

**ARIMA YÖNTEMİYLE TÜRKİYE’NİN HAVA YOLU KARGO  
TALEP TAHMİN MODELLEMESİ VE ÖNGÖRÜSÜ****Doç. Dr. Vahap ÖNEN** **ÖZET**

*Hava yolu ile taşınan yıllık kargo yük miktarının daha doğru tahmin edilmesi ve buna bağılı kargo talep tahmin modelinin belirlenmesinin pratikte iki önemli katkısı bulunmaktadır. Birincisi, mikro açıdan bu konuda sektörde faaliyet gösteren lojistik firmalarına fiyatlamalarını doğru yapabilmeleri, kapasitelerini iyi yönetebilmeleri, tedarik ve satın alma ihtiyaçlarını doğru bir şekilde planlayabilmeleri, taşıyıcıların etkin filo planlamalarına olanak sağlamaları ve bu alandaki yatırımcılara bir öngörü sağlanması amacıyla bir girdi kaynağı oluşturabilmesi, ikincisi de, makro açıdan ülkemizin ekonomik ve kalkınma planlarını geliştirebilmelerine bir fırsat yaratmasıdır. Bu açıklanan nedenlerle, çalışmada 1978–2017 yılları arasında yurt içi ve yurt dışı gerçekleşen toplam hava kargo yükü verilerinden yararlanılarak tek değişkenli zaman serileri analizi kullanılarak bu analizler için geliştirilen Bütünleşik Otoregresif Hareketli Ortalama (ARIMA) yöntemiyle Türkiye’nin toplam havayolu kargo talebi modelinin belirlenmesi ve bu modelden yararlanılarak 2020-2023 yıllarına yönelik yıllık toplam kargo yük miktarlarının tahmin edilmesi çalışmanın amacı olarak belirlenmiştir. Çalışmada tek değişkene dayalı zaman serileri analizi kapsamında Box Jenkins yöntemine dayalı olarak Oto Regresif Bütünleşik Hareketli Ortalamalar (ARIMA) modeli kullanılarak en uygun ARIMA modeli oluşturulmuş ve bu model çerçevesinde dinamik tahminleme yöntemiyle ileriye dönük tahminlemeler yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda belirlenen en uygun ARIMA modelinin ardından 2020-2023 yılları için modelin dinamik tahminlemesi yapılarak Türkiye’nin havayolu kargo yükü talepleri tahmini olarak tespit edilmiştir. Elde edilen gerçek ve tahmini değerlerin %95 güven aralığı içinde olduğu ve modelin ortalama mutlak hata payı yüzdesinin (OMHP), Theil Eşitsizlik Katsayısının, ve “Bias” Oranı değerlerinin kabul edilebilir seviyede değerler olduğu belirlenerek tek değişkenli denkleme dayalı oluşturulan ARIMA modelinin uygun ve modelin tahmin gücünün güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır.*

**Anahtar Kelimeler:** Hava Kargo Taşımacılığı, Lojistik Talep Tahminleme, ARIMA, Box Jenkins.

**JEL Kodları:** M31, L93, R41

\* İstanbul Rumeli Üniversitesi, İ.İ.S.B.F, Havacılık Yönetimi Bölümü, İstanbul, Türkiye e-mail: [vahap.onen@rumeli.edu.tr](mailto:vahap.onen@rumeli.edu.tr)

**Makale Geçmişi/Article History**

Başvuru Tarihi / Date of Application : 20 Ocak / January 2020

Düzeltilme Tarihi / Revision Date : 28 Eylül / September 2020

Kabul Tarihi / Acceptance Date : 01 Ekim / October 2020

**Araştırma Makalesi/Research Article**

## **TURKEY'S AIR FREIGHT DEMAND ESTIMATION MODELLING AND FORECASTING BY ARIMA METHODOLOGY**

### **ABSTRACT**

*There are two important practical benefits of the more precise estimation of annual air freight quantity and determination of air freight demand forecasting model. The first one, as per micro prespective, is able to provide important input resource, such as they are enabling more accurate pricing for logistic companies operating in the industry, enabling optimal capacity management and more accuretly supply and purchasing needs planning, providing effective fleet planning for the freighters and forseeing the investors in this field and the second one, as per macro perspective, is able to provide opportunity for progression of state's economic and development plans. These reasons why that, in the study by using domestic and international actual total carried freight data between 1978-2017, via Auto Regresive Integrated Moving Average (ARIMA) method used in the analysis of univariate time series, determination of Turkey's air cargo demand model, and by means of this model forecasting the annual cargo quantity for the period 2020-2023 are the purpose of this study. As a methodology in the study, based on single variable time seires analysis depend on Box Jenkins Auto Regressive Integrated Moving Average (ARIMA) model was used and the optimal ARIMA model selected among the alternatives then in the framework of this model, forecasts have been done by using dynamic estimation model. After the optimal ARIMA model established, the Turkey's air cargo demand quantities forecasted for the period 2020-2023. it was seen that actual and forecasted values are fitted in the boundires of %95 confidence interval and proposed ARIMA Model's Mean Absolute Percent Error, Theil's Inequality Coefficent and Bias Proportion values are acceptable levels. Therefore, it was concluded that the proposed ARIMA Model is fit and power of the its estimation is reliable.*

**Key Words:** Air Freight, Logistic Demand Forecasting, ARIMA, Box Jenkins.

**JEL Codes:** M31, L93, R41

### **1. GİRİŞ**

Hava kargo kavramı herhangi bir malın hava aracı ile bir yerden başka bir yere taşınması olarak tanımlanmaktadır (Yakut, 2012:3). Uluslararası Sivil Havacılık Orgütü (ICAO) ve Uluslararası Havacılık Taşımacılar Birliği (IATA) düzenlemeleri kapsamında başta ülke taşıyıcılarının sınırlamaları göz önüne alınmak üzere; ürünlerin paketlenmesi, etiketlenmesi, evrakların uygun şekilde hazırlanması ve bir hava aracı ile sevk edilmesine kargo taşımacılığı adı verilmektedir (Turşucu, 1995: 9). Günümüzde rekabetin gün geçtikçe yoğunlaşması nedeniyle işletmeler tam zamanlı üretim modelinde olduğu gibi ekonomik avantaj sağlayan üretim modeli yöntemlerini hayata geçirerek siparişlerin teslim süresini kısaltmaya çalışmaktadırlar. Bununla beraber ekonomik kalkınmayı sürdürebilmek için gelişen ve gelişmekte olan ülkeler ulaşım ve altyapı sektörünü bir taraftan iyileştirme çabası içindedirler. Bu

açından hava yolu taşımacılığı ulusal ve uluslararası sınırları aşmakta kullanılan en önemli ulaştırma biçimlerinden biri olduğu için ülkeler hava yolu ulaştırmasının geliştirilmesi yönünde gayret göstermektedirler. Zira hava yolu yolcu ve kargo taşımacılığı ticaretin ve ekonomik büyümenin genişlemesine önemli ölçüde katkı sağlamaktadır ve bu nedenle büyük ölçüde bu sektör desteklenmektedir.

Dünyanın en büyük ekonomik güçleri arasında yer almayı hedefleyen ülkemiz; Orta Asya, Ortadoğu ve Hazar coğrafyası civarında yer almakta; Avrupa, Asya ve Afrika kara, hava, deniz ulaşımının ana noktasında bulunmakta; tarihi, siyasi, kültürel ve ekonomik anlamda Afrika, Avrupa ve Asya ülkeleriyle derin ilişki halindedir (Balık, 2015:9). Türkiye jeopolitik ve coğrafik açıdan stratejik bir konumda bulunmaktadır. Ülkemizin bulunduğu coğrafyanın önemli avantajlardan ekonomik olarak yararlanabilmesi için Türkiye'nin lojistik taşımacılık yönünden bölgede önemli bir toplama ve dağıtım merkezi olması gerekmektedir. Bu nedenle, ülkemizin hava kargo yoluyla taşıdığı değerli yük miktarının her geçen gün artması ve Dünya hava kargo taşımacılığında önemli bir ağırlık noktası oluşturarak, pazarda güçlü bir şekilde yer alması oldukça önemlidir.

Hava kargo taşımacılığı ve buna bağlı olarak meydana gelen lojistik operasyonlar son senelerde önemli ilerlemeler sağlamıştır. IATA'nın raporlarına göre 2000-2011 senelerinde kargo taşımacılığı %3,6'lık bir artış göstermiş ve 1970 yılından günümüze devamlı ilerleyen bir sektör olma niteliğini koruyarak hava lojistiği kavramıyla birlikte Dünya ticaretine doğrudan önemli katkılar ortaya koymuştur (IATA, 2012). Hava kargo taşımacılığına yönelik fiziksel iletişim kısıtlamalarının kaldırılması ve gelişmiş iletişim ve uluslararası temaslar yoluyla ticari fırsatların artmasıyla genişleyen uluslararası ticaret ile yakından bağlantılıdır (Morrel, 2017:15). Hava yolu kargo taşımacılığının daha fazla kullanılması ve hava kargo trafiğinin artması dolaylı olarak ülkelerin ihtiyaç duydukları mal ve hizmetleri karşılamak için daha fazla diğer ülkelerden bu ihtiyaçlarını karşılamalarına yol açmaktadır. Bunun da firmaların malları bu yolla tedarik etmelerine vasıta olarak ithalat ve ihracat mallarının daha hızlı şekilde dolaşımına yol açmasına neden olmuştur. Bu ise özellikle nihai talepteki değişikliklerin stok seviyelerine etki etmesi sonucunda ara malları kullanan ihracat firmaları ve ithalat firmalarının ticarete yönelik aldığı kararlar üzerinde çarpan etkisi yaratmıştır (Morrel, 2017:16). Hava kargo taşımacılığı, dış ticaret ve Gayri Safi Yıllık Hasıla (GYSH) arasında doğrudan bir ilişki söz konusu olup bunlar birbirine bağımlıdır. Hava kargoları, ülkelerin, uzak pazarlara ve global tedarik zincirlerine hızlı, güvenilir ve verimli bir şekilde bağlanabilmelerini sağlarlar (Senguttuvan, 2006). Küreselleşmenin etkisiyle internet sistemi üzerinden ticaretin ve lojistik stratejilerinin değişimi, işletmelerin hava kargo taşımacılığına bakışını değiştirmiş ve hava yolu işletmeleri de bu doğrultuda kargo kapasitelerini arttırmaya başlamışlardır (Popescu, 2006:12). Türkiye'deki hava kargo taşıyıcıları firmaların bu etkileşim sonucu doğacak olan pazarı iyi değerlendirmeleri ve hava kargo yoluyla taşıyacağı kargo miktarlarını arttırmaları gerekmektedir. Bu manada, hava kargo talebinin doğru bir şekilde belirlenmesi mikro boyutta; sektörde faaliyet gösteren firmaların iş planlarını doğru şekilde yapabilmelerine olanak

