İçindekiler 12-15
4-5
3-39

MEVSİMSEL ZAMAN SERİLERİNİN ÇÖZÜMLENMESİNDE KUKLA DEĞİŞKENLER VE TRİGONOMETRİK FONKSİYON KULLANIMI VE BİR UYGULAMA

Hüseyin Reha AKGÜN

(Yüksek Lisans Tezi)

Eskişehir-2001

MEVSİMSEL ZAMAN SERİLERİNİN ÇÖZÜMLENMESİNDE KUKLA DEĞİŞKENLER VE TRİGONOMETRİK FONKSİYON KULLANIMI VE BİR UYGULAMA

Hüseyin Reha AKGÜN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İşletme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet ÖZMEN

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Eylül-2001

YÜKSEK LİSANS TEZ ÖZÜ

MEVSİMSEL ZAMAN SERİLERİNİN ÇÖZÜMLENMESİNDE KUKLA DEĞİŞKENLER VE TRİGONOMETRİK FONKSİYON KULLANIMI VE BİR UYGULAMA

Hüseyin Reha AKGÜN
Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eylül 2001
Danışman: Prof. Dr. Ahmet ÖZMEN

Bu çalışmada, 1992-2001 yılları arasında Türkiye'deki turizm gelirlerine ait veriler derlenerek, mevsimsel dalgalanma gösteren zaman serilerinin çözümlenmesinde kukla değişken ve trigonometrik fonksiyon teknikleri uygulanmaya çalışılmıştır.

Üç bölümden oluşan çalışmamızın birinci bölümünde, zaman serisi özellikleri ve zaman serilerine ilişkin sınıflandırmalara yer verilmiştir. Ayrıca zaman serisi çözümlemesi ve çözümlemede kullanılan istatistiksel tekniklere ilişkin kuramsak bilgilere yer verilmiştir.

İkinci bölümde, mevsimsel zaman serisi ve çözümlemesinde kukla değişkenler ve trigonometrik fonksiyon kullanımına ilişkin kuramsal açıklamalara yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde ise, Türkiye'ye turizm geliri zaman serileri ele alınarak, mevsimsel dalgalanma gösteren zaman serilerinin çözümlenmesinde kukla değişken ve trigonometrik fonksiyon modelleri denenerek öngörü yapılmaya çalışılmıştır.

ABSTRACT

THE USE OF DUMMY VARIABLES AND TRIGONOMETRIC FUNCTIONS IN THE ANALYSIS OF SEASONAL TIME PERIODS AND A PRELIMINARY STUDY

Data on the number of tourists who came to Turkey in different months in the years 1992-2001 and on tourism income have been collected and dummy variables and trigonometric function techniques have been applied in the analysis of time periods showing seasonal fluctuations.

This study consists of three chapters. In chapter one, time serial concepts, methods of analysis and statistical instruments used in the analysis have been dealt with.

In chapter two, explanations about the fluctuations of seasonal time series, and the theoretical explanations on the use of dummy variables and trigonometric functions have been studied.

In chapter three, the trigonometric functional models used in the analysis of seasonal fluctuating time series have been studied individually and compared.

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Hüseyin Reha AKGÜN'ün "Mevsimsel Zaman Serilerinin Çözümlenmesinde Kukla Değişkenler ve Trigonometrik Fonksiyon Kullanımı ve Bir Uygulama" başlıklı tezi **13 Kasım 2001** tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca, **İşletme (Sayısal Yöntemler)** Anabilim Dalında, yüksek lisans tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Üye (Tez Danışmanı)	:	Prof.Dr.Ahmet ÖZMEN
Üye	:	Prof.Dr.Emel ŞIKLAR
Üye	:	Prof.Dr.Kemal YILDIRIM

Prof.Dr.Ömer Zühtü ALTAN
Anadolu Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hazırlanmasında bana yön gösterdiği ve katkılarından dolayı danışman hocam Prof. Dr. Ahmet ÖZMEN 'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında bana yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarıma ve sürekli beni destekleyen aileme teşekkür ederim.

Eylül-2001 Hüseyin Reha AKGÜN

İÇİNDEKİLER

İKİNCİ BÖLÜM

MEVSİMSEL ZAMAN SERİSİ ÇÖZÜMLEMESİNDE KUKLA DEĞİŞKEN VE TRİGONOMETRİK FONKSİYON KULLANIMI

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
1992-2001 YILLARI ARASINDAKİ TURİZM GELİRLERİNE İLİŞKİN BİR UYGULAMA

TABLOLAR LİSTESİ

ŞEKİLLER LİSTESİ

GİRİŞ

Ülke ekonomisine önemli katkıları bulunan turizm sektörü istihdam alanında geniş etkilere sahiptir. Turistik tesisler tarafından arz edilen hizmetler nedeniyle yoğun emek gücüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle turistik işletmelerde istihdam yoğunluğu yüksek olmakta ve bu sektörün geliştiği ülkelerde sektörün toplam istihdama katkısı önemli oranlara ulaşmaktadır.

Turizmin ülke ekonomisine önemli katkılarından bir diğeri de ödemeler dengesi üzerinde olmaktadır. Bir ülkede dış ticaret dengesi mal ihracatı ile mal ithalatı arasındaki eşitliktir. Mal ihracatı ile mal ithalatı arasındaki dengesizlik ülkeden ülkeye değişiklik göstermektedir. Türkiye 'deki dış ticaret dengesinin sürekli açık vermesinin nedeni, mal ithalatının mal ihracatından fazla olmasından kaynaklanmaktadır.

Turizm ekonomisinin yapısındaki belirgin özellik, turizm sektörünün zaman ve iklim faktörlerine bağlı olmasıdır. Turizm gelirleri de zaman ve iklim faktörlerinden etkilendiği için, zaman değişkeni ile açıklanan bir açıklayıcı değişken olarak ele alınabilir. Turizm geliri zaman serisinin ileriye dönük tahmin amacıyla çözümlenmesinde çeşitli istatistiksel teknikler kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, kukla değişken ve trigonometrik fonksiyon kullanılarak turizm gelirlerinin gelecek dönemde göstereceği eğilim belirlenmeye çalışılmıştır.

Üç bölümden oluşan bu çalışmanın, birinci bölümde, zaman serilerine ilişkin bazı tanımlara ve genel bilgilere yer verilmiştir.

İkinci bölümde, mevsimsel zaman serisine ilişkin genel bilgilere yer verilmiştir. Ayrıca mevsimsel zaman serisi çözümlemesinde kukla değişken ve trigonometrik fonksiyon kullanımına ilişkin kuramsak açıklamalara yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde ise 1992-2001 yılları arasında ay ve yıl zaman konumlarına göre derlenmiş olan Türkiye'ye turizm geliri verileri alınarak turizm geliri zaman serisi elde edilmiştir. Bu zaman serisi üzerinde kukla değişken ve trigonometrik fonksiyon kullanılarak ileriye dönük tahmin yapılmaya çalışılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ZAMAN SERİSİ VE ZAMAN SERİSİ ÇÖZÜMLEMESİ

1. KONUYA İLİŞKİN BAZI TANIMLAR VE GENEL BİLGİLER

1.1. Zaman Serisi Tanımı ve Özellikleri

1.1.1. Zaman Serisi Tanımı

Gözlemlerden elde edilen verilerin bazı nitelikleri dikkate alınarak sıralanmasına ya da dizilmesine istatistikte seri ya da dizi adı verilir[1]. Gözlemlerden elde edilen verilerin zaman değişkeninin konumlarına göre aldığı değerler dikkate alınarak sıralanmasıyla elde edilen serilere ise zaman serisi denir[2].

