

**ERZURUM İLİNDEKİ DOĞALGAZ TÜKETİMİNİN
ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ İLE İNCELENMESİ
ve BİR UYGULAMA**

Sinan ÖZTAŞ

**Yüksek Lisans Tezi
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Cafer ÇELİK
2012
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ERZURUM İLİNDEKİ DOĞALGAZ TÜKETİMİNİN ZAMAN
SERİLERİ ANALİZİ İLE İNCELENMESİ ve BİR UYGULAMA**

Sinan ÖZTAŞ

ENDÜSTRİ MÜHENDİLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2012**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

Erzurum İlindeki Doğalgaz Tüketiminin Zaman Serileri Analizi İle İncelenmesi ve Bir Uygulama

Prof. Dr. Cafer ÇELİK danışmanlığında, Sinan ÖZTAŞ tarafından hazırlanan bu çalışma 14/08/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından. Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu (.../...)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Cafer ÇELİK

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Elif Kılıç DELİCE

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. İbrahim CAN

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projesi kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: 2011/411

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ERZURUM İLİNDEKİ DOĞALGAZ TÜKETİMİNİN ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ İLE İNCELENMESİ ve BİR UYGULAMA

Sinan ÖZTAŞ

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimler Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cafer ÇELİK

Enerji ülkeler için büyük bir önem arz etmekte, gelecek yüz yıllar enerji üzerinden planlanmaktadır. Ülkemizde son yıllarda kullanımı yaygınlaşan doğalgaz, temiz ve ulaşılabilir olması bakımından vazgeçilmez bir enerji kaynağı konumundadır. Devletlerin gelecek dönemlere ait planlamalarında enerji büyük bir öneme sahip olduğundan, gelecek dönemlerde tüketilecek olası enerji miktarının tahmin edilmesi önemlidir.

Kısa dönemli tahmin çalışmalarında en uygun yöntemlerden birisi zaman serileridir. Bu çalışmada Erzurum ilinin 2005-2010 yıllarına ait doğalgaz tüketim miktarları esas alınarak Box-Jenkins ve Bileşenlerine Ayırma yöntemleri ile kestirim modelleri oluşturulmuş ve bu modellerle yapılan kestirim sonuçları çeşitli performans kriterleri açısından karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

2012, 79 sayfa

Anahtar Kelimeler: Zaman serileri analizi, doğalgaz tüketimi, talep tahmini, Box-Jenkins, bileşenlerine ayırma

ABSTRACT

Master Thesis

AN ANALYSIS OF NATURAL GAS CONSUMPTION OF ERZURUM BY USING TIME SERIES and AN APPLICATION

Sinan ÖZTAŞ

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Industrial Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Cafer ÇELİK

Energy has an important space for the countries and the future plans are being arranged on energy. Recently the usage of natural gas increasing in Turkey and this makes natural gas essential because of being clean and easy accessibling. Energy is one of the most important event for the future plant for countries so that energy consumption amount for the future periods is very important.

Time series is one of the most suitable method for the short period works. In this study, Box-Jenkins and decomposition methods, which are belong time series used for the forecasting and the results has been served comparative for Erzurum's natural gas consumption forecast. Datas has been provided by Palen company in Erzurum.

2012, 79 pages

Keywords: Time series analysis, natural gas consumption, demand forecasting, Box-Jenkins, decomposition

TEŞEKKÜR

Bu tezin bütün aşamalarında değerli fikirleriyle danışmanlık yaparak bana yol gösteren hocam Sayın Prof. Dr. Cafer ÇELİK başta olmak üzere bölümümüzdeki diğer saygı değer hocalarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Sinan ÖZTAŞ

Ağustos, 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	7
3.1. Zaman Serileri Analizi	7
3.2. Zaman Serisi Bileşenleri	7
3.2.1. Trend (Genel eğilim)	8
3.2.2. Mevsimsel etki (Mevsimsellik)	9
3.2.3. Konjonktürel etki	9
3.2.4. Rassal hata	9
3.3. Durağanlık	10
3.4. Bileşenlerine Ayırma Yöntemi	10
3.4.1. Mevsimsel etkinin giderilmesi	10
3.4.2. Trend etkisinin giderilmesi	11
3.4.3. Hatanın giderilmesi	12
3.4.3.a. Hareketli ortalamalar yöntemi	13
3.4.3.b. Üstel düzeltme yöntemi	13
3.4.3.c. α 'nın seçimi	15
3.4.4. Tahmin	16
3.5. Box-Jenkins Yöntemi	16
3.5.1. Durağan stokastik modeller	17
3.5.2. Durağan olmayan stokastik modeller	17
3.6. Durağanlık Kavramı ve Durağanlığın Sınanması	18
3.6.1. Birim kök kavramı	18
3.6.2. Dickey-Fuller testi	19

3.6.3. Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) testi	19
3.6.4. Phillips-Perron (PP) testi	19
3.6.5. Box-Jenkins yöntemiyle tahmin	20
3.6.6. Ayırd edici kontrol	20
3.6.7. Tahmin doğruluğunun ölçümü	21
4. ARAşTIRMA BULGULARI ve TARTIşMA.....	23
4.1. Bileşenlerine Ayırma Yöntemiyle Talep Tahmin Modelinin Oluşturulması	23
4.1.1. Salt verilerin zaman grafiği	24
4.1.2. Mevsimsel etkinin giderilmesi	25
4.1.3. Trend etkisinin giderilmesi.....	31
4.1.4. Hata bileşeninin giderilmesi.....	36
4.1.4.a α 'nın Seçimi.....	36
4.1.5. Kestirim	40
4.1.6. Modelde olmayan dış faktörlerin incelenmesi	44
4.1.6.a Sıcaklık değerlerinin analizi	44
4.1.6.b. Doğalgaz fiyatlarının analizi	46
4.1.7. Kestirimin doğruluk göstergeleri.....	47
4.2. Box-Jenkins Yöntemiyle Talep Tahmin Modelinin Oluşturulması	48
4.2.1. Verilerin analiz edilmesi	48
4.2.2. Serinin durağanlaştırılması.....	51
4.2.3. Durağan serinin Box-Jenkins yöntemiyle çözölmesi	61
4.2.3.a. Mevsimsel olmayan kısmın derecelerinin belirlenmesi	61
4.2.3.b. Mevsimsel kısmın derecelerinin belirlenmesi.....	63
4.2.3.c. Aday modellerin belirlenmesi	64
4.2.3.d. Model parametrelerinin tahmin edilmesi	65
4.2.3.e. Ayırt edici kontrol	67
4.2.3.f. İleriye dönük tahmin	69
4.3. Tahmin Yöntemi Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	73
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	76
KAYNAKLAR	78
ÖZGEÇMİş	80

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

ACF	Oto Korelasyon Fonksiyonu (Auto Correlation Function)
AR	Oto Regresif (Auto Regressive)
ARIMA	Oto Regresif Bütünleşik Hareketli Ortalamalar (Auto Regressive Integrated Moving Average)
DF	Dickey Fuller
MA	Hareketli Ortalama (Moving Average)
MAE	Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error)
MAPE	Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi (Mean Absolute Percentage Error)
MSE	Hata Kareler Ortalaması (Mean Squared Error)
MGV	Mevsimselliği Giderilmiş Veriler
PACF	Kısmi Oto Korelasyon Fonksiyonu (Partial Auto Correlation Function)
SARIMA	Mevsimsel Oto Regresif Bütünleşik Hareketli Ortalamalar (Seasonal Auto Regressive Integrated Moving Average)
TDV	Trend Denklemi Verileri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Doğalgaz tüketim verilerinin zamana göre dağılımı	24
Şekil 4.2. Mevsimselliği giderilmiş doğalgaz tüketim verileri	30
Şekil 4.3. Gerçek ve mevsimsellikten arındırılmış doğalgaz tüketim verileri	30
Şekil 4.4. Mevsim etkisi giderilmiş veriler üzerinden oluşturulan trend denklemi verileri	34
Şekil 4.5. Trend etkisi giderilmiş verilerin grafiği	36
Şekil 4.6. Konjonktürel indeks değerlerinin dağılımı	40
Şekil 4.7. Doğalgaz tüketimine ait gerçek ve kestirim (Bileşenlerine Ayırma yöntemi) değerlerinin dağılımı	43
Şekil 4.8. 2007-2011 yılları arasında 3'er aylık dönemlere ait ortalama sıcaklık değerleri	46
Şekil 4.9. Doğalgaz tüketim verilerinin zamana göre dağılımı	49
Şekil 4.10. Doğalgaz tüketim verilerinin oto korelasyon grafiği	50
Şekil 4.11. Doğalgaz tüketim verilerinin kısmi oto korelasyon grafiği	51
Şekil 4.12. Doğal logaritması alınmış doğalgaz tüketim verilerinin grafiği	52
Şekil 4.13. Doğal logaritması alınmış doğalgaz tüketim verilerinin oto korelasyon grafiği	53
Şekil 4.14. Doğal logaritması alınmış doğalgaz tüketim verilerinin kısmi oto korelasyon grafiği	53
Şekil 4.15. 12 dönemlik mevsimsel farkı alınmış logaritmik verilerin zamana bağlı değişimi	55
Şekil 4.16. Mevsimsel farkı alınmış logaritmik verilerin oto korelasyon grafiği	56
Şekil 4.17. Mevsimsel farkı alınmış logaritmik verilerin kısmi oto korelasyon grafiği	56
Şekil 4.18. Mevsimsel farktan sonra birinci derece farkı alınmış logaritmik verilerin zamana göre dağılımı	59
Şekil 4.19. Mevsimsel farktan sonra birinci derece farkı alınmış logaritmik verilerin oto korelasyon grafiği	59
Şekil 4.20. Mevsimsel farktan sonra birinci derece farkı alınmış verilerin kısmi oto korelasyon grafiği	60

Şekil 4.21. Birinci dereceden farkı alınmış logaritmik verilerin oto korelasyon grafiği	62
Şekil 4.22. Birinci dereceden farkı alınmış logaritmik verilerin kısmi oto korelasyon grafiği	62
Şekil 4.23. Mevsimsel farktan sonra birinci derece farkı alınmış logaritmik verilerin oto korelasyon grafiği	63
Şekil 4.24. Mevsimsel farktan sonra birinci derece farkı alınmış logaritmik verilerin kısmi oto korelasyon grafiği.....	64
Şekil 4.25. Artık verilerin oto korelasyon grafiği	67
Şekil 4.26. Artık verilerin kısmi oto korelasyon grafiği	68
Şekil 4.27. Artık verilerin normal dağılım grafiği.....	68
Şekil.4.28. Doğalgaz tüketimine ait gerçek ve kestirim (Box-Jenkins yöntemi) değerlerinin dağılımı	71
Şekil 4.29. Box-Jenkins ve Bileşenlerine Ayırma yöntemleri sonucu elde edilen öngörü değerleri ile gerçek tüketim değerlerinin dağılımı.....	74

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. 2005-2010 yıllarındaki Erzurum ili doğalgaz tüketim verileri ($*10^3 m^3$)....	24
Çizelge 4.2. Hareketli ortalamaların hesaplanması.....	26
Çizelge 4.3. Mevsim indeksleri ile düzeltilmiş mevsim indeksleri	29
Çizelge 4.4. Mevsimselliği giderilmiş doğalgaz tüketim verileri (MGV)	29
Çizelge 4.5. Trend etkisinin hesaplanması	31
Çizelge 4.6. Trend etkisi giderilmiş doğalgaz tüketim verileri.....	35
Çizelge 4.7. Uygun α değerinin belirlenmesi	38
Çizelge 4.8. Bileşenlerine Ayırma yöntemi ile kestirim değerlerinin hesabı	41
Çizelge 4.9. 2011 yılı doğalgaz tüketimine ait gerçek ve kestirim değerleri.....	44
Çizelge 4.10. 2007-2011 yıllarının ilgili dönemlerine ait ortalama sıcaklık değerleri ...	45
Çizelge 4.11. 2006-2011 yılları arasındaki doğalgaz birim fiyatları	47
Çizelge 4.12. Bileşenlerine Ayırma yöntemi ile yapılan kestirimin tutarlılık göstergeleri	48
Çizelge 4.13. 2005-2010 yıllarındaki Erzurum ili doğalgaz tüketim verileri ($*10^3 m^3$).49	
Çizelge 4.14. Doğal logaritması alınmış doğalgaz tüketim verileri.....	52
Çizelge 4.15. Doğal logaritması alınmış verilerin DF birim kök testi sonuçları	54
Çizelge 4.16. Mevsimsel farkı alınmış logaritmik doğalgaz tüketim verileri.....	55
Çizelge 4.17. Mevsimsel farkı alınmış logaritmik verilerin DF birim kök testi sonuçları	57
Çizelge 4.18. Mevsimsel farkı alınmış logaritmik değerler üzerinden birinci derece farkı alınmış veriler	58
Çizelge 4.19. Mevsimsel farktan sonra birinci derece farkı alınmış verilerin DF birim kök testi sonuçları.....	60
Çizelge 4.20. Başlangıç modeline ait parametrelerin test sonuçları	65
Çizelge 4.21. Farklı parametre seviyelerinde katsayıların tahmini.....	66
Çizelge 4.22. Box-Jenkins yöntemi kestirim değerleri	69
Çizelge 4.23. Box-Jenkins yöntemi ile oluşturulan SARIMA (2, 1, 2) (1, 1, 1) ¹² modeli kullanılarak 2011 yılı doğalgaz tüketim için tahmin değerleri....	72
Çizelge 4.24. Box-Jenkins yöntemi ile yapılan kestirimin tutarlılık göstergeleri.....	72
Çizelge 4.25. 2011 yılına ait gerçekleşen doğalgaz tüketim değerleri ile Box-Jenkins ve Bileşenlerine Ayırma yöntemleri kestirim değerlerinin karşılaştırılması	73

1. GİRİŞ

Bir zaman serisi herhangi bir değişkene ilişkin zamana göre sıralanmış gözlem değerlerinden oluşur. Zaman serisi analizi, tahminde bulunulacak değişkenin geçmiş dönem verilerini kullanarak gelecek dönemlere ait tahmin modeli oluşturmada kullanılır. Model geliştirme ilgili değişkene ait zaman serisinin analiz edilmesi, ana eğiliminin ve özelliklerinin belirlenmesine dayanır. Çeşitli kısıtlar altında doğruluğu kabul edilen modelin gelecek dönemlerde de aynı eğilimi ve benzer özellikleri göstereceği düşünülerek tahmin aşamasında kullanılır.

Zaman serilerinde tahmin genellikle kısa dönemler için iyi sonuç verir. Uzun dönem tahmin yapılması serilerin dinamik yapısından ötürü tercih edilmez. Yapılan tahminin iyi sonuç verebilmesi için çalışılan modelde ilgili varsayımları yeterince sağlamış olması gerekir.

Geleceğe ait tahmin yapılmasında kullanılan birçok yöntem olmasına karşın zaman serileri analizi kapsamında kullanılan yöntemlerden Bileşenlerine Ayırma ve Box-Jenkins yöntemleri incelenecektir.

Bileşenlerine Ayırma Yöntemi olarak bilinen klasik zaman serileri analizinde, veri grubu kendisini oluşturan alt bileşenlere ayrılır. Trend, mevsim, konjonktürel etki ve hata bileşenlerinin tümü bir seride olabileceği gibi biri, ikisi ya da üçü de bulunabilir. Bileşenler belirlendikten sonra model kurulur ve tahmin yapılır.

Box-Jenkins yönteminde ise verilerin durağanlığı üzerinden hareket edilmektedir. Zamanla ortalaması ve/veya varyansı değişmeyen verilere durağan veriler denir. Fark alma işlemleriyle verilerin durağanlığı sağlandıktan sonra bir model kurulur ve tahmin yapılır.

Bu çalışmada Erzurum ilindeki doğalgaz tüketim miktarının zaman serileri analiziyle incelenmesi ve iki farklı yöntemle göre oluşturulan modeller yardımıyla geleceğe ait öngörüler yapılması amaçlanmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde zaman serileri analizi kullanılarak yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir. İlk kez 1976 yılında Box and Jenkins tarafından geliştirilen ve kendi isimleriyle anılan Box-Jenkins yöntemi ekonometri, istatistik ve idari birimler tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Türkiye’de bu çalışmalar 2000’li yıllarda yoğunluk kazanmaktadır ve enerji alanından turizme, meteorolojik vakalardan ihracat ve ithalat verilerine kadar çok geniş bir alanda kullanılmaktadır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde zaman serileri analizinin genel yapısından bahsedilmiştir. Bileşenlerine Ayırma Yöntemi başlığı altında, mevsimsellik, trend, konjonktürel etki ve hata bileşenleri incelenmiştir. Hareketli ortalamalar yöntemi ve üstel düzeltme yöntemleri anlatılmıştır. İlgili bileşenlerin elde ediliş yöntemleri, tahmin modelinin oluşturulması ve tahminin nasıl yapılacağı açıklanmıştır. Box-Jenkins yöntemi başlığı altında ise durağanlık kavramı, birim kök testleri, ayırd edici kontrol gibi başlıklar açıklanmıştır. Ayrıca zaman serisi analizi yöntemleri sonucunda oluşturulan modellerin tutarlılık göstergeleri olan MAPE, MAD ve MSD formülleri hakkında bilgi verilmiştir.

Dördüncü bölümde ise Erzurum ili doğalgaz tüketim miktarları esas alınarak Bileşenlerine Ayırma yöntemi ve Box-Jenkins yöntemi ile tahmin modellerinin oluşturulması açıklanmıştır. Tahmin modelleri oluşturulduktan sonra hem geçmiş dönemlere ait değerler yeniden tahmin edilmiş, hem de gelecek dönemlere ait tahmin değerleri elde edilmiştir. Modelde olmayan fakat tahmin sonuçları üzerinde etkin olduğu varsayılan faktörlerden bir kısmı incelenmiş ve açıklanmıştır.

Bu çalışmada uygulama kısmı Erzurum ili doğalgaz tüketim değerleri kullanılarak yapılmıştır. Erzurum gibi, doğalgaz tüketiminin çoğunlukla konutlarda olduğu illerde doğalgaz talep tahmininin yapılması daha doğru sonuçlar verebilmektedir. Çünkü büyük

aplı üretim alanları olmadığından doğalgaz tüketiminde de büyük çaplı değişmeler gözlenmemekte ve tahmin modelleri daha tutarlı sonuçlar vermektedir.

Oluşturulan modeller yanı sıra modele dahil edilmeyen dış faktörlerden bir kısmı da incelenmiş ve her iki yönteme ait sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın beşinci bölümünde çalışmada ulaşılan sonuçlar kısaca özetlenmiş ve bu çalışma sonrasında yapılabilecek çalışmalara ilişkin önerilere yer verilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Literatürde zaman serileri ile yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Özellikle ekonomi, istatistik ve ekonometri alanlarında yoğunlaşan bu çalışmalar; turizm gelirlerinden ihracat verilerine, yıllık yağış miktarından doğalgaz tüketimine, gıda tüketiminden yağış oranlarına kadar birçok alana yayılmaktadır. Bu bölümde zaman serileri kullanılarak yapılan çalışmalara yer verilecektir.

Ulutürk (1994) tarafından yapılan ‘gelecek tahmininde ARIMA modelleri ve bir uygulama’ isimli çalışmada zaman serilerine genel bir giriş yapılmış, Box-Jenkins modellerinin yapısı anlatılmış, çimento satışları için model belirlenmesi ve geleceğe ait öngöründe bulunulmuştur. Elde edilen sonuçlar gerçek tüketim değerleri ile karşılaştırılıp sonuçlar yorumlanmıştır.

Özgür (1998) tarafından yapılan ‘hareketli ortalamalarla bütünleştirilmiş otoregresif süreçler (ARIMA) ve bazı iktisadi zaman serilerine uygulanması’ isimli çalışmada zaman serileri genel olarak anlatılmış, tek değişkenli tahmin modelleri ve bu modellerle ilgili bazı testlerden bahsedilmiş, Box-Jenkins ve ARIMA konularında detay bilgi verilmiştir. Daha sonra 1923-1996 dönemlerine ait ithalat ve ihracat verileri için ayrı ayrı öngörüler yapılarak sonuçları karşılaştırılmıştır.

Kahraman ve Bilirgen (2004) tarafından yapılan ‘otokorelasyonlu verilerde proses kontrol tekniklerinin uygulanması’ isimli çalışmada kontrol dışı sinyallerin otokorelasyondan olup olmadığını tespit etmek için, istatistiksel proses kontrol teknikleri korelasyonlu olduğu ispatlanan verilere uygulanmıştır. Daha sonra otokorelasyonu yok etmek için uygun bir zaman serisi modeli geliştirilmiş ve çözümleme yapılmıştır.

Aras ve Aras (2003) tarafından yapılan ‘konutsal doğalgaz talebinin tahmini’ isimli çalışmada Eskişehir iline ait doğalgaz tüketiminin tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

Geleneksel zaman serisi çözümlemesi kullanılmakla birlikte; doğalgaz birim fiyatı, dolar satış kuru ve tüketici fiyat endekslerini kapsayan çeşitli ekonomik göstergelerin doğalgaz kullanımına olan etkisi analiz edilmektedir.

Erdoğan (2006) tarafından yapılan ‘zaman serilerinde arima modelleri’ isimli çalışmada zaman serilerinin yapısı, durağanlık, birim kök testleri Box-Jenkins yaklaşımı, tek değişkenli zaman serisi modelleri, model kurma, ayırt edici kontrol kavramları üzerinde durulmuş ve ithalatı olan bazı ürünlerin gelecek dönemlere ait tahminleri yapılmıştır.

Çuhadar (2006) tarafından yapılan ‘turizm sektöründe talep tahmini için yapay sinir ağları kullanımı ve diğer yöntemlerle karşılaştırmalı analizi’ isimli çalışmada öncelikle yapay sinir ağları ile bir model kurulmuş ve sonuçlar alınmıştır. İkinci kısımda ise Box-Jenkins yöntemi kullanılarak verilerdeki mevsimsellik giderildikten sonra oluşturulan model yardımıyla öngöründe bulunulmuştur. Sonuçlar karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Duru (2007) tarafından yapılan ‘zaman serisi analizinde arima modelleri ve bir uygulama’ isimli çalışmanın ilk bölümünde zaman serilerinin genel özelliklerine değinilmiştir. İkinci bölümde Box-Jenkins modellerinin teorik yapısından ve durağanlık kavramından bahsedilmiştir. Çalışmada özel olarak otoregresif ve hareketli ortalamalar üzerinde durulmuş ve karma modeller (AR-MA ve ARIMA) irdelenmiştir. Son bölümde ise farklı Box-Jenkins modelleri sınanmış ve deneysel olarak elde edilen en uygun sonuç dikkate alınarak İş Bankası hisse senetlerinin gelecek dönem fiyat tahminleri yapılmıştır.

Akıncı (2008) tarafından yapılan ‘zaman serilerinde durağanlık analizi ve ihracatın GSMH içindeki payı üzerine bir uygulama’ isimli çalışmasında Box-Jenkins modelleri anlatıldıktan sonra durağanlık kavramı üzerinde daha fazla durulmuştur. Çeşitli durağanlık testleri hakkında bilgiler verilmiştir. Son kısımda ise ihracatın gayri safi milli hasıla içindeki payını araştıran bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada öncelikle verilerin durağanlığı sağlanmış, ardından birim kök testleriyle bu durağanlık sınanmış ve oluşturulan Box-Jenkins yöntemiyle ileriye dönük öngörü yapılmıştır.

Akkurt (2009) tarafından yapılan ‘zaman serileri metodlarıyla doğalgaz tüketiminin tahmini’ isimli çalışmada Türkiye’deki doğalgaz tüketimi hakkında genel bilgiler verildikten sonra 6 farklı üstel düzeltme yöntemiyle verileri normalleştirmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Kara (2009) tarafından yapılan ‘sabit gps istasyonlarında zaman serileri analizi’ isimli çalışmada zaman serilerinin genel yapısından bahsedilmiş, mevsimsel ve mevsimsel olmayan modeller anlatılmış, Box-Jenkins modelleri açıklanmış ve sabit gps istasyonlarının koordinat bileşenlerine ait zaman serisi uygulamaları yapılmıştır.

Sharma *et all* (2009) tarafından yapılan çalışmada Hindistan’ın New Delhi şehrinin hava kalitesini SO₂ ve NO₂ değerleri bakımından incelenmiştir. 18 farklı farklı noktadan 3’er defa alınan örnekler incelenmiş ve gelecek dönemlere ait öngörude bulunulmuştur.

Suhanthi and Samuel (2012) tarafından yapılan çalışmada farklı talep tahmin modelleri için geliştirilen enerji modelleri hakkında bilgi verilmiş ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Ekonomik, sosyal, çevresel, politik, kültürel,...vb olaylara ilişkin herhangi bir veri grubundan elde edilen gözlem değerlerini zamana göre sıralanmış olarak gösteren serilere zaman serisi denir. Bu tanım genel bir tanımdır. Zaman serilerini konu alan pek çok çalışmada, serilerin gözlem değerlerinin eşit aralıklı zaman noktalarından elde edilmiş olduğu görülmektedir. Eşit aralıklı zaman noktaları (başka bir ifadeyle zaman değişkeninin şıkları); gün (günlük hava sıcaklıklarında olduğu gibi), ay (aylık satış miktarlarında olduğu gibi) veya yıl (yıllık ihracat tutarlarında olduğu gibi) olabilir (Anonim 2009).

3.1. Zaman Serileri Analizi

Zaman serileri analizi en genel tanımla geçmiş verilerden faydalanılarak gelecek dönemlere ait kestirimlerde bulunmaya olanak sağlar. Zaman serileri analizi, bir zaman serisinin kendi olasılıksal yapısının keşfedilmesi ve gelecekteki durumunun öngörülmesi veya birden fazla zaman serisi arasındaki ilişkilerin belirlenerek ortaya çıkarılması işlemi olarak özetlenebilir. Öngörü yöntemleri ise gelecekte ortaya çıkacak olaylar hakkında çıkarım yapmak için geçmişten gelen bilginin organize edilmesinin basit sistematik bir yoludur (Frechtling 2001).