sağlamaktadır. Aynı zamanda bu sektöre yatırımda bulunacak girişimcilere sağlıklı ön görüş sağlayabilmekte, acentaların kapasite, iş gücü planlarını ve fiyatları ayarlayabilmelerine imkân kılmaktadır. Bunların yanı sıra, hava kargo taşıyıcılarına filo ve tarife planlamalarını yapabilmelerini, ithalat ve ihracat firmalarının ihraç edilecek ya da ithal edilecek ürünlerinin planlamalarını daha uygun şekilde yapmalarını, lojistik firmalarının da alt yapı, istihdam, yeni hatlar ve ağ yapılarıyla bağlantılarına girmeleri konusundaki kararlara destek vermesine olanak sağlamaktadır. Talebin makro boyutta doğru olarak tespit edilmesi ülkenin büyüme, dış ticaret, iç ticaret, ekonomik planlamalarının yapılmasında çok büyük kolaylıklar sağlaması ve daha iyi öngörülebilir planlar yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Hava kargo talebinin doğru şekilde modellenmesi ve tahmin edilmesinin hava yolu kargo taşımacılığı sektöründe doğrudan ve dolaylı olarak faaliyet gösteren kuruluşlara önemli bir katkı sağlacağı düşünülmektedir. Bu nedenle çalışmada hava kargo talebinin ARIMA modeliyle belirlenmesi ve buna bağlı olarak yakın gelecekteki tahmin öngörülerinin daha hassas olarak belirlenmesi amaç edinilmiştir. Tek değişkenli zaman serisine dayanan ARIMA modeliyle Türkiye'nin toplam (iç ve dış) hava kargo talebinin belirlenmesi, literatürde ülkemizde daha önceden ele alınmaması sebebiyle, öncül bir çalışma olacaktır.

## **2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE**

### **2.1. Hava Kargo Taşımacılığı ve Önemi**

Hava kargo taşımacılığı değerli üretim öğelerini içerdiğinden dolayı ekonomik pazarda birçok sektörle yüksek oranda ilişki içindedir. Hava Taşımacılığı Eylem Grubu (ATAG) raporuna göre Dünya üzerinde üretimde kullanılan mamullerin %40'ı havayolu ile taşınırken geriye kalan %60 lık kısım diğer taşıma biçimleri (deniz yolu, kara yolu, demir yolu, boru hattı) kullanılarak taşınmaktadır (ATAG, 2007:15). Hava kargo taşımacılığı ticareti, hacim ve tonaj kavramları göz önüne alındığında, deniz kargo taşımacılığı pazar payından alarak daha hızlı bir büyüme kaydetmektedir. Hava kargo taşımacılığı iktisadi gelişmenin en ciddi unsurlarından biri haline gelmiştir (Leinbach ve Capineri, 2007:1). Hava kargo kıtalararası toplam ticaret hacminin %1'ini oluşturduğu için, pazardaki çok küçük hareketler hava kargo taşımacılığı için çok büyük değişim anlamına gelmektedir (Batur, 2008:2). Ürünlerin tedarik zinciri içerisinde daha hızlı dolaşması şirketlere büyük avantajlar sağlamaktadır. Özellikle; ürünlerin müşterilere daha çabuk erişebilmesi, stok maliyetlerinin aşağıya çekilmesi gibi firmaların pazardaki konumu arttıracak avantajları öncelikli olarak gündeme getirmiştir. Bu nedenlerle sağladığı hızlı ve güvenli hizmet yapısı modeli ile hava kargo sektörü bu tür çalışmaların gerçekleştirilmesinde önemli bir yere sahiptir. Elektronik ticaretin çoğalması, lojistik olanakların sağlanması, küresel ölçekte faaliyet göstermek isteyen kuruluşların rekabetçi yapısını geliştirmiş ve böylelikle uluslararası ürün ve hizmetlere yönelik istem çoğalmış sonunda hava kargo taşımacılığı güçlü bir ticari ortam için vazgeçilmez olmuştur (Zhang ve Zhang, 2002: 281).

## 2.2. Dünya ve Türkiye’de Hava Kargo Talebi

Dünya havacılık sektöründe gelişmekte olan ülkelerdeki artış eğilimlerini belirlemek için çeşitli öngörü senaryoları mevcuttur. Bu gelişim öngörülleri uçak üreticileri, IATA, ICAO vb. tarafından düzenli olarak hazırlanmakta ve güncellenmektedir. Tablo 1’de küresel düzeyde hava kargo taşımacılığı trafik öngörülleri verilmiştir (Ulaştırma ve Alt Yapı Bakanlığı, 2013:220).

**Tablo 1. Dünya Kargo Trafik Gelişim Tahminleri**

Kaynak	Pazar	Birim*	Süre	Yıllık Öngörü %
IATA	Dünya	FTK	2010-2029	6,9
ICAO	Dünya	FTK	2005-2025	6,6
ABD-FAA	Uluslararası	FTM	2010-2030	5,4
BOEING	Dünya	FTK	2009-2028	5,1
AIRBUS	Dünya	FTK	2009-2029	5,9

FTK/M : Yük Ton kilometre/mil, FT: Yük Ton

**Kaynak:** Ulaştırma ve Alt Yapı Bakanlığı, 2013.

Sonuç olarak, dünyada 2030 yılına kadar kargo taşımacılığında %5-7 arası bir büyüme olacağı beklenmektedir. Türkiye’nin ise 1978 - 2017 yılları arasında iç ve dış hat olmak üzere havayolu ile taşıdığı kargo yükü miktarı Tablo 2’de gösterilmektedir (Tuik, 2018).

**Tablo 2. Yıllık Taşınan Kargo Miktarı**

YILLAR	YILLIK İÇ + DIŞ TAŞINAN KARGO (ton)	YILLAR	YILLIK İÇ + DIŞ TAŞINAN KARGO (ton)
1978	110 028	1998	725 910
1979	119 508	1999	686 014
1980	75 442	2000	796 627
1981	95 068	2001	763 156
1982	92 279	2002	880 133
1983	98 404	2003	931 191
1984	121 568	2004	1 123 108
1985	133 082	2005	1 249 555
1986	153 349	2006	1 346 989
1987	188 489	2007	1 546 025
1988	226 813	2008	1 644 014
1989	270 983	2009	1 726 345
1990	301 403	2010	2 021 076
1991	245 123	2011	2 249 474
1992	363 992	2012	2 249 133
1993	461 836	2013	2 595 316
1994	491 750	2014	2 893 000
1995	576 920	2015	3 072 831
1996	652 565	2016	3 076 914
1997	791 780	2017	3 481 211

**Kaynak :** [www.Tuik.gov.tr](http://www.Tuik.gov.tr), 2018.

Tablo 2’de görüleceği üzere, özellikle havacılıkta kuralların serbestleşmenin başladığı 2003 yılından bu tarafa gerek yurt içi gerekse yurt dışı taşınan kargo miktarlarında yıllar itibariyle belirgin artışlar gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, 2015 yılı itibariyle Dünya’da azami hava kargo taşımacılığı yürütülen 30 havaliamanıyla bunların yer aldığı ana bağlantı noktaları ve bir yıl içerisinde taşınan kargo hacmine bakıldığında Güney Kore ve Çin hava kargo taşımacılığında ön saflardayken gelişmekte olan ticaret miktarına ve ekonomisine karşın ülkemizin en dolu havaalanı olarak belirtilen Atatürk Havalimanı bu sıralamada 29’uncu olmuştur Yakut (2012:89). Türkiye’nin dışa açılma politikası, gelişen ihracat, turizm ve coğrafi konumu itibariyle yoğunlaşan uluslararası ilişkilerin gerçekleşmesini sağlayan en önemli unsurlardan biri hava taşımacılığıdır. Türkiye, uluslararası hava taşımacılığında stratejik bir yere ve öneme sahiptir. Türkiye’nin kıtalar arasında yer alan bir kavşak konumunda olması, uluslararası hava taşımacılığında ciddi ve stratejik bir yer işgal etmesine imkan kılmış fakat bütün gayretlere rağmen halihazırda istenilen seviyeye gelememiştir (Korul ve Küçükönel, 2003:24).

## **2.2. Literatür Taraması**

Çok değişkenli tahmin yöntemleri yönetsel açıdan; tahmin problemlerinin çeşitliliğinin çözümlenmesi ve karmaşıklığının giderilmesi için geliştirilmiştir. Ekonometrik modelleme, yargı analizi, eğilim analizi ve potansiyel analiz gibi yöntemlerin öngörüyü sağlamak için yararlı olduğu düşünülmektedir. Her metodolojinin duruma göre özel uygulaması vardır, bu nedenle bir veya daha fazla teknik seçmek için özel dikkat gösterilmelidir (Basak, vd., 2013).

