile ilgili literatürde birtakım kavramlar bulunmaktadır. Bu kavramların açıklanması iş yükü kavramının her açıdan anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

İş Gücü: İş gücü sivil veya askeri kuvvetler alanında istihdam gerekliliklerini yerine getirme kapasitesi olan çalışan veya çalışmayan bütün insanlardır (OECD, 2022).

İş Analizi: İşleri doğru, etkin ve sağlıklı olarak değerlendirmek için örgütteki her işi birbirinden bağımsız olarak nitelik, nicelik, gereklilik, sorumluluk ve çalışma koşulları açısından bilimsel yöntemlerle inceleyen bir tekniktir. İş analizi, bir işin hedeflenen bir biçimde yapılması görev ve sorumlulukların bilimsel bir temelde incelenmesi sürecidir. Bir işin tam anlamıyla gerçekleşmesi için gerekli olan zaman, teknik ihtiyaçlar, nitelikli ve eğitilmiş uzman personel ihtiyacı, fiziksel koşullar, yetki ve sorumluluklar gibi konular iş analizi kapsamında yer alır. Örneğin, bir hemşirelik aktivitesi olarak intravenöz yolla ilaç uygulaması aktivitesi için harcanan zamanın, kullanılan malzemelerin, aktiviteyi gerçekleştirebilecek personelin niteliklerinin, işin yapılacağı ortama ait özelliklerin vb. belirlenmesi işlemleri iş analizidir (Avcı, 2019: 8).

İş Etüdü: İş etüdü, kurum, kuruluş ve işletmelerde üretim faktörleri arasında oluşan etkileşimlerdeki verimliliği arttırmayı amaçlar. Bu amaçla işin gerekliliklerini gerçekleştirmeye yönelik yenilikçi ve ekonomik yöntemler bularak genel olarak işin kalitesini yükseltmeye yönelik sistematik ölçüm teknikleri bütünüdür (Aylin vd., 2022).

İş Yüğü: Gerekli yeteneklere sahip olan işgörenin belirli bir sürede tamamlaması gereken iş miktarıdır. Örgütler için verimlilik anlamı taşıyan bu kavram, bireysel açıdan bir işi gerçekleştirmek için harcanan enerji ve zaman anlamına gelir (Avcı, 2019: 8).

İş yüğü analizi ise, bir işin, belirli çalışma koşulları ve yöntemler ile eğitimi, bilgisi ve yeteneği yeterli bir çalışan tarafından bir iş günü içerisinde, belirli bir çalışma hızıyla yapılması için harcanan sürenin belirlenmesi için uygulanan tekniktir (Avcı, 2019: 8).

İş yüğü, toplumumuzda giderek daha önemli bir konu haline gelmektedir. İnsan, makineyle birleştikten beri iş yüğü tartışılmakta ve araştırılmaktadır. İşletmeler kârı en üst düzeye çıkarmakla ilgilenirken, işçi iş yükünü en aza indirmeye odaklanır. Bu sorunun çözümü, iş yükünü doğru bir şekilde ölçmeden ve hangi düzeyde iş yükünün aşırı olduğunu belirlemekten geçer (Miller, 2001).

İş yüğü terimi, bir operatör ile atanan bir görev arasındaki etkileşimin özelliklerini tanımlamak için kullanılır. Görevler yapısal özelliklerine göre belirlenir; bir dizi uyaran ve yanıt, yanıtları uyaranlara eşleyen bir dizi kuralla belirtilir. Ayrıca, görevin yapısı ile insan kapasitelerinin ve becerilerinin doğası arasındaki ilişkinin bilgisinden kaynaklanan performansın kalitesine ilişkin beklentiler de bulunmaktadır. Beklentiler ayrıca bireysel operatörün geçmiş performansına veya diğerlerinin benzer görevleri nasıl yerine getirdiğine dair bilgisine de dayanabilir. Birey görevi kabul etmek için motive olmasına ve beklentilere göre gerçekleştirmeye niyet etmesine rağmen, bu beklentiler karşılanamayabilmektedir. Genellikle performanstaki bu tür başarısızlıklar görevin artan zorluğuna bağlanır. İş yüğü kavramı birincil kullanımını bu etkileşimleri açıklama ve bunlarla başa çıkma çabasında bulur (Gopher ve Danchin, 1986).

Havacılık alanında iş yüğü konusunda yapılan tanımlara da tez kapsamında araştırılmıştır. Havacılık alanında, optimal güvenlik, aşağıdakiler için doğru iş yüğü seviyesi ile doğrudan ilişkilidir. Aşırı iş yüğü ve az seviyede iş yüğü insan hata oranını artırır. Bu optimal iş yüğü seviyesi her insan için farklıdır ve günlük duruma göre değişebilmektedir. İş yüğü konusunda bilgi sahibi olmak, çalışanlar üzerindeki stresin azalmasına yardımcı olur. Bu durum çalışanların iş yüğü dağılımlarının optimum

seviyede tutulmasını sağlar ve bu sayede optimum güvenlik amacına ulaşılabilir (Hagmüller vd., 2005).

İş yükünün çalışan üzerindeki etkileri de göz ardı edilmemelidir. Aşırı iş yükünün fiziksel ve zihinsel birçok etkisi bulunmaktadır. Bunun yanında duygusal olarak da baş ağrısı, sindirim bozuklukları ve sinirlilik gibi etkileri görülmektedir. Diğer yandan, düşük bir iş yükü can sıkıntısına ve monotonluk hissine yol açmaktadır. Az iş yükü sebebiyle günlük rutin işlerde hissedilen sıklıkla çalışanın performansını azaltır ve kötü yönde etkileyebilir (Setiawan, 2016).

1.3. İŞ YÜKÜNÜ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

İş yükünü etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler; dış faktörler ve iç faktörler olarak ikiye ayrılmaktadır.

1.3.1. Dış Faktörler

Dış faktörler çalışan bedeninden bağımsız, çalışan bedeninin haricinden kaynaklanan faktörlerdir. Görevleri iki ana başlıkta incelemek mümkündür. Fiziksel görevler; çalışma alanı düzeni, çalışma alanı durumu, yük kaldırma gibi doğası gereği fiziksel olan görevlerdir. Bunun yanında doğası gereği zihinsel olan faktörler de şu şekildedir: işin zorluk seviyesi, işin karmaşıklık derecesi ve işin duygusal yönleri (Hidayat & Situmorang, 2019). İşin organizasyonu şirket tarafından belirlenen politikalardan ve kurallardan kaynaklanır. Bu faktörler; dinlenme sürelerinin uzunluğu, çalışma sistemleri, iş vardiyalarının bölünmesi, çalışma süresi, ücret sistemi, organizasyon yapısı ve benzeridir (Hidayat & Situmorang, 2019). Çalışma ortamının oluşturduğu faktörler, çalışma ortamının kimyasal koşulları, çalışma ortamının fiziksel koşulları, çalışma ortamındaki psikolojik etkiler, çalışma ortamının biyolojik koşulları gibi genellikle çalışırken maruz kalınan ve çalışanların iş yüküne katkıda bulunabilecek faktörlerdir (Hidayat & Situmorang, 2019).

1.3.2. İç Faktörler

İç etkenler, dış faktörlerin sonucu olarak çalışanın kendi bedeninin verdiği tepkilerin oluşturduğu faktörlerdir. Çalışan bedeninin verdiği tepkiler genellikle zorlanma olarak adlandırılır. Zorlanmaya ve strese neden olma potansiyeline sahip iki faktör vardır, bunlar somatik faktörler ve psikolojik faktörlerdir. Somatik faktörler arasında yaş, vücut büyüklüğü, cinsiyet, sağlık durumu, beslenme durumu gibi faktörler yer almaktadır. Psikolojik faktörler de motivasyon, algı, güven, memnuniyet, arzu, tatmin gibi duygulardır (Soleman ve Aminah, 2011).

Çalışma alanlarında çalışan performansını, mutluluğunu ve sağlığını etkileyen birçok değişken bulunmaktadır. Çalışanların aşırı iş yüküne maruz kalmadan verimli bir şekilde çalışabilmesi için iş yükünü etkileyen değişkenlerin bilinmesi ve bunların yönetilmesi gerekmektedir. Bu sebeple işin yapısına uygun iş yükü seviyelerinin belirlenmesi çalışan üzerindeki zihinsel ve fiziksel yüklenmeyi ölçmek için bir araç olabilir. Çalışanın işin ihtiyaçlarını güvenli ve eksiksiz bir şekilde yönetebildiği iş yükü seviyeleri Kabul edilebilir seviyeler olarak belirlenebilir (Dağdeviren vd., 2005).

İş yükü, makine ve insanın beraber çalıştığı karmaşık yapılarda. Çalışanın etkili ve verimli çalışmasında önemli bir faktördür. Çalışanların işin gerektirdiği görevleri yerine getirmeleri için gereken eğitimin, donanımın, yapısal ve çevresel koşulların sağlanması gerekmektedir. Toplam iş yükü derecesi çevresel faktörler, fiziksel faktörler, zihinsel faktörler ve çalışma duruşları değişkenleri ile ilişkilidir ve bu değişkenler iş yükü seviyesinin oluşumunda etkilidir (Dağdeviren vd., 2005).

1.4. İŞ YÜKÜ TÜKENMİŞLİK VE STRES

Çalışma hayatı günümüzde insan yaşamının en önemli faaliyetlerinden birisidir. İnsanlar iş hayatları boyunca sahip oldukları yetenekler doğrultusunda çabalayarak, üreterek, katkı sağlayarak devam ederler ve bu sayede iş hayatlarına ve hayata bağlanırlar. Bunun yanında iş hayatı boyunca yaşanan zorluklar, baskılar, aşırı iş yükü gibi etmenler sebebiyle çalışma hayatı zorlu bir süreç haline gelebilir ve çalışanın performansını olumsuz yönde etkileyebilir.

Diğer taraftan Oxford Üniversitesi bünyesinde yapılan bir araştırmada elde edilen sonuçlar çalışan mutluluğu ile üretkenlik arasında güçlü ve doğru orantılı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Oxford University's Saïd Business School ve İngiltere merkezli çok uluslu bir telecom firması olan BT iş birliği ile yapılan çalışmada çalışanlara email yolu ile anket yapılmış ve mutluluk durumunu temsil eden beş farklı emoji arasından seçim yapılması istenmiştir. Anket sonuçları analiz edildiğinde mutlu çalışanların %13 oranında daha üretken olduğu sonucuna varılmıştır (University of Oxford, 2022).

Tükenmişlik kavramı 1974 yılında Freudenberger tarafından ilk kez tanımlanmıştır. Tanımda tükenmişlik için şu ifadeler kullanılmıştır; “başarısız olma, yıpranma, enerji ve gücün azalması veya tatmin edilemeyen istekler sonucunda bireyin iç kaynaklarında meydana gelen tükenme durumu” (Karacaoğlu, 2015).

Çalışanların iş yükü seviyeleri ile tükenmişlik seviyeleri arasında doğru orantı vardır. İş Yüğü arttıkça tükenmişlik artar ve iş yükü azaldıkça tükenmişlik azalır. Sonuç olarak tükenmişlik ayrı ayrı iş yükü ve iş kontrolü etmenlerinin sonucudur. Aynı zamanda bu iki değişkenin etkileşimine bağlıdır (Bolat, 2011).

Çalışanların görev tanımlarının net olmadığı organizasyonlarda, rol belirsizliği durumunun ve kısa zamanda fazla iş yapmak zorunda olmanın tükenmişlik durumunun ortaya çıkmasında etkili olduğu çalışanlar tarafından ileri sürülmektedir (Karacaoğlu, 2015).

Stres kavramına da tez kapsamında incelenmiştir. Stres kelimesi köken olarak latin dilinde “estricia” kelimesinden gelir. Bu kavram 19. yüzyılda dertr, elem, keder, bela anlamlarında kullanılmıştır. Daha sonra 18 ve 19.ncu yüzyıllarda kişilere, organlara, ruhsal yapıya karşı olarak güç, baskı, zor anlamlarında kullanılmıştır (Torun, 1997).

Bir başka tanımlamaya göre stres, "vücuda yüklenilen herhangi bir özel olamayan isteme karşı, vücudun tepkisi" olarak tanımlamaktadır (Johnstone, 1989: 4). Bütün bunların yanında Cüceloğlu'nun tanımına göre stres, "bireyin fizik ve sosyal çevredeki uyumsuz koşullar nedeniyle, bedensel ve psikolojik sınırlarının ötesinde harcadığı gayrettir" (Cüceloğlu, 1994: 321). Bütün bu tanımlamaların yanında stresten tamamiyle kaçmak mümkün değildir ve dahası stresin motivasyon, değişim ve gelişim için şarttır (Levi, 1965).

Yapılan tanımlamalara baktığımızda stres kavramının genellikle olumsuz sonuçlar doğurarak kişi üzerinde zararlı etkileri olduğu görülmektedir. Buradan hareketle stresin yönetilmesi ve optimum seviyede tutulmasının kişi performansı üzerinde olumsuz etkileri engelleyecektir. Dahası motivasyon duygusunun canlı olması için aşırı olmayan stresin olumlu etkisi vardır.

1.5. HAVA TRAFİK KONTROL HİZMETİ

Hava trafik kontrol hizmeti, hava araçlarının birbirleri ve mâniolar ile ve manevra sahasında mâniolarla aralarındaki çarpışmayı ve kurallar altında yakın geçmeyi engellemek, bunun yanında düzenli ve hızlı bir hava trafik akışını sağlamak için verilen hizmetlerdir (ICAO, Annex11, 2022).

Hava trafik kontrol hizmetleri ilgili hava sahası için sorumlu olan hava trafik servis sağlayıcı şirketler tarafından verilmektedir. Bu şirketler bazı hava sahalarında devlet bünyesindeki kurumlar olmakla beraber bazı hava sahalarında da özel şirketler tarafından sağlanmaktadır. Örnek olarak projenin yazıldığı gün itibariyle Amerika Birleşik Devletleri'nde bu hizmet FAA (Federal Aviation Administration) tarafından sağlanmaktadır ve devlet bünyesindedir. Bunun yanında SERCO şirketi özellikle körfez ülkeleri ve arap yarımadasında birçok hava sahası için bu hizmeti vermektedir. Türkiye Cumhuriyeti hava sahasında sivil hava trafiği için bu hizmeti vermekle sorumlu kurum DHMİ'dir.

DHMİ, hava trafik kontrol hizmetini bünyesinde çalışan 2000 üzerinde hava trafik kontrolörü aracılığıyla vermektedir. Bu hava trafik kontrolörleri Türkiye genelindeki bütün sivil meydan kontrol kulelerinde, yaklaşma ünitelerinde ve Ankara'da bulunan saha kontrol ünitesinde çalışmaktadır.

Hava trafik hizmeti; uçuş bilgi hizmeti, ikaz hizmeti, hava trafik tavsiye hizmeti, hava trafik kontrol hizmeti (saha kontrol hizmeti, yaklaşma kontrol hizmeti ve meydan kontrol hizmeti) olarak tanımlanabilecek hizmetlerin hepsini kapsayan bir terimdir (ICAO, Annex 11, a.g.e., s.1/2.).

Meydan kontrol kuleleri, meydan ve civarındaki hava trafiğinin emniyetli, düzenli (sıralı) ve hızlı akışını gerçekleştirmek amacıyla kontrolleri altındaki uçaklara bilgi ve izinler vererek,

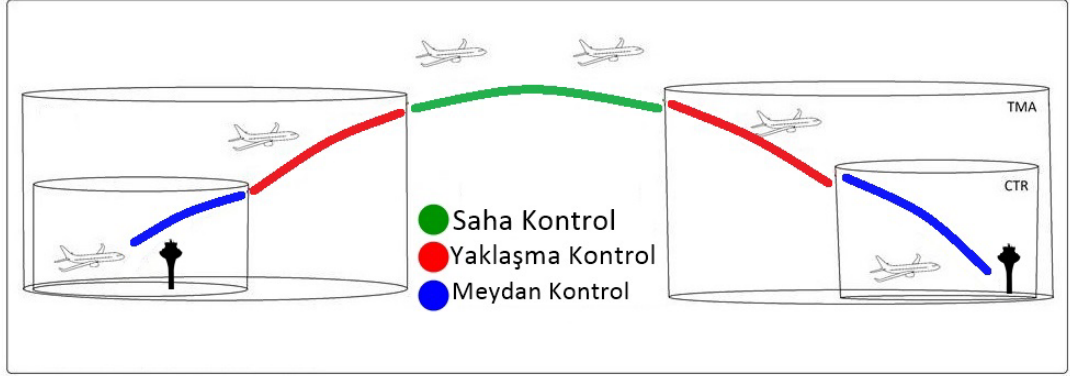
- a) Meydan trafik paternleri de katılarak belirlenmiş sorumluluk sahasında uçan uçakların birbirleriyle,
- b) Manevra sahasında hareket etmekte olan uçakların birbirleriyle,
- c) İniş ve kalkış yapan uçakların birbirleriyle,
- d) Manevra sahasında hareket eden uçakların araçlarla,
- e) Manevra sahasındaki uçakların mâniyalarla, çarpışmalarını önlemekle sorumludur (Meydan Kontrol Ders Notları, DHMI - 2022).

Bu noktada bir uçuşun hangi aşamada hangi hava trafik kontrol hizmetini aldığı belirtilmesi gereklidir. Hava trafik kontrol açısından bir uçuş, havalimanında meydan kontrol ünitesiyle ilk temas kurduğu zaman başlar. Uçak bu teması müsaade almak için kurabilir veya motor çalıştırmak için kurabilir. Ve ardından uçuş iniş havalimanında park pozisyonuna gelip motorunu kapattığında sonlanır. Eğer ilgili otorite tarafından park pozisyonlarındaki hareketler veya apron üzerindeki hareketler başka bir ünitenin sorumluluğuna verilmiş ise uçuşun bu üniteden devralınması ve bu üniteye devredilmesi ile Hava trafik kontrol açısından uçuş başlar ve biter.

Bir meydanın/havalimanının civarındaki, meydan turunda olan ve manevra sahası üzerinde hareket eden tüm uçaklar meydan trafiğidir. Meydan kontrol hizmeti, çerçevesini belirttiğimiz trafikler için meydan kontrol kulesi tarafından verilen hava trafik kontrol hizmetidir (ICAO, Annex 11, a.g.e., s.1/1.). Şekil 3'te Meydan kontrol ünitesi için meydan trafik paterni gösterilmiştir. Bu şekil üzerinde trafiğin pozisyonuna göre patern bölümleri detaylı olarak belirtilmiştir.

