

## TÜRKİYE DIŞ TİCARET İHRACAT HACMİNİN PROJEKSİYONU: HOLT-WINTERS VE BOX-JENKINS MODELLERİNİN BİR KIYASLAMASI

### PROJECTION OF TURKEY'S FOREIGN TRADE EXPORT VOLUME: A COMPARISON BETWEEN HOLT-WINTERS AND BOX-JENKINS MODELS

Tolga TEMUÇİN<sup>1</sup>  
Doç. Dr. İzzettin TEMİZ<sup>2</sup>

#### ÖZ

*Dış ticarete atılan birçok adım etkisini çoğu zaman orta ve uzun vadede gösterir. Bu nedenle ileriye dönük planlar için atılacak her adım şimdiden dikkatle belirlenmelidir. Belirsizliklerle dolu bu sürecin merkezinde ise geleceği doğru bir biçimde tahmin etmek yatar. Bir girişimcinin iflası veya bir işletmenin kapanması, toplumda yalnız bir bireyin zararı değil, aynı zamanda milli ekonominin de bir kaybıdır. Bu nedenle güvenilir bir tahmin planlama sürecinin doğruluğu için zorunludur. Bu kapsamda, çalışmada, dış ticaret hacminin ülkelerin geleceğine yön veren ekonomik bir gösterge olması nedeniyle Türkiye İstatistik Kurumu'ndan edinilen ihracat verisi ile ileriye dönük Türkiye ihracat hacmi Holt-Winters ve Box-Jenkins teknikleri kullanılarak tahmin edilmiş ve teknikler sundukları sonuçlar açısından birçok değerlendirme kriteri altında karşılaştırılmıştır.*

**Anahtar Kelimeler:** Uluslararası Ticaret, Box-Jenkins, Holt-Winters

**Jel Kodları:** C22, O11

#### ABSTRACT

*Several steps taken in foreign trade mostly show their effect in the medium and long term. Therefore, every step taken for forward planning should be carefully determined. In the center of this process which is full of uncertainties, the concept of forecasting the future accurately lies. An entrepreneur's bankruptcy or an enterprise's closure is not only a loss of an individual in society but also a loss for the national economy. That is why a reliable forecast is a necessity for the accuracy of the planning process. In this context, as export volume is an economic indicator that shapes the countries' future, Turkey's future export volume is forecasted using the Holt-Winters and Box-Jenkins technics with the export data taken from Turkey Statistical Agency and the technics are compared under several evaluation criterions based on the proposed results.*

**Keywords:** International Trade, Box-Jenkins, Holt-Winters

**Jel Codes:** C22, O11

<sup>1</sup> Marmara Üniversitesi, Doktora Öğrencisi, tolga.temucin@gmail.com

<sup>2</sup> Mersin Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, itemiz@mersin.edu.tr

## 1. GİRİŞ

*Ticaret*, malların veya ürünlerin üretim sürecinden tüketimine kadar geçen zamanda, ekonomik değer taşıyan başka nesnelere ile değiştirilmesi, alış ve satışı anlamında kullanılmaktadır (tr.wikipedia.org, 2014). Ülkenin ekonomik durumunu belirleyici esas unsurlardan ticaret, faaliyetin ülke sınırları içinde kalıp kalmamasına göre *iç ticaret* ve *dış ticaret* şeklinde sınıflandırılır.

Dış ticaret kavramı uygulamada dar ve geniş anlamlarıyla kullanılmaktadır. Dar anlamıyla dış ticaret, sadece uluslararası mal ticaretini (görünür ticaret) kapsamakta iken, daha geniş anlamda ele alındığında dış ticaret kavramı, mal ticaretinin yanı sıra uluslararası hizmet ticaretini (görünmez ticaret) ve uluslararası yatırım gelir-giderlerini de içine alacak biçimde kullanılmaktadır. Dış ticaretin uluslararası ekonomik işlemler içerisindeki özel önemini yanı sıra belki de asıl önemi bir ülkedeki makro ve mikro ekonomik yapı ile yakın bağlıdır. Bir yanı sıra dış ticaret birçok önemli ekonomik sonuca yol açabilen önemli bir nedendir ve dolayısıyla bir araçtır. Öte yanı sıra ise dış ticaret önemli bir sonuçtur ve ekonomi politikası amaçlarından birisidir. Dış ticaretteki gelişmeler, sadece mikro ölçekte firmaları değil, aynı zamanda sektörleri ve ulusal ekonomiyi de derinden etkileyebilme gücüne sahiptir. Öyle ki bir ülkenin dış ticaret yapısı neredeyse ekonomik gelişmişlik düzeyinin de bir aynasıdır (Utkulu ve Aydemir, 2008: 2-3). Dış ticaret, ticari faaliyete konu olan ürün/hizmetin ülke içine girmesine veya ülke dışına çıkmasına göre *ithalat* ya da *ihracat* şeklinde isimlendirilir.

İhracatın küresel ekonomideki önemi büyüktür. İhracatın getirisi durumundaki sıcak para girişinin, ülkenin refah seviyesinin artmasına, yaşam standardının yükselmesine, eğitim ve sağlık gibi birçok özellikli sektörde daha kaliteli hizmetin sergilenmesine, savunma sanayinin gelişmesine ve nihayetinde ülkenin her yönüyle daha yaşanılır bir yer olmasına etkisi büyüktür. Söz konusu sonuçların gözlenmesi yolunda ihracatın sunduğu faydalar şu şekilde özetlenebilir (Apak, 2005).

- » İşletmenin sürdürülebilir karlılığını desteklemek
- » Dünya pazarlarından pay almak (pazar payını artırmak)
- » Satışta iç pazara olan bağımlılığı azaltmak
- » İç pazardaki durgunluğu harekete geçirmek
- » Pazar dalgalanmalarını dengede tutmak
- » Fazla üretim kapasitesini satmak
- » İç pazarda kapasitenin tam kullanılmaması halinde üretimi artırmak
- » Olası bir iç talep daralmasında cironun artmasını ya da korunmasını sağlamak
- » Farklı müşteri segmentlerinin talepleri doğrultusunda ürün geliştirme, inovasyon ve Ar-Ge faaliyetlerine fayda sağlamak
- » Rekabet gücünü artırmak
- » İstihdam yaratmak
- » Dış ticaret açığının kapanmasına yardımcı olmak
- » İhracatla ilgili uzmanlara ulaşmak

Bu çerçevede bu çalışma sonunda Türkiye ihracat hacminin müteakip dönemde izleyeceği gidişatın tahmin edilmesi ve bunun sonucunda Türkiye'nin gelecekte sahip olacağı imkân ve kabiliyetlerin nasıl bir eğilim göstereceği hususunda yargı sahibi olunması amaçlanmıştır.

*Tahmin*, bir değişkenin gelecek dönemlerde alabileceği değerlerin bazı varsayımlar altında yaklaşık olarak belirlenmesidir. Zaman serisi analizine dayalı olarak gerçekleştirilen tahminde amaç, geleceğe ilişkin kararlarda riski en aza indirmektir. Güvenilir bir tahmin için zaman serisindeki özelliklerin ve eğilimin belirlenmesi ve söz konusu eğilimi en iyi şekilde yansıttan modelin doğru bir biçimde ortaya konması gerekmektedir.

Literatürde zaman serisi analizinde kullanılmak ve gelecekte söz konusu zaman serisinin oluşumunu sağlayan değişkenin alacağı değerleri tahmin etmek üzere geliştirilmiş birçok nicel yöntem/model bulunmaktadır. Kullanılacak model(ler) çoğunlukla zaman serisinin içerdiği verinin özelliğine göre seçilmekte olup, model/yöntemin karmaşıklığı, anlaşılma güçlüğü, ihtiyaç duyduğu zaman ve veri adedi, ihtiyaç duyulan teknik bilgi ve tecrübe düzeyine göre basitten zora doğru skalanın herhangi bir aralığında bulunabilir. Çalışma kapsamında, Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (tuikapp.tuik.gov.tr, 2014) elde edilen 1969-2013 yıllarına ait dolar cinsinden ve ay bazında Türkiye ihracat hacmi verisini ifade eden ve gelecekte bu değişkenin alacağı değerlerin yaklaşık olarak tahmin edilebilmesini sağlayan bir modelin ortaya konmasına çalışılmıştır.

Zaman serisinin karakteristiğine bağlı olarak değişkenin gelecek dönemlerde alacağı değerleri tahmin etmek üzere kullanılacak yöntem(ler) farklılık arz etmektedir. Bu farklılık Tablo 1'de de görülmektedir.

Tablo 1: Zaman Serisinin Karakteristiğine Göre Kullanılacak Tahmin Teknikleri  
(Meyer ve Krueger, 2005: 379)

Zaman Serisi Karakteristiği	Tahmin Aralığı	Model(ler)
Trend ve mevsimsel etki mevcut değilse	Kısa	- Hareketli Ortalama Yöntemi - Tek Üstel Düzeltme Yöntemi
Trend mevcutsa (mevsimsel etki mevcut değilse)	Uzun	Trend Analizi
Trend mevcutsa (mevsimsel etki mevcut değilse)	Kısa	Çift Üstel Düzeltme Yöntemi
Trend ve mevsimsel etki mevcutsa	Uzun	Kısımlara Ayırma Yöntemi
Trend ve mevsimsel etki mevcutsa	Kısa / Orta	Winters Yöntemi

Bu çalışma kapsamında kullanılacak zaman serisine yönelik yapılan incelemede, serinin trend ve mevsimlik etkiyi bir arada içerdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle, çalışmada Toplamsal Holt-Winters, Çarpımsal Holt-Winters ve Box-Jenkins Stokastik Süreçler teknikleri kullanılmış olup, ulaşılan sonuçların birbiri ile mukayesesi sonucu veriyi en iyi açıklayan model ve yöntemin belirlenmesine çalışılmıştır. Karşılaştırma sürecinde aynı kaynaktan elde edilen değişkene ait 2014 yılı verileri kullanılmış ve Ortalama Mutlak Hata (MAE), Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi (MAPE), Karekök Hatası (RMSE) sunulan modellerin doğruluğunu saptamada kullanılmıştır.