Literatür incelendiğinde, ARIMA yönetimiyle tahminleme çalışmalarının birçok alanda kullanıldığı görülmektedir. Bu modelin ülkemizdeki farklı sektörel uygulamalarına bakıldığında; (Yücesan, vd., 2018a) mobilya sektöründe ARIMA modelinin satış tahminlerinin diğer modellerle performansının karşılaştırılması amacıyla kullanmış, sağlık yönetimi alanında (Yücesan vd., 2018b), hastaların acil merkezlere geliş tahminlerinin yapılması çalışmasında, Irmak, Köksal ve Asilkan (2012) hastanelerin gelecekteki hasta yoğunluklarının belirlenmesinde, para piyasalarına yönelik alanda ise (Bircan ve Karagöz, 2003) aylık döviz kuru tahmini üzerine bu yöntemle bir uygulama gerçekleştirmiş, beyaz eşya sektöründe ise Yücesan (2018) ARIMA ve ARIMAX yöntemleriyle satış tahmini çalışması, tarım sektörüne yönelik olarak Özer ve İlkdoğan (2013) dünya pamuk fiyatlarının tahmin edilmesinde, mali piyasalar üzerinde Meriç ve Karabacak (2011) ARIMA modelleri ile enflasyon tahminlemesi ile Türkiye uygulamasını yapmış, akaryakıt sektöründe; Solak (2013) Türkiye’nin petrol talebi ve ulaştırma sektörü petrol talebinin tahminlemesini, hayvancılık sektöründe Cenar ve Gürcan (2011) Türkiye çiflik hayvanlarının sayılarının belirlenmesinde ileriye yönelik projeksiyon geliştirilmesinde ARIMA modelini kullanmışlardır. Türkiye’de hava kargo konusunda literatürde ise, daha ziyade sektörün yapısal sorunlarını içeren çalışmaların ele alındığı görülmektedir. Bununla birlikte Balık (2015:115) yaptığı çalışmada Türkiye’nin uçak sayısı ile hava kargo ile taşınan yükü arasında dış ticaret hacmi arasında ihracatı, ithalatı, gayri safi milli hasılası, istihdamı ve e-ticaret arasında pozitif ve

anamlı ilişkiler tespit etmiştir. Yurtiçi hava taşımacılığı talebinin modellenmesi ve senaryolar değerlendirilmesi çalışmasında Ozan, Başkan, Haldenbilen ve Ceylan (2014: 322) havayolu yolcu talebi çok değişkenli regresyon yöntemi ile gelir ve jet yakıtı fiyatlarına bağlı olarak modellemeye çalışmışlardır. Çalışmada indeksleme yöntemi ile talebin aylık değişimleri başarı ile modellenebilmiş ve tahminler yapılarak çalışmanın sonucunda gelir değişkeninin talebi pozitif etkilediği görülürken jet yakıt fiyatları ile talep arasında ters orantılı ilişki tespit edilmiştir. Havacılık sektörü alanındaki uygulamalara bakıldığında ülkemizde hava yolu yolcu ulaşım talebinin belirlenmesine yönelik ARIMA modeli kullanıldığı görülmüş olup yapılan çalışma sonucunda (Tortum, Gözcü ve Codur, 2014b: 53) aylık yolcu serisini en iyi açıklayan modeli SARIMA (6,1,1) (12,0,12) olarak bulmuşlardır. Bunun yanı sıra, hava yolu taşımacılığının makro ekonomik belirleyicileri Türkiye üzerine bir VAR analizi çalışmasında ise, Kiracı ve Battal (2018), uluslararası kargo talebinin belirlenmesinde GSYH'nın ve sanayi üretim endeksinin belirleyici olduğunu ortaya çıkarmıştır. Dünya'da Hassan ve Quadi (2018) Sudi Arabistan hava yolları yolcu sayısının belirlenmesinde ARIMA modeli kullanmış ve en uygun modelin ARIMA (1,1,3) (1,0,3) olduğunu belirlemiş, Chudy-Laskowska ve Pisula (2017), Polonya'da bir hava limanı için mevsimsel yolcu tahminlemesi için mevsimsellikten arındırılmış ARIMA modelini kullanmışlardır.

Literatürde hava kargo taşımacılığında zaman serileri kullanılarak yapılan çalışmalara bakıldığında öncelikle (Wang vd., 1981) fonksiyonel biçimde ve bütünleşik ABD kargo talebi tahminlemesini yapmışlardır. Günümüz ekonomi dünyasında hava kargo sektörü küresel ticaret, lojistik ve tedarik zinciri yönetimini kolaylaştırmak için elzem görüldüğü için hava kargo taşımacılığı büyümesinin ölçülmesi için güçlü bir istek bulunmaktadır. Jiang, Ren ve Hansman (2003), 2020 yılına kadar Çin'in kargo talebini ekonometrik ve ekstrapolasyon yöntemiyle tahmin etmiştir. Kasarda ve Green (2005) hava kargo ile ticaret ve GYSH gibi ekonomik göstergeler arasındaki aynı ampirik ilişkiyi göstermiş ve hava kargolarını ekonomik gelişmenin öncü faktörü olarak kabul etmiştir. Chang ve Chang (2009) uzun vadeli denge ve hava kargo genişlemesi ile ekonomik kalkınma arasındaki çift yönlü ilişki ile birlikte ampirik bir ilişki göstermiştir. Heng, Zheng ve Li (2009) öngörülen örnek olarak kargo hacminin geçmiş verilerini alarak hava kargo talebi tahminini destekleyen destek vektör makinesi (SVM) modelini belirlemiş, tahmin modeli, uydurma etkisine ve tahmin doğruluğuna dayalı Brown'un kübik üssel düzeltmesi ile karşılaştırmıştır. Boeing tarafından oluşturulan tahmin raporu, dünya hava kargo trafiğinin gelecek yirmi yılda 2009 yılına göre üç katına çıkacağını, artan jet yakıt fiyatı, zayıf ekonomik büyüme gibi küresel ekonomik gerilime rağmen, yıllık ortalama %5,9 (AAGR) ile %3,9 olacağını göstermekte olup finansal piyasalardaki kargaşa vb. GSYH büyümesi sadece uluslararası ticareti değil aynı zamanda GSYH büyüme oranının neredeyse iki katına çıkacak hava taşımacılığını da teşvik etmektedir (Boeing, 2018). Totamane, Dasgupta, Mulukutla ve Rao (2009), belirli bir hava yolunun ağırlıklı uçuş öğrenme algoritması ile belirli bir rotadaki kargo yoğunluğunu ve uçuş tarifesi için kargo yükü faktörünü öngörerek çok yönlü bir üretici ve tüketici çözümü önermiş, Chi ve Baek,

(2012) ABD kargo sektöründe talebin gelir fiyat esnekliği üzerinde amprik çalışma yapmışlardır. Son olarak Suh, Park, Song ve Cho (2014) ARIMA modeli kullanarak Los Angeles, Miami, ve Vienna rotaları üzerinde hava kargo taşımacılığı yük fiyatlamalarına yönelik tahminleme yapmışlardır. Yapılan çalışmanın sonucunda ARIMAC modelinin doğruluğu, bir rotanın navlun yükü varyansı büyük olduğunda daha iyi ortaya çıktığını ve navlun yükü varyansı küçük veya yükselme veya iniş eğilimi gösterdiğinde ARIMA yönteminin doğruluğunun daha iyi olduğu görüşüne varılmıştır.

### **3. TASARIM VE YÖNTEM**

#### **3.1. Veri Seti**

Hava kargo yolu ile yıllık toplam yurt içi ve yurt dışı taşınan kargo yükü değerleri Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TUİK) (Tuik, 2018) ikincil verilerinden sağlanmıştır. Araştırma modelinde belirtilen bağımlı değişken ve bağımsız değişkenler kapsamında, 1978-2017 yılları arasında gerçekleşen yıllık bazda dolar cinsi üzerinden GSYH, hava yolu ile taşınan kargo miktarı (ton), ilgili yıllar arasında cent cinsi galon başı uçak yakıtı birim fiyatını içeren 39 yıllık zaman serisi verileriyle gerçekleştirilmiştir. Tahmin modeli yıllık bazda gerçekleştirildiğinden 30 yıllık veri literatürde yeterlidir Gujarati (2014).

#### **3.2. Araştırma Yöntemi**

Yıllık hava yolu ile taşınan kargo yükünün (ton cinsinden) tahminlenmesine yönelik zaman serisi Box-Jenkins yönteminden faydalanılarak ARIMA modeli kullanılmıştır. Modelin belirlenmesi ve tahmin yapılmasına yönelik olarak Eviews paket programından faydalanılmıştır. Çalışmada uygulanan ekonometri yönünden zaman serisi analizinin amacı genellikle iki noktada toplanmaktadır. Birincisi gözlenen serinin artısını veren stokastik (tahmini) mekanizmayı modellemek ve anlamak, ikincisi ise serinin geçmişine bakarak serinin tahmini veya kestirimidir (Cryer, 1986). Zaman serisi, zaman içinde gözlenen ölçümlerin bir dizisidir. Eğer elimizde geçmiş yıllara ait veriler bulunuyorsa zaman serileri yardımıyla bu verileri kullanarak gelecek yıllar hakkında öngörülebiliriz. Bu da bize önemli bilgiler kazandırmaktadır (Yılmaz, 2003). Zaman serilerine ilişkin veriler stokastiktir, diğer bir ifadeyle, zamanın belli anlarında rastsal değerler alırlar ve aldıkları bu değerlerin önceden kestirilebilmesi mümkün değildir (Tortum, Gözcü ve Çodur, 2014a:39-54). Zaman serilerinin özelliği, verilerin zamana göre sıralanması ve ardışık gözlemlerin genellikle birbirlerine bağımlı olmasıdır. Dönemler arasındaki bu bağımlılık sayesinde güvenilir öngörüler oluşturulabilmektedir (Vandaele, 1983).

##### **3.2.1. Arıma Modelleri (Box Jenkins)**

Zaman serileri analizinde en tanınmış yöntem Box-Jenkins (1976) yöntemidir. ARMA modellerinin kolayca analiz edilmesinde bu yöntemin büyük katkısı olduğundan bazen ARMA modellerine Box-Jenkins modelleri denilmektedir. Bu yapıda otoregresif AR(p) hareketli ortalama MA(q), otoregresif hareketli ortalama ARMA(p,q) ve ARIMA(p,d,q) modelleri bulunmaktadır



(Kutlar, 2017: 22). Otoregresif modellerde (AR) p'inci mertebede otoregresif sürece sahip gözlenen yt serisi yt değerlerinin p dönem geriye doğru giden ağırlıklı ortalaması ile bozucu terimin toplam değerine eşittir. Bir otoregresif sürece sahip denklem aşağıdaki gibi yazılır:

$$y_t = m + \alpha_1 y_{t-1} + \dots + \alpha_p y_{t-p} + u_t \quad (1)$$

Hareketli ortalama modellerde (MA) q mertebesindeki bir hareketli ortalama sürecinde her gözlenen  $y_t$ , q değerine kadar gecikmesi uzanan bozucu terimlerin ağırlıklı ortalamasından ibarettir.

$$y_t = \mu + u_t - \Theta_1 u_{t-1} - \Theta_2 u_{t-2} - \dots - \Theta_q u_{t-q} \quad (2)$$

Denklemde zaman boyunca bozucu terimler bağımsız beyaz gürültü sürecini oluşturur.

