

1a. in de teiler

4-5

14-16

23-29

30-32

**İKTİSADİ ZAMAN SERİLERİNİN ÖNGÖRÜ
AMACIYLA ÇÖZÜMLENMESİNDE UYGUN
YÖNTEM BELİRLEME SÜRECİ VE TEKEL
ÜRÜNÜ SİGARA SATIŞ MİKTARI
VERİLERİNE İLİŞKİN UYGULAMA**

**Yüksek Lisans Tezi
Mine KURTCU
Eskişehir-1996**

**TC
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SAYISAL YÖNTEMLER**

**İKTİSADİ ZAMAN SERİLERİNİN ÖNGÖRÜ AMACIYLA
ÇÖZÜMLENMESİNDE UYGUN YÖNTEM BELİRLEME SÜRECİ VE
TEKEL ÜRÜNÜ SİGARA SATIŞ MİKTARI VERİLERİNE İLİŞKİN
UYGULAMA**

**Hazırlayan
Mine KURTCU**

**Danışman
Doç.Dr. Ahmet ÖZMEN**

Yüksek Lisans Tezi

Eskişehir-1996

Özet

Çalışmamızda, Tekel ürünü sigara satış miktarı verilerinin öngörü amacıyla çözümlenmesinde uygun yöntem belirleme süreci ele alınmıştır.

İki bölümden oluşan çalışmamızın birinci bölümünde zaman serisi ve zaman serisi öngörü kavramları açıklanmış ve zaman serisi çözümlenmesi yöntemlerinden hareketli ortalamalar, trend, üssel düzeltme öngörü yöntemleri ve Box-Jenkins öngörü modellerine ilişkin kuramsal açıklamalara yer verilmiştir.

İkinci bölümde ise; Tekel ürünü sigara satışları zaman serisine parabolik trend modeli, Winters'in trend içermeyen üssel düzeltme tekniği ve mevsimsel ARIMA modelleri uygulanmış ardından sigara satışları zaman serisinin öngörü amacıyla çözümlenmesinde uygun yöntem belirlenmeye çalışılmıştır.

ABSTRACT

Our study is to identify appropriate method cycle for to analyze Tekel brands sales data forecasting.

In the first chapter, time series and time series analysis concepts were explained and trend forecasting, moving averages, exponential smoothing and Box-Jenkins forecasting techniques were described theoretically.

In the second chapter, parabolic trend equation, moving averages method, Winter's exponential smoothing technique that is no include trend and seasonal ARIMA forecasting methods were applied to Tekel brands sales series and we identified appropriate method cycle for to analyze Tekel brands sales data forecasting.

Teşekkür

Çalışmamda yön gösterdiği ve katkılarından dolayı değerli hocam Doc. Dr. Ahmet Özmen' e teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım ve çalışmam sırasında sürekli beni destekleyen aileme, tez çalışması sırasında sabır ve yardımları için eşime teşekkür ederim.

Nisan 1996
İstanbul

Mine (Kurtcu) Yenerkol

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

GİRİŞ	1
I. BÖLÜM	
İKTİSADİ ZAMAN SERİLERİNİN ÖNGÖRÜ AMACIYLA ÇÖZÜMLEMESİNDE UYGUN YÖNTEM BELİRLEME SÜRECİ	
1. KONUYA İLİŞKİN KAVRAMLAR	2
1.1. Öngörü ve Öngörü Amacıyla Çözümleme	..2
1.2. Zaman Serisi ve Zaman Serisi Çözümlemesi	2
1.3. Zaman Serisi Çözümleme Süreci	4
1.4. Zaman Serisi Çözümlemesinde Kullanılan İstatistiksel Araçlar	5
1.4.1. Aritmetik Ortalama	5
1.4.2. Varyans	6
1.4.3. Kartezyen Grafik	6
1.4.4. Otokovaryans Fonksiyonu ve Katsayıları	8
1.4.5. Otokorelasyon Fonksiyonu, Katsayıları ve Korelogram	9
1.4.6. Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu ve Katsayıları	10
2. ZAMAN SERİSİ ÖNGÖRÜ YÖNTEMLERİ	13
2.1. Hareketli Ortalamalar Öngörü Yöntemi	14
2.2. Trend Çözümü Yöntemi	14
2.3. Üssel Düzeltme Öngörü Yöntemleri	17
2.3.1. Tesadüfi Unsurun Etkisini Dikkate Alan Üssel Düzeltme Yöntemi	17
2.3.2. Tesadüfi Unsurun Yanında Trend Unsurunun Etkisini Dikkate Alan Üssel Düzeltme Yöntemi	18
2.3.3. Zaman Serilerinin Bütün Unsurlarının Dikkate Alan Üssel Düzeltme Yöntemi	20
2.3.4. Tesadüfi Unsur Yanında Düzenli Dalgalanmaların Etkisini Dikkate Alan Üssel Düzeltme Yöntemi	21
2.4. Box-Jenkins Öngörü Yöntemi	23
2.4.1. Doğrusal Durağan Stokastik Modeller	23
2.4.1.1. Otoregresif Modeller (AR)	23
2.4.1.2. Hareketli Ortalama Modelleri (MA)	25
2.4.1.3. Otoregresif Hareketli Ortalama Modeller (ARMA)	25
2.4.2. Durağan Olmayan Doğrusal Stokastik Modeller (ARIMA)	26
2.4.3. Mevsimsel Modeller	28

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

3. UYGUN YÖNTEM SEÇİMİNDE KULLANILAN KRİTERLER

30

3.1. Uyum Kriteri

30

3.2. Doğruluk Kriteri

31

İÇİNDEKİLER

II. BÖLÜM

TEKEL SİGARA SATIŞLARINA İLİŞKİN UYGULAMA

Sayfa No

1. SİGARA SATIŞLARINA İLİŞKİN BİLGİLER	33
2. SİGARA SATIŞLARININ ÖNGÖRÜ AMACIYLA ÇÖZÜMLENMESİNİN GEREĞİ	34
3. SİGARA SATIŞI ZAMAN SERİSİ İÇİN UYGUN ÇÖZÜMLEME YÖNTEMİNİN BELİRLENMESİ	35
3.1. Serinin Tanıtılması	35
3.2. Seriyi Etkileyen Unsurların Belirlenmesi	37
3.3. Uygulanan Yöntemlere İlişkin Öngörü Modelinin Belirlenmesi	39
3.3.1. Trend Öngörü Yöntemine İlişkin Modelin Belirlenmesi	39
3.3.1.1. Modelin Uygunluğunun Testi	42
3.3.1.2. Modelin Öngörü Amacıyla Kullanılması	45
3.3.2. Üssel Düzeltme Öngörü Yöntemine İlişkin Modelin Belirlenmesi	47
3.3.2.1. Modele İlişkin Düzeltme Katsayısının Seçimi ve Başlangıç Değerinin Belirlenmesi	47
3.3.2.2. Modelin Uygunluğunun Testi	49
3.3.2.3. Modelin Öngörü Amacıyla Kullanılması	50
3.3.3. Box-Jenkins Öngörü Yöntemine İlişkin B-J Model Grubunun ve Geçici Modelin Belirlenmesi	51
3.3.3.1. Geçici Modelin Nihai Parametrelerinin Öngörülmesi	52
3.3.3.2. Geçici Modelin Uygunluğunun Testi	52
3.3.3.3. Modelin Öngörü Amacıyla Kullanılması	54
3.4. Uygun Yöntemin Belirlenmesi	55
3.4.1. Daha İyi-Uyum Gösteren Yöntemin Seçimi	55
3.4.2. Daha Doğru Öngörülerini Türeten Yöntemin Seçimi	56
3.4.3. Öngörü Sonuçlarının Yorumu	57
SONUÇ VE ÖNERİLER	58
EKLER	59
KAYNAKLAR	62

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1- 1988-1994 dönemi aylık Tekel ürünü sigara satış miktarları
(Milyon adet)

Tablo 2- Hareketli ortalamalara oran yöntemine göre hesaplanan mevsim indeksi
ve mevsimsellikten arındırılmış veriler

Tablo 3- Mevsimsellikten arındırılmış zaman serisine prabolik trend modeli
uygulanması sonucu elde edilen veriler

Tablo 4- Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisine Winters'in trend içermeyen
üssel düzeltme tekniği uygulanması sonucunda elde edilen veriler

Tablo 5- Winters'in trend içermeyen üssel düzeltme tekniği kullanıldığında elde edilen
istatistik ölçüleri

Tablo 6- Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisine Mevsimsel ARIMA modeli
uygulanması sonucunda elde edilen veriler

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1- Sayısal bir öngörü sürecinin aşamaları

Şekil 2- Tesadüfi dalgalanma gösteren bir serinin grafiği

Şekil 3- Sinüzoidal gecikme gösteren bir serinin grafiği

Şekil 4- Trend gösteren bir serinin grafiği

Şekil 5- Mevsimsel dalgalanma gösteren bir serinin grafiği

Şekil 6- Rassal bir serinin korelogramı

Şekil 7- Küçük gecikme değerlerinde ilişki gösteren bir serinin korelogramı

Şekil 8- Sinüzoidal gecikme gösteren bir serinin korelogramı

Şekil 9- Durağan olmayan bir serinin korelogramı

Şekil 10-Mevsimsel dalgalanma gösteren bir serinin korelogramı

Şekil 11-Aylık Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisinin kartezyen grafiği

Şekil 12-Tekel ürünü sigara satış miktarları zaman serisinin otokorelasyon fonksiyonu

Şekil 13-Mevsimsellikten arındırılmış serinin kartezyen grafiği

Şekil 14-Mevsimsellikten arındırılan zaman serisinin otokorelasyon fonksiyonu

Şekil 15-Mevsimsellikten arındırılan zaman serisine trend öngörü tekniği kullanıldığında elde edilen öngörü hatalarının otokorelasyon fonksiyonu

Şekil 16-Tekel ürünü sigara satış miktarları zaman serisine Winters'in trend içermeyen üssel düzeltme tekniği kullanıldığında elde edilen öngörü hatalarının otokorelasyon fonksiyonu

Şekil 17-Tekel ürünü sigara satış miktarları zaman serisinin 12şerli farkları alındığında elde edilen kartezyen grafik

Şekil 18-12' şerli farklar alınmış zaman serisinin otokorelasyon fonksiyonu

Şekil 19-Tekel ürünü sigara satış miktarları zaman serisine Mevsimsel ARIMA modeli uygulandığında elde edilen öngörü hatalarının otokorelasyon fonksiyonu

GİRİŞ :

Karar alma durumunda olan yöneticiler ve planlamacılar aldıkları kararların doğru bilgilere dayandırılmasını beklerler. Öngörüler etkin ve yeterli planlama ve karar alma amacıyla kullanılan en önemli bilgilerdir. Öngörü, zamana bağlı olan olayların geçmiş ve bugünkü gözlem değerlerine dayanarak belirli varsayımlar altında bu olayların gelecek dönemlerde alabileceği değerlerin belirlenmesi işlemidir. Bir olayın gelecekte ne şekilde gelişeceğini öngörüsü, bu olay ile ilgili geçmiş dönem bilgilerinin incelenmesi ile yapılır ve bir kesinlik ifade etmez. Bu bakımdan bir olay hakkında yapılan öngörünün başarı derecesi, olayın gerçekleşmesi ile ölçülebilecek ve öngörü ile gerçekleşen olay arasındaki farkın küçüklüğü oranında başarılı sayılacaktır.

Bu çalışmada Tekel ürünü sigara satış miktarlarına ilişkin öngörü yapılması amaçlanmaktadır. Satış öngörüsü, satışlarla ilgili geçmişteki ve şimdiki bilgilerin incelenmesi ve bu incelemeden alınacak sonuçlara geleceğe ait görüşlerin eklenmesi ile yapılır. Aylık sigara satış miktarı serisi, iktisadi zaman serisi niteliğinde olduğundan ilerleyen bölümlerde zaman serileri çözümlemesi ile ilgili ayrıntılı bilgiler verilecektir.

Çalışmamızın birinci bölümünde iktisadi zaman serilerinin öngörü amacıyla çözümlenmesinde uygun yöntemin belirlenmesi süreci üzerinde durulacaktır. Konuya ilişkin kavramlara yer verildikten sonra zaman serisi çözümleme yöntemlerinden Trend Çözümlemesi Yöntemi, Üssel Düzeltme Öngörü Yöntemi ve Box-Jenkins Öngörü Modelleri kavramsal olarak tanıtılacak ve daha iyi öngörülerin türetilmesine imkan veren yöntemin belirlenmesi ile ilgili teorik açıklamalara yer verilecektir.

Çalışmamızın ikinci bölümünü ise Tekel ürünü sigara satışlarına ilişkin öngörülerin türetilmesi çalışmalarını kapsamaktadır. Tekel depolarının aylık sevkiyat rakamlarının tarih sırasına göre dizilmesi ile Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisi elde edilmiştir. Sigara satışları zaman serisinin çözümlenmesinde uygun yöntem belirlendikten sonra öngörüler türetilen olacaktır. Türetilen öngörülerle yaptığı planlama stratejisi ile Tekel İdaresi tüketici ihtiyaçlarına optimum seviyede cevap verebilecektir.

Sonuç bölümünde türetilen öngörüler Tekel idaresi için anlamlandırılacaktır.

I. BÖLÜM

İKTİSADİ ZAMAN SERİLERİNİN ÖNGÖRÜ AMACIYLA ÇÖZÜMLENMESİNDE UYGUN YÖNTEM BELİRLEME SÜRECİ

1. KONUYA İLİŞKİN KAVRAMLAR

1.1. Öngörü ve Öngörü Amacıyla Çözümleme

Öngörü, bağımlı değişken değerlerinin bağlanım denkleminde türetme işlemidir. Eğer bir niceliğin zamanın gelecekteki bir noktasına ilişkin değerinin bir kestirimi yapılacaksa zaman serileri çözümlemesi söz konusu olur; bağımlı değişken değerinin zamanla ilişkisi olmaksızın bağlanım denkleminde kestirimi, bağlanım ve ilişki çözümlemesinin (regresyon ve korelasyon analizi) konusudur.¹

Çalışmamızda “öngörü” terimini “ileriye dönük tahmin” terimi ile aynı anlamda kullanacağız. “Öngörü amacıyla çözümleme” zamana bağlı olayların gelecekte alacağı değerleri, geçmişte ve bugün aldığı değerlere dayanarak belirli varsayımlar altında tahmin edilmesi işlemidir. Öngörü amacıyla çözümleme yöntemleri ile zaman serisinin özellikleri yani zaman serisini oluşturan unsurlar belirlenir. Bu unsurları dikkate alarak kurulan matematiksel modeller yardımıyla öngörü amacıyla çözümleme yapılır.

Öngörü amacıyla çözümlemede kullanılanlabilecek çok sayıda öngörü yöntemi geliştirilmiştir. Tek değişkenli zaman serisi öngörü yöntemleri, regresyon öngörü yöntemleri ve çok değişkenli zaman serisi öngörü yöntemleri başlıkları altında toplanabilen bu yöntemler kuramsal özellikleri, uygulama maliyetleri ve türettikleri öngörülerin doğruluğu v.b. gibi bakımlardan farklılıklar gösterirler. Bu farklılıklar ile ilgili belirgin bir bilgi olmadığından, öngörü yöntemleri arasından belirli bir uygulama için seçim yapmak zordur².

Zaman serisi öngörü yöntemlerine girmeden önce ilerleyen bölümlerde zaman serisi ve zaman serisi çözümlemesi kavramlarına yer verilmiştir.

1.2. Zaman Serisi ve Zaman Serisi Çözümlemesi

İstatistiksel bir olayın, zaman değişkeninin konumlarına göre aldığı değerlerin sıralanmasıyla zaman serisi elde edilir.³ Zaman değişkeninin konumları bulunduğumuz zamana, geçmişte veya geleceğe ilişkin olabilir. Bu

¹Necla Çömlekçi, Temel İstatistik İlke ve Teknikleri, Eskişehir, 1989, s.3.

²Ahmet Özmen, a.g.e., s. 2.

³Necla Çömlekçi, a.g.e., s.450.

nedenle zaman serisi çözümlemesinde üç dönem söz konusudur. Çözümünecek zaman serisindeki en son gözlem değerinin ait olduğu döneme *bugünkü dönem* denir ve t ile gösterilir. Bu döneme ilişkin gözlem değeri X_t ile simgelenir. Zamana bağlı olayın t dönemine kadar olan tarihsel gelişimini gösteren döneme *geçmiş dönem* denir ve geçmiş dönem ile geçmiş dönem gözlem değerleri sırasıyla $t-1$, $t-2$, ve X_{t-1} , X_{t-2} , şeklinde simgelenir. Zaman değişkeninin aynı konumlarına göre zamanla açıklanan olayın gelecekteki eğilimini gösterecek olan döneme *gelecek dönem* adı verilir. Gelecek dönem ve gelecek dönem gözlem değerleri sırasıyla $t+1$, $t+2$, ve X_{t+1} , X_{t+2} , şeklinde ifade edilir.⁴

İktisadi olaylara ait zaman serilerinin gözlem değerleri genellikle düzenli bir artış veya azalış yerine birtakım dalgalanmalar gösterir.⁵ Zaman serilerinde gözlemlenen bu dalgalanmalar ekonomik, sosyal, psikolojik v.b. gibi çeşitli sebeplerin zaman içerisinde ilgilendiğimiz değişken üzerindeki tesir, yön ve şiddetinin farklı olmasından ileri gelmektedir.⁶ Zaman serilerindeki dalgalanmalar trend, düzenli dalgalanma ve düzensiz dalgalanmalar şeklinde gruplandırılabilir. Düzenli dalgalanmalar mevsimsel ve mevsimsel olmayan düzenli dalgalanmalar şeklinde, düzensiz dalgalanmalar ise konjonktürel ve tesadüfi dalgalanmalar şeklinde alt gruplara ayrılabilir.

Mevsimsel dalgalanmalar, aylık gözlem değerlerinden oluşan zaman serilerinin birbirini izleyen yılların aynı aylarında maksimuma ve minimuma ulaşma eğilimi olarak ifade edilebilir. Sosyo-ekonomik ve doğal nedenlerle ortaya çıkan ve düzenli olarak tekrar eden bu dalgalanmaların etkisinde olan serilere "*mevsimsel zaman serileri*" denir.⁷

Bir zaman serisi tesadüfi unsurların yanında diğer unsurlardan birini içerebileceği gibi, herhangi ikisini veya tamamını da içerebilir. Bu nedenle zaman serileri çözümlenmedikçe büyük bir anlam taşımazlar. Zaman serisi çözümlemesi, ya seriyi unsurlarına ayırmak için, ya zaman serileri arasındaki ilişkiyi açıklamak için, ya kontrol için ya da öngörü amacıyla yapılır. Zaman serisinin öngörü amacıyla çözümlenmesi; zaman serisini etkileyen unsurların belirlenmesi, yapılan belirlemeden yararlanarak geçmişin açıklanması ve istatistiksel açıdan normale göre gerçekleşen durumun değerlendirilmesi, belirlenen unsurun gelecekte seriyi aynı şekilde etkilemeye devam edeceği varsayımı altında öngörülerin yapılması ve bunların karar alma ve planlama faaliyetleri için kullanıma sunulması çalışmalarıdır.⁸

⁴ Ahmet Özmen, *Zaman Serisi Analizinde Box-Jenkins Yöntemi ve Banka Mevduat Tahmininde Uygulama Denemesi*, AÜ. Ya. No:207, Fen Ed. Fak. Ya. No:9, Eskişehir, 1986, s.2.

⁵ Necla Çömlekçi, a.g.e., s.450.

⁶ Ahmet Özmen, a.g.e., s.1.

⁷ Ahmet Özmen, a.g.e., s.29.

⁸ Ahmet Özmen, *Zaman Serilerinde Tutarlı Kestirimler İçin İstatistiksel Yöntem Uyarlaması*, AÜ. Ya. No.318 Fen Ed. Ya.No:16, 1988, s.70.

Zaman serisi gözlem değerlerini etkileyen unsurlar toplamsal veya çarpımsal modellerle ifade edilir. Zaman serisini etkileyen unsurlar şu şekilde sınıflandırılmıştır:

Y= Zaman serisinin gözlem değeri
T= Trend etkisi
K= Konjonktürün etkisi
M= Mevsimlik etki
D= Tesadüfi unsurun etkisi

Zaman serisinin gözlem değerinin bu dört unsurun toplamı olduğunu varsayan toplamsal model aşağıdaki gibi yazılır:

$$Y = T + K + M + D$$

Toplamsal modelde dört unsurun birbirinden bağımsız olduğu varsayılmaktadır. Bu varsayımına göre trendin değeri ne olursa olsun, düzenli ve düzensiz dalgalanmaları etkilemediği kabul edilir.

Çarpımsal model asıl verilerin değerinin dört unsurun çarpımı olduğunu varsayar. Çarpımsal modeldeki varsayım; bu dört unsur farklı nedenlerden kaynaklanır ancak birbiriyle ilişkilidir.

$$Y = T.K.M.D$$

Trend unsuru ile düzenli dalgalanma unsurunun birbirini etkiledikleri gerekçesi ile çalışmamızda çarpımsal model yaklaşımını benimseyeceğiz.

1.3.Zaman Serisi Çözümleme Süreci

Sayısal öngörü yöntemleri kullanılarak yapılan öngörü amaçlı çözümler için öngörü süreci Şekil 1 de gösterildiği gibidir⁹

Öngörü modelleri arasından herhangi birinin seçimi, bu modellerin her birini önce değerlendirmek daha sonra karşılaştırmak suretiyle yapılabilir. Uygun model seçimi hem modelin uygunluğunun araştırılması hem de öngörülerin doğruluğunun araştırılması aşamasında yapılır. Modelin uygunluğunun araştırılması $x_i - x'_i = e_i$ ($i = 1, 2, \dots, n$) uyum hataları serilerinden, öngörülerin doğruluğunun araştırılması ise $x_{n+1} - x'_{n+1} = e_{n+1}$ ($l = 1, 2, \dots, m$) bir öndönem ileri öngörü hataları serilerinden yararlanarak yapılabilir¹⁰.

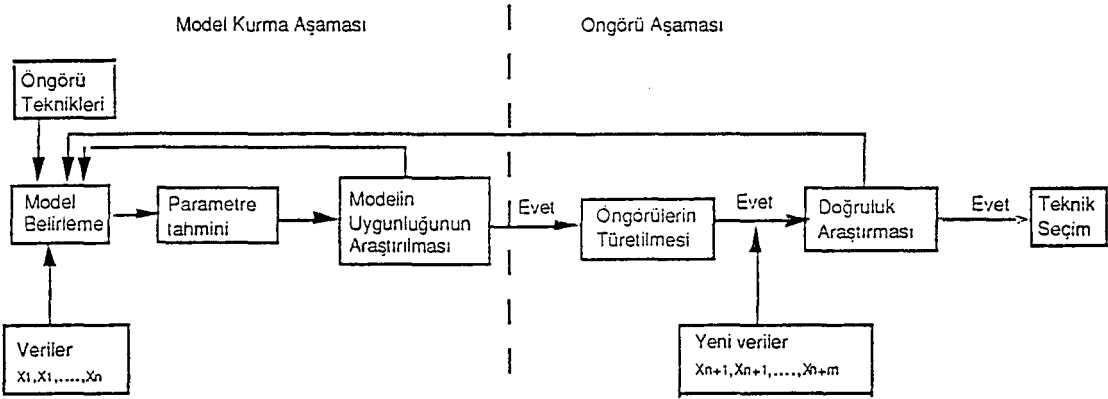
x_i :i' inci seri teriminin değeri,
 x'_i :i' inci seri teriminin belirlenen model tarafından türetilmiş değeri,
 x_{n+1} :l' inci öndönem seri teriminin değeri,

⁹B.Abraham, ve J.Ledolder, *Statistical Methods For Forecasting*, New York; Wiley, 1983.

