

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAVA TAŞIMACILIĞINDA SEÇİLEN BİR HAVA YOLU
FİRMASININ TÜRKİYE'YE SAĞLADIĞI EKONOMİK ETKİNİN
ANALİZİ**

KÜBRA SÖZER

KOCAELİ 2025

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAVA TAŞIMACILIĞINDA SEÇİLEN BİR HAVA YOLU
FİRMASININ TÜRKİYE'YE SAĞLADIĞI EKONOMİK ETKİNİN
ANALİZİ**

KÜBRA SÖZER

**Doç.Dr. Yıldız Şahin
Danışman, Kocaeli Üniv.**

.....

**Dr. Öğr. Üyesi Mehlika Kocabaş Akay
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.**

.....

**Prof.Dr. Semra Birgün
Jüri Üyesi, Doğu Üniversitesi**

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 31.01.2025

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez/proje çalışmada,

- Bu tezin/projenin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu,
- Çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi,
- Bu çalışmanın Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin/Projenin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez/proje çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

Bu tez/proje çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum/kuruluş tarafından maddi/alt yapı desteği ile desteklenmemiştir.

Bu tez/proje çalışması kapsamında üretilen veri ve bilgiler tarafından no'lu proje kapsamında maddi/alt yapı desteği alınarak gerçekleştirilmiştir.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Kübra SÖZER

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/projemin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma izninin Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin/projemin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanımı bana ait olacaktır.

Tezin/projenin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin/projenin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

Enstitü yönetim kurulu kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.

Enstitü yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir.

Tezim/projem ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

Kübra SÖZER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Ülkemizde bayrak taşıyıcı olarak 1933 yılından günümüze kadar hizmet veren Türk Hava Yolları'nın Türkiye ekonomisine etkisi oldukça önemli bir yer kaplamaktadır. Gelecek yıllarda bu oran büyüyerek daha fazla katkı sunmaya devam edecektir. Her sektör gibi ülkesinin kalkınmasına destek veren bu şirketin de sağladığı gelir, gerçekleştirdiği operasyonlarla turizm ve kültür açısından ülkemize katkısı ve yurt dışındaki temsiliyeti yadsınamaz. Bu tez çalışmasının amacı havacılık sektöründe seçili hava yolunun Türkiye'ye geleceğe yönelik ekonomik katkı beklentisini incelemektir.

Öncelikle bu çalışmada danışmanlığımı üstlenen ve her aşamada desteklerini esirgemeyen değerli tez hocam Doç. Dr. Yıldız Şahin'e teşekkür ederim.

Sürecin en başından beri çalışmamda ekonomik etkinin hesaplanması ve geliştirme sağlanması konusunda bana destek veren ekip arkadaşlarıma özellikle Sümeyye Çangal ve Bora Erdoğan'a teşekkürlerimi iletiyorum.

En büyük teşekkürümü hayatımın her aşamasında koşulsuz yanımda olan ve beni destekleyen babam Kamil Sözer annem Nurhan Sözer ve kardeşim Halenur Sözer'e iletiyorum.

Ocak-2025

Kübra SÖZER

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ.....	i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. HAVACILIK SEKTÖRÜNÜN GELİŞİMİ	3
2.1. Chicago Sözleşmesi	4
2.2. Deregülasyon (Serbestleşme).....	5
2.3. Deregülasyon Etkisiyle Sektördeki Yapısal ve Ekonomik Değişim	7
2.4. Havacılık Endüstrisinde Yeni İş Modelleri ve Pazar Stratejileri	9
3. HAVA YOLU TAŞIMACILIĞI VE EKONOMİK BEKLENTİLER	12
3.1. Dünyada Havacılık Sektörünü Etkileyecek Ekonomik Beklentiler.....	12
3.2. Dünya GYSİH Değişimi	13
3.2.1. 2025 Dünya Ekonomik Beklentiler	13
3.3. Dünya Yolcu Trafığı	16
3.4. Diğer Krizlere Göre COVID-19 Pandemisinin Etkisi	22
3.5. Türkiye Yolcu Trafığı	26
4. TÜRK HAVA YOLLARI VE TÜRKİYE EKONOMİSİ.....	33
4.1. Geçmişten Günümüze Türk Hava Yolları	33
4.2. Hava Yolu Büyümesi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi	40
5. LİTERATÜRDE EKONOMİK ETKİ ANALİZİ.....	43
6. YÖNTEM	45
6.1. Yöntem Literatür Taraması.....	46
6.2. Zamana Bağlı Tahminleme Yöntemleri	48
6.2.1. Box-Jenkins Yöntemi (ARIMA)	48
6.2.2. SARIMAX.....	50
6.3. Makine Öğrenmesi Modelleri	51
6.3.1. XG Boost (Gradient Boosting) Modeli	51
6.3.2. Rastgele Orman (Random Forest) Modeli.....	52
6.4. Yapay Sinir Ağı Modelleri.....	53
6.4.1. LSTM (Uzun Süreli Bellek) Modeli.....	53
7. UYGULAMA.....	56
7.1. Analizde Kullanılacak Veri Seçimi	56
7.2. Veriler Arası Korelasyon	58
7.3. Yolcu Geliri Analizi.....	59
7.3.1. Yolcu Geliri Normal Dağılım Analizi	59
7.3.2. Yolcu Geliri Aykırı Değer (Outlier) Analizi	60
7.4. Kargo Geliri Analizi	60
7.4.1. Kargo Geliri Normal Dağılım Analizi.....	60

7.4.2. Kargo Geliri Aykırı Değer (Outlier) Analizi	61
7.5 Diğer Gelirlerin Analizi	61
7.5.1. Diğer Gelirlerin Normal Dağılım Analizi	61
7.5.2 Diğer Gelirlerin Aykırı Değer (Outlier) Analizi	62
7.6. Dış Hat Yolcu Sayısı Analizi	62
7.6.1. Dış Hat Yolcu Sayısı Normal Dağılım Analizi	62
7.6.2. Dış Hat Yolcu Sayısı Aykırı Değer (Outlier) Analizi	63
7.7. Personel Giderleri Veri Seti Analizi	63
7.7.1. Personel Giderleri Aykırı Değer (Outlier) Analizi	64
7.8. Verilerin Tahminlemesi	65
7.8.1. ARIMA Modeli Tahmin Sonuçları	67
7.8.2. SARIMAX Modeli Tahmin Sonuçları	68
7.8.3. Random Forest Modeli Tahmin Sonuçları	69
7.8.4. XG Boost Modeli Tahmin Sonuçları	70
7.8.5. LSTM Modeli Tahmin Sonuçları	72
7.9. SARIMAX Modelinin Seçilmesiyle Gelecek Verilerin Tahmini	74
7.10. Ekonomik Etki Hesaplama Metodu	76
7.11. Hesaplamalar	77
7.11.1. Net Katkı	78
7.11.2. Gelirlerin Doğrudan ve Dolaylı Katkılarının Hesaplanması	78
7.11.3. Teşvik Edilmiş Katkı Hesabı Metodu	79
7.11.4. Turizm Katkısı Hesabı Metodu	79
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	81
KAYNAKLAR	84
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	88
ÖZGEÇMİŞ	89

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	2024 GYSİH dağılımı, IMF-WEO.....	13
Şekil 3.2.	Dünya GYSİH gelişimi, IMF-WEO.....	14
Şekil 3.3.	Nüfusu yoğun GYSİH, Global Outlook for Air Transport	15
Şekil 3.4.	Dünya yolcu sayısı, IATA Industry Statistics	17
Şekil 3.5.	Dünya trafiği (Milyon), IATA Industry Statistics.....	17
Şekil 3.6.	Bölge bazlı yolcu sayısının % artışı, IATA Outlook 2024.....	21
Şekil 3.7.	2024 yılı iç hat kapasitesi ülke sıralaması, OAG	22
Şekil 3.8.	Krizlerin ÜYK'ya etkisi, IATA Outlook 2024	22
Şekil 3.9.	COVID-19 krizi küresel ÜYK değişimi.....	23
Şekil 3.10.	Küresel kargo kapasitesi (FTK)	25
Şekil 3.11.	Türkiye hava yollarının uçak sayısı, SHGM 2023 Yıllık Rapor.....	28
Şekil 4.1.	Filo gelişimi, Türk Hava Yolları- Butikten Zirveye 2023.....	34
Şekil 4.2.	Nokta gelişimi, Türk Hava Yolları-Butikten Zirveye 2023	35
Şekil 4.3.	Türk Hava Yolları yolcu sayısı, Butikten Zirveye 2023	36
Şekil 4.4.	Türk Hava Yolları ÜYK, Yatırımcı İlişkileri.....	37
Şekil 4.5.	Yolcu dış hat pazar payı, Yatırımcı İlişkileri	37
Şekil 4.6.	Yolcu iç hat pazar payı, Yatırımcı İlişkileri	38
Şekil 4.7.	Personel sayısı, Türk Hava Yolları- Butikten Zirveye	38
Şekil 4.8.	Kargo geliri, Türk Hava Yolları- Yatırımcı İlişkileri.....	39
Şekil 4.9.	Dünya GYSİH büyümesi ile yolcu trafiği ilişkisi, IMF, IATA	40
Şekil 6.1.	Tahmin yöntemlerinin veri özelliklerine göre sınıflandırılması	47
Şekil 6.2.	XG Boost ağaçlarının şeması	51
Şekil 6.3.	LSTM şeması	54
Şekil 7.1.	Gelir verilerinin zaman içerisindeki değişim trendi	57
Şekil 7.2.	Personel giderlerinin zaman içerisindeki değişim trendi	57
Şekil 7.3.	Veriler arası korelasyon matrisi	58
Şekil 7.4.	Yolcu geliri histogramı ve Q-Q grafiği	59
Şekil 7.5.	Yolcu geliri için aykırı değer analizi	60
Şekil 7.6.	Kargo geliri histogramı ve Q-Q grafiği.....	60
Şekil 7.7.	Kargo geliri aykırı değer analizi.....	61
Şekil 7.8.	Diğer gelirler histogramı ve Q-Q grafiği.....	61
Şekil 7.9.	Diğer gelirler aykırı değer analizi	62
Şekil 7.10.	Dış hat gelirler histogramı ve Q-Q grafiği	62
Şekil 7.11.	Dış hat yolcu sayısı aykırı değer analizi.....	63
Şekil 7.12.	Personel gideri histogramı ve Q-Q grafiği	63
Şekil 7.13.	Personel gideri aykırı değer analizi	64
Şekil 7.14.	ARIMA modeli tahminlemeleri	67
Şekil 7.15.	SARIMAX modeli tahminlemeleri 1	68
Şekil 7.16.	SARIMAX modeli tahminlemeleri 2	69
Şekil 7.17.	Random Forest modeli tahminlemeleri	70
Şekil 7.18.	XG Boost modeli tahminlemeleri.....	71
Şekil 7.19.	LSTM modeli tahminlemeleri	72

Şekil 7.20. Modellerde göre ortalama MAE değerleri	73
Şekil 7.21. SARIMAX ile yolcu geliri verileri tahmini	74
Şekil 7.22. SARIMAX ile kargo verileri tahmini.....	74
Şekil 7.23. SARIMAX ile diğer gelirlerin tahmini	75
Şekil 7.24. SARIMAX ile dış hat yolcu sayısı tahmini.....	75
Şekil 7.25. SARIMAX ile personel gideri tahmini	76
Şekil 7.26. Toplam turizmin etkisi hesaplama gösterimi	80



TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Küresel yolcu sayısı değişimi, IATA Outlook 2023	8
Tablo 2.2. Deregölasyon sonrası yolcu trafiği, DHMI	8
Tablo 3.1. Bölge bazlı ÜYK değişim %, IATA Outlook	18
Tablo 3.2. Bölge bazlı AKK değişim %, IATA Outlook	18
Tablo 3.3. Bölge bazlı yolcu büyümesi, IATA Global Outlook 2024	20
Tablo 3.4. Gelir büyüme tahmini, IATA Outlook	23
Tablo 3.5. Bölge bazlı hava yolları net karı (Milyar USD)	24
Tablo 3.6. Türkiye’de tarifeli hava yolları kapasitesi, OAG	28
Tablo 3.7. Türkiye iç hat yolcu sayısı, DHMI İstatistik	29
Tablo 3.8. Türkiye dış hat yolcu sayısı, DHMI İstatistik	30
Tablo 3.9. Türkiyedeki havacılık personel sayısı, SHGM 2023	32
Tablo 6.1. Benzer yöntemler için literatür taraması	46

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AKK	: Arz Edilen Koltuk Kilometre
DHMI	: Devlet Hava Meydanları İşletmesi
FSC	: Full Service Carrier (Tam Hizmet Sunan Taşıyıcı)
GYSİH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
IATA	: International Air Transport Association (Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği)
ICAO	: International Civil Aviation Organisation (Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü)
IMF	: International Monetary Fund (Uluslararası Para Fonu)
LCC	: Low Cost Carrier (Düşük Maliyetli Taşıyıcı)
LSTM	: Long Short Term Memory (Uzun Kısa Süreli Bellek)
SAF	: Sustainable Aviation Fuel (Sürdürülebilir Havacılık Yakıtı)
SGHM	: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
ÜYK	: Ücretli Yolcu Kilometre
WEO	: World Economic Outlook (Dünya Ekonomik Görünümü)

HAVA TAŞIMACILIĞINDA SEÇİLEN BİR HAVA YOLU FİRMASININ TÜRKİYE'YE SAĞLADIĞI EKONOMİK ETKİNİN ANALİZİ

ÖZET

Havacılık sektörü küresel ekonomide; iş olanağı sağlama, küresel bağlantı imkanı, ticari yollar oluşturma, bölgesel kalkınma ve turizmi geliştirme gibi alanlarda büyük bir rol oynar. Bu sektörlerin ekonomi üzerinde doğrudan, dolaylı, teşvik edilmiş ve turizm etkileri bulunmaktadır. Havacılık hava yolu operasyonları, havalimanı işletmeleri ve uçaklar gibi havacılıkla ilgili ve tüm ekipmanların üretimi, bakımı yoluyla GSYİH'ye doğrudan katkıda bulunmaktadır.

Havacılığın katkısı toplam küresel ekonomik etkinin 4,1 trilyon ABD doları ve dünyada GYSİH'nın %3,9'una, Türkiye'de ise bu oranın yaklaşık %7,4'e karşılık geldiği tahmin edilmektedir. Ayrıca küresel olarak toplamda 11,6 milyon işi hava yollarıyla doğrudan 86,5 milyon işi desteklemektedir. Türkiye'de ise toplam 247.300 kişiyi sektör etkisiyle doğrudan ise 2 milyon işi desteklediği tahminlenmektedir. Ekonomiyle havacılık sektörünün aralarındaki ilişki çift yönlü olup birbirini besleyerek büyümeye devam etmektedir. Havacılık tüm bunlara ek olarak pazarlara hızlı erişim fırsatıyla turizmi teşvik etmesinin yanı sıra yabancı yatırımcıları çekerek ülke kalkınmasına ekonomik etkisi bulunmaktadır.

Bu çalışmada Türkiye'de faaliyet gösteren bir hava yolunun verileriyle havacılık sektörünü etkileyen girdiler temel alınarak hava yolunun ülkeye olan ekonomik etkisi tahminlenmiştir.

Hava yolunun 2003-2023 yılları arasındaki gelir, personel sayısı ve yolcu verileri kullanılarak gelecek 10 yıl tahminlenmiştir. Python programında çalışılarak farklı 5 model için test yapılmıştır. SARIMAX modeli ile geleceği tahminlenen veriler ekonomik etki metoduyla seçili hava yolunun Türkiye'ye ekonomik etkisi hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik Etki, Küresel Ekonomide Havacılık, LSTM, SARIMAX, Talep Tahmini.

ANALYZING THE ECONOMIC IMPACT OF A SELECTED AIRLINE ON TURKEY IN AIR TRANSPORTATION

ABSTRACT

The aviation sector plays a major role in the global economy, providing jobs, global connectivity, creating trade routes, regional development and enhancing tourism. These sectors have direct, indirect, induced and tourism impacts on the economy. Aviation contributes directly to GDP through airline operations, airport operations and the production and maintenance of all aviation related and aviation related equipment such as aircraft.

Aviation's contribution is estimated to have a total global economic impact of USD 4.1 trillion, accounting for 3.9 per cent of GDP globally and approximately 7.4 per cent in Turkey. It also directly supports 86.5 million jobs globally, totalling 11.6 million jobs. In Turkey, it is estimated to support a total of 247,300 jobs and 2 million jobs directly through the sector. The relationship between the economy and the aviation sector is bidirectional and continues to grow by feeding each other. In addition to all these, aviation has an economic impact on the development of the country by attracting foreign investors as well as promoting tourism with the opportunity of fast access to markets.

In this study, the economic impact of an airline operating in Turkey is estimated based on the inputs affecting the aviation sector. The next 10 years are predicted by using the airline's revenue, number of personnel and passenger data between 2003 and 2023. Tests were conducted for 5 different models by working in Python programme. The economic impact of the selected airline on Turkey was calculated by using the economic impact method with the data predicted by SARIMAX model.

Keywords: Economic Impact, Aviation in the Global Economy, LSTM, SARIMAX, Demand Forecasting.

1. GİRİŞ

Taşımacılık sektörü küresel ekonomide oldukça büyük bir rol oynar. Taşımacılık, yolcuların ve kargoların uzun veya kısa mesafe taşınmasıyla hem ticari hem de turizmin belirleyici unsurlarından birisini oluşturur. Yolcu taşımacılığı, küresel taşımacılık hizmetleri pazarının bileşenlerinden birisidir. Kişilerin ve malların sınırlar arasında serbestçe hareket edebilmesi Avrupa entegrasyonu gibi bölgesel iş birliklerinin temelini de oluşturur (Abramowitz ve diğ.,1993). Hava taşımacılığı yolcu ve kargoyu tek bir gün içinde dünyanın dört bir yanına taşımamanın tek yoludur. Bu sebeple havacılık, küreselleşmenin birincil itici gücü olarak kabul edilir (Hummels, 2007).

Hava taşımacılığının bağlayıcı etkisini yolcu sayısı, kargo hacmi, uçak hareketleri gibi metrikler yansıtıyor görünse de bu metrikler daha çok pazar sonuçlarını yansıtmaktadır. Hava yolunun iş modeli topla-dağıta yönelik ise bağlantı sunduğu uçuşların ekonomik etkileri hub'ının ötesine bağlantı sunduğu için daha ilerilere gidebilir (Lenaerts ve diğ., 2021).

Havacılığın, kendi sektörünün dışında daha geniş ekonomik etkilere neden olduğu ileri sürülmektedir (Allroggen, 2013; Lakshmanan, 2011). Havacılık son yıllarda diğer faktörlerin yanı sıra kişi başına düşen GSYİH'nın büyümesi ve nüfus artışı tarafından desteklenerek katlanmış ve büyümüştür (Profillidis ve diğ., 2015).

Hava taşımacılığında talep ile oluşan makro ekonomik etkilerin yanında, doğrudan, dolaylı, teşvik edilmiş etkileri olarak adlandırılan başlıklar ile konu incelemesi yapılacaktır. Hava taşımacılığının ekonomi üzerindeki etkisini ölçmenin farklı yolları vardır. İstihdam sağlanan kişilerin, işlerin sayısı, havacılık sektörü, hava yolları, havalimanı operatörleri, hava seyrüsefer hizmeti sağlayıcıları ve üreticilerin ürettiği etkinin GSYİH'ya katkısıdır. Türkiye'de 247,300 kişi doğrudan havacılıkta istihdam edilirken, GSYİH'nın %1,3'üne eşit olan 14,3 milyar \$'lık çıktı üretmektedir (IATA, 2024).

Havacılık ekonomik etkisinin yanı sıra güvenliğinde ön planda tutulması gereken en önemli sektörlerden birisidir. Günümüzde hava yolu taşımacılığının güvenliği sürekli artmakta, risklere daha az maruz kalmakta, artık fiyat gibi faktörler ana belirleyici unsur

olmaktan çıkmaktadır. Rekabetin artışıyla farklı fiyatlarda birçok seçenek olması, diğer taşımacılık yöntemlerinde de fiyatın belirleyici faktör olarak kalmamasına sebep olmuştur. Fiyat dışı faktörler turizmin gelişmiş olması, kişilerin şehirler ve ülkeler arasında artan ihtiyaçları ile birlikte yolcu trafiği artan bir talep sergilemeye devam etmektedir (Stecenko, 2020).

Küresel olarak ekonomik etkinin en büyük paydaşlarından birisi hava yollarıdır. Türkiye’de havacılık sektöründe önemli rol oynayan ve ülkenin bayrak taşıyıcısı olan Türk Hava Yolları’nın Türkiye ekonomisine etkisi çalışmada ayrıntılı bir şekilde ele alınacaktır. Bu bağlamda, hem tarihsel perspektif hem de güncel veriler kullanılarak hava yolunun ülkeye sunduğu turist akışı, ticaret hacminin büyümesi, istihdam olanaklarının artması gibi hususlar kapsamında sağladığı etki incelenecektir.

İkinci bölümde küresel havacılık sektörünün gelişimini incelerken, geçmişten günümüze havacılık sektöründe neler olduğuna dair bir bakış açısı sunmaktadır. Sektörün tarih bazlı kırılma noktalarına değinirken bu değişimlerin sektörün yeni iş modelleri ve değişen trendlerin ticari havacılık stratejisinde nasıl bir rol oynadığı incelenmiştir.

Üçüncü bölümde, hava yolu taşımacılığının ekonomik etkisini, küreselde yolcu trafiğinin gelişiminin etkilerinin neler olduğuna dair hem günümüzden hem geçmişten literatüre genel bir bakış açısı sunulmaktadır. Dördüncü bölümde ise Türk Hava Yolları’nın finansal ve operasyonel gelişiminin yanı sıra Türkiye Ekonomisi ayrı olarak ele alınacaktır. Beşinci bölümde literatürde ekonomik etki analizinin bölge bazlı incelemesi açıklanmıştır. Altıncı kısımda çalışmada hangi yöntemleri ele aldığımız ve tahminleme metodolojileri kullanılırken ele alınan uygulamalar incelenmiştir. Yedinci kısımda ise çalışmanın uygulama ve metodolojisi incelenmiştir. Son kısımda ise sonuç ve öneriler belirtilerek çalışma çıktısı sağlanmıştır.

2. HAVACILIK SEKTÖRÜNÜN GELİŞİMİ

Havacılık sektörü ülkelerin gelişebilmesi, sosyal ve kültürel gelişimlerin sağlanması için büyük öneme sahiptir. 20. Yüzyılın başlarında ilk ticari uçuşlarla başlayan süreçte, teknolojik ilerlemeler ve devletlerin bakış açısı, ekonomik politikalar sayesinde hızla gelişerek modern küresel ekonominin büyük bir parçası haline gelmiştir.

Hizmetler sektörünün önemli bir bileşeni olan hava yolu taşımacılığı; ekonomik krizler, tek taraflı veya karşılıklı olarak ülkelerin uyguladıkları siyasi politikalar, terör olayları ve doğal afetler gibi nedenlerle belirli dönemlerde yetersiz taleple karşılaşsa da uzun dönemde büyüme trendi göstermiştir (Eren, 2020).

Havacılık sektörü, kargo ve yolcu taşımacılığı ayrımı yapılmaksızın, ülke ekonomilerinin bel kemiğini oluşturmaktadır. Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü'nün (ICAO) açıkladığı verilere göre, dünya havacılık sektörünün doğrudan ve dolaylı olarak 2,7 trilyon dolar ekonomik katkısı bulunmaktadır (SHGM, 2023).

Ekonomik olarak direkt katkı ve dolaylı katkı olarak 2 farklı alanda gruplandırılmaktadır. Direkt; hava yolları, havalimanları, uçak üreticileri ve yer hizmetlerinin katkısı bulunmaktadır. Dolaylı olarak ise turizme, ticarete ve kargoya katkısı bulunmaktadır. Bunlara ilaveten birçok alanda istihdam sağlayarak hava yolları hem kendi bünyelerinde hem de tedarik zincirine destek sağlayan diğer şirketler için katkıda bulunmaktadır. Ekonomik olarak sektörde değer zincirine katkı sunarken küresel olarak dünyanın kalkınmasına da dolaylı olarak katkı sunmaktadır. Ticari anlamda insanların ve malların sınırlar ötesine taşınmasına destek sağlamaktadır. Büyüyen ekonomiyi desteklemek için havalimanlarına ve gerekli alt yapıya yatırım yapma gereği doğmaktadır. Hem yerel olarak hem de bölgesel anlamda kalkınmayı destekler. Yatırımları artırmak ve günümüz teknolojisine uyum sağlamak süreçlerin ve ürünlerin daha dijital olmasıyla mümkündür. Ürünlerin, yapıların, hizmetlerin dijitalleşmeye elverişli hale gelmesi geleceğin havacılığına daha da yaklaşmayı olanaklı kılacaktır. Uçakların, havacılığın daha verimli olması, daha verimli motorlarla ve daha sürdürülebilir, yenilikçi yapılarla mümkün olması beklenmektedir.

Diğer yandan havacılık sektöründe önemli bir yer edinen regülasyonlar sektörün gelişimi için itici bir güç oluşturmaktadırlar. Değişen dünya da yeni beklentiler, yeni oluşumlar, yeni değişimler sektörü farklı yöne evrilmeye mecbur kılmaktadır. Son dönemlerde herkesin gündeminde geniş yer kaplayan sürdürülebilirlik konusu havacılıkta da önemini artırarak farklı alanlarda yayımlı şekilde büyümektedir. Yeni gelişmeler ile havacılık sektöründen beklentiler de değişime uğramaktadır. Hava yolu taşımacılığı tedarik zincirinin verimliliğini artırmaktadır. Günümüzde sürdürülebilirlik konusu gibi geçmişte de farklı krizler ve kırılma noktalarıyla sektörün büyümeye devam eden bir sektör olduğu öngörülebilir. Sektöre direkt dokunmayan alanlara doğru yol alınması ile değer zincirinde temas ettiği yeni ticari sektörlerle açılarak ekonominin saç ayağını oluşturmaya devam edecektir.

Geçmişten günümüze sektörde büyük değişimleri, kırılma noktalarını, krizleri, yolcu beklentilerini ve teknolojik gelişmeleri konu alarak, havacılık sektörünün ekonomik büyüme, küresel entegrasyon ve sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkileri analiz edilebilir. Gelişmiş ülkelerde havacılık sektörünün daha gelişmiş olduğunu görmemiz havacılıkla ekonominin direkt ilişki içinde olduğunu kanıtlarındandır. Küreselleşmenin sağladığı faydalar dikkate alındığında, havacılık alanında da yüksek teknolojiye ve insan kaynağına sahip olan ülkelerin genellikle diğer ülkelere bir adım önde olacağı belirtilmektedir (Şimşek, 2021).

2.1. Chicago Sözleşmesi

1944 yılında Chicago Sözleşmesi ile hukuki ve operasyonel anlamda sınırlar belirlenerek günümüze kadar ülkeler arasında ikili hava hizmeti anlaşmaları için temel teşkil etmiştir. Dünyadaki hava yolu rotalarının belirlenmesi, ülkeler arası hava yolu taşımacılığının düzenlenmesi, denetlenmesi, güvenliğin artırılması ve yapılacak iş birliklerinin desteklenmesi amacıyla Chicago Sözleşmesi imzalanmıştır. Havacılık sektörünün ticari anlamdaki gelişimine destek sağlayan ilk anlaşmalardandır. Anlaşma ile uluslararası havacılık kuralları belirlenmiş ve standartlaşmıştır. Her devletin kendi hava sahası belirlenmiş, uluslararası uçuşlar için uçuş hakları ve hava sahalarına çeşitli düzenlemeler getirilmiştir.

Chicago Sözleşmesi, uluslararası sivil havacılığın temellerini atmıştır. Bu sözleşme, havacılıkta güvenliği artırmayı, uçuş standartlarını düzenlemeyi ve dünya genelindeki hava yolu taşımacılığını denetlemeyi amaçlamaktadır. Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO) da, bu sözleşme çerçevesinde havacılık endüstrisinin küresel düzeyde uyumlu bir şekilde çalışmasını sağlamak için kurulmuştur (ICAO, 2023).

Chicago Sözleşmesi ile oluşturulan uluslararası havacılık düzenlemeleri, sadece güvenlik standartlarını değil, aynı zamanda sivil havacılığın küresel ekonomik kalkınmaya olan katkısını da arttırmıştır. Uçuş ağlarının genişlemesi ve hava taşımacılığının artması, ticaretin ve turizmin küresel düzeyde hızla gelişmesini sağlamıştır (Graham, 2016).

1947 yılında taraf devletler tarafından imzalanarak sektörün genişlemesine imkan sağlayan bir alan açılmıştır. Bu anlaşma aynı zamanda hava yolu taşımacılığının gelişimini etkilediği kadar uluslararası ticaretin büyümesinde de önemli bir rol oynamaktadır. Hava yolu sektörünün daha sistemsel olmasını sağlayarak ekonomik kalkınmayı, ticareti desteklemiştir. Dünyadaki savaşlar sebebiyle oluşan güvensizlik olgusu sebebiyle ülkeler arası sivil taşımacılık anlaşmaları yapılmasına neden olmuştur. Anlaşmalar ile ülkeler arası güven alanı geliştirilmiş olup, uluslararası standartlar, hava sahası düzenlemeleri, yolcu hakları, çevresel standartlar belirlenmiştir. Bu sözleşmenin sonucunda ICAO kurulmuştur. Hava yollarının ticari faaliyetlerini gerçekleştirebilmesi için sınırların belirgin olarak çizilmiş olması sektörel anlamda gelişimin hızını artırmıştır.

Sözleşme 1944 yılında sivil havacılığın temellerini atmış, uluslararası hava taşımacılığında devletlerin denetimindeki düzenlemeleri şekillendirmiştir. Ancak 1970'lerin sonlarında hava yollarının operasyonlarındaki karlılık düşmeye başlamıştır. Bununla birlikte 'Deregülasyon' (Serbestleşme) süreci hız kazanmıştır.

2.2. Deregülasyon (Serbestleşme)

1978 Hava yolu Deregülasyon Yasası, hava yolculuğu üzerindeki kontrolü kısmen politik alandan ticari sektöre kaydırmıştır. Geçmişte hava yolu hizmetlerinin girdilerini, çıktılarını, fiyatlandırmasını ayrıca taşıyıcılar arası anlaşmaları, birleşmeleri kontrol eden ABD'de Sivil Havacılık Kurulu (CAB) Sunset ACT aşamalı olarak kaldırılmıştır. Hava taşımacılık sektöründe devletin etkisinin fazla olması, taşıyıcıların ortaklık hisselerinde

hükümetlerin etkin rol alması ekonominin serbestleşmesine olumsuz etki oluşturmuştur. Hava yolculuğunun ekonomik serbestleşmesi, politik olarak kontrol edilen bir ekonominin kamu yararı sağlamadığı gerçeğinin giderek daha fazla farkına varılması üzerine "deregülasyon" kaçınılmaz olmuştur.

Hava yolu taşımacılığı sektöründeki deregülasyon, 1978 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde çıkarılan Hava yolu Deregülasyon Yasası ile başlamıştır ve bu gelişme havacılık politikasında önemli bir dönüm noktası oluşturmuştur. Deregülasyon öncesinde, hükümet ajansları uçuş rotalarını, fiyatları ve pazara giriş koşullarını sıkı bir şekilde kontrol etmektedir. Deregülasyon, bu kısıtlamaları kaldırarak hava yollarına kendi fiyatlarını belirleme ve kendi rotalarını seçme imkânı sağlamıştır. Bu değişikliğin ana amacı, rekabeti artırmak, bilet fiyatlarını düşürmek ve hizmet kalitesini iyileştirmektir (Kuyucak, 2016).

1978'deki Hava yolu Deregülasyon Yasası'nın kabulü, ABD havacılık sektöründe büyük bir dönüşümün başlangıcını simgelemektedir. Hükümetin rota yapıları ve fiyat denetimleri üzerindeki kısıtlamalarının kaldırılması, hava yollarının kendi fiyatlarını belirlemelerine ve pazar talebine göre uçuş rotalarını oluşturabilmelerine olanak tanımıştır. Bu dönüşüm, 'Amerikan havacılığındaki ikinci devrim' olarak adlandırılmakta olup sadece iç hatlar havacılığını değil, aynı zamanda dünya çapında deregülasyon sürecini etkilemiştir.

ABD'deki deregülasyon sonrasında özellikle Asya, Latin Amerika ve Avrupa Birliği'nde daha büyük bir küresel hava yolu serbestleştirme eğiliminin parçası olmuştur. Deregülasyon yasası ile iç hatlarda ki yolcu taşımacılığı üzerinde federal ekonomik düzenlemelerin kaldırılması sektörün daha liberal bir havacılığa geçişinde büyük rol oynamıştır. Yeni yasa ile birlikte ABD'nin ticari rota ağı üzerindeki kontrolünü ve uçak bilet fiyatlarını belirleme konusunda tek taraflı hak sona ermiştir. Yeni yasa ile hava yolu endüstrisi dönüşerek federal hükümetin ülke havacılık sektörü üzerindeki ekonomik etkisi azalmıştır. Devlet fiyat belirleme, rota düzenleme ve pazarda rekabet konusundaki belirleyici unsur olmayı bıraksa da yolcu güvenliği, pilot sertifikasyonu, ülkenin hava trafiği güvenliği konusunda söz sahibi olmaya devam etmiştir.