Bir zaman serisi; mevsimsel etki, trend, konjonktürel etki ve hata olmak üzere 4 ana bileşenden oluşur. Bu bileşenler izleyen kesimlerde sırasıyla açıklanacaktır.

3.2. Zaman Serisi Bileşenleri

Bir zaman serisini oluşturan veriler genellikle çeşitli etkilere maruz kalmaktadır. Bu etkiler verilerde dalgalanmalara yol açmakta, verilerin doğru analiz edilmesinde ve geleceğe dönük tahmin yapılmasında problem oluşturmaktadır.

Bir zaman serisinin bileşenleri;

- Trend (T)
- Mevsimsel etki (S)
- Konjonktürel etki (C)
- Rassal hata (E)

olmak üzere 4 grupta incelenmektedir.

Zaman serisi analizlerinde, değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal veya eğrisel oluşuna göre kullanılan bir çok model vardır. Ancak, pratikte doğrusal modeller daha çok kullanılır. Doğrusal zaman serisinin iki temel biçimi vardır:

- i- Toplamsal model $\rightarrow Y_c = T + S + C + E$
- ii- Çarpımsal model $\rightarrow Y_c = T * S * C * E$

Bir zaman serisinde yer alan veriler yukarıda belirtilen bileşenlerin tümüne sahip olabilir. Bu bileşenler verilerin durağanlık şartını sağlamasına engel olabilir ve gelecek dönemlere ait yapılacak olan kestirimin doğruluk derecesini olumsuz yönde etkileyebilir. Tüm bu sebeplerden ötürü verilerin durağanlaştırılması gerekmektedir. İzleyen kesimlerde zaman serisi bileşenleri sırasıyla açıklanacaktır.

3.2.1. Trend (Genel eğilim)

Bir zaman serisindeki verilerin uzun bir zaman periyodu içerisinde göstermiş olduğu eğilime trend denir. Genel olarak uzun dönemli hareketler sonucunda gözlemlenebilir. Bir veri setine ait trend doğrusal, parabolik ya da üstel olabilir. Örnek olarak Türkiye'nin son yıllardaki nüfus artışı gösterilebilir.

3.2.2. Mevsimsel etki (Mevsimsellik)

Trend bileşenine göre daha kısa dönemlerde meydana gelen dalgalanmalar mevsimselliği oluştururlar. Mevsimsellik, adından da anlaşılacağı üzere, veri grubunun mevsimlere göre belirgin düzeyde değişimler göstermesidir. Herhangi 12 aylık bir döneme bakılarak görülebilir. Kışın hava sıcaklığının düşmesiyle konut ve iş yerlerindeki yakıt tüketiminin artması, yazın sıcaklığının artmasıyla birlikte turist sayısındaki artış mevsimselliğe örnek verilebilir.

Mevsimsel dalgalanmaların belirlenmesinde ve ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan yöntem hareketli ortalamalar yöntemidir (Duru 2007).

3.2.3. Konjonktürel etki

Uzun dönem dalgalanmalardan bir diğeri de konjonktürel dalgalanmalardır. Trend etkisinden farkı, dalgalanma süresinin belirsiz olmasıdır. Dönemsel olarak konjonktüre bağlı olarak ortaya çıkar. Ekonomik krizler, doğal felaketler ve olağan dışı durumlar bu dönemin başlamasına sebep olabilir. Periyodik dalgalanmalardan değildir. Düzensizlik mevcuttur. Gerileme ve büyüme dönemleri ardı ardına yaşanır. 2008 yılında yaşanan Amerika kökenli küresel ekonomik kriz bu duruma bir örnektir.

Konjonktürel dalgalanmalar zaman serisinden trendin, mevsimsel dalgalanmaların ve tesadüfi hareketlerin paylarının çıkarılmasından sonra geriye kalan kısmı olarak tanımlanabilirler (Duru 2007).

3.2.4. Rassal hata

Ekonomik olayların zaman içerisindeki akışı üzerinde trend, konjonktür ve mevsimsel dalgalanmalardan başka etkili olan düzensiz ve sistematik olmayan hareketlere (deprem, sel, don, dolu,...vb) tesadüfi (rassal) hareketler denir. Bu tür dalgalanmaların temel

sebebi önceden tahmin edilemeyen, düzensiz ve sistematik olmayan doğal ve sosyal olaylardır (Akdeniz 1991).

3.3. Durağanlık

Zaman serileri ortalamadan gösterdiği sapmalara göre durağan ve durağan olmayan olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Zaman serilerinde durağanlık çok önemli bir kavramdır. Ele alınan zaman serisinin ortalaması ve/veya varyansı simetrik bir değişme göstermiyorsa bu tür zaman serilerine durağan olmayan zaman serileri denir. Durağan olmayan zaman serileri üzerinde çalışılması hatalı sonuçlara yönlendirebilir. Bunun için bu tür veriler üzerinde çalışırken serinin durağanlaştırılması gerekmektedir.

Zaman serisi çözümlemelerinde yaygın olarak kullanılan yöntemler;

- Bileşenlerine ayırma yöntemi
- Box-Jenkins yöntemi

olarak isimlendirilmektedir. İzleyen bölümlerde sırasıyla bu iki yöntem incelenecektir.

3.4. Bileşenlerine Ayırma Yöntemi

Bu yöntem zaman serisi bileşenlerinin sırayla analiz edilmesini ve tahmin yapılmasını kapsar. Sırasıyla mevsim (S), trend (T), konjonktürel etki (C) ve hata (E) bileşenleri belirlendikten sonra kurulan model yardımıyla tahmin yapılır.

3.4.1. Mevsimsel etkinin giderilmesi

Mevsimsel etkinin giderilebilmesi için seriye ait mevsim indeksleri (S_i) hesaplanır. Hesaplanan mevsim indeksleri aşağıdaki gibi seriye oranlanarak mevsim etkisi giderilir.

$$Y_c = \frac{S * T * C * E}{S} = T * C * E \quad (3.1)$$

Bu denklemde yer alan S terimi mevsimselliği (*seasonality*) ifade etmektedir. Mevsimsel bileşenin analiz edilmesinin amacı bir indeks geliştirmektir. Bunun için hareketli ortalamalar tekniği kullanılabilir.

Hareketli ortalamalarda bir periyotta bulunacak gözlem sayısını tespit edebilmek için verilerin serpilme diyagramı oluşturulur. Dağılım diyagramındaki iki minimum veya iki maksimum bir periyodu gösterir.

Mevsimsel etki giderildikten sonra trend etkisi giderilir. Çünkü, mevsimsel etkinin elimine edilmesinden sonra trendin hesaplanması kestirimin doğruluğunu artıracaktır.

3.4.2. Trend etkisinin giderilmesi

Zaman serilerinde trendli kalıplar genelde seride uzun süreli artışlar veya azalışlar yansıtır. Trend değişimleri bir serinin adeta ortalaması gibidir. Trend herhangi bir zaman serisinde uzun dönemli hareketleri gösterdiğinden ortaya çıkması için uzun dönemlere ihtiyaç vardır (Sevüktekin ve Nargeleçekenler 2010).

$Y_c = T * S * C * E$ modelinde yer alan T, trend bileşenini ifade eder. Doğrusal trend denklemi;

$$T_c = a + b * x$$

olarak yazılır. X'lerin toplamı sıfır olacak şekilde kodlama yapılırsa **a** ve **b** katsayıları

$$a = \frac{\sum Y}{N} \quad b = \frac{\sum X * Y}{\sum X^2}$$

bağıntıları kullanılarak elde edilir. Trend denklemi hesaplandıktan sonra her döneme karşı gelen trend değeri hesaplanır ve trend etkisi giderilmiş veriler

$$Y_c = \frac{T * C * E}{T} = C * E \quad (3.2)$$

bağıntısı kullanılarak elde edilir.

3.4.3. Hatanın giderilmesi

Konjonktürel hareketler daha çok ekonominin veya sektörlerin refah ya da durgunluk dönemlerini içeren değişimlerdir. Yatırımlar, üretimler, gelirler ve satışlar gibi ekonomik göstergeler refah dönemlerinde artış gösterirken, durgunluk dönemlerinde ise düşüş gösterir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler 2010).

Hata bileşeni ise kontrol edilemeyen parametrelerin gösterdiği değişimlerden oluşur. Hata bileşeninin elimine edilmesiyle konjonktürel indeks bulunur. Bunun için aşağıdaki iki yöntemden faydalanılır:

- i- Hareketli ortalamalar yöntemi
- ii- Üstel düzeltme yöntemi.

Zaman periyodu uzun ise hareketli ortalamalar yönteminin hata bileşenini elimine etme yeteneği büyüktür. Ancak, üstel düzeltme yöntemine göre daha fazla işlem gerektirir. Hata bileşeninin (E) elimine edilmesi aşağıdaki formülle ifade edilebilir:

$$Y_c = \frac{C * E}{E} = C \quad (3.3)$$

Hata bileşeni elimine edildikten sonra konjonktürel indeks (C_i) bulunur.

3.4.3.a. Hareketli ortalamalar yöntemi

Bir zaman serisi ne kadar rassallık içeriyorsa, ortalamadan sapma da o derece fazla olmaktadır. Bu rassallık durumunu ortadan kaldırmak için son gözlem değerlerinin ortalamasını almak uygun olabilir. Hareketli ortalamalar yöntemi bu amaçla, geçmiş verileri alarak bunların ortalamasını bulmakta ve bu ortalamayı gelecek dönem için öngörü olarak kullanılmaktadır. Hareketli ortalamaya dahil edilecek gözlem sayısı öngörüyü yapacak kişi tarafından belirlenmekte ve sabit kalmaktadır. Hareketli ortalama teriminin kullanılmasının sebebi; seriye eklenen her yeni değer ile birlikte yeni bir ortalamanın hesaplanabilmesi ve bunun öngörü olarak kullanılabilmesidir (Makridakis and Wheelwright 1997).

Hareketli ortalamalar yöntemini; basit, ağırlıklı ve çift hareketli ortalamalar olmak üzere üç grupta incelemek mümkündür.

3.4.3.b. Üstel düzeltme yöntemi

Geçmiş dönem verilerine eşit ağırlık veren basit hareketli ortalamalar yöntemine benzeyen, ancak geçmiş dönem verilerine eşit olmayan farklı ağırlıkların verildiği yöntemler topluluğudur. Üstel terimi, verilen ağırlıkların veriler eskidikçe üstel bir şekilde azalması anlamını taşımaktadır. Diğer bir ifadeyle tahminde kullanılan geçmiş dönem verilerinden yakın geçmişte gerçekleşenlere yüksek, veriler eskidikçe ise üstel olarak azalan ağırlıklar verilmektedir. Üstel düzeltme yönteminin hareketli ortalamalar yöntemine göre en önemli üstünlüğü bu özelliğidir. Doğal olarak en yakın geçmiş verilerin geleceğe etkisi, eski dönem verilerinden daha fazla olacaktır. Düzleştirme yöntemlerinin en önemli özellikleri kolay uygulanabilir ve düşük maliyetli oluşlarıdır. Bir diğer üstünlükleri de her gerçekleşen yeni dönem verilerinin modele hemen dahil edilebilmesi ve yeni dönemlerin tahminlerine hemen katkıda bulunabilmeleridir (Orhunbilge 1999).

Bu yöntem problemin cinsine göre iki aşamalı olarak ele alınmaktadır:

- Birinci dereceden üstel düzeltme
- İkinci dereceden üstel düzeltme

Birinci Dereceden Üstel Düzeltme

Bir çeşit hareketli ortalama yöntemi olan üstel düzeltme yöntemi genellikle $\alpha < 1$ olduğu durumlarda kullanılır. Birinci dereceden üstel düzeltme

$$C_{t+1} = \alpha * A_t + (1 - \alpha) * C_t \quad (3.4)$$

eşitliği yardımıyla yapılabilir. Burada;

C_{t+1} = t+1 zaman için üstel düzeltilmiş kestirim değeri

α = Üstel düzeltme sabiti

A_t = t zamanının gerçek değeri

C_t = t zamanının üstel düzeltilmiş değeridir.

İkinci Dereceden Üstel Düzeltme

Birinci dereceden üstel düzeltmenin veriler için yeterli olmaması durumunda ($\alpha > 1$ olduğu durumlarda) kullanılır. İkinci dereceden üstel düzeltme

$$C_{t+1} = 2 * f_1(t) - f_2(t-1) \quad (3.5)$$

bağıntısı yardımıyla yapılabilir. Burada;

$f_1(t)$: t zamanı için birinci dereceden üstel düzeltme değeri

$f_2(t-1)$: (t-1) zamanı için ikinci dereceden üstel düzeltme değeridir.

3.4.3.c. α 'nın seçimi

Elde bulunan bir veri seri için uygun α değeri, geçmiş veriler üzerinde denemeler yaparak belirlenir. Bunun için birkaç yaklaşım bulunmaktadır:

- Veriler 2 parçaya bölünür, ilk yarı için bir α geliştirilir. Geliştirilen α değeri ikinci yarı üzerinde denenir. Eğer uygun ise işlem biter, değilse işleme devam edilir.
- Veriler 3 periyoda bölünür, ilk iki periyot için bir α seçilir. 3. periyotta seçilen α değeri test edilir. Uygun ise işlem durdurulur, uygun değilse işleme devam edilir.
- $\text{Min } \sum (\text{Gerçek değer} - \text{Tahmin değeri})^2$ olan α , optimum α olarak seçilir.

α için standart değer 0.1 ile 0.3 arasındadır. α 'nın büyük değerleri fiyat düşmeleri, etkili fakat geçici bir yükselme kampanyası, yeni bir ürüne geçiş veya bazı ürünlerde belli bir süre için fiyat indirimleri gibi beklenen bir değişme olacaksa kısa periyotlar için kullanılabilir.

α 'nın küçük olması geçmiş verilere daha fazla ağırlık kazandırır ve kestirim sistemi parametrelerdeki değişimlere daha yavaş tepki gösterir.

α 'nın büyük olması en son gözlenen değerlere daha fazla ağırlık kazandırır ve kestirim sistemi parametrelerdeki değişimlere karşı daha hızlı tepki gösterir.

$\alpha > 1$ ise konjonktürel indekste önemli bir trend vardır. Bunun için ya yüksek dereceli üstel düzeltme yapılır ya da model değişikliği düşünülür.

α 'nın yukarıda belirtilen yöntemlerle elle tespit edilmesi çok zordur. Bu amaçla geliştirilen bilgisayar programlarından yararlanılabilir.

3.4.4. Tahmin

Hata bileşeni elimine edildikten sonra tahmin denklemi;

$$Y_c = T * S * C \quad (3.6)$$

halini almıştır. Bu denklemde T bir nümerik değer olup, S ve C değerleri birer indekstir.

Zaman serileri ile kestirim kısa dönemler için iyi sonuçlar vermesine rağmen, uzun dönemler için iyi sonuçlar vermemektedir.

3.5. Box-Jenkins Yöntemi

Box-Jenkins yaklaşımı zaman serisi verileri analizleri için oldukça yaygın kullanılan yöntemlerden birisidir. Çünkü ele alınan herhangi bir seri durağan olsun veya olmasın, mevsimsel unsur içersin veya içermesin, bilgisayar paket programlarıyla bir çözüme kavuşturulabilmektedir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler 2010).

Box-Jenkins yönteminin temel adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Erdoğan 2006):

- i- Durağanlığa ulaşabilmek için serinin yeterli sayıda farkları alınır.
- ii- Deneme niteliğinde potansiyel bir model tanımı yapılır.
- iii- Potansiyel modelin tahmini yapılır.
- iv- Tanı (ayırt edici) kontrole başvurulur (eğer model yetersiz ise ikinci adıma tekrar geri dönülerek alternatif modeller dikkate alınır).
- v- Ön raporlama ve kontrol için model kullanılır.

3.5.1. Durağan stokastik modeller

Bu modeller istatistiksel bir dengeyi ifade etmektedir. Özellikle gözlem değerleri sabit bir ortalama etrafında değişim göstermektedir.

Eğer stokastik süreç, zaman boyunca sabit ise, serinin geçmiş değerleri kullanılarak seriye ait sabit katsayılı bir model elde edilebilir. Bir durağan zaman serisinde, peş peşe gelen iki değer arasındaki fark, zamanın kendisinden kaynaklanmamakta, sadece zaman aralığından kaynaklanmaktadır. Durağan serideki bu ilişkinin pratik sonucu serinin ortalamasının zamanla değişmeyeceğidir (Erdoğan 2006).

3.5.2. Durağan olmayan stokastik modeller

Bir seride ortalama ve/veya varyans zamana bağlı olarak değişiyorsa, serinin durağan olmadığı söylenebilir. Serinin sadece ortalaması değişiyorsa birinci dereceden, hem ortalaması ve hem de varyansı değişiyorsa ikinci dereceden durağan olmadığı söylenebilir. Serinin durağan olup olmadığının anlaşılabilmesi için ortalama ve varyans değerlerinden başka, oto korelasyon (ACF) ve kısmi oto korelasyon (PACF) grafiklerine bakılarak da karar verilebilir. Durağan olmayan serileri durağan hale getirmek için literatürde genellikle doğal logaritma ve fark alma işlemleri yapılır.

Durağan olmayıp fark alınarak durağan hale getirilmiş serilere uygulanan modellere durağan olmayan doğrusal stokastik modeller veya kısaca entegre modeller denir (Box and Jenkins 1976).

Entegre modeller belirli sayıda farkı alınmış serilere uygulanan *auto regressive* (AR) ve *moving Average* (MA) modellerinin birleşimidir. Eğer AR modelinin derecesi p , MA modelinin derecesi q ve serinin d kez farkı alınmışsa bu modele (p, d, q) dereceden otoregresif entegre hareketli ortalama modeli denir ve ARIMA (p, d, q) şeklinde gösterilir (Box and Jenkins 1976).

3.6. Durağanlık Kavramı ve Durağanlığın Sınanması

İstatistiksel sonuçların çıkarılabilmesi için serinin bazı varsayımları sağlaması gerekir. Bunlardan en önemlisi serinin durağan olmasıdır. Seri durağan değilse durağan hale getirilmelidir. Bir zaman serisi eğer mevsimsellik içeriyorsa; serinin otokorelasyon fonksiyonunun periyodik bir şekilde azalması ve kısmi otokorelasyonlarda ilk birkaç gecikmede sıfır veya sıfıra çok yakın değerler alıp, hemen bir sıçrama yaparak tekrar sıfır değerini alması gibi özel bir durum karşımıza çıkmaktadır. Bu durumda serinin durağanlaştırma işlemi gerçekleştirilirken, en sık kullanılan yöntemlerden biri olan fark alma yönteminde, mevsimsellik mutlaka dikkat alınmalıdır (Göktaş 2007).

Bir serinin mevsimsel frekanslarındaki birim köke, mevsimsel birim kök denilmektedir. Mevsimsel birim köklerde B gecikme operatörü olmak üzere, çeyreklik veri için $(1-B^4)$ ve aylık veri için $(1-B^{12})$ mevsimsel fark kullanılmaktadır. Bu amaçla durağanlığın sınanması için literatürde sıklıkla kullanılan birim kök kavramı ile birim kök testlerinden bazıları sırasıyla açıklanacaktır.

3.6.1. Birim kök kavramı

Zaman serileri analizlerinin gelişmesi ile ekonomi ve finans teorilerinde meydana gelen değişimler yeni kavramların ortaya çıkmasına sebep olmuştur. “Birim Kök” kavramı da bunlardan biridir. MA serileri her zaman durağandır. Fakat AR zaman serilerinde durağanlık, serinin karakteristik denkleminin köklerine bağlıdır. Karakteristik denklemin bütün kökleri mutlak değerce 1’den küçük ise seri durağandır. Eğer köklerden en az bir tanesi mutlak değerce 1’e eşit veya 1’den büyük ise seri durağan değildir. Köklerin 1’den büyük olması sıkça karşılaşılan bir durum değildir, ama köklerin mutlak değerce 1 olması durumu ile çok karşılaşılmaktadır. Bu tür seriler birim köklü seriler olarak adlandırılmaktadır. Bu konuda çok değişik yöntemler tavsiye edilmesine rağmen Dickey ve Fuller (1979)’in önerdiği parametrelerin en küçük kareler tahmin edicisinin dağılımına dayanan test yöntemi oldukça yoğun kullanılmakta olup neredeyse standart birim kök test yöntemi haline gelmiştir (Akdi 2003).

3.6.2. Dickey-Fuller testi

Zaman serilerinde birim kökü veya durağanlığı test etmekte değişik yöntemler vardır. Bunlardan uygulamada en çok kullanılan parametrelerin en küçük kareler tahmin edicisinin birim kök varsayımı altındaki dağılımına dayanan Dickey-Fuller testidir. Dickey-Fuller birim kök testleri zaman serilerinin birim kök içerip içermediğini sınamak için geliştirilen ilk biçimsel testtir. Dickey-Fuller testleri seri birim köke sahipse ve bu durum fark alma işlemiyle ortadan kaldırılabiliriyorsa uygundur (Balkaya 2006).

Bu testi yaparken bilgisayar programlarından yararlanmak büyük kolaylık sağlamaktadır. Veriler girdi sütununa girildikten sonra α hata düzeyi (ya da güven düzeyi) belirlenir ve program çalıştırılır. Elde edilen sonuç kritik tablo değerinden küçükse durağanlığın sağlandığı anlaşılır, aksi durumda dönüştürme işlemlerine devam edilir.

3.6.3. Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) testi

Dickey-Fuller testinin genişletilmiş şekli olup birinci dereceden otoregresif bir süreçte (hata) teriminin bozulması durumunda kullanılır. Kritik değeri DF testiyle aynıdır ve benzer sonuçlar vermektedir. Uygulanması diğer birim kök testleri gibidir.

3.6.4. Phillips-Perron (PP) testi

Zaman serilerinin bir çoğunun durağan bir sürece sahip olmamaları, birim kök hipotezini inceleyen istatistiksel testlere olan ilgiyi artırmıştır (Sevüktekin ve Nargeleçekenler 2010).

Dickey-Fuller birim kök testi hata terimlerinin istatistiksel olarak bağımsız olduğu ve sabit varyansa sahip olduğu varsayımına dayanır. Genişletilmiş Dickey-Fuller testi,

modele gecikmeli değerler ekleyerek Dickey-Fuller testini otokorelasyon problemine karşı düzeltmiştir. Phillips-Perron birim kök testi ise hata teriminin zayıf derecede bağımlı olmasına ve heterojen olarak dağılmasına izin vermektedir (Bozkurt 2007). Bu sayede otokorelasyon sorunu ortaya çıkmamaktadır.

Phillips and Perron (1988) Dickey-Fuller'in hata terimleri ile ilgili varsayımını genişletmişlerdir (Akıncı 2008). Bu testin uygulanması diğer birim kök testleriyle benzerlik göstermektedir.

Yukarıda sırasıyla verilen DF, ADF ve PP testleri en çok kullanılan birim kök testleri olması sebebiyle açıklanmıştır. Bunlardan başka KPSS, ADF-GLS, Ng-Perron, DHF-HEGY ve İşaret testi gibi birim kök sınanmasında kullanılan birçok test tekniği literatürde yer bulmuştur.

3.6.5. Box-Jenkins yöntemiyle tahmin

Box-Jenkins yönteminde verilerin durağanlığı sağlandıktan sonra tahmin aşamasına geçilir. Bu aşamada sırasıyla katsayılar belirlenir, tahmin denklemi kurulur ve tahmin yapılır. Son kısımda logaritması alınmış verilerin ters logaritması alınarak tahmin değerleri elde edilir.

3.6.6. Ayırd edici kontrol

Box-Jenkins yönteminde model kurmanın üçüncü aşaması, teşhis etme testlerini kullanarak modelin yeterliliğini kontrol etmektir. Bir zaman serisi modeli belirlenip (tanımlanıp) parametreleri tahmin edildikten sonra ayırd edici testler yardımıyla yapılan tanımlamanın ne kadar doğru olduğu ortaya konulabilir. Ayırd edici kontrolün bu süreci genelde iki aşamayı içerir. Birincisi benzetilen (simüle edilen) serinin otokorelasyon fonksiyonu (yani, model tarafından oluşturulan zaman serisi) orijinal serinin örneklem otokorelasyon fonksiyonu ile karşılaştırılır. Eğer iki otokorelasyon fonksiyonu oldukça

farklı görünüyorsa modelin geçerliliği üzerinde şüpheyile durulur ve yeniden model belirleme aşamasına geri dönülür. Eğer iki otokorelasyon fonksiyonu bir biçimde farklı değilse, bu durumda modelin kalıntıları analiz edilebilir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler 2010).

3.6.7. Tahmin doğruluğunun ölçümü

Çeşitli tahmin modelleri arasından birini seçme sürecinde yaygın kabul gören kriterlerden birisi de, modelin verilere iyi uyum göstermesi, yani modelin öngörü başarısının yüksek olmasıdır. Örneğin iki ARIMA modelinin faydası ve geçerliliği eşit olduğunda, iki modelin tahmin başarıları karşılaştırılmakta ve daha iyi öngörü doğruluğu sağlayan model tercih edilmektedir. Bu bağlamda modellerin öngörü doğruluklarının karşılaştırılması amacı ile çeşitli istatistikler kullanılmaktadır (Akgül 2003).

Öngörünün doğruluk testi için, öngörü dönemine ait gözlem değerleri bilinmiyormuş gibi gözlem dışı bırakılır ve önerilen aday modele dayanılarak bu dönemlere ait değerler öngörülür. Bu öngörü değerleri ile mevcut olan gerçek değerler arasındaki farklar, yani öngörü hataları (kalıntılar-*residuals*), bazı formüllerle modellerin öngörü doğruluğunu karşılaştırmaya yardımcı olabilecek şekilde standartlaştırılır (Akal 2005).