¹⁰B.Abraham, ve J.Ledolder, a.g.e.

$x_{n+1-1}^{(1)}$:1' inci öndönem seri teriminin öngörü modeli tarafından türetilmiş değerini simgelemektedir.

Şekil 1- Sayısal Bir Öngörü Sürecinin Aşamaları



Ancak uygulamada öngörülerin doğruluğunun araştırılması ihmal edildiğinden, öngörü süreci öngörülerin türetilmesi aşamasında sona ermektedir. Bu nedenle de öngörü yöntemi seçimine ilişkin işlemler, modelin uygunluğunun araştırılması aşamasında ve uyum hatalarına dayanılarak yapılmaktadır¹¹.

1.4. Zaman Serisi Çözümlemesinde Kullanılan İstatistiksel Araçlar

Zaman serisinin çözümlemesinde kullanılacak modelin belirlenebilmesi için öncelikle serinin betimlenmesi, seriyi etkileyen unsurların ortaya çıkarılması gerekir. Serinin betimlenmesi ve seriyi etkileyen unsurların ortaya çıkarılması ortalama, varyans, otokovaryans, otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonu ve korelogram gibi araçlar yardımıyla yapılabilir.

1.4.1. Aritmetik Ortalama

Aritmetik ortalama serinin etrafında dalgalanma gösterdiği düzeyi ifade eder ve

$$E(X_t) = E(X_{t+k}) = \mu \text{ ile gösterilir.}$$

İlerleyen aşamalarda anlatılacak Box-Jenkins yönteminde aritmetik ortalama değer gerekli bir istatistik ölçüsü olmakla birlikte, aritmetik ortalama

¹¹Ahmet Özmen, Türkiye'nin Dışsatım Tutarı Öngörülerini İçin Teknik Seçiminde Doğruluk Kriteri Kullanımı, s. 4.

seri hakkında genel bir bilgi almak için tüm çözümlene yöntemlerinde kullanılır.

Eğer seri ortalama etrafında tesadüfi ve/veya düzenli dalgalanmalar gösteriyorsa serinin tahmin edilmesinde etkin rol oynayacaktır. Ancak seri üzerinde trend unsurunun etkisi varsa tek başına serinin öngörülmesinde hatalı sonuçlar verecektir.

1.4.2.Varyans

Kıymetlerin ortalama değerden sapmalarının ölçüsü olan varyans,

$\sigma^2 = E (X_t - \mu)^2$ ile gösterilir. σ_X^2 nin incelenen zaman serisine dayanarak tahmini ise

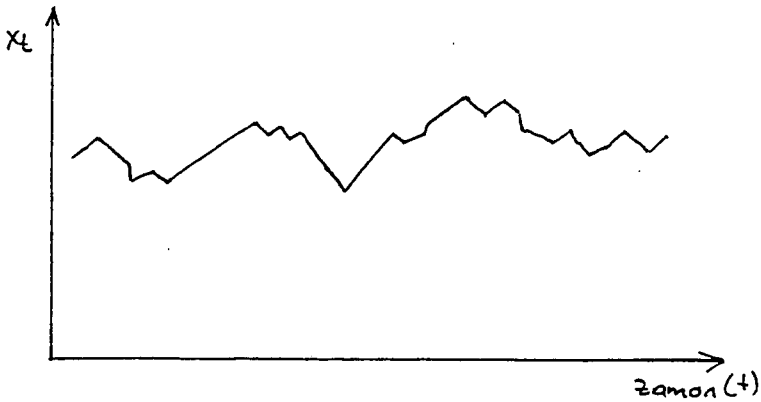
$$S_X^2 = \frac{E (X_t - \bar{X})^2}{n} \sigma_X^2 \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

Aritmetik ortalama değeri ile birlikte varyans değeri ele alındığında seri varyansının sabit yada değişken olması serinin gösterdiği eğilimi belirleyecektir. Bu nedenle varyans zaman serisi çözümlemesinde araç olarak kullanılabilir.

1.4.3.Kartezyen Grafik

Zaman serisinin yapısını oluşturan unsurların belirlenmesinde en basit yöntem zaman serisinin kartezyen grafiğini çizmektir. Kartezyen grafiğinde zaman değişkeninin konumları yatay eksen üzerinde, gözlem değerleri de dikey eksen üzerinde gösterilir.

Şekil 2-Tesadüfi Dalgalanma Gösteren Bir Serinin Grafiği



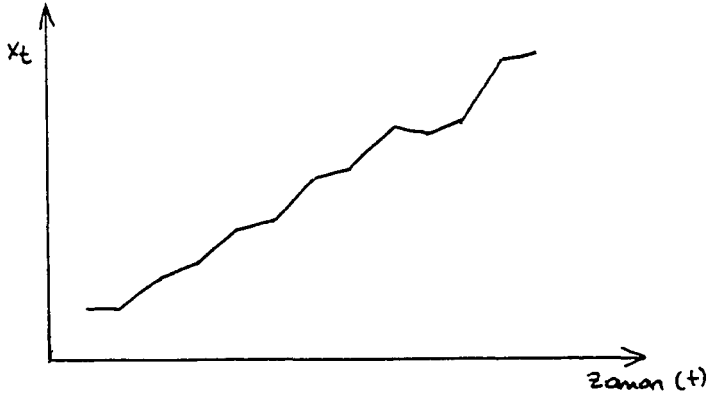
Grafik incelendiğinde zaman serisinin trend, düzenli dalgalanma, konjonktürel dalgalanma ve tesadüfi dalgalanmaların etkisinde olup olmadığı

gözle görülebilir. Şekil 2 de tesadüfi dalgalanma gösteren bir serinin grafiği görülmektedir. Eğer zaman serisinde birbirini takip eden yılların aynı aylarında benzer artış veya azalışlar görülüyorsa düzenli dalgalanma, seride gittikçe artan veya azalan bir eğilim görülüyorsa trend, düzensiz artış ve azalışlar varsa konjonktürel dalgalanma ve/veya tesadüfi dalgalanmaların etkisinden söz edilir. Şekil 3 de sinüzoidal gecikme gösteren bir serinin grafiği, Şekil 4 de trend eğilimi gösteren bir serinin grafiği, Şekil 5 de Mevsim unsurunun etkisinde bir zaman serisinin grafiği görülmektedir. Bir zaman serisi tesadüfi unsurların yanında bu unsurlardan sadece birini içerebileceği gibi birden fazlasını hatta hepsini de içerebilir.

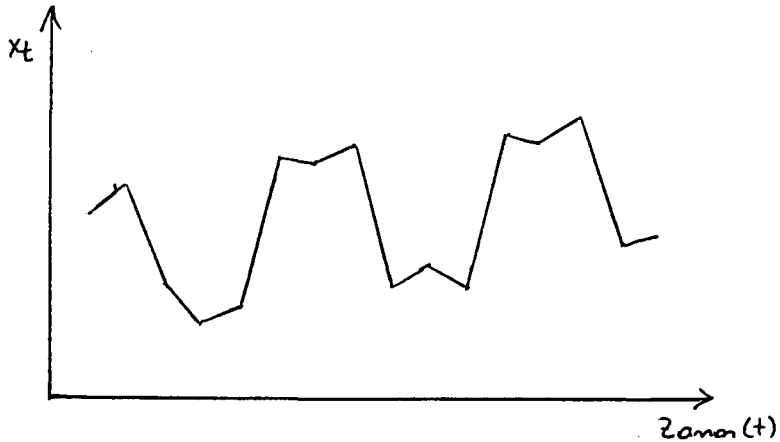
Şekil 3-Sinüzoidal Gecikme Gösteren Bir Serinin Grafiği



Şekil 4-Trend Gösteren Bir Serinin Grafiği



Şekil 5- Mevsimsel Dalgalanma Gösteren Bir Serinin Grafiği



1.4.4. Otokovaryans Fonksiyonu ve Katsayıları

Otokovaryans Fonksiyonu zaman serilerinde uygulanan, bu serilerin ilişki ve özelliklerini açıklayan, bu nedenle analiz edilecek zaman serilerine uygun olabilecek modelin seçiminde yardımcı olan ve açıklayıcı bilgi oluşturan önemli fonksiyonlardan birisidir.¹²

Bir zaman serisinin X_t ile X_{t+k} gibi belirli bir k zaman aralığıyla (gecikmesi) birbirinde ayırık iki kıymet arasındaki ilişkiye "otokovaryans" bu ilişkinin derecesini ölçen ve $\gamma(k)$ ile gösterilen katsayıya da "otokovaryans katsayısı" denir¹³. Otokovaryans katsayılarını k gecikmesine bağlayan fonksiyona ise "otokovaryans fonksiyonu" adı verilir.

Durağanlık varsayımı gereği otokovaryansın zamanın değil, gecikmenin bir fonksiyonu olduğunu söyleyebiliriz.

Otokovaryans katsayısı k gecikmesi için

$$\gamma(k) = \text{Kov}(X_t, X_{t+k}) = E[(X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu)]$$

biçiminde belirlenir. $k=0$ olduğunda, yani sıfır gecikmesindeki kovaryans varsayarsa eşittir:

$$\begin{aligned}\gamma(0) &= \text{Kov}(X_t, X_t) = E[(X_t - \mu)(X_t - \mu)] \\ &= E(X_t - \mu)^2 \\ &= \sigma_X^2\end{aligned}$$

Örnek otokovaryansı $C(k)$, incelenen zaman serisine dayanarak $\gamma(k)$ otokovaryans katsayısının tahminidir. Aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$C(k) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-k} (X_t - \bar{X})(X_{t+k} - \bar{X}), \quad (k=0, 1, 2, \dots, K)$$

Örnekleme otokovaryansının güvenilir olabilmesi için gözlemlerin yeterli sayıda olması gerekir. Çünkü gecikme sayısı arttıkça öngörüle kullarılan gözlem sayısı azalır; bu azalış tahmin hatasını artırır. Faydalı ve yeterli bir otokovaryansın belirlenebilmesi için, uygulamada gözlem sayısının en az 50 olmasına dikkat edilir¹⁴.

¹²Ahmet Özmen, a.g.e., s. 36.

¹³E.Malinualud, *Statistical Methods of Econometrics*, bkz A.Özmen a.g.e. s. 36.

¹⁴Ahmet Özmen, a.g.e., s. 36-37.

1.4.5. Otokorelasyon Fonksiyonu ve Katsayıları

Standartlaştırılmış otokovaryans fonksiyonuna "*otokorelasyon fonksiyonu*" denir.

Otokorelasyon fonksiyonu çözümlenecek seri için uygun olabilecek model/modellerin belirlenmesinde ve seçiminde kullanılan önemli çözümleme araçlarından biridir. Otokorelasyon aynı değişkenin farklı zaman aralıklarında aldığı değerler arasındaki ilişkinin derecesini belirler.

Zamana göre ardarda elde edilmiş gözlem kümesinde farklı zaman aralıklarına sahip gözlemler arasındaki ilişkinin derecesinin ölçülmesinde kullanılan katsayıya "otokorelasyon katsayısı" denir ve $P(k)$ ile gösterilir. Farklı değerdeki k gecikmeleri ($k=0,1,2, \dots$) için hesaplanan $\{P(k)\}$ ' ları k gecikmelerine bağlayan fonksiyona "otokorelasyon fonksiyonu" denir.

k gecikmesi için otokorelasyon katsayısı $P(k)$ aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$P(k) = \frac{E[(X_t - \mu)(X_{t-k} - \mu)]}{E(X_t - \mu)^2} = \frac{\sqrt{k}}{\sigma_x^2}$$

Sıfır gecikmesindeki otokorelasyon katsayısı

$$P(k) = \frac{\sqrt{0}}{\sqrt{0}} = 1 \text{ olarak bulunur.}$$

İncelenen zaman serisi için hesaplanan otokorelasyon katsayısına "*örneklem otokorelasyon katsayısı*" denir, $r(k)$ ile gösterilir ve aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$r(k) = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (X_t - \bar{X})(X_{t+k} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2}$$

Zaman serilerinin analizindeki başarı bu serilerin çeşitli gecikme değerleri için hesaplanan otokorelasyon katsayılarının değerlerini yorumlamaya ve seride görülen çeşitli unsurların rassal unsurlardan ayırd edilmesine bağlıdır.

Eğer incelenen zaman serisi durağan ise, bu seri için hesaplanan otokorelasyon katsayılarının değeri birkaç gecikmeden sonra sifıra yaklaşır

veya $\pm Z_c/\sqrt{n}$ limitleri içinde kalır. Aksi takdirde serinin durağan olmadığına karar verilir.

Öngörü hatası öngörü modeline dayanarak her gözlem değeri için elde edilen tahmin değerinin ilgili gözlem değerinden çıkarılmasıyla bulunur ve a_t ile gösterilir:

$$a_t = X_t - \bar{X}_t$$

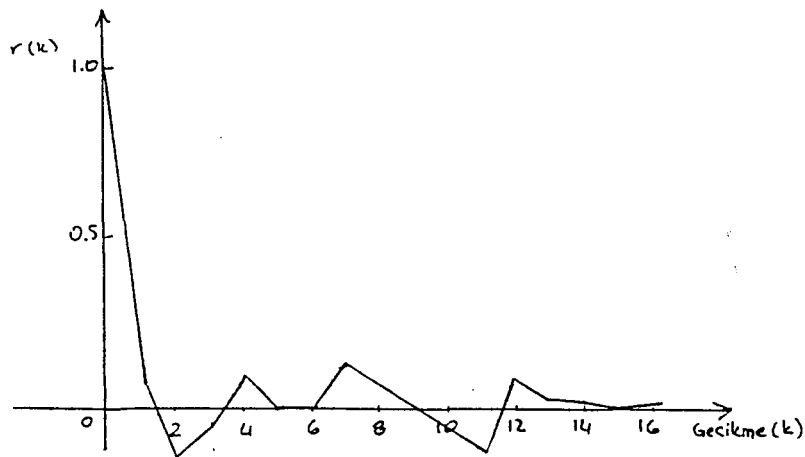
Öngörü amacıyla kullanılan bir modelin incelenen seri için uygun olup olmadığına öngörü hatalarının otokorelasyon analizinden yararlanılarak karar verilir. Öngörü hatalarının otokorelasyon katsayılarının değeri $\pm Z_c/\sqrt{n}$ limitleri içinde kalıyorsa öngörü amacıyla kullanılacak model uygun modeldir; hatalar rassal hatalardır. Aksi takdirde başka bir model denemek gerekir¹⁵.

1.4.6. Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu, Katsayıları ve Korelogram

Kısmi otokorelasyon, diğer gecikmeli değişkenlerin etkisi sabit kalmak koşuluyla bir x_t değişkeni ile bu değişkenden gecikmeli olarak türetilen herhangi bir x_{t+1} , x_{t+2} , x_{t+3} , değişkeni ile ilgilidir; "kısmi otokorelasyon katsayısı" ise bu ilişkinin derecesini belirleyen istatistiksel bir ölçüdür. Gecikmeli olarak hesaplanan kısmi otokorelasyon katsayıları $k= 1,2,3, \dots$ değerleri için ϕ_{11} ϕ_{22} ,, ϕ_{kk} simgeleriyle gösterilir.

Otokorelasyon katsayıları kümesinin analiziyle model belirlemede yardımcı olan korelogram, otokorelasyon katsayıları ile k gecikme değerlerinin ($k=1,2,3, \dots$) karşılıklı işaretlenmesiyle elde edilen grafiklerdir. Korelogram otokorelasyon katsayıları kümesinin $\{r(k)\}$ açıklanmasında, $r(k)$ ' ların sıfırdan anlamlı olarak farklı olup olmadıklarının saptanmasında, zaman serinin unsurlarının betimlenmesinde özellikle analiz edilen zaman serisi için uygun olabilecek modelin belirlenmesinde faydalı bir araçtır.¹⁶

Şekil 6-Bir Rassal Serinin Korelogramı



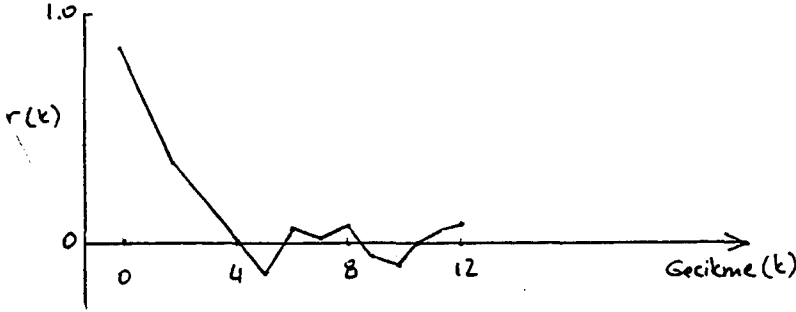
¹⁵ Ahmet Özmen, a.g.e., s. 37-41.

¹⁶ Ahmet Özmen, a.g.e., s.44-48.

İncelenen zaman serisinde sadece tesadüfi unsurların etkisi varsa $r(0)$ hariç hesaplanan bütün $r(k)$ değerleri değeri $\pm Z_{\alpha}/\sqrt{n}$ limitleri içinde kalır. Bir rassal serinin korelogramı Şekil 6 da verilmiştir.

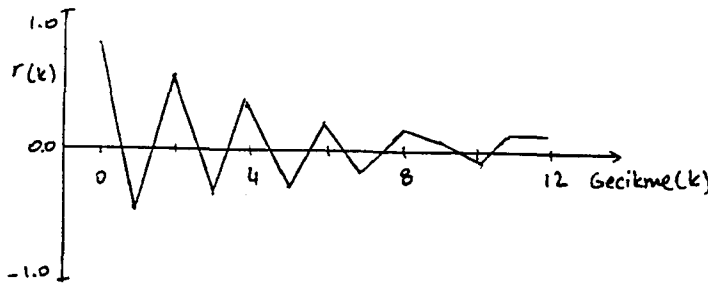
Küçük gecikme değerlerinde ilişki gösteren serilerde $r(k)$ 'nin ilk gecikmelerdeki değeri sıfırdan çok farklı olmamakla birlikte, k büyüdükçe $r(k)$ 'nin değeri hızla sıfıra yaklaşır. Küçük gecikme değerlerinde ilişki gösteren serilerin grafiği Şekil 2 de ve korelogramı Şekil 7 de verilmiştir.

Şekil 7-Küçük Gecikme Değerlerinde İlişki Gösteren Bir Serinin Korelogramı



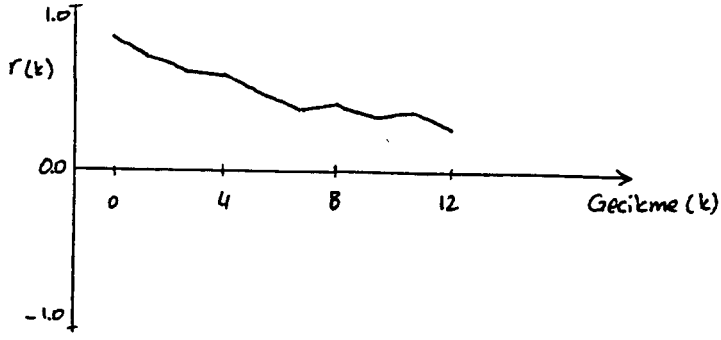
Sinüzoidal serilerin $r(k)$ değerleri birinci gecikme için negatif değer alırken ikinci gecime için pozitif değer alır, tüm $r(k)$ değerleri için aynı değişmeyi gösterir. Sinüzoidal gecikme gösteren bir serinin grafiği Şekil 3 de ve korelogramı Şekil 8 de verilmiştir.

Şekil 8-Sinüzoidal Gecikme Gösteren Bir Serinin Korelogramı



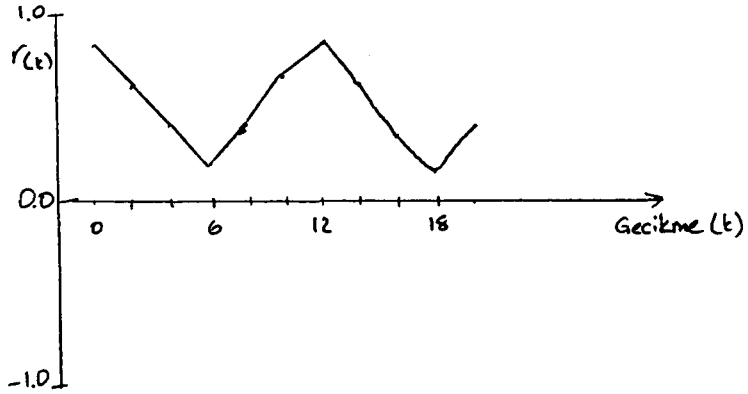
Bir zaman serisi gözlem değerleri trend gösteriyorsa, bu seri için hesaplanan $r(k)$ değerleri k değeri büyüdükçe sıfır değerine yaklaşır. Durağan olmayan bu serilere ilişkin grafik Şekil 4 de ve korelogram Şekil 9 da verilmiştir.

Şekil 9-Durağan Olmayan Bir Serinin Korelogramı



Eğer bir zaman serisi mevsimsel dalgalanma gösteriyorsa, korelogramı da aynı sıklıkta dalgalanma gösterir. Örneğin aylık gözlem değerlerinden meydana gelen bir serinin gözlem değerleri 12 aylık aralıklarla yükselme veya azalma gösterdiğinde, otokorelesyon katsayılarının değeri de aynı aralıklarla sıfırdan farklı olur. Şekil 5 de bu serilere ilişkin grafik ve Şekil 10 da korelogram verilmiştir.

Şekil 10- Mevsimsel Dalgalanma Gösteren Bir Serinin Korelogramı



2. ZAMAN SERİSİ ÇÖZÜMLEME YÖNTEMLERİ

Zaman serileri ile ilgili öngörü yöntemleri çok değişkenli ve tek değişkenli çözümleme yöntemleri olmak üzere iki grupta toplanabilir.

Çok değişkenli öngörü yöntemleri iki veya daha fazla zaman serisi arasındaki sebep-sonuç ilişkisini tanımlamak, öngörü ve kontrol amacıyla kullanılır. Tahmin edilecek değişken ile bu değişkeni açıklayan diğer değişkenler arasında mantıksal ilişkiler varsa ve bu değişkenlerin zaman aralıklarıyla aldığı sayısal değerler mevcutsa bir ilişki modeli kurulur. Literatürde dönüşüm fonksiyon modelleri, dinamik regresyon modelleri ve çok değişkenli zaman serileri analizi yöntemleri adlarıyla anılan yöntemler bu grup yöntemlere örnek olarak gösterilebilir.