Sadece ABD özelinde değil Avrupa’da ve diğer bölgelerde de bir milat olarak kabul edilmektedir. ABD’nin iç hatlarında başlayan serbestleşme daha sonrasında dış hatlarına da taşınmıştır. ABD ile Hollanda arasında 1992’de ‘Açık Semalar (Open Skies)’ anlaşmasının imzalanması ile ABD’de başlayan serbestleşme hareketleri tüm dünyaya etki etmeye başlamıştır. Avrupa’da 1987, 1990 ve 1992 yılında 3 farklı liberalleşme (serbestleşme) hareketi ile Avrupa Birliği’de kendi pazarında ‘Tek Avrupa Pazarı’ni oluşturmuştur (Kuyucak, 2016).

2.3. Deregülasyon Etkisiyle Sektördeki Yapısal ve Ekonomik Değişim

‘Deregülasyon’ Serbestleşme ekonomik olarak, devletler tarafından düzenlenmiş bir pazar yapısından düzenlemeler azaltılmış, kaldırılmış olan bir yapıya geçişi ifade etmektedir. Devletlerin yeni düzenlemeleri, sınırlamaları kaldırması ile sektörde daha fazla rekabeti oluşturmuştur. Serbestleşme ile amaçlanan sektörün daha liberal bir yapıda olmasıdır. Sektörün liberalleşmesi, devletin müdahalesi ne kadar azaltılırsa pazar içerisinde arzın talebi belirleyeceği gerçeğine ulaşmamızı sağlamıştır.

Hava taşımacılığı başlangıçta belirli gelir düzeyine sahip kişilere hizmet verirken, serbestleşme politikaları ile günümüzde geniş kitlelere hizmet sunabilmektedir. Hava yollarının fiyatlandırma, rota ve kapasite belirlemelerinde daha serbest hareket etmelerine imkân tanınmıştır. Bu değişim rekabetin artması, yeni hava yollarının sektöre girişi, bilet fiyatlarının düşmesi, pazarda her kitleye hitap eden ürüne erişimin artması ile sonuçlanmıştır. Farklı hava yollarının farklı iş modellerine eğilim göstermesi ile düşük maliyetli hava yolu iş modeli ortaya çıkmıştır. Sunulan ürünün farklı hedef kitlelere ulaşması ile küresel anlamda daha fazla varış noktasına erişimi artırmıştır. Artan talep yeni pazarlar oluşmasına imkân sağlamıştır. Bununla birlikte küresel bağlantılar güçlenmiş, erişebilirlik artmıştır.

Serbestleşme sektörde özel sektöre olan yatırımları artırmış, hava yollarının operasyonel maliyetlerini düşürmeyi amaçlayan yeni iş modelleri geliştirmelerini sağlamıştır. Müşterilerin beklentilerini karşılamak, farklılaşmış hedef kitlelere doğru ürünü sunmak adına çeşitlenmeyi sağlamıştır. Düşük maliyetli hava yollarının sektörde daha fazla kapasite sunması ile turizm ve seyahat sektöründe büyük bir gelişme meydana getirmiştir. Bunun yanı sıra sektördeki istihdamın artmasını sağlamıştır. Küresel ölçekte hava yolu

taşımacılığı daha erişilebilir hale gelmiş ve küresel ticaretin artmasını sağlamıştır. Serbestleşme ile havacılık sektörünün dinamizmi değişerek daha rekabetçi, daha verimli ve müşteri taleplerine öncelik veren yenilikçi bir yapıya dönüşmüştür. Küresel anlamda geçmişten bugüne yolcu sayısı gelişimi ve 2040 beklentisi Tablo 2.1’de özetlenmiştir.

Tablo 2.1. Küresel yolcu sayısı değişimi, IATA Outlook 2023

YILLAR	KÜRESEL YOLCU SAYISI
1945	9 milyon
1950	31 milyon
1960	106 milyon
1970	383 milyon
1980	748 milyon
1990	1,17 milyar
2000	1,77 milyar
2010	2,49 milyar
2019	4,49 milyar
2023	4,41 milyar (Pandemi sonrası)
2040 T	10 milyar

Tablo 2.2. Deregülasyon sonrası yolcu trafiği, DHMI

Yıllar	İç hat	Dış hat	Transit	Toplam
2003	9.147.439	25.296.216	-	34.443.655
2004	14.460.864	30.596.507	-	45.057.371
2005	20.529.469	35.042.957	547.046	56.119.472
2006	28.774.857	32.880.802	616.217	62.271.876
2007	31.949.341	38.347.191	418.731	70.715.263
2008	35.832.776	43.605.513	449.091	79.887.380
2009	41.226.959	44.281.549	492.835	86.001.343
2010	50.575.426	52.224.966	736.121	103.536.513
2011	58.258.324	59.362.145	671.531	118.292.000
2012	64.721.316	65.630.304	677.896	131.029.516
2013	76.148.526	73.281.895	565.447	149.995.868
2014	85.416.166	80.304.068	461.105	166.181.339
2015	97.485.961	83.869.800	342.601	181.698.362

Tablo 2.2’de Türkiye yolcu sayısı 2003 yılında 34 milyonken lineer artış sergileyerek 2015 yılında serbestleşmenin etkisiyle oluşan belirgin artışla 182 milyona ulaşmıştır.

2.4. Havacılık Endüstrisinde Yeni İş Modelleri ve Pazar Stratejileri

Serbestleşme süreci, havacılıkta büyük değişimleri beraberinde getirerek yeni iş modelleri ve pazar stratejilerinin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. Bu süreçle birlikte sektör daha rekabetçi, yenilikçi ve müşteri odaklı bir yapıya dönüşmektedir. Serbestleşmenin sonucu olarak düşük maliyetli hava yolları sektörde önemli rol almaya başlamıştır. Rekabetin artışı, piyasanın özgürleşmesi bilet fiyatlarını düşmesi ile LCC'ler, geniş bir yolcu kitlesine ulaşmayı başarmıştır. Kısa ve orta mesafeli hatlarda düşük maliyetli taşıyıcılar sektörde ciddi bir pazar payı kazanarak her geçen yıl bu artışını sürdürmeye devam etmiştir. Pazara yeni bir rekabet dinamiği kazandıran LCC'ler bazı firmaların maliyet politikalarını dönüştürememesi ile iflaslarına sebep olmuştur.

Hava yolu iş modellerinde köklü değişimler olurken havalimanlarında da olmaya devam etmektedir. Geleneksel olarak ulaşım merkezi olan havalimanları, serbestleşmenin ardından ticari merkezlere dönüşmeye başlamıştır. Havalimanları yolcularına sadece uçuş hizmeti vermek yerine alışveriş, eğlence, konaklama, yeme-içme gibi geniş bir hizmet yelpazesi sunmaya başlamıştır. Yolcu ihtiyaçlarına göre, ticari alanların artırılması bölgedeki kalkınma unsurlarından biri haline gelmiştir.

Müşteri odaklı yaklaşım trendi hava yolu şirketlerine hizmette farklılaşma adına birçok yeni strateji geliştirmelerine sebep olmuştur. Özel yolculara yönelik özel yolcu salonları, premium segmente koltuk yükseltme imkanları, uçak içi alışveriş imkanları, uçuş öncesi yemek seçimi imkanları, business ve first class segmentindeki yolcular için ayrıcalıklı hissettirecek imkanlar sunmaktadır. Hizmette farklılaşma sağlayan hava yolları sektörde diğerlerinden bir adım öne çıkarak müşterilerinin sadakatini kazanmış ve marka değerini güçlendirmiştir.

Sektörü farklı yöne dönüştüren bir diğer unsur ise hava yolları arasında yapılan kod paylaşım anlaşmaları ve konsolidasyonlardır. Kod paylaşımı ile hava yolları arasındaki iş birliklerini güçlendirerek bazen gelir bazen de kapasite paylaşımında bulunmaktadır. Yolculara daha fazla uçuş noktasına erişim hakkı sunarak hizmet kalitesini geliştirmekte önemli bir adım atmıştır. Hava yolları doğru yapılan ortaklıklar ile şirketler maliyetlerini düşürerek gelirlerini artıracak pasif gelir araçları elde etmişlerdir. Operasyonel anlamda verimliliklerini artıran hava yolları ortaklık yaptıkları şirketler ile farklı stratejiler

izleyerek pazar payını artırmada kolaylık sağlamaktadır. Bazı bölgelerde pazar paylaşımı ile rekabet edeceği hat ve bölge sayısını artırarak varlığını güçlendirmekte önemli rol oynamıştır. Avrupa gibi coğrafi olarak nispeten küçük ama pazar yoğunluğu olarak rekabetin çok olduğu pazarlarda konsolidasyonlar büyük önem kazanmaya devam etmektedir. Yapılan ortaklıklar ile hava yollarının sadakat programından faydalanarak kazanılan millerin her iki hava yolunun uçuşlarında kullanılıyor olması yolcuya ayrıcalık sunmaktadır. Politik sebeplerden slot alınamayan, kapasite artırılamayan pazarlarda söz sahibi olmak için hava yollarının sıkça uyguladığı bu stratejik kararlar hava yollarının geleceğe yönelik yol haritasını belirlemede önemli derecede yer alan unsurlardandır.

Geçmişten günümüze teknolojinin ilerleme hızının logaritmik olarak artması dijitalleşmeyi her sektörde önemli adımlardan birisi haline getirmiştir. Rezervasyon, check-in, boarding gibi yolcu hizmetleri süreçlerinden uçuş operasyonunun optimizasyonuna kadar olan birçok süreçte dijital teknolojiler kullanılmaya başlanmıştır. Yapay zekanın da dijital süreçlere entegrasyonu ile bazı hava yolları ön plana çıkmaya başlamıştır. Yolculara daha iyi hizmet sunulmasının yanı sıra operasyonel maliyetlerin de ciddi oranda düşürülmesi rekabeti güçlendirici bir unsur olarak devam etmektedir. Dijitalleşme bunlara ek olarak kişiselleşmiş müşteri deneyiminin de artmasına olanak sağlamaktadır.

Kargo taşımacılığı ticaretin ve havacılığın erişiminin artmasıyla hızla artış göstermiştir. Beklenen sürelerin azalması, hava taşımacılığının hız kazandırması, eskiye göre maliyetlerin düşürülmesi havacılıkta kargo gelirlerinin payını artırmıştır. Pandemide özellikle e-ticaretin hızlı gelişimi erişim kolaylığını artırarak uzakları yakın yapmaya başlamıştır. Lojistik süreçlerin kesintisiz işlemesi, dijitalleşmenin kargo süreçlerine entegre edilmesi kapıdan kapıya kargo hizmetlerinin gelişmesinde kritik bir rol almıştır. Sektöre yeni bir dinamizm kazandıran hava kargo ile insanlar dünyaya erişimin kolaylığını fark ederek tutum ve davranışlarında yeni beceriler kazanmaya başlamıştır.

Sektörün her anlamda geliştiği ve değiştiğini öngördüğümüzde en son trend sürdürülebilirlik olarak göze çarpmaktadır. Sürdürülebilirlikle havacılıktan karbon emisyonlarının azaltılması, çevre dostu yakıtların kullanımı, enerji verimliliği projeleri ile sektörün geleceğe yönelik sorumluluklarını şekillendirmiştir. Yeni regülasyonlar, yeni sektörlerle kapı açarken döngüsel ekonominin getirisi olan değişime uyum sürecini

beraberinde getirmiştir. Değişen dünyada yeni yatırımlar, yeni ürünler, yeni farkındalıklarla oluşan yeni davranışlar kaçınılmaz olacaktır. Çevreye daha duyarlı bireyler olarak sürecin desteklenmesi ve yönetiminde hava yollarının katkısı beklenmektedir. Sadece uyum süreçlerinden çok yatırımlarla destek olunması, yeniliklere açık kapılar bırakılması ve müşterilerine durumu doğru ifade etme konusunda gösterecekleri çaba ile sektörü farklı bir yöne götürmesi olasıdır. Sürdürülebilirlik konusunda otoritelerin belirlediği yeni hedefler, devletleri politikalar oluşturmaya zorlamış ve ticari havacılık sektörünün çevreye daha duyarlı olması için kısıtlar belirlemiştir. Hava yolları belirlenen yeni koşullarda uyum sağlamak için filolarını yeni nesil uçaklarla şekillendirip, operasyonel optimizasyonu sağlayarak ve uçaklarında sürdürülebilir havacılık yakıtı (SAF) kullanımı ile önümüzdeki yıllarda yeni oluşabilecek potansiyel iş modellerini ve pazar stratejilerini oluşturacaktır.

Serbestleşme süreciyle başlayan günümüzde sürdürülebilirlik, dijitalleşme, müşteri odaklılık, e-ticaretin kargo taşımacılığına etkisi gibi farklı dönüm noktalarıyla devam eden süreçler havacılık sektörünü daha dinamik, yenilikçi, müşteri odaklı bir yapıya dönüştürerek iş modelleri, pazar stratejileri, rekabet konusunda büyük değişimler oluşturmuştur. Büyüyen, yayılan ve dönüşen sektörün ekonomik etkisi daha da artmış ve küresel taşımacılık ağında daha güçlü bir yer edinmesini sağlamıştır.

Sektör teknolojik gelişmelerin hızlanması, operasyonel maliyetlerin düşürülmesi, müşteriye yönelik taleplerin oluşumu ile farklılaşarak günümüze kadar gelmiştir. Gelecekte de etkisinin katlanarak artması beklenirken farklı alanlarda da havacılık sektörüyle iç içe olacak alanların daha geniş bir yelpazede inceleneceği öngörülmektedir. Hem ekonomik hem de kültürel entegrasyonu yüksek bir sektör olan havacılık bireylerin, yeni kuşakların bakış açısındaki değişimler ile gelecek 10 yılda sözü geçen konuların günümüzde olduğundan farklı alanlarda yenilikçi yapılar ile değişimi beklenmektedir.

3. HAVA YOLU TAŞIMACILIĞI VE EKONOMİK BEKLENTİLER

3.1. Dünyada Havacılık Sektörünü Etkileyecek Ekonomik Beklentiler

Hava taşımacılığında uzun vadeli olarak 'Derin Değişim' beklenmektedir. Değişimin alışılmışın dışında geri dönüşü olmayan derinlikte olacağı tahmin edilmektedir. Önümüzdeki 10 yılda bizi bekleyen, iklim değişikliği, yakıt sektöründeki değişim ve yenilenebilir enerji, jeopolitik olaylar, süpergüçler ve küresel ekonomi gibi başlıklar potansiyel konular olarak ele alınmaktadır.

Derin değişim beklentisinin ana sebeplerinden birisi olan iklim değişikliği ile bağlantılı olarak 6500 yıldır sabit olan deniz seviyesi, 1900'lerden beri yaklaşık 20 cm yükselmiştir (NASA, 2024). Bu oranın yarısı 1993'ten günümüze kadar olan kısımda gerçekleşmiştir. Bu iklim değişikliği tek başına bile küresel olarak ekonominin gelecekte karşılaacağı derin değişimin hızı hakkında öngöründe bulunmamızı sağlamaktadır (IATA, 2024).

Petrol ve gaz şirketleri yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımlara sadece %1 oranında destek vermektedir. 2050'de net sıfır emisyonlu bir dünya için, sadece yenilenebilir enerjiye 400 milyar ABD doları yatırım yapmayı gerektirmektedir.

Avrupa ve Ortadoğu'da devam eden savaşlar petrol üretimindeki olan kısıtları kaldırmıştır. Küresel ölçekte iş birliğinin gerekli olduğu konularda yetkili kurumlar etkisini kaybetmektedir. 2015'te Paris Anlaşmasıyla belirlenen koşullar sarsılmış İngiltere'nin AB'den ayrılması, ABD başkanı değişimi, ticari savaşlar, COVID-19 salgını gibi birçok etken ekonomik politikaların değişiminde rol oynamıştır. Değişimler sonrası küresel anlamda olan politika oynaklığı ekonominin en iyi olduğu ülkelerde bile, ülkelerin tek başına çözemeyeceği küresel politika koordinasyonu gerektiren sorunlar haline dönüşmüştür.

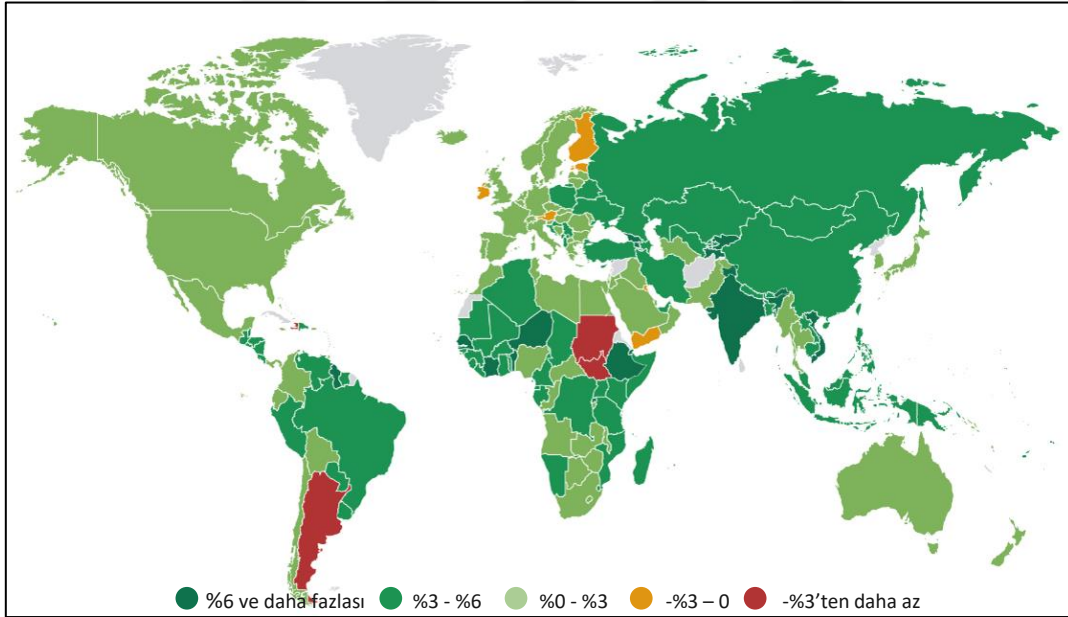
Hindistan 2030'a kadar ABD ve Çin'den sonra dünyanın 3. Büyük ekonomisi olabilir. Dünya şimdilerde gerçek bir hizmet ekonomisine doğru yol almaktadır. GDP'nin %67'si hizmet ekonomisinden oluşmaktadır. Hindistan'ın genç ve teknolojiyle ilgili iş gücü sayesinde ekonominin ülkede daha hızlı ilerlemesi beklenmektedir (S&P Global Ratings, 2024).

Küresel ekonomiye etki eden birçok faktörle birlikte günümüzde ileriye yönelik olması muhtemel sebepler belirtilmiştir. Önümüzdeki yüzyıl daha yavaş ekonomik büyümeye işaret etmektedir. Küresel ekonomi büyümesi için giderek daha da hizmet sektörüne bağımlı hale gelmektedir.

3.2. Dünya GYSİH Değişimi

GSYİH; ülkeler, bölgeler arasında ekonomik gelişmeyi değerlendirmek ve karşılaştırmak için sıklıkla kullanılan göstergedir (Geiger, 2018, Nordhaus, 2011).

2024 yılında dünya ekonomisi yıllık GYSİH büyümesi ülkelere bağlı olarak Şekil 3.1'deki gibi renklendirilmiştir. Hindistan, Vietnam, Hırvatistan, Etiyopya, Nijer gibi ülkeler %6'nın üzerinde büyüme göstermiştir. Rusya, Çin, Türkiye, Endonezya gibi ülkeler %3-6 arasında büyüme göstermiştir. Gelişmiş ekonomiye sahip ABD, Kanada, Avustralya gibi ülkelerde ise nispeten daha düşük bir büyüme gözlemlenmiştir.

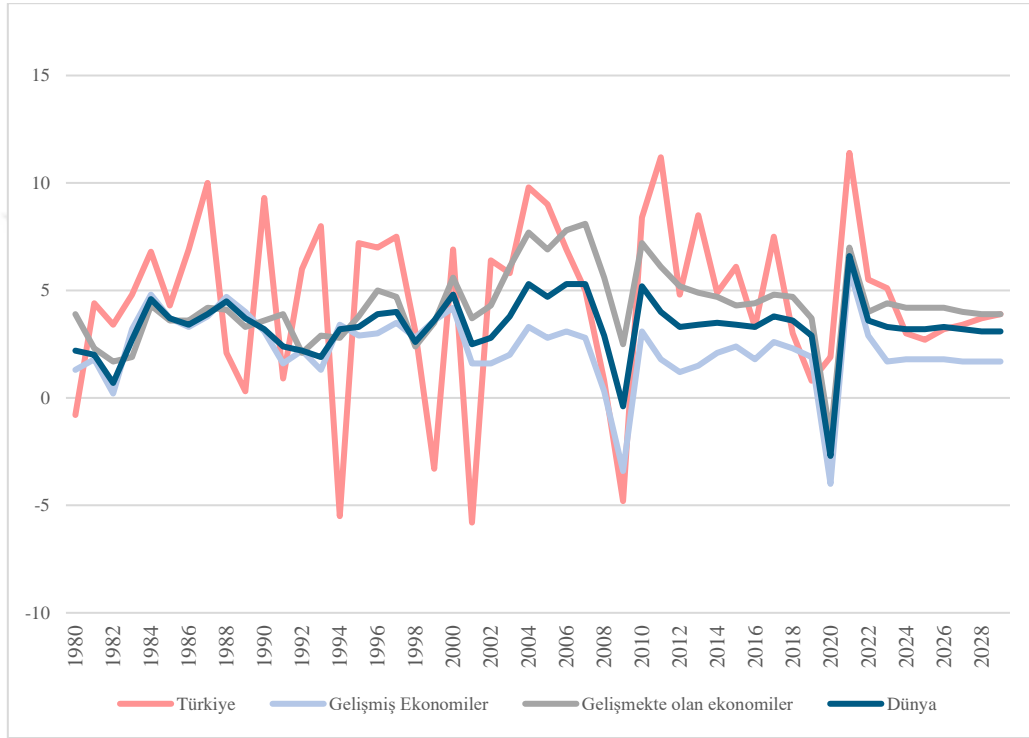


Şekil 3.1. 2024 GYSİH dağılımı, IMF-WEO

3.2.1. 2025 Dünya Ekonomik Beklentiler

2024 ve 2025 yıllarında dünyada %3,2'lik büyüme beklenmektedir. Küresel enflasyonun ise 2023'te yıllık ortalaması %6,7'den, 2024'te %5,8'e, 2025'te ise %4,3'e düşmesi

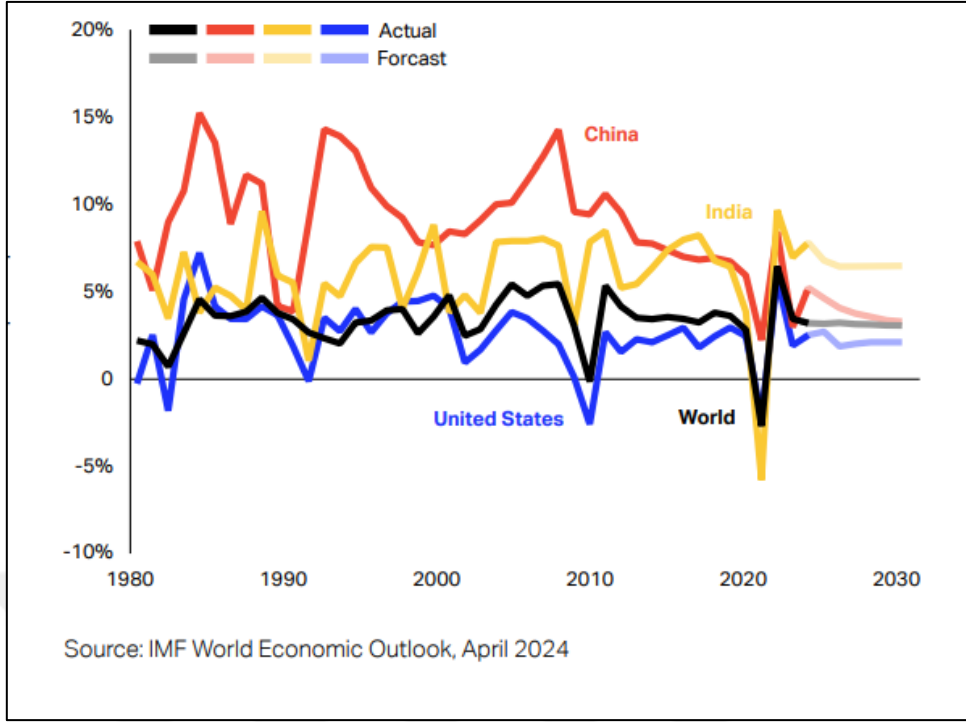
tahmin edilmektedir. Gelişmiş ülkelerdeki ekonomik yapı geliştirmekte olan ülkelerdeki ekonomik yapıdan daha hızlı enflasyon hedeflerine ulaşmasına yönelik beklentiler devam etmektedir. Mal ve ürün fiyatları sabitlense de hizmet fiyatlarındaki fiyatlar için enflasyon birçok bölgede yüksek kalmaya devam etmektedir. Kalıcı jeopolitik gerilimler fiyatların artmasını tetikleyebilir ve bankaların para politikalarını gevşetmelerini engelleyebilir (IMF, 2024).



Şekil 3.2. Dünya GYSİH gelişimi, IMF-WEO

Küresel anlamda GYSİH büyümesi yavaşlaması giderek hizmet sektörüne daha bağımlı hale geldiği anlamına gelse de durgunluk anlamına gelmemektedir. ABD ekonomisindeki değişim, COVID-19 sonrası hızlı büyüme süreçlerin değişimine etki etmektedir.

Artan GSYİH, düşen enflasyon, OECD ülkelerinde işsizliğin azalması ve ekonomik büyüme havacılık sektörüne olan talebi artırmaktadır. Kişi başına artan gelir seviyeleri daha fazla seyahat etme isteği, daha fazla ticaret yapma isteği, risk iştahının artması gibi farklı noktalarda bireyleri etkilemektedir. Ekonomik büyüme sonrası altyapı yatırımlarının artması havacılık sektöründe daha rekabetçi ve verimli bir yapıya ulaşmayı sağlamaktadır.



Şekil 3.3. Nüfusu yoğun GYSİH, Global Outlook for Air Transport

Çin, Hindistan ve ABD'deki ekonomik etkiler dünya ekonomisini etkiler niteliktedir. Şekil 3.3'te de görüldüğü gibi ileriye yönelik tahminlere bakıldığında ABD istikrarlı büyümesini sürdürürken, Çin ve Hindistan'ın dünya ekonomisinden daha yüksek büyüme oranlarıyla ilerleyen yıllarda küresel ekonomideki ağırlıklarını artıracığı beklenmektedir. Buna yönelik bu bölgelerdeki pazarlarda da yolcu trafiğinde belirgin artış beklenmektedir.

Çin'in, 2023 yılı başında normalleşme sürecine girmesiyle ekonomik açıdan önemli bir ivme kazanması beklenmekteydi. Fakat başta Avrupa olmak üzere küresel olarak 2023'teki zayıf ekonomi ve Çin'de konut sektöründe oluşan kriz bu beklentinin gerçekleşmemesinde önemli rol oynamıştır. Ortadoğu'da bölgesel olarak devam eden siyasi ve politik gerilimler, küresel siyasi ayrışmayı derinleştirerek bölgede ekonomiyi yavaşlatan en büyük unsurlardan olmuştur. Ukrayna'da olan savaşın etkisi, Çin'in ihracatındaki azalmaların sonucu olarak Avrupa bölgesi bu krizlerden en çok etkilenen bölge olmuştur.

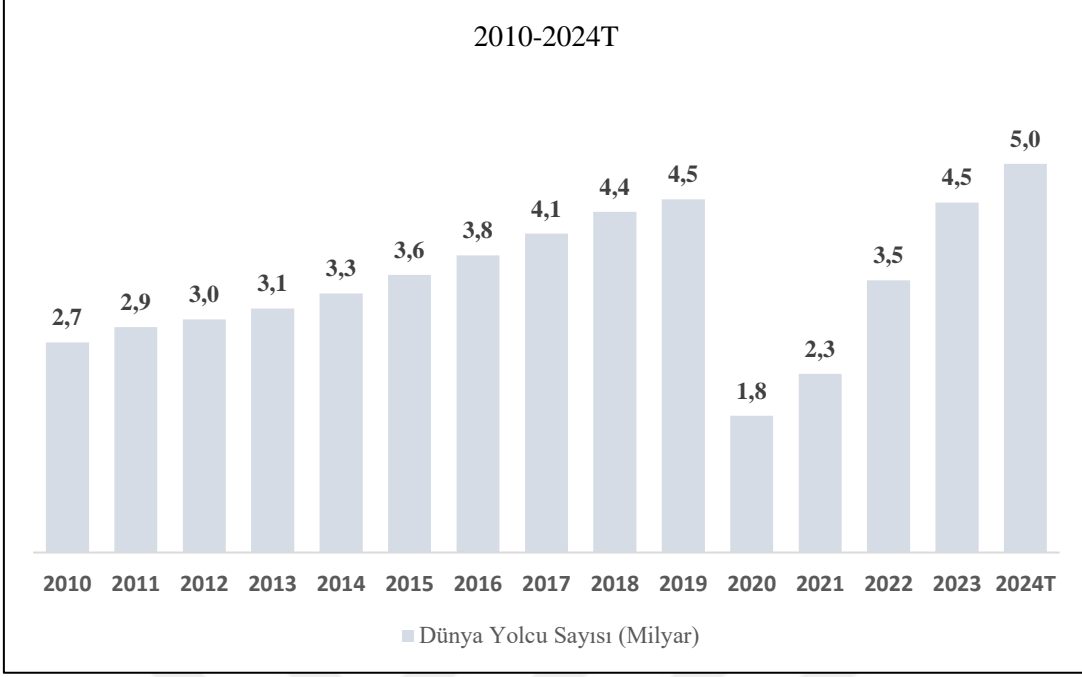
Savaşlar, jeopolitik krizler, ekonomik belirsizlikler ulaşım ve konaklama maliyetlerini artırmış, küresel ticaret dinamiklerinin yön değiştirmesine, turizm harcamalarında kesintiye ve bireylerin harcamalarında daha az iştahlı olmasına sebep olmaktadır.

3.3. Dünya Yolcu Trafığı

Hava yolu trafiği dünyada küresel ekonomi, turizm, ticaret gibi konularda kritik bir etkiye sahip olan dinamik bir sektördür. COVID-19 pandemisiyle durma noktasına gelen bir süreç yaşayan havacılık sektörü 2023 yılında olumlu sinyaller vermeye başlasa da 2024 itibariyle 2019 seviyelerini aşmaya başlamıştır. Devam eden savaşların olduğu bölgelerde ve politik sebepleri kaynaklı Çin'in uluslararası trafiği hala etkilenmeye devam etmektedir.

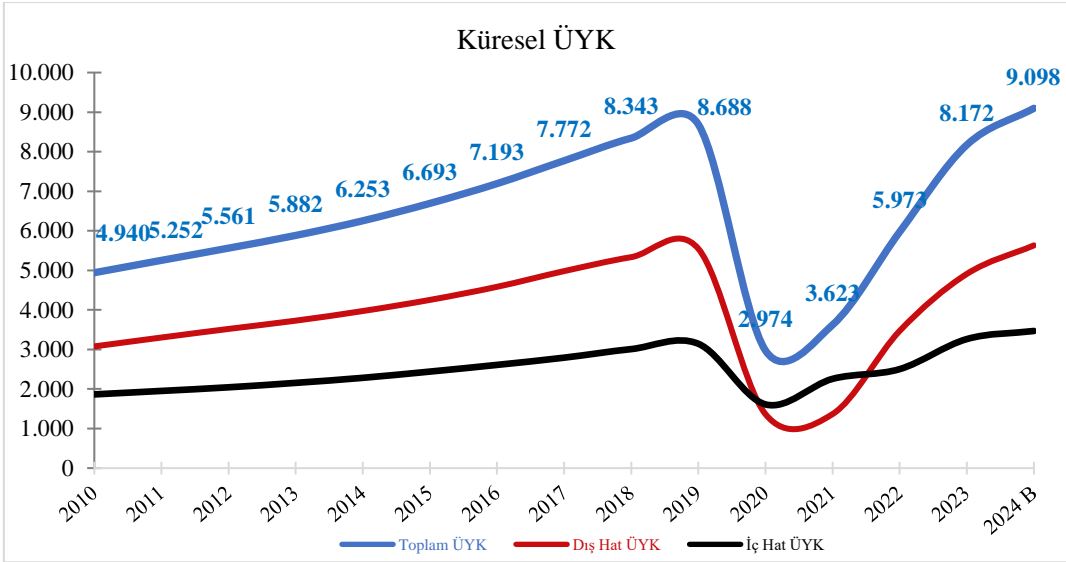
Sektör bir çok farklı alanda, küresel nüfus artışı, ekonomik büyüme, ticaretin genişlemesi ve turizm faaliyetlerinin artışı gibi farklı faktörlerden doğrudan etkilenmektedir. Genellikle yolcu trafiği, coğrafi koşullar ve ekonomik koşullara bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Artan ekonomik büyüme ile havalimanlarına yatırımların artırılması, uçulmayan nokta sayısını her geçen gün azaltmaktadır.