Başka bir tanımla, ilgilenilen ve zamana bağlı bir değişkenin herhangi bir zaman aralığına (yıl, ay, hafta, ...) göre almış olduğu gözlem değerlerinin artarda sıralanmasıyla oluşturulan seriye zaman serisi denir[3]. Diğer bir deyişle zaman değişkeninin şıkları itibariyle derlenen, kaydedilen ve gözlenen verilerden teşkil edilen seriler "zaman serileri" olarak tanımlanır. Örneğin, sayım yıllarındaki Türkiye nüfusunu, yıllık ihracat miktarlarını, aylık ortalama sıcaklıkları, haftalık veya günlük gazete satışlarını, günün saatlerine göre trafik yoğunluğunu gösteren seriler bu niteliktedirler[4].

Zaman serisi değerleri devamlı derleme ile kaydedilen değerlerdir, tesadüfi olarak seçilen örnek değerler değillerdir. Daha doğrusu, ana kütleyi oluşturan

---

[1] Hüsnü Arıcı, **İstatistik: Yöntemler ve Uygulamalar** (Geliştirilmiş yeni basım. Ankara: Meteksan A.Ş., 1991), s.223.

[2] Necla Çömlekçi, **Temel İstatistik: İlke ve Teknikleri** (Gözden geçirilmiş 3. Baskı. İstanbul: Bilim Teknik Yayınevi, 1988), s.446.

[3] Ahmet Özmen, **Zaman Serilerinde Tutarlı Kestirimler İçin İstatistiksel Yöntem Uyarlaması** (Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Dergisi, Cilt: I, Sayı: I, Sayfa: 69-80, 1988), s.70.

[4] Özer Serper, **Uygulamalı İstatistik 2** (Genişletilmiş 3. Baskı. İstanbul: Filiz Kitapevi, 1996), s.289.

verilerden eksiksiz bir kesit (genellikle son yıllardan veya aylardan oluşan) alınarak analiz yapılacak zaman serisi oluşturulur[5].

Zaman serilerini matematik sembollerden yararlanarak şu şekilde tarif edebiliriz; Y bir değişken olmak üzere, $X_1, X_2, \cdots, X_t$ gibi zamanlarda yapılan gözlemlerden elde edilen ölçümler $Y_1, Y_2, \cdots, Y_k$ şeklinde gösterilebilir. Bu durumda, Y değişkeni ile için gözlenen ölçümler zaman değişkenin bir fonksiyonudur. Y değişkeni ile zaman değişkeni arasındaki bu fonksiyonel ilişki;

$$Y = f(x)$$

şeklinde genel bir eşitlikle gösterilebilir[6].

1.1.2. Zaman Serisi Özellikleri

1.1.2.1. Bağımlılık Özelliği

Zaman serilerinin önemli özelliklerinden biride gözlem değerlerinin birbirine bağımlı olmasıdır[7]. Bu bağımlılığa iç bağımlılık denir. İç bağımlılık, zaman serileri analizini, bağımsız gözlem değerlerinden meydana gelen serilerin analizinden ayıran en önemli özelliktir. Bu özellik sayesinde, bir zaman serisinin bugünkü ve geçmiş dönem gözlem değerlerini kullanarak gelecek dönemde alacağı değerleri tahmin etmek mümkün olabilir[8].

1.1.2.2. Stokastik Süreç Olma Özelliği

Stokastik süreç olarak bir zaman serisi, iç bağımlılığı olan rastsal değişkenin zaman aralıklarıyla aldığı değerlerin artarda sıralanmasıyla meydana gelen seri olarak tanımlanabilir[9].

---

[5] Mahmut Atlas, **İstatistik 2: Çözümlü Örnekler** (Eskişehir: Birlik Ofset Yayıncılık, 2000), s.204.

[6] Arıcı, **a.g.e.**, s.223.

[7] Kemal Göçmençelebi, **İstatistik Metotları** (4. Basım. Ankara: Ongun Kardeşler Matbaası, 1976), s.185.

[8] Ahmet Özmen, **Zaman Serisi Analizinde Box-Jenkins Yöntemi ve Banka Mevduat Tahmininde Uygulama Denemesi** (Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları No:207, 1986), s.2.

[9] Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.3.

İktisadi olaylar zaman değişkeni ile birlikte çok çeşitli değişkenlerin etkisi altında olduğundan bu tür olaylarla ilgili zaman serileri stokastik (rastsal) niteliktedir. Bu gibi olaylarla ilgili serilerin gelecek dönemdeki seyrini, bugünkü ve geçmiş dönem değerlerine dayanarak incelemek için kullanılacak matematiksel modelde, bu olayları açıklayacak bütün değişkenlere yer vermek gerekir fakat bu her zaman mümkün olmadığı gibi modelin karmaşıklığını arttırdığı için uygulanabilirliğini zorlaştırır. Bu nedenle bu gibi olayları incelemek için deterministik olmayan (stokastik veya istatistiksel) yaklaşım kullanılmaktadır. Bu nedenle zaman serileri analiz edilirken, bu serilere bir stokastik süreç olarak ele alınması, tanımlanması ve analizi için "stokastik modeller[10]" kullanılması gereği ortaya çıkmıştır[11].

1.1.2.3. Dört Unsurdan Meydana Gelme Özelliği

İktisadi zaman serilerinde gözlenen dalgalanmalar, bazı kuvvetlerin etkisiyle meydana gelebileceği gibi ekonomik, sosyal, psikolojik ve benzeri etkilerin olay üzerindeki tesir, yön ve şiddetinin farklı olmasından dolayı ileri gelir. Zaman serilerini grafik yardımıyla gösterdiğimizde, serilerin gidişindeki bu dalgalanmalar yani bir takım inip çıkmaları daha rahat bir şekilde görülebilir[12]. Zaman serileri zamanın ve zamana bağlı olarak değişen çeşitli sosyo-ekonomik faktörlerin etkilerini taşır. Bir zaman serisinde;

I. Trend (Uzun Dönem Eğilimi), (T)
II. Mevsimlik Dalgalanmalar, (M)
III. Konjonktürel Dalgalanmalar, (K)
IV. Tesadüfi (Düzensiz, Rastsal) Hareketler , (D)

olarak adlandırılan bu dört unsurdan birkaçı veya hepsi aynı anda etkili olur[13].

---

[10] İstatistikçiler stokastik model terimini genellikle fiziksel rastsal olaylar ve bunların analizinde kullanılan yöntemleri ifade etmek için kullanmaktadırlar.

[11] George E.P. Box and Gwilym M. Jenkins, **Time Series Analysis Forecasting and Control** (San Francisco: Holden Day Inc., 1970), s.1; Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.2.

[12] Necla Çömlekçi, **İstatistik** (İkinci basım. Ankara: Kalite Matbaası, 1975), s.307; Serper, II, **a.g.e.**, s.291.

[13] Uğur Korum, **İstatistiğe Giriş** (Ankara: Savaş Kitap ve Yayınevi, 1986), s.268.

Söz konusu unsurların her birinin olay üzerindeki etkileri farklı yönlerde ve şiddette olabileceği gibi, aynı yönde ve şiddette de olabilir[14]. Bir zaman serisinin en önemli özelliği bu serilerin gözlem değerleri ile bu değerdeki değişmelerin trend, konjonktürel, mevsimsel ve tesadüfi dalgalanmaların etkisinde, bunların adeta ortak bir neticesi niteliğinde olmasıdır[15].

– **Trend (T)**

Bir zaman serisinin uzun bir dönemde belli bir yöne doğru gösterdiği ana eğilime "uzun dönem eğilimi (trend)" veya "asırlık hareket*" adı verilir[16].

Trendin yön ve şiddet itibariyle hep aynı kaldığı söylenemez. Bağlı olduğu sebeplerin şiddet derecesindeki değişmelere göre trenddeki artış veya azalış bazen hızlanıp bazen yavaşlayabilir. Yani trend doğrusal olabileceği gibi eğriselde olabilir. Ancak trendin önemli bir özelliği her iki durumda da istikrarlı oluşudur[17].