Çok değişkenli öngörü yöntemleri, öngörü sistemiyle ilgili herşeyin bilindiğini dikkate alır ve birbiriyle ilişkili olayların öngörülmesini sağlar. İlişki modellerine dayanılarak yapılan öngörülerin hatası düşük olabilir. Ancak öngörü sistemi ile ilgili herşeyin bilinmesi çoğu zaman mümkün olmayabilir veya mümkün olsa bile analiz için uygun olmayabilir. Bu nedenle zaman serilerinin öngörü amacıyla çözümlenmesinde tek değişkenli öngörü yöntemleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Tek değişkenli zaman serileri ile ilgili tahmin yöntemleri zamana bağlı tek bir değişkene ait tarihi verilerin mevcut olması durumunda kullanılır ve sadece öngörü türetmeye imkan veren istatistik yöntemlerdir. Bu yöntemler zaman serilerinin bugünkü ve geçmiş gözlem değerlerini kullanarak bu serilerin gelecek dönem öngörülerini türetme imkanı sağlarlar.¹⁷

Bir zaman serisini etkileyen serisi unsurlarının gelecek dönemde de aynı kalacağı kabul edilir.¹⁸ Bu varsayım nedeniyle geçmiş dönem gözlem değerlerine dayanarak gelecek dönem tahmini değerlerin elde edilmesi sağlanır.

Zaman serisi çözümleme yöntemlerinin dayandığı varsayımları şöyle sıralayabiliriz:

i. Zaman serisinde mevcut olan zaman serisi unsurlarının gelecek dönemlerde de aynı kalacaktır.

ii. Bu yöntemler, zaman serisini oluşturan unsurları birbirinden ve rassal unsurlardan ayırarak öngörü yapmayı amaçlar.

iii. bu yöntemler, eşit zaman aralıkları ile elde edilen gözlem değerlerinden oluşan kesikli zaman serilerine uygulanır.¹⁹

¹⁷ Ahmet Özmen, a.g.e. s. 59.

¹⁸ Necla Çömlekçi, a.g.e. s. 320.

¹⁹ Ahmet Özmen, a.g.e. s. 59.

Çalışmamıza iktisadi bir zaman serisi niteliğinde olan aylık Tekel ürünü sigara satış miktarları serisinin öngörü amacıyla çözümlemesine yer vereceğimizden, dolayısıyla zamana bağlı tek değişkene dayanarak öngörü türetilcektir. Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisi için uygun yöntemin belirlenmesi sürecinde tek değişkenli öngörü yöntemlerinden Hareketli Ortalamalar Öngörü Yöntemi, Trend Çözümlemesi Yöntemi, Üssel Düzeltme Öngörü Yöntemi ve Box-Jenkins Öngörü Modelleri üzerinde durulacaktır.

2.1. Hareketli Ortalamalar Öngörü Yöntemi

Hareketli ortalamalar öngörü yönteminin esası, zaman serisindeki gözlem değerlerini belirli büyüklükteki kümeler halinde toplamak, her küme için aritmetik ortalama hesaplamak ve bu ortalamayı, ait olduğu kümenin yeni terimini izleyen/izleyecek terimin öngörü değeri olarak kabul etmektir.²⁰ Hareketli ortalamaların hesaplanmasıyla asıl zaman serisi verisinin yerine, ortalamalardan meydana gelmiş yeni seri geçmiş olur; bu yeni serinin olayın trendini gösterdiği kabul edilir.

$$X_{t+1} = \frac{1}{N}(X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-N+1})$$

Hareketli ortalamaların kaçarlı olacağını serideki dalgalanmaların dalga uzunluğu (s) ile belirlenir. Aylık verilerle çalışıldığında dalga uzunluğu 12 olduğundan 12'şerli hareketli ortalamalarla asıl seri düzeltilip mevsimsel dalgalanmalardan arındırılır.

Düzenli dalgalanmaların zaman serisi üzerindeki etkilerinin giderilmesinde kullanılan hareketli ortalamalar öngörü yönteminin doğru sonuç vermesi için hem trendin doğrusal hem de dalga uzunluğu ile şiddetinin değişmez olması gerekmektedir.

Bu yöntemin diğer bir dezavantajı ise yöntemin uygulanması sonucu zaman serisinin başından ve sonundan (n-1) tane veri eksilir. Dalga uzunluğu çift ise n sayıda veri eksilecektir.

Hareketli ortalamalar yöntemi ile türetilen uzun dönem öngörülerin doğruluk derecesi düşüktür. Ancak bir aylık ön dönem için yapılan öngörülerin güvenilirliği yüksek olabilir.

2.2. Trend Çözümlemesi Yöntemi

Hemen her iktisadi faaliyeti zaman süreci içinde etkileyen çeşitli faktörler vardır. Bu faktörlerin etkisiyle seri az veya çok bir sapma gösterirse de, uzun bir dönemde olayın ana eğilimi sabit olabilir. Zaman serisinin uzun bir

²⁰ Makridakis ve Wheelwright, "Adaptive Filtering: An Integrated Autoregressive/Moving Average Filter For Time Series Forecasting", *Operational Research Quarterly*, Vol. 28, No:2, 1977

devre içinde gösterdiği ana eğilime uzun devre eğilimi (trend) adı verilir. Trendin tespitindeki amaç, seriyi düzenli, düzensiz hareketlerin etkisinden arındırarak sadece trend etkisi altındaki seri değerlerini orataya çıkarmaktır.²¹ trend öngörüsündeki en önemli varsayım, geçmişte seriyi etkileyen bu unsurun gelecekte de seriyi aynı şekilde etkilemeye devam edeceğidir.

Trend öngörü yönteminin esası, zamana bağlı herhangi bir olaya ait değerlerin kartezyen grafiğinde gösterdikleri serpilmeğe uygun matematik fonksiyon belirlemek, bu fonksiyonla ilgili olayın zamana göre nasıl bir ana eğilim (trend) gösterdiğini, kısacası biri açıklayıcı değişken (X), diğeri açıklanan değişken (Y) kabul edilen iki vasıf arasındaki ilişkiyi matematik fonksiyonla ifade etmektir.

Matematik fonksiyon belirlenirken; kartezyen grafiğine bakıldığında zaman serisindeki değişme miktarı az çok aynı ise doğru denklemi:

$$Y = a + b X$$

Artış veya azalış oranı sabit gibi görünen zaman serilerinde üstel model uygundur:

$$Y = a.b^X$$

Zaman serisindeki değişme miktarı gittikçe artan daha sonra azalan bir eğim gösteriyorsa parabol yada daha üst dereceden bir parabol denklem benimsenir:

$$Y = a + b X + \dots + r X^k$$

Kartezyen grafik yardımıyla zaman serisinin gösterdiği eğilim belirlenir ancak her zaman açık ve kesin bir sonuca varmak mümkün olmaz. Bu durumda trend öngörüsü birkaç değişik modele göre yapılır ve modeller arasından seçim yapılırken $\Sigma(Y-Y') = \min.$ şartını gerçekleştiren model öngörü modeli olarak benimsenir.

Literatürde en küçük kareler yöntemi²² olarak da geçen trend çözümlemesi yönteminde amaç zaman serisini en iyi temsil edecek trend denkleminin tipi belirlenerek gelecek dönem için öngörülerin rutin olarak elde edilmesidir. Bu yöntemle ilişkin hesaplamalar hem elle hem bilgisayar desteği ile yapılabilir. Yöntemin maliyeti her ne kadar uygulamaya bağlı olarak değişse de genellikle düşüktür.²³

²¹ Özer Serper, Uygulamalı İstatistik 2, 1986, s. 216

²² En Küçük Kareler Yöntemi için bkz. Özer Serper, a.g.e. s.222-245.

²³ Ahmet Özmen, a.g.e. s. 9-10.

Trend öngörü yönteminin zayıf yönlerini şöyle sıralayabiliriz: Öngörü amacıyla kullanılabilmesi için en az yedi yıllık veriye gereksinim duyulur.²⁴ Yeni bir gözlem değeri seriyeye eklendiğinde bu yöntemin hemen uyarlanması zordur. Yeni gözlem değerinin de dikkate alınarak öngörü türetilmesi, belirlenecek fonksiyonun a,b,c, ... gibi parametre değerlerinin yeniden tahmini, bütün gözlemler kümesinin yeniden çalıştırılmasını gerektirir. Ayrıca herhangi bir zaman serisi için belirlenen trend denkleminin yeterli olup olmadığı, istatistiksel olarak test edilemez. Ancak öngörü hatalarının karesini (MSE) minimize eden denklem yeterli kabul edilir.²⁵

Bu yöntemin çalışmamızdaki en önemli dezavantajı ise zaman serisindeki düzenli dalgalanma unsurunu dikkate almamasıdır. Serideki mevsimselliği gözardı etmesi nedeniyle mevsimsellik gösteren serilerin öncelikle bu unsurun etkisinden arındırılması gerekmektedir. Zaman serisini düzenli dalgalanmaların etkisinden arındırmak için mevsim indeksine ihtiyaç vardır. Hesaplanan mevsim indeksi ile çarpılmak suretiyle elde edilen yeni seri düzenli dalgalanma etkisinden arındırılmış olur. Artık düzenli dalgalanma unsuru içermeyen bu yeni verilere yukarıda anlatılan trend öngörü yöntemi uygulanabilir.

²⁴Chatfield s.84

²⁵Steven C. Wheelwright, Sympos Makridakis, *Forecasting Methods For Management*, 1973, s.96

2.3. Üssel Düzeltme Öngörü Yöntemleri

Üssel düzeltme öngörü yöntemleri temel özellik açısından hareketli ortalama öngörü yöntemine benzer. Fakat üssel düzeltme yöntemleri zaman serisinin tüm gözlem değerlerini göz önünde bulundurdıklarından ve seri değerlerine bugünkü dönemden uzaklıklarına göre azalarak tartı verdikleri için hareketli ortalama yönteminden ayrılırlar.

$$X_{t+1} = aX_t + a(1-a)X_{t-1} + \dots + a(1-a)^k X_{t-k}$$

Zaman serilerini meydana getiren bütün unsurları dikkate alan üssel düzeltme yöntemi geliştirilmiş olduğundan, bu yöntemlerle zaman serileriyle ilgili ileriye dönük öngörü yapılabilir. Üssel düzeltme yöntemlerinin zaman ve para bakımından uygulama maliyeti düşüktür. Yöntemlerin uygulanabilmesi için çok uzun bir süreye gerek yoktur. Yeni bir gözlem değeri seriye ilave edildiğinde bu yöntem hemen uyarlanabilir ve eklenen gözlem değerinden önce yapılan işlemlerin yeniden yapılmasına gerek yoktur.

Ancak seri değerlerine bugünkü dönemden uzaklıklarına göre verilen a katsayısının değerini uygun bir şekilde belirlemek için kesin bir kural yoktur; bu konuda sınama yanılma yönteminden yararlanılır. Ayrıca uygulamada kullanılan herhangi bir üssel düzeltme modelinin yeterli olup olmadığının sınanabilmesi için herhangi bir test önerilmemiştir.²⁶

Bundan sonraki başlıklar altında sadece tesadüfi unsurları, tesadüfi unsur yanında trend unsurunu, bütün unsurları, tesadüfi ve düzenli dalgalanmaları içeren teknikler sırasıyla incelenecektir.

2.3.1. Tesadüfi Unsurun Etkisini Dikkate Alan Üssel Düzeltme Yöntemi

Tesadüfi unsurun etkisini Brow'ın basit üssel düzeltme yöntemi ile belirlenebilir. Brow'ın basit üssel düzeltme öngörü yöntemine ilişkin model²⁷ aşağıda verilmiştir. İzleyen paragraflarda sözü edilecek olan Trigg ve Leach'ın uyarlayıcı üssel düzeltme yöntemi ise basit üssel düzeltme yönteminin özel bir halidir.

$$F_{t+1} = \alpha x_t + (1-\alpha)F_t$$

Yukarıdaki model yardımıyla (t+1) dönemine ilişkin öngörü değerinin hesaplanabilmesi için t dönemine ait gözlem ve öngörü değeri ile α değerine ihtiyaç vardır. Formüde F_t yerine aşağıda gösterilen

²⁶Ahmet Özmen, a.g.e., s. 11-12.

²⁷Steven C.Wheelwright and Spyros Makridakis, *Forecasting Methods For Management*, New York, 1973.

Spyros Makridakis, Steven C.Wheelwright and Victor E.McGee, *Forecasting: Methods and Applications*, New York, 1983.

$$F_t = \alpha x_{t-1} + (1-\alpha)F_{t-1}$$

eşitliği yazıldığında ve t-1, t-2, ..., t-N dönemleri için de aynı işlem yapıldığında aşağıdaki formül elde edilir:

$$F_{t+1} = \alpha x_t + \alpha(1-\alpha)x_{t-1} + \dots + \alpha(1-\alpha)^N F_{t-(N-1)}$$

Öngörü modelinde bugünkü gözlem değeri x_t den geçmiş dönem gözlem değerine doğru uzaklaşırken (x_{t-1}, x_{t-2}, \dots), tartıların ($\alpha(1-\alpha), \alpha(1-\alpha), \dots$) üssel olarak gittikçe azalan bir değer aldığı görülmektedir²⁸.

Trigg ve Leach' in uyarlayıcı üssel düzeltme yönteminde kullanılan öngörü fonksiyonu²⁹:

$$F_{t+1} = \alpha_t x_t + (1-\alpha_t)F_t \text{ şeklindedir.}$$

Trigg ve Leach' in uyarlayıcı üssel düzeltme yönteminde Brow'ın basit üssel düzeltme öngörü yönteminden farklı olarak α_t ler sabit değildir, bir önceki dönemin öngörü hatasına bağlı olarak her t dönemi için değişen değerler alır.

2.3.2. Tesadüfi Unsurun Yanında Trend Unsurunun Etkisini Dikkate Alan Üssel Düzeltme Yöntemleri

Brown' in tek parametrelili doğrusal üssel düzeltme yöntemi, Brown ve Meyer tarafından geliştirilmiştir ve literatürde ikili üssel düzeltme yöntemi olarak da geçmektedir. Bu yöntem yardımıyla trend unsuru aşağıdaki esitlikler yardımıyla öngörü değerine yansıtılır³⁰. İlerleyen paragraflarda Holt' un iki parametrelili doğrusal üssel düzeltme yöntemi ve Brown' in tek parametrelili karesel üssel düzeltme yöntemi de anlatılacaktır.

$$F_{t+m} = a_t + b_t m$$

$$a_t = 2S'_t + S''_t$$

$$b_t = \frac{\alpha}{(1-\alpha)} (S'_t - S''_t)$$

- a_t : t dönemine ait düzeltilmiş gözlem değeri,
- b_t : t dönemine ait düzeltilmiş trend değeri,
- S'_t : t dönemine ait basit üssel düzeltme değeri,
- S''_t : t dönemine ait ikili üssel düzeltme değerini ifade eder.

²⁸Bruce L.Bowerman and Richard T.O'Connel, *Time Series and Forecasting: An Applied Approach*, 1979, p. 123-124.

²⁹S. Makridakis, S.C.Wheelwright and V. E. McGee, a.g.e., p. 91.

³⁰John T. Mentzer, *Forecasting With Adaptive Extended Exponential Smoothing*, Journal of the Academy of Marketing Science Fall, 1988 Vol:16, No:3-4, p. 13.

a_t , verilerin basit ve ikili üssel düzeltme değeri arasındaki farkın basit üssel düzeltme değerine eklenmesiyle hesaplanır ve t dönemine ait sabit bir değerdir, düzeltilmiş değeri ise basit ve ikili üssel düzeltme değeri arasındaki fark $\alpha/(1-\alpha)$ oranıyla çarpılarak bulunur. Bu yöntemte verilerdeki tesadüfi unsurun ve trendin düzeltilmesinde düzeltme katsayısı olarak sadece α kullanılmaktadır.

Holt' un iki parametrelili doğrusal üssel düzeltme yöntemi, doğrusal trend gösteren zaman serilerinin öngörü amacıyla çözümlemesinde kullanılan bir yöntemdir. Brown' ın tek parametrelili doğrusal üssel düzeltme yönteminde olduğu gibi Holt' un iki parametrelili doğrusal üssel düzeltme yöntemi de öngörü değerlerine serideki trendi yansıtır. Öngörü modeli aşağıdaki gibidir³¹:

$$F_{t+m} = S_t + b_t m$$

S_t : t dönemine ait düzeltilmiş gözlem değerini,
 b_t : t dönemine ait düzeltilmiş trend değerini göstermektedir.

$$S_t = \alpha x_t + (1-\alpha) (S_{t-1} - b_{t-1})$$

$$b_t = \beta (S_t - S_{t-1}) + (1-\beta) b_{t-1}$$

t döneminin düzeltilmiş gözlem değeri (S_t)' nin değeri, t dönemine ait gözlem değeri x_t ' nin α ile ağırlıklandırılan değerine ($t-1$) dönemine ait düzeltilmiş gözlem ve trend değeri toplamının $(1-\alpha)$ ile ağırlıklandırılan değeri eklenerek bulunur. Holt' un iki parametrelili doğrusal üssel düzeltme yönteminde α katsayısı verideki tesadüfi unsurun düzeltilmesi, β katsayısı trendin düzeltilmesi işlevini görür.

Brown' ın tek parametrelili karesel üssel düzeltme yöntemi zaman serisinin ikinci dereceden trende sahip olması durumunda kullanılabilen bir yöntemdir. Brown' ın tek parametrelili karesel üssel düzeltme yönteminde ($t+m$) inci ön dönem için öngörü fonksiyonu aşağıdaki gibidir³²:

$$F_{t+m} = a_t + b_t m + \frac{1}{2} c_t m^2$$

a_t : t dönemine ait verilerin düzeltilmiş gözlem değerini,
 b_t : t dönemine ait verilerin düzeltilmiş trend değerini,
 c_t : t dönemine ait verilerin düzeltilmiş karesel trend değerini,
 x_t : t dönemine ait verilerin gözlem değerini ifade eder.

Brown' ın tek parametrelili karesel üssel düzeltme yönteminde kullanılan fonksiyonda hem doğrusal hem de karesel trend parametreleri kullanılmaktadır.

³¹John E.Hanke and Arthur G.Reitsch, *Business Forecasting*, Boston, 1986, p. 85.

³²Lynwood A.Johnson and Douglas C.Montgomery, *Operations Research in Production Planing, Scheduling and Inventory Control*, 1974, p.425.

Fonksiyondaki c_t parametresinin (1/2) ile çarpılması türev kurallarından dolaydır³³. Bu yöntemte düzeltme sürecinde de sadece α düzeltme katsayısı kullanılmaktadır.

2.3.3. Zaman Serilerinin Bütün Unsurlarını Dikkate Alan Üssel Düzeltme Yöntemi

Bu başlık altında zaman serisinin bütün unsurlarını dikkate alan yöntemler incelenecektir. Bu çalışmada zaman serisinin bütün unsurları ile tesadüfi dalgalanma, trend ve düzenli dalgalanmaların etkisi kastedilmektedir.³⁴

Winters' in tesadüfi unsur, trend ve düzenli dalgalanmalar içeren üssel düzeltme yöntemine literatürde üç parametrelili üssel düzeltme yöntemi adı da verilmektedir. Bu tekniğe ilişkin öngörü fonksiyonu aşağıdaki gibidir³⁵:

$$F_{t+m} = [a_0(t) + b_1(t) m] sn_t(t-L+m)$$

- F_{t+m} : (t+m) inci döneme ait öngörü değerini,
 $a_0(t)$: t dönemine ait düzenli dalgalanmaların etkisinden arındırılmış düzeltilmiş gözlem değerini,
 $b_1(t)$: t dönemine ait düzeltilmiş trend değerini,
 $sn_t(t)$: t dönemine ait düzeltilmiş düzenli dalgalanma değerini,
L : serideki düzenli dalgalanmanın dalga uzunluğunu göstermektedir.

$$a_0(t) = \alpha \frac{x_t}{sn_t(t-L)} + (1-\alpha)[a_0(t-1) + b_1(t-1) m]$$

$$b_1(t) = \beta [a_0(t) - a_0(t-1)] + (1-\beta) b_1(t-1)$$

$$sn_t(t) = \lambda \frac{x_t}{a_0(t)} + (1-\lambda) sn_t(t-L)$$

t dönemine ait x_t gözlem değerinin $a_0(t)$ ' ye olan oranı gözlem değerindeki düzenli dalgalanma etkisinin değerini verir; t dönemine ait düzenli dalgalanma değeri λ ile ağırlıklandırılmakta, bu ağırlıklı değere (t-L) dönemine ait $sn_t(t-L)$ ' nin (1- λ) ağırlıklı değeri eklenmektedir.

Winters yönteminde α , β ve λ olmak üzere üç tane düzeltme katsayısı bulunmaktadır. Bu düzeltme katsayılarından α verideki tesadüfiliğin düzeltilmesinde, β trendin düzeltilmesinde, λ ise düzenli dalgalanmaların düzeltilmesinde kullanılmaktadır.

³³Halil Kayım, İstatistiksel Ön Tahmin Yöntemleri, H.Ü. İ.İ.B.F., yayın no:11, Ankara, 1985, s. 36.

³⁴Halil Kayım, a.g.e., s.40

³⁵B.L.Bowerman and R.T. O'Connel, a.g.e., p. 253-255.

Mentzer' in tesadüfi unsur, trend ve düzenli dalgalanmalar içeren üssel düzeltme yöntemi Winters yönteminin özel bir halidir. Bu yöntemteki öngörü fonksiyonu ve bu fonksiyonda yer alan parametrelerin hesaplanmasında kullanılan eşitlikler aşağıda gösterildiği gibidir³⁶:

$$F_{t+m} = [a_0(t) + b_1(t) m] s_{n_t}(t-L+m)$$

$$a_0(t) = \alpha_t \frac{x_t}{s_{n_t}(t-L)} + (1-\alpha_t)[a_0(t-1) + b_1(t-1) m]$$

$$b_1(t) = \beta [a_0(t) - a_0(t-1)] + (1-\beta) b_1(t-1)$$

$$s_{n_t}(t) = \lambda \frac{x_t}{a_0(t)} + (1-\lambda) s_{n_t}(t-L)$$

Mentzer' in yöntemi ile Winters' in yöntemi $a_0(t)$ ' nin hesaplanmasında farklılık göstermektedir. Winters' in yönteminde düzeltme katsayısı olarak kullanılan α sabittir. Mentzer' in yönteminde düzeltme katsayısı olarak kullanılan α_t , t deki değişikliğe bağlı olarak değişen değerler almaktadır. Mentzer' in yönteminde de α verideki tesadüflüğün düzeltilmesinde, β trendin düzeltilmesinde, λ ise düzenli dalgalanmaların düzeltilmesinde kullanılmaktadır.

2.3.4. Tesadüfi Unsurun Yanında Düzenli Dalgalanmaların Etkisini Dikkate Alan - Winters' in Trend İçermeyen Üssel Düzeltme Yöntemi

Winters' in trend içermeyen üssel düzeltme yönteminin öngörü fonksiyonu $(t+m)$ ' inci ön dönem için aşağıdaki gibi gösterilmektedir³⁷:

$$F_{t+m} = a_0(t) s_{n_t}(t-L+m)$$

t dönemine ait düzenli dalgalanmaların etkisinden arındırılmış düzeltilmiş gözlem değeri; $a_0(t)$ aşağıdaki eşitlikte görüldüğü gibi hesaplanmaktadır:

$$a_0(t) = \alpha \frac{x_t}{s_{n_t}(t-L)} + (1-\alpha) a_0(t-1)$$

Bu eşitlikte x_t gözlem değerleri, $(t-L)$ dönemine ait düzenli dalgalanma değerine oranlanmakta ve böylece gözlem değerlerindeki düzenli dalgalanmalar elimine edilmektedir. ayrıca serideki düzenli dalgalanma değeri yok edildikten sonra bu değerler ile ağırlıklandırılmakta ve daha sonra $a_0(t-1)$ ' nin $(1-\alpha)$ ağırlıklı değerine eklenmektedir.