2024 yılında toplam yolcu trafiği yeni rekor seviyelere taşınmıştır. Yakın gelecekte devam eden talep gelişmekte olan hava yolu operasyonlarının genişlemesiyle desteklenerek bu seviyelerin daha üst noktalara taşınması beklenmektedir. Küresel yolcu sayısının 2024 yılında yıllık %10,7 oranında artması beklenmektedir. Avrupa ve Kuzey Amerika bölgelerinde önümüzdeki yıllarda da uluslararası trafiğinin istikrarlı olarak büyümesi beklenmektedir. Asya Pasifik ve Ortadoğu bölgeleri önümüzdeki birkaç yılda yolcu sayısının en fazla artış gösterdiği bölgeler olacağı tahmin edilmektedir. Ortadoğu küresel hava trafiğinin önemli bir parçası haline gelmiştir. Latin Amerika'nın önümüzdeki yıllarda artışı devam ederken, Afrika'daki artış bölgedeki hava yollarının sundukları kapasiteye göre yön alacaktır (IATA Outlook, 2024).



Şekil 3.4. Dünya yolcu sayısı, IATA Industry Statistics

Şekil 3.4.'te görüldüğü gibi yolcu trafiğindeki artış devam eden talep ve gelişmekte olan ülke ekonomilerinde hava yolu operasyonlarının genişlemesine etki edecektir. Sektörde devam eden tedarik zinciri sorunları farklı hava yollarına etki oluşturabilir.



Şekil 3.5. Dünya trafiği (Milyon), IATA Industry Statistics

2024 yılında bir önceki yılın aynı dönemine göre yolcu trafiğinin %10'luk büyümeyle 9,5 milyar yolcuya ulaşması beklenmektedir. Toplam yolcu trafiğinin %41'ini iç hat yolcu trafiği oluştururken dış hat trafiği ise %57'sini oluşturmaktadır. Ulaşması beklenen rakamlar sırasıyla 4,1 milyar ve 5,4 milyar'dır (ACI-Airports Council International, 2024).

Şekil 3.5'te görüldüğü gibi küresel ÜYK'da iç hat büyümesi daha yavaşken dış hat daha hızlı büyüme sergilemektedir. Özellikle pandemi sonrası süreçte iç hat trafiğinin eski seviyelerine gelmesi zaman almıştır. COVID-19 sürecinde dış hat yolcu daha kırılgan olması sebebiyle en çok etkilenen parametre olmuştur.

Tablo 3.1. Bölge bazlı ÜYK değişim %, IATA Outlook

<i>Bölgeler</i>	2021	2022	2023	2024	2025T
<i>Küresel</i>	%21,8	%64,9	%36,8	%11,2	%8,0
<i>Afrika</i>	%17	%84,3	%36,5	%13,5	%8,0
<i>Asya-Pasifik</i>	-%12,8	%32,3	%96,0	%18,6	%11,7
<i>Orta Doğu</i>	%8,5	%144,4	%32,4	%10,2	%9,5
<i>Latin Amerika</i>	%40,5	%62,9	%16,8	%8,5	%8,0
<i>Kuzey Amerika</i>	%74,6	%45,7	%15,1	%5,3	%3,0
<i>Avrupa</i>	%27,5	%103,9	%20,3	%8,7	%7,0

Tablo 3.2. Bölge bazlı AKK değişim %, IATA Outlook

<i>Bölgeler</i>	2021	2022	2023	2024	2025T
<i>Küresel</i>	%18,7	%40,1	%31,1	%10,1	%7,5
<i>Afrika</i>	%18,5	%51,4	%35,6	%11,7	%7,7
<i>Asya-Pasifik</i>	-%6,1	%15,5	%75,1	%15,2	%10,8
<i>Orta Doğu</i>	%21,2	%67,2	%24,7	%9,9	%9,2
<i>Latin Amerika</i>	%37,3	%54,4	%14,4	%8,3	%7,9
<i>Kuzey Amerika</i>	%41,1	%28,7	%14,0	%5,1	%2,8
<i>Avrupa</i>	%29,8	%69,6	%16,0	%8,6	%6,5

Tablo 3.2’de görüldüğü gibi pandemi sonrası kapasitelerde her bölgenin kendi karakteristik yapısına göre zamanlaması ve artışı farklı zaman dilimlerinde gerçekleşmiştir.

Afrika’nın 2024’te yaklaşık 0,1 milyar ABD doları tutarında mütevazı ancak cesaret verici bir net kar elde ettiği tahminlenmektedir. Bölge, doğası gereği yüksek operasyonel maliyetlerle ve düşük hava yolculuğu harcama eğilimiyle karşı karşıyadır. Şu an sektörde önemli bir problem olarak bazı ekonomilerde ABD doları nakiti kıtlığıdır. Bu durum altyapı ve bağlantı zorluklarıyla birlikte hava yolu sektörünün genişlemesini ve performansını ciddi oranda etkilemektedir. Bu engellere rağmen, hava yolculuğuna yönelik sürekli bir talep bulunmaktadır. Bölgenin karlılığını 2024’teki %0,8’den 2025’teki %0,9’a marjinal olarak iyileştirmesi beklenmektedir.

Tablo 3.1’de görüldüğü gibi pandemi sonrası bölgelerde ÜYK değişimi en fazla olan bölge Asya-Pasifik’tir. ÜYK açısından Asya-Pasifik dünyadaki en büyük pazarlardandır. Çin trafiği bu pazarın %40’ını oluşturmaktadır. Çin, Vietnam, Malezya, Taylanda gibi ülkelerde son yıllarda vize gerekliliklerindeki azalmaların etkisiyle pazarda %18,6’lık ÜYK büyümesi görülmüştür. Çin’in ABD’ye uçuş kısıtı ve Çin’deki aşırı kapasite sebebiyle pandeminin etkisinden tam anlamıyla kurtulamamış ve aynı pazarda tedarik zinciri problemleri devam etmektedir. Çin menşeli birçok hava yolu 2024’ün ilk yarısında zarar bildirmiştir. Üçüncü çeyrekte ise 3 çinli büyük hava yolunun kar açıklamasıyla bölgede umut verici olmuştur. Çin’de özellikle iç hat trafiğinin rekabetinde yüksek hızlı trenlere büyük yatırımlar yapılmasına rağmen 2024 yıl sonunda bölgede 3,2 milyar ABD doları kar beklenmektedir. 2025 yılında da pazarda büyüme beklenerek karlılığın daha da artarak 3,6 milyar ABD doları olması beklenmektedir.

Ortadoğulu taşıyıcılar ile 2024 yılında bölgede 5,3 milyar ABD Doları net kar beklenmektedir. Bölgede hava yolları 10 yıl önce iş modeli ve ağ yapısını oturtmuştur. Rusya ile Avrupa arasındaki politikalarından avrupalı taşıyıcıların pazardan çıkması ortadoğulu taşıyıcıların pazar payını artırmaya sebep olmuştur. Bölgenin jet yakıtı avantajı ile operasyonel maliyetleri de rekabette olduğu hava yollarına göre daha düşük seyretmektedir. Bölgeye yeni oyuncular girmesiyle düşük maliyetli iş modelinin daha aktif rol almasıyla pazar paylarında değişiklikler olabilir.

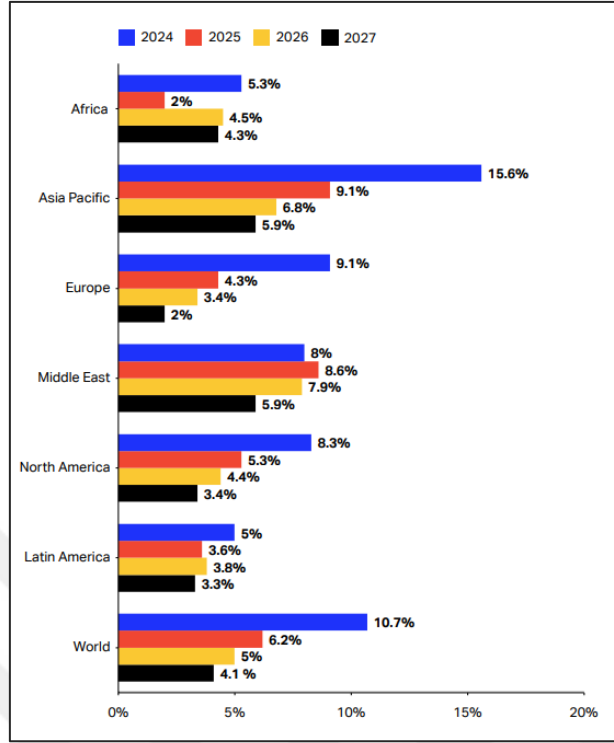
Avrupa bölgesi havacılığı 2024 yılında, artan ücretler, filoların motor problemleri, sürdürülebilirlikle ilgili kısıtlamalar, artan havalanı ücretleri, artan ulusal vergiler olmak üzere birçok büyük problemle karşı karşıya kalmıştır. Bölgede ekonomik büyüme yavaşlayarak ABD ve Çin'in gerisinde kalmıştır. Ukrayna'da devam eden savaş, Rusya'nın Avrupa hava sahasının %20'si kapalı ve Avrupalı hava yolları için Rusya'daki uçuş haklarının geri çekilmesi ile Asya'da pazarın yeniden yapılanmasına sebep olmuştur. Bölgede 2024 yılı için 10 milyar ABD doları olması beklenmektedir.

Kuzey Amerika bölgesi pandemi öncesi karlılık seviyelerine ulaşamamış tek bölgedir. Düşük maliyetli hava yolları bölgede aynı performansı gösterememektedir. Uçak teslimatlarındaki gecikmeler tek tip kullanan LCC'ler için büyük bir risk oluşturmuştur ve FSC'lere karşı rekabet avantajını azaltmıştır. 2024 yılında net karın 11,8 milyar ABD dolarına ulaşması beklenmektedir.

Latin Amerika'da 2020'den beri iyileşmeler devam etse de hava yollarının performansları oldukça değişken olmaya devam etmiştir. Fiyatların yerel para birimleriyle belirlenmesi sonucu, ülkelerin para birimlerinin dolar karşısında değer kaybetmesi ve operasyonel sonuçların iyi olmaması borçluluğu artırarak zorluk oluşturmaktadır. Bölgede net karın 2024 yılında 1,0 milyar ABD dolarına ulaşması beklenmektedir.

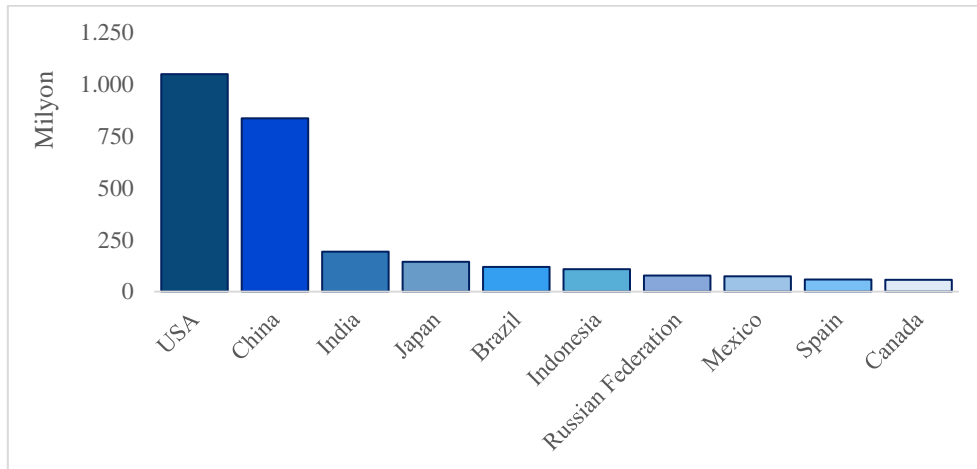
Tablo 3.3. Bölge bazlı yolcu büyümesi, IATA Global Outlook 2024

Bölge	CAGR (2023-2043)	2043'e kadar ilave yolcu (Milyon)
Afrika	%3,7	182
Asya-Pasifik	%5,1	2,609
Avrupa	%2,3	662
Orta Doğu	%4,1	314
Kuzey Amerika	%3,0	763
Latin Amerika	%3,0	200
Dünya	%3,8	4,138



Şekil 3.6. Bölge bazlı yolcu sayısının % artışı, IATA Outlook 2024

Şekil 3.6’da görüldüğü üzere 2043’e kadar en belirgin büyüme Asya-Pasifik bölgesinde görülmektedir. Büyümeye ek olarak yolcu sayısı hacmide en çok Asya-Pasifik bölgesinde artış göstermektedir. Bu bölgeyi Orta Doğu bölgesi takip etmektedir. Her iki bölgede dünya ortalamasının üzerinde yıllık büyüme beklenmektedir.

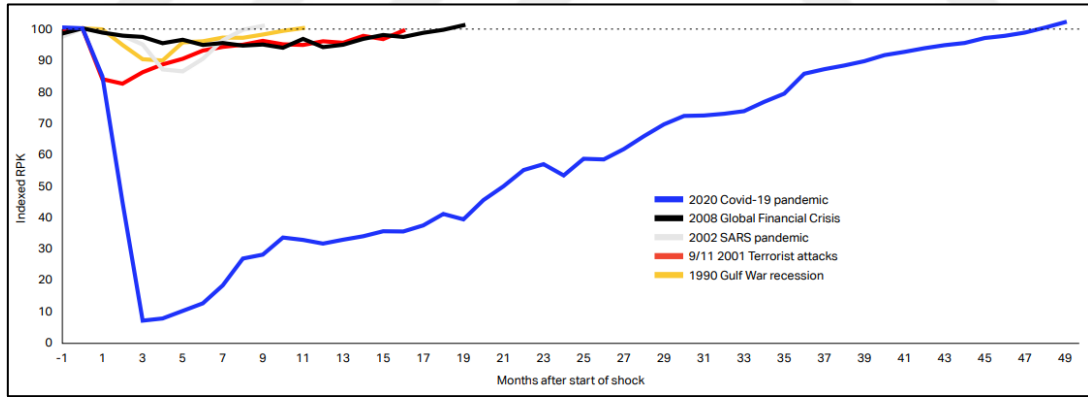


Şekil 3.7. 2024 yılı iç hat kapasitesi ülke sıralaması, OAG

Nüfusu yüksek olarak, iç hat trafiği yoğun olan ülkeler arasında pandemiden sonra en büyük büyüme gösterenlerden biriside Hindistan'dır. Bölgede havacılık sektörü yıllar içinde hızla gelişerek diğer bölgelere göre daha fazla büyüme kat etmiştir. 2014-2023 yılları arasında Hindistan'daki havalimanı sayısı 74'ten yaklaşık 2 katına çıkararak 149'a ulaşmıştır. Verilere göre Hindistan ABD ve Çin'den sonra dünyada 3. en büyük iç hat pazarına sahiptir. 2023 yılında Hindistan küresel yolcu trafiğinin %4,2'sini oluşturmuştur. Son 10 yılda Hindistan iç hat havacılık pazarı %6,9 büyümüştür. Şekil 3.7'de 2024 yılı iç hat ülke kapasite değerleri verilmiştir.

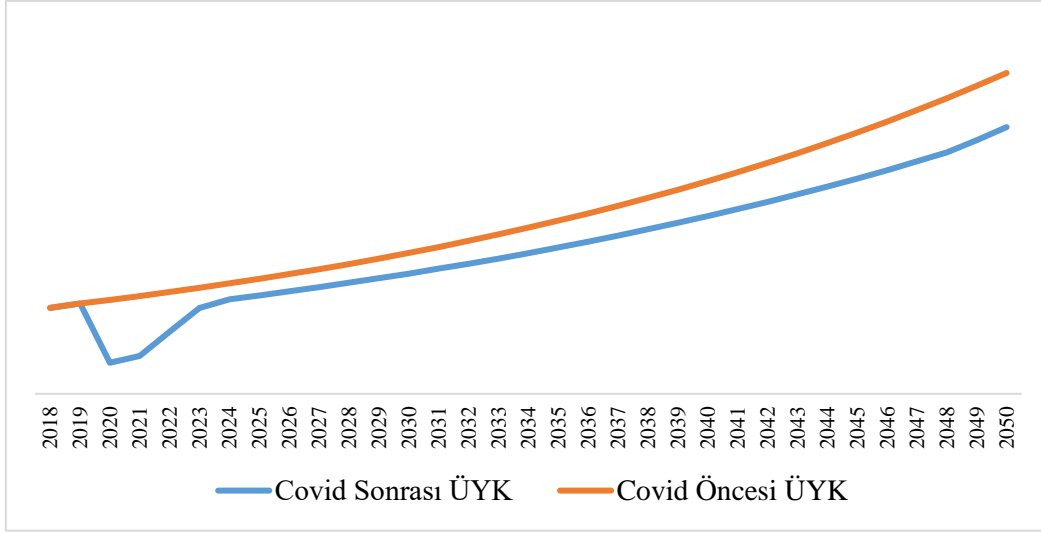
3.4. Diğer Krizlere Göre COVID-19 Pandemisinin Etkisi

COVID-19 pandemisinden tüm ticari sektörler etkilenirken hava yolları en çok etkilenen sektörlerden olmuştur. Dünya üzerinde havacılık sektörünün başladığı dönemlerden günümüze birçok farklı kriz olsa da COVID-19 etkisinin en çok devam ettiği krizlerden birisidir.



Şekil 3.8. Krizlerin ÜYK'ya etkisi, IATA Outlook 2024

Şekil 3.8'de de görüldüğü gibi daha önceki krizlerde talepte yaşanan şoklar genellikle uzun süreli olmamıştır. Önceki krizler ÜYK'yı yaklaşık %5-20 azaltırken, 6-18 ay içerisinde iyileşme gözlemlenmektedir. COVID-19'da ise bu süre beklenenden daha fazla süreç almıştır. ÜYK'nın 2019 ile aynı seviyelere gelmesi yaklaşık olarak 49 ayı bulmuştur.



Şekil 3.9. COVID-19 krizi küresel ÜYK değişimi

Şekil 3.9'a göre ICAO'nun COVID-19 öncesi ve sonrası baz senaryo tahmini baz alındığında 2019-2050 yılları arasında COVID-19 öncesi yıllık ortalama %4,2 büyüme beklenirken COVID-19 sonrası bu oran %3,6'ya gerilemiştir. Bu tahmine göre 2050 yılında pandemi öncesine kıyasla yolcu trafiğinde %17'lik bir kayıp ön görülmektedir.

Tablo 3.4. Gelir büyüme tahmini, IATA Outlook

Dönem (Yıl)	COVID-19 Sonrası CAGR	COVID-19 Öncesi CAGR
19-30	%2,6	%4,1
30-40	%4,0	%4,2
40-50	%4,1	%4,2

Tablo 3.4'e göre COVID-19 sonrası büyüme tahminlerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Sektörde birçok hava yolu mali sorunlardan kaynaklı olarak iflas açıklamıştır. Bazı devlet ortaklığı olan ya da bayrak taşıyıcı hava yolları da devletlerden finansal destekler alarak ayakta kalmayı başarmıştır. Zamanla azalan yolcu trafiği belirli bölgelerde karantinaların başlamasıyla tamamen durmuştur. Krizin etkisi sadece hava yollarını değil tedarik zincirinin diğer üyelerini de derinden etkilemiştir. İngiltere'nin en büyük ve bağlantı imkanı en yüksek havalimanlarından olan 'Heathrow Havalimanı' pandeminin başladığı ilk 9 ayda toplam 1,5 milyar GBP zarara uğrayarak Avrupa'nın en yoğun havalimanı olma statüsünü kaybetmiştir (Kalkın, 2020).

IATA, uluslararası ÜYK verilerinin 2020 yılında bir önceki yılın Ağustos ve Eylül aylarına göre %88.8 düşüş gösterdiğini ve dünya çapında yapılan uçuşlarda %65'lik bir düşüşün küresel ekonomiye yaklaşık 252 milyar dolar yansımaları olacağını açıklamıştır (IATA, 2020).

Küresel olarak havalimanlarının karı 2020'nin ikinci çeyreğinde 39,2 milyar USD iken 2020'nin tamamında 97 milyar USD olarak belirlenmiştir (ACI, 2022).

Tablo 3.5. Bölge bazlı hava yolları net karı (Milyar USD)

Bölgeler	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025T
Afrika	-0,4	-0,2	-0,1	-0,3	-2,0	-1,1	-0,8	0,1	0,1	0,2
Asya-Pasifik	7,4	10,5	6,1	4,9	-35,0	-13,4	-13,8	3,1	3,2	3,6
Orta Doğu	1,3	0,1	-1,5	-1,5	-7,9	-4,4	-7,0	5,6	5,3	5,9
Latin Amerika	0,4	0,5	-0,8	-0,7	-11,9	-7,0	-3,5	1,0	1,0	1,3
Kuzey Amerika	17,0	17,8	14,5	17,4	-35,1	-1,9	7,2	14,1	11,8	13,8
Avrupa	8,5	8,9	9,1	6,5	-34,5	-12,5	5,2	11,3	10,0	11,9

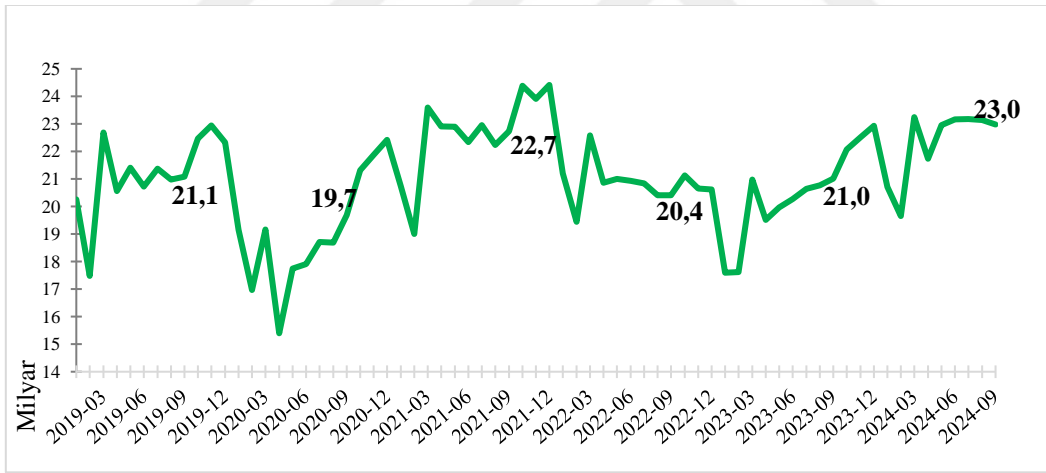
Tablo 3.5'te bölge bazlı hava yollarının net kar gelişimi görülmektedir. 2016 yılından 2020 yılına kadar pozitif karlılıkla ilerleyen sektör 2020 yılında pandemi etkisiyle büyük bir zarara uğramıştır. Havacılık sektörü 2020 yılında toplamda 126,4 milyar USD net zarar etmiş ve geçmiş 4 yıldaki karı eritmiştir. 2021 yılında da toparlanamayan sektör karı zarar etmeye devam etmiştir. Pandemi öncesi 2019 yılı seviyelerine 2024 yılında gelmiş ve o seviyeleri geçmiştir. Fakat hala bölge bazlı olarak bazı ülkelerde Çin gibi, iç hat trafiği pandemi öncesi seviyelere gelememiştir. Havacılıkta kapasiteler, doluluklar normal seviyelere gelse de ekonomide oluşturduğu olumsuz etki beklenenden çok daha uzun sürmüştür.

2023 yılında sektör net karı 35,2 milyar USD'dir. 2024 yılında ise 31,5, 2025 yılında 36,6 olması beklenmektedir (IATA, 2024).

COVID-19 salgını küresel havacılık endüstrisi üzerinde ciddi bir etki oluşturmuştur ancak dayanıklı kalma ve toparlanma yolculuğunda olan havacılık endüstrisi öncekinden daha

güçlü hale gelerek ortaya çıkmıştır. Dünya çapında hava yolları 200 milyar ABD dolarını aşan mali kayıplara sebep olmuştur. Havacılık değer zincirinde kesintilere sebep olmuştur. Sadece hava yollarını değil havalimanlarını, yer hizmetleri ve turizm işletmelerini ciddi oranda etkilemiştir. Sektörde milyonlarca iş kaybı olmuştur. Finansal olarak güçlü kalamayan hava yolları iflasla karşı karşıya kalmıştır. Devlet iştiraki olan hava yollarının çoğu finansal olarak devlet desteğiyle ayakta kalmayı başarmıştır. 2023 ortasında pandemi öncesi seviyelerin %70'ine ulaşırken, 2024'te pandemi öncesi seviyeleri geçmiştir.

Hava yolları günümüzde artan yakıt maliyetleri ve sektörün sürdürülebilirlik yönünde yön değiştirmesinin etkisiyle bilet fiyatlarının artması beklenmektedir. Hava yolları ise operasyonel verimliliği artırmak, müşteri deneyimini geliştirmek ve kişiselleştirilmiş seyahat hizmetleri sunmak için dijital teknolojilere yatırım yapmaktadır. Diğer sektörler gibi havacılık sektörü de küresel ekonomide GSYİH'yı artırarak büyük katkı sağlayarak önemli bir rol oynamıştır.



Şekil 3.10. Küresel kargo kapasitesi (FTK)

Kargo hava taşımacılığı, e-ticaretin hızla gelişmesiyle ve insanların karantina sebepleriyle dışarı çıkamaması sonucu temel mallara artan taleple pandemi sırasında nispeten dirençli olarak kalmıştır. Pandemi döneminde havacılıkta sektörü finanse eden kısmen kargo tarafı olmuştur. Yolcu trafiğinin tamamen durduğu dönemde dahi kargo talebinde yoğun bir artışla hava kargo ticari döngüde önemli bir yer kaplamıştır. Şekil 3.10'da 2019'dan günümüze aylık olarak kargo kapasitesinde ki değişim gösterilmektedir.

3.5. Türkiye Yolcu Trafiki

Küreselleşme ile Türkiye’de hava yolu yolcusu sayısı hızla artmıştır. Ulaşım sektörü, özellikle hava yolu sektörü bugün dünya ekonomisinin en önemli paydaşlarından birisi olmuştur. 1983’te Türkiye’de pazarın liberalleşmesi, gerek kıtalararası bağlantıların artışı gerek ülkelerin entegrasyonunun artmasıyla bütünleşmede ve küresel ekonomiye yön vermede büyük rol oynamaktadır. Türkiye özelinde de sektörün hızla büyümesi Türkiye Cumhuriyeti’nin ekonomisine katkı sağlayan önemli parçalardan biri haline almıştır.

Uluslararası ticaretin gelişimi ve havacılık sektörünün gelişimi birbirini her iki yönlü besleyen girdilerdendir. Havacılık sektörünün emniyeti ön plana alması, güvenilirliği artırarak yıllar içinde kişilerin daha kolay tercih edebildiği bir sektör haline gelmesini sağlamıştır.

1 Mart 1989 tarihinde Türkiye, Avrupa hava trafik yönetimini ve emniyetini geliştirmeyi amaçlayan Avrupa Seyrüsefer Emniyeti Teşkilatı EUROCONTROL’e üye olmuştur. (Yılmaz, 2020)

Türkiye’de 1983 itibariyle ekonomik politikaların değişimi sivil havacılığı önemli ölçüde etkilemiştir. Türk sivil havacılığında serbestleşme sürecinin başlaması 2920 sayılı ‘Sivil Havacılık Kanunu’nun yürürlüğe girmesi ile başlamıştır. Yasanın yürürlüğe girmesiyle Türk Sivil Havacılığın’ın serbestleşmesi başlamıştır. (Battal, 2006)

Pazarın serbestleşmesi, Türkiye de bayrak taşıyıcı olan Türk Hava Yolları’nın da güçlenmesine pazarda rekabet edebilir konuma ulaşmasına olanak sağlamıştır. Türk Hava Yolları’nın yeniden yapılandırılması, 1990 sonrası uluslararası varış noktalarında artışın sağlanması ile sektör büyümesi devam etmiştir. Pazara diğer hava yollarının da girmesiyle Türkiye’de günümüzde büyük bir ekosisteme sahip olan havacılık endüstrisini ortaya çıkarmıştır.

Havacılık sektörü ülke taşımacılığında öncüdür, çünkü taşımacılığın en kolay alternatifidir. 2003 yılında bölgesel havacılık politikalarına verilen önemin artırılmasıyla birlikte Türkiye’de havacılık daha ön plana çıkmaktadır. Ulaştırma sistemlerinde Türkiye’de 1980’lere kadar hava yolu taşımacılığı küçük bir paya sahipken 2003 tarihinden sonra sektörde kayda değer bir büyüme meydana gelmiştir (DHMI, 2023).

2003 yılında 26 olan aktif sivil havalimanı sayısı 20 yılda 2 katından daha fazla artarak 2023 yılında 56'ya ulaşmıştır. Aynı dönemlerde 81 olan hava ulaştırma anlaşması bulunan ülke sayısı 20 yılda 2,1 katına çıkarak 2023 yılında 173'e ulaşmıştır.

İstanbul jeopolitik konumu bakımından birçok noktayı kısa sürelerde birbirine bağlayan bir yapıya sahiptir. Doğu ile Batı, Kuzey ile Güney Bölgeleri arasında yolcu transfer merkezi olarak köprü konumunda bulunması ile birçok ticari merkezin üzerinden geçişine fırsat sunmaktadır. İstanbul'da aktif olarak hizmet verilen 2 havalimanı bulunmaktadır. 2018 yılında İstanbul Havalimanı'nın açılmasıyla Atatürk Havalimanı ticari seferler için kullanıma kapatılmıştır. Türkiye'nin sivil havacılık tarihinde en büyük projelerden biri olan İstanbul Havalimanının tüm fazları tamamlandığı yılda 200 milyon yolcu kapasitesine ulaşacaktır. Atatürk Havalimanı'nın kapasite sorunlarını çözmek amacıyla inşa edilen bu havalimanı, İstanbul'u global bir havacılık merkezi haline getirmiştir.

İstanbul'un ikinci büyük havalimanı olan Sabiha Gökçen Havalimanı, özellikle Pegasus Hava yolları'nın ve AJET'in (Eski adıyla AnadoluJet) merkezi olarak büyüme göstermiştir. Bu havalimanı maliyetleri nispeten daha düşük, özellikle LCC'lerin kullandığı ikincil havalimanı olarak hizmet vermektedir. 2000'li yıllardan itibaren bu havalimanı yeni pistlerin açılması ve alt yapı yatırımlarının desteğiyle yolcu ve uçuş sayısında büyük bir artış kaydetmiştir.

Türkiye hava yolu yolcu trafiği bakımından 2003 yılında Avrupa'da 7. Dünya'da 18. sıradayken 2023 yılında Avrupa'da 3. Dünya'da 7. sıraya yükselmiştir. 2003'te yürürlüğe giren yeni düzenlemelerle birlikte, özel hava yolu şirketlerine iç hat uçuşları yapma izni verilmiştir. Bu durum, piyasada rekabeti artırarak bilet fiyatlarının düşmesine ve daha geniş bir yolcu kitlesine hitap edilmesine neden olmuştur.

Havacılığın kullandığı önemli girdilerden olan uçak sayısı Türkiye'de 2003-2023 yılları arasında %312 artarak 668'e ulaşmıştır (SHGM, 2023). 2000'li yıllarda havacılık sektörüne önemli yatırımlar da bulunulmuştur. Pegasus, Onur Air, Atlasjet gibi hava yolları iç hatlarda rekabeti artırmıştır. Türkiye'de hizmet veren hava yolları ve uçak sayıları aşağıdaki Şekil 3.11'de verilmiştir.

Havayolu Şirketleri Uçak Sayıları	2022	2023
THY A.O	381	420
Pegasus Hava Taşımacılık A.Ş.	96	109
Güneş Ekspres Havacılık A.Ş.	62	62
Turistik Hava Taşımacılık A.Ş.	20	19
Cortex Havacılık ve Turizm Ticaret A.Ş.	3	12
Hürkuş Hava Yolu Taşımacılık ve Ticaret A.Ş.	10	10
MNG Hava Yolları ve Taşımacılık A.Ş.	7	8
Tailwind Havayolları A.Ş.	5	7
BBN Hava Yolları ve Taşımacılık A.Ş.	0	6
Mavi Gök Havacılık A.Ş.	4	5
ACT Hava Yolları A.Ş.	5	4
ULS Havayolları Kargo Taşımacılık A.Ş.	3	3
Air Anka Hava Yolları A.Ş.	2	3
Toplam	598	668

Şekil 3.11. Türkiye hava yollarının uçak sayısı, SHGM 2023 Yıllık Rapor

Dünyada da serbestleşme sonrası ortaya çıkan LCC modeli Türkiye’de de kullanılarak, Pegasus örneğinde olduğu gibi daha düşük bilet fiyatları ve artan uçuş seçenekleri ile hava yolculuğunu geniş kitleler için erişilebilir hale getirmiştir. Bunların yanı sıra Türk Hava Yolları 2000’li yıllardan sonra agresif büyümesi ile sektörde ön plana çıkmıştır. Artan uçak siparişleri ile filosunu yenilemeye başlamış, yaptığı büyük sponsorluk anlaşmaları adından söz ettirir konuma getirmiştir. Marka değerini artırarak dünyada bilinirliğini önemser nitelikte farklı markalar ile ortaklık anlaşmaları yapmıştır. Türkiye’de 2024 yılında tarifeli olarak hizmet veren hava yolları Tablo 3.6’da verilmiştir.