Otoregresif ve hareketli ortalama modeli (ARMA) çoğu durumda seriler tek başına AR(p) veya MA(p) süreçleri tarafından ifade edilemezler. Bu seriler otoregresif ve hareketli ortalama modellerinin birleşimi şeklinde ifade edilir. Bir ARMA (p,q) modeli,

$$y_t = m + \alpha_1 y_{t-1} + \dots + \alpha_p y_{t-p} + u_t - \Theta_1 u_{t-1} - \dots - \Theta_q u_{t-q} \quad (3)$$

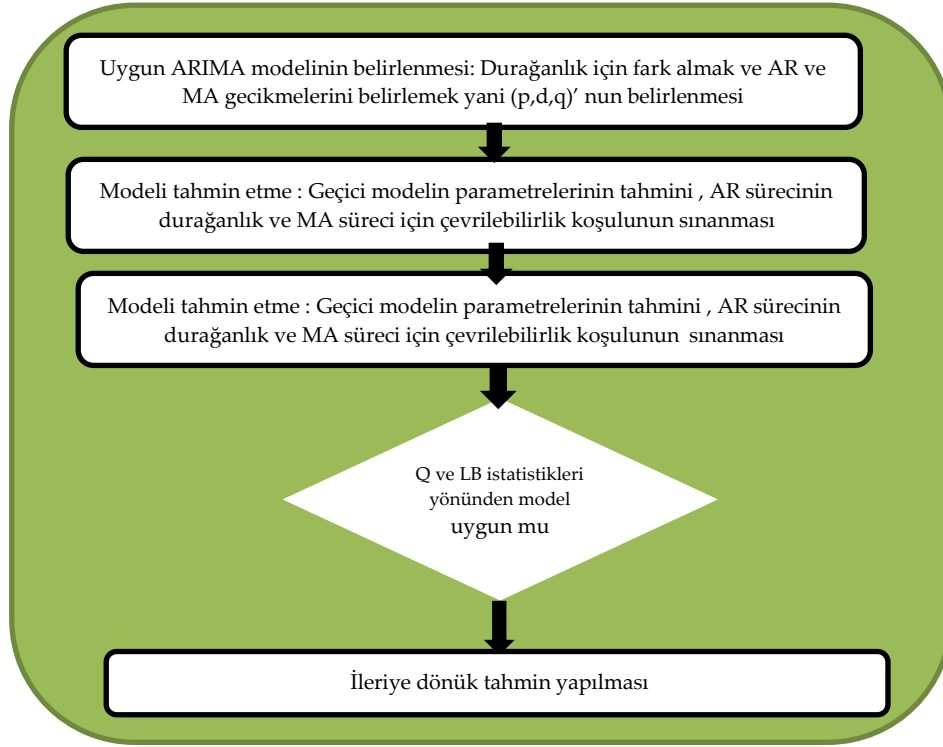
şeklinde gösterilebilir. Ardışık bağlanım ve bütünselleşmiş hareketli ortalama modelleri ARMA(p,q) modellerinin bir derece farklı türüdür ve sıkça kullanılmaktadır (Kutlar, 2017: 23). Bu modellerin ARMA modellerinden farkı, durağan olmayan serinin d'inci mertebede farkı alınarak durağan hale getirilmesidir. Özellikle bazı makro değişkenler doğası gereği durağan olmadıkları için, farklarının alınması gerekir ve bu tür serilerin türevinin alınması zorunludur. Bunun için bu modellerde esas seri yerine birinci veya d'inci mertebede farkı alınan seri için, yapılan ARMA tahmini, aslında ARIMA tahminidir.

Zaman serilerinde gözlenen sorunlardan biri de mevsimselliklerdir. Mevsimlik değişimler eşit zaman aralıkları ile tekrarlanan düzenli değişimlerdir. Mevsimsel modellerde birbirini izleyen gözlem değerleri ve birbirini izleyen yılların aynı aylarına ait gözlem değerleri arasında ilişki bulunmaktadır. Zaman serilerinin mevsimsel etkilerden arındırılmasına yönelik farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bulardan bazıları, Census X-11, Census X-12, Tramo/Seats ve hareketli ortalama prosedürleridir (Subaşı, 2005).

### 3.2.1.1. Bok Jenkins Yönteminin Temel Adımları

ARIMA modelinin geçerliliğini sınamak için, gerek Q gerekse LB istatistikleri ile seride, otokorelasyonun varlığı test edilir. Zaman serisi alanında yaygınlıkla kullanılan ve mümkün olduğunca az parametre içermeyi öngören Box Jenkis yönetiminin temel adımları aşağıdaki Şekil 1'deki gibi gösterilebilir (Bozkurt, 2011:58).

### Şekil 1. Box Jenkins İşlem Adımları



#### 3.2.2. Modelin Öngörü Gücünün Değerlendirilmesi

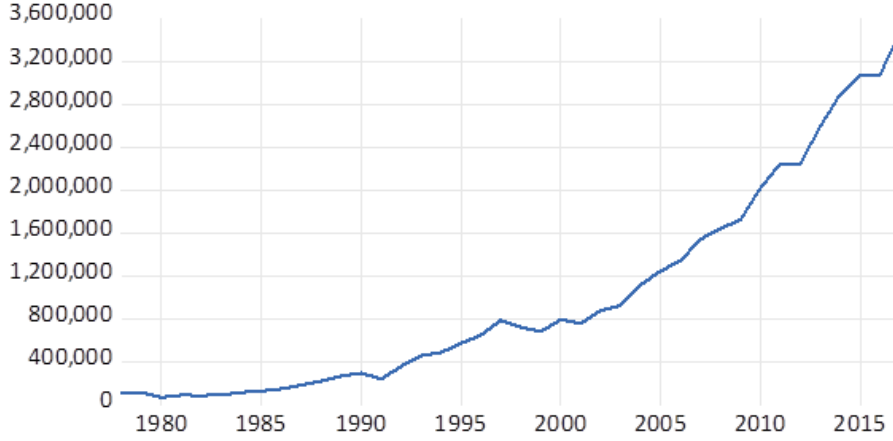
Uygun olan tahmin modelini belirledikten sonra modelin, ileriye dönük öngöründe faydalanmak amacıyla öngörü testlerine ihtiyaç bulunmaktadır. Şayet belirlenen model tahmin modelinin öngörü kabiliyeti yapılan testlerde istenilen anlamlılık seviyesinde çıkmaz ise, geleceğe yönelik tahminlerde kullanılmamalıdır. Çalışmada tahmin doğruluklarını yapmak ve modelin gelecek tahmin gücünü belirlemek için ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değeri ve Theil katsayısı istatistiği kullanılmıştır. Lewis (1982) yılı çalışmasında, MAPE değeri %10'un altında olan modelleri çok iyi, %10-20 arasında olan modelleri iyi, %20-50 arasında olan modelleri kabuledilebilir ve %50'nin üzerinde olan modelleri ise yanlış ve hatalı olarak sınıflandırmıştır. Theil katsayısının sıfıra yakın olması beklenir (Vergil ve Özkan, 2007). Katsayı kendi içinde üçe ayrılmakta olup "Bias" oranı sistematik hatayı gösterir. Sıfıra ne kadar yakınsa tahmin sonuçlarına o kadar güvenilebilir. İkinci katsayı kovaryans oranı ise sistematik olmayan hatayı gösterir. Diğer katsayılara göre daha büyük elde edilirse, gerçekleşen hatanın sistematik olmadığına işaret etmiş olacaktır (Bozkurt 2013:186).

## 4. BULGULAR

### 4.1. Tanımsal İstatistikler

İlgili seriye ait verilerin grafiksel gösterimi Şekil 2’de gösterilmektedir:

**Şekil 2. Yıllara Göre Hava Yolu İç ve Dış Hat Taşınan Kargo Yük Miktarı (Ton)**



Şekil 2’de görüldüğü üzere 1980-1990 yılları arasında kargo talebinin pek değılmediğı 1990-2000 yılları arasında artışın biraz ivmelendiğı, 2005-2015 yılları arasında ise bu artış trendinin hızlandığı görülmektedir. Özellikle 2003 yılından sonra Türkiye’de yeni hava yolu kargo şirketlerinin kurulması, havacılık kurallarında yaşanan serbestleşme ve kargo uçak sayısının artması son dönemlerdeki artış hızının yükselmesini etki ettiğini söylenebilir. Serilere yönelik tanımsal istatistikler ise aşağıda Tablo 3’de yer almaktadır.

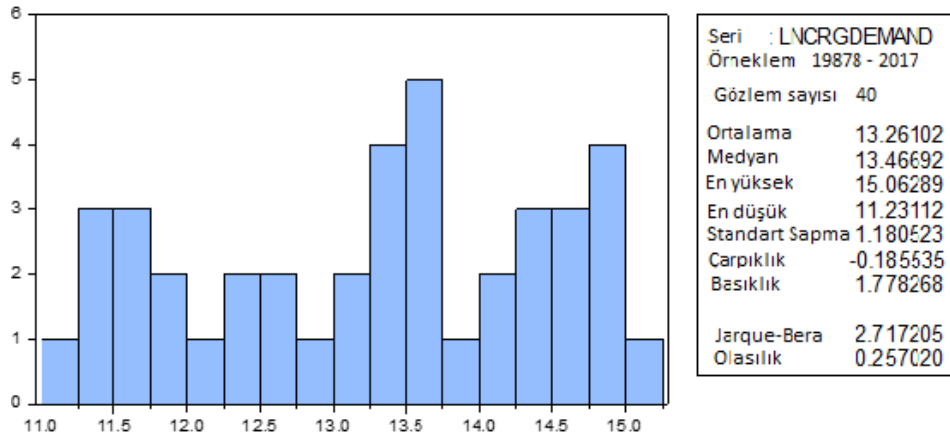
**Tablo 3. Tanımsal İstatistikler**

Ortalama	1015710.
Medyan	705962.0
En yüksek	3481211.
En düşük	75442.08
Standart Sapma	987576.7
Çarpıklık	1.045
Basıklık	2.929
Jarque-Bera Değeri	7.299
Toplam	40628404
Gözlem sayısı	40

### 4.2. Normallik Testleri

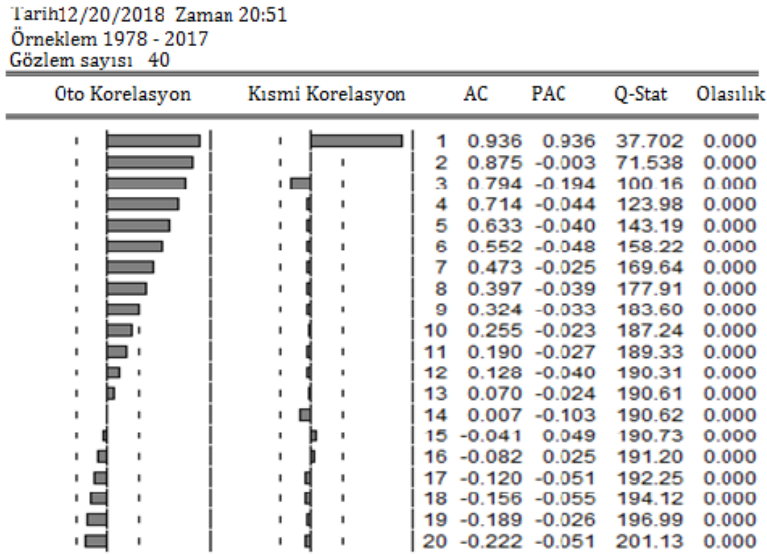
Tablo 3’te tanımsal istatistikleri gösterilen her bir serinin, yapılan Jarque-Bera test sonucuna göre %95 anlamlılık seviyesinde (p değerleri < 0,05) olduğundan normal dağılmadıkları anlaşılmıştır. Serilerin normal dağılıma çevirmek için logaritmaları alınmış ve ilgili sonuçları Şekil 3 ve 4’te yer almaktadır.

