

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**X-12 ARIMA METODUYLA SOSYO-EKONOMİK  
VERİLERİN ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAMİD YEŞİLYAYLA**

**DENİZLİ, AĞUSTOS - 2013**

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**X-12 ARIMA METODUYLA SOSYO-EKONOMİK  
VERİLERİN ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAMİD YEŞİLYAYLA**

**DENİZLİ, AĞUSTOS - 2013**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Hamid YEŞİLYAYLA tarafından hazırlanan "X-12 ARIMA METODUYLA SOSYO-EKONOMİK VERİLERİN ANALİZİ" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 23.08.2013 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman  
Doç. Dr. Kadir KAVAKLIOĞLU




Üye  
Yrd. Doç Dr. Emre ÇOMAK  
Pamukkale Üniversitesi



Üye  
Yrd. Doç Dr. Kemal VATANSEVER  
Pamukkale Üniversitesi



*tarihle 31/11 sayılı* Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez PAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onaylanmıştır. *25/09/20*



Prof. Dr. Nuri KOLSUZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.**

**Hamid YEŞİLYAYLA**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'H. Yeşilyayla', is positioned below the printed name.

## ÖZET

**X-12 ARIMA METODUYLA SOSYO-EKONOMİK VERİLERİN ANALİZİ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**HAMİD YEŞİLYAYLA**  
**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. KADİR KAVAKLIOĞLU)**

**DENİZLİ, AĞUSTOS - 2013**

Günümüzde var olan tüm şirketler ve kurumlar, meydana gelecek ekonomik ve siyasi krizlerin, küreselleşmenin, teknolojideki değişimin etkisi altındadır. Bu süreçten başarıyla çıkıp, gelecekte yaşanacak gelişmelere ayak uydurabilmeleri için başarılı bir planlama, strateji ve tahminleme yapılarak rekabet ortamında avantaj sağlanmalıdır. Bu tezde farklı tipte zaman serisi verileri için X-12 ARIMA metodu kullanılarak analiz yapılmış ve gerçeğe yakın tahmin değerlerine ulaşılmıştır.

Bu çalışmada, Türkiye'deki Elektrik, İthalat ve İhracat gibi sosyo-ekonomik zamansal veriler üzerinde X-12 ARIMA metodunu kullanarak analiz yapılmıştır. Aylık, dönemlik ve yıllık veriler öncelikle X-12 ARIMA metoduna uygun olarak düzenlenmiş ve daha sonra serinin trend, mevsimsel etkiler ve düzensiz bileşen verileri bulunmuş ve en son da gelecekteki verilerin tahminlenmesi ve analizi yapılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Zaman Serileri, X-12 ARIMA, Analiz, Tahminleme, Elektrik, Ekonomik Tahminler

## **ABSTRACT**

**X-12 ARIMA METHOD FOR ANALYSIS OF SOCIO-ECONOMIC DATA  
MSC THESIS  
HAMİD YEŞİLYAYLA  
PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE  
COMPUTER ENGINEERING  
(SUPERVISOR: ASSOC. PROFESSOR KADİR KAVAKLIOĞLU )**

**DENİZLİ, AUGUST 2013**

At present, all companies and institutions are under pressure due to possible economic and political crises in the future, globalization and technological change. To successfully come out of this process in the future and to keep pace with future developments; successful planning, strategy and competitive advantage estimation should be done. In this thesis, X-12 ARIMA method is applied to different types of socio-economic data.

In this study, Electricity, Import and Export, such as socio-economic analysis using the temporal data were made on the X-12 ARIMA method. Annual, quarterly and monthly data were prepared in accordance with the first X-12 ARIMA method, and then found the series trend, seasonal and irregular effects finally estimated future data and analysis on results

**KEYWORDS:** Time Series, X-12 ARIMA, Analysis, Estimation, Electricity, Economic Estimates

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Tezin Amacı .....	3
1.2 Literatür Özeti .....	4
1.3 Çalışmanın Özgünlüğü .....	7
<b>2. ZAMAN SERİLERİ</b> .....	<b>8</b>
2.1 Tahminleme .....	8
2.2 Zaman Serisi .....	8
2.2.1 Zaman Serilerinin Bileşenleri .....	9
2.2.1.1 Trend (Genel Eğilim) .....	9
2.2.1.2 Mevsim Bileşeni .....	9
2.2.1.3 Konjonktürel (Çevrimsel Bileşen) .....	10
2.2.1.4 Rassal Bileşen .....	10
2.2.1.5 Diğer Bileşenler .....	10
2.2.2 Mevsimsel Ayarlama .....	11
2.2.2.1 Toplamsal ve Çarpımsal Model .....	12
2.3 Zaman Serisi Analizi .....	14
2.3.1 Box-Jenkins (ARIMA) Metodolojisi .....	14
2.3.1.1 Otoregresif (AR) Süreç .....	15
2.3.1.2 Hareketli Ortalama (MA) Süreci .....	15
2.3.1.3 ARMA ve ARIMA Süreci .....	17
2.3.2 Zaman Serilerinde Durağanlık ve Trend .....	18
2.3.2.1 Otokorelasyon Fonksiyonu (ACF) ve Özellikleri .....	19
2.3.2.2 Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (PACF) .....	21
2.3.3 Modelin Testi .....	22
2.3.4 Modelin Belirlenmesi .....	23
2.3.4.1 Akaike Bilgi Kriteri (AIC) .....	23
2.3.4.2 Schwartz Bayesci Bilgi Kriteri (BIC) .....	23
2.3.5 Tahminleme .....	23
2.3.6 Tahminin Doğruluğu .....	24
<b>3. X-12 ARIMA METODU</b> .....	<b>26</b>
3.1 Trend ve Mevsimsel Bileşenlerin Tahmini .....	27
3.2 X-12-ARIMA Mevsimsel Filtreleri .....	28
3.3 X-12-ARIMA Trend Filtreleri .....	29
3.4 X-12-ARIMA Tanıları .....	29
3.5 Mevsimsel Ayarlama Kalite Ölçütleri .....	30
<b>4. BULGULAR</b> .....	<b>32</b>
4.1 Aylık Veriler .....	32
4.1.1 Brüt Elektrik Talep .....	32

4.1.2	İhracat .....	37
4.1.3	İthalat .....	41
4.2	Dönemlik Veriler .....	45
4.2.1	Brüt Elektrik Talep .....	45
4.2.2	İhracat .....	49
4.2.3	İthalat .....	53
<b>5.</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>58</b>
<b>6.</b>	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>60</b>
<b>7.</b>	<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>62</b>



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 3.1: X-12-ARIMA Metodu .....	26
Şekil 4.2: Türkiye Aylık Elektrik Brüt Talebinin Zaman Serisi Grafiği.....	33
Şekil 4.3: Türkiye Aylık Elektrik Brüt Talebinin Mevsimsel Etkilerden Arındırılmış Seri Grafiği .....	33
Şekil 4.4: Türkiye Aylık Elektrik Brüt Talebinin Trend Grafiği .....	34
Şekil 4.5: Türkiye Aylık Elektrik Brüt Talebinin Rassal Bileşen Grafiği .....	34
Şekil 4.6: Türkiye Aylık Elektrik Brüt Talep Rassal Bileşenin ACF ve PACF Grafikleri .....	35
Şekil 4.7: Türkiye Aylık Elektrik Brüt Talep ARIMA(2, 2, 1) Modeli Rassal Bileşenin ACF ve PACF Grafikleri .....	35
Şekil 4.8: Türkiye Aylık İhracatının Zaman Serisi Grafiği .....	37
Şekil 4.9: Türkiye Aylık İhracatının Mevsimsel Etkilerden Arındırılmış Seri Grafiği .....	38
Şekil 4.10: Türkiye Aylık İhracatının Trend Grafiği .....	38
Şekil 4.11: Türkiye Aylık İhracatının Rassal Bileşen Grafiği .....	39
Şekil 4.12: Türkiye Aylık İhracatı Rassal Bileşenin ACF ve PACF Grafikleri .....	39
Şekil 4.13: Türkiye İhracat ARIMA(3, 2, 1) Modeli Rassal Bileşenin ACF ve PACF Grafikleri .....	40
Şekil 4.14: Türkiye Aylık İthalatının Zaman Serisi Grafiği .....	42
Şekil 4.15: Türkiye Aylık İthalatının Mevsimsel Etkilerden Arındırılmış Seri Grafiği .....	42
Şekil 4.16: Türkiye Aylık İthalatının Trend Grafiği .....	43
Şekil 4.17: Türkiye Aylık İthalatının Rassal Bileşen Grafiği .....	43
Şekil 4.18: Türkiye Aylık İthalatı Rassal Bileşenin ACF ve PACF Grafikleri .....	44
Şekil 4.19: Türkiye Dönemlik Elektrik Brüt Talebinin Zaman Serisi Grafiği .....	46
Şekil 4.20: Türkiye Dönemlik Elektrik Brüt Talebinin Mevsimsel Etkilerden Arındırılmış Seri Grafiği .....	46
Şekil 4.21: Türkiye Dönemlik Elektrik Brüt Talebinin Trend Grafiği .....	47
Şekil 4.22: Türkiye Dönemlik Elektrik Brüt Talebinin Rassal Bileşen Grafiği .....	47
Şekil 4.23: Türkiye Dönemlik Elektrik Brüt Talep Rassal Bileşenin ACF ve PACF Grafikleri .....	48
Şekil 4.24: Türkiye Dönemlik İhracat Zaman Serisi Grafiği .....	50
Şekil 4.25: Türkiye Dönemlik İhracat Mevsimsel Etkilerden Arındırılmış Seri Grafiği .....	50
Şekil 4.26: Türkiye Dönemlik İhracatının Trend Grafiği .....	51
Şekil 4.27: Türkiye Dönemlik İhracatının Rassal Bileşen Grafiği .....	51
Şekil 4.28: Türkiye Dönemlik İhracatı Rassal Bileşenin ACF ve PACF Grafikleri .....	52
Şekil 4.29: Türkiye Dönemlik İthalatının Zaman Serisi Grafiği .....	54
Şekil 4.30: Türkiye Dönemlik İthalatının Mevsimsel Etkilerden Arındırılmış Seri Grafiği .....	54
Şekil 4.31: Türkiye Dönemlik İthalatının Trend Grafiği .....	55
Şekil 4.32: Türkiye Dönemlik İthalatının Rassal Bileşen Grafiği .....	55
Şekil 4.33: Türkiye Dönemlik İthalatı Rassal Bileşenin ACF ve PACF Grafikleri .....	56

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

Tablo 4.1: Türkiye Aylık Elektrik Brüt Talebinin 2011 Yılı Tahmin Değerleri ve Hata Oranları .....	36
Tablo 4.2: Türkiye Aylık İhracatının 2012 Yılı Tahmin Değerleri ve Hata Oranları .....	40
Tablo 4.3: Türkiye Aylık İthalatının 2012 Yılı Tahmin Değerleri ve Hata Oranları .....	44
Tablo 4.4: Türkiye Dönemlik Elektrik Brüt Talebinin 2011 Yılı Tahmin Değerleri ve Hata Oranları .....	48
Tablo 4.5: Türkiye Dönemlik İhracatının 2012 Yılı Tahmin Değerleri ve Hata Oranları.....	52
Tablo 4.6: Türkiye Dönemlik İthalatının 2012 Yılı Tahmin Değerleri ve Hata Oranları.....	56

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>ACF</b>	: Autocorrelation Function Otokorelasyon Fonksiyonu
<b>ARMA</b>	: Autoregressive Moving Average; Oto regresif Hareketli Ortalama
<b>ARIMA</b>	: Autoregressive Integrated Moving Average; Oto regresif Entegre Hareketli Ortalama
<b>PACF</b>	: Partial Autocorrelation Function Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu
<b>TRAMO</b>	: Time Series Regression with ARIMA noise; ARIMA Gürültüsüyle Zaman Serisi Regresyonu
<b>TRAMO-SEATS</b>	: İspanya Merkez Bankası Tarafından Geliştirilen Mevsimsel Düzeltme Yazılımı
<b>X-11</b>	: ABD Sayım Bürosu'nun Mevsimsel Ayarlama Yazılımı
<b>X-11-ARIMA</b>	: Kanada İstatistik'in Mevsimsel Ayarlama Yazılımı
<b>X-12-ARIMA</b>	: ABD Sayım Bürosu'nun Mevsimsel Ayarlama Yazılımı
<b>X-13A-S</b>	: İspanya Merkez Bankası ile ABD Sayım Bürosu İşbirliği ile Geliştirilen Mevsimsel Ayarlama Yazılımı

## ÖNSÖZ

Bu çalışmada, Türkiye'deki Elektrik, İthalat ve İhracat gibi sosyo-ekonomik zamansal verileri üzerinde X-12 ARIMA metodunu kullanarak tahminleme yapılmıştır. Yıllık, Dönemlik ve Aylık veriler öncelikle X-12 ARIMA metoduna uygun olarak düzenlenmiş ve daha sonra serinin Trend, Mevsimsel Etkiler ve Düzensiz Bileşen verileri bulunmuş ve en son da gelecekteki verilerin tahminlenmesi ve analizi yapılmıştır.

Kendisinden gerek çalışma alanım hakkında gerek akademik hayata dair birçok şey öğrendiğim tüm hocalarıma ve özellikle beni daha önce üzerinde çalışmadığım bir alanla tanıştıran her konuda desteğini eksik etmeyen, çok değerli saygıdeğer hocam ve tez danışmanım Doç Dr. Kadir KAVAKLIOĞLU'na; Tezimin başlangıcından bu yana çalıştığım konu üzerine gerekli verilere ulaşmamı sağlayan TÜİK(Türkiye İstatistik Kurumu)'e; Lisansüstü eğitimim boyunca maddi açıdan gerekli desteği gördüğüm bilimin ve bilim insanının destekçisi olan TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Dairesi'ne; Her şeyden önemlisi bugüne kadar maddi ve manevi desteklerini eksik etmeyen dostlarıma ve aileme çok teşekkür ederim.

# 1. GİRİŞ

Planlama, strateji ve tahminleme gelecekte başarıya ulaşmak için iç içe geçmiş yöntemlerdir. Planlama, günümüzden geçmişe doğru elde edilen veriler ve ileriki yıllarda meydana gelebilecek gelişmeler dikkate alınarak ulaşılmak istenen hedef için gerekli adımları gösteren bir süreçtir. Başka bir ifadeyle plan; üzerinde çalışılan konuda bazı amaçlara ulaşmak için gelecekte uygulanacak kararları alırken rasyonel ve düzenli çözümlenmesi gereken bir tekniktir.

Sadece Türkiye'de değil tüm dünyada rekabetin en önemli göstergesi, talebin altında olan arzın hızla talebin üstüne çıkmasıdır. Tüm şirket ve kurumlar, varlıklarını korumak için rekabet koşullarına ayak uydurabilmeleri adına planlar yapmalı ve doğru stratejiler üretmelidir. Sahip olunan yetenek, beceri ve kaynakların üzerine yeni stratejiler üreterek değer kazanma çabasında olmayan şirketlerin zamanla gerilemesi kaçınılmaz olacaktır.

Planlama geleceğe yöneliktir. Planlama belirli bir zaman dilimini kapsar ve o zaman dilimi içerisinde uygulanabilmelidir bunun için de gelecek tahmini isabetli olmalıdır. Aksi halde yapılan tahminin doğru olmaması planın başarısız olmasını sağlayacaktır. Planlama yapılırken karşılaşılabilecek en büyük güçlük, şimdiki zaman koşulları içinde günümüz verileriyle geleceğin isabetli bir şekilde tahmin edilmesidir. Şirketlerin öncelikli ve önemli hedefi belirsizliklerle dolu olan geleceklerini bugünden planlamaktır. Planlamada başarıya ulaşmak başarılı ve doğru tahminlemeye bağlıdır. İleriye dönük kararlar alabilmek için iyi bir strateji kurarak plan geliştirilmeli ve bu plana göre tahminleme yapılmalıdır. Öte yandan, günümüz üzerinden isabetli bir tahminleme yapmak zor bir eylemdir. Tahminlemeyi zorlaştıran en önemli faktörler gelecekteki belirsizlik ve karşılaşılabilecek risklerdir. Belirsizliğe sebep olan faktörler arasında ekonomik, kanuni, mevsimsel değişimler ve gelecekteki teknolojik gelişmeler gösterilebilir. İşletmeler ve kurumlar, yaşanacak belirsizliğin etkilerini yok etmek veya bunların etkilerini en aza indirmek için birçok önlem alabilir. Doğru istatistiksel verilerin kullanılması ve güçlü bir bütçeleme sisteminin varlığı, şirketin mevcut durumlarını değerlendirerek karşılaşılabilecek belirsizlikleri yok etmekte önemlidir. Şirketlerin hazırlayacakları

planlara esas teşkil edecek verilerin toplanarak, bu verileri doğru ve bilimsel olarak işlemleri ve alınan sonuçlar ışığında verilecek kararlar şirket ve kurumların zamanı doğru kullanmalarını sağlayarak çalışmalarını sağlayacaktır. Planlamanın amacı bir işin en düşük maliyetle, en verimli ve doğru bir şekilde yapılabilmesini sağlamaktır.

Peter Marshall: "Yapılmış küçük işler, planlanmış büyük işlerden daha iyidir" derken planın uygulanabilir olmasına dikkat çekmektedir. Başarılı bir şekilde zamanında gerçekleştirilmeyen plan değersizdir. Planın başarılı olabilmesi için doğru strateji kurulmalı fakat asıl amaç geleceğe dönük tahminlerde bulunmak değil, doğru öngörüler doğrultusunda geleceği yönlendirebilmektir.

Gerek ekonomik veriler gerekse enerji verileri üzerinde çalışırken oluşturulan modellerle amaçlanan çalışmaların en başında tahminleme yer almaktadır. Serilerin önceden tahmin edilmesi, şirket ve kurumların ekonomi politikaları hazırlamalarında ve gerekli planları yapmaları açısından önem taşımaktadır. Tahminleme yapılırken kullanılan bilgi, üzerinde çalışılan seriye ait günümüzden geçmişe gözlem değerlerinden oluşur. Bu gözlem verilerinden faydalanılarak üzerinde çalışılan değişkenin gelecekte alacağı değer tahmin edilir. Zaman serileri üzerinde yapılan ARIMA metodu ile yapılan tahminlemelerde bağımlı değişkenin geçmiş değerleri ve gelecekteki tahmin değerleri arasında bir ilişkinin kurulması amaçlanmaktadır. Zaman serisi modelleri trend, mevsimsellik ve düzensiz (rassal, stokastik) etkiler sonucunun bir ürünü olarak meydana gelir.

Bu çalışmada kullanılan X-12-ARIMA metodunun ilk sürümünü 1998 yılında ABD Sayım Bürosu başlatmıştır. X-12-ARIMA, X-11 ve X-11-ARIMA/88'in tüm özelliklerini içerir ve kullanıcılara X-11 ve X-11-ARIMA'nın ötesinde yeni özellikler sağlar. X-12-ARIMA farklı zaman serisi bileşenlerinin tahminini geliştirmek için ARIMA modelleme ve ayrıca regresyon tekniklerini içermektedir. X-12-ARIMA ayrıntılı olarak tezin ilerleyen kısımlarında incelenmiştir. ABD Sayım Bürosu X-12-ARIMA'dan sonra X-13-ARIMA-SEAT programını çıkarmıştır. X-13-ARIMA-SEAT, X-12-ARIMA'nın tüm özelliklerini içerir ve ayrıca şu yenilikleri getirmiştir:

- ARIMA hataları (regARIMA modeller) ile lineer regresyon modelleri için geniş zaman serisi modelleme ve model seçimi yetenekleri getirmiştir.

- Hem SEAT prosedürünün bir versiyonunu kullanılarak ARIMA model tabanlı mevsimsel düzeltme yapabilme yeteneğine sahip hem de X-11 prosedüründen parametrik olmayan düzeltmeler yapılmasına olanak vermiştir.
- Kullanıcıya tanınan seçeneklerin başarılı seçimleriyle kaliteli ve dengeli düzeltmelerin yapıldığı tespit edilmiştir.
- Bir seferde birçok seriyi başarılı şekilde işleme yeteneğine sahiptir.

Bu çalışmada aylık ve dönemlik veriler X-12-ARIMA metodu kullanılarak tahminleme yapılmıştır.

### **1.1 Tezin Amacı**

Bu tez çalışması ile amaçlanan; Türkiye'deki Elektrik, İthalat ve İhracat gibi sosyo-ekonomik zamansal veriler üzerinde X-12 ARIMA metodunu kullanarak gelecekteki kazanç ya da maliyet unsurunu çevreleyen belirsizliği azaltmak için tahminleme yapmaktır. Türkiye'deki gerek özel gerekse kamu kuruluşlarına gelecek planlarını yapma konusunda örnek teşkil edecek bir çalışma yaparak onlara yardımcı olmak amaçlanmıştır. Bu çalışmada çeşitli türdeki zaman serileri üzerinde çalışarak X-12-ARIMA'nın aylık, dönemlik ve yıllık veriler üzerindeki davranışları ve bunlar üzerinde nasıl sonuçlar verdiği incelenerek X-12-ARIMA üzerinde çalışma yapan araştırmacılara fikir vermesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, tahminlemenin önemi ve türlerinden bahsedilerek zaman serilerinden, zaman serilerinin özelliklerinden ve zaman serilerinde bir tahmin metodu olan X-12 ARIMA'dan ayrıntılı olarak bahsedilmiştir. Aylık, dönemlik ve yıllık veriler öncelikle X-12 ARIMA metoduna uygun olarak düzenlenmiş ve daha sonra serinin trend, mevsimsel etkiler ve düzensiz bileşen verileri bulunmuştur. Son bölümde çalışmanın özeti verilerek sonuç ve öneriler sıralanmıştır.