Çalışmanın geri kalanı aşağıdaki şekilde yapılandırılmıştır. İkinci bölümde zaman serileri analizinde kullanılmış birçok tahmin yöntemini içeren detaylı bir literatür araştırması sunulmuştur. Üçüncü bölümde araştırmada kullanılan tahmin yöntemleri kısaca anlatılmıştır. Dördüncü bölümde çeşitli tahmin yöntemlerine göre uygulama çalışması yapılmış ve ulaşılan sonuçlar birbiriyle kıyaslanmıştır. Sonuç ve öneriler son bölümde verilmiştir.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde ihracat verilerinin tahminini konu alan çalışma adedi kısıtlı olmakla birlikte, mevcut çalışmalar genel olarak beş ana başlıkta incelenebilir:

i. *Tahmin Tekniklerinin Kıyaslanması*: Diamantopoulos ve Winklhofer (2003: 49) çalışmalarında; (a) ihracat verilerini tahmin etmeye yönelik kullanılan alternatif tahmin teknikleri arasında daha popüler bir tekniğin olup olmadığı; (b) farklı tahmin tekniklerinin kullanılmasının tahminin doğruluk düzeyinde herhangi bir fark yaratıp yaratmadığı sorularına cevap aramışlardır. Yapılan kapsamlı analizler sonucu, yargı temelli tekniklerin nicel tekniklere göre daha fazla tercih edildikleri ve kullanılan metodun tahminin doğruluk düzeyinde herhangi bir farklılık yaratmadığı belirlenmiştir. İhracat verilerini tahmin etmede kullanılan ARIMA ve bulanık zaman serisi metodlarının kıyaslandığı çalışmaların neticesinde, veri toplama periyodunun nispeten kısa ve veri sayısının az olduğu durumlarda bulanık zaman serisi tekniklerinin tercih edilmesinin daha uygun olacağı belirtilmiştir (Arumugam ve Anithakumari, 2013; Wang, 2011; Wong vd., 2010). Xiao vd. (2009) zaman serilerini tahmin etmek üzere tek bir tahmin tekniği kullanmaktansa daha iyi sonuç vereceğini düşündükleri birçok tahmin tekniğinin bütünlük haliyle, Çin Halk Cumhuriyeti'nin 1993-2006 yıllarındaki uluslararası ticaret verisini değerlendirmişlerdir. Çalışmanın amacı Bulanık Mantık Teorisi'nin genellemesi olan Esnek Küme Teorisi'nin birçok tahmin tekniğinin oluşturduğu bütünlük tahmin tekniği haliyle zaman serilerini açıklamak üzere ne kadar başarılı olduğunu göstermektir. Bu çerçevede öngörme doğruluğunu bulanık üyelik fonksiyonunun kriteri olarak kullandıkları Bulanık Esnek Küme temelli bir bütünlük tahmin metodu sunmuşlardır. Çalışmanın sonunda bütünlük tahmin tekniğinin veriyi, söz konusu tahmin tekniğini oluşturan her bir tahmin tekniğinin tek başına kullanımına göre daha iyi açıkladığı, bununla beraber Kaba Küme Teorisi'nin etkilendiği gözlem değerlerinin sayısı gibi kısıtlarla uğraşmadan daha kısa sürede benzer sonuçlar üretebildiği sonucuna varmışlardır (Xiao vd., 2009: 330).

ii. *Tahmin Performansını Etkileyen Faktörler*: Winklhofer ve Diamantopoulos (2002) firmaların ihracat verilerini tahminleme aktivitelerinde içinde yer aldıkları organizasyonel ve çevresel faktörleri dikkate alıp almadıklarını belirlemek üzere, ihracat verilerine ait tahmin uygulamalarını ve performanslarını karşılaştırmada kullanmak maksadıyla ihracatçılara ilişkin bir tipoloji geliştirmişlerdir. Sonuçlar tahmin faaliyetlerinin organizasyonel ve çevresel durumlara nasıl adapte edildiklerini ve bu adaptasyonun tahminin doğruluğu üzerindeki etkilerini göstermiştir. Winklhofer ve Diamantopoulos (2003) diğer bir çalışmalarında, organizasyona ve ihracat tipine özgü karakteristikleri dikkate alarak ticari verileri tahminleyen bir model sunmuşlardır. Modelin İngiltere'deki ihracatçılardan oluşan bir örneklem üzerinde test edilmesi sonucu, verilerin tahmin performansını etkileyen temel faktörlerin, örgütsel bağlılık ve tahmin için ayrılmış kaynaklar olduğu belirlenmiştir. Diamantopoulos ve Winklhofer (1999) firma, ihracat karakteristikleri ve kısa/orta dönem ihracat tahminlerinin doğruluğu arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, ihracat deneyimi ve ihracatın gerçekleştiği çevrenin tahmin doğruluğundaki anahtar değişkenler olduklarını ifade etmişlerdir.

iii. *Tahmin Metodolojisi Geliştirme Faaliyetleri*: Moon vd. (2003: 6) çalışmalarında (a) şirketin şu anki tahminleme sürecindeki durumunu anlaması, (b) dünya standartlarında bir şirketin sahip olması gereken tahminleme sürecine ait bir vizyonun oluşması, (c) şu anki durumundan vizyon olarak gösterilen duruma ulaşması için izlemesi gereken yolun sergilenmesi amacıyla bir metodoloji ortaya koymuşlardır. Çalışmada, yöntemin birçok firmaya uygulanması sonucu edinilen dersler ve yönetimsel uygulama örnekleri anlatılmıştır.

Lawrence ve O'Connor (2000) çalışmalarında, bilinenin aksine herhangi bir olaya yönelik tahmin süreci olayın gerçekleşmesine ne kadar yakın vuku bulmuş olursa olsun, tahmin performansının beklendiği kadar iyileşmeyeceğini göstermişlerdir.

iv. *Değişkenler Arası İlişkinin Tespiti*: Al-Mulali ve Sheau-Ting (2014) çalışmalarında, değişken olarak belirledikleri ticaret, ihracat ve ithalat ile enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu arasındaki çift yönlü ilişkiyi belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada altı farklı bölgede yer alan 189 ülkeye ait veriler dikkate alınmıştır. Analizler neticesinde bölgeler bazında anılan ticaret değişkenleri ile enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu arasında pozitif bir ilişkinin varlığı saptanmıştır. Çalışmanın bir diğer bulgusu ise analizler ülkeler düzeyine indirildiğinde, söz konusu pozitif ilişkinin sadece ticaretin gayrisafi yurt içi hasıla (GDP)'ya olan etkisinin fazla olan ve gelişmişlik düzeyi yüksek olan ülkeler arasında görüldüğüdür. Hsiao ve Hsiao (2006) ekonomisi hızla büyüyen Doğu ve Güneydoğu Asya'nın sekiz ülkesi (Çin Halk Cumhuriyeti, Kore, Tayvan, Hong Kong, Singapur, Malezya, Filipinler, Tayland)'nin her biri için 1986-2004 yıllarına ait elde edilmiş veriyi kullanarak GDP, ihracat ve doğrudan yabancı yatırım (FDI) değişkenleri arasında Granger Nedensellik Bağlantısını araştırmışlardır. Araştırma neticesinde her ülkenin farklı nedensellik bağlantılarına sahip olduğunu ve bunun da genel bir kurala bağlanamayacağı sonucuna varmışlardır. Müteakiben üç değişkene ve sekiz ekonomiye ait veriyi birleştirerek yapmış oldukları analiz sonucunda FDI'nın GDP üzerinde doğrudan, ihracat üzerinde ise dolaylı ve tek yönlü; bununla beraber ihracat ve GDP arasında ise çift yönlü bir ilişkinin var olduğunu saptamışlardır. Dritsaki ve Stiakakis (2014) 1994-2012 yıllarına ait yıllık zaman serisi verilerini kullanarak Hırvatistan'daki FDI, ihracat ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi belirlemeye çalıştılar. Söz konusu çalışmada bazı sınır testi modellerini kullanarak uzun ve kısa vadede ihracat ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisini tespit etmişlerdir. Sukar ve Hassan (2001) ticaret ve zamana bağlı değişkenlik gösteren reel döviz kuru arasındaki ilişkiyi saptamak üzere ABD ihracat hacmi verilerini Koentegrasyon (Eşbütünleşme) ve Hata Düzeltme Modelleri ile değerlendirmişlerdir. Araştırmaları neticesinde ABD ihracat hacmi ile reel döviz kuru arasında negatif yönlü bir ilişkiyi tespit etmişlerdir. Nessel (2004) Norveç'in 1968-1992 yıllarına ait üçer aylık zaman serisi verisini kullanarak üretkenlik ile ihracat hacmi arasındaki pozitif yönlü doğrusal ilişkiyi doğrulamıştır. Yaghmaian (1994) neoklasik bir teori olan ihracat nedenli büyüme fikrini sorgulamıştır. Bu çerçevede regresyon analizi ile ihracat nedenli büyüme hipotezini sınamış ve alternatif hipotez olarak hem ihracatın hem de ekonomik büyümenin ekonomik gelişme ve yapısal değişimden ileri geldiği fikrini ortaya atmıştır. Tamamlanan analizde nüfus istatistikleri kullanıldığında ihracattaki büyüme ile çıktı miktarındaki artış arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilirken, iş istatistikleri kullanıldığında ihracat nedenli büyüme teorisini destekleyecek herhangi bir istatistiksel kanıt bulunamamıştır.

v. *Literatür Araştırması*: Winklhofer vd. (1996) endüstriyel alanda daha önce raporlanmış deneysel inceleme ve vaka çalışmalarını bir araya getirerek, bu çalışmaların genel metodsal özelliklerini özetledikleri bir literatür araştırması gerçekleştirmişlerdir. Mady (2000) Mısır'daki imalat şirketlerinde tahminleme sürecinde karşılaşılan problemleri ortaya koyduğu çalışmasını Mısır endüstrisindeki tahmin uygulamalarını geliştirici tavsiyelerle sonlandırmıştır.

