

GENELLENMİŞ UYARLAYICI ARINDIRMA YÖNTEMİ VE
ESKİŞEHİR İLİ TÜPGAZ TÜKETİMİNE İLİŞKİN
BİR UYGULAMA DENEMESİ

Atilla Aslanargun

*Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Uygulamalı İstatistik Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.*

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ YÖNETMELİĞİ
UYGULAMALI İSTATİSTİK ANABİLİM DALI
1988

Danışman : Doç. Dr. Ali Fuat Yüzer

Nisan - 1988

SUNUŞ

Tüpgaz kullanım alanı, başta aileler olmak üzere ticarethane ve sanayi kuruluşlarında her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Kullanım alanındaki bu yaygınlaşma ve tüpgaz talebine yer, zaman ve miktar faydası sağlanması zorunluluğu bu konuda planlama yapma gereğini ortaya koymaktadır. Tüpgaz tüketimine ilişkin yapılacak plan ve alınacak kararlar için tahmin vazgeçilmez bir araç durumundadır.

Tüpgaz tüketimine ilişkin tahminler öncelikle ulusal açıdan, ülke tüpgaz talebinin belirlenmesi sonra da ilgili işletmeler açısından, pazar paylarının belirlenmesi ve korunması vb. yönlerden büyük önem taşır.

Bu çalışmada, Eskişehir ili tüpgaz tüketimine ilişkin veriler kullanılarak ilin gelecekteki tüpgaz tüketiminin ne olacağı tahmin edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen tahmin sonuçları, tüpgaz talebinin beklentisi olan yer, zaman ve miktar faydasını bu ildeki talep için en iyi şekilde sağlamaya yardımcı olacaktır.

Kış ve yaz mevsimlerinde katı yakıt, güneş enerjisi vb. alternatif kaynaklardan yararlanılmış olması nedeniyle tüpgaz tüketiminin belirgin olarak düşmesi, bu olayın zamana bağlı bir olay olduğunu gösterir. Bu nedenle, konuya ilişkin tahmin için zaman serisi tahmin yöntemlerinin kullanılması gereği ortaya çıkmaktadır.

İki bölümden oluşan çalışmamızın birinci bölümünde, zaman serisi ve analizi ana çizgileriyle gözden geçirilmiş ve GUA (Genellenmiş Uyarlayıcı Arındırma) yönteminin seçiliş nedeni ortaya konmaya çalışılmıştır. Ayrıca, bu çalışmada

Eskişehir İstatistik Kurumu
Eskişehir İstatistik Kurumu

uygun yöntem olarak seçilen GUA yöntemine ilişkin modelin kuramsal yapısı ve belirlenme aşamaları ayrıntıları ile incelenmiştir.

Son bölümde GUA yöntemi, Eskişehir ili aylık ve üç aylık tüpgaz tüketimine uygulanmıştır.

Çalışma, sonucu kapsayan kesimle tamamlanmış, ilgili işlem ve bilgisayar programları eklerde verilmiştir.

ABSTRACT

The use of calor gas has been common day by day principally within families and commercial and industrial institution. This widespread use and the necessity of providing place, time and amount benefit to calor gas demand brings up the vitality of planning. Estimation related to calor gas consumption for planning and making decisions is an inevitable means.

Estimation related to calor gas consumption is important primarily from the national point of view for determination of calor gas demand and then from the administrations' point of view for the determination of their marketing portion and keeping this portion.

In this study it was tried to estimated that calor gas demand in future of Eskişehir by the use of the data related to current calor gas demand of the city. Estimation results will help to provide the place, time and amount benefit for the demand in the city.

The decrease depending on the use of solid oil or solar energy during winter and summer shows that the demand varies according to time so it is obvious the necessity of using time series estimation methods related to the topic.

In the first part of our study that has been formed in two parts, time series and analysis have been reviewed in detail and the reason has been tried to put forward why Generalized Adaptive filtering was chosen as an appropriate method. However, the theoretical structure of

the model of GUA method which was chosen as appropriate method and the determination stages have been studied in detail.

In the last part GUA has been applied to the monthly and quarterly calor gas consumption of Eskişehir.

The study has been completed with the part including the conclusion and concerning operations and computer programs have been given in eddings.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım sırasında beni yönlendiren değerli danışman hocam Doç.Dr.Ali Fuat Yüzer'e en içten teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Çalışmalarım süresince benden ilgi ve yardımlarını esirgemeyen İstatistik Bölümü Başkanı Prof.Dr.Necla Çömlekçi'ye, İstatistik Bölümü elemanları ve değerli hocalarım Doç.Dr.Ersoy Canküyer, fahri danışman hocam Yrd.Doç.Dr. Ahmet Özmen ve Yrd.Doç.Dr.Emel İmir ile kısa bir süre içinde tezi daktilo eden Emine Kıyak'a ve tüm yardımı geçenlere en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarım süresince benden hiçbir şeyi esirgemeyen sevgili Annem ve Alp Ağabeyime de minnet borçluyum.

Nisan 1988

Atilla Aslanargun

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
SUNUŞ	iv
ABSTRACT	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
TABLolar DİZİNİ	xiii
SİMGELEr VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1. ZAMAN SERİLERİNİN İLERİYE DÖNÜK TAHMİN AMACIYLA ANALİZİNDE GUA YÖNTEMİ	1
1.1 Zaman Serilerinin Tahmin Amacıyla Analizi ..	1
1.2 Genellenmiş Uyarlayıcı Arandırma Yöntemi ...	3
1.2.1 Yöntemin Gelişimi	3
1.2.2 Yöntemin Varsayımları	4
1.2.2.1 Serinin Kesikli Zaman Serisi Olması	4
1.2.2.2 Serinin Stokastik Süreç Olması ..	4
1.2.2.3 Serinin Durağan Olması	5
1.2.3 GUA Tahmin Modelinin Yapısı	6
1.2.4 GUA Tahmin Modeli Belirleme Aşamaları ..	7
1.2.4.1 Zaman Serisinin Etkenlerinin Belirlenmesi ve Durağanlığın Sağlanması	8
1.2.4.2 Tartı Sayısının Belirlenmesi ..	9
1.2.4.3 Başlangıç Tartı Değerlerinin Belirlenmesi	10
1.2.4.4 Belirleme Sabitinin Bulunması ..	11
1.2.4.5 Eniyelenmiş Tartıların Bulunması	12
1.2.4.6 İleriye Dönük Tahmin Modelinin Yazılması	13

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
1.2.5 GUA Yönteminin Üstün ve Zayıf Yanları.....	15
1.2.5.1 Yöntemin Üstün Yanları	15
1.2.5.2 Yöntemin Zayıf Yanları	16
2. GUA YÖNTEMİNİN ESKİŞEHİR TÜPGAZ TÜKETİMİNE İLİŞKİN UYGULAMA DENEMESİ	17
2.1 GUA Yönteminin Eskişehir Aylık Tüpgaz Tüketimine Uygulama Denemesi	17
2.1.1 Seriyi Oluşturan Etkenlerin Belirlenmesi ve Durağanlığın Sınanması	18
2.1.2 Tahmin Modeli Tartı Sayısının Belirlenmesi	20
2.1.3 Tahmin Modeli Başlangıç Tartılarının Bulunması	20
2.1.4 Belirleme Sabitinin Bulunması	22
2.1.5 Eniyilenmiş Tartıların Bulunması	23
2.1.6 İleriye Dönük Tahmin Modelinin Yazılması	27
2.1.7 İleriye Dönük Tahminlerin Yapılması ..	29
2.1.8 Modelin Uygunluğunun Testi	31
2.1.9 Tahmin Sonuçlarının Yorumu	34
2.2 GUA Yönteminin Eskişehir Üçaylık Tüpgaz Tüketimine Uygulama Denemesi	35
SONUÇ ve ÖNERİLER	45
KAYNAKLAR DİZİNİ	69
EKLER	46
EK-1: Eskişehir Aylara Göre Tüpgaz Tüketim Miktarları	

İÇİNDEKİLER (devam)

- EK-2: Eskişehir Aylara Göre Tüpgaz Tüketim Miktarı Zaman Serisi Otokorelasyon Katsayılarının Dağılımı
- EK-3: Birinci Fark Serisi Otokorelasyon Katsayılarının Dağılımı
- EK-4: Aylık Tüpgaz Tüketim Miktarı Zaman Serisi Tartıları Eniyileme İterasyonları ve HKO
- EK-5: Üçaylık Tüpgaz Tüketim Miktarı Zaman Serisi Tartıları Eniyileme İterasyonları ve HKO
- EK-6: GUA Yöntemi Bilgisayar Programlarını Uygulama Aşamaları
- EK-7: Aylık Birinci Fark Serisi İçin GUA Yöntemi Tartıların Eniyilenmesi Aşaması Bilgisayar Programı
- EK-8: Aylık Birinci Fark Serisi İçin GUA Yöntemi İleriye Dönük Tahmin Aşaması Bilgisayar Programı
- EK-9: Üçaylık Birinci Fark Serisi İçin GUA Yöntemi Tartıların Eniyilenmesi Aşaması Bilgisayar Programı
- EK-10: Üçaylık Birinci Fark Serisi İçin GUA Yöntemi İleriye Dönük Tahmin Yapma Aşaması Bilgisayar Programı

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Eskişehir Aylık Tüpgaz Tüketim Miktarı Zaman Serisi Grafiği	18
2.2 Aylık Tüpgaz Tüketim Miktarı Birinci Fark Serisi Grafiği	19
2.3 Gerçek ve Tahmini Aylık Tüpgaz Tüketim Zaman Serileri Karşılaştırma Grafiği	32
2.4 Eskişehir Aylık Tüpgaz Tüketiminde Geçmiş ve İleriye Dönük Tahminler Grafiği	34
2.5 Eskişehir Üçaylık Tüpgaz Tüketim Miktarı Zaman Serisi Grafiği	36
2.6 Eskişehir Üçaylık Tüpgaz Tüketim Miktarı Birinci Fark Serisi Grafiği	38
2.7 Gerçek ve Tahmin Serilerinin Karşılaştırmalı Grafiği	42
2.8 Üçaylık Veriler İçin Geçmiş ve İleriye Dönük Tahminler Grafiği	44

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
1. Eskişehir Aylık Tüpgaz Tüketim Miktarı Zaman Serisi Değerleri (1.000 kg)	17
2. Aylık Tüpgaz Tüketim Miktarı Birinci Fark Serisi Değerleri	19
3. Başlangıç Tartı Değerleriyle Bulunan Geçmiş Dönem Tahmini Gözlem Değerleri ve HKO	23
4. Birinci İterasyon Sonunda Elde Edilen Tartılarla Yapılan Geçmiş Dönem Gözlem Değerleri Tahminleri ve HKO	26
5. Eniyilenmiş Tartılarla Yapılan Birinci Fark Serisi Tahminleri ve HKO	28
6. Gerçek Seri Gözlem Değerleri Tahminleri ve HKO	30
7. Geçmiş Dönem Tahmin Hataları Otokorelasyon Katsayılarının Dağılımı	33
8. Eskişehir Üçaylık Tüpgaz Tüketim Miktarı Zaman Serisi Değerleri(1.000 kg)	36
9. Eskişehir Üçaylık Tüpgaz Tüketim Miktarı Zaman Serisi Otokorelasyon Katsayıları Dağılımı	37
10. Birinci Fark Serisi Otokorelasyon Katsayıları Dağılımı	38
11. Geçmiş Dönem Gözlem Değerlerinin Tahminleri ve İleriye Dönük Tahminler	41
12. Tahmin Hataları Otokorelasyon Katsayıları Dağılımı	43

SİMGELELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
t	t. dönem
T	Zaman noktaları kümesi
X_i	i. dönem gerçek gözlem değeri
\hat{X}_i	i. dönem tahmini gözlem değeri
X'_i	Birinci fark serisinin i. gözlem değeri
X''_i	İkinci fark serisinin i. gözlem değeri
n	Gözlem değerleri sayısı
m	Tartı (parametre) sayısı
W_{ti}	t. dönem i. tartı
W'_{ti}	t. dönem i. yenilenmiş tartı
K	Belirleme (hız) sabiti (Learning Constant)
\bar{e}_i	Standartlaştırılmış i. dönem hatası
\bar{X}'_{t-i}	Birinci fark serisi standartlaştırılmış t-i. dönem gözlem değeri
$r(i)$	i. dönem otokorelasyon katsayısı değeri
$[r_m]$	Otokorelasyon katsayıları matrisi
$[R_m]$	Otokorelasyon katsayıları çarpım matrisi
$[W_m]$	Başlangıç tartıları matrisi

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
AR	Otoregresif modeller
GUA	Genellenmiş Uyarlayıcı Arındırma
GAF	Generalized Adaptive Filtering
HKO	Hata Kareler Ortalaması
MSE	Mean square error (HKO)

BÖLÜM 1

ZAMAN SERİLERİNİN İLERİYE DÖNÜK TAHMİN
AMACIYLA ANALİZİNDE GUA YÖNTEMİ

1.1 Zaman Serilerinin Tahmin Amacıyla Analizi

İstatistik bir olayın, zaman aralıklarıyla gözlemlenmesi sonucu elde edilen sayısal değerlerin ardışık olarak sıralanmasıyla oluşan seriye zaman serisi denir (1).

Zaman serisi, gözlem değerlerinin oluşumunu belirleyen etkenler nedeniyle zaman içerisinde çeşitli değişimler gösterir. Bu etkenler trend, mevsimsel dalgalanmalar, konjonktürel dalgalanmalar ve rassal dalgalanmalar olarak sıralanabilir. Bir zaman serisi, rassal dalgalanmaların yanında diğer etkenlerden birini içerebileceği gibi ikisini veya tamamını da içerebilir. Bu nedenle, zaman serisinin oluşmasında hangi etkenlerin var olduğunu araştırmak gerekir. Yapılacak bu araştırma işlemine zaman serisi analizi adı verilir (2).

Zaman serilerinin analiz edilmesinin çeşitli amaçları vardır. Bunlar;

- Zaman serisini oluşturan etkenleri ayırma amacı,
- Zaman serileri arasındaki ilişkiyi açıklama amacı,
- Kontrol amacı,
- İleriye dönük tahmin amacı

olarak sıralanabilir.

Zaman serilerinde ardışık gözlem değerleri arasında genellikle ilişki vardır. Bu ilişkiye zaman serilerinin iç-

-
- (1) Necla Çömlekçi, İstatistik, (Eskişehir: Bilim ve Teknik Kitabevleri, 1982), s. 306.
- (2) George E.P.Box ve Gwilyn M.Jenkins, Time Series Analysis Forecasting and Control (San Francisco: Holdan Day Inc., 1970), s. 7.

bağımlılık özelliği adı verilir (3). Bu özellik nedeniyle, bir zaman serisinin bugünkü ve geçmiş dönem gözlem değerlerini kullanarak, gelecek dönemlerde alacağı değerleri tahmin* etmek mümkün olmaktadır.

Zaman serilerinin ileriye dönük tahmin amacıyla analiz edilmesi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler Trend Analizi, Hareketli Ortalamalar, Üssel Düzeltme, Box-Jenkins ve Uyarlayıcı Arındırma adlarıyla bilinmektedir.

İleriye dönük tahmin amacıyla zaman serilerinin analizinde kullanılan yukarıdaki yöntemlere ilişkin modeller, teoride deterministik ya da stokastik süreç olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir (4). Zamana bağlı olaylar, zamanın dışında birçok değişkenin de etkisi altında kaldığında, zaman değişkeni ile tam olarak açıklanamazlar. Bu nedenle, zaman serileri analiz edilirken bu serilere bir stokastik süreç** olarak bakılması ve analiz için stokastik modeller kullanılması gereği ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada tahminler için kullanılan Genellenmiş Uyarlayıcı Arındırma yöntemi; yukarıda sözü edilen özelliği varsayım olarak kabul eden ve ayrıca iç-bağımlılık özelliğine de etkin işlerlik kazandıran bir yöntemdir. Bu nedenle izlenen kısımda yöntem ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

-
- (3) Ahmet Özmen, Zaman Serisi Analizinde Box-Jenkins Yöntemi ve Banka Mevduat Tahmininde Uygulama Denemesi, T.C.A.Ü. Ya. No. 207, Fen Ed.Fak.Ya. No. 9, Eskişehir, 1986, s. 2.
- (4) Box-Jenkins, s. 7.
- (*) Tahmin, İstatistiksel olarak yığının bilinmeyen parametrelerini yığından örnekleme yoluyla çekilen birimlerin gözlem değerlerine dayanarak bilgi edinme işlemidir. Ayrıca, zamana bağlı olayların geçmiş ve bugünkü değerlerine dayanarak belirli varsayımlar altında bu olayların gelecekte alacağı değerlerin belirlenmesi işlemi olarak da tanımlanır.
- (**) Stokastik süreç olarak bir zaman serisi, iç-bağımlılığı olan rassal değişkenin zaman aralıklarıyla almış olduğu değerlerin ard arda sıralanmasıyla oluşan seri olarak tanımlanır. Bu anlamda zaman serisi, matematiksel olarak rassal değişkenler topluluğudur ve $\{X_t, t \in T\}$ şeklinde gösterilir. Ayrıntılı bilgi için bakınız: Christopher Chatfield, The Analysis of Time Series An Introduction (London: Chapman and Hall, 1980), s. 33.

1.2 Genellenmiş Uyarlayıcı Arındırma Yöntemi

1.2.1 Yöntemin Gelişimi

Zaman serilerinin ileriye dönük tahmin amacıyla analizinde kullanılan yöntemlerde genellikle serilerin gelecek dönem tahmin değerleri, geçmiş dönem değerlerinin tartılı toplamları alınarak hesaplanmaktadır. Bu, zaman serilerinin ileriye dönük tahmin amacıyla analizinde kullanılan yöntemlerin genel özelliğidir. Yöntemlere ilişkin tahmin modellerinde yer alacak tartı sayısının ve bu tartılara atanacak değerlerin hesaplanmasında izlenecek yolların farklı oluşu, yöntemleri birbirinden ayıran belirgin özelliktir. Zaman serilerinin ileriye dönük tahmin amacıyla analiz edilmesi için geliştirilen yöntemlere ilişkin modellerde, yer alacak tartı sayısının belirlenmesi ve tartı değerlerinin hesaplanmasındaki izlenen yollara yapılan eleştiriler ve bu eleştiriler doğrultusunda ortaya atılan farklı görüş ve düşünceler, yeni yöntemlerin doğmasına neden olmuştur (5).

GUA yöntemi de zaman serilerinde ileriye dönük kısa dönemli tahmin yapmak amacıyla geliştirilen tek değişkenli bir yöntemdir (6). Bu yöntem, Spiros MAKRIDAKIS ve Steven C. WHEELWRIGHT adlı istatistikçilerin zaman serisi tahmin modelinde yer alacak tartı sayısının belirlenmesi ve tartı değer-

-
- (5) Johannes Ledolter ve Douglas R.Kahl, "Adaptive Filtering: An Empirical Evaluation", Journal of the Operational Research Society, Vol. 35, No. 4, (1984), s. 337.
- (6) Douglas C.Montgomery and L.E.Contreras, "A Note On Forecasting With Adaptive Filtering", Operational Research Quartely, Vol. 28; (1977), s. 87.

lerinin hesaplanması konusunda yeni görüş ve önerileri sonucu ortaya çıkmıştır (7). İzleyen kısımlarda yöntem ayrıntılı bir biçimde ele alınacaktır.