Modellerin öngörü doğruluğunun ölçümünde kullanılan istatistikler; Hata Kareler Ortalaması (*Mean Squared Error - MSE*), Hata Kareler Ortalamasının Karekökü (*Root Mean Squared Error - RMSE*), Ortalama Mutlak Hata (*Mean Absolute Error - MAE*), Ortalama Yüzde Hata (*Mean Percentage Error - MPE*), Ortalama Mutlak Yüzde Hata (*Mean Absolute Percentage Error - MAPE*) ve Theil-U istatistiği olarak sıralanabilir (DeLurgio 1998). Bu istatistiklerden yaygın olarak kullanılan üçünün formülü aşağıda verilmiştir:

$$e_t = y_t - \hat{y}_t \quad (3.7)$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |(y_t - \hat{y}_t)/y_t|}{n} * 100 \quad (3.8)$$

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t|}{n} \quad (3.9)$$

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{n} \quad (3.10)$$

Burada;

n: tahminde bulunulan dönem sayısı

e_t : t dönemindeki tahmin hatası

y_t : t döneminde gerçekleşen değer

$\hat{y}_t$: t dönemi için hesaplanan tahmini değer

değerlerini göstermektedir.

Ele alınan bütün istatistiklerde arzu edilen sonuç en küçük MAPE, MAE, MSE istatistiklerine sahip tahmin modelini oluşturmaktır.

Sayılan kriterler arasında Ortalama Mutlak Yüzde Hata'nın (MAPE'nin) öngörü hatalarını yüzde olarak ifade etmesi ile tek başına bir anlamının olması, diğer kriterlere göre üstünlüğü olarak kabul edilmektedir (Akgül 2003).

Witt ve Witt, MAPE değerleri %10'nun altında olan tahmin modellerini 'yüksek doğruluk' derecesine sahip, %10 ile %20 arasında olan modelleri ise 'doğru tahmin modelleri' olarak sınıflandırmıştır (Witt and Witt 1992). Benzer şekilde Lewis, MAPE değeri %10'un altında olan modelleri 'çok iyi', %10 ile %20 arasında olan modelleri 'iyi', %20 ile %50 arasında olan modelleri 'kabul edilebilir' ve %50'nin üzerinde olan modelleri ise 'yanlış ve hatalı' olarak sınıflandırmıştır (Lewis 1982).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde Erzurum ilindeki doğalgaz tüketimi verileri analiz edilecek ve geleceğe yönelik tahmin modeli oluşturulacaktır. Palen A.Ş.'den elde edilen veriler kullanılarak zaman serisi tahmin modeli oluşturulduktan sonra model yardımıyla gelecek dönemlere ait tahminlerde bulunulacaktır. Verilerin analiz edilmesinde **Bileşenlerine Ayırma** ve **Box-Jenkins** yöntemleri kullanılacaktır. Bileşenlerine Ayırma yöntemi mevsim indeksleri, trend denklemi ve konjonktür indekslerinin oluşturulması ve model kurulması olarak özetlenebilirken, Box-Jenkins yöntemi ise modelin parametrelerinin bulunması temeline dayanır. Tüm bunların yanı sıra sonuçların daha iyi yorumlanabilmesi için, meteorolojiden alınan aylık ortalama sıcaklık değerleri ile Palen A.Ş.'den temin edilen doğalgaz birim fiyat değerleri kullanılacaktır.

Bu çalışmada Erzurum iline ait doğalgaz tüketim verilerinin analizi Bileşenlerine Ayırma ve Box-Jenkins yöntemleri kullanılarak yapılacak ve sonuçlar karşılaştırılacaktır.

4.1. Bileşenlerine Ayırma Yöntemiyle Talep Tahmin Modelinin Oluşturulması

Son yıllarda bilgisayar teknolojilerinin yaygınlaşması ve buna bağlı olarak programcılığın da her alanda gelişmesiyle birlikte el ile çözüm yerine, daha hızlı ve kolay sonuç alınabilen bilgisayar programları tercih edilmektedir. Bileşenlere ayırma yöntemi ise zaman serisi çözümlemelerinin temelini oluşturmaktadır. Bilgisayar paket programlarının veri girdikten sonra birkaç adımda gerçekleştirdiği; mevsimsel etki, trend, konjonktürel etki ve hata bileşenlerinin elimine edilmesi işleminin yerine istenirse elle adım adım veya istenirse excel gibi worksheet programlarının yardımıyla da yapılabilir.

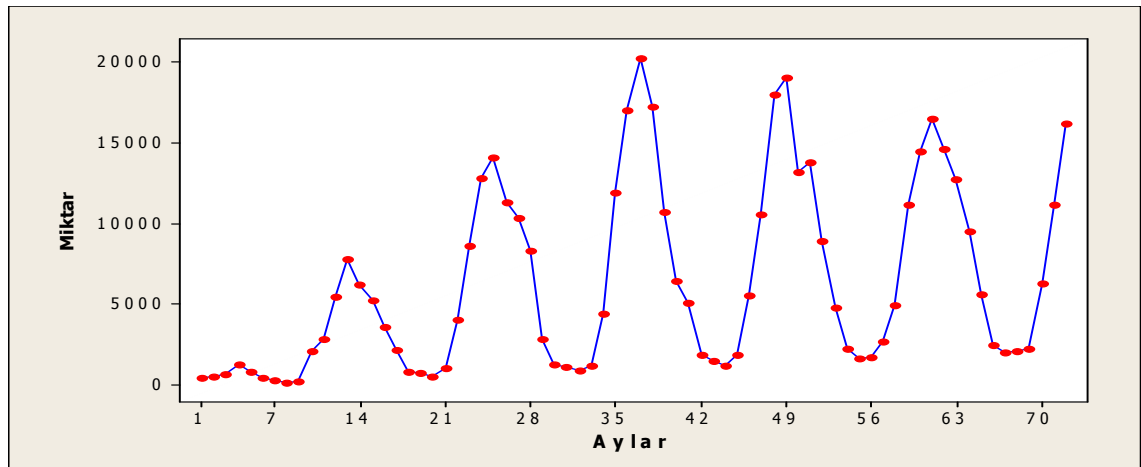
4.1.1. Salt verilerin zamana göre grafiği

Palen A.Ş.'den alınan Erzurum iline ait 2005-2010 yılları arasındaki doğalgaz tüketim verileri m³ olarak Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. 2005-2010 yıllarındaki Erzurum ili doğalgaz tüketim verileri (*10³ m³)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ocak	439	7811	14077	20252	19059	16512
Şubat	504	6240	11346	17255	13178	14608
Mart	722	5261	10367	10752	13803	12773
Nisan	1261	3606	8321	6463	8912	9571
Mayıs	805	2164	2832	5092	4781	5660
Haziran	445	827	1273	1875	2256	2487
Temmuz	343	740	1160	1488	1680	2011
Ağustos	169	523	913	1218	1758	2124
Eylül	262	1047	1249	1868	2685	2259
Ekim	2093	4098	4430	5561	4957	6326
Kasım	2826	8669	11971	10590	11205	11158
Aralık	5490	12851	17000	18003	14484	16184

Bu verilerin zamana göre dağılım biçimi Şekil 4.1'de çizilmiştir.



Şekil 4.1. Doğalgaz tüketim verilerinin zamana göre dağılımı

Grafik 2005 yılı Ocak ayı ile başlayıp 2010 yılı Aralık ayı ile son bulmaktadır. Dağılımın tepe noktaları (*peak*) mevsim sıcaklıklarının en düşük olduğu kış aylarına denk gelmektedir. Kış aylarından uzaklaştıkça tüketim miktarı azalmakta ve grafik bu haliyle dalgalı bir görünüm kazanmaktadır. Yine grafik dikkatle incelendiğinde birinci yılda ciddi bir dalgalanmanın olmadığını, 5. ve 6. yıllara denk gelen 49. ve 61. dönemlerde ise dalgalanmanın hızını kaybettiği açıkça görülmektedir. İzleyen kesimlerde dalgalanmalarda gözlenen bu bozukluklar, elde edilen bilimsel verilerle incelenecektir.

Şekil 4.1’de şematize edilen doğalgaz tüketim verileri zaman serisi özelliği göstermektedir. Bir zaman serisinde 4 temel bileşen bulunabilir. Zaman serisi tahmin modeli oluşturabilmek için zaman serisi bileşenlerinin ayrı ayrı analiz edilmesi gerekir. İzleyen bölümlerde sırasıyla mevsim, trend, konjonktür ve hata bileşeni incelenecek ve bunların giderilmesi yöntemleri açıklanacaktır.

4.1.2. Mevsimsel etkinin giderilmesi

Bileşenlerine Ayırma yöntemini kullanırken veriler ilk önce mevsimsellikten arındırılır. Arındırma işleminin en önemli gerekçesi verilerin doğru bir şekilde analiz edilebilmesi ve yapılan kestirimin güvenilirliğinin artırılmasıdır. Mevsimsel indeks oluşturulurken hareketli ortalamalar tekniği kullanılır. Şekil 4.1’deki verilerin periyodunun 12 olduğu dikkate alınarak 12’li hareketli ortalamalar alınmış, ayların ortalaması alınarak mevsim indeksleri hesaplanmış ve hesaplanmanın detayı Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Hareketli ortalamaların hesaplanması

Yıllar	Aylar	Gerçek Veriler (a)	12 Aylık Hareketli Toplam (b)	2 Yıllık Hareketli Toplam (c)	12 Aylık Hareketli Ortalama (d) = (c/24)	12 Aylık Hareketli Ortalama Oranları (a/d)
2005	Ocak	439				
	Şubat	504				
	Mart	722				
	Nisan	1261				
	Mayıs	805				
	Haziran	445				
	Temmuz	343	15359	38091	1587	0,216
	Ağustos	169	22732	51200	2133	0,079
	Eylül	262	28468	61475	2561	0,102
	Ekim	2093	33007	68360	2848	0,735
	Kasım	2826	35353	72064	3003	0,941
	Aralık	5490	36711	73805	3075	1,785
2006	Ocak	7811	37094	74585	3108	2,514
	Şubat	6240	37491	75336	3139	1,988
	Mart	5261	37845	76474	3186	1,651
	Nisan	3606	38629	79263	3303	1,092
	Mayıs	2164	40634	87111	3630	0,596
	Haziran	827	46477	100315	4180	0,198
	Temmuz	740	53838	113941	4748	0,156
	Ağustos	523	60103	125312	5221	0,1
	Eylül	1047	65209	135523	5647	0,185
	Ekim	4098	70314	145343	6056	0,677
	Kasım	8669	75029	150726	6280	1,38
	Aralık	12851	75697	151839	6327	2,031
2007	Ocak	14077	76142	152704	6363	2,212
	Şubat	11346	76562	153514	6396	1,774
	Mart	10367	76952	154106	6421	1,614
	Nisan	8321	77154	154640	6443	1,291
	Mayıs	2832	77486	158274	6595	0,429
	Haziran	1273	80788	165725	6905	0,184
	Temmuz	1160	84937	176048	7335	0,158
	Ağustos	913	91112	188132	7839	0,116
	Eylül	1249	97021	194427	8101	0,154
	Ekim	4430	97406	192955	8040	0,551
	Kasım	11971	95549	193357	8057	1,486
	Aralık	17000	97809	196220	8176	2,079

Çizelge 4.2. (devam)

2008	Ocak	20252	98411	197151	8215	2,465
	Şubat	17255	98740	197785	8241	2,094
	Mart	10752	99045	198709	8280	1,299
	Nisan	6463	99664	200459	8352	0,774
	Mayıs	5092	100795	200209	8342	0,610
	Haziran	1875	99414	199831	8326	0,225
	Temmuz	1488	100417	199641	8318	0,179
	Ağustos	1218	99224	194372	8099	0,150
	Eylül	1868	95147	193346	8056	0,232
	Ekim	5561	98198	198845	8285	0,671
	Kasım	10590	100647	200982	8374	1,265
	Aralık	18003	100336	201052	8377	2,149
2009	Ocak	19059	100717	201625	8401	2,269
	Şubat	13178	100908	202357	8432	1,563
	Mart	13803	101448	203714	8488	1,626
	Nisan	8912	102265	203927	8497	1,049
	Mayıs	4781	101662	203938	8497	0,563
	Haziran	2256	102277	201034	8376	0,269
	Temmuz	1680	98757	194968	8124	0,207
	Ağustos	1758	96211	193851	8077	0,218
	Eylül	2685	97640	194251	8094	0,332
	Ekim	4957	96610	193880	8078	0,614
	Kasım	11205	97270	195419	8142	1,376
	Aralık	14484	98149	196528	8189	1,769
2010	Ocak	16512	98379	197089	8212	2,011
	Şubat	14608	98710	197786	8241	1,773
	Mart	12773	99076	197727	8239	1,550
	Nisan	9571	98651	198670	8278	1,156
	Mayıs	5660	100019	199991	8333	0,679
	Haziran	2487	99972	201644	8402	0,296
	Temmuz	2011	101673			
	Ağustos	2124				
	Eylül	2259				
	Ekim	6326				
	Kasım	11158				
	Aralık	16184				

Aynı ayın farklı yıllardaki indeks değerleri toplanıp ortalaması alınarak aylık indeks değerleri hesaplanmış ve Çizelge 4.3’de verilmiştir. Söz gelimi, Ocak ayının mevsim indeks değerinin hesaplanması aşağıda gösterilmiştir:

$$\text{Ocak ayı mevsim indeksi} = \frac{2,514 + 2,212 + 2,465 + 2,269 + 2,011}{5} = 2,294$$

Çizelge 4.3’deki mevsim indekslerinin toplamı, verilerin periyodu olan 12’den farklı olduğu için hesaplanan mevsim indeksleri düzeltme işlemine tabi tutulmuştur.

$$\begin{aligned} \text{Düzeltilme Faktörü} &= \frac{12}{\text{Bir periyottaki mevsimsel indeks değerleri toplamı}} \quad (4.1) \\ &= \frac{12}{11,982} = 1,0015 \end{aligned}$$

Düzeltilmiş indeks = düzeltme faktörü * mevsim indeksi

Ocak ayı düzeltilmiş mevsim indeksi = 1,0015 * 2,294 = 2,297

Mevsim indeksleri ve yukarıdaki bağıntılar kullanılarak hesaplanan düzeltilmiş mevsim indeksleri Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Mevsim indeksleri ile düzeltilmiş mevsim indeksleri

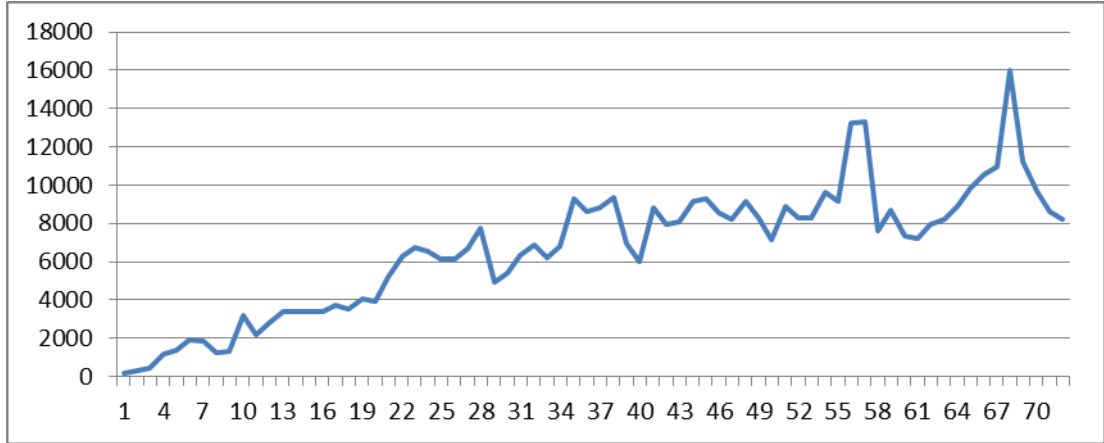
Aylar	İndeks (a)	Düzeltilme Faktörü (b) ($\Sigma a/12$)	Düzeltilmiş İndeks (a*b)
Ocak	2,294	1,0015	2,297
Şubat	1,838	1,0015	1,841
Mart	1,548	1,0015	1,550
Nisan	1,072	1,0015	1,074
Mayıs	0,575	1,0015	0,577
Haziran	0,234	1,0015	0,235
Temmuz	0,183	1,0015	0,183
Ağustos	0,133	1,0015	0,133
Eylül	0,201	1,0015	0,201
Ekim	0,649	1,0015	0,650
Kasım	1,29	1,0015	1,292
Aralık	1,963	1,0015	1,966
Toplam	11,982		12,000

Gerçek doğalgaz tüketim verileri mevsim indekslerine oranlanarak mevsimselliği giderilen veriler elde edilmiş ve Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Mevsimselliği giderilmiş doğalgaz tüketim verileri (MGV)

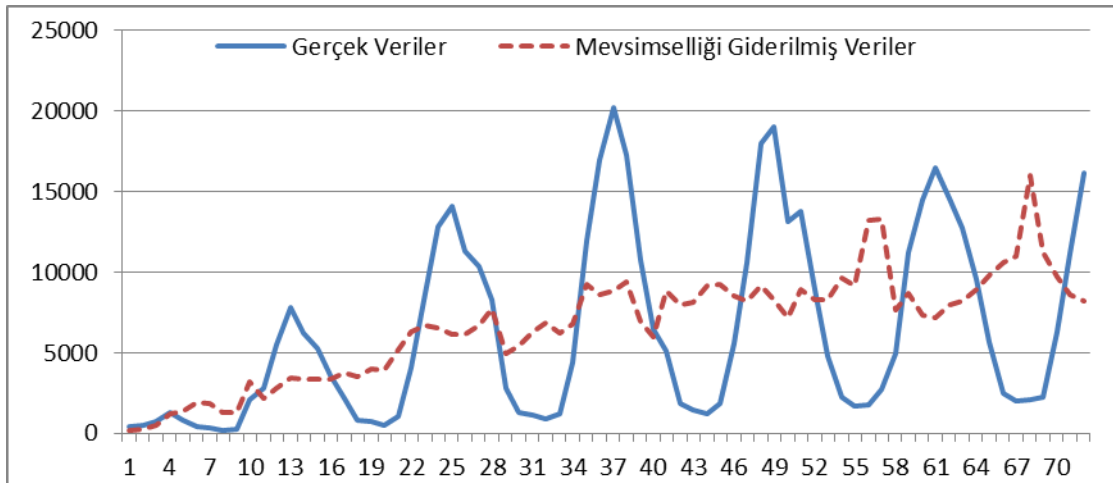
	2005		2006		2007		2008		2009		2010	
	Gerçek	MGV	Gerçek	MGV	Gerçek	MGV	Gerçek	MGV	Gerçek	MGV	Gerçek	MGV
Ocak	439	191	7811	3401	14077	6128	20252	8817	19059	8297	16512	7189
Şubat	504	274	6240	3389	11346	6163	17255	9373	13178	7158	14608	7935
Mart	722	466	5261	3394	10367	6688	10752	6937	13803	8905	12773	8241
Nisan	1261	1174	3606	3358	8321	7748	6463	6018	8912	8298	9571	8912
Mayıs	805	1395	2164	3750	2832	4908	5092	8825	4781	8286	5660	9809
Haziran	445	1894	827	3519	1273	5417	1875	7979	2256	9600	2487	10583
Temmuz	343	1874	740	4044	1160	6339	1488	8131	1680	9180	2011	10989
Ağustos	169	1271	523	3932	913	6865	1218	9158	1758	13218	2124	15970
Eylül	262	1303	1047	5209	1249	6214	1868	9294	2685	13358	2259	11239
Ekim	2093	3220	4098	6305	4430	6815	5561	8555	4957	7626	6326	9732
Kasım	2826	2187	8669	6710	11971	9265	10590	8197	11205	8673	11158	8636
Aralık	5490	2792	12851	6537	17000	8647	18003	9157	14484	7367	16184	8232

Çizelge 4.4'deki verilere ait grafik Şekil 4.2'de sunulmuştur.



Şekil 4.2. Mevsimselliği giderilmiş doğalgaz tüketim verileri

Gerçek veriler ile mevsimselliği giderilmiş verilerin birlikte çizildiği grafik Şekil 4.3'te verilmiştir. Buna göre verilerdeki periyodik dalgalanmanın büyük oranda giderildiği görülmektedir.



Şekil 4.3. Gerçek ve mevsimsellikten arındırılmış doğalgaz tüketim verileri

4.1.3. Trend etkisinin giderilmesi

Mevsimsel etki giderildiği için zaman serisinde trend, konjonktür ve hata bileşeni kalmıştır. Şekil 4.3'deki verilerde trend etkisi olduğu görülmektedir. Bu nedenle verilerin trend etkisi belirlenerek giderilmelidir. Mevsim etkisi giderilmiş Çizelge 4.3'deki verilere regresyon analizi yapılarak trend denklemi belirlenir.

Mevsim etkisi giderilmiş doğalgaz tüketim verilerinin zamana göre değişimini ifade eden regresyon (trend) denklemini oluşturabilmek için ayların kodlanması gerekir. Hesaplama kolaylık olması için, veri sayısının çift olduğu dikkate alınarak, 2005 yılının Ocak ayını -71, 2010 yılının Aralık ayını +71 ve $\sum X = 0$ olacak şekilde kodlama yapılmış ve ara işlemler Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Trend etkisinin hesaplanması

Tarihlerin Kodlanması X	Mevsimselliği Giderilmiş Veriler Y	XY	X ²	Tc
-71	191	-13561	5041	1791
-69	274	-18906	4761	1929
-67	466	-31222	4489	2066
-65	1174	-76310	4225	2204
-63	1395	-87885	3969	2342
-61	1894	-115534	3721	2479
-59	1874	-110566	3481	2617
-57	1271	-72447	3249	2754
-55	1303	-71665	3025	2892
-53	3220	-170660	2809	3030
-51	2187	-111537	2601	3167
-49	2792	-136808	2401	3305
-47	3401	-159847	2209	3442
-45	3389	-152505	2025	3580
-43	3394	-145942	1849	3718
-41	3358	-137678	1681	3855
-39	3750	-146250	1521	3993

Çizelge 4.5 (devam)

-37	3519	-130203	1369	4130
-35	4044	-141540	1225	4268
-33	3932	-129756	1089	4406
-31	5209	-161479	961	4543
-29	6305	-182845	841	4681
-27	6710	-181170	729	4818
-25	6537	-163425	625	4956
-23	6128	-140944	529	5094
-21	6163	-129423	441	5231
-19	6688	-127072	361	5369
-17	7748	-131716	289	5506
-15	4908	-73620	225	5644
-13	5417	-70421	169	5782
-11	6339	-69729	121	5919
-9	6865	-61785	81	6057
-7	6214	-43498	49	6194
-5	6815	-34075	25	6332
-3	9265	-27795	9	6470
-1	8647	-8647	1	6607
1	8817	8817	1	6745
3	9373	28119	9	6882
5	6937	34685	25	7020
7	6018	42126	49	7158
9	8825	79425	81	7295
11	7979	87769	121	7433
13	8131	105703	169	7570
15	9158	137370	225	7708
17	9294	157998	289	7846
19	8555	162545	361	7983
21	8197	172137	441	8121
23	9157	210611	529	8258
25	8297	207425	625	8396
27	7158	193266	729	8534
29	8905	258245	841	8671
31	8298	257238	961	8809
33	8286	273438	1089	8946
35	9600	336000	1225	9084

Çizelge 4.5 (devam)

37	9180	339660	1369	9222
39	13218	515502	1521	9359
41	13358	547678	1681	9497
43	7626	327918	1849	9634
45	8673	390285	2025	9772
47	7367	346249	2209	9910
49	7189	352261	2401	10047
51	7935	404685	2601	10185
53	8241	436773	2809	10322
55	8912	490160	3025	10460
57	9809	559113	3249	10598
59	10583	624397	3481	10735
61	10989	670329	3721	10873
63	15970	1006110	3969	11010
65	11239	730535	4225	11148
67	9732	652044	4489	11286
69	8636	595884	4761	11423
71	8232	584472	5041	11561
Σ	480660	8558506	124392	

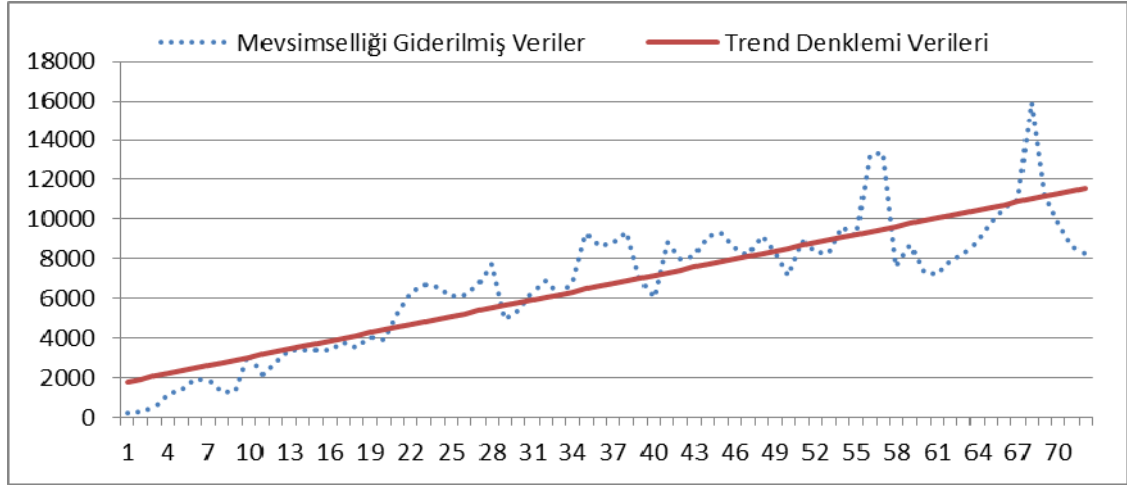
Çizelge 4.5’deki veriler kullanılarak trend denklemi;

$$a = \frac{\Sigma Y}{N} = \frac{480660}{72} = 6676$$

$$b = \frac{\Sigma XY}{\Sigma X^2} = \frac{8558506}{124392} = 68,80$$

$$T_c = 6676 + 68,80 * X$$

olarak elde edilir. Belirlenen bu denklem ile 2005-2010 yıllarına ait bütün trend değerleri (T_c) tahmin edilmiş ve Çizelge 4.5’de verilmiştir. Mevsim etkisi giderilmiş veriler ile oluşturulan trend denkleminin grafiği Şekil 4.4’de verilmiştir.