## 1.2 Literatür Özeti

X-12 ARIMA metodu kullanılarak Türkiye'nin sosyo-ekonomik verilerin tahminlemesi daha önce yapılmamıştır. Gerek Türkiye'de gerekse dünya üzerinde yapılan çalışmalar ARIMA metoduna dayanmaktadır. ARIMA metodu ile ülkemizde de birçok ekonomik veri tahminlemesi yapılmıştır. Özellikle enflasyon, tarım, hayvancılık, enerji, üretim, hidroloji, turizm vb. alanlarda ARIMA metodu kullanılarak çalışmalar yapılmıştır. ARIMA metodu kullanılarak yapılan tahminleme çalışmaları genellikle oluşturulan modeller arasındaki doğruluk testleri ve performans analizleri üzerinedir. Bazı çalışmalar ise çalışma yapılan konu üzerinde geleceğe yönelik tahminler elde etme yönündedir.

Literatürde X-12 ARIMA metodunu kullanarak yapılan çalışmalara rastlanmamakla birlikte Zhou ve Dong (2012), Koc ve Altınay (2007), Miller ve Williams (2004) ve Findley, Wills ve Monsell (2004)'ün gerçekleştirdiği çalışmalar mevcut olup, genel olarak elde edilen sonuçlardan hareketle X-12 ARIMA metodunun zaman serileri üzerinde yapılan tahminlemedeki başarısına vurgu yapılmıştır.

Aşağıda yurt dışında X-12 ARIMA metodu kullanılarak yapılan çalışmaların haricinde zaman serileri üzerinde ARIMA yöntemiyle yapılan çalışmalara da değinilmiştir:

Zhou ve Dong (2012), X-12 ARIMA metodunu kullanarak Çin'in ham petrol ithalatının potansiyel mevsimselliğini incelenmesi üzerine çalışma yapmışlardır. Bu çalışmayla stok kontrolü ve üretim planlama konusunda şirketlere yardımcı olmayı amaçlamışlardır. Çalışmalarında Çin'in son 16 yılına ait aylık ve dönemlik ham petrol net ithalat verilerini kullanmışlardır. 1995-2010 yılları arasındaki verileri kullanarak 2011 yılını tahmin etmişler ve gerçek değerler ile tahmin değerleri arasındaki hataya bakarak X-12 ARIMA'nın başarılı sonuç verdiği kararına varmışlardır. Dönemlik verilerin aylık verilere göre mevsimsel düzeltme açısından daha iyi olduğu; mevsimsel faktörlerin ilkbahar ve yaz dönemlerinde pozitif, kış ve sonbahar dönemlerinde negatif olma eğiliminde olduğu ve son yıllarda kış döneminin yavaş fakat diğer mevsimsel dönemlerin daha güçlü büyüdüğü sonucuna varmışlar.



Koc ve Altınay (2007), yaptıkları çalışmada bir pazar segmentasyonu açısından Türkiye turizminde aylık kişi başı turist harcamalarındaki mevsimsel değişimleri analiz eder. Çalışmalarında bir mevsimsel birim kök testi ve yeni geliştirilen ayırma teknikleri (TRAMO-SEATS, X-12-ARIMA) kullanılmış. Turist harcama verilerinde stokastik ve güçlü mevsimsellik var olduğunu bulmuşlar. Kişi başı turist harcamalarındaki mevsimselliğin, turist gelişindeki mevsimsellikten önemli ölçüde farklı olduğunu gösteren bulgulara ulaşmışlar. Ulaştıkları sonucun turizmde hem de mikro ve makro düzeyde etkin kaynak tahsisi ve pazar bölümlenme açısından karar vericiler için etkileri vardır.

Pfeffermann, Morry ve Wong (1995), X-11 ARIMA tahmin edicilerinin varyanslarını tahmin etmek için Pfeffermann (1993, J. Zaman Serisi Analizi, 15, 85-116) tarafından önerilen bir yöntem uzantısı olarak bu çalışmayı yapmışlardır. Yapılan yeni çalışma daha önce yapılan çalışmaya ek olarak hata terimlerinin varyans ve kovaryanslarındaki değişikliklere izin verilmesi ve çarpımsal ayrıştırmanın kullanımını içerir. Ayrıca çalışmalarında mevsimsellikten arındırılmış tahmin edicilerin varyanslarının, orjinal serilerden sonuca ulaşmak için kullanılan ARIMA modellerinin tanımlanması ve tahminlenmesinden ve ayrıca uç verilerin kademeli değiştirilmesi ve tanımlanmasından nasıl etkilendiğini incelemişler.

Miller ve Williams (2004), X-12-ARIMA ile tahminlenen mevsimsel değişimin sönümlendirilmesinin zaman serilerindeki mevsimsel ayarlamalarının doğruluğunu ne derece arttırdığı üzerinde çalışmışlardır. Araştırmalarının sonucunda sönümlenmiş X-12-ARIMA mevsimsel değişiminin zaman serilerinde daha doğru mevsimsel ayarlamalara yol açtığını görmüşler böylece kurumlara, tahminleme ve tahmin metodu değerlendirmesi yapan araştırmacılara güvenilir bir temel oluşturmuşlardır.

Findley, Wills ve Monsell (2004), Miller ve William'ın büzülme metodunu tahminleme yerine çarpımsal mevsimselliğe sahip serilerde performansı kısıtlayan mevsimsel düzeltmeler üzerinde test etmişlerdir. X-12-ARIMA ile yapılan otomatik tahminlemede yerel büzülmelerin %50 olduğu ve uygulanacak bir sönümleme ile büzülmelerin %40 seviyesine indiğini, bunun da mevsimsel ayarlama kalitesini arttırdığını göstermişlerdir. Çalıştıkları birkaç seri de global büzülmenin doğru

sonuçlar vermediğini kanıtlayıp bu seriler üzerinde yerel bzlmeler uygulayarak daha iyi sonuç elde edilmiştir.

Erdogdu (2007), 2000'li yılların başında Türkiye'de meydana gelen elektrik talep artışı sebebiyle yaşanacak olan enerji krizini özlemek için ARIMA metodunu ve eşbütünleşme analizini kullanarak elektrik talep tahmini yapmış ve sonuçları karşılaştırmıştır. Yaptığı çalışmada tüketiciler gelir değişikliğinin kısıtlı olduğunu ve bunun sonucunda Türk elektrik piyasasında ekonomik düzenlemeye ihtiyaç olduğu sonucuna varmıştır.

Ediger ve Akar (2006), Gelişmekte olan piyasalarda enerji talebinin tahminine vurgu yaparak ekonomik ve demografik parametrelere göre zaman serisi tahminlemenin daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. alışmalarında 2005 yılından 2020 yılına kadar gelecekteki birincil enerji talebinin tahminlemesini mevsimsel ARIMA yöntemiyle yapmışlardır. Yaptıkları çalışmanın sonucunda bireysel enerji kaynakları yıllık ortalama büyüme oranı ve toplam birincil enerjinin ahşap ve hayvan-bitki kalıntıları dışındaki tüm durumlarda azalacağı ve negatif büyüme oranı göstereceği belirlenmiştir. Enerji talep oranında düşüş olması önümüzdeki yıllarda enerji yoğunluğunun artış göstereceği şeklinde yorumlanmıştır. Diğer bir yorum ise enerji talebinde herhangi bir azalma olması tahmin dönemi içinde ekonomik büyümeyi yavaşlatacaktır.

Dilaver ve Hunt (2011), Türk sanayi elektrik talebinin tahmin etmek amacıyla Türk sanayi elektrik tüketicileri ile elektrik fiyatlarının arasındaki ilişkiyi araştırdıkları bir çalışma yapmışlardır. Bunun için 1960-2008 yılları arasındaki yıllık verileri kullanarak, yapısal zaman serisi tekniği uygulayarak Türkiye için sanayi elektrik talep fonksiyonunu tahmin etmişlerdir.

Meik ve Karabacak (2011), Yaptıkları çalışmada 2003-2011 dönemine ait Tüketiciler Fiyat Endeksi serisinden yararlanarak 2010-2012 dönemi için TÜFE serisinin tahminin yapılmasını amaçlamışlardır. Aylık veriler üzerinde çalışarak uygun modeli bulmak için önce seriyi mevsimsel etkilerden arındırmışlar ve seriyi durağan hale getirip, uygun modeli bulacak çalışmalar yaparak tahminleme işlemini ARIMA metodu ile gerçekleştirmişlerdir.

### 1.3 Çalışmanın Özgünlüğü

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu tez çalışmasının aksine hiçbir çalışmada X-12 ARIMA metodu kullanılarak Türkiye'deki farklı zaman serisi türlerindeki sosyo-ekonomik veriler üzerinde tahminleme yapılmadığı görülmüştür. Bu çalışmada hem çalışma yapılan veri türleri çeşitli olup hem de zaman serileri aylık, dönemlik ve yıllık verilerden oluşmaktadır.

Tahmin yapılan veri türlerindeki gerçek değerler ile tahmin değerleri incelendiğinde, gerçek değerlerin tahmin alt sınırları ile üst sınırları arasında çıkması ve etkin sonuçlar vermesi çalışmanın özgünlüğünü ortaya koymaktadır.

## **2. ZAMAN SERİLERİ**

### **2.1 Tahminleme**

Tahminleme gelecek olayların önceden kestirilmesi sürecidir. Geçmişin gelecekte de devam edeceği varsayımına dayanır. Tahminlemede gelecekte meydana gelecek değişiklikler ve rassallıklar nedeni ile hata olabilir. Tahmin dönemi uzadıkça, zaman ekseninin de ilerledikçe tahminin doğruluk derecesi azalır. Yani kısa dönem tahminler uzun döneme göre daha doğru sonuçlar verir. İyi bir tahminin özellikleri; zamandalık, doğruluk, anlamlı birimler ve anlaşılmasının kolay olmasıdır. Tahmin yapıldıktan sonra tahmin hatası hesaplanmalıdır. Tahmin hatası bize tahminimizin ne kadar doğru olduğunu gösterir. Metodumuzun yanlış olması, yanlış tahmin tekniği ve verideki rassal değişimler hataya sebep olan başlıca nedenler arasındadır.

### **2.2 Zaman Serisi**

Bir zaman serisi, saatlik, günlük, haftalık, aylık, dönemlik veya yıllık gibi düzenli zaman aralıklarında alınan ölçümler dizisidir. Geçmiş döneme ait veriler bir zaman serisi formundadır.

Tahmin tiplerinin başlıcalarından ve bu çalışmada kullanılan zaman serileri modelleri geleceğin de geçmişteki gibi olacağı varsayımına dayanarak, geçmiş deneyimleri ve bilgileri kullanarak geleceği tahmin etme de kullanılan bir yöntemdir. Zaman serileri ile tahminleme kantitatif (objektif) istatistiki nicel bir yöntemdir. Tahminleme yapılan veriler ne kadar iyiye o derece doğru sonuçlar elde edilir. Bu model basit olduğu ve tahminleme için kolay olması sebebiyle kullanılır.

## **2.2.1 Zaman Serilerinin Bileşenleri**

Zaman serilerini en iyi şekilde anlayabilmek için zaman serilerini oluşturan unsurları incelemek gerekmektedir. Zaman serileri dört bileşenden oluşmaktadır. Bunlar: Trend(Genel Eğilim), mevsim bileşeni, çevrimsel bileşen ve düzensiz bileşendir.

### **2.2.1.1 Trend (Genel Eğilim)**

Veri gözlem değerinin uzun dönemde izlediği seyirdir. Bu eğilimi açıklayan bileşene de trend bileşeni denir. Trend bileşeni, üzerinde çalışılan bağlı değişken üzerindeki genel eğilime neden olan uzun dönemli etkileri açıklar. Zaman serileri uzun dönemde kararlı yükselme veya alçalma şeklinde bir eğilime sahiptir yani trend aynı kalmaz. Zaman içinde herhangi bir değişim göstermeyen, hemen hemen aynı düzeyde kararlılık gösteren serilerin trendi yoktur. Trend orta ve uzun dönemde her yükselme ve alçalmayı yansıtmayıp genel olarak dereceli bir artış veya azalışı yansıtır.

### **2.2.1.2 Mevsim Bileşeni**

Mevsimsel bileşen, zaman serilerinin aynı zaman noktalarındaki gözlem değerlerinde meydana gelen düzenli değişimleri açıklar. Zaman serileri açısından kullanılan verilerin kimi dönemleri diğer dönemlere göre farklılık gösterir. Mevsimsellik, gerçek değerlerin serinin ortalama değerinden sapma miktarı cinsinden ifade edilir. Mevsimselliğe neden olan etkiler yön ve büyüklük açısından istikrarlı etkilerdir. Olası nedenler arasında doğal etkiler ( hava), idari faaliyetler (eğitim-öğretim yılı başlangıç ve bitiş tarihleri) ve sosyal/kültürel/dini gelenekler (Noel ve bayram tatilleri) gösterilebilir.

Birbirini izleyen iki mevsimsel değişimin maksimum noktaları arasındaki aralığa dalga uzunluğu denir. Bir mevsimsel değişimin maksimum ve minimum noktası arasındaki yükseklik farkına dalga şiddeti adı verilir. Mevsimsel değişimler, dalga uzunluklarının birbirine eşit olması nedeniyle periyodik, tekrar tekrar meydana

gelmiş olmaları nedeniyle de döngüsel özelliğe sahip değişimlerdir. Mevsimsel değişimlerin dalga uzunluğunun ve dalga şiddetinin doğru olarak belirlenmesi, zaman serisi çözümlerinde en önemli konulardandır. Çünkü bu durum, çözümlene amacıyla kullanılan yöntem türünün ve model tipinin belirlenmesine etki eder. Mevsimsel değişimler düzenli değişimler olduğundan herhangi bir zaman dönemi için etkileri daha kolay tahminlenebilir [1].

### **2.2.1.3 Konjonktürel (Çevrimsel Bileşen)**

Mevsimsel değişimlerle ilgili olmayan dönemsel değişimlerdir. Ekonomik değişkenlerde genellikle, sabit bir oranda artış ya da azalış görülmez. Trend düzeyi etrafında, iki ile on yıl ya da daha fazla zaman aralıklarıyla, herhangi bir dönemde artma ya da azalma şeklinde tekrarlanabilen değişimler gözlenir. Bu değişimlere çevrimsel bileşeni oluşturur. Konjonktürel bileşenin açıkladığı değişimler periyodik olmayan, ancak döngüsel olan değişimlerdir. Konjonktürün artma yönündeki etkisi trendin artış eğilimini hızlandırır. Buna karşılık, konjonktürün azalma yönündeki etkisi trendin artış hızını yavaşlatır hatta tamamen durdurulabilir [1].

### **2.2.1.4 Rassal Bileşen**

Trend, çevrimsel bileşen ve mevsimsel etkiler dışında kalan her şeydir. Diğer unsurlar gibi belirli olmayan, hata terimi ile ifade edilebilecek düzensiz değişimlerdir. Rassal değişimler, beklenmedik olayların zaman serileri üzerindeki etkisiyle meydana gelen değişimlerdir. Zamanı, etki ve süresi bakımından tahmin edilemezdir.

### **2.2.1.5 Diğer Bileşenler**

İşlem günü etkileri ve hareketli tatil etkileri zaman serisi üzerinde yanıltıcı etkiye sahiptir. Artık yıl olmayan Şubat ayı sebebiyle işlem günü etkisi görülür. Bazı zaman serilerinde ölçümler aylık olarak tutulur ve ölçümler o ay içerisindeki değerlerin toplamlarından oluşur. Şubat ayında her iş gününden dörder adet olmasına

karşın diğer aylarda iş günü sayılarında fazlalık görülür. Eğer bir aktivite diğer günlere kıyasla bazı günlerde daha yüksekse seri işlem günü etkisine sahip olabilir. Her zaman ayın aynı gününe denk gelmeyen tatil etkilerine hareketli tatil etkisi denir.

Ayların iş günü sayısındaki farklılıklar, mevsimsel değişme varmış izlenimi verir ve bu yanıltıcı etki yapar. İşlem günü ve hareketli tatil etki derecesi, mevsimsel faktörlerin derecesinden küçüktür.

Zaman serileri tüm bu kendilerini oluşturan bileşenlere ayrıştırıldıktan sonra, bileşenlerin toplamı şeklinde,  $Y_t = T_t + S_t + C_t + I_t$  ya da çarpımsal yöntem ile  $Y_t = T_t * S_t * C_t * I_t$  şeklinde belli bir t döneminde Y zaman serisi ifade edilebilir.  $T$  trend,  $S$  mevsimsel bileşen ve  $I$  rassal bileşeni ifade etmektedir. Ayrıca literatürde trend ve çevrimsel bileşen birleşik olarak,  $Y_t = T_t + S_t + I_t$  şeklinde görülebilmektedir.

### 2.2.2 Mevsimsel Ayarlama

Mevsimsel ayarlama, bir zaman serisinden mevsimsel etkileri bulma ve bu etkileri kaldırma sürecidir. Mevsimsel ayarlamanın temel amacı mevsimsel ve düzensiz bileşenler içeren bir zaman serisini ayrıştırmaktır. Çünkü mevsimsel etkiler bir zaman serisinin istenmeyen özellikleridir. Mevsimsel ayarlama, gürültü azaltma odaklı bir yaklaşım olarak düşünülebilir. Serinin yönü, dönüş noktaları ve tutarlı veriye ulaşmak için mevsimsel ayarlama gerekli bir işlemdir. Mevsimsel hareketler serinin bu özelliklerinin görülmesini zorlaştırır ve bu nedenle ekonomik zaman serilerinden mevsimsel hareketlerin kaldırılması gerekmektedir.

Mevsimsel hareketleri anlayabilmemiz için verideki mevsimsel hareketlerin nerde gerçekleştiği bilgisine sahip olmamız gerekir. Bunun için verimiz zaman serisi formatında olmalıdır. Bir zaman serisinin analiz için kullanılabilir olması için;

- Belirtilen periyotlar aynı, özdeş olmalıdır.
- Ölçümler örtüşmeyen ve ardışık dönemler boyunca olmalıdır.
- Ölçülen değerlerin konsepti ve değerlere ulaşım yolu zaman içinde tutarlı olmalıdır.

Mevsimsel etkiler gittikten sonra serinin yönünün nerde değiştiğini bulabiliriz. Serinin yönü artandan azalana veya tam tersi yönde değişimi bulunmuş olur. Mevsimsel etkileri kaldırdıktan sonra zaman serinin davranışı hakkında daha iyi bir bakış elde edilir ve mevsimsel ayarlama farklı zaman serilerini karşılaştırma konusunda gerekli tutarlılığı sağlar.

Mevsimsel ayarlama sırasında, mevsimsel etkiler orjinal seriden çıkarılır. Eğer varsa işlem günü ve hareketli tatil günü etkileri de kaldırılır. Bu nedenle mevsimsellikten arındırılmış seriler trend ve rassal bileşenlerin bir kombinasyonudur.

Mevsimsel ayarlama tek bir çözümü olmayan karmaşık bir prosedürdür. İyi bir mevsimsel ayarlama yapabilmek için tatil hareketleri ve iş günü bileşenleri gibi takvimsel etkiler gözletilmelidir. Mevsimsel ayarlama uğradığında seri bazı bilgileri kaybeder ve bu nedenle hem serinin orijinalinin hem de mevsimsel olarak düzeltilmiş halinin birlikte düşünülmesi fayda sağlamaktadır [2].

### 2.2.2.1 Toplamsal ve Çarpımsal Model

Zaman serilerinde mevsimsel ayarlama yaparken iki çeşit mevsimsel ayarlama modeli kullanılır. Bunlar zaman serisinin bileşenlerinin toplamı ya da çarpımı şeklindedir.