Sık ve ani değişmeler asırlık trendin anlamıyla bağdaşamaz. Şüphesiz ki, yani bir elemanın olaya karışması veya etkisinin yok olması ile trendde de değişmeler olabilir. Ancak, bir zaman serisinin asırlık trendi pürüzsüz bir manzara arz eder[18]. Enerji kaynaklarının genişlemesi, sermaye birikimindeki artışlar, teknik ve teknolojik gelişmeler, nüfus artışı, örnek olarak verilebilir.

– **Mevsimsel Dalgalanmalar (M)**

Zaman serilerinde (mevsimlik, üç aylık, aylık, haftalık,...) görülen, tekrarlanan döngüsel hareketlerinin tümüne "mevsimlik dalgalanma" adı verilir.

---

[14] Serper, II, **a.g.e.**, s.292.

[15] Kenan Gürtan, **İstatistik ve Araştırma Metotları** (Fatih Yayınevi Matbaası, İstanbul, 1979), s.421.

* Asırlık hareket: Asırlık hareket deyimi 100 yılda tamamlanan bir hareket değil. 20-30 yıl gibi uzun süreli bir gözlemle belirtilebilen bir hareket anlamında kullanılmaktadır.

[16] Serper, II, **a.g.e.**, s.293.

[17] Gürtan, **a.g.e.**, s.421; Bilge Aloba Köksal, **İstatistik Analiz Metotları,** (İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Basımevi, 1977), s.297.

[18] Göçmençelebi, **a.g.e.**, s.186.

Bir malın üretim, satış, tüketim ve fiyatında hava şartları ve alışkanlıklar nedeniyle mevsimlik değişmeler meydana gelebilir. Örneğin bazı malların tüketimi kış aylarında en düşük, yaz aylarında en yüksek düzeye ulaşmakta, diğer aylarda normal düzeyde bulunmaktadır. Bu dalgalanmalar genellikle doğal ve sosyo-ekonomik nedenlerden dolayı ortaya çıkar[19].

Mevsimlik dalgalanmalar hem döngüsel hem de periyodiktir. Çünkü söz konusu dalgalanmaların uzunluğu (Zaman serisinin grafiği çizildiğinde birbirini izleyen iki maksimum veya iki minimum nokta arasındaki zaman aralığı) hep aynı ve 12 aydır[20]. Özellikle mevsimler itibariyle farklılık gösteren değişkenler de bu dalgalanmalar daha belirgin olmakla birlikte yıllık zaman serilerinde mevsimsel dalgalanmalar söz konusu değildir[21].

– **Konjonktürel Dalgalanmalar (K)**

Zaman serisinin trend doğrusu veya eğrisi etrafındaki uzun dönem dalgalanmalarına konjonktürel dalgalanmalar denir. İktisatta ve İşletmecilikte bolluk, durgunluk, depresyon ve yükselme devreleri konjonktürel dalgalanmalar olarak adlandırılır[22]. Bu dalgalanmalar ekonomik koşullardaki farklılıklar nedeniyle oluşan, bir yıldan daha uzun fakat farklı sürelerde tekrarlanmaktadır.

Konjonktürel dalgalanmalar, zaman serilerini etkileyen faktörler yönünden trend, mevsimlik dalgalanmalar ve tesadüfi değişmelerin zaman serilerinden elimine edilmesi sonucu kalan değişmelerdir[23].

Konjonktürel dalgalanmaların tekrarlanma süreleri çoğunlukla 3-15 yıl arasında değişmektedir[24].

---

[19] Aydın Türkbal, **Bilimsel Araştırma Metotları ve Uygulamalı İstatistik** (İkinci basım. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Basımevi, 1987), s.191; Korum, **a.g.e.**, s.269.

[20] Serper, II, **a.g.e.**, s.294.

[21] Erkan Işığıçok, **Zaman Serilerinde Nedensellik Çözümlemesi: Türkiye'de Para Arzı ve Enflasyon Üzerine Ampirik Bir Araştırma** (Bursa: Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, 1994), s.44; Kayım, **a.g.e.**, s.18.

[22] Atlas, **a.g.e.**, s.208.

[23] Türkbal, **a.g.e.**, s.189.

[24] Özkan Ünver, **Uygulamalı İstatistik Yöntemler** (Genişletilmiş basım. Ankara: Siyasal Kitapevi, 1995), s.199.

Yılın mevsimleri gibi konjonktürel dalgalanmalarında mevsimleri vardır. Örneğin yatırım artışlarının üretim artışlarına ve üretim artışlarının gelir artışlarına yol açmasıyla iktisadi durumda bir süre gelişme görülür. Yükselişin maksimum aşamasında bir kriz patlak verir. Sonra bir düşüş başlar. İzleyen aşamada işler belli bir düzeyde bir süre hareketsiz kalır. Daha sonra işlerde yeniden bir kımıldanma ve canlanma baş gösterir. Ve bu aşamalar tekrarlanarak devam eder. Konjonktürel dalgalanmalar döngüsel olmakla birlikte mevsimlik dalgalanmalardaki gibi periyodik değildir. Bu refahtan durgunluğa, sonra çöküntüye, iyileşmeye ve tekrar refaha doğru bir salınımdır. Bu hareket zaman, uzunluk ve yoğunluk bakımından değişik olabilir. Her ne kadar konjonktürel dalgalanmalar, değişik safhalar göstermekte ise de, genellikle 4 safhaya ayırmak mümkündür[25]. Bu safhalar sırasıyla,

I. Durgunluk Dönemi
II. Yükselme Dönemi
III. Refah (Boom) Dönemi
IV. Yavaşlama ve İniş Dönemi

olarak adlandırılırlar.

– **Tesadüfi (Düzensiz, Rastsal) Hareketler (D)**

Tesadüfi hareketler doğal ve sosyo-ekonomik veya politik nedenlerle ortaya çıkan varlığı önceden tam olarak kestirilemeyen ve etkisini ender olarak gösteren hareketlerdir[26]. Doğal etkenler içerisinde su baskınları, yangınlar ve depremlerin sosyo-ekonomik nedenler içerisinde harp, grev ve lokavtlar örnek olarak verilebilir. Doğal etkenlerin şiddeti birbirine benzemediği gibi periyodikte değildirler[27]. Onun içindir ki düzensiz hareketler rastsal veya geçici oldukları için ne zaman, nasıl bir şiddet derecesi ile ortaya çıkacakları, kaba bir şekilde bile olsa önceden tahmin edilemez[28]. Yukarıda bahsi geçen unsurların her birinin bir

---

[25] Serper, II, **a.g.e.**, s.296; Gürtan, **a.g.e.**, s.424; Türkbal, **a.g.e.**, s.190.

[26] Gürtan, **a.g.e.**, s.426.

[27] Türkbal, **a.g.e.**, s.192.

[28] Serper, II, **a.g.e.**, s.297.

zaman serilerinin üzerindeki etkileri farklı yönlerde ve şiddette olabileceği gibi, aynı yönde ve şiddette de olabilir.

Bir zaman serisinin en önemli özelliği bu serilerin gözlem değerleri ile bu değerdeki değişmelerin trend, konjonktürel, mevsim ve tesadüfi dalgalanmaların etkisinde, bunların adeta ortak bir neticesi niteliğinde olduğundan zaman serileri çözümlenmedikçe büyük bir anlam taşımaz.

Zaman serisinin gerçek (gözlenmiş) değerleri (Y) ile yukarıda sayılan unsurlar arasında çarpımsal veya toplamsal model olarak gösterilebilen matematiksel bir ilişki olduğu varsayılmaktadır.