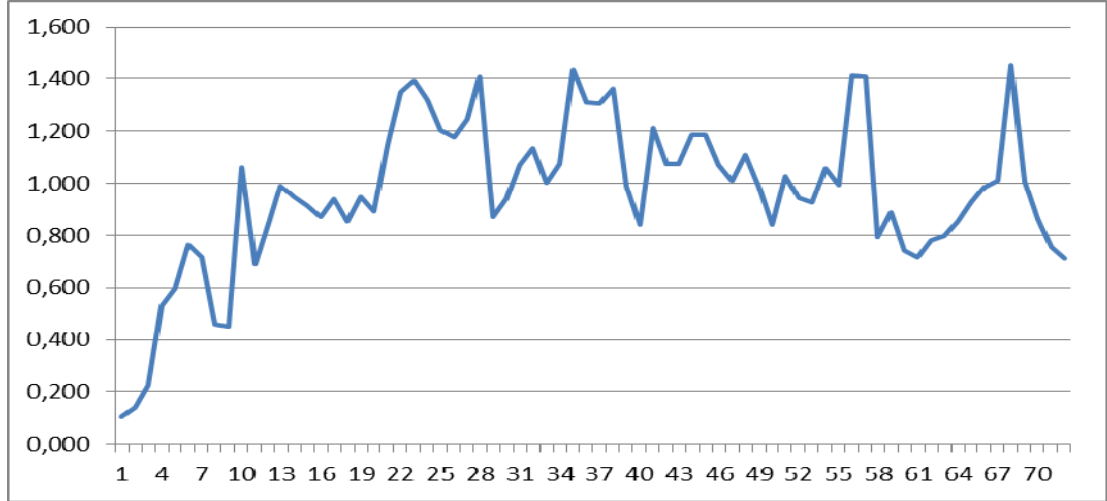
Şekil 4.4. Mevsim etkisi giderilmiş veriler üzerinden oluşturulan trend denklemi verileri

Mevsim etkisi giderilmiş doğalgaz tüketim verileri (MGV) trend değerlerine (TDV) oranlanarak trend etkisi giderilmiş veriler elde edilmiş ve Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Trend etkisi giderilmiş doğalgaz tüketim verileri

Aylar	2005			2006			2007			2008			2009			2010		
	MGV	TDV	MGV/TDV	MGV	TDV	MGV/TDV	MGV	TDV	MGV/TDV	MGV	TDV	MGV/TDV	MGV	TDV	MGV/TDV	MGV	TDV	MGV/TDV
Ocak	191	1791	0,107	3401	3442	0,988	6128	5094	1,203	8817	6745	1,307	8297	8396	0,988	7189	10047	0,716
Şubat	274	1929	0,142	3389	3580	0,947	6163	5231	1,178	9373	6882	1,362	7158	8534	0,839	7935	10185	0,779
Mart	466	2066	0,226	3394	3718	0,913	6688	5369	1,246	6937	7020	0,988	8905	8671	1,027	8241	10322	0,798
Nisan	1174	2204	0,533	3358	3855	0,871	7748	5506	1,407	6018	7158	0,841	8298	8809	0,942	8912	10469	0,851
Mayıs	1395	2342	0,596	3750	3993	0,939	4908	5644	0,870	8825	7295	1,210	8286	8946	0,926	9809	10598	0,926
Haziran	1894	2479	0,764	3519	4130	0,852	5417	5782	0,937	7979	7433	1,073	9600	9084	1,057	10583	10735	0,986
Temmuz	1874	2617	0,716	4044	4268	0,948	6339	5919	1,071	8131	7570	1,074	9180	9222	0,995	10989	10873	1,011
Ağustos	1271	2754	0,462	3932	4406	0,892	6865	6057	1,133	9158	7708	1,188	13218	9359	1,412	15970	11010	1,450
Eylül	1303	2892	0,451	5209	4543	1,147	6214	6194	1,003	9294	7846	1,185	13358	9497	1,407	11239	11148	1,008
Ekim	3220	3030	1,063	6305	4681	1,134	6815	6332	1,076	8555	7983	1,072	7626	9634	0,792	9732	11286	0,862
Kasım	2187	3167	0,691	6710	4818	1,393	9265	6470	1,432	8197	8121	1,009	8673	9772	0,888	8636	11423	0,756
Aralık	2792	3305	0,845	6537	4956	1,319	8647	6607	1,309	9157	8258	1,109	7367	9910	0,743	8232	11561	0,712

Trend etkisi giderilmiş verilerin grafiği Şekil 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.5. Trend etkisi giderilmiş verilerin grafiği

Grafik dikkatle incelendiğinde; mevsimselliği giderilmiş verilerin grafiğinde açıkça görülen yukarı doğru trend hareketi, trend etkisinin elimine edilmesiyle etkisini kaybetmiştir.

4.1.4. Hata bileşeninin giderilmesi

Trend etkisi giderildikten sonra, hatanın giderilmesi gerekir. Hata giderildikten sonra konjonktürel indeks elde edilir. Hata bileşeninin giderilmesi için mevcut bulunan iki yöntemden (hareketli ortalamalar ve üstel düzeltme) üstel düzeltme yöntemi seçilmiştir.

4.1.4.a α 'nın Seçimi

Üstel düzeltme yapabilmek için;

$$C_{t+1} = \alpha * A_t + (1-\alpha) * C_t$$

formülünde belirtilen α değeri belirlenmelidir. Bu değer literatürde genellikle 0.1 ila 0.3 aralığında kullanılmaktadır. α 'nın küçük olması geçmiş verilere daha çok ağırlık kazandırırken α 'nın büyük olması durumunda ise tam tersi durum söz konusu olmaktadır. α 'nın 1'den büyük olduğu durumda, konjonktürel indeksin önemli bir trende sahip olduğu söylenebilir.

Çalışmanın bu kısmında trend etkisi giderilmiş 72 aylık veriler 3 parçaya (24'erli 3 gruba) bölünmüş ve ilk 2 parça (ilk 48 veri) üzerinde farklı α seviyelerinde denemeler yaparak 3. parçayla (son 24 veri ile) karşılaştırılmıştır.

Uygun α değerinin bulunabilmesi için farklı α seviyelerinde ($\alpha = 0,05/ 0,1/ 0,15/ 0,20/ 0,25/0,30/0,35/0,40/0,50/0,60/0,65/0,70/0,80/0,90$ değerlerinde) denemeler yapılmış ve seçilen bazı denemelere ait sonuçlar Çizelge 4.7'de verilmiştir.

4.1.4.b. Üstel düzeltme yöntemi

Üstel düzeltme yöntemi verilerden elde edilen α değerine göre birinci ve ikinci dereceden olmak üzere isimlendirilir. $\alpha < 1$ ise birinci dereceden, $\alpha > 1$ ise ikinci dereceden düzeltme olarak isimlendirilir.

Bölüm 3'de verilen 3.4 ve 3.5 bağıntıları kullanılarak üstel düzeltmeye ait hesaplamalar yapılmıştır. Üstel düzeltme işleminin yapılışına dair hesaplamalara ait birkaç örnek aşağıda verilmiştir.

1.dereceden üstel düzeltme ($\alpha = 0,65$ için):

$$2005 \text{ yılı Mart Ayı} = 0,65 * 0,142 + 0,35 * 0,107 = 0,130$$

$$2005 \text{ yılı Nisan Ayı} = 0,65 * 0,225 + 0,35 * 0,129 = 0,192$$

Benzer şekilde diğer aylara ilişkin hesaplar yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.7'de verilmiştir.

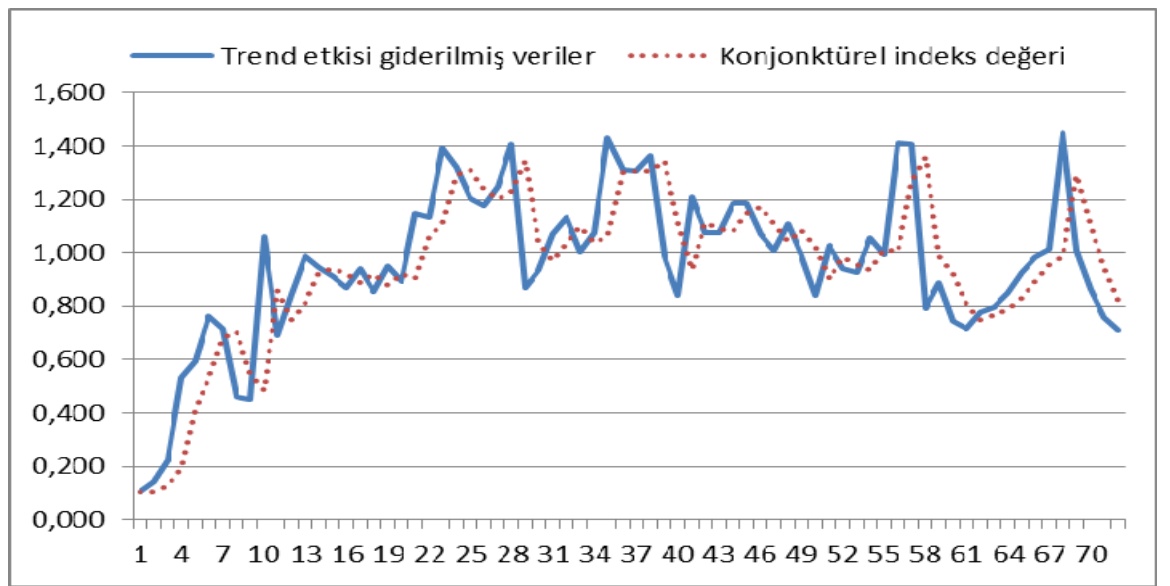
Çizelge 4.7. Uygun α değerinin belirlenmesi

Yıllar	Aylar	Kod	Mevsimselliği Giderilmiş Veriler (Y)	Tc	Y/Tc At	$\alpha=0,05$ Ct	$\alpha=0,2$ Ct	$\alpha=0,40$ Ct	$\alpha=0,65$ Ct	$\alpha=0,80$ Ct	$\alpha=0,90$ Ct
2005	Ocak	-71	191	1791	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107
	Şubat	-69	274	1929	0,142	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107
	Mart	-67	466	2066	0,226	0,109	0,114	0,121	0,130	0,135	0,139
	Nisan	-65	1174	2204	0,533	0,115	0,136	0,163	0,192	0,208	0,217
	Mayıs	-63	1395	2342	0,596	0,136	0,216	0,311	0,414	0,468	0,501
	Haziran	-61	1894	2479	0,764	0,159	0,292	0,425	0,532	0,570	0,587
	Temmuz	-59	1874	2617	0,716	0,189	0,386	0,561	0,683	0,725	0,746
	Ağustos	-57	1271	2754	0,462	0,215	0,452	0,623	0,704	0,718	0,719
	Eylül	-55	1303	2892	0,451	0,228	0,454	0,558	0,547	0,513	0,488
	Ekim	-53	3220	3030	1,063	0,239	0,454	0,515	0,485	0,463	0,455
	Kasım	-51	2187	3167	0,691	0,280	0,575	0,734	0,861	0,943	1,002
	Aralık	-49	2792	3305	0,845	0,300	0,599	0,717	0,750	0,741	0,722
2006	Ocak	-47	3401	3442	0,988	0,328	0,648	0,768	0,812	0,824	0,833
	Şubat	-45	3389	3580	0,947	0,361	0,716	0,856	0,926	0,955	0,972
	Mart	-43	3394	3718	0,913	0,390	0,762	0,892	0,940	0,949	0,950
	Nisan	-41	3358	3855	0,871	0,416	0,792	0,901	0,922	0,920	0,917
	Mayıs	-39	3750	3993	0,939	0,439	0,808	0,889	0,889	0,881	0,876
	Haziran	-37	3519	4130	0,852	0,464	0,834	0,909	0,921	0,927	0,933
	Temmuz	-35	4044	4268	0,948	0,483	0,838	0,886	0,876	0,867	0,860
	Ağustos	-33	3932	4406	0,892	0,507	0,860	0,911	0,923	0,932	0,939
	Eylül	-31	5209	4543	1,147	0,526	0,866	0,903	0,903	0,900	0,897
	Ekim	-29	6305	4681	1,134	0,557	0,922	1,001	1,062	1,098	1,122
	Kasım	-27	6710	4818	1,393	0,586	0,965	1,054	1,109	1,127	1,133
	Aralık	-25	6537	4956	1,319	0,626	1,050	1,190	1,293	1,340	1,367
2007	Ocak	-23	6128	5094	1,203	0,661	1,104	1,241	1,310	1,323	1,324
	Şubat	-21	6163	5231	1,178	0,688	1,124	1,226	1,240	1,227	1,215
	Mart	-19	6688	5369	1,246	0,712	1,135	1,207	1,200	1,188	1,182
	Nisan	-17	7748	5506	1,407	0,739	1,157	1,222	1,230	1,234	1,240
	Mayıs	-15	4908	5644	0,870	0,772	1,207	1,296	1,345	1,372	1,390
	Haziran	-13	5417	5782	0,937	0,777	1,140	1,126	1,036	0,970	0,922
	Temmuz	-11	6339	5919	1,071	0,785	1,099	1,050	0,972	0,944	0,936
	Ağustos	-9	6865	6057	1,133	0,800	1,093	1,059	1,036	1,046	1,057
	Eylül	-7	6214	6194	1,003	0,816	1,101	1,088	1,099	1,116	1,125
	Ekim	-5	6815	6332	1,076	0,826	1,082	1,054	1,037	1,026	1,015
	Kasım	-3	9265	6470	1,432	0,838	1,081	1,063	1,062	1,066	1,070
	Aralık	-1	8647	6607	1,309	0,868	1,151	1,211	1,303	1,359	1,396

Çizelge 4.7. (devam)

2008	Ocak	1	8817	6745	1,307	0,890	1,182	1,250	1,307	1,319	1,318
	Şubat	3	9373	6882	1,362	0,911	1,207	1,273	1,307	1,309	1,308
	Mart	5	6937	7020	0,988	0,933	1,238	1,308	1,343	1,351	1,357
	Nisan	7	6018	7158	0,841	0,936	1,188	1,180	1,112	1,061	1,025
	Mayıs	9	8825	7295	1,210	0,931	1,119	1,045	0,936	0,885	0,859
	Haziran	11	7979	7433	1,073	0,945	1,137	1,111	1,114	1,145	1,175
	Temmuz	13	8131	7570	1,074	0,952	1,124	1,096	1,087	1,087	1,083
	Ağustos	15	9158	7708	1,188	0,958	1,114	1,087	1,079	1,077	1,075
	Eylül	17	9294	7846	1,185	0,969	1,129	1,127	1,150	1,166	1,177
	Ekim	19	8555	7983	1,072	0,980	1,140	1,150	1,173	1,181	1,184
	Kasım	21	8197	8121	1,009	0,985	1,127	1,119	1,107	1,094	1,083
2009	Aralık	23	9157	8258	1,109	0,986	1,103	1,075	1,043	1,026	1,016
	Ocak	25	8297	8396	0,988	0,992	1,104	1,089	1,086	1,092	1,100
	Şubat	27	7158	8534	0,839	0,992	1,081	1,048	1,022	1,009	0,999
	Mart	29	8905	8671	1,027	0,984	1,033	0,965	0,903	0,873	0,855
	Nisan	31	8298	8809	0,942	0,986	1,031	0,990	0,984	0,996	1,010
	Mayıs	33	8286	8946	0,926	0,984	1,014	0,971	0,957	0,953	0,949
	Haziran	35	9600	9084	1,057	0,981	0,996	0,953	0,937	0,931	0,928
	Temmuz	37	9180	9222	0,995	0,985	1,008	0,994	1,015	1,032	1,044
	Ağustos	39	13218	9359	1,412	0,985	1,006	0,995	1,002	1,002	1,000
	Eylül	41	13358	9497	1,407	1,007	1,087	1,162	1,268	1,330	1,371
	Ekim	43	7626	9634	0,792	1,027	1,151	1,260	1,359	1,392	1,403
2010	Kasım	45	8673	9772	0,888	1,015	1,079	1,073	0,990	0,912	0,853
	Aralık	47	7367	9910	0,743	1,009	1,041	0,999	0,924	0,893	0,885
	Ocak	49	7189	10047	0,716	0,995	0,981	0,896	0,806	0,773	0,757
	Şubat	51	7935	10185	0,779	0,981	0,928	0,824	0,748	0,727	0,720
	Mart	53	8241	10322	0,798	0,971	0,898	0,806	0,768	0,769	0,773
	Nisan	55	8912	10469	0,851	0,963	0,878	0,803	0,788	0,792	0,796
	Mayıs	57	9809	10598	0,926	0,957	0,873	0,822	0,829	0,839	0,845
	Haziran	59	10583	10735	0,986	0,956	0,883	0,864	0,892	0,909	0,918
	Temmuz	61	10989	10873	1,011	0,957	0,904	0,913	0,953	0,971	0,979
	Ağustos	63	15970	11010	1,450	0,960	0,925	0,952	0,991	1,003	1,008
	Eylül	65	11239	11148	1,008	0,984	1,030	1,151	1,289	1,361	1,406
	Ekim	67	9732	11286	0,862	0,985	1,026	1,094	1,106	1,079	1,048
	Kasım	69	8636	11423	0,756	0,979	0,993	1,001	0,948	0,905	0,881
	Aralık	71	8232	11561	0,712	0,968	0,946	0,903	0,823	0,786	0,768
				Σ (At - Ct)2		12,506	5,942	5,364	5,527	6,085	6,532

Uygun α değerini belirlemek için $\alpha=0,05$ 'den $\alpha=1$ değerine kadar 0,5 artan aralıklarla denemeler yapılmıştır. $\alpha=0,65$ değerine kadar gerçek verilerle tahmin verileri arasındaki farkların kareleri toplamı sürekli olarak küçülürken, $\alpha=0,65$ değerinden sonra aradaki fark büyümeye başlamıştır. Bu durumda en uygun α değerinin 0,65 olduğu tespit edilmiştir. $\alpha=0,65$ alınarak yapılan 1.dereceden üstel düzeltme sonucunda hata bileşeni giderilmiş olup, elde edilen konjonktürel indeks değerlerinin grafiği Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Konjonktürel indeks değerlerinin dağılımı

4.1.5. Kestirim

Hata bileşeni elimine edildiğinden kestirim denklemi; $Y_c = T_c * S * C$ halini almıştır. Bu denklemde T_c sayısal bir değer iken, S ve C değerleri birer indekstir. 2005 yılının Ocak ve Şubat aylarına ait doğalgaz tüketimi kestirimi;

$$Y_{2005-Ocak} = 2,297 * 1791 * 0,107 = 440$$

$$Y_{2005-Şubat} = 1,841 * 1929 * 0,107 = 380$$

Benzer şekilde kestirim denklemi kullanılarak hesaplanan kestirim değerleri Çizelge 4.8'de gerçek verilerle birlikte verilmiştir.

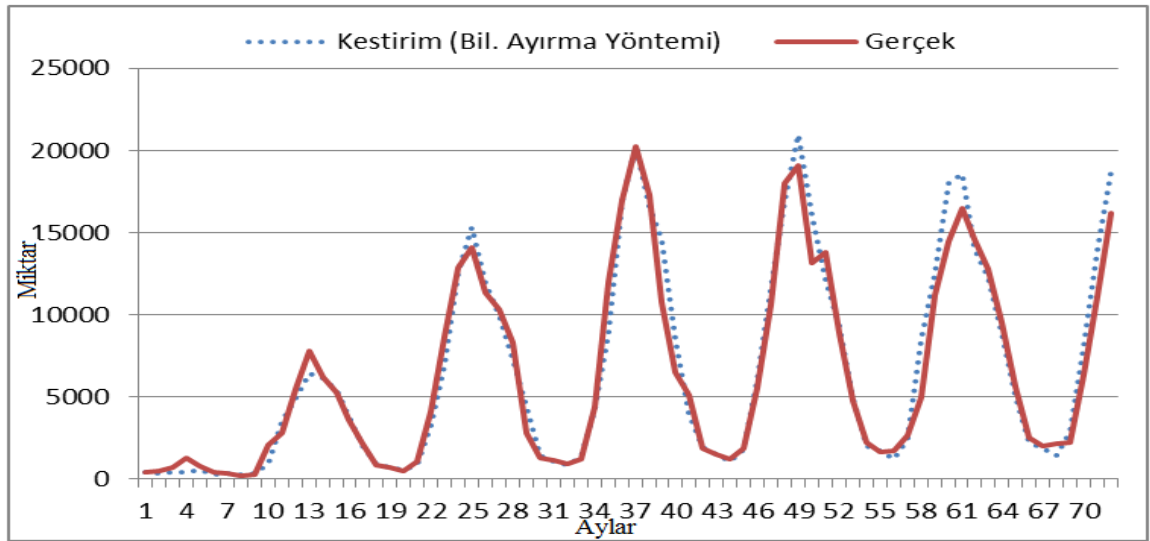
Çizelge 4.8. Bileşenlerine Ayırma yöntemi ile kestirim değerlerinin hesabı

Yıllar	Aylar	Mevsim İndeksi	Trend Değeri	Konjonktür İndeksi	Kestirim Değeri (BA)	Gerçek Değer (G)	G-BA	(G-BA) ²	G-BA /G
2005	Ocak	2,297	1791	0,107	440	439	1	1	0,002
	Şubat	1,841	1929	0,107	380	504	124	15376	0,246
	Mart	1,55	2066	0,13	415	722	307	94249	0,425
	Nisan	1,074	2204	0,192	455	1261	806	649636	0,639
	Mayıs	0,577	2342	0,414	559	805	246	60516	0,306
	Haziran	0,235	2479	0,532	310	445	135	18225	0,303
	Temmuz	0,183	2617	0,683	327	343	16	256	0,047
	Ağustos	0,133	2754	0,704	258	169	89	7921	0,527
	Eylül	0,201	2892	0,547	318	262	56	3136	0,214
	Ekim	0,65	3030	0,485	954	2093	1139	1297321	0,544
	Kasım	1,292	3167	0,861	3521	2826	695	483025	0,246
2006	Aralık	1,966	3305	0,75	4875	5490	615	378225	0,112
	Ocak	2,297	3442	0,812	6419	7811	1392	1937664	0,178
	Şubat	1,841	3580	0,926	6105	6240	135	18225	0,022
	Mart	1,55	3718	0,94	5416	5261	155	24025	0,029
	Nisan	1,074	3855	0,922	3819	3606	213	45369	0,059
	Mayıs	0,577	3993	0,889	2048	2164	116	13456	0,054
	Haziran	0,235	4130	0,921	894	827	67	4489	0,081
	Temmuz	0,183	4268	0,876	684	740	56	3136	0,076
	Ağustos	0,133	4406	0,923	541	523	18	324	0,034
	Eylül	0,201	4543	0,903	824	1047	223	49729	0,213
	Ekim	0,65	4681	1,062	3230	4098	868	753424	0,212
2007	Kasım	1,292	4818	1,109	6901	8669	1768	3125824	0,204
	Aralık	1,966	4956	1,293	12603	12851	248	61504	0,019
	Ocak	2,297	5094	1,31	15329	14077	1252	1567504	0,089
	Şubat	1,841	5231	1,24	11946	11346	600	360000	0,053
	Mart	1,55	5369	1,2	9985	10367	382	145924	0,037
	Nisan	1,074	5506	1,23	7273	8321	1048	1098304	0,126
	Mayıs	0,577	5644	1,345	4380	2832	1548	2396304	0,547
	Haziran	0,235	5782	1,036	1408	1273	135	18225	0,106
	Temmuz	0,183	5919	0,972	1053	1160	107	11449	0,092
	Ağustos	0,133	6057	1,036	835	913	78	6084	0,085
	Eylül	0,201	6194	1,099	1368	1249	119	14161	0,095
	Ekim	0,65	6332	1,037	4267	4430	163	26569	0,037
	Kasım	1,292	6470	1,062	8879	11971	3092	9560464	0,258
	Aralık	1,966	6607	1,303	16920	17000	80	6400	0,005

Çizelge 4.8. (devam)

2008	Ocak	2,297	6745	1,307	20246	20252	6	36	0
	Şubat	1,841	6882	1,307	16558	17255	697	485809	0,04
	Mart	1,55	7020	1,343	14610	10752	3858	14884164	0,359
	Nisan	1,074	7158	1,112	8550	6463	2087	4355569	0,323
	Mayıs	0,577	7295	0,936	3939	5092	1153	1329409	0,226
	Haziran	0,235	7433	1,114	1946	1875	71	5041	0,038
	Temmuz	0,183	7570	1,087	1506	1488	18	324	0,012
	Ağustos	0,133	7708	1,079	1106	1218	112	12544	0,092
	Eylül	0,201	7846	1,15	1813	1868	55	3025	0,029
	Ekim	0,65	7983	1,173	6085	5561	524	274576	0,094
	Kasım	1,292	8121	1,107	11617	10590	1027	1054729	0,097
	Aralık	1,966	8258	1,043	16940	18003	1063	1129969	0,059
2009	Ocak	2,297	8396	1,086	20945	19059	1886	3556996	0,099
	Şubat	1,841	8534	1,022	16062	13178	2884	8317456	0,219
	Mart	1,55	8671	0,903	12139	13803	1664	2768896	0,121
	Nisan	1,074	8809	0,984	9306	8912	394	155236	0,044
	Mayıs	0,577	8946	0,957	4938	4781	157	24649	0,033
	Haziran	0,235	9084	0,937	2000	2256	256	65536	0,113
	Temmuz	0,183	9222	1,015	1713	1680	33	1089	0,02
	Ağustos	0,133	9359	1,002	1247	1758	511	261121	0,291
	Eylül	0,201	9497	1,268	2421	2685	264	69696	0,098
	Ekim	0,65	9634	1,359	8507	4957	3550	12602500	0,716
	Kasım	1,292	9772	0,99	12503	11205	1298	1684804	0,116
	Aralık	1,966	9910	0,924	17998	14484	3514	12348196	0,243
2010	Ocak	2,297	10047	0,806	18607	16512	2095	4389025	0,127
	Şubat	1,841	10185	0,748	14018	14608	590	348100	0,04
	Mart	1,55	10322	0,768	12287	12773	486	236196	0,038
	Nisan	1,074	10469	0,788	8854	9571	717	514089	0,075
	Mayıs	0,577	10598	0,829	5068	5660	592	350464	0,105
	Haziran	0,235	10735	0,892	2250	2487	237	56169	0,095
	Temmuz	0,183	10873	0,953	1896	2011	115	13225	0,057
	Ağustos	0,133	11010	0,991	1451	2124	673	452929	0,317
	Eylül	0,201	11148	1,289	2889	2259	630	396900	0,279
	Ekim	0,65	11286	1,106	8117	6326	1791	3207681	0,283
	Kasım	1,292	11423	0,948	13984	11158	2826	7986276	0,253
	Aralık	1,966	11561	0,823	18707	16184	2523	6365529	0,156
Toplam							58449	113964397	11,629

Çizelge 4.8’de doğalgaz tüketimine ait gerçek veriler ile bileşenlerine ayırma yöntemi kullanılarak oluşturulan tahmin modelinden elde edilen kestirim değerleri birlikte verilmiştir. Doğalgaz tüketimine ait gerçek ve kestirim değerlerinin grafiği Şekil 4.7’de verilmiştir. Gerçek ve kestirim değerlerinin birbirleriyle örtüştüğü gözlenirken, 2008 ve 2009 yıllarında kış aylarına ait değerlerde bir miktar sapma gözlenmektedir.