### 3. HOLT-WINTERS ÜSTEL DÜZLEME YÖNTEMİ VE BOX-JENKINS STOKASTİK SÜREÇLER TEKNİĞİ

#### 3.1. Holt-Winters Üstel Düzleme Yöntemi

Üstel Düzleme Yönteminde zaman serisinde son dönem verisine verilen önem çok fazlayken, geçmiş dönemlere geriledikçe bu veriye verilen önem derecesi düşmektedir. Zaman serisindeki veri yapısı, tahmin faaliyetinde kullanılan üstel düzleme yönteminin değişmesine neden olmaktadır. Holt-Winters tahmin tekniği, trend ve mevsimsel etki içeren zaman serilerindeki değişkenlerin gelecekte alacağı değerleri tahmin etmek üzere geliştirilmiş bir prosedürdür. Bu prosedür serinin ortalama düzeyine, eğimine ve mevsimsel bileşenine uygulanmakta olup, bunlarla ilişkili üç adet düzleştirme parametresinin tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. Zaman serisindeki değişkenlik (varyans) ölçüsüne bağlı olarak, Holt-Winters tahmin tekniğinin kullanım alanı farklılık gösteren iki türü mevcuttur. Verilerin değişkenliği (varyansı) zamanla değişiyor ise Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi; değişmiyor ise Toplamsal Holt-Winters Yöntemi kullanılır. Bu durumu görsel olarak anlamak için Şekil 1'de yer alan Pegel'in yaptığı sınıflandırmayı göz önüne almak gerekir.

	1 <i>Mevsimsellik Yok</i>	2 <i>Toplamlı Mevsimsellik</i>	3 <i>Çarpımlı Mevsimsellik</i>
A <i>Trend Yok</i>			
B <i>Toplamlı Trend</i>			
C <i>Çarpımlı Trend</i>			

Şekil 1: Pegel'in Sınıflaması (Bulut, 2006: 55)

Pegel'in sınıflandırdığı Üstel Düzeltme Yöntemlerinin gösterildiği Şekil 1'de bulunan sınıflardan her biri, tahmin işlemini gerçekleştirirken, farklı bir Üstel Düzeltme Yöntemini kullanmaktadır. Örneğin, A-1 hücresi Tek Üstel Düzeltme Yöntemini, B-1 hücresi Holt'un Doğrusal Yöntemini, B-2 hücresi Holt-Winters Toplamlı Dönemsellik Yöntemini, B-3 hücresi ise Holt-Winters Çarpımsal Dönemsellik Yöntemini belirtmekte ve hesaplamalarda bu yöntemlere ait eşitliklerin kullanılması gerektiğini göstermektedir (Bulut, 2006: 55). Seriyeye ait zaman yolu grafiği çizdirildiğinde elde edilen şekil B-2 ve B-3 hücrelerindeki benzemekte ise, değişkene ait geleceğe dönük tahminlerde sırasıyla Toplamsal Holt-Winters ve Çarpımsal Holt-Winters Yöntemlerinin uygulanması gerekir.

#### 3.1.1. Çarpımsal Holt-Winters (ÇHW) Tekniği

ÇHW tekniğinde, seviye, trend, mevsimsel faktörler ve tahmin için kullanılan temel denklemler aşağıdaki gibidir (Makridakis vd., 1998):

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (1)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2)$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (3)$$

$$F_{t+m} = (L_t + b_t m) S_{t-s+m} \quad (4)$$

1-4 numaralı denklemlerdeki,  $\alpha$ ,  $\beta$  ve  $\gamma$  her biri  $[0,1]$  aralığında bulunan düzleştirme parametreleri (sırasıyla ortalama düzeyi, eğim ve mevsimsellik parametreleri);  $m$  tahminin kaçınıcı ileriki döneme ait olduğunu belirten değer;  $s$  mevsimselliğin uzunluğunu belirten değer (1 yıldaki ayların ya da çeyrek dönemlerin sayısı) ve  $Y_t$  değişkenin  $t$  anındaki gözlem değeridir.

### 3.1.2. Toplamsal Holt-Winters (THW) Tekniği

THW tekniğinde, seviye, trend, mevsimsel faktörler ve tahmin için kullanılan temel denklemler sırasıyla şunlardır (Tratar, 2015: 65):

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (5)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (6)$$

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (7)$$

$$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m} \quad (8)$$

Bu tekniğin bir önceki yöntemden tek farkı, mevsimsel indisler bu teknikte toplanırken veya çıkarılırken, bir öncekinde çarpılmakta veya oranlanmaktaydı.

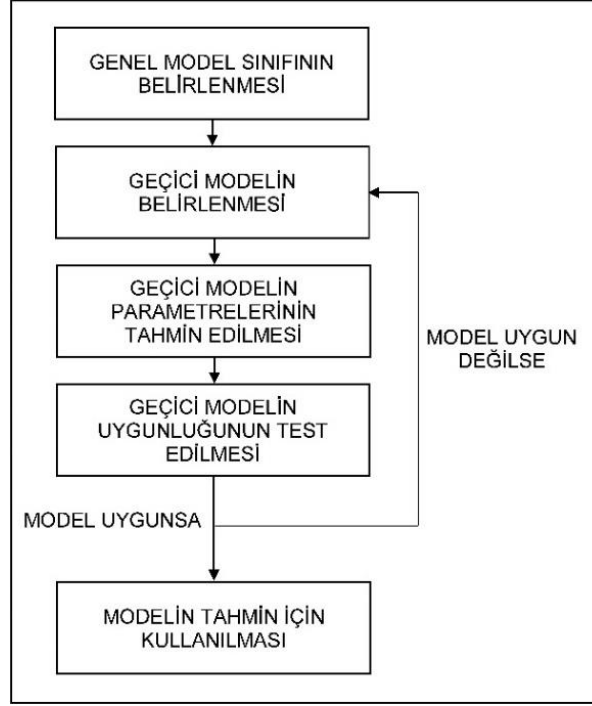
### 3.2. Box-Jenkins (B-J) Stokastik Süreçler Yöntemi

Box ve Jenkins tarafından geçmiş gözlem değerlerinin veya geçmiş hata terimlerinin veya her ikisinin birden doğrusal bileşimi olarak geliştirilen ve ARIMA (Oto-regresif Tümlleşik Hareketli Ortalama (Autoregressive Integrated Moving Average)) olarak ifade edilen nicel tahmin tekniği en genel ve en esnek tahmin modellerinden biridir. Stokastik bir model olan Box-Jenkins Stokastik Süreçler Tekniği, diğer tekniklere göre daha karmaşık ve anlaşılması daha güçtür. Bu teknikte amaç, zaman serisine en iyi uyan en az parametrelili doğrusal stokastik süreç modelinin elde edilmesidir. Söz konusu modelleri temsil etmek üzere kullanılan  $p$ ,  $d$  ve  $q$  parametreleri sırasıyla modelin, oto-regresif süreç, fark, hareketli ortalama parametresidir. Bir ARIMA( $p, d, q$ ) modelinin genel formu şu şekildedir.

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - w_1 \varepsilon_{t-1} - w_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - w_q \varepsilon_{t-q} \quad (9)$$

9 numaralı formülde geçen,  $Y_t$  değişkenin (bağımlı değişken)  $t$  anındaki gözlem değeri;  $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$   $t-1, t-2, \dots, t-p$  dönemlerinde değişkene (bağımsız değişken) ait gözlem değerleri;  $\phi_0, \phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p, w_1, w_2, \dots, w_q$  tahmin edilecek katsayılar;  $\varepsilon_t$   $t$

anındaki hata terimi ve  $\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, \varepsilon_{t-q}$  önceki dönemlere ait hata terimleridir. Box-Jenkins Stokastik Süreçler Yönteminde model belirleme aşamaları Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2: Box-Jenkins Stokastik Süreçler Yönteminde Model Belirleme Aşamaları

#### 4. VAKA ÇALIŞMASI

##### 4.1. Metadata

Çalışmada kullanılan veri Türkiye İstatistik Kurumu’ndan elde edilmiştir. Söz konusu veri 1969-2014 yıllarındaki Türkiye ihracat hacmini ay bazında dolar cinsinden yansıtmaktadır. Çalışma kapsamında 1969-2013 yılları aralığındaki veri tahmin modellerinin oluşturulmasında, 2014 yılına ait veri ise her bir modelin doğruluğunun test edilmesinde kullanılmıştır. Ayrıca tahmin aralığının artmasının tahmin modellerinin doğruluğu açısından nasıl bir etki yaratacağının saptanması amacıyla, çalışmada 2014 yılı tahmin değerleri farklı zaman aralıkları bakımından incelenmiştir.

##### 4.2. Holt-Winters Üstel Düzleme Yöntemleri

Zaman serisine ait 2014 yılı tahmin değerleri, EvIEWS 7 paket programında yer alan Holt-Winters Üstel Düzleme Yöntemleri kullanılarak oluşturulmuştur. Bu bağlamda düzeltme parametrelerinin  $(\alpha, \beta, \gamma)$  optimal değerleri, hata terimlerini en küçükleyecek şekilde paket program yardımıyla hesaplanmıştır. Bu değerlerin THW tekniğinde sırasıyla 0.49, 0.01 ve 0.25; ÇHW tekniğinde ise 0.49, 0.01 ve 0.40 olduğu görülmüştür.