Toplamsal Model formu aşağıda verilmiştir;

$$Y_t = T_t + S_t + I_t \quad \text{veya} \quad Y_t = T_t + (S_t + TD_t + H_t) + I_t$$

$T_t$  trend,  $S_t$  mevsimsel bileşeni,  $I_t$  rassal bileşeni,  $TD_t$  işlem günü etkisini,  $H_t$  hareketli tatil günü etkisini göstermektedir. Toplamsal modelde, mevsimsellikten arındırılmış seri ( $A$ ), orjinal seriden tahmini mevsimsel bileşen çıkarılmasıyla elde edilir;

$$A_t = Y_t - S'_t = T_t + I_t$$

$S'_t$  başka takvim etkileri içerebilir;

$$S'_t = S_t + TD_t + H_t$$



Çarpımsal Model aşağıda verilmiştir;

$$Y_t = T_t * S_t * I_t \quad \text{veya} \quad Y_t = T_t * (S_t * TD_t * H_t) * I_t$$

$T_t$  trend,  $S_t$  mevsimsel bileşeni,  $I_t$  rassal bileşeni,  $TD_t$  işlem günü etkisini,  $H_t$  hareketli tatil günü etkisini göstermektedir. Çarpımsal modelde, mevsimsellikten arındırılmış seri (A), orjinal serinin tahmini mevsimsel bileşene bölünmesiyle elde edilir;

$$A_t = Y_t / S'_t = T_t * I_t$$

Toplamsal model, eğer mevsimsel dalgalanmaların büyüklüğü serinin düzeyi ile değişmiyorsa ve seri sıfır veya negatif değer içermiyorsa uygundur. Çarpımsal model ise mevsimsel dalgalanmaların büyüklüğü serinin düzeyi ile artıyorsa ve veri pozitif değerlerden oluşuyorsa uygundur.

Çarpımsal ayrıştırma için bazı durumlarda serinin logaritması alınır. Logaritma, çarpımsal ilişkiyi toplamsal ilişkiye dönüştürür.

$$Y_t = T_t * S_t * I_t$$

çarpımsal modeli aşağıdaki modele eşdeğerdir;

$$\log(Y_t) = \log(T_t) + \log(S_t) + \log(I_t)$$

Logaritma ayrıca seriler üzerinde varyans dengeleyici etkisi görür. Logaritmik transformasyon yapılmazsa serinin seviyesi yükseldikçe mevsimsel değişimlerde yükselir [2].

## 2.3 Zaman Serisi Analizi

### 2.3.1 Box-Jenkins (ARIMA) Metodolojisi

Zaman serileri kesikli, doğrusal ve stokastik süreç içeriyorsa Box-Jenkins veya ARIMA modeli olarak adlandırılır [3,4].

Box-Jenkins ya da diğer adıyla ARIMA yöntemi tek değişkenli bir model olup zaman serilerini tahmininde ve kontrolünde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, zaman serilerini geçmiş ölçüm değerleri ve olasılıksal hata terimi ile açıklamaktadır. Box-Jenkins yaklaşımı zaman serilerinin durağan olduğunu varsayımına göre hareket eder. Ancak gerçekte zaman serilerinin ortalama ve varyansında zamana bağlı olarak değişim olmaktadır. Trend, mevsimsel etkiler, rassal veya rassal olmayan dalgalanmalar zaman serilerindeki bu değişime neden olmaktadır. Zaman serilerinin durağan olmaması durumunda serinin en az bir kere farkı alınması gerekmektedir ve durağanlaştırma sonucunda ARMA yapısı oluşturulur.

Box-Jenkins yönteminin temeli ARIMA(p, d, q) paradigmasına dayanır. Otoregresif ve hareketli ortalamaya sahip zaman serileri incelemekte ve bu yöntemle göre zaman serilerinin durağanlığını korelogram ile tespit edilmekte ve yine zaman serisinin ne tür bir süreç içerdiği de korelasyon fonksiyonları ile analiz edilmektedir. Zaman serilerinin durağan olmama durumunda farkı alınarak durağanlaştırılmakta fakat fark işleminden sonra da durağanlık sağlanamadıysa veri setine geri dönülmektedir. Durağanlık sağlandıktan sonra model tahmini yapılır ve tahminleme işlemi yapılır [5,6]. Zaman serilerinin analiz edilebilmesi için serilerin durağan olması ve beyaz gürültü içermesi gerekmektedir.

Box-Jenkins Yöntemi ile tahmin edilen zaman serisi modelleri; Otoregresif (AR) Modeli, Hareketli Ortalama (MA) Modeli, Otoregresif-Hareketli Ortalama (ARMA) Modeli ve Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama (ARIMA) Modelidir.

### 2.3.1.1 Otoregresif (AR) Süreç

Bir AR modelinde, bağımlı değişken geçmişteki değerinin bir fonksiyonudur. Birçok zaman serisi verisi de bu süreci içermektedir.

Basit bir AR (Otoregresif) modeli;

$$X_t = a_0 + a_1 X_{(t-1)} + \varepsilon_t$$

Bu denklem birinci dereceden otoregresif AR(1) modelidir.  $X_t$  değişkeninin bugünkü değeri, bir önceki dönemdeki değere,  $a_1$  değeri ile ifade edilen gecikme değerine ve  $\varepsilon_t$  öngörülemeyen hata (beyaz gürültü) terimine eşittir. Modelde  $X$ 'in şimdiki ve gecikmeli değerinden başka değişken olmadığından veriler kendi adına gelecekteki değeri belirler.

Modelin genel olarak AR(p) olarak gösterimi şu şekildedir;

$$X_t = a_0 + a_1 X_{(t-1)} + a_2 X_{(t-2)} + \dots + a_p X_{(t-p)} + \varepsilon_t$$

AR(p) yani p'ninci dereceden otoregresif serinin otokovaryans fonksiyonu;

$$Y_h = a_0 + a_1 Y_{(h-1)} + a_2 Y_{(h-2)} + \dots + a_p Y_{(h-p)}, h > 0$$

Otokorelasyon fonksiyonu;

$$\rho_h = a_0 + a_1 \rho_{(h-1)} + a_2 \rho_{(h-2)} + \dots + a_p \rho_{(h-p)}, h > 0$$

şekindedir [7]. Burada  $p=1$  olduğunda AR(1) yani birinci dereceden otoregresif model,  $p=2$  olduğunda AR(2) yani ikinci dereceden otoregresif model olarak adlandırılır.

### 2.3.1.2 Hareketli Ortalama (MA) Süreci

Bir zaman serisini oluşturabilecek tek tasarım otoregresif model değildir. Eğer serinin gecikmeli hata terimi, şimdiki hata terimini etkiliyorsa hareketli ortalama süreci tanımlanır. Bir hareketli ortalama sürecinde değişkenin tahmin

değeri, hata terimlerinin tahmin değeri ile ilgilidir. MA süreci, hata teriminin önceki dönem değerleri ve öngörülemez hata teriminin bir fonksiyonudur.

Basit bir MA (Hareketli Ortalama) modeli;

$$X_t = \mu + \varepsilon_t - \alpha_1 \varepsilon_{(t-1)}$$

Bu denklem birinci dereceden hareketli ortalama serisi yani MA(1) modelidir. Burada  $\varepsilon_t$ ,  $WN(0, \sigma^2)$  şeklinde gösterilen beyaz gürültü serisidir. Yani MA süreci, sabit sayıda beyaz gürültü hatalarının zaman içerisinde hareket eden bir doğrusal birleşimdir. Hareketli ortalama sürecinde, her bir gecikmeli hata terimi onun şimdiki değerini etkilemektedir.

Modelin genel olarak MA(q) olarak gösterimi şu şekildedir;

$$X_t = \mu + \alpha_0 \varepsilon_t - \alpha_1 \varepsilon_{(t-1)} - \alpha_2 \varepsilon_{(t-2)} - \dots - \alpha_q \varepsilon_{(t-q)}$$

$X_t$ , ortalaması sıfır,  $|t| > q$  için ve  $\gamma_y(q) \neq 0$  olacak şekilde otokovaryans fonksiyonlu durağan bir süreç ise yukarıda verilen genel gösterime sahiptir.

MA(q) yani q'nuncu dereceden hareketli ortalama serisinin otokovaryans fonksiyonu;

$$\gamma_y(0) = \sigma^2(1 + \theta_1^2)$$

$$\gamma_y(1) = -\theta_1 \sigma^2$$

$$\gamma_y(k) = 0, k > 1$$

Otokorelasyon fonksiyonu;

$$\rho_y(1) = \frac{-\theta_1}{1 + \theta_1^2}$$

$$\rho_y(k) = 0, k > 1$$

Bir zaman serisinin otokorelasyon fonksiyonu belli bir gecikmeden sonra hızla düşüşe geçiyorsa yani sifıra yaklaşıyorken, kısmi otokorelasyon fonksiyonu üstel olarak azalıyorsa hareketli ortalama serisi uygulanır [8]

### 2.3.1.3 ARMA ve ARIMA Süreci

Bazı zaman serileri hem otoregresif (AR) hem de hareketli ortalama (MA) özelliklerini de taşıyabilir. Bazen sadece AR veya sadece MA süreçleri tarafından zaman serileri ifade edilemez. Bu modele otoregresif hareketli ortalama (ARMA) denmektedir.

Hem  $Y$  hem de  $\varepsilon$ 'nin bir önceki değerlerini içeren ARMA(1, 1) modeli şu şekildedir;

$$X_t = \theta + a_1 X_{(t-1)} + \varepsilon_t + b_1 \varepsilon_{(t-1)}$$

Modelin genel olarak ARMA(p, q) olarak gösterimi şu şekildedir;

$$X_t = \theta + a_1 X_{(t-1)} + \dots + a_p X_{(t-p)} + \varepsilon_t + b_1 \varepsilon_{(t-1)} + \dots + b_q \varepsilon_{(t-q)}$$

Yukardaki genel ARMA(p, q) modelinde p otoregresif ve q hareketli ortalama olmak üzere toplam p+q terim bulunmaktadır.

Çoğu zaman serisinin tümleşik olduğu yani durağan olmadığı bilinmektedir. Zaman serisinin durağan olmadığını belirten I(integrated) seri tarafından içerilen trendi ifade etmektedir. Ayrıca eğer zaman serilerinde genelde olduğu gibi bir durağan olmama durumunun olması ya da durağan bir zaman serisi ile karşılaşmamız d ile ifade edilir ve zaman serisi hangi düzeyde durağan ise belirtilir. Birinci derece tümleşik I(1) olan serinin birinci farkının durağan I(0) serisini oluşturmaktadır. Aynı şekilde I(2) olan bir zaman serisinin iki kez farkı alınarak I(0) elde edilir. Genel olarak I(d) olan bir zaman serisinin d kez farkı alınarak durağanlaştırılır ve bu seri artık ARMA(p, q) süreci ile modellenebilir hale gelir. Bu modele de otoregresif entegre hareketli ortalama ARIMA(p, d, q) denir.

ARIMA olarak ifade edilen süreç değerlendirilecek olursa, ARIMA(p, d, q) zaman serisinin p'ninci dereceden kendisinin gecikmesi ile ilişkisini ifade eden AR(p) sürecini içerdiğini, q ile ifade edilen ve hata terimlerinin geçmiş değerleri ile ilişkisini ifade eden ve rassal süreci yansıtmayı açısından hata terimlerinin düzleştirilme metotlarından olan MA(q) sürecini ifade etmektedir.

ARIMA(p, d, q) modeli AR(p), MA(q) ve ARMA(p, q) modellerini kapsayıcı niteliktedir. MA(2) modeli ARIMA(0, 0, 2) ve ARMA(1, 1) modeli ARIMA(1, 0, 1) şeklinde yazılabilir. Zaman serilerinin karakteristiğini p, d ve q değerleri belirler. Box-Jenkins yani ARIMA'nın hedefi p, d ve q değerlerini bulmayı ve daha sonra bu serileri tahmin etmektir. Serinin yapısı, otokorelasyon fonksiyonu (ACF) ve kısmi otokorelasyon fonksiyonu (PACF) ile anlaşılır. PACF tepe sayısı AR sürecini tanımlamayı, ACF tepe sayısı ise MA sürecisini tanımlamayı sağlar.

### 2.3.2 Zaman Serilerinde Durağanlık ve Trend

Pratik açıdan, bir zaman serisinin durağan olması için aşağıdaki şartları sağlaması gerekmektedir;

a) Ortalama =  $E(X_t) = \mu$

b) Varyans =  $V(X_t) = \sigma^2$

c) Kovaryans =  $Cov(X_t, X_{t+h})$  kovaryansı sadece h'ye bağlıdır [9].

Zaman serilerinin durağan olması olarak ifade edilen şey, zaman içinde varyansın ve ortalamasının sabit olması ve gecikmeli iki zaman periyodundaki değişkenlerin kovaryansının değişkenler arasındaki gecikmeye bağlı olup zamana bağlı olmamasıdır [10]. Zaman serisinin ortalamasının tanımlanamaz ve varyansının sonsuz olması durağan olmamanın belirleyenleridir. İki tür durağanlık yaklaşımı vardır. Güçlü durağanlık modeldeki değişkenlerin olasılık yoğunluk fonksiyonunun tümünün zamanda bağımsız olması durumudur. Zayıf durağanlık ise serinin ortalaması, varyansı ve kovaryansının sabit olma durumudur.

Zaman serilerinin durağan olmaması durumunda, zaman serileri trend içerecektir. Zaman serileri durağan değilse, stokastik(rassal) ya da deterministik(öngörülebilir) trend içermektedirler. Ancak seri üzerinde uzun dönemde deterministik bir trendin varlığı ile düzensiz modellerde zaman içinde ortaya çıkan ve bir müddet sonra kayıp olan trendler birbirinden farklıdır.

Deterministik trend, oldukça uzun bir dönemde ortaya çıkan ve yükseliş ve alçalış zikzakları arasında belli bir yöndeki uzun dönemdeki eğilimi ifade etmektedir. Zaman serisi içerisinde trendin bütünü ile kestirilebilir oluşu deterministik trende işaret etmektedir.

$$Y_t = a + \beta_t + \varepsilon$$

Söz konusu denklem bize durağan olmayan bir zaman serisi içerisindeki deterministik trendi tarif etmektedir. Bir serinin birim kökü yoksa bu seri deterministik bir trende sahiptir [11].

Bir seri birim köke sahipse stokastik bir trende sahiptir.

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon$$

Stokastik trend yukarıdaki denklemle ifade edilir. Yine stokastik ve deterministik trendle birlikte gösterimi de mümkündür [12]. Zaman serisine yapılacak doğrusal trend ilavesi ile yani trendsizleştirme sonucunda eğer zaman serisi durağan hale geliyorsa bu zaman serisinin deterministik bir trende sahip olduğunu, ancak eğer doğrusal bir trend ilavesi zaman serisini durağan hale getirmiyorsa bu durumda fark alınarak zaman serisi durağan hale getirileceğinden stokastik bir trend geçerlidir [13].

Zaman serilerinin durağanlığı korelogram ile tespit edilmekte ve yine zaman serisinin ne tür bir süreç içerdiği de korelasyon fonksiyonları ile analiz edilmektedir.

### 2.3.2.1 Otokorelasyon Fonksiyonu (ACF) ve Özellikleri

Durağanlığın tespitinde görsel saptama tekniği olara otokorelasyon fonksiyonu (ACF) kullanılır. Korelogram, otokorelasyon fonksiyonun grafiğidir. Otokorelasyon bir serideki elemanların kendi aralarındaki ilişkiyi araştırır. Otokorelasyon katsayısı, bir zaman serisiyle bu serinin gecikmeli serileri arasındaki ilişkileri ifade eder. Yani,  $(X_1, X_{1+h}), (X_2, X_{2+h}), \dots, (X_{t-h}, X_t)$  veri çiftleri arasındaki ilişki olup, h'ninci gecikmeye ait korelasyondur.

Birinci dereceden otoregresif AR(1) sürecinde;

$$Y_t = a + bX_t + u_t$$

Otokorelasyon olmaması için;

$$\begin{aligned} Cov(u_t, u_{t-1}) &= E\{[u_t - E(u_t)][u_{t-1} - E(u_{t-1})]\} \\ &= E(u_t u_{t-1}) = 0, (t \neq t-1) \end{aligned}$$

$u_t$  ile  $u_{t-1}$  zaman noktalarındaki rassal  $u$  hatalarının arasındaki kovaryansın 0'a eşit olması gerekir. Otokorelasyon olması durumunda iki değer arasında ilişki vardır ve bu durum aşağıdadır.;

$$E(u_t u_{t-1}) \neq 0 \quad t \neq t-1$$

Durağan bir zaman serisinin otokorelasyon fonksiyonu;

$$\rho(h) = \frac{\gamma(h)}{\gamma(0)} = \frac{Cov(X_t, X_{t+h})}{\sqrt{Var(X_t)Var(X_{t+h})}} = \frac{\sum_{t=1}^{n-h} (X_t - \bar{X})(X_{t+h} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2}$$

şeklinde tanımlanır ve aşağıdaki özellikleri sağlar.

a)  $\rho(h)$  fonksiyonu simetriktir. Yani  $\rho(h) = \rho(-h)$

b)  $|\rho(h)| \leq 1$  bütün h'ler için

c)  $\rho(h)$  negatif olmaya tanımlıdır [14].

Otokorelasyon, uygulamada daha çok zaman serilerinde ortaya çıkmaktadır. Otokorelasyon verinin rastgele olup olmadığını test etmek için kullanılır. Eğer rastgele ise bütün otokorelasyonlar sifıra yakındır. Değişik zaman



aralıkları (h) için bulunacak ACF(h) katsayısı değerleri ilişkilendirildiğinde korelogram elde edilir. ACF(h) değerleri 1 ile -1 arasındadır. Korelogramda serinin durağan olup olmadığı ve bir beyaz gürültü serisi olup olmadığı iki şekilde teşhis edilebilir. Bir zaman serisinde beyaz gürültü olması durumunda otokorelasyon değeri normal dağılıma,  $1/n$  varyansa ve sıfır ortalamaya sahiptir. Korelogramda yatay eksen korelasyon fonksiyon değerini, kesik çizgiler ise % 95 güven aralığını göstermektedir ve bu aralığın dışına çıkan değerler için korelasyon değerinin sıfırdan farklı olduğu anlamı çıkar.

Zaman serilerinde otokorelasyon, zaman periyodunun büyüklüğü veya küçüklüğüne göre değişebilir. Periyot, bir aylık veriye dayanıyorsa, otokorelasyon büyük, üç aylıksa biraz daha küçük ve yıllıksa daha da küçüktür. Zaman serilerinde genellikle pozitif otokorelasyona rastlanır. Çünkü ani düşüş ve yükselişler pek gerçekleşmez. Otokorelasyon varsa trend oluşur, rassallık ortadan kalkar ve hata terimlerinin de rassallığı yok olmuş olur. Otokorelasyonun belirlenmesinde kullanılan ve en çok bilinen testlerden biri Durbin-Watson testidir. Eğer otokorelasyon varsa otokorelasyonu düzeltmek için fark alma yöntemi kullanılır ve düzelene kadar fark almaya devam edilir.

### 2.3.2.2 Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (PACF)

Kısmi otokorelasyon fonksiyonu gecikmeli değişkenler arasındaki ilişkiyi ifade eder. Otoregresif zaman serilerinde modelin derecesini belirlemek için otokorelasyon fonksiyonu yeterli değildir. Bu nedenle kısmi otokorelasyon kullanılır.

$X_t$ 'nin  $X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{t-k}$  üzerine regresyon yapıldığında  $X_{t-k}$ 'nin katsayısı  $k$ 'nci kısmi otokorelasyon olarak tanımlanır ve  $\phi(k)$  şeklinde gösterilir [7]. Bir zaman serisinin kısmi otokorelasyon fonksiyonu şu şekildedir;

$$\rho(j) = \sum_{i=1}^k \phi_{ik} \rho(j-i), \quad j=1, 2, \dots, k$$

PACF,  $k$  gecikme uzaklıktaki gözlemler arasındaki ilintiyi ölçerken  $k$ 'ye kadar olan ara gecikmeleri denetler ya da diğer bir ifadeyle ara gecikmeleri sabit tutar.

AR modelinin bağımlı değişken (lag) sayısını bulmak için kullanılmaktadır. Kısmi otokorelasyon katsayısı sıfır olana kadar önceki bağımlı değişken modele eklenir. AR(p) modelinde,  $k > p$  için  $X_t$  ile  $X_{t-k}$  arasındaki kısmi otokorelasyon fonksiyonu sıfıra eşit olmalıdır.

### 2.3.3 Modelin Testi

Belli bir ARIMA modeli tahmin edildikten sonraki adım verilerin modele ne derece yaklaştığını incelemektir. ACF ve PACF grafiklerine bakarak beyaz gürültü olup olmadığına bakmak bir test seçeneği olduğu gibi bazı uygunluk testleri de mevcuttur. Uygunluk testleri, modelin seri için uygun olup olmadığını gösterir. Bunun için parametre tahminleri geçici uygun modelde yerine konularak tahminler yapılır. Tahmin hataları serisi meydana getirilir ve bu serilerin otokorelasyonları hesaplanarak inceleme yapılır. İnceleme sonunda bu otokorelasyonlar zaman serisi unsuru ihtiva etmiyorsa ve bu katsayılar istatistiki olarak sıfırdan anlamlı değillerse geçici model, uygun model olarak kabul edilir, aksi halde yeniden uygun model aramak gerekir. Modelin uygunluk testi için en çok kullanılan testlerden biri Box-Ljung testidir.

Box ve Ljung tarafından önerilen Q Box-Ljung testi aşağıdaki gibi hesaplanır [15].

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k}$$

Burada,  $n$  gözlem sayısı,  $m$  test edilen gecikme sayısı,  $\hat{\rho}_k$   $k$  gecikmesi için hesaplanan otokorelasyon katsayısıdır.