Şekil 4.7. Doğalgaz tüketimine ait gerçek ve kestirim (Bileşenlerine Ayırma yöntemi) değerlerinin dağılımı

Gerçek ve tahmini veriler grafiği incelenirken kış dönemlerine denk gelen 24-27, 48-50, 58-62 ve 68-70 dönemlerinde grafikte küçük sapmalar olduğu görülmektedir. Bu sapmalar mevsim sıcaklıkları, doğalgaz birim fiyatı ve konut (tüketici veya abone) sayısındaki değişimler, vb gibi çeşitli nedenlerle açıklanabilir. Oluşturulan kestirim modeli ile 2011 yılına ait değerler tahmin edilmiş ve Çizelge 4.9’da verilmiştir. Ayrıca Çizelge 4.9’da Palen A.Ş’den 2011 yılına alınan gerçek tüketim değerleri de verilmiştir. Gerçek tüketim değerleri ile Bileşenlerine Ayırma yöntemi yardımıyla oluşturulan tahmin modeli kestirim değerleri karşılaştırılarak modelin tutarlılık düzeyi belirlenecektir.

Çizelge 4.9. 2011 yılı doğalgaz tüketimine ait gerçek ve kestirim değerleri

2011	Trend	Mevsim indeksi	Konjonktür indeksi	Kestirim (BA)	Gerçek	G-BA	(G-BA) ²	G-BA /G
Ocak	11698	2,297	0,751	20180	21373	1193	1423249	0,056
Şubat	11836	1,841	0,780	16996	19540	2544	6471936	0,130
Mart	11974	1,550	0,856	15887	17923	2036	4145296	0,114
Nisan	12111	1,074	0,927	12058	10914	1144	1308736	0,105
Mayıs	12249	0,577	0,870	6149	7695	1546	2390116	0,201
Haziran	12386	0,235	1,012	2946	3357	411	168921	0,122
Temmuz	12524	0,183	1,104	2530	1445	1085	1177225	0,751
Ağustos	12662	0,133	0,796	1341	3771	2430	5904900	0,644
Eylül	12779	0,201	1,734	4454	3460	994	988036	0,287
Ekim	12937	0,650	1,482	12462	14230	1768	3125824	0,124
Kasım	13074	1,292	1,619	27348	20884	6464	41783296	0,310
Aralık	13212	1,966	1,370	35585	24001	11584	134189056	0,483
Toplam						33199	203076591	3

4.1.6. Modelde olmayan dış faktörlerin incelenmesi

Bileşenlerine ayırma yönteminde dikkate alınan ve incelenen mevsimsel etki, trend, konjonktürel etki,...vb faktörlerin yanı sıra modelde yer almayan, fakat modelin sapma ve tahmin alanlarına doğrudan etkisi olduğu tahmin edilen; ortalama sıcaklık değerleri, abone sayısı ve ortalama doğalgaz fiyatları gibi faktörlerin de incelenmesi gerekmektedir. Bu bölümde dış etkenlerden ortalama sıcaklık değerleri ve ortalama doğalgaz fiyatlarının etkileri incelenecektir.

4.1.6.a Sıcaklık değerlerinin analizi

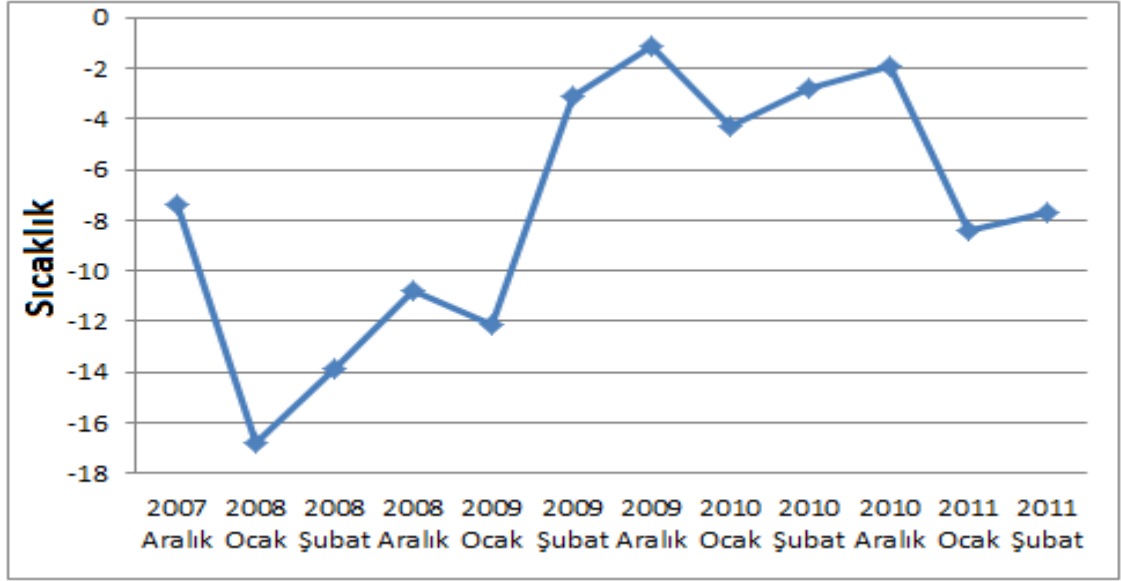
Gerçek veriler ile tahmin modeli verilerinin birbiriyle örtüşmediği (sapmanın büyük olduğu) dönemlerdeki nedenleri incelemek için ele alınması gereken faktörlerden birisi de bu dönemlerdeki ortalama sıcaklık değerleridir. Mevsimsel sıcaklık değerleri analiz edilerek, grafikteki sapmalar üzerinde bir etkisinin olup olmadığı yorumu yapılabilir. Bu amaçla ilk önce sapmaların çokca görüldüğü dönemlere ait Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan ortalama sıcaklık değerleri çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. 2007-2011 yıllarının ilgili dönemlerine ait ortalama sıcaklık değerleri

Tarih	Ortalama Sıcaklık		Tarih	Ortalama Sıcaklık
Aralık 2007	-7,4		Aralık 2009(60)	-1,1
Ocak 2008	-16,8		Ocak 2010 (61)	-4,3
Şubat 2008	-13,9		Şubat 2010 (62)	-2,8
Ortalama	-12,7		Ortalama	-2,7
Aralık 2008	-10,8		Aralık 2010 (72)	-1,9
Ocak 2009	-12,1		Ocak 2011 (73)	-8,4
Şubat 2009	-3,1		Şubat 2011 (74)	-7,7
Ortalama	-8,7		Ortalama	-6

Yukarıdaki çizelgede yer alan ortalama sıcaklık değerleri; 2007-2011 yıllarına ait 3'er aylık ilgili dönemlerden oluşmaktadır. 3'er aylık dönemler soğuk havaların en etkin olduğu Aralık-Ocak-Şubat aylarını kapsamaktadır. Veriler dikkatle incelendiğinde, gerçek veriler grafiğinde 60. döneme denk gelen sapmanın, aynı zamanda 2009 yılının sonlarına ve 2010 yılının ilk aylarına denk geldiği görülmektedir. Bu durumda kendisinden önceki ve sonraki dönemlere göre sıcaklık değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Hava sıcaklıklarının yüksek seyrettiği dönemler, düşük seyrettiği dönemlere nispetle, ısınmak için daha az enerji ihtiyacı olduğu rahatlıkla söylenebilir. Bu sebeple bu dönemlerde gerçek veriler ile tahmin verileri arasındaki sapmanın önemli bir sebebinin de mevsim sıcaklıklarının yükselmesi olduğu söylenebilir.

Şekil 4.8'de 2007-2011 yıllarına ait 3'er dönemlik (kış dönemi) ortalama mevsim sıcaklıkları verilmiştir. 2007-2009 yıllarında kış mevsiminin daha soğuk, 2010-2011 yıllarında ise kış mevsiminin daha sıcak geçtiği görülmektedir. Bu durumun doğalgaz tüketim değerlerini doğrudan etkilediği düşünülmektedir.



Şekil 4.8. 2007-2011 yılları arasında 3'er aylık dönemlere ait ortalama sıcaklık değerleri

4.1.6.b. Doğalgaz fiyatlarının analizi

Gerçek veriler ile tahmin modeli verilerinin birbiriyle örtüşmediği (sapmanın büyük olduğu) dönemlerdeki nedenleri incelemek için ele alınması gereken faktörlerden birisi de bu dönemlerdeki ortalama doğalgaz fiyatları olabilir. Palen A.Ş.'den alınan, aylara göre birim doğalgaz fiyatları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Sapmaların büyüdüğü 60. (Aralık 2009) ve 72. (Aralık 2010) dönemlere ait fiyatlar incelendiğinde ciddi bir fiyat farkının olmadığı görülebilir. Buna göre doğalgaz fiyatlarının grafikteki gerçek ve tahmin verileri arasındaki sapmalar üzerinde bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

Çizelge 4.11. 2006-2011 yılları arasındaki doğalgaz birim fiyatları

Tarih	Fiyat (TL/m ³)	Tarih	Fiyat (TL/m ³)	Tarih	Fiyat (TL/m ³)
01.01.2006	0,363309	01.01.2008	0,503864	01.01.2010	0,535758
02.01.2006	0,363238	02.01.2008	0,503789	02.01.2010	0,535723
03.01.2006	0,383983	03.01.2008	0,503893	03.01.2010	0,535772
04.01.2006	0,383967	04.01.2008	0,504022	04.01.2010	0,535945
05.01.2006	0,384058	05.01.2008	0,50435	05.01.2010	0,535838
06.01.2006	0,405771	06.01.2008	0,547056	06.01.2010	0,535827
07.01.2006	0,406734	07.01.2008	0,54688	07.01.2010	0,536155
08.01.2006	0,435922	08.01.2008	0,650388	08.01.2010	0,536077
09.01.2006	0,435397	09.01.2008	0,650181	09.01.2010	0,535828
10.01.2006	0,435274	10.01.2008	0,680793	10.01.2010	0,535832
11.01.2006	0,46415	11.01.2008	0,842272	11.01.2010	0,535519
12.01.2006	0,463941	12.01.2008	0,843602	12.01.2010	0,535402
01.01.2007	0,463916	01.01.2009	0,843561	01.01.2011	0,536119
02.01.2007	0,463814	02.01.2009	0,705149	02.01.2011	0,536441
03.01.2007	0,463724	03.01.2009	0,705564	03.01.2011	0,536591
04.01.2007	0,463728	04.01.2009	0,706023	04.01.2011	0,535827
05.01.2007	0,463576	05.01.2009	0,536907	05.01.2011	0,535559
06.01.2007	0,463406	06.01.2009	0,536316	06.01.2011	0,535583
07.01.2007	0,463328	07.01.2009	0,536092	07.01.2011	0,535815
08.01.2007	0,463186	08.01.2009	0,536096	08.01.2011	0,536008
09.01.2007	0,46316	09.01.2009	0,535806	09.01.2011	0,536451
10.01.2007	0,463228	10.01.2009	0,535854	10.01.2011	0,613377
11.01.2007	0,464744	11.01.2009	0,535755	11.01.2011	
12.01.2007	0,464664	12.01.2009	0,535779	12.01.2011	

4.1.7. Kestirimin doğruluk göstergeleri

Yapmış olduğumuz kestirimin tutarlılığını değerlendirmede kullanılabilecek bazı göstergeler bulunmaktadır. Bu göstergeler; MAPE (*mean absolute percentage error*-ortalama mutlak hata yüzdesi), MAD (*mean absolute deviation*-ortalama mutlak sapma) ve MSD (*mean squared deviation*-sapma kareler ortalaması) olmak üzere üç tanedir. Bileşenlerine ayırma yöntemi ile geliştirilen zaman serisi modeli ve bu model ile yapılan kestirime ait sözü edilen göstergeler hesaplanmış ve Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Bileşenlerine Ayırma yöntemi ile yapılan kestirimin tutarlılık göstergeleri

	2005-2010	2011
MAPE	16,15	25,00
MAD	812	2767
MSD	1582839	16923049

Bu göstergeler alternatif çözüm yöntemi olan Box-Jenkins yöntemine ait aynı göstergelerle kıyaslanarak kestirim modelleri hakkında karar vermede kullanılacaktır. Gerçek ve kestirim değerleri arasındaki farkın çok büyüdüğü aylarda kullanıcı sayısında ciddi bir artış olduğu düşünülmektedir. Çünkü Temmuz ayına göre Ağustos ayındaki artışlar dikkate alındığında 2008 yılına kadar azalma varken, 2008'den sonra artışlar başlıyor ve 2011 yılında %261 katına ulaşıyor. Bu durum çok büyük sayılarda kullanıcının sisteme dahil olduğunu gösteriyor.

4.2. Box-Jenkins Yöntemiyle Talep Tahmin Modelinin Oluşturulması

Bu yöntem bilgisayar temelli bir çözüm yöntemidir. Minitab, Spss, E-views, Stata gibi istatistik tabanlı, ticari maksatlı yazılım programlarının içerisinde gömülüdür. Başlangıçta veriler analiz edilir, durağanlık şartı aranır ve durağan olmayan verilerde yeterince fark alınmak suretiyle durağanlık sağlanır. Durağanlığın sağlanıp sağlanmadığını kontrol etmek için birim kök testi yapılır. Deneme niteliğinde potansiyel bir model kurulur ve modelin tahmini yapılır. Taniya (ayırt edici kontrole) başvurulur ve modelin yeterli olup olmadığı sınanır. Son adımda modelin yeterli olma şartı sağlandığında öngörü yapılır.

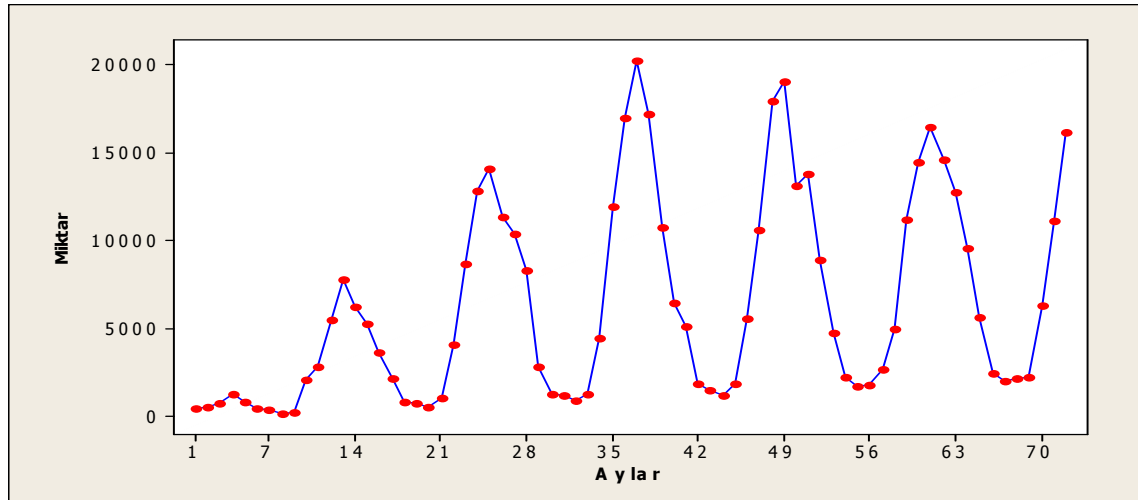
4.2.1. Verilerin analiz edilmesi

Modelin belirlenmesi aşamasında, verilerin öncelikle durağanlık şartını sağlaması gerekir. Durağan olmayan serilerde ortalama ve/veya varyans zamanla değişim göstermektedir. Bu durumda modelin yanlış kurulduğunu ve gelecek dönemlere ait yapılacak olan tahminlerin hatalı olacağı söylenebilir. Palen AŞ'den alınan doğalgaz

tüketim verileri Çizelge 4.13’de, bu verilerin dağılım diyagramı ise Şekil 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.13. 2005-2010 yıllarındaki Erzurum ili doğalgaz tüketim verileri ($\cdot 10^3 \text{ m}^3$)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ocak	439	7811	14077	20252	19059	16512
Şubat	504	6240	11346	17255	13178	14608
Mart	722	5261	10367	10752	13803	12773
Nisan	1261	3606	8321	6463	8912	9571
Mayıs	805	2164	2832	5092	4781	5660
Haziran	445	827	1273	1875	2256	2487
Temmuz	343	740	1160	1488	1680	2011
Ağustos	169	523	913	1218	1758	2124
Eylül	262	1047	1249	1868	2685	2259
Ekim	2093	4098	4430	5561	4957	6326
Kasım	2826	8669	11971	10590	11205	11158
Aralık	5490	12851	17000	18003	14484	16184

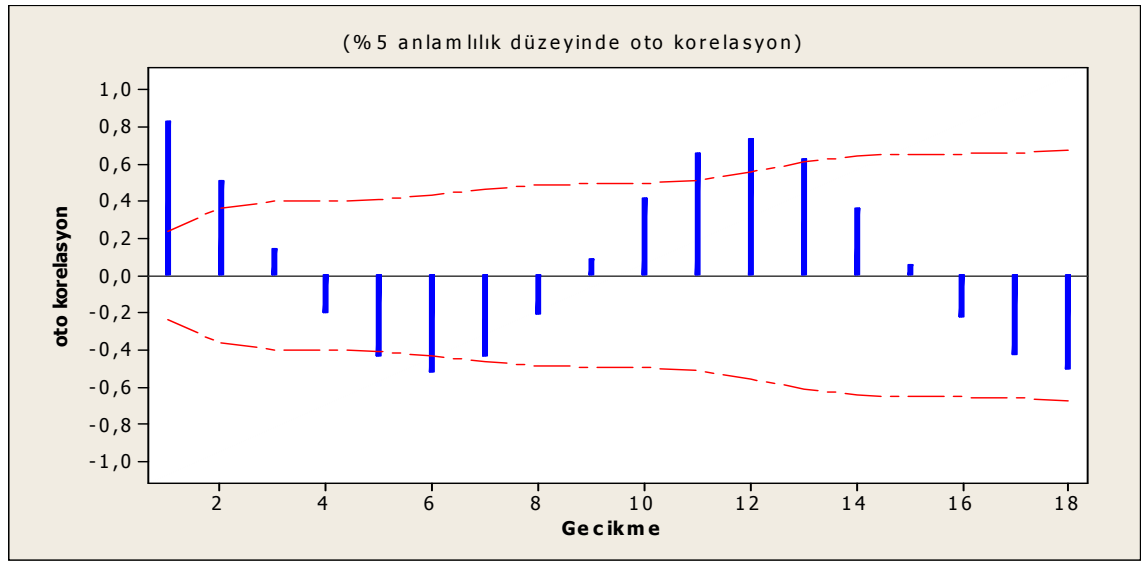


Şekil 4.9. Doğalgaz tüketim verilerinin zamana göre dağılımı

Şekil 4.9’daki verilerin grafiği incelendiğinde, mevsimsellik ve trend gibi değerlerin veriler üzerinde etkin olduğu görülmektedir. Ancak, sadece Şekil 4.9’daki dağılıma

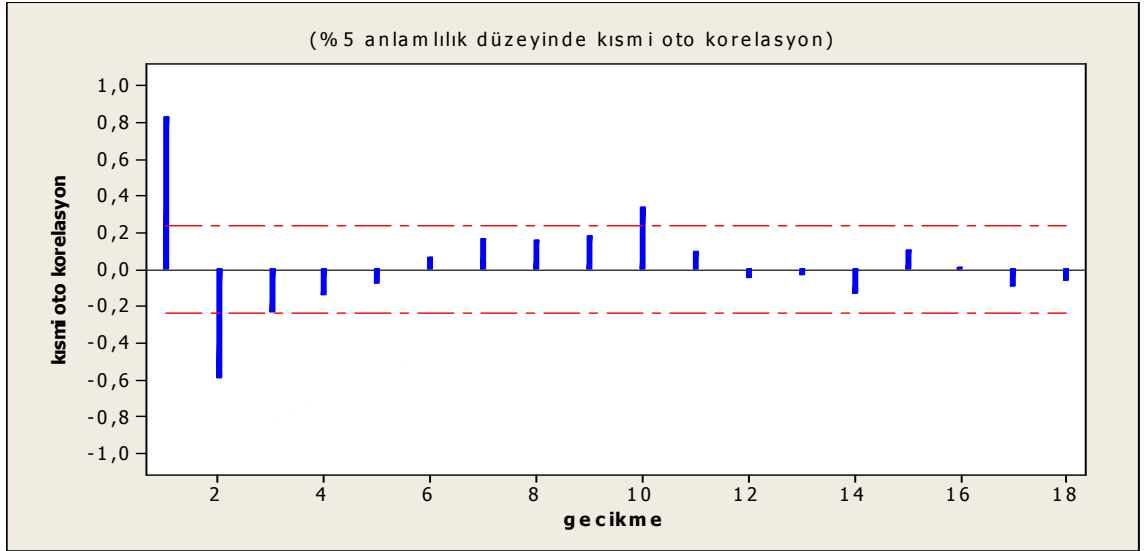
bakılarak verilerin durağan olmadığı sonucuna varılamaz. Bu durumda verilerin ACF (oto korelasyon) ve PACF (kısmi oto korelasyon) grafiklerine de bakılmalıdır.

Doğalgaz tüketim verilerinin otokorelasyon grafiği Şekil 4.10'da çizilmiştir.



Şekil 4.10. Doğalgaz tüketim verilerinin oto korelasyon grafiği

Literatürde yatay ekseninde gösterilen gecikme sayısı, veri (dönem) sayısının 3 veya 4'e bölünmesiyle elde edilmektedir. Veri sayımız 72 olup 4'e bölünmesiyle bulunan değer 18 olduğu için 18.gecikmeye kadar verilerin otokorelasyon grafiği çizilmiştir. Grafikte alt ve üst sınırlar (tolerans aralıkları) dışına taşan noktalar bulunmaktadır. Bu taşmalardan ilk 2 (bazı durumlarda 3) gecikme dikkate alınmazken, sonraki gecikmelerdeki taşmalar durağanlığın olmadığını göstermektedir. Doğalgaz tüketim verilerinin kısmi otokorelasyon grafiği Şekil 4.11'de çizilmiştir.



Şekil 4.11. Doğalgaz tüketim verilerinin kısmi oto korelasyon grafiği

Şekil 4.11’de açıkça görüldüğü gibi 10.dönemde istatistiksel olarak anlamlı bir gecikme söz konusudur ve grafik dalgalı bir seyir izlemektedir. Oto korelasyon grafiği gibi kısmi oto korelasyon grafiği de verilerin durağan olmadığına işaret etmektedir.

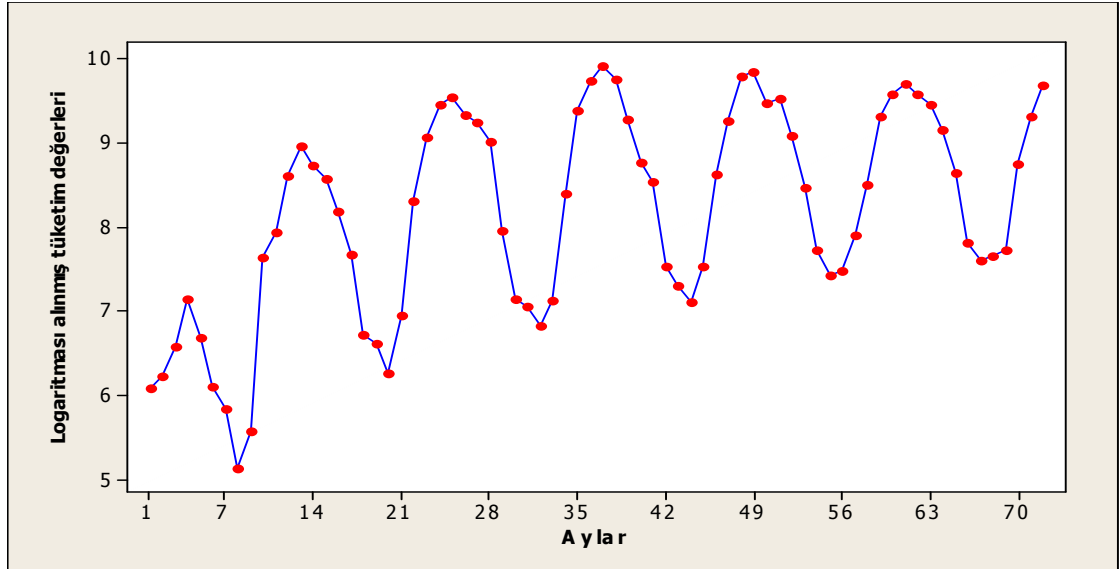
4.2.2. Serinin durağanlaştırılması

Durağan olmayan seriyi durağan hale getirmek için öncelikle serinin doğal logaritması ($\ln$) alınır. Doğal logaritması alınmış veriler Çizelge 4.14’de verilmiştir.