Tablo 3.6. Türkiye’de tarifeli hava yolları kapasitesi, OAG

Hava Yolları	2024 Yılı Sunulan Kapasite (milyon)	Kapasite Pay (%)
Türk Hava Yolları	54,1	%48
Pegasus Hava yolları	28,9	%26,6
AJET	16,1	%14,3
Sunexpress	10,3	%9,1
Corendon Hava yolları	1,7	%1,5
Southwind Hava yolları	1,3	%1,2
Freebird Hava yolları	0,4	%0,4

Pegasus hava yolları 2005’te düşük maliyetli hava yolu modeliyle faaliyetlerine başlamıştır ve kısa sürede Türkiye’nin en büyük özel hava yolu şirketlerinden biri haline gelmiştir. Anadolujet, 2008 yılında ‘Uçmayan Kalmasın Mottosu’ ile düşük maliyetli

hava yolu modeliyle Ankara Esenboğa ve İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı merkezli olarak Türk Hava Yolları bünyesinde faaliyetlerine başlamıştır.

Ülkelerde iç hat trafiği ülke gelişmişliği, o ülkenin havacılık sektöründe etkin rol almasıyla gelişen bir süreçtir. Türk Hava Yolları'nın özelleşmesi sonrası agresif olarak büyüme göstermiştir. Aynı zamanda ülkede rekabette ortak pazar hava yolları ile sektöre birçok yeni oyuncular girmiştir. Türkiye ekonomisinin, GYSİH'nın da artması havacılık sektörü gelişimini doğrudan etkileyen faktörlerden birisidir.

Türkiye'de iç hatlar trafiği Tablo 3.7'de de görüldüğü gibi geçmişten günümüze hızla büyüyen pazarlardan birisi olmuştur. Tabloda 2007'den günümüze kadar olan yolcu büyümesi gösterilmektedir. Yolcu sayısındaki artış ile birlikte sunulan koltuk kapasitesi ve doluluklarda da belirgin artışlar gözlemlenmiştir. Türkiye'de iç hat pazarının 2013-2023 yılları arası yıllık büyümesi %1,8'dir. Aynı dönemde Türk Hava Yolları iç hatlarda %3,6 büyürken, AJET %6,2, Pegasus ise %1,6 büyümüştür.

2024 yılını, 2023 yılının ilk 11 ayı ile karşılaştırdığımızda iç hatlar yolcu sayısı %5,3 büyümüştür. Pegasus, diğer hava yollarının arasında ayrılarak %17,4'lük iç hat büyümesi ile pazarı baskılamıştır.

2007'de Türk Hava Yolları iç hatlar da %63,2 paya sahipken, 2024 yılının ilk 11 ayına baktığımızda %39,3 e düşmüştür. Türk Hava Yolları iç hat kapasitesini alt markası olarak hizmet sunan AJET'e ve Pegasus'a kaydırmıştır. 2024 yılı ilk 11 ayında Türk Hava Yolları'nın AJET ile toplam kapasitesine baktığımızda iç hatlardaki payı %66,1 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3.7. Türkiye iç hat yolcu sayısı, DHMI İstatistik

YIL	İÇ HATLAR				
	DHMI	Türk Hava Yolları	AJET	PEGASUS	Diğer
2007	15.974.671	10.100.451	-	2.400.000	3.474.220
2008	17.916.388	9.472.461	1.723.273	2.500.000	4.220.654
2009	20.613.480	9.010.120	2.824.285	3.400.000	5.379.075
2010	25.287.713	9.069.336	4.726.526	5.000.000	6.491.851
2011	29.129.162	9.291.737	5.327.404	6.800.000	7.710.021

Tablo 3.7. (Devam) Türkiye iç hat yolcu sayısı, DHMI İstatistik

YIL	DHMI	Türk Hava Yolları	AJET	PEGASUS	Diğer
2012	32.360.658	10.944.261	5.083.286	8.300.000	8.033.111
2013	38.074.263	12.563.876	7.567.387	10.230.000	7.713.000
2014	42.708.083	14.431.566	8.398.677	11.970.000	7.907.840
2015	48.520.605	16.111.111	10.516.645	13.810.000	8.082.849
2016	51.249.679	16.090.987	11.611.961	15.290.000	8.256.731
2017	54.755.695	17.189.540	13.428.077	16.890.000	7.248.078
2018	56.455.554	18.407.272	15.111.241	18.058.203	4.878.838
2019	49.973.286	17.477.895	13.308.859	16.090.000	3.096.532
2020	24.870.152	7.769.865	6.104.688	9.600.000	1.395.599
2021	34.355.587	10.559.772	9.888.916	11.990.000	1.916.899
2022	39.161.912	15.911.481	10.134.051	10.900.000	2.216.380
2023	45.527.507	17.815.260	13.856.450	11.980.000	1.875.797
2023 11A	41.873.899	16.461.460	12.648.763	10.960.000	1.803.676
2024 11A	44.104.093	16.116.336	13.030.935	12.870.000	2.086.822

Tablo 3.8’de görüldüğü gibi Türkiye dış hat yolcu trafiği yıllık olarak 2009-2019 yılları arasında %9,4 büyürken, Türk Hava Yolları, Türkiye büyümesinin üstünde %12,3’lük bir büyüme sergilemiştir. Aynı dönemde AJET %34,3, Pegasus %19,8’lik yıllık büyüme gerçekleştirmiştir. 2013-2023 yılları arasında yıllık olarak Türkiye %5,3’lük büyüme gerçekleştirirken, Türk Hava Yolları %5,1, AJET %31,2, Pegasus %11,7 büyüme sağlamıştır.

Tablo 3.8. Türkiye dış hat yolcu sayısı, DHMI İstatistik

YIL	DIŞ HATLAR				
	DHMI	Türk Hava Yolları	AJET	PEGASUS	Diğer
2007	38.347.191	9.673.078	-	1.700.000	26.974.113
2008	43.605.513	11.566.017	15.669	1.900.000	30.123.827
2009	44.281.549	13.461.926	64.339	2.400.000	28.355.284
2010	52.224.966	14.973.511	634.870	3.700.000	32.916.585
2011	59.362.145	17.692.759	617.281	4.500.000	36.552.105
2012	65.630.304	22.947.794	428.205	5.280.000	36.974.305
2013	73.281.895	28.005.092	491.768	6.590.000	38.195.035
2014	80.304.068	31.773.703	574.721	7.770.000	40.185.644
2015	84.033.321	34.991.587	336.332	8.520.000	40.185.402

Tablo 3.8. (Devam) Türkiye dış hat yolcu sayısı, DHMI İstatistik

2016	71.244.179	35.499.653	449.982	8.590.000	26.704.544
2017	83.533.953	35.500.453	766.551	10.450.000	36.816.949
2018	97.587.056	41.793.575	850.098	11.963.837	42.979.546
2019	108.427.124	43.010.968	1.227.840	14.670.000	49.518.316
2020	31.875.837	13.210.370	981.999	5.120.000	12.563.468
2021	59.676.396	21.068.604	3.557.188	8.160.000	26.890.604
2022	103.465.515	40.295.582	6.080.986	16.040.000	40.862.613
2023	122.950.966	45.922.549	7.439.780	19.950.000	49.638.637
2023 11	115.576.070	42.538.416	6.938.689	18.380.000	47.718.965
2024 11	126.224.096	43.834.494	6.961.909	21.510.000	53.917.693

Hava kargo taşımacılığı ise; ICAO ve IATA kurallarına bağlı olarak başta ülke ve taşıyıcı kısıtlamaları göz önünde bulundurularak malların posta ve bagaj haricinde paketlenmesi, etiketlenmesi, evrakların uygun şekilde hazırlanması ve bir hava aracı ile sevk edilmesi olarak tanımlanmaktadır (Öztürk, 1993).

Hava kargo taşımacılığı sektörde büyük yer kaplayarak hem gelirlerini hem de operasyonlarında büyük gelişmelere yer açmıştır. Türkiye’de 2003 yılında 300 bin ton olan taşınan kargo 20 yılda 6 katına çıkarak 2023 yılında 1,7 milyon tona ulaşmıştır. Türkiye de kargo trafiğinin, 2023-2033 yılları arasında yıllık büyümenin %4,5, 2023-2043 yılları arasında ise yıllık büyümenin %4 olması beklenmektedir.

Havacılığın yıllar içinde gelişimi ile Türkiye’de bilinen bir sektör haline gelmesi hem eğitim hem de insan kaynağı açısından daha zengin olmasını desteklemiştir. 2000’li yıllar ve sonrasında üniversitelerde de havacılıkla ilgili alanlara daha fazla yer verilmeye başlamıştır. Büyüyen sektörün ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli olan nitelikli personel yetişmesi sağlanmış ve sağlanmaya devam etmektedir. Tablo 3.9’da gösterildiği gibi 2003 yılında 65 bin olan havacılık istihdamı 20 yılda 4 katına çıkarak 2023 yılında 263 bine ulaşmıştır. Sektörde oluşan bilgi birikimi ile insan yetiştirme ve ihtiyaçların doğru analizi sonucu daha nitelikli personellere erişim kolaylaşmıştır.

Tablo 3.9. Türkiyedeki havacılık personel sayısı, SHGM 2023

Yıllar	Personel Sayısı	Ciro (Milyar TL)	Ciro (Milyar \$)
2003	65.000	3,06	2,2
2019	295.547	160,71	27,06
2020	245.876	105,68	14,26
2021	253.885	272,6	20,50
2022	262.925	668,06	35,7

Nitelikli insan kaynağının bilgi birikimi ile regülasyonlara uyum süreci artarak güvenlik konusunda önemli noktalara gelinmiştir. Türkiye havacılığı güçlü bir büyüme trendi yakalayıp dünya çapında bir havacılık merkezi haline gelmiştir.

Türkiye varışlı-çıkışlı trafiğın önümüzdeki yıllarda önemli ölçüde artışı beklenmektedir. Öncelikli olarak en fazla yolcu yoğunluğunun Almanya, Rusya, Birleşik Krallık, Kuveyt İsviçre ve Fransa gibi ülkelerden olması beklenmektedir. 2043'lerde ise 2019 seviyesine göre Çin, Mısır, Özbekistan, Kazakistan ve Güney Kore'de belirgin bir yolcu artışı beklenmektedir (Airbus, 2023).

4. TÜRK HAVA YOLLARI VE TÜRKİYE EKONOMİSİ

4.1. Geçmişten Günümüze Türk Hava Yolları

Türk Hava Yolları 1933 yılında TC. Milli Savunma Bakanlığı'na bağlı olarak 'Hava Yolları Devlet İşletme İdaresi' adında kurularak 5 uçak ile uçuşlarına başlamıştır. Günümüzde bayrak taşıyıcı misyonu ile hizmet vermeye devam etmektedir. 1947 yılında ilk dış hat uçuşunu Ankara-İstanbul-Atina hattında gerçekleştirmiştir.

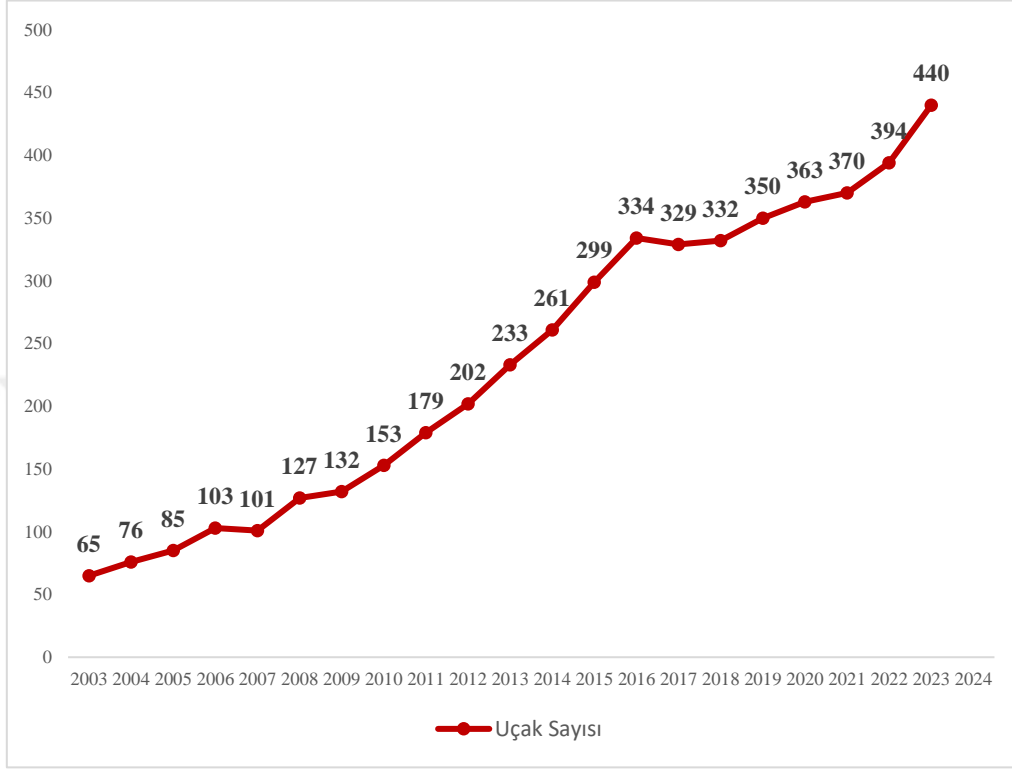
1956 yılında isim değişikliği ile Türk Hava Yolları A.O. ile faaliyetlerini sürdürmeye devam etmiştir. Geçmişte tamamı devletin hissedarlığında olan şirket günümüzde %49'u devlet iştiraki olarak hizmetlerine devam etmektedir.

2003 yılında Ulaştırma Bakanlığı tarafınca "Bölgesel Havacılık Projesi" ismiyle başlatılan proje çerçevesinde iç hat yolcu taşımacılığının gelişebilmesi amacıyla havaalanı ücretleri düşürülmüş, yolcu biletlerinden tahsil edilen özel işlem vergisi ve eğitime katkı payları kaldırılmıştır (Oktal ve diğ., 2007).

Türk Hava Yolları iş modeli olarak tam hizmet sağlayıcı iş modelini benimsemiştir. Bu iş modeline sahip hava yolları 'topla ve dağıt' iş modeli yapısını kullanmaktadırlar. Düşük maliyetli hava yolları ise 'noktadan noktaya' iş modeli ile hizmet vermektedir. Düşük maliyetli hava yolları tek tip filo ile hizmet verirken tam hizmet sağlayıcı hava yolları çok farklı tipte uçakları farklı hatlarda kullanmaktadırlar. Bölgesel jet veya dar gövde uçaklarıyla kendi hub'larına taşıyarak ana merkezinden uzun mesafe uçuşlara bağlantı imkanı sunulmaktadır.

Küresel olarak havacılıkta olduğu gibi dünyada serbestleşme hareketlerinin etkisiyle Türkiye havacılığıyla, Türk Hava Yolları'da 2000'li yıllardan sonra büyümesi ivme kazanmıştır. Hava yolu, filodaki uçak sayısı Şekil 4.1'de görüldüğü gibi 2003'te 65 iken 6,8 kat büyüyerek 2023 yılında 440 uçakla dünyada filo büyüklüğü bakımından 9. sıraya yükselmiştir. 2024 yılında ise 3.çeyrek sonuçlarına göre 467'ye ulaşmıştır. Hava yolu dünyanın en genç ve gelişmiş filolarından birisine sahiptir. Yolcu uçaklarına ek olarak kargo sektöründe aktif büyümesine devam eden Türk Hava Yolları filusunda kargo uçakları da yer almaktadır. Önümüzdeki dönemlerde büyüme hedeflerini destekleyen yeni kargo ve yolcu uçakları siparişleri bulunmaktadır. Şirket 2033 yılında 800'den fazla

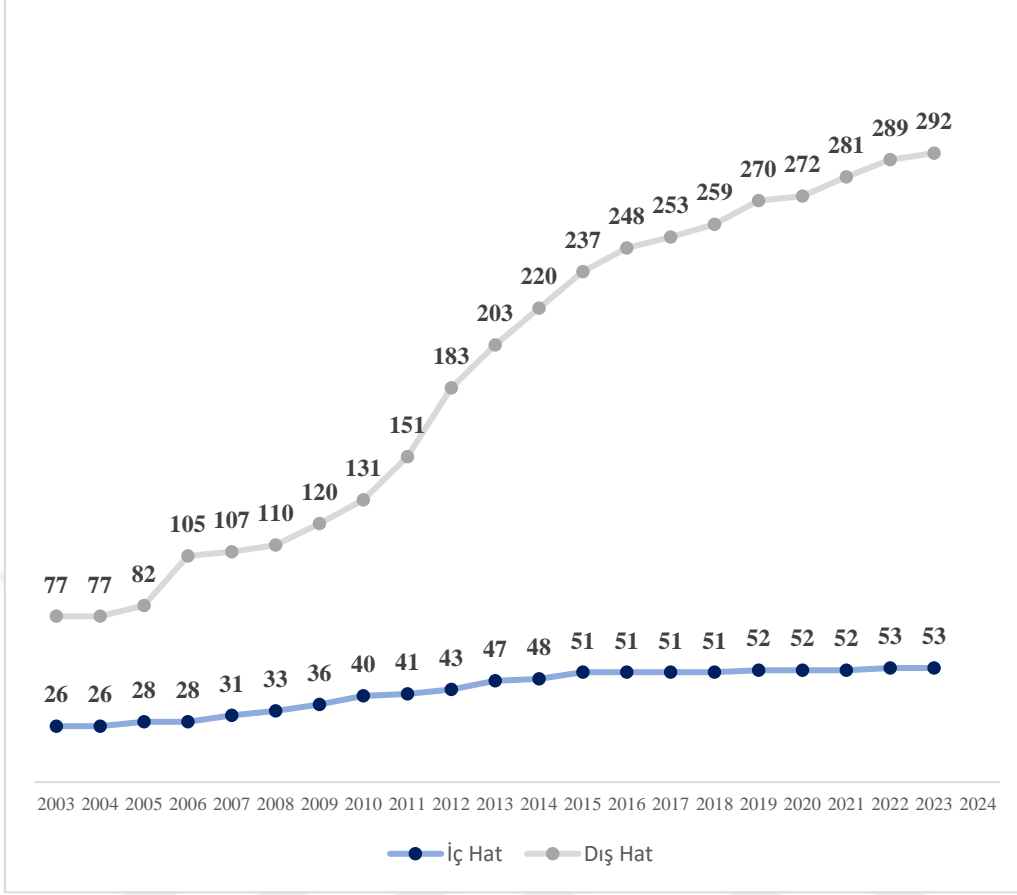
uçak ile kapasitesini 2 katına çıkararak hizmet vermeyi hedeflemektedir. 2033 yılında dar gövde uçak sayısı 546'ya, geniş gövde uçak sayısı 233'e, kargo uçak sayısını ise 44'e çıkarmayı hedeflemektedir.



şekil 4.1. Filo gelişimi, Türk Hava Yolları- Butikten Zirveye 2023

Hava yolu filusunda hem Airbus hem de Boeing'e menşeili olan farklı tipler kullanılmaktadır. Dar gövdeleri B737, B737 Max, B787'ler ve A320 neo ailesi hizmet sunarken, geniş gövde uçaklarında B777, A350 ve A330'larla hizmet vermektedir. şirket 9,8 yaş ortalaması ile tam hizmet sağlayıcıli iş modelleri arasında dünyanın geniş filolarından birisine sahiptir.

Yeni siparişleri ile %34 olan yeni nesil filo oranını artırarak sürdürülebilirlik konusunda da katkı sağlamaya devam edecektir. Tedarik zincirinde her iki büyük hava aracı üreten şirketle de çalışan hava yolu Türkiye'ye yatırımcı çekme konusunda da ekonomiye katkı sağlamaktadır.



Şekil 4.2. Nokta gelişimi, Türk Hava Yolları-Butikten Zirveye 2023

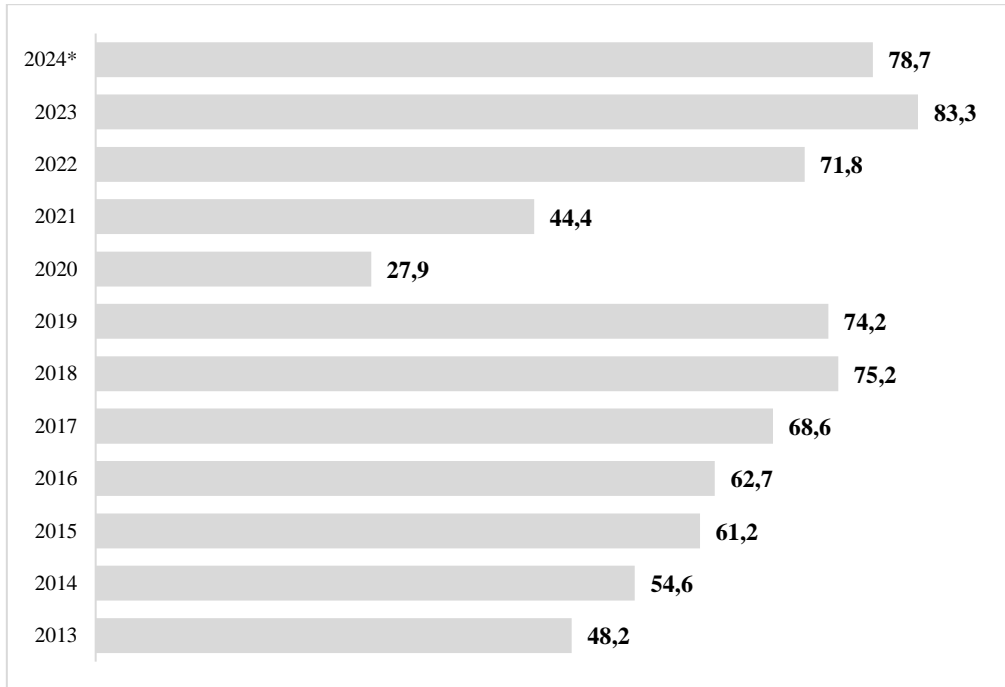
Hava yolu Türkiye’den birçok noktaya uçuş hizmeti sunarak turizme ve Türkiye’yi dünyaya bağlama konusunda aktif rol almaktadır. Şekil 4.2’de görüldüğü gibi 2003 yılında sadece 77 dış hat noktasına uçan Türk Hava Yolları, 2003 sonrasında Doğu ile Batı arasında doğal bir transfer noktası olarak yer alan İstanbul’un coğrafi konumundan faydalanarak “küresel hava yolu olma” stratejisi ile dünyanın dört bir yanında açtığı noktalarda 2012 yılında dünyanın en fazla ülkesine uçan hava yolu konumuna yükselmiştir. 2012 yılı, 32 yeni dış hat noktası ile bir yıl içerisinde en çok yeni uluslararası noktaya sefer başlatılan yıl olmuştur. Bu tarihten itibaren uçuş ağını her geçen yıl genişleten Türk Hava Yolları bugün 129 ülkede 296 uluslararası noktaya hizmet vermektedir. 2033 stratejisi kapsamında önümüzdeki 10 yılda 6 kıtada 40’tan fazla açmayı planladığı uluslararası noktalar ile dış hat nokta sayısını 345’e ulaştırmayı hedeflemektedir.

2024 yılı itibariyle 130 ülkede 296 uluslararası noktaya uçuş gerçekleştirmektedir. Hava yolu yolcularına codeshare anlaşmaları ile 52 bin bağlantı opsiyonu sunmaktadır. Toplamda 541 noktaya erişim sağlamaktadır.

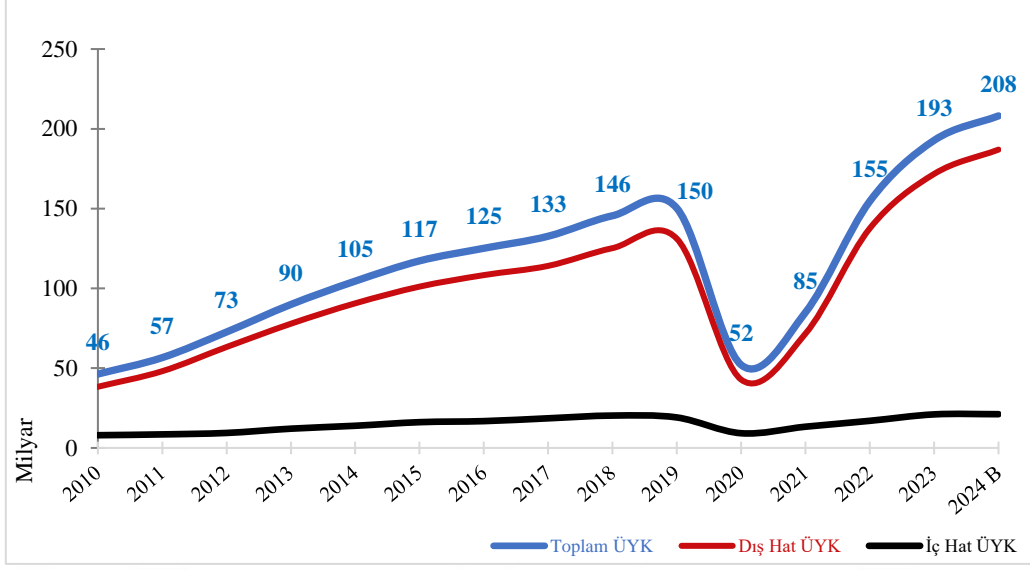
Avrupa'dan Dünya'ya, Orta Doğu'da Dünya'ya ve Afrika'dan Dünya'ya şehir bazında en çok uluslararası bağlantı sunan hava yoludur. Hava yolu ülkeleri bölgeleri birbirine bağlamakla kalmayarak Dünya üretiminin, nüfusun ve ticaret hacminin %90'ına ulaşmaktadır. Yalnızca 6 saat gibi sürede Dünya üretiminin %35'ine ticaret hacminin %60'ına ulaşma imkanı sunmaktadır (Türk Hava Yolları-Yatırımcı İlişkileri Sunumu, 2024).

Orta ve uzun menzilli hatların yanı sıra ultra uzun menzilli hatlarda da nokta sayısını artırmayı hedeflemektedir. Avustralya ve Güney Amerika, Afrika gibi rotalarda yeni noktalara açılım yaparak daha fazla kişiye dokunmayı hedeflemektedir.

Dünyada hava yolu yolcu sayısı hızla büyürken Türkiye için de büyüyen pazar olarak beklentileri karşılamaya devam etmiştir. İstanbul'un coğrafi konumu, Türkiye'nin turizm odaklı yaklaşımları ülkeye turist çekmede ön planda rol almıştır.

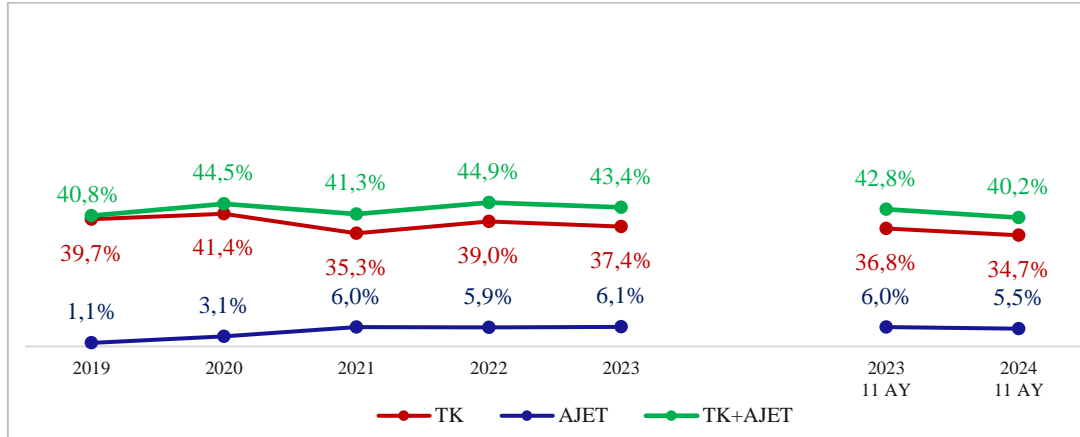


Şekil 4.3. Türk Hava Yolları yolcu sayısı, Butikten Zirveye 2023

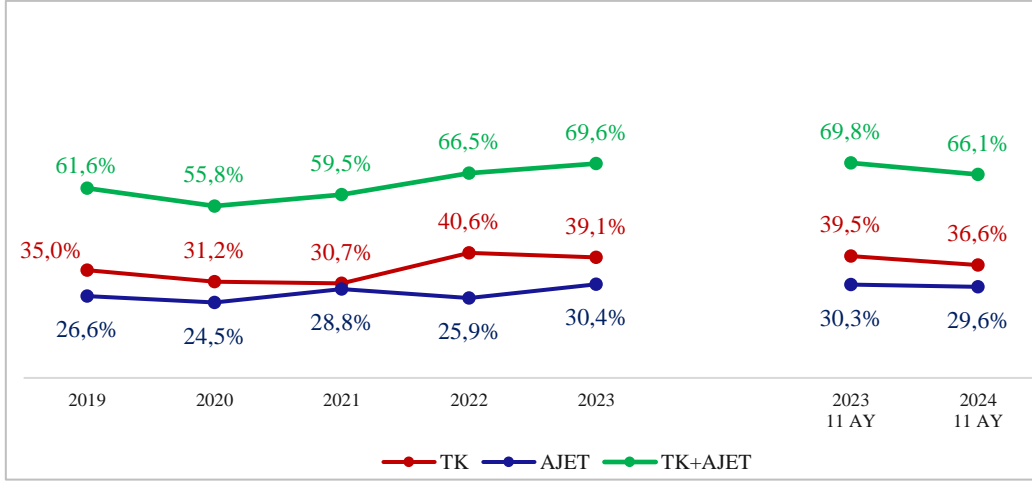


Şekil 4.4. Türk Hava Yolları ÜYK, Yatırımcı İlişkileri

Hava yolunun yolcu sayısı 2003 yılında 10,4 milyon iken 2023 yıl sonunda 83,4 milyona ulaşmıştır. Yıllar içerisinde açılan noktalar ve artan kapasite ile lineer bir büyüme sergilemiştir. 2024 yılının aynı döneminde 2023 yılına göre %1,9 artarak 78,7 milyon olarak gerçekleşmiştir. Yolcu doluluk oranı Ocak – Kasım 2024 döneminde 2023 yılının aynı dönemine göre 0,5 puan azalarak %82,3 olarak gerçekleşmiştir. Yurt dışı yolcu doluluğu %81,9 seviyesinde gerçekleşirken, yurt içi yolcu doluluğu %86,5 olarak gerçekleşmiştir (Türk Hava Yolları-Yatırımcı İlişkileri Sunumu, 2024).