³⁶J.T. Mentzer, a.g.e., p. 65.

³⁷B.L.Bowerman and R.T. O'Connel, a.g.e., p. 258-259.

t dönemine ait düzeltilmiş düzenli dalgalanma değeri $sn_t(t)$ ile gösterilir ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır:

$$s n_t(t) = \lambda \frac{x_t}{a_0(t)} + (1 - \lambda) sn_t(t-L)$$

Yukarıdaki eşitlikte $sn_t(t)$ ' nin değeri; t dönemine ait x_t gözlem değerinin $a_0(t)$ ' ye olan oranı bize t dönemine ait düzenli dalgalanma değerini vermektedir ve daha sonra elde edilen bu değer λ ile ağırlıklandırılmaktadır. Bu ağırlıklı değer (t-L) dönemine ait $sn_t(t-L)$ ' nin $(1-\lambda)$ ağırlıklı değeriyle toplanarak bulunur. Winters' in trend içermeyen üssel düzeltme yönteminde de α verideki tesadüfi unsurun, λ ise düzenli dalgalanmaların düzeltilmesinde kullanılmaktadır.

2.4. Box-Jenkins Öngörü Yöntemi Ve Yönteme İlişkin Modeller

Box-Jenkins (B.J.) yöntemi, tek değişkenli zaman serilerinin ileriye dönük öngörüsünde kullanılan yöntemlerden biridir. Kısa dönem öngörü yönteminin bu yeni ve başarılı yöntemi, eşit zaman aralıklarıyla elde edilen gözlem değerlerinden meydana gelen kesikli ve durağan zaman serilerinin öngörü modellerinin kurulmasında ve öngörülerin türetilmesinde sistemli yaklaşım göstermektedir.³⁸

Durağan olmayan zaman serilerinin öngörüsünde B.J. yönteminin uygulanabilmesi için önce durağanlığı bozan unsurlar gözönünde tutularak bazı dönüşüm yöntemleriyle seriler durağan hale getirilir, daha sonra B.J. yöntemi öngörü amacıyla kullanılır³⁹.

B.J. grubu modeller zamana bağlı olayların rassal karakterde olaylar⁴⁰, bu olaylarla ilgili zaman serilerinin ise stokastik süreç olduğu varsayımına dayanarak geliştirilmiştir. Ayrıca bu modellerde rassal değişkenin zaman içinde ardarda aldığı değerler (zaman serisi gözlem değerleri) arasında mevcut olan iç bağımlılık etkili şekilde dikkate alınır. Bundan dolayı B.J. modellerine "*doğrusal stokastik modeller*" adı da verilir.

Doğrusal stokastik modeller incelenen zaman serilerinin (stokastik süreçlerin) durağan olup olmaması durumuna göre doğrusal durağan stokastik modeller ve durağan olmayan doğrusal stokastik modeller olarak iki sınıfa ayrılır. Otoregresif entegre hareketli ortalama (ARIMA) modelleri olarak bilinen durağan olmayan stokastik modeller ayrıca zaman serilerinin mevsim unsurunu içerip içermemesi durumuna göre "*mevsimsel ARIMA*" ve "*mevsimsel olmayan ARIMA*" modelleri olarak sınıflandırılır.

2.4.1. Doğrusal Durağan Stokastik Modeller

Durağan zaman serilerinin modellenmesinde kullanılan B.J. yönteminin doğrusal durağan stokastik öngörü modelleri otoregresif (AR), hareketli ortalama (MA) ve otoregresif hareketliortalama (ARMA) modelleridir.

2.4.1.1. Otoregresif Modeller (AR)

Bu modeller bir zaman serisinin herhangi bir dönemdeki gözlem değerini, aynı serinin geçmiş döneminin gözlem değerine ve hata terimine bağlı olarak açıklayan modellerdir⁴¹.

³⁸V.A.Mabert and R.C.Radeliffe, "A Forecasting Methodology as Applied to Financial Time Series", *The Accounting Review*, C. 49, (January-1974) s. 61.

³⁹Ahmet Özmen, a.g.e. s. 18.

⁴⁰Box-Jenkins, s. 7 ve 21.

⁴¹Ahmet Özmen, a.g.e. s. 18.

AR modelleri içerdikleri geçmiş dönem gözlem değeri sayısına (p) göre isimlendirilirler. p=1 olduğunda 1. dereceden AR model ya da AR(1) olur⁴².

Bir zaman serisinin gözlem değerleri kümesi X_t verildiğinde ve hata terimleri kümesi $\{a_t\}$ nin ortalaması sıfır ve varyansı σ_a^2 olan rassal bir değişken olduğu varsayımı altında, bu zaman serisinin herhangi bir t dönemine ait X_t gözlem değeri, $X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{t-p}$ gibi p sayıda geçmiş dönem gözlem değeri ve a_t hata terimi tarafından açıklanıyor veya p sayıdaki geçmiş dönem gözlem değeri ile a_t nin doğrusal bir bileşimi olarak ifade ediliyorsa, bu model p. dereceden AR modelidir ve AR(p) olarak gösterilir.

AR(p) modelinin genel ifadesi şöyledir:

$$x_t = \phi_1 x_{t-1} + \phi_2 x_{t-2} + \dots + \phi_p x_{t-p} + a_t$$

Burada $x_{t-1}, x_{t-2}, \dots, x_{t-p}$ küçültülmüş gözlem değerleridir, $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ parametreleri t dönemine ait gözlem değeri x_t ile geçmiş dönem değerleri $x_{t-1}, x_{t-2}, \dots, x_{t-p}$ arasındaki ilişkiyi gösteren ilişki katsayılarıdır.

AR(p) modeli çoklu regresyon modelinde olduğu gibi bağımlı bir değişken ile bu değişkeni açıklayan bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya koyan bir model olmayıp, aynı değişkenin belirli bir t dönemine ilişkin gözlem değeri ile ondan önceki gözlem değerleri arasındaki ilişkiyi açıkladığı için çoklu regresyon modelinden ayrılır ve "otoregresif model" adını alır⁴³.

AR modeller AR(p) modelinde olduğu gibi fark denklemi biçiminde yazılabileceği gibi, $Bx_t = x_{t-1}, B^2x_t = x_{t-2}, \dots, B^p x_t = x_{t-p}$ ifadelerinden yararlanılarak da

$$x_t = (\phi_1 B + \phi_2 B^2 + \dots + \phi_p B^p)x_t + a_t$$

veya

$$(1 - \phi_1 B + \phi_2 B^2 + \dots + \phi_p B^p)x_t = a_t$$

şeklinde yazılabilir. Burada B zaman serilerinin zaman göstergesi t ile ilgili "geriye doğru öteleme operatörüdür". AR modellerinin geriye doğru öteleme operatörü B kullanarak yazılımı, bu modellerin durağanlık koşulunu sağlayıp sağlamadığını belirlemede yardımcı olan en iyi gösterimdir⁴⁴. AR(p) modelinin durağanlık koşulunu sağlaması için ikinci eşitlikteki parantez içindeki polinomun sıfıra eşitlenmesi ile bulunacak olan kökleri birim çemberin dışında kalması gerekir⁴⁵. Eğer bu polinomun kökleri birim çemberin dışında kalıyorsa AR(p) durağan zaman serileri için kullanılabilir.

⁴²Steven C. Wheelwright and Spyros Makridakis, *Forecasting Methods and Application*, New York, 1978, p. 284.

⁴³Ahmet Özmen, a.g.e. s. 19.

⁴⁴Chatfield, s. 43.; Box-Jenkins, s. 9.

⁴⁵Box-Jenkins, s.49-51, 54-67.

2.4.1.2. Hareketli Ortalama Modelleri (MA)

MA modelleri, bir zaman serisinin herhangi bir dönemdeki gözlem değerini aynı dönemdeki hata terimi ve ondan önceki belirli sayıda terimin hata terimine bağlı olarak açıklayan modellerdir⁴⁶. MA modelleri içerdikleri geçmiş dönem hata terimi sayısına göre birinci dereceden, ikinci dereceden ve genel olarak q. dereceden MA modelleri olarak adlandırılır.

Bir zaman serisi gözlem değeri kümesi $\{X_t\}$ verildiğinde ve hata terimleri kümesi $\{a_t\}$ ' nin ortalaması sıfır ve varyansı σ_a^2 olan rassal bir değişken olduğu varsayımı altında, bu zaman serisinin herhangi bir t dönemine ait X_t gözlem değeri, t dönemine ilişkin ve q sayıda geçmiş döneme ait hata teriminin doğrusal bir bileşimi olarak ifade ediliyorsa, bu model q. dereceden MA modelidir ve MA(q) ile gösterilir.

MA(q) modelinin genel ifadesi şöyledir:

$x_t = (\theta_0 a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q})$ Burada $x_t = X_t - \mu$ olarak alınmıştır. x_t t' inci döneme ait gözlem değerini gösterir. $\theta_0, \theta_1, \dots, \theta_q$ modelin parametreleridir, bunlar x_t ile $a_t, a_{t-1}, \dots, a_{t-q}$ arasındaki ilişkiyi gösteren katsayılardır.

MA(q) modelinde hesaplanması gereken parametre sayısı ($\mu; \sigma_a^2; \theta_0, \theta_1, \dots, \theta_q$ olmak üzere) q+2 tanedir. MA modelleri fark denklemi biçiminde yazılabileceği gibi "geriye doğru öteleme operatörü" B kullanarak da yazılabilir:

$$x_t = (1 - \theta_1 B + \theta_2 B^2 + \dots + \theta_p B^q) a_t$$

MA modellerinin geriye doğru öteleme operatörü B kullanarak yazımı, bu modelleri çevirebilirlik koşulunu sağlayıp sağlamadığını belirlemede yardımcı olan bir gösterimdir⁴⁷. Bu gösterim ayrıca AR ve MA modelleri arasındaki ikililiği ortaya koymak için de fayda sağlar⁴⁸.

2.4.1.3. Otoregresif Hareketli Ortalama Modelleri (ARMA)

ARMA modelleri durağan zaman serilerinin modellenmesinde kullanılır ve AR ve MA modellerinin bir kombinasyonudur. Bu nedenle ARMA modellerine karışık modeller denir. Bu modellerde bir zaman serisinin herhangi bir dönemine ait gözlem değeri, ondan önceki sayıdaki gözlem değerinin ve hata teriminin doğrusal bir bileşimi olarak ifade edilir. Eğer ARMA modeli p terimli AR ve q terimli MA modelinin bir kombinasyonu ise, p+q terim içerir ve ARMA(p,q) şeklinde yazılır.

⁴⁶Box-Jenkins, s.10 ve C.Montgomery, s. 463.

⁴⁷Chatfield, s. 43.

⁴⁸Johnson ve Montgomery, s. 464.

ARMA modelleri durağan zaman serilerinin modellenmesinde esneklik sağlama ve hesaplanacak parametre sayısını enazlamak amacıyla geliştirilmiş bir modeldir⁴⁹

Bir zaman serisi gözlem değeri kümesi $\{X_t\}$ verildiğinde ve hata terimleri kümesi $\{a_t\}$ verildiğinde; bu zaman serisinin herhangi bir t dönemine ait X_t gözlem değeri $X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{t-p}$ gibi p sayıda geçmiş dönem gözlem değeri ve $a_t, a_{t-1}, \dots, a_{t-q}$ gibi q sayıda geçmiş döneme ait hata teriminin doğrusal bir bileşimi olarak ifade ediliyorsa, bu model (p+q) dereceden ARMA modelidir ve ARMA(p,q) ile gösterilir. ARMA(p,q) modelinin fark denklemi biçiminde genel ifadesi şöyledir:

$$x_t = \varphi_1 x_{t-1} + \varphi_2 x_{t-2} + \dots + \varphi_p x_{t-p} + \theta_0 a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

ARMA(p,q) modelinde hesaplanması gereken parametre sayısı ($\mu; \sigma_a^2; \varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_p, \theta_0, \theta_1, \dots, \theta_q$ olmak üzere) p+q+2 tanedir.

ARMA modelinin çevirebilirlik koşulunu sağlayıp sağlamadığını belirlemek için geriye doğru öteleme operatörü B kullanarak yazımak gerekir. ARMA (p,q) modeli B operatörü kullanarak

$$\varphi(B)x_t = \theta(B)a_t$$

$\varphi(B)$ p dereceden $\theta(B)$ q dereceden polinomlardır. Bu polinomların kökleri birim çemberin dışında kaldığı takdirde modelin çevirebilirlik koşulunu sağladığı ifade edilir.

2.4.2. Durağan Olmayan Doğrusal Stokastik Modeller (ARIMA)

Genellikle iktisadi zaman serilerinin durağanlığı trend, düzenli, düzensiz dalgalanmalar ve tesadüfi dalgalanmaların etkisiyle bozulur. Bu etkenlere rağmen serilerin çoğunda homojenlik görülür. Homojen durağan olmayan zaman serilerinin modellenmesi, seride durağanlığın sağlanmasına bağlıdır. Durağanlığın sağlanması için önce bu etkenlerin belirlenmesi, daha sonra da yok edilmesi yani serinin durağan hale dönüştürülmesi gerekir⁵⁰.

Bir zaman serisinin gözlem değerleri bu serinin ortalama değeri etrafında durağan değilse, serinin uygun derecede farkları alınarak durağanlık sağlanır⁵¹. Fark alma derecesi d ile simgelenir ve uygulamada d genellikle 1 ve en çok 2 değerini alır.

⁴⁹Box-Jenkins, s.11 ve 52

⁵⁰Ahmet Özmen, a.g.e., s. 26.

⁵¹Johnson ve Montgomery, s. 466.

Durağan olmayan ancak fark alma işlemiyle durağan hale dönüştürülmüş serilere uygulanan modellere entegre modeller veya "durağan olmayan doğrusal stokastik modeller" adı verilir.

Durağan olmayan doğrusal stokastik modeller, belirli sayıda (d) farkı alınmış olan serilere uygulanan AR ve MA modellerinin bir kombinasyonu olan modellerdir. Eğer otoregresyon parametresi olan $\phi(B)$ ' nin derecesi p, hareketli ortalama parametresi $\theta(B)$ ' nin derecesi q ise ve d kez fark alma işlemi yapılmışsa, bu modele (p,d,q) dereceden otoregresif entegre hareketli ortalama modeli adı verilir ve ARIMA (p,d,q) şeklinde yazılır⁵².

Genel ARIMA (p,q,d) modeli aşağıdaki gibi formüle edilir:

$$w_t = \phi_1 w_{t-1} + \phi_2 w_{t-2} + \dots + \phi_p w_{t-p} + a_t + \theta_0 a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

Bu formül ARMA (p,q) modelinin fark denkleminde x_t ' nin yerine $\Delta^d x_t = w_t$ eşitliği konularak elde edilmiştir.

- Δ : Fark alma operatörü,
d : Fark alma derecesi,
{ w_t } : Farkı alınmış seridir.

Eğer birinci farklar (d=1) seriyi durağan hale getiriyorsa fark operatörü Δ 'nın işleyişi

$$\Delta x_t = w_t = x_t - x_{t-1}$$

şeklinde gösterilir. Bu gösterim B operatörü olarak

$$\Delta x_t = x_t - x_{t-1} = (1-B)x_t$$

biçiminde yazılır. Eğer d farklar seriyi durağan hale getiriyorsa Δ fark alma operatörünün işleyişi

$$\Delta^d x_t = x_t - x_{t-1} = (1-B)^d x_t$$

şeklinde ifade edilir⁵³

Fark alma derecesi d=0 olduğunda, yani seri orijinal değerler itibari ile durağan ise, özel bir durum olarak AR, MA ve ARMA modellerini içerir⁵⁴. Bu nedenle ARIMA (p,q,d) modeli diğer modellere göre daha esnekdir.

⁵²Box-Jenkins, s.90.

⁵³Leuthold, MacCormick, Schmitz, ve Watts, s. 79.

⁵⁴Box-Jenkins, s.12.

Mevsimsel dalgalanma göstermeyen serilerin ileriye dönük tahmininde kullanılan genel ARIMA(p,q,d) modelinde hesaplanması gereken parametre sayısı ARMA (p,q)'daki kadardır.

ARIMA modellerinin durağanlık ve çevirebilirlik koşulunu sağlayıp sağlamadığının belirlenmesi işlemi ARMA modellerinde olduğu gibi yapılır⁵⁵.

2.4.3. Mevsimsel Modeller

Mevsimsellik zaman serilerinin durağanlığını bozan unsurlardan biridir. Dolayısıyla bu serilerde durağanlığın sağlanması için serinin mevsim etkisinde arındırılması gerekir⁵⁶. Bu amaçla gözlem değerlerinin s dereceden farkı alınması gerektiğinden, mevsimsel serilerin modellenmesinde s' nin bilinmesi önemlidir. Bu fark alma biçiminde gösterilir. Aylık gözlem değerlerinden meydana gelen serilerde mevsime dayandırılmayacak etkilerden dolayı bazı dalgalanmalar gözlenebilir. Örneğin ayların içerdiği gün ve işgünü sayıları farklı olduğundan, bayram ve hafta tatilleri çeşitli aylardaki işgünü sayısına etki ettiğinden, zaman serilerinin aylık kıymetlerinde görünüşte artış ve azalışlar oluşabilir. Bu durumda, değerler gün sayısına göre ayarlanır. Ancak olayın özelliği gereği bir zaman serisi bir olayın seviyesini gösteriyorsa seri kıymetleri gün veya işgünü sayısından etkilenmeyeceği için herhangi bir ayarlamaya gerek yoktur⁵⁷.

Zaman serilerinin değerlerinde görünüşde artış veya azalışları etkileyen diğer bir faktör de fiyat değişiklikleridir. Eğer bir zaman serisinin değerleri para birimiyle ifade edilmişse, fiyat değişikliklerinin etkisi altındadır. Olayda gerçek bir değişme olmadığı halde, örneğin fiyat artışları zaman serisi değerlerinin yapay ve yanıltıcı olarak yükselmesini sağlamış olabilir. Böyle serileri analiz etmeden önce seriyi ayarlamak, yani seri değerlerini sabit fiyat esasına dönüştürmek gerekir. Bu ayarlama s' nin doğru belirlenmesine yardımcı olur.

Gün sayısı ve fiyat değişimleri bakımından ayarlanan mevsimsel serilerin modellenmesi genel ARIMA modelinden yararlanılarak yapılır. Bir zaman serisi hem trend hem de mevsimsel dalgalanmaların etkisi altında olabilir. Bu özellikte bir zaman serinin gözlem değerleri arasında iki türlü ilişki vardır: Birbirini izleyen gözlem değerleri arasındaki ilişki ve birbirini izleyen yılların aynı aylarına ait gözlem değerleri arasındaki mevsimsel ilişki. Box ve Jenkins bu ilişkilerin bir arada kolayca görülebilmesi için gözlem değerlerini aylar sütunda ve yıllar satırda yer alacak şekilde bir tabloda gösterilmesini önermiştir⁵⁸. Mevsimsel zaman serilerinin analizinde kullanılan modele çarpımsal model de denir ve aşağıda görüldüğü gibi formüle edilir:

⁵⁵Ahmet Özmen, a.g.e., s. 26-29.

⁵⁶Kendal, Stuart ve J.K., s. 506-507.

⁵⁷Gürtan, s. 472-474. ; Serper, s. 205-206.

⁵⁸Box-Jenkins, s.303.

$$\phi_p(B) + \Phi_p(B^s) + \Delta^d \Delta_s^D x_t = \theta_q(B) - \Theta_q(B^s) a_t$$

- Φ : Mevsimsel otokorelasyon parametresini,
 Θ : Mevsimsel hareketli ortalama parametresini,
 s : Mevsimsel dalgalanmaların dalga uzunluğunu,
 D : Mevsimsel fark alma derecesini,
 p : Mevsimsel otoregresif model derecesini,
 q : Mevsimsel hareketli ortalama model derecesini,
 $\Phi_p(B^s)$: p dereceden B^s nin polinomlarını,
 $\Theta_q(B^s)$: q dereceden B^s nin polinomlarını,
 Δ_s^D : Mevsimsel fark alma operatörünü,
 Δ^d : d dereceden fark alma operatörünü gösterir.

Genel mevsimsel modelin derecesi, mevsimsel ve mevsimsel olmayan modelleri derecelerinin çarpımıdır, ve $(p,q,d)(P,Q,D)$ şeklinde gösterilir. (p,q,d) mevsimsel olmayan modelin derecesini, (P,Q,D) mevsimsel modelin derecesini ifade eder.

Uygulamada sıklıkla karşılaşılan iktisadi zaman serilerinin öngörüsünde kullanılan çarpımsal model, derecesi $(0,1,1)(0,1,1)_{12}$ olan ARIMA modeldir. Bu model aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\Delta \Delta_{12} x_t = (1 - \theta B) - (1 - \theta B^{12}) a_t$$

Aynı modeli daha açık bir biçimde ifadesi:

$$(x_t - x_{t-1}) (x_{t-12} - x_{t-13}) = a_t - \theta a_{t-1} - \theta a_{t-12} - \theta a_{t-13}$$

şeklindedir. Bu modele birinci dereceden çarpımsal mevsimsel hareketli ortalama adı verilir. Mevsimsel modellerde durağanlık ve çevrilebilirlik koşulu daha önce incelenen modellerde olduğu gibidir⁵⁹.

⁵⁹ Ahmet Özmen, a.g.e., s. 29-31.

3. UYGUN YÖMTEM SEÇİMİNDE KULLANILAN KRİTERLER

İlerleyen bölümlerde uygun teknik seçiminde kullanılan uyum ve doğruluk kriteri açıklanacaktır.

3.1. Uyum Kriteri

Bir x değişkenine uygulanan öngörü yöntemlerinin değerlendirilmesi ve karşılaştırılması $\{e_i\}$ uyum hataları kullanılarak yapıyorsa, kullanılan kriter "uyum" kriteri olarak isimlendirilir.

Bu kritere göre modellerin değerlendirilmesi $\{e_i\}$ 'ler arasındaki korelasyonun varlığını araştırmak suretiyle yapılır. H_0 önsavlarının sınanması, t ve Q istatistikleri yardımıyla korelasyonun varlığı araştırılır.

$$H_0 : \rho_a(k) = 0$$

ve

$$H_0 : \rho_a(1) = \rho_a(2), \dots, \rho_a(K) = 0$$

$$t = \frac{r_e(k) - 0}{S [r_e(k)]}$$

$$Q = n \sum_{k=1}^K r_e^2(k)$$

$\rho_a(k)$: k . gecikme ($k= 1,2,\dots,K$) için a_i ($i= 1,2,\dots,n$) evren uyum hatalarının otokorelasyon katsayısını,

$r_e(k)$: k . gecikme için örneklem uyum hatalarının otokorelasyon katsayısını,
 $S[r_e(k)]$: k . gecikme için hesaplanan örneklem uyum hatası otokorelasyon katsayısının standart hatasını gösterir.