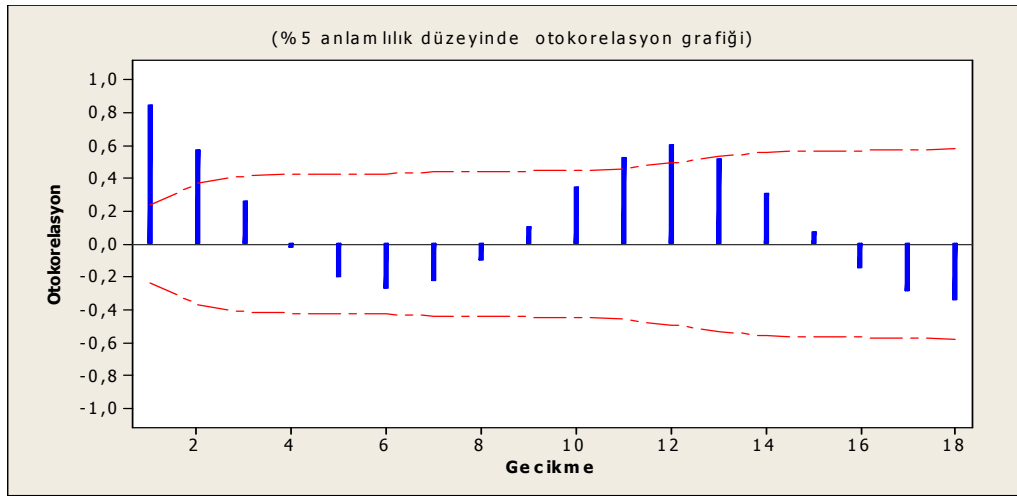
Çizelge 4.14. Doğal logaritması alınmış doğalgaz tüketim verileri

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ocak	6,084	8,963	9,552	9,916	9,855	9,712
Şubat	6,222	8,739	9,337	9,756	9,486	9,589
Mart	6,582	8,568	9,246	9,283	9,533	9,455
Nisan	7,139	8,19	9,027	8,774	9,095	9,167
Mayıs	6,691	7,68	7,949	8,535	8,472	8,641
Haziran	6,097	6,718	7,149	7,537	7,721	7,819
Temmuz	5,838	6,606	7,056	7,305	7,427	7,606
Ağustos	5,131	6,26	6,816	7,105	7,472	7,661
Eylül	5,57	6,953	7,13	7,533	7,895	7,723
Ekim	7,646	8,318	8,396	8,624	8,509	8,752
Kasım	7,947	9,068	9,39	9,268	9,324	9,32
Aralık	8,611	9,461	9,741	9,798	9,581	9,692

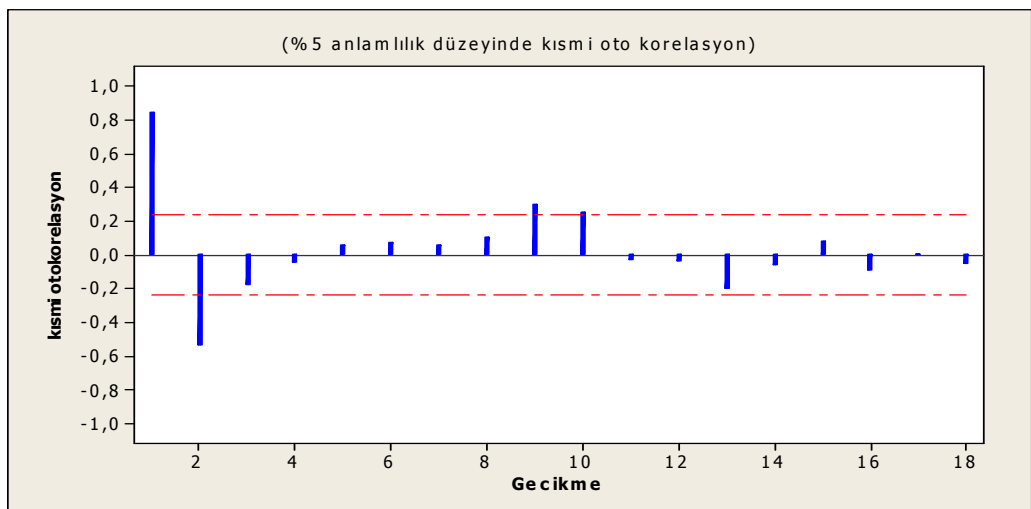
Çizelge 4.14'deki $\ln$ dönüşümü yapılmış verilerin dağılım diyagramı Şekil 4.12'de çizilmiştir.

**Şekil 4.12.** Doğal logaritması alınmış doğalgaz tüketim verilerinin grafiği

Şekil 4.12'den rahatlıkla görüldüğü üzere verilerde bir miktar trend ve mevsimsellik olduğu söylenebilir. Bu durum durağanlığın sağlanamadığına işaret eder. Bu grafiğe ek olarak ACF ve PACF grafiklerine de bakılmalıdır. Doğal logaritması alınmış doğalgaz tüketim verilerinin otokorelasyon grafiği Şekil 4.13'de kısmi oto korelasyon grafiği ise Şekil 4.14'de çizilmiştir.



Şekil 4.13. Doğal logaritması alınmış doğalgaz tüketim verilerinin oto korelasyon grafiği



Şekil 4.14. Doğal logaritması alınmış doğalgaz tüketim verilerinin kısmi oto korelasyon grafiği

Minitab paket programı yardımıyla elde edilen ACF ve PACF grafiklerinden rahatlıkla görüldüğü gibi, grafikte belirlenen sınırlar dışına 2 adet taşma olduğu için seri halen daha durağan değildir. Fakat durağanlığın sağlanıp sağlanmadığından emin olmak için Dickey-Fuller (DF) birim kök testi yapılmış ve test sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Doğal logaritması alınmış verilerin DF birim kök testi sonuçları

	t-Statistic
Elliott-Rothenberg-Stock DF-GLS test statistic	0.107989
Test critical values: 1% level	-2.602794
5% level	-1.946161
10% level	-1.613398

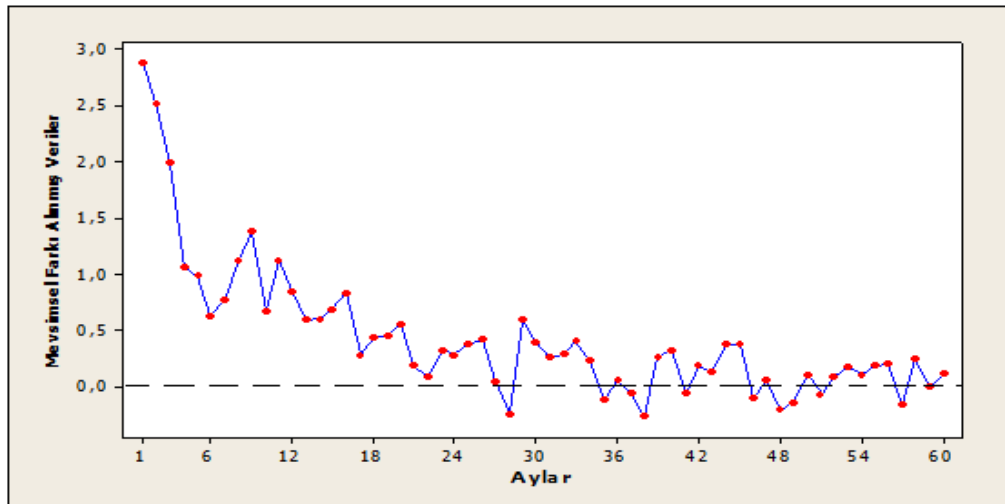
DF testi sonucunda elde edilen test istatistiği (0.107), tablo değeri (-1.946)’den büyük olduğu için serinin durağan olmadığı sonucuna varılır. Serinin durağanlaştırılması için mevsimsel fark alma işlemi uygulanmalıdır.

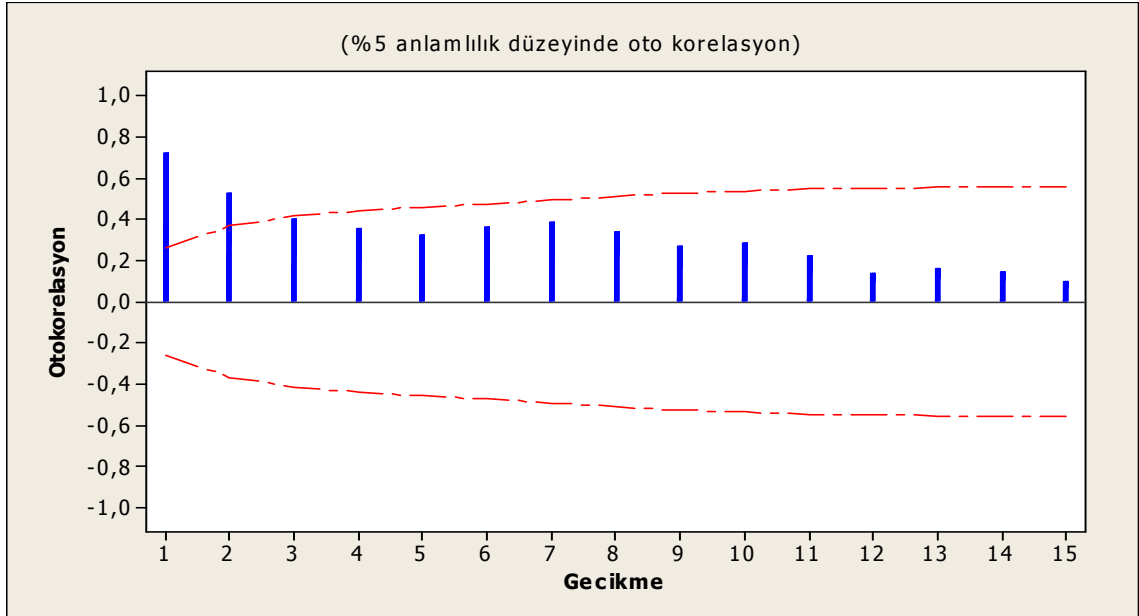
Doğalgaz tüketim değerleri 12 aylık bir periyoda sahip olduğundan mevsimsel fark alınırken 12 dönemlik fark alınması gerekir. Mevsimsel farkı alınmış veriler Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Mevsimsel farkı alınmış logaritmik doğalgaz tüketim verileri

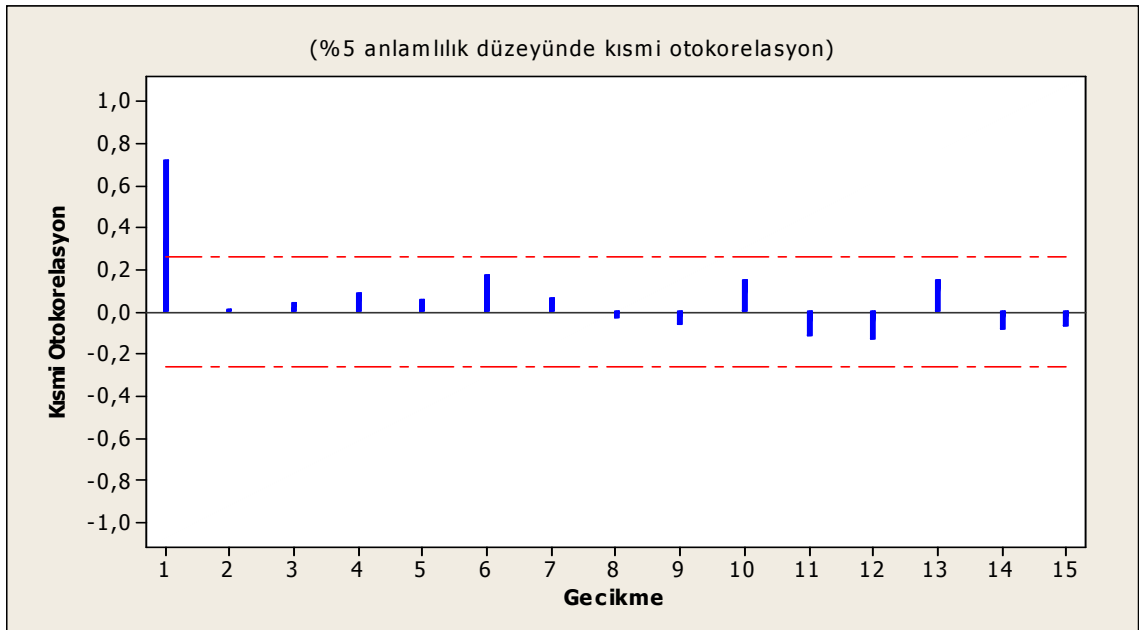
	2005		2006		2007		2008		2009		2010
Aylar	Ln V	$Y_{(t)}-Y_{(t-12)}$	Ln V	$Y_{(t)}-Y_{(t-12)}$	Ln V	$Y_{(t)}-Y_{(t-12)}$	Ln V	$Y_{(t)}-Y_{(t-12)}$	Ln V	$Y_{(t)}-Y_{(t-12)}$	Ln V
Ocak	6,084	2,880	8,963	0,589	9,552	0,364	9,916	-0,061	9,855	-0,143	9,712
Şubat	6,222	2,516	8,739	0,598	9,337	0,419	9,756	-0,270	9,486	0,103	9,589
Mart	6,582	1,986	8,568	0,678	9,246	0,037	9,283	0,250	9,533	-0,078	9,455
Nisan	7,139	1,051	8,190	0,836	9,027	-0,253	8,774	0,321	9,095	0,071	9,167
Mayıs	6,691	0,989	7,680	0,269	7,949	0,587	8,535	-0,063	8,472	0,169	8,641
Haziran	6,097	0,621	6,718	0,431	7,149	0,388	7,537	0,185	7,721	0,097	7,819
Temmuz	5,838	0,768	6,606	0,450	7,056	0,249	7,305	0,121	7,427	0,180	7,606
Ağustos	5,131	1,130	6,260	0,556	6,816	0,289	7,105	0,367	7,472	0,189	7,661
Eylül	5,570	1,383	6,953	0,177	7,130	0,402	7,533	0,363	7,895	-0,172	7,723
Ekim	7,646	0,672	8,318	0,078	8,396	0,227	8,624	-0,115	8,509	0,244	8,752
Kasım	7,947	1,121	9,068	0,323	9,390	-0,123	9,268	0,056	9,324	-0,004	9,320
Aralık	8,611	0,850	9,461	0,280	9,741	0,057	9,798	-0,218	9,581	0,111	9,692

Çizelgede Ln V olarak isimlendirilen veriler doğal logaritması alınmış doğalgaz tüketim değerlerini, $Y_{(t)}-Y_{(t-12)}$ olarak isimlendirilen veriler ise 12 dönemlik mevsimsel farkı alınmış logaritmik değerleri göstermektedir. Farkı alınmış logaritmik verilerin durağanlığı, grafikler (Şekil 4.15-4.17) yoluyla ve DF birim kök testiyle (Çizelge 4.17) sınanmıştır.

**Şekil 4.15.** 12 dönemlik mevsimsel farkı alınmış logaritmik verilerin zamana bağlı değişimi



Şekil 4.16. Mevsimsel farkı alınmış logaritmik verilerin oto korelasyon grafiği



Şekil 4.17. Mevsimsel farkı alınmış logaritmik verilerin kısmi oto korelasyon grafiği

Yukarıda sırasıyla Şekil 4.15, Şekil 4.16 ve Şekil 4.17’de verilen grafikler incelendiğinde; Şekil 4.15’te verilerin sıfır eksenini yeterince kesmediğini, yani

durağanlaşmadığını söylemek mümkündür. Şekil 4.16’da oto korelasyon fonksiyonunun giderek azaldığı, fakat ilk 15 gecikmede sıfırı kesmediği görülebilir. Bu durumda serinin hareketli ortalamaya sahip olduğu ve durağanlığın sağlanmadığı söylenebilir. Benzer durum 4.17’deki kısmi oto korelasyon grafiği için de geçerlidir. Bununla birlikte, grafiklerin yanısıra Dickey-Fuller testi ile durağanlığın sınanması yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Mevsimsel farkı alınmış logaritmik verilerin DF birim kök testi sonuçları

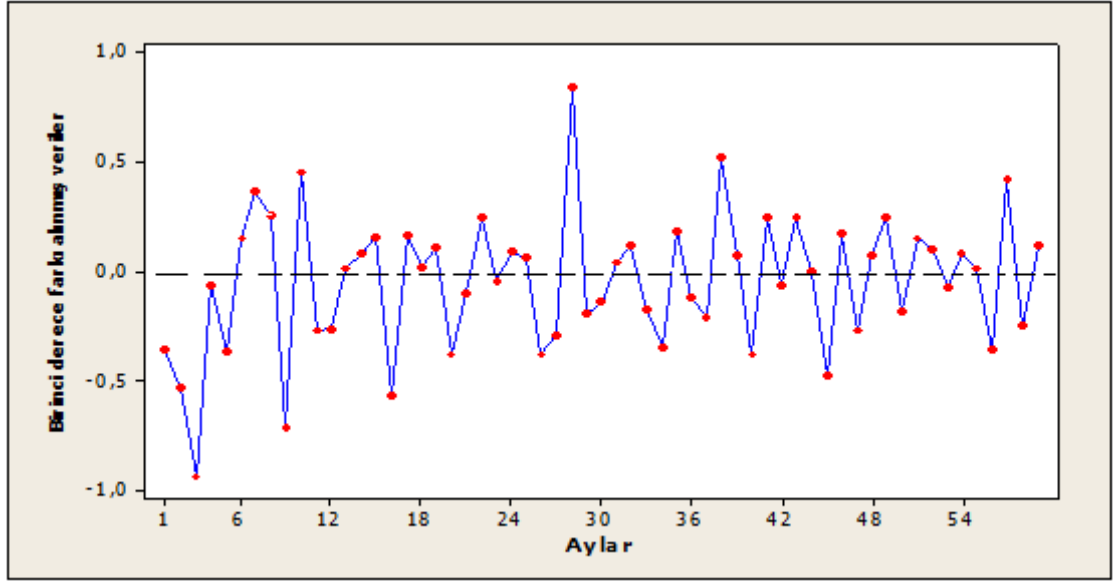
	t-Statistic
<u>Elliott-Rothenberg-Stock DF-GLS test statistic</u>	-0.238036
Test critical values: 1% level	-2.606163
5% level	-1.946654
10% level	-1.613122

DF testi sonucunda test istatistiği değeri (-0.238), %5 hata seviyesindeki tablo değerinden (-1.946) büyük olduğu için durağanlığın sağlanmadığı sonucuna bir kez daha ulaşılır. Bundan sonraki aşamalarda; mevsimsel farkı alınmış serinin birinci dereceden farklı alınarak durağanlık aranacaktır. Mevsimsel farkı alınmış logaritmik verilerin birinci dereceden farkları alınmış ve Çizelge 4.18’de verilmiştir.

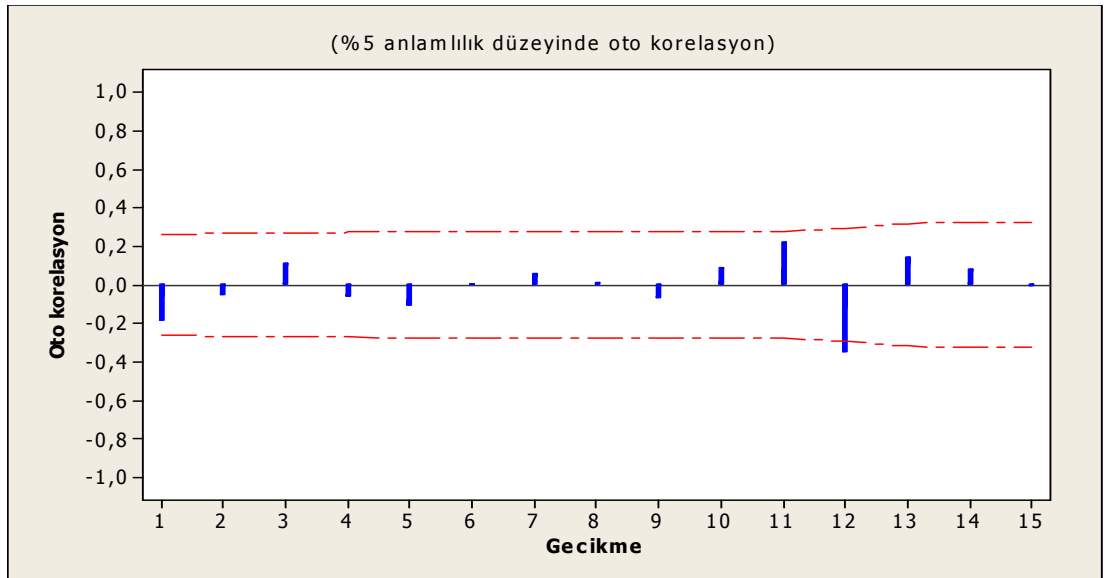
Çizelge 4.18. Mevsimsel farkı alınmış logaritmik değerler üzerinden birinci derece farkı alınmış veriler

	2005		2006		2007		2008		2009	
Aylar	$Y_{(t)}-Y_{(t-12)}$	$Y_{(t)}-Y_{(t-1)}$	$Y_{(t)}-Y_{(t-12)}$	$Y_{(t)}-Y_{(t-1)}$	$Y_{(t)}-Y_{(t-12)}$	$Y_{(t)}-Y_{(t-1)}$	$Y_{(t)}-Y_{(t-12)}$	$Y_{(t)}-Y_{(t-1)}$	$Y_{(t)}-Y_{(t-12)}$	$Y_{(t)}-Y_{(t-1)}$
Ocak	2,88	-0,363	0,589	0,009	0,364	0,056	-0,061	-0,209	-0,143	0,246
Şubat	2,516	-0,53	0,598	0,08	0,419	-0,383	-0,27	0,519	0,103	-0,181
Mart	1,986	-0,935	0,678	0,158	0,037	-0,289	0,25	0,071	-0,078	0,149
Nisan	1,051	-0,062	0,836	-0,567	-0,253	0,839	0,321	-0,384	0,071	0,097
Mayıs	0,989	-0,368	0,269	0,162	0,587	-0,199	-0,063	0,248	0,169	-0,071
Haziran	0,621	0,147	0,431	0,019	0,388	-0,138	0,185	-0,064	0,097	0,082
Temmuz	0,768	0,362	0,45	0,106	0,249	0,039	0,121	0,246	0,18	0,009
Ağustos	1,13	0,253	0,556	-0,379	0,289	0,114	0,367	-0,004	0,189	-0,362
Eylül	1,383	-0,711	0,177	-0,099	0,402	-0,175	0,363	-0,478	-0,172	0,416
Ekim	0,672	0,449	0,078	0,245	0,227	-0,35	-0,115	0,171	0,244	-0,248
Kasım	1,121	-0,27	0,323	-0,043	-0,123	0,18	0,056	-0,274	-0,004	0,115
Aralık	0,85	-0,261	0,28	0,084	0,057	-0,118	-0,218	0,074	0,111	

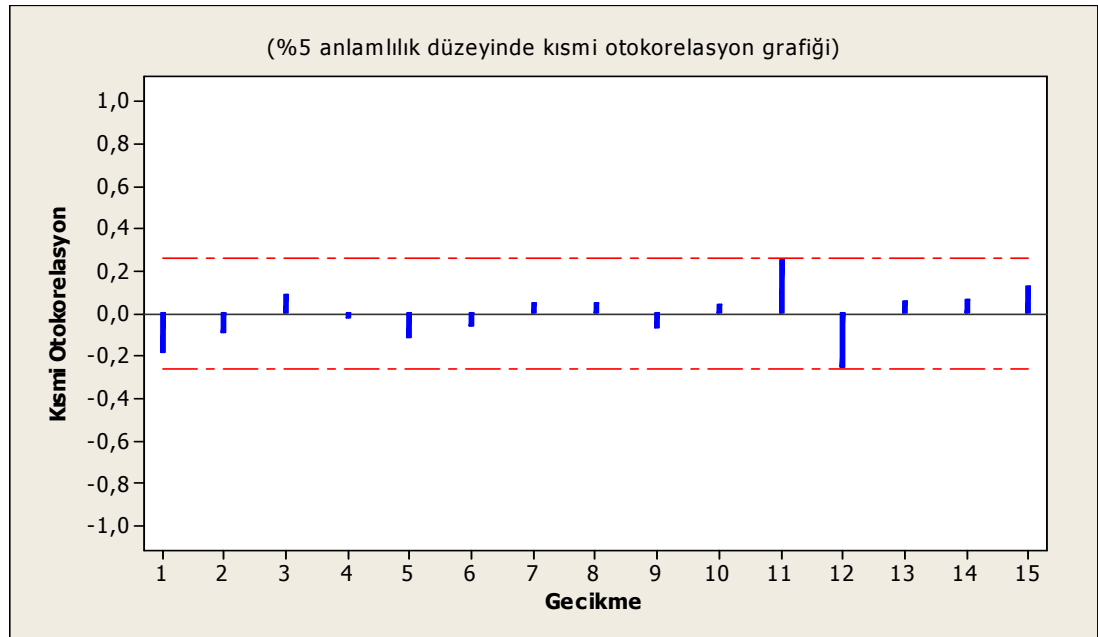
Çizelge 4.18’de $Y_{(t)}-Y_{(t-12)}$ ile isimlendirilen 12 dönemlik mevsimsel farkı alınmış logaritmik verileri, $Y_{(t)}-Y_{(t-1)}$ ile isimlendirilen veriler ise mevsimsel farkı alınmış logaritmik verilerden birinci dereceden farkı alınmış verileri göstermektedir. Çizelge 4.18’de mevsimsel farkı alınmış verilerin birinci derece farkı alındığından 13 adet veri kaybı olduğu gözlenmektedir. Birinci dereceden farklar alındıktan sonra verilerin zamana göre dağılım grafiği Şekil 4.18’de, otokorelasyon grafiği Şekil 4.19’da ve kısmi oto korelasyon grafiği Şekil 4.20’de yeniden çizilmiştir.