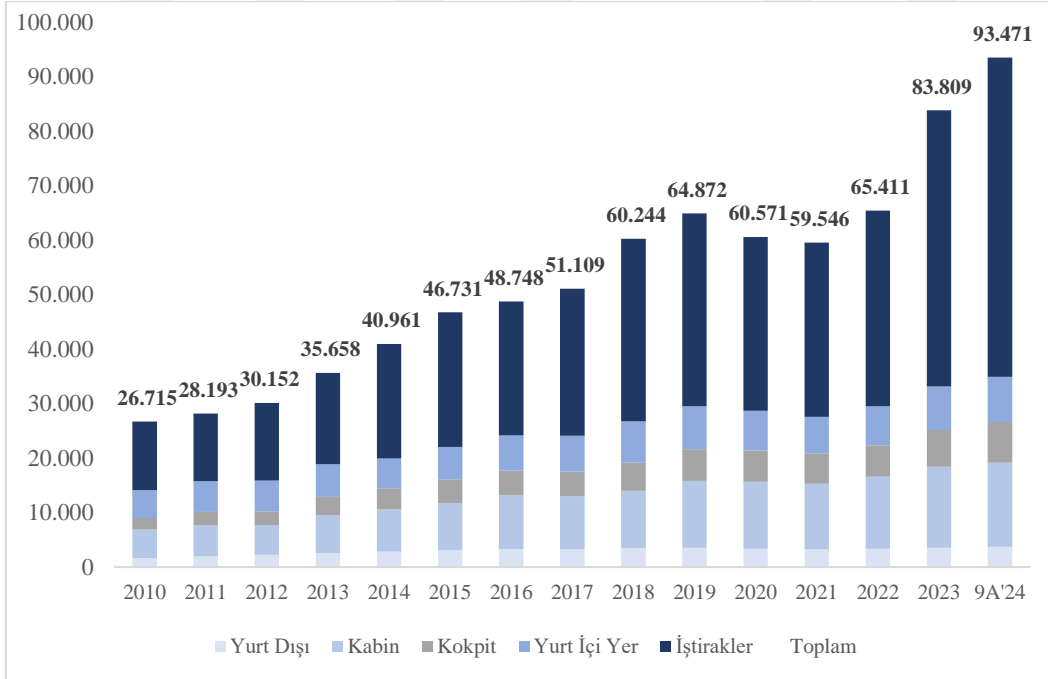


Şekil 4.5. Yolcu dış hat pazar payı, Yatırımcı İlişkileri



Şekil 4.6. Yolcu iç hat pazar payı, Yatırımcı İlişkileri

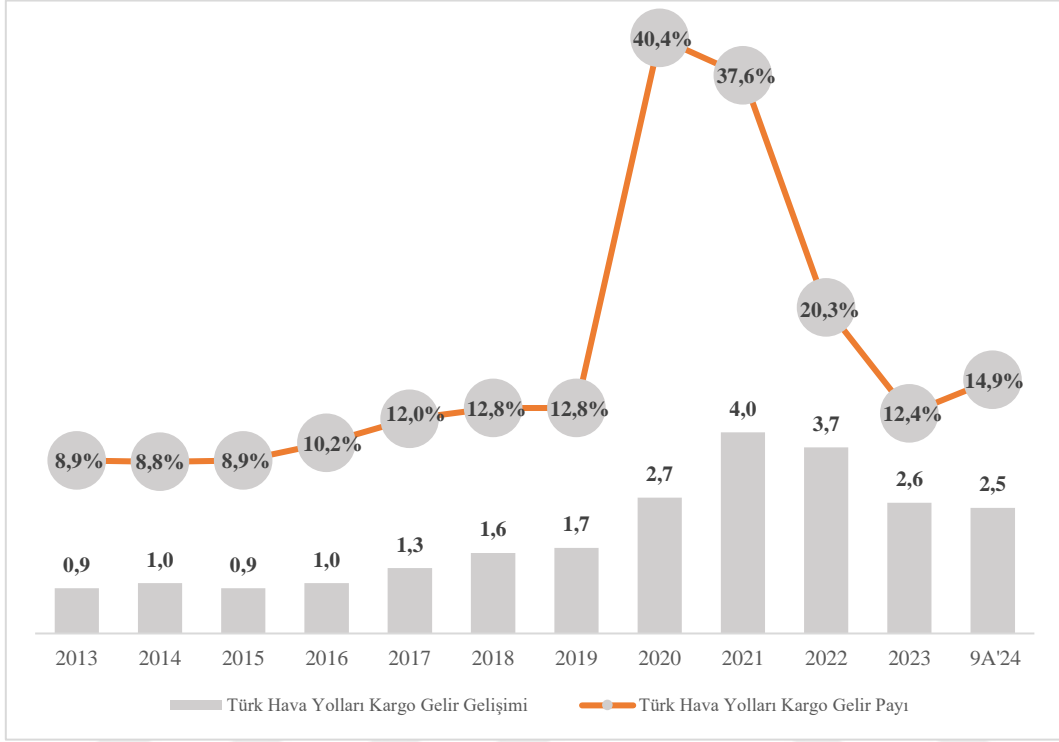
Türk Hava Yolları ve AJET'in pandemi öncesine göre iç ve dış hat pazar paylarının arttığı gözlemlenmiştir. AJET pandemi öncesi 2019 yılına göre özellikle dış hat açılımı ile pazar payını artırmıştır.



Şekil 4.7. Personel sayısı, Türk Hava Yolları- Butikten Zirveye

Çalışanlara iş imkanı sunmak şirketlerin kendi ülkelerinde ekonomiye doğrudan etki sağlayan önemli unsurlardan birisidir. Şirket 19 adet iştirak şirketiyle farklı alanlarda

birçok kişiye çalışma imkanı sunmaktadır. 2024 yılı 3. Çeyrek sonu rakamlarına göre Türk Hava Yolları iştirakleriyle birlikte 93.471 kişiye istihdam imkanı sağlamaktadır. Sadece ana şirket bünyesinde ise 34.329 kişiye istihdam sağlamaktadır.



Şekil 4.8. Kargo geliri, Türk Hava Yolları- Yatırımcı İlişkileri

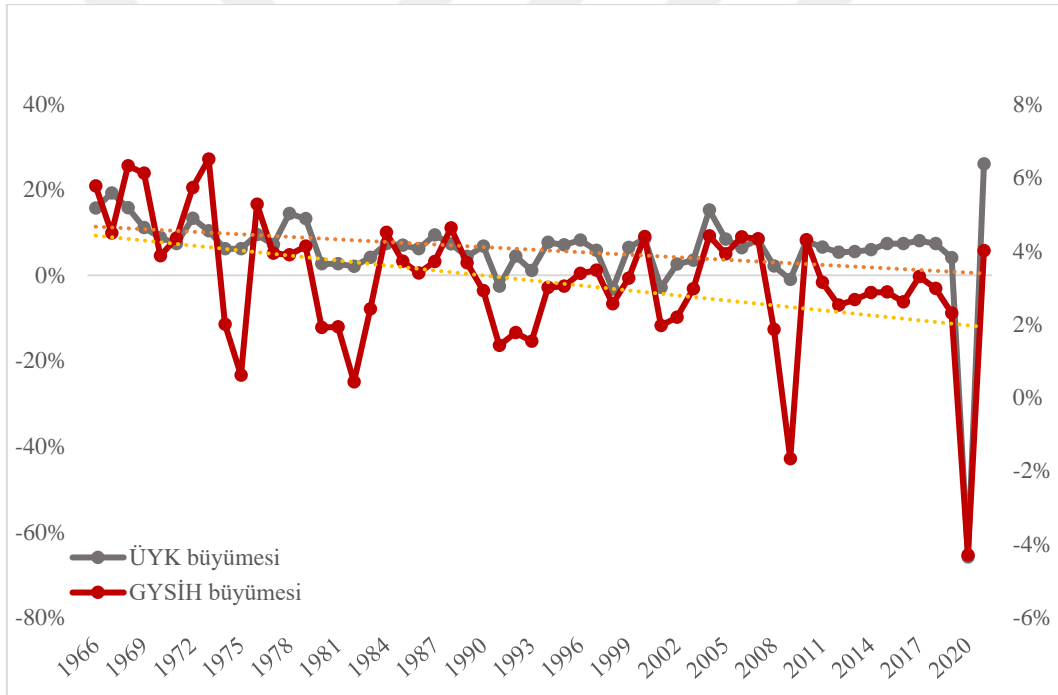
2003-2013 arasında taşınan kargo ve postanın tonu toplamda %379, yıllık ortalamada %17 büyümüştür. Turkish Cargo operasyonlarını daha verimli gerçekleştirebilmek için yeni havalimanına büyük bir yatırım yaparak SmartIST tesisini kurmuştur. 2003 yılında 123 bin ton olan taşınan kargo, SmarIST tesisinin katkılarıyla 2023 yılında 1,7 milyon tona yükselmiştir.

Turkish Cargo 2023 yılında ise dünya kargo trafiğinde %5,2 pazar payı ile 4. sıraya yükselmiştir. Şirket bugün 23 olan kargo uçak sayımızı 2033 yılında 44'e çıkarmayı buna bağlı olarakta kargo uçağı ile uçtuğumuz 106 noktayı 2033'te 150'ye çıkarmayı hedeflemektedir. Şirket uzun vadede SmartIST kapasitesini 2 katına çıkarıp, kargo sektöründe ortaklıklar e-ticaret ve teknoloji yatırımlarından oluşan lojistik ekosistemini hayata geçirmeyi planlamaktadır. 2023 yılında 1,7 milyon ton olan taşınan kargoyu 2033 yılında 3,9 milyon tona ulaştırmayı amaçlamaktadır.

4.2. Hava Yolu Büyümesi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi

Hava yolu yolcu hacmi birçok faktörden etkilenir. Farklı çalışmalarda analiz edilen faktörler 2 kategoride incelenmiştir. Bunlar jeo-ekonomik faktörler ve hizmetle ilgili faktörlerdir (Calderón, 1997).

Geo-ekonomik faktörlerin kapsamında genellikle nüfus büyüklüğü, gayri safi yurt içi hasıla büyüklüğü (GSYİH), kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasıla büyüklüğü, turizm ve tüketim kapasitesi yer alır. Kişi başına düşen GSYİH hava yolu yolcu trafiğini büyük ölçüde etkilediğini göstermiştir. Genel olarak bu büyüme sosyal ekonominin gelişmesiyle birlikte hava yolu yolcu tahminin artışı da teşvik eder (Gao, 2011), (Wang X ve diğ. 2024).



Şekil 4.9. Dünya GSYİH büyümesi ile yolcu trafiği ilişkisi, IMF, IATA

Dünyadaki Krizler

- 1980-1981 Petrol Krizi
- 1990-1992 Körfez Krizi
- 1999-2000 Asya Krizi

- 2001-2003 9/11 SARS
- 2008-2011 Ekonomik Kriz
- 2020-2021 COVID-19

Şekil 4.9’da görüldüğü gibi dünyada krizlerin gerçekleştiği tarihlerde GYSİH hızla düşüşe geçerken yolcu trafiğinde bundan yüksek oranda etkilenmiştir. Geçmiş verilere baktığımızda her ikisinin birbiriyle benzer şekilde yol izlediği gözlemlenmektedir. Dünyadaki gerilimler, krizler, savaşlar, politik sorunlar ve ekonomik gelişmeleri etkilediği hızda havacılık sektörünü de doğrudan etkilemektedir. Bu sebeple ekonomi ve havacılık arasında doğrudan bir korelasyon bulunmaktadır.

Beklenenden fazla ekonomik politika belirsizlikleri düşük ve orta gelire sahip ekonomilerde daha fazla uçuşa, daha fazla toplam harcama yapmaya fakat turist başı harcamanın düşmesine sebep olduğu gözlemlenmiştir. Jeopolitik risklerin uluslararası yolcu trafiğini etkilemede büyük etken olduğu ve turizm talebi üzerinde olumsuz etkilerinin olduğu, pandemi gibi beklenmeyen krizlerin, salgınların da bu talepleri olumsuz yönde etkilediğini göstermiştir (Lee CC ve diğ., 2020).

Hava yolu talebini belirleyen birçok faktör vardır. Gelir ve hava yolu talebi ile arasında güçlü bir ilişkinin olduğu çalışmalar literatürde mevcut yerini almıştır. Ancak diğer taraftan sosyo-ekonomik değişkenlerle de ilişkisinin olduğu görülmektedir (Eren, A. S.ve diğ., 2020).

Enerji tüketimi, turizm, ekonomik politika belirsizlikleri ve çevresel bozulmalar arasındaki ilişkinin incelenmesi sonucu ekolojik ayak izinin yönlendirmede belirsizliklere yol açtığı vurgulanmıştır (Adedoyin ve diğ., 2021).

Turizm ve hava taşımacılığının yakından ilişkili olduğunu, turizmle temsil edilen üçüncül endüstrinin gelişiminin hava trafiği büyümesini önemli ölçüde teşvik ettiği görülmüştür. Kalkış ve varış noktası arasındaki mesafe havacılığı etkileyen bir diğer faktörken, uzun mesafe seyahat eden yolcuların hava yolunu kullanmaya daha meyilli oldukları gözlemlenmiştir (Wang QY., 2018), (Jankiewicz ve diğ., 2016), (Leang R, ve diğ., 2019).

Hizmetle ilgili faktörler arasında bilet fiyatları ve diğer taşımacılık sektörü olan demiryolu ve karayolu taşımacılığının o bölgedeki etkisi yer almaktadır. Demiryolu ve

karayolu hacminin büyüklüğü ve erişilebilirliği bölgedeki hava yolu sektörünün hacmini etkilemektedir. Farklı ulaşım tiplerinin teknik ve ekonomik özellikleri birbirinden oldukça farklıdır. Hızlı büyüyen demiryolu ve karayolu hava yolunu direkt etkileyen unsurlardandır (Wang X ve diğ., 2024), (Zou Q., 2010).

Ulaşım modları arasında alternatif sunabilen veya birbirini tamamlayıcı ilişkiler bulunmaktadır. Artan karayolu ve demiryolu ile hava yolu hacmi azalabilirken, birbirine bağlantı sunan ve gidilmek istenen noktaya çoklu ulaşım ile kolaylık sağlandığında hava yolu hacmi pozitif yönde desteklenebilir. Avrupa’da birçok noktaya uçuş imkanı sunulurken demiryolu sektöründe aktif olarak taşımacılık sektöründe devamlılığını sağlamaktadır. Hava yolları stratejik olarak günümüzde yeni hamleler yaparak demiryolları ile bağlantısını devam etmesini sağlayan özel anlaşmalar yapmaktadır. Hava yolu şirketinin satış platformlarında bağlantılı uçuşun demiryolu veya karayolu ile devam etme imkanı sunan biletler satışa sunulmaktadır. Yolcular gitmek istedikleri noktaya tek planla noktadan-noktaya erişim veren hizmet satın alabilirler. Bu sebeple günümüzde çoklu-taşımacılık modelleri hava yolu pazarını destekler nitelikte hizmetler de sunmaktadır. Ayrıca hiç bilinmeyen veya turistik olmayan noktalarda insanların seyahat etmeye başlaması sonucu bölge kendi pazarını oluşturarak yeni alternatif bağlantı imkanları ile hava yolu sektörü için yeni oluşan potansiyel nokta anlamına gelebilir. Ekonomik döngüler gibi taşımacılık sektöründe birbirini besleyerek büyüyen bir sektör olma, bölgenin kendi pazarını oluşturmasına alan açma söz konusudur.

5. LİTERATÜRDE EKONOMİK ETKİ ANALİZİ

Araştırmalar sonucu ülke ekonomisinin havacılıkla doğrudan bağlantılı olduğu kanıtlanmıştır. Geçmişten günümüze ekonomi geliştikçe hava sektörünün geliştiği, yani ekonominin gelişmesiyle her iki sektör iki yönde de birbirini beslemiştir. Ekonomik etki analizi incelenirken doğrudan, dolaylı ve teşvik edilmiş etkiler dikkate alınmaktadır.

Hava taşımacılığı önemli ekonomik ve sosyal faydalar sağlar. Turizmi, ticareti, bağlantıyı kolaylaştırır, ekonomik büyümeyi sağlar, iş sağlar, yaşam standartlarını iyileştirir, yoksulluğu azaltır, uzak topluluklar için bağlantı sağlar ve afetler meydana geldiğinde hızlı bir müdahale sağlar. Hava taşımacılığı, dünya çapında toplam 86,5 milyon işi destekleyen ve 11,6 milyon doğrudan iş sağlayan büyük bir küresel işverendir. Havacılık (doğrudan etkiler) bir ülke olsaydı, GSYİH'ye göre dünyada 20. sırada yer alırdı. Havacılığın küresel ekonomik etkisinin doğrudan, dolaylı, kaynaklı ve turizm katalitik toplam 4,1 trilyon dolar olduğu tahmin edilmektedir (ATAG, 2024).

Tüm uluslararası turistlerin %58'i varış yerlerine turizmin en büyük destekçilerinden olan hava yoluyla seyahat etmektedir. Hava taşımacılığı, insanların yeni ülkelerde maceralar yaşamasına, tropik plajlarda dinlenmesine, iş ilişkileri kurmasına ve arkadaşlarını ve ailelerini ziyaret etmesine olanak tanır. Küresel ekonomi giderek daha fazla birbirine bağlı hale geldikçe, havacılık insanları bir araya getiren faktör olmuştur (ATAG, 2024).

Afrika bölgesi ekonomik katkı etkileri; hava taşımacılığı bölgede 8,1 milyon iş ve 75 milyar dolarlık GSYİH'yi desteklemektedir. 2043'e kadar bunun 16 milyon işe ve 190 milyar dolarlık GSYİH'ye çıkması öngörülmektedir.

Asya-Pasifik bölgesi ekonomik katkı etkileri; 2023'te 1,4 milyar yolcu taşıyarak küresel yolcu trafiğinin %34,7'lik bir payını oluşturmaktadır. Bölgedeki hava taşımacılığı 42 milyon işi ve 890 milyar dolarlık GSYİH'yi desteklemektedir. Bunun 2043'e kadar 62 milyon işe ve 2,3 trilyon dolarlık GSYİH'ye çıkması öngörülmektedir.

Avrupa bölgesi ekonomik katkı etkileri; Bu bölge, 2023'te 988 milyon yolcu taşıyarak küresel yolcu trafiğinin %25,9'luk bir payını oluşturmaktadır. 15 milyon işi (bunun 2,9 milyonu havacılık tarafından oluşmuştur) ve 1,2 trilyon dolarlık Avrupa ekonomik

faaliyetini desteklemektedir. 2043'e kadar bunun 21 milyon işe ve 2,1 trilyon dolarlık GSYİH'ye çıkması öngörülmektedir.

Latin Amerika ve Karayipler bölgesi ekonomik katkı etkileri; Latin Amerika ve Karayipler'deki havacılık sektörü 8,3 milyon kişiye istihdam sağlamaktadır. 240 milyar dolarlık ekonomik faaliyete katkıda bulunmaktadır.

Orta Doğu bölgesi ekonomik katkı etkileri; Hava taşımacılığı 4 milyon kişiye istihdam sağlamaktadır. Ayrıca GSYİH'ye 290 milyar dolar katkı sağlamaktadır.

Kuzey Amerika bölgesi ekonomik katkı etkileri; Hava taşımacılığı toplamda 8,4 milyon kişiye istihdam sağlamaktadır. Kuzey Amerika'daki ekonomik faaliyete 1,4 trilyon dolar katkı sağlamaktadır.

Hükümetler, ekonomik büyümeyi ve istikrarı teşvik eden politikalar formüle edebilir ve böylece havacılık sektörünün gelişmesi için elverişli bir ortam oluşturabilirler (Bhadra, 2003).

6. YÖNTEM

Bu tez, ekonomi ve havacılık arasındaki dinamik ilişkiyi inceleyerek, sektörün geleceğini şekillendiren karmaşık ve belirsiz durumlara ışık tutmayı amaçlamaktadır. Sektörün sürekli büyümesini ve sürdürülebilirliğini sağlamak için hükümetler, sektör liderleri ve diğer paydaşlar arasında iş birliğine dayalı çabalara olan ihtiyacı vurgulamaktadır.

Bu çalışmada Türk Hava Yolları'nın Türkiye'deki havacılık sektörünün ekonomik etkisini tahmin etmek için farklı tahmin modelleri kullanılarak çalışmalar yapılmıştır. Zaman serisi modellerinden ARIMA, SARIMAX, makine öğrenmesi modellerinden Random Forest, XG Boost ve yapay sinir ağları ile LSTM üzerinde çalışma yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı havacılığın ekonomik faydalarını araştırmak ve Türk Hava Yolları'nın Türkiye'ye ekonomik etkisini hesaplamaktır.

Türk Hava Yolları sunduğu bağlantılarla beraber uluslararası turizm ve dünyanın dört bir yanından daha fazla eğitim, bilgi ve beceriye erişim sağlar bunların hepsi Türkiye'nin ekonomik çıktısına ve istihdamına katkıda bulunur.

Sektörün 2024 yılındaki ekonomik etkisi ve 2033 yılında öngörülen etkilerinin neler olacağı hesaplanmıştır. Çalışmada havacılık sektörünün temel ekonomik etkisini, doğrudan operasyonlarının, tedarik zinciri harcamalarının ve çalışanlarının ücretle finanse edilen tüketimin etkisini değerlendirerek ölçümler sağlanmıştır. Havacılıkla kolaylaştırılan turizm faaliyetleri katalizör olarak ekonomiye etki sağlamaktadır. Toplam ekonomik etki; havacılık sektörünün ana faaliyetlerinin etkisi ve turizmin etkisinden oluşmaktadır.

Temel ekonomik etki, sektörün doğrudan operasyonlarını, teşvik edilmiş ise sektörün tedarik zinciri harcamalarıyla sağladığı personeller ve hava yolunun kendi bünyesindeki personellerin finanse edilen tüketimi kapsamaktadır. Ayrıca turizmin etkisi de havacılığın turizmi kolaylaştırmasıyla turizm sektörünün gelişimine etki etmesi olarak ayrı bir girdi olarak kabul edilecektir.

Çalışma 3 farklı kanalın hesaplanmasıyla oluşmaktadır. Doğrudan etki, sektörün operasyonları tarafından oluşturulan ekonomik faaliyet, Dolaylı etki, sektörün tedarik zinciri harcamalarıyla oluşturduğu etkiyi kapsar. Üçüncü kanal ise; Teşvik edilen,

sektörün ve tedarikçilerinin personele ücret ödeyerek yarattığı etkiyi analiz ederek personelin de bu ücretleri tüketim ekonomisinde harcamasıyla oluşan etkidir.

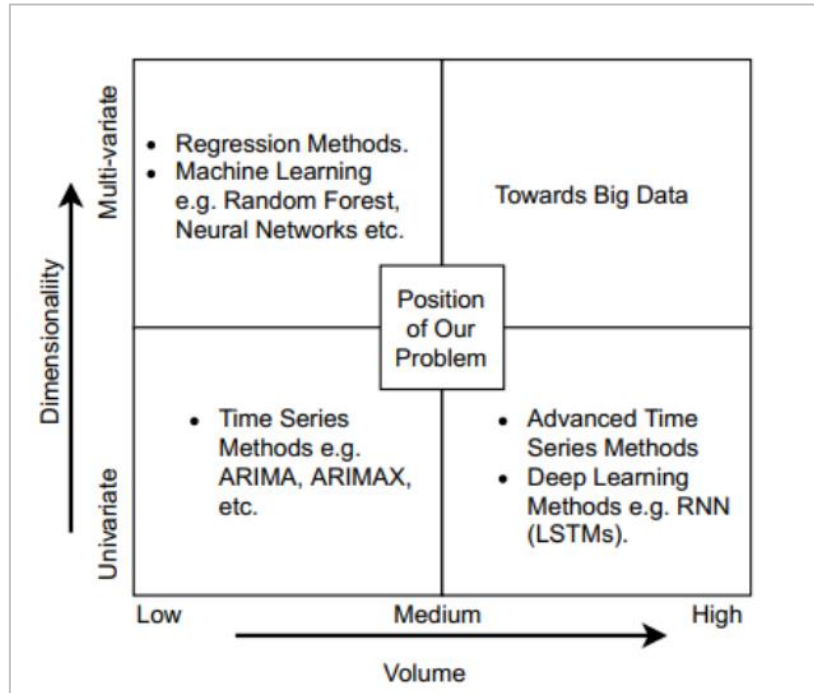
6.1. Yöntem Literatür Taraması

Tablo 6.1. Benzer yöntemler için literatür taraması

Tahmin Konusu	Yazarlar	Çalışma Yılı	Kullanılan Yöntem
A Computational Intelligence Approach to Predict Energy Demand Using Random Forest in a Cloudera Cluster	Laura Cáceres , Jose Ignacio Merino, Norberto Díaz-Díaz	2021	Random Forest
Türkiye'nin toplam petrol talebi ve ulaştırma sektörü petrol talebinin arama modeli ile tahminlemesi	Ali Osman SOLAK	2013	ARIMA
Zaman serileri analiz modelleri ile Türkiye'nin ham petrol ithalat tahmini: 2023	Kâmil Abdullah Eşidir, Yunus Emre Gür	2023	ARIMA, SARIMA
Kişi başına geliri tahmin etme ve belirleme: Endonezya ve Türkiye'nin orta gelir tuzağı sorunu	Raisal Fahrozi LUBİS	2019	ARIMA
Turizm gelirlerinin mevsimsel arama modelleri ile tahmini	Dr. Ahmet SEL, Öğr. Gör. Numan ZENGİN	2019	ARIMA, SARIMA
A random forest algorithm based customer demand forecasting model for sports enterprises in the real economy	Yingge Feng, Xiaowei Xu and Rongna Wang	2023	Random Forest
Pandeminin talep tahmin yöntemlerinin performansına etkisi	İLKNUR GÖZDE ÖZGÜN	2022	ARIMA, YSA
Machine-Learning Models for Sales Time Series Forecasting	Bohdan M. Pavlyshenko	2019	ARIMA, SARIMA, SARIMAX, Random Forest, XG Boost
Demand Prediction Using Machine Learning Methods and Stacked Generalization	Resul Tugay, Sule Gunduz Oguducu	2020	Random Forest, Gradient Boosting, Decision Tree,
Oblique Random Forest Ensemble via Least Square Estimation for Time Series Forecasting	Xueheng Qiu, Le Zhang	2017	Random Forest, Artificial Neural Network
Short-Term Load Forecasting using Random Forests	Grzegorz Dudek	2011	ARIMA, Random Forest, ANN
Variable Selection in Time Series Forecasting Using Random Forests	Hristos Tyralis, Georgia Papacharalampous	2017	ARMA, Random Forest, ARFIMA
A Comparison of ARIMA and LSTM in Forecasting Time Series	Sima Siami-Namini, Neda Tavakoli, Akbar Siami Namin	2018	LSTM, ARIMA
LSTM Neural Network Based Forecasting Model for Wheat Production in Pakistan	Sajjad Ali Haider, Syed Rameez Naqvi, Tallha Akram	2019	LSTM, ARIMA, RNN

Tablo 6.2. (Devam) Benzer yöntemler için literatür taraması

Forecastin Economic and financial time series: ARIMA vs LSTM	SIMA SIAMI NAMIN, AKBAR SIAMI NAMIN	2018	ARIMA, LSTM
Building a Revenue Prediction Model Based on Machine Learning Tuning Methods	Guowei ZHAO, Ximing CHENG	2023	XG Boost, Random Forest
Revenue forecast models using hybrid intelligent methods	Gizem Topaloglu, Tolga Ahmet Kalaycı Kaan Pekel	2024	Random Forest
Modeling and Forecasting Hourly Electricity Demand by SARIMAX with Interactions	Niematallah Elamin, Mototsugu Fukushige	2018	SARIMAX
Forecasting Natural Gas Production and Consumption in United States- Evidence from SARIMA and SARIMAX Models	Palanisamy Manigandan, MD Shabbir Alam	2021	SARIMA, SARIMAX
Forecasting the Consumer Price Index using SARIMAX Modeling	Vivek K, Farzeen Basith	2024	Random Forest, ARIMA, SARIMAX, Holt-Winters
Forecasting Foreign Visitors using SARIMAX Models with the Exogenous Variable of Demand Decrease	Geun-Cheol Lee, Seong-Hoon Cho	2020	SARIMA, SARIMAX, ARIMA



Şekil 6.1. Tahmin yöntemlerinin veri özelliklerine göre sınıflandırılması

Şekil 6.1’de görüldüğü gibi daga boyutlu ve veri hacmi fazla olan problemler de derin öğrenme, yapay sinir ağları, makine öğrenmesi gibi yöntemler daha etkili rol almaktadır. Zaman serisi modelleri ARIMA, ARIMAX gibi modeller ise daha az değişkenler ve daha küçük hacimli verilerde etkin sonuçlar sunmaktadır.

6.2. Zamana Bağlı Tahminleme Yöntemleri

Zamana bağlı değişikliklere bağlı değişkenlerin geçmişte gösterdiği yapıyı ele alarak ileriye yönelik tahminleme yapan model tipleridir. Zaman serisi analizlerinde geçmiş veriler yardımıyla ileriye yönelik tahmin verilerimizin nasıl bir yol izleyeceği tahminlenmeye çalışılır. Zaman serisi analizlerinden en sık kullanılan yöntemler trend eğilim bazlı teknikler, mevsimsel değişim teknikleri ve Box-Jenkins (ARIMA) yöntemleridir.

6.2.1. Box-Jenkins Yöntemi (ARIMA)

ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) modeli, zaman serisi analizlerinde kullanılan ve özellikle gelecekteki eğilimlerin tahmin edilmesinde etkili bir istatistiksel yöntemdir. Bu model, otoregresyon (AR) ve hareketli ortalama (MA) modellerinin, entegrasyon (I) süreciyle bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur. AR bileşeni, serinin geçmiş dönemlerdeki değerlerle olan ilişkisini, MA bileşeni ise tahmin hatalarının gecikmeli değerlerini dikkate alır. ARIMA modelinde üç temel parametre bulunur: "p" otoregresyon terimlerinin sayısını, "q" hareketli ortalama terimlerini ve "d" ise zaman serisini durağan hale getirmek için gerekli farklaşma sırasını ifade eder (Chyon ve diğ., 2022). Bu parametrelerin doğru şekilde belirlenmesi için (Box & Jenkins, 1970) tarafından geliştirilen Box-Jenkins yöntemi kullanılır.

ARIMA modeli yalnızca durağan ve tek değişkenli zaman serilerine uygulanabilir (Box & Jenkins, 1970). Dolayısıyla, veri setinin durağan hale getirilmesi için gerekli dönüşümlerin yapılması ve modelde yer alan otoregresyon ve hareketli ortalama terimlerinin sayısının dikkatlice belirlenmesi esastır. Otoregresyon modelleri, bir zaman serisinin mevcut değerlerini geçmiş dönem gözlemleri ve hata terimleriyle açıklarken, kullanılan gecikme sayısına göre sınıflandırılır. Örneğin, AR(p) modeli, "p" sayıda

geçmiş gözlem değerini dikkate alarak serinin mevcut durumunu tahmin eder. Bu yapı, zaman serisi analizinde ARIMA modelini hem esnek hem de güçlü bir araç haline getirmiştir (Kuzu ve diğ., 2017). AR modelinin gösterimi (6.1)'deki gibi ifade edilmektedir.

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t \quad (6.1)$$

Hareketli ortalama modeller, bir zaman serisinin herhangi bir dönemdeki gözlem değerini, aynı dönemdeki hata terimi ve daha önceki belirli sayıda dönemin hatasına bağlı olarak açıklayan modellerdir. Hareketli ortalama modelleri içerdikleri geçmiş dönem hata terimi sayısına isimlendirilirler. (Naylor ve diğ., 1972) MA(q) modelinin genel gösterimi (6.2)'deki gibi ifade edilir; (Kuzu ve diğ., 2017).

$$Y_t = e_t - Q_1 e_{t-1} + Q_2 e_{t-2} + \dots + Q_q e_{t-q} \quad (6.2)$$

Otoregresif hareketli ortalama modellerde bir zaman serisinin herhangi bir dönemine ait gözlem değeri, ondan önceki belirli sayıda gözlem değerlerinin ve hata teriminin doğrusal bileşimi olarak ifade edilmektedir. ARMA modeli p terimli AR ve q terimli MA modelinin bir kombinasyonu olarak alındığında; p+q terim içerir ve ARMA (p, q) şeklinde yazılır. ARMA (p,q), AR(p) ve MA(q) birleştirilerek elde edilir: (Kuzu ve diğ., 2017). Matematiksel denklemi (6.3)'teki gibi ifade edilmektedir.

$$Y_t = Q_1 Y_{t-1} - Q_p Y_{t-p} + e_t - Q_1 e_{t-1} + \dots + Q_q e_{t-q} \quad (6.3)$$

Y_t : t anındaki tahmin

Q_1, p : Hata parametresi (q sayıda)

$\phi_{1,p}$: İşsel bağımlılık parametresi (p sayıda)

Tahmin problemlerinde, ilişkiler doğrusal veya doğrusal olmayan olabilir (Sugihara, 1990), (Terui ve diğ., 2002). Doğrusal ilişkiler için, ARIMAX varyasyonları yeterli performans gösterir (Pai ve diğ., 2005) ancak doğrusal olmayan ilişkiler çok daha zordur. Çoğu durumda, doğrusal olmayan modeller yalnızca belirli doğrusal olmayanlık türlerini yakalayabilir ve genel modeller sağlamada başarısız olur (Wu, 2010).

6.2.2. SARIMAX

SARIMAX, ARIMA tabanlı bir zamana bağlı tahminleme modelidir. ARIMA'nın mevsimsellik kavramının modele entegre edilmesiyle SARIMA modeli oluşmuştur. SARIMAX modelinde ise hem zamana bağlı hem de farklı değişkenlerin etkisi ele alınmaktadır. İncelenen zaman serisini etkileyecek dışsal unsurların analize dahil edilmesini mümkün kılmaktadır.

ARMA ve ARIMA mimarileri, AR (Oto regresif) ve MA (Hareketli Ortalama) bileşenlerinin bir araya getirilmesiyle oluşmuştur. ARIMA modeli zaman serisinin durağan olduğunu varsaydığından, farklı bir model kullanmamız gerekliliği oluşabilir. SARIMAX modelinde yardımcı değişkenler entegrasyonuna izin verilerek zaman serisi analizinde önemli bir ilerlemeyi temsil etmektedir. Tahminleme konusunda daha kapsamlı bir yaklaşım sunarak dalgalanmaları ve iklimsel değişiklikleri tahminlemede bütünsel bir bakış açısı oluşturmaktadır. Matematiksel olarak (6.4)'te ifade edilmektedir.