Eğer  $Q > X_{1-\alpha, (m-p-q)}^2$  ise hipotez reddedilir. Bu durumda model uygun olmadığı için başka bir model araştırılır. Burada  $p$  ve  $q$  ARIMA modelinin derecesidir [16].

### 2.3.4 Modelin Belirlenmesi

Uygulamada seriye uygun birden çok model olabilir. Bu durumda seriye en uygun modelin seçimi için bazı kriterler geliştirilmiştir.

#### 2.3.4.1 Akaike Bilgi Kriteri (AIC)

Zaman serileri modelinin belirlenmesinde en yaygın kullanılan kriterlerden biridir. Akaike bilgi kriteri,

$$AIC = n \ln \hat{\sigma}_e^2 + 2M$$

formülü ile hesaplanır [7]. Burada,  $M$  modelin parametre sayısıdır yani  $M = p+q+1$ 'dir ve  $n$  gözlem sayısıdır. Denenen modellerin içinde hangisinin AIC değeri küçükse en uygun model kabul edilir.

#### 2.3.4.2 Schwartz Bayesci Bilgi Kriteri (BIC)

Akaike bilgi kriterine benzer şekilde geliştirilmiş bir model kriteridir ve Schwartz Bayesian Kriteri (SIC) olarak adlandırılır.

$$BIC = n \ln \hat{\sigma}_e^2 + M \ln n$$

formülüyle hesaplanır [17]. Burada,  $M$  modelin parametre sayısıdır yani  $M = p+q+1$ 'dir ve  $n$  gözlem sayısıdır.

### 2.3.5 Tahminleme

Zaman serisine uygun bir model oluşturduktan sonra geçmiş değerler kullanılarak rastgele değişkenin gelecek değerleri için tahminleme yapılır.

Birinci dereceden otoregresif AR(1) modeli için öngörü;

$$\hat{X}_n(h) = \mu + \phi(\hat{X}_n(h-1) - \mu) = \mu + \phi[\mu + \phi(\hat{X}_n(h-2) - \mu) - \mu]$$

$$= \mu + \phi\mu - \phi^2\mu - \phi\mu + \phi^2\hat{X}_n(h-2)$$

...

$$= \mu + \phi^h(\hat{X}_n - \mu) \text{ şeklindedir.}$$

Birinci dereceden hareketli ortalama MA(1) modeli için öngörü;

$$\hat{X}_n(h) = \begin{cases} \mu - \theta e_t, & h = 1 \\ \mu, & h = 2, 3, 4, \dots \end{cases}$$

şeklindedir.

ARMA(1,1) modelinde öngörü;

$$X_t = \phi X_{t-1} + e_t - \theta e_{t-1}$$

$$\hat{X}_n(1) = \phi X_t - \theta e_t$$

$$\hat{X}_n(2) = \phi \hat{X}_n(1) = \phi(\phi X_t - \theta e_t)$$

...

$$\hat{X}_n(h) = \begin{cases} \phi X_t - \theta e_t, & h = 1 \\ \phi^{h-1} \hat{X}_n(1), & h = 2, 3, 4, \dots \end{cases}$$

şeklindedir [18].

### 2.3.6 Tahminin Doğruluğu

Zaman serileri üzerinde ARIMA yöntemiyle gelecek verilerin tahmini yapıldıktan sonra bu tahminin doğruluğunu incelemek de önemli adımlardan biridir. Tahminin doğruluğunu incelemek için yapılan hatayı bulmak gereklidir. Tahmin

hatalarını gözleyerek farklı metotlar veya uygulanan modeller arasında seçim yaparak zaman serimize en uygun olanını bulabiliriz.

$$\text{Hata} = \text{Gerçek Değer} - \text{Tahmin Değeri}$$

Yukarıdaki genel hata denkleminin haricinde tahminin doğruluğunu inceleyen bazı kriterler mevcuttur. Bunlar;

Ortalama Mutlak Sapma (MAD)'da gerçek değer ile tahmin değeri arasındaki uzaklıkların ortalamasına bakılır. Formülü aşağıdaki gibidir;

$$MAD = \sum \frac{|A_t - F_t|}{n}$$

Ortalama Karesel Hata (MSE)'de hata karelerinin ortalamasına bakılır. Formülü aşağıdaki gibidir;

$$MSE = \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n-1}$$

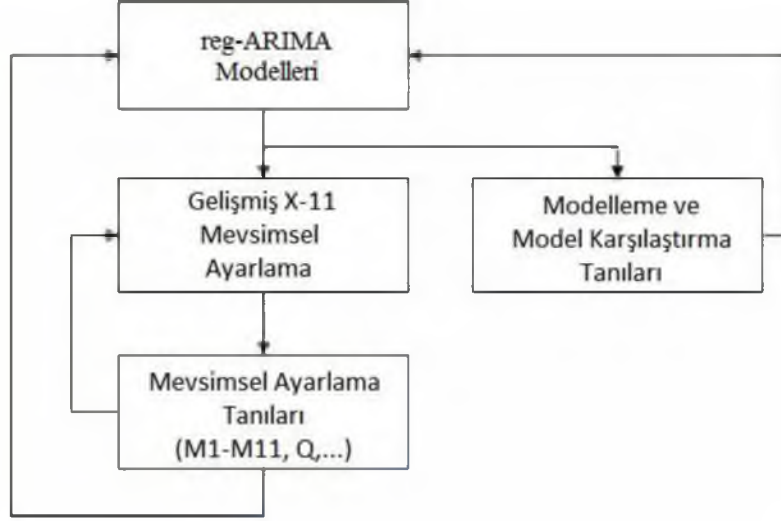
Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE), hacimle ilişkilidir. Bu kriter, bir hata değerinin gerçek değerle oranını bulma temeline dayanır ve bunu tüm tahmin değerlerine uygular. Formülü aşağıdaki gibidir;

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|A_t - F_t| * 100}{A_t}}{n}$$

Takip göstergesi kriteri yanlılık ölçümünde kullanılır. Yanlılık, tahminlerin gerçek değerlerinden büyük veya küçük olma eğilimini gösterir. Takip göstergesi değeri idealde sıfır olmalıdır fakat +/-%5 kabul edilebilir bir limittir. Aksi halde tahminde yanlılık vardır.

### 3. X-12 ARIMA METODU

X-12-ARIMA, Amerika Birleşik Devletleri Nüfus Bürosu tarafından geliştirilen mevsimsel ayarlama programıdır. Kanada İstatistik tarafından geliştirilen X-11-ARIMA programına dayanmaktadır.



Şekil 3.1: X-12-ARIMA Metodu

Şekil 3.1, bir zaman serisi analizinin kronolojik sırasını göstermektedir. X-12-ARIMA'nın kullandığı yapıların tarihsel sıralamasına bakılacak olursa; X-11 mevsimsel ayarlama metodu 1960'lı yıllarda Amerika Nüfus Bürosu tarafından geliştirilmiştir. X-11-ARIMA programı X-11 programının geliştirilmiş hali olup 1980'li yıllarda Kanada İstatistik tarafından geliştirilmiştir. X-12-ARIMA programı ise son yıllarda Amerika Nüfus Bürosu tarafından geliştirilen ve reg-ARIMA modelleme stratejisini kullanan bir metottur [18].

Reg-ARIMA, bir zaman serisi içinde var olan bileşenleri tahmin etmek için regresyon modelleri kullanıldığında regresyon modelindeki hatalar ile hatalardaki korelasyonu modellemek için ARIMA'nın kullanıldığı bir modeldir. Başka bir ifadeyle reg-ARIMA, regresyon etkilerini (iş günü etkisi, hareketli tatil günü etkisi vb.) tahmin etmek için kullanılır.

X-12-ARIMA yapısı, zaman serisinin X-11 mevsimsel ayarlamasından önce yapılan ön mevsimsel ayarlama için reg-ARIMA modelini kullanır. Reg-ARIMA

modeli sayesinde serinin toplamsal aykırılıkları, işlem ve tatil günü etkileri ile ARIMA metodu kullanılarak zaman serisinin tahminlenmesi yapılır. Sonrasında, X-11 zaman serisini trend, mevsimsel etkiler ve düzensiz bileşene ayırır. En son ise mevsimsellik tanı araçları sayesinde modelin kalitesi arttırılır.

X-11-ARIMA'ya göre yapılan geliştirmeler şunlardır;

- Zaman serisini tahminlemek için ARIMA'yı daha iyi kullanabilmek adına küçük revizyonlarla mevsimsel etkilerin bulunabilmesi simetrik hareketli ortalama filtrelerini kullanır.
- Daha geniş hareketli ortalama seçenekleri sunmaktadır.
- Yeni giriş sözdizimine sahiptir ve yeni çıkış dosyaları sunmaktadır.
- Yeni kullanıcı arayüzüne sahiptir.
- Seriyi daha iyi tanımlayabilmek için yeni araçlara sahiptir.

Kanada İstatistik tarafından geliştirilen X-11-ARIMA metodu, orjinal seriye uygun ARIMA modeli uydurur, sonra orjinal seriyi genişletmek için model tahminleme kullanır. Bu genişletilmiş seriler daha sonra mevsimsellikten standart X-11-ARIMA mevsimsel ayarlama yöntemi ile arındırılır. Serinin uzantıları, mevsimsel faktörlerin tahminini geliştirir ve yeni veriler elde edildikçe mevsimsellikten arındırılmış serinin revizyonları azalır.

### **3.1 Trend ve Mevsimsel Bileşenlerin Tahmini**

X-12-ARIMA tekrarlar içeren bir süreçtir. Aylık seriler için çarpımsal ayrışma modelinde X-12-ARIMA, trend ve mevsimsel bileşenleri tahmin etmek için kullandığı adımlar şunlardır;

- X-12-ARIMA kabataslak bir trend tahmininde bulunur.
- Orjinal serinin trend tahminine bölünmesiyle, kısa vadeli değişiklikleri vurgulamak için uzun vadeli eğilimlerin kaldırılmasıyla oluşan trendden arındırılmış seri tahminlenir.
- Trendden arındırılmış veriler kullanılarak, her bir ay için hareketli ortalama filtreleri kullanılarak mevsimsel bileşen tahmin edilir.

- Trendden arındırılmış seri mevsimsel bileşene bölünerek rassal bileşen tahmini yapılır. X-12-ARIMA uç değerleri algılamak için rassal bileşeni kullanır.
- Daha sonra, orjinal seriyi uç değerlerden arındırılmış mevsimsel bileşene bölerek ön mevsimsellikten arındırılmış seri tahmin edilir.

X-12-ARIMA bu adımları daha saf trend ve mevsimsel bileşen tahmini yapabilmek için tekrar tekrar uygulamaktadır.

### 3.2 X-12-ARIMA Mevsimsel Filtreleri

Mevsimsel filtreler, mevsim bileşenini tahmin etmek için kullanılan filtrelerdir. İdeal olarak mevsimsel filtreler belirli bir ayın veya dönemin değerleri kullanılarak hesaplanır. X-12-ARIMA mevcut mevsimsel filtreler belirli bir ay veya dönemdeki ardışık değerlerin mevsimsel hareketli ortalamalarından oluşur. Bir  $n \times m$  hareketli ortalama,  $n$  ardışık sıralı zamanın  $m$  dönem basit ortalamasıdır.

2003 yılının ilk çeyreğine ait 3x3 filtre örneği aşağıdaki gibidir;

$$\begin{aligned}
 &1997,1 + 1998,1 + 1999,1 + \\
 &\quad 1998,1 + 1999,1 + 2000,1 + \\
 &\quad\quad 1999,1 + 2000,1 + 2001,1
 \end{aligned}$$

X-12-ARIMA 3x1(3 yıllık veri), 3x3 (5 yıllık veri), 3x5 (7 yıllık veri), 3x9 (11 yıllık veri) gibi hareketli filtrelerin yanı sıra stabil filtreler de kullanabilmektedir. Stabil mevsimsel filtre, belirli bir ay veya dönem için var olan tüm değerlerin kullanıldığı filtredir.

X-12-ARIMA'da istenilen filtre kullanılabilirdiği gibi filtrenin otomatik seçilmesi de mümkündür. X-12-ARIMA en uygun hareketli filtrenin otomatik bulunabilmesi için hareketli mevsimsellik oranını (MSR) kullanır. Hareketli mevsimsellik oranı, düzensiz bileşenlere ait ortalama değişimin mevsimsel değişim oranına bölünmesiyle (I/S) elde edilir. MSR oranı 0.0 ile 7.1 arasında değer almaktadır. En sık kullanılan hareketli filtre 3x5 filtresidir fakat MSR küçük ise 3x3 filtre, büyük ise 3x9 veya 3x12 filtre seçilmektedir [19].



### 3.3 X-12-ARIMA Trend Filtreleri

X-12-ARIMA, trendin ilk kaba tahmininde aylık seriler için 2x12, dönemlik seriler için 2x4 trend filtresi kullanmaktadır. Daha sonraki trend tahminlerinde Henderson filtreleri denilen karmaşık filtreleri kullanmaktadır. Henderson filtreleri serideki eğrileri tahmin için tasarlanmıştır.

Aylık zaman serileri için X-12-ARIMA otomatik olarak serinin I/T(Rassal/Trend) oranına göre Henderson filtrelerini otomatik seçmektedir. X-12-ARIMA I/T oranı, trend döngüsünde değişiklikleri almak için küçük olduğunda 9-dönemli Henderson filtresini, büyük olduğunda ise 23-dönemli Henderson filtresini seçer. Dönemlik seriler için X-12-ARIMA, 5-dönemli veya 7-dönemli Henderson filtresini seçecektir.

### 3.4 X-12-ARIMA Tanımları

X-12-ARIMA sayesinde zaman serisi hakkında elde edilebilecek tanımlar şunlardır;

O: Orjinal Seri,

T\*I: Mevsimsellikten Arındırılmış Seri (Trend ile Rassal Bileşenin Çarpımı)

I: Rassal Bileşen

T: Trend

- Orjinal Serinin Ortalama Yüzde Değişimi (O): Orjinal serinin aydan aya veya dönemden döneme ortalama yüzde değişimini verir.
- Mevsimsel Ayarlanmış Serinin Ortalama Yüzde Değişimi (T\*I): Mevsimsel ayarlanmış serinin aydan aya veya dönemden döneme ortalama yüzde değişimini verir.
- Rassal Bileşenin Ortalama Yüzde Değişimi (I): Rassal bileşenin aydan aya veya dönemden döneme ortalama yüzde değişimini verir. Rassal

bileşen, mevsimsellikten arındırılmış serinin trende bölünmesiyle elde edilir.

- Trend Bileşenin Ortalama Yüzde Değişimi (T): Trend bileşenin aydan aya veya dönemden döneme ortalama yüzde değişimini verir. Trend bileşeni, mevsimsel ayarlanmış serinin hareketli ortalama vasıtasıyla düzeltilmiş halidir.
- Rassal Bileşenin Trende Oranı (I/T): Rassal bileşenin aydan aya veya dönemden döneme ortalama bağıl değişiminin, trendin ortalama bağıl değişimine bölünmesini verir. Bu oran, küçük değerler için serinin bağıl düzgünlüğü veya büyük değerler için düzensizliği hakkında bilgi verir.
- Stabil Mevsimsellik için F-Test İstatistiği (F): Stabil mevsimsellik varlığının bir ölçüsüdür. Aylar veya dönemler arası varyans ile hata varyansını içerir.
- Stabil Mevsimselliğin Miktarına göre Mevcut Hareketli Mevsimselliğin Ölçümü (M7): Stabil ve hareketli mevsimselliğin önemini değerlendiren F-Testinin bir fonksiyondur. X-12-ARIMA tarafından üretilen kalite değerlendirme istatistiklerinden (toplam 11 adet: M1-M11) biridir. Fonksiyon değer 0-3 aralığında olup kabul aralığı 0-1'dir.
- Genel Kalite Değerlendirme İstatistiği (Q): X-12-ARIMA kalite değerlendirme istatistiklerinin ağırlıklı ortalamasıdır. Kabul aralığı 0-1'dir. Diğer tanımlar uygun arındırma kalitesine sahipse 1.0 -1.2 da kabul edilebilir bir aralıktır [19].

### 3.5 Mevsimsel Ayarlama Kalite Ölçütleri

Mevsimsel ayarlamamanın kalitesini gösteren unsurlar şunlardır;

- Mevsimsel olarak ayarlanmış seride herhangi bir mevsimsellik etkisi kalmamalıdır. Mevsimsellikten arındırılmış seri, trend ve rassal bileşenin kombinasyonudur. Trend ve rassal bileşenlerin ikisi de mevsimsellik içermemelidir.

- Kalite değerlendirme istatistikleri geçerli aralıkta olmalıdır. X-12-ARIMA tanılarında verilen M7 ve Q, 0-1 aralığında olmalıdır. Bu tanılar bize X-12-ARIMA'nın seriyi mevsimsellikten yeterince arındırıp arındıramadığı hakkında karar vermeye yardımcı olmaktadır [20].

## 4. BULGULAR

Veri setine uygun ARIMA modelinin belirlenmesi için Amerika Nüfus Bürosu tarafından geliştirilmiş X-12-ARIMA yazılımı kullanılarak serinin durağanlığı, beyaz gürültü olup olmadığı incelenmiş ve tahminleme yapılmıştır.

### 4.1 Aylık Veriler

#### 4.1.1 Brüt Elektrik Talep

X-12-ARIMA metodu ile zaman serileri üzerinde tahmin yapılabilmesi için kullanılan verilerin analiz edilmesi gerekmektedir. Bu metot sadece serinin kendi değerlerini kullanan zaman serisi modelini içerir. Bu sebeple, Türkiye'deki Ocak 1975 - Aralık 2011 dönemine ilişkin brüt elektrik talep verileri (TEİAŞ) kullanılmıştır. Elektrik brüt talebi, görünen tüketim miktarıdır. Brüt üretim ve ithal edilen elektriğin toplamından ihraç edilen elektrik miktarı çıkarılarak elde edilir. Verilerde kullanılan birim Gigawatt-Hour (GWh) yani 1.000.000.000 Watt/h'dir. Tahmin modelini, sadece örnek seriye uygulayarak değerlendirme yapmak yerine, bu serinin sondaki bir kısmını test amaçlı ayırdıktan sonra, modelleri kurmak ve bu modelin doğruluğunu bu örnek sonrası seri üzerinde değerlendirmek doğru bir yaklaşım olacaktır. Tahmin modelinin testini yapıp etkinliğini ölçmek için 2011 yılına ait veriler test seti olarak kullanılmıştır.

X-12-ARIMA metodunun veri üzerinde bulduğu tanılara değinecek olursak öncelikle mevsimsel ayarlama yaparken çarpımsal model ve logaritmik transformasyon kullanıldığını söyleyebiliriz. Türkiye aylık elektrik brüt talep verisi için, birinci dereceden bütünleşik mevsimsel hareketli ortalama modeli  $ARIMA(2, 1, 1)(0, 1, 1)$  kullanılmıştır. Kullanılan modelde,  $d=1$  olması serinin durağan olmadığını ve seri ile ilgili gelecek tahmininde bulunabilmek için serinin bir kez farkının alınarak durağan hale getirildiği sonucuna varılır. Mevsimsel ayarlama kalitesine bakarken kalite değerlendirme istatistiklerinden olan  $M7$  ve  $Q$ , 0-1 geçerli aralığında

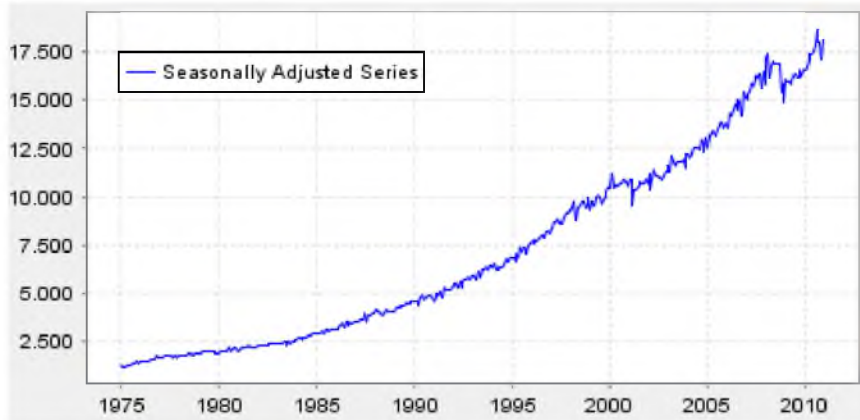
olmalıdır şartına bakacak olursak, M7 tanı değeri 0.285 ve Q tanı değeri 0.401'dir. Bu değerler, yapılan mevsimsel ayarlamaların başarılı olduğu sonucuna varmamızı sağlar. Mevsimsel ayarlama yaparken, 3x5 mevsimsel hareketli filtre ve 13-dönemli Henderson Trend filtresi kullanılmıştır.