Şekil 4.18. Mevsimsel farktan sonra birinci derece farkı alınmış logaritmik verilerin zamana göre dağılımı



Şekil 4.19. Mevsimsel farktan sonra birinci derece farkı alınmış logaritmik verilerin oto korelasyon grafiği



Şekil 4.20. Mevsimsel farktan sonra birinci derece farkı alınmış logaritmik verilerin kısmi oto korelasyon grafiği

Yukarıda verilen zaman serisi, ACF ve PACF grafikleri incelendiğinde; zaman serisi grafiğinde verilerin sıfır eksenini sıklıkla kestiği, yani sabit bir ortalama etrafında döndüğü söylenebilir. ACF grafiğinde 12. gecikme hariç bütün gecikmelerin limitler dahilinde olduğu ve PACF grafiğinde ise bütün gecikmelerin limitler arasında kaldığı söylenebilir. Böylece en genel haliyle verilerin iki kez fark alma işlemi sonucunda durağan hale geldiği söylenebilir. Fakat durağanlığın sağlanıp sağlanmadığından emin olmak için DF birim kök testi yapılmış olup, test sonuçları Çizelge 4.19’da sunulmuştur.

Çizelge 4.19. Mevsimsel faktan sonra birinci derece farkı alınmış verilerin DF birim kök testi sonuçları

	t-Statistic
Elliott-Rothenberg-Stock DF-GLS test statistic	-10.17568
Test critical values: 1% level	-2.606911
5% level	-1.946764
10% level	-1.613062

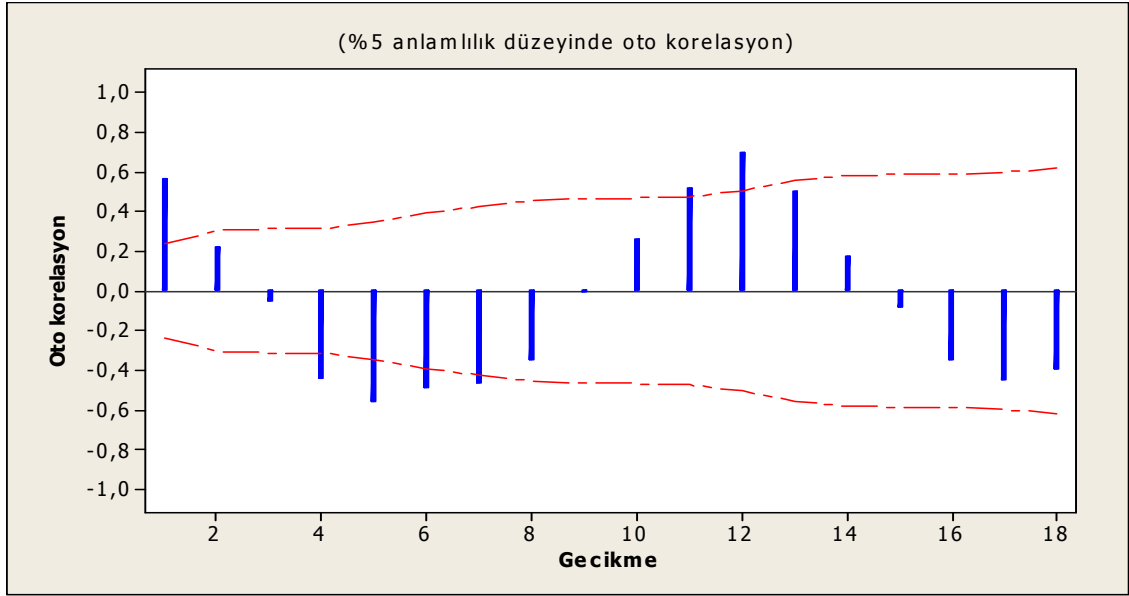
Çizelgede yer alan DF test istatistiği değeri (-10.175), %5 hata seviyesindeki tablo değeri olan (-1.946)'den küçük olduğu için durağanlık şartının sağlandığı söylenebilir.

4.2.3. Durağan serinin Box-Jenkins yöntemiyle çözülmesi

Seride durağanlık şartı sağlandıktan sonra süreç için uygun adımlar sırasıyla uygulanmalıdır. Verilerde mevsimsel etkinin görünmesi ve bu etkiyi elimine edebilmek için mevsimsel fark alma işlemi uygulanması neticesinde serinin 'mevsimsel oto regresif hareketli ortalama' yani; $SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)^{12}$ modeli olduğu söylenebilir. İzleyen adımlarda önce model dereceleri, sonra aday modeller belirlenecektir, daha sonra da model parametreleri tahmin edilecektir.

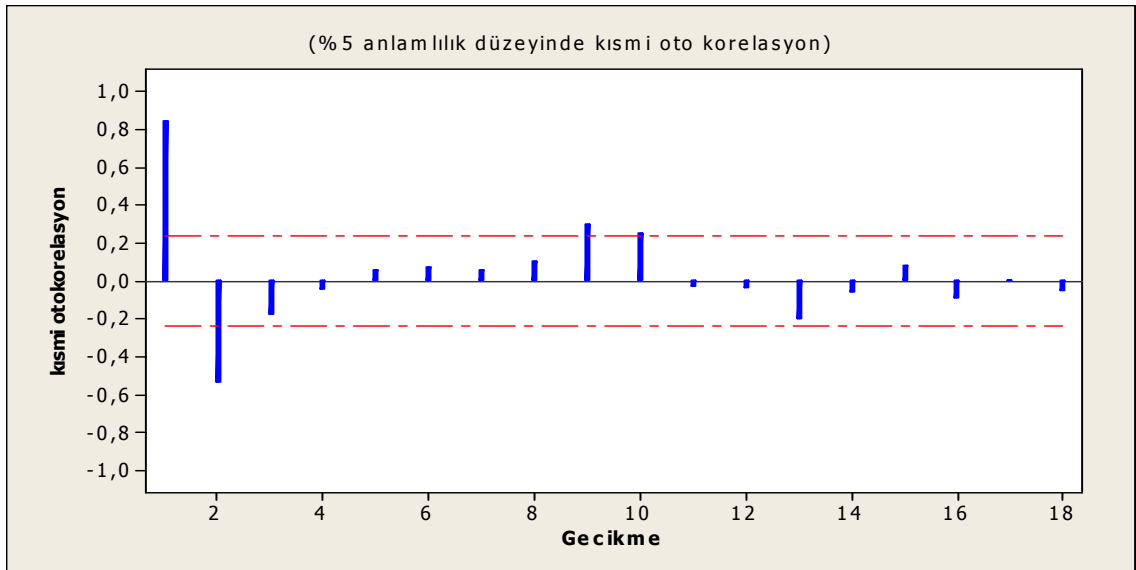
4.2.3.a. Mevsimsel olmayan kısmın derecelerinin belirlenmesi

Bu aşamada verilerin grafiğinden modelin dereceleri belirlenmelidir. Model, mevsimsel kısım ve mevsimsel olmayan kısım olarak iki parçada incelenmelidir. Mevsimsel olmayan kısmın derecesini belirlemek için logaritması alınmış serinin birinci dereceden farkı alınarak elde edilen oto korelasyon (Şekil 4.21) ve kısmi oto korelasyon (Şekil 4.22) grafiklerine bakılmalıdır.



Şekil 4.21. Birinci dereceden farkı alınmış logaritmik verilerin oto korelasyon grafiği

Şekil 4.21’de oto korelasyon grafiğinin 2. gecikme sonrası sıfır eksenini kestiği, ancak mevsimselliğin devam ettiği (grafikte periyodik dalgalanmalar olduğu için) görülmektedir. Bu durum, ‘mevsimsel olmayan MA’nın mertebesinin 2’ olduğunu ortaya koymaktadır.

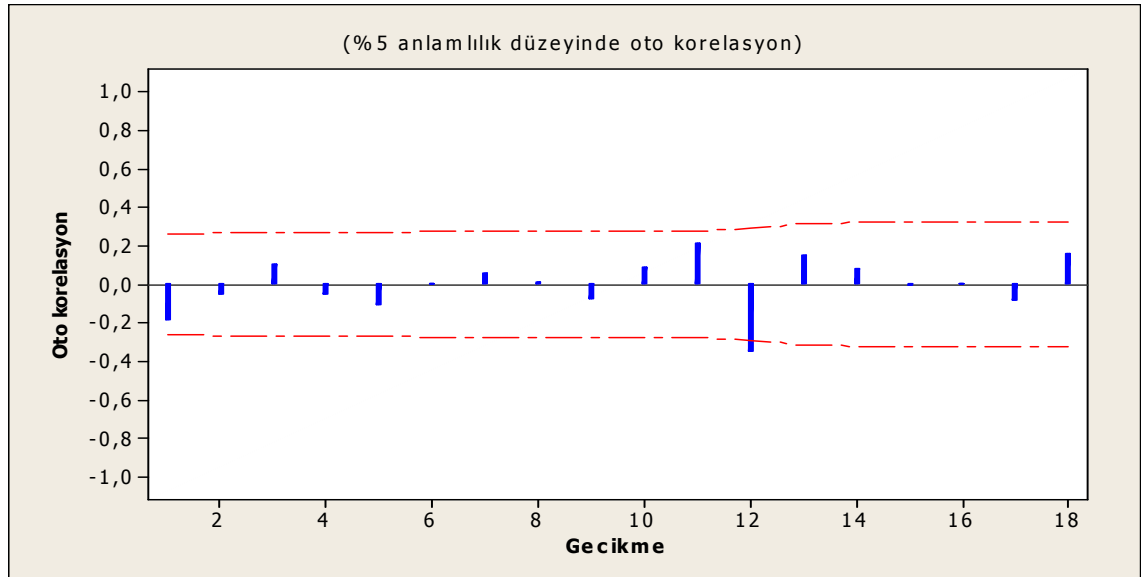


Şekil 4.22. Birinci dereceden farkı alınmış logaritmik verilerin kısmi oto korelasyon grafiği

Şekil 4.22’de birinci dereceden farkı alınan logaritmik dönüşüme tabi verilerin kısmi oto korelasyon grafiğinin 2. gecikmede sıfır eksenini kestiği, sonrasında ise rassal salınmadığı görülmektedir. Bu durum ‘mevsimsel olmayan AR süreci mertebesinin 2’ olduğunu göstermektedir.

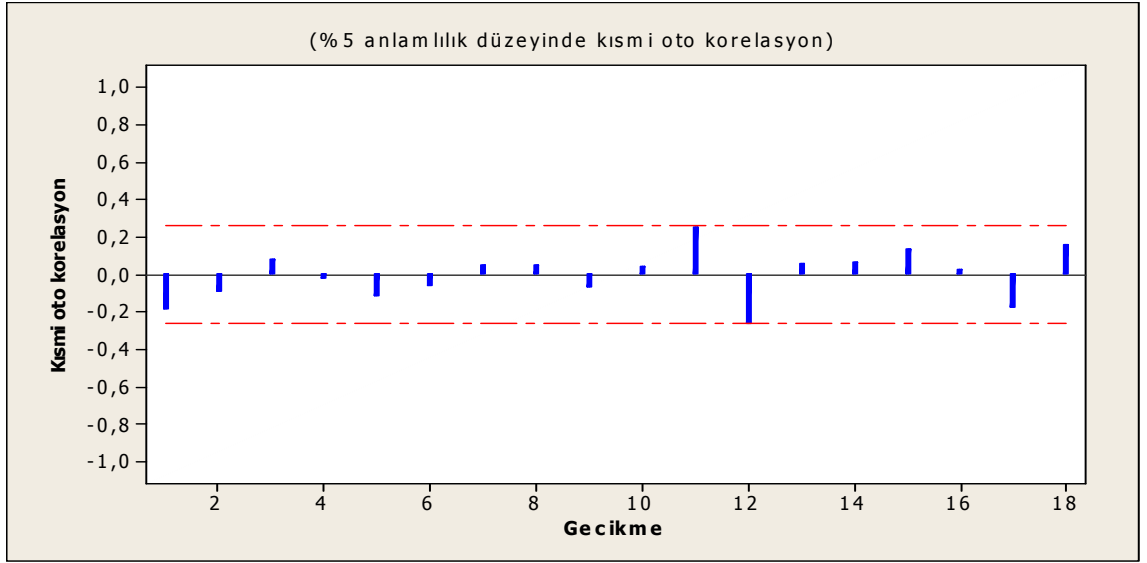
4.2.3.b. Mevsimsel kısmın derecelerinin belirlenmesi

İki aşamalı (mevsimsel olmayan-mevsimsel) modelin, mevsimsel kısmının derecesinin belirlenebilmesi için ilk farkı alınmış logaritmik doğalgaz tüketim verilerinden mevsimsel farkı alınmış veriler çıkarıldığında elde edilen oto korelasyon ve kısmi oto korelasyon grafiklerinin yorumlanması gerekmektedir.



Şekil 4.23. Mevsimsel farktan sonra birinci derece farkı alınmış logaritmik verilerin oto korelasyon grafiği

Şekil 4.23’de, sadece ilk mevsimsel gecikmede, yani aylık seri için beklenene uygun olarak 12. gecikmede istatistiksel olarak anlamlı bir gecikme olduğu söylenebilir. Bu durum ‘mevsimsel MA sürecinin mertebesinin 1’ olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 4.24. Mevsimsel farktan sonra birinci derece farkı alınmış logaritmik verilerin kısmi oto korelasyon grafiği

Şekil 4.24’de grafiğin sıfır eksenini ilk gecikmede kestiği görülmektedir. Bu durum ‘mevsimsel AR mertebesinin 1’ olduğunu göstermektedir.

4.2.3.c. Aday modellerin belirlenmesi

Belirleme basamağının son aşaması, ‘deneme’ niteliğindeki modelin oluşturulmasıdır. Başlangıç modeli oluşturulduktan sonra, parametrelerin farklı seviyelerinde yeni denemeler yapılır ve en düşük AIC (*Akaike information criterion*-Akaike bilgi kriteri) değerine bakılarak en uygun model seçilir. Seçilen modele ait artıkların normal dağılıma uygun olması gerekmektedir.

Yapılan analizler sonucunda birinci derece düzenli fark ve birinci derece mevsimsel fark alma sonucunda serinin durağanlığının sağlandığı görüldüğünden;

Düzenli fark için	$d = 1$
Mevsimsel fark için	$D = 1$ ($s = 12$)
uygun dereceler olarak belirlenmiştir. Ayrıca AR ve MA süreçleri için uygun derecelerin;	
Mevsimsel olmayan AR derecesi	$p = 2$
Mevsimsel olmayan MA derecesi	$q = 2$
Mevsimsel AR derecesi	$P = 1$
Mevsimsel MA derecesi	$Q = 1$

olduğu belirlenmiştir. Bu dereceler kullanılarak elde edilen deneme niteliğindeki modelin; SARIMA (2,1,2)*(1,1,1)¹² şeklinde mevsimsel-çarpımsal ARIMA modeli olduğu belirlenmiştir.

4.2.3.d. Model parametrelerinin tahmin edilmesi

Uygun aday model belirlendikten sonra modele ait parametrelerin istatistiksel açıdan uyumluluğunun kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla Minitab paket programı yardımıyla Çizelge 4.20'deki veriler elde edilmiştir.

Çizelge 4.20. Başlangıç modeline ait parametrelerin test sonuçları

Model Tipi	Katsayı	Standart Hata	T	P
AR 1	1,7604	0,0271	64,96	0,000
AR 2	-0,9806	0,0259	-37,96	0,000
SAR 12	-0,4927	0,177	-2,78	0,007
MA 1	1,724	0,0281	61,35	0,000
MA 2	-0,8267	0,0522	-15,84	0,000
SMA 12	0,5563	0,2288	2,43	0,018

Deneme niteliğindeki modelin parametrelerine ait ‘başlangıç’ tahminleri, ‘nihai’ tahminlerin hesaplanması amacı ile kullanılan tekrarlı sürece başlamak için gerekmektedir. Modele ait katsayıların anlamlı olduğu ($P=0,05$ 'den küçük oldukları

için) söylenebilir. Fakat tahmin yapılırken parametre sayısının az olması tahmin doğruluğunu artırır. Bu sebeple model parametrelerinin farklı seviyelerde denenmesi, bir performans kriteri olan Akaike bilgi kriteri değerleri bakımından karşılaştırılması ve en küçük Akaike değerini veren modelin seçilmesi gerekmektedir. Bu amaçla Çizelge 4.21’de model parametrelerinin farklı seviyelerinde katsayıların anlamlı olup olmadıkları ile bunlara ait AIC değerleri birlikte verilmiştir.

Tüm parametreleri anlamlı çıkan Box-Jenkins modellerine ait Akaike bilgi kriteri değerlerinin hesaplanması işlemleri aşağıdaki gibidir:

$$AIC = N \cdot \ln(\sigma_e^2) + 2 \cdot k$$

Burada;

N: kullanılan gözlem sayısı

σ_e^2 : Artık verilere ait varyans değeri

k: tahmin edilecek parametre sayısını

ifade etmektedir.

$$AIC_{\text{SARIMA}(2,1,2)(1,1,1)} = 72 \cdot \ln(1691972) + 2 \cdot 6 = 1044,581$$

$$AIC_{\text{SARIMA}(2,1,1)(1,1,1)} = 72 \cdot \ln(2200971) + 2 \cdot 5 = 1061,517$$

$$AIC_{\text{SARIMA}(2,1,1)(1,1,1)} = 72 \cdot \ln(2214921) + 2 \cdot 5 = 1061,972$$

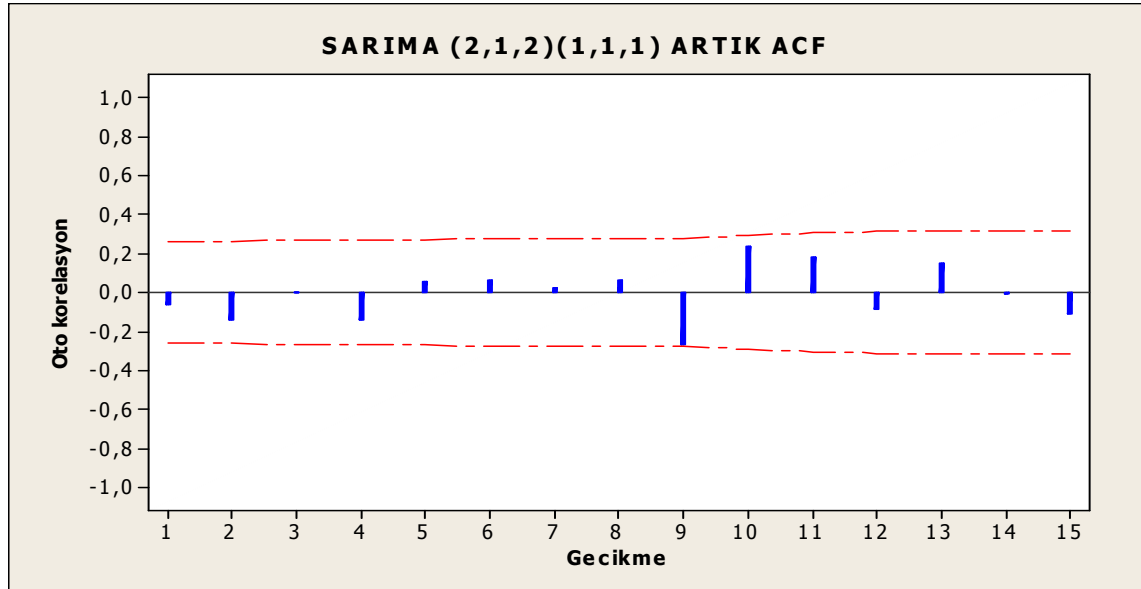
Çizelge 4.21. Farklı parametre seviyelerinde katsayıların tahmini

Model	Katsayılar	AIC
SARIMA (2,1,2)(1,1,1)	Anlamlı	1044,581*
SARIMA (2,1,1)(1,1,1)	Anlamlı	1061,517
SARIMA (1,1,1)(1,1,2)	Anlamlı	1061,972
SARIMA (2,1,1)(1,1,2)	Anlamsız	-
SARIMA (1,1,2)(1,1,2)	Anlamsız	-
SARIMA (1,1,1)(1,1,1)	Anlamsız	-
SARIMA (1,1,1)(2,1,1)	Anlamsız	-
SARIMA (2,1,1)(2,1,1)	Anlamsız	-
SARIMA (1,1,2)(1,1,1)	Anlamsız	-
SARIMA (3,1,1)(1,1,1)	Anlamsız	-

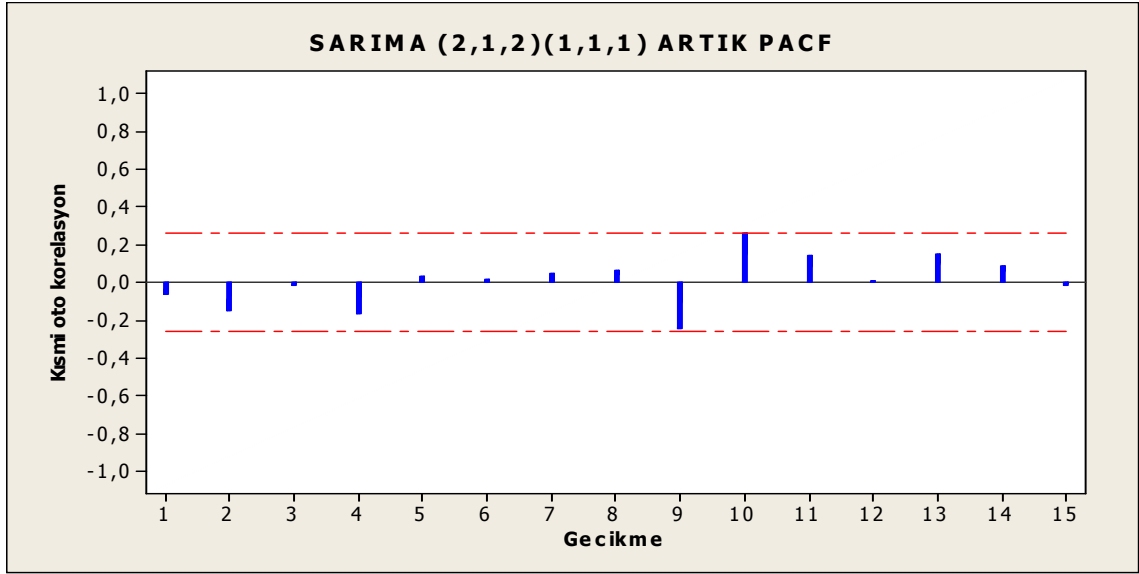
Çizelge 4.21 incelendiğinde ilk 3 modelin parametrelerinin anlamlı, diğerlerinin anlamsız olduğu görülmektedir. İlk 3 model arasından ise birinci modelin, yani (2,1,2)(1,1,1) modelinin, en küçük AIC değeri verdiği dolayısıyla en anlamlı model olduğu söylenebilir.

4.2.3.e. Ayırt edici kontrol

Mevsimsel olmayan modeller ile mevsimsel modellerin ayırt edici kontrolü birbirine benzemekte ve bu basamakta nihai modelin artıkları, modelin yeterli veya yetersiz olduğunu ortaya çıkarmada kullanılmaktadır. Modelin artıklarına (*residual*) ait oto korelasyon ve kısmi oto korelasyon fonksiyonlarının, tanımlanan güven sınırları içinde yer alması, artıkların dağılımının normal dağılıma uyması ve Akaike bilgi kriteri değerinin en küçük olması modelin uygun olduğunu göstermektedir. Minitab paket programı yardımıyla modelin artıklarına ait oto korelasyon grafiği Şekil 4.25’de, kısmi oto korelasyon grafiği ise Şekil 4.26’da çizilmiştir.

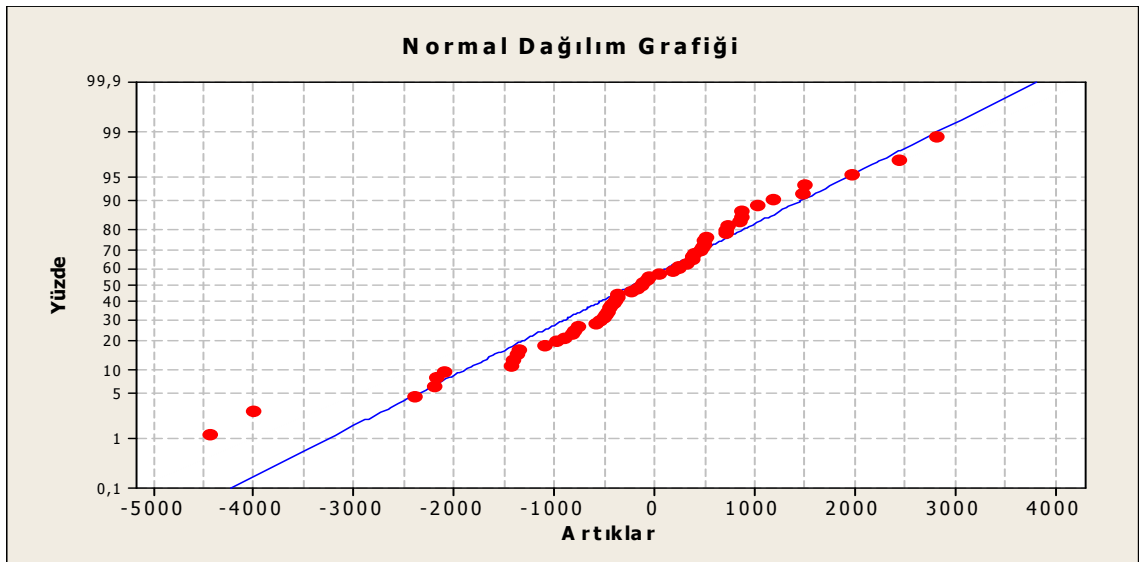


Şekil 4.25. Artık verilerin oto korelasyon grafiği



Şekil 4.26. Artık verilerin kısmi oto korelasyon grafiği

Şekil 4.25 ve Şekil 4.26’den görüleceği üzere, ACF ve PACF fonksiyonları birbirleriyle örtüşmekte ve güven sınırlarının içerisinde kalmaktadır. Şekil 4.27’de ise artıkların dağılım grafiği görülmektedir.