Y = Zaman serisinin gözlem değeri

T = Trend etkisi

K = Konjonktürün etkisi

M = Mevsimlik etki

D = Tesadüfi unsurun etkisi

olmak üzere;

I. Y=T+M+K+D

II. Y=T+M+K*D

III. Y=T+M*K*D

olarak gösterilmektedir[29].

Trendin değeri ne olursa olsun, düzenli ve düzensiz dalgalanmaların etkilemediği kabul edildiği için, dört unsurun birbirinden bağımsız olduğu varsayılmaktadır[30].

IV. Y=T*M*K*D

Şeklindeki yaklaşıma çarpımsal model denir. Bu model zaman serisi değerlerinin, farklı nedenlerden kaynaklanan ancak birbirleriyle ilişkili olan dört unsurun çarpımlarından oluştuğunu varsaymaktadır[31]. Bu eşitlik sadece aylık zaman serileri için geçerlidir. Yıllık zaman serileri mevsimlik dalgalanmaların izlerini taşımayacağına göre, bu seriler için eşitliği;

---

[29] Serper, II, **a.g.e.**, s.292.

[30] Orhan İdil, **Yönetimde İstatistik: Teknikler ve Örnek Olaylar** (İstanbul: Yön Ajans Matbaası, 1988), s.87.

[31] Çömlekçi, **a.g.e.**, s.448; Serper, **a.g.e.**, s.292.

Y=T*K*D

şekline dönüştürmek gerekir.

İlk üçüne "zaman serisinin sistematik bileşenleri" adı verilen dört faktör arasında ana değer trend olup, diğerleri ortalamaları %100 olan birer oran niteliğindedir[32].

1.1.3. Zaman Serilerine İlişkin Sınıflandırmalar

Zaman serileri toplanma şekillerine göre, geldikleri kaynaklara göre, ortalamadan büyük sapma gösterip göstermediklerine göre ve göstermiş oldukları periyodik şekillere göre dört ana başlık altında ele alınabilir.

1.1.3.1. Sürekli ve Süreksiz Zaman Serileri

Zaman serileri toplanma şekillerine göre sürekli ve süreksiz diye ikiye ayrılır. Gözlem değerleri belirli bir zaman aralığına göre toplanıyorsa böyle serilere süreksiz zaman serileri denir. Süreksiz zaman serileri çeşitli şekillerde elde edilir. Sürekli zaman serisindeki gözlem değerleri belirli aralıklarla toplanıyorsa veya serinin ait olduğu değişken zaman içinde sürekli olarak bir değer almıyor ve sadece belirli zaman aralıklarında bir değer alıyor ise ve bu değerler birikimli olarak toplanıyorsa süreksiz zaman serileri elde edilmiş olur. Aylık ihracat ve ithalat miktarları gibi seriler süreksiz zaman serisi sınıfına girmektedirler[33].

Gözlem değerleri zaman içerisinde devamlı olarak toplanıyorsa sürekli zaman serisi söz konusu olur. Uygulamada üzerinde en çok çalışılan zaman serileri kesikli zaman serileridir. Gözlemlerin sürekli yapıldığı hallerde bile, belirli zaman aralıkları için gözlem değerlerinin ya toplamı alınarak ya da örnekleme yoluyla sürekli seriler kesikli hale dönüştürülebilir[34].

---

[32] İdil, **a.g.e.**, s.87.

[33] Halil Kayım, **İstatistiksel Ön Tahmin Yöntemleri** (Ankara: Hacettepe Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Yayınları No:11, 1985), s.12.

[34] Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.4.

1.1.3.2. İktisadi ve Fiziksel Zaman Serileri

Zaman serileri geldikleri kaynaklara göre iktisadi ve fiziksel zaman serileri olarak sınıflandırılır. Ekonomik zaman serisinde gözlem değerleri ekonomik değişkenlerden elde edilir. Fiziksel zaman serilerinde ise gözlem değerleri fiziksel bilimlerdeki değişkenlere ait olan verilerdir[35].

1.1.3.3. Durağan ve Durağan Olmayan Zaman Serileri

Zaman serileri ortalamadan büyük sapmalar gösterip göstermediğine göre de durağan (stationary) ve durağan olmayan (nonstationary) seriler diye sınıflandırılır.

İncelenen zaman serisinin serinin aritmetik ortalaması, varyansı, kovaryansı ve daha yüksek dereceden momentleri zamana göre bir değişme göstermiyorsa veya seri periyodik dalgalanmalardan arınmışsa böyle zaman serilerine durağan zaman serileri denir[36].

Uygulamada durağan zaman serilerine çok az rastlanır. Durağan olamayan zaman serilerinde serinin bir kesimi diğer bir kesimine göre büyük dalgalanmalar gösterir. Böyle bir kesimden diğer bir kesime büyük değişiklikler gösteren seriye belirli olasılık kuralları uygulanamaz ve seri belli bir modelle gösterilemez. Bu nedenle uygulamada en çok karşılaşılan durağan olmayan zaman serileri bir takım dönüşüm yöntemleri kullanılarak durağan hale getirilir ve daha sonra analiz edilir. Bu dönüşüm zorunludur. Çünkü zaman serisi analizleri için geliştirilmiş olan ve kullanılan bütün olasılık teorileri yalnızca durağan zaman serilerine uygulanabilir[37].

1.1.3.4. Mevsimsel ve Mevsimsel Olmayan Zaman Serileri

Bir zaman serisinde birbirini takip eden yılların aynı aylarında benzer periyodik hareketler görülüyorsa mevsimsel seri, aksi durumda

---

[35] Kayım, **a.g.e.**, s.12.

[36] **Aynı**, s.12.

[37] Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.6; Kayım, **a.g.e.**, s.13.

mevsimsel olmayan seriler diye de ayrılabilir. Bu şekilde bir ayrıma gidebilmek için zaman serisinin yeterli sayıda gözlem değerini içermesi gerekir[38].

1.2. Zaman Serisi Çözümlemesi

1.2.1. Zaman Serisi Çözümlemesi Tanımı

Zaman serisi, gözlem değerlerinin oluşumunu belirleyen unsurlar nedeniyle zaman içerisinde çeşitli değişmeler gösterir. Bir zaman serisi, tesadüfi hareketlerin yanında diğer unsurlardan birini içerebileceği gibi ikisini veya tamamını da içerebilir. Bu nedenle zaman serisinin oluşmasında hangi unsurların var olduğunu araştırmak gerekir. Yapılacak bu araştırma işlemine zaman serisi çözümlemesi denir[39].

Zaman değişkeninin konumları bulunduğumuz ana, geleceğe veya geçmişe ait olabilir. Bu nedenle zaman serisi çözümlemesinde üç dönem söz konusudur. Çözümlenecek zaman serisindeki en son gözlem değerinin ait olduğu döneme "bugünkü dönem" denir ve t ile gösterilir. Bu döneme ilişkin gözlem değeri X_t ile simgelendirilir. Zamana bağlı olayın t dönemine kadar tarihsel gelişimini gösteren döneme "geçmiş dönem" ve "geçmiş dönem gözlem değerleri" sırasıyla t-1, t-2, ... ve X_{t-1}, X_{t-2}, ... şeklinde simgelendirilir. 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, 2, ... değerleri için, sırasıyla t+1, t+2, ... ve X_{t+1}, X_{t+2}, ... şeklinde ifade edilir[40].

Zaman serileri çeşitli amaçlarla analiz edilir. Amaç ne olursa olsun analize başlamadan önce ilk yapılacak işlem serinin belli başlı özelliklerini ortaya çıkarabilmek için gözlem değerlerinin serpilme diyagramını ve grafiğini çizmek olmalıdır. Grafiğin incelenmesiyle seride mevsimlik dalgalanmaların bulunup bulunmadığı, incelenen sürede yükselen bir trendin olup olmadığı görülür. Eğer

---

[38] Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.6.

[39] Box and Jenkins, **a.g.e.**, s.7.