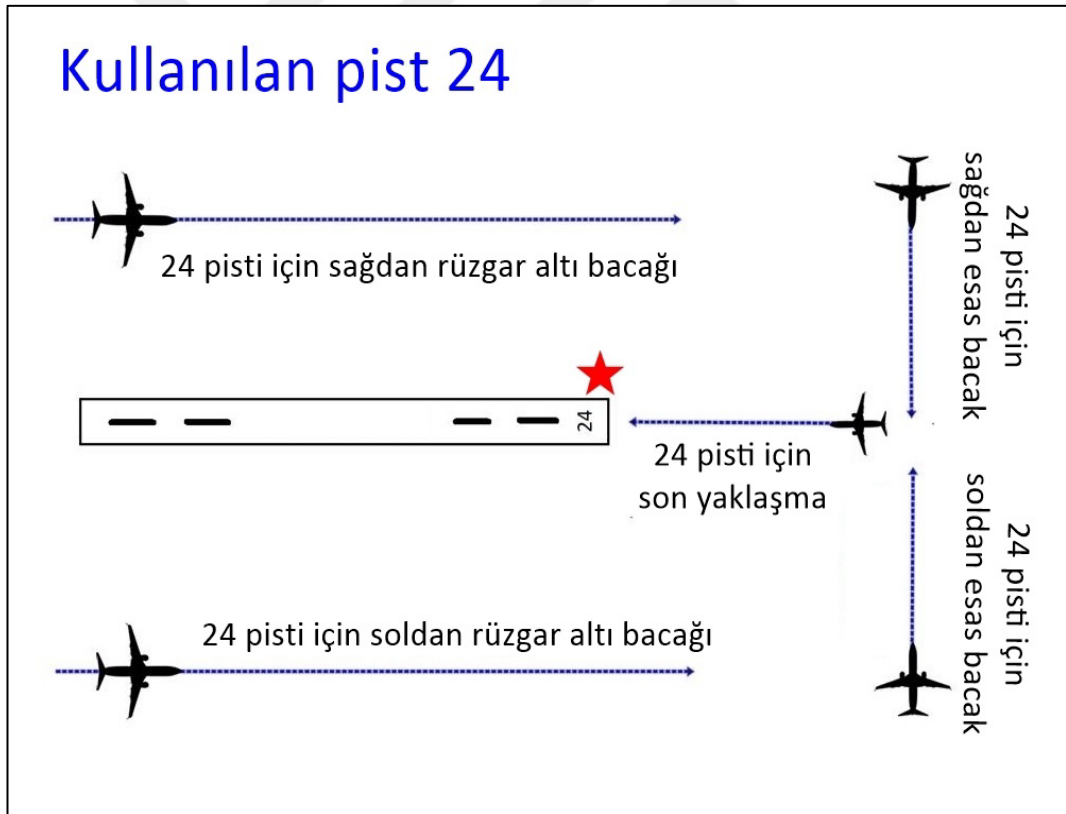
Şekil 3 ile belirtilen pozisyonlarda kullanılan pist, gerekli değişkenler değerlendirildikten sonra sorumlu hava trafik kontrolörü tarafından kullanılmasına karar verilen pisttir. Bu değişkenler arasında en önemlisi rüzgâr yönü ve şiddetidir (FAA, 2022). Pozisyon isimlerini belirtirken “geçen soldan esas bacak” terimindeki “sol” kelimesi gibi yön belirteçleri vardır. Bu yön belirteçleri uçağın uçtuğu doğrultuda pisti hangi tarafında gördüğüne göre belirlenir (Şekil 4). Pist numaralandırma sistemleri pistin kalkış doğrultusunun manyetik kuzeye göre yönünün en yakın tam sayı değere yuvarlanmış halidir. Bunun yanında birbirine paralel pistler bulunması halinde bu pistlerin kalkış yönlerine göre bulundukları pozisyonlar çerçevesinde pist numaralarının yanlarına “R”, “L”, “C” harfleri gelir (Skybrary/runway designers, 2022).

Şekil 3: Hava Trafik Kontrol Açısından Uçuşun Aşamaları



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Şekil 4: Hayali Bir Meydan Trafik Patern Örneği



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Meydan kontrolörleri, havalimanındaki ve civarındaki tüm uçuş operasyonlarını ve manevra sahasındaki araç ve personel dahil tüm hareketleri izlemek, takip etmek ve kontrol etmek görevini yerine getirirler. Bunun yanında bu operasyonlar ile ilgili diğer üniteler ile işbirliği ve koordinasyonun da sağlanması görevini üstlenirler (Çınar, 2015).

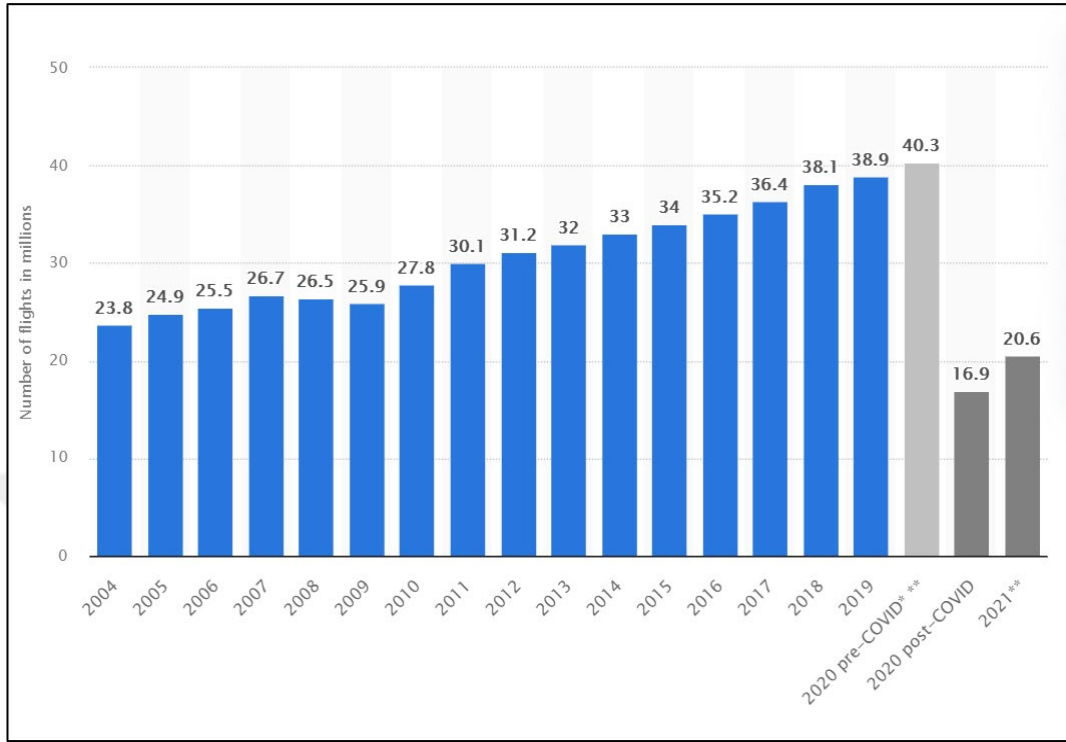
Hava Trafik Hizmetleri, hizmet eden bütün alt sistemler yardımıyla gökyüzünün sonsuz gibi gözüken alanında öncelikle emniyetli, planlı ve efektif bir akışı oluşturur ve bunun devamlılığını sağlar (Pooley ve Seaman, 2011:105).

1.6. HAVA TRAFİK KONTROLÜNÜN HAVACILIK GÜVENLİĞİNE ETKİSİ

Havacılık günümüzde şüphesiz dev endüstrilerden bir tanesidir. 5 Haziran 1783 tarihinde dünyada ilk sıcak hava balonu ile uçuş gerçekleştiren Montgolfier kardeşlerden bu yana havacılıkta değişim ve gelişimler olmuş ve bugünkü seviyeye ulaşmıştır. Bunun yanında havacılığın ulaşım amaçlı kullanımı da her geçen yıl artarak devam etmektedir. Bu konuda 2004 -2021 yılları arası küresel havayolu endüstrisi tarafından gerçekleştirilen uçuş sayısı Şekil 5'te gösterilmektedir.

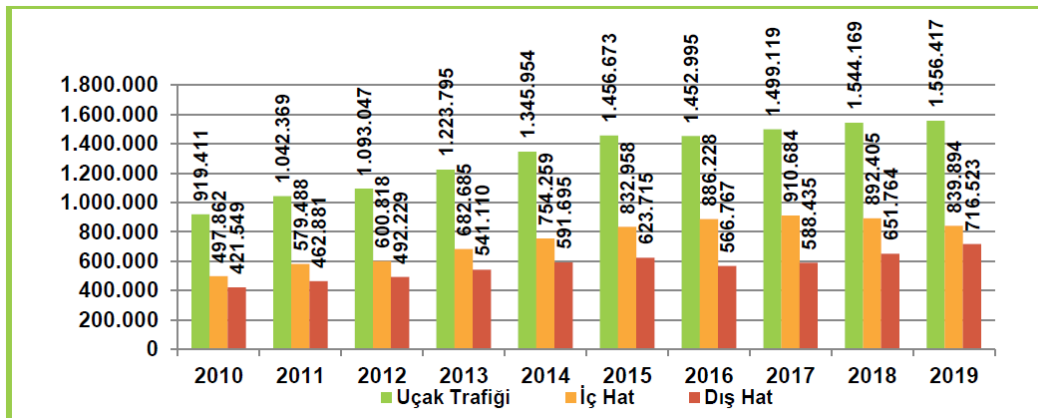
Küresel anlamda gözlemlenen bu artışı ülkemiz için de gözlemlemek son derece kolaydır. Devlet Hava Meydanları İşletmesi'nin 2019 yılı havayolu sektör raporunda yayınlanan grafikte Şekil 6'da görüleceği üzere Türkiye'de uçuş yapan uçak sayısında istikrarlı bir artış gözlemlenmektedir.

Şekil 5: Küresel Havayolu Endüstrisi Tarafından Gerçekleştirilen Uçuş Sayısı



Kaynak: www.statista.com (05.03.2022)

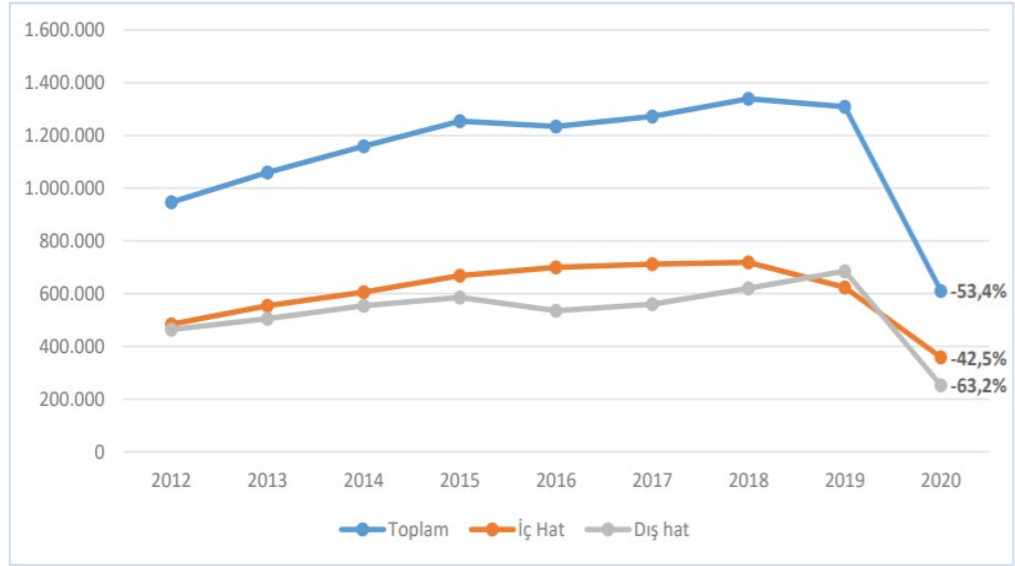
Şekil 6: Türkiye 2010 - 2019 Yılları Arası İç Hat - Dış Hat Uçak Trafikçi



Kaynak: DHMİ 2019 Havayolu Sektör Raporu (05.03.2022)

Şüphesiz 2020 yılı başlarında dünya genelinde etkisini gösteren Covid-19 pandemisi ve ülkelerin bu pandemiye karşı aldığı tedbirler sebebiyle dünya genelinde uçuş sayısında ciddi düşüşler yaşanmıştır. Türkiye’de de pandemi sebebiyle dünya geneline benzer şekilde uçuş sayısında ciddi düşüşler yaşanmıştır. Devlet Hava Meydanları İşletmesi’nin 2020 yılı havayolu sektör raporunda yayınlanan grafikte (Şekil 7) Covid-19 pandemisinin Türkiye’de gerçekleşen ticari uçuş uçak sayısındaki etkisini görmek mümkün olmaktadır.

Şekil 7: Türkiye 2012 - 2020 Yılları Arası İç Hat - Dış Hat Toplam Uçak Trafiği



Kaynak: DHMİ 2020 Havayolu Sektör Raporu (07.03.2022)

Bu noktada hem Dünya geleninde hem de Türkiye’de bulunan bazı havalimanlarının uçuş trafiği sayılarına Şekil 8’de yer verilmiştir. 2021 yılı için en yoğun havalimanı olan ATLANTA Havalimanı tüm yıl boyunca 707.661 uçuşa hizmet vermiştir. Bu sayıyı bir yıl 365 gün olarak kabul edilip ve bölündüğünde, $(707.661 / 365 = 1.938,79)$ Atlanta havalimanı 2021 yılı boyunca günde ortalama 1939 tane uçak hareketine hizmet verdiği ortaya çıkmaktadır (Şekil 8).

Şekil 8: 2021 Yılı Dünya Geneli En Yoğun İlk 10 Havalimanı

AIRCRAFT MOVEMENTS*						
2021	2020	2019	Airport	2021	% change vs 2020	% change vs 2019
1	1	2	ATLANTA GA, US (ATL)	707 661	29.1	-21.7
2	2	1	CHICAGO IL, US (ORD)	684 201	27.1	-25.6
3	3	3	DALLAS/FORT WORTH TX, US (DFW)	651 895	26.7	-9.5
4	4	5	DENVER CO, US (DEN)	580 866	32.9	-8.1
5	6	7	CHARLOTTE NC, US (CLT)	519 895	30.6	-10.1
6	7	4	LOS ANGELES CA, US (LAX)	506 769	33.6	-26.7
7	10	8	LAS VEGAS NV, US (LAS)	486 540	50.4	-12.0
8	13	25	PHOENIX AZ, US (PHX)	408 285	31.6	-7.0
9	24	30	MIAMI FL, US (MIA)	387 973	54.4	-6.9
10	21	14	HOUSTON TX, US (IAH)	378 562	41.4	-20.8

*Movements: landings and take-offs

Kaynak: Airports Council International (10.03.2022)

Şekil 9'daki tabloda İstanbul havalimanının 2021 yılı içinde toplam 279.509 adet uçağa hizmet verdiği görülmektedir. İstanbul havalimanının ortalama günlük hizmet verdiği uçak sayısını kabaca hesaplandığında, $(279.509 / 365 = 765,77)$ günde ortalama yaklaşık 766 tane uçağa hizmet verildiği ortaya çıkmaktadır. Benzer hesaplamayı İzmir Adnan Menderes Havalimanı için yapıldığında 2021 yılında toplam 58.299 uçak trafiğine hizmet vermiş olduğu sonucuna varılmaktadır. Bu sayıdan yola çıkarak günlük ortalama yaklaşık 160 uçak trafiğine hizmet verdiği görülmektedir $(58.299 / 365 = 159.72)$.

Yukarıda belirtilen bölümlerde açıkça görülmektedir ki, küresel ölçekte krizlerin olmadığı dönemlerde özellikle 2000'li yıllarda ticari uçuş sayıları istikrarlı bir artış göstermiştir. Durum böyle iken artan bu hava trafik sayısı göz önünde bulundurulduğunda havacılıkta güvenlik ve emniyet konusu da çok daha kritik bir hale gelmiştir. Bu noktada “Flight to The Future: Human Factor in Air Traffic Control” isimli kitaptaki şu bölüm oldukça açıklayıcıdır. “Herhangi bir cihaz, teçhizat arızası durumunda sistemin güvenliği hava trafik kontrolörlerinin ve pilotların yeteneklerine bağlıdır. Yüksek miktarda uçuş ile baş etme ve yüksek etkinlik ve güvenlik baskısı daha güvenilir ve güçlü cihazların gelişimine aynı zamanda hava trafik kontrol ünitelerindeki otomasyon seviyesinin artmasına yol açtı” (Wickens vd., 1997: 1).