**Şekil 3. Log(Kargo Talebi)**



Serilerin logaritmik dönüşümü sonucu her birinin normal olarak dağıldığı Jarque-Bera testi sonuçlarında ( $p > 0,05$  olduğu) görülmüştür. Logaritmik tabanda yıllık ortalama kargo talebinin 13,26102 standart sapmanın 1,180523 değerinde olduğu görülmektedir. Serinin korelogramı Şekil 3’ de yer almaktadır. Yukarıdaki sonuca göre, yıllık kargo talebinin bir önceki yılla taşınan miktarla anlamlı ilişkide olduğu görülmektedir.

**Şekil 4. Log(Kargo Talebi) Korelogramı**



Şekil 4’de görüldüğü otokorelasyon yüksek pozitif değerden başlamakta ve hızlıca azalarak sıfıra ulaşmakta ve tekrar negatif otokorelasyonla yavaşça azalarak gitmektedir. Kısmi otokorelasyon ise yüksek pozitif değerle başlamakta sonra sıfırlanıp ikinci kademedan sonra negative kısmi otokorelasyon göstererek devam etmektedir. Netice itibariye seri durağan olmadığı belirlenmiştir. Seriyi durağan hale getirmek için öncelikle serinin 1. derece farkı alınacaktır.

#### 4.3. Birim Kök Sabitinin Testi

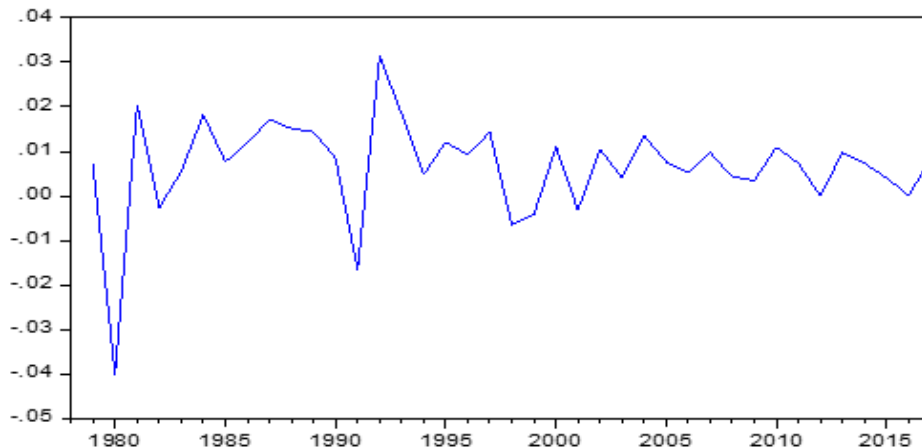
Sabit terim üzerinden yapılan ADF birim kök testi sonuçları Tablo 4’te yer almaktadır.

**Tablo 4. ADF Birim Kök testi sabit için 1. Fark testi**

Sıfır Hipotezi: D(LNCARGODEMAND) birim köke sahiptir Exogenous: Sabit Gecikme Sayısı: 0 (otomatik – SIC bazlı en yüksek gecikme sayısı=9)				
Augmented Dickey-Fuller test istatistiği			t-İstatistiği	Olasılık.*
			<b>-7.319803</b>	0.0000
	1% düzeyinde		-3.615588	
	5% düzeyinde		-2.941145	
Test kritikdeğerleri:	10% düzeyinde		-2.609066	
*MacKinnon (1996) tek yönlü p-değerleri Augmented Dickey-Fuller Test Denklemi Bağımlı Değişken: D(LNCARGODEMAND,2) Yöntem: Enküçük kareler Tarih: 12/09/18 Saat: 23:08 Örneklem aralığı : 1980- 2017 Gözlem sayısı: 38				
Değişken	Katsayılar	Standart Hata	t- İstatistiği değeri	Olasılık
D(LNCARGODEMAND(-1))	-1.197082	0.163540	-7.319803	0.0000
C	0.106006	0.026734	3.965266	0.0003
R-kare	0.598122	Bağımlı değişken ortalaması		0.001074
Düzeltilmiş R-kare	0.586959	Bağımlı değişken standart sapması		0.216437
Regresyonun standart hatası	0.139100	Akaike info kriteri		-1.056046
Kalıntıların karelerinin toplamı	0.696561	Schwarz kriteri		-0.969857
Log olasılığı	22.06488	Hannan-Quinn kriteri		-1.025381
F-istatistiği	53.57952	Durbin-Watson istatistiği		1.591703
Olasıklı(F-istatistiği)	0.000000			

Yapılan test sonucunda F istatistiği anlamlı olup (0,000) Mutlak Kritik Değer (7,31) olup sırayla %1, %5, %10 anlamlılık seviyelerinden (3,61), (2,94) ve (2,69)’dan büyük olup sabit terim ve bir farklı serinin kargo talebi değişkeni anlamlıdır.  $H_0$  hipotezi ret edilerek serin durağan hale gelmiştir. Serinin bir farkının grafiksel gösterimi Şekil 5’ de sunulmaktadır.

**Şekil 5. Logaritmik Farkı Alınmış LNCARGODEMAND Serisi**



Birim kök testi sabit and trend için 1. fark testi sonuçları Tablo 5’de yer almaktadır.

**Tablo 5. Kargo Talebi Sabit ve Trend Birim Kök Testi**

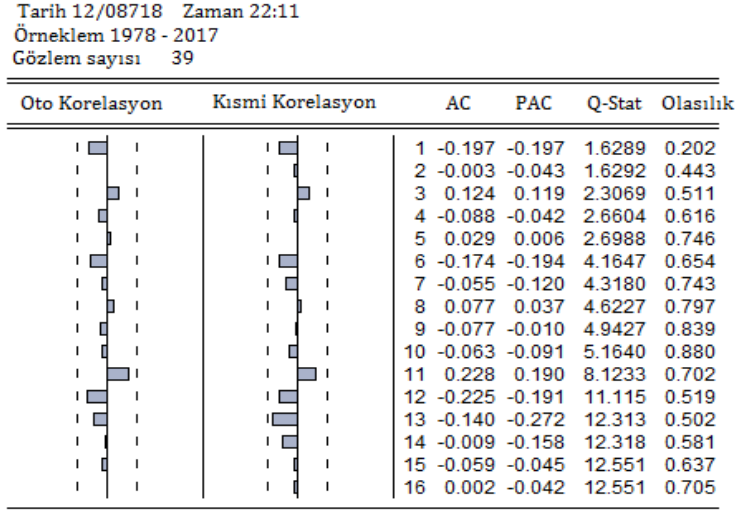
Sıfır Hipotezi: D(LNCARGODEMAND) birim köke sahiptir				
Dışsal: Sabit, Doğrusal Trend				
Gecikme sayısı: 0 (otomatik– SIC bazlı, en fazla gecikme sayısı=9)				
Augmented Dickey-Fuller test istatistiği			t- İstatistiği	Olasılık*
			<b>-7.238228</b>	0.0000
		1% level	-4.219126	
		5% level	-3.533083	
Test kritik değerleri:		10% level	-3.198312	
*MacKinnon (1996) tek yönlü p-değerleri				
Augmented Dickey-Fuller Test Denklemi				
Bağımlı Değişken: D(LNCARGODEMAND,2)				
Yöntem: En düşük kareler				
Tarih: 12/09/18 Zaman: 23:13				
Örnekleme : 1980 2017				
Gözlem sayısı: 38				
Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistiği	Olasılık
D(LNCARGODEMAND(-1))	-1.199407	0.165705	-7.238228	0.0000
C	0.091264	0.050100	1.821643	0.0771
@TREND(1978)	0.000729	0.002085	0.349678	0.7287
R-kare	0.599522	Bağımlı değişken ortalaması		0.001074
Düzeltilmiş R-kare	0.576637	Bağımlı değişken standart sapması		0.216437
Reyresyonun standart hatası	0.140828	Akaike info kriteri		-1.006902
Kalıntıların karelerinin toplamı	0.694136	Schwarz kriteri		-0.877619
Log Olasılığı	22.13114	Hannan-Quinn kriteri		-0.960904
F-istatistiği	26.19773	Durbin-Watson istatistiği		1.591639
Olasılık(F-istatistiği)	0.000000			

İlk farkta sabit ve trend birlikte bakıldığında mutlak kritik değer 7,23 olup sırasıyla %1, %5, %10 düzeyindeki değerlerden (4,21), (3,53), ve (3,19)’dan büyük olup  $H_0$  red edilerek serinin durağan olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca sabit terim ve trend olasılık değerlerinin ( $p > 0,05$ ) olduğu için sabit ve trendli fak modelin anlamlı olmadığı ancak D(LNCARGODEMAND(-1)) değişkenin anlamlı olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle serinin 1. dereceden farkını içeren ve sabit terimin bulunduğu modelinin ARIMA çalışması için daha uygun olduğu değerlendirilmiştir.

#### 4.4. ARIMA Model Tahmini

Kargo talebi serinin farkının korelogramı ise Şekil 6'da görülmektedir.

**Şekil 6. Kargo Talebi Fark Korelogramı**



Korelogram yapısına bakıldığında gerek otokorelasyon ve kısmi korelasyon değerlerinin limit değerler içinde kaldığı görülse de en uygun model seçimi için bir çok denemelerinin yapılması gerekecektir. Tabii burada ihtiyaca cevap veren en küçük katsayılı AR ve MA sayıları seçilecektir. Sonuçta kıyaslama açısından şu kriterlere bakılarak uygun olan model seçilir (Asteriou ve Hall, 2011:278).