[40] Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.2; Kayım, **a.g.e.**, s.11.

grafik incelenmeden hemen çözümlemeye başlanırsa ileri safhalarda bir takım problemlerle karşılaşılabilir. Grafiğin incelenmesi aynı zamanda bazı gözlem değerlerinin veri seti ile uygun olup olmadığını da ortaya koyar. Diğer taraftan da dönüm noktalarının ortaya çıkmasını sağlar. Yani yükselen bir trendin alçalan bir trende dönüşmesi tespiti yapılabilir. Bu gibi durumlarda serinin bu iki kesimine iki model uygulamak gerekebilir[41].

Daha ayrıntılı bir tanımla, bir zaman serisini etkileyen unsurların belirlenmesi, yapılan belirlemeden yararlanarak geçmişin açıklanması ve istatistik açıdan normale göre gerçekleşen durumun değerlendirilmesi, belirlenen unsurların gelecekte de seriyi aynı şekilde etkilemeye devam edeceği varsayımı altında gelecek dönemler için kestirimler yapılması ve bunların karar alma ve planlama faaliyetleri için istifadeye sunulması çalışmalarıdır.

Zaman serisinin analiz edilmesinin çeşitli amaçları vardır. Bu amaçlar;

- Zaman serisini unsurlarına ayırma amacı
- Zaman serileri arasındaki ilişkiyi açıklama amacı
- Kontrol amacı
- İleriye dönük tahmin amacı

olarak sıralanabilir.

Zaman serileri analizinin en önemli amacı bu serilerin ileriye dönük tahmin amacıyla analiz edilmesidir.

İleriye dönük tahmin amacı, zaman bağlı olayların geçmiş ve bugünkü gözlem değerlerine dayanarak gelecek dönem değerlerinin tahmin amacıyla analiz edilmesidir. Zaman serisinde tutarlı kestirimlerin yapılabilmesi, seçilecek ileriye dönük tahmin yönteminin serinin yapısal özelliklerini kestirim değerlerine yansıtmadaki başarısına bağlıdır[42].

Zaman serilerinin yapısal özellikleri trend, mevsimsel dalgalanmalar, konjonktürel dalgalanmalar ve tesadüfi dalgalanmalar tarafından belirlendiği ve

---

[41] Kayım, **a.g.e.**, s.15.

[42] Özmen, 1988, **a.g.e.**, s.70; Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.7.

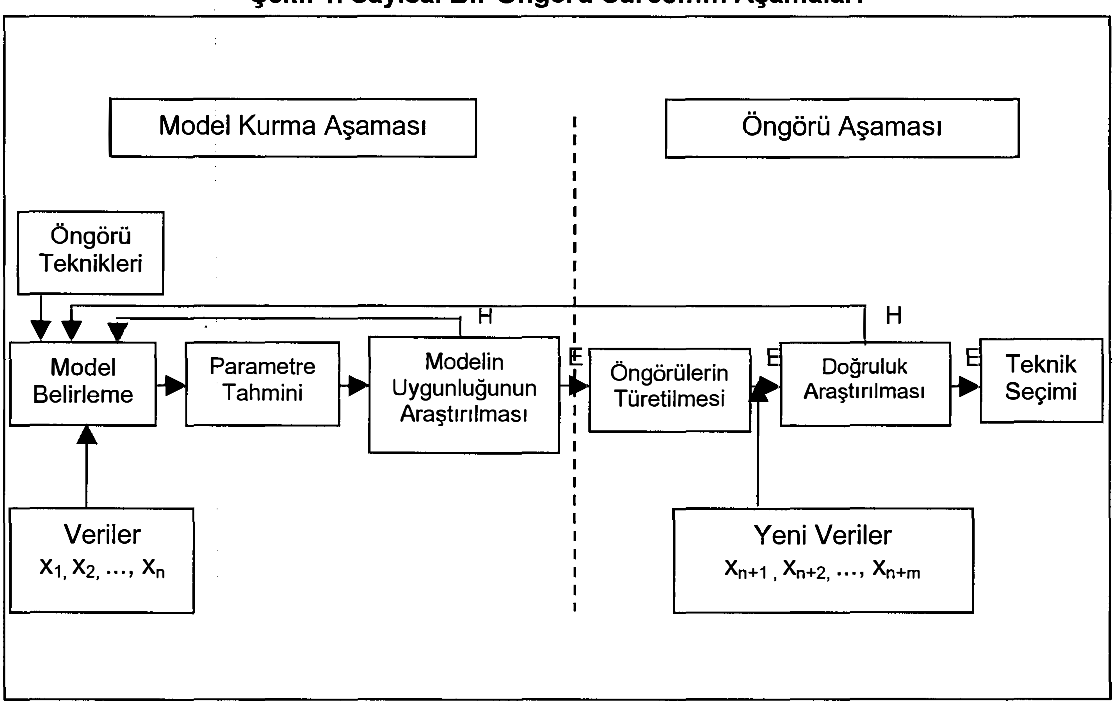
aynı anda birden fazlasını içerebildiğinden dolayı öncelikle bu unsurların tespiti yapılmalıdır[43].

1.2.2. Zaman Serilerinin Öngörü Amacıyla Çözümleme Sürecinin Aşamaları

1.2.2.1. Zaman Serisi Çözümleme Süreci

İleriye dönük tahmin (öngörü) amaçlı çözümlemeler için hangi sayısal öngörü tekniği kullanılırsa kullanılsın öngörü süreci Şekil 2 'deki aşamalardan oluşmaktadır[44].

Şekil 1. Sayısal Bir Öngörü Sürecinin Aşamaları



Kaynak: Özmen, 1992, **a.g.e.**, s.439.

Öngörü modelleri arasında herhangi birinin seçimi, bu modellerin her birini önce değerlendirmek sonra karşılaştırmak suretiyle yapılabilir. Uygun modelin seçimi, ham modelin uygunluğunun araştırılması hem de öngörülerin

---

[43] Canküyer, Ersoy ve Ahmet Özmen, **Eskişehir Kömür Tevzii Kestirimi İçin Yöntem Seçimi ve Uygulaması** (Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Dergisi, Cilt: I, Sayı: II, Sayfa: 159-178, Mayıs 1989), s.171-172.

[44] Ahmet Özmen, **Türkiye'nin Dışsatım Tutarı Öngörüleri İçin Teknik Seçiminde Doğruluk Kriteri Kullanımı** (Eskişehir: Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt: X, Sayı: I-II, Sayfa: 437-448, 1992), s.438.

doğruluğunun araştırılması sırasında yapılır. Modelin uygunluğunun araştırılması aşamasında, öngörü modellerinin değerlendirilmesi ve karşılaştırılması $x_i - x_i' = e_i$ (i=1,2,3...,n), uyum yanılgıları serisinden, öngörülerin doğruluğunun araştırılması ise $x_{n+l} + x_{n+l-1}^{(l)} = e_{n+l-1}^{(l)}$ (l=1,2,...,m) bir ön dönem ileri öngörü hataları serilerinden yararlanmak suretiyle yapılabilir. Bu nedenle öngörü sürecinin iki basamağı birbirinden bağımsız düşünülemez. Burada x_i, i' inci seri teriminin değerini, x_i', i' inci seri teriminin belirlenen model tarafından türetilmiş uyum değerini, x_{n+l}, *l'* inci ön dönem seri teriminin değerini ve $x_{n+l-1}^{(l)}$, *l'* inci ön dönem seri teriminin öngörü modeli tarafından türetilmiş bir ön dönem ileri öngörü değerini simgelemektedir.

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 dayanarak yapılmaktadır[45].