1.2.2 Yöntemin Varsayımları

GUA yönteminin varsayımları üç başlıkta toplanabilir.

1.2.2.1 Serinin Kesikli Zaman Serisi Olması

Analiz edilecek olan zaman serisinin eşit zaman aralıklarıyla elde edilmiş gözlem değerlerinden oluşan, kesikli bir zaman serisi olması gerekir (8). Ancak, zamana bağlı olayların çoğu sürekli olarak ortaya çıkarlar. Bu nedenle, sürekli seriler belirli zaman aralıkları için gözlem değerlerinin ya toplamı alınarak ya da örnekleme yoluyla kesikli duruma dönüştürülür (9).

1.2.2.2 Serinin Stokastik Süreç Olması

Analiz edilecek zamana bağlı olayların rassal karakterde olaylar ve bu olaylarla ilgili zaman serilerinin stokastik süreç olması, yöntemin diğer bir varsayımıdır (10). Birinci bölümde belirtildiği gibi stokastik süreç olarak bir

-
- (7) Spyros Makridakis ve Steven C.Wheelwright, "Adaptive Filtering: An Integrated Autoregressive/Moving Average Filter For Time Series Forecasting", *Operational Research Quarterly*, Vol. 28; (1977), s. 425-437.
- (8) Spyros Makridakis ve Steven C.Wheelwright, Interactive Forecasting, (San Francisco: Holdan Day; Inc., 1978), Chapter 17, s. 226-244.
- (9) Box-Jenkins, s. 23.
- (10) Christer Carlsson, "Adaptive Filtering: Once More With Gusto", *Journal of The Operational Research Society*, Vol. 35, No. 4, (1984), s. 320.

zaman serisi, iç bağımlılığı olan rassal değişkenin zaman aralıklarıyla aldığı değerlerin ard arda sıralanması olarak tanımlanabilir.

1.2.2.3 Serinin Durağan Olması

Analiz edilecek zaman serisinin durağan olması serinin üçüncü varsayımıdır (11). Bir zaman serisinin ortalaması, varyansı, otokovaryansı ve daha yüksek dereceden momentleri zamana göre değişmiyorsa, seriye durağan zaman serisi, bu duruma da tam durağanlık denir (12). Başka bir anlatımla, serinin bileşik olasılık dağılımı, gözlemlerin yapıldığı zaman noktalarının zaman orijinine göre ileriye veya geriye kaydırılmasıyla herhangi bir değişikliğe uğramıyorsa seri, tam durağan seridir.

Bir zaman serisinin tüm özellikleri değil, sadece sıfır orijinine göre birinci momenti zamana göre değişmiyorsa, bu seriye birinci dereceden durağan seri, bu durağanlığa da birinci dereceden durağanlık denir (13). Eğer, zaman serisinin sıfır orijinine birinci momenti olan aritmetik ortalama ile aritmetik ortalamaya göre ikinci momenti olan varyans ve kovaryans zamana göre değişmiyorsa, bu seriye de ikinci dereceden durağan seri; bu durağanlığa da zayıf durağanlık denir (14).

Zaman serisi analizinde genellikle serinin söz konusu iki momentiyle ilgilenildiğinden, zayıf durağanlık veya ikinci dereceden durağanlık varsayımı yeterli olacaktır. Ancak, zaman serileri çoğunlukla durağan olmayan serilerdir. Bu seriler, zaman serisini oluşturan etkenlerden birini veya bir-

(11) Makridakis ve Wheelwright, Interactive ..., s. 231.

(12) Wasney A.Fuller, Introduction to Statistical Time Series (John-Wiley and Sons Inc., 1976), s. 3.

(13) Box-Jenkins, s. 26.

(14) Charles, R.Nelson, Applied Time Series Analysis For Managerial Forecasting, (Holden Day Inc., 1973), s. 21.

kaçını birlikte içerirler. Bu nedenle, durağan olmayan zaman serileri gözlem değerlerinin bileşik olasılık dağılımı, gözlemlerin yapıldığı zaman noktalarının ileri veya geriye kaydırılmasıyla değişikliğe uğrar. Diğer bir deyişle, serinin değişik bölümleri arasında farklılıklar vardır. Bu tür farklılıklar gösteren serilerin bileşik olasılık dağılımı için, n tane ortalama, n tane varyans ve $(n^2-n)/2$ tane de otokovaryans olmak üzere, toplam $(n^2+3n)/2$ tane parametre hesaplanması gerekir (15). Bu kadar sayıda parametre hesaplamak güçlük yaratacağından, serilerin analiz edilmesi için gerekli dönüşümler yardımıyla, seriler durağan duruma getirilebilirler. Böylece yöntem için gerekli varsayımlardan biri sağlanmış olur.

1.2.3 GUA Tahmin Modelinin Yapısı

GUA tahmin modeli, bir zaman serisinin herhangi bir dönemdeki gözlem değerini, aynı serinin o dönemden önceki belirli sayıda dönemin tartılı gözlem değerlerinin doğrusal bir bileşimi olarak açıklayan modeldir (16).

Bu tahmin modelinin genel yazılımı aşağıdaki gibidir:

$$\hat{X}_t = W_{t1} X_{t-1} + \dots + W_{ti} X_{t-i} + \dots + W_{tm} X_{t-m} \quad (1.1)$$

Bu modelde;

\hat{X}_t : t. dönem tahmin değeri,

W_{ti} : t. dönem i. tartı değeri,

X_{t-i} : t-i. dönem gözlem değeri,

m : tartı sayısını

gösterir. GUA tahmin modeli, bir zaman serisinin herhangi bir gözlem değerini, aynı serinin ondan önceki belirli sayıda göz-

(15) Özmen, s. 6

(16) Carlsson, s. 31.

lem değerlerine ve hata terimine bağlı olarak açıklayan AR (otoregresif) grubu modellerine benzer. Ancak, GUA tahmin modelinin AR modellerinden ayrılan yönleri modelde hata terimine yer verilmemesi ve Kısım 1.2.4.5 de açıklanan her yeni gözlem değeri için değişen tartılar kullanılmasıdır (17). GUA modelinde tartıların sözü edilen değişimi aşağıdaki eşitlikle yapılır:

$$W'_{ti} = W_{ti} + 2K\bar{e}_t\bar{X}_{t-i} \quad (1.2)$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

$$t = m+1, m+2, \dots, n$$

Bu eşitlikte;

W'_{ti} : Yenilenmiş t. dönem i. tartı,

W_{ti} : t. dönem i. tartı değeri,

K : Belirleme sabiti,

\bar{e}_t : Standartlaştırılmış t. dönem hatası,

\bar{X}_{t-i} : Standartlaştırılmış t-i. dönem gözlem değeri,

m : Tartı sayısını,

n : Gözlem değeri sayısını

gösterir. Bu dönüşüm denklemleriyle bulunan yenilenmiş tartılar, (1.1) denkleminde yerine konarak, ileriye dönük tahmin yapmak için kullanılacak GUA modeli elde edilir.

1.2.4 GUA Tahmin Modeli Belirleme Aşamaları

Kısım 1.2.2 deki varsayımlara dayanan ve Kısım 1.2.3 de yapısı tanımlanan GUA tahmin modeli belirleme aşamaları aşağıda ayrıntılarıyla ele alınmıştır.

(17) Makridakis ve Wheelwright, Adaptive Filtering: An ..., s. 428.

1.2.4.1 Zaman Serisinin Etkenlerinin Belirlenmesi Ve Durağanlığın Sağlanması

GUA yönteminin varsayımlarından biri olan durağanlık ilk aşamada ele alınır. Zaman serisinin durağan olup olmadığını anlamak için öncelikle, serinin grafiği çizilir. Grafikte trend ve mevsimsel dalgalanma gibi zaman serisinin içerdiği etkenler belirgin olarak kendini gösteriyorsa, seri durağan değildir. Bu etkenleri daha belirgin olarak ortaya koymak için, serinin otokorelasyon katsayıları^{*} ve korelogramlarının^{**} incelenmesi daha sağlıklı bir yoldur. Eğer, seri için hesaplanan otokorelasyon katsayıları birinci ve ikinci gecikmeden sonra hızla sifıra yaklaşıyorsa; diğer bir deyişle $\pm 2/\sqrt{n}$ güven limitleri arasında kalıyorsa, otokorelasyon katsayıları istatistiksel açıdan sıfırdan farklı değildir ve seri durağandır. Aksi durumda, seri durağan değildir (18).

Durağan olmayan zaman serilerinin otokorelasyon katsayılarının dağılımına bakıldığında, durağanlığı bozan etkenlerden, varsa öncelikle trend etkeni yok edilmeye çalışılır. Bunun için, durağan olmayan gerçek serinin birinci farkları alınır. Birinci fark serisinin otokorelasyon katsayılarının dağılımına bakılır. Eğer, otokorelasyon katsayıları birinci veya ikinci gecikmeden sonra sifıra yaklaşıyorsa ve istatistiksel olarak anlamlı değilse, fark serinin durağan olduğuna

(*) Otokorelasyon, aynı değişkenin farklı zaman aralıklarıyla aldığı değerler arasındaki ilişkinin derecesini belirler. Zamana göre elde edilmiş gözlem kümesindeki gözlemler arasındaki ilişkinin ölçülmesinde kullanılan bu katsayıya otokorelasyon katsayısı denir. Ayrıntılı bilgi için bakınız: Makridakis ve Wheelwright, Interactive ..., s. 23-36.

(**) Korelogram, otokorelasyon katsayıları kümesinin analiziyle model belirlemede yardımcı olan ve otokorelasyon katsayıları ile k gecikme değerlerinin karşılıklı ilişkilendirilmesiyle elde edilen grafiklerdir. Ayrıntılı bilgi için bakınız: Özmen, s. 43-47.

(18) Özmen, s. 40.

karar verilir. Aksi halde, fark serisinin tekrar farkı alınır ve aynı sınamalar yapılır (19).

Genelde seriler, sadece trend etkenini içeriyorsa serinin birinci veya ikinci farkı alınarak bu etken yok edilme-ye çalışılır. Ancak, fark alma işlemi sonucunda durağanlık sağlanamıyorsa, seride durağanlığı bozan, anlamlı olan otokorelasyon katsayılarının dönemlerine bakılır. Bu dönemler, birbirini izleyen yılların aynı dönemleri ise seride mevsimsellik vardır. Eğer, otokorelasyon katsayıları düzensiz gecikmelerde yükselme ve alçalmalar gösteriyorsa, seride konjonktür etkisi vardır. Mevsimsellik ve konjonktür etkilerinin giderilmesi, tartı sayısının belirlenmesi aşamasında ele alınacaktır.

1.2.4.2 Tartı Sayısının Belirlenmesi

Durağan serinin veya fark alma işlemiyle trendi giderilmiş serinin, (1.1) modelindeki tartı sayısını belirlemek için, aynı zamanda varsa mevsim ve konjonktür etkisini modelle yansıtmak için serinin otokorelasyon katsayılarının dağılımına bakılır. Durağanlığı bozan otokorelasyon katsayılarının dönemleri mevsimselliğin periyodunu, aynı zamanda da GUA modelinin tartı sayısını verecektir. Tartı sayısının belirlenmesi için diğer bir yol da otokorelasyon katsayıları içinde en yüksek pozitif değeri alan otokorelasyon katsayısı dönemidir (20). Örneğin, durağan veya trend etkisi giderilmiş serinin otokorelasyon katsayıları arasında en yüksek pozitif değeri m . dönemdeki katsayı alıyorsa, hesaplanacak olan tartı sayısı m tane olur. Genelde, seri mevsimsellik ve konjonktür etkenlerini içermiyorsa tartı sayısı 2 veya 3; seri mevsimsel ise tartı sayısı 12 alınabilir (21).

(19) Makridakis ve Wheelwright, Interactive ..., s. 231.

(20) Makridakis ve Wheelwright, Interactive ..., s. 231-232.

(21) Makridakis ve Wheelwright, Interactive ..., s. 232.

İzleyen aşama, belirlenen tartılara birer başlangıç değeri atamaktır.

1.2.4.3 Başlangıç Tartı Değerlerinin Belirlenmesi

Başlangıç tartılarının belirlenmesinde kuramda iki yol vardır. İlkinde, W_i başlangıç tartı değerleri, m tartı sayısını göstermek üzere,

$$W_i = 1/m \quad , \quad i = 1, 2, \dots, m$$

eşitliğiyle hesaplanır (22). İkincisinde ise başlangıç tartı değerleri, Yule-Walker denklem sisteminden yararlanılarak belirlenir (23). Yule-Walker denklem sisteminin yazılımı aşağıdaki gibidir:

$$r_1 = W_1 + W_2 r_1 + W_3 r_2 + \dots + W_m r_{m-1}$$

$$r_2 = W_1 r_1 + W_2 + W_1 r_1 + \dots + W_m r_{m-2}$$

$$\begin{array}{cccccc} \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \end{array}$$

$$r_m = W_1 r_{m-1} + W_2 r_{m-2} + \dots + W_m$$

Bu yazılımda; r_i , $i=1, 2, \dots, m$ dönemleri otokorelasyon katsayılarıdır. Yukarıdaki denklem sistemi matris formunda yazılırsa;

$$[r_m] = [W_m] \cdot [R_m]$$

(22) Makridakis ve Wheelwright, Adaptive Filtering: An ..., s. 428.; Carlsson, s. 312.

(23) Makridakis ve Wheelwright, Adaptive Filtering: An ..., s. 429.

olur. $[W_m]$, aranan başlangıç tartı değerlerinin oluşturduğu matris olduğundan,

$$[W_m] = [R_m]^{-1} \cdot [r_m]$$

eşitliği aranan çözüm olur. Başlangıç tartı değerlerini belirleyen iki yol karşılaştırıldığında, kuramda ve uygulamalarda Yule-Walker denklem sisteminden yararlanarak elde edilen başlangıç tartılarının yöntemi daha etkin olarak sonuca ulaştırdığı görülmektedir (24).

GUA modeli tartı sayısı ve başlangıç tartı değerleri belirlendikten sonraki aşama ise tartıların eniyilenmesi (optimizasyonu) olacaktır. Ancak, (1.2) denklemindeki K belirleme sabitinin öncelikle bulunması gerekir. Çünkü, tartıların eniyilenmesi aşamasında K sabit bir değer olarak sürekli kullanılacaktır.

1.2.4.4 Belirleme Sabitinin Bulunması

GUA yönteminde önemli bir yeri olan ve tartıların dönüşüm denklemi (1.2) de kullanılan belirleme sabiti K, tartıların eniyilenmesinde iterasyonların sayısını azaltan veya çoğaltan bir sabittir. Belirleme sabiti K için atanacak değer, m tartı sayısı olmak üzere $1/m$ dir. Ancak, veri kümesinde değişimler büyükse ve gelecekte de bu değişimlerin süreceği beklenirse K değeri artırılabilir. Veri kümesindeki değişimler küçükse, K'nın değeri azaltılabilir (25). K değeri büyük alınırsa eniyilenmiş tartılar daha az sayıda ite-

(24) C.Chatfield, "Adaptive Filtering: A Critical Assessment", Journal of The Operational Research Society, Vol. 29, No. 9, (1978), s. 891-896.; Makridakis ve Wheelwright, Interactive ..., s. 242.

(25) Carlsson, s. 322; Makridakis ve Wheelwright, Adaptive Filtering: An ..., s. 427.

rasyon sonucu bulunur. Fakat, bu tartılarla yapılan tahminlerin hata kareler ortalaması (HKO)* büyür. Tersine, K değeri küçük alınırsa eniyilenmiş tartılar daha çok sayıda iterasyon sonucu bulunur ve bunun yanında HKO da küçülür (26).

Bu karşılaştırma sonucunda, ele alınan seriye uygun K değeri bulunur. Eğer uygun K değeri bulunamıyorsa, farklı K değerleri için tartıların eniyilenmesi işlemi tekrarlanır. Bu işlemler sonucu enaz sayıda iterasyona ve enküçük HKO na sahip olan K değeri, izleyecek işlemler için uygun K sabitidir. Böylece bulunan K sabiti (1.2) denkleminde yerine konur ve tartıların eniyilenmesi aşamasına geçilir.

1.2.4.5 Eniyilenmiş Tartıların Bulunması

Yule-Walker denklem sistemiyle elde edilen başlangıç tartıları, durağan gerçek seriye veya durağanlaştırılmış fark serisine uyarlanmış GUA modelinde yerine koyulmadan önce, tüm seri değerleri standartlaştırılır. Bu işlem, tartıların eniyilenmesi sürecini daha az sayıda iterasyona indirgeyecektir. Standartlaştırma işlemi aşağıdaki eşitlik yardımıyla yapılır (27).

$$\bar{x}_{t-i} = x_{t-i} / \left(\sum_{j=1}^m x_{t-j}^2 \right) \quad (1.3)$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

Standartlaştırılmış ilk m tane \bar{x}_i değeri ve tartılar, (1.1) GUA modelinde yerine konur. Böylece t. dönem tahmin

(*) Hata Kareler Ortalaması, ele alınan örneklemdaki tüm veriler için gerçek ve tahmini değer farklarının kareleri toplamının ortalaması alınarak hesaplanır.

(26) Makridakis ve Wheelwright, Interactive ..., s. 233.

(27) Robert F.Nau ve Robert M.Oliver, "Adaptive Revisited", Operational Research Quarterly, Vol. 30, No. 9; (1979), s. 826.

değeri elde edilir. $\hat{\bar{X}}_t$, standartlaştırılmış t. dönem tahmin değeri olmak üzere;

$$\bar{e}_t = \bar{X}_t - \hat{\bar{X}}_t \quad (1.4)$$

eşitliği de standartlaştırılmış dönem hatasını verir. Daha sonra elde edilen bu değerler (1.3) tartı dönüşüm eşitliğinde yerine konur. Böylece yeni $W_i^!$; $i=1,2,\dots,m$ tartı değerleri elde edilir. Bu işlemler $t=m+1,m+2,\dots,n$ dönemlerinde de aynen uygulanır. n. dönemde elde edilen tartılarla geçmişteki gözlem değerlerinin tahminleri yapılır ve HKO hesaplanır. Standartlaştırma işleminden buraya kadar yapılan işlemlere bir iterasyon denir ve bu iterasyonlara, HKO sıfıra olabildiğince yaklaşılan kadar devam edilir (28). Eğer, HKO belirli bir iterasyondan sonra değişmiyorsa işlemlere son verilir. O andaki tartılar, eniyilenmiş tartı değerleri olarak kabul edilir ve son aşamaya geçilir.