Şekil 9: Türkiye'de Havalimanlarının 2021 Yılı Toplam Uçak Trafığı

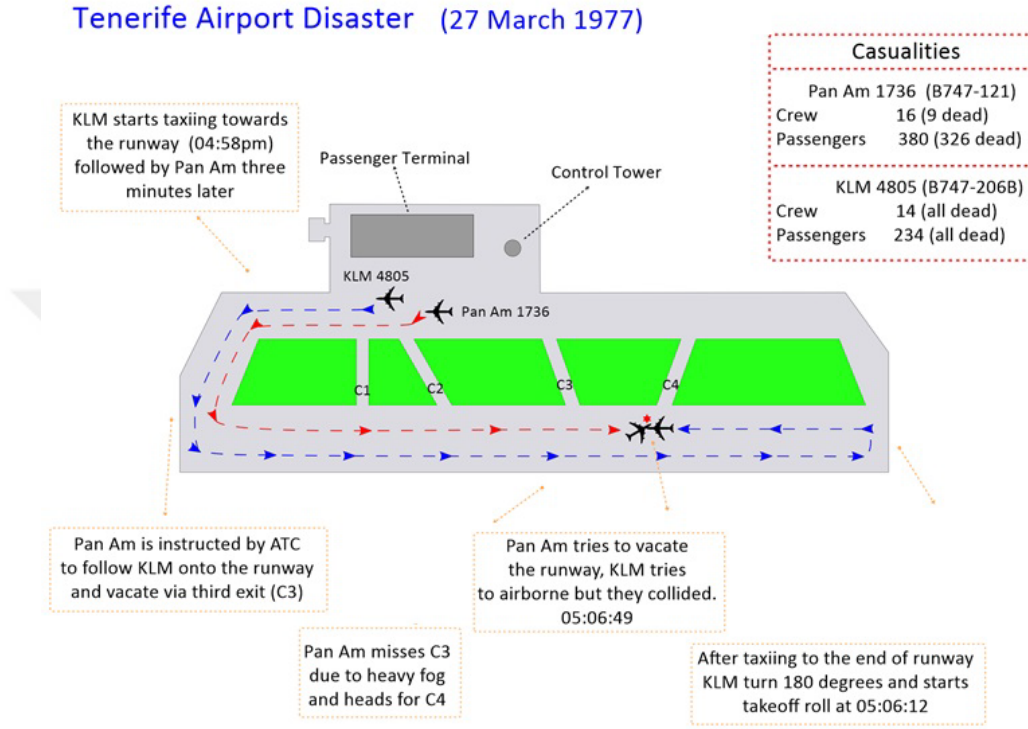
Havalimanları	TÜM UÇAK TRAFİĞİ								
	2020 YILI SONU			2021 YILI SONU			2021/2020 (%)		
	İç Hat	Dış Hat	Toplam	İç Hat	Dış Hat	Toplam	İç Hat	Dış Hat	Toplam
İstanbul Atatürk	10.248	27.220	37.468	13.327	27.705	41.032	30	2	10
İstanbul(*)	59.752	125.672	185.424	79.834	199.675	279.509	34	59	51
İstanbul Sabiha Gökçen(*)	83.521	42.789	126.310	111.456	69.877	181.333	33	63	44
Ankara Eskişehir	41.321	9.073	50.394	52.753	14.160	66.913	28	56	33
İzmir Adnan Menderes	36.236	9.765	46.001	43.136	15.163	58.299	19	55	27
Antalya	29.919	41.261	71.180	40.495	100.081	140.576	35	143	97
Gazipaşa Alanya(*)	2.118	512	2.630	3.600	1.900	5.500	70	271	109
Muğla Dalaman	16.593	7.307	23.900	24.254	7.468	31.722	46	2	33
Muğla Milas-Bodrum	12.349	5.788	18.137	19.254	29.795	49.049	56	81	64
Adana	25.268	2.271	27.539	32.730	4.231	36.961	30	86	34
Trabzon	12.856	1.307	14.163	17.632	3.326	20.958	37	154	48
Erzurum	4.782	117	4.899	6.489	111	6.600	36	-5	35
Gaziantep	13.505	1.078	14.583	15.060	1.409	16.469	12	31	13
Adıyaman	1.235	11	1.246	1.340	1	1.341	9	-91	8
Ağrı Ahmed-i Hani	1.723	4	1.727	1.894	1	1.895	10	-75	10
Amasya Merzifon	791	56	847	845	193	1.038	7	245	23
Aydın Çıldır(*)	20.452		20.452	28.088		28.088	37		37
Balıkesir Koca Seyit	15.443	62	15.505	20.700	51	20.751	34	-18	34
Balıkesir Merkez	85		85	70		70	-18		-18
Batman	2.696	9	2.705	3.653	2	3.655	35	-78	35
Bingöl	1.104	4	1.108	1.385	1	1.386	25	-75	25
Bursa Yenşehir	11.025	111	11.136	15.378	144	15.522	39	30	39
Çanakkale	4.663	19	4.682	5.597	21	5.618	20	11	20
Çanakkale Gökçeada	120		120	297		297	148		148
Denizli Çardak	5.615	93	5.708	4.346	267	4.613	-23	187	-19
Diyarbakır	7.700	245	7.945	8.598	475	9.073	12	94	14
Elazığ	6.249	244	6.493	5.310	351	5.661	-15	44	-13
Erzincan Yıldırım Akbulut	1.887	31	1.918	2.321	121	2.442	23	290	27
Eskişehir Hasan Polatkan(*)	3.859	421	4.280	4.124	855	4.979	7	103	16
Hakkari Yüksekova Selahaddin Eyyubi	1.234	8	1.242	1.488		1.488	21	-100	20
Haray	5.573	660	6.233	7.302	348	7.650	31	-47	23
İğdir Şehit Bülent Aydın	1.757	52	1.809	1.815	4	1.819	3	-92	1
İsparta Süleyman Demirel	23.071	90	23.161	27.505	174	27.679	19	93	20
Kahramanmaraş	1.867	10	1.877	2.200	30	2.230	18	200	19
Kars Harakani	2.854	4	2.858	3.353	12	3.365	17	200	18
Kastamonu	717	19	736	830	6	836	16	-68	14
Kayseri	7.531	1.770	9.301	10.129	3.596	13.725	34	103	40
Kocaeli Cengiz Topel	1.465	38	1.503	3.068	37	3.105	109	-3	107
Konya	3.836	520	4.356	5.467	957	6.424	43	84	47
Malatya	4.105	76	4.181	5.344	134	5.478	30	76	31
Mardin	2.929	7	2.936	4.087	14	4.101	40	100	40
Muş Sultan Alparslan	2.163	13	2.176	2.699	2	2.701	25	-85	24
Kapadokya	11.025	59	11.084	17.822	199	18.021	62	237	63
Ordu Giresun	4.857	148	5.005	5.781	29	5.810	19	-80	16
Samsun Çaramba	11.077	837	11.914	11.645	1.424	13.069	5	70	10
Silivri	440		440	514		514	17		17
Sinop	1.188	5	1.193	2.031	25	2.056	71	400	72
Sivas Nuri Demirağ	2.845	60	2.905	4.056	62	4.118	43	3	42
Şanlıurfa GAP	4.323	66	4.389	5.397	19	5.416	25	-71	23
Şırnak Şenferi'nin Elçi	3.412	6	3.418	5.044	4	5.048	48	-33	48
Tekirdağ Çorlu Atatürk	20.212	608	20.820	24.158	625	24.783	20	3	19
Tokat	655		655	708		708	8		8
Uşak	6.861	11	6.872	5.400	11	5.411	-21		-21
Van Fethi Melon	13.286	82	13.368	15.476	73	15.549	16	-11	16
Zafer(*)	362	74	436	639	48	687	77	-35	58
Zonguldak Çaycuma(*)	234	63	297	428	343	771	83	444	160
DHİMİ TOPLAMI	402.696	111.225	513.921	510.183	193.568	703.751	26,7	74,0	36,9
TÜRKİYE GENELİ	572.994	280.756	853.750	738.352	466.266	1.204.618	28,9	66,1	41,1
OVERFLIGHT			201.418			262.242			30,2
TÜRKİYE GENELİ OVERFLIGHT DAHİL			1.055.168			1.466.860			39,0

(*) İşaretili havalimanlarından Zonguldak Çaycuma, Gazipaşa Alanya, Zafer ve Aydın Çıldır Havalimanları DHİMİ denetimli özel şirket tarafından işletilmektedir. İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı Savunma Sanayi Bakanlığı denetiminde özel şirket tarafından, Eskişehir Hasan Polatkan Havalimanı, Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından, İstanbul Havalimanı DHİMİ denetimi ve gözetimi altında özel şirket tarafından işletilmekte olduğundan DHİMİ toplamında heriş tutulmuştur.

Kaynak: Devlet Hava Meydanları İşletmesi (10.04.2022)

Şekil 10'da 1977 yılında gerçekleşen Tenerife Havalimanı kazası gösterilmektedir.

Şekil 10: Tenerife Faciası Şema Gösterimi



Tenerife North Airport (IATA: TFN, ICAO: GCMO), formerly known Los Rodeos Airport

Kaynak: aviationfile (01.05.2022)

Tenerife Faciası 27 Mart 1977 tarihinde, birisi KLM havayollarına ait olan, diğeri de PANAM havayollarına ait olan iki Boeing 747 İspanya'nın Tenerife Adasında bulunan Los Rodeos Havalimanı'nda (Tenerife Kuzey Havalimanı olarak da bilinir) pist üzerinde çarpışmasıyla oluşmuş kazadır (Britannica.com, 2022).

Tenerife kazasının ardından yapılan incelemelere göre, kaza günü Las Palmas Havalimanında Bomba patlaması olayı yaşanması sebebiyle birçok uçak Tenerife adasında bulunan Los Rodeos Havalimanına iniş yaptılar. Los Rodeos Havalimanının kapasitesi bütün uçakları Ramp bölümündeki park yerlerine yönlendirmeye yetmemiştir. Kazaya karışan iki B747 tipindeki uçak ve 3 uçak daha, toplamda 5 uçak paralel taxi yolu üzerinde park etmişleri (Skybrary, 2022). Tenerife Los Rodeos Havalimanı için sıradışı bir gündü ve yoğun bir iş yükü vardır. Kazanın olduğu gün Tenerife Los Rodeos Havalimanında meteorolojik koşullar da iş yükünü arttırmıştır. Kazanın olduğu sırada ve öncesinde görüş değerleri oldukça değişkendi. Değerler kısa süre içinde 1500m ile 300m arasında değişmekteydi (Netherlands Aviation Safety Board, 2022).

Bu noktadan bakıldığında havacılık profesyonellerinin yeteneklerinin ve performanslarının havacılık endüstrisindeki önemi son derece açık bir şekilde gözükmektedir. Tabi ki gelişen teknoloji ile havacılık profesyonellerinin işlerini yaparken kullandıkları teçhizatlar da gelişmekte ve yeni donanımlar eklenmektedir. Bu yardımcı ekipmanlar çalışanlara birçok açıdan pozitif katkılar sağlamakta, karar verme yeteneklerini arttırmaktadır.

İKİNCİ BÖLÜM

VERİ, YÖNTEM ve KISITLAR

2.1. VERİ

Tez kapsamında dünya genelindeki havalimanlarının birtakım bilgilerini kullanmak gerekmektedir. Meteorolojik bilgilere hassas bir şekilde ulaşabilmek için iş yükü raporuna ulaşılmak istenen havalimanının enlem ve boylam bilgilerini içeren verilere ulaşmak gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda yapılan araştırmalarda ourairports.com sitesinin ücretsiz olarak sunduğu verilere ulaşılmıştır. Veriler üzerinde yapılan incelemede dünya genelinden 41.251 adet havalimanı için id, tip, isim, enlem, boylam, rakım, bulunduğu kıta, bulunduğu ülke kodu, bulunduğu bölge kodu, bağlı olduğu başkent, varsa IATA kodu, varsa web sitesi linki gibi bilgilerin tablo halinde olduğu görülmüştür. Bu veri üzerinde sadeleştirme işlemi yapılmıştır. Ve proje kapsamında kullanılacak hale getirilmiştir. Şekil 11’de tez kapsamında kullanılacak havalimanı verilerinden bir kesit görülmektedir.

Şekil 11: Dünya Geneli Havalimanları Verileri

Adnan Menderes International Airport									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
22969	22967	Çardak Airport	37,78559875	29,70129967	2795 AS	TR	LTAY	DNZ	
22970	22968	Nevşehir Kapadokya Airport	38,77719	34,5345	3100 AS	TR	LTAA	NAV	
22971	22969	İstanbul Atatürk Airport	40,976898	28,8146	163 AS	TR	LTBA	ISL	
22972	22970	Alaşehir Airport	38,3699893	28,5571003	AS	TR	LTBC		
22973	22971	Çıldır Airport	37,81499863	27,89529991	102 AS	TR	LTBD	CII	
22974	22972	Bursa Airport	40,23329926	29,00919914	331 AS	TR	LTBE	BTZ	
22975	22973	Balıkesir Merkez Airport	39,61930084	27,9260006	340 AS	TR	LTBF	BZI	
22976	22974	Bandırma Airport	40,318001	27,977699	170 AS	TR	LTBG	BDM	
22977	22975	Çanakkale Airport	40,13769913	26,42679977	23 AS	TR	LTBH	CKZ	
22978	22976	Eskişehir Air Base	39,78409958	30,58209991	2581 AS	TR	LTBI	ESK	
22979	22977	Adnan Menderes International Airport	38,29240036	27,15699959	412 AS	TR	LTBJ	ADB	
22980	22978	Gazimir Air Base	38,319099	27,159401	433 AS	TR	LTBK		
22981	22979	Çiğli Airport	38,513	27,010099	16 AS	TR	LTBL	IGL	
22982	22980	İsparta Airport	37,78512192	30,59001923	3250 AS	TR	LTBM		
22983	22981	Kütahya Airport	39,42670059	30,01689911	3026 AS	TR	LTBN		
22984	22982	Uşak Airport	38,68149948	29,47170067	2897 AS	TR	LTBO	USQ	
22985	22983	Yalova Airport	40,68439865	29,3757	6 AS	TR	LTBP		
22986	22984	Cengiz Topel Airport	40,735001	30,0833	182 AS	TR	LTBQ	KCO	
22987	22985	Bursa Yenişehir Airport	40,25519943	29,56259918	764 AS	TR	LTBR	YEI	
22988	22986	Dalaman International Airport	36,71310043	28,79249954	20 AS	TR	LTBS	DLM	

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Tez kapsamında kullanılacak ve havalimanı bilgilerini içeren verilerden sonra havalimanlarında konuşlu olan meydan kontrol üniteleri için kullanılacak meteorolojik verilere hakkında bilgi verilecektir. Meydan kontrol ünitesi, Kule kontrol ünitesi olarak da bilinir. Burada çalışan kontrolörler meydan civarında uçak hava araçlarını güvenli uçuşlarından sorumludurlar. Bunun yanında sorumluluklarında olan uçuşlara uçuş planlarını verirler. Bunun yanında hava araçlarının yer hareketlerinden ve hava araçlarının yerde bulunan diğer araçlarla olan güvenli ayırmalarından da sorumludur (prospects.ac.uk, 2022). Ayrıca, başta rüzgâr yönü ve şiddeti olmak üzere bütün değişkenleri değerlendirip kullanılan piste karar vermek Meydan Kontrol ünitesinde çalışan kontrolörün sorumluluğudur. Dahası Hava Trafik kontrolörü, düşük görüş, pist yüzeyinin durumu gibi değişkenleri değerlendirerek Meydan Trafiğini durdurabilir, belirli bir süreliğine meydanı uçuşlara kapatabilir. Meydan kontrol ünitesinde çalışan ATC'ler pist yüzeyinin durumunun gözlemlenmesi ve en uygun kondüsyonda olması için gerekli adımları atması gerekmektedir. Örnek olarak yoğun kar yağışının olduğu ve pistin kar ile kaplı olduğu bir pist yüzeyinin temizlenmesi için gerekli koordinasyonu yapmalıdır veya yoğun yağmur sırasında pist yüzeyinin güncel frenleme değerlerini takip etmek amacıyla gerekli koordinasyonu sağlamalıdır. Bu anlamda meteorolojik tahmin verileri oldukça önemlidir.

Tabiatı gereği havalimanlarına düzenlenen uçuş sayısı Meydan kontrol ünitesinin iş yükünü doğrudan etkileyen en belirgin değişkendir. Bu noktada birinci bölümdeki literatür çalışmasında da görüldüğü üzere aşırı iş yükü çalışanda tükenmişlik durumuna yol açabileceği gibi, çok az iş yükü de çalışanda monotonluk ve sıkılma durumunu doğurabilir.

Bu bilgiler ışığında görülmektedir ki meteorolojik veriler proje kapsamında geliştirilecek olan karar destek sistemini besleyecek önemli verilerdir. Bunun yanında havalimanı için planlanmış uçuş sayısı da iş yükünü direk olarak etkilemektedir.

Tez kapsamında sistemi besleyecek meteorolojik veriler şunlardır;

- Rüzgâr yönü ve şiddeti tahmini
- Bulutluluk durumu tahmini
- sıcaklık, ıshba, nemlilik gibi değerler.
- Kar, Yağmur, dolu gibi meteorolojik tahminler
- Havalimanı için Görüş tahmini

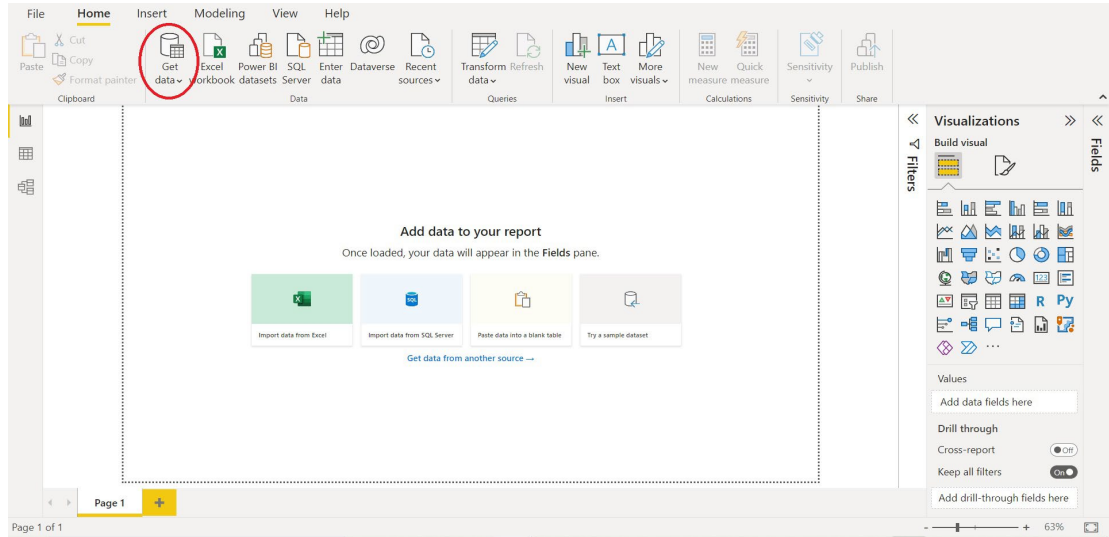
- Sis, pus gibi görüşü direk olarak etkileyebilecek meteorolojik tahminler

Raporlama sistemini besleyecek uçuş verileri de ilgili havalimanı için önceden planlanmış olan uçuşların verileridir.

Meteorolojik tahmin verileri için yapılan araştırmalarda “openweathermap” firmasının sağladığı ücretsiz hizmete sunulan meteorolojik veriler kullanılacaktır. Bu verilere ulaşabilmek için önce openweathermap.org üzerinden kaydolmak gerekmektedir. Daha sonra Oluşturulan hesap üzerinden API anahtarı oluşturmak gerekmektedir. Bu işlemleri yaptıktan sonra openweathermap şirketinin sunduğu API hizmetinden verileri talep edebilecek duruma gelmiş oluyoruz. API aracılığıyla alacağımız meteorolojik tahmin talep edilen zamandan sonraki 5 gün için 3 er saatlik aralıklar ile oluşturulan bir tahminleme olacaktır.

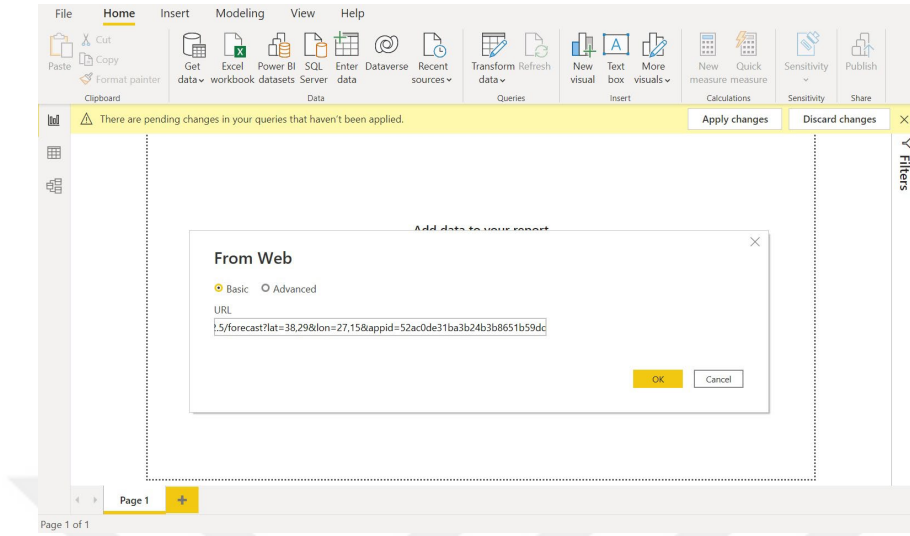
Uygulama kapsamında raporların hazırlanacağı Microsoft PowerBI programı için hazırlık yaptığımız API anahtarını kullanıp meteorolojik tahminlemeyi alacağız. PowerBI uygulamasında verileri almak için kullanacağımız adımlar Şekil 12 ve Şekil 13'te gösterilmiştir.