1.2.2.2. Serinin Gözlem Değerlerinde Düzeltme Yapılması

Zaman serilerinin oluşumunda görünüşte mevsimin ve trendin etkisi olmasına rağmen, bu oluşum ne trende nede mevsim etkisine bağlı olmayabilir. Bu durum, seri gözlem değerlerinin elde edildiği ayların gün ve işgünü sayılarının farklılığından ya da süreç de ki fiyat farklılıklarından ileri gelebilir. Gerekli görüldüğü taktirde seri gözlem değerleri gün sayısına ve fiyat değişikliklerine göre düzeltilmesi gerekir[46].

I. Gün Sayısına Göre Düzeltme

Ayların içerdiği gün ve işgünü farklı olduğundan, tatil günleri çeşitli aylardaki iş günü sayısına etki ettiğinden, zaman serilerinin aylık değerlerinde

[45] Özmen, 1992, **a.g.e.**, s.439.

[46] Özmen, 1988, **a.g.e.**, s.71.

görünüşte artış veya azalışlar gözlenebilir. Bu durumda seri terimlerini gün veya işgünü sayısına göre düzeltmek gerekir[47].

II. Fiyat Değişikliklerine Göre Düzeltme

Aylık veya yıllık zaman serilerinde gözlem değerleri para birimi ile ifade edilmiş ise fiyat değişikliklerinin tesiri altındadır. Olayda gerçek bir değişme olmadığı halde fiyat artışları seri değerlerinin yapay ve yanıltıcı olarak yükselmiş olmasını sağlamış olabilir. Bu durumda seri çözümlenmeden önce seri değerlerini sabit fiyat esasına göre düzeltmek gerekir[48].

1.2.2.3. Serinin Oluşumunu Etkileyen Unsurların Belirlenmesi

Çözümlemesi yapılacak bir zaman serisinin değerlerinde düzeltme yapıldıktan sonra bu serilerin oluşumunu etkileyen unsurlar tespit edilir. Zaman serisinin oluşumunu etkileyen unsurları belirleyebilmek amacıyla kartezyen grafik yöntemi, otokorelasyon katsayıları ve korelogram yöntemleri kullanılır.

1.2.2.4. Uygun Kestirim Yönteminin Seçimi

Zamana bağlı tek değişkeni esas alan ve kestirim amacıyla kullanılan zaman serisi çözümlemesi yöntemleri Trend Analizi Yöntemi, Hareketli Ortalamalar Kestirim Yöntemi, Üssel Düzeltme Yöntemi, Uyarlayıcı Arındırma Tahmin Yöntemi ve Box-Jenkins Yöntemi gibi yöntemler geliştirilmiştir. Her birinin kestirim yapma açısından kendine özgü faydası, uygulama özellikleri ve varsayımları vardır. Yukarıda bahsi geçen yöntemler ileride daha ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

Zaman serilerinin ileriye dönük tahmin amacıyla analiz edilmesinde az önce bahsi geçen yöntemlere ilişkin modeller, teoride deterministik ya da

---

[47] Göçmençelebi, **a.g.e.**, s.189-191.

[48] Göçmençelebi, **a.g.e.**, s.191-193; Özmen, 1988, **a.g.e.**, s.72.

stokastik süreç olmak üzere iki ana grup altında toplanmaktadır[49]. Zaman serilerinin stokastik süreç olma özelliğinde bahsedildiği gibi, zamana bağlı olaylar zamanın dışında bir çok değişkenin etkisi altında olduğundan zaman değişkeni ile tam olarak ifade edilemezler. Bu nedenle zaman serileri analizinde stokastik modellerin kullanılması gereği ortaya çıkmaktadır. Yöntemlerden herhangi birinin belirli bir uygulama için seçiminde,

- Serideki veri sayısı
- Seride gözlenen zaman serisi unsurlarının niteliği
- Yapılacak kestirimin tutarlığı
- Kestirimin maliyeti
- Kestirim yapılacak dönemin uzunluğu
- Çözümleme için ayrılabilecek süre

faktörlerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir[50].

1.2.2.5. Seçilen Yöntemin Uygulaması

Zaman serisi için uygun yöntem seçildikten sonra modeller demeti içinden uygun model tipi veya matematik eşitlik belirlenir. Daha sonra kestirimlerin yapılması ve eğer mümkünse kestirim için kullanılan modelin sınanması işlemleri seçilen yöntemin uygulanması aşamasını oluşturur[51].

1.2.3. Zaman Serisi Çözümlemesinde Kullanılan Teknikler

Zaman serisinin çözümlenmesinde kullanılacak modelin belirlenmesi için öncelikle serinin tanımlanması daha sonra seriyi etkileyen unsurların ortaya çıkarılması gerekir. Serinin tanımlanması ve seriye etkileyen unsurların ortaya çıkarılması aritmetik ortalama, varyans, kartezyen grafik, otokovaryans fonksiyonu, otokorelasyon fonksiyonu, kısmi otokorelasyon fonksiyonu ve çapraz korelasyon fonksiyonu gibi istatistiksel araçlarla yapılabilir.

---

[49] Box and Jenkins, **a.g.e.**, s.7.

[50] Özmen, 1988, **a.g.e.**, s.76.

[51] **Aynı**, s.79.

1.2.3.1. Aritmetik Ortalama

Aritmetik ortalama serinin etrafında dalgalanma gösterdiği düzeyi ifade eder ve,

$$E(X_t) = E(X_{t+k}) = \mu$$

ile gösterilir.

Aritmetik ortalama incelenen zaman serisi hakkında genel bir bilgi almak için tüm çözümleme yöntemlerinde kullanılabilir. Ancak seride trend unsurunun etkisi varsa tek başına serinin öngörülmesinde hatalı sonuçlar verebilir[52].

1.2.3.2. Varyans

Değerlerin ortalama değerden sapmalarının ölçüsü olan varyansı,

$$\sigma_x^2 = E(X_t - \mu)^2$$

ile gösterilir.

σ_x^2'nin incelenen zaman serisine dayanarak tahmini ise,

$$S_x^2 = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}(X_t - \overline{X})^2 = \overline{\sigma}_x^2$$

şeklinde ifade edilir[53].

Serinin gösterdiği eğilimi, aritmetik ortalama değeri ile birlikte varyans değeri ele alındığında, seri varyansının sabit ya da değişken olması belirleyecektir. Böylelikle zaman serisi çözümlemesi aracı olarak varyans kullanılabilir.

1.2.3.3. Kartezyen Grafik (Serpilme Diyagramı)

Zaman serisinin çözümlenmesinde serinin yapısını oluşturan unsurların belirlenmesinde en çok kullanılan dolayısıyla en kolay yöntem serinin kartezyen grafiğini çizmektir. Kartezyen koordinat sistemi üzerinde zaman değişkeninin konumları yatay (apsis) eksen üzerinde, gözlem değerleri de dikey

---

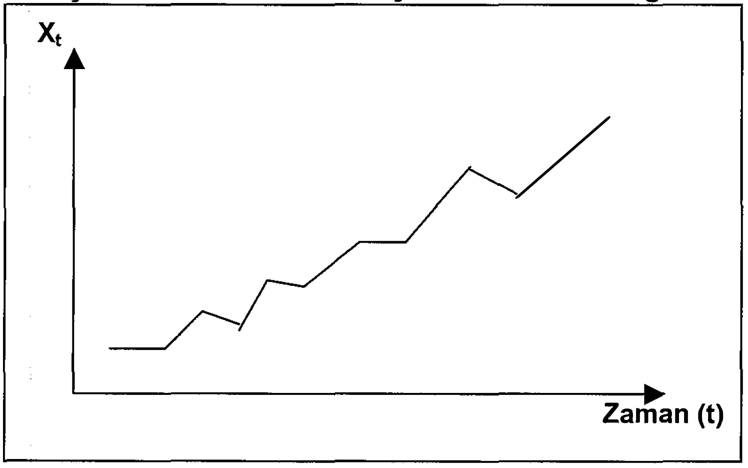
[52] Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.35.