- 1- İstatiksel olarak anlamlı katsayılar,
- 2- En küçük  $\text{Sigma}^2$  (volatility),
- 3- En yüksek düzeltilmiş  $R^2$ ,
- 4- En Küçük AIC ve,
- 5- En Küçük SBIC

Eviews Auto ARIMA seçeneği kullanılarak 39 deneme yapıldığı ve yapılan deneme sonucunda en uygun Tablo 6'da görüldüğü üzere ARMA modeli (0,6) (0,0) ya da ARIMA (p,d,q) olarak ARIMA (0,1,6) olarak belirlenmiş ilgili en küçük AIC değeri -1.11408405621 olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 6. ARIMA Model Tahmini Özeti**

Otomatik ARIMA Tahminlemesi Seçilen bağımlı değişken: D(LNCARGODEMAND) Tarih: 10/04/20 Saat: 13:39 Örnekleme: 1978 2017 Gözlem sayısı: 39 Tahmin uzunluğu: 0 Tahminleme yapılan ARMA modellerinin sayısı: 169 Birleştirilmemiş tahminlemelerin sayısı: 0 En uygun ARMA model yapısı: (0,6)(0,0) AIC değeri: -1.11408405621
---

Modelin denklemin çıktısı aşağıdaki Tablo 7’de görüldüğü gibidir.

**Tablo7. Modelin Çıktısı**

Bağımlı Değişken: D(LNCARGODEMAND) Yöntem: ARMA En yüksek Olasılık (BFGS) Tarih: 10/04/2020 Saat: 13:20 Örnekleme: 1978 2017 Gözlem sayısı: 39 Seçilen ARMA Modeli (0,6) (0,0)				
Değişken	Katsayılar	Standart Hata	t-İstatistiği	Olasılık
C	0.095416	0.010041	9.502786	0.0000
MA(1)	-0.346022	241.4182	-0.001433	0.9989
MA(2)	0.061412	215.8111	0.000285	0.9998
MA(3)	8.81E-07	23784.46	3.70E-11	1.0000
MA(4)	-0.061410	208.6364	-0.000294	0.9998
MA(5)	0.346017	301.3368	0.001148	0.9991
MA(6)	-0.999995	709.8858	-0.001409	0.9989
SIGMASQ	0.009330	4.967644	0.001878	0.9985
R-kare	0.497890	Bağımlı değişkenin ortalaması		0.088574
Düzeltilmiş R-kare	0.384511	Bağımlı değişkenin standart sapması		0.138098
Regresyonun standart hatası	0.108342	Akaike info kriteri		-1.114084
Kalıntıların karelerinin toplamı	0.363877	Schwarz kriteri		-0.772841
Log olasılığı	29.72464	Hannan-Quinn kriteri		-0.991649
F-istatistiği	4.391354	Durbin-Watson değeri		1.846783
Olasılık(F-istatistiği)	0.001744			
Ters MA Kökleri	1.00	.58+.82i	.58-.82i	-.41+.91i

Modelin çıktısından görüleceği üzere SIGMASQ değeri pozitif çıkmış olup F istatistiği değerine baktığımızda bu değer  $0,001 < 0,05$  olup modelin anlamlı olduğunu söylenebilir. Konuyla ilgili model seçim kriterlerini gösteren sonuçlar Tablo 8’ de yer almaktadır.



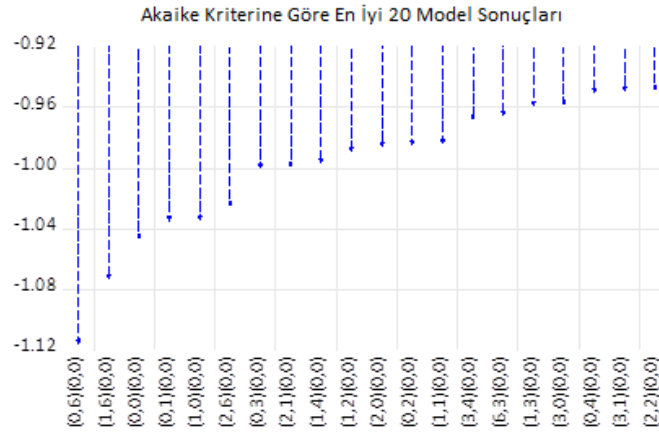
**Tablo 8. Model Seçim Kriter Tablosu**

Model Seçimi Kriter Tablosu				
Bağımlı Değişken: D(LNCARGODEMAND)				
Tarih: 10/04/20 Zaman: 13:39				
Örnekleme: 1978 2017				
Gözlem sayısı: 39				
Model	LogL	AIC*	BIC	HQ
(0,6)(0,0)	29.724639	-1.114084	-0.772841	-0.991649
(1,6)(0,0)	29.887210	-1.071139	-0.687240	-0.933399
(0,0)(0,0)	22.379893	-1.045123	-0.959812	-1.014514
(0,1)(0,0)	23.146321	-1.033145	-0.905178	-0.987231
(1,0)(0,0)	23.131826	-1.032401	-0.904435	-0.986488
(2,6)(0,0)	29.961936	-1.023689	-0.597135	-0.870645
(0,3)(0,0)	24.470207	-0.998472	-0.785195	-0.921950
(2,1)(0,0)	24.455182	-0.997702	-0.784424	-0.921180
(1,4)(0,0)	26.395314	-0.994631	-0.696043	-0.887501
(1,2)(0,0)	24.252692	-0.987318	-0.774040	-0.910796
(2,0)(0,0)	23.193180	-0.984266	-0.813644	-0.923048
(0,2)(0,0)	23.167617	-0.982955	-0.812333	-0.921737
(1,1)(0,0)	23.152187	-0.982163	-0.811542	-0.920946
(3,4)(0,0)	27.833515	-0.965821	-0.581922	-0.828082
(6,3)(0,0)	29.799478	-0.964076	-0.494866	-0.795727
(1,3)(0,0)	24.670417	-0.957457	-0.701525	-0.865631
(3,0)(0,0)	23.657927	-0.956817	-0.743540	-0.880295
(0,4)(0,0)	24.499750	-0.948705	-0.692773	-0.856879
(3,1)(0,0)	24.479463	-0.947665	-0.691732	-0.855838
(2,2)(0,0)	24.469209	-0.947139	-0.691206	-0.855313
(4,6)(0,0)	30.466020	-0.946975	-0.435110	-0.763323
(3,2)(0,0)	25.449300	-0.946118	-0.647530	-0.838987
(2,5)(0,0)	27.373569	-0.942234	-0.558335	-0.804495
(3,3)(0,0)	26.282861	-0.937583	-0.596339	-0.815147
(5,2)(0,0)	27.079142	-0.927135	-0.543237	-0.789396
(0,5)(0,0)	24.931705	-0.919575	-0.620987	-0.812444
(2,3)(0,0)	24.787761	-0.912193	-0.613605	-0.805062
(4,0)(0,0)	23.741538	-0.909822	-0.653890	-0.817996
(4,3)(0,0)	26.717661	-0.908598	-0.524699	-0.770858
(4,2)(0,0)	25.701661	-0.907777	-0.566534	-0.785342
(5,6)(0,0)	30.548961	-0.899947	-0.345426	-0.700989
(3,5)(0,0)	27.332041	-0.888823	-0.462268	-0.735779
(6,4)(0,0)	29.256226	-0.884935	-0.373070	-0.701282
(1,5)(0,0)	25.157163	-0.879855	-0.538611	-0.757419
(5,3)(0,0)	27.155712	-0.879780	-0.453226	-0.726736
(6,0)(0,0)	25.042758	-0.873988	-0.532744	-0.751552
(2,4)(0,0)	25.032921	-0.873483	-0.532240	-0.751048
(4,5)(0,0)	27.861025	-0.864668	-0.395458	-0.696320
(5,0)(0,0)	23.761439	-0.859561	-0.560973	-0.752430
(6,2)(0,0)	26.752096	-0.859082	-0.432528	-0.706038
(4,1)(0,0)	23.738678	-0.858394	-0.559806	-0.751263
(6,5)(0,0)	29.620356	-0.852326	-0.297805	-0.653369
(5,1)(0,0)	24.592625	-0.850904	-0.509660	-0.728469
(6,6)(0,0)	30.554589	-0.848953	-0.251777	-0.634692

(4,4)(0,0)	26.489191	-0.845600	-0.419045	-0.692556
(6,1)(0,0)	25.388844	-0.840454	-0.456555	-0.702714
(5,5)(0,0)	28.286671	-0.835214	-0.323349	-0.651561
(5,4)(0,0)	26.586929	-0.799330	-0.330120	-0.630981
(3,6)(0,0)	24.111666	-0.672393	-0.203183	-0.504045

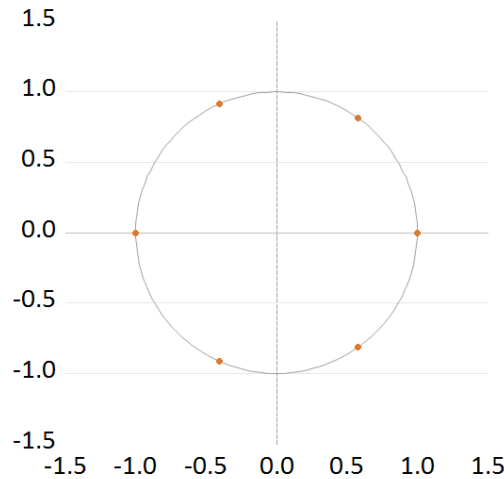
En düşük Akaike değerlerini içeren en iyi 20 modele ait sonuçlar Şekil 7'deki grafikte gösterilmektedir.

**Şekil 7. Akaike Kriterine Göre En İyi 20 Modelin Grafiği**



Model AR/MA(0,6)(0,0) yapısını gösteren grafik Şkil 8'de yer almakta olup denklemin köklerinin bir (1) değerinden büyük olmadığı görülmektedir. Çıktıda görüleceği gibi kökler çemberin üzerindedir.

**Şekil 8. Çok Terimli AR/MA Ters Kökleri**



Kalıntıların korelogramları ise Şekil 9'da yer almaktadır. Şekilde görüldüğü üzere oto korrelasyon ve kısmi oto korrelasyon katsayıları alt ve üst sınırlar içerisinde olup veriler %95 seviyesinde elde edilmiştir.

### Şekil 9. Kalıntıların Kollegegramı

Tarih 12/14/18 Saat 14:02

Örneklem 1978 - 2017

Gözlem Sayısı 39

Q-İstatistik Olasılıkları - 6 ARMA terimi için düzenlenmiş

Oto Korelasyon	Kısmi Korelasyon	AC	PAC	Q-Sta	Olasılık	
		1	0.073	0.073	0.2250	
		2	-0.044	-0.050	0.3099	
		3	0.050	0.057	0.4201	
		4	-0.028	-0.039	0.4561	
		5	-0.157	-0.148	1.6157	
		6	0.121	0.144	2.3265	
		7	0.028	-0.007	2.3649	0.124
		8	0.054	0.083	2.5168	0.284
		9	-0.088	-0.128	2.9328	0.402
		10	-0.043	-0.037	3.0334	0.552
		11	0.092	0.136	3.5212	0.620
		12	-0.111	-0.153	4.2547	0.642
		13	-0.221	-0.183	7.2611	0.402
		14	-0.062	-0.113	7.5104	0.483
		15	-0.047	-0.015	7.6596	0.569
		16	-0.157	-0.109	9.3721	0.497

#### 4.5. Tahmin Modeli

Modelin Tahmin modeli aşağıdaki gibidir.