Her iki tekniğin uygulanması sonucu  $\alpha, \beta$  ve  $\gamma$  parametreleri için elde edilen değerler incelendiğinde, düzeltme parametrelerinin 0 ile 1 aralığında olduğu görülmektedir. Söz

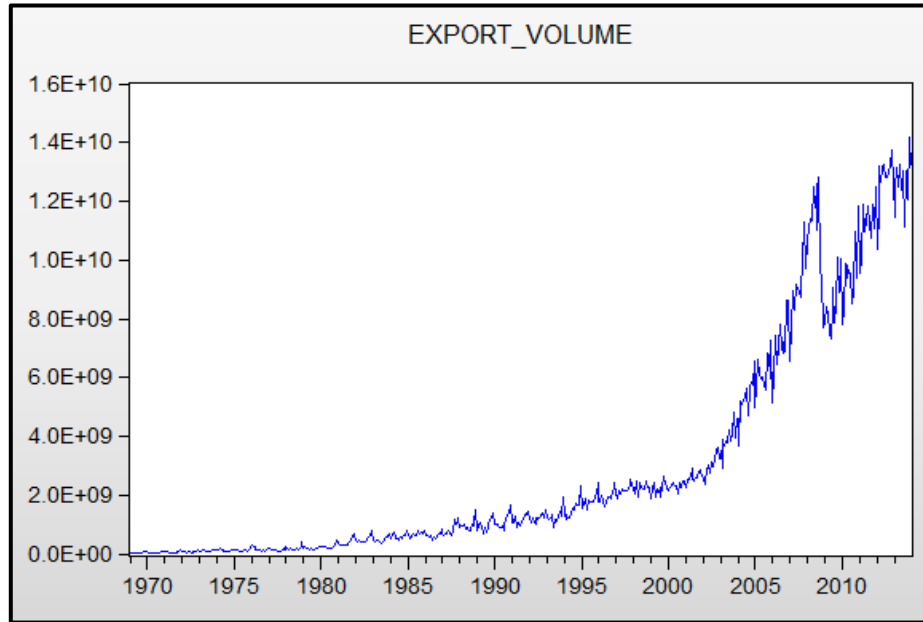


konusu parametrelerin sifıra (0) yakın değerler alması, geleceğe yönelik veriler tahmin edilirken en yakın gözlem değerlerine verilen önem derecesinin (ağırlığın) çok düşük olduğunu göstermektedir. Bu durumda her iki teknik sonrası bulunan  $\beta$  parametresinin sifıra çok yakın olması (0,01) tekniklerdeki trend bileşeninin zaman içinde güncellenmediğini yani başlangıç değerinden farklılaşmadığını göstermektedir.

### 4.3. Box-Jenkins Stokastik Süreçler Yöntemi

#### 4.3.1. Durağanlık Şartı

Bir zaman serisinin durağan olabilmesi için seriye ait ortalama ve varyansın zaman ekseninde sabit (zamandan bağımsız) olması gerekir. Bir zaman serisindeki ortalama değişimi trend gösterimi ile görebiliriz. Sevüktekin ve Nargeleçekenler (2010)'e göre "trend, zaman serisinin uzun dönemli eğilimini gösterir. Bir seride trend değişimleri adeta serinin ortalaması gibidir." Bu çerçevede zaman serisine ait ortalama değişimini gösteren "zaman yolu grafiği" Şekil 3'de sunulmuştur. Söz konusu zaman yolu grafiği incelendiğinde; serinin zaman içerisinde artan ve doğrusal olmayan bir trende sahip olduğu söylenebilir. Bu durumda zaman serisinin ortalama açısından durağan olmadığı sonucuna varabiliriz.

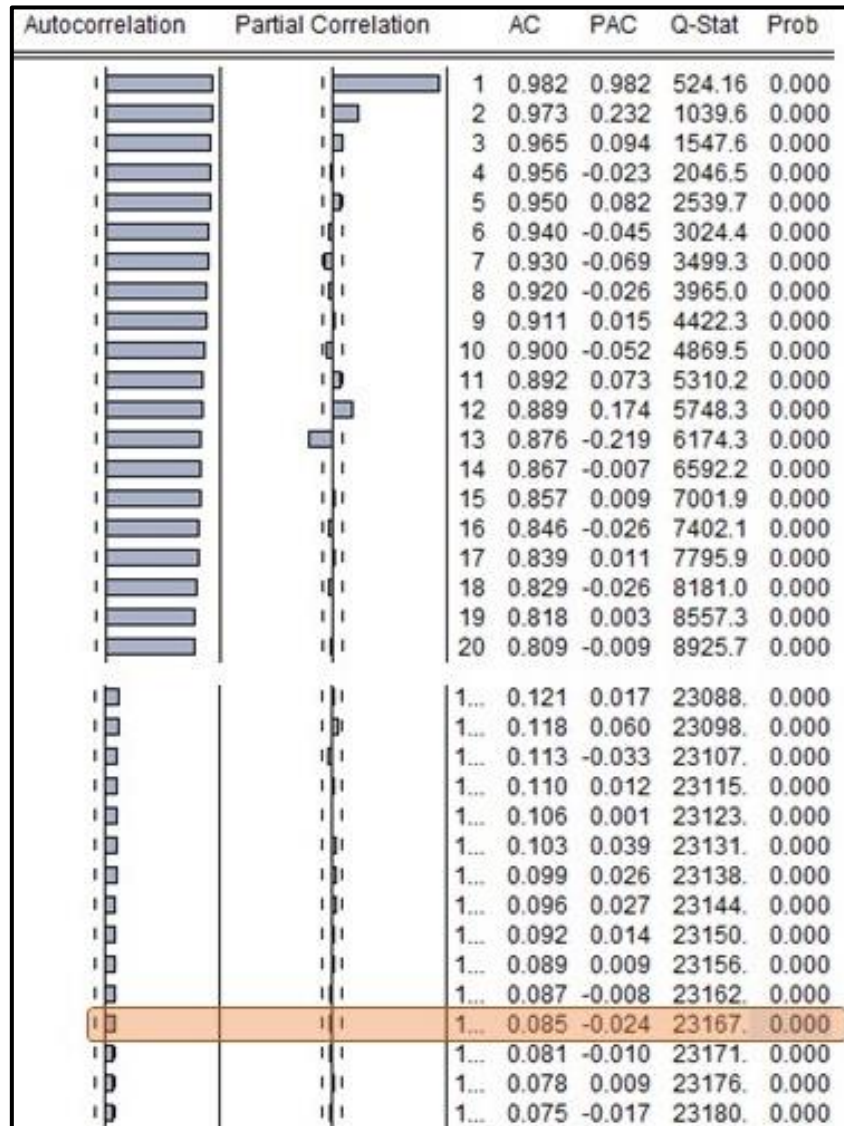


Şekil 3: Seriyeye Ait Zaman Yolu Grafiği

Bir zaman serisinin durağan olup olmadığının tespiti, seriye ait korelogramın çizdirilmesi ve otokorelasyon katsayılarının istatistiksel anlamlılığının testiyle de mümkündür. Bir örneklem otokorelasyon katsayısı ( $\hat{\delta}_k$ )'nin istatistiksel bakımdan anlamlılığı standart hatası ile belirlenir. Bir zaman serisi bütünüyle rassal ise örneklem otokorelasyon katsayıları, 0 ortalama ve  $1/n$  ( $n = \text{örneklem sayısı}$ ) varyansla yaklaşık normal dağılmaktadır (Montgomery vd., 2008). Söz konusu otokorelasyon katsayılarının istatistiksel bakımdan anlamlılığının testi amacıyla kullanılan  $H_0$  ve  $H_1$  hipotezleri ise şu şekildedir.

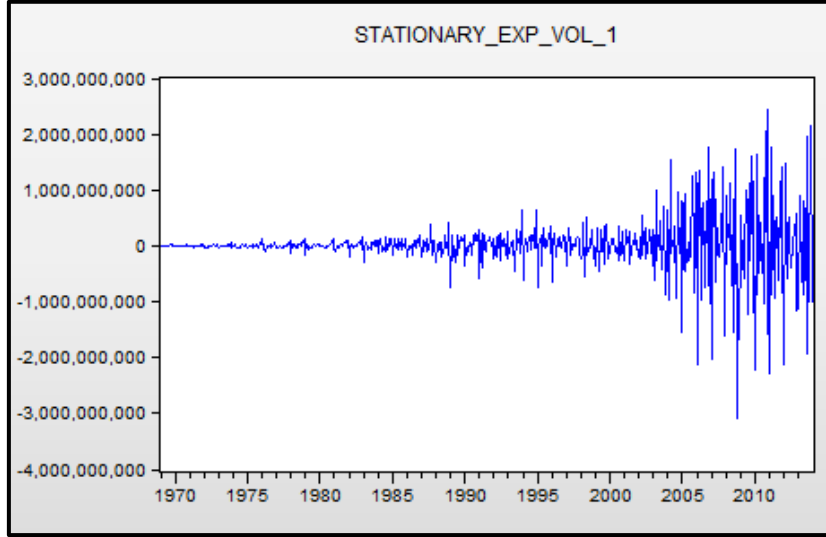
$$\begin{aligned}
 H_0 : \delta_k = 0 &\Rightarrow \text{zaman serisi durağandır} \\
 H_1 : \delta_k \neq 0 &\Rightarrow \text{zaman serisi durağan değildir}
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

Bu bağlamda; %95 güven aralığında  $\hat{\delta}_k$ 'nin  $\pm 0,84$  aralığında bulunması halinde  $H_0$  hipotezi kabul edilirken, diğer durumda  $H_0$  hipotezi reddedilir. Zaman serisine ait korelogram Şekil 4'de verilmiştir. Şekil 4'deki otokorelasyon (AC) değerleri incelendiğinde 132. değere kadar  $\hat{\delta}_k$ 'nin  $\pm 0,84$  aralığında olmadığı görülmektedir. Bu durumda;  $H_0$  hipotezi reddedileceğinden zaman serisinin durağan olmadığı sonucuna bir kez daha varılır.