Türkiye aylık elektrik brüt talep zaman serisini oluşturan bileşenleri ve otokorelasyon ile kısmi otokorelasyon fonksiyonlarına bakacak olursak;



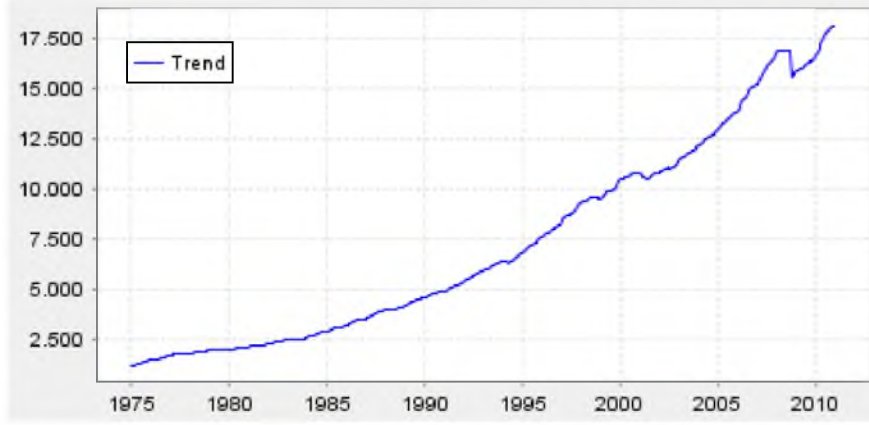
Şekil 4.2: Türkiye Aylık Elektrik Brüt Talebinin Zaman Serisi Grafiği

Verilerin zaman serisi grafiğine bakıldığında mevsimsel etkilere, nerdeyse doğrusal bir trende, gürültüye ve az da olsa ani dalgalanmalara sahip olduğu görülebilmektedir.



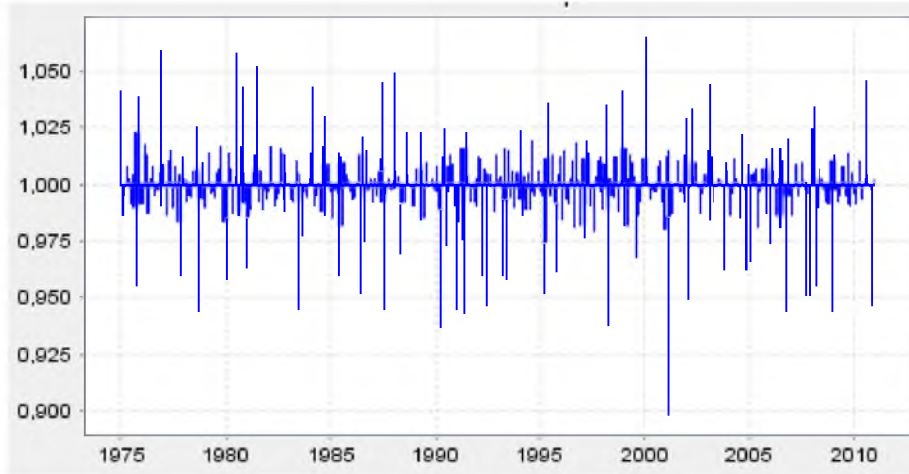
Şekil 4.3: Türkiye Aylık Elektrik Brüt Talebinin Mevsimsel Etkilerden Arındırılmış Seri Grafiği

Mevsimsel etkilerden arındırılmış seride trend ve rassal bileşenlerden oluşur ve bu grafiğine bakıldığında, serinin mevsimsel etkilerden arındığı ve serinin yönü ile dönüş noktaları açık bir şekilde görülebilmektedir.



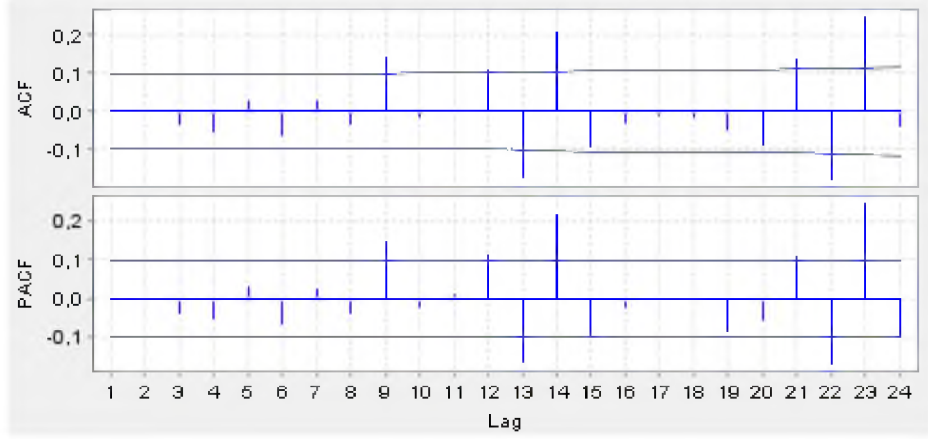
Şekil 4.4: Türkiye Aylık Elektrik Brüt Talebinin Trend Grafiği

Trend grafiğine bakıldığında nerdeyse doğrusal artan bir trend olduğu görülmektedir. Serinin trendinde meydana gelen yapısal kırılmaların başlıca nedenleri ani olarak çıkan politika değişiklikleri, kriz vb. önceden belirlenmesi mümkün olmayan faktörler olduğundan, 2009 yılında bu faktörlerden birinin yaşandığı bilgisine ulaşılmaktadır. Bilindiği üzere 2009 yılında dünya çapında görülen ekonomik kriz ülkemizi de etkilemiş durumdadır. Elektrik tüketimi etkileyen faktörlerden ihracat ve ithalatın 2009 yılında Türkiye için geçmiş yıllara göre düşmesi elektrik tüketimini de etkilemiştir.



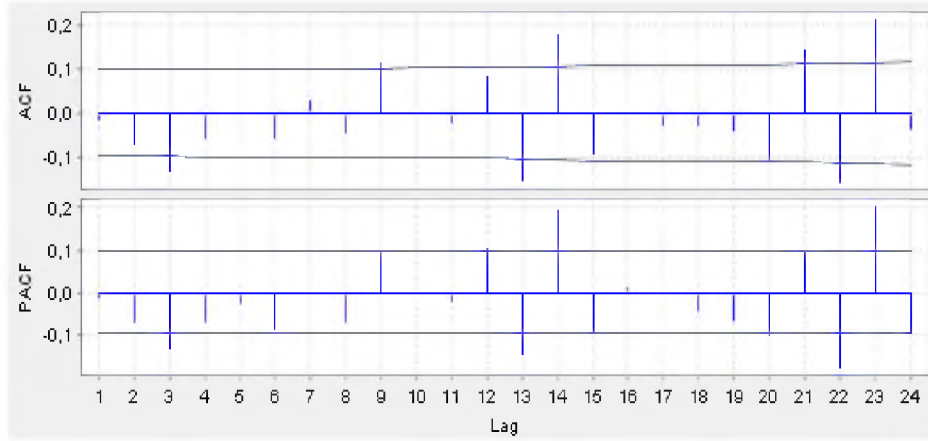
Şekil 4.5: Türkiye Aylık Elektrik Brüt Talebinin Rassal Bileşen Grafiği

Rassal değişimler, beklenmedik olayların zaman serileri üzerindeki etkisiyle meydana gelen değişimlerdir. Zamanı, etki derecesi ve süresi bakımından tahmin edilemez değişimlerdir. Serideki rassal etkilere bakıldığında birçok uç değişim görülsede en belirgin olanı 2001 yılında görülen etkidir. Bu da, 2001 yılında yaşanan ekonomik krizden kaynaklanabileceğini düşündürmektedir.



Şekil 4.6: Türkiye Aylık Elektrik Brüt Talep Rassal Bileşenin ACF ve PACF Grafikleri

Seride 9., 13., 14., 21., 22. ve 23. gecikmelerde önemli bir ilişki bulunmaktadır. Yani bu gecikmelerdeki ilişki miktarı güven sınırlarını aşmaktadır. Böyle bir durumda seride mevsimsel dalgalanmanın olabileceği düşünülür. Zaman serisi analizi için gerekli şartlardan durağanlık şartını tam olarak sağlanamadığı görülebilmektedir. Durağanlık şartını sağlamak için alınan bir kez fark işleminin yetersiz olduğu bu sebeple serinin bir kez daha farkının alınarak durağanlığın azaltılması gerektiğini düşündürmektedir.



Şekil 4.7: Türkiye Aylık Elektrik Brüt Talep ARIMA(2, 2, 1) Modeli Rassal Bileşenin ACF ve PACF Grafikleri

Bu sebeple serinin toplamda 2 kez farkının alındığı ARIMA(2, 2, 1)(0, 1, 1) modele ait Rassal Bileşenin ACF ve PACF grafiklerine bakacak olursak güven sınırını aşan gecikmelerin sayısında azalma olduğu, ve gecikmelerin derecesinin küçüldüğü gözlemlenmektedir. Bu durum bize seri üzerinde daha fazla fark alınarak durağanlığını arttırabileceğimizi gösterse de tahmin değerlerinde büyük bir değişme olmadığı gözlenmektedir.

Tahminlerin gerçekleşen değerlere yakınlığını daha net görülebilmesi için 2011 yılı gerçekleşen değerler ve tahmin değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 4.1: Türkiye Aylık Elektrik Brüt Talebinin 2011 Yılı Tahmin Değerleri ve Hata Oranları**

Yıl/Ay	Gerçekleşen Değer (GWh)	Tahmin Değerleri (GWh)	Hata x 10 <sup>3</sup> (GWh)	Hata  x 10 <sup>3</sup> (MAD) (GWh)	Hata <sup>2</sup> x 10 <sup>6</sup> (MSE) (GWh) <sup>2</sup>	( Hata /GD) x100 (MAPE)
2011:1	19.724,4	18.829,2	0,90	0,90	0,80	4,5
2011:2	17.790,3	17.283,8	0,51	0,51	0,26	2,8
2011:3	19.278,1	18.431,7	0,85	0,85	0,72	4,4
2011:4	17.923,3	17.376,6	0,55	0,55	0,30	3,1
2011:5	17.686,3	17.920,2	-0,23	0,23	0,05	1,3
2011:6	18.002,8	18.382,1	-0,38	0,38	0,14	2,1
2011:7	21.070,0	20.485,4	0,58	0,58	0,34	2,8
2011:8	20.673,5	21.192,9	-0,52	0,52	0,27	2,5
2011:9	18.986,1	18.205,7	0,78	0,78	0,61	4,1
2011:10	18.934,8	18.353,8	0,58	0,58	0,34	3,1
2011:11	19.146,6	18.312,4	0,83	0,83	0,70	4,4
2011:12	21.090,0	20.275,0	0,82	0,82	0,66	3,9
		Ortalama	0,44	0,63	0,43	3,2

Yukarıdaki tabloda yer alan tahminler incelendiğinde, gerçekleşen verilerle birlikte sunulan tahminlerin, gerçek değerlere yakın olduğu gözlemlenmektedir. MAD, MSE ve MAPE kriterlerine göre tahminin doğruluğu hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir ve MAPE %3,2 olup tahminleme için makul bir değerdir. Ortalama hatada hesaplanan pozitif değere bakıldığında, tahminlerin gerçekleşen değere göre az kaldığını ve bir yanlılık olduğunu görebiliriz. Yanlılığı tespit etmek için kullanılan Takip Göstergesi (TS) değeri 8,38 olarak hesaplanmış ve bu değer +/-5 kabul aralığında olmayıp, kullanılan metodun yanlı ve kontrol altında olmadığını göstermektedir. Bu durum hatanın rastsallıklarını kaybedip pozitif olma durumudur.

Yapılan tahmin hatasının sebepleri, modelin yetersiz olması ve düzensiz değişimler olarak düşünülse de X-12-ARIMA metodu veri setini inceleyerek en uygun modeli kendisi otomatik olarak bulmaktadır. Bu durumda tahmin hatasına zamanı, etki derecesi ve süresi bakımından tahmin edilemez değişimlerin sebep olduğu düşünülebilir.

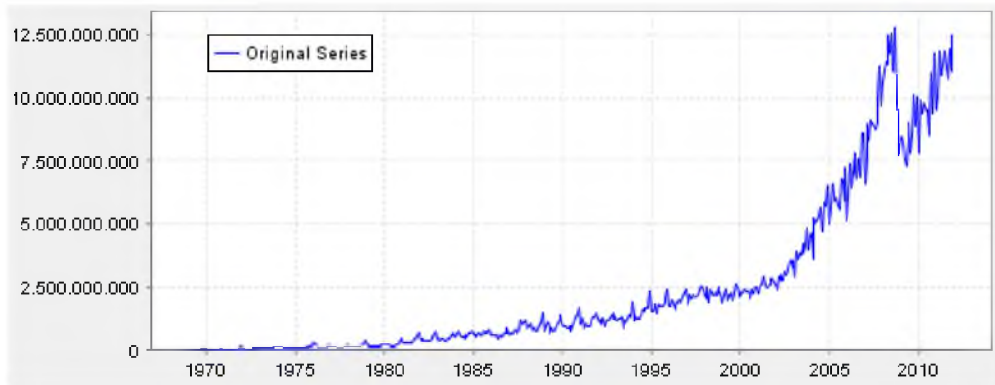


#### 4.1.2 İhracat

Bu çalışmada, Türkiye'deki Ocak 1969 - Aralık 2012 dönemine ilişkin ihracat verileri(TÜİK) kullanılmıştır. İhracat miktarları seride Dolar(\$) cinsindedir. Tahmin modelinin testini yapıp etkinliğini ölçmek için 2012 yılına ait veriler test seti olarak kullanılmıştır.

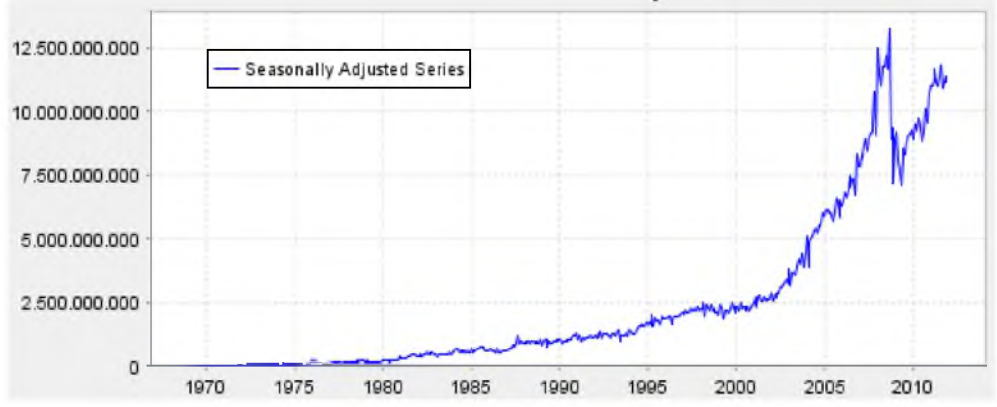
X-12-ARIMA metodunun ihracat aylık verileri üzerinde bulunduğu tanılara değinecek olursak öncelikle mevsimsel ayarlama yaparken çarpımsal model ve logaritmik transformasyon kullanıldığını söyleyebiliriz. Türkiye aylık ihracat verisi için, birinci dereceden bütünleşik mevsimsel hareketli ortalama modeli ARIMA(3, 1, 1)(0, 1, 1) kullanılmıştır. Kullanılan modelde, d=1 olması serinin durağan olmadığını ve seri ile ilgili gelecek tahmininde bulunabilmek için serinin bir kez farkının alınarak durağan hale getirildiği sonucuna varılır. Mevsimsel ayarlama kalitesine bakarken kalite değerlendirme istatistiklerinden olan M7 ve Q, 0-1 geçerli aralığında olmalıdır şartına bakacak olursak, M7 tanı değeri 0.647 ve Q tanı değeri 0.51'dir. Bu değerler, yapılan mevsimsel ayarlamının başarılı olduğu sonucuna varmamızı sağlar. Mevsimsel ayarlama yaparken, 3x5 mevsimsel hareketli filtre ve 13-dönemli Henderson Trend filtresi kullanılmıştır.

Türkiye aylık ihracat zaman serisini oluşturan bileşenleri ve otokorelasyon ile kısmı otokorelasyon fonksiyonlarına bakacak olursak;



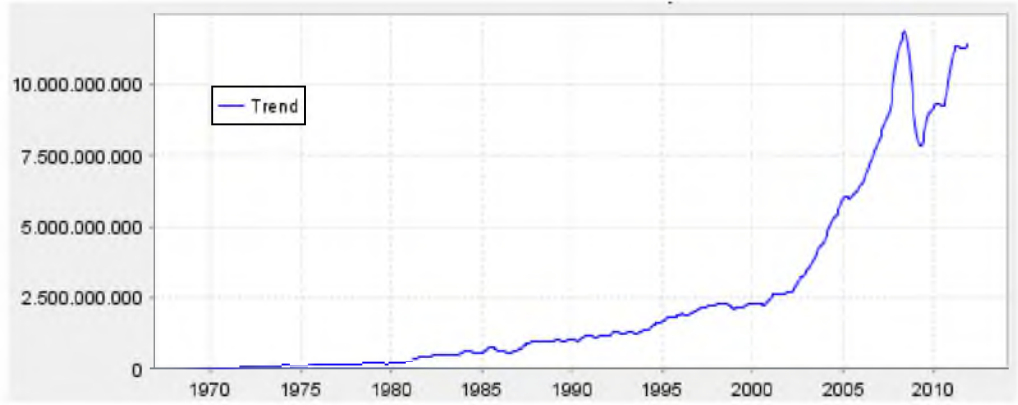
Şekil 4.8: Türkiye Aylık İhracatının Zaman Serisi Grafiği

Verilerin zaman serisi grafiğine bakıldığında mevsimsel etkiler, neredeyse eksponansiyel bir trend, gürültüye ve 2008-2009 yılında ani dalgalanmalar açıkça görülebilmektedir.



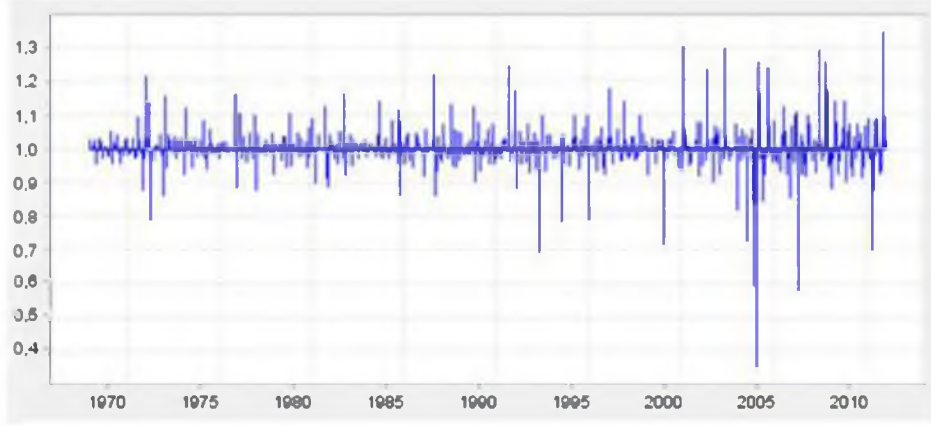
Şekil 4.9: Türkiye Aylık İhracatının Mevsimsel Etkilerden Arındırılmış Seri Grafiği

Mevsimsel etkilerden arındırılmış seri grafiğine bakıldığında serinin mevsimsel etkilerden arındırıldığından dolayı eksponansiyel artan trend, dönüş noktaları ve rassal bileşenler ile gürültünün azaldığı açıkça görülmektedir.



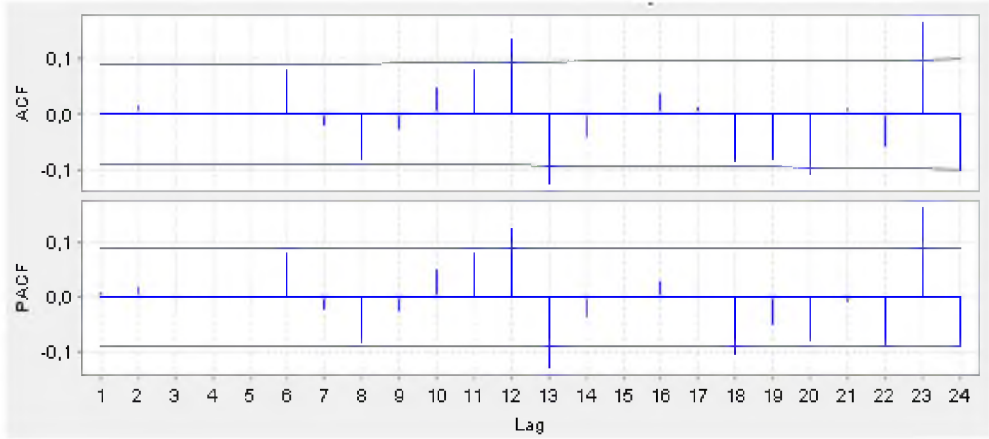
Şekil 4.10: Türkiye Aylık İhracatının Trend Grafiği

Aylık ihracat trend grafiği, Türkiye'de ihracatın özellikle 1995 yılından sonra hızla artarak kararlı bir yükselme gösterdiğini ancak ihracatın 2008-2009 yıllarında dünyada meydana gelen mevcut krizlerden etkilendiğini ve bu sebeple keskin bir düşüş yaşadığını göstermektedir.