Şekil 12: PowerBI Uygulamasına Veri Alma



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Şekil 13: PowerBI Uygulamasına API Aracılığı ile Meteorolojik Veri Alma



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Meteorolojik tahminlemeyi powerBI uygulamasına almak için izlediğimiz adımlar kısaca şu şekildedir. Önce powerBI uygulaması içinden “Get Data”, “Veri Al” sekmesine geçilir. Bu sekmede program kullanıcıya temel olarak nasıl bir yöntem ile veri almak istediğini sorar. Bu aşamada istenilen veri web üzerinden hizmet veren “openweathermap” şirketi aracılığıyla alınacağı için bu sekmede “WEB” seçeneği seçilir. Daha sonra kullanıcının önüne Şekil 13’te gösterildiği gibi bir pencere çıkmaktadır. Bu pencerede kullancıdan bir web adresi girmesi istenir, bu aşamada tez kapsamında oluşturulan API anahtarı ile birlikte “openweathermap” şirketinin oluşturduğu URL adresine girilir.

Bu noktada “openweathermap” şirketinin oluşturduğu url adresinde girilmesi istenen URL şablonu tezin yapıldığı tarihlerde şu şekildedir; `api.openweathermap.org/data/2.5/forecast?lat={lat}&lon={lon}&appid={API key}`. Burada {lat}, {lon} bölümlerine meteorolojik tahmini istenen havalimanının koordinatları girilecektir. Bunun yanında istenen değerlerin metrik değerler olarak alınması için eklenecek kod: “units=metric” şeklindedir. İstenen URL’nin son bölümünde yer alan {API key} kısmına da geliştiricinin “openweathermap” firması içinde oluşturduğu API anahtarı girilecektir. Bu doğrultuda düzenlemeler yapılp

PowerBI üzerinden veriler alınabilir. Veriler üzerinde birtakım temizlikler yapıldıktan sonra Şekil 14’te görülen veriler elde edilmiştir.

Şekil 14: Meteorolojik tahmin verilerinin PowerBI örnek görüntüsü.

list.dt_txt	weather.description	main.temp	wind.deg	visibility	main.pressure	wind.speed	list.dt	list.main.feels_like	list.main.temp_min	list.main.temp_max
25.05.2022 09:00:00	clear sky	27,45	307	10000	1015	1,99	1653469200	27,04	27,45	27,45
25.05.2022 12:00:00	clear sky	30,41	309	10000	1015	4,74	1653480000	29,22	30,41	30,41
25.05.2022 15:00:00	clear sky	30,91	311	10000	1015	4,72	1653490800	29,73	30,91	30,91
25.05.2022 18:00:00	clear sky	23,56	318	10000	1017	2,38	1653501600	23,28	23,56	23,56
25.05.2022 21:00:00	clear sky	21,79	341	10000	1017	1,32	1653512400	21,43	21,79	21,79
26.05.2022 00:00:00	clear sky	20,6	353	10000	1017	1,15	1653523200	20,2	20,6	20,6
26.05.2022 03:00:00	clear sky	19,76	55	10000	1017	0,84	1653534000	19,38	19,76	19,76
26.05.2022 06:00:00	clear sky	26,86	13	10000	1018	0,99	1653544800	26,86	26,86	26,86
26.05.2022 09:00:00	clear sky	32,66	322	10000	1018	2,28	1653555600	31,22	32,66	32,66
26.05.2022 12:00:00	clear sky	33,96	319	10000	1017	5,77	1653566400	32,47	33,96	33,96
26.05.2022 15:00:00	clear sky	31,68	321	10000	1016	5,59	1653577200	30,46	31,68	31,68
26.05.2022 18:00:00	clear sky	23,09	42	10000	1017	1,64	1653588000	22,81	23,09	23,09
26.05.2022 21:00:00	light rain	21,81	37	10000	1018	1,28	1653598800	21,38	21,81	21,81
27.05.2022 00:00:00	clear sky	20,77	56	10000	1017	1,08	1653609600	20,23	20,77	20,77
27.05.2022 03:00:00	clear sky	19,9	26	10000	1017	1,76	1653620400	19,41	19,9	19,9
27.05.2022 06:00:00	clear sky	27,16	17	10000	1017	2,33	1653631200	26,98	27,16	27,16
27.05.2022 09:00:00	clear sky	32,73	23	10000	1016	3,95	1653642000	31,19	32,73	32,73
27.05.2022 12:00:00	clear sky	34,38	7	10000	1014	4,62	1653652800	32,47	34,38	34,38
27.05.2022 15:00:00	clear sky	32,01	353	10000	1013	6,48	1653663600	30,33	32,01	32,01
27.05.2022 18:00:00	clear sky	24,62	351	10000	1014	2,56	1653674400	24,23	24,62	24,62

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Raporlama sisteminin ihtiyaç duyduğu planlı uçuş bilgileri verisine de bakılmalıdır. Öncelikle belirtmek gerekir ki rapor kapsamında kullanılacak planlı uçuş verisi iş yükü raporu istenen havalimanı için düzenlenen planlı iniş ve kalkış trafiklerinin tamamını içermelidir. Bahsedilen bilgilere ulaşmak için yapılan araştırmada AirLabs.co firmasının sağladığı hizmetin kullanılmasına karar verilmiştir. AirLabs firmasının seçiminde firmanın sunduğu ücretsiz plan ve ve ilerleyen süreçler için ihtiyaç duyulması halinde API planının yükseltilebilmesi ve ücretli plan seçenekleri sunması olumlu bir durumdur.

AirLabs firmasının sunduğu verileri API https://airlabs.co/api/v9/schedules?dep_icao=...&api_key=... şeklinde oluşturulan url’de ilgili yerlere istenilen değerler girilerek veriler alınır. Bu noktada istenilen bilgiler hem iniş yani “arrival” hem de kalkış “departure” uçuşlarıdır. Bu sebeple PowerBI uygulamasında bir tanesi arrival bir tanesi de departure olmak üzere iki farklı API talebi oluşturulmalıdır. Bu noktada url’nin ilgili yerine “dep_icao = LTBJ” ve “arr_icao=LTBJ” girişi yapılmalıdır. “LTBJ” dördü kodu İzmir Adnan Menders

Havalimanının ICAO (Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü) tarafından tahsis edilen kodu'dur.

API aracılığı ile istenilen bilgiler tablo halinde Power Query arayüzüne gelmektedir. Uygulamaya gelen tablo halindeki bilgiler kolonlar halinde şu bilgileri içermektedir; "airline_iata", "airline_icao", "flight_iata", "flight_icao", "flight_number", "dep_iata", "dep_icao", "dep_terminal", "dep_gate", "dep_time", "dep_time_utc", "dep_estimated", "dep_estimated_utc", "arr_iata", "arr_icao", "arr_terminal", "arr_gate", "arr_baggage", "arr_time", "arr_time_utc", "arr_estimated", "arr_estimated_utc", "cs_airline_iata", "cs_flight_number", "cs_flight_iata", "status", "duration", "delayed", "aircraft_icao", "arr_time_ts", "dep_time_ts", "dep_estimated_ts", "arr_estimated_ts"}, {"response.airline_iata", "response.airline_icao", "response.flight_iata", "response.flight_icao", "response.flight_number", "response.dep_iata", "response.dep_icao", "response.dep_terminal", "response.dep_gate", "response.dep_time", "response.dep_time_utc", "response.dep_estimated", "response.dep_estimated_utc", "response.arr_iata", "response.arr_icao", "response.arr_terminal", "response.arr_gate", "response.arr_baggage", "response.arr_time", "response.arr_time_utc", "response.arr_estimated", "response.arr_estimated_utc", "response.cs_airline_iata", "response.cs_flight_number", "response.cs_flight_iata", "response.status", "response.duration", "response.delayed", "response.aircraft_icao", "response.arr_time_ts", "response.dep_time_ts", "response.dep_estimated_ts", "response.arr_estimated_ts"}.

Görüldüğü üzere AirLabs.co firması API talebine gayet kapsamlı bir cevap vermektedir. Bu tablo üstünde projemize uygun olarak düzenlemeler yaptıktan sonra aşağıdaki örnek şekilde görüldüğü halini almıştır.

Benzer adımlar izlenerek yukarıda kalkış/Departure uçuşları için yapılan işlemler, Geliş/Arrival uçuşları için de yapılmıştır. Böylelikle havalimanı iş yükünü etkileyen planlı uçuş bilgilerinin tamamına ulaşılmıştır. Şekil 15'te uçuş bilgilerine ait örnek bir tablo gösterilmektedir.

Şekil15: Örnek Uçuş Bilgileri Tablosu

	AİC: Dep-Flight-icao	Dep-Date	Dep-Time-UTC	Dep-estimated-Date	Dep-estimated-Time-utc	AİC: Flight-Status	AİC: Aircraft-Type-icao
1	ASL8052	6.06.2022	15:45:00	null	null	active	null
2	THY2333	6.06.2022	15:45:00	null	null	active	null
3	SKS992	6.06.2022	16:00:00	6.06.2022	16:20:00	scheduled	null
4	KAC188	6.06.2022	16:10:00	null	null	scheduled	A20N
5	PGT3168	6.06.2022	16:15:00	null	null	scheduled	A20N
6	SKS9190	6.06.2022	16:30:00	6.06.2022	16:50:00	scheduled	B738
7	SKS9294	6.06.2022	16:30:00	6.06.2022	17:00:00	scheduled	null
8	SKS954	6.06.2022	16:30:00	null	null	scheduled	null
9	THY7495	6.06.2022	16:35:00	null	null	scheduled	null
10	ASL8054	6.06.2022	16:50:00	null	null	scheduled	null
11	SA53467	6.06.2022	16:50:00	null	null	scheduled	null
12	THY2335	6.06.2022	16:50:00	null	null	scheduled	null
13	PGT1862	6.06.2022	16:55:00	null	null	scheduled	A20N
14	SKS980	6.06.2022	17:00:00	null	null	scheduled	null
15	PGT2205	6.06.2022	17:15:00	null	null	scheduled	A20N
16	SKS9228	6.06.2022	17:15:00	null	null	scheduled	null
17	SKS9282	6.06.2022	17:15:00	null	null	scheduled	null
18	SKS9270	6.06.2022	17:20:00	null	null	scheduled	null
19	EZY6564	6.06.2022	17:30:00	6.06.2022	17:44:00	scheduled	null
20	SKS9306	6.06.2022	17:40:00	null	null	scheduled	null
21	AEE997	6.06.2022	17:50:00	null	null	scheduled	null

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

2.2. YÖNTEM

Tez kapsamında geliştirilecek uygulama için iş zekâsı programlarından birisi olan ve Microsoft firmasının bir ürünü olan PowerBI uygulaması kullanılmıştır. Tez kapsamında kullanılan ve farklı kaynaklardan gelen verileri temizleme ve düzenleme ihtiyacını karşılayacak hale getirmek için PowerBI uygulamasının entegre olarak çalıştığı Power Query uygulaması kullanılacaktır. Bu aşamalarda “DAX” formülleri ve “M” dili ile yapılan geliştirmeler önemli rol oynayacaktır.

PowerBI uygulaması veri görselleştirme ve raporlama konularında popüler uygulamalardan birisidir. Bunun yanında PowerBI uygulaması yapısı gereği hem masaüstü formatında hem de mobil formatta raporlar oluşturmaya açık bir programdır. PowerBI uygulaması hâlihazırda birçok görselleştirme araçlarına sahiptir bunun yanında bağımsız geliştiriciler tarafından geliştirilen görselleştirme araçlarını da kullanmaya olanak tanımaktadır. Bu sayede kullanıcılar proje kapsamında oluşturulacak uygulamaya ihtiyaçları ve imkânları doğrultusunda hem mobil hem de masaüstü bilgisayarlardan ulaşabileceklerdir. Ulaştıkları raporların görsel olarak en uygun yapıda olmasına özen gösterilecektir.

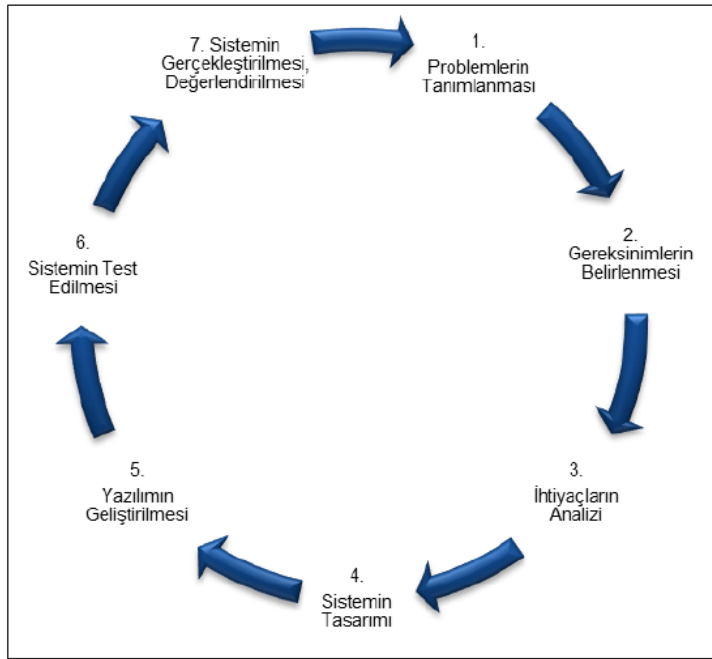
Bunun yanında tez kapsamında tasarlanacak olan sistemin hayata geçirilmesi aşamasında Sistem Geliştirme Yaşam Döngüsü prensiplerinden yararlanılacaktır.

2.2.1. Sistem Geliştirme Yaşam Döngüsü

Raporlama sisteminin gerçekleştirilmesinde Sistem Geliştirme Yaşam Döngüsü prensipleri takip edilmiştir. Sistem yaklaşımı bütüncül bir anlayışla problemin tüm yönlerini hesaba katar. Problemi oluşturan öğeler arasındaki ilişkileri merkeze alan bir yaklaşımdır (Tecim, 2004).

Bu yaklaşım, bir problemi çözmek için neler yapılması gerektiği, problemin ortaya çıkışı ile hangi iç ve dış unsurların dikkate alınması gerektiği, bileşenler arasındaki ilişkilerin probleme etkileri gibi unsurları dikkate alarak her türlü probleme nasıl yaklaşılması gerektiğini kendi bakış açısı ile ortaya koymaktadır (Şekil 16) (Tecim, 2004).

Şekil16: Sistem Geliştirme Yaşam Döngüsü



Kaynak: Tecim, 2004.

Tez kapsamında ele alınan sorunun çözümü için bir Microsoft firmasının PowerBI yazılımı kullanılmıştır. Bu anlamda “yazılım geliştirme yaşam döngüsü

kavramını da incelenmiştir. Sistem geliştirme yaşam döngüsü ve yazılım geliştirme yaşam döngüsü prensipler olarak birbirine çok yakın ve iç içe geçmiş kavramlardır.

Yazılım Geliştirme Yaşam Döngüsü kavramı sarmal hareket halinde olan bir yaklaşımdır. Yazılım Geliştirme Yaşam Döngüsü aşamaları aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Şeker, 2015: 18):

1. Planlama
2. Tanımlama
3. Tasarım
4. Geliştirme
5. Entegrasyon ve testler
6. Uygulama
7. Bakım

2.2.1.1. Problemlerin Tanımlanması

Problemin tanımlanması aşaması Sistem Geliştirme Yaşam Döngüsü (SGYD) modelinin ilk adımıdır. Bu açıdan bakıldığında nihai olarak ne istenildiğinin planlanması olarak değerlendirilebilir. Döngü içinde bulunan diğer adımların da başlangıç aşamasıdır ve doğası gereği bütün aşamaları etkiler. Sorunun çözümü ile ilgili fikrin ortaya konduğu ve bu fikrin her yönü ile tartışıldığı aşamadır (Şeker, 2015).

Hava trafik kontrol işi, yapısı gereği anlık değişkenlerin çok olduğu ve bu duruma bağlı olarak iş yükü dağılımının değişken olduğu bir yapıdadır. Bu iş yükü değişimi kontrol edilmez ve yönetilmez ise kontrolörlerin performansı üzerinde olumsuz etki yaratabilir. Bu olumsuz etki aynı zamanda insan kaynaklarının verimsiz kullanımı sonucunu da doğurmaktadır. Aynı sebeplerle hava trafik akışını riske atabilir ve olası kaza- kırım riskini arttırır. İş yükünü tahmini veriler ile analiz eden ve kullanıcının önüne düzenli bir rapor halinde sunan bir raporlama bu problemlerin çözümüne katkı sunacaktır. Buradan yola çıkarak geliştirilen raporlama sistemi ile çözülmesi hedeflenen problem Meydan Kontrol ünitelerindeki iş yükü değişkeninin tahmin edilememesi sonucu ortaya çıkabilecek olan zafiyetlerdir.

Bunun yanında, sistem geliştirme yaşam döngüsünün ilk adımı olan problemin tanımlanması aşamasında çözümü aranan problemi yaşayan kurumlar, profesyonellerle görüşmek önemlidir. Bu aşamada teknolojinin de gelişmesiyle birlikte yapılan yüzyüze görüşmelerin yerini daha çok online ortamlarda yapılan görüşmeler almaya başlamıştır. Bundan dolayı problemin tanımlanması aşamasında analistler internet ve mobil teknolojilerin yaygınlaşmasının ve ucuzlaşmasının sonucu olarak bu imkânlardan yararlanarak yüz yüze toplantı yapmak yerine daha çok video konferans yöntemlerine yönelmişlerdir. Bu sayede hem seyahat masraflarından hem de zamandan tasarruf edilecektir (Çubukçu, 2015).

2.2.1.2. Gereksinimlerin Belirlenmesi / Analizi

Gereksinim analizi aşaması, mühendislik ve yazılım geliştirme sürecinin ilk basamağıdır. Bazı kaynaklar ilk aşamayı planlama aşaması olarak değerlendirirken diğer kaynaklar ise planlamayı ayrı bir aşama olarak görmeyip gereksinim analizi ile değerlendirmiştir. Yapı olarak, yeni veya değiştirilmiş bir ürün için yerine getirilmesi gereken ihtiyaçları ya da koşulları belirleyen ve bu süreçte yararlanıcılar veya kullanıcılar gibi çeşitli paydaşların olası çelişkili gerekliliklerini ön plana koyan görevleri kapsamaktadır (muhammetbaykara.com, 2022).

Sistem sonucunda çıktı alınacak ürünün temelini gereksinim analizi oluşturduğundan bu analiz, bir projenin başarısı için son derece önem taşımaktadır (muhammetbaykara.com, 2022)

Gereksinimlerin belirlenmesi aşaması sistem/yazılım geliştirme yaşam döngüsünde geliştirilecek olan sistemin analizinin yapılması şeklinde de tarif edilmektedir. Burada asıl olan kullanıcının veya işin sahibinin ihtiyaçlarının ortaya çıkarılmasıdır (Yıldız, 2022).