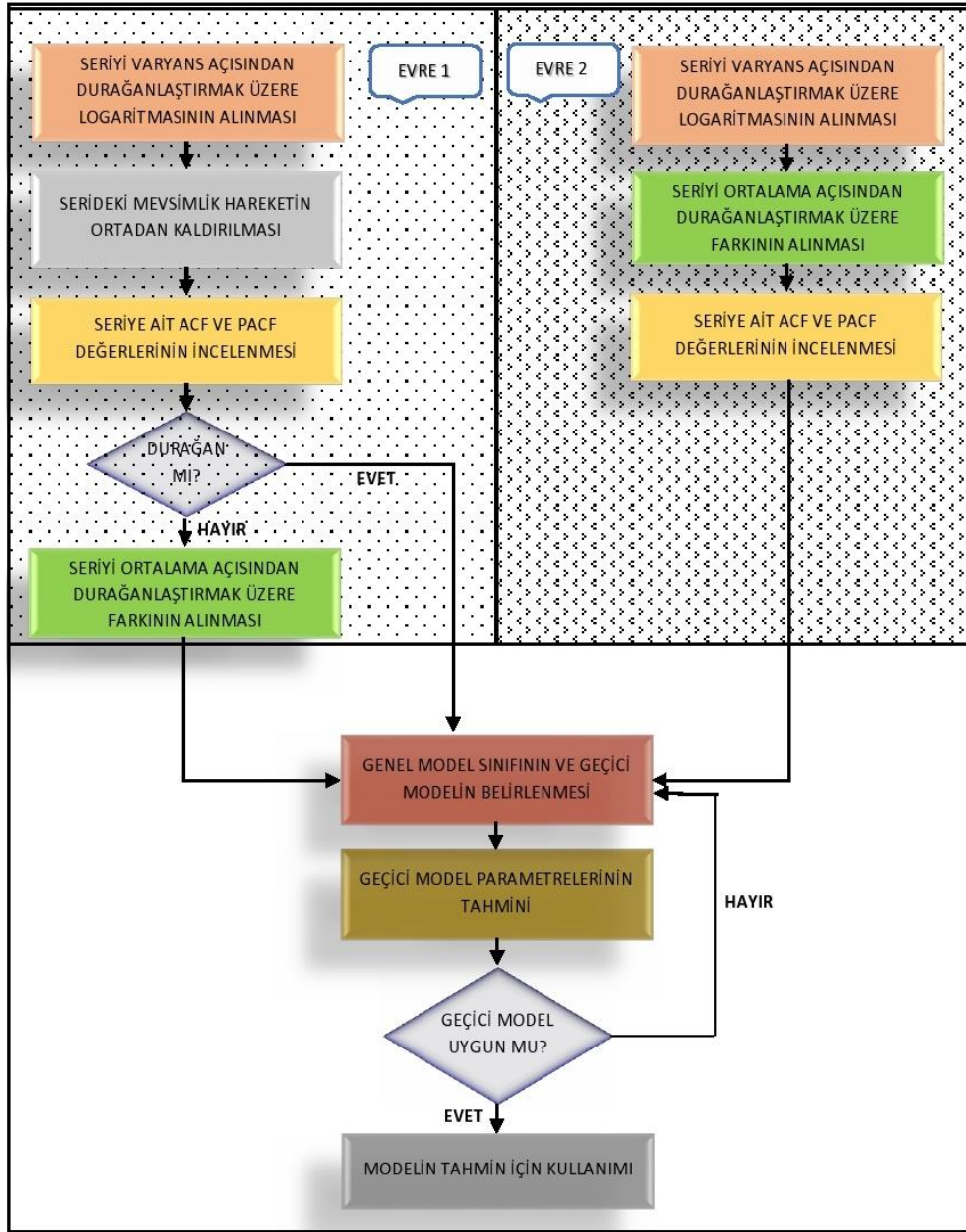
Şekil 4: Zaman Serisine Ait Korelogram

Bir zaman serisinde rastlanan ortalama açısından durağan olmama durumu, serinin  $n$ . dereceden farkı alınarak giderilebilir. Bu süreçte genelde serinin 1. ya da 2. derecen farkının alınması yeterlidir. Bu çerçevede zaman serisinin 1. dereceden farkının alınması sonrası elde edilen yeni zaman serisine ait zaman yolu grafiği Şekil 5’de sunulmuştur. Bu grafikten de görüldüğü gibi zaman serisi ortalama dışında varyansı açısından da durağanlık şartını yerine getirmemektedir.



Şekil 5: Birinci Dereceden Farkı Alınan Seriye Ait Zaman Yolu Grafiği

Bu çerçevede, zaman serisine ait en iyi modelin tespiti amacıyla Şekil 6’da yer alan süreç kullanılmıştır. Şekil 6’dan görüleceği gibi model belirleme durağanlaştırma açısından 2 evre halinde ele alınmıştır.



Şekil 6: Zaman Serisine Uygulanan Model Belirleme Süreci

#### 4.3.2. Zaman Serisinin Durağanlaştırılması

*Evre 1:* Zaman serisini varyans açısından durağanlaştırmak üzere serinin logaritmasının alınması ve müteakiben elde edilen serideki mevsimlik hareketin arındırılması sonucu serinin hâlihazırda durağanlaşmadığı görülmüştür. Bu nedenle seriyi ortalama açısından da durağanlaştırmak için

serinin 1. dereceden farkı alınmıştır. Tüm bu işlemler neticesinde oluşan zaman serisine (*dmevlogev*) ait korelogram Şekil 7’de görülmektedir.

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.373	-0.373	73.592	0.000
		2	0.076	-0.073	76.634	0.000
		3	-0.117	-0.133	83.915	0.000
		4	0.015	-0.086	84.039	0.000
		5	-0.044	-0.087	85.069	0.000
		6	0.094	0.040	89.800	0.000
		7	-0.036	0.009	90.476	0.000
		8	-0.018	-0.040	90.642	0.000
		9	0.006	-0.005	90.658	0.000
		10	-0.001	-0.000	90.659	0.000
		11	0.124	0.147	98.976	0.000
		12	-0.263	-0.206	136.50	0.000
		13	-0.020	-0.239	136.71	0.000
		14	-0.000	-0.107	136.71	0.000
		15	0.014	-0.092	136.82	0.000
		16	0.055	-0.023	138.47	0.000
		17	0.049	0.019	139.76	0.000
		18	-0.062	-0.001	141.90	0.000
		19	-0.014	-0.010	142.00	0.000
		20	-0.052	-0.094	143.47	0.000
		21	0.044	-0.040	144.52	0.000
		22	-0.048	-0.094	145.79	0.000
		23	0.134	0.137	155.72	0.000
		24	-0.159	-0.142	169.75	0.000

Şekil 7: *dmevlogev* Serisine Ait Korelogram

Şekil 7 incelendiğinde zaman serisinin genel olarak durağanlaştığı söylenebilir. Ayrıca bir zaman serisinin durağan olup olmadığı Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testi ile de test edilmiştir. Bu test süresince kullanılan  $H_0$  ve  $H_1$  hipotezleri şunlardır.

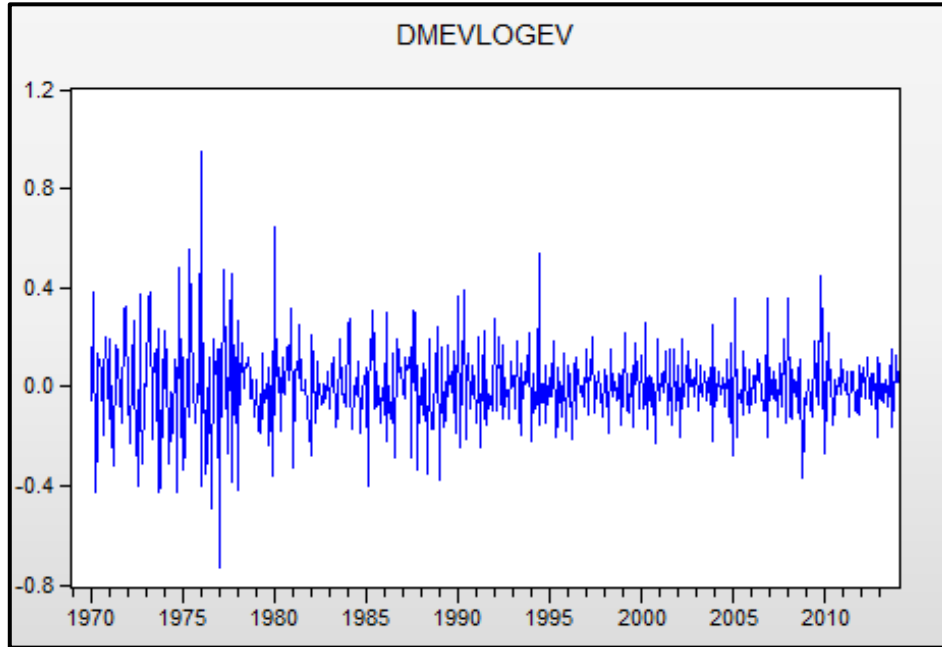
$$\begin{aligned} H_0 : p \geq 1 &\Rightarrow \text{zaman serisi durağan değildir} \\ H_1 : p < 1 &\Rightarrow \text{zaman serisi durağandır} \end{aligned} \quad (11)$$

Genişletilmiş Dickey-Fuller testi sonucunda test istatistiği ( $t_{\text{hesaplanan}}$ ) değeri, 0.01, 0.05 ve 0.10  $t_{\text{kritik}}$  değerlerinden daha küçük olması durumunda  $H_0$  hipotezi reddedilir ve serinin durağanlaştığına karar verilir. Genişletilmiş Dickey-Fuller Testi sonrası elde edilen sonuç Şekil 8’de sunulmuştur.

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-33.86340	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.442554	
5% level	-2.866815	
10% level	-2.569640	

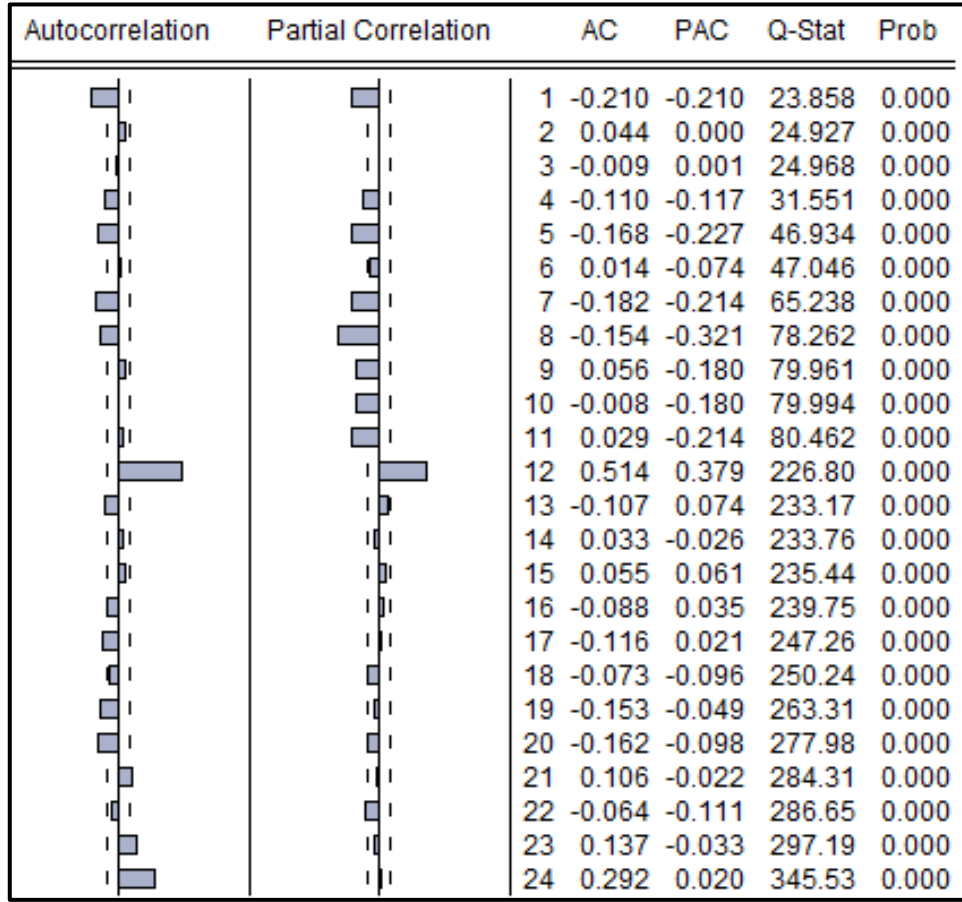
Şekil 8: *dmevlogev* Serisine Ait Genişletilmiş Dickey-Fuller Test Sonucu