Q istatistiği yaklaşık olarak χ^2 dağılımını gösterir ve serbestlik derecesi mevsimsel olmayan modellerde ($K-p-q$), mevsimsel modellerde ise ($K-P-p-Q-q$) olur. Bu test hata otokorelasyon katsayılarının sıfırdan anlamlı olarak farklı olup olmadığına, hatalar serisinin rassal seri olup olmadığına karar vermeye, yani modelin uygun olup olmadığını kararlaştırılmasına yardımcı olur.

Hesaplanan Q istatistiğinin değeri ($K-P-p-Q-q$) veya ($K-p-q$) serbestlik derecesinde ve verilen anlam seviyesindeki χ^2 tablo değerinden büyükse [$Q > \chi^2_{\alpha}(K-p-q)$], hatalar serisinin rassal olmadığına, hatalar serisinin otokorelasyon katsayılarının değerinin %95 güven limitlerinin arasında kalmadığı ve uygulanan modelin uygun olmadığını gösterir⁶⁰.

⁶⁰Ahmet Özmen, a.g.e., s. 65-66.

Önsav sınamaları sonunda verilen kararlar önsavlarının kabulü yönünde ise, uygulanan yöntemlerin uygun iyi uyum gösteren değerler türeten ve öngörü amacıyla kullanılabilir yöntemlerdir. Ancak bu aşamada, iyi uyum gösteren değerlerin türetilmesini sağlayan çok sayıda yöntemin varlığını gösteren istatistiksel karar sonucuyla karşılaştırılabilir. Bu durum, daha iyi uyum gösteren $\{x'_i\}$ değerlerini türeten modelin belirlenmesi sorununu, yani modellerin karşılaştırılması gereğini ortaya çıkarmaktadır.

Uyum kriteri kullanılarak öngörü yöntemlerinin karşılaştırılması, yani daha iyi uyum gösteren değerleri türeten modelin seçimi $\{e_i\}$ 'ler serisi için hesaplanan küçük değerli Ortalama Karesel Hata (MSE), Ortalama Mutlak Hata (MAE) ve Ortalama Mutlak Yüzde Hataya (MAPE) gibi çeşitli istatistiklere dayandırılır⁶¹. Bu istatistikler için küçük değeri veren model öngörü amacıyla kullanılmak üzere seçilir⁶².

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (e_i)^2}{n}$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n}$$

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{\bar{X}_i} \right|$$

Ancak model seçiminde bu istatistik ölçüleri kullanılırken, bu ölçülerin zayıf yönlerini göz önünde bulundurmak gerekir⁶³.

3.2. Doğruluk Kriteri

Daha iyi uyum gösteren değerleri türettiğine karar verilen model ancak parametrelerinin tahmininde kullanılan x_i 'ler için uygun model olabilir⁶⁴. Ayrıca öngörü sisteminin kararlılığı konusunda bilgi hiçbir zaman yoktur. Bundan dolayı daha iyi uyumun $n+1$ ($l= 1,2, \dots, m$) öndönemde de devam edeceğini söylemek zordur. Bu sebeple daha iyi uyum gösteren x'_i değerlerini türeten modellere ve onların parametre tahminlerine bağlı olarak sabit n zaman orijinine göre l öndönem için türetilen x_{n+1} ve öngörü değeri ile n zaman orijininin başlamak üzere yine l öndönem için türetilen $\{x_{n+1-l}^{(l)}\}$ bir

⁶¹S. C. Wheelwright and S. Makridakis, *Forecasting Methods and Application*, New York, 1983.

⁶²Ahmet Özmen, *Türkiye'nin Dışsatım Tutarı Öngörülerini İçin Teknik Seçiminde Doğruluk Kriteri Kullanımı*, s. 6.

⁶³S. C. Wheelwright and S. Makridakis, a.g.e.

⁶⁴B. Abraham, ve J. Ledolder, a.g.e

öndönem ileri öngörü değerlerinin doğruluğundan kuşku duyulur. Oysa öngörülerini kullananlar için seçilecek modelin hem daha iyi uyum sağlayan model, hem de daha doğru öngörülerini türeten model olması önemlidir. Bu nedenle uygulamada öngörü sürecine, öngörülerin doğruluğunun araştırılması aşamasını ilave etmek gerekir⁶⁵.

Öngörü yöntemlerinin değerlendirilmesi ve karşılaştırılması için bir öndönem ileri öngörü hataları serisi $\{x_{n+1-l}^{(l)}\}$ kullanılıyorsa, öngörü yöntemi seçiminde kullanılan kriter "doğruluk" kriteri olarak isimlendirilir.

Doğruluk kriteri kullanıldığında da H_0 önsavlarından, t ve Q istatistiklerinden yararlanılır. Ancak $\{e_i\}$ 'ler yerine $\{e_{n+1-l}^{(l)}\}$ 'ler kullanılır. Çünkü n sabit zaman orijinine göre 1 ön dönem için yapılan öngörülerin öngörü hataları arasında korelasyonun varlığı, birbirinden bağımsız olan bir öndönem ileri öngörü hatalarını öngörü yöntemlerinin değerlendirilmesinde ve karşılaştırılmasında çok önemli hale gelmiştir.

Bir öndönem ileri öngörü hatalarını hesaplayabilmek için öngörüsü yapılacak değişkenin öndönem değerinin gerçekleşmesini beklemek gerekir. Bu şekilde yapılacak uygulama, uygunluk kriterine göre pratik fayda sağlamaz. Öngörü yöntemi seçiminde doğruluk kriterinin kullanılmasına yer veren uygulamalarda öngörüsü yapılacak x değişkeni ile ilgili $x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}, \dots, x_{n+m}$ değerinden oluşan serinin ilk n sayıda terimi model kurma amacıyla kullanılır, geriye kalan ve değerleri bilinen m sayıda dönem için bir öndönem ileri öngörü değerleri $x_{n+1-l}^{(l)}$ ($l=1,2,\dots,m$) türetilir ve yöntemlerin değerlendirilmesi ve karşılaştırılmasına esas olacak bir öndönem öngörü hataları⁶⁶

$$\{x_{n+1-l} - x_{n+1-l-1}^{(l)}\} = \{e_{n+1-l}^{(l)}\}$$

hesaplanmış olur.

Bir öndönem ileri öngörü hataları serisinin otokorelasyon katsayıları belirli bir anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak sıfır ise, öngörü amacıyla kullanılan model doğru öngörüler türeten model; Ortalama Karesel Hata (MSE), Ortalama Mutlak Hata (MAE) ve Ortalama Mutlak Yüzde Hataya (MAPE) sahip model ise daha doğru öngörülerini türeten ve öngörü amacıyla kullanılmak üzere seçilmesi gereken model olacaktır⁶⁷.

⁶⁵ Ahmet Özmen, Türkiye'nin Dışsattım Tutarı Öngörülerini İçin Teknik Seçiminde Doğruluk Kriteri Kullanımı, s. 6.

⁶⁶ B.L. Bowerman and R.T. O'Connell, a.g.e.

⁶⁷ Ahmet Özmen, a.g.e, s. 7.

II. BÖLÜM

TEKEL ÜRÜNÜ SİGARA SATIŞLARINA İLİŞKİN UYGULAMA

1.TEKEL ÜRÜNÜ SİGARA SATIŞLARINA İLİŞKİN BİLGİLER

Tütün, Tütün mamüleri, Tuz ve Alkol İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TEKEL)'nün, başlıca faaliyet konuları olan tütün, sigara, tuz, ispiroto ve ispirotolu içeceklerin üretimi, ilk olarak 1862 yılında çıkarılan bir nizamname ile Devlet kontroluna alınmıştır. Cumhuriyet döneminde bu alanda faaliyet gösteren yabancı şirket ve idarelerin önce yetkileri kısıtlanmış, 1928 ve 1930 yıllarında ise faaliyetlerine son verilmiştir.

Çeşitli evrelerden geçen Tekel'in günümüzdeki yapısı, 1932 de çıkarılan 1989 sayılı kanuna dayanmaktadır. Merkez ve taşra teşkilatları 21.5.1941 tarih ve 4036 sayılı kanunla düzenlenen kuruluşun adı, 1946 yılında çıkarılan kanunla Tekel Genel Müdürlüğü olarak değiştirilmiştir.

1.1.1984 tarihinden itibaren Kamu İktisadi Kuruluşu statüsüne kavuşan kuruluş 1987 de ismi "Tütün, Tütün mamüleri, Tuz ve Alkol İşletmeleri Genel Müdürlüğü" olarak değiştirilmiş, ancak "Tekel" ibaresi kısaltılmış bir ticaret ünvanı olarak korunmuştur.

Tekelin yapmakta olduğu başlıca görevler şunlardır.

- * Tütün alım, satım, işleme ve bakımı,
- * Ekici tütün piyasalarının desteklenmesi,
- * Sigara, diğer tütün mamülleri ve kibrit üretimi ve satışı,
- * Bira, şarap ve yüksek alkollü içkilerin üretimi ve satışı,
- * Deniz, göl, kaya ve kaynaklardan tuz üretilmesi ve satışı.¹

Bu görevlerinin yanında, destekleme yaprak tütün alımı ve ticareti ile de görevlendirilen Tekel Genel Müdürlüğü'nün önemli bir faaliyet alanını yaprak tütün ticareti oluşturmaktadır.

Son yıllarda tütün üretiminin yurt içi kullanım ve ihracat için gerekli olan miktarlardan daha fazla gerçekleşmesi, yaprak tütün stokları oluşturmuş, bu durum ağır bir finansman yükü ve maliyetine yol açmış, ihracat imkanlarını da sınırlamaya başlamıştır.

Türkiye Ekonomisinin büyük kuruluşlarından biri olan Tekel'in toplam cirosunun % 79.5'ini sigara satışları oluşturmaktadır. Sigara satış fiyatının yaklaşık % 30'u sigaranın maliyetidir, kalan miktar ise devlete vergi olarak geri

¹ Tekel Dergisi Kasım-Aralık 1993 Sayı4. Yıl.7 Sayfa.9-10

dönmektedir. Sigaradaki vergi oranının yüksekliği nedeniyle sigara sektörü devlet için önemli bir vergi kaynağıdır.

Yabancı sermayeli sigara firmalarının ülkemize gelerek kendi dağıtım şebekelerini kurmalarıyla rekabete açılmıştır. Buna rağmen sigara sektöründe Tekel'in payı %80'dir.

Sigara satışlarının Türkiye Ekonomisinde önemli yer tutması ve sigara tüketiminin giderek artan bir eğilim göstermesi pazarın % 80'nini elinde tutan Tekel'in pazarlama ve dağıtım planlamasını önemli kılmaktadır. Önemli olan bu planların dayandırıldığı satış miktarları öngörülerinin doğru ve güvenilir olarak yapılmasıdır. İşte bu nedenle Tekel ürünü sigara satışlarının öngörülmesini uygulamamıza konu olarak belirledik. Çalışmamızın uygulama kısmında Tekel ürününü sigara satış miktarı zaman serisinin çözümlenmesinde en uygun yöntemi belirledikten sonra planlara temel teşkil edebilecek öngörülerini türeteceğiz.

2. SİGARA SATIŞLARININ ÖNGÖRÜ AMACIYLA ÇÖZÜMLENMESİNİN GEREĞİ

2000 yılına kadar toplam dünya sigara trendi, dünyanın çeşitli ülkelerinin kültürel durumuna dayalı olarak değişim göstermektedir. Dünya genelinde sigara tüketiminin artmakta olduğu bir gerçektir. en azından gelecek on yıl içinde tüketiminin yıllık ortalama % 2 artacağı beklenilmektedir. Gelişmiş ülkelerde tüketim düşerken, gelişmekte olan ülkelerde artmaktadır.²

Tekel Genel Müdürlüğü, üretim ve satış faaliyetlerini, tüketimi özendirmekten kaçınarak, tüketici taleplerini zamanında karşılama anlayışı ile sürdürmektedir. 1994 yılında toplam sigara satış miktarı bir önceki yıla göre %9 oranında artış göstermiştir. 1995 yılında ise bu artışın yaklaşık %7 olacağı görülmektedir.

*Son yıllarda sigara sektörünün fiilen rekabete açılması, sigara üreticisi firmaların kendi dağıtım teşkilatlarını kurmaları ve bunun yanında Gümrük Birliğine geçiş ile birlikte hemen tüm ürünlerde rekabetin yoğunlaşacağı dikkate alınarak Pazarlama ve Dağıtım Teşkilatı ve sistemde yeni arayışlara gidilmesi ve daha dinamik yapıların oluşturulması kaçınılmaz olmuştur.

Bugüne kadar pazarlama ve dağıtım hizmetlerinde ağırlık kazanan dağıtım faaliyetlerinin yerini pazarlama faaliyet teknikleri alacaktır.³ Pazarlama faaliyetlerine geçilmeden önce yapılacak planlamanın doğru ve güvenilir öngörülere dayandırılması gerekmektedir.

² Tekel Dergisi Kasım-Aralık 1993 Sayı4. Yıl.7 Sayfa.58

³ Tekel Dergisi Şubat-Mart 1995 Sayı.1 Yıl.9 Sayfa. 18-19

Tütün üretimi ve alımının planlanabilmesi bir sonraki dönemde ne kadar sigara üretimi ve tütün ihracatının gerçekleştirileceğine bağlıdır. Sigara üretimi ise tüketicinin talebi ile ilişkilidir. Tüketici taleplerinin kestirilebilmesi için doğru ve güvenilir öngörü tekniklerine ihtiyaç vardır. Güvenilir öngörü sonuçlarına dayandırılan tüketici talepleri bir başka deyişle ileri dönem sigara satışları yardımıyla Tekel sigara üretiminde ne kadar tütüne ihtiyaçları olacağını saptayabilir ve finansman kaynaklarını en optimum seviyede kullanma yoluna gidebilir.

Sigara satışlarının Türkiye Ekonomisinde önemli yer tutması ve tüketiminin giderek artan bir eğilim göstermesi, bunun yanında sigara sektöründe yabancı firmalarla rekabete gidilmesi Tekel ürününü sigara satışlarının ileri dönem öngörüsünün türetilmesini gerekli kılmaktadır.

Çalışmamızda ele aldığımız zaman serisi çözümleme yöntemleri öngörü türetmede uygulamada en çok kullanılan yöntemlerdir.

3. TEKEL ÜRÜNÜ SİGARA SATIŞLARI ZAMAN SERİSİ İÇİN UYGUN ÇÖZÜMLEME YÖNTEMİNİN BELİRLENMESİ

Tekel ürünü sigara satış miktarı değişkeni iktisadi bir değişkendir. Kuramsal olarak bu değişkeni Tekel'in fiyat politikası, tüketici talep esnekliği, rakip firmaların tüketiciye ve ticaret kanallarına yönelik satış aktiviteleri gibi iktisadi değişkenlerin yanında tüketicilerin açık havada daha çok sigara tüketmeleri, halkın çoğunluğunun müslüman olması nedeniyle Ramazan ayında sigara tüketiminin az olması, sigara satış fiyatlarında artış beklentisi ile Tekel bayilerinin stok yapma eğilimine gitmeleri gibi değişkenler tarafından da açıklanabilir. Her ne kadar sigara satış miktarı öngörülerini için regresyon teknikleri sınıfında yer alan tekniklerin kullanılması uygun gibi görülse de belirtilen açıklayıcı değişkenlerin bazılarının sözel değişken olması, sayısal değişkenler hakkında veri derlemenin oldukça zor olması gibi nedenlerden dolayı bu değişkene ilişkin çözümlemede tek değişkenli zaman serisi öngörü yöntemleri kullanılmaktadır.

3.1. Serinin Tanıtılması

Türkiye'nin tüm il ve ilçelerinde bulunan 1000'e yakın depoları aracılığı ile sayısı 150.000'i aşan Tekel bayilerinin ürünleri temin etmeleri sağlanmaktadır. Tekel depolarının ay içinde yaptıkları sigara sevkiyat rakamlarını bir sonraki ayın ilk haftasında bağlı buldukları Pazarlama ve Dağıtım Teşkilatına bildirmeleri sonucunda tüm Tekel depolarındaki ilgili ayda yapılan satış verileri elde edilmektedir.

Tekel depolarının adet (stick) bazındaki aylık sevkiyat verileri tarih sırasına göre dizilmesi ile zaman serisi elde edilmiştir. Çözümlemesini yapacağımız zaman serisi, 1988 yılı Ocak ayından 1995 yılı Ekim ayına kadar

olan Tekel ürünü sigara satış verileri alt alta sıralanarak oluşturulmuştur. Tekel Genel Müdürlüğü'nden sağlanan veriler milyon adet olarak sadeleştirilmiştir. Bilindiği gibi sigara 20' şer adetten oluşan paketler halinde pazarlanmaktadır. Tekel kayıtlarında sigara satış rakamları adet bazında tutulduğundan bizde çalışmamızda adet bazındaki verilerden yararlanacağız.

Çalışmamızda öngörülerin değerlendirilmesi ve karşılaştırılması için 1995 yılına ait olan 10 aylık dönemi kontrol verisi olarak kullanacağız. Bu nedenle Tekel ürünü sigara satış miktarları zaman serisi için uygun çözümleme yönteminin belirlenmesinde son 10 aylık veriyi gözardı ederek 1988-1994 dönemine ait 84 adet veri ile çalışacağız.

Tekel ürünü sigara satışlarına ilişkin 1988-1984 dönemine ait aylık veriler Tablo-1 de verilmiştir.

Tablo 1- 1988-1994 Dönemi Aylık Tekel Ürünü Sigara Satış Miktarları (Milyon Adet)

	1,988	1,989	1,990	1,991	1,992	1,993	1,994
OCAK	3,670	4,805	4,675	5,073	5,136	5,099	5,891
SUBAT	3,957	4,594	4,743	5,082	4,863	4,832	4,627
MART	4,724	5,478	4,867	3,945	4,114	4,650	7,843
NISAN	4,096	3,758	3,574	4,237	5,486	6,053	5,334
MAYIS	4,326	5,614	4,993	6,189	5,916	6,659	6,405
HAZIRAN	5,485	6,285	5,409	5,203	6,233	5,597	7,038
TEMMUZ	5,332	5,765	5,368	6,595	7,128	6,783	6,867
AGUSTOS	5,922	5,637	5,810	6,375	6,538	6,775	7,513
EYLUL	5,821	5,358	5,421	6,060	6,063	6,208	7,462
EKIM	5,332	5,319	5,640	5,486	6,179	6,240	6,196
KASIM	5,412	5,008	5,280	5,000	5,697	6,471	6,898
ARALIK	5,098	4,972	5,103	5,360	5,964	7,010	6,995

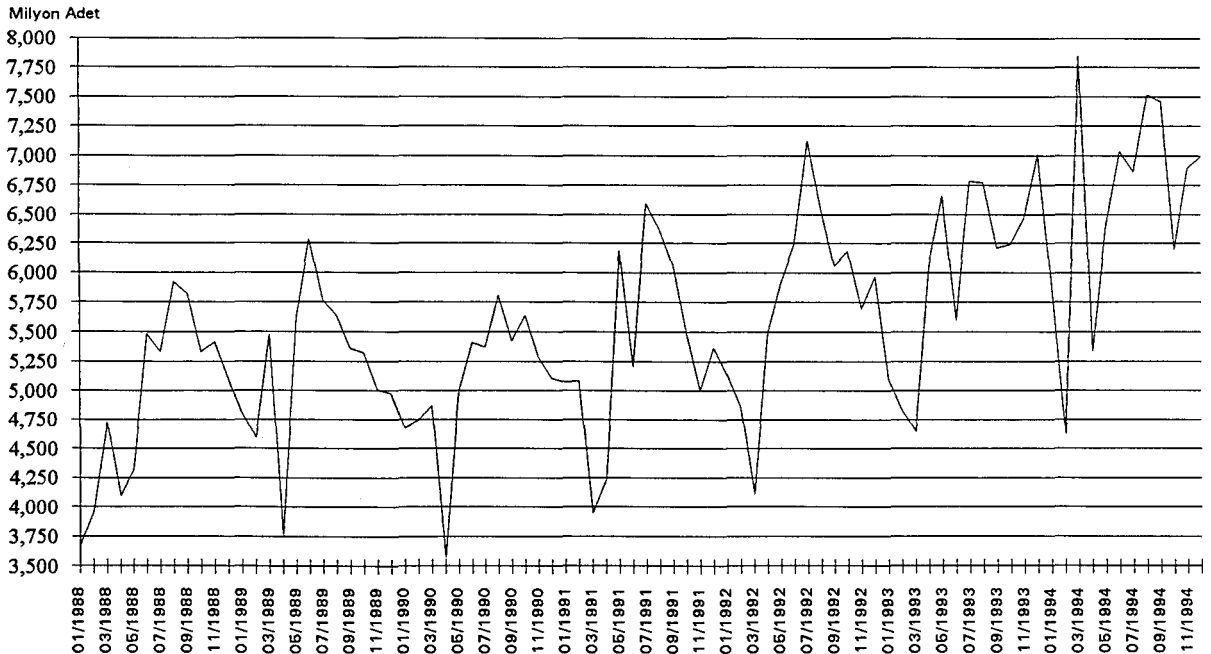
3.2. Seriyi Etkileyen Unsurların Belirlenmesi

1988-1994 dönemine ait aylık verilere ilişkin kartezyen grafiği Şekil 11 de verilmiştir. Kartezyen grafiğine bakıldığında düzenli dalgalanma ve zayıf bir trendin varlığı dikkati çekmektedir. Şubat-Mart aylarında sigara satışlarında azalma gözlenirken, Temmuz-Ağustos aylarında artış görülmektedir.

Bu durumla ilgili olarak sigara sektörü bazında yapılan incelemeden, düzenli dalgalanmaların sigara tüketicilerinin açık havada daha çok sigara tükettikleri, dolayısıyla yaz mevsiminde tüketimin arttığını ayrıca halkın yaklaşık %99'unun müslüman olduğu ülkemizde Ramazan aylarında oruç tutulmasının sigara tüketimini azalttığı görülmektedir. Ramazan ayı, 1988-1994 yıllarında ilkbahar-kış aylarına rastladığından, kartezyen grafiğinden de görüleceği gibi bu dönemlerde sigara tüketiminin düştüğü saptanmıştır.