[53] Özmen, 1986, **a.g.e.**,, s.36.

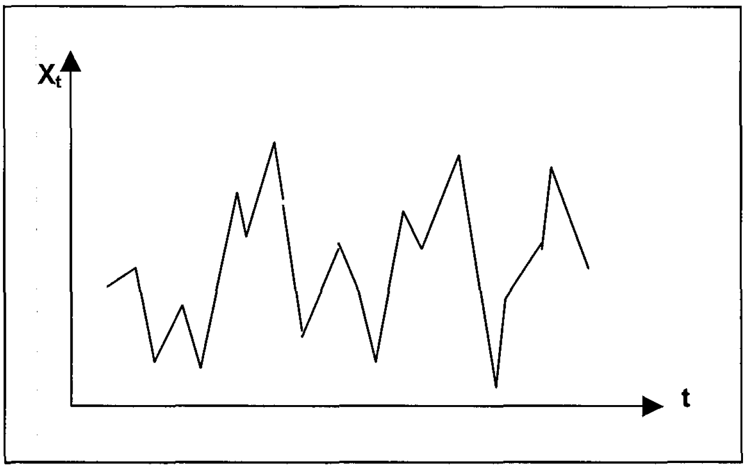
(ordinat) eksen üzerinde yer alır. Gözlem sonuçları koordinat sisteminde eksenlere ölçülü noktalar halinde gösterilir ve bu noktaların birleştirilmesi ile istatistiksel eğriler oluşturulur[54]. Kartezyen grafikte oluşan istatistiksel eğriler incelenerek zaman serisinin oluşumunda etkili olan trend, mevsimsel dalgalanma, konjonktürel dalgalanma ve tesadüfi dalgalanmaların olup olmadığı gözle rahatlıkla görülebilir.

Bir zaman serisinin grafiği çizildiğinde devamlı artma eğilimi varsa artan trend veya tersine devamlı azalma eğilimi görülüyorsa seride azalan trend vardır denir[55].

Şekil 2. Trend Unsurunu İçeren Bir Seri Grafiği



Şekil 3. Mevsim Unsurunu İçeren Bir Serinin Grafiği



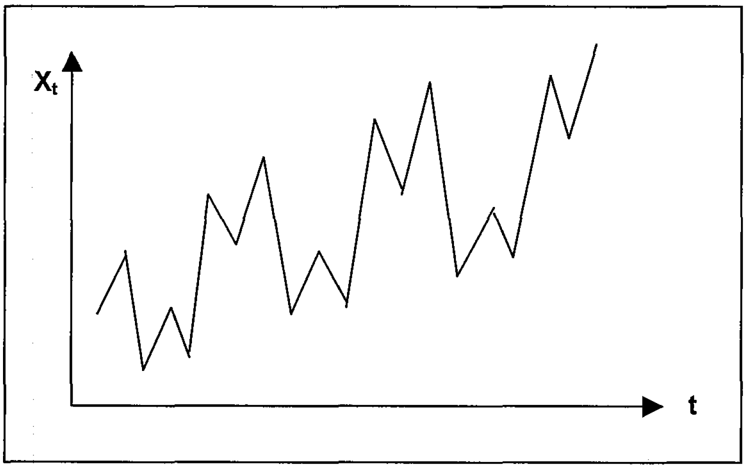
---

[54] Özer Serper, **Uygulamalı İstatistik 1** (Genişletilmiş 3. Baskı. İstanbul: Filiz Kitapevi, 1996), s.65.

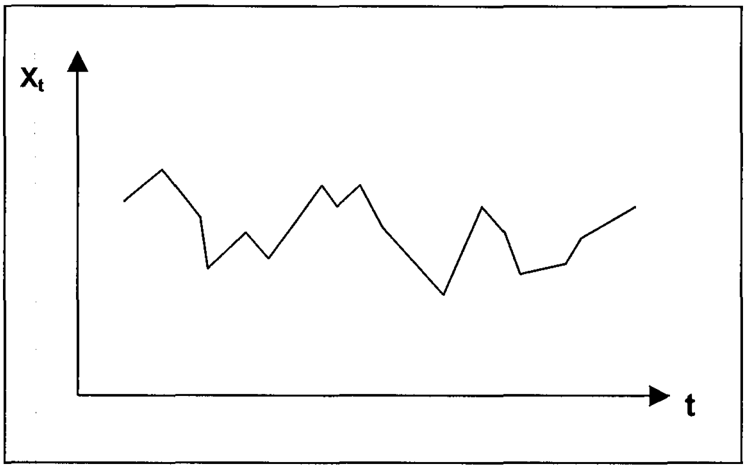
[55] Özmen, 1988, **a.g.e.**, s.74.

Aylık veya üç aylık zaman aralıklarıyla elde edilen gözlem değerlerinden oluşan zaman serilerinin grafikleri birbirini izleyen aynı aylarında/dönemlerinde benzer davranışlar gösteriyorsa, serinin oluşumunda mevsimin etkisinin var olduğu görüşüne varılır. Yıllık değerlerden oluşan veriler üzerinde mevsimin etkisi yoktur. Bir zaman serisi hem trendin hem de mevsimin etkisinde kalabilir, böyle bir özellik gösteren seriye ait grafik Şekil 4'de gösterilmiştir.

Şekil 4. Trend ve Mevsim Unsurunu Birlikte İçeren Bir Serinin Grafiği



Şekil 5. Tesadüfi Dalgalanma Gösteren Bir Serinin Grafiği



Grafikte düzensiz artış ve azalışlar varsa serinin yapısında konjonktürel ve/veya tesadüfi dalgalanmaların var olduğu söylenebilir. Tesadüfi dalgalanmalar gösteren bir serinin grafiği Şekil 5'de gösterilmiştir. Zaman serilerinde genellikle üç ya da daha fazla yılda bir tekrarlanabilen ancak periyodik olmayan dalgalanmalarla da karşılaşılırsa, serinin oluşumunda konjonktür etkisinin var olduğu söylenebilir.

Bir zaman serisinin grafiğine bakarak her zaman net bir karar vermek mümkün olmayabilir. Veya belirleme yapacak kişiye göre de değişebilir[56]. Bu nedenle sağlıklı bir karar vermek için diğer istatistiksel araçlardan da yaralanılması gerekmektedir.

1.2.3.4. Otokovaryans Fonksiyonu ve Katsayıları

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

Bir zaman serisinin X_t ile X_{t+k} gibi belirli bir k zaman gecikmesiyle birbirinden ayrık iki değer arasındaki ilişkiye otokovaryans, bu ilişkinin derecesini ölçen ve √(k) ile gösterilen katsayıya da otokovaryans katsayısı denir. Otokovaryans katsayılarını k gecikmesine bağlayan fonksiyona ise otokovaryans fonksiyonu denir. Durağanlığın varsayımı gereği otokovaryansın gecikmenin bir fonksiyonu olduğunu söyleyebiliriz.

Otokovaryans katsayısını k gecikmesi için;

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

biçiminde belirlenir. k=0 için;

$$\begin{aligned}\surd(0) &= \text{Kov}\,(X_t, X_t) = E\,[(X_{t-\mu})\,(X_{t-\mu})]\\ &= E\,(X_{t-\mu})^2\\ &= \sigma_x^2\end{aligned}$$

eşitliğinden kovaryans varyansa eşittir. Ayrıca yine bu durumda otokovaryans fonksiyonu;

$$\surd k = \surd\text{-}k$$

ile gecikmenin simetrik bir fonksiyonu olduğu gösterilebilir.

İncelenen zaman serisine dayanarak √(k) otokovaryans katsayısının tahmini C(k) ile gösterilir. Ve;

$$C(k) = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n-k}\left(X_t - \overline{X}\right)\left(X_{t+k} - \overline{X}\right) \qquad , k=0, 1, \ldots, K$$

---

[56] Özmen, 1988, **a.g.e.**, s.73-74.