LS(OPTMETHOD=OPG) D(LNCARGODEMAND) C MA(1) MA(2) MA(3) MA(4) MA(5) MA(6)

#### Tahmin Denklemi

Modelin tahmin denklemi ise şu şekilde yazılmaktadır.

$D(LNCARGODEMAND) = C(1) +$

$[MA(1)=C(2),MA(2)=C(3),MA(3)=C(4),MA(4)=C(5),MA(5)=C(6),MA(6)=C(7)]$

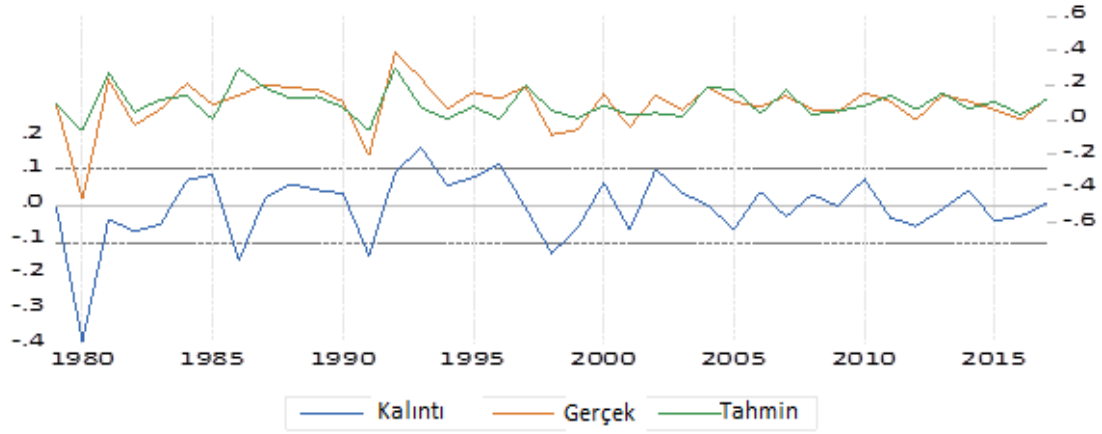
#### 4.6. Modelin Katsayıları

Tahmin modelin katsayıları ise;

$D(LNCARGODEMAND) = 0,0954158801887 + [MA(1)=-0,346279869053,MA(2)=$   
 $0,0612542357087,MA(3)=0,000651086534691, MA(4)=-0,0614738787367,MA(5)=0,345193022425,$   
 $MA(6)=-0,99835206594]$  olarak belirlenmiştir.

Modelin kalıntıları gerçek ve tahmini değerleri Şekil 10'da gösterilmektedir. Gerçek ve tahmin değerlerin çok yakın şekilde seyrettiği görülmektedir.

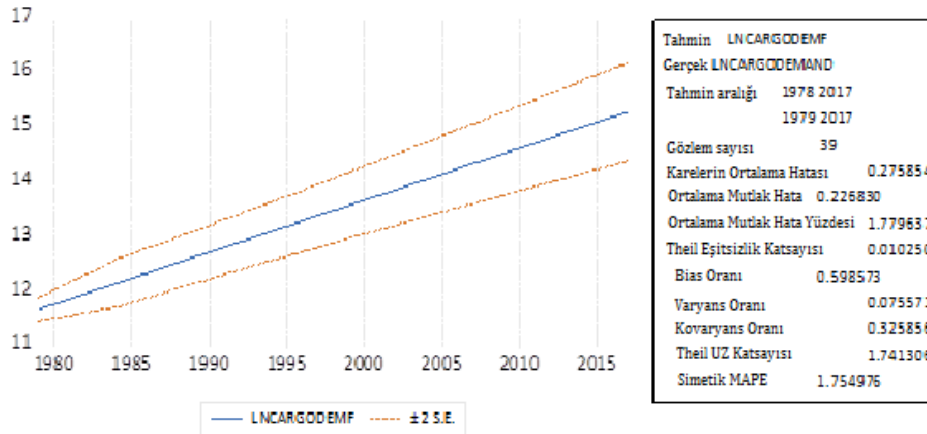
### Şekil 10. Kalıntılar, Gerçek ve Tahmini Değerlerinin Dağılımı



#### 4.7. Tahminleme

%95 güven aralığı içinde kargo talebine yönelik yapılan dinamik tahminleme sonucu Şekil 11'de yer almaktadır. Ayrıca tahmin güvenirliliğine yönelik elde edilen Ortalama Mutlak Hata, Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi, Theil katsayısı ve buna bağlı Bias oranı, varyans oranı ve kovaryans oranı değerleri yer almaktadır.

#### Şeki 11. Tahmin Serisi (LNCARGODEMAND EMF)

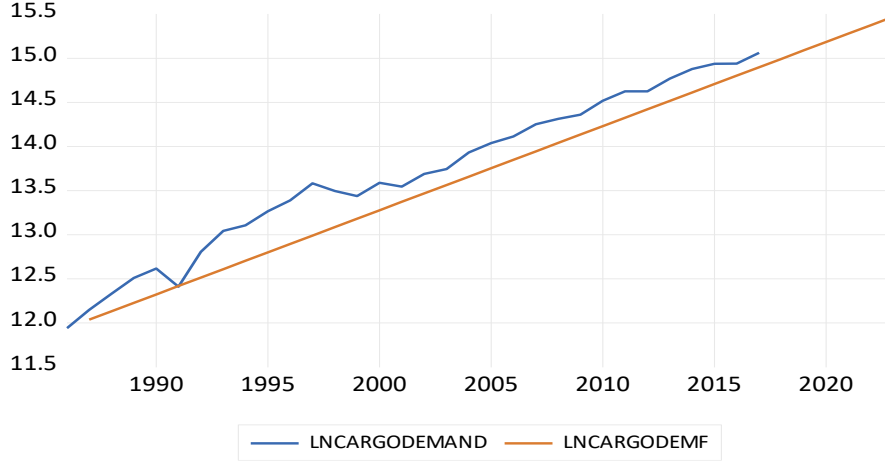


OMHP değeri 1,77 olup iyi olduğu, Tehil Eşitsizlik katsayısının 0,010 buna bağlı olarak Bias Oranı değeri 0,59 olup sıfır değerine yakın olması,modelin serideki değişkenliğin (varyans oranı) 0,07'sinin öngörememesi ve %32'ye kadar sistematik olmayan hata yüzdesinin (kovaryans oranı) mevcut olması sebebiyle modelin tahmin gücünün yüksek olduğu belirlenerek tercih edildiği söylenilebilir.Elde edilen tahmin modeline göre yapılan dinamik tahminlemem sonucunda 2020-2023 arasında tahmini Türkiye'nin kargo talebi tahmini Tablo 9'da görüldüğü üzere tespit belirlenmiş olup ilgili grafiği gerçek ve tahmini kargo yükü gösteren grafikler Şekil 12'de gösterilmiştir.

**Tablo 9. 2020-2023 Yılları Türkiye'nin Kargo Talebi Tahmini**

Yıllar	Tahmini Taşınacak Kargo (Ton)
2020	15,18
2021	15,28
2022	15,37
2023	15,47

**Şekil 12. Gerçek (LNKARGODEMAND) ve Tahmini Kargo Talep (LNCARGODEMF) Serileri**



## SONUÇ VE TARTIŞMA

Türkiye'nin hava kargo talebinin belirlenmesine yönelik talebe etki edebilecek diğer faktörlerden bağımsız olacak şekilde iç dinamiklerine bağlı olarak toplam taşınan kargo yük miktarının temel alındığı tek değişkenli zaman serileri analizleri kapsamında ARIMA modeliyle hava kargo talep modellemesi ve tahmini gerçekleştirilmiştir. Araştırmada geçmiş yıllara ait kargo yük miktarı verilerine bağlı olarak geleceği yönelik model oluşturması ve gelecekteki kargo yük miktarlarını tahmin etme çalışması gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada, tahmin öngörüsüne yönelik en iyi ARIMA modelinin ARIMA (0, 1, 6) olduğu belirlenmiş olup bu model çerçevesinde gerçek ve tahmini değerlerin %95 güven aralığı içerisinde kaldığı görülmüştür. Modelin ortalama mutlak hata yüzdesinin (OMHP) %1,7 "Tehil" Eşitsizlik Katsayısının ve "Bias" Oranı'nın sıfıra çok yakın (0,01) olarak tespit edildiğinden dolayı modelin tahmin gücünün güvenilir ve iyi olduğu görülmüştür. İleriye yönelik yapılan tahminleme çalışmasında ise, Türkiye'nin hava yolu ile taşıdığı kargo talebinin istikrarlı biçimde artacağı belirlenmiştir. Tahmin sonuçlarına göre; 2020-2023 yılları arasındaki ortalama yıllık artış oranının %5 civarında olduğu tespit edilerek bu artış oranının IATA ve ICAO'nun çalışmalarıyla benzer sonuçta olduğu görülmüştür. Bununla birlikte elde edilen kargo yükü artış oranının hava kargo taşımacılığını konusunda lojistik toplanma ve dağıtım merkezi konumunda olan diğer ülkelerle kıyaslandığında ülkemizi henüz istenilen noktaya getirmeyeceği söylenilebilir. Bu manada ülkemizin hava yolu kargo taşımacılığında istenilen noktaya gelebilmek ve önemli bir lojistik merkezi konumuna gelmek için daha fazla ve farklı niteliklerde çalışmaların yapılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bunları belirleyebilmek

için ayrı araştırmaların yapılması ve bu konuda ortaya çıkacak eksikliklerin belirlenerek bunların giderilmesine yönelik adımların atılması gerekecektir. Kiracı ve Battal (2018) bu alanda yapılan çalışmada uluslararası hava kargo yoluyla gerçekleşen kargo talebine yönelik dış etkenlerin özellikle GYSH'nin ve dış ticaretteki gelişmelerin olumlu ve olumsuz şekilde etki edebileceği belirlenmişti. Bu çalışmada ise geçmiş hem iç hem de dış kargo yükü verileri yoluyla kargo talebi modellemesi yapılmış ve ayrıca yakın gelecek için kargo talebi öngörülmesi hesaplanmıştır. Çalışmada yıllık bazda veriler kullanıldığından dolayı mevsimsellik ön plana alınmamış olduğundan benzer çalışmanın aylık verilere uşalabilirdiği takdirde mevsimselliği de ön plana alınarak mevsimsel otoregresif bütünlük hareketli ortalama (SARIMA) yöntemiyle de yapılması tavsiye edilmektedir. Yapılan çalışmaya, ülkenin yıllık büyüme oranı, ülkenin ticari hava kargo kapasitesi, uçak yakıt fiyatı gibi hava kargo taşımacılığını etkileyen diğer değişkenleri de içine katan çok değişkenli zaman serisi modelleme çalışmalarının da yapılması ayrıca önerilmektedir. Modellerin tahmin gücünün karşılaştırılması amacıyla, ARIMAX, Yapay Sinir Ağları, CAGR gibi diğer yöntemlerle de hava kargo modeli ve talebi belirlenerek en iyi tahminleme yönteminin belirlenmesi çalışmasının yapılması ayrıca tavsiye edilir..