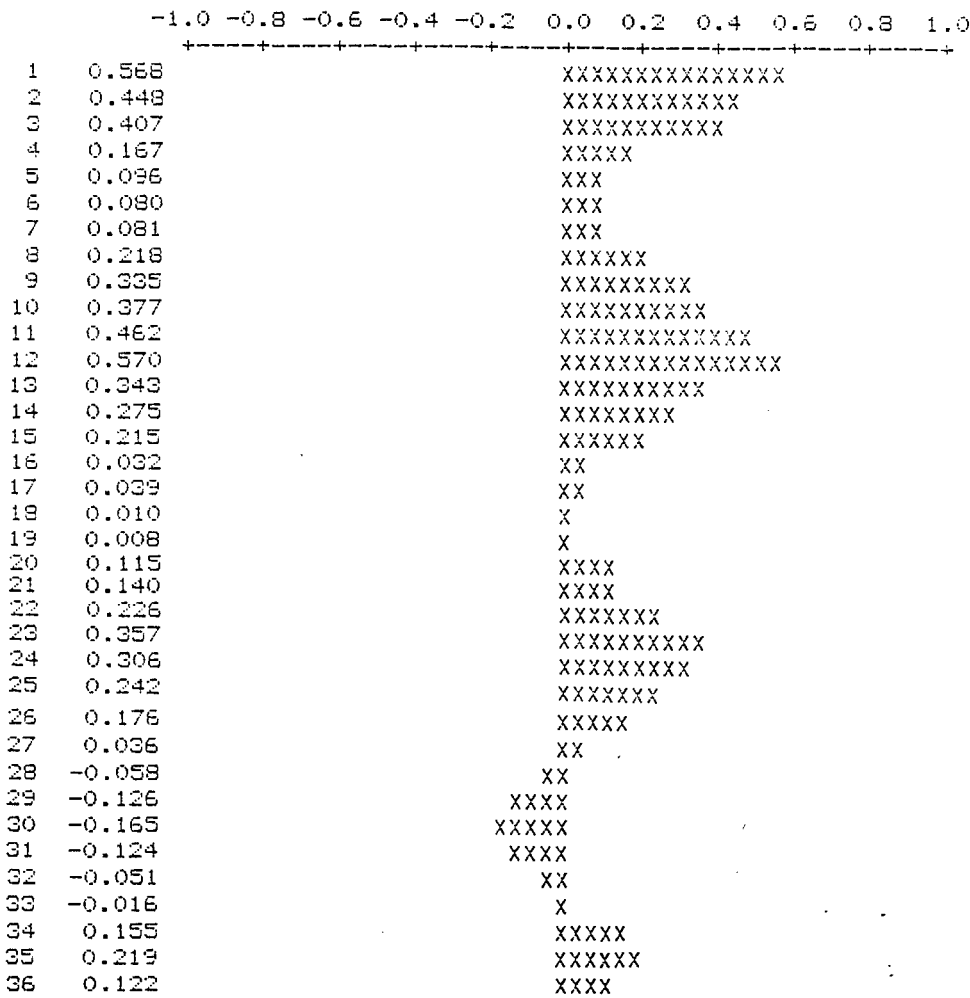
Mayıs ayında artmaya başlayan sigara satış miktarları Temmuz-Ağustos aylarında en büyük değere, Şubat-Mart aylarında en küçük değere ulaşmaktadır. O halde belirtilen düzenli dalgalanmaların mevsimsel olduğunu tespit edilmektedir. Daha önceki açıklamalarla birlikte değerlendirildiğinde Tekel ürünü sigara satış miktarı çözümlemesi için tek değişkenli zaman serisi çözümleme yöntemlerinin uygun olduğu ortaya çıkmaktadır.

Şekil 11- Aylık Tekel Ürünü Sigara Satış Miktarı Zaman Serisinin Kartezyen Grafiği



Ayrıca bu seri için hesaplanan 36 korelasyon katsayısının % 1 anlam düzeyinde $\pm z_{\alpha/2} / \sqrt{n} = \pm 2.58 / \sqrt{36} = \pm 0.43$ limitleri dışında kaldığı ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Şekil 12 deki 1.,2.,11., ve 12. gecikmeler için otokorelasyon katsayılarının limitlerin dışında kaldığı ve yüksek gecikmedeki korelasyon katsayıları için gittikçe sifira yaklaşması nedeniyle trend unsurunun etkisi olduğunu, ayrıca yüksek gecikmelerden aşağıya doğru gittikçe 12 aylık aralıklarla azalan ve tekrar artan bir seyir göstermesi nedeniyle rassal unsurun yanında düzenli dalgalanma unsurunun da serinin oluşumunda etkili söyleyebiliriz.

Şekil 12- Tekel Ürünü Sigara Satış Miktarları Zaman Serisinin Otokorelasyon Fonksiyonu



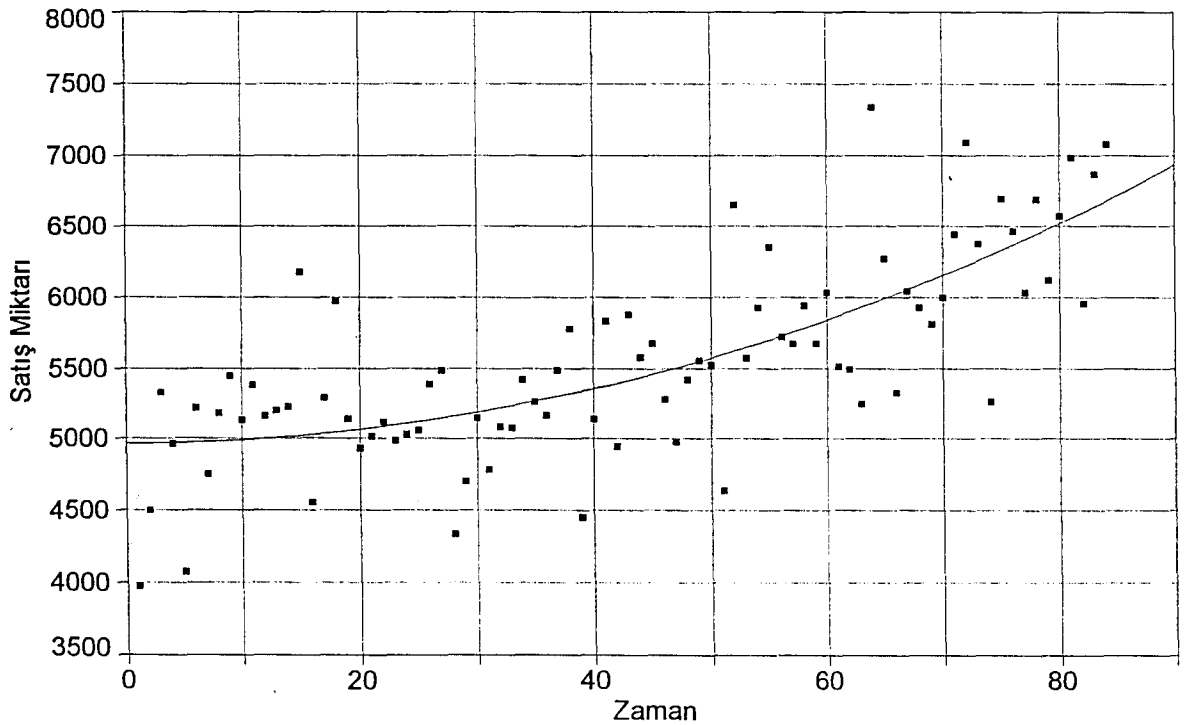
3.3. Uygulanan Yöntemlere İlişkin Öngörü Modelinin Belirlenmesi

Tekel ürünü sigara satış miktarıyla ilgili 1988-1994 dönemine ait 84 aylık veriden oluşan seriye üç farklı tek değişkenli zaman serisi çözümleme yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemler trend öngörü yöntemi, üssel düzeltme öngörü yöntemi ve ARIMA modelleridir. Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisi mevsim unsurunun etkisi altında olduğundan, üssel düzeltme yöntemlerinden Winters'ın mevsimsel üssel düzeltme yöntemi, ARIMA modelleri grubundan mevsimsel ARIMA modelleri seçilmiştir.

3.3.1 Trend Öngörü Yöntemine İlişkin Öngörü Modelinin Belirlenmesi

Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisinin mevsimsellik unsuru içerdiğini daha önceki bölümlerde incelemiştik. Serideki mevsimselliğin arındırılması için Statistica paket programı yardımı ile Hareketli ortalamalara oran yöntemine göre hesaplanan mevsim indeksi ve elde edilen mevsimsellikten arındırılmış seri aşağıdaki Tablo 2 de kartezyen grafiği ise Şekil 13 de verilmiştir. Kartezyen Grafiğe bakıldığında serinin tesadüfi unsurların yanında eğrisel trend unsurunun etkisinde olduğu görülmektedir.

Şekil 13- Mevsimsellikten Arındırılmış Serinin Kartezyen Grafiği

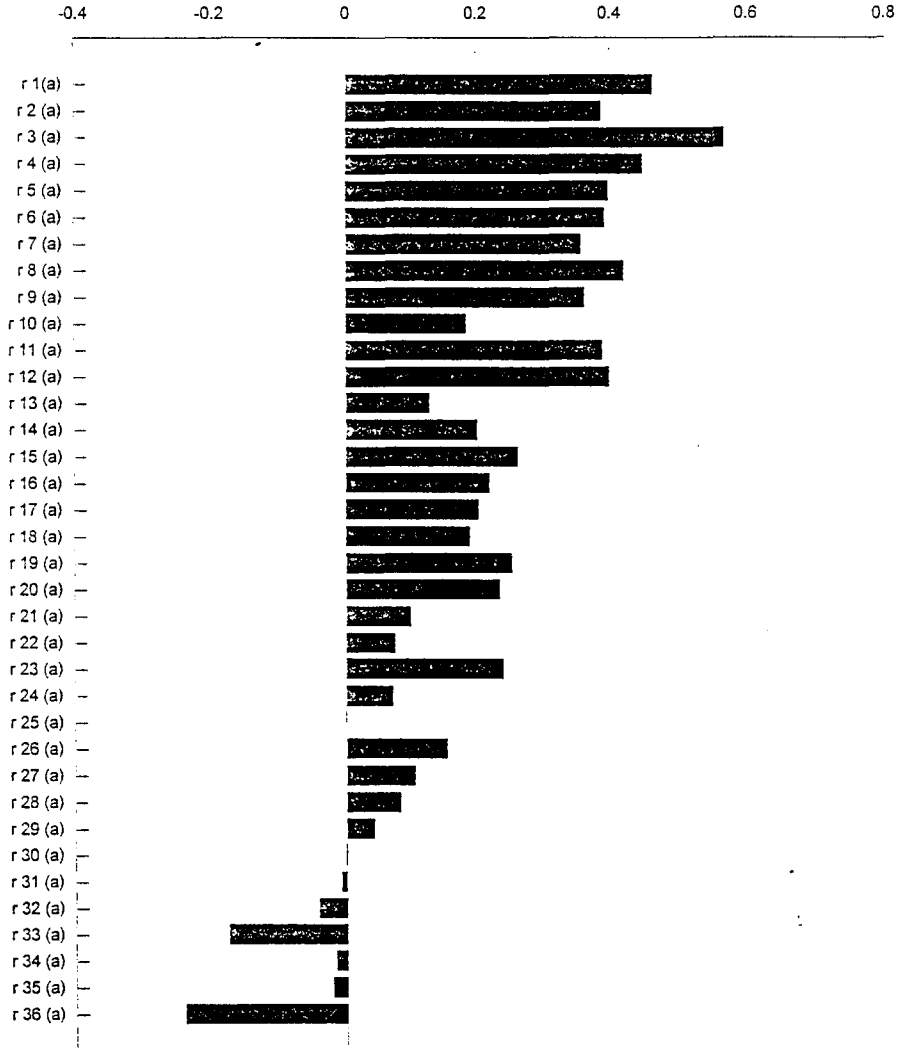


Tablo 2- Hareketli Ortalamalara Oran Yöntemine Göre Hesaplanan Mevsim İndeksi ve Mevsimsellikten Arındırılmış Değerler

Case	SATIS	Moving Averages	Ratios	Seasonal Factors
1	3670.000			92.4608
2	3957.000			88.0035
3	4724.000			88.7045
4	4096.000			82.5250
5	4326.000			106.2003
6	5485.000			105.2206
7	5332.000	4931.250	108.1267	112.2472
8	5922.000	5025.833	117.8312	114.3615
9	5821.000	5078.917	114.6111	106.8865
10	5332.000	5141.750	103.7001	104.0324
11	5412.000	5113.583	105.8358	100.4721
12	5098.000	5220.917	97.6457	98.8856
13	4805.000	5287.583	90.8733	92.4608
14	4594.000	5323.667	96.2939	88.0035
15	5478.000	5299.917	103.3601	88.7045
16	3758.000	5261.333	71.4268	82.5250
17	5614.000	5260.250	106.7250	106.2003
18	6285.000	5226.583	120.2506	105.2206
19	5765.000	5216.083	110.5235	112.2472
20	5637.000	5205.250	108.2345	114.3615
21	5358.000	5217.667	102.6896	106.8865
22	5319.000	5166.750	102.9467	104.0324
23	5008.000	5151.417	97.2160	100.4721
24	4972.000	5099.667	97.4966	98.8856
25	4675.000	5026.667	93.0040	92.4608
26	4743.000	4993.583	94.8819	88.0035
27	4867.000	5008.000	97.1845	88.7045
28	3574.000	5013.250	71.2911	82.5250
29	4993.000	5040.000	99.0675	106.2003
30	5409.000	5062.667	106.8409	105.2206
31	5368.000	5073.583	105.8029	112.2472
32	5810.000	5106.750	113.7710	114.3615
33	5421.000	5135.000	105.5696	106.8865
34	5640.000	5058.167	111.5029	104.0324
35	5280.000	5113.417	103.2578	100.4721
36	5103.000	5213.083	97.8883	98.8856
37	5073.000	5195.917	97.6344	92.4608
38	5082.000	5298.167	95.9200	88.0035
39	3945.000	5345.250	73.8038	88.7045
40	4237.000	5398.500	78.4848	82.5250
41	6189.000	5385.667	114.9161	106.2003
42	5203.000	5362.333	97.0287	105.2206
43	6595.000	5383.750	122.4983	112.2472
44	6375.000	5389.000	118.2965	114.3615
45	6060.000	5370.750	112.8334	106.8865
46	5486.000	5384.833	101.8787	104.0324
47	5000.000	5488.917	91.0927	100.4721
48	5360.000	5466.167	98.0577	98.8856
49	5136.000	5552.000	92.5072	92.4608
50	4863.000	5596.417	86.8949	88.0035
51	4114.000	5610.000	73.3333	88.7045
52	5486.000	5610.250	97.7853	82.5250
53	5916.000	5668.000	104.3754	106.2003
54	6233.000	5726.083	108.8528	105.2206
55	7128.000	5776.417	123.3983	112.2472
56	6538.000	5773.333	113.2448	114.3615
57	6063.000	5770.750	105.0643	106.8865
58	6179.000	5815.417	106.2521	104.0324
59	5697.000	5862.667	97.1742	100.4721
60	5964.000	5924.583	100.6653	98.8856
61	5099.000	5871.583	86.8420	92.4608
62	4832.000	5842.833	82.6996	88.0035
63	4650.000	5862.583	79.3166	88.7045
64	6053.000	5874.667	103.0356	82.5250
65	6659.000	5879.750	113.2531	106.2003
66	5597.000	5944.250	94.1582	105.2206
67	6783.000	6031.417	112.4611	112.2472
68	6775.000	6097.417	111.1126	114.3615
69	6208.000	6080.333	102.0997	106.8865
70	6240.000	6246.417	98.3232	104.0324
71	6471.000	6286.500	102.9349	100.4721
72	7010.000	6265.333	111.8855	98.8856
73	5891.000	6385.417	92.2571	92.4608
74	4627.000	6392.417	72.3826	88.0035
75	7843.000	6453.917	121.5231	88.7045
76	5334.000	6558.417	81.3306	82.5250
77	6405.000	6554.750	97.7154	106.2003
78	7038.000	6590.333	106.7928	105.2206
79	6867.000	6589.083	104.2178	112.2472
80	7513.000			114.3615
81	7462.000			106.8865
82	6196.000			104.0324
83	6898.000			100.4721
84	6995.000			98.8856

Mevsimsellikten arındırılan zaman serisinin 36 gecikme için hesaplanan otokorelasyon katsayıları Ek 1 de de görüleceği gibi % 1 anlam düzeyinde $\pm z_c/\sqrt{n} = \pm 2.58/\sqrt{36} = \pm 0.43$ limitleri dışında kalmaktadır, dolayısıyla istatistiksel olarak anlamlıdır. Şekil 14 deki otokorelasyon katsayılarının yüksek gecikmelerden aşağıya doğru gittikçe azalan düzdün bir seyir göstermesi bu oluşumda rassal unsur yanında parabolik trend unsuru etkisinin varolduğunu gösterir.

Şekil 14- Mevsimsellikten Arındırılan Zaman Serisinin Otokorelasyon Fonksiyonu



Mevsimsellikten arındırılan zaman serisini en iyi açıklayan matematiksel model Table Curve paket programı yardımıyla hesaplanmıştır.

Trend öngörü yönteminin mevsimsellikten arındırılmış 84 aylık veriye uygulanması ile iyi uyum gösterdiğine inanılan matematiksel parabolik model parametreleri

$$a= 4963.144 \quad b= 0.2429 \quad \text{parabolik trend modeli}$$

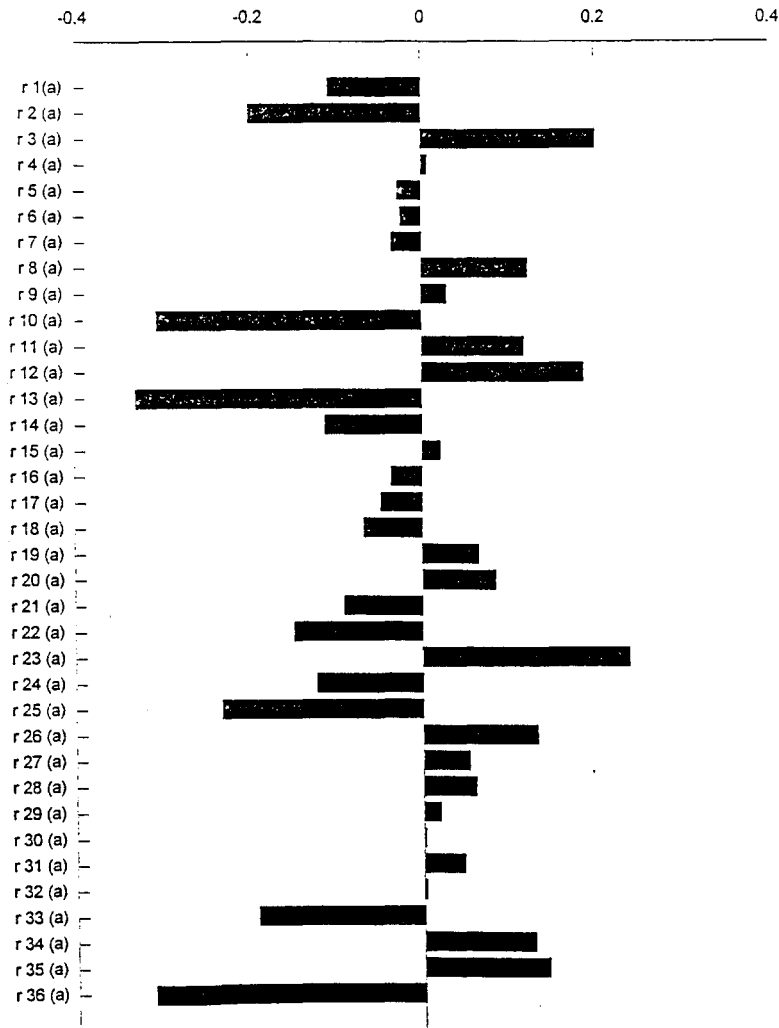
$$Y'_t = 4963.144 + X_t^2 (0.2429)$$

3.3.1.1. Modelin Uygunluğunun Testi

Modelin uygunluğu Tablo 3 de verilen ve e_t simgesi altında yer alan 84 döneme ait öngörü hatalarından $k=36$ gecikmeye ait otokorelesyon fonksiyonunun incelenmesiyle ve Box-Pierce Q istatistiği ile sınanacaktır.

Parabolik trend modeli kullanılarak elde edilen öngörü hatalarının otokorelasyon fonksiyonu Şekil 15 de görülmektedir.

Şekil 15- Mevsimsellikten Arındırılan Zaman Serisine Trend Öngörü Yöntemi Kullanıldığında Elde Edilen Öngörü Hatalarının Otokorelasyon Fonksiyonu



**Tablo 3- Mevsimsellikten Arındırılmış Zaman Serisine
Parabolik Trend Modeli Uygulanması Sonucu Elde Edilen Veriler**

XY *	X Value	Y Value	Y Predict	Residual	Residual%
1	1.0000000	3969.2497	4963.3874	-994.1377	-25.04599
2	2.0000000	4496.4121	4964.1162	-467.7041	-10.40172
3	3.0000000	5325.5472	4965.3307	360.21646	6.7639334
4	4.0000000	4963.3444	4967.0311	-3.686664	-0.074278
5	5.0000000	4073.4348	4969.2173	-895.7825	-21.99084
6	6.0000000	5212.8576	4971.8894	240.96820	4.6225741
7	7.0000000	4750.2298	4975.0472	-224.8174	-4.732768
8	8.0000000	5178.3161	4978.6909	199.62522	3.8550219
9	9.0000000	5445.9637	4982.8204	463.14329	8.5043404
10	10.000000	5125.3263	4987.4358	137.89058	2.6903766
11	11.000000	5386.5700	4992.5369	394.03308	7.3151019
12	12.000000	5155.4524	4998.1239	157.32845	3.0516905
13	13.000000	5196.7969	5004.1967	192.60019	3.7061327
14	14.000000	5220.2469	5010.7554	209.49156	4.0130585
15	15.000000	6175.5604	5017.7998	1157.7606	18.747458
16	16.000000	4553.7716	5025.3301	-471.5585	-10.35534
17	17.000000	5286.2374	5033.3462	252.89119	4.7839545
18	18.000000	5973.1650	5041.8482	931.31679	15.591680
19	19.000000	5135.9856	5050.8359	85.149645	1.6579027
20	20.000000	4929.1064	5060.3095	-131.2031	-2.661804
21	21.000000	5012.7939	5070.2689	-57.47499	-1.146566
22	22.000000	5112.8302	5080.7142	32.116063	0.6281465
23	23.000000	4984.4683	5091.6452	-107.1769	-2.150217
24	24.000000	5028.0324	5103.0621	-75.02973	-1.492228
25	25.000000	5056.1968	5114.9648	-58.76805	-1.162298
26	26.000000	5389.5584	5127.3534	262.20499	4.8650552
27	27.000000	5486.7566	5140.2277	346.52885	6.3157321
28	28.000000	4330.8088	5153.5879	-822.7791	-18.99828
29	29.000000	4701.4933	5167.4339	-465.9406	-9.910482
30	30.000000	5140.6284	5181.7658	-41.13743	-0.800241
31	31.000000	4782.3019	5196.5834	-414.2815	-8.662806
32	32.000000	5080.3811	5211.8869	-131.5059	-2.588504
33	33.000000	5071.7350	5227.6763	-155.9413	-3.074713
34	34.000000	5421.3880	5243.9514	177.43656	3.2728991
35	35.000000	5255.1902	5260.7124	-5.522112	-0.105079
36	36.000000	5160.5087	5277.9591	-117.4504	-2.275947
37	37.000000	5486.6495	5295.6918	190.95771	3.4804067
38	38.000000	5774.7703	5313.9102	460.86012	7.9805792
39	39.000000	4447.3505	5332.6145	-885.2640	-19.90542
40	40.000000	5134.2018	5351.8046	-217.6028	-4.238299
41	41.000000	5827.6672	5371.4805	456.18668	7.8279467
42	42.000000	4944.8492	5391.6422	-446.7930	-9.035524
43	43.000000	5875.4250	5412.2898	463.13517	7.8825817
44	44.000000	5574.4285	5433.4232	141.00529	2.5295021
45	45.000000	5669.5654	5455.0424	214.52299	3.7837643
46	46.000000	5273.3571	5477.1474	-203.7903	-3.864526
47	47.000000	4976.5059	5499.7383	-523.2324	-10.51405