1.2.4.6 İleriye Dönük Tahmin Modelinin Yazılması

Eniyilenmiş tartıları kullanarak ileriye dönük tahminler yapılırken gerçek seri gözlem değerleri kullanılacağından GUA modelinin yeniden düzenlenmesi gerekir. Gerçek gözlem değerlerinin oluşturduğu seri durağansa, eniyilenmiş tartılar ve geçmiş gözlem değerleri (1.1) GUA modeline konularak ileriye dönük tahminler yapılır. Eğer, gerçek seri durağan değilse ve bir kez fark alma işlemiyle serinin durağanlığı sağlanıyorsa, bu durumda GUA modelinin yeniden düzenlenmesi aşağıdaki gibi gerçekleştirilir.

$$\hat{X}'_t = W_1 \cdot X'_{t-1} + W_2 \cdot X'_{t-2} + \dots + W_m \cdot X'_{t-m}$$

Yukarıdaki her X'_{t-i} birinci fark serisi terimi;

$$X'_t = X_t - X_{t-1} \quad , \quad t=2,3,\dots,n$$

olduğundan GUA modeli,

$$X_t - X_{t-1} = W_1 \cdot (X_{t-1} - X_{t-2}) + W_2 \cdot (X_{t-2} - X_{t-3}) + \dots + \\ + W_m \cdot (X_{t-m} - X_{t-m-1})$$

olacaktır. Buradan da,

$$\hat{X}_t = (1+W_1) \cdot X_{t-1} + (W_2 - W_1) \cdot X_{t-2} + \dots + (W_m - W_{m-1}) \cdot X_{t-m} + \\ + (-W_m) \cdot X_{t-m-1} \quad (1.5)$$

$$t = n+1, n+2, \dots, n+m$$

bulunur.

Eğer seri iki kez farkı alınmış ve durağan duruma getirilmiş bir seri ise GUA modelinin yeniden düzenlenmiş durumu da aşağıdaki gibidir:

$$\hat{X}''_t = W_1 \cdot X''_{t-1} + W_2 \cdot X''_{t-2} + W_m \cdot X''_{t-m}$$

Yukarıdaki her bir X''_{t-i} ikinci fark serisi terimi,

$$X''_t = X'_t - X'_{t-1} \\ = (X_t - X_{t-1}) - (X_{t-1} - X_{t-2}) \\ = X_t - 2X_{t-1} + X_{t-2}$$

$t = 3, 4, \dots, n$ olduğundan buna göre GUA modeli,

$$X_t - 2X_{t-1} + X_{t-2} = W_1 \cdot (X_{t-1} - 2X_{t-2} + X_{t-3}) + W_2 \cdot (X_{t-2} - 2X_{t-3} + X_{t-4}) \\ + \dots + W_m \cdot (X_{t-m} - 2X_{t-m-1} + X_{t-m-2})$$

olur. Buradan da,

$$\begin{aligned}\hat{X}_t = & (2+W_1) \cdot X_{t-1} + (W_2 - 2 \cdot W_1 - 1) \cdot X_{t-2} + (W_3 - 2W_2 + W_1) \cdot X_{t-3} \\ & + (W_4 - 2W_3 + W_2) \cdot X_{t-4} + \dots + (W_m - 2W_{m-1} + W_{m-2}) \cdot X_{t-m} \\ & + (W_{m-1} - 2W_m) \cdot X_{t-m-1} + W_m \cdot X_{t-m-2} \quad (1.6)\end{aligned}$$

$$t = n+1, n+2, \dots, n+m$$

olarak bulunur.

Böylece ileriye dönük tahmin için, gerçek verilerin oluşturduğu seri durağansa, (1.1) GUA modeli; seri birinci fark alındığında durağansa, (1.5) GUA modeli; seri ikinci fark alındığında durağansa (1.6) GUA modeli kullanılır. Eğer serinin birinci ve ikinci farkı alındığında da durağanlık sağlanmıyorsa, fark alma işlemine devam edileceğinden benzer düzenlemelerle ileriye dönük tahmin için GUA modeli elde edilir.

İzleyen bölümde yapılan uygulama denemesinde Eskişehir ilinde tüpgaz tüketimine ilişkin tahminler GUA yöntemiyle elde edilecektir. Ancak, bu bölüme geçmeden önce, GUA yönteminin üstün ve zayıf yanları ortaya koymada yarar vardır.

1.2.5 GUA Yönteminin Üstün ve Zayıf Yanları

Buraya kadar ayrıntılarıyla gözden geçirilen GUA yönteminin açıktır ki diğer yöntemlere göre üstün ve zayıf yanları vardır. Bunlar, aşağıda kısaca özetlenmiştir.

1.2.5.1 Yöntemin Üstün Yanları

1. Yöntem, zaman serisini oluşturan gözlem değerleri arasındaki bağımlılığı (otokorelasyon) en etkin biçimde dikkate alır.

2. Durağan ve durağan olmayan zaman serilerine uygulanır.
3. Daha az zaman ve bilgi gerektirir (29).
4. Tartı (parametre) sayısının belirlenmesi kişisel görüşlere değil, veriler arasındaki bağımlılığa dayandırılmıştır.

1.2.5.2 Yöntemin Zayıf Yanları

1. Tartıların dönüşüm formülü matematiksel olarak ispatlanamamıştır (30).
2. Belirleme sabiti λ nın değişim aralığı tam olarak belirlenememiştir.
3. Tartılar her bir yeni gözlem değeri için yeniden hesaplanır.

(29) Makridakis ve Wheelwright, Interactive ..., s. 227-228.

(30) Carlsson, s. 323.

BÖLÜM 2

GUA YÖNTEMİNİN ESKİŞEHİR TÜPGAZ TÜKETİMİNE
İLİŞKİN UYGULAMA DENEMESİ

Uygulama Eskişehir ilinde yapılmıştır. İlde tüpgaz pazarlayan üç ana bayii vardır. Bu bayiiilerden derlenen veriler kilogram olarak EK-1'de verilmiştir.

2.1 GUA Yönteminin Eskişehir Aylık Tüpgaz
Tüketimine Uygulama Denemesi

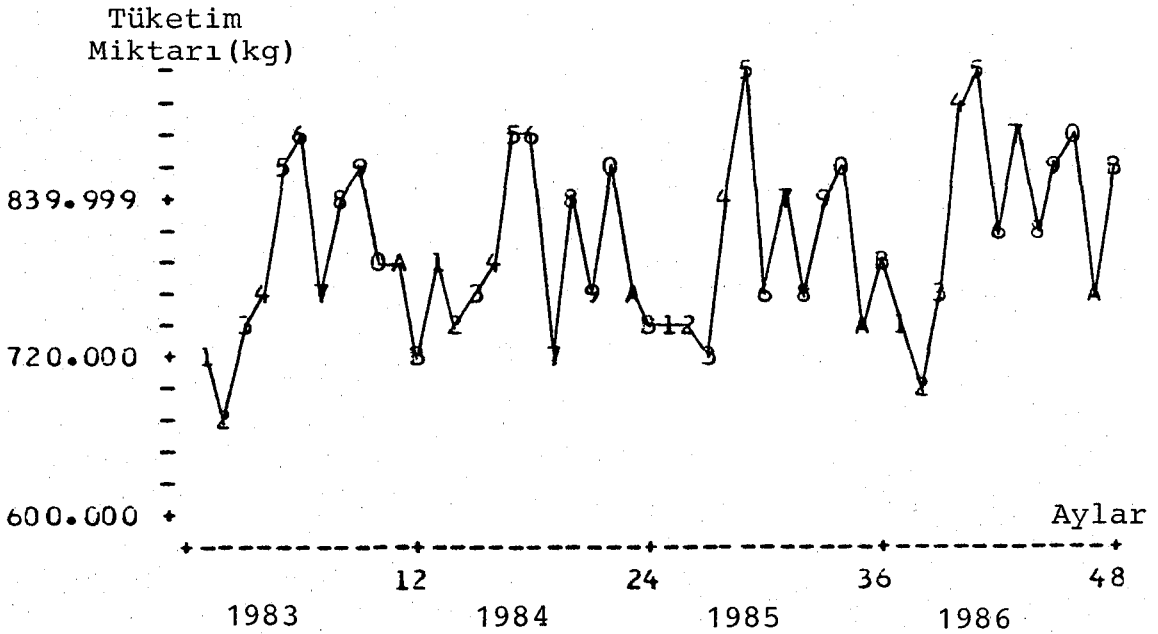
Uygulama aşamaları, daha önce Bölüm 1 de değinilen sıraya uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Yöntem için 48 aylık veri yeterli olduğundan, uygulama 1983-1986 yılları aylık verileri üzerinden yapılmıştır. İlgili veriler Tablo-1 de sunulmuştur.

Tablo-1: Eskişehir Aylık Tüpgaz Tüketim Miktarı
Zaman Serisi Değerleri (1.000 kg)

Yıllar Aylar	1983	1984	1985	1986
Ocak	719	791	740	738
Şubat	661	750	733	702
Mart	738	770	722	771
Nisan	778	787	849	905
Mayıs	865	891	932	943
Haziran	880	893	761	809
Temmuz	759	714	834	890
Ağustos	833	845	776	813
Eylül	858	758	830	865
Ekim	782	853	862	876
Kasım	798	779	741	762
Aralık	730	735	796	853

2.1.1 Seriyi Oluşturan Etkenlerin Belirlenmesi ve Durağanlığın Sınanması

Uygulamada ele alınan 48 aylık döneme ilişkin verilerin grafiği Şekil 2.1 de verilmiştir.



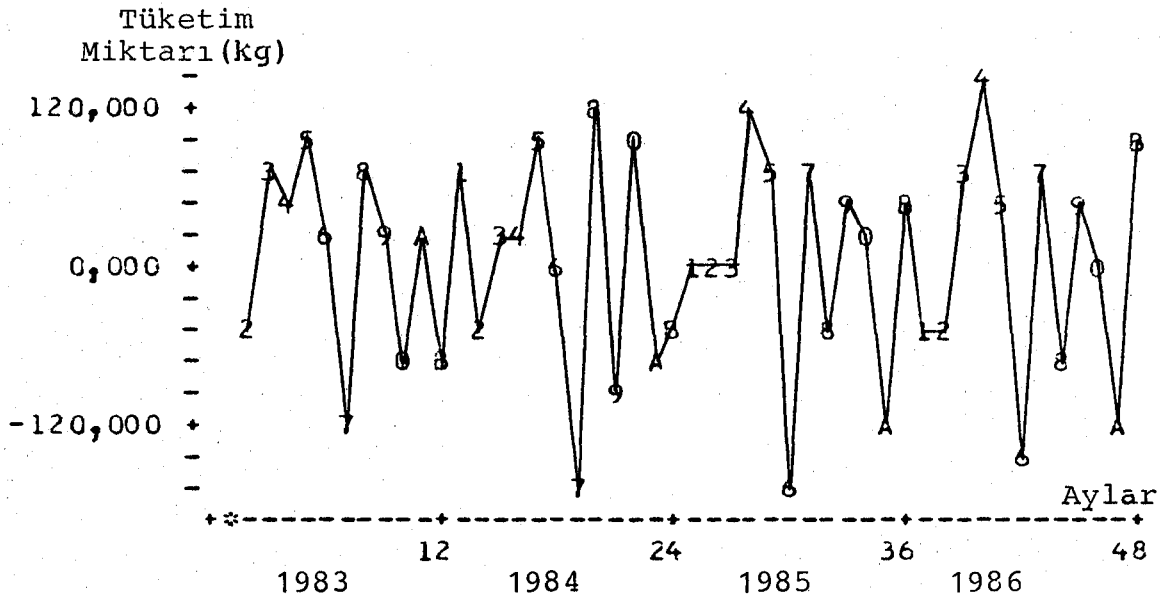
Şekil 2.1 Eskişehir Aylık Tüpgaz Tüketim Miktarı
Zaman Serisi Grafiği

Serinin grafiği incelendiğinde seride zayıf bir trend ve mevsimselliğin varlığı görülmektedir. Durağanlığını bozan bu etkenleri daha iyi görebilmek için, EK-2 de verilen gözlem değerleri otokorelasyon katsayılarına bakıldığında, ileri gecikmelerde (dönemlerde) otokorelasyon katsayılarının $\pm 2/\sqrt{48} = \pm 0,289$ güven limitleri dışında kaldığı ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu durum aylık tüpgaz tüketim miktarı serisinin durağan olmadığını gösterir.

Durağanlığı bozan etkenlerden önce trend etkeni yok edilmeye çalışılacaktır. Bunun için serinin birinci farkları alınmış ve oluşan birinci fark serisi Tablo-2 de, fark serisinin grafiği ise Şekil 2.2 de verilmiştir.

Tablo-2: Aylık Tüpgaz Tüketim Miktarı Birinci Fark Serisi Değerleri

Yıllar Aylar	1983	1984	1985	1986
Ocak	*	61	5	-58
Şubat	-58	-41	-7	-36
Mart	77	20	-11	69
Nisan	40	17	127	134
Mayıs	87	104	83	38
Haziran	15	2	-171	-134
Temmuz	-121	-179	73	81
Ağustos	74	131	-58	-77
Eylül	25	-87	54	52
Ekim	-76	95	02	11
Kasım	16	-74	-121	-114
Aralık	-68	-44	55	91



Şekil 2.2 Aylık Tüpgaz Tüketim Miktarı Birinci Fark Serisi Grafiği

Şekil 2.2 de grafiğe bakıldığında trendin etkisinin kaybolduğu görülmektedir. EK-3 de verilen birinci fark serisi otokorelasyon katsayılarından trend etkeninin yok edildiği anlaşılacakla beraber, $\pm 2/\sqrt{47} = \pm 0,292$ güven limitleri dışına taşan otokorelasyon katsayıları vardır. Bu otokorelasyon katsayılarının dönemlerine bakıldığında, bu dönemler 12 ve 23. dönemlerdir. Bu durum da 12 ay periyodlu bir mevsimselliğin varlığını gösterir. Yöntem tartı sayısının belirlenmesi aşamasında mevsimselliği gözönüne aldığından durağanlık sorunu çözümlenmiş olmaktadır.

2.1.2 Tahmin Modeli Tartı Sayısının Belirlenmesi

Daha önce de değinildiği gibi, GUA modelini oluşturmak için tartı sayısının belirlenmesi gerekir. Tartı sayısı, trend etkisi yok edilmiş birinci fark serisinin otokorelasyon katsayılarının dağılımına bakılarak belirlenir. EK-3 de katsayılar içinde en yüksek pozitif değeri alan otokorelasyon katsayısının ait olduğu dönem 12. dönemdir. İleri dönemlere gidildiğinde 23. ve 35. dönemlerde de otokorelasyon katsayılarının yüksek olduğu görülmektedir. Bu da 12 periyodlu bir mevsimselliğin varlığını gösterdiğinden tartı sayısı 12 olacaktır. Belirlenen bu tartıları modelde yerine koyabilmek için tartılara birer başlangıç değeri atanması gerekmektedir.

2.1.3 Tahmin Modeli Başlangıç Tartılarının Bulunması

Birinci fark serisi için GUA modeli 12 tartı içereceğinden aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\hat{X}'_t = W_1 \cdot X'_{t-1} + W_2 \cdot X'_{t-2} + \dots + W_{12} \cdot X'_{t-12} \quad (2.1)$$

Buradaki W_i ; $i=1,2,\dots,12$ tartılarına, başlangıç değerlerini atamanın daha önce değinilen iki yolu vardır. Bunlardan birincisi;

$$W_i = 1/12 = 0,083 \quad , \quad i = 1,2,\dots,12$$

ve ikincisi de Yule-Walker denklem sistemi sonucu elde edilmiş olan W_i lerdir. İkinci yol, çözümü daha etkin kıldığından Yule-Walker denklem sistemi tercih edilecek ve sistem oluşturulacaktır. Bu sistem matris formunda ($[r_m] = [W_m] \cdot [R_m]$) olduğundan birinci fark serisi otokorelasyon katsayılarının ilk 12 tanesinden yararlanarak, ilgili matrisler aşağıdaki gibi elde edilir.

$$[R_m] = \begin{bmatrix} 1,000 & -0,401 & -0,024 & -0,005 & -0,177 & 0,250 & -0,200 & 0,082 & -0,098 & 0,139 & -0,313 & 0,157 \\ -0,401 & 1,000 & -0,401 & -0,024 & -0,005 & -0,177 & 0,250 & -0,200 & 0,082 & -0,098 & 0,139 & -0,313 \\ -0,024 & -0,401 & 1,000 & -0,401 & -0,024 & -0,005 & -0,177 & 0,250 & -0,200 & 0,082 & -0,098 & 0,139 \\ -0,005 & -0,024 & -0,401 & 1,000 & -0,401 & -0,024 & -0,005 & -0,177 & 0,250 & -0,200 & 0,082 & -0,098 \\ -0,177 & -0,005 & -0,024 & -0,401 & 1,000 & -0,401 & -0,024 & -0,005 & -0,177 & 0,250 & -0,200 & 0,082 \\ 0,250 & -0,177 & -0,005 & -0,024 & -0,401 & 1,000 & -0,401 & -0,024 & -0,005 & -0,177 & 0,250 & -0,200 \\ -0,200 & 0,250 & -0,177 & -0,005 & -0,024 & -0,401 & 1,000 & -0,401 & -0,024 & -0,005 & -0,177 & 0,250 \\ 0,082 & -0,200 & 0,250 & -0,177 & -0,005 & -0,024 & -0,401 & 1,000 & -0,401 & -0,024 & -0,005 & -0,177 \\ -0,098 & 0,082 & -0,200 & 0,250 & -0,177 & -0,005 & -0,024 & -0,401 & 1,000 & -0,401 & -0,024 & -0,005 \\ 0,139 & -0,098 & 0,082 & -0,200 & 0,250 & -0,177 & -0,005 & -0,024 & -0,401 & 1,000 & -0,401 & -0,024 \\ -0,313 & 0,139 & -0,098 & 0,082 & -0,200 & 0,250 & -0,177 & -0,005 & -0,024 & -0,401 & 1,000 & -0,401 \\ 0,157 & -0,313 & 0,139 & -0,098 & 0,082 & -0,200 & 0,250 & -0,177 & -0,005 & -0,024 & -0,401 & 1,000 \end{bmatrix}$$

$$[W_m] = \begin{bmatrix} -0,617478 \\ -0,475440 \\ -0,483234 \\ -0,580993 \\ -0,259830 \\ -0,459690 \\ -0,444660 \\ -0,395934 \\ -0,264572 \\ -0,526623 \\ -0,117906 \\ 0,217574 \end{bmatrix} \quad [r_m] = \begin{bmatrix} -0,401 \\ -0,024 \\ -0,005 \\ -0,177 \\ 0,250 \\ -0,200 \\ 0,082 \\ -0,098 \\ 0,139 \\ -0,313 \\ 0,157 \\ 0,350 \end{bmatrix}$$

Bu başlangıç tartıların modeldeki yerlerine konarak aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$\begin{aligned}
\hat{X}'_t = & (-0,617) \cdot X'_{t-1} + (-0,475) \cdot X'_{t-2} \\
& + (-0,483) \cdot X'_{t-3} + (-0,58) \cdot X'_{t-4} \\
& + (-0,260) \cdot X'_{t-5} + (-0,460) \cdot X'_{t-6} \\
& + (-0,445) \cdot X'_{t-7} + (-0,396) \cdot X'_{t-8} \\
& + (-0,265) \cdot X'_{t-9} + (-0,527) \cdot X'_{t-10} \\
& + (-0,118) \cdot X'_{t-11} + (0,218) \cdot X'_{t-12} \quad (2.2)
\end{aligned}$$

Modeldeki tartıları eniyilemeden önce, tartı dönüşüm eşitliğinde kullanılacak olan belirleme sabiti K bulunmalıdır.