Problem tanımlamalarının ardından gereksinimler ortaya koyulmuştur. Öncelikle problemin çözümü için gerekli olan bilgilerin elde edilmesi gerekliliği ön plana çıkmıştır. Bunun yanında geliştirilecek raporlama sistemi kapsamında raporu oluşturacak kişi ve hedef kullanıcıların Microsoft PowerBI servislerinden yararlanabilecek pozisyonda olmaları gerekmektedir. Oluşturulan raporlama sisteminin kullanıcılara ulaşması esnasında internet erişimi olan mobil veya masaüstü

cihazlar da gereklidir. Bunun yanında PowerBI yapısı gereği hedef kullanıcıların mail adresleri aracılığı ile raporlamaya ulaşabilmesine imkân tanımaktadır, daha başka bir ifadeyle geliştirici raporun ulaşmasını istediği kullanıcının mail adresi yardımıyla raporun yayınlandığı çalışma alanlarına hedef kullanıcıyı ekleyebilmektedir. Bu anlamda hedef kullanıcıların rapora erişmek istedikleri cihazlarında powerBI uygulaması ve mail adreslerinin bulunması gerekmektedir. Oluşturulacak iş yükü raporlama sistemi yapısı gereği güncel değerler ile beslenmektedir bu anlamda internet ortamından veri alındığı da düşünüldüğünde kullanıcının rapora ulaşmak istediği zaman zarfında sağlıklı bir internet bağlantısı olması gerekmektedir. Sistem son kullanıcı açısından son derece ve etkin olması hedefisyle tasarlanmıştır. Son kullanıcı tarafından en az maliyet ve çaba ile sistemden faydalanması düşüncesi esas alınmıştır.

2.2.1.3. Sistem İhtiyaç Analizi

İhtiyaç analizi teknikleri kullanılarak tez kapsamında ele alınan soruna çözüm olacak ihtiyacı belirlemek gerekir. İhtiyaçların belirlenmesinde birçok teknik kullanılabilir. İhtiyaç belirlemede en çok kullanılan veri toplama teknikleri; gözlem, görüşme, odak grup görüşmeleri, ölçme aracı-testler, anketler, geribildirimler, kaynak ve literatür tarama, rapor değerlendirme, mevcut programı inceleme, uygulama öncesi-sırası-sonrası değerlendirmeler vb. şeklinde sıralanabilir (Yıldızlı, 2019).

Bu tez kapsamında gözlem, kaynak ve literatür tarama yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda literatür incelemeleri göstermektedir ki meteorolojik veriler, planlanan ve gerçekleşen uçuş sayısı raporlama sisteminin ihtiyaç duyduğu verileridir. İzmir Adnan Menderes Havalimanı Meydan Kontrol ünitesinde farklı tarihlerde gözlemler yapılmıştır. 7 gün 24 saat hizmet veren havalimanında hem gündüz hem de gece çalışma ortamı ve iş yükü gözlemlenmiştir. Gözlem sonucu literatürü destekler nitelikte olmuştur. Özellikle uçuşların sıklaştığı saat dilimleri, görüş mesafesinin düştüğü ve yoğun yağış ve bulutluluk olan dönemler iş yükünün arttığı tespit edilmiştir. Bunun yanında iş yükünü arttıran birden fazla değişkenin bir arada iş yükünü arttırıcı düzeyde olması iş yükü seviyesinin katlanarak artmasına sebep olmaktadır.

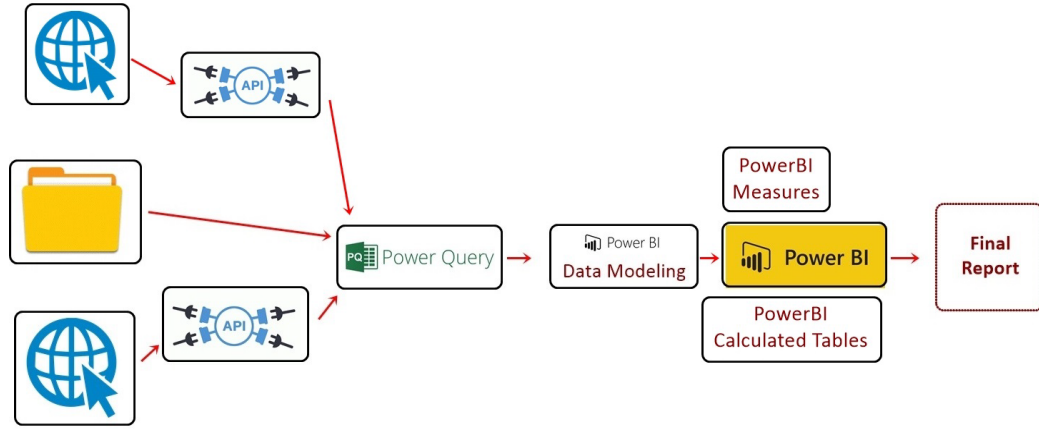
2.2.1.4. Sistem Tasarımı

Sistem tasarımı yapılırken amaç olarak hem kullanıcı gereksinimlerini karşılamak hem de uygulamanın sunduğu imkanlardan optimum düzeyde yararlanmak düşüncesi ön planda tutulmuştur. Bu anlamda sistem tasarımını kullanıcı gereksinimleri ve uygulamanın teknik gereksinimleri olarak iki başlıkta detaylandırılmıştır.

Kullanıcı gereksinimleri: Kullanıcı gereksinimleri, öncelikle tez ile amaçlanan gelecek belirli zaman dilimi veya dilimleri için iş yükü analizini düzgün bir formatta gösteren rapora kolayca ulaşmaktır. Bu istenilen raporun hem mobil hem de masaüstü cihazlardan ulaşılabilmesi ve iki farklı formatta aynı etkinlikte olması önemlidir. Bunun yanında, kullanıcı bu raporları zaman içinde istatistiksel ve birçok başka sebepten dolayı saklama ihtiyacında olabilir. Tez kapsamında Microsoft firmasının PowerBI iş zekâsı ürünü kullanılmaktadır ve dolayısıyla son ürün olan raporlar da bu yazılımın bir çıktısıdır. İş yükü raporlarına ulaşmak isteyen kullanıcıların Microsoft PowerBI raporlarına ulaşmak için gerekli hazırlık işlemlerini yapmaları gerekmektedir. Bunun yanında PowerBI yazılımının interaktif yapısı sayesinde kullanıcılar rapor şablonu üzerinde tasarıma uygun olarak ve tasarımın izin verdiği sınırlar içinde rapor üzerinde tahmin tarihi, tahmin zamanı gibi değişkenler üzerinde seçim yaparak istenilen kişiselleşmiş rapora ulaşabilmektedir.

Uygulamanın Mimari ve Yapısal Gereksinimleri: Şekil 17’de gösterilen, tezin mimarisini temsil eden şemada verilerin kaynaklarından itibaren son çıktı haline gelene kadar geçtiği aşamalar özet halinde sunulmuştur.

Şekil 17: Tezin Mimari Yapısı



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Tez kapsamında farklı veri kaynaklarından veriler alınmaktadır. Dünya genelinde havalimanlarının bilgilerinin bulunduğu ve projenin dünya genelinde bütün havalimanları için uygulanabilmesi vizyonuna hizmet eden veri dosyası bilgisayar depolama alanından içe aktarılmaktadır. Bunun yanında meteorolojik tahminler bilgilerinin yer aldığı verilere anlık olarak API yardımı ile “openweathermap” firması üzerinden ulaşıp içeri aktarılmaktadır. Havalimanı özelinde planlanan iniş ve kalkış uçuşlarının bilgilerinin olduğu veri setlerine de AirLabs firmasının API hizmeti ile ulaşılmaktadır. Elde edilen veri setleri sistem kaynaklarının verimli bir şekilde kullanımını sağlamak, uygulama ihtiyaçlarını karşılamak ve gereksiz boyutlarda veri ile çalışmamak için power Query yardımı ile temizlenmiş, düzenlenmiş ve uygun hale getirilmiştir. Daha sonra veri setleri arasında gereken ilişkiler kurulup modelleme yapılmıştır. Bir sonraki aşamada sistemin ihtiyaç duyduğu ölçüler ve hesaplanan tablolar oluşturulmuştur, bu aşamada DAX dili kullanılmıştır. En son aşamada ise ham veri olarak aldığımız verileri son kullanıcıya anlamlı ve kullanılabilir hale getirmek amacıyla gerekli görselleştirme işlemleri yapılmıştır ve grafikler oluşturulmuştur.

2.2.1.5. Yazılımın Geliştirilmesi

Etkileşimli rapor uygulamasının geliştirilmesi aşamasında bazı prensipler göz önünde bulundurulmuştur. Uygulamanın yapısının kolay anlaşılabilir olması için aktarılan veriler farklı tablolar halinde saklanmıştır. Power Query içerisinde yapılan

düzenleme, geliştirme ve temizleme işlemleri sırasında veri boyutlarının sistem kaynaklarını zorlamayacak şekilde kalmasına dikkat edilmiştir. Bu anlamda raporlama için gerekli olan ve geliştirici tarafından mevcut veriler manupile edilerek oluşturulması gereken ek veriler ölçüler yardımı ile hesaplanmıştır ve bu sayede fazladan veri kolonları oluşmamış ve veri boyutu büyütülmemiştir. Bunun yanında internetten alınan veri blokları içerisinde kullanımına gerek duyulmayan veriler temizlenmiştir ve bu sayede gereksiz veri boyutunun önüne geçilmiştir.

Kullanıcı arayüzü olan ve son çıktı olan rapor sayfasının geliştirilmesi sırasında şu prensipler göz önünde bulundurulmuştur. Uygulamanın özü olan geleceğe yönelik iş yükü raporlamasının kullanıcı odaklı olması açısından oluşturulan dilimleyici sayesinde kullanıcının istediği tarih seçimini yapması sağlanmıştır. Bunun yanında kullanıcının özet raporu tek bir sayfada bir arada ve anlamlı bir şekilde görebilmesi amacıyla görseller düzenlenmiştir. Bu görsel seçimleri sırasında kullanıcının raporu ve detayında anlatılmak istenen veriyi en uygun şekilde görmesi amacıyla görseller seçilmiştir.

2.2.1.6. Test

Test aşamasında öncelikle meteorolojik veriler/tahminler üzerine yoğunlaşmıştır. Raporlama sistemini besleyen meteorolojik tahmin verileri Adnan Menderes Havalimanı Meydan Kontrol Ünitesinde bulunan meteorolojik göstergelerde bulunan veriler ile karşılaştırılmıştır. Test aşamasında kullanacağımız Adnan Menderes Havalimanı Kontrol Kulesi meteorolojik veriler ekranı Şekil 18’de gösterilmiştir.

Şekil 18’de üst sağ bölgede yer alan sarı dikdörtgen içinde yer alan kısım anlık saatin UTC cinsinden ifadesini göstermektedir. İzmir Adnan Menderes Havalimanı saat dilimi olarak UTC+3 saat diliminde bulunmaktadır bu nedenle yerel saat meteoroloji ekranında UTC cinsinden gösterilen saatin üzerine 3 saat eklenerek hesap edilir. Bunun yanında Meydan Kontrol ünitelerinde birçok konuda UTC saati de kullanılmaktadır. Bu açıdan bakınca sistem hem UTC saat dilimine göre hem de yerel saat dilimine göre çalışabilmektedir. Ekranda sol tarafta bulunan yeşil dörtgen içinde yer alan bölüm Adnan menderes havalimanı ile ilgili genel bilgilerin bulunduğu

bölümdür. Bu bölümde havalimanında kullanılan pist, sıcaklık, en yüksek sıcaklık, en düşük sıcaklık, pist sıcaklığı, işba ve altimetrik basınç değerinin hem hPa hem de inHg cinsinden değerleri yer almaktadır.

Şekil 18: İzmir Adnan Menderes Havalimanı Kontrol Kulesi Meteorolojik Veri Ekranı

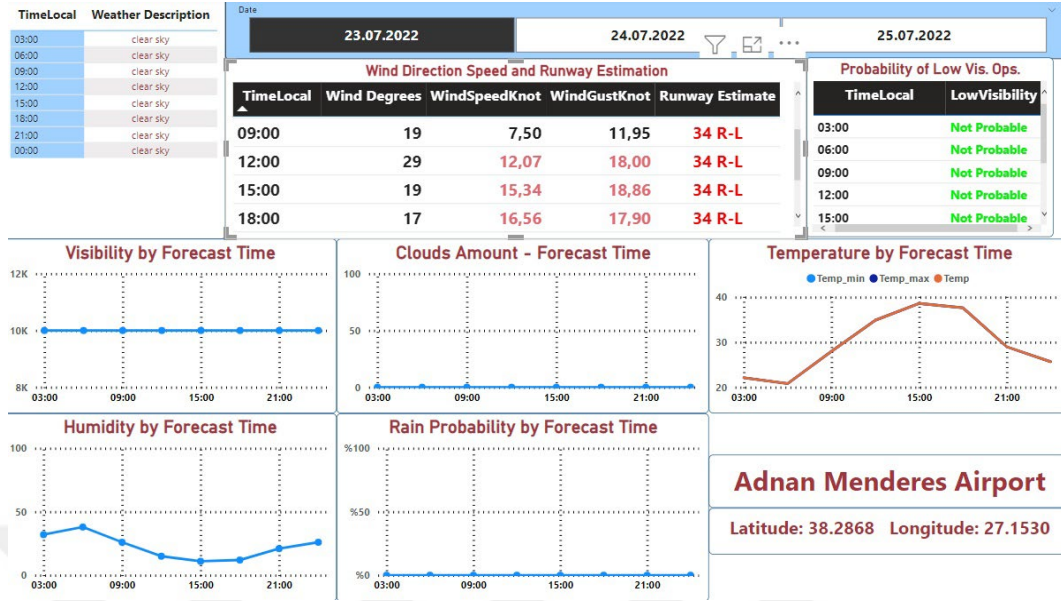


Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Şekilde kırmızı dükdörtgen içinde yer alan bölümde 16 pist başı ve pist ortasına ait bazı meteorolojik bilgiler bulunmaktadır (Adnan Menderes Havalimanı pistleri 16 ve 34 olmak üzere konuşlanmıştır ve pist numaraları 16R-L ve 34R-L şeklindedir).

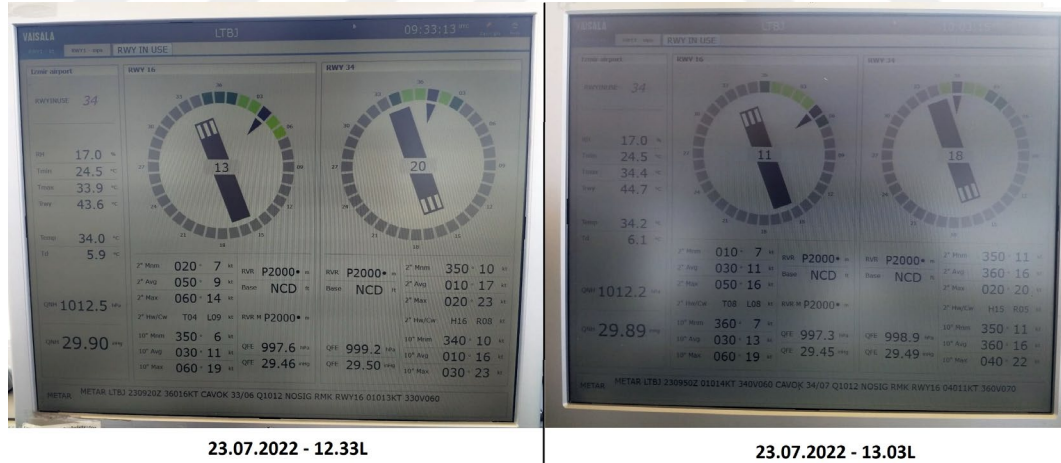
Test amacıyla kullanılacak örnek rapor Şekil 19’da görülmektedir. Şekil 19’da görülmektedir ki rüzgâr yönü ve şiddeti’ni bir arada gösteren tablo gün 09:00, 12:00, 15:00 ve 18:00 saat dilimleri için kullanılacak pist tahminisini 34R-L olarak göstermektedir. Bunun yanında 12:00 saat dilimi için rüzgar yönü 29 derece ve şiddeti 12.07 knot, rüzgar hamlesi ise 18.00 knot olarak gösterilmektedir. 23.07.2022 tarihine ait LTBZ meydan meteorolojik gösterge monitöründen rastgele aralıklarla elde edilen veriler Şekil 20’de görülmektedir.

Şekil 19: 23.07.2022 Tarihli Meteorolojik Rapor – LTBJ



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Şekil 20: 23.07.2022 Tarihine Ait LTBJ Meteorolojik Verileri



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Şekil 20’de görülmektedir ki 12.33L ve 13.03L saatlerindeki meteorolojik verileri incelediğimizde 10 dakikalık ortalama verilerde hâkim rüzgâr yön olarak 340’ ve 60’ derece arası değişken olarak gözükmektedir. Şiddet olarak yine 10 dakikalık ortalamalara bakınca rüzgâr şiddetinin her iki pist için 11 knot, 16 knot, 13 knot, 16 knot olarak görüyoruz. Bunun yanında sıcaklık değerleri iki farklı saat için 34 ve 34.2

olarak görülmektedir. Meteorolojik ekranda RVR (Runway Visual Range) ifadesiyle belirtilen pist görüş mesafesi P2000 olarak belirtilmiştir. Bu ifade RVR değerinin 2000 metre üzerinde olduğunu belirtmektedir. Bunun yanında Meteorolojik ekranın altında satır şeklinde olan “METAR” ifadesiyle başlayan Metar raporunda CAVOK ifadesi geçmektedir. CAVOK ifadesi “clouds and visibility ok” anlamına gelmektedir ve bulut tavanı ve görüş değerlerinde herhangi bir düşüklük yok anlamındadır.

Meteorolojik ekran görsellerinde bulunan NCD ifadesi “No Cloud Detected” anlamına gelmektedir ve ölçüm yapıldığı o an herhangi bir bulutluluk tespit edilmediğini ifade eder.

Sistem test aşaması Adnan Menderes Havalimanı gerçekleşen meteorolojik değerler ile birlikte bu açıklamalardan sonra bir tablo üzerinde gösterilecektir.