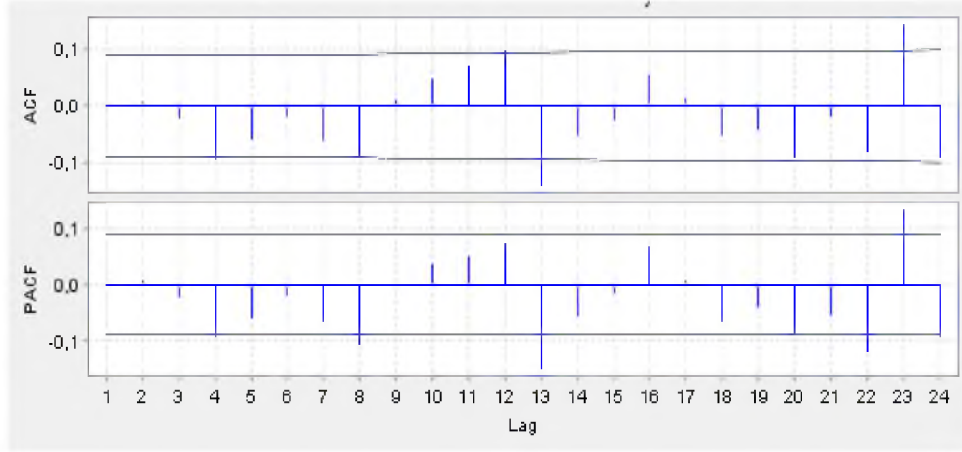
Şekil 4.11: Türkiye Aylık İhracatının Rassal Bileşen Grafiği

Aylık ihracat rassal bileşen grafiğinde dönem dönem uç değişimler görülmekte ve bunların en belirgin olanları 2000'li yılların sonunda meydana gelmektedir. Türkiye ekonomi politikaları ve küresel çaptaki ekonomik dalgalanmalar Türkiye ihracatı üzerinde etki gösterdiği görülmektedir.



Şekil 4.12: Türkiye Aylık İhracatı Rassal Bileşenin ACF ve PACF Grafikleri

ACF ve PACF grafikleri, az da olsa belli gecikmeler yaşandığı bilgisini vermektedir. Bu gecikmeler, güven sınırını aşmakla birlikte çok net bir gecikme ilişkisi gözlemlenmemektedir. Böyle bir durumda seride mevsimsel dalgalanmanın olabileceği düşünülür. Zaman serisi analizi için gerekli şartlardan durağanlık şartını tam olarak sağlanamadığı görülebilmektedir. Durağanlık şartını sağlamak için alınan bir kez fark işleminin yetersiz olduğu bu sebeple serinin bir kez daha farkının alınarak durağanlığın azaltılması gerektiğini düşündürmektedir.



Şekil 4.13: Türkiye İhracat ARIMA(3, 2, 1) Modeli Rassal Bileşenin ACF ve PACF Grafikleri

Serinin toplamda 2 kez farkının alındığı ARIMA(3, 2, 1) modeline ait Rassal Bileşenin ACF ve PACF grafiklerinde, güven sınırını aşan gecikmelerin sayısında azalma olduğu, ve gecikmelerin derecesinin küçüldüğü gözlemlenmektedir. Bu durum bize seri üzerinde daha fazla fark alınarak durağanlığını arttırabileceğimizi gösterse de tahmin değerlerinde büyük bir değişme olmadığı gözlenmektedir.

Tahminlerin gerçekleşen değerlere yakınlığını daha net görülebilmesi için 2012 yılı gerçekleşen değerler ve tahmin değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.2: Türkiye Aylık İhracatının 2012 Yılı Tahmin Değerleri ve Hata Oranları

Yıl/Ay	Gerçekleşen Değer (\$)	Tahmin Değerleri (\$)	Hata x 10 <sup>8</sup> (\$)	Hata  x 10 <sup>8</sup> (MAD) (\$)	Hata <sup>2</sup> x 10 <sup>17</sup> (MSE) (\$) <sup>2</sup>	( Hata /GD) x100 (MAPE)
2012:1	10.348.225.789	10.017.467.768	3,31	3,31	1,09	3,2
2012:2	11.748.181.927	11.280.597.796	4,68	4,68	2,19	4,0
2012:3	13.208.644.597	13.009.640.349	1,99	1,99	0,40	1,5
2012:4	12.630.544.916	11.539.419.664	10,91	10,91	11,91	8,6
2012:5	13.131.878.558	12.208.963.479	9,23	9,23	8,52	7,0
2012:6	13.231.463.923	12.707.995.297	5,23	5,23	2,74	4,0
2012:7	12.831.190.016	12.176.343.902	6,55	6,55	4,29	5,1
2012:8	12.831.965.944	12.038.297.486	7,94	7,94	6,30	6,2
2012:9	12.954.502.952	12.184.784.467	7,70	7,70	5,92	5,9
2012:10	13.194.005.573	13.126.823.955	0,67	0,67	0,05	0,5
2012:11	13.757.034.984	12.986.141.062	7,71	7,71	5,94	5,6
2012:12	12.610.811.886	13.192.323.155	-5,82	5,82	3,38	4,6
		Ortalama	5,01	5,98	4,39	4,7

Bulunan tahmin değerleri incelendiğinde, gerçek değerlere yakın tahminler bulunduğu gözlemlenmektedir. MAD, MSE ve MAPE kriterlerine göre tahminin doğruluğu hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir ve MAPE %4,7 olup tahminleme için makul bir değerdir. Ortalama hatada hesaplanan pozitif değere bakıldığında, tahminlerin gerçekleşen değere göre az kaldığını ve bir yanlılık olduğunu görebiliriz. Yanlılığı tespit etmek için kullanılan Takip Göstergesi (TS) değeri 10,05 olarak hesaplanmış ve bu değerin +/-5 kabul aralığında olmayıp, kullanılan metodun yanlı ve kontrol altında olmadığını göstermektedir. Bu durum hatanın rastsallıklarını kaybedip pozitif olma durumudur.

Yapılan tahmin hatasının sebepleri, modelin yetersiz olması ve düzensiz değişimler olarak dşunlse de X-12-ARIMA metodu veri setini inceleyerek en uygun modeli kendisi otomatik olarak bulmaktadır. Bu durumda tahmin hatasına zamanı, etki derecesi ve süresi bakımından tahmin edilemez değişimlerin sebep olduğu dşunlebilir.

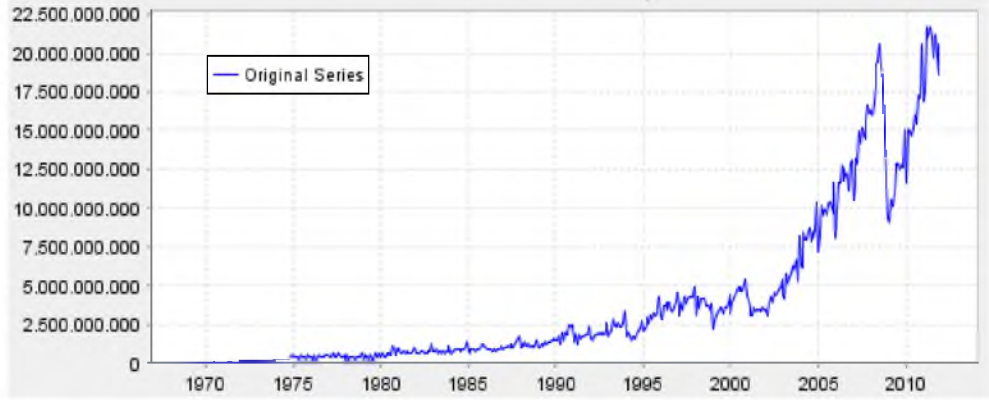
### 4.1.3 İthalat

Türkiye'deki Ocak 1969 - Aralık 2012 dönemine ilişkin ithalat verileri(TÜİK) kullanılmıştır. İthalat miktarları seride Dolar(\$) cinsindedir. Tahmin modelinin testini yapıp etkinliğini ölçmek için 2012 yılına ait veriler test seti olarak kullanılmıştır.

X-12-ARIMA metodunun ithalat aylık verileri üzerinde bulunduğu tanılara değinecek olursak öncelikle mevsimsel ayarlama yaparken çarpımsal model ve logaritmik transformasyon kullanıldığını söyleyebiliriz. Türkiye aylık ithalat verisi için, birinci dereceden bütünleşik mevsimsel hareketli ortalama modeli ARIMA(2,1,0)(0, 1, 1) kullanılmıştır. Kullanılan modelde, d=1 olması serinin durağan olmadığını ve seri ile ilgili gelecek tahmininde bulunabilmek için serinin bir kez farkının alınarak durağan hale getirildiği sonucuna varılır. Mevsimsel ayarlama kalitesine bakarken kalite değerlendirme istatistiklerinden olan M7 ve Q, 0-1 geçerli aralığında olmalıdır şartına bakacak olursak, M7 tanı değeri 0.579 ve Q tanı değeri 0.65'tir. Bu değerler, yapılan mevsimsel ayarlamının başarılı olduğu sonucuna

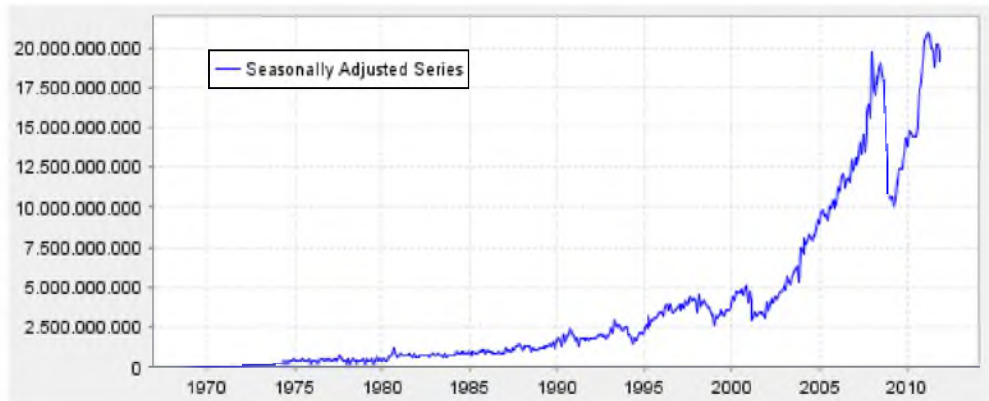
varmamızı sağlar. Mevsimsel ayarlama yaparken, 3x5 mevsimsel hareketli filtre ve 13-dönemli Henderson Trend filtresi kullanılmıştır.

Türkiye aylık ithalat zaman serisini oluşturan bileşenleri ve otokorelasyon ile kısmi otokorelasyon fonksiyonlarına bakacak olursak;



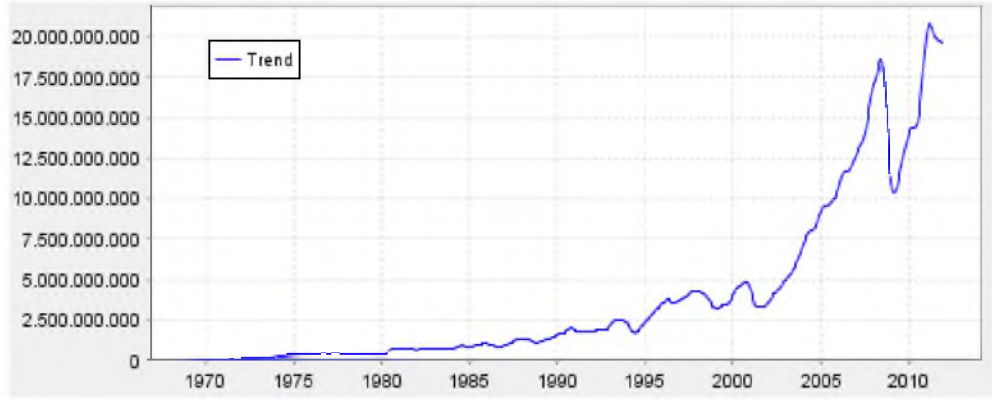
Şekil 4.14: Türkiye Aylık İthalatının Zaman Serisi Grafiği

İthalat verilerinin zaman serisi grafiğine bakıldığında aylık ihracat zaman serisine benzer şekilde mevsimsel etkiler, nerdeyse eksponansiyel bir trend, gürültüye ve 2008-2009 yılında ani dalgalanmalar açıkça görülebilmektedir. Bu durum, Türkiye'de ithalatın, ihracatla paralel büyüme ve küçülme yaşadığını göstermektedir.



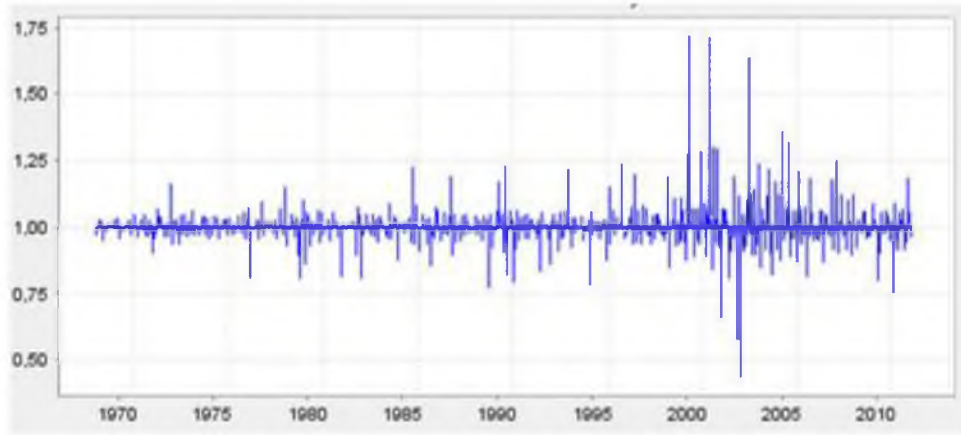
Şekil 4.15: Türkiye Aylık İthalatının Mevsimsel Etkilerden Arındırılmış Seri Grafiği

Mevsimsel etkilerden arındırılmış seri grafiğine bakıldığında serinin mevsimsel etkilerden arındırıldığından dolayı eksponansiyel artan trend, dönüş noktaları ve rassal bileşenler ile gürültünün azaldığı açıkça görülmektedir.



Şekil 4.16: Türkiye Aylık İthalatının Trend Grafiği

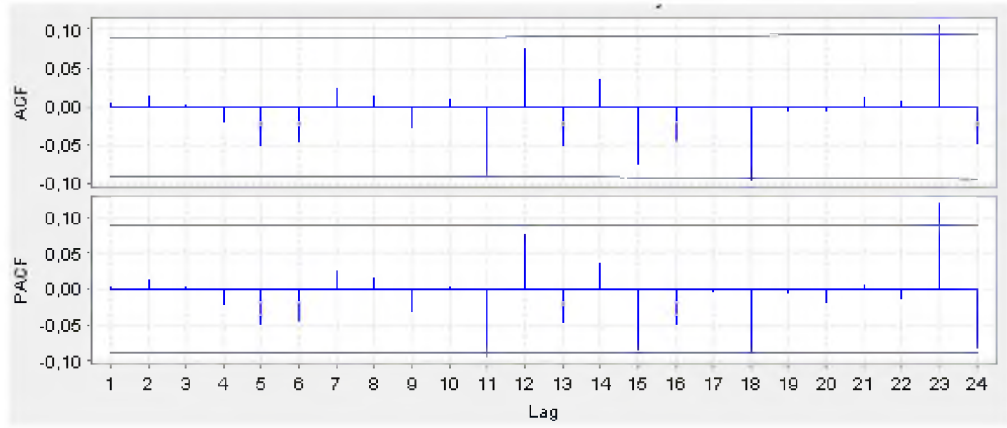
Aylık ithalat trend grafiği, Türkiye'de ithalatın 1995-2000 yılları arasında dalgalanma gösterdiği ve özellikle 2000 yıllardan sonra hızla artarak kararlı bir yükselme gösterdiğini ancak ithalatın 2008-2009 yıllarında dünyada meydana gelen mevcut krizlerden etkilendiğini ve bu sebeple keskin düşüşler yaşadığını göstermektedir.



Şekil 4.17: Türkiye Aylık İthalatının Rassal Bileşen Grafiği

Aylık ithalat rassal bileşen grafiğinde, son dönemlerde uç değişimler gözlemlenmemekte özellikle 2000'li yıllarda çok belirgin uç değişimler gözlenmektedir. Türkiye ihracatında olduğu gibi, gerek ekonomi politikaları ve gerekse küresel çaptaki ekonomik dalgalanmaların Türkiye ithalatı üzerinde etki gösterdiği görülmektedir.





Şekil 4.18: Türkiye Aylık İthalatı Rassal Bileşenin ACF ve PACF Grafikleri

Tahmin edilen rassal bileşenin ACF ve PACF grafikleri, ihracat rassal verilerinde gözlenen gecikmeler kadar olmasa da sadece bir kaç gecikmenin yaşandığı bilgisini vermektedir. Bu gecikmeler, güven sınırını çok az aşmakla birlikte net bir gecikme ilişkisi gözlemlenmemektedir. Böyle bir durumda seride mevsimsel dalgalanmanın olmadığı düşünülür. Zaman serisi analizi için gerekli şartlardan durağanlık şartını uygulanan modelin sağladığı görülmektedir.

2012 yılı gerçekleşen değerler ile tahmin değerleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.3: Türkiye Aylık İthalatının 2012 Yılı Tahmin Değerleri ve Hata Oranları

Yıl/Ay	Gerçekleşen Değer (\$)	Tahmin Değerleri (\$)	Hata x 10 <sup>8</sup> (\$)	Hata  x 10 <sup>8</sup> (MAD) (\$)	Hata <sup>2</sup> x 10 <sup>17</sup> (MSE) (\$) <sup>2</sup>	((Hata/GD) x100) (MAPE)
2012:1	17.468.975.948	16.421.575.274	10,47	10,47	10,97	6,0
2012:2	17.787.292.487	17.369.031.360	4,18	4,18	1,75	2,4
2012:3	20.677.482.711	20.850.744.954	-1,73	1,73	0,30	0,8
2012:4	19.272.810.536	19.484.237.326	-2,11	2,11	0,45	1,1
2012:5	21.750.438.621	21.094.428.883	6,56	6,56	4,30	3,0
2012:6	20.437.934.388	21.668.674.402	-12,31	12,31	15,15	6,0
2012:7	20.835.194.660	21.241.506.917	-4,06	4,06	1,65	2,0
2012:8	18.828.499.725	22.004.401.949	-31,76	31,76	100,86	16,9
2012:9	19.924.323.687	20.637.583.596	-7,13	7,13	5,09	3,6
2012:10	18.786.766.139	21.213.300.786	-24,27	24,27	58,88	12,9
2012:11	20.947.988.479	21.709.612.266	-7,62	7,62	5,80	3,6
2012:12	19.827.402.484	22.442.091.898	-26,15	26,15	68,37	13,2
		Ortalama	-7,99	11,53	22,80	6,0



Bulunan tahmin değerleri incelendiğinde, gerçek değerlere yakın tahminler bulunduğu gözlemlenmektedir. MAD, MSE ve MAPE kriterlerine göre tahminin doğruluğu hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir ve MAPE %6,0 olup tahminleme için makul bir değerdir. İhracat tahminlemesinin aksine ithalat tahmininde görülen ortalama hata değeri negatiftir. Bu durum, tahminlerin gerçekleşen değere göre fazla sonuçlar verdiğini ve bir yanlılık gözlemlendiği kanısına varabiliriz. Yanlılığı tespit etmek için kullanılan Takip Göstergesi (TS) değeri -8,31 olarak hesaplanmış ve bu değerin +/-5 kabul aralığında olmayıp, kullanılan metodun yanlı ve kontrol altında olmadığını göstermektedir. Bu durum hatanın rastsallıklarını kaybedip negatif olma durumudur.

Yapılan tahmin hatasının sebepleri, modelin yetersiz olması ve düzensiz değişimler olarak düşünülse de X-12-ARIMA metodu veri setini inceleyerek en uygun modeli kendisi otomatik olarak bulmaktadır. Bu durumda tahmin hatasına zamanı, etki derecesi ve süresi bakımından tahmin edilemez değişimlerin sebep olduğu düşünülebilir.