2.1.4 Belirleme Sabitinin Bulunması

Modeldeki tartı sayısı 12 olduğundan, belirleme sabiti $K=1/12 = 0,083$ olacaktır. Bu değerle ve buna alternatif değerlerle yapılan tartıları eniyileme işlemi sonuçları aşağıdaki gibidir:

<u>K</u>	<u>İterasyon</u>	<u>HKO</u>
0,2	450	1607,82
0,1	230	1416,65
0,083	232	1410,34
0,010	709	1464,34

Bu sonuçlara göre, HKO su en küçük olan $K=0,083$ değeri kullanılarak yapılacak tahminler daha tutarlı olacaktır. $0,083$ değeri (1.2) tartı dönüşüm eşitliğinde yerine konulduğunda söz konusu eşitlik aşağıdaki gibi olacaktır:

$$W'_{ti} = W_{ti} + 2(0,083) \bar{e}_t \bar{X}'_{t-i} \quad (2.3)$$

2.1.5 Eniyilenmiş Tartıların Bulunması

Bu aşamada Kısım 2.1.3 de bulunan (2.2) GUA modeli ve Kısım 2.1.4 de bulunan (2.3) tartıların dönüşüm eşitliği kullanılarak eniyilenmiş tartılar bulunacaktır. Ancak daha önce, ilk başlangıç tartıları modelde yerine konularak elde edilen (2.2) GUA modeliyle, geçmiş dönem gözlem değerleri tahmin edilip, HKO na bakıldığında sonuçlar Tablo-3 de görüldüğü gibidir.

Tablo-3: Başlangıç Tartı Değerleriyle Bulunan Geçmiş Dönem Tahmini Gözlem Değerleri ve HKO

DÖNEM	FARK SERİSİ	TAH.FARK SE.	HATA
2	-41,0000	-27,0000	-14,0000
3	20,0000	4,0000	16,0000
4	17,0000	25,0000	-8,0000
5	104,0000	60,0000	44,0000
6	2,0000	-41,0000	43,0000
7	-179,0000	-87,0000	-92,0000
8	131,0000	106,0000	25,0000
9	-87,0000	-48,0000	-39,0000
10	95,0000	45,0000	50,0000
11	-74,0000	-45,0000	-29,0000
12	-44,0000	-45,0000	1,0000
13	5,0000	71,0000	-66,0000
14	-7,0000	-10,0000	3,0000
15	-11,0000	36,0000	-47,0000
16	127,0000	28,0000	99,0000
17	83,0000	51,0000	32,0000
18	-171,0000	-106,0000	-65,0000
19	73,0000	18,0000	55,0000
20	-58,0000	-44,0000	-14,0000
21	54,0000	24,0000	30,0000
22	32,0000	37,0000	-5,0000
23	-121,0000	-111,0000	-10,0000
24	55,0000	29,0000	26,0000
25	-58,0000	-21,0000	-37,0000
26	-36,0000	2,0000	-38,0000
27	69,0000	37,0000	32,0000
28	134,0000	77,0000	57,0000
29	38,0000	-37,0000	75,0000
30	-134,0000	-93,0000	-41,0000
31	81,0000	4,0000	77,0000
32	-77,0000	-77,0000	0,0000
33	52,0000	77,0000	-25,0000
34	11,0000	-34,0000	45,0000
35	-114,0000	-99,0000	-15,0000
36	91,0000	66,0000	25,0000

Bu hesaplamadan sonra, Kısım 1.2.4.5 de açıklanan aşamalar fark serisi üzerine uygulanır.

İlk 12 birinci fark serisi değerleri standartlaştırılır ve aşağıdaki değerleri alırlar:

<u>DÖNEM</u>	<u>X'</u>	<u>STDL.X'</u>	<u>DÖNEM</u>	<u>X'</u>	<u>STDR.X'</u>
2	-58,000	-0,2500	8	74,000	0,3190
3	77,000	0,3320	9	25,000	0,1078
4	40,000	0,1724	10	-76,000	-0,3276
5	87,000	0,3751	11	16,000	0,0690
6	15,000	0,0647	12	-68,000	-0,2932
7	-121,000	-0,5216	13	61,000	0,2630

Bu standartlaştırılmış X'_i ler kullanılarak $t=14$ dönemi tahmini yapılır. Bulunan standartlaştırılmış değer de;

<u>DÖNEM</u>	<u>STDL.X'</u>	<u>TAH.STDL.X'</u>	<u>STDL.HATA</u>
14	-0,1768	-0,1182	-0,0586

olarak elde edilir. Bulunan standartlaştırılmış gözlem değerleri ve hatalar (2.3) tartı dönüşüm eşitliğinde yerine konularak aşağıdaki yeni tartılar elde edilir.

<u>DÖNEM</u>	<u>TARTILAR</u>
1	-0,6196
2	-0,4721
3	-0,4837
4	-0,5778
5	-0,2610
6	-0,4631
7	-0,4399
8	-0,3966
9	-0,2686
10	-0,5287
11	-0,1212
12	0,2204

Aynı işlem $t=15,16,\dots,48$ dönemleri içinde aynen uygulanır. 48. dönem sonu için söz konusu tartılar,

<u>DÖNEM</u>	<u>TARTILAR</u>
1	-0,6309
2	-0,4725
3	-0,4699
4	-0,5881
5	-0,2837
6	-0,4677
7	-0,4131
8	-0,4055
9	-0,2823
10	-0,5675
11	-0,1379
12	0,2917

olarak hesaplanmıştır. Bu tartılarla yapılan geçmiş dönem tahminleri Tablo-4 de verilmiştir. Buraya kadar yapılan işlemler birinci iterasyonu oluşturur. Birinci iterasyon sonunda bulunan HKO, 1765,37 dir. Bu HKO değeri de başlangıç tartılarıyla elde edilen HKO dan küçüktür. İterasyonlara HKO sıfıra olabildiğince yaklaşıncaya kadar devam edilir. EK-4 de görüldüğü gibi 232. iterasyonda HKO en küçük değeri alır. Daha sonraki iterasyonlarda bu değer etrafında salınır. Buna göre 232. iterasyondaki tartılar, birinci fark serisi değerleri için eniyilenmiş tartı değerlerini oluşturmaktadır. Sözü edilen bu tartılar aşağıdaki gibidir.

Tablo-4: Birinci İterasyon Sonunda Elde Edilen
Tartılarla Yapılan Geçmiş Dönem Gözlem
Değerleri Tahminleri ve HKO

DÖNEM	FARK SERİSİ	TAH. FARK SE.	HATA
2	-41,0000	-41,0000	0,0000
3	20,0000	9,0000	11,0000
4	17,0000	30,0000	-13,0000
5	104,0000	69,0000	35,0000
6	2,0000	-43,0000	45,0000
7	-179,0000	-93,0000	-81,0000
8	151,0000	121,0000	10,0000
9	-87,0000	-50,0000	-37,0000
10	95,0000	38,0000	57,0000
11	-74,0000	-44,0000	-30,0000
12	-44,0000	-43,0000	-1,0000
13	5,0000	73,0000	-68,0000
14	-7,0000	-21,0000	14,0000
15	-11,0000	35,0000	-46,0000
16	127,0000	25,0000	102,0000
17	83,0000	67,0000	16,0000
18	-171,0000	-111,0000	-60,0000
19	73,0000	9,0000	64,0000
20	-58,0000	-36,0000	-22,0000
21	54,0000	13,0000	41,0000
22	32,0000	45,0000	-13,0000
23	-121,0000	-109,0000	-12,0000
24	55,0000	31,0000	24,0000
25	-58,0000	-29,0000	-29,0000
26	-36,0000	-1,0000	-35,0000
27	69,0000	29,0000	40,0000
28	134,0000	94,0000	40,0000
29	38,0000	-21,0000	69,0000
30	-134,0000	-107,0000	-27,0000
31	81,0000	17,0000	64,0000
32	-77,0000	-89,0000	12,0000
33	52,0000	78,0000	-26,0000
34	11,0000	-29,0000	40,0000
35	-114,0000	-99,0000	-15,0000
36	91,0000	76,0000	15,0000

HKO= 1765,37134

<u>DÖNEM</u>	<u>TARTILAR</u>
1	-0,8456
2	-0,6593
3	-0,6789
4	-0,8506
5	-0,6150
6	-0,7011
7	-0,6931
8	-0,7061
9	-0,6373
10	-0,8949
11	-0,4169
12	0,2364

Bu tartılarla yapılan geçmiş dönem tahmini gözlem değerleri ve HKO, Tablo-5 de sunulmuştur.

2.1.6 İleriye Dönük Tahmin Modelinin Yazılması

Kısım 2.1.5 de bulunan eniyilenmiş tartılar, (2.1) eşitliğinde yerine konularak, birinci fark serisi için en küçük HKO değerini veren aşağıdaki GUA modeli oluşturulur:

$$\begin{aligned}
\hat{X}'_t = & (-0,8456) \cdot X'_{t-1} + (-0,6593) \cdot X'_{t-2} \\
& + (-0,6789) \cdot X'_{t-3} + (-0,8506) \cdot X'_{t-4} \\
& + (-0,6150) \cdot X'_{t-5} + (-0,7011) \cdot X'_{t-6} \\
& + (-0,6931) \cdot X'_{t-7} + (-0,7061) \cdot X'_{t-8} \\
& + (-0,6373) \cdot X'_{t-9} + (-0,8949) \cdot X'_{t-10} \\
& + (-0,4169) \cdot X'_{t-11} + (0,2364) \cdot X'_{t-12} \quad (2.4)
\end{aligned}$$

Tablo-5: Eniyilenmiş Tartılarla Yapılan Birinci Fark Serisi Tahminleri ve HKO

DÖNEM	1FS X DEĞERİ	1FS TAH. X	HATA
2	-41,0000	-82,0000	41,0000
3	20,0000	2,0000	18,0000
4	17,0000	35,0000	-18,0000
5	104,0000	88,0000	16,0000
6	2,0000	-48,0000	50,0000
7	-179,0000	-107,0000	-72,0000
8	131,0000	146,0000	-15,0000
9	-87,0000	-52,0000	-35,0000
10	95,0000	40,0000	55,0000
11	-74,0000	-51,0000	-23,0000
12	-44,0000	-44,0000	0,0000
13	5,0000	64,0000	-59,0000
14	-7,0000	-20,0000	13,0000
15	-11,0000	28,0000	-39,0000
16	127,0000	64,0000	63,0000
17	83,0000	79,0000	4,0000
18	-171,0000	-111,0000	-60,0000
19	73,0000	11,0000	62,0000
20	-59,0000	-41,0000	-17,0000
21	54,0000	10,0000	44,0000
22	32,0000	51,0000	-19,0000
23	-121,0000	-114,0000	-7,0000
24	55,0000	17,0000	38,0000
25	-58,0000	-56,0000	-2,0000
26	-36,0000	-21,0000	-15,0000
27	69,0000	39,0000	30,0000
28	134,0000	115,0000	19,0000
29	38,0000	-27,0000	65,0000
30	-134,0000	-127,0000	-7,0000
31	81,0000	21,0000	60,0000
32	-77,0000	-116,0000	39,0000
33	52,0000	74,0000	-22,0000
34	11,0000	-25,0000	36,0000
35	-114,0000	-118,0000	4,0000
36	91,0000	64,0000	27,0000

ITERASYON=
MSE= 1410,34277

232

Yapılan uygulamada gerçek verileri kullanarak ileriye dönük tahmin yapacak GUA modelini oluşturmak amaçlandığından (2.4) modelinin yeniden düzenlenmesi gerekir. Bu dönüşüm de Kısım 1.2.4.6 daki (1.5) eşitliğiyle gerçekleştirilir. Dönüşüm sonucu gerçek seri için GUA modeli aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\begin{aligned}
 \hat{x}_t = & [1 + (-0,8456)] \cdot x_{t-1} \\
 & + [(-0,6593) - (-0,8456)] \cdot x_{t-2} \\
 & + [(-0,6789) - (-0,6593)] \cdot x_{t-3} \\
 & + [(-0,8506) - (-0,6789)] \cdot x_{t-4} \\
 & + [(-0,6150) - (-0,8506)] \cdot x_{t-5} \\
 & + [(-0,7011) - (-0,6150)] \cdot x_{t-6} \\
 & + [(-0,6931) - (-0,7011)] \cdot x_{t-7} \\
 & + [(-0,7061) - (-0,6931)] \cdot x_{t-8} \\
 & + [(-0,6373) - (-0,7061)] \cdot x_{t-9} \\
 & + [(-0,8949) - (-0,6373)] \cdot x_{t-10} \\
 & + [(-0,4169) - (-0,8949)] \cdot x_{t-11} \\
 & + [(0,2364) - (-0,4169)] \cdot x_{t-12} \\
 & + [-(0,2364)] \cdot x_{t-13}
 \end{aligned} \tag{2.5}$$

$$t = 49, 50, \dots, 60$$

Böylece ileriye dönük tahminlerin yapılacağı son aşamaya geçilir.

2.1.7 İleriye Dönük Tahminlerin Yapılması

(2.5) GUA modeli kullanılarak elde edilen gerçek seri gözlem değerleri ve tahminleri Tablo-6 da verilmiştir.

Tablo-6: Gerçek Seri Gözlem Değerleri Tahminleri
ve HKO

DONEM	GER .DEG.	TAH .DEG.	FARK
14	750,0000	707,0229	42,9771
15	770,0000	754,5176	15,4824
16	787,0000	807,2866	-20,2866
17	891,0000	876,4443	14,5557
18	893,0000	837,7109	55,2891
19	714,0000	779,0908	-65,0908
20	845,0000	866,0264	-21,0264
21	758,0000	769,8887	-31,8887
22	853,0000	801,5640	51,4360
23	779,0000	796,9746	-17,9746
24	735,0000	733,6260	1,3740
25	740,0000	803,3833	-63,3833
26	733,0000	718,9927	14,0073
27	722,0000	769,8965	-47,8965
28	849,0000	789,5815	59,4185
29	932,0000	924,3413	7,6587
30	761,0000	816,8081	-55,8081
31	834,0000	777,9109	56,0891
32	776,0000	789,3135	-13,3135
33	830,0000	787,4304	42,5696
34	862,0000	880,4548	-18,4548
35	741,0000	744,1870	-3,1870
36	796,0000	763,4683	32,5317
37	738,0000	739,0352	-1,0352
38	702,0000	719,7107	-17,7107
39	771,0000	746,5195	24,4805
40	905,0000	886,4175	18,5825
41	943,0000	873,2219	69,7781
42	809,0000	811,3188	-2,3188
43	890,0000	830,4441	59,5559
44	813,0000	766,5105	46,4895
45	865,0000	891,1626	-26,1626
46	876,0000	836,8120	39,1880
47	762,0000	753,2993	8,7007
48	853,0000	829,9495	23,0505

HKO= 1395,955

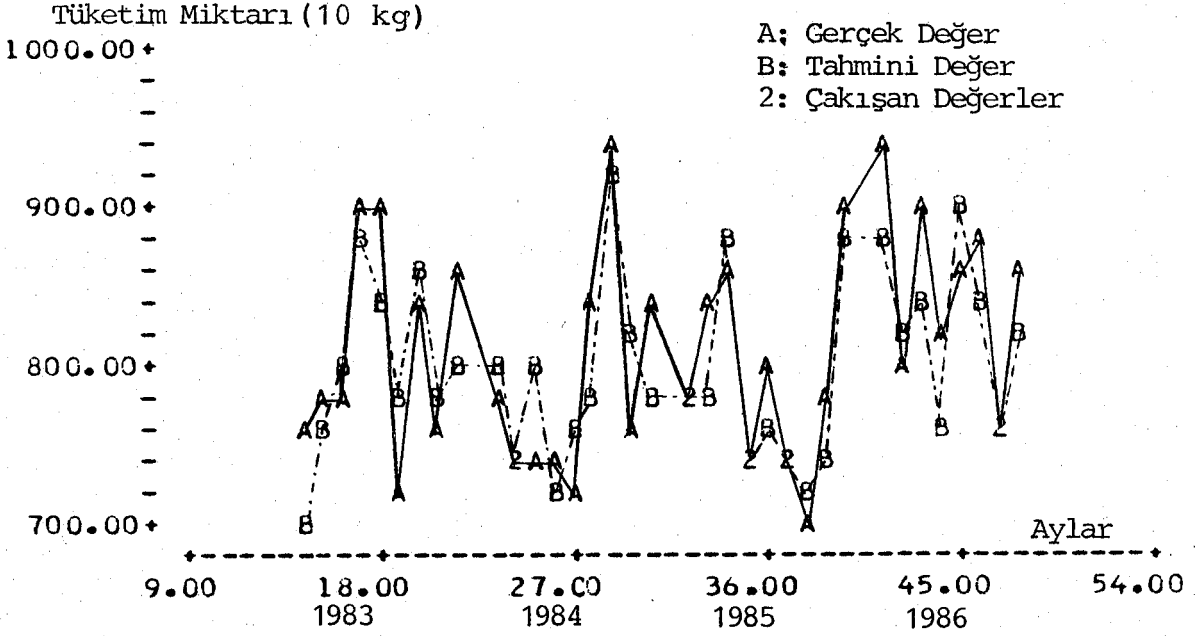
Aynı GUA modeline dayanarak ileriye dönük bir yıllık tahminler yapıldığında aşağıdaki sonuçlar elde edilir:

<u>DÖNEM</u>	<u>TAHMİNLER (kg)</u>
49	710.289
50	718.094
51	805.551
52	910.795
53	901.269
54	839.446
55	862.544
56	799.040
57	908.634
58	820.322
59	814.064
60	836.909

İleriye dönük bu tahminlerin yorumlamasına geçmeden önce modelin uygunluğunu test edilmesi, tahminlerin tutarlılığı açısından önemlidir.

2.1.8 Modelin Uygunluğunun Testi

Bu aşamada, ileriye dönük tahminleri yapmada yararlanılacak (2.5) GUA modelinin uygunluğu iki yolla sınıanacaktır. Şekil 2.3 de gerçek gözlem değerlerinin oluşturduğu seri ile tahminlerin oluşturduğu serinin grafiklerinin karşılaştırılmış şekli görülmektedir. Bu iki seri tahminleri arasındaki farkların (tahmin hatalarının) istatistiksel olarak önemli olup olmadığı araştırılacaktır.



Şekil 2.3 Gerçek ve Tahmini Aylık Tüpgaz Tüketim Zaman Serileri Karşılaştırma Grafiği

Tahmin hataları otokorelasyon katsayılarının dağılımı Tablo-7 de görüldüğü gibidir. Hataların tamamı $\pm 2/\sqrt{34} = \pm 0,343$ limitleri arasında kalmaktadır. Bu da (2.5) GUA modelinin ileriye dönük tahmin için uygun olduğunu gösterir.