Şekil 4.27. Artık verilerin normal dağılım grafiği

Şekil 4.27'deki dağılım grafiği incelendiğinde artıkların normal dağıldığı ilk kısımlarda iki noktada küçük sapmalar olduğu görülebilir.

4.2.3.f. İleriye dönük tahmin

Deneme modelleri arasından en uygun modelin belirlenmesinden sonra bu model kullanılarak geleceğe ait öngörü yapılabilir. Öngöründe bulunulurken sürecin stokastik olduğu göz önüne alınarak %95 güven seviyesinde alt ve üst limit tahminleri de yapılmıştır. Minitab paket programında SARIMA (2,1,1)(1,1,1)¹² modeli kullanılarak yapılan öngörü sonuçları gerçek değerlerle birlikte Çizelge 4.22'de sunulmuştur. Tümüyle program tarafından hesaplanan kestirimlerde 72 adet geçmiş dönem verisine karşılık sadece son 36 adet veri (2008-2009-2010) için tahminde bulunulmuştur.

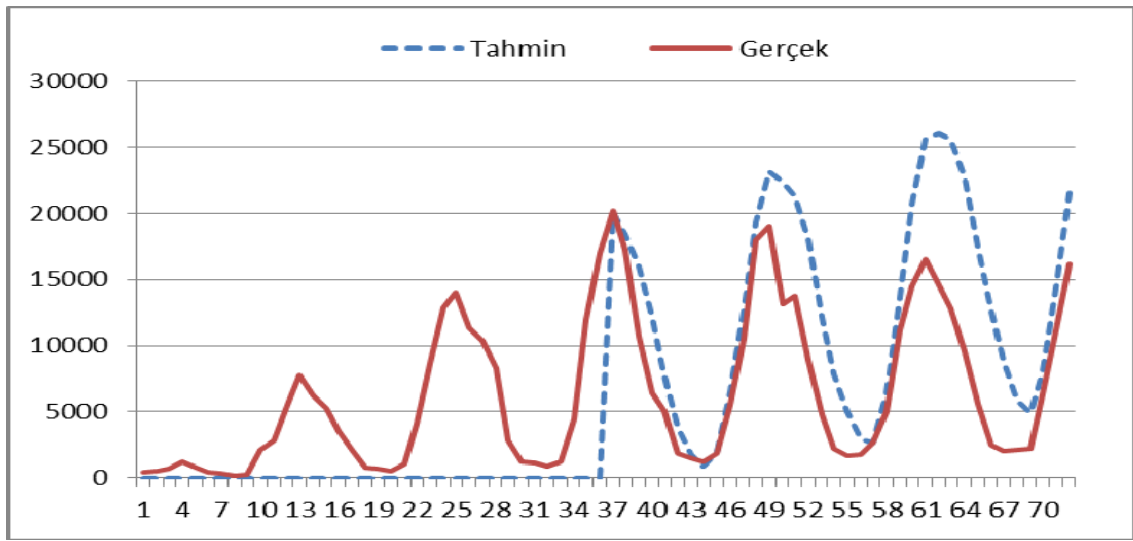
Çizelge 4.22. Box-Jenkins yöntemi kestirim değerleri

Yıllar	Aylar	Alt Limit	Üst Limit	Kestirim Değeri (BJ)	Gerçek Değer (G)	G-BJ	(G-BJ) ²	G-BJ /G
2005	Ocak			1	439			
	Şubat			1	504			
	Mart			1	722			
	Nisan			1	1261			
	Mayıs			1	805			
	Haziran			1	445			
	Temmuz			1	343			
	Ağustos			1	169			
	Eylül			1	262			
	Ekim			1	2093			
	Kasım			1	2826			
	Aralık			1	5490			
2006	Ocak			1	7811			
	Şubat			1	6240			
	Mart			1	5261			
	Nisan			1	3606			
	Mayıs			1	2164			
	Haziran			1	827			
	Temmuz			1	740			
	Ağustos			1	523			
	Eylül			1	1047			
	Ekim			1	4098			
	Kasım			1	8669			
	Aralık			1	12851			
2007	Ocak			1	14077			
	Şubat			1	11346			
	Mart			1	10367			
	Nisan			1	8321			
	Mayıs			1	2832			
	Haziran			1	1273			
	Temmuz			1	1160			
	Ağustos			1	913			
	Eylül			1	1249			
	Ekim			1	4430			
	Kasım			1	11971			
	Aralık			1	17000			

Çizelge 4.22 (devam)

2008	Ocak	17308	22714	20011	20252	241	58081	0,012
	Şubat	14549	22333	18441	17255	1186	1406596	0,069
	Mart	11353	20668	16010	10752	5258	27646564	0,489
	Nisan	7073	17239	12156	6463	5693	32410249	0,881
	Mayıs	2521	13039	7780	5092	2688	7225344	0,528
	Haziran	0	9124	3824	1875	1949	3798601	1,039
	Temmuz	0	7066	1765	1488	277	76729	0,186
	Ağustos	0	6196	892	1218	326	106276	0,268
	Eylül	0	7286	1980	1868	112	12544	0,060
	Ekim	1233	11853	6543	5561	982	964324	0,177
	Kasım	7314	18048	12681	10590	2091	4372281	0,197
	Aralık	13775	24889	19332	18003	1329	1766241	0,074
2009	Ocak	17335	29093	23214	19059	4155	17264025	0,218
	Şubat	16061	28713	22387	13178	9209	84805681	0,699
	Mart	14471	28073	21272	13803	7469	55785961	0,541
	Nisan	10874	25276	18075	8912	9163	83960569	1,028
	Mayıs	4682	19620	12151	4781	7370	54316900	1,542
	Haziran	240	15450	7845	2256	5589	31236921	2,477
	Temmuz	0	12682	5030	1680	3350	11222500	1,994
	Ağustos	0	10608	2948	1758	1190	1416100	0,677
	Eylül	0	10336	2677	2685	8	64	0,003
	Ekim	0	13963	6304	4957	1347	1814409	0,272
	Kasım	5992	21318	13655	11205	2450	6002500	0,219
	Aralık	12985	28367	20676	14484	6192	38340864	0,428
2010	Ocak	17598	33751	25675	16512	9163	83960569	0,555
	Şubat	17426	34689	26057	14608	11449	131079601	0,784
	Mart	16297	34805	25551	12773	12778	163277284	1,000
	Nisan	12880	32517	22699	9571	13128	172344384	1,372
	Mayıs	7243	27719	17481	5660	11821	139736041	2,089
	Haziran	2105	23082	12594	2487	10107	102151449	4,064
	Temmuz	0	19483	8878	2011	6867	47155689	3,415
	Ağustos	0	16535	5891	2124	3767	14190289	1,774
	Eylül	0	15550	4896	2259	2637	6953769	1,167
	Ekim	0	18660	8001	6326	1675	2805625	0,265
	Kasım	3722	25062	14392	11158	3234	10458756	0,290
	Aralık	10843	32269	21556	16184	5372	28858384	0,332
					Toplam	171622	1,37E+09	31,182

2011 yılına ait öngörü değerleri ise Çizelge 4.23’de sunulmuştur. Çizelge 4.23’de ayrıca Palen A.Ş.’den alınan 2011 yılı gerçek tüketim değerleri de verilmiştir. Gerçek tüketim değerleri ile Box-Jenkins yöntemiyle oluşturulan tahmin modeli yardımıyla kestirim değerleri karşılaştırılarak modelin tutarlılık düzeyini belirlemek üzere Çizelge 4.24 düzenlenmiştir. Şekil 4.28’de ise 2005-2010 dönemine ait gerçek ve Box-Jenkins yöntemiyle tahmin edilen verilerin grafiği sunulmuştur.



Şekil 4.28. Doğalgaz tüketimine ait gerçek ve kestirim (Box-Jenkins yöntemi) değerlerinin tahmini

Box-Jenkins yöntemiyle yapılan kestirim sonucunda program tarafından ilk 36 dönemlik veri tespit tahmin edilmemiştir. Grafikte görünmesi bakımından ilk 36 değer 1 olarak kabul edilmiştir. Gerçek verilerle kıyaslandığında ise Box-Jenkins yöntemi kullanılarak yapılan kestirimin gerçek verilerle örtüşmediği, yapılan kestirimin daha yüksek sonuçlar verdiği görülmektedir. Bu durum ilgili dönemlerde hava sıcaklıklarının artması dolayısıyla tüketimin azalmış olabileceğini göstermektedir. Çizelge 4.10’da yer alan değerlere göre 2007-2008 kış döneminden sonra hava sıcaklıklarının arttığı görülmektedir. Bu durum tüketim miktarının azalmasına sebep olmaktadır.

Çizelge 4.23. Box-Jenkins yöntemi ile oluşturulan SARIMA (2, 1, 2) (1, 1, 1)¹² modeli kullanılarak 2011 yılı doğalgaz tüketim için tahmin değerleri

2011	Kestirim (BJ)	Gerçek	G-BJ	(G-BJ) ²	G-BJ /G
Ocak	26932	21373	5559	30902481	0,260
Şubat	28033	19540	8493	72131049	0,435
Mart	28631	17923	10708	114661264	0,597
Nisan	26792	10914	15787	249229369	1,446
Mayıs	21932	7695	14237	202692169	1,850
Haziran	17414	3357	14057	197599249	4,187
Temmuz	13596	1445	12151	147646801	8,409
Ağustos	10011	3771	6240	38937600	1,655
Eylül	8071	3460	4611	21261321	1,333
Ekim	10166	14230	4064	16516096	0,286
Kasım	16076	20884	4808	23116864	0,230
Aralık	22731	24001	1270	1612900	0,053
		Toplam	101985	1116307163	21

Çizelge 4.24. Box-Jenkins yöntemi ile yapılan kestirimin tutarlılık göstergeleri

	2005-2010	2011
MAPE	86,6	175
MAD	4767	8499
MSD	38027282	93025597

4.3. Tahmin Yöntemi Sonuçlarının Karşılaştırılması

Bileşenlerine Ayırma ve Box-Jenkins yöntemleriyle çözülen problem için 2011 yılı tahmin değerleri ile tahminlerin tutarlılığını karşılaştırmada kullanılan karar kriterlerinden bazıları Çizelge 4.25’de sunulmuştur.

Çizelge 4.25. 2011 yılına ait gerçekleşen doğalgaz tüketim değerleri ile Box-Jenkins ve Bileşenlerine Ayırma yöntemleri kestirim değerlerinin karşılaştırılması

Tahmin Edilen Tüketim				2011 yılına ait tahmin tutarlılık göstergeleri					
Aylar	Box-Jenkins (BJ)	Bil. Ay. (BA)	Gerçek Tüketim (G)	G-BJ	(G-BJ) ²	G-BJ /G	G-BA	(G-BA) ²	G-BA /G
Ocak	26932	20180	21373	5559	30902481	0,260	1193	1423249	0,056
Şubat	28033	16996	19540	8493	72131049	0,435	2544	6471936	0,13
Mart	28631	15887	17923	10708	114661264	0,597	2036	4145296	0,114
Nisan	26792	12058	10914	15787	249229369	1,446	1144	1308736	0,105
Mayıs	21932	6149	7695	14237	202692169	1,850	1546	2390116	0,201
Haziran	17414	2946	3357	14057	197599249	4,187	411	168921	0,122
Temmuz	13596	2530	1445	12151	147646801	8,409	1085	1177225	0,751
Ağustos	10011	1341	3771	6240	38937600	1,655	2430	5904900	0,644
Eylül	8071	4454	3460	4611	21261321	1,333	994	988036	0,287
Ekim	10166	12462	14230	4064	16516096	0,286	1768	3125824	0,124
Kasım	16076	27348	20884	4808	23116864	0,230	6464	41783296	0,31
Aralık	22731	35585	24001	1270	1612900	0,053	11584	134189056	0,483
Toplam				101985	1116307163	21	33199	203076591	3
Geçmiş yıllara ait tahmin tutarlılık göstergeleri									
	Box-Jenkins				Bileşenleri Ayırma				
	2005-2010	2011			2005-2010	2011			
MAPE	86,6	175			16,15	25			
MAD	4767	8499			812	2767			
MSD	38027282	93025597			1582839	16923049			

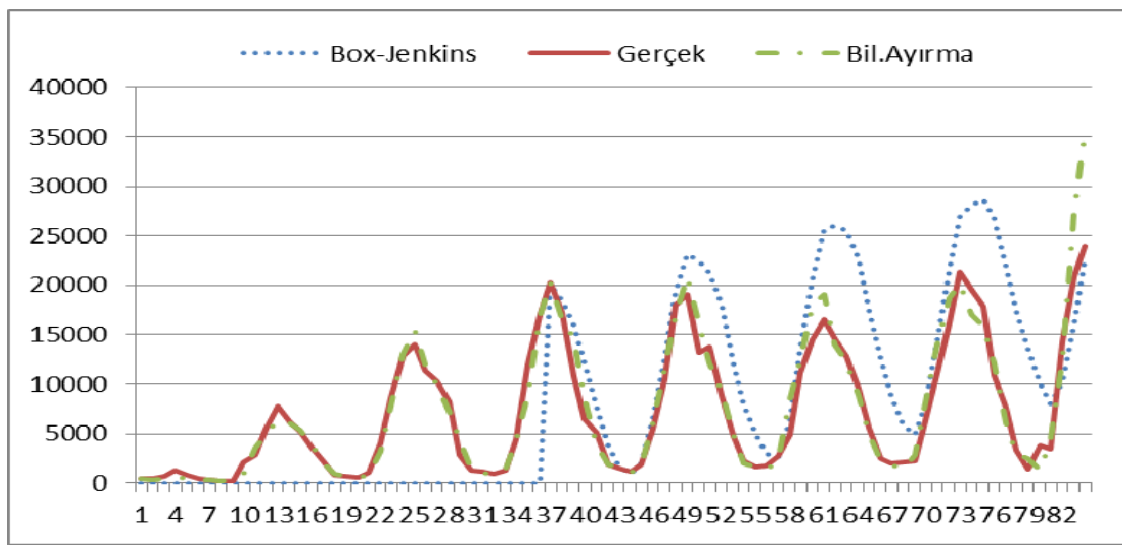
Box-Jenkins yöntemi ve Bileşenlerine Ayırma yöntemi sonuçları karşılaştırıldığında performans kriterleri bakımından Bileşenlerine Ayırma yönteminin iyi sonuçlar verdiği, Box-Jenkins modelinin ise çok kötü sonuçlar verdiği görülmektedir.

Witt and Witt'e göre MAPE değeri olarak %10 ve altındaki modeller 'yüksek doğruluk derecesine' sahip, %10 ile %20 arasında olan modeller ise 'doğru tahmin modelleri' olarak nitelenmiştir.

Lewis'e göre ise MAPE değeri olarak %10'un altındaki modeller 'çok iyi', %10 ile %20 arasında olan modeller ise 'iyi' olarak nitelendirilmiştir.

Her iki yorum dikkate alındığında Bileşenlerine Ayırma yöntemiyle çözülen modelin ‘iyi’, Box-Jenkins yöntemiyle çözülen modelin ise çok kötü olduğu (ya da uygun bir model olmadığı) söylenebilir.

Box-Jenkins ve Bileşenlerine Ayırma yöntemleri kullanılarak elde edilen öngörü değerleri ile gerçek tüketim değerlerine ait grafik Şekil 4.29’da çizilmiştir.



Şekil 4.29. Box-Jenkins ve Bileşenlerine Ayırma yöntemleri sonucu elde edilen öngörü değerleri ile gerçek tüketim değerlerinin dağılımı

Şekil 4.29’den görüldüğü gibi, Bileşenlerine Ayırma yöntemi sonuçları gerçek verilerle genel olarak örtüşmektedir. Box-Jenkins yöntemi ise sürekli olarak gerçek verilerden uzaklaşan bir görünüm arz etmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Enerji konusu tüm dünya için büyük bir önem arz etmektedir. Özellikle doğalgaz, kullanım kolaylığı ve temiz bir enerji kaynağı olması nedeniyle son yıllarda tüm dünyayla birlikte Türkiye’de de önemli bir enerji kaynağı haline gelmiştir.

Bu bakımdan ülke ihtiyaçları doğrultusunda gereken enerji miktarının yıllara (dönemlere) göre doğru tahmin edilmesi önemlidir. Bu amaçla Erzurum’daki doğalgaz tüketiminin doğru tahmin edilebilmesi için bu çalışma yapılmıştır. Çeşitli talep tahmini yöntemleri bulunmasına rağmen uygulamada zaman serileri yöntemi kullanılmıştır.

Doğalgaz tüketim verileri Palen A.Ş.’den temin edilmiştir. Veriler 2005-2010 dönemine ait 72 aylık doğalgaz tüketim değerinden oluşmaktadır. Erzurum’da doğalgaz tüketimi konut tüketimi olarak yoğunlaşmaktadır ve Temmuz 2012 itibariyle yaklaşık olarak şehrin %80’i doğalgaz kullanmaktadır.

Bu çalışmada referans olarak doğalgaz tüketim değerleri alınmasına rağmen, modeller ile yapılan tahmin değerlerinin açıklanmasında yapılan doğalgaz tüketimini etkilediği düşünülen aylık ortalama sıcaklık değerleri ve doğalgaz birim fiyatları da dikkate alınmıştır.

Bu çalışmada Erzurum’un doğalgaz tüketim miktarının zaman serileri analizi ile tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada **Bileşenlerine Ayırma** ve **Box-Jenkins** yöntemleri kullanılmıştır. Bileşenlerine ayırma yöntemi verileri mevsimsel etki, trend, konjonktürel etki ve hata bileşenlerine ayırıp analiz ederken, Box-Jenkins yöntemi daha çok verilerin durağanlığı üzerinde yoğunlaşmaktadır. Her iki çalışmadan alınan sonuçlar bazı tutarlılık göstergeleri (MAPE-MAD-MSD) dikkate alınarak karşılaştırılmıştır. Bileşenlerine Ayırma yöntemiyle elde edilen sonuçlar iyi olarak kabul edilirken Box-Jenkins yöntemi sonuçları göz önüne alındığında, yöntemin bu problem için uygun

olmadığı söylenebilir. Çalışmada paket program olarak Excel, Minitab 16 ve E-views 7 kullanılmıştır.

Çalışmadan elde edilen model yardımıyla gelecek dönemlere ait öngörüler yapılabilir. Öngöründe bulunurken dikkat edilmesi gereken husus oluşturulan tahmin modellerinin sadece kısa vadede (gelecek 12 aylık bir dönem) geçerli olduğudur. Çünkü, zaman serileri ile kısa dönem kestirimlerinde iyi sonuçlar elde edilebilirken, uzun dönem kestirimlerinde istenilen sonuçlar elde edilemeyebilir.

Bu çalışmada mevsim sıcaklıkları, doğalgaz birim fiyatı gibi parametrelerin kestirimin tutarlılığı üzerine etkileri incelenmiş, fakat modele dahil edilmemiştir. İlerleyen çalışmalarda bu parametreler ile birlikte abone sayısı parametresi de modele dahil edilerek, tek değişkenli zaman serisi yerine çok değişkenli zaman serisi modeli geliştirilebilir.

Bu çalışmada uygulama alanı olarak Erzurum'un seçilmesi, yöntem olarak da Box-Jenkins yönteminin yanı sıra Bileşenlerine Ayırma yönteminin kullanılması ve tahmin modellerinin tutarlılıklarının karşılaştırılması bakımından yenilikçi olarak nitelendirilebilir.

KAYNAKLAR

- AbouRizk, S.M, and Lu, Y., 2009. Automated Box-Jenkins Forecasting Modelling. Automation in Construction, Canada.
- Akal, M., 2005. Optimum Öngörü Tekniğinin Seçimi. Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye
- Akdeniz, F., 1991. İstatistik Yöntemler. Nobel Kitabevi, 590 s, Adana, Türkiye.
- Akdi, Y. and Dickey D.A., 1999. Periodograms for Seasonal Time Series With a Unit Root. Journal of The Turkish Statitital Association, Volume 2, Number 3, pp. 153-164
- Akdi, Y., 2003. Zaman Serileri Analizi, (Birim Kökler ve Kointegrasyon). Bıçaklar Kitabevi, 370 s, Ankara, Türkiye.
- Akgül, I., 2003. Zaman Serilerinin Analizi ve Arıma Modelleri. Der Yayınları, 251 s, İstanbul, Türkiye.
- Akıncı, M., 2008. Zaman Serilerinde Durağanlık Analizi ve İhracatın Gsmh İçindeki Payı Üzerine Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Kars, Türkiye.
- Akkurt, M., 2009. Forecasting Natural Gas Consumption By Time Series Methods. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Türkiye.
- Anonim, 2009. Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi İstatistik Kitabı, Eskişehir, Türkiye.
- Aras, H., ve Aras, N., 1997. Konutsal Doğalgaz Talebinin Tahmini.
- Balkaya, Y., 2006. Durağan Olmayan Zaman Serilerinde Kointegrasyon Vektörünün Tahmini Üzerine Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Türkiye.
- Bozkurt, H., 2007. Zaman Serileri Analizi. Ekin Kitabevi, 176 s, Bursa, Türkiye.
- Box G.P.E. and Jenkins G.M., 1976. Time Series Analysis: Forecasting and Control. Holden Day, San Francisco, USA.
- Çuhadar, M., 2006. Turizm Sektöründe Talep Tahmini İçin Yapay Sinir Ağları Kullanımı ve Diğer Yöntemlerle Karşılaştırmalı Analizi. Doktora Tezi, Isparta, Türkiye.
- DeLurgio, S.A., 1998. Forecasting principles and Aplications. Irwing McGraw-Hill Comp., Newyork, USA.
- Dickey, D.A., and Fuller, W.A., 1979. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root, Journal of the American Statitital Association, Volume 74, Number 366.
- Duru, Ö., 2007. Zaman Serileri Analizinde Arima Modelleri ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Türkiye.
- Ediger, Ş.V., Akar, S., 2006. ARIMA Forecasting of Primary Energy Demand by Fuel in Turkey. Energy Policy, 1701-1708. Turkey.
- Eğrioğlu, E., Aladag, C.H., Yolcu, U., Basaran, A.M., Uslu, R.V., 2009. A New Hybrid Approach Based on SARIMA and Partial High Order Bivariate Fuzzy Time Series Forecasting Model. Expert Systems with Applications, 7424-7434, Turkey.
- Erdoğan, M., 2006. Zaman Serileri Analizinde Arima Modelleri. Yüksek Lisans Tezi, Muğla, Türkiye.
- Fco. E., Ubeda, S., Berzosa, A., 2007. Modeling and Forecasting Industrial End-Use Natural Gas Consumption. Energy Economics, 710-742. Madrid, Spain.

- Franses, P.H., 1998. Time Series Model For Business and Economics Forecasting. Cambridge University Press, 58-59 p., England.
- Frechtling, D., 2001. Forecasting Tourism Demand: Methods and Strategies. Butterworth-Heinemann, 162 p, USA.
- Gharbi, M., Quenel, P., Gustave, J., Cassadou, S., Ruche, L. G., Girdary, L., Marrama L., 2011. Time Series Analysis of Dengue Incidence in Guadelupe, French West Indies: Forecasting Models Using Climate Variables as Predictors. BMC infections diseases, 11-116.
- Göktaş, P., 2007. Mevsimsel Zaman Serilerinde Birim Kök Testlerinin Karşılaştırılmasına İlişkin Bir Simülasyon Çalışması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Türkiye.
- Iranmanesh, H., Abdollahzade, M., Miranian, A., 2012. Mid-Term Energy Demand Forecasting by Hybrid Neuro-Fuzzy Models, 1-21, Tehran, Iran.
- Kara, T., 2009. Sabit Gps İstasyonlarında Zaman Serileri Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Kahraman, F. ve Bilirgen F., 2004. Otokorelasyonlu Verilerde Proses Kontrol Tekniklerinin Uygulanması. Çukurova Üniversitesi Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi, 19, (1): 205-216.
- Leong, K., 1997. Seasonal İntegration in Time Series. Mathematics and Computers in Simulation, 413-419 p., USA.
- Lewis, C.D., 1982. Industrial and Business Forecasting Methods. Butterworths Publishing, London, England.
- Makridakis, S. and Wheelwright S., 1997. Adaptive Filtering: An Integrated Autoregressive Moving Average Filter For Time Series Forecasting. USA.
- Orhunbilge, N., 1999. Zaman Serileri Analizi Tahmin ve Fiyat Endeksi. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları, No:227, İstanbul, Türkiye.
- Özgür, E., 1998. Hareketli Ortalamalarla Bütünleştirilmiş Otoresif Süreçler ve Bazı İktisadi Zaman Serilerine Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı.
- Philips, P.C.B. and Peron, P., 1998. Testing With a Unit Root in Time Series Regression. Biometrika, 75.
- Sevüktekin M. ve Nargeleçekenler, M., 2010. Zaman Serileri Analizi. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, Türkiye.
- Sharma, P., Chandra, A., Kaushik, S.C., 2009. Forecasting Using Box-Jenkins Models For the Ambient Air Quality Data of Delhi City. Environ Monit Assess, 157:105-112.
- Suganthi, L., and Samuel, A.A., 2012. Energy Models For Demand Forecasting-Areview. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 1223-1240, India.
- Ulutürk, S., 1994. Gelecek Tahmininde Arima Modelleri ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı.
- Tufa, D. L., Ramasamy, M., Patwardhan, C. S., Shuhaimi, M., 2009. Development of Box-Jenkins Type Time Series Models by Combining Conventional and Orthonormal basis filter approaches. Journal of Process Control, 108-120. India
- Witt, S.F. and Witt, C., 1992. Modeling and Forecasting Demand in Tourism. Academic Press, London, England.

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Erzurum’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 2009 yılında Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimini tamamladı. 2009 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitime başladı. 2010 yılında aynı Bölüme Araştırma Görevlisi olarak atandı ve halen daha görevine devam etmektedir.