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \mathbf{X}_t \boldsymbol{\beta} + s_t + \varepsilon_t \quad (6.4)$$

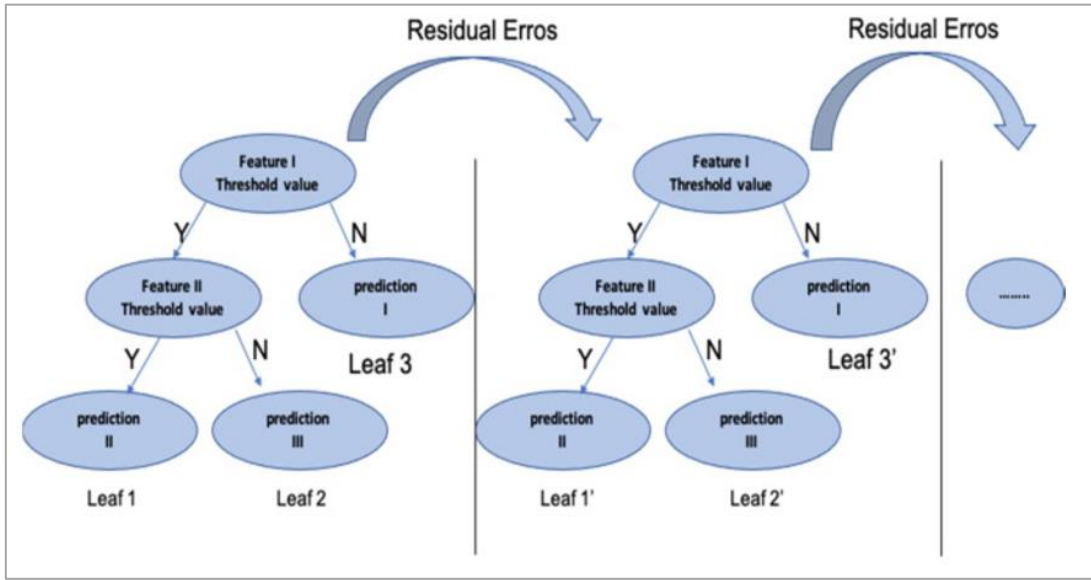
- y_t , tahmin edilmek istenen hedef zaman serisini (bağımlı değişken)
- ϕ_i , oto regresif (AR) modelin katsayıları
- θ_j , hareketli ortalama (MA) modelin katsayıları
- ε_t , modeldeki hata terimi
- \mathbf{X}_t , zaman serisinin dışındaki bağımsız değişkenleri (dışsal değişkenler)
- $\boldsymbol{\beta}$, bu dışsal değişkenlere ait regresyon katsayıları
- s_t , mevsimsel bileşenler

Modelde kullanılan p,d,q parametreleri sırasıyla oto regresif, fark alma ve hareketli ortalama bileşenlerinin derecelerini ifade ederken, P, D, Q, s parametreleri modelin mevsimsel yapısına dair bilgileri içermektedir.

6.3. Makine Öğrenmesi Modelleri

6.3.1. XG Boost (Gradient Boosting) Modeli

XG Boost hem akademik çalışmalarda hem de sektörde yaygın olarak kullanılan, ‘gradient boosting’ yöntemine dayalı bir makine öğrenmesi algoritmasıdır. Algoritma, hız, doğruluk ve performans açısından mevcut gradient boosting tekniklerine iyileşme sunarak sınıflandırma ve regresyon problemleri için güçlü bir araçtır. Zaman serisi analizlerinde kullanılarak güçlü bir tahmin performansı sağlamaktadır (T. Chen, 2016). Matematiksel olarak (6.5)’te ifade edilmiştir.



Şekil 6.2. XG Boost ağaçlarının şeması

$$\text{Obj}(\theta) = \sum_{i=1}^n L(y_i, \hat{y}_i) + \sum_{k=1}^K \Omega(f_k) \quad (6.5)$$

$L(y_i, \hat{y}_i)$: Gerçek değer y_i ile tahmin edilen değer \hat{y}_i arasındaki kayıp fonksiyonu

$\Omega(f_k)$: Model karmaşıklık fonksiyonu

K : Modeldeki karar ağaçlarının sayısı

$$\Omega(f) = \gamma T + \frac{1}{2} \lambda \|w\|^2 \quad (6.6)$$

T ağaçtaki toplam yaprak sayısını gösterir. γ ve λ ceza katsayılarıdır. w her yaprağın puanını içeren vektördür (T. Chen, 2016). Yukarıdaki (6.6)'daki matematiksel ifadeyle açıklanmıştır.

XGBoost, zaman serisi verilerindeki mevsimsellik ve eğilimleri etkili bir şekilde ele almaktadır. Mevsimsel özellikler, periyodik dönemleri yakalamak için modele dahil edilebilirken, trend özellikleri ile uzun vadeli yukarı veya aşağı eğilimleri yakalayabilir. Mevsimsellik eğilimleri göz önünde bulundurarak, XGBoost daha doğru tahminler sağlayabilir.

6.3.2. Rastgele Orman (Random Forest) Modeli

Son araştırmalar, üretim ve operasyon yönetimi sorunlarına veri odaklı çözümler geliştirmek için makine öğreniminin uygulamaları bu çalışma karmaşık talep tahmin senaryolarını ele almak için yeni bir tahmin yöntemi önermektedir (Kuo ve diğ., 2019), (Shen ve diğ., 2019), (Huang ve diğ., 2019). Önerilen yöntem, yeni nesil model olan bir ardışık derin öğrenme yöntemine 'uzun-kısa-sürelili-bellek ağları' ve bir makine öğrenme yöntemi olan 'rastgele ormana' dayanmaktadır.

Yapılandırılmış veri kümeleriyle ilgili sınıflandırma ve regresyon tahmini modelleme problemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda zaman serisi analizleri için de kullanılmaktadır.

Rastgele orman (RF), hem sınıflandırma hem de regresyon problemleri için karar ağaçlarının sayısını kullanan bir tür meta öğrenicidir (Breiman, 2001). Özellikler ve örnekler ormandaki her ağaç için rastgele çizilir ve bu ağaçlar bağımsız olarak eğitilir. Her ağaç önyükleme örnekleme yöntemiyle oluşturulur. Önyükleme, değiştirmeyle örnekleme dayanır. N örnekli bir D veri kümesi verildiğinde, D 'den değiştirmeyle örnekleme yapılarak N boyutunda bir eğitim veri kümesi oluşturulur. Eğitim kümesinde olmayan D 'deki kalan örnekler test kümesi olarak ayrılır. Bu tür örnekleme önyükleme örnekleme denir. N örneği olan veri kümesinde bir örneğin seçilmeme olasılığı şudur. Matematiksel denklem olarak aşağıda (6.7) ve (6.8)'de ifade edilerek detayları açıklanmıştır.

$$Pr = 1 - 1/N \quad (6.7)$$

$$Pr = \left(1 - \frac{1}{N}\right)^N \approx \exp-1 = 0.368 \quad (6.8)$$

Zaman serisi problemlerinde random forest denklemi (6.9)'daki gibi verilmektedir. RF'nin eğitiminden elde edilen ve x_1, \dots, x_n verildiğinde x_{n+1} tahmini için kullanılacak olan fonksiyon g 'dir. Eğer k gecikmeli değişken kullanırsak, tahmin edilen x_{n+1} şu şekilde verilir: $t = n + 1$ için şu denklem:

$$x_t = g(x_{t-1}, \dots, x_{t-k}), t = k + 1, \dots, n + 1 \quad (6.9)$$

RF algoritmasını $n - k$ boyutunda bir eğitim seti kullanarak eğiterek elde edilebilir. Test setinin her örneğinde bağımlı değişken $t = k + 1, \dots, n + 1$ için x_t iken, öngörücü değişkenler x_{t-1}, \dots, x_{t-k} 'dir.

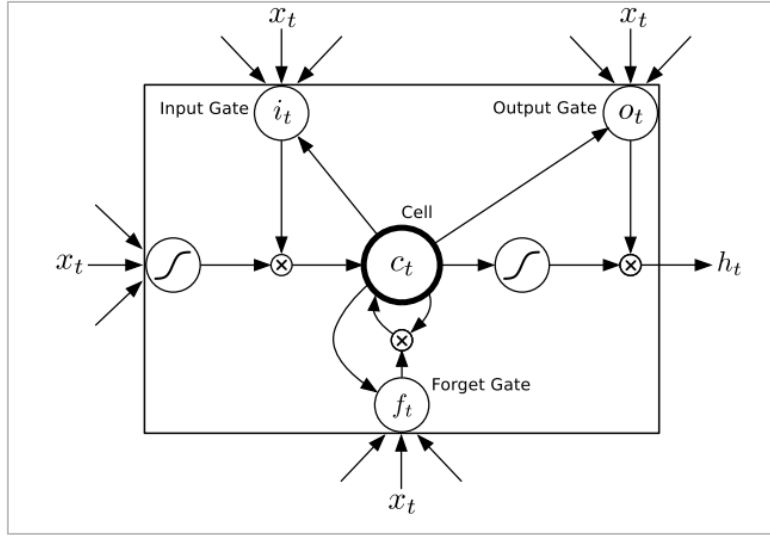
6.4. Yapay Sinir Ağı Modelleri

6.4.1. LSTM (Uzun Süreli Bellek) Modeli

LSTM, veri dizisini ezberlemek için ek özelliklere sahip özel bir RNN türüdür. Verilerin daha önceki eğiliminin ezberlenmesi, tipik bir LSTM'de bulunan bir bellek hattıyla birlikte bazı kapılar aracılığıyla mümkündür.

Her LSTM, veri akışlarının yakalandığı ve depolandığı bir hücre veya sistem modülü kümesidir. Hücreler, bir modülden diğerine bağlanan ve geçmişten veri ileten ve bunları şimdiki için toplayan bir taşıma hattına benzer. Her hücrede bazı kapılar kullanılması nedeniyle, her hücredeki veriler elden çıkarılabilir, filtrelenebilir veya bir sonraki hücreler için eklenebilir. Bu nedenle, sigmoidal sinir ağı katmanına dayanan kapılar, hücrelerin isteğe bağlı olarak verinin geçmesine izin vermesini sağlar (Sima ve diğ., 2018).

LSTM geleneksel RNN'lerden farklı olarak, uzun dönemli bağımlılıkları öğrenmeyi kolaylaştırmak için geliştirilmiş mimari yapıya sahiptirler. Modelin temelinde bilgi akışını kontrol eden kapılar bulunur. LSTM tipik olarak 3 kapıdan oluşur. Giriş, çıkış ve unutma kapısıdır (Alex, 2014).



Şekil 6.3. LSTM şeması

Unutma kapısı, geçmiş bilginin hangi kısmının unutulması gerektiğine karar verir. Bu kapı bellek hücreğine gelen önceki bilgilerin değerlendirilerek gereksizlerin atılmasını sağlar (Alex, 2014), (Gers ve diğ., 2000). Denklem (6.10)'da ifade edildiği gibidir.

$$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f) \quad (6.10)$$

- f_t : Unutma kapısının çıktısı
- x_t : Mevcut giriş
- h_{t-1} : Önceki zaman adımının gizli durumu
- W_f, b_f : Ağırlık ve bias parametreleri
- σ : Sigmoid aktivasyon fonksiyonu

Giriş kapısı, yeni bilginin hücreye ne kadar dahil edileceğini belirler. Matematiksel olarak (6.11)'de ve (6.12)'de ifade edilmiştir.

$$i_t = \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i) \quad (6.11)$$

i_t : Giriş kapısı çıktısı

$$C_t = f_t \cdot C_{t-1} + i_t \cdot \tilde{C}_t \quad (6.12)$$

Çıkış kapısı, bellekten hangi bilginin çıktı olarak kullanılacağını belirler. (Alex, 2014)
Matematiksel ifadeyle (6.13), (6.14) ve (6.15)'te ifade edilmiştir.

$$o_t = \sigma(W_o \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_o) \quad (6.13)$$

$$h_t = o_t \cdot \tanh(C_t) \quad (6.14)$$

Bellek hücresi güncellemesi,

$$h_t = o_t \cdot \tanh(C_t) \quad (6.15)$$



7. UYGULAMA

Tahminleme yaparken veri seçimi ve girdileri belirlemek büyük önem arz etmektedir. Öncelikli olarak pazar ve etki göstereceği bölge ve zaman doğru seçilmelidir. Bu çalışmada tahminleme yaparken Türk Hava Yolları'nın, Türkiye'ye yaptığı ekonomik etkilerin tüm girdi ve bileşenleri yolcu geliri, kargo geliri, personel gideri, dış hat yolcu sayısı gibi girdiler doğrudan ve dolaylı, teşvik edilmiş ve turizm başlıkları altında hesaplanarak tümü ele alınacaktır.

Çıktı sağlayacak veriler doğrudan, dolaylı ve teşvik edilmiş ve turizm olarak 4 bölümde incelenecektir. Doğrudan etkiyi tahminlerken yolcu, kargo ve diğer gelirler hesaba dahil edilecektir. Bunlara ek olarak teşvik edilmiş gelirlerinin içerisinde Türk Hava Yolları'nın istihdam sağladığı personellerin de ekonomiye katkısı olduğundan ve tedarik zincirinde dahil olan personelde bu kanalda yer alacaktır. Teşvik edilmiş etkinin içerisinde Türk Hava Yolları personeli doğrudan etki sağlarken, tedarik zincirinde sektöre bağlantılı yönde ekonomik katkının içerisindeki personeller ise dolaylı etki olarak analize dahil edilmiştir.

Turizm katkısı ayrı bir bileşen olarak incelenmiştir. Bu noktada bize girdi sağlayan verilerin başında Türkiye'ye gelen yabancı ziyaretçi sayısı, hava yoluyla gelen yabancı ziyaretçi sayısı gibi kapsamlı veriler yer almaktadır. Türkiye'ye gelen yabancı ziyaretçi sayısı ve Türkiye'ye gelen dış hat yolcu sayısı, dış transit yolcu sayıları/oranları yer almaktadır. Bunlara ek olarak Türk Hava Yolları ile gelen dış hat turist sayısı ve iç hat turist sayısı ve bu turistlerin ortalama harcamaları ele alınacaktır.

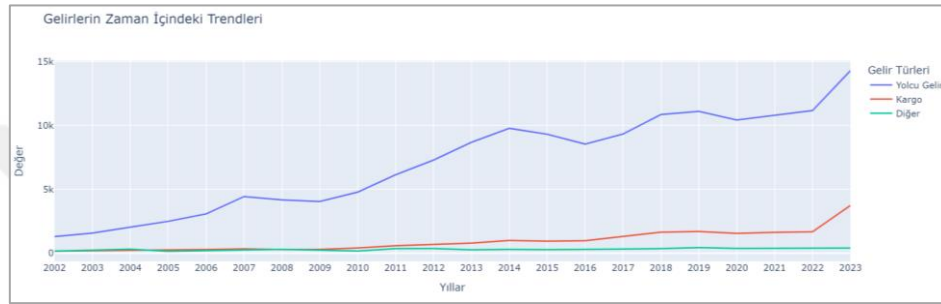
Veriler 2002 yılından başlayarak 2023 yılına kadar 21 yıllık olarak incelenecektir. İleriye yönelik tahminleme yapılacaktır. Çalışmada Yolcu Geliri, Kargo Geliri, Diğer Gelirler, Dış Hat Yolcu Sayısı ve Personel Giderleri veri setleri tahminlemesi yapılacaktır.

7.1. Analizde Kullanılacak Veri Seçimi

Yolcu geliri, 2002 yılından 2023 yılına kadar düzenli bir artış göstermiştir. Özellikle 2010 yılı sonrası hızlı bir büyüme trendi gözlemlenmektedir. 2020 yılında pandemi etkisiyle bir düşüş yaşamış 2022 ve 2023 yıllarında toparlanma başlamıştır. Yolcu gelirindeki artış gelecekte şirketin en büyük gelir kalemlerinden biri olacağı tahmin edilmektedir.

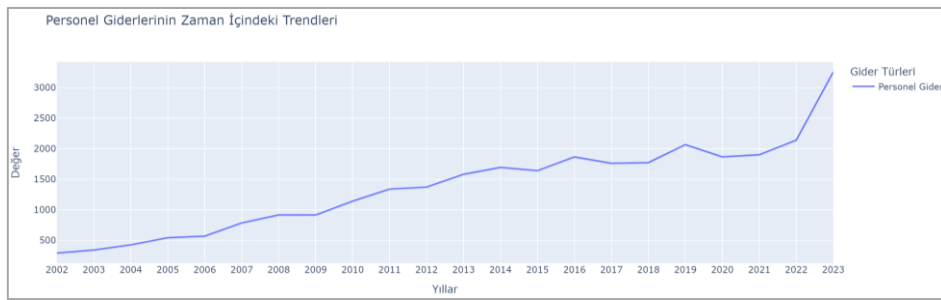
Ekonomik etkiye sahip olması beklenen en büyük verinin burdan beslenmesi tahminlenmektedir.

Kargo geliri genellikle daha sabit bir artış göstermiştir. Ancak pandeminin etkisiyle birlikte 2022-2023 yıllarında gelirinde bir sıçrama yaşamıştır. Kargo gelirinde bu ani artış bu alanda büyüme potansiyeli olduğunu göstermektedir. Diğer gelirler şirketin toplam içerisinde sınırlı paya sahip kısmıdır. Gelirlerin zaman içindeki trendleri Şekil 7.1’de verilmiştir.



Şekil 7.1. Gelir verilerinin zaman içerisindeki değişim trendi

Personel giderleri zaman içerisinde düzenli bir artış göstermektedir. Personel sayısı artışı ve operasyonel maliyetlerin artmasıyla 2022-2023 yılında belirgin artış göstermiştir. Personel giderlerindeki artış devam etmesi şirketin mali yapısını etkileyerek kar marjında azalışa sebep olabilir.



Şekil 7.2. Personel giderlerinin zaman içerisindeki değişim trendi

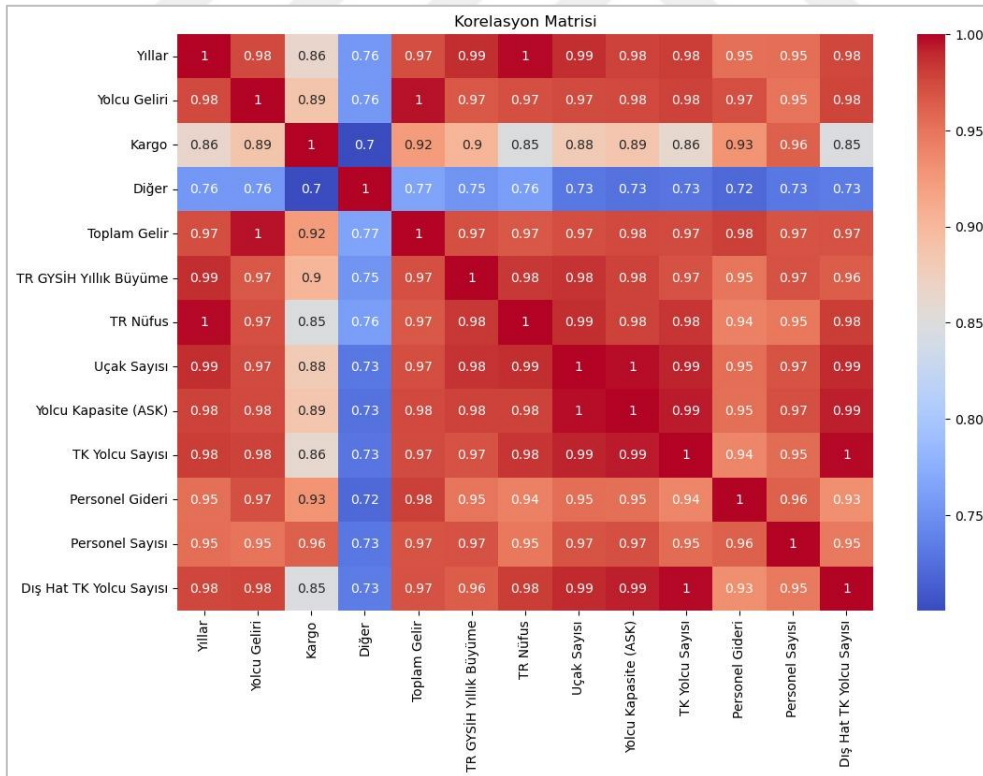
Analizde girdi olarak kullandığımız ‘Dış Hat Yolcu Sayısı’ parametresi sürekli büyüme trendi içerisindedir. Pandemi kaynaklı olarak 2020 yılında düşüş görülsede 2022-2023 yıllarında toparlanma sürecine girmiştir. 2010 yılı sonrası büyüme hızı göze çarpmaktadır. Bu büyüme uçak sayısı artışı, yeni noktaların açılmasıyla şirketin büyüme

hızını artırması olarak açıklanabilir. Şirket büyüme stratejisi ele alındığında gelecek tahminlerinde de bu verinin büyüme eğilimi göstereceği öngörülmektedir.

2020 yılında pandemi süreci hava yolunun operasyonları üzerinde net bir etki göstermektedir. Ancak şirketin kapasitesi güçlü kısa vadede hızlı bir toparlanma süreci olduğu gözlemlenmiştir. Pandemi sonrası süreçte ve gelecekte de toparlanma ivmesinin yüksek olarak seyredeceği beklenmektedir.

Yolcu geliri şirketin en önemli gelir kaynağı olmaya devam ederken kargo gelirinde dünyada derin değişimlerle birlikte ani artış olması şirketin kargo taşımacılığına da odaklanabileceğini göstermektedir. Personel maliyetlerinin hızlı artışı şirket mali politikalarıyla beraber toplam gelir içerisindeki oranının düşürülmesi hedeflenebilir. Verilerin istatistiksel analizleri ile birlikte tahmin modellerinin alt yapısının güçlendirilmesi hedeflenmektedir.

7.2. Veriler Arası Korelasyon



Şekil 7.3. Veriler arası korelasyon matrisi

‘Yıllar’ değişkeni birçok değişkenle yüksek pozitif korelasyon göstermektedir. Örneğin ‘Yolcu Geliri’ ile %98, ‘Uçak Sayısı’ ile %99, ‘Yolcu Kapasitesi (ASK)’ ile %98 oranında korelasyonu bulunmaktadır. Türkiye’nin GYSİH büyümesinin diğer değişkenlerle korelasyonunun beklenendiği gibi yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu zaman geçtikçe gelirlerde, uçak sayısında, yolcu kapasitesinde, yolcu sayısında sürekli bir büyüme olduğunu göstermektedir. Zaman serisi modeli kullanımına uygun bir veri setidir.

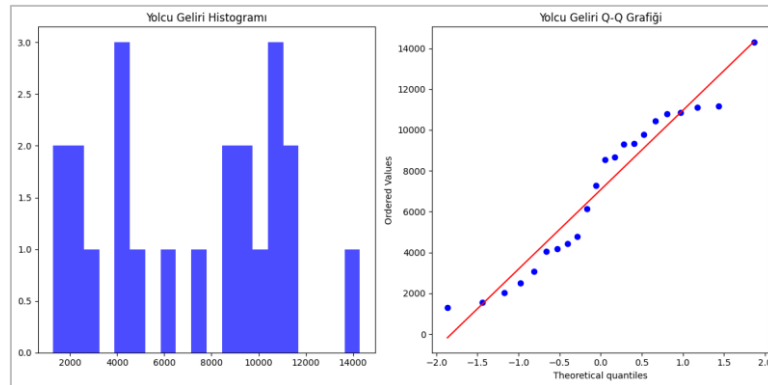
‘Yolcu Geliri’nin ‘Uçak Sayısı’ (%97), ‘Yolcu Kapasitesi’ (%98), ‘Personel Gideri’ (%95) ile yüksek korelasyona sahip olduğu incelenmiştir. Bu durum yolcu gelirinin operasyonel kapasite artışıyla doğrudan ilgisi olduğu gözlemlenmiştir. ‘Personel Gideri’, ‘Personel Sayısı’(%96), ‘Yolcu Kapasitesi’ (%94) ve ‘Uçak Sayısı’ ile çok güçlü bir ilişkide olduğu görülmektedir. Personel giderlerinin operasyonel genişlemeyle arttığı gözlemlenmektedir.

Korelasyon matrisi ile ileriye yönelik modellerde hangi değişkenlerin kullanılmasının daha anlamlı olacağı sonucuna varılmaktadır. Ayrıca operasyonel genişlemenin hem gelir fonksiyonları üzerinde hem de maliyetler üzerinde belirgin bir etkisi gözlemlenmektedir.

7.3. Yolcu Geliri Analizi

7.3.1. Yolcu Geliri Normal Dağılım Analizi

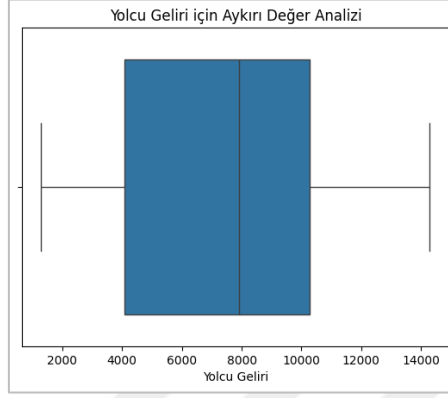
Yolcu gelirleri Şekil 7.4’te görüldüğü gibi veriler normal dağılıma sahiptir. P değeri :0,1558.



Şekil 7.4. Yolcu geliri histogramı ve Q-Q grafiği

7.3.2. Yolcu Geliri Aykırı Değer (Outlier) Analizi

Veride bozulma sağlayan verilerin tespiti için kullanılmaktadır. Yolcu geliri verisinde aykırı değer gözlemlenmemiştir. Model kurulurken çıkartılan değer olmamıştır.

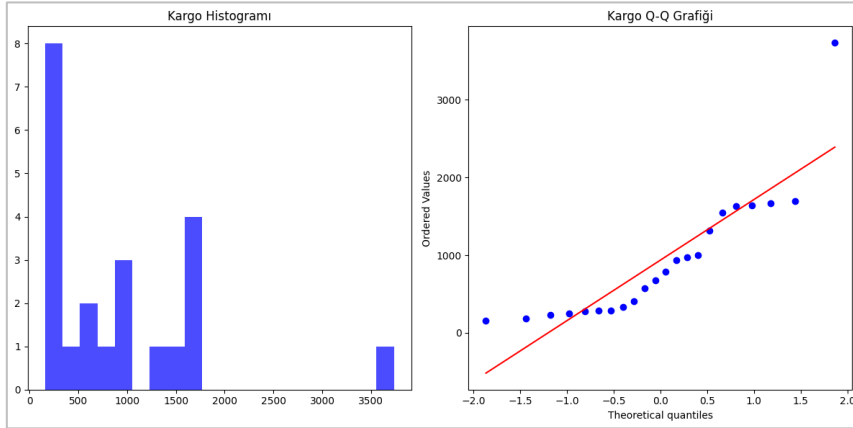


Şekil 7.5. Yolcu geliri için aykırı değer analizi

7.4. Kargo Geliri Analizi

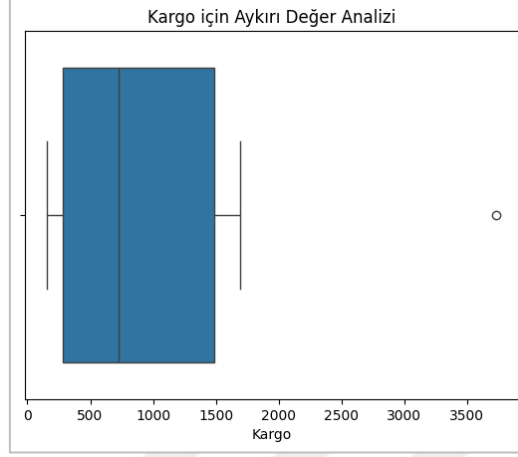
7.4.1. Kargo Geliri Normal Dağılım Analizi

Şekil 7.6'da görüldüğü gibi veriler normal dağılıma sahip değildir (p-değeri: 0.0005).



Şekil 7.6. Kargo geliri histogramı ve Q-Q grafiği

7.4.2. Kargo Geliri Aykırı Değer (Outlier) Analizi



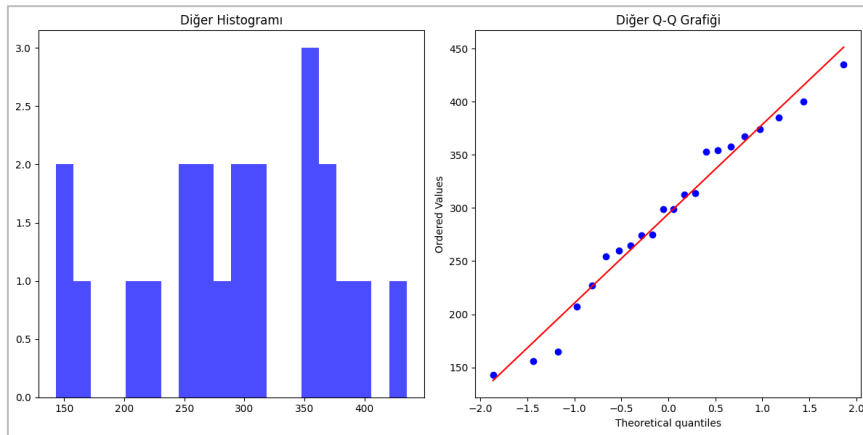
Şekil 7.7. Kargo geliri aykırı değer analizi

Şekil 7.7’de kargo geliri veri setinde aykırı değer bulunmaktadır. Aykırı değerlerin gerçeklikle uyum sağlaması açısından çıkarılma sağlanmamıştır.

7.5 Diğer Gelirlerin Analizi

7.5.1. Diğer Gelirlerin Normal Dağılım Analizi

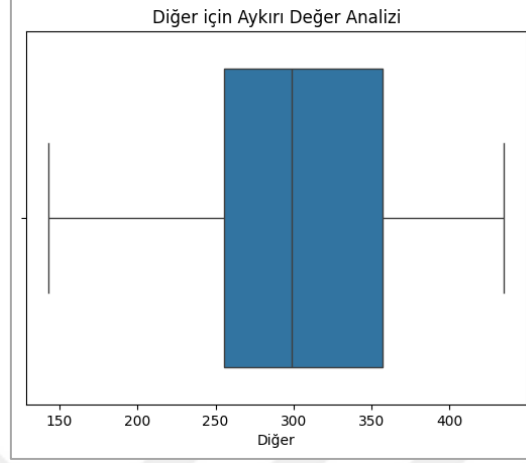
Diğer gelir verileri normal dağılıma sahiptir (p-değeri: 0.6306).



Şekil 7.8. Diğer gelirler histogramı ve Q-Q grafiği

7.5.2 Diğer Gelirlerin Aykırı Değer (Outlier) Analizi

Diğer gelir veri setinde Şekil 7.9’da görüldüğü gibi aykırı değer bulunmamaktadır.

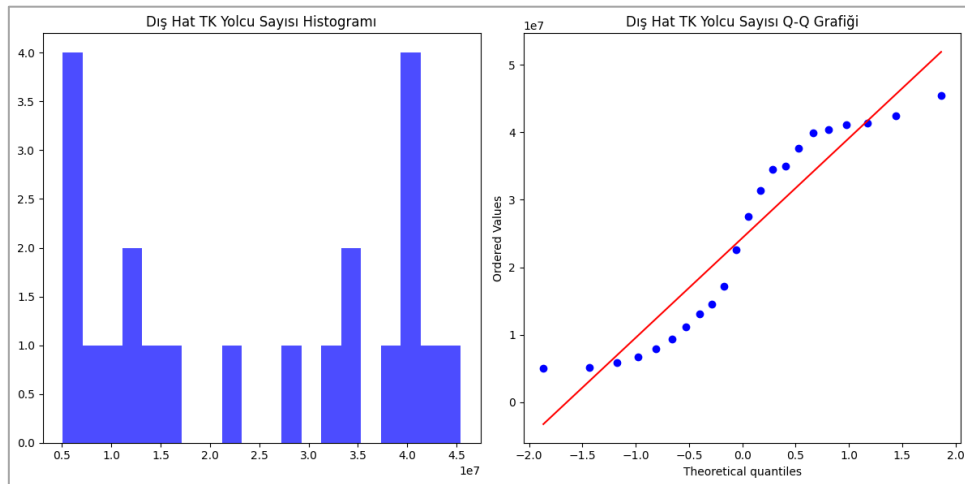


Şekil 7.9. Diğer gelirler aykırı değer analizi

7.6. Dış Hat Yolcu Sayısı Analizi

7.6.1. Dış Hat Yolcu Sayısı Normal Dağılım Analizi

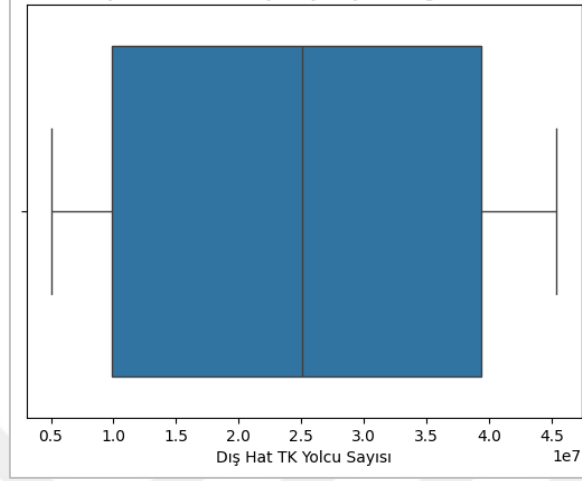
Şekil 7.10’da görüldüğü gibi ‘Dış Hat Yolcu Sayısı’ veri seti normal dağılıma sahip değildir (p-değeri: 0.0090). Veri setlerinin analizi ile verilerin anlamlı hale gelmesi sağlanmıştır.