Modelin uygunluğunu, Box-Pierre tarafından geliştirilen Q istatistiğine dayanarak da sınamak mümkündür.

$$Q = n \cdot \sum_{k=1}^K r_k^2 \quad (a) \quad \text{ve} \quad n = N-d$$

Bu eşitlikte,

r_k (a) : k. dönem tahmin hatası otokorelasyon katsayısı,

N : Örneklem hacmi,

d : Fark alma derecesi,

K : Hesaplanan otokorelasyon katsayısı miktarı

olarak adlandırılır. Q istatistiği,

Tablo-7: Geçmiş Dönem Tahmin Hataları Otokorelasyon Katsayılarının Dağılımı

k	r(k)	-1,0	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
1	-0,272						XXXXXXXX					
2	0,135							XXXX				
3	-0,022							XX				
4	0,131							XXXX				
5	0,164							XXXXX				
6	-0,083							XXX				
7	0,009							X				
8	0,085							XXX				
9	-0,112							XXXX				
10	0,077							XXX				
11	0,054							XX				
12	-0,197							XXXXXX				
13	0,119							XXXXX				
14	-0,154							XXXXX				
15	0,174							XXXXX				
16	-0,238							XXXXXXXX				
17	-0,060							XXX				
18	0,003							X				
19	-0,000							X				
20	-0,121							XXXX				
21	-0,066							XXX				
22	-0,038							XX				
23	-0,078							XXX				
24	-0,074							XXX				
25	-0,046							XX				
26	0,118							XXXX				
27	-0,078							XXX				
28	-0,006							X				
29	0,047							XX				
30	0,020							X				
31	-0,019							X				
32	0,014							X				
33	0,003							X				
34	0,011							X				

$$Q = 47 \cdot \sum_{k=1}^{34} r_k^2 \quad (a) = 47 \cdot 0,3031 = 18,0057$$

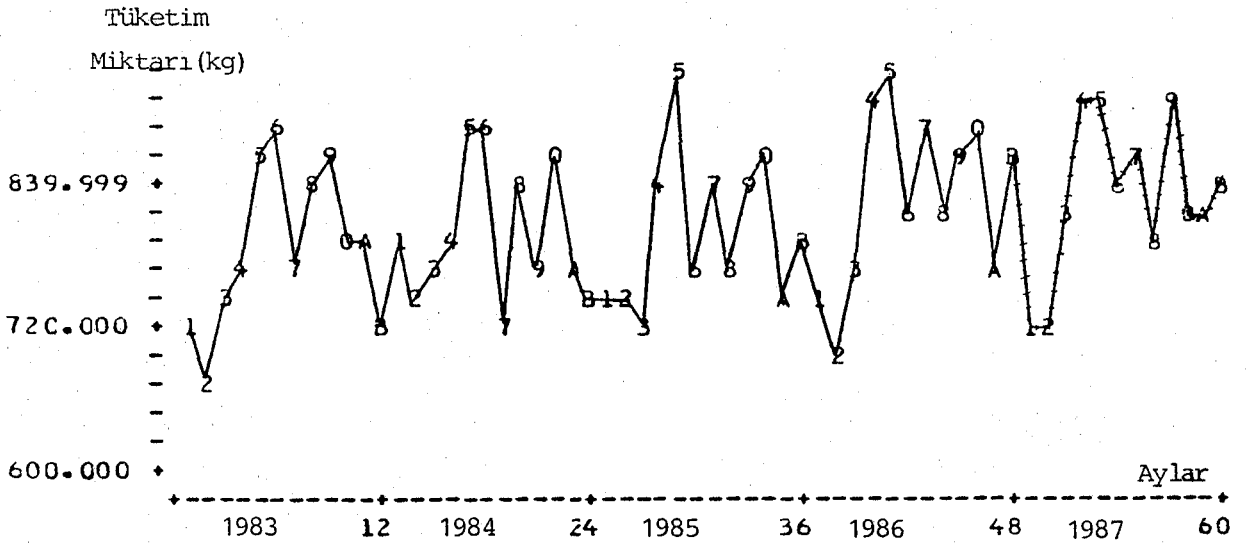
ve serbestlik derecesi de,

$$s.d = K - m = 34 - 12 = 22$$

olarak bulunur. Q istatistiği yaklaşık olarak χ^2 dağılımı gösterdiğinden, 22 s.d. ve %5 anlam düzeyine göre χ^2 değeri tablodan 33,9 olarak bulunur. $18,0057 < 33,9$ olduğundan tahmin hatalarının rassal olarak dağıldığına ve (2.5) GUA modelinin Eskişehir aylık tüpgaz tüketim miktarı zaman serisi için uygun olduğuna %95 güvenirlilikle karar verilir.

2.1.9 Tahmin Sonuçlarının Yorumu

Eskişehir aylık tüpgaz tüketim miktarı zaman serisine GUA yöntemi uygulanarak elde edilen ve uygunluğu gösterilen (2.5) GUA modeline dayanarak yapılan ileriye dönük 12 aylık tahminlerin seyri aşağıdaki gibidir:



Şekil 2.4 Eskişehir Aylık Tüpgaz Tüketiminde Geçmiş ve İleriye Dönük Tahminler Grafiği

Şekil 2.4 incelendiğinde 1983-1986 yılları arasında var olan mevsimselliğin, 1987 yılında da aynen devam edeceği,

1986 Aralık ayındaki tüketimden sonra 1987 Ocak ve Şubat aylarında tüketimin düşeceği ve Mart ayında biraz artıp, Nisan ve Mayıs aylarında artışın devam edeceği görülmektedir. Bu iniş ve çıkışların nedenlerinden biri, kış aylarında tüketilen katı yakıt olabilir. Çünkü, kışın kullanılan odun ve kömür gibi katı yakıtlardan ısınma amacı dışında yemek yapma, su ısıtma vb. gibi ev işlerinde de faydalanılabilir. Bu nedenle, kış aylarında kullanılan tüpgaz miktarında bir düşme olacaktır. Yaz aylarında da ilkbahar aylarına göre tüpgaz tüketimi biraz düşmektedir. Eylül ayında havaların yavaş yavaş soğuması, ısınma amacıyla tüpgaz tüketimini artıracaktır. Kasım ve Aralık aylarında ısınma için katı yakıtla geçilebileceğinden tüketimde yine bir düşme beklenir.

Aylık tüpgaz tüketimi uygulamasıyla bu çalışmada amaçlanan aylık tahmin değerleri elde edilmiştir.

Karşılaşılan özel problem için mevsimlik tahminler anlamlı oluyorsa, tahminlerin mevsimlik yapılması zaman ve işlem açısından daha ekonomik olacaktır. Gerçekte, mevsimlik olarak yapılacak uygulamada 12 yerine 4 parametre kullanımı hem modeli daha basite indirgeyecek, mevsimsellik nedeniyle tahminlerin daha isabetli olmasını sağlayacak hem de daha az işlemle sonuca götürecektir. Tüm bu söylenenlere yeterli açıklık sağlamak için aşağıda üçer aylık toplamlar alınarak ilgili model kurulmuş ve tahminler yapılmıştır.

2.2 GUA Yönteminin Eskişehir Üçaylık Tüpgaz Tüketimine Uygulama Denemesi

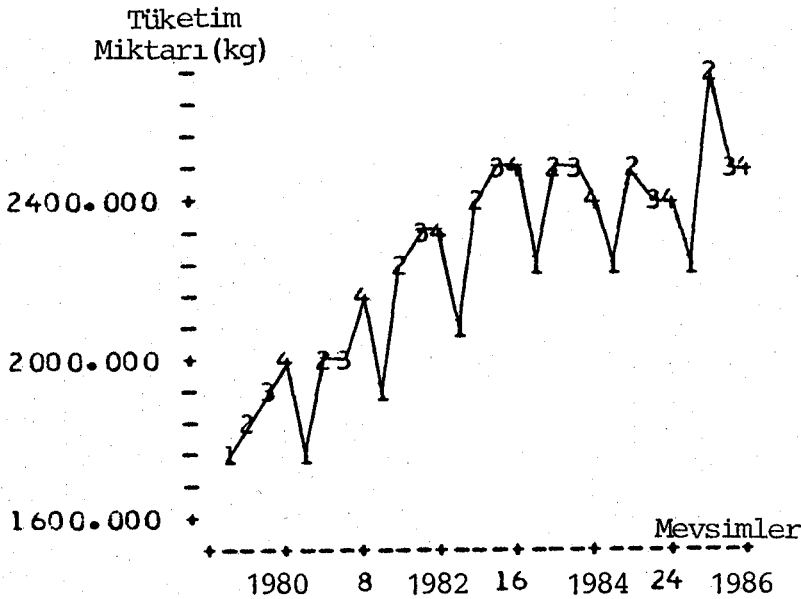
48 aylık inceleme dönemine ilişkin, üçer aylık toplamlar Tablo-8 de verilmiştir.

GUA yöntemi, Tablo-8 deki üçaylık tüpgaz tüketim miktarı zaman serisi gözlem değerlerine aşama aşama uygulanmıştır.

Tablo-8: Eskişehir Üçaylık Tüpgaz Tüketim Miktarı
Zaman Serisi Değerleri(1.000 kg)

Yıllar Mevsimler	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
KIŞ	1722	1725	1930	2104	2271	2208	2236
İLKBAHAR	1807	2017	2258	2381	2448	2503	2729
YAZ	1887	1998	2292	2471	2452	2371	2512
SONBAHAR	1960	2155	2350	2440	2390	2433	2503

Şekil 2.5 de 28 üçaylık veriden oluşan zaman serisi grafiğine bakıldığında belirgin bir trend ve periyodu dört dönem olan bir mevsimsellik görülmektedir. Bu etkenler Tablo-9 da ki otokorelasyon katsayıları dağılımıyla daha da açık olarak görülmektedir. Bu dağılımda otokorelasyon



Şekil 2.5 Eskişehir Üçaylık Tüpgaz Tüketim Miktarı
Zaman Serisi Grafiği

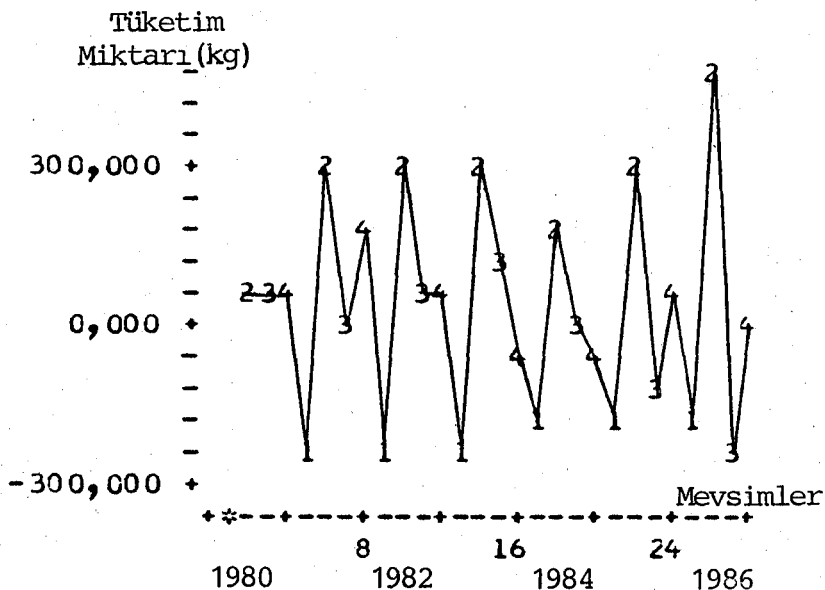
katsayıları, $\pm 2/\sqrt{28} = \pm 0,378$ güven sınırları dışına taşmaktadır. Ayrıca, belirgin olan trendin varlığı serinin durağan olmadığını gösterir. Bunun için serinin birinci farkı alınmış-

tır. Yeni oluşan birinci fark serisi grafiği Şekil 2.6 ya bakıldığında, seride trend etkeninin yok edilmekle birlikte, mevsimsellik etkeninin varlığını koruduğu görülmektedir.

Tablo-9: Eskişehir Üçaylık Tüpgaz Tüketim Miktarı
Zaman Serisi Otokorelasyon Katsayıları
Dağılımı

k	r(k)	-1,0	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
1	0,642						XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX				
2	0,603						XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX				
3	0,455						XXXXXXXXXX	XXXX				
4	0,588						XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX				
5	0,250						XXXXXX					
6	0,217						XXXXXX					
7	0,136						XXXX					
8	0,213						XXXXXX					
9	-0,055						XX					
10	-0,061						XXX					
11	-0,083						XXX					
12	-0,013						X					
13	-0,250					XXXXXX						
14	-0,219					XXXXXX						
15	-0,230					XXXXXX						
16	-0,139					XXXX						
17	-0,311					XXXXXXXXXX						
18	-0,249					XXXXXX						
19	-0,275					XXXXXX						
20	-0,210					XXXXXX						
21	-0,338					XXXXXXXXXX						
22	-0,259					XXXXXX						
23	-0,257					XXXXXX						
24	-0,201					XXXXXX						
25	-0,245					XXXXXX						
26	-0,135					XXXX						
27	-0,072					XXX						

Tablo-10 da birinci fark serisi otokorelasyon katsayılarına bakıldığında, trendin yok edildiği ve istatistiksel olarak anlamlı otokorelasyon katsayılarının dönemlerinin 4,8 ve 12. dönemler olduğudur. Bu dönemler fark serisinin dört periyodlu mevsimsellik içerdiğini ve modeldeki tartı sayısının dört tane olacağıdır. Buna göre GUA modeli aşağıdaki gibi yazılabilir:



Şekil 2.6 Eskişehir Üç aylık Tüpgaz Tüketim Miktarı
Birinci Fark Serisi Grafiği

Tablo-10: Birinci Fark Serisi Otokorelasyon Katsayıları
Dağılımı

k	r(k)	-1,0	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
1	-0,584			XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX								
2	0,162						XXXXX					
3	-0,371				XXXXXXXXXXXX							
4	0,693							XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX				
5	-0,424			XXXXXXXXXXXX								
6	0,026						XX					
7	-0,149					XXXXX						
8	0,470							XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX				
9	-0,357			XXXXXXXXXXXX								
10	0,035						XX					
11	-0,104					XXXX						
12	0,391							XXXXXXXXXXXX				
13	-0,388			XXXXXXXXXXXX								
14	0,140							XXXX				
15	-0,139					XXXX						
16	0,333							XXXXXXXXXX				
17	-0,348			XXXXXXXXXXXX								
18	0,168							XXXX				
19	-0,117					XXXX						
20	0,196							XXXXXX				
21	-0,202				XXXXXX							
22	0,065							XXX				
23	0,010							X				
24	0,012							X				
25	-0,016							X				
26	-0,002							X				

$$\hat{X}'_t = W_1 X'_{t-1} + W_2 X'_{t-2} + W_3 X'_{t-3} + W_4 X'_{t-4} \quad (2.6)$$

Bilindiği gibi bu tartılara, birer başlangıç tartılarının atanması gerekmektedir. Başlangıç tartılarının belirlenmesi için Yule-Walker denklem sistemi yardımıyla;

$$[R_m] = \begin{bmatrix} 1,0000 & -0,5842 & 0,1621 & -0,3711 \\ -0,5842 & 1,0000 & -0,5842 & 0,1621 \\ 0,1621 & -0,5842 & 1,0000 & -0,5842 \\ -0,3711 & 0,1621 & -0,5842 & 1,0000 \end{bmatrix}$$

$$[R_m]^{-1} = \begin{bmatrix} 2,98538 & 2,76379 & 2,30172 & 2,00453 \\ 2,76379 & 4,19808 & 3,34918 & 2,30172 \\ 2,30172 & 3,34918 & 4,19808 & 2,76379 \\ 2,00453 & 2,30172 & 2,76379 & 2,98538 \end{bmatrix}$$

$$[r_m] = \begin{bmatrix} -0,5842 \\ 0,1621 \\ -0,3711 \\ 0,6928 \end{bmatrix} \quad [W_m] = \begin{bmatrix} -0,761478 \\ -0,582343 \\ -0,444920 \\ 0,244691 \end{bmatrix}$$

elde edilir. Bu sonuçlara göre, başlangıç tartıları modeldeki yerine konulursa,

$$\hat{X}'_t = (-0,7615) X'_{t-1} + (-0,5823) X'_{t-2} + (-0,4449) X'_{t-3} + (-0,2447) X'_{t-4} \quad (2.7)$$

eşitliği oluşur.

(2.7) GUA modelindeki tartı sayısı dört olduğundan $K=1/4 = 0,25$ olarak seçilir. Fakat, yapılan sınamalarla $K=0,0057$ değeri işlemleri daha hızlı sonuca ulaştırır ve HKO da daha küçüktür. Bu değer, (1.2) de yerine konursa;

$$W'_{ti} = W_{ti} + 2(0,0057) \bar{e}'_t \bar{X}'_{t-i} \quad (2.8)$$

$$i = 1, 2, 3, 4$$

$$t = 6, 7, \dots, 28$$

eşitliği elde edilir.

Kısım 1.2.4.5deki standartlaştırma ve tartıları eniyileme işlemleri aynen birinci fark serisine uygulanır. Bu eniyileme işlemi, EK-5 de görüldüğü gibi 1410. iterasyonda HKO=7468,33 değeriyle son bulur. Böylece 1410. iterasyondaki tartılar, eniyilenmiş tartı değerleri olarak kabul edilir. Bu tartılar aşağıda görüldüğü gibidir:

TARTILAR

-0,3616

-0,0720

-0,0092

0,9149

Bulunan eniyilenmiş tartılar, (2.6) GUA modelinde yerine konursa, birinci fark serisi için en küçük HKO değerini veren GUA modeli oluşturulur:

$$\begin{aligned} \hat{X}'_t = & (-0,3616) X'_{t-1} + (-0,0720) X'_{t-2} + (-0,0092) X'_{t-3} \\ & + (0,9149) X'_{t-4} \end{aligned} \quad (2.9)$$

Gerçek seri gözlem değerleri kullanılarak ileriye dönük tahminler yapılacağından, birinci fark serisi için bulunan (2.9) GUA modelinin yeniden düzenlenmesi gerekir. Bu düzenlemede (1.5) dönüşümüyle yapılır. Bu dönüşüm sonucu elde edilen GUA modeli aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} \hat{X}_t = & [1 + (-0,3616)] \cdot X_{t-1} \\ & + [(-0,0720) - (-0,3616)] \cdot X_{t-2} \\ & + [(-0,0092) - (-0,0720)] \cdot X_{t-3} \\ & + [(0,9149) - (-0,0092)] \cdot X_{t-4} \\ & + [-(0,9149)] \cdot X_{t-5} \end{aligned} \quad (2.10)$$

$$t = 29, 30, \dots, 37$$

(2.10) GUA modeli kullanılarak elde edilen geçmiş dönem tahminleri ve ileri dönemler için hesaplanan tahminler Tablo-11 de görüldüğü gibidir:

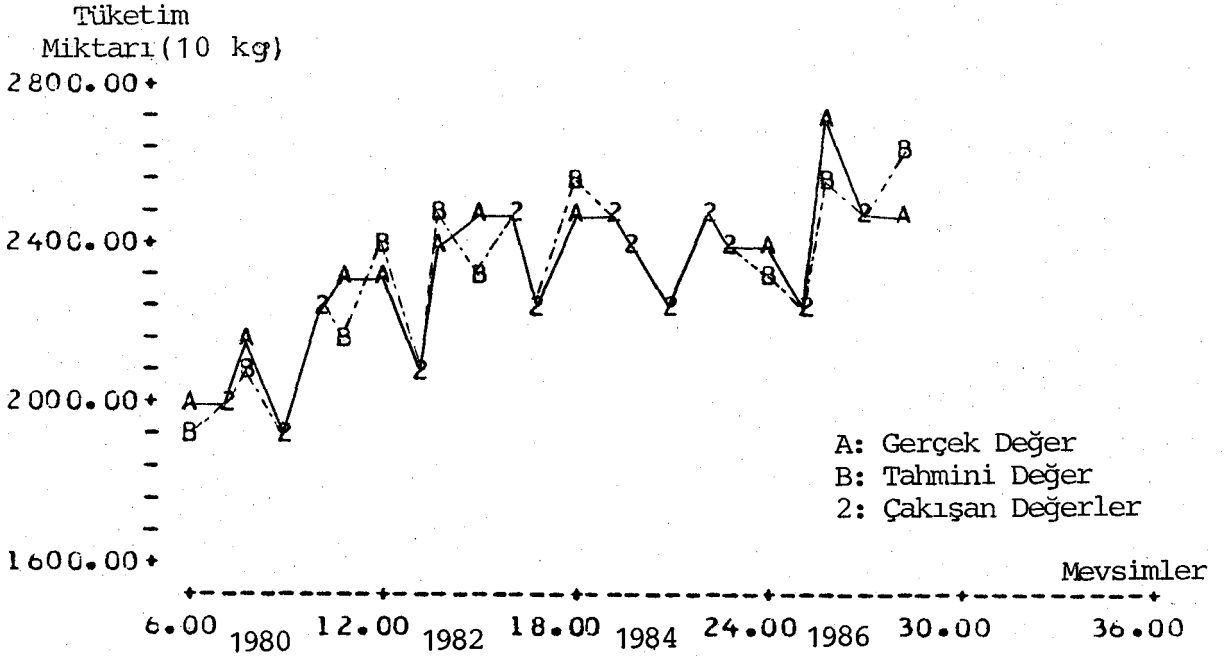
Tablo-11: Geçmiş Dönem Gözlem Değerlerinin Tahminleri ve İleriye Dönük Tahminler

DONEM	GER. DEG.	TAH. DEG.	FARK
6	2017,0000	1881,7500	135,2500
7	1998,0000	2000,8530	-2,8530
8	2155,0000	2052,7957	102,2043
9	1930,0000	1881,9084	48,0916
10	2258,0000	2267,3811	-9,3811
11	2292,0000	2136,7668	155,2332
12	2350,0000	2401,7983	-51,7983
13	2104,0000	2117,7087	-13,7087
14	2381,0000	2488,5518	-107,5518
15	2471,0000	2329,1213	141,8787
16	2440,0000	2473,8389	-33,8389
17	2271,0000	2217,1150	53,8850
18	2448,0000	2586,9414	-138,9414
19	2452,0000	2478,7908	-26,7908
20	2390,0000	2411,0022	-21,0022
21	2208,0000	2255,8840	-47,8840
22	2503,0000	2440,1750	62,8250
23	2371,0000	2413,6614	-42,6614
24	2433,0000	2342,4414	90,5586
25	2236,0000	2250,8584	-14,8584
26	2729,0000	2573,8809	155,1191
27	2512,0000	2443,5776	68,4224
28	2503,0000	2613,5068	-110,5068

HK0= 7467,867

DONEM	TAHMINLER (1000 kg)
29	2337,1067
30	2850,7832
31	2478,5312
32	2569,4446
33	2406,8704
34	2932,4983
35	2412,7268
36	2647,5027
37	2446,4556

Tahminlerin tutarlı olup olmadığını kabul etmek için (2.10) GUA modelinin uygunluğunun sınanması gerekir. Şekil 2.7 de gerçek ve tahmin değerlerinin oluşturduğu seri grafiklerinin çalıştırılmış şekli görülmektedir.



Şekil 2.7 Gerçek ve Tahmin Serilerinin Karşılaştırmalı Grafiği

Tahmin hataları otokorelasyon katsayılarının dağılımı Tablo-12 deki gibidir. Hataların tamamı $\pm 2/\sqrt{22} = \pm 0,4264$ limitleri arasında kalmaktadır. Bu sonuçta (2.10) GUA modelinin ileriye dönük tahmin için uygun olduğunu gösterir.

Modeli, Q istatistiğine göre de sınamak mümkün olduğundan, buna göre;

$$Q = 27 \cdot 0,5721$$

$$Q = 15,3956 \text{ ve s.d} = 22 - 4 = 18$$

olur.

18 serbestlik derecesine ve %5 anlam düzeyine göre χ^2 tablo değeri 28,9 dir.

$$15,3956 < 28,9$$

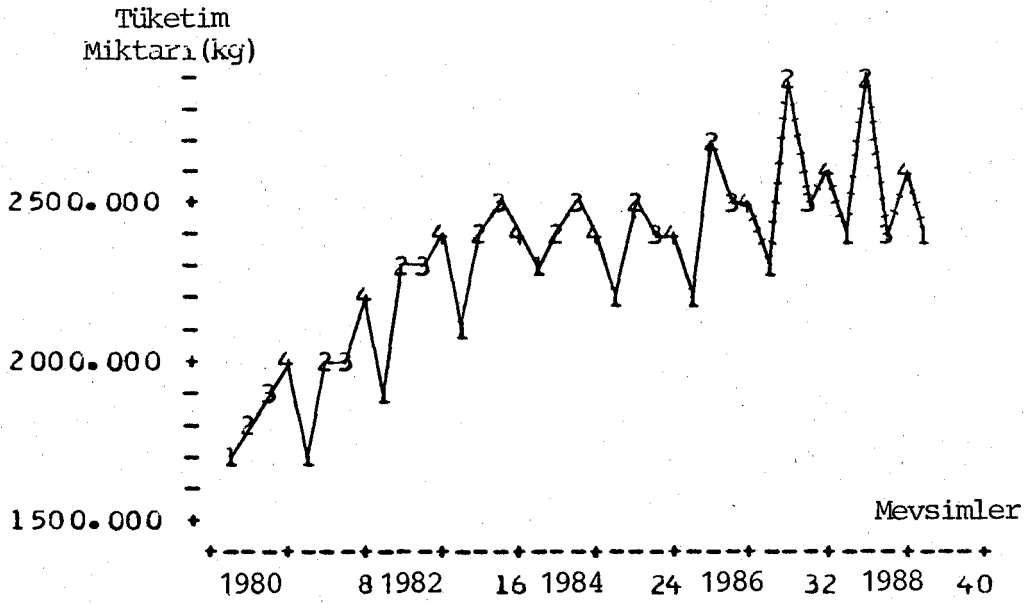
Tablo-12: Tahmin Hataları Otokorelasyon
Katsayıları Dağılımı

k	r(k)	-1,0	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
1	-0,268						XXXXXXXX					
2	0,231							XXX XXXX				
3	-0,176						XXXXXX					
4	0,075							XXX				
5	0,104							XXXXX				
6	-0,170						XXXXXX					
7	0,037							XXX				
8	-0,332						XXXXXXXXXX					
9	0,206							XXX XXX				
10	-0,176						XXXXXX					
11	0,160							XXX XX				
12	-0,246						XXXXXXXX					
13	-0,128						XXXXXX					
14	-0,016							X				
15	0,054							XX				
16	0,146							XXX XX				
17	-0,157						XXXXXX					
18	0,158							XXX XX				
19	-0,037							XX				
20	0,027							XX				
21	0,052							XX				
22	-0,091							XXX				

olduğundan tahmin hatalarının rassal olarak dağıldığına ve (2.10) GUA modelinin Eskişehir üçaylık tüpgaz tüketim miktarı zaman serisi için uygun olduğuna %95 güvenilirlikle karar verilir.

Şekil 2.8 e bakıldığında 1980-1986 yılları üçaylık verilerinden oluşan serideki dört periyodluk mevsimselliğin, 1987 ve 1988 yıllarında da devam edeceği görülmektedir. Buna göre, kış aylarında tüketimde düşme, ilkbaharda belirgin bir artış, yaz aylarında biraz düşme ve sonbaharda tekrar bir artışın olacağı beklenmektedir. Kısım 2.1.9 da da değinildiği gibi, katı yakıt tüketimi nedeniyle kış aylarında düşüşün; bahar aylarında havaların serin olması ve katı ya-

kıt kullanılmaması nedeniyle de tüpgaz tüketiminin artış göstereceği beklenir.



Şekil 2.8 Üçaylık Veriler İçin Geçmiş ve İleriye
Dönük Tahminler Grafiği

SONUÇ VE ÖNERİLER

Eskişehir ilinin tüpgaz tüketimine ilişkin tahminler için, çalışmada GUA yöntemi benimsenmiş ve sonuçlar bu yöntemle ilişkin model uyarınca elde edilmiştir.

Uygulamada kullanılan aylık verilerde açık bir mevsimsellik görüldüğünden, mevsimlik tahminler için ikinci bir uygulama yapılmış ve en az aylık sonuçlar kadar tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre bahar aylarında yaz ve kış aylarına göre artışlar görülecektir.

Sınanarak uygunluğu kabul edilen modeller, uygulama yerindeki koşullar aynı kaldığı sürece başarılı olarak kullanılabilir. Ancak, her planlama devresinden önce koşulların değişip değişmediğini belirleyebilmek için, gerekli hipotez testlerin yapılması yerinde olur.

İlgili modeller oluşturulurken gerekli olan bilgisayar programları EK-7, EK-8, EK-9 ve EK-10 da sunulmuştur. Ayrıca, yararlanılan paket programlar ve programların uygulama biçimi EK-6 da verilmiştir.

Karşılaşılan özel problemlere ilişkin GUA modelinin elde edilmesinde gerekli olan bilgisayar programlarının bir paket halinde düzenlenmesi, uygulamada büyük kolaylıklar getirecektir. Böyle bir paket, kanımızca ayrı bir çalışmaya konu oluşturacak önem ve özelliğindedir.

EKLER

EK-1: Eskişehir Aylara Göre Tüpgaz Tüketim Miktarları

 *** ESKİŞEHİR'DE AYLARA GÖRE TÜPGAZ TÜKETİMİ(KG.) ***

**** KASIM-1979 / SUBAT-1987 ****

AY SAY.	AYGAZ	IPRAGAZ	MUTFAKG	TCP(KG)	AY-YIL
1	434893	65234	0	500127	KASIM-1979
2	417905	62686	0	480591	
3	502597	75389	0	577986	OCAK -1980
4	576512	86477	0	662989	
5	488031	73205	0	561236	
6	542591	81389	0	623980	
7	541044	81157	0	622201	
8	572000	85800	0	657800	
9	579049	86857	0	665906	
10	489457	73418	0	562875	
11	586542	87981	0	674523	
12	587436	88115	0	675551	
13	529490	79423	0	608913	
14	455310	68296	0	523606	
15	584649	87697	0	672346	OCAK -1981
16	459906	68986	0	528892	
17	511518	76728	0	588246	
18	566760	85014	0	651774	
19	588948	88342	0	677290	
20	513362	77004	0	590366	
21	731327	109699	0	841026	
22	492698	73905	0	566603	
23	623643	93546	0	717189	
24	625060	93759	0	718819	**NOT: MUTFAKGAZ 1982' SATISA BASLADI.
25	625060	93759	0	718819	
26	549185	82378	0	631563	
27	501099	75165	74628	650892	OCAK -1982
28	495682	74352	77409	647443	
29	577550	86632	85647	749829	
30	582626	87394	84554	754574	
31	582626	87394	83324	753344	
32	543224	81484	79654	704362	
33	673409	101011	79868	854288	
34	567527	85129	80973	733629	
35	627551	94133	82350	804034	
36	614303	92145	78658	785106	
37	591251	88688	80632	760571	
38	562795	84419	76542	723756	
39	556787	83518	78690	718995	OCAK -1983
40	516109	77416	67549	661074	
41	577304	86596	74356	738256	
42	607843	91176	78642	777661	
43	681467	102220	80945	864632	
44	693559	104034	82341	879934	
45	590083	88512	79868	758463	
46	652717	97907	82131	832755	
47	682030	102304	75465	859799	

48	618912	92837	69875	781624	
49	632081	94812	71231	798124	
50	578299	86745	65437	730481	
51	616662	92499	81926	791087	CCAK -1984
52	582273	87341	80196	749810	
53	596544	89482	83656	769682	
54	616942	92541	77464	786947	
55	700703	105105	85228	891036	
56	699807	104971	88611	893389	
57	556443	83466	74507	714416	
58	660375	99056	85572	845003	
59	593928	89089	74753	757770	
60	668490	100273	83998	852761	
61	623167	93475	62676	779318	
62	590755	88613	55716	735084	
63	571812	85772	82346	739930	CCAK -1985
64	566680	85002	81200	732882	
65	555270	83290	83556	722116	
66	669410	100411	78964	848785	
67	736027	110404	85328	931759	
68	585568	87835	87671	761074	
69	659222	98883	76231	834336	
70	599860	89979	85679	775518	
71	656014	98402	75153	829569	
72	676425	101464	84599	862488	
73	587891	88184	64576	740651	
74	641875	96281	57686	795842	
75	594787	89218	53575	737580	CCAK -1986
76	559736	83960	57938	701634	
77	606886	91033	73325	771244	
78	712611	106892	85900	905403	
79	740363	111054	92051	943468	
80	637313	95597	76097	809007	
81	699049	104857	85603	889509	
82	637641	95646	79511	812798	
83	680813	102122	81666	864601	
84	683965	102595	89249	875809	
85	595978	89397	76567	761942	
86	673696	101054	78200	852950	
87	626942	94041	83421	804404	CCAK -1987
88	585713	87857	81256	754826	

EK-2: Eskişehir Aylara Göre Tüpgaz Tüketim Miktarı Zaman Serisi Otokorelasyon Katsayılarının Dağılımı

k	r(k)	-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	C.C	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
1	0.231							XXXXXX				
2	0.058							XX				
3	-0.080							XXX				
4	-0.192							XXXXXX				
5	0.009							X				
6	-0.177							XXXXX				
7	-0.094							XXX				
8	-0.139							XXXX				
9	-0.018							X				
10	-0.102							XXXX				
11	0.305							XXXXXXXXXX				
12	0.442							XXXXXXXXXXXX				
13	0.066							XXX				
14	0.031							XX				
15	-0.179							XXXXX				
16	-0.142							XXXXX				
17	-0.049							XX				
18	-0.117							XXXX				
19	-0.105							XXXX				
20	-0.079							XXX				
21	-0.127							XXXX				
22	-0.025							XX				
23	0.348							XXXXXXXXXX				
24	0.158							XXXXX				
25	0.113							XXXX				
26	-0.006							X				
27	-0.167							XXXXX				
28	0.033							XX				
29	-0.126							XXXX				
30	-0.074							XXX				
31	-0.050							XX				
32	-0.056							XX				
33	-0.047							XX				
34	0.046							XX				
35	0.185							XXXXXX				
36	0.114							XXXX				
37	0.080							XXX				
38	-0.089							XXX				
39	-0.130							XXXX				
40	-0.026							XX				
41	-0.077							XXX				
42	-0.064							XXX				
43	-0.051							XX				
44	-0.070							XXX				
45	-0.019							X				
46	-0.019							X				
47	-0.021							XX				

EK-3: Birinci Fark Serisi Otokorelasyon Katsayılarının Dağılımı

k	r(k)	-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
1	-0.401					XXXXXXX						
2	-0.024						XX					
3	-0.005						X					
4	-0.177					XXXXX						
5	0.250						XXXXXX					
6	-0.200					XXXXXX						
7	0.082						XXX					
8	-0.098						XXX					
9	0.139						XXX X					
10	-0.313					XXXXXXXX						
11	0.157						XXX XX					
12	0.350						XXXXXXXXXXX					
13	-0.231					XXXXXXXX						
14	0.101						XXX X					
15	-0.156					XXXXX						
16	-0.000						X					
17	0.099						XXX					
18	-0.091						XXX					
19	-0.004						X					
20	0.039						XX					
21	-0.053						XX					
22	-0.204					XXXXXX						
23	0.363						XXXXXXXXXXX					
24	-0.095						XXX					
25	0.039						XX					
26	0.011						X					
27	-0.193					XXXXXX						
28	0.249						XXXXXXXX					
29	-0.166					XXXXX						
30	0.006						X					
31	0.003						X					
32	0.021						XX					
33	-0.045						XX					
34	-0.061						XXX					
35	0.147						XXXXX					
36	-0.030						XX					
37	0.067						XXX					
38	-0.065						XXX					
39	-0.075						XXX					
40	0.118						XXXXX					
41	-0.067						XXX					
42	0.000						X					
43	0.002						X					
44	-0.019						X					
45	0.045						XX					
46	-0.018						X					

EK-4: Aylık Tüpgaz Tüketim Miktarı Zaman Serisi Tartıları
Eniyileme İterasyonları ve HKO

ITERASYON=	1	MSE= 1535.77124	
MSE= 1765.37134		ITERASYON=	29
ITERASYON=	2	MSE= 1535.71411	
MSE= 1691.14282		ITERASYON=	30
ITERASYON=	3	MSE= 1554.57129	
MSE= 1638.71411		ITERASYON=	31
ITERASYON=	4	MSE= 1555.79980	
MSE= 1642.82837		ITERASYON=	32
ITERASYON=	5	MSE= 1557.54272	
MSE= 1604.94263		ITERASYON=	33
ITERASYON=	6	MSE= 1537.34277	
MSE= 1611.62842		ITERASYON=	34
ITERASYON=	7	MSE= 1528.17139	
MSE= 1606.48560		ITERASYON=	35
ITERASYON=	8	MSE= 1545.17139	
MSE= 1571.74268		ITERASYON=	36
ITERASYON=	9	MSE= 1536.62842	
MSE= 1588.45703		ITERASYON=	37
ITERASYON=	10	MSE= 1547.65698	
MSE= 1590.88550		ITERASYON=	38
ITERASYON=	11	MSE= 1524.19995	
MSE= 1580.97119		ITERASYON=	39
ITERASYON=	12	MSE= 1516.08569	
MSE= 1581.97119		ITERASYON=	40
ITERASYON=	13	MSE= 1524.71411	
MSE= 1577.22852		ITERASYON=	41
ITERASYON=	14	MSE= 1520.74268	
MSE= 1581.08569		ITERASYON=	42
ITERASYON=	15	MSE= 1520.05713	
MSE= 1561.48560		ITERASYON=	43
ITERASYON=	16	MSE= 1546.28564	
MSE= 1564.71411		ITERASYON=	44
ITERASYON=	17	MSE= 1537.34277	
MSE= 1579.14282		ITERASYON=	45
ITERASYON=	18	MSE= 1513.48560	
MSE= 1567.88550		ITERASYON=	46
ITERASYON=	19	MSE= 1494.31421	
MSE= 1575.37134		ITERASYON=	47
ITERASYON=	20	MSE= 1483.59985	
MSE= 1545.71411		ITERASYON=	48
ITERASYON=	21	MSE= 1506.82837	
MSE= 1538.22852		ITERASYON=	49
ITERASYON=	22	MSE= 1498.31421	
MSE= 1568.79980		ITERASYON=	50
ITERASYON=	23	MSE= 1500.45703	
MSE= 1570.00000		ITERASYON=	51
ITERASYON=	24	MSE= 1502.51416	
MSE= 1550.25708		ITERASYON=	52
ITERASYON=	25	MSE= 1503.42847	
MSE= 1564.42847		ITERASYON=	53
ITERASYON=	26	MSE= 1499.25708	
MSE= 1558.11426		ITERASYON=	54
ITERASYON=	27	MSE= 1502.02856	
MSE= 1545.59985		ITERASYON=	55
ITERASYON=	28	MSE= 1500.31421	