Şekil 8’de  $t_{\text{hesaplanan}} < t_{\text{kritik}}$  olduğu görülmektedir. Bu durumda;  $H_0$  hipotezi reddedilir ve serinin durağanlaştığı sonucuna varılır. Durağanlaşan *dmevlogev* serisine ait zaman yolu grafiği Şekil 9’da görülmektedir.



Şekil 9: *dmevlogev* Serisine Ait Zaman Yolu Grafiği

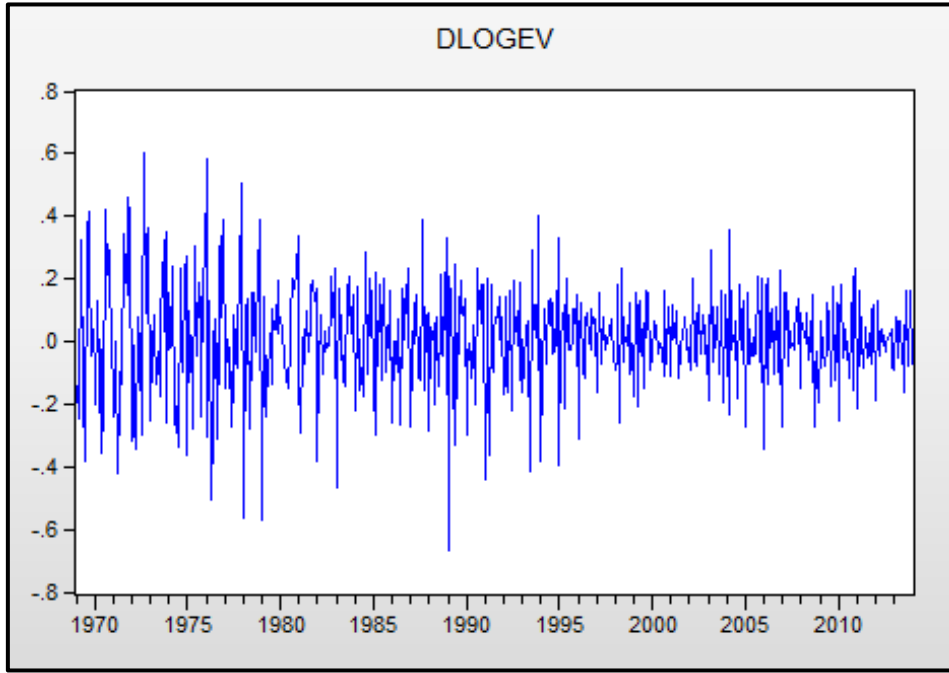
*Evre 2*: Zaman serisini varyans açısından durağanlaştırmak üzere serinin logaritmasının alınması ve ardından seriyi ortalama açısından da durağanlaştırmak üzere serinin 1. dereceden farkının alınması sonucu oluşan *dlogev* isimli seriye ait korelogram Şekil 10’da görülmektedir.

Şekil 10: *dlogev* Serisine Ait Korelogram

Şekil 10 incelendiğinde *dlogev* isimli zaman serisinin genel olarak durağanlaştığı görülmektedir. Seriyeye Genişletilmiş Dickey-Fuller testi uygulandığında da benzer bir sonuç elde edilmiştir. Genişletilmiş Dickey-Fuller testi sonrası elde edilen test sonucu Şekil 11’de sunulmuştur. Şekil 11’de  $t_{\text{hesaplanan}} < t_{\text{kritik}}$  olduğu görülmektedir. Bu bağlamda elde edilen *dlogev* isimli durağan zaman serisine ait zaman yolu grafiği Şekil 12’de verilmiştir.

	t-Statistic	Prob.*
<b>Augmented Dickey-Fuller test statistic</b>	<b>-28.66388</b>	<b>0.0000</b>
Test critical values:		
1% level	-3.442276	
5% level	-2.866693	
10% level	-2.569575	

Şekil 11: *dlogev* Serisine Ait Genişletilmiş Dickey-Fuller Test Sonucu



Şekil 12: *dlogev* Serisine Ait Zaman Yolu Grafiği

#### 4.3.3. Geçici Model Parametrelerinin Belirlenmesi

Bu adımda Eviews 7 ile bir önceki bölümde elde edilen durağan zaman serilerine (*dmevlogev* ve *dlogev*) ait "p" ve "q" parametreleri toplamı en fazla 4 olan farklı ARIMA(p,d,q) modelleri için tahmin edilmiş ve sonuçları Tablo 2 ile Tablo 3'de sunulmuştur.

Sevüktekin ve Nargeleşkenler (2010)'e göre Tablo 2 ve Tablo 3 ile ilgili değerlendirme yaparken tahmin edilen parametrelerin anlamlı olması ( $prob. \leq 0.1$ ), yüksek bir belirleme katsayısına ( $R^2$ ) (veya düzeltilmiş belirleme katsayısına -  $\bar{R}^2$ ) sahip olması, modelin  $F$  istatistiğinin anlamlı olması, Akaike (AIC) ve Schwarz (SIC) bilgi kriterlerinin küçük olması, hata kareler toplamının (SSR) küçük olması ve olabilirlik oranının (LR) mümkün olduğunca yüksek olmasına özen gösterilmelidir.



Tablo 2: *dmevlogev* Serisine Ait Model Sonuçları

	SARIMA(1,1,0) (0,1,0) <sub>12</sub>	SARIMA(0,1,1) (0,1,0) <sub>12</sub>	SARIMA(2,1,0) (0,1,0) <sub>12</sub>	SARIMA(0,1,2) (0,1,0) <sub>12</sub>	SARIMA(1,1,1) (0,1,0) <sub>12</sub>	SARIMA(2,1,2) (0,1,0) <sub>12</sub>	SARIMA(1,1,2) (0,1,0) <sub>12</sub>	SARIMA(2,1,1) (0,1,0) <sub>12</sub>
Kesme (Probability)	-9,63E-05 0,9847	-0,000232 0,9517	-0,000574 0,9017	-0,000236 0,9496	-0,000284 0,9379	-0,000118 0,5202	-0,000162 0,9678	-0,000111 0,5432
$\Phi_1$ (Probability)	-0,372631 0,0000	---	-0,398492 0,0000	---	0,085389* 0,3824	0,369609 0,0266	-0,744261 0,0064	0,50489 0,0000
$\theta_1$ (Probability)	---	-0,436987 0,0000	---	-0,432087 0,0000	-0,511911 0,0000	-0,853194 0,0000	0,302197* 0,2832	-0,99733 0,0000
$\Phi_2$ (Probability)	---	---	-0,072917 0,0940	---	---	0,332108 0,0030	---	0,242035 0,0000
$\theta_2$ (Probability)	---	---	---	-0,020922* 0,6322	---	-0,143440* 0,4126	-0,275869 0,0474	---
$R^2$	0,14	0,15	0,14	0,15	0,15	0,22	0,16	0,22
$\bar{R}^2$	0,14	0,15	0,14	0,15	0,15	0,21	0,15	0,21
$F$ (Probability)	84,51 0,0000	95,58 0,0000	43,84 0,0000	47,85 0,0000	47,95 0,0000	35,78 0,0000	33,04 0,0000	47,68 0,0000
AIC	-0,85	-0,87	-0,86	-0,87	-0,87	-0,94	-0,87	-0,95
SIC	-0,84	-0,86	-0,84	-0,85	-0,84	-0,90	-0,84	-0,91
SSR	13,01	12,79	12,82	12,78	12,77	11,74	12,70	11,74
LR	226,58	232,13	229,65	232,26	231,54	252,71	232,98	252,57

Tablo 3: *dlogev* Serisine Ait Model Sonuçları

	ARI(1,1)	IMA(1,1)	AR(2,1)	IMA(1,2)	ARIMA(1,1,1)	ARIMA(2,1,2)	ARIMA(1,1,2)	ARIMA(2,1,1)
Kesme (Probability)	0,010619 0,0825	0,010467 0,0740	0,011067 0,0697	0,010442 0,0898	0,010666 0,0766	0,011134 0,1075	0,010760 0,0832	0,010914 0,0757
$\Phi_1$ (Probability)	-0,209900 0,0000	---	-0,212619 0,0000	---	-0,136918* 0,4919	-0,969841 0,0000	-0,004656* 0,9935	-1,189990 0,0000
$\theta_1$ (Probability)	---	-0,208128 0,0000	---	-0,207070 0,0000	-0,075300* 0,7074	0,903294 0,0000	-0,204124* 0,7213	0,995946 0,0000
$\Phi_2$ (Probability)	---	---	-6,63E-05* 0,9988	---	---	-0,977096 0,0000	---	-0,196299 0,0000
$\theta_2$ (Probability)	---	---	---	0,038889* 0,3682	---	0,953507 0,0000	0,045655* 0,7070	---
$R^2$	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,12	0,05	0,06
$\bar{R}^2$	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,11	0,04	0,05
$F$ (Probability)	24,73 0,0000	24,09 0,0000	12,69 0,0000	12,25 0,0000	12,40 0,0000	17,31 0,0000	8,38 0,0000	11,37 0,0000
AIC	-0,69	-0,69	-0,69	-0,68	-0,68	-0,76	-0,68	-0,70
SIC	-0,67	-0,67	-0,66	-0,66	-0,66	-0,72	-0,65	-0,67
SSR	15,72	15,76	15,64	15,75	15,72	14,49	15,71	15,40
LR	186,92	187,06	187,53	187,28	186,97	207,91	187,17	191,73