Şekil 7.10. Dış hat gelirler histogramı ve Q-Q grafiği

7.6.2. Dış Hat Yolcu Sayısı Aykırı Değer (Outlier) Analizi

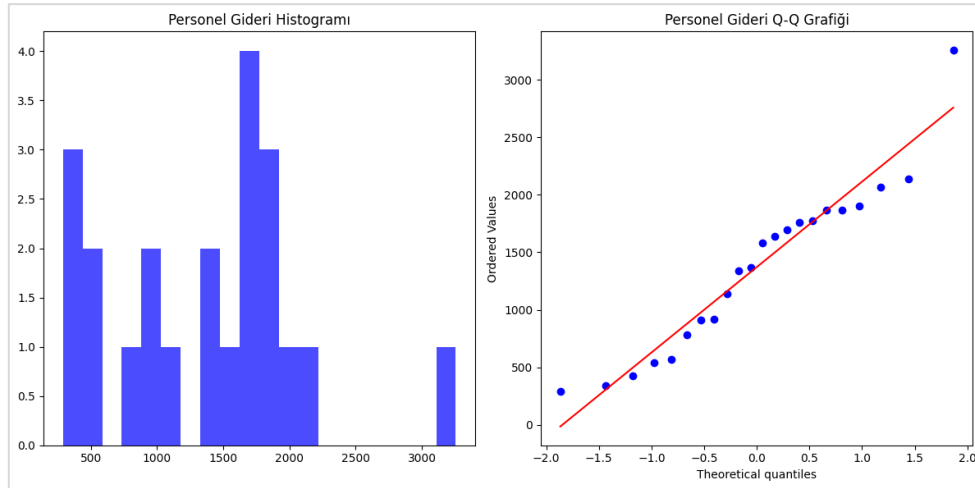
Şekil 7.11’de görüldüğü gibi veri setinde aykırı değer bulunmamaktadır.



Şekil 7.11. Dış hat yolcu sayısı aykırı değer analizi

7.7. Personel Giderleri Veri Seti Analizi

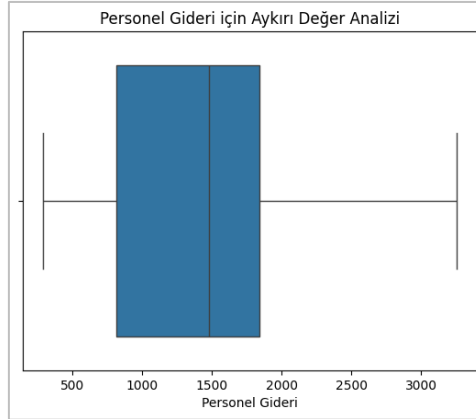
‘Personel Gideri’ veri seti Şekil 7.12’te görüldüğü gibi normal dağılıma sahiptir (p-değeri: 0.2008)



Şekil 7.12. Personel gideri histogramı ve Q-Q grafiği

7.7.1. Personel Giderleri Aykırı Değer (Outlier) Analizi

Şekil 7.13'te görüldüğü gibi personel gideri veri seti için aykırı değer görülmemektedir.



Şekil 7.13. Personel gideri aykırı değer analizi

Veri setleri analizinde sonuç olarak yolcu geliri, diğer gelirler ve personel giderleri normal dağılıma sahiptir. Kargo gelirleri ve dış hat yolcu sayısı veri seti ise normal dağılıma sahip değildir. Normal dağılım gösteren veri setleri için t-testi uygulanırken diğerleri için Mann-Whitney U testi uygulanacaktır. Testler ile birlikte verilerin eğitim ve test değer oranının hangi yıl olması gerektiği belirlenmiştir.

Pandemi yıllarındaki veriler, önceki 3 yılın ortalamasına göre düzenlenmiş olması pandemi etkisinin veriler üzerindeki bozulmayı engellemesi ve veri setinin yapısının korunması amaçlanmaktadır. Analizin gerçeğe daha yakın sonuç vermesi hedeflenmektedir.

Aykırı değer analizi sonuçları incelendiğinde kargo geliri veri setinde birkaç aykırı değer mevcuttur. Aykırı değerler korunacaktır çünkü gerçek dünya gerçekliğini temsil ederek modelleme sürecinde anlamlı veriler sağlayabilir. Kargo gelirlerindeki aykırı değerler pandemi sonrasında kaynaklandığı için sektörde değişen dinamiklerin bir çıktısı olabilir.

Yolcu geliri ve diğer veri setleri incelendiğinde 2018 yılı sonrası ciddi bir artış gözlemlenmektedir. Bu yıl eğitim ve test setlerinin ayrımı için mantıklı bir sınır oluşturmaktadır. 2018 yılını modelde kırılma noktası olarak belirlenmiştir. 2018 öncesindeki verileri eğiterek 2018 yılı sonrası verileri test ederek model yapısı kurgulanmıştır. 2018 yılı sonrası verilerde anlamlı bir fark olup olmadığı incelenerek

tahmin modellerinin geçerliliği ve verilerin doğruluğunu değerlendirmek adına kritik bir önem taşımaktadır. Verilerin doğal yapısının korunması için aykırı değerler veri setinde değişim olmadan kullanılacaktır.

Normal dağılım gösteren 3 veri seti (yolcu geliri, diğer gelirler, personel gideri) için 2018 yılı sonrası artışın anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini istatistiksel olarak değerlendirebilmek için t-testi uygulanmıştır.

Yolcu geliri t-Testi p-değeri: 0.0002'dir. Diğer gelirlerin t-testi p değeri 0.000'dir. 2018 öncesi ve sonrası arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır ($p < 0.05$). Test sonucuna göre, 2018 yılı sonrası dönemde yolcu geliri ve diğer gelirler anlamlı bir şekilde artış göstermektedir.

Personel gideri t-Testi uygulandığında p-değeri: 0.0005. 2018 öncesi ve sonrası arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır hipotezi doğrulanmıştır. 2018 yılı sonrası personel gideri artışı anlamlıdır. Tahminleme modelleri uygulandığında personel giderinin gelirlerle birlikte paralel bir seyir izlemesi gerektiği açıktır.

Dış hat yolcu sayısı ve kargo veri seti için Mann-Whitney U testi uygulanmıştır (p-değeri: 0.0000). 2018 öncesi ve sonrası arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır ($p < 0.05$) hipotezi kabul edilmiştir.

7.8. Verilerin Tahminlemesi

Aşağıdaki verilen girdilerin geçmiş verileri bulunmakta olup zaman serisi modellerinden ARIMA, SARIMAX, makine öğrenmesi modellerinden Random Forest, XG Boost ve yapay sinir ağları ile LSTM üzerinde modeller üzerinde çalışılmıştır. Modellerden en uygunu seçilerek çalışma metodolojisinde girdi oluşturan verilerin ileriye yönelik 10 yıllık tahminleri hesaplanacaktır.

Verilerinin korelasyonu sonucu ulaştığımız verilerle tahminlemek istediğimiz girdiler;

- Yolcu geliri; uçak sayısı, yolcu kapasitesi, personel gideri ve TR GYSİH büyümeleriyle yüksek derecede ilişkilidir.
- Kargo verileri; personel sayısı, uçak sayısı, personel gideri, TR GYSİH

büyüleriyle yüksek derecede ilişkilidir.

- Diğer gelirler; uçak sayısı, personel sayısı, TR nüfus, TR GYSİH büyüleriyle yüksek derecede ilişkilidir.
- Personel gideri; personel sayısı, uçak sayısı, TK yolcu sayısı, TR GYSİH büyüleriyle yüksek derecede ilişkilidir.
- Türk Hava Yolları dış hat yolcu sayısı; yolcu kapasitesi, uçak sayısı, yolcu sayısı, TR GYSİH büyüleriyle yüksek derecede ilişkilidir.

Modeller kurulurken bu değişkenlerin bağımlı ve bağımsız olması dikkate alınarak kurgulanacaktır.

Örneklendirmek gerekirse, daha fazla uçak sayısı genellikle daha fazla yolcu gelirinin oluşmasını etkiler. Ya da Türk Hava Yollarının yolcu geliri, yolcu sayısı ile doğrudan ilişkilidir. Personel giderleri de bu operasyonların büyümesiyle personel sayısının artmasına sebep olacaktır ve direkt olarak personel giderlerinin artmasına sebep olacaktır.

Tahminlenecek Veriler

Doğrudan Katkı Girdileri;

- Yolcu Geliri
- Kargo Geliri
- Diğer Gelirler

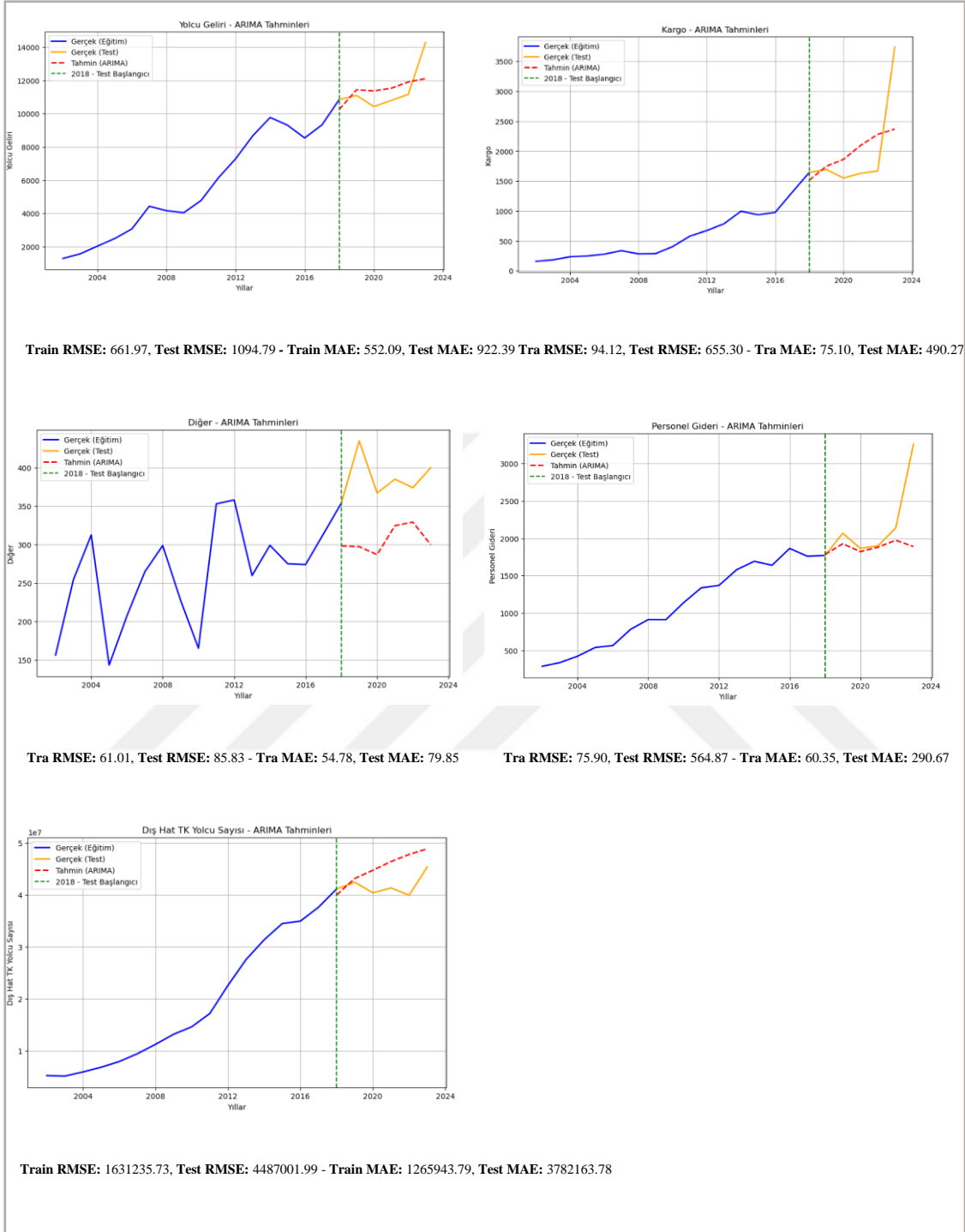
Teşvik Edilmiş Katkı Girdileri;

- Türk Hava Yolları Personel Ödemeleri

Turizm Katkısı Girdileri;

- Türk Hava Yolları Dış Hat Yolcu Sayısı

7.8.1. ARIMA Modeli Tahmin Sonuçları



Şekil 7.14. ARIMA modeli tahminlemeleri

7.14'teki şekile bakıldığında yolcu geliri, kargo, personel gideri veri setinde kabul edilebilir bir performans sergilemiştir. Ancak test hatası değeri eğitim hatasından daha yüksektir. 2018-2023 dönemi gerçekleşen verileri kısmen yakalayabilmiş ancak

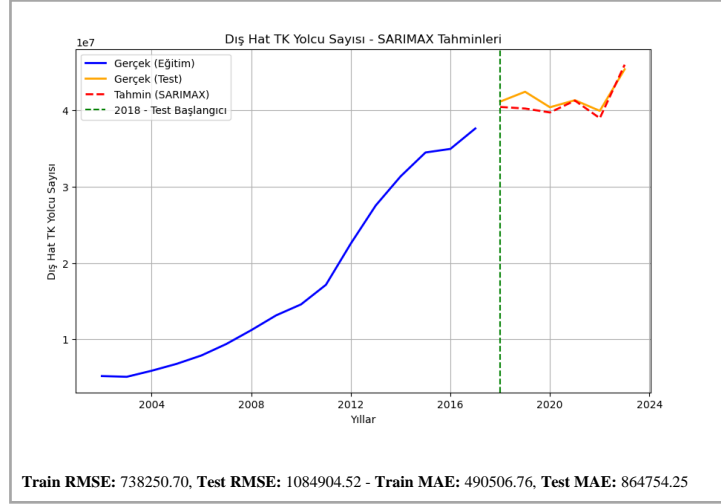
tahminlerde hafif sapmalar görülmüştür. Sonuç olarak makul bir performans göstermiştir. Dış hat yolcu sayısı veri seti ve diğer gelirler tahmini beklenenden daha fazla sapma gözlemlenmektedir.

Dış hat yolcu sayısı gibi daha dış faktörlerin etkili olduğu veri setlerinde Random Forest ya da SARIMAX gibi yöntemler daha etkin sonuçlar verebilir.

7.8.2. SARIMAX Modeli Tahmin Sonuçları



Şekil 7.15. SARIMAX modeli tahminlemeleri 1



Şekil 7.16. SARIMAX modeli tahminlemeleri 2

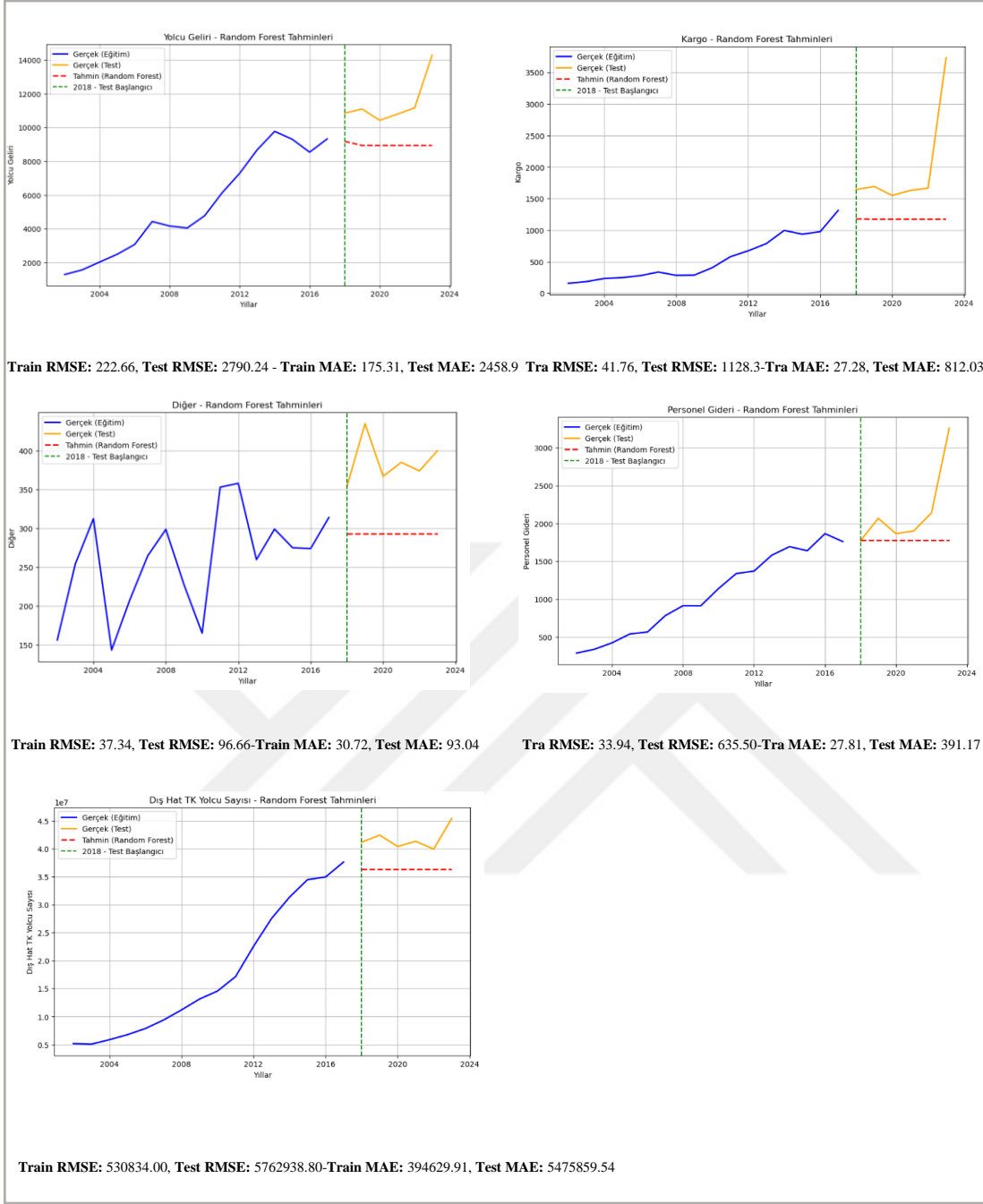
SARIMAX modeli ARIMA'ya göre daha mevsimselliğin dahil edildiği ve bağımsız değişkenlerin kullanılabilirdiği zamana bağlı tahminleme modelidir. Korelasyon matrisinin sonuçlarının ele alınarak tahminlenecek verilerin değişkenleri belirlenmiştir. Modele veri setine göre farklı bağımsız değişkenler tanımlanarak tahminleme metodolojisi uygulanmıştır.

Şekil 7.14'te Dış hat yolcu sayısında sapması yüksek olan ARIMA'ya göre Şekil 7.16'te SARIMAX daha iyi bir performans sergilemiştir. Genel olarak dış bağımsız değişkenlerin de SARIMAX modeline eklenmesiyle daha iyi performanslar elde edilmiştir.

Fakat SARIMAX genellikle çok büyük dalgalanmalar ve ani değişiklikleri yakalamakta zorlanabilir. Hedef değişkenin bağımsız değişkenlerle açıklanamaması durumunda düşük performans sergileyebilir.

7.8.3. Random Forest Modeli Tahmin Sonuçları

Genelde birçok değişkende hata oranı çok yüksek olmasının veri setinin az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu hedef değişkenlerde Şekil 7.17'de de görüldüğü gibi Random Forest istenen performansı sergileyememiştir.

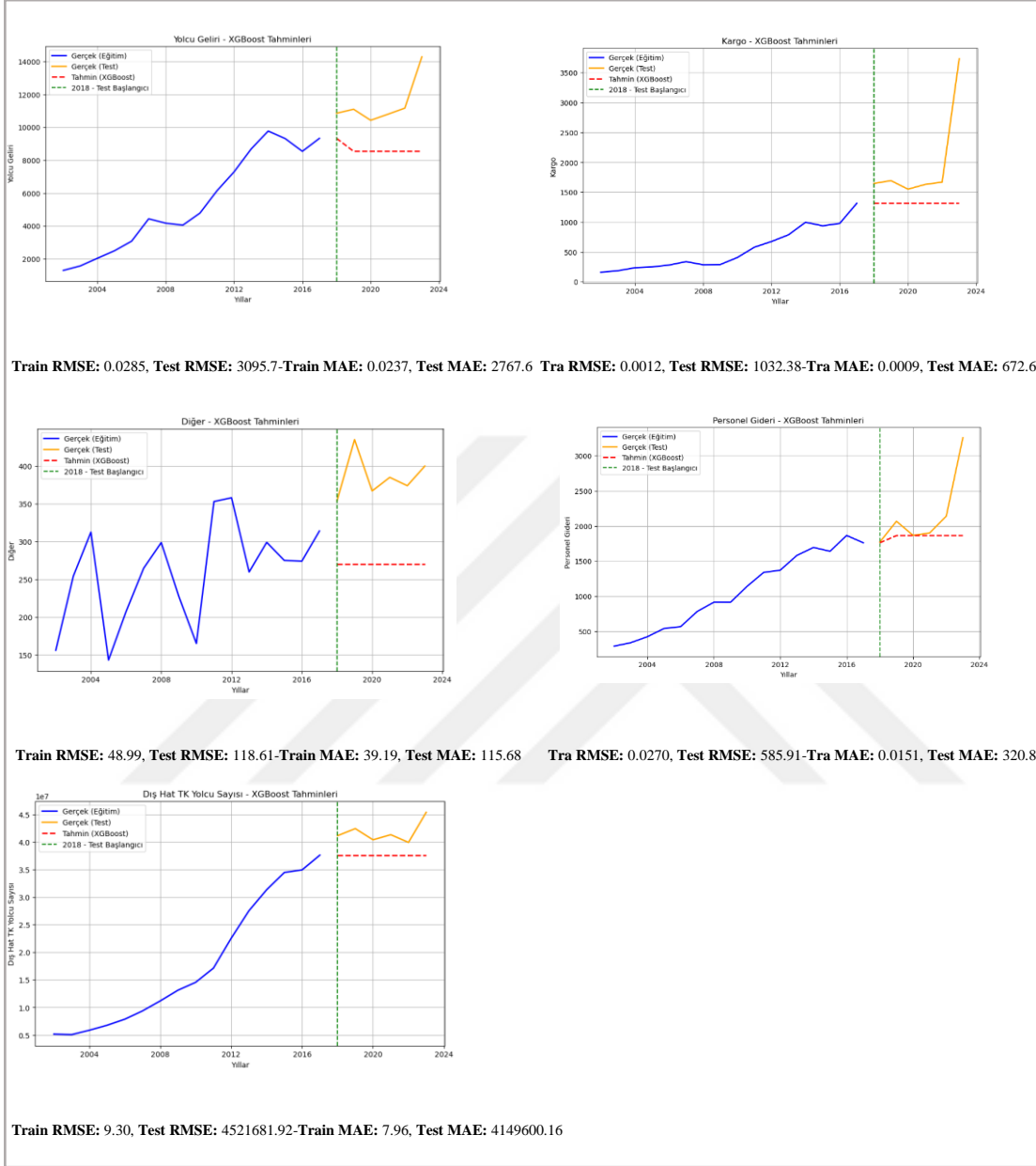


Şekil 7.17. Random Forest modeli tahminlemeleri

7.8.4. XG Boost Modeli Tahmin Sonuçları

Özellikle düzensiz verilerde daha iyi sonuçlar vermesini beklediğimiz model verilerde beklenen performansı sergilememiştir. Şekil 7.18'deki gibi modeller öğrenmeyi güçlü şekilde yapsa da test setine genel olarak aktarım sağlayamamaktadır. Bağımsız

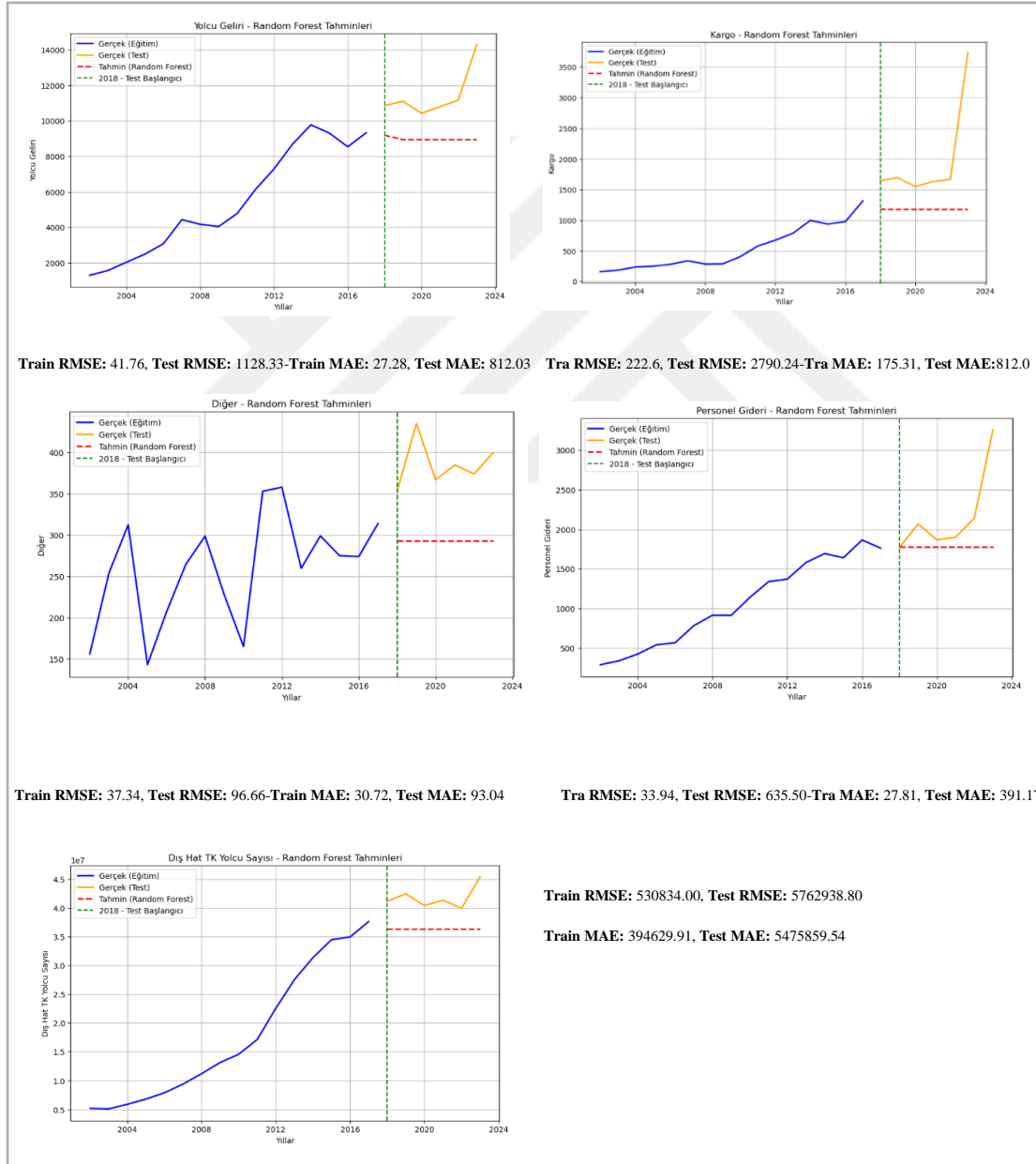
değişkenlerin etkisinin zaman serisi karakteristiğine daha uyumlu olduğu sonucuna varılabilir.



Şekil 7.18. XG Boost modeli tahminlemeleri

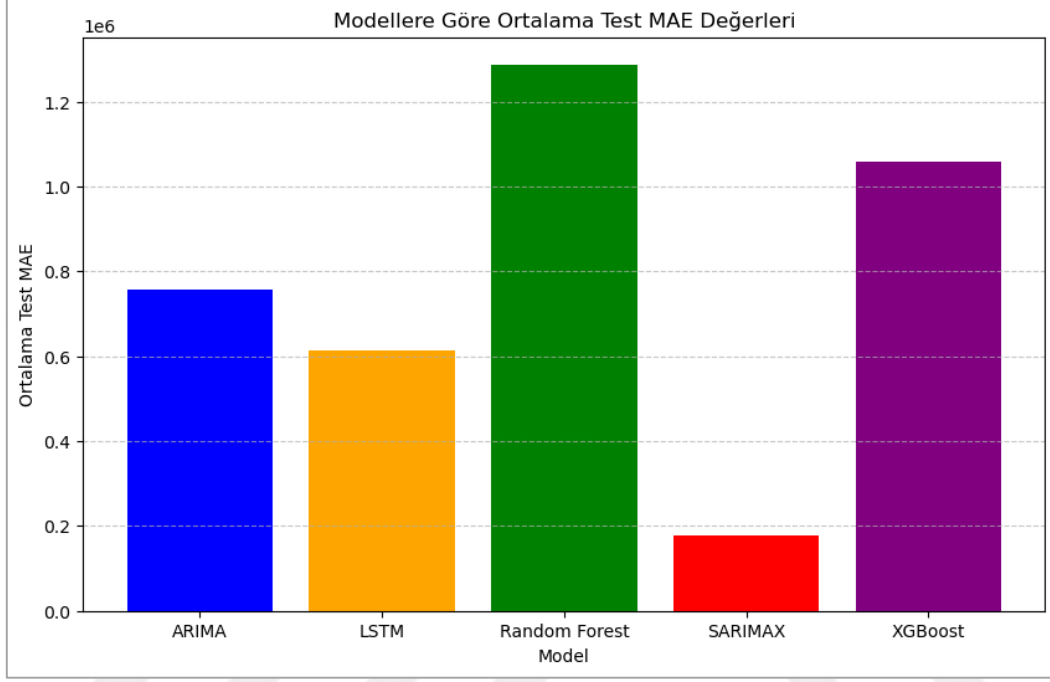
7.8.5. LSTM Modeli Tahmin Sonuçları

Bu model ile yapay sinir ağı yöntemlerinden olan LSTM modeli kullanarak tahminlemeler yapılmıştır. Bu model zaman serisinin kendi geçmiş değerlerinden öğrenir. Dolayısıyla, bağımsız değişkenlere ihtiyaç duymamaktadır. Şekil 7.19’de görüldüğü gibi model, verilerde artış azalış trendlerini yakalasa da tam doğruluk sağlamakta zorlanmıştır. Eğitim verileri daha anlamlı sonuçlar verirken test verilerinde yoğun sapmalar belirlenmiştir.



Şekil 7.19. LSTM modeli tahminlemeleri

Modellerde uygulanan sonuçlara göre SARIMAX model tipi verileri en doğru yaklaşımla tahminleyen model olmuştur. Metodoloji için girdi olarak tahmin edeceğimiz yolcu geliri, kargo geliri, diğer gelirler, yolcu giderleri ve Türk Hava Yolları dış hat yolcu sayısı parametreleri SARIMAX modeli ile gelecek 10 yıl tahminlemesi yapılmıştır.

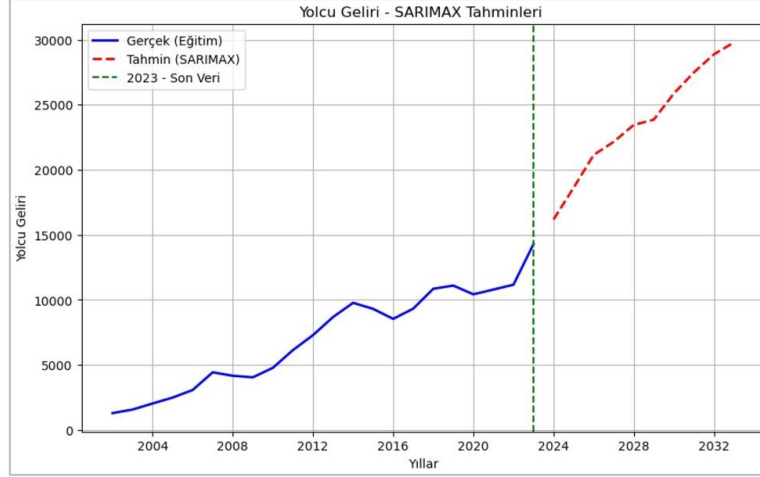


Şekil 7.20. Modellere göre ortalama MAE değerleri

Şekil 7.20.'de görüldüğü gibi en düşük MAE değerine sahip model SARIMAX'tır. Bu durum bize hedef değişkenlerin tahmininde en iyi sonuçları verdiğini göstermektedir. Hem zaman serisi hem de bağımsız değişkenlerin değişim trendlerini temel alarak daha iyi bir sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

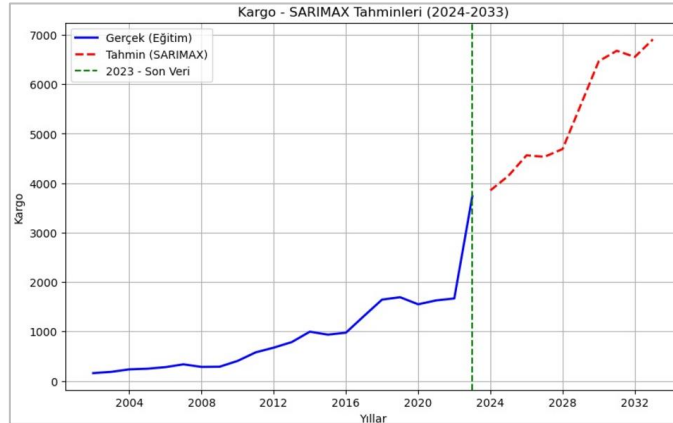
Diğer modeller daha yüksek MAE değerlerine sahip olmakla birlikte bağımsız değişkenlerin daha az kullanılmasından dolayı hedef değişkenlerde genelleme yapmakta zorlandığı gözlemlenmiştir. ARIMA, SARIMAX'tan daha yüksek hata oranına sahiptir fakat SARIMAX kadar esnek olmasa da performansı stabildir. Daha güvenilir bir alternatif sunabilir.