ITERASYON=	56	MSE= 1482.82837	
MSE= 1513.00000		ITERASYON=	84
ITERASYON=	57	MSE= 1513.62842	
MSE= 1488.45703		ITERASYON=	85
ITERASYON=	58	MSE= 1504.71411	
MSE= 1480.19995		ITERASYON=	86
ITERASYON=	59	MSE= 1505.97119	
MSE= 1483.11426		ITERASYON=	87
ITERASYON=	60	MSE= 1506.11426	
MSE= 1502.51416		ITERASYON=	88
ITERASYON=	61	MSE= 1485.42847	
MSE= 1487.28564		ITERASYON=	89
ITERASYON=	62	MSE= 1474.14282	
MSE= 1496.25708		ITERASYON=	90
ITERASYON=	63	MSE= 1482.62842	
MSE= 1498.88550		ITERASYON=	91
ITERASYON=	64	MSE= 1465.14282	
MSE= 1496.17139		ITERASYON=	92
ITERASYON=	65	MSE= 1456.48560	
MSE= 1485.65698		ITERASYON=	93
ITERASYON=	66	MSE= 1471.02856	
MSE= 1477.74268		ITERASYON=	94
ITERASYON=	67	MSE= 1471.05713	
MSE= 1506.82837		ITERASYON=	95
ITERASYON=	68	MSE= 1481.62842	
MSE= 1522.65698		ITERASYON=	96
ITERASYON=	69	MSE= 1479.79980	
MSE= 1500.34277		ITERASYON=	97
ITERASYON=	70	MSE= 1465.62842	
MSE= 1486.54272		ITERASYON=	98
ITERASYON=	71	MSE= 1464.45703	
MSE= 1485.34277		ITERASYON=	99
ITERASYON=	72	MSE= 1479.28564	
MSE= 1491.82837		ITERASYON=	100
ITERASYON=	73	MSE= 1473.00000	
MSE= 1504.02856		ITERASYON=	101
ITERASYON=	74	MSE= 1473.05713	
MSE= 1517.31421		ITERASYON=	102
ITERASYON=	75	MSE= 1460.28564	
MSE= 1501.74268		ITERASYON=	103
ITERASYON=	76	MSE= 1471.25708	
MSE= 1493.37134		ITERASYON=	104
ITERASYON=	77	MSE= 1468.62842	
MSE= 1484.74268		ITERASYON=	105
ITERASYON=	78	MSE= 1472.62842	
MSE= 1494.08569		ITERASYON=	106
ITERASYON=	79	MSE= 1474.28564	
MSE= 1501.39990		ITERASYON=	107
ITERASYON=	80	MSE= 1476.45703	
MSE= 1499.94263		ITERASYON=	108
ITERASYON=	81	MSE= 1494.14282	
MSE= 1485.02856		ITERASYON=	109
ITERASYON=	82	MSE= 1504.00000	
MSE= 1484.59985		ITERASYON=	110
ITERASYON=	83	MSE= 1500.19995	

ITERASYON=	111	MSE= 1448.25708	
MSE= 1481.82837		ITERASYON=	139
ITERASYON=	112	MSE= 1442.17139	
MSE= 1459.65698		ITERASYON=	140
ITERASYON=	113	MSE= 1443.25708	
MSE= 1454.45703		ITERASYON=	141
ITERASYON=	114	MSE= 1458.00000	
MSE= 1454.17139		ITERASYON=	142
ITERASYON=	115	MSE= 1449.17139	
MSE= 1453.28564		ITERASYON=	143
ITERASYON=	116	MSE= 1462.34277	
MSE= 1463.48560		ITERASYON=	144
ITERASYON=	117	MSE= 1461.97119	
MSE= 1451.71411		ITERASYON=	145
ITERASYON=	118	MSE= 1449.59985	
MSE= 1453.85693		ITERASYON=	146
ITERASYON=	119	MSE= 1446.08569	
MSE= 1464.02856		ITERASYON=	147
ITERASYON=	120	MSE= 1439.28564	
MSE= 1475.02856		ITERASYON=	148
ITERASYON=	121	MSE= 1452.05713	
MSE= 1471.71411		ITERASYON=	149
ITERASYON=	122	MSE= 1453.08569	
MSE= 1478.97119		ITERASYON=	150
ITERASYON=	123	MSE= 1461.00000	
MSE= 1481.59985		ITERASYON=	151
ITERASYON=	124	MSE= 1462.85693	
MSE= 1484.34277		ITERASYON=	152
ITERASYON=	125	MSE= 1466.08569	
MSE= 1495.42847		ITERASYON=	153
ITERASYON=	126	MSE= 1467.59985	
MSE= 1477.71411		ITERASYON=	154
ITERASYON=	127	MSE= 1452.31421	
MSE= 1463.08569		ITERASYON=	155
ITERASYON=	128	MSE= 1446.85693	
MSE= 1461.97119		ITERASYON=	156
ITERASYON=	129	MSE= 1444.34277	
MSE= 1464.62842		ITERASYON=	157
ITERASYON=	130	MSE= 1430.31421	
MSE= 1456.97119		ITERASYON=	158
ITERASYON=	131	MSE= 1442.59985	
MSE= 1455.68555		ITERASYON=	159
ITERASYON=	132	MSE= 1450.42847	
MSE= 1466.77124		ITERASYON=	160
ITERASYON=	133	MSE= 1460.22852	
MSE= 1471.34277		ITERASYON=	161
ITERASYON=	134	MSE= 1450.94263	
MSE= 1472.54272		ITERASYON=	162
ITERASYON=	135	MSE= 1452.85693	
MSE= 1464.31421		ITERASYON=	163
ITERASYON=	136	MSE= 1435.65698	
MSE= 1452.17139		ITERASYON=	164
ITERASYON=	137	MSE= 1439.88550	
MSE= 1452.02856		ITERASYON=	165
ITERASYON=	138	MSE= 1435.97119	

ITERASYON=	166	MSE= 1439.79980	
MSE= 1433.94263		ITERASYON=	194
ITERASYON=	167	MSE= 1436.00000	
MSE= 1428.37134		ITERASYON=	195
ITERASYON=	168	MSE= 1440.37134	
MSE= 1429.62842		ITERASYON=	196
ITERASYON=	169	MSE= 1441.54272	
MSE= 1444.02856		ITERASYON=	197
ITERASYON=	170	MSE= 1439.45703	
MSE= 1442.31421		ITERASYON=	198
ITERASYON=	171	MSE= 1441.34277	
MSE= 1433.25708		ITERASYON=	199
ITERASYON=	172	MSE= 1439.57129	
MSE= 1436.62842		ITERASYON=	200
ITERASYON=	173	MSE= 1443.02856	
MSE= 1444.17139		ITERASYON=	201
ITERASYON=	174	MSE= 1448.91406	
MSE= 1449.28564		ITERASYON=	202
ITERASYON=	175	MSE= 1441.14282	
MSE= 1457.51416		ITERASYON=	203
ITERASYON=	176	MSE= 1434.65698	
MSE= 1447.25708		ITERASYON=	204
ITERASYON=	177	MSE= 1438.91406	
MSE= 1460.39990		ITERASYON=	205
ITERASYON=	178	MSE= 1431.14282	
MSE= 1456.91406		ITERASYON=	206
ITERASYON=	179	MSE= 1427.65698	
MSE= 1451.65698		ITERASYON=	207
ITERASYON=	180	MSE= 1429.28564	
MSE= 1455.51416		ITERASYON=	208
ITERASYON=	181	MSE= 1418.11426	
MSE= 1448.34277		ITERASYON=	209
ITERASYON=	182	MSE= 1423.71411	
MSE= 1441.88550		ITERASYON=	210
ITERASYON=	183	MSE= 1419.02856	
MSE= 1446.77124		ITERASYON=	211
ITERASYON=	184	MSE= 1429.19995	
MSE= 1444.85693		ITERASYON=	212
ITERASYON=	185	MSE= 1429.79980	
MSE= 1438.94263		ITERASYON=	213
ITERASYON=	186	MSE= 1433.62842	
MSE= 1433.71411		ITERASYON=	214
ITERASYON=	187	MSE= 1436.88550	
MSE= 1431.48560		ITERASYON=	215
ITERASYON=	188	MSE= 1438.54272	
MSE= 1436.39990		ITERASYON=	216
ITERASYON=	189	MSE= 1436.51416	
MSE= 1438.82837		ITERASYON=	217
ITERASYON=	190	MSE= 1429.77124	
MSE= 1438.51416		ITERASYON=	218
ITERASYON=	191	MSE= 1427.65698	
MSE= 1434.45703		ITERASYON=	219
ITERASYON=	192	MSE= 1421.14282	
MSE= 1421.97119		ITERASYON=	220
ITERASYON=	193	MSE= 1428.88550	

ITERASYON=		221	
MSE=	1435.02856		
ITERASYON=		222	
MSE=	1430.51416		
ITERASYON=		223	
MSE=	1428.62842		
ITERASYON=		224	
MSE=	1411.34277		
ITERASYON=		225	
MSE=	1415.48560		
ITERASYON=		226	
MSE=	1415.74268		
ITERASYON=		227	
MSE=	1432.45703		
ITERASYON=		228	
MSE=	1430.00000		
ITERASYON=		229	
MSE=	1435.39990		
2	-41.0000	-82.0000	41.0000
3	20.0000	2.0000	18.0000
4	17.0000	35.0000	-18.0000
5	104.0000	88.0000	16.0000
6	2.0000	-48.0000	50.0000
7	-179.0000	-106.0000	-73.0000
8	131.0000	144.0000	-13.0000
9	-87.0000	-53.0000	-34.0000
10	95.0000	39.0000	56.0000
11	-74.0000	-51.0000	-23.0000
12	-44.0000	-44.0000	0.0000
13	5.0000	63.0000	-58.0000
14	-7.0000	-22.0000	15.0000
15	-11.0000	29.0000	-40.0000
16	127.0000	63.0000	64.0000
17	83.0000	79.0000	4.0000
18	-171.0000	-111.0000	-60.0000
19	73.0000	11.0000	62.0000
20	-58.0000	-38.0000	-20.0000
21	54.0000	9.0000	45.0000
22	32.0000	52.0000	-20.0000
23	-121.0000	-113.0000	-8.0000
24	55.0000	17.0000	38.0000
25	-58.0000	-56.0000	-2.0000
26	-36.0000	-21.0000	-15.0000
27	69.0000	39.0000	30.0000
28	134.0000	114.0000	20.0000
29	38.0000	-27.0000	65.0000
30	-134.0000	-127.0000	-7.0000
31	81.0000	21.0000	60.0000
32	-77.0000	-116.0000	39.0000
33	52.0000	74.0000	-22.0000
34	11.0000	-25.0000	36.0000
35	-114.0000	-118.0000	4.0000
36	91.0000	64.0000	27.0000
ITERASYON=		230	
MSE=	1426.59985		

1. -0.84511
 2. -0.65856
 3. -0.67829
 4. -0.84992
 5. -0.61424
 6. -0.70041
 7. -0.69236
 8. -0.70529
 9. -0.63656
 10. -0.89420
 11. -0.41621
 12. 0.23698

2	-41.0000	-82.0000	41.0000
3	20.0000	2.0000	18.0000
4	17.0000	35.0000	-18.0000
5	104.0000	88.0000	16.0000
6	2.0000	-48.0000	50.0000
7	-179.0000	-107.0000	-72.0000
8	131.0000	144.0000	-13.0000
9	-87.0000	-53.0000	-34.0000
10	95.0000	40.0000	55.0000
11	-74.0000	-51.0000	-23.0000
12	-44.0000	-43.0000	-1.0000
13	5.0000	63.0000	-58.0000
14	-7.0000	-22.0000	15.0000
15	-11.0000	28.0000	-39.0000
16	127.0000	64.0000	63.0000
17	83.0000	79.0000	4.0000
18	-171.0000	-111.0000	-60.0000
19	73.0000	11.0000	62.0000
20	-58.0000	-38.0000	-20.0000
21	54.0000	10.0000	44.0000
22	32.0000	52.0000	-20.0000
23	-121.0000	-113.0000	-8.0000
24	55.0000	17.0000	38.0000
25	-58.0000	-56.0000	-2.0000
26	-36.0000	-21.0000	-15.0000
27	69.0000	39.0000	30.0000
28	134.0000	114.0000	20.0000
29	38.0000	-27.0000	65.0000
30	-134.0000	-127.0000	-7.0000
31	81.0000	21.0000	60.0000
32	-77.0000	-116.0000	39.0000
33	52.0000	74.0000	-22.0000
34	11.0000	-25.0000	36.0000
35	-114.0000	-118.0000	4.0000
36	91.0000	64.0000	27.0000

ITERASYON=
 MSE= 1410.88550
 1. -0.84535
 2. -0.65893
 3. -0.67862
 4. -0.85027
 5. -0.61464
 6. -0.70077
 7. -0.69273
 8. -0.70570
 9. -0.63692
 10. -0.89453
 11. -0.41656
 12. 0.23670

231

2	-41.0000	-82.0000	41.0000
3	20.0000	2.0000	18.0000
4	17.0000	35.0000	-18.0000
5	104.0000	88.0000	16.0000
6	2.0000	-48.0000	50.0000
7	-179.0000	-107.0000	-72.0000
8	131.0000	146.0000	-15.0000
9	-87.0000	-52.0000	-35.0000
10	95.0000	40.0000	55.0000
11	-74.0000	-51.0000	-23.0000
12	-44.0000	-44.0000	0.0000
13	5.0000	64.0000	-59.0000
14	-7.0000	-20.0000	13.0000
15	-11.0000	28.0000	-39.0000
16	127.0000	64.0000	63.0000
17	83.0000	79.0000	4.0000
18	-171.0000	-111.0000	-60.0000
19	73.0000	11.0000	62.0000
20	-58.0000	-41.0000	-17.0000
21	54.0000	10.0000	44.0000
22	32.0000	51.0000	-19.0000
23	-121.0000	-114.0000	-7.0000
24	55.0000	17.0000	38.0000
25	-58.0000	-56.0000	-2.0000
26	-36.0000	-21.0000	-15.0000
27	69.0000	39.0000	30.0000
28	134.0000	115.0000	19.0000
29	38.0000	-27.0000	65.0000
30	-134.0000	-127.0000	-7.0000
31	81.0000	21.0000	60.0000
32	-77.0000	-116.0000	39.0000
33	52.0000	74.0000	-22.0000
34	11.0000	-25.0000	36.0000
35	-114.0000	-118.0000	4.0000
36	91.0000	64.0000	27.0000

ITERASYON=
 MSE= 1410.34277
 1. -0.84559

232

2.	-0.65929		
3.	-0.67894		
4.	-0.85062		
5.	-0.61504		
6.	-0.70113		
7.	-0.69310		
8.	-0.70611		
9.	-0.63728		
10.	-0.89485		
11.	-0.41690		
12.	0.23642		
2	-41.0000	-82.0000	41.0000
3	20.0000	2.0000	18.0000
4	17.0000	35.0000	-18.0000
5	104.0000	88.0000	16.0000
6	2.0000	-48.0000	50.0000
7	-179.0000	-107.0000	-72.0000
8	131.0000	146.0000	-15.0000
9	-87.0000	-52.0000	-35.0000
10	95.0000	39.0000	56.0000
11	-74.0000	-51.0000	-23.0000
12	-44.0000	-44.0000	0.0000
13	5.0000	64.0000	-59.0000
14	-7.0000	-20.0000	13.0000
15	-11.0000	29.0000	-40.0000
16	127.0000	64.0000	63.0000
17	83.0000	79.0000	4.0000
18	-171.0000	-111.0000	-60.0000
19	73.0000	11.0000	62.0000
20	-58.0000	-41.0000	-17.0000
21	54.0000	10.0000	44.0000
22	32.0000	51.0000	-19.0000
23	-121.0000	-114.0000	-7.0000
24	55.0000	17.0000	38.0000
25	-58.0000	-56.0000	-2.0000
26	-36.0000	-21.0000	-15.0000
27	69.0000	40.0000	29.0000
28	134.0000	114.0000	20.0000
29	38.0000	-27.0000	65.0000
30	-134.0000	-127.0000	-7.0000
31	81.0000	20.0000	61.0000
32	-77.0000	-117.0000	40.0000
33	52.0000	75.0000	-23.0000
34	11.0000	-25.0000	36.0000
35	-114.0000	-118.0000	4.0000
36	91.0000	63.0000	28.0000

ITERASYON=

233

MSE= 1423.77124

1.	-0.84582
2.	-0.65965
3.	-0.67926
4.	-0.85097
5.	-0.61543
6.	-0.70149
7.	-0.69346

8.	-0.70651		
9.	-0.63763		
10.	-0.89517		
11.	-0.41724		
12.	0.23615		
2	-41.0000	-82.0000	41.0000
3	20.0000	2.0000	18.0000
4	17.0000	35.0000	-18.0000
5	104.0000	88.0000	16.0000
6	2.0000	-48.0000	50.0000
7	-179.0000	-107.0000	-72.0000
8	131.0000	146.0000	-15.0000
9	-87.0000	-52.0000	-35.0000
10	95.0000	39.0000	56.0000
11	-74.0000	-52.0000	-22.0000
12	-44.0000	-44.0000	0.0000
13	5.0000	64.0000	-59.0000
14	-7.0000	-20.0000	13.0000
15	-11.0000	29.0000	-40.0000
16	127.0000	64.0000	63.0000
17	83.0000	79.0000	4.0000
18	-171.0000	-111.0000	-60.0000
19	73.0000	11.0000	62.0000
20	-58.0000	-41.0000	-17.0000
21	54.0000	10.0000	44.0000
22	32.0000	51.0000	-19.0000
23	-121.0000	-114.0000	-7.0000
24	55.0000	18.0000	37.0000
25	-58.0000	-57.0000	-1.0000
26	-36.0000	-21.0000	-15.0000
27	69.0000	40.0000	29.0000
28	134.0000	115.0000	19.0000
29	38.0000	-26.0000	64.0000
30	-134.0000	-127.0000	-7.0000
31	81.0000	20.0000	61.0000
32	-77.0000	-117.0000	40.0000
33	52.0000	76.0000	-24.0000
34	11.0000	-25.0000	36.0000
35	-114.0000	-118.0000	4.0000
36	91.0000	63.0000	28.0000

ITERASYON=

234

MSE= 1416.79980

1.	-0.84605
2.	-0.66000
3.	-0.67958
4.	-0.85132
5.	-0.61583
6.	-0.70184
7.	-0.69383
8.	-0.70691
9.	-0.63798
10.	-0.89549
11.	-0.41758
12.	0.23588

EK-5: Üçaylık Tüpgaz Tüketim Miktarı Zaman Serisi Tartıları
Eniyileme İterasyonları ve HKO