Tablo 3- Mevsimsellikten Arındırılmış Zaman Serisine Parabolik Trend Modeli Uygulanması Sonucu Elde Edilen Veriler (devam)

XY *	X Value	Y Value	Y Predict	Residual	Residual%
48	48.000000	5420.4050	5522.8150	-102.4100	-1.889342
49	49.000000	5554.7865	5546.3775	8.4089613	0.1513823
50	50.000000	5525.9166	5570.4258	-44.50926	-0.805464
51	51.000000	4637.8707	5594.9600	-957.0893	-20.63640
52	52.000000	6647.6825	5619.9800	1027.7025	15.459561
53	53.000000	5570.6057	5645.4858	-74.88008	-1.344200
54	54.000000	5923.7450	5671.4775	252.26752	4.2585816
55	55.000000	6350.2698	5697.9549	652.31484	10.272238
56	56.000000	5716.9589	5724.9182	-7.959271	-0.139222
57	57.000000	5672.3721	5752.3673	-79.99523	-1.410261
58	58.000000	5939.4958	5780.3023	159.19350	2.6802528
59	59.000000	5670.2308	5808.7230	-138.4922	-2.442444
60	60.000000	6031.2118	5837.6296	193.58220	3.2096733
61	61.000000	5514.7695	5867.0220	-352.2525	-6.387439
62	62.000000	5490.6907	5896.9003	-406.2096	-7.398151
63	63.000000	5242.1241	5927.2644	-685.1402	-13.06990
64	64.000000	7334.7470	5958.1142	1376.6328	18.768647
65	65.000000	6270.2271	5989.4500	280.77715	4.4779422
66	66.000000	5319.3006	6021.2715	-701.9709	-13.19668
67	67.000000	6042.9124	6053.5789	-10.66644	-0.176512
68	68.000000	5924.1965	6086.3721	-162.1755	-2.737511
69	69.000000	5808.0300	6119.6511	-311.6211	-5.365349
70	70.000000	5998.1314	6153.4159	-155.2846	-2.588882
71	71.000000	6440.5940	6187.6666	252.92737	3.9270814
72	72.000000	7088.9998	6222.4031	866.59673	12.224527
73	73.000000	6371.3487	6257.6254	113.72332	1.7849176
74	74.000000	5257.7454	6293.3335	-1035.588	-19.69643
75	75.000000	6690.3784	6329.5275	360.85084	5.3935790
76	76.000000	6463.4959	6366.2073	97.288607	1.5052010
77	77.000000	6031.0564	6403.3729	-372.3165	-6.173322
78	78.000000	6688.8043	6441.0244	247.77992	3.7043978
79	79.000000	6117.7473	6479.1616	-361.4144	-5.907638
80	80.000000	6569.5186	6517.7847	51.733863	0.7874833
81	81.000000	6981.2371	6556.8936	424.34346	6.0783420
82	82.000000	5955.8368	6596.4884	-640.6516	-10.75670
83	83.000000	6865.5876	6636.5690	229.01861	3.3357466

Mevsimsellikten arındırılmış serinin parabolik trend modeli kullanarak elde edilen öngörü hatalarının otokorelasyon katsayıları Ek 2 de verilmiştir. Şekil 15 deki otokorelasyon fonksiyonu incelendiğinde öngörü hatalarının belirli bir eğilim göstermediği ve öngörü hatalarının tamamının % 1 anlam düzeyinde $\pm z_c/\sqrt{n} = \pm 2.58/\sqrt{36} = \pm 0.43$ limitleri arasında kaldığı görülmektedir. Bu nedenle öngörü hatalarının rassal dağıldığı söylenebilir.

Modelin uygunluğu Box-Pierce Q istatistiği ile şu şekilde test edilir.

$$Q = 84 \sum_{k=1}^{36} r_e^2(k) = 84 (0.7515) = 63.126$$

olarak bulunur. Bu değer ($K-m=36-2=34$) 34 serbestlik derecesi ve % 0.1 anlam düzeyine sahip χ^2 tablo değeri ile karşılaştırılır.

χ^2 tablo değeri $\chi^2_{0.001;34} = 65,25$ dir. $63,126 < 65,25$ olduğundan öngörü hatalarının rassal olarak dağıldığını ve parabolik trend denkleminin zaman serisini en iyi şekilde açıkladığına %99.9 güvenle karar verilir.

3.3.1.2. Modelin Öngörü Amacıyla Kullanılması

Parabolik trend modelikullanılarak 84. dönemden sonraki öngörü değerlerinin hesaplanması şu şekildedir.

$$Y'_t = 4963.144 + X_t^2 (0.2429)$$

$$t = 85 \text{ için } Y'_{85} = 4963.144 + (85)^2 0.2429 = 6718,187$$

Parabolik trend modeli kullanılarak mevsimsellikten arındırılmış seri için hesaplanan öngörü değerleri aşağıda verilmiştir.

<u>Aylar</u>	<u>Y'_t (Öngörü Değerleri)</u>
Ocak	6718.19
Şubat	6759.72
Mart	6801.75
Nisan	6844.26
Mayıs	6887.25
Haziran	6930.74
Temmuz	6974.70
Ağustos	7019.16
Eylül	7064.10
Ekim	7109.52

Tekel ürünü sigara satış miktarı öngörülerine ulaşabilmek için daha önceden serinin mevsimselliğinin arındırılmasında kullanılan mevsim indeksi

ile çarpılması gereklidir. Bu şekilde elde edilen öngörü değerleri aşağıda verilmiştir.

<u>Aylar</u>	<u>Mevsim İndeksi</u>	<u>Y' (Öngörü Değerleri)</u>
Ocak	92.46	6211.69
Şubat	88.00	5948.795
Mart	88.70	6033.457
Nisan	82.53	5648.225
Mayıs	106.20	7314.285
Haziran	105.22	7292.562
Temmuz	112.25	7828.909
Ağustos	114.36	8027.212
Eylül	106.89	7550.564
Ekim	104.03	7396.204

3.3.2. Üssel Düzeltme Öngörü Yöntemine İlişkin Modelin Belirlenmesi

Daha önceki bölümlerde görüldüğü gibi Tekel ürünü sigara satış miktarına ilişkin zaman serisi tesadüfîlik unsurunun yanında mevsimsellik ve trend unsurunu da içermektedir. Bu nedenle üssel düzeltme öngörü tekniklerinden Winters'in tesadüfî unsur, trend ve düzenli dalgalanmalar içeren üssel düzeltme yöntemi ele aldığımız zaman serisi için uygun olarak belirlenmiştir.

3.3.2.1. Modele İlişkin Düzeltme Katsayısının Seçimi Ve Başlangıç Değerinin Belirlenmesi

Statistica paket programı yardımıyla bulunan model parametreleri aşağıdaki gibidir.

$$\alpha = 0.106 \quad \lambda = 0.027 \quad \beta = 0$$

olarak belirlenmiştir. $\beta = 0$ olarak hesaplandığı için trend unsurunun etkisi göz ardı edilmiştir. Bu durumda Winters'in trend içermeyen üssel düzeltme yönteminin öngörü modeli aşağıdaki gibidir:

$$F_{84+m} = a_0(84) sn_{84}(84-12+m)$$

Hesaplanan düzenli dalgalanmaların ($sn_t(0)$) değerleri daha önce trend çözümlemesi sırasında hesapladığımız mevsim indeksi değerleri ile aynıdır.

$$\begin{aligned} sn_1(0) &= 92.46 \\ sn_2(0) &= 88.00 \\ sn_3(0) &= 88.70 \\ sn_4(0) &= 82.53 \\ sn_5(0) &= 106.20 \\ sn_6(0) &= 105.22 \\ sn_7(0) &= 112.25 \\ sn_8(0) &= 114.36 \\ sn_9(0) &= 106.89 \\ sn_{10}(0) &= 104.03 \\ sn_{11}(0) &= 100.47 \\ sn_{12}(0) &= 98.89 \end{aligned}$$

Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisine Winters'in trend içermeyen üssel düzeltme yöntemi belirtilen başlangıç ve düzeltme katsayı değerleriyle uygulanması sonucunda elde edilen değerler Tablo 4 de verilmiştir.

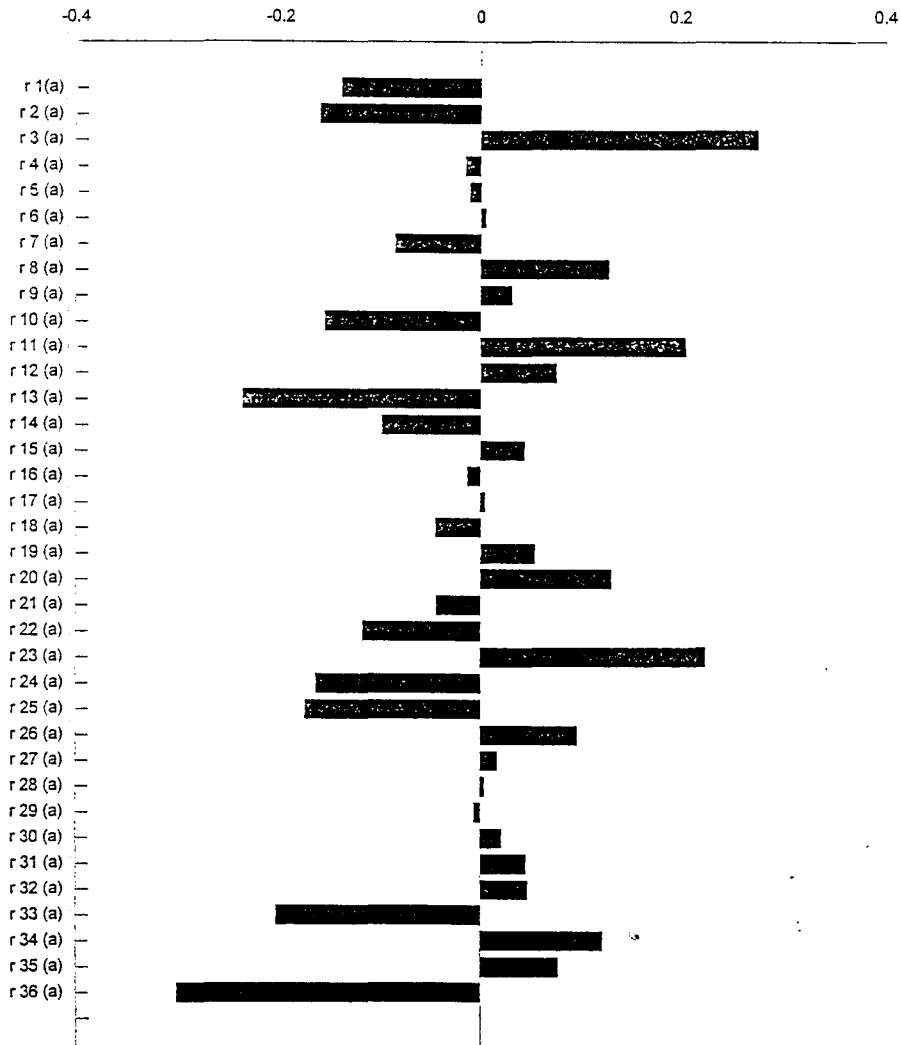
Tablo 4- Tekel Ürünü Sigara Satış Miktarı Zaman Serisine Winters'in Trend İçermeyen Üssel Düzeltme Yöntemi Uygulanması Sonucu Elde Edilen Değerler

Case	SATIS	Smoothed Series	Resids	Seasonal Factors
1	3670.000	4453.025	-783.025	92.4608
2	3957.000	4177.487	-220.487	88.0035
3	4724.000	4204.842	519.158	88.7045
4	4096.000	3980.907	115.093	82.5250
5	4326.000	5161.996	-835.996	106.2003
6	5485.000	5047.315	437.685	105.2206
7	5332.000	5457.321	-125.321	112.2472
8	5922.000	5570.111	351.889	114.3615
9	5821.000	5263.831	557.169	106.3865
10	5332.000	5204.633	127.367	104.0324
11	5412.000	5062.365	349.635	100.4721
12	5098.000	5043.451	54.549	98.8856
13	4805.000	4743.785	61.215	
14	4594.000	4542.360	51.640	
15	5478.000	4606.604	871.396	
16	3758.000	4394.417	-636.417	
17	5614.000	5595.290	18.710	
18	6285.000	5572.433	712.567	
19	5755.000	6055.889	-290.889	
20	5637.000	6169.028	-532.028	
21	5358.000	5740.167	-382.167	
22	5319.000	5572.748	-253.748	
23	5008.000	5379.774	-371.774	
24	4972.000	5278.330	-306.330	
25	4675.000	4925.054	-250.054	
26	4743.000	4680.783	62.217	
27	4867.000	4743.420	123.580	
28	3574.000	4442.395	-868.395	
29	4983.000	5618.596	-625.596	
30	5409.000	5518.730	-109.730	
31	5388.000	5893.368	-525.368	
32	5810.000	5964.962	-154.962	
33	5421.000	5575.503	-154.503	
34	5640.000	5425.612	214.388	
35	5280.000	5276.389	3.111	
36	5103.000	5208.465	-105.465	
37	5073.000	4673.214	139.786	
38	5082.000	4671.960	410.040	
39	3945.000	4767.702	-822.702	
40	4237.000	4366.938	-128.938	
41	6189.000	5615.206	573.794	
42	5203.000	5639.492	-436.492	
43	6595.000	5982.283	612.717	
44	6375.000	6178.761	196.239	
45	6060.000	5811.342	248.658	
46	5486.000	5699.058	-213.058	
47	5000.000	5498.269	-498.269	
48	5360.000	5373.863	-13.863	
49	5136.000	5036.770	99.230	
50	4863.000	4817.023	45.977	
51	4114.000	4873.592	-759.592	
52	5486.000	4469.313	1016.687	
53	5916.000	3907.466	8.534	
54	6239.000	5870.786	368.214	
55	7128.000	6322.345	805.655	
56	6538.000	6550.847	-12.847	
57	6063.000	6141.792	-78.792	
58	6179.000	5989.298	189.702	
59	5697.000	5823.234	-126.234	
60	5964.000	5736.831	227.169	
61	5099.000	5404.907	-305.907	
62	4832.000	5129.984	-297.984	
63	4650.000	5154.776	-504.776	
64	6053.000	4759.222	1293.778	
65	6659.000	6322.977	336.023	
66	5587.000	6322.606	-725.606	
67	6783.000	6684.738	98.262	
68	6775.000	6843.825	-68.825	
69	6208.000	6410.757	-202.757	
70	6240.000	6238.530	1.470	
71	6471.000	6044.377	426.623	
72	7010.000	6013.530	996.470	
73	5891.000	5743.040	147.960	
74	4627.000	5501.835	-874.835	
75	7843.000	5470.743	2372.257	
76	5394.000	5347.069	-13.069	
77	6405.000	6909.477	-504.477	
78	7038.000	6821.239	216.761	
79	6867.000	7332.312	-465.312	
80	7513.000	7450.440	62.560	
81	7462.000	6998.118	463.882	
82	6196.000	6888.104	-692.104	
83	6898.000	6607.610	290.390	
84	6995.000	6560.055	434.945	
85		6202.882		
86		5928.543		
87		6000.646		
88		5605.768		
89		7243.778		
90		7206.472		
91		7719.202		
92		7896.477		
93		7410.313		
94		7241.818		

3.3.2.2. Modelin Uygunluğunun Testi

Winters'in bu modelinin Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisine uygulanması sonucu elde edilen öngörü hatalarının otokorelasyon fonksiyonu Şekil 16 da verilmiştir. Öngörü hatalarının otokorelasyon katsayıları Ek 3 de görülebilir. 36 gecikme için hesaplanan otokorelasyon katsayılarının %1 anlam düzeyinde $\pm z_c/\sqrt{n} = \pm 2.58/\sqrt{36} = \pm 0.43$ limitleri arasında kaldığı görülmektedir. Bu nedenle öngörü hatalarının rassal dağıldığı söylenebilir.

Şekil 16- Tekel Ürünü Sigara Satış Miktarı Zaman Serisine Winters'in Trend İçermeyen Üssel Düzeltme Yöntemi Kullanıldığında Elde Edilen Öngörü Hatalarının Otokorelasyon Fonksiyonu



Modelin uygunluğu Box-Pierce Q istatistiği ile şu şekilde test edilir.

$$Q = 36 \sum_{k=1}^{36} r_e^2(k) = 36 (0.602905) = 50.644$$

olarak bulunur. Bu değer ($K-m=36-2=34$) 34 serbestlik derecesi ve % 0.1 anlam düzeyine sahip χ^2 tablo değeri ile karşılaştırılır.

χ^2 tablo değeri $\chi^2_{0.001;34} = 65,25$ dir. $50.644 < 65,25$ olduğundan öngörü hatalarının rassal olarak dağıldığına ve Winters'in trend içermeyen üssel düzeltme yönteminin Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisinin öngörü amacıyla çözümlenmesinde uygun olduğuna %99.9 güvenle karar verilir

3.3.2.3. Modelin Öngörü Amacıyla Kullanılması

Winters'in trend içermeyen üssel düzeltme yöntemi kullanarak elde edilen öngörü modeli yardımıyla, 1995 yılının satış miktarı öngörü değerleri aşağıda verilmiştir.

<u>Aylar</u>	<u>Y' (öngörü değerleri)</u>
Ocak	6202.882
Şubat	5928.543
Mart	6000.646
Nisan	5605.768
Mayıs	7243.778
Haziran	7206.472
Temmuz	7719.202
Ağustos	7896.677
Eylül	7410.513
Ekim	7141.818

Winters'in trend içermeyen üssel düzeltme yönteminin tek el ürünü sigara satış miktarı zaman serisine uygulanması sonucu elde edilen istatistik ölçüleri Tablo 5 de verilmiştir.

Tablo 5- Winters'in Trend İçermeyen Üssel Düzeltme Yöntemi Kullanıldığında Elde Edilen İstatistik Ölçüleri

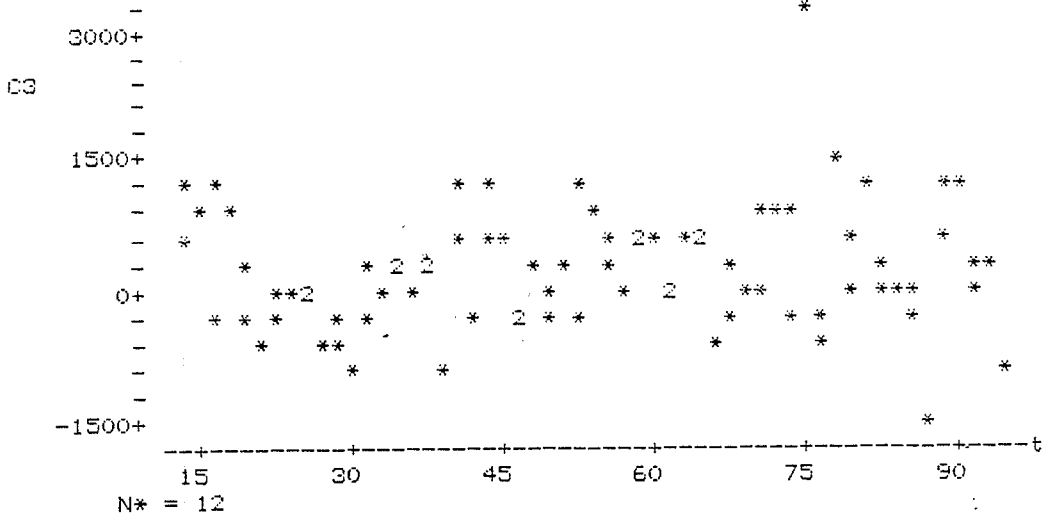
STAT. TIME SERIES	Exp. smoothing: Multipl. season (12) SO=4793. TO=23.03 Lin.trend, mult.season: Alpha=.106 SATIS
Summary of error	Error
Mean error	17.7066341
Mean absolute error	381.5064640
Sum of squares	23124025.7022857
Mean square	275286.0202653
Mean percentage error	-.6038925
Mean abs. perc. error	7.0365667

3.3.3. Box-Jenkins Öngörü Yöntemine İlişkin B-J Model Grubunun ve Geçici Modelin Belirlenmesi

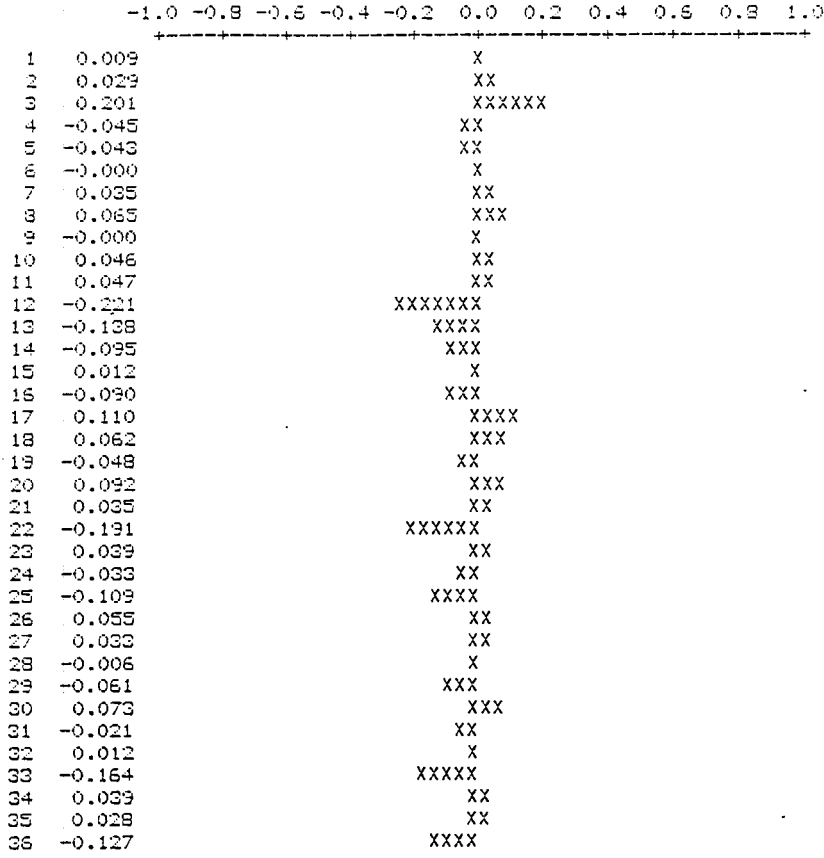
Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisinin orjinal değerleri için hesaplanan ve şekil 2 de gösterilen 36 örnekle otokorelasyon katsayısının yüksek gecikmelerde istatistiksel olarak sıfırdan farklı değerler aldığı yani zaman serisinin durağan olmadığı belirtilir. Serinin mevsim unsuru içerdiğini daha önce de belirtmiştik. Bu bilgiler ışığında seriye bir B.J. modeli uygulayabilmek için seriyi durağan hale getirmek ve bu seri için uygun olabilecek B.J. model tipini durağan olmayan modeller (ARIMA) grubunda aramak gerekir.

Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisinde durağanlığı bozan unsur mevsimsellik olduğundan, durağanlığın sağlanması için serinin 12. dereceden farklarını almak uygun olacaktır. Serinin 12. dereceden farkları alındığında elde edilen kartezyen grafiği Şekil 17 de verilmiştir. Bu şekil incelendiğinde ise 12. dereceden farklar alınmasının zaman serisinin mevsimselliğini giderdiğini görmekteyiz. Bu serinin otokorelasyon katsayılarını gösteren korelogram Şekil 18 de verilmiştir. 36 otokorelasyon katsayısının % 1 anlam düzeyinde $\pm z_{\alpha}/\sqrt{n} = \pm 2.58/\sqrt{36} = \pm 0.43$ limitleri içinde kaldığı ve istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Bir başka deyişle 12. dereceden farklar alınmış seride sadece rassal unsurun etkisinden söz edilebilir. Dolayısıyla, Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisi, %99 güvenle dalga uzunluğu s=12 olan mevsimsel dalgalanmaların etkisindedir.

Şekil 17- Tekel Ürünü Sigara Satış Miktarı Zaman Serisinin 12' şerli Farkları Alındığında Elde Edilen Kartezyen Grafik



Şekil 18- 12' şerli Farklar Alınmış Zaman Serisinin Otokorelasyon Fonksiyonu



3.3.3.1 Geçici Modelin Nihai Parametrelerinin Öngörülmesi

Box-Jenkins model gruplarından ARIMA model grubu Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisi için uygun olarak belirlenmiştir. ARIMA modellerinin kurulmasında Minitab paket programından yararlanılmıştır.

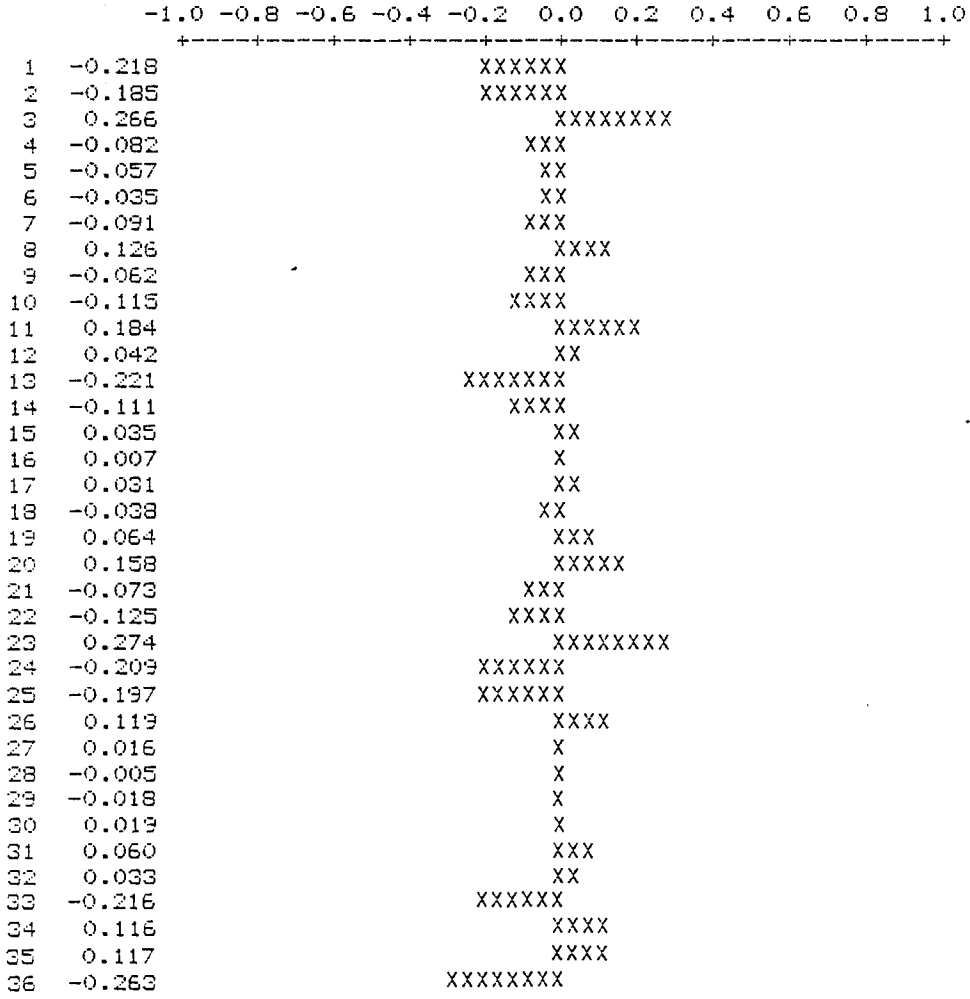
Uygunluğuna karar verilen ARIMA(0.1.1) (0.1.1)₁₂ modeli parametreleri

$\Phi_1 = 0.9274$ $\Phi_{12} = 0.7786$ olan mevsimsel ARIMA modelidir.

3.3.3.2. ARIMA Modelinin Uygunluğunun Testi

Mevsimsel ARIMA(0.1.1) (0.1.1)₁₂ modelinin Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisine uygulanması sonucu elde edilen öngörü hatalarının otokorelasyon fonksiyonu Şekil 19 da verilmiştir. 36 gecikme için hesaplanan otokorelasyon katsayılarının %1 anlam düzeyinde $\pm z_c/\sqrt{n} = \pm 2.58/\sqrt{36} = \pm 0.43$ limitleri arasında kaldığı görülmektedir. Bu nedenle öngörü hatalarının rassal dağıldığı söylenebilir.

**Şekil 19- Tekel Ürünü Sigara Satış Miktarı Zaman Serisine Mevsimsel
ARIMA modeli Uygulandığında Elde Edilen Öngörü Hatalarının
Otokorelasyon Fonksiyonu**



Mevsimsel ARIMA modelinin uygunluğu Box-Pierce Q istatistiği ile şu şekilde test edilir.

$$Q = 84 \sum_{k=1}^{36} r_e^2(k) = 84 (0.675756) = 56.763$$

olarak bulunur. Bu değer ($K-m=36-2=34$) 34 serbestlik derecesi ve % 0.1 anlam düzeyine sahip χ^2 tablo değeri ile karşılaştırılır.

χ^2 tablo değeri $\chi^2_{0.001;34} = 65,25$ dir. $56.763 < 65,25$ olduğundan öngörü hatalarının rassal olarak dağıldığına ve ARIMA(0.1.1)(0.1.1)₁₂ modeli Tekel ürünü sigara satış miktari zaman serisinin öngörü amaciyla zmlenmesinde uygun olduğuna %99.9 güvenle karar verilir

3.3.3.3. Modelin ngr amaciyla Kullanılması

ARIMA(0.1.1)(0.1.1)₁₂ modeli yardımıyla, 1995 yılının satış miktari öngörü değerleri aşağıda verilmiştir.

<u>Aylar</u>	<u>Y' (ngr değerleri)</u>
Ocak	6385.43
şubat	6042.81
Mart	6649.85
Nisan	6317.65
Mayıs	7357.48
Haziran	7419.01
Temmuz	7904.98
Ağustos	8041.08
Eyll	7742.51
Ekim	7415.80

3.4. Uygun Yöntemin Belirlenmesi

Belirtilen üç yöntemin n=84 veriye uygulanması suretiyle kurulan ve iyi-uyum gösterdiğine karar verilen modeller

$a=4963.144$ $b=0.2429$ olan parabolik trend modeli,

$\alpha=0.106$ $\lambda=0.027$ olan Winters'in trend içermeyen üssel düzeltme modeli

ve

$\Phi_1=0.9274$ $\Phi_{12}=0.7786$ olan mevsimsel ARIMA modelidir.

3.4.1 Daha İyi Uyum Gösteren Yöntemin Seçimi

Uygulanan modellerin iyi-uyum gösterdiğine karar verilirken Q istatistiği kullanılmıştır.

	Parabolik Trend Modeli	Winters'in Üssel Düzeltilme Modeli	ARIMA(0.1.1)(0.1.1) ₁₂ Modeli
Q=	63.126	50.644	56.763

Her üç Q istatistiğinin de değeri $K-m=(36-2)=34$ serbestlik derecesinde ve $\alpha=0.001$ anlamlılık düzeyinde $\chi^2_{0.001;34}=65,25$ tablo değerinden küçüktür. Bu üç model de iyi uyum gösteren modellerdir.

Tablo 6 - Tekel Ürünü Sigara Satış Miktarı Öngörüsü için Uygulanan Teknikler ve Daha İyi-Uyum Gösteren Modelin Belirlenmesinde Kullanılan Uygulama Sonuçları

İstatistik Ölçüleri	Modeller		
	Parabolik Trend Modeli	Winters'in Üssel Düzeltilme Modeli	Mevsimsel ARIMA Modeli
MSE	212697.600	275286.020	322506.670
MAE	345.695	381.506	428.192
MAPE	6.337	7.036	7.882

Üç modele dayanarak türetilen iyi-uyum hataları için hesaplanan MSE, MAE ve MAPE istatistiklerinin değeri Tablo 6 da verilmiştir. Bu istatistikler bakımından en küçük değere sahip teknik trend öngörü yöntemidir. Bu

bulgulara göre uygulanan üç teknik arasından Parabolik Trend modeli Tekel ürünü sigara satış miktarı için daha iyi-uyum gösteren teknik olarak kabul edilecektir. Bunun yanında hesaplanan istatistikler birbirine yakın değerler olduğundan her üç yöntemi de iyi-uyum gösteren yöntem olarak nitelendirilebilir.

3.4.2. Daha Doğru Öngörülerini Türeten Yöntemin Seçimi

İyi uyum değerlerinin türettiğine karar verilen modeller kullanılarak 1995 yılının bilinen ilk 10 aylık sigara satış miktarları için yapılan bir-dönem -ileri öngörü değerleri ile bu öngörülere ilişkin hatalar ve teknik seçiminde kullanılan MSE, MAE ve MAPE istatistiklerinin hesaplanan değerleri Tablo 7 de verilmiştir.

Tablo 7-Tekel Ürünü Sigara Satış Miktarı Öngörülerini İçin Uygulanan Teknikler ve Karşılaştırılmasında Kullanılan Uygulama Sonuçları

		Modeller					
		Parabolik Trend Modeli		Winters'in Üssel Düzeltme Modeli		Mevsimsel ARIMA Modeli	
t	X _{n+t}	X' n+t-1	et	X' n+t-1	et	X' n+t-1	et
85	5778	6211.69	-433.69	6202.88	-424.88	6385.43	-607.43
86	4470	5948.80	-1478.80	5928.54	-1458.54	6042.81	-1572.81
87	6450	6033.46	416.54	6000.65	449.35	6649.85	-199.85
88	6052	5648.23	403.78	5605.77	446.23	6317.65	-265.65
89	7626	7314.29	311.72	7243.78	382.22	7357.48	268.52
90	8158	7292.56	865.44	7206.47	951.53	7419.01	738.99
91	6911	7828.91	-917.91	7719.20	-808.20	7904.98	-993.98
92	7918	8027.21	-109.21	7896.68	21.32	8041.08	-123.08
93	7821	7550.56	270.44	7410.51	410.49	7742.51	78.49
94	5290	7396.20	-2106.20	7241.82	-1951.82	7415.80	-2125.80
MSE		892132.828		839215.183		909975.290	
MAE		545.466		730.459		697.460	
MAPE		9.733		12.511		12.289	

Tablo 7 de verilen MAE ve MAPE istatistikleri esas alındığında en küçük değere sahip model parabolik trend modeli olduğuna karar verilmiştir. Bununla beraber, MSE istatistiği tek başına dikkate alınır ise Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisi için Winters'in Trend içermeyen üssel düzeltme modeli doğru öngörülerini türeten model olarak görülebilir.

3.4.3. Öngörü Sonuçlarının Yorumu

Zaman serilerinin öngörü amacıyla çözümlenmesinde hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, iyi-uyum gösteren değerler türeten bir model elde edilebilir. 84 aylık Tekel ürünü sigara satış miktarı verilerine parabolik trend, Winters'in trend içermeyen üssel düzeltme ve mevsimsel ARIMA modelleri uygulandığında parabolik trend modelinin iyi-uyum gösteren model olarak tesbit edilmiştir.

İyi-uyum gösteren modellere dayanarak yapılan öngörüler, her zaman doğru öngörüler olmayabilir. Bu nedenle öngörü uygulamalarında kullanılacak doğru öngörüler türeten bir yöntemin seçilmesi için öngörü yöntemlerinin doğruluk kriteri kullanılarak önce değerlendirilmesi sonra karşılaştırılmasına ihtiyaç vardır.

Çalışmamızda Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisi için bilinen 1995 yılının ilk 10 aylık gözlem değeri için türetilen bir-dönem-ileri öngörü değerleri ve yöntem seçiminde kullanılan istatistiklere bakıldığında da trend çözümlenmesi yöntemi daha doğru öngörüler türeten ve öngörülerin türetilmesi amacıyla kullanılacak yöntem olduğu söylenebilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

İktisadi zaman serilerinin öngörü amacıyla çözümlenmesinde uygun yöntem belirleme sürecini ele aldığımız çalışmamızda Tekel ürünü sigara satış miktarı verilerine ilişkin uygulama ile sürecin geçerliliği gösterilmeye çalışılmıştır.

Çalışmamızın başında Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisinin mevsimsellik unsurunun etkisi altında olduğunu saptadığımızdan zaman serilerinde mevsimselliği dikkate alan yöntemler uygulanmaya çalışılmıştır.

Trend çözümlemesi yöntemi zaman serisinin mevsimsellik unsurunu göz ardı ettiği için öncelikle seriyi etkileyen mevsimselliğin arındırılması ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisinin mevsimsellikten arındırılması için mevsim indeksinden yararlanılmıştır. Hesaplanan mevsim indeksine göre Tekel ürünü sigara satış miktarları Temmuz-Ağustos aylarında en büyük değere, Şubat-Mart-Nisan aylarında en küçük değere ulaşmaktadır. Bu durumla ilgili olarak sigara sektörü bazında yapılan incelemeden, mevsimselliğin sigara tüketicilerinin açık havada daha çok sigara tükettikleri, dolayısıyla yaz mevsiminde tüketimin arttığını ayrıca halkının yaklaşık %99'unun müslüman olduğu ülkemizde Ramazan aylarında oruç tutulmasının sigara tüketimini azalttığı görülmektedir. Ramazan ayı, 1988-1994 yıllarında ilkbahar-kış aylarına rastladığından, bu dönemlerde sigara tüketiminin düştüğü saptanmıştır.

Mevsimsellikten arındırılmış Tekel ürünü sigara satış miktarı zaman serisinin için en doğru öngörülerini ürettiğine inandığımız trend çözümlemesi yöntemi ile üretilen öngörülere göre parabolik bir trendin varlığı dikkati çekmektedir. Bu tesbite bağlı olarak Türkiye sigara sektöründe %80 payı olan Tekel'in sigara satış miktarı parabolik olarak artacağı yorumu yapılabilir. Daha önce de belirtildiği gibi dünya genelinde sigara tüketiminin gelecek on yıl içinde tüketiminin yıllık ortalama % 2 artacağı beklenilmektedir.

Doğru öngörülerini türeten trend çözümlemesi yöntemi ile üretilen Tekel ürünü sigara satış miktarı öngörülerini yardımıyla Tekel İdaresi etkin bir satış planlaması stratejisi geliştirebilir. Mevsimsellik gösteren ve giderek artma eğiliminde olan sigara satış miktarlarını karşılayabilmek için Tekel'in sigara üretimini de aynı oranlarda arttırması önerilmektedir.

EKLER

**Ek 1- Mevsimsellikten Arındırılan Zaman Serisinin
Otokorelasyon Katsayıları**

	ra(k)	ra(k) ²
r 1 (a)	0.46	0.21
r 2 (a)	0.39	0.15
r 3 (a)	0.57	0.32
r 4 (a)	0.45	0.20
r 5 (a)	0.40	0.16
r 6 (a)	0.39	0.15
r 7 (a)	0.36	0.13
r 8 (a)	0.42	0.18
r 9 (a)	0.36	0.13
r 10 (a)	0.18	0.03
r 11 (a)	0.39	0.15
r 12 (a)	0.40	0.16
r 13 (a)	0.13	0.02
r 14 (a)	0.20	0.04
r 15 (a)	0.26	0.07
r 16 (a)	0.22	0.05
r 17 (a)	0.20	0.04
r 18 (a)	0.19	0.04
r 19 (a)	0.25	0.06
r 20 (a)	0.23	0.05
r 21 (a)	0.10	0.01
r 22 (a)	0.07	0.01
r 23 (a)	0.24	0.06
r 24 (a)	0.07	0.01
r 25 (a)	0.00	0.00
r 26 (a)	0.15	0.02
r 27 (a)	0.10	0.01
r 28 (a)	0.08	0.01
r 29 (a)	0.04	0.00
r 30 (a)	0.00	0.00
r 31 (a)	-0.01	0.00
r 32 (a)	-0.04	0.00
r 33 (a)	-0.17	0.03
r 34 (a)	-0.02	0.00
r 35 (a)	-0.02	0.00
r 36 (a)	-0.24	0.06
		2.554

**Ek 2-Mevsimsellikten Arındırılmış Serinin
Trend Çözümlemesi Yöntemi Kullanılarak Elde Edilen Öngörü
Hatalarının Otokorelasyon Katsayıları**

	ra(k)	ra(k) ²
r 1(a)	-0.11	0.01
r 2 (a)	-0.20	0.04
r 3 (a)	0.20	0.04
r 4 (a)	0.01	0.00
r 5 (a)	-0.03	0.00
r 6 (a)	-0.02	0.00
r 7 (a)	-0.03	0.00
r 8 (a)	0.12	0.02
r 9 (a)	0.03	0.00
r 10 (a)	-0.31	0.09
r 11 (a)	0.12	0.01
r 12 (a)	0.19	0.03
r 13 (a)	-0.33	0.11
r 14 (a)	-0.11	0.01
r 15 (a)	0.02	0.00
r 16 (a)	-0.04	0.00
r 17 (a)	-0.05	0.00
r 18 (a)	-0.07	0.00
r 19 (a)	0.07	0.00
r 20 (a)	0.08	0.01
r 21 (a)	-0.09	0.01
r 22 (a)	-0.15	0.02
r 23 (a)	0.24	0.06
r 24 (a)	-0.12	0.02
r 25 (a)	-0.23	0.05
r 26 (a)	0.13	0.02
r 27 (a)	0.05	0.00
r 28 (a)	0.06	0.00
r 29 (a)	0.02	0.00
r 30 (a)	0.00	0.00
r 31 (a)	0.05	0.00
r 32 (a)	0.00	0.00
r 33 (a)	-0.19	0.04
r 34 (a)	0.13	0.02
r 35 (a)	0.15	0.02
r 36 (a)	-0.31	0.10
		0.7516

Ek 3-Winters'in Trend İçermeyen Üssel Düzeltme Yöntemi
Kullanılarak Elde Edilen Öngörü Hatalarının
Otokorelasyon Katsayıları

	ra(k)	ra(k) ²
r 1(a)	-0.14	0.02
r 2 (a)	-0.16	0.03
r 3 (a)	0.28	0.08
r 4 (a)	-0.02	0.00
r 5 (a)	-0.01	0.00
r 6 (a)	0.00	0.00
r 7 (a)	-0.09	0.01
r 8 (a)	0.13	0.02
r 9 (a)	0.03	0.00
r 10 (a)	-0.16	0.02
r 11 (a)	0.21	0.04
r 12 (a)	0.08	0.01
r 13 (a)	-0.24	0.06
r 14 (a)	-0.10	0.01
r 15 (a)	0.04	0.00
r 16 (a)	-0.01	0.00
r 17 (a)	0.00	0.00
r 18 (a)	-0.05	0.00
r 19 (a)	0.06	0.00
r 20 (a)	0.13	0.02
r 21 (a)	-0.04	0.00
r 22 (a)	-0.12	0.01
r 23 (a)	0.23	0.05
r 24 (a)	-0.16	0.03
r 25 (a)	-0.18	0.03
r 26 (a)	0.10	0.01
r 27 (a)	0.02	0.00
r 28 (a)	0.00	0.00
r 29 (a)	-0.01	0.00
r 30 (a)	0.02	0.00
r 31 (a)	0.05	0.00
r 32 (a)	0.05	0.00
r 33 (a)	-0.20	0.04
r 34 (a)	0.12	0.02
r 35 (a)	0.08	0.01
r 36 (a)	-0.30	0.09
		0.603

KAYNAKLAR

- Ahmet Özmen, **Türkiye'nin Dışsatım Tutarı Öngörülerini İçin Teknik Seçiminde Doğruluk Kriteri Kullanımı**
- Ahmet Özmen, **Zaman Serisi Analizinde Box-Jenkins Yöntemi ve Banka Mevduat Tahmininde Uygulama Denemesi**, AÜ. Ya. No:207, Fen Ed. Fak. Ya. No:9, Eskişehir, 1986
- Ahmet Özmen, **Zaman Serilerinde Tutarlı Kestirimler İçin İstatistiksel Yöntem Uyarlaması**,
- B.Abraham, ve J.Ledolder, **Statistical Methods For Forecasting**, New York;Wiley, 1983.
- Bruce L.Bowerman and Richard T.O'Connell, **Time Series and Forecasting: An Applied Approach**, 1979.
- E.Malinualud, **Statistical Methods of Econometrics**
- Halil Kayım, **İstatistiksel Ön Tahmin Yöntemleri**, H.Ü. İ.İ.B.F., Yayın no:11, Ankara, 1985.
- John E.Hanke and Arthur G.Reitsch, **Business Forecasting**, Boston, 1986.
- John T. Mentzer, **Forecasting With Adaptive Extended Exponential Smoothing**, Journal of the Academy of Marketing Science Fall, 1988 Vol:16, No:3-4
- Lynwood A.Johnson and Douglas C.Montgomery, **Operations Research in Production Planning, Scheduling and Inventory Control**, 1974.
- Necla Çömlekçi, **Temel İstatistik İlke ve Teknikleri**, Eskişehir, 1989
- Özer Serper, **Uygulamalı İstatistik 2**, 1986

Spyros Makridakis, Steven C.Wheelwriqth and Victor E.McGee,
Forecasting:Methods and Aplications,
New York, 1983.

Steven C.Wheelwriqth and Spyros Makridakis,
Forecasting Methods For Management,
New York, 1973.

Steven C.Wheelwriqth and Spyros Makridakis,
Forecasting Methods and Application,
New York, 1978.

Suat Mirza, **Satış Tahmin Metodları**

T.Davis Harold, **The Analysis of Economic Time Series,**
Texas: The Principle Press of Trinity University,
Reissued Edition, 1963

V.A.Mabert and R.C.Radeliffe,
"A Forecasting Methodology as Applied to
Financial Time Series", **The Accounting Review,**
C. 49, (January-1974)

Tekel Dergisi Kasım-Aralık 1993 Sayı14. Yıl.7

Tekel Dergisi Şubat-Mart 1995 Sayı.1 Yıl.9