7.9. SARIMAX Modelinin Seçilmesiyle Gelecek Verilerin Tahmini



Şekil 7.21. SARIMAX ile yolcu geliri verileri tahmini

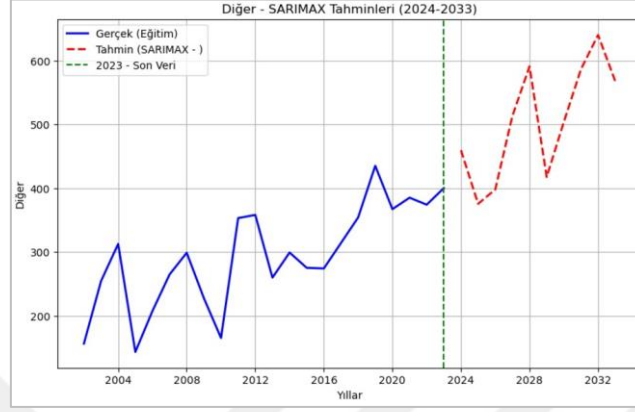
Yolcu geliri parametresi Şekil 7.21’de görüldüğü gibi gelecek yıl verileri SARIMAX modeline göre tahminlemesi yapılmıştır. Türk Hava Yolları’nın önümüzdeki 10 yılda uçak sayısındaki agresif büyümesi, yeni nokta açılımları gibi stratejik kararlarının etkisi gözlemlenmektedir.



Şekil 7.22. SARIMAX ile kargo verileri tahmini

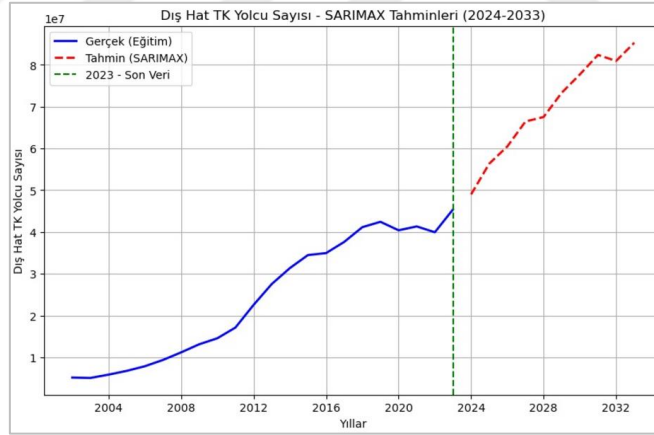
Kargo gelişimi potansiyeli pandemi sonrası farklı yönde büyümeye evrilmektedir. Tüm dünyada hızla gelişen ve dönüşen sektör Türkiye’de de büyümeye devam etmesi öngörülmektedir. Çalışmada konu edinilen hava yolu Türk Hava Yolları kargo uçağı

siparişleriyle de sadece yolcu tarafında değil kargo sektöründe de varlığını güçlendirmeyi hedeflemektedir. 10 yıllık tahminlemesi yapılan Şekil 7.22'deki veriler ileriye yönelik beklentiyi ifade etmektedir.



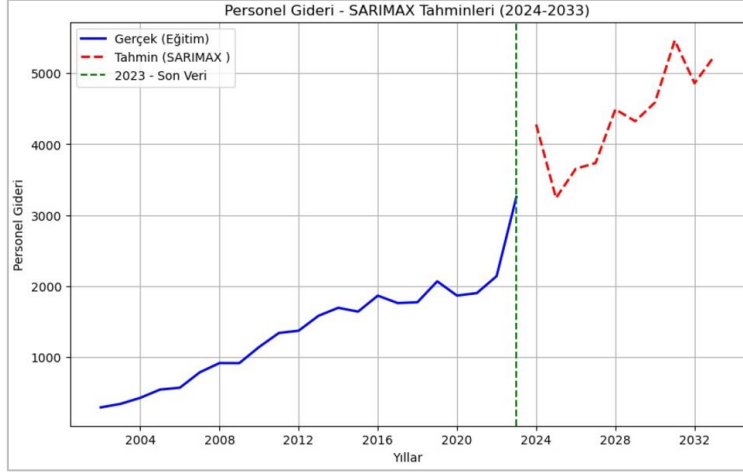
Şekil 7.23. SARIMAX ile diğer gelirlerin tahmini

Hava yolu sektörü büyümesiyle olarak ek gelir kalemlerinde de büyük değişimler söz konusudur. Şekil 7.23'de diğer gelirlerin 10 yıllık tahmin sonuçları verilmektedir.



Şekil 7.24. SARIMAX ile dış hat yolcu sayısı tahmini

Yolcu sayısı artışı ülkeler arası anlaşmalar, turizmin ve teknolojinin hızlı gelişimi ile tün dünyada beklenmektedir. Türkiye gerek sağlık turizmi gerekse kültür turizmi ile küresel çapta bilinirliğini hızla artırmaktadır. Türkiye dış hat yolcu sayısı artışı beklentisi Model sonuçlarına göre Şekil 7.24'de verilmiştir.



Şekil 7.25. SARIMAX ile personel gideri tahmini

Personel giderleri büyüyen operasyonlarla birlikte artması beklenmektedir. Şekil 7.25’de Modelin tahmin sonuçları yer almaktadır.

Modelden çıktısı alınan 5 veri metodolojisi aşağıda belirtilen kısımlara girdi oluşturmuştur. Bu veriler ile doğrudan, dolaylı ve teşvik edilmiş olarak belirlenen Türkiye’ye olacak ekonomik etkisi hesaplaması yapılmıştır.

7.10. Ekonomik Etki Hesaplama Metodu

SARIMAX ile yolcu geliri, kargo geliri, diğer gelirler, personel giderleri ve dış hat yolcu sayısı verileri 2024-2023 yılları arası tahminlenmiştir. Bu veriler ekonomik etki hesaplama metodolojisinde kullanılarak 2033 yılında Türk Hava Yolları’nın Türkiye’ye ekonomik etkisi hesaplanmıştır.

7.10.1. Formül Değişkenleri

Yolcu Geliri (Y_G)

Kargo Geliri (K_G)

Diğer Gelirler (D_G)

Doğrudan Katkı (D_{K1})

Dolaylı Katkı (D_{K2})

Teşvik Edilmiş Katkı (T_e)

Dolaylı Katkı Gelir Katsayısı (K_1)

Çalışan Ödemeleri ($\zeta_{\text{ö1}}$)

Tedarik Zinciri Çalışan Ödemeleri ($\zeta_{\text{ö2}}$)

Turizm Katkısı (T_k)

Yabancı Turist Katkısı (Y_{T1})

Dış Hat Turist Sayısı (D_{TS})

Ziyaretçi Başı Ortalama Harcama (O_{H1})

Yerli Turist Katkısı (Y_{T2})

İç Hat Turist Sayısı (\dot{I}_{TS})

Ziyaretçi Başı Ortalama Harcama (O_{H2})

7.11. Hesaplamalar

Çalışmada ulaşmak istediğimiz yer Türk Hava Yolları'nın Türkiye ekonomisine yaptığı net katkıdır. Bu değere erişmek için öncelikle doğrudan katkıları, dolaylı katkıları, teşvik edilmiş katkıları ve turizm katkısının etkilerini hesaplamamız gereklidir. (7,1)'de verilen formülasyon bizim tüm alt kırılımları hesapladığımızda sonuç olarak ulaşmak istediğimiz sonuca bizi götürecektir.

$$NK = D_{K1} + D_{K2} + T_e + T_k \quad (7,1)$$

$$\sum_x^y D_{K1} = Y_G + K_G + D_G \quad (7,2)$$

$$\sum_x^y D_{K2} = D_{K1} * k_1 \quad (7,3)$$

$$\sum_x^y T_{E1} = \zeta_{\text{ö}} + \zeta_{\text{ö2}} \quad (7,4)$$

$$\sum_x^y T_K = Y_{T1} + Y_{T2} \quad (7,5)$$

7.11.1. Net Katkı

Net Katkı (NK) = Doğrudan Katkı (D_{K1}) + Dolaylı Katkı (D_{K2}) + Teşvik Edilmiş Katkı (T_e) + Turizm Katkısı (T_k)

$$NK = D_{K1} + D_{K2} + T_e + T_k \quad (7,6)$$

Net katkıya ulaşmak için, hava yolunun doğrudan katkılarını hesaplamak bizim için ciddi önem arz etmektedir. Doğrudan katkı çalışmada havayolunun kendi ürettiği yolcu geliri, kargo geliri ve diğer gelirlerini kapsamaktadır. Hava yolu işletmesinin ticari olarak üretmek istediği bu gelirler hava yolunun finansallarında önemli rol oynar. Çalışmada girdi olarak kullanılarak bu gelirlerle ekonomik olarak sektöre, Türkiye ekonomisine ne kadar etki yapıldığını gözlemlemekteyiz.

7.11.2. Gelirlerin Doğrudan ve Dolaylı Katkılarının Hesaplanması

Doğrudan Katkı (D_{K1}) = Yolcu Geliri (Y_G) + Kargo Geliri (K_G) + Diğer Gelirler (D_G)

$$\sum_x^y D_{K1} = Y_G + K_G + D_G \quad (7,7)$$

(7,7)'de görüldüğü üzere doğrudan katkı yolcu gelirleri, kargo gelirleri ve diğer gelirlerin toplamından oluşmaktadır. Bu gelirlerin 1 yıl içerisindeki toplamı hesaplamaya dahil edilecektir. Yolcu gelirleri, hava yolu taşımacılığının temel gelir kalemini oluşturmaktadır. İç ve dış hat gelirlerinin toplamı ile ortaya çıkar. İç hat uçuşları ülke içerisindeki ulaşım ağını güçlendirerek ekonomik katkıya destek sağlarken, dış hat uçuşları ise turizm ve ticareti geliştirmede önemli etkileri bulunur. Ekonomiye her ikisi de farklı alanlarda dokunarak doğrudan ve dolaylı katkı sağlamaktadır.

Kargo gelirleri, sektörde büyük bir yer kaplamaya başlamış olup uluslararası ticaretin etkinliğini artırarak ekonomik büyümeye ivme kazandırmaktadır. Özellikle seçili hava yolumuz olan Türk Hava Yollarında yılları içinde değişmekle beraber 2024 yılının 3. Çeyrek sonuçlarına göre %15 pay almaktadır. Şirket zaman hassasiyeti olan, değeri yüksek ya da canlı hayvan taşıma gibi farklı ürün portföylerini taşıma imkanı sunar. Bu alanda dinamik fiyatlandırma ile müşterilerine doğru fiyatı vermeyi hedeflemektedir. Hava yolunun operasyonel sürdürülebilirliğini sağlamanın yanında küresel olarak tedarik zincirinin bir parçası olarak ekonomik büyümeye doğrudan katkı sağlamaktadır.

Diğer gelirler ise yer hizmetleri, ek bagaj, koltuk seçimi, uçak içi ikram hizmetleri gibi yan gelirler ve teknik gelirlerinden oluşmaktadır. Çalışmaya göre, diğer gelirler de ekonomiye doğrudan etki sağlamaktadır.

Dolaylı Katkı (D_{K2}) = Doğrudan Katkı (D_{K1}) * Dolaylı Katkı Gelir Katsayı (K_1)

$$D_{K2} = D_{K1} * k_1 \quad (7,8)$$

Hava yolunun gelirlerinin doğrudan etki sağlamasının yanı sıra bu gelirlerin üretilmesinde dolaylı olarak katkı sağlayan farklı ortaklık ve anlaşmalardan elde edilen gelirleri de (7,8)'de verildiği gibi formülüne edilmiştir.

7.11.3. Teşvik Edilmiş Katkı Hesabı Metodu

Teşvik Edilmiş Katkı (T_{e1}) = Çalışan Ödemeleri (ζ_0) + Tedarik Zinciri Çalışan Ödemeleri (ζ_{02})

$$T_{E1} = \zeta_0 + \zeta_{02} \quad (7,9)$$

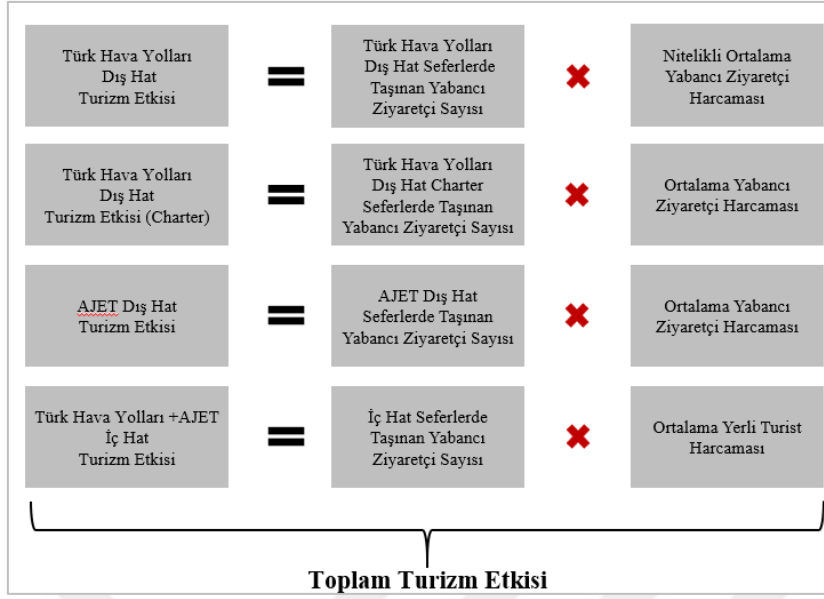
(7,9)'a göre hava yolunun çalışanlarına verdiği ücretler ve tedarik zinciri çalışanlarına ödenen ücretler de ekonomiye katkı sağlamaktadır. Bu alan ise çalışmada Teşvik Edilmiş Katkı olarak adlandırılmaktadır. Teşvik edilmiş katkı ile toplam personellerin aldıkları ücretleri harcamalarında kullanmaları yoluyla ekonomiye katkı sağladığı düşünülerek hesaplanmıştır.

7.11.4. Turizm Katkısı Hesabı Metodu

Turizm Katkısı (T_k) = Yabancı Turist Katkısı (Y_{T1}) + Yerli Turist Katkısı (Y_{T2})

$$T_K = Y_{T1} + Y_{T2} \quad (7,10)$$

Turizm katkısı sektörde farklı yaklaşımlarla hesaplanabilmektedir. Hesaplamalar sektöre göre, ülkeye, bölgeye göre farklılıklar gösterebilir. (7,10)'da belirtildiği gibi çalışmada yerli ve yabancı tursitlerin katkıları hesaplanarak turizme toplam katkı olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 7.26. Toplam turizmin etkisi hesaplama gösterimi

Yabancı Turist Katkısı (Y_{T1}) = Dış Hat Turist Sayısı (D_{TS}) * Ziyaretçi Başı Ortalama Harcama (O_{H1})

$$Y_{T1} = D_{TS} + O_{H1} \quad (7,11)$$

Ziyaretçi başı ortalama turist harcamaları değer olarak kullanılmıştır. Bu harcamalar yurt dışı turistler için Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın açıkladığı ziyaretçi başı ortalama harcama değerleri kullanılmıştır. Yurt dışı turistler 2 farklı alanda incelenmiştir. Gelişmiş ülkelerden Türkiye'ye turizm amaçlı gelen yolcular nitelikli turist olarak belirlenmiştir. Nitelikli turistler için ortalama harcama değeri normal turistlere göre daha yüksek belirlenmiştir.

Yerli Turist Katkısı (Y_{T2}) = İç Hat Turist Sayısı ($İ_{TS}$) * Ziyaretçi Başı Ortalama Harcama (O_{H2})

$$Y_{T1} = D_{TS} + O_{H1} \quad (7,12)$$

Yerli turistler için ziyaretçi başı ortalama harcama değerleri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'ten alınmıştır. Türkiye de iç hat yolculuğu yapan ve turist olan yolcuların katkısı ve ziyaretçi başı ortalama harcamalarıyla (7,12)'daki gibi hesaplanmıştır.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, havacılık sektörünün ekonomik etkisi detaylı bir şekilde incelenmiş olup sektörün küresel ve ulusal ölçekte ekonomik büyümeye olan katkıları değerlendirilmiştir. Araştırmalar sonucu havacılık sektörünün yalnızca ulaşım hizmeti sunmakla kalmayıp, doğrudan, dolaylı ve teşvik edici etkileriyle geniş bir ekosistem oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Hava yolu sektöründe ekonomik etki hesaplanırken tedarik zincirindeki tüm bileşenleriyle birlikte değerlendirilmelidir. Hava yolu taşımacılığında özellikle turizm sektörünün etkisinin direkt etkisi bulunmaktadır.

Bu bağlamda ekonomik etkinin sonuçları incelendiğinde tüm dış faktörlerin, değişkenlerin etkisi günümüzde giderek artmaktadır. Tüm ekonomik döngünün birbirine bağlı şekilde işlediği dünyada her geçen gün sektörler daha fazla birbirine bağlı ve bağımlı hale gelmektedir. Havacılık sektörünün lojistik, yan sanayi, ve turizm sektörü üzerindeki çarpan etkisi göz önüne alındığında, ekonomik büyümenin önemli bir itici güç olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, hava yolları gelirlerini, operasyonlarını artırdıkça ekonomiye etki hacmini de artırmaktadır.

Özellikle Türkiye özelinde yapılan analizler sonucu, Türk havacılık sektörünün son yıllarda önemli bir büyüme kaydederek Türkiye ekonomisine doğrudan katkı sağladığı gözlemlenmiştir. Çalışmada ele alınan Türk Hava Yolları'nın gelir oluşturan faaliyetleri, istihdam olanakları, lojistik ve turizme yönelik katkıları ile Türkiye'nin ekonomik büyümesine önemli bir etki sağladığı görülmektedir. Türk Hava Yolları uluslararası ölçekte rekabet ederken sağladığı etkilerle stratejik önemini ortaya koymuştur.

Ekonomik etkiyi oluşturan girdilerin gelecek 10 yılını tahminlemek için 5 farklı model tipi denenmiştir. Bu modeller zaman serisi analizlerinden ARIMA, SARIMAX, makine öğrenmesi modellerinden Random Forest, XG Boost modeli yapay sinir ağıları modellerinden LSTM kullanılmıştır. Farklı yöntemler denenerek veri tahminlemesini en iyi yapan analiz yöntemi hata değerlerine göre (MAE) belirlenmiştir. Verinin görece az olmasından kaynaklı olarak zaman serisi analizlerinde daha yüksek oranda başarı elde edilmiştir. Hata oranı en düşük olan zaman serisi analizleri kapsamında SARIMAX yöntemi tercih edilerek Python uygulamasında tahminlemesi yapılmıştır. Hesaplama kullanılan girdilerin gelecekteki 10 yıl verileri tahminlenmiştir.

Bu çalışmada ise Türk Hava Yolları'nın Türkiye ekonomisine 2028 yılında 33,2 ABD Dolar'ı doğrudan, 22,8 dolaylı 29,2 ise turizm etkisiyle toplam 85,2 milyar ABD doları etkisi olduğu hesaplanmıştır. Bu değer tahmin sonuçlarına göre 2033 yılına geldiğinde ise 42,5 milyar ABD Dolar'ı doğrudan, 29,2 milyar ABD Doları dolaylı, 47,8 milyar ABD doları ise turizm etkisi ile toplam 119,5 milyar ABD doları olması tahminlenmiştir. Sonuçlara göre büyüyen havacılık sektörü ekonomik kalkınmada kritik rol oynamaktadır. Çalışma ile stratejik planlamaya dayalı yatırımlar yapılması konusunda tüm sektörlerde karar alıcı mekanizmalara yol haritası oluşturması hedeflenmektedir.

Pandemi dönemi verilerinde veri setinde sapmalar oluşturduğu için son 3 yılın ortalaması alınarak değerler değiştirilmiştir. Uygulamada kullandığımız girdiler hesaplanırken zaman serisi analizleri kapsamında SARIMAX yöntemi ile yıllık olarak tahminlenmiştir. Tahmin yapılırken verilerin, yapısı ve mevsimselliği sonuçları etkilemektedir.

Öneriler;

- Çalışmada 2003 yılından günümüze kadar olan verilere erişilebilmiştir. Veri seti genişletilirse farklı model tiplerinde daha iyi sonuçlara ulaşılabilir.
- Hem politik hem ekonomik yönden kırılmalı yapıya sahip olan havacılık sektörü için çok yönlü tahminleri farklı değişkenlerle değerlendirerek daha geniş çaplı inceleme yapılabilir. Zamanla şirketin stratejisinde oluşan değişiklikler kapsamında büyüme ya da küçülme konuları tekrar dikkate alınarak modellere verilen değerler değiştirilebilir.
- Uygulaması yapılan tahmin girdileri için farklı sezgisel yöntemler denenebilir. Sadece nicel yöntemler değil, yönetici röportajları veya sektörde olan uzman kişilerin bakış açısı büyüme beklentilerine değişken olarak entegre edilebilir.
- Elde edilen tahmin uzun vadeli olup yakın zaman daha gerçekçiye yakın zaman farkı uzadıkça tahminleme hatası artış sağlayabilir. Zaman ilerledikçe güncellemeler ile veri gerçekliği artırılabilir.
- Gelecekteki çalışmalarda sürdürülebilirlik konusunun bileşenlerinin netlik kazanması ve verilerin daha ulaşılabilir olması ile tahminleme sürecine entegre edilebilir.

Gelecek yıllarda sektörün yeni dinamiklerinden olan sürdürülebilirlik konusunun getireceği değişiklikler havacılık sektörüne yeni bir bakış açısı kazandırabilir. Dinamiklerin değişimi ile otoritelerin politikalarına etki edeceği gibi operasyonel

süreçlerin de değişmeye başladığı gözlemlenmektedir. Sürdürülebilirlik hava yolları başta olmak üzere ekosistemdeki tüm paydaşlara etkisinin olması beklenmektedir.

Türk Hava Yolları'nın Türkiye ekonomisine olan katkısı, gerek ulusal düzeyde gerekse uluslararası alanda çok yönlü etkiler oluşturmaktadır. Bu çalışma hava yollarının hangi alanlarda ekonomik etkiler oluşturduğunu detaylı bir şekilde analiz edilmesine katkı sağlamıştır.

Çalışma ekonomiye, Türkiye'nin ekonomik gelişimine, diğer yatırımları desteklemeye, istihdam artış hızına, turizm kapasitesine yol gösterici nitelikte olmaktadır. Havacılığa uzaktan yakından dokunan her sistemin, sektörün uzun vade planlarını destekler nitelikte konumlanmasına kolaylık sağlayacaktır. Bu çalışmadan yola çıkılarak farklı avantajları göz önünde bulundurup oluşabilecek olan fırsatlara hazırlıklı olma açısından önem taşımaktadır. Ülke politikaları belirlenirken karar alıcılara destek olması ve ekosistemde değer oluşturan her paydaşa hedeflenebilir bir gelecek öngörüsü sunmaktadır.

KAYNAKLAR

- ACI-Airports Council International. (2024). Annual World Airport Traffic Report. *ACI*
- ACI- Airports Council International. (2022) The Impact of COVID-19 on Airports. *ACI*
- Adedoyin, F.F., Nathaniel, S., Adeleye, N. (2021). An Investigation into the Anthropogenic Nexus among Consumption of Energy, Tourism, and Economic Growth: do Economic Policy Uncertainties Matter. *Environmental Science and Pollution Research International*, 28(4), 2835-2847. DOI: 10.1007/s11356-020-10638-x
- Alex Graves, (2014), Generating Sequences With Recurrent Neural Networks
- Altuntaş, M., & Kılıç, E. (2021). Havayolu Taşımacılığı ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Türkiye Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(1), 187-202. DOI: 10.32709/akusosbil.716045
- ATAG. (2024). Supporting Economic & Social Development. *ATAG*
- Battal, Ü., Yılmaz, H., ve Ateş, S.S. (2006). Türkiye’de İç Hatlarda Serbestleşme ve Geleceği. *VI. Havacılık Sempozyumu*, Kayseri, Türkiye, Mayıs 2006.
- Bhadra, D., (2003). Demand for Air Travel in the United States: Bottom-up Econometric Estimation and Implications for Forecasts by Origin and Destination Pairs. *Journal of Air Transportation*, 8(2), 19-56. DOI: 10.2514/6.2002-5861
- Box, G., & Jenkins, G. (1970). *Time series analysis: forecasting and control*. HoldenDay, San Francisco
- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine learning*, 45(1):5–32.
- Britain, G. (2006). Project for the Sustainable Development of Heathrow: Report of the Airport Air Quality Technical Panels. Department for Transport, London: Department for Transport.
- Chyon, F. A., Suman, M. N., Fahim, M. R., & Ahmmed, M. S. (2022). Time series analysis and predicting COVID-19 affected patients by ARIMA model using machine learning. *Journal of Virological Methods*, 301.
- C. Guestrin, T. Chen , (2016). XGBoost: a scalable tree boosting system. *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining - 785-794*
- Eren, A. S., Eryer, A. ve Eryer, S. (2020). Havayolu Taşımacılığı ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin İncelenmesi Türkiye Örneği: Ampirik Bir Analiz. *Uluslararası Sosyal Bilimler ve Eğitim Dergisi – USBED*, 2(3), 236-257.
- Gao, Z.B. (2011). The Econometric Method to Predict the Demand for Air Passenger and Freight Transportation in Beijing. *Air Transport & Business*, 23, 39- 41.

- Geiger, T. (2018). Continuous National Gross Domestic Product (GDP) Time Series for 195 Countries: Past Observations (1850–2005) Harmonized with Future Projections According to the Shared Socio-Economic Pathways (2006–2100). *Earth System Science Data*, 10(2), 847–856. DOI: 10.5194/essd-10-847-2018
- Gers, Felix & Schmidhuber, Jürgen & Cummins, Fred. (2000). Learning to Forget: Continual Prediction with LSTM. *Neural Computation*. 12. 2451-2471. 10.1162/089976600300015015.
- Graham, A., Papatheodorou, A., Forsyth, P. (2016). Aviation and Tourism: Implications for Leisure Travel. (1rd ed.) London: Routledge
- Huang, Shupeng, Andrew Potter, and Daniel Eyers. 2019. “Social Media in Operations and Supply Chain Management: State-of-the-Art and Research Directions.” *International Journal of Production Research*, 1–33.
- International Civil Aviation Organization (ICAO). (1944). Convention on International Civil Aviation. *ICAO*.
- Jankiewicz, J., Huderek, S. (2016). The Air Transport Market in Central and Eastern Europe After a Decade of Liberalisation Different Paths of Growth. *Journal of Transport Geography*, 50, 45-56. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2015.06.002
- Jorge J.D. (1997). A Demand Model for Scheduled Airline Services on International European Routes, *Journal of Air Transport Management*, 3(1), 23–35. DOI: 10.1016/S0969-6997(97)82789-5
- Kalkın, G. (2021). COVID-19 ve Havacılık Sektörünün Geleceği: Havacılık Yönetimi Kapsamında Bir Değerlendirme. *Journal of Aviation*, 5(1), 53-63. DOI: 10.30518/jav.837803
- Kuo, Yong-Hong, and Andrew Kusiak. 2019. “From Data to Big Data in Production Research: The Past and Future Trends.” *International Journal of Production Research* 57 (15–16): 4828–4853
- Kuyucak S.F. (2016). Havayolu Yolcu Taşımacılığında Deregülasyon ve Büyüme. *UTED Dergi*, 2(300), 20-21.
- Leang, R., Mairet, M., Chea, H., Huy, R., Khim, N. (2019). Efficacy and Safety of Pyronaridine-Artesunate Plus Single-Dose Primaquine for Treatment of Uncomplicated Plasmodium Falciparum Malaria. *Eastern Cambodia. Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 63(3), e02242–18. DOI: 10.1128/AAC.02242-18
- Lee, C.C., Olasehinde, G., Akadiri, S.S. (2020). Geopolitical Risk and Tourism: Evidence from Dynamic Heterogeneous Panel Models. *International Journal of Tourism Research*, 23(1), 26–38. DOI: 10.1002/jtr.2389

- Lenaerts, B., Allroggen, F., Malina, R. (2021). The Economic Impact of Aviation: A Review on the Role of Market Access. *Journal of Air Transport Management*, 91. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2020.102000
- Nordhaus, C. W. D. (2011). Using Luminosity Data as a Proxy for Economic Statistics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(21), 8589–8594.
- Pai, Ping-Feng, and Chih-Sheng Lin. 2005. “A Hybrid ARIMA and Support Vector Machines Model in Stock Price Forecasting.” *Omega* 33 (6): 497–505
- Fox, Karen , (2024). NASA, Data Helps International Community Prepare for Sea Level Rise. *NASA*
- Oktal, H., Küçükönel, H., ve Terlemez, L. (2007). Dünyada Bölgesel Hava Taşımacılığı ve Türkiye’de Uygulanabilirliği. *Anadolu University Journal of Social Sciences*, 7(2), 383-394.
- Oxford Economics, (2014). Economic Benefits From Air Transport in the UK,
- Öztürk, A. (1993). Türkiye’de Hava Kargo Trafığı. *Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Bülteni*, 4(15), Eskişehir
- SHGM, (2023), Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü İstatistikler. *SHGM*
- SHGM, (2023), Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Yıllık Rapor. *SHGM*
- Shen, Bin, Tsan-Ming Choi, and Stefan Minner. 2019. “A Review on Supply Chain Contracting with Information Considerations: Information Updating and Information Asymmetry.” *International Journal of Production Research* 57 (15–16): 4898–4936.
- Sima Siami-Namini, Neda Tavakoli, Akbar Siami Namin. 2018. “A Comparison of ARIMA and LSTM in Forecasting Time Series”. *2018 17th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications*
- Stecenko, P., Parkhimovich, V. (2020). Passenger air transportation market in Europe. *Civil Aviation High Technologies*, 23(1), 59-70. DOI:10.26467/2079-0619-2020-23-1-59-70
- S&P Global, (2024). Economic Outlook.
- Sugihara, George, and Robert M. May. 1990. “Nonlinear Forecasting as a Way of Distinguishing Chaos from Measurement Error in Time Series.” *Nature* 344 (6268): 734.
- Şimşek, H. (2021). Hava Yolu Taşımacılığında Kriz Yönetimi. *Journal of Aviation Research*, 3(1), 21-40. DOI: 10.51785/jar.777273

The International Air Transport Association (IATA), (2020). COVID-19 Updated Impact Assessment. *IATA*

The International Air Transport Association (IATA), (2020). Global Outlook for Air Transport. *IATA*

The International Air Transport Association (IATA), (2020). The recovery in passenger travel slows amid elevated risks. *IATA*

The International Air Transport Association (IATA), (2024). The Value of Air Transport to Türkiye. *IATA*

URL-1 <http://www.dhmi.gov.tr/istatistik.aspx> (Ziyaret tarihi: 17 Kasım 2024).

Yılmaz, F. (2020). Türkiye’de Sivil Havacılık Sektörünün Tarihsel Gelişimi ve 2003-2018 Yılları Arasında Sektörün Değerlendirilmesi. *Avrasya Sosyal Ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 113-129.

Zou, Q. (2010). Study on the Prediction Method of Passenger Throughput in Urban Dense Areas – Taking Ningbo Lishe International Airport as an Example. *Symposium on Urban Traffic planning*, China, 2010.

Wang, X., Cai, J., Wang, J. (2024). A Panel Data Model to Predict Airline Passenger Volume. *Digital Transportation and Safety*, 3(2), 46–52. DOI: 10.48130/dts-0024-0005

Wang, Q.Y. (2018). Empirical Analysis on the Factors of Civil Aviation Passenger Volume in China. *Contemporary Economics*, 3,126-128

Wu, Qi. 2010. “A Hybrid-Forecasting Model Based on Gaussian Support Vector Machine and Chaotic Particle Swarm Optimization.” *Expert Systems with Applications* 37 (3): 2388–2394.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Aladağ, Z., Özcan, B., **Sözer, K.** (2017). Mühendislik Fakültesi Öğrencilerinin Endüstri 4.0 Algısı. *4. International Regional Development Conference*, Fırat Gelişim Ajansı, Tunceli, Türkiye, 21-23 Eylül 2017



ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise öğretimini Susurluk-Balıkesir’de tamamladı. Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nden 2016 yılında mezun oldu. 2018 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Anabilim Dalı’nda yüksek lisansa başladı. 2018 yılında Stratejik Planlama Mühendisi olarak Türk Hava Yolları’nda çalışmaya başladı. Günümüzde Stratejik Planlama Mühendisi olarak aynı kurumda görev yapmaktadır.