## **KAYNAKÇA**

- Asteriou, D. & Hall, S.G. (2011). ARIMA models and the Box–Jenkins methodology. *Applied Econometrics*, 2(2), 265-286.
- ATAG (2007). [www.atag.org](http://www.atag.org). Air Transport Action Grup, Air Transport Drives Economic and Social Progress, The Economic & Social Benefits of Air transportation Action Report 2007.(Erişim Tarihi: 2018, Aralık).
- Balık, M. (2015). *Hava Kargo Taşımacılığı Ve Türkiye'deki Gelişimini Etkileyen Faktörler*, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisan Tezi.
- Basak, M., West, M. & Narang, S. (2013). Forecasting Air Cargo Demand in India. *International Journal of Engineering Science and Innovative Technology*, 2(6), 39-401.
- Batur, B.S. (2008). *Hava yolcu ve kargo taşımacılığı dünyadan ve Türkiye'den Uygulamaları* DEÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Bircan, H. & Karagöz, Y. (2003). Box-Jenkins Modelleri ile Aylık Döviz Kuru Tahmini Üzerine Bir Uygulama, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* (6) 2003 / 2: 49-62
- Box, G.E.P & Jenkins, G.M. (1976) *Time Series Analysis Forecasting and Control*, Revised Edition, Holden. DayInc., California, 170p.
- Bozkurt, H.Y. (2013). *Zaman Serileri Analizi*, Ekin Yayınevi, Kocaeli.
- Boeing (2018). <https://boeing.mediaroom.com/2010-11-02-Boeing-World-Air-Cargo-Forecast> (Erişim Tarihi:03.11.2018).

- Cenan, N. ve Gürcan, İ.S. (2011). Türkiye çiftlik hayvan sayılarının ileriye yönelik projeksiyonu: ARIMA Modellemesi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 82(1), 35-42.
- Chi, J. ve J. Baek (2012). Price and Income Elasticities of Demand for AirTransportation: Empirical Evidence from U.S. Aircargo Industry. *Journal of Air Transport Management*, Vol. 20, pp. 18–19.
- Chudy-Laskowska, K. ve Pisula, T. (2017, January). Seasonal Forecasting for Air Passenger Traffic. In *4th international multidisciplinary scientific conference on social sciences and arts SGEM 2017* (pp. 681-692).
- Chang, Y.H. ve Chang, Y.W. (2009). Air cargo expansion and economic growth: Finding the empirical link. *Journal of Air Transport Management*, 15(5), 264-265.
- Cryer, J.D. (1986). *Time series analysis* (Vol. 286). Boston: Duxbury Press.
- Gujarati, D. (2014). *Econometrics by example*. Macmillan International Higher Education.
- Hassan, S.A. ve Quadi, A.T. (2018). *Forecasting Passenger Numbers in Saudi Arabian Airlines Flights, International Journal of Engineering Science Invention (IJESI) ISSN (Online): 2319 – 6734,ISSN (Print): 2319 – 6726*.
- Heng, H. J., Zheng, B.Z. & Li, Y.J. (2009). Study of SVM-based air-cargo demand forecast model, In *Computational Intelligence and Security, December, CIS'09. International Conference on* (Vol. 2, pp. 53-55). IEEE.
- IATA (2012). “2012 Annual Review”, <http://www.iata.org/about/Documents/annual-review-2012.pdf>. (Erişim Tarihi: 24.10.2018).
- Irmak, S., Köksal, C.D. & Asilkan, Ö. (2012). Hastanelerin Gelecekteki Hasta Yoğunluklarının Veri Madenciliği Yöntemleri İle Tahmin Edilmesi. *Journal of Alanya Faculty of Business/Alanya İletme Fakültesi Dergisi*, 4(1).
- Jiang, H., Ren, L. ve Hansman, R. (2003). Market and Infrastructure Analysis of Future Air Cargo Demand in China. *Proc., 3rd AIAA Annual Aviation Technology, Integration and Operations (ATIO) Forum*, Denver, Colo., Nov. 17–19.
- Kasarda, J. D. & Green, J.D. (2005). Air cargo as an economic development engine: A note on opportunities and constraints. *Journal of Air Transport Management*, 11(6). 459-462.
- Kıracı, K. & Battal, Ü. (2018). Havayolu Taşımacılığının Makroekonomik Belirleyicileri: Türkiye Üzerine Bir VAR Analizi. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 17(4), 1536-1557.
- Korul, V. & Küçükönel, H. (2003). “Türk Sivil Havacılık Sisteminin Yapısal Analizi”, Ege Akademik Bakış. Sayı: 1, Cilt: 3. İzmir.
- Kutlar, A. (2017). Adım Adım EvIEWS ile Panel Veri Ekonometrisi Uygulamaları. *Kocaeli: Umuttepe*

*Yayınları.*

- Leinbach, T.R. ve Capineri, C. (2007). *Globalized Freight Transport. Intermodality, e-Commerce, Logistics and Sustainability*, Northampton, Edward Elgar Publishing.
- Lewis, C. D. (1982). *Industrial and business forecasting methods: A practical guide to exponential smoothing and curve fitting*. Butterworth-Heinemann.
- Meriç, O. & Karabacak, M. (2011). “ARIMA Modelleri İle Enflasyon Tahminlemesi: Türkiye Uygulaması”, *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 11(22), 177-198.
- Morrell, P.S (2017). “Moving Boxes by Air”, *The Economics of International Air Cargo*, Cranfield University, UK.
- Ozan, C., Başkan, Ö., Haldenbilen, S. ve Ceylan, H. (2014). Yurtiçi hava taşımacılığı talebinin modellenmesi ve senaryolar altında değerlendirilmesi.
- Özer, O. & İlkdoğan, U. (2013). Box-Jenkins Modeli Yardımıyla Dünya Pamuk Fiyatının Tahmini.
- Popescu, A. (2006). “Air Cargo Revenue and Capacity Management”, Georgia Institute of Technology - School of Industrial and Systems Engineering PhD Thesis, Atlanta.
- Solak, A. O. (2013). “Türkiye’nin Toplam Petrol Talebi ve Ulaştırma Sektörü Petrol Talebinin ARIMA Modeli İle Tahmin Edilmesi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(3), 131-142.
- Senguttuvan, P.S. (2006). Air Cargo: Engine for economic growth and development a case study of Asian region. In *National Urban Freight Conference* (pp. 1-3), February.
- Subaşı, D.B. (2005). Enflasyonun ARIMA Modelleri İle Tahminlenmesi:1994–2005 Türkiye Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Kütahya.
- Suh, S.S., Park, J. W., Song, G. S. & Cho, S. G. (2014). A Study of Air Freight Forecasting Using the ARIMA Model. *Journal of Distribution Science*, 12(2), 59-71.
- TUİK (2018). <https://www.tuik.org.tr>, (Erişim Tarihi: 2018, Aralık).
- Ulaştırma ve Alt Yapı Bakanlığı (2013). “11. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Şurası”, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Çalışma Raporu, s.220, Ankara
- Tortum, A., Gözcü, O. ve Codur, M. Y. (2014a). Türkiye’de Hava Ulaşım Talebinin Arama Modelleri ile Tahmin Edilmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(2), 39-54.



- Tortum, A., Gözcü, O. & Codur, M.Y. (2014b). "Türkiye’de Hava Ulaşım Talebinin Arıma Modelleri ile Tahmin Edilmesi." *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 4.2.
- Totamane, R., Dasgupta, A., Mulukutla, R.N. & Rao, S. (2009). Air cargo demand prediction. In *2009 3rd Annual IEEE Systems Conference* (pp. 401-406). IEEE.
- Turşucu, E. (1995). *Türkiye’de Hava Yolu Kargo Taşımacılığı Pazarlaması: Sorunları ve Çözüm Önerileri*, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- Vandaele, W. (1983). *Applied time series and Box-Jenkins models* (No.04; HB3730, V3.).
- Vergil, H. & Özkan, F. (2007). Döviz Kurları Öngörüsünde Parasal Model ve Arıma Modelleri: Türkiye Örneği. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (13), 211-231.
- Wang, G. H. K., W. Maling & E. McCarthy (1981). Functional Forms and Aggregate U.S. Domestic Air Cargo Demand: 1950–1977. *Transportation Research Part A*, Vol. 15, 1981, pp. 249–256.
- Yakut, F. (2012). *Hava Kargo Taşımacılığının Türkiye’de Mevcut Durumunun Geliştirilmesi İçin Yapılması Gerekenler*, Eskişehir Anadolu Üniversitesi, İİBF, Yüksek Lisans Tezi.
- Yılmaz, A. (2003). *Zaman Serileri Analizi*, Bıçaklar Kitapevi, Ankara.
- Yücesan, M. (2018). “YSA, ARIMA ve ARIMAX Yöntemleriyle Satış Tahmini: Beyaz Eşya Sektöründe bir Uygulama”, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 689-706.
- Yücesan, M., Gul, M. & Celik, E. (2018a). “Performance comparison between ARIMAX, ANN and ARIMAX-ANN hybridization in sales forecasting for furniture industry”, *Drvna industrija: Znanstveni časopis za pitanja drvne tehnologije*, 69(4), 357-370.
- Yücesan, M., Gul, M. & Celik, E. (2018b). “A multi-method patient arrival forecasting outline for hospital emergency departments. *International Journal of Healthcare Management*,” 1-13.
- Zhang, A. & Zhang, Y. (2002). “Issues on Liberalization of Air Cargo Services in International Aviation”, *Journal of Air Transport Management*, Hong Kong.