Şekil 21: Gerçekleşen Veriler ile Sistem Test Tablosu

Tarih	Saat	Çalışılan pist	Rapordaki pist	Gerçekleşen rüzgar	Rapordaki rüzgar	Düşük Görüş gerçekleşen	Düşük Görüş raporda	Yağmur gerçekleşen	Yağmur raporda	Bulutluluk gerçekleşen	Bulutluluk raporda
1.08.2022	09:00	34 R	34 R-L	10 degrees 15 knots	10 degrees 7.95 - 11.88 knots	hayır	hayır	hayır	hayır	Nosig/Cavok	0%
1.08.2022	12:00	34 R	34 R-L	05 degrees 17 knots	16 degrees 10.38 - 13.02 knots	hayır	hayır	hayır	hayır	Nosig/Cavok	0%
1.08.2022	15:00	34 R	34 R-L	340 degrees 18 knots	02 degrees 13.02 - 14.68 knots	hayır	hayır	hayır	hayır	Nosig/Cavok	0%
1.08.2022	18:00	34 R	34 R-L	20 degrees 16 knots	355 degrees 14.95 - 16.44 knots	hayır	hayır	hayır	hayır	Nosig/Cavok	0%
9.08.2022	09:00	34 R	34 R-L	10 degrees 8 knots	13 degrees 6.82 - 7.23 knots	hayır	hayır	hayır	hayır	Nosig/Cavok	0%
9.08.2022	12:00	34 R	34 R-L	20 degrees 10 knots	13 degrees 8.20 - 8.73 knots	hayır	hayır	hayır	hayır	few030/cavok	0%
9.08.2022	15:00	34 R	34 R-L	360 degrees 13 knots	2 degrees 11.80 - 11.86 knots	hayır	hayır	hayır	hayır	sct030/cavok	0%
9.08.2022	18:00	34 R	34 R-L	350 degrees 8 knots	6 degrees 6.10 - 9.76 knots	hayır	hayır	hayır	hayır	Nosig/Cavok	0%
9.08.2022	21:00	34 R	34 R-L	343 degrees 6 knots	9 degrees 3.36 - 3.95 knots	hayır	hayır	hayır	hayır	Nosig/Cavok	0%
17.08.2022	09:00	34R	34 R-L	340 degrees 3 knots	359 degrees 3.32 - 4.59 knots	hayır	hayır	hayır	hayır	Nosig/Cavok	0%
17.08.2022	12:00	34 R	34 R-L	350 degrees 11 knots	329 degrees 7.06 - 7.48 knots	hayır	hayır	hayır	hayır	Nosig/Cavok	0%
17.08.2022	15:00	34R	34 R-L	360 degrees 15 knots	312 degrees 11.20 - 13.08 knots	hayır	hayır	hayır	hayır	Nosig/Cavok	0%
21.08.2022	06:00	34 R	34 R-L	40 degrees 5 knots	61 degrees 2.45 - 2.84 knots	hayır	hayır	hayır	hayır	Nosig/Cavok	0%
21.08.2022	09:00	34R	34 R-L	280 degrees 4 knots	276 degrees 2.27 knots	hayır	hayır	hayır	hayır	Nosig/Cavok	0%
21.08.2022	12:00	34 R	34 R-L	20 degrees 5 knots	278 degrees 6.75 knots	hayır	hayır	hayır	hayır	Nosig/Cavok	0%
21.08.2022	15:00	34R	34 R-L	320 degrees 6 knots	259 degrees 8.24 knots	hayır	hayır	hayır	hayır	Nosig/Cavok	0%

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Bu noktada kısıtlar bölümünde de belirtildiği üzere test aşaması sistem yeteneklerinin tam anlamıyla test edilebilmesi amacıyla sistem ihtiyaçlarına uygun şekilde rastgele değerler ile oluşturulan farklı veri setleri ile test edilmiştir. Veri seti oluşturulurken sistem kapasitesinin tamamını test edecek şekilde değerleri içermesi gözetlenmiştir. Örnek olarak görüş değerinin 100 metre gibi çok düşük değerler ile 3000 metre gibi yüksek değerler arasında değişmesi sağlanmıştır.

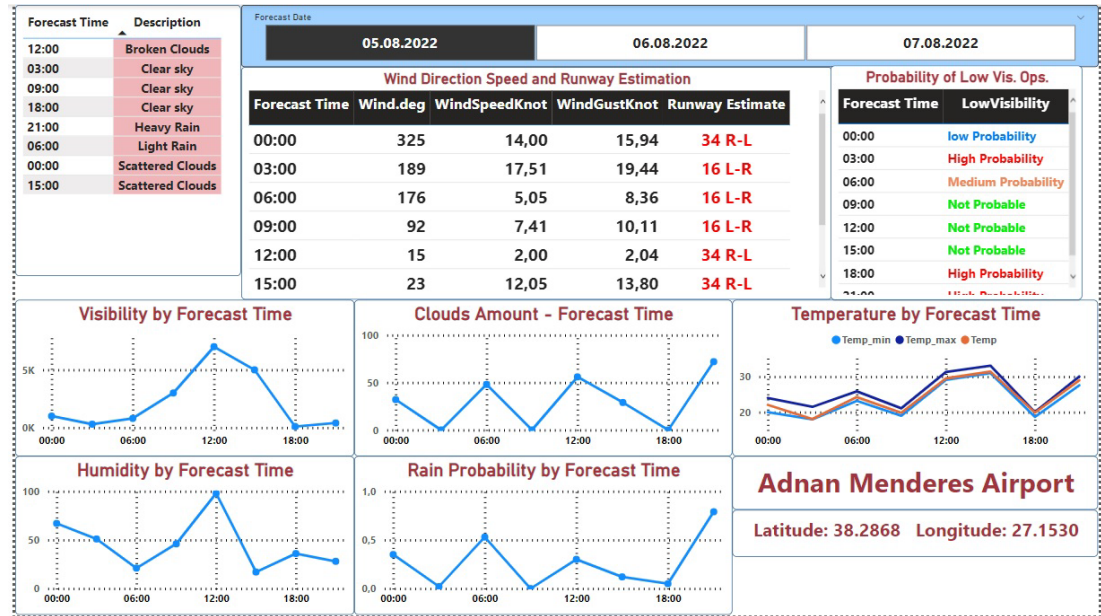
Şekil 22: Rastgele Verilerle Oluşturulmuş Meteorolojik Veri Seti

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	
Forecast Date	Time	Main pressure	Main temp	Sea level pressure	Temp_min	Temp_max	Sea level pressure	Humidity	Weather	Description	Clouds amount	Wind speed	Wind deg	Wind gust	metres	Visibility	Rain	Amount	Sh city coord	lat city coord	lon Forecast Time	Local
1	5.08.2022	22,06	1009	22,15	20	24	1009	998	67	Scattered Clouds	32	7,2	325	8,2	1000	35%	0,08	38,29	27,15	00:00	03:00	
2	5.08.2022	18,05	1008	19,5	18	21,5	1008	999	51	Clear sky	0	9,01	189	10	300	2%	0,12	38,29	27,15	03:00	06:00	
3	5.08.2022	24,25	1010	24	23,2	25,9	1010	998	21	Light Rain	48	2,6	176	4,3	800	53%	0,25	38,29	27,15	06:00	09:00	
4	5.08.2022	19,42	1008	20	19	21,07	1008	1000	46	Clear sky	0	3,81	92	5,2	3000	0%	0	38,29	27,15	09:00	12:00	
5	5.08.2022	29,51	1009	29,9	29,1	31,3	1009	1001	98	Broken Clouds	56	1,03	15	1,05	7000	30%	0,1	38,29	27,15	12:00	15:00	
6	5.08.2022	31,4	1007	32,3	31	33,1	1007	998	17	Scattered Clouds	29	6,2	23	7,1	5000	12%	0,25	38,29	27,15	15:00	18:00	
7	5.08.2022	19,9	1010	20,5	18,7	20,05	1010	997	36	Clear sky	0	4,7	140	5,3	100	5%	0	38,29	27,15	18:00	21:00	
8	5.08.2022	29	1011	30	27,6	30,03	1011	1000	28	Heavy Rain	72	5,05	137	7,5	400	79%	0,45	38,29	27,15	21:00	00:00	
9	6.08.2022	32	1011	31	27	34	1011	1009	56	Scattered Clouds	34	12	123	14	2000	0%	0	38,29	27,15	00:00	03:00	
10	6.08.2022	29	1012	30	16,3	32,1	1012	999	12	Light Rain	55	15	89	16,2	300	28%	0,13	38,29	27,15	03:00	06:00	
11	6.08.2022	30,2	1013	30	28,1	32,3	1012	1005	27	Clear sky	0	21	76	24,3	280	3%	0	38,29	27,15	06:00	09:00	
12	6.08.2022	27,8	1010	29,2	15,7	29,9	1010	1006	36	Clear sky	2	18,3	320	19,5	320	1%	0	38,29	27,15	09:00	12:00	
13	6.08.2022	31	1013	30,3	28,4	33	1011	1006	42	Broken Clouds	24	22	360	26	130	38%	0,16	38,29	27,15	12:00	15:00	
14	6.08.2022	32	1011	31,2	27,9	36,2	1012	1009	78	Light Rain	36	19,3	110	21,3	1400	47%	0,26	38,29	27,15	15:00	18:00	
15	6.08.2022	33	1012	34	30,5	35,2	1014	1010	62	Light snow	36	14,3	134	17,2	1900	27%	0,1	38,29	27,15	18:00	21:00	
16	6.08.2022	34	1010	35,2	32	37,2	1009	1007	59	Heavy snow	72	15,2	99	18,4	2500	10%	0,07	38,29	27,15	21:00	00:00	
17	7.08.2022	22	1009	29,9	29,1	31,3	1009	1001	98	Broken Clouds	56	1,03	15	1,05	7000	30%	0,1	38,29	27,15	00:00	03:00	
18	7.08.2022	20,5	1010	21,3	21	23,1	1007	998	17	Scattered Clouds	29	6,2	23	7,1	5000	12%	0,25	38,29	27,15	03:00	06:00	
19	7.08.2022	23,6	1011	20,5	18,7	20,05	1010	997	36	Clear sky	0	4,7	140	5,3	100	5%	0	38,29	27,15	06:00	09:00	
20	7.08.2022	18,06	1009	30	27,6	30,03	1011	1000	28	Heavy Rain	72	5,05	137	7,5	400	79%	0,45	38,29	27,15	09:00	12:00	
21	7.08.2022	23	1008	31	27	34	1011	1009	56	Scattered Clouds	34	12	123	14	2000	0%	0	38,29	27,15	12:00	15:00	
22	7.08.2022	18,9	1008	30	16,3	32,1	1012	999	12	Light Rain	55	15	89	16,2	300	28%	0,13	38,29	27,15	15:00	18:00	
23	7.08.2022	17	1010	30	28,1	32,3	1012	1005	27	Clear sky	0	21	76	24,3	280	3%	0	38,29	27,15	18:00	21:00	
24	7.08.2022	21	1011	29,2	15,7	29,9	1010	1006	36	Clear sky	2	18,3	320	19,5	320	1%	0	38,29	27,15	21:00	00:00	

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

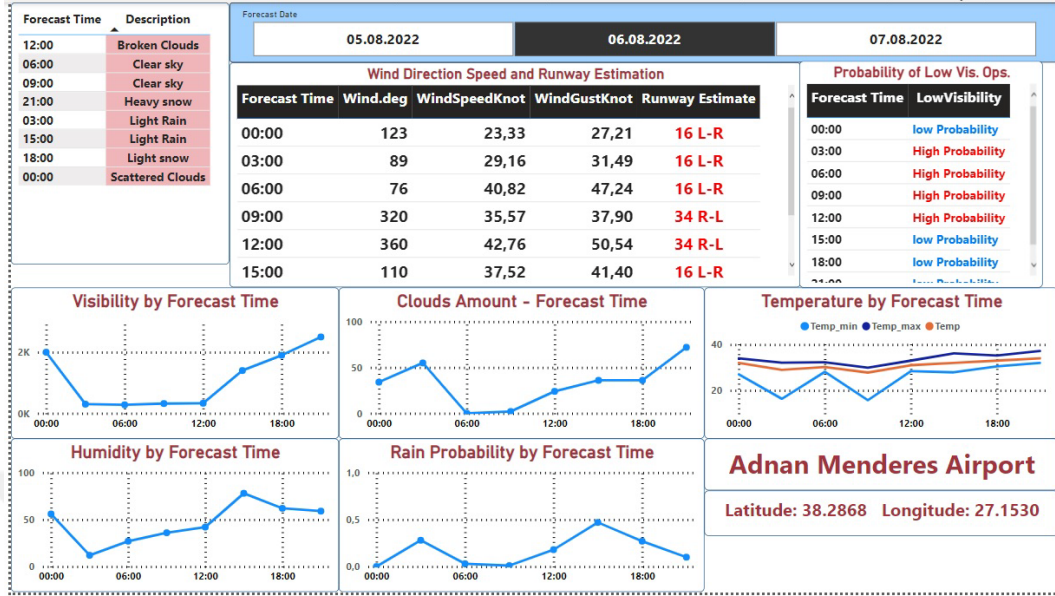
Rastgele verilerle oluşturulmuş veri seti ile raporlama sistemi test edildiğinde çıktı aşağıdaki gibi olmuştur (Şekil 23). Uçuş yoğunluğunun saatlik olarak yarattığı iş yükünü gösteren rapor için de benzer şekilde test işlemleri yapılmıştır. Bu test işlemi için rastgele oluşturulan veri seti aşağıdaki gibidir (Şekil 24 ve Şekil 25).

Şekil 23: 05.08.2022 Tarihli Meteorolojik İş Yüğü Raporu



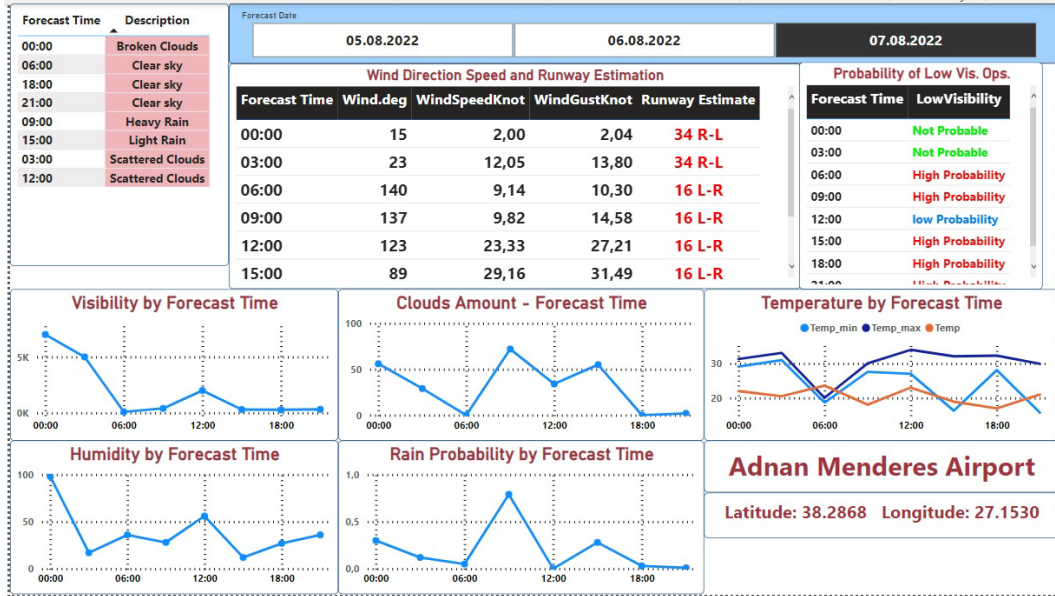
Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Şekil 24: 06.08.2022 Tarihli Meteorolojik İş Yüğü Raporu



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Şekil 25: 07.08.2022 Tarihli Meteorolojik İş Yüğü Raporu



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Uçuş yoğunluğunun saatlik olarak yarattığı iş yükünü gösteren rapor için de benzer şekilde test işlemleri yapılmıştır. Bu test işlemi için rastgele oluşturulan gelen uçuşlar veri seti aşağıdaki gibidir (Şekil 26).

Şekil 26: Rastgele Geliş Uçuşları Veri Seti

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Arr-icao	ARR-Flight_ica	Status	Aircraft_ica	Arr_Date	Arr_Time_UTC	Arr_Estimated_Date	Arr_Estimated_Time_ut	ARR-Time-Calibrated-Lo	ARR-Date-Calibrate	Arr-Time-Local
2	LTBJ	xyz123	schedule	B777	9.08.2022	01:21	9.08.2022	01:21	04:00	9.08.2022	04:21
3	LTBJ	abc234	schedule	A320	9.08.2022	01:22	9.08.2022	01:22	04:00	9.08.2022	04:22
4	LTBJ	xvy897	schedule	A318	9.08.2022	01:25	9.08.2022	01:25	04:00	9.08.2022	04:25
5	LTBJ	xyz543	schedule	E190	9.08.2022	00:15	9.08.2022	00:15	03:00	9.08.2022	03:15
6	LTBJ	abc912	schedule	B747	9.08.2022	02:34	9.08.2022	02:34	05:00	9.08.2022	05:34
7	LTBJ	abt984	schedule	A380	9.08.2022	02:56	9.08.2022	02:56	05:00	9.08.2022	05:56
8	LTBJ	xxx765	schedule	A300	9.08.2022	02:27	9.08.2022	02:27	05:00	9.08.2022	05:27
9	LTBJ	abb766	schedule	B738	9.08.2022	02:16	9.08.2022	02:16	05:00	9.08.2022	05:16
10	LTBJ	klm765	schedule	E190	9.08.2022	04:07	9.08.2022	04:07	07:00	9.08.2022	07:07
11	LTBJ	xyz124	schedule	B778	9.08.2022	04:12	9.08.2022	04:12	07:00	9.08.2022	07:12
12	LTBJ	abc235	schedule	A316	9.08.2022	04:30	9.08.2022	04:30	07:00	9.08.2022	07:30
13	LTBJ	xvy898	schedule	A314	9.08.2022	03:15	9.08.2022	03:15	06:00	9.08.2022	06:15
14	LTBJ	xyz544	schedule	E191	9.08.2022	05:46	9.08.2022	05:46	08:00	9.08.2022	08:46
15	LTBJ	abc913	schedule	B748	9.08.2022	05:51	9.08.2022	05:51	08:00	9.08.2022	08:51
16	LTBJ	abt985	schedule	A220	9.08.2022	05:19	9.08.2022	05:19	08:00	9.08.2022	08:19
17	LTBJ	xxx766	schedule	A140	9.08.2022	05:39	9.08.2022	05:39	08:00	9.08.2022	08:39
18	LTBJ	abb767	schedule	B739	9.08.2022	04:01	9.08.2022	04:01	07:00	9.08.2022	07:01
19	LTBJ	klm766	schedule	E191	9.08.2022	06:12	9.08.2022	06:12	09:00	9.08.2022	09:12
20	LTBJ	xyz125	schedule	B779	9.08.2022	06:19	9.08.2022	06:19	09:00	9.08.2022	09:19
21	LTBJ	abc236	schedule	A312	9.08.2022	06:23	9.08.2022	06:23	09:00	9.08.2022	09:23
22	LTBJ	xvy899	schedule	A310	9.08.2022	06:31	9.08.2022	06:31	09:00	9.08.2022	09:31
23	LTBJ	xyz545	schedule	E192	9.08.2022	06:44	9.08.2022	06:44	09:00	9.08.2022	09:44
24	LTBJ	abc914	schedule	B749	9.08.2022	06:18	9.08.2022	06:18	09:00	9.08.2022	09:18
25	LTBJ	abt986	schedule	A60	9.08.2022	06:33	9.08.2022	06:33	09:00	9.08.2022	09:33
26	LTBJ	xxx767	schedule	A20	9.08.2022	06:51	9.08.2022	06:51	09:00	9.08.2022	09:51
27	LTBJ	abb768	schedule	B740	9.08.2022	06:19	9.08.2022	06:19	09:00	9.08.2022	09:19
28	LTBJ	klm767	schedule	E192	9.08.2022	06:10	9.08.2022	06:10	09:00	9.08.2022	09:10
29	LTBJ	xyz126	schedule	B780	9.08.2022	07:11	9.08.2022	07:11	10:00	9.08.2022	10:11
30	LTBJ	abc237	schedule	A308	9.08.2022	07:22	9.08.2022	07:22	10:00	9.08.2022	10:22
31	LTBJ	xvy900	schedule	A306	9.08.2022	07:31	9.08.2022	07:31	10:00	9.08.2022	10:31
32	LTBJ	xyz546	schedule	E193	9.08.2022	07:51	9.08.2022	07:51	10:00	9.08.2022	10:51
33	LTBJ	abc915	schedule	B750	9.08.2022	07:11	9.08.2022	07:11	10:00	9.08.2022	10:11
34	LTBJ	abt987	schedule	A100	9.08.2022	07:22	9.08.2022	07:22	10:00	9.08.2022	10:22

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Benzer şekilde rastgele oluşturulan kalkış uçuşlarına ait veri seti aşağıdaki gibidir (Şekil 27).