Tablo 2 incelendiğinde;

» SARIMA(0,1,2)(0,1,0)<sub>12</sub>, SARIMA(1,1,1)(0,1,0)<sub>12</sub>, SARIMA(2,1,2) (0,1,0)<sub>12</sub> ve SARIMA(1,1,2)(0,1,0)<sub>12</sub> süreçlerine ait tahmin edilen bazı parametrelerin anlamlı olmadığı (\* işaretli hücreler),

» SARIMA(2,1,1)(0,1,0)<sub>12</sub> sürecinin ise  $R^2, \bar{R}^2, AIC, SIC, SSR, LR$  kriterlerinin tümünde SARIMA(1,1,0)(0,1,0)<sub>12</sub>, SARIMA(0,1,1)(0,1,0)<sub>12</sub> ve SARIMA(2,1,0)(0,1,0)<sub>12</sub> süreçlerine nazaran *dmevlogev* serisini daha iyi modelleyebildiği görülmektedir. Bu bağlamda *dmevlogev* serisine en uygun modelin SARIMA(2,1,1)(0,1,0)<sub>12</sub> olduğu söylenebilir.

Tablo 3 incelendiğinde;

» ARI(2,1), IMA(1,2), ARIMA(1,1,1) ve ARIMA(1,1,2) süreçlerine ait tahmin edilen bazı parametrelerin anlamlı olmadığı (\* işaretli hücreler),

» ARIMA(2,1,2) sürecinin ise  $R^2, \bar{R}^2, AIC, SIC, SSR, LR$  kriterlerinin tümünde ARI(1,1), IMA(1,1) ve ARIMA(2,1,1) süreçlerine nazaran *dlogev* serisini daha iyi modelleyebildiği görülmektedir. Bu bağlamda *dlogev* serisine en uygun modelin ARIMA(2,1,2) olduğu söylenebilir.

Tablo 2’de yer alan SARIMA(2,1,1)(0,1,0)<sub>12</sub> ve Tablo 3’de yer alan ARIMA(2,1,2) modellerine ait kriter sonuçları Tablo 4’de bir arada sunulmuştur.

Tablo 4: SARIMA(2,1,1)(0,1,0)<sub>12</sub> ve ARIMA(2,1,2) Model Kıyaslaması

	$R^2$	$\bar{R}^2$	AIC	SIC	SSR	LR
SARIMA(2,1,1) (0,1,0) <sub>12</sub>	0,22	0,21	-0,95	-0,91	11,74	252,57
ARIMA (2,1,2)	0,12	0,11	-0,76	-0,72	14,49	207,91

Tablo 4 dikkate alındığında SARIMA(2,1,1)(0,1,0)<sub>12</sub> modelinin tüm kriterlerde daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Bu nedenle en uygun geçici modelin SARIMA(2,1,1)(0,1,0)<sub>12</sub> olduğu sonucuna varılmıştır. Bu bağlamda söz konusu model (12) numaralı denklemle ifade edilmiştir.

$$Y_t = -0,000111 + 0,504890 * Y_{t-1} + 0,242035 * Y_{t-2} - (-0,997330) * a_{t-1} + a_t \quad (12)$$

#### 4.3.4. Geçici Modelin Uygunluğunun Testi

Geçici modelin uygunluğunun testi maksadıyla (13) numaralı denklem kullanılmıştır.

$$Q_k = (N - d) \sum_{k=1}^K r_{e(k)}^2 \quad (13)$$

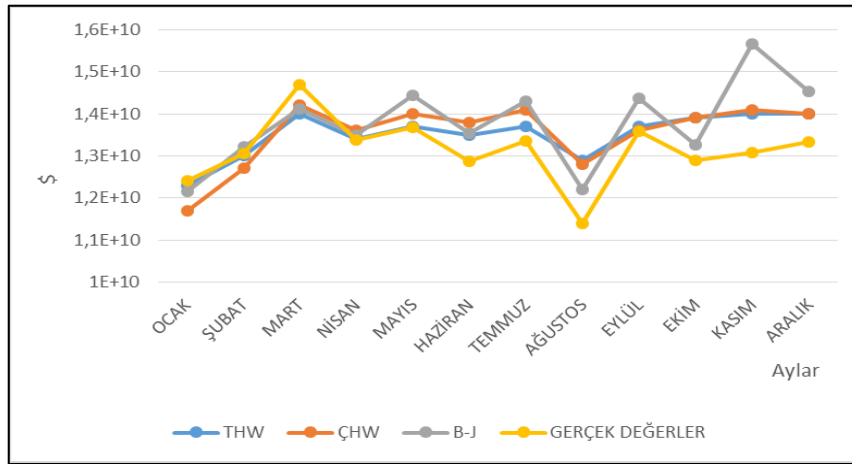
(13) numaralı denklemin uygulanması sonrası hesaplanan Q istatistik değerinin,  $Q_k$ , 117,59 olması ve bu değer  $\chi_{0,05;197}$  değerinden (124,342) küçük olması sonucu geçici modelin uygun olduğu ve Türkiye Dış Ticaret Hacminin gelecek dönemdeki alacağı durumun tahmininde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

#### 4.3.5. Analiz Sonuçları

Her üç tekniğin de 1969-2013 yıllarındaki Türkiye ihracat hacmi verilerine uygulanması sonucu hesaplanan 2014 yılı tahmin değerleri Tablo 5’de sayısal ve Şekil 13’de görsel olarak sunulmuştur.

Tablo 5: 2014 Yılı Tahmin Değerleri

Ay	THW Tahmin Değerleri	ÇHW Tahmin Değerleri	B-J Tahmin Değerleri	Gerçek Değerler
Ocak	1,23E+10	1,17E+10	1,21E+10	1,24E+10
Şubat	1,30E+10	1,27E+10	1,32E+10	1,31E+10
Mart	1,40E+10	1,42E+10	1,41E+10	1,47E+10
Nisan	1,34E+10	1,36E+10	1,35E+10	1,34E+10
Mayıs	1,37E+10	1,40E+10	1,44E+10	1,37E+10
Haziran	1,35E+10	1,38E+10	1,35E+10	1,29E+10
Temmuz	1,37E+10	1,41E+10	1,43E+10	1,33E+10
Ağustos	1,29E+10	1,28E+10	1,22E+10	1,14E+10
Eylül	1,37E+10	1,36E+10	1,44E+10	1,36E+10
Ekim	1,39E+10	1,39E+10	1,33E+10	1,29E+10
Kasım	1,40E+10	1,41E+10	1,57E+10	1,31E+10
Aralık	1,40E+10	1,40E+10	1,45E+10	1,33E+10



Şekil 13: 2014 Yılı Tahmin Değerleri

2014 yılının her ayı için 3 ayrı teknikle hesaplanan Tablo 5’deki tahmin değerlerinin gerçek değerlerden olan sapma yüzdelerinin ay ve yıl bazındaki değerleri (14) ve (15) numaralı denklem kullanılarak hesaplanmış ve Tablo 6’da verilmiştir.

$$Sapma\ Yüzdesi = \left( \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{\hat{Y}_t} \right) * 100 \quad (14)$$

$$ortalama_x = \left| \frac{\sum_{j=1}^{12} Sapma\ Yüzdesi_x}{12} \right| \quad x \in \{THW, \text{ÇHW}, B-J\} \quad (15)$$

Tablo 6 incelendiğinde, aylık bazda tahmin değerlerinin gerçek değerlerden sapma yüzdesinin her 3 yöntem için de % 10'un altında kaldığı ve ortalamada sapma yüzdesinin % 4 - % 6 arasında olduğu görülmüştür.

Tahmin aralığının uzaması tahmin tekniklerinin performansını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durumun tekniklerin performansında yaratacağı değişimlerin ve tekniklerin kıyaslanması aşamasında herhangi bir fark yaratıp yaratmayacağını tespiti amacıyla tahmin değerleri, 2014 yılının ilk 3 ayı, ilk 6 ayı, ilk 9 ayı ve tamamı için ayrı ayrı incelenmiştir. İnceleme sonucu değerlendirme kriterleri açısından elde edilen sonuçlar Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 6: Sapma Yüzdesi

Ay	THW	ÇHW	B-J
Ocak	8,06E-01	5,65E+00	2,42E+00
Şubat	7,63E-01	3,05E+00	-7,63E-01
Mart	4,76E+00	3,40E+00	4,08E+00
Nisan	0,00E+00	-1,49E+00	-7,46E-01
Mayıs	0,00E+00	-2,19E+00	-5,11E+00
Haziran	-4,65E+00	-6,98E+00	-4,65E+00
Temmuz	-3,01E+00	-6,02E+00	-7,52E+00
Ağustos	-1,32E+01	-1,23E+01	-7,02E+00
Eylül	-7,35E-01	0,00E+00	-5,88E+00
Ekim	-7,75E+00	-7,75E+00	-3,10E+00
Kasım	-6,87E+00	-7,63E+00	-1,98E+01
Aralık	-5,26E+00	-5,26E+00	-9,02E+00
<b>Ortalama</b>	<b>3,98E+00</b>	<b>5,14E+00</b>	<b>5,85E+00</b>

Tablo 7: Tahmin Tekniklerinin Kıyaslanması

		MAE	MAPE	RMSE
3 Aylık Periyot	THW	2,78E+08	2,03	4,0E+08
	ÇHW	5,12E+08	4,05	5,3E+08
	B-J	3,30E+08	2,46	3,7E+08
6 Aylık Periyot	THW	2,49E+08	1,83	3,8E+08
	ÇHW	4,99E+08	3,79	5,5E+08
	B-J	4,18E+08	3,04	4,9E+08
9 Aylık Periyot	THW	3,85E+08	2,89	6,0E+08
	ÇHW	5,74E+08	4,35	7,0E+08
	B-J	5,59E+08	4,10	6,3E+08
12 Aylık Periyot	THW	5,05E+08	3,72	6,8E+08
	ÇHW	6,55E+08	4,86	7,6E+08
	B-J	7,67E+08	5,38	9,9E+08

Tablo 7 incelendiğinde tahmin aralığı arttıkça tahmin performansında genel bir düşüş eğiliminin görüldüğü her 3 teknik içinde söylenebilmektedir. Bu durumda iyi bir tahmin için tahmin aralığının mümkün olduğunca kısa tutulmasının karar vericiler açısından yararlı olacağı değerlendirilmektedir.