## **4.2 Dönemlik Veriler**

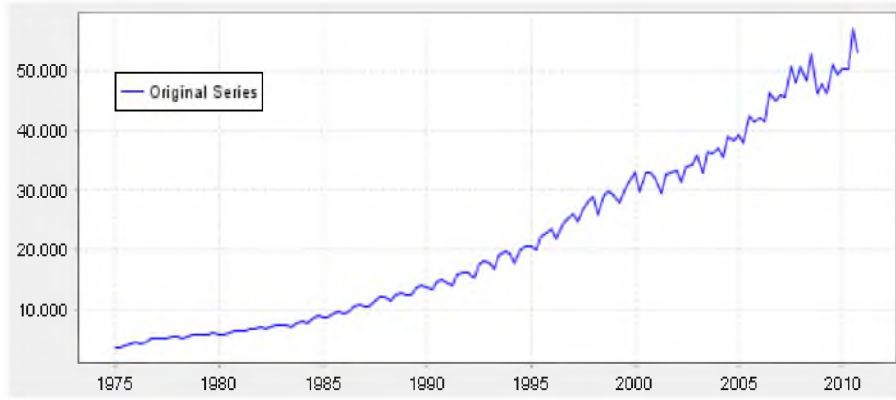
### **4.2.1 Brüt Elektrik Talep**

Bu alışmada, Türkiye'deki 1975- 2011 yılları arasındaki 3 aylık verilerden oluşan dönemlik brüt elektrik talep verileri(TEİAŞ) kullanılmıştır. Elektrik brüt talebi, görünen tüketim miktarıdır. Brüt retim ve ithal edilen elektriğin toplamından ihraç edilen elektrik miktarı çıkarılarak elde edilir. Verilerde kullanılan birim Gigawatt-Hour(GWh) yani 1.000.000.000 Watt/h'dur. Tahmin modelinin testini yapıp etkinliğini ölçmek için 2011 yılına ait veriler test seti olarak kullanılmıştır.

X-12-ARIMA metodunun dönemlik brüt elektrik talep verileri üzerinde bulunduğu tanılara değinecek olursak, öncelikle mevsimsel ayarlama yaparken çarpımsal model ve logaritmik transformasyon kullanıldığını söyleyebiliriz. Türkiye aylık ihracat verisi için, birinci dereceden bütünleşik mevsimsel hareketli ortalama modeli ARIMA(2, 1, 0)(1, 1, 0) kullanılmıştır. Kullanılan modelde, d=1 olması

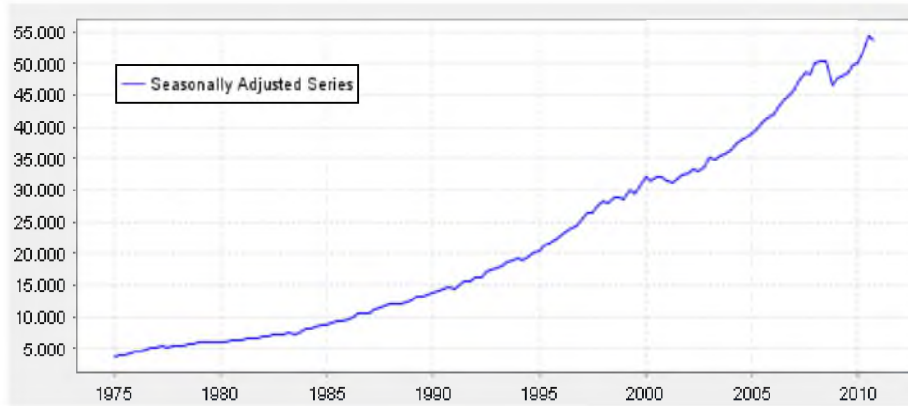
serinin durağan olmadığını ve seri ile ilgili gelecek tahmininde bulunabilmek için serinin bir kez farkının alınarak durağan hale getirildiği sonucuna varılır. Mevsimsel ayarlama kalitesine bakarken kalite değerlendirme istatistiklerinden olan M7 ve Q, 0-1 geçerli aralığında olmalıdır şartına bakacak olursak, M7 tanı değeri 0.216 ve Q tanı değeri 0.32'dir. Bu değerler, yapılan mevsimsel ayarlamının başarılı olduğu sonucuna varmamızı sağlar. Mevsimsel ayarlama yaparken, en sık kullanılan 3x5 mevsimsel hareketli filtre ve 5-dönemli Henderson Trend filtresi kullanılmıştır.

Türkiye dönemlik brüt elektrik talep serisini oluşturan bileşenleri ve otokorelasyon ile kısmi otokorelasyon fonksiyonlarına bakacak olursak;



Şekil 4.19: Türkiye Dönemlik Elektrik Brüt Talebinin Zaman Serisi Grafiği

Verilerin zaman serisi grafiğine bakıldığında, Türkiye aylık elektrik brüt talep verilerine paralel şekilde mevsimsel etkiler, nerdeyse doğrusal bir trend, gürültü ve az da olsa ani dalgalanmalar görülebilmektedir.



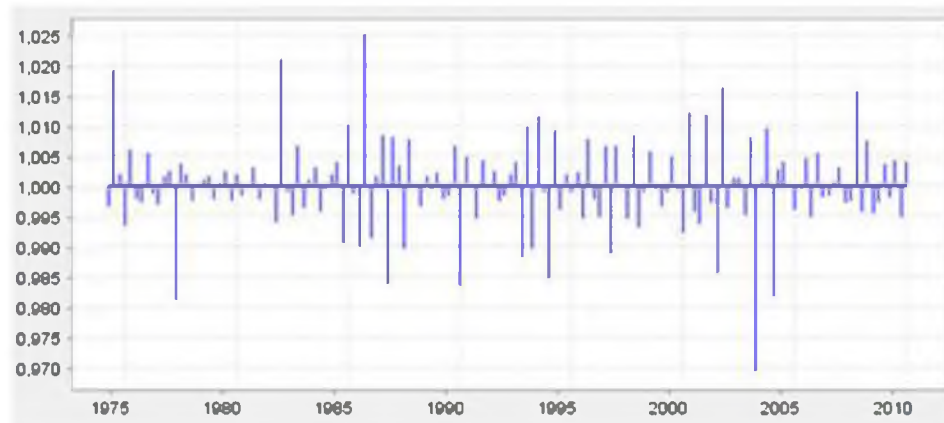
Şekil 4.20: Türkiye Dönemlik Elektrik Brüt Talebinin Mevsimsel Etkilerden Arındırılmış Seri Grafiği

Mevsimsel etkilerden arındırılmış seri grafiğine bakıldığında serinin mevsimsel etkilerden arındırıldığından dolayı doğrusala yakın bir trend, dönüş noktaları ve rassal bileşenler ile gürültünün azaldığı açıkça görülmektedir.



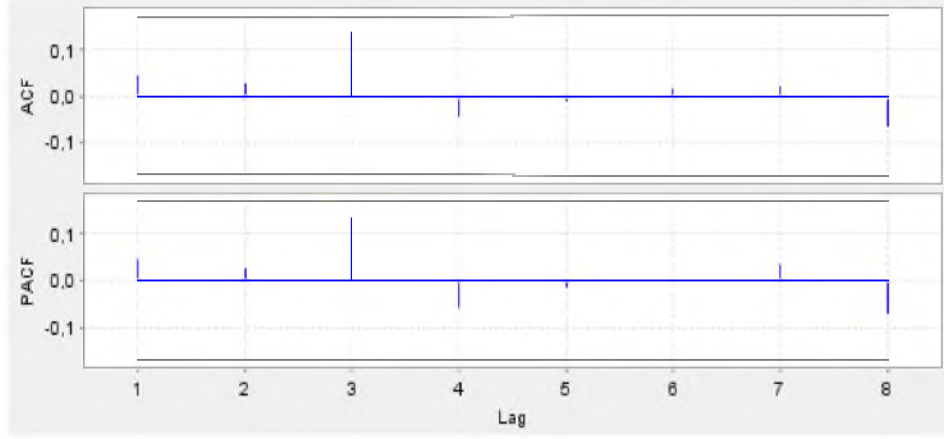
Şekil 4.21: Türkiye Dönemlik Elektrik Brüt Talebinin Trend Grafiği

Dönemlik elektrik brüt talebinin trend grafiğine bakıldığında, nerdeyse doğrusal artan bir trend olduğu görülmektedir. 2008-2009 yılları arasında serinin trendinde meydana gelen yapısal kırılmalar görülmektedir. Bilindiği üzere 2009 yılında dünya çapında görülen ekonomik kriz ülkemizi de etkilemiş durumdadır. Elektrik tüketimi etkileyen faktörlerden ihracat ve ithalatın 2009 yılında Türkiye için geçmiş yıllara düşmesi elektrik tüketimini de etkilemiştir.



Şekil 4.22: Türkiye Dönemlik Elektrik Brüt Talebinin Rassal Bileşen Grafiği

Dönemlik elektrik brüt talebi rassal bileşen grafiğinde birçok uç değişim görülmektedir.



Şekil 4.23: Türkiye Dönemlik Elektrik Brüt Talep Rassal Bileşenin ACF ve PACF Grafikleri

ACF ve PACF korelogram grafiklerinde, gecikmelerin güven sınırları içinde olduğunu ve gecikmeler arası bir ilişki olmadığını göstermektedir. Grafikte, güven bandını geçen bir gecikme olmaması seride mevsimsel dalgalanmanın olmadığı sonucunu verir. Uygulanan modelin, zaman serisi analizi için gerekli şartlardan olan durağanlık şartını sağladığı görülebilmektedir.

Tahminlerin gerçekleşen değerlere yakınlığını daha net görülebilmesi için 2011 yılı gerçekleşen değerler ve tahmin değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.4: Türkiye Dönemlik Elektrik Brüt Talebinin 2011 Yılı Tahmin Değerleri ve Hata Oranları

Yıl/Dönem	Gerçekleşen Değer (GWh)	Tahmin Değerleri (GWh)	Hata x 10 <sup>3</sup> (GWh)	Hata  x 10 <sup>3</sup> (MAD) (GWh)	Hata <sup>2</sup> x 10 <sup>6</sup> (MSE) (GWh) <sup>2</sup>	( Hata /GD) x100 (MAPE)
2011:1	56.792,80	54.514,32	2,28	2,28	5,19	4,01
2011:2	53.612,43	53.992,47	-0,38	0,38	0,14	-0,71
2011:3	60.729,66	60.232,17	0,50	0,50	0,25	0,82
2011:4	59.171,43	57.297,21	1,87	1,87	3,51	3,17
		Ortalama	1,07	1,26	2,27	1,82

Yukarıdaki tabloda yer alan tahminler incelendiğinde, gerçekleşen verilerle birlikte sunulan tahminlerin, gerçek değerlere yakın olduğu gözlemlenmektedir. MAD, MSE ve MAPE kriterlerine göre tahminin doğruluğu hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir ve MAPE %1,82 olup tahminleme için makul bir değerdir. Ortalama hatada hesaplanan pozitif değere bakıldığında, tahminlerin gerçekleşen

değere göre az kaldığını ve bir yanlılık olduğunu görebiliriz. Yanlılığı tespit etmek için kullanılan Takip Göstergesi (TS) değeri 3,40 olarak hesaplanmış ve bu değer  $\pm 5$  kabul aralığında olmayıp, kullanılan metodun yanlı ve kontrol altında olmadığını göstermektedir. Bu durum hatanın rastsallıklarını kaybedip pozitif olma durumudur.

Yapılan tahmin hatasının sebepleri, modelin yetersiz olması ve düzensiz değişimler olarak düşünülse de X-12-ARIMA metodu veri setini inceleyerek en uygun modeli kendisi otomatik olarak bulmaktadır. Bu durumda tahmin hatasına zamanı, etki derecesi ve süresi bakımından tahmin edilemez değişimlerin sebep olduğu düşünülebilir.

#### 4.2.2 İhracat

Bu çalışmada, Türkiye'deki 1969- 2012 yılları arasındaki 3 aylık verilerden oluşan dönemlik ihracat verileri(TÜİK) kullanılmıştır. İhracat miktarları seride Dolar(\$) cinsindedir. Tahmin modelinin testini yapıp etkinliğini ölçmek için 2012 yılına ait veriler test seti olarak kullanılmıştır.

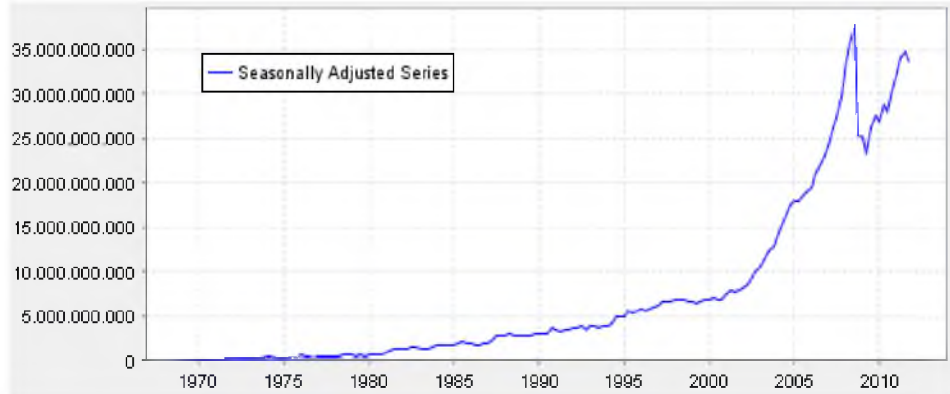
X-12-ARIMA metodunun ihracat dönemlik verileri üzerinde bulduğu tanımlara değinecek olursak öncelikle mevsimsel ayarlama yaparken çarpımsal model ve logaritmik transformasyon kullanıldığını söyleyebiliriz. Türkiye aylık ihracat verisi için, birinci dereceden bütünleşik mevsimsel hareketli ortalama modeli  $ARIMA(1, 0, 1)(0, 1, 1)$  kullanılmıştır. Kullanılan modelde,  $d=0$  olması serinin farkı alınmadığını bu durumun serinin durağan yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Fakat  $D=1$  değeri de seride gecikmeler olduğunu ve bu sebeple serinin mevsimsel farkının alındığını göstermektedir. Mevsimsel ayarlama kalitesine bakarken kalite değerlendirme istatistiklerinden olan  $M7$  ve  $Q$ , 0-1 geçerli aralığında olmalıdır şartına bakacak olursak,  $M7$  tanı değeri 0.428 ve  $Q$  tanı değeri 0.39'dur. Bu değerler, yapılan mevsimsel ayarlamaların başarılı olduğu sonucuna varmamızı sağlar. Mevsimsel ayarlama yaparken, hareketli mevsimsellik oranı küçük olduğundan  $3 \times 3$  mevsimsel hareketli filtre ve 5-dönemli Henderson Trend filtresi kullanılmıştır.

Türkiye dönemlik ihracat zaman serisini oluşturan bileşenleri ve otokorelasyon ile kısmi otokorelasyon fonksiyonlarına bakacak olursak;



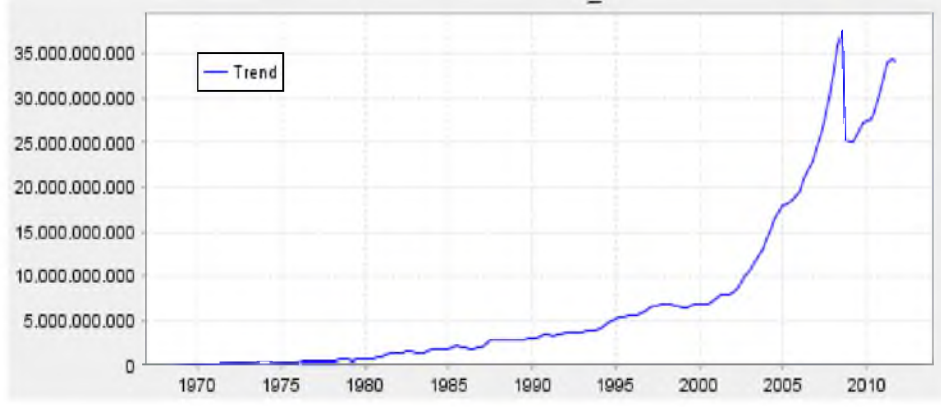
Şekil 4.24: Türkiye Dönemlik İhracat Zaman Serisi Grafiği

Verilerin zaman serisi grafiğine bakıldığında Türkiye aylık ihracat verilerine paralel şekilde mevsimsel etkiler, nerdeyse eksponansiyel bir trend, gürültü ve 2008-2009 yılında ani dalgalanmalar görülebilmektedir.



Şekil 4.25: Türkiye Dönemlik İhracat Mevsimsel Etkilerden Arındırılmış Seri Grafiği

Mevsimsel etkilerden arındırılmış seri grafiğine bakıldığında serinin mevsimsel etkilerden arındırıldığından dolayı eksponansiyel artan trend, dönüş noktaları ve rassal bileşenler ile gürültünün azaldığı açıkça görülmektedir.



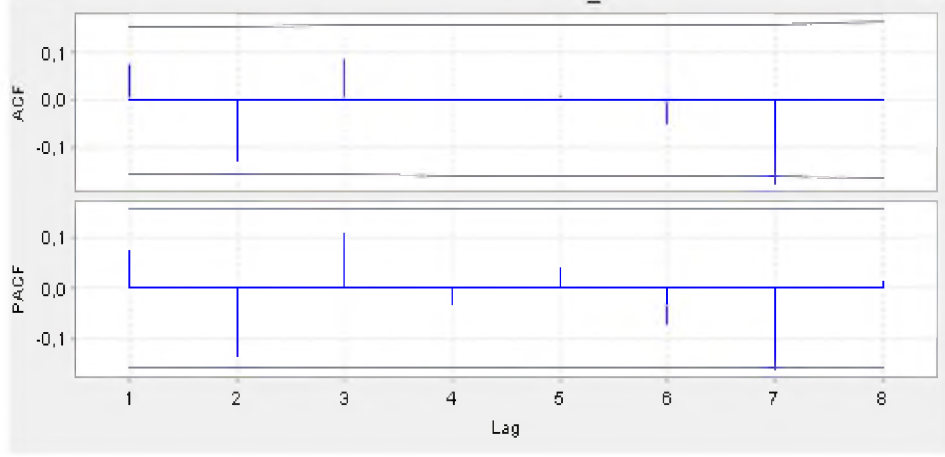
Şekil 4.26: Türkiye Dönemlik İhracatının Trend Grafiği

Dönemlik ihracat trend grafiği, Türkiye'de ihracatın özellikle 1995 yılından sonra artışa geçtiğini, 2000-2002 yılları arasında yaşanan ekonomik krizden etkilenerek çok az bir artış gösterdiği ve 2002 yılından sonra ihracatta kararlı bir yükselme yaşandığını göstermektedir. Ancak ihracatın 2008-2009 yıllarında dünyada meydana gelen mevcut krizlerden etkilendiği ve bu sebeple keskin bir düşüş yaşadığı görülmektedir.



Şekil 4.27: Türkiye Dönemlik İhracatının Rassal Bileşen Grafiği

Dönemlik ihracat rassal bileşen grafiğinde 1980'li yıllardan, ekonominin büyüme gösterdiği 2000'li yıllara kadar nerdeyse hiç uç değişimler görülmemektedir. Ekonominin büyümesi ve küresel çaptaki ekonomik dalgalanmalar sebebiyle 2000 yılından itibaren bazen artan bazense azalan dalgalanmalar meydana gelmiştir.



Şekil 4.28: Türkiye Dönemlik İhracatı Rassal Bileşenin ACF ve PACF Grafikleri

ACF ve PACF grafikleri, az da olsa 7'nci gecikmede bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu durum, dönemlik verilerde periyot olabileceğini düşündürmektedir. Grafikte, güven bandını geçen bir gecikme olmaması seride mevsimsel dalgalanmanın olmadığı sonucunu verir. Uygulanan modelin, zaman serisi analizi için gerekli şartlardan durağanlık şartını sağladığı görülebilmektedir.

Tahminlerin gerçekleşen değerlere yakınlığını daha net görülebilmesi için 2012 yılı gerçekleşen değerler ve tahmin değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.5: Türkiye Dönemlik İhracatının 2012 Yılı Tahmin Değerleri ve Hata Oranları

Yıl/Dönem	Gerçekleşen Değer (\$)	Tahmin Değerleri (\$)	Hata x 10 <sup>9</sup> (\$)	Hata  x 10 <sup>9</sup> (MAD) (\$)	Hata <sup>2</sup> x 10 <sup>18</sup> (MSE) (\$) <sup>2</sup>	( Hata /GD) x100 (MAPE)
2012:1	35.305.096.020	34.186.642.508	1,12	1,12	1,25	3,2
2012:2	38.994.573.906	36.721.896.872	2,27	2,27	5,17	5,8
2012:3	38.619.706.735	37.079.137.580	1,54	1,54	2,37	4,0
2012:4	39.569.275.100	40.944.528.898	-1,38	1,38	1,89	3,5
		Ortalama	0,89	1,58	2,67	4,1

Bulunan tahmin değerleri incelendiğinde, gerçek değerlere yakın tahminler bulunduğu gözlemlenmektedir. MAD, MSE ve MAPE kriterlerine göre tahminin doğruluğu hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir ve MAPE %4,1 olup tahminleme için makul bir değerdir. Ortalama hatada hesaplanan pozitif değere bakıldığında, tahminlerin gerçekleşen değere göre az kaldığını görebiliriz. Yanlılığı tespit etmek için kullanılan Takip Göstergesi (TS) değeri 2,25 olarak hesaplanmış ve bu değer



+/-5 kabul aralığında olduğu gör÷lmektedir. Bu durum, kullanılan metodun yanlı olmadığı ve kontrol altında olduğu sonucunu vermektedir.