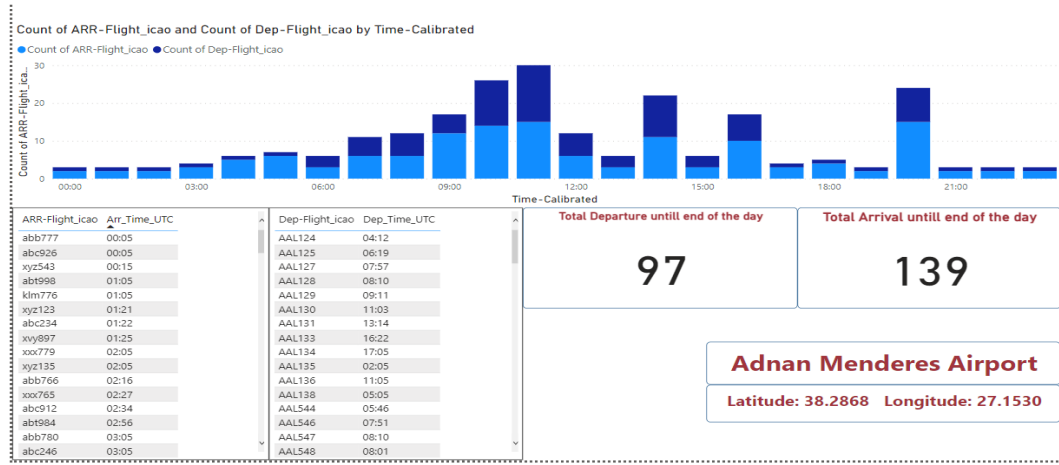
Şekil 27: Rastgele Kalkış Uçuşları Veri Seti

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Dep-icao	Dep-Flight_ica	Status	Aircraft_icao	Dep_Date	Dep_Time_UT	Dep_Estimated_Da	Dep_Estimated_Time_d	Dep-Time-Calibrated-Loc	Dep-Date-Calibrate	Dep-Time-Loc
2	LTBJ	AAL124	schedule	B778	9.08.2022	04:12	9.08.2022	04:12	07:00	9.08.2022	07:12
3	LTBJ	thy235	schedule	A316	9.08.2022	04:30	9.08.2022	04:30	07:00	9.08.2022	07:30
4	LTBJ	xvy898	schedule	A314	9.08.2022	03:15	9.08.2022	03:15	06:00	9.08.2022	06:15
5	LTBJ	AAL544	schedule	E191	9.08.2022	05:46	9.08.2022	05:46	08:00	9.08.2022	08:46
6	LTBJ	thy913	schedule	B748	9.08.2022	05:51	9.08.2022	05:51	08:00	9.08.2022	08:51
7	LTBJ	abt985	schedule	A220	9.08.2022	05:19	9.08.2022	05:19	08:00	9.08.2022	08:19
8	LTBJ	baw766	schedule	A140	9.08.2022	05:39	9.08.2022	05:39	08:00	9.08.2022	08:39
9	LTBJ	abb767	schedule	B739	9.08.2022	04:01	9.08.2022	04:01	07:00	9.08.2022	07:01
10	LTBJ	kim766	schedule	E191	9.08.2022	06:12	9.08.2022	06:12	09:00	9.08.2022	09:12
11	LTBJ	AAL125	schedule	B779	9.08.2022	06:19	9.08.2022	06:19	09:00	9.08.2022	09:19
12	LTBJ	thy236	schedule	A312	9.08.2022	06:23	9.08.2022	06:23	09:00	9.08.2022	09:23
13	LTBJ	xvy900	schedule	A306	9.08.2022	07:31	9.08.2022	07:31	10:00	9.08.2022	10:31
14	LTBJ	AAL546	schedule	E193	9.08.2022	07:51	9.08.2022	07:51	10:00	9.08.2022	10:51
15	LTBJ	thy915	schedule	B750	9.08.2022	07:11	9.08.2022	07:11	10:00	9.08.2022	10:11
16	LTBJ	abt987	schedule	A100	9.08.2022	07:22	9.08.2022	07:22	10:00	9.08.2022	10:22
17	LTBJ	baw768	schedule	A180	9.08.2022	07:57	9.08.2022	07:57	10:00	9.08.2022	10:57
18	LTBJ	abb769	schedule	B741	9.08.2022	07:10	9.08.2022	07:10	10:00	9.08.2022	10:10
19	LTBJ	kim768	schedule	E193	9.08.2022	07:22	9.08.2022	07:22	10:00	9.08.2022	10:22
20	LTBJ	AAL127	schedule	B781	9.08.2022	07:57	9.08.2022	07:57	10:00	9.08.2022	10:57
21	LTBJ	thy238	schedule	A304	9.08.2022	07:10	9.08.2022	07:10	10:00	9.08.2022	10:10
22	LTBJ	xvy901	schedule	A302	9.08.2022	07:22	9.08.2022	07:22	10:00	9.08.2022	10:22
23	LTBJ	AAL547	schedule	E194	9.08.2022	08:10	9.08.2022	08:10	11:00	9.08.2022	11:10
24	LTBJ	thy916	schedule	B751	9.08.2022	08:12	9.08.2022	08:12	11:00	9.08.2022	11:12
25	LTBJ	abt988	schedule	A260	9.08.2022	08:50	9.08.2022	08:50	11:00	9.08.2022	11:50
26	LTBJ	baw769	schedule	A340	9.08.2022	08:01	9.08.2022	08:01	11:00	9.08.2022	11:01
27	LTBJ	abb770	schedule	B742	9.08.2022	08:34	9.08.2022	08:34	11:00	9.08.2022	11:34
28	LTBJ	kim769	schedule	E194	9.08.2022	08:55	9.08.2022	08:55	11:00	9.08.2022	11:55
29	LTBJ	AAL128	schedule	B782	9.08.2022	08:10	9.08.2022	08:10	11:00	9.08.2022	11:10
30	LTBJ	thy239	schedule	A300	9.08.2022	08:12	9.08.2022	08:12	11:00	9.08.2022	11:12
31	LTBJ	xvy902	schedule	A298	9.08.2022	08:50	9.08.2022	08:50	11:00	9.08.2022	11:50
32	LTBJ	AAL548	schedule	E195	9.08.2022	08:01	9.08.2022	08:01	11:00	9.08.2022	11:01
33	LTBJ	thy917	schedule	B752	9.08.2022	08:34	9.08.2022	08:34	11:00	9.08.2022	11:34
34	LTBJ	abt989	schedule	A420	9.08.2022	08:55	9.08.2022	08:55	11:00	9.08.2022	11:55

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Oluşturulan bu rastgele veri setlerinde toplam 139 adet geliş uçuşu oluşturulmuştur bu uçuşlar farklı ve hayal ürünü çağrı adları ile oluşturulmuş ve rastgele saatler atanmıştır. Bunun yanında, benzer yöntemler ile toplam 97 adet kalkış uçuşu oluşturulmuştur. Toplam uçuş sayısını bu iki veri setinde oluşturulan toplam uçuşları toplayarak 236 adet olarak bulabiliyoruz. Rastgele uçuş veri setleri ile Raporlama sisteminde oluşan iş yükü raporu Şekil 28'deki gibidir. İş yükü raporunda elde edilen meteorolojik veriler tahmin saatleri sırasında Meydan kontrol ünitesinden yaşanan hava şartları gözlemlenerek karşılaştırılmıştır.

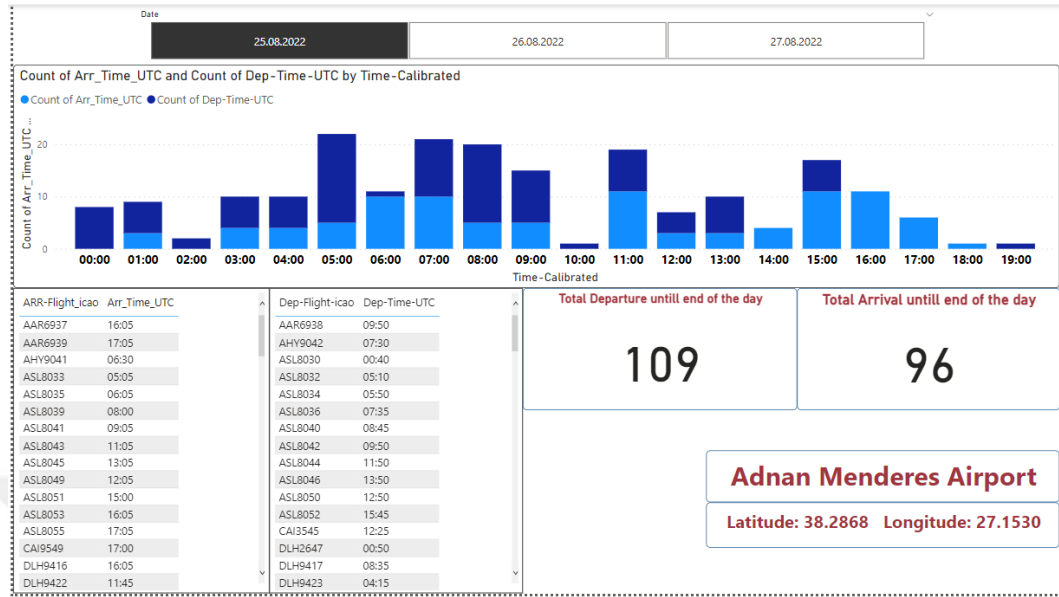
Şekil 28: Rastgele Verilerle Oluşan Uçuş Yoğunluğu İş Yüğü Raporu



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Meteorolojik tahmin verileri test edildikten sonra raporlama sisteminin çıktısı olan uçuş yoğunluğu durumu ile gerçekleşen uçuş yoğunluğu karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırılma yapılırken Meydan Kontrol ünitesindeki uçuş kayıtlarının tutulduğu uçuş plan striplerinden yararlanılmıştır. Uçuş plan stripleri üzerinde iniş kalkış saatlerine göre gruplandırmalar yapılmış ve test edilen saat grubuna ait toplam planlı iniş kalkış sayılarına ulaşılmıştır. Bu noktada tahmini iş yükü raporunda uçuş yoğunluğunun saat bazında değişimi ile gerçekleşen uçuşların oluşturduğu saatlik uçuş yoğunluğu arasında farklar tespit edilmiştir. Yapılan gözlemler ve sorumlu ATC'ler ile yapılan görüşmeler sonunda bu farklılığın havalimanı operasyonlarının ve hava trafik çevresinin dinamik yapısı sebebiyle yaşanabilen gecikmeler, plan değişiklikleri gibi etkenlerden kaynaklı olabildiği anlaşılmıştır. Bunun yanında plansız olarak veya yerel usullerle ve kurallarla gerçekleşen uçuşların bu farklılığı yaratabileceği sonucuna varılmıştır. Adnan Menderes Havalimanı Örneğinde, havalimanının kuzey doğu sınırına yakın bölgede bulunana Gaziemir askeri havalimanı uçuşlarının da uçuş yoğunluğunu etkilediği tespit edilmiştir.

Şekil 29: 25.08.2022 Tahmini Planlı Uçuşlar İş Yüğü Raporu



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

2.3. KISITLAR

Meteorolojik veriler tahmin verileridir. Tahmin verileri gelecek zaman dilimleri ile ilgili öngörüler sunmaktadır. Bu anlamda son kullanıcının rapor çıktılarında bu durumu göz önünde bulundurması gerekmektedir. Buna ek olarak meteorolojik tahminlerin yakın gelecek için doğruluk oranı daha yüksek olabilmektedir. Rapor sisteminde gelecek 3 gün için iş yükü raporu görülebilmektedir. Meteorolojik verilerin tahmin süresi uzadığında doğruluk oranlarındaki düşüş göz önünde bulundurulmalıdır.

Raporlama sisteminde kullanılan uçuş verileri planlanan uçuş bilgilerini kapsamaktadır. Ancak havalimanı operasyonlarında zaman zaman yaşanan plansız uçuşlar da gerçekleşmektedir. Örnek olarak aniden meydana gelen bir yangın için uçuş yapan uçaklar veya helikopterler düşünülebilir. Raporlama sistemi bu gibi durumlarda meydana gelen plansız uçuşları hesaba katmamaktadır. Bunun yanında raporlama sistemi rapor istendiği an itibari ile planlanan uçuşlarda meydana gelen gecikmeleri hesaba katar ve bu anlamda hassas bir rapordur. Ancak havalimanı operasyonlarında

planlı uçuşlarda anlık gecikmeler yaşanabilmektedir. Raporlama sistemi bu anlık gecikmeleri hesaba katmamaktadır.

Raporlama sistemi'nin test edildiği havalimanı olarak İzmir Adnan Menderes Havalimanı seçilmiştir. Sistem testlerinin yapıldığı dönem yaz aylarına denk gelmektedir. Bu süreç içerisinde Adnan Menderes Havalimanında ve hattağa İzmir şehrinde hava durumu ani değişiklikler göstermemektedir. Bahsi geçen aylarda İzmir şehrinde yağmurlu yağışları görülmemektedir. Bunun yanında sis, pus gibi görüş seviyesini etkileyecek olaylar da nadiren gerçekleşmektedir. Rüzgâr yönü de genellikle kuzeyli yönlerden esmektedir. Bu anlamda baktığımız zaman sistemin test aşamasında radikal değişkenlik göstermeyen meteorolojik veriler kullanılmaktadır. Bu durum düşünülerek rastgele değerler ile veri seti oluşturulmuştur. Rastgele oluşturulan bu veri seti sistemin test aşamasında kullanılmıştır.

Sistemin gerçekleşen meteorolojik veriler ile test edilmesi aşamasında gerçekleşen verilere ulaşılabildiği sürece aralıklarla bu veriler kaydedilmiş ve daha sonra tablo haline getirilmiştir. Tablo haline getirilen bu veriler sistemin çıktısı olan tahminler ile karşılaştırılmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMANIN GERÇEKLENMESİ

3.1. RAPORLAMA SİSTEMİNİN GERÇEKLENMESİ

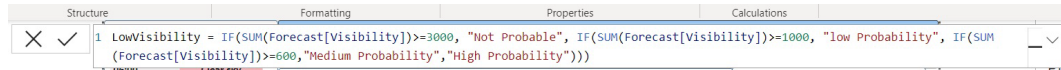
Raporlama sisteminin geliştirilmesi aşamasında Microsoft firmasının bir ürünü olan PowerBI programı kullanılmıştır. PowerBI uygulaması günümüzde artan iş analizi ihtiyaçlarına etkili bir şekilde cevap veren zengin görselleştirme seçenekleri olan bir yazılımdır. PowerBI uygulaması yapısı gereği hem masaüstü formatında hem de mobil formatta raporlar oluşturmaya imkân tanımaktadır. Bütün bunların yanında powerBI uygulaması için kullanılabilecek görsel araçlar dünya genelinde hem gönüllü kişiler hem de profesyonel şirketler sayesinde her geçen gün artmakta ve yeni imkânlar sunmaktadır.

Raporlama sistemi kapsamında görselleştirme işlemlerinin yanında kullanılacak verileri sisteme alma, verileri temizleme, verileri düzenleme daha sonra bu veriler kullanılarak yazılan formüller ve kodlar sayesinde yeni veriler oluşturma işlemleri de yapılmaktadır. Bütün bu işlemler bir bütün olarak powerBI yapısı içinde yapılabilmektedir. Power Query aracılığı ile veri üzerinde yapılması gereken işlemler kolayca yapılabilmektedir. “M” dili ve “DAX” ifadeleri aracılığı ile mevcut verilerden işimize yarayacak yeni veriler oluşturulabilmektedir. Bütün bu etkenler değerlendirildiğinde raporlama sisteminin geliştirilmesi aşamasında powerBI uygulamasının kullanımı öne çıkmıştır.

Raporlama sisteminin gerçekleştirilmesine öncelikle power Query üzerinde alınan verilerin düzenlemeleri yapılmıştır. API aracılığıyla gelen meteorolojik tahim verileri üzerinde şu işlemler yapılmıştır; öncelikle tablo halinde gelen veriler üzerinde API sorgu detaylarının bulunduğu kolonlar çıkartılmıştır. Ardından ayrı ayrı kolonlar halinde bulunan şehir ID’s, şehir adı, ülke adı, nüfus, ülke adı, saat dilimi gibi tekrarlı verilerin olduğu kolonlar temizlenmiştir. Gereksiz kolonlar tablodan çıktıktan sonra verileri işe yarar hale getirmek için gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Bu aşamada öncelikle bütün verilerin doğru veri tipinde olması sağlanmıştır. Sıcaklık, koordinat gibi veriler ondalıklı veri tiplerine dönüştürülmüştür. Meteorolojik verileri görselleştirme araçlarında etkin bir şekilde kullanabilmek için powerBI programının

güçlü bir özelliği olan ölçüler oluşturulmuştur. API aracılığıyla metre/sn formatında gelen rüzgar verileri “WindSpeedKnot = [WindSpeedmeters]*1.943844” gibi formüller aracılığıyla dönüştürülmüş ve knot cinsinden kullanıma uygun hale getirilmiştir. Bunun yanında görüş değerinin değişkenliğine bağlı olarak kullanıcıya yazı ile uyarı veren bir ölçü oluşturulmuştur (Şekil 30).

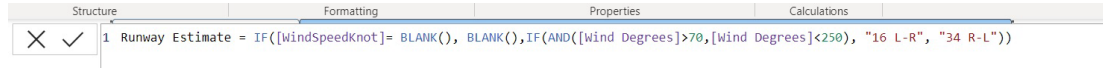
Şekil 30: Düşük Görüş Uyarı Kod Blokları



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Ardından rüzgâr yönünün raporun öncelikli olarak uygulandığı Adnan Menderes Havalimanında bulunan pist seçimine etkisini gösteren ve tahmini pist seçimi konusunda fikir verecek bir ölçü oluşturulmuştur (Şekil 31).