Görüleceği gibi tüm tahmin aralıklarında her üç değerlendirme kriteri açısından da (3 aylık zaman aralığını kapsayan tahmin sonuçlarının RMSE değerlendirme kriteri altında aldığı değerler hariç) en iyi sonucu Toplamsal Holt-Winters Tekniği sergilemektedir. MAPE açısından değerlendirecek olursak tekniğin veri setine uygulanması sonucu elde edilen en kötü hata yüzdesi 5,38'dir. Yani Toplamsal Holt-Winters Tekniğinin kullanımı ile söz konusu değişkenin gelecekte alacağı değerleri en kötü %5 hata seviyesinde tahmin etme imkânına sahibiz.

Çarpımsal Holt-Winters ve Box-Jenkins Teknikleri kıyaslandığında; tahmin aralığının yılın tamamı (12 aylık dönem) olmadığı tüm durumlarda Box-Jenkins Stokastik Süreçler Tekniğinin daha iyi sonuçlar ürettiğini görebilmekteyiz. Bununla birlikte tahmin aralığını 12 aya çıkardığımızda Çarpımsal Holt-Winters Tekniğinin Box-Jenkins Stokastik Süreçler Tekniğine göre daha iyi sonuçlar üretmeye başladığını görebilmekteyiz.

Tüm değerlendirme aralıklarında ve tüm değerlendirme kriterlerinde ulaşılan sonuçlar dikkatle incelendiğinde, tahmin hata değerlerinin çok yüksek olmadığı görülmektedir. Örneğin; MAPE kriteri altında ulaşılan hata yüzdeleri 1,83 ile 5,38 aralığında seyretmektedir. Lewis (1997) %10'un altında MAPE değerine sahip tahminleri iyi birer tahmin olarak nitelendirmektedir. Bu bağlamda veri setine uygulanan her 3 teknik sonucu ulaşılan tüm tahmin değerlerinin yeterli doğrulukta olduğu söylenebilir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında trend ve mevsimsel özellik gösteren zaman serilerinin ileriye dönük tahminlerinde sıklıkla kullanılan Holt-Winters Üstel Düzeltme Yöntemleri ve Box-Jenkins Stokastik Süreçler Tekniği kullanılmış ve edinilen tahmin değerleri MAE, MAPE ve RMSE değerlendirme kriterleri altında birbiriyle kıyaslanmıştır. Ayrıca çalışma süresince tahmin aralığının tahmin performansı üzerinde yarattığı etki de araştırılmıştır.

Analizin sonunda her 3 tahmin tekniğinin de bulduğu tahmin değerlerine ait hata yüzdelerinin literatürde yer alan kabul edilebilir azami hata yüzdesinin (%10) altında kaldığı ve bu bağlamda tahminlerin arzu edilen seviyelerde doğruluk payına sahip oldukları görülmüştür. Bununla birlikte, Toplamsal Holt-Winters Tekniğinin en iyi tahmin değerlerini ve Çarpımsal Holt-Winters Tekniğinin ise en kötü tahmin değerlerini ürettiği sonucuna varılmıştır. Box-Jenkins Stokastik Süreçler Tekniği ile üretilen tahmin değerleri Toplamsal Holt-Winters Tekniği sonucu bulunanlardan daha kötü bir performans sergilemekle birlikte veri seti üzerinde yapılacak daha kapsamlı analizlerle sonuçların daha da iyileştirilebileceği düşünülmektedir. Ayrıca, beklenildiği gibi artan tahmin aralıklarının tahmin teknikleri üzerindeki olumsuz etkisi de çalışma sonunda ortaya konmuştur.

İleriki dönemde Box-Jenkins Tekniği ile bulunan modelin iyileştirilmesine yönelik analizlere ve tahmin teknikleri arasında kabul görmüş Yapay Sinir Ağları ile tahmin çalışmalarına ağırlık verilecektir.

## KAYNAKÇA

- AL-MULALI, U., SHEAU-TING, L. (2014), "Econometric Analysis of Trade, Exports, Imports, Energy Consumption and CO<sub>2</sub> Emission in Six Regions", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 33, 484-498.
- APAK, T. (2005). *İhracatın önemi, esasları, şekilleri, özellik arz eden hususlar ve ihracatının sıklıkla yaptığı hatalar*. [http://www.alomaliye.com/talha\\_apak\\_ihracatin\\_onemi.htm](http://www.alomaliye.com/talha_apak_ihracatin_onemi.htm) (19.02.2015).

- ARUMUGAM, P., ANITHAKUMARI, V. (2013), "Fuzzy Time Series Method for Forecasting Taiwan Export Data", *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 4(8), 3342-3347.
- BULUT, Ş. (2006). Orta ölçekli bir işletmede talep tahmin yöntemlerinin uygulanması. *Yüksek Lisans Tezi*. Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- DIAMANTOPOULOS, A., WINKLHOFER, H. (1999), "The Impact of Firm and Export Characteristics on the Accuracy of Export Sales Forecasts: Evidence from UK Exporters", *International Journal of Forecasting*, 15(1), 67-81.
- DIAMANTOPOULOS, A., WINKLHOFER, H. (2003), "Export Sales Forecasting by UK Firms Technique Utilization and Impact on Forecast Accuracy", *Journal of Business Research*, 56(1), 45-54.
- DRITSAKI, C., STIAKAKIS, E. (2014), "Foreign Direct Investment, Exports, and Economic Growth in Croatia: A Time Series Analysis", *Procedia Economics and Finance*, 14, 181-190.
- HSIAO, F. S. T., HSIAO, M. C. W. (2006), "FDI, Exports and GDP in East and Southeast Asia – Panel Data versus Time Series Causality Analyses", *Journal of Asian Economics*, 17(6), 1082-1106.
- [http://tr.wikipedia.org/wiki/Ticaret#Ticaretin\\_genel\\_kavram.C4.B1](http://tr.wikipedia.org/wiki/Ticaret#Ticaretin_genel_kavram.C4.B1), (19.02.2015).
- <http://tuikapp.tuik.gov.tr/disticaretapp/menu.zul>, (24.10.2014).
- LAWRENCE, M., O'CONNOR, M. (2000), "Sales Forecasting Updates: How Good Are They in Practice", *International Journal of Forecasting*, 16(3), 369-382.
- LEWIS, C. D. (1997), *Demand Forecasting and Inventory Control*, Wiley, New York, USA.
- MADY, M. T. (2000), "Sales Forecasting Practices of Egyptian Public Enterprises: Survey Evidence", *International Journal of Forecasting*, 16(3), 359-368.
- MAKRIDAKIS, S. G., WHEELWRIGHT, S. C., HYNDMAN, R. J. (1998), *Forecasting: Methods and Applications*, 3. Baskı. Wiley, New York, USA.
- MEYER, R., KRUEGER, D. (2005), *A Minitab Guide to Statistics*, 3. Baskı. Pearson, London, UK.
- MONTGOMERY, D. C., JENNINGS, C. L., KÜLAHCI, M. (2008), *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*, Wiley, New Jersey, USA.
- MOON, M. A., MENTZER, J. T., SMITH, C. D. (2003), "Conducting a Sales Forecasting Audit", *International Journal of Forecasting*, 19(1), 5-25.
- NESSET, E. (2004), "Exports and Productivity in a Small Open Economy: A Causal Analysis of Aggregate Norwegian Data", *Journal of Policy Modeling*, 26(1), 145-150.
- SEVÜKTEKİN, M., NARGELEÇEKENLER, M. (2010), *Ekonomik Zaman Serileri Analizi: Eviews Uygulamalı*, 3. Baskı, Nobel Yayın, Ankara, Türkiye.
- SUKAR, A. H., HASSAN, S. (2001), "US Exports and Time-Varying Volatility of Real Exchange Rate", *Global Finance Journal*, 12(1), 109-119.
- TRATAR, L. F. (2015), "Forecasting Method for Noisy Demand", *International Journal of Production Economics*, 161, 64-73.

- UTKULU, U., AYDEMİR, İ. (2008), *Türkiye'de Dış Ticaret İşlemleri ve Uygulaması (Teoriden Pratiğe)*, Gazi Kitabevi, Türkiye.
- WANG, C. C. (2011), “A Comparison Study between Fuzzy Time Series Model and ARIMA Model for Forecasting Taiwan Export”, *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9296-9304.
- WINKLHOFER, H., DIAMANTOPOULOS, A., WITT, S. F. (1996), “Forecasting Practice: A Review of the Empirical Literature and an Agenda for Future Research”, *International Journal of Forecasting*, 12(2), 193-221.
- WINKLHOFER, H., DIAMANTOPOULOS, A. (2002), “A Comparison of Export Sales Forecasting Practices among UK Firms”, *Industrial Marketing Management*, 31(6), 479-490.
- WINKLHOFER, H., DIAMANTOPOULOS, A. (2003), “A Model of Export Sales Forecasting Behavior and Performance Development and Testing”, *International Journal of Forecasting*, 19(2), 271-285.
- WONG, H. L., TU, Y. H., WANG, C. C. (2010), “Application of Fuzzy Time Series Models for Forecasting the Amount of Taiwan Export”, *Expert Systems with Applications*, 37(2), 1465-1470.
- XIAO, Z., GONG, K., ZOU, Y. (2009), “A Combined Forecasting Approach based on Fuzzy Soft Sets”, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 228(1), 326-333.
- YAGHMAIAN, B. (1994), “An Empirical Investigation of Exports, Development, and Growth in Developing Countries: Challenging the Neoclassical Theory of Export-Led Growth”, *World Development*, 22(12), 1977-1995.