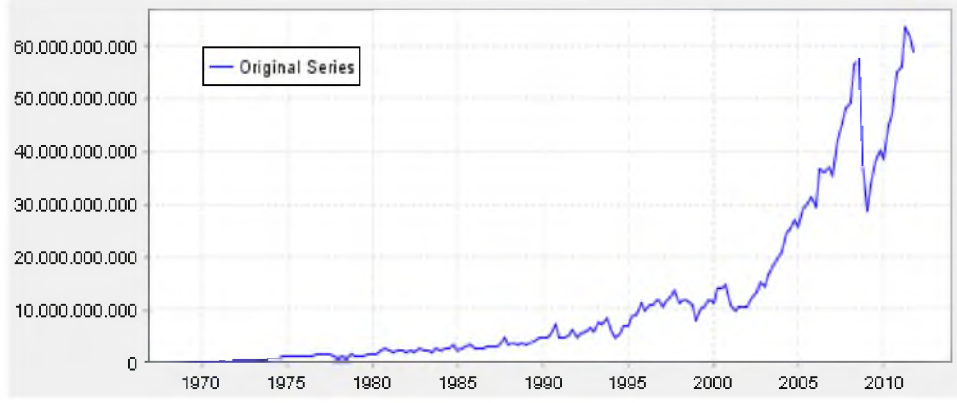
Yapılan tahmin hatasının sebepleri, modelin yetersiz olması ve düzensiz değişimler olarak düşün÷lse de X-12-ARIMA metodu veri setini inceleyerek en uygun modeli kendisi otomatik olarak bulmaktadır. Bu durumda tahmin hatasına zamanı, etki derecesi ve süresi bakımından tahmin edilemez değişimlerin sebep olduğu düşün÷lebilir.

### 4.2.3 İthalat

Bu çalışmada, Türkiye'deki 1969- 2012 yılları arasındaki 3 aylık verilerden oluşan dönemlik ithalat verileri(TÜİK) kullanılmıştır. İhracat miktarları seride Dolar(\$) cinsindedir. Tahmin modelinin testini yapıp etkinliğini ölçmek için 2012 yılına ait veriler test seti olarak kullanılmıştır.

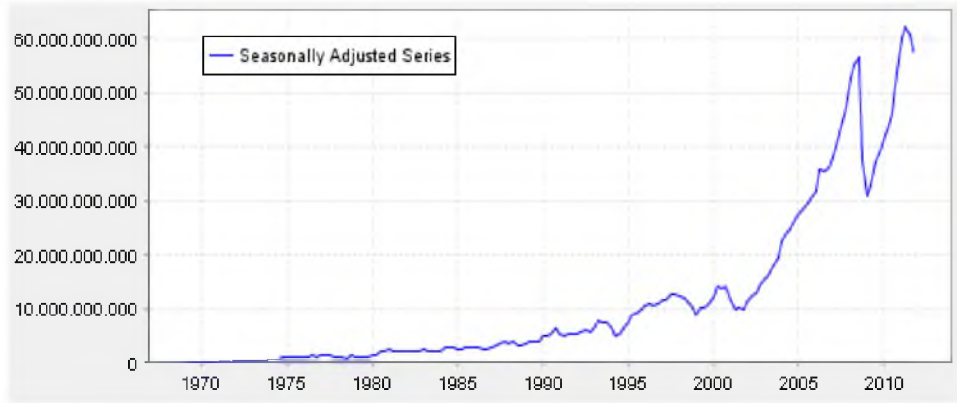
X-12-ARIMA metodunun ithalat dönemlik verileri üzerinde bulduğu tanılara değinecek olursak öncelikle mevsimsel ayarlama yaparken çarpımsal model ve logaritmik transformasyon kullanıldığını söyleyebiliriz. Türkiye aylık ithalat verisi için, birinci dereceden bütünleşik mevsimsel hareketli ortalama modeli ARIMA(2, 1, 1)(0, 1, 1) kullanılmıştır. Kullanılan modelde, d=1 olması serinin durağan olmadığını ve seri ile ilgili gelecek tahmininde bulunabilmek için serinin bir kez farkının alınarak durağan hale getirildiği sonucuna varılır. Mevsimsel ayarlama kalitesine bakarken kalite değerlendirme istatistiklerinden olan M7 ve Q, 0-1 geçerli aralığında olmalıdır şartına bakacak olursak, M7 tanı değerı 0.387 ve Q tanı değerı 0.46'dır. Bu değerler, yapılan mevsimsel ayarlamamın başarılı olduğu sonucuna varmamızı sağlar. Mevsimsel ayarlama yaparken, en sık kullanılan 3x5 mevsimsel hareketli filtre ve 5-dönemli Henderson Trend filtresi kullanılmıştır.

Türkiye dönemlik ihracat zaman serisini oluşturan bileşenleri ve otokorelasyon ile kısmı otokorelasyon fonksiyonlarına bakacak olursak;



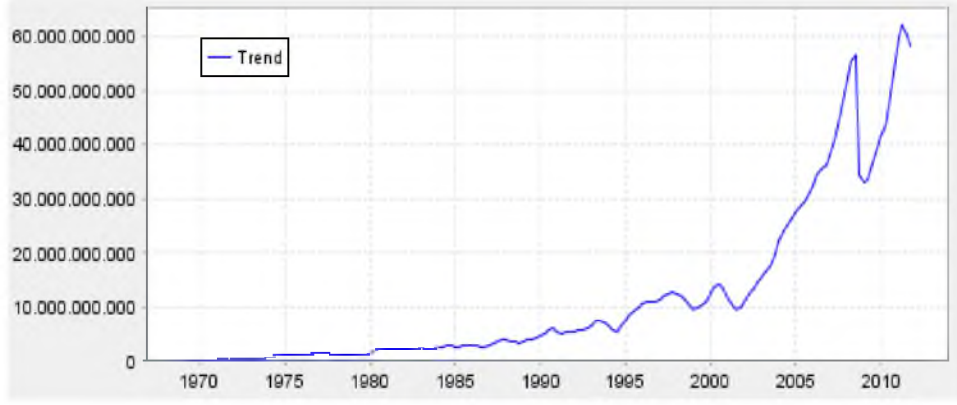
Şekil 4.29: Türkiye Dönemlik İthalatının Zaman Serisi Grafiği

Verilerin zaman serisi grafiğine bakıldığında, Türkiye aylık ithalat verilerine paralel şekilde mevsimsel etkiler, nerdeyse eksponansiyel bir trend, gürültü ve 2008-2009 yılında ani dalgalanmalar görülebilmektedir.



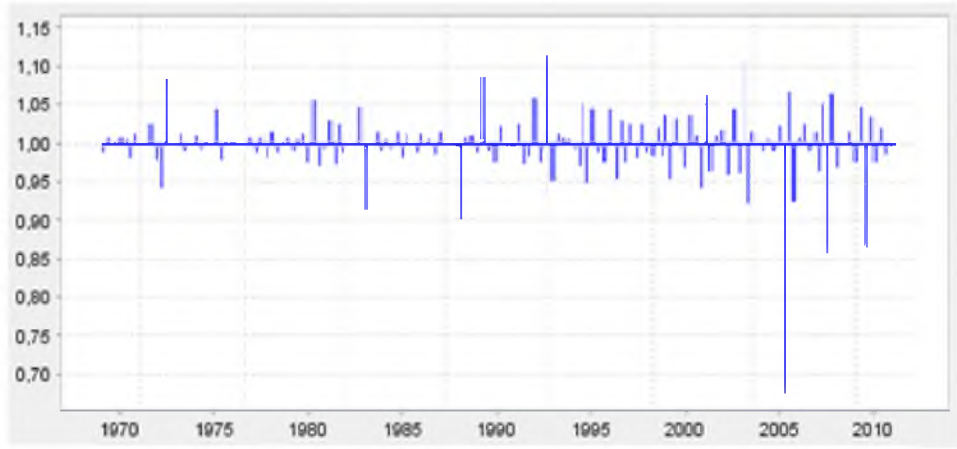
Şekil 4.30: Türkiye Dönemlik İthalatının Mevsimsel Etkilerden Arındırılmış Seri Grafiği

Mevsimsel etkilerden arındırılmış seri grafiğine bakıldığında serinin mevsimsel etkilerden arındırıldığından dolayı eksponansiyel artan trend, dönüş noktaları ve rassal bileşenler ile gürültünün azaldığı açıkça görülmektedir.



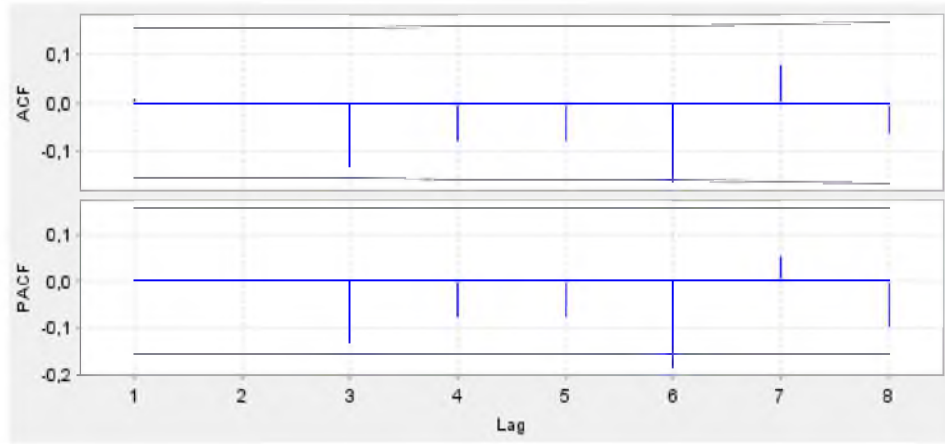
Şekil 4.31: Türkiye Dönemlik İthalatının Trend Grafiği

Dönemlik ithalat trend grafiği, Türkiye'de ithalatın özellikle 2001 yılından sonra artışa geçtiğini, 2000-2001 yılları arasında yaşanan ekonomik krizden etkilenerek ithalatın da ihracat gibi azalış gösterdiği ve 2002 yılından sonra ithalatta kararlı bir yükselme olduğunu göstermektedir. Ancak ithalatın 2008-2009 yıllarında dünyada meydana gelen mevcut krizlerden etkilendiği ve bu sebeple keskin bir düşüş yaşadığı görülmektedir.



Şekil 4.32: Türkiye Dönemlik İthalatının Rassal Bileşen Grafiği

Dönemlik ithalat rassal bileşen grafiğinde, dönem dönem değişimler görülmekteyse de son beş yıllık dönemde belirgin bir şekilde negatif yönde uç değişimler gözlemlenmektedir. Son dönemlerdeki ekonomik krizlerden, Türkiye ithalatının ciddi bir etkilenme yaşadığı sonucuna varılmaktadır.



Şekil 4.33: Türkiye Dönemlik İthalatı Rassal Bileşenin ACF ve PACF Grafikleri

ACF ve PACF grafikleri, az da olsa 6'ncı gecikmede bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu durum, dönemlik verilerde periyot olabileceğini düşündürmektedir. Grafikte, güven bandını geçen bir gecikme olmaması seride mevsimsel dalgalanmanın olmadığı sonucunu verir. Uygulanan modelin, zaman serisi analizi için gerekli şartlardan olan durağanlık şartını sağladığı görülebilmektedir.

Tahminlerin gerçekleşen değerlere yakınlığını daha net görülebilmesi için 2012 yılı gerçekleşen değerler ve tahmin değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.6: Türkiye Dönemlik İthalatının 2012 Yılı Tahmin Değerleri ve Hata Oranları

Yıl/Dönem	Gerçekleşen Değer (\$)	Tahmin Değerleri (\$)	Hata x 10 <sup>9</sup> (\$)	Hata  x 10 <sup>9</sup> (MAD) (\$)	Hata <sup>2</sup> x 10 <sup>18</sup> (MSE) (\$) <sup>2</sup>	( Hata /GD) x100 (MAPE)
2012:1	55.933.753.175	55.012.668.428	0,92	0,92	0,85	1,6
2012:2	61.461.169.216	59.519.988.375	1,94	1,94	3,77	3,2
2012:3	59.587.929.447	60.049.509.337	-0,46	0,46	0,21	0,8
2012:4	59.562.190.192	59.718.520.687	-0,16	0,16	0,02	0,3
		Ortalama	0,56	0,87	1,21	1,5

Bulunan tahmin değerleri incelendiğinde, gerçek değerlere yakın tahminler bulunduğu gözlemlenmektedir. MAD, MSE ve MAPE kriterlerine göre tahminin doğruluğu hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir ve MAPE %1,5 gibi küçük makul bir değere sahiptir. Ortalama hatada hesaplanan pozitif değere bakıldığında, tahminlerin gerçekleşen değere göre az kaldığını görebiliriz. Yanlılığı tespit etmek

için kullanılan Takip Göstergesi (TS) değeri 2,58 olarak hesaplanmış ve bu değerin +/-5 kabul aralığında olduğu görülmektedir. Bu durum, kullanılan metodun yanlı olmadığı ve kontrol altında olduğu sonucunu vermektedir.

Yapılan tahmin hatasının sebepleri, modelin yetersiz olması ve düzensiz değişimler olarak düşünülse de X-12-ARIMA metodu veri setini inceleyerek en uygun modeli kendisi otomatik olarak bulmaktadır. Bu durumda tahmin hatasına zamanı, etki derecesi ve süresi bakımından tahmin edilemez değişimlerin sebep olduğu düşünülebilir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sosyo-ekonomik verilerden olan ithalat, ihracat ve elektrik; ekonomideki aktörlerin kararlarını yakından ilgilendiren kavramlardır. Bu nedenle tahmin edilebilmeleri önem arz etmektedir. Zira ithalat, ihracat ve elektrik talebindeki beklenmeyen hareketler, alınan kararlar üzerinde ciddi etkilere yol açabilmektedir. Bu doğrultuda, bu verilerin tahminlenmesi gerek işletmeler gerekse devlet için önemli bir konu haline gelmiştir.

Bu çalışmada kullanılan X-12-ARIMA metodu, model belirleme sürecini kendisi otomatik olarak yapmaktadır. Literatürde, ARIMA modelleriyle yapılan tahminleme çalışmaları olmasına karşın bu çalışmalar, uygun modeli bulmak için birçok test ve karşılaştırma içermektedir. X-12-ARIMA metodu ise bu süreçleri kendisi yaparak çalışmayı hızlandırmaktadır. Bu çalışmada amaçlanan, otomatik olarak belirlenen modellerin zaman serileri üzerinde yaptığı tahminler ve tahminlerin doğruluk derecesini görmektir.

Dönemlik ve aylık veriler üzerinde uygulanan modellerde, tahmin edilen rassal bileşenlere ait ACF ve PACF grafiklerine bakıldığında; dönemsel veriler üzerindeki modellerin, serileri daha başarılı şekilde durağan hale getirdiğini görüyoruz. Dönemlik verilerin aylık verilere göre daha az veri içermesine karşın, dönemlik veriler üzerinde yapılan tahminlerin daha başarılı olduğu görülmektedir. Bunun sebebi olarak; X-12-ARIMA programının dönemsel verilerde kullandığı mevsimsel ve trend filtrelerinin daha başarılı olduğu gösterilebilir. Ayrıca, aylık verilerin daha çok ayrıntı içermesi yapılan tahminlerin de daha net olmasını sağlamıştır. Bu durum da hataların daha net görülmesine sebep olmuştur. Yüzeysel ve ayrıntı içermeyen veriler üzerinde yapılan tahminler de yüzeysel olmaktadır.

Türkiye için Ocak 1975 - Aralık 2010 elektrik brüt talep aylık veri seti ile gerçekleştirilen çalışmada, 2011 yılı için yapılan 12 aylık tahminlemede X-12-ARIMA metodu gerçek değerlere yakın tahmin değerleri bulduğu gözlenmiştir. Fakat modelin tahmin performansına ilişkin yapılan değerlendirmelerin de, elde edilen sonuçlar güven sınırı dışında olup tahminde yanlılık gözlemlenmiştir. 2009

yılında bu faktörlerden birinin yaşandığı bilgisine ulaşılmaktadır. Bilindiği üzere 2009 yılında dünya çapında görülen ekonomik kriz ülkemizi de etkilemiş durumdadır. Elektrik tüketimi etkileyen faktörlerden ihracat ve ithalatın 2009 yılında Türkiye için geçmiş yıllara düşmesi elektrik tüketimini de etkilemiştir. Bu bağlamda, X-12-ARIMA metodunun, başarısız bir tahminleme yapmadığı sadece zamanı ve etkisi belli olmayan değişimlerden kaynaklanan etkiler sebebiyle tahminde az da olsa hata gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada yıllık veriler üzerinde X-12-ARIMA yöntemiyle tahminleme gerçekleştirilememiştir. Çünkü X-12-ARIMA metodu yıllık veriler üzerinde mevsimsel faktör analizi yapamamaktadır. Bu sebeple, yıllık zaman serileri üzerinde X-12-ARIMA metodu yerine klasik ARIMA yöntemi kullanılarak seriye uygun model belirleme, uygun modeller arasında karşılaştırma testleri ve tahminleme yapılmalıdır.

## 6. KAYNAKLAR

- [1] Ozmen, A., "Zaman Serisi Çözümlemesi", (ed: Yuzer, A. F.), *Istatistik*, Eskisehir: Anadolu Universitesi Web-Ofset, 294-320, (2009).
- [2] Hood, C., "X-12-ARIMA FAQ [online]", (15 Oct 2012), <http://www.catherinehood.net/safaqx12arima.html>, (2012)
- [3] Ozmen, A., "Mevsimler Dalgalanmalar içermeyen Zaman Serilerinde Kısa Dönem Öngörü Amaçlı Box-Jenkins (ARIMA) Modellerinin Kullanımı", *Fen-Edebiyat Fakültesi Dergisi*, Cilt:2(1), 105-120, (1989).
- [4] Kutlar, A., *Uygulamalı Ekonometri*, Ankara: Nobel Yayınları, (2005).
- [5] Maddala, G. S. and Inn-Moo K., *Unit Roots, Cointegration and Structural Changes*, UK: Cambridge University Press, 18, (2002).
- [6] Kutlar, A., *Ekonometrik Zaman Serileri-Teori ve Uygulama*, Ankara: Gazi Kitabevi, 47-48, (2000).
- [7] Wei, W., *Time Series Analysis*, New York: Addison Wesley Publishing Company, , 44-156, (2006).
- [8] Montgomery, D. C., Jennings, C. L. and Kulahci, M., *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*, New Jersey: JohnWiley and Sons. Inc, (2008).
- [9] Gunay, S., Egrioglu, E. ve Aladag, Ç. H., *Tek Değişkenli Zaman Serileri Analizine Giriş*, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 16, (2007).
- [10] Gujarati, D. N., *Basic Econometrics*, USA: MC-Graw-Hill Inc., 712-713, (1995).
- [11] Diebold, F. X. and Sendhadji, A. S., "Deterministic vs Stochastic Trend in US GNP, Yet Again [online]", (15 Oct 2012), *NBER Working Series*, Working Paper 5481, [www.nber.org](http://www.nber.org), (1996).
- [12] Charemza, W. W. and Derek, F. D., *New Directions in Econometric Practice*, UK: Edward Elgar, 84-95, (1997).
- [13] Enders, W., *Applied Econometric Time Series*, UK: John Wiley and Sons Inc., 155-195, (1995).



- [14] Akdi, Y., *Zaman Serileri Analizi (Birim Kökler ve Kointegrasyon)*, Ankara: Gazi Kitabevi, 27, (2010).
- [15] Brockwell, P. J. and Davis, R. A., *Time Series: Theory and Methods*, New York: Springer, 311, (2006).
- [16] Bowerman, B. L. and O'Connell, R. T., *Forecasting and Time Series: An Applied Approach*, Massachusetts: Duxbury Press, (1979).
- [17] Cooray, T. M. J. A., *Applied Time Series. Analysis and Forecasting*, New Delhi: Narosa Publishing House Pvt. Ltd, 144-194, (2008).
- [18] National Statistics., "Guide to Seasonal Adjustment with X-12-ARIMA [online]", [www.ons.gov.uk/ons/guide-method/.../guide-to-seasonal-adjustment.pdf](http://www.ons.gov.uk/ons/guide-method/.../guide-to-seasonal-adjustment.pdf), (2007).
- [19] Hood, C., "X-12-ARIMA FAQ [online]", (15 May 2013), <http://www.catherinechhood.net/safaqx12x13.html>, (2013)
- [20] US Census Bureau, "FAQs on Seasonal Adjustment [online]", (15 Jun 2013), <http://www.census.gov/const/www/faq2.html>, (2013)

## 7. ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Hamid YEŞİLYAYLA

Doğum Yeri ve Tarihi : Üsküdar, 06.11.1986

Lisans Üniversite : Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü

Elektronik Posta : hyesilyayla@pau.edu.tr

İletişim Adresi :Çivril Atasay Kamer Meslek Yüksekokulu  
Oda No:11 Kızılcasöğüt Çivril/DENİZLİ