Şekil 31: Rüzgâr - Pist Seçimi Uyarısı Kod Blokları



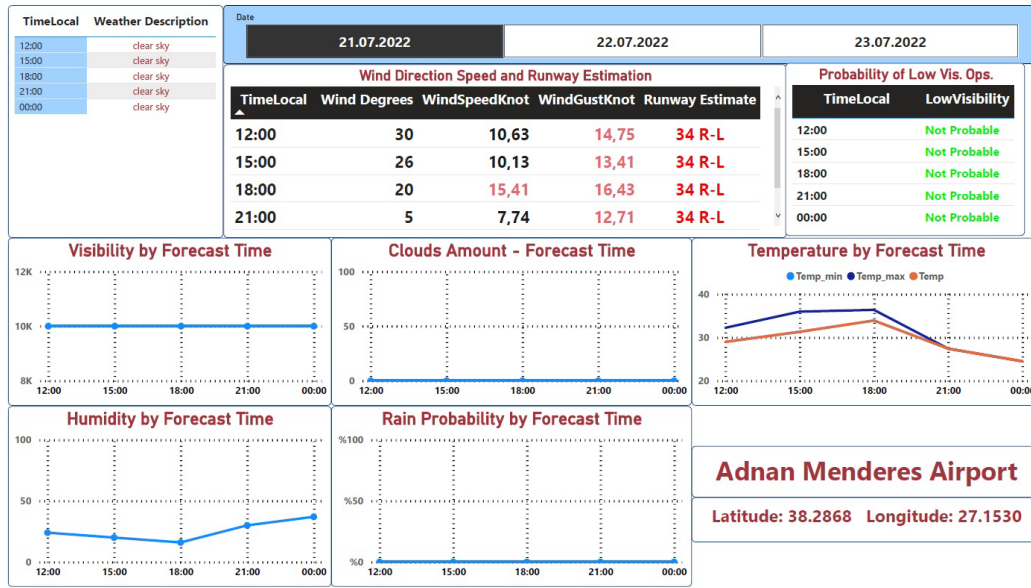
Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Meteorolojik veriler üzerinde yapılan çalışmalardan sonra yine API aracılığıyla elde edilen uçuş bilgileri verileri üzerinde çalışmalar yapılmıştır. API aracılığı ile uçuş bilgileri toplamda iki farklı sorguda elde edilmektedir, bir sorgu ile planlanan kalkış uçuşlarının bilgileri alınmaktadır ve bir başka sorgu ile de planlanan iniş uçuşlarının bilgileri elde edilmektedir. Elde edilen uçuş bilgilerini içeren tablolar üzerinde power query uygulaması üzerinde birtakım veri temizliği işlemleri yapılmıştır. Kalkış ve iniş planları için havalimanı icao kodu, havalimanı iata kodu, uçuş numarası, havalimanı körük numarası, havayolu şirketi icao kodu, sorguyu gönderen tarafın koordinatları gibi bilgileri içeren kolonlar kaldırılmıştır. API sorgusu ile gelen verilerde tarih ve saat bilgileri tek bir hücrede gelmektedir. Bu sebeple uçuş bilgisinin planlanan tarih ve

saatini içeren veri kolonu tarih ve saat ayrı ayrı kolonlar olacak şekilde bölünmüştür. İki farklı kolon olan tarih ve saat kolonlarının veri tipleri düzenlenmiştir. Bu düzenlemelerin ardından planlı uçuş saatlerinin saatlik düzende görselleştirilebilmesi için bir ölçü oluşturulmuştur ve uçuş planlarının saatlik olarak kalibre edilmiş hali kullanılır hale gelmiştir. Örneğin 12:00 ile 13:00 saat dilimi arasındaki bütün uçuşlar 12:00 saat dilimine dâhil olacak şekilde düzenlenmiştir.

Rapor sisteminin görselleştirme bölümü iki ayrı sayfadan oluşmaktadır. Bir sayfa meteorolojik verilerin görselleştirilmesi ve diğer sayfa da uçuş bilgilerinin görselleştirilmesi olarak planlanmıştır. Şekil 32’de meteorolojik verilerin görselleştiği sayfa görülmektedir.

Şekil 32: Adnan Menderes Havalimanı Meteorolojik İş Yüğü Raporu Örneği



Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir.

Şekil 32’de görüldüğü gibi rapor sayfasının sol üst köşesinde yerel olarak gözlem saatinde hava durumunun özet tanımını veren bir tablo bulunmaktadır. Sayfanın üst orta bölümünde gözlem tarihinin seçilebileceği bir kısım vardır ve kullanıcının istediği tarihi seçmesi sağlanmıştır. Bu bölümün altında rüzgâr şiddeti, yönü ve pist tahminlemesinin yerel gözlem saatine göre tablo halinde gösterildiği görsel

bulunmaktadır. Bu tablonun yanında yine yerel gözlem saatine göre düşük görüş operasyonu gerçekleşme ihtimalini belirten bir tablo bulunmaktadır. Bütün bu bölümlerin altında rapor sayfasının sağından itibaren görüş, bulutluluk, sıcaklık, işba, yağış olasılığı değerlerinin yerel gözlem saatine göre değerlerini gösteren tablolar bulunmaktadır. Sayfanın sağ alt köşesinde de raporun ait olduğu havalimanı bilgileri bulunmaktadır.



SONUÇ

Tez kapsamında gerçekleştirilen uygulama ile elde edilen raporlar öncelikli olarak İzmir Adnan Menderes Havalimanı için test edilmiştir. Raporlar ile elde edilen bulutluluk raporu sayesinde gelecek saat dilimleri için tahmini meteoroloji farkındalığı artmıştır. Durum Havalimanında Kontrol Kulesinde çalışan Hava Trafik Kontrolörleri tarafından olumlu geri dönüşler şeklinde değerlendirilmiştir.

Bu durumun yanında raporlar sayesinde elde edilen rüzgâr şiddeti ve yönü tahminleri sayesinde gelecek saat dilimleri için kullanılacak pist seçimi konusunda daha hazırlıklı olma imkânı olmuştur.

Son olarak havaimanı operasyonlarını zorlayan değişkenlerden birisi olan görüş değişkeni hakkındaki tahmini veriler sayesinde gelecek saat dilimlerinde havalimanı operasyonunun evrilebileceği durum ile ilgili farkındalık artmış ve ön hazırlık konusunda fayda sağlamıştır.

Yapılan uygulama havacılık camiasında kritik ve riskli bir görev gerçekleştiren Hava Trafik Kontrolörleri için aldıkları kararlarda daha çok veriyi analiz edip daha doğru ve hızlı kararlar alınmasını sağlamıştır. Bunun yanında elde edilen raporlar saklanarak orta ve uzun dönemde kıymetli bir veri tabanı oluşturacaktır.

Tez kapsamında geliştirilen uygulama geleceğe yönelik olarak geliştirmeye açık yapıdadır. Raporlama sistemini besleyen bazı veriler tahmin verileridir. Raporlama sisteminin kalitesi bu tahmin verilerinin gerçekleşen duruma yakın olup olmamasıyla ilgilidir. Bu noktadan bakınca ilerleyen zamanlarda sistem her bir veri seti için birden fazla veri kaynağından gelen veriler ile beslenebilir ve raporda kullanılacak veriler birçok veri kaynağından gelen verilerin ortak değerlendirilmesi sonucu oluşturulabilir.

Bunun yanında raporlama sistemimiz öncelikli olarak Adnan Menderes Havalimanı örneği üzerinde test edilmiştir. Ancak havalimanı bilgilerini edindiğimiz veri setinde dünya genelinde 41.250 adet havalimanı için bilgiler bulunmaktadır. Dolayısıyla sitem yapısı gereği dünya üzerindeki 41.250 havalimanı için genişletilecek yapıdadır.

Raporlama sistemi verileri bilgi haline getirmekte ve zengin görseller aracılığıyla sunmaktadır. İlerleyen zamanlarda bütün değişkenleri belirli iş yükü

katsayıları ile değerlendirecek bir yapı oluşturulup rapor sistemine iş yükünü tek bir değer şeklinde de belirtebilecek bir değişken oluşturulabilir.

Tez kapsamında geliştirilen raporlama sistemi farklı kaynaklardan alınan ham veriyi son kullanıcı önüne anlamlı bilgi halinde sunmayı hedeflemektedir. Son kullanıcı olan meydan kontrol ünitelerinde çalışan ATC'ler ve meydan kontrol ünitelerinde çalışma düzenlerini oluşturan sorumlular raporlarda sunulan bilgiler yardımı ile karar verme aşamalarında bilgiye dayalı kararlar alabileceklerdir. Bunun yanında, havacılık özelinde uzmanlaşmış bir bölüm olan meydan kontrol ünitelerini hedef alan raporlama sistemi, karar destek sistemlerinin kullanım alanının genişlemesine katkıda bulunacaktır.



KAYNAKÇA

Airports Coincil International. (11.04.2022). *The top 10 busiest airports in the world revealed.*

<https://aci.aero/2022/04/11/the-top-10-busiest-airports-in-the-world-revealed/>, (20.05.2022).

Avcı, A. (2019). *Cerrahi Yoğun Bakım Ünitelerinde Hemşirelik İş Yükü Algısı Ve İş Yükünün İncelenmesi.* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Aviationfile. *Aviation Figures and Schemes.*

<https://www.aviationfile.com/aviation-figures-and-schemes/>, (01.11.2021).

Aviationfile. *Aviation-Data-Download.*

<https://www.aviationfile.com/aviation-data-download/>, (17.09.2021).

Aviationfile. (9 Mayıs 2022). *Tenerife Airport Disaster – 27 March 1977.*

<https://www.aviationfile.com/tenerife-airport-disaster-27-march-1977/>, (20.05.2022).

Aqel, M.J., Nakshabandi, O.A. ve Adeniyi, A. (2019). Decision support systems classification in industry. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences.* 7(2): 774-785.

Adem, A., Yılmaz Kaya, B., Çakıt, E. ve Dağdeviren, M. (2022). Üretim Sistemlerindeki Dijital Dönüşümün İş Etüdü Teknikleri Üzerindeki Etkisi. *Verimlilik Dergisi.* 110-122.

Baykara, M. (3 Mart 2017). *Gereksinim Analizi Süreci ve Önemi.*

<https://muhammetbaykara.com/2017/03/03/gereksinim-analizi-sureci-ve-onemi/>, (13.09.2021).

Britannica. *Tenerife Airline Disaster*.

<https://www.britannica.com/event/Tenerife-airline-disaster>, (18.07.2022).

Cüceloğlu, D. (1994). *İnsan ve Davranışı. Psikolojinin Temel Kavramları*. İstanbul: Remzi Kitabevi.

Çınar, E. (2010). *Hava Trafik Kontrol Hizmetlerinde Algılanan Hizmet Kalitesi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Çubukçu, C. (2016). Sistem Analistlerinin Dijital Çağ ile Birlikte Değişen Roller ve Kullandıkları Yeni Yöntemler. *Academic Platform - Journal of Engineering and Science*. 4(2): 37-40.

DHMI (Devlet Hava Meydanları İşletmesi). *2021 Yılı İstatistikler*.

<https://www.dhmi.gov.tr/Sayfalar/Istatistikler.aspx>, (20.05.2022).

DHMI (Devlet Hava Meydanları İşletmesi). (Mayıs 2020). *2019 Havayolu Sektör Raporu*.

<https://www.dhmi.gov.tr/Lists/HavaYoluSektorRaporlari/Attachments/13/2019%20Havayolu%20Sekt%C3%B6r%20Raporu.pdf>, (02.09.2021).

DHMI (Devlet Hava Meydanları İşletmesi). (Mayıs 2021). *2020 Havayolu Sektör Raporu*.

https://www.dhmi.gov.tr/Lists/HavaYoluSektorRaporlari/Attachments/14/2020_Havayolu_Sektor_raporu.pdf, (03.09.2021).

FAA (Federal Aviation Administration). *Airport Traffic Control - Terminal / Runway Selection*.

https://www.faa.gov/air_traffic/publications/atpubs/atc_html/chap3_section_5.html, (21.05.2022).

Garg, H. (2017). A novel improved accuracy function for interval valued Pythagorean fuzzy sets and its applications in the decision-making process. *International Journal of Intelligent Systems*. 32(12): 1247-1260.

Gallegos, F. (1999). Decision Support Systems: An Overview. Information Strategy. *The Executive's Journal*. 15(2): 42-46.

Ginzberg, M.J. ve Stohr, E.A. (1982). *Decision Support Systems: Issues and Perspectives*.

Gorry, G.A. ve Morton, M.S. (1971). A Framework for Management Information Systems. *Sloan Management Review*. 13(1): 55-70.

Goslar, M.D. ve Brown, S.W. (1986). Decision Support Systems: Advantages in Consumer Marketing Settings. *Journal of Consumer Marketing*. 3(3): 43-50.

Gökşen, Y. ve Kılıç, S. (2011). Yönetici Etkinliğinin Sağlanması Sürecinde Karar Destek Uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 13(1): 81-95.

Hasan, M.S., Ebrahim, Z., Mahmood, W.H.W. ve Ab Rahman, M.N. (2017). Decision Support System Classification and its Application in Manufacturing Sector: A Review. *Jurnal Teknologi*. 79(1): 153-163.

Havaliman. *Boeing B737-800 Yolcu Kapasitesi ve Özellikleri*.
<https://www.havaliman.com/boeing-b737-800-yolcu-kapasitesi-ve-ozellikleri/>,
(03.11.2021).

Hidayat, R. ve Situmorang, G.L. (2019). Analysis Of The Effect Of Work Loads On Employee Performance Of The Production Operator In Pem Plant Pt. Schneider

Electric Manufacturing Batam. In *1st International Conference on Applied Economics and Social Science (ICAESS 2019)* (ss. 136-142). Atlantis Press.

Holsapple, C.W. (2008). DSS Architecture and Types. *Handbook on Decision Support Systems 1: Basic Themes* (ss.163-189). Derleyenler F. Burstein ve C.W. Holsapple. Heidelberg: Berlin Springer.

Holsapple, C.W., Whinston, A.B., Benamati, J.H. ve Kearns, G.S. (1996). *Instructor's manual with test bank to accompany decision support systems: a knowledge-based approach*. Minneapolis: West Publishing.

HTKS (Hava Trafik Kontrolörleri Sendikası). *DHMI (Devlet Hava Meydanları İşletmesi) Meydan Kontrol Teori Ders Notları*.
<http://www.htks.org/htks/documents/MEYDAN%20KONTROL.pdf>, (18.10.2021).

FAA (Federal Aviation Administration) Safety. *Final Report and Comments of The Netherlands Aviation Safety Board*.
<https://www.faa.gov/files/gslac/courses/content/232/1081/finaldutchreport.pdf>, (20.05.2022).

Ops Group. (1 Şubat 2017). *ICAO (International Civil Aviation Organization) Doc4444, Procedures for Air Navigation Services Air Traffic Management*.
<https://ops.group/blog/wp-content/uploads/2017/03/ICAO-Doc4444-Pans-Atm-16thEdition-2016-OPSGROUP.pdf>, (03.10.2021).

SkyRise. (Mart 2017). *ICAO (International Civil Aviation Organization) Air Traffic Services - Annex 11*.
<http://skyrise.aero/wp-content/uploads/2017/03/ICAO-Annex-11-Air-traffic-services.pdf>, (05.10.2021).

Johnstone, M. (1989). *Stress in Teaching. An Overview of Research*. Scottish Council for Research in Education, 15 St. John Street, Edinburgh, Scotland EH8 8JR (L4. 20).

Karahasan, B. (18 Eylül 2020). *PyQt Nedir? Qt Designer Nedir? Python Arayüz Tasarımı*.

<https://birhankarahasan.com/pyqt-nedir-qt-designer-nedir-python-arayuz-olusturma>, (02.11.2021).

Klein, M.R. ve Grubbstrom R.W. (1998). Using OPTRANS object as a KB-DSS development environment for designing DSS for production management. *European Journal of Operational Research*. 109(2): 264-285.

Levi, L. (1965). The Urinary Output of Adrenaline and Noradrenaline During Pleasant and Unpleasant Emotional States. *Psychosomatic Medicine*. 27(1): 80-85.

OECD Data. *Labour force*.

<https://data.oecd.org/emp/labour-force.htm>, (21.07.2022).

OpenWeatherMap. *Pricing*.

<https://openweathermap.org/price>, (21.10.2021).

Pooley, D. ve Robson, D. (2011). *The Air Pilot's Manual 3: Aviation Law & Meteorology*. West Sussex: Pooley's Air Pilot Publishing.

Power, D.J. ve Heavin, C. (2017). *Decision Support, Analytics, and Business Intelligence*. New York: Business Expert Press.

Power, D.J. (2002). *Decision Support Systems: Concepts and Resources for Managers*. United States of America: Greenwood Publishing Group, Inc.

Prospects. (Ocak 2022). *Air Traffic Controller*.

<https://www.prospects.ac.uk/job-profiles/air-traffic-controller/>, (21.05.2022).

PYPL. (September 2021). *Popularity of Programming Language*.

<https://pypl.github.io/PYPL.html>, (08.10.2021).

DHMI (Devlet Hava Meydanları İşletmesi). *Statistics*.

<https://www.dhmi.gov.tr/Sayfalar/EN/Statistics.aspx>, (07.10.2021).

Seker, S.E. (2015). Yazılım Geliştirme Modelleri ve Sistem/Yazılım Yaşam Döngüsü. *YBS Ansiklopedi*. 2(3): 18-29.

Skybrary. *B742 / B741, Tenerife Canary Islands Spain, 1977*.

<https://skybrary.aero/accidents-and-incidents/b742-b741-tenerife-canary-islands-spain-1977/>, (20.05.2022).

Skybrary. *Runway Designators*.

<https://skybrary.aero/articles/runway-designators/>, (21.05.2022).

Statista. (Ekim 2021). *Number of flights performed by the global airline industry from 2004 to 2022*.

<https://www.statista.com/statistics/564769/airline-industry-number-of-flights/>, (30.11.2021).

Sucu, M. (2021). Karar Destek Sistemleri ve İş Zekâsı Uygulamalarının İşletmeler Açısından Önemi: Bir Literatür Araştırması. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 44: 261-283.

Tecim, V. (2004). *Sistem Geliştirme Yaşam Döngüsü*.

<http://debis.deu.edu.tr/userweb//vahap.tecim/dosyalar/sgyd.pdf>, (15.10.2021).

Torun, A. (1997). *Stres ve Tükenmişlik, Endüstri ve Örgüt Psikolojisi*. Ankara: Türk Psikologlar ve Kal-der Yayınları.

THK (Türk Hava Kurumu) Uçuş Akademisi. *CESSNA 172 SKYHAWK*.
<http://www.tuathk.com/TR%2C178/cessna-172-skyhawk.html>, (03.11.2021).

University of Oxford – News & Events. (24.10.2019). *Happy workers are 13% more productive*.
<https://www.ox.ac.uk/news/2019-10-24-happy-workers-are-13-more-productive>,
(14.09.2021).

Wickens, C.D., Mavor, A.S. ve McGee, J.P. (1997). *Flight to the Future: Human Factors in Air Traffic Control*. Washington, D.C.: National Academy Press.

Yang, G., Liu, L., Guo, P. ve Li, M. (2017). A flexible decision support system for irrigation scheduling in an irrigation district in China. *Agricultural Water Management*. 179: 378-389.

Yıldız, D. (2022). Bilgi Sistemi Yazılım Geliştirme Yaşam Döngüsü Safhalarından Gereksinim Belirleme ve Sistem Tasarımında Kalite Odaklılık: Üç Proje İncelemesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*. 15(1): 55-64.

Yıldızlı, H. (2019). İhtiyaç Belirleme-Görüşme, Gözlem, Kaynak Tarama Teknikleri ve Örnek Uygulamalar. *Eğitimde Örnekleriyle Gereksinim Analizi* (ss. 145-192). Ankara: Anı Yayıncılık.