ITERASYON=	1	MSE= 7544.16797	
MSE= 13400.7286		ITERASYON=	200
ITERASYON=	2	MSE= 7542.07031	
MSE= 13103.4102		ITERASYON=	209
ITERASYON=	3	MSE= 7539.98323	
MSE= 12855.0586		ITERASYON=	210
ITERASYON=	4	MSE= 7537.96094	
MSE= 12644.7148		ITERASYON=	211
ITERASYON=	5	MSE= 7535.96094	
MSE= 12463.9414		ITERASYON=	212
ITERASYON=	6	MSE= 7534.01172	
MSE= 12306.2656		ITERASYON=	213
ITERASYON=	7	MSE= 7532.09766	
MSE= 12166.6797		ITERASYON=	214
ITERASYON=	8	MSE= 7530.21375	
MSE= 12041.3437		ITERASYON=	215
ITERASYON=	9	MSE= 7528.37500	
MSE= 11927.2969		ITERASYON=	216
ITERASYON=	10	MSE= 7526.57422	
MSE= 11822.2695		ITERASYON=	217
ITERASYON=	11	MSE= 7524.82031	
MSE= 11724.5156		ITERASYON=	218
ITERASYON=	129	MSE= 7523.09375	
MSE= 7927.62891		ITERASYON=	219
ITERASYON=	130	MSE= 7521.39844	
MSE= 7918.44531		ITERASYON=	220
ITERASYON=	131	MSE= 7519.73047	
MSE= 7909.42969		ITERASYON=	1408
ITERASYON=	132	MSE= 7468.33984	
MSE= 7900.57422		ITERASYON=	1409
ITERASYON=	133	MSE= 7468.33984	
MSE= 7891.87500		ITERASYON=	1410
ITERASYON=	134	MSE= 7468.33984	
MSE= 7883.32812		ITERASYON=	1411
ITERASYON=	135	MSE= 7468.33984	
MSE= 7874.93359		ITERASYON=	1436
ITERASYON=	136	MSE= 7468.34375	
MSE= 7866.70312		ITERASYON=	1407
ITERASYON=	137	MSE= 7468.34766	
MSE= 7858.60547		ITERASYON=	1408
ITERASYON=	138	MSE= 7468.34766	
MSE= 7850.56406		ITERASYON=	1409
ITERASYON=	201	MSE= 7468.33984	
MSE= 7857.79297		ITERASYON=	1410
ITERASYON=	202	MSE= 7468.34375	
MSE= 7855.41016		ITERASYON=	1411
ITERASYON=	203	MSE= 7468.34375	
MSE= 7853.07812		ITERASYON=	1412
ITERASYON=	204	MSE= 7468.34375	
MSE= 7850.78516		ITERASYON=	1413
ITERASYON=	205	MSE= 7468.34766	
MSE= 7848.53906		ITERASYON=	1414
ITERASYON=	206	MSE= 7468.34766	
MSE= 7846.33594		ITERASYON=	1415
ITERASYON=	207	MSE= 7468.34766	

ITERASYON= 1496
 MSE= 7468.34375
 ITERASYON= 1497
 MSE= 7468.34375
 ITERASYON= 1498
 MSE= 7468.34375
 ITERASYON= 1499
 MSE= 7468.34375

1 -0.3616
 2 -0.0720
 3 -0.0092
 4 0.9149

X(I+4)= 292.00	TD(I+4)= 156.7597	FARK= 135.2403
X(I+4)= -19.00	TD(I+4)= -16.1624	FARK= -2.3376
X(I+4)= 157.00	TD(I+4)= 54.8051	FARK= 102.1949
X(I+4)= -225.00	TD(I+4)= -273.1069	FARK= -43.1069
X(I+4)= 323.00	TD(I+4)= 337.3945	FARK= -9.3945
X(I+4)= 34.00	TD(I+4)= -121.2522	FARK= 155.2522
X(I+4)= 58.00	TD(I+4)= 109.3061	FARK= -51.3061
X(I+4)= -246.00	TD(I+4)= -232.3031	FARK= -13.6969
X(I+4)= 277.00	TD(I+4)= 384.5640	FARK= -117.5640
X(I+4)= 90.00	TD(I+4)= -51.8931	FARK= 141.8931
X(I+4)= -31.00	TD(I+4)= 2.8438	FARK= -33.8438
X(I+4)= -169.00	TD(I+4)= -222.8910	FARK= 53.8910
X(I+4)= 177.00	TD(I+4)= 315.9482	FARK= -138.9482
X(I+4)= 4.00	TD(I+4)= 30.7836	FARK= -26.7836
X(I+4)= -62.00	TD(I+4)= -40.9925	FARK= -21.0075
X(I+4)= -182.00	TD(I+4)= -134.1182	FARK= -47.5818
X(I+4)= 295.00	TD(I+4)= 232.1843	FARK= 62.3157
X(I+4)= -132.00	TD(I+4)= -89.3504	FARK= -42.6496
X(I+4)= 62.00	TD(I+4)= -25.5464	FARK= 90.5464
X(I+4)= -197.00	TD(I+4)= -132.1532	FARK= -14.8464
X(I+4)= 493.00	TD(I+4)= 337.8953	FARK= 155.1047
X(I+4)= -217.00	TD(I+4)= -235.4473	FARK= 68.4473
X(I+4)= -9.00	TD(I+4)= 101.5253	FARK= -110.5253

ITERASYON= 1500
 MSE= 7468.34375
 ITERASYON= 1501
 MSE= 7468.34766

EK-6: GUA Yöntemi Bilgisayar Programlarını Uygulama
Aşamaları

1. Zaman serisi gözlem değerleri okutulur.

GUA DATA A

2. Minitab2 paket programa geçilir. Burada yapılan işlemlerle serinin durağanlığı sağlanır ve tartı sayısı belirlenir.

```
ACC 401 P
MINITAB2
FREAD 'GUA DATA A' INTO C1
FORMAT(48(F3.0))
OUTFILE 'GUA ACF A'
PRINT C1
TSPLOT PERIOD 12 INTO C1
ACF WITH UP TO 48 LAGS FOR SERIES IN C1 PUT C100
DIFF 1 FOR C1, STORE C2
PRINT C2
TSPLOT PERIOD 12 INTO C2
ACF WITH PU TO 47 LAGS FOR SERIES IN C2 PUT C200
PRINT C1, C100, C2, C200
OUTFILE 'TERMINAL'
```

3. Minitab2 den yararlanarak Yule-Walker denklem sistemi kurulur ve başlangıç tartıları belirlenir.

```
FREAD 'GUA TETA A' INTO C3
FORMAT(12(F6.4))
OUTFILE 'GUAYW TETA A'
PRINT C3
(Rm) READ 12 BY 12 MATRIX M1
PRINT M1
(Rm)-1 INVERT MATRIX M1, PUT INSERVE INTO M2
PRINT M2
(rm) READ 12 BY 1 MATRIX M10
PRINT M10
(Wm) MULTIPLY M2 BY M10, PUT INTO M50
PRINT M50
OUTFILE 'TERMINAL'
```

4. Durağan seri ve belirlenen başlangıç tartıları okutularak. GUA yöntemi tartıları eniyileme programı (EK-7) uygulanarak eniyilenmiş tartılar (EK-4) elde edilir.

(EK-7) GUAD1 FORTRAN A
FORTX GUAD1
(EK-4) GUAD1 SONUC A

5. GUAD1 SONUC A daki eniyilenmiş tartılar ve gerçek seri gözlem değerleri okutulur ve GUA ileriye dönük tahmin yapan program (EK-8) çalıştırılır, sonuçlar alınır.

(EK-8) GUASON FORTRAN A
FORTX GUASON
GUASON SONUC A

EK-7: Aylık Birinci Fark Serisi İçin GUA Yöntemi Tartıların
Eniyilenmesi Aşaması Bilgisayar Programı

```

C      ***** 1. NCI FARK SERISI ICIN GUA *****
      INTEGER B,W
      REAL TOP,KARE,FARK
      DIMENSION X(70),T(12),SX(70),XT(70),SE(70),WT(12),TD(70),TT(70)
      READ(5,*) (X(I),I=2,48)
      READ(5,*) (T(I),I=1,12)
      W=1
11     TX=0
      B=2
      K=3
      N=13
C      WRITE(6,61)
C61    FORMAT('DONEM',2X,' STDL.X ',2X,' T.STDL.X ',2X,' STDL.HATA',/)
50     DO 20 I=B,N
20     TX=TX+X(I)**2
      TOK=SQRT(TX)
      DO 21 I=B,N
C      WRITE(6,48)I,X(I),SX(I)
C48    FORMAT(2X,I2,4X,F9.4,4X,F9.4)
21     CONTINUE
      B=B+1
      N=N+1
      TO=0.0
      DO 13 I=1,12
13     TO=TO+T(I)*SX(K+11-I)
      CONTINUE
      XT(K+11)=TO
      TT(K+11)=X(K+11)/TOK
      SE(K+11)=TT(K+11)-XT(K+11)
C      WRITE(6,48)K+11,TT(K+11),XT(K+11),SE(K+11)
C48    FORMAT(2X,I2,2X,F9.4,2X,F9.4,4X,F9.4)
C      WRITE(6,55)
C55    FORMAT(/,/,2X,' TARTILAR',/, '-----')
      DO 43 I=1,12
43     WT(I)=T(I)+2*(0.083)*SE(K+11)*SX(K+11-I)
      T(I)=WT(I)
C      WRITE(6,65)I,WT(I)
C43    CONTINUE
C65    FORMAT(2X,I2,2X,F8.4)
      K=K+1
      IF (K+11.EQ.48)GOTO 99
      TX=0
      GOTO 50
99     TOP=0.0
      KARE=0
      FARK=0
C      WRITE(6,89)
C89    FORMAT(/,'DONEM',1X,'1FS X DEG.',4X,'1FS TAH. X.',4X,' HATA',/)
      DO 70 I=2,36
      DO 31 J=1,12
31     KG=KO+T(J)*X(I+(12-J))
      CONTINUE
      TD(I+12)=KO
      FARK=X(I+12)-TD(I+12)

```

```
KARE=FARK**2
TOP=TOP+KARE
IF(W.LT.230)GOTO 101
WRITE(6,25)I,X(I+12),TD(I+12),FARK
25  FORMAT(12,4X,F10.4,4X,F10.4,4X,F10.4)
101  KO=0.0
70   CONTINUE
     HKO=TOP/35
     PRINT*, 'ITERASYON=',W
     PRINT*, 'MSE=',HKO
     DG 79 V=1,12
     IF(W.LT.230)GOTO 79
     WRITE(6,81)V,T(V)
81   FORMAT(2X,F3.0,2X,F9.5)
79   CONTINUE
     IF(W.EQ.240)GOTO 88
C    IF (HKO.LT.100)GOTO 88
     W=W+1
     GOTO 11
88   STOP
     END
```

EK-8: Aylık Birinci Fark Serisi İçin GUA Yöntemi İleriye
Dönük Tahmin Aşaması Bilgisayar Programı

```

DIMENSION X(120),T(12),XT(120),F(120)
REAL MSE,TF,TO
READ(5,*)(X(I),I=1,48)
READ(5,*)(T(I),I=1,12)
TF=0.0
WRITE(6,45)
45  FORMAT('DONEM',5X,'GER. DEG.',6X,'TAH. DEG.',6X,'FARK')
DO 10 I=14,48
TO=0.0
P=12
DO 15 K=I-12,I-2
TO=TO+(T(P)-T(P-1))*X(K)
P=P-1
15  CONTINUE
XT(I)=(1+T(1))*X(I-1)+(0-T(12))*X(I-13)+TO
F(I)=X(I)-XT(I)
TF=TF+F(I)*F(I)
WRITE(6,50) I,X(I),XT(I),F(I)
10  CONTINUE
50  FORMAT(2X,I2,2X,F12.4,2X,F12.4,2X,F10.4)
MSE=TF/35
WRITE(6,55) MSE
55  FORMAT(/,2X,'HKO= ',2X,F10.3)
WRITE(6,60)
60  FORMAT(/,2X,'DONEM',8X,'TAHMINLER')
DO 20 I=49,60
TO=0.0
P=12
DO 17 K=I-12,I-2
TO=TO+(T(P)-T(P-1))*X(K)
P=P-1
17  CONTINUE
XT(I)=(1+T(1))*X(I-1)+(0-T(12))*X(I-13)+TO
WRITE(6,70) I,XT(I)
X(I)=XT(I)
20  CONTINUE
70  FORMAT(4X,I2,5X,F12.4)
STOP
END

```

EK-9: Üçaylık Birinci Fark Serisi İçin GUA Yöntemi
Tartıların Eniyilenmesi Aşaması Bilgisayar Programı

```

INTEGER B,W
REAL TOP,KARE,FARK
DIMENSION X(40),T(4),SX(40),XT(40),SE(40),WT(4),TD(40)
READ(5,*) (X(I),I=2,28)
READ(5,*) (T(I),I=1,4)
W=1
11 TX=0
   B=2
   K=3
   N=5
C
   GOTO 99
C
50 DO 20 I=B,N
20 TX=TX+X(I)**2
   TOK=SQR(TX)
   DO 21 I=B,N
C   SX(I)=X(I)/TOK
C27   WRITE(6,27)I,X(I),SX(I)
21   FORMAT(2X,'I=',I2,5X,'X(I)=',F10.4,5X,'SX(I)=',F10.4)
   CONTINUE
   B=B+1
   N=N+1
200 XT(K+3)=T(1)*SX(K+3-1)+T(2)*SX(K+3-2)+T(3)*SX(K+3-3)
    *+T(4)*SX(K+3-4)
    SE(K+3)=X(K+3)/TOK-XT(K+3)
C   WRITE(6,48)K+3,X(K+3),XT(K+3),SE(K+3)
C48   FORMAT(2X,'K+3=',I2,2X,'X(K+3)=',F10.4,2X,'XT(K+3)=',F10.4,
C     *2X,'SE(K+3)=',F10.4)
C   WRITE(6,55)
C55   FORMAT(2X,' TARTILAR',/, '-----')
   DO 43 I=1,4
   WT(I)=T(I)+2*(0.0057)*SE(K+3)*SX(K+3-I)
   T(I)=WT(I)
   IF(W.LT.1500)GOTO 43
   IF(W.GT.1500)GOTO 43
   WRITE(6,65)I,WT(I)
65   FORMAT(2X,I2,2X,F8.4)
43   CONTINUE
   K=K+1
   IF (K+3.EQ.28)GGTO 99
   TX=0
   GOTO 50
99   TOP=0.0
   KARE=0
   FARK=0
C
   WRITE(6,55)
55   FORMAT('DONEM',2X,'X DEGERI',4X,'TAH. X DEG.')
```

```

C
DO 70 I=2,24
TD(I+4)=T(1)*X(I+3)+T(2)*X(I+2)+T(3)*X(I+1)+T(4)*X(I)
FARK=X(I+4)-TD(I+4)
KARE=FARK**2
TOP=TOP+KARE
```

```
WRITE(6,25) I+4, X(I+4), TD(I+4)
25  FORMAT(2X, I2, 4X, F10.4, 4X, F10.4)
C
IF(W.LT.1500)GOTO 70
IF(W.GT.1500)GOTO 70
C   WRITE(6,25)X(I+4),TD(I+4),FARK,TCP
C25  FORMAT(2X, 'X(I+4)=', F7.2, 2X, 'TD(I+4)=', F9.4, 2X, 'FARK=', F9.4, 2X,
C     'TOPLAM=', F11.3)
70  CONTINUE
    HKO=TCP/23
    PRINT*, 'ITERASYON=', W
    PRINT*, 'MSE=', HKO
    IF (HKO.LT.0.1)GOTO 88
    W=W+1
    GOTO 11
88  STOP
    END
```


EK-10: Üçaylık Birinci Fark Serisi İçin GUA Yöntemi İleriye
Dönük Tahmin Yapma Aşaması Bilgisayar Programı

```

DIMENSION X(50),T(4),XT(50),F(50)
REAL MSE,TF,TO
READ(5,*) (X(I),I=1,28)
READ(5,*) (T(I),I=1,4)
TF=0.0
WRITE(6,45)
45  FORMAT('DONEM',4X,'GER.DEG.',6X,'TAH.DEG.',9X,'FARK')
WRITE(6,49)
49  FORMAT('-----',4X,'-----',6X,'-----',7X,'-----')
DO 10 I=6,28
TO=0.0
P=4
DO 15 K=I-4,I-2
TO=TO+(T(P)-T(P-1))*X(K)
P=P-1
15  CONTINUE
XT(I)=(1+T(1))*X(I-1)+(0-T(4))*X(I-5)+TO
F(I)=X(I)-XT(I)
TF=TF+F(I)*F(I)
WRITE(6,50) I,X(I),XT(I),F(I)
10  CONTINUE
50  FORMAT(2X,I2,2X,F12.4,2X,F12.4,2X,F12.4)
MSE=TF/23
WRITE(6,55) MSE
55  FORMAT(/,2X,'HKO=',2X,F10.3)
WRITE(6,60)
60  FORMAT(/,2X,'DONEM',7X,'TAHMINLER')
WRITE(6,63)
63  FORMAT(/,2X,'-----',7X,'-----')
DO 20 I=29,37
TO=0.0
P=4
DO 17 K=I-4,I-2
TO=TO+(T(P)-T(P-1))*X(K)
P=P-1
17  CONTINUE
XT(I)=(1+T(1))*X(I-1)+(0-T(4))*X(I-5)+TO
WRITE(6,70) I,XT(I)
X(I)=XT(I)
20  CONTINUE
70  FORMAT(4X,I2,5X,F12.4)
STOP
END

```

KAYNAKLAR DİZİNİ

- BOX, G.E.P. and JENKINS, G.M., 1970, Time Series Analysis Forecasting and Control, Holden Day Inc., San Francisco, p. 5-10.
- CARLSSON, C., 1984, Adaptive Filtering: Once More With Gusto, Journal of The Operational Research Society, Vol. 35, No. 4, p. 311-326.
- CHATFIELD, C., 1978, Adaptive Filtering: A Critical Assessment, Journal of The Operational Research Society, Vol. 29, No. 9, p. 891-896.
- CHATFIELD, C., 1980, The Analysis of Time Series An Introduction, Chapman and Hill Inc., London, p. 33-84.
- ÇÖMLEKÇİ, N., 1982, İstatistik, Bilim ve Teknik Kitabevleri, Eskişehir, s. 306-309.
- FULLER, A.W., 1976, Introduction to Statistical Time Series, John-Wiley and Sons Inc., USA, p. 3.
- LEDOLTER, J. and KAHL, D.R., 1984, Adaptive Filtering: An Empirical Evaluation, Operational Research Society, Vol. 35, No. 4, (1984), s. 337.
- MAKRIDAKIS, S. and WHEELWRIGHT, S.C. 1973, An Examination of The Use of Adaptive Forecasting, Operational Research Quarterly, Vol. 24, p. 55-64.
- MAKRIDAKIS, S. and WHEELWRIGHT, S.C., 1977, Adaptive Filtering: An Integrated Autoregressive/Moving Average Filter For Time Series Forecasting, Operational Research Quarterly, Vol. 28, p. 425-437.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- MAKRIDAKIS, S. and WHEELWRIGHT, S.C., 1978, Interactive Forecasting, Holden Day Inc., San Francisco, p. 1-271.
- MONTGOMERY, D.C. and CONTRERAS, L.E., 1977, A Note on Forecasting With Adaptive Filtering, Operational Research Quarterly, Vol. 28, p. 87.
- MONTGOMERY, D.C. and JOHNSON, L.E., 1976, Forecasting and Time Series Analysis, Mc Graw-Hill Book Comp., New York, p. 206.
- NAU, R.F. and OLIVER, R.M., 1979, Adaptive Revisited, Operational Research Quarterly, Vol. 30, No. 9, p. 826.
- NELSON, C.R., 1973, Applied Time Series Analysis For Managerial Forecasting, Holden Day Inc., p. 21.
- ÖZMEN, A., 1986, Zaman Serisi Analizinde Box-Jenkins Yöntemi ve Banka Mevduat Tahmininde Uygulama Denemesi, Doktora Tezi, Fen-Edebiyat Fakültesi Yayınları, Eskişehir, No. 9, s. 1-66.