şeklinde hesaplanır.

Örneklem otokovaryansının gözlemlerin güvenilirliğinin yüksek olması gerekir. Çünkü gecikme sayısı arttıkça tahmin sayısının azaltmasından dolayı tahmin hatası artar. Başarılı bir analiz için, otokovaryansın belirlenebilmesi için, uygulamada gözlem sayısının 50 olmasına, hesaplanacak √(k) otokovaryans sayısının da en çok n-4 olmasına dikkat edilir.

Otokovaryans fonksiyonu zaman serileri analizinde önemli bir istatistiksel araç olmasına rağmen, farklı ölçü birimleriyle ifade edilmiş veya terimleri farklı büyüklüklerde olan serilerin karşılaştırılmasında yanıltıcı olabileceği için yetersiz kalmaktadır. Otokovaryansın bu yetersizliği hesaplanan √(k)'ların standartlaştırılması, yani √(k) = σ_x^2 değerine bölünmesi ile giderilebilir[57].

1.2.3.5. Otokorelasyon Fonksiyonu ve Katsayıları

Otokorelasyon fonksiyonu, zaman serisi oluşumunda etkili olan unsurun araştırılmasında, çözümlenecek seri için uygun olabilecek model ya da modellerin belirlenmesinde kullanılan önemli çözümleme araçlarından biridir. Otokorelasyon aynı değişkenin farklı zaman aralıklarında aldığı değerler arasındaki ilişkinin derecesini belirler.

Zamana göre artarda elde edilmiş gözlem kümesinde farklı zaman aralıklarına sahip gözlemler arasındaki ilişkinin derecesinin ölçülmesinde kullanılan katsayıya "otokorelasyon katsayısı" denir ve P(k) ile gösterilir. Faklı değerlerdeki farklı k gecikmeleri için hesaplanan {P(k)}'ları k gecikmelerine bağlayan fonksiyona "otokorelasyon fonksiyonu" denir. Yukarıda anlatıldığı gibi otokovaryans fonksiyonun standartlaştırılmasıyla otokorelasyon fonksiyonu elde edilir.

k gecikmesi için otokorelasyon katsayısı P(k);

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

olarak hesaplanır. k=0 için otokorelasyon katsayısı;

---

[57] Işığıçok, **a.g.e.**, 56-59; Özmen, **a.g.e.**, s.36.

$$P(0) = \frac{\sqrt{0}}{\sqrt{0}} = 1$$

olarak bulunur.

İncelenen zaman serisi için hesaplanan otokorelasyon katsayısına "örneklem otokorelasyon katsayısı" denir ve r(k) ile gösterilir ve,

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

veya örnek otokovaryans fonksiyonu C(k) 'dan;

$$r(k) = \frac{C(k)}{C(0)}$$ 'dan elde edilebilir.

Zaman serilerinin çözümlenmesindeki başarı bu serilerin çeşitli gecikme değerleri için hesaplanan otokorelasyon katsayılarının değerlerini yorumlamaya ve seride görülen çeşitli unsurların tesadüfi unsurlardan ayırt edilmesine bağlıdır.

Otokorelasyon katsayıları –1 ve +1 arasında değer alır ve otokorelasyon fonksiyonu gecikmenin simetrik bir fonksiyonu olduğundan P(k)=P(-k) 'dır. k=0,1,2, ... gecikme değerleri için hesaplanan otokorelasyon katsayılarının örnekleme dağılımının ortalaması sıfır ve standart hatası yaklaşık olarak $1/\sqrt{n}$ 'dir[58].

İktisadi zaman serilerine ilişkin verilerin tamamını almak, bazen gereksiz bazen de verilerin elde edilememesi nedeniyle imkansız olmaktadır. Bu nedenle uygulamada örneklemeye başvurulduğu gibi, anakütleye ilişkin $\sqrt{(0)}$, $\sqrt{(k)}$ ve P(k) teorik katsayıları yerine, bunların tahminleri için C_0, C_k ve r_k sembolleri kullanılır. Uygulamada otokorelasyon sayısının güvenilir bir tahminini elde etmek için en az 50 gözleme ihtiyaç vardır ve tahmin edilen otokorelasyon sayılarının (r_k), k=0,1,2, ...K olmak üzere N/4'den büyük olmayan K tane değeri için hesaplanmalıdır[59].

---

[58] Kayım, **a.g.e.**, s.77.; Işığıçok, **a.g.e.**, s.58.

[59] Işığıçok, **a.g.e.**, s.58.

Otokorelasyon sayılarının analizi zaman serilerinin durağan olup olmadığı hakkında bilgi verir. Eğer incelenen zaman serisi durağan ise, bu seri için hesaplanan otokorelasyon katsayılarının değeri birkaç gecikmeden sonra sıfıra yaklaşır veya $\pm Z_c/\sqrt{n}$ limitleri içinde kalır. Aksi takdirde serinin durağan olmadığına karar verilir[60].

Tahmin hatası tahmin modeline dayanarak her gözlem değeri için elde edilen tahmin değerinin ilgili gözlem değerinden çıkarılmasıyla bulunur ve a_t ile gösterilir. Bu eşitlik;

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

şeklindedir.

İleriye dönük tahmin amacıyla kullanılan bir modelin incelenen seri için uygun olup olmadığına karar verirken tahmin hatalarının otokorelasyon analizinden yararlanılır. Hatalar serisinin farklı gecikmelerdeki otokorelasyon sayıları r(k), r(k) 'nın hesaplanmasında kullanılan formüllere dayanarak;

$$r_a(k) = \frac{\sum_{t=1}^{n-k}(a_t - \overline{a})(a_{t+k} - \overline{a})}{\sum_{t=1}^{n}(a_t - \overline{a})^2} \qquad k=0,1,2,...$$

veya

$$r_a(k) = \frac{C_a(k)}{C_a(0)}$$

eşitliğinden hesaplanabilir.

Burada;

a_t : t dönemine ait tahmin hatası

$\overline{a}$: Hatalar serisinin ortalaması

a_{t+k} : t+k dönemine ait tahmin hatası

$C_a(k)$: Hatalar serisinin örneklem otokovaryans katsayısıdır.

Tahmin hatalarının otokorelasyon katsayılarının değeri $\pm Z_c/\sqrt{n}$ limitleri içinde kalıyorsa tahmin amacıyla kullanılacak model uygun model ve hataların

---

[60] Özmen, 1986, a.g.e., 40; Kayım, **a.g.e.**, s.77-79.

rastsal olduğuna karar verilir. Aksi takdirde başka bir modelin denenmesi gerekir[61].

1.2.3.6. Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu ve Katsayıları

Kısmi otokorelasyon, diğer gecikmeli değişkenlerin etkisi sabit kalmak şartıyla, zamana bağlı bir değişkenin bugünkü değeri olan X_t değişkeni ve bu değişkenden gecikmeli olarak türetilen herhangi bir X_{t+k}, (k=0,1,2, ...) değişkeni arasındaki ilişkinin derecesini veren istatistiksel bir ölçüdür. ∓ 1 değerleri arasında yer alır ve otokorelasyon katsayısı gibi yorumlanır. Gecikmeli olarak hesaplanan kısmi otokorelasyon katsayıları k=0,1,2, ... değerleri için $\varphi_{11}, \varphi_{22}, \ldots, \varphi_{kk}$ simgeleriyle gösterilir.

Kısmi otokorelasyon katsayıları $\varphi_{11}, \varphi_{22}, \ldots, \varphi_{kk}$ olmak üzere,

$$P_j = \varphi_{k1}P_{j-1} + \varphi_{k2}P_{j-2} + \ldots + \varphi_{k(k-1)}P_{j-k+1} + \varphi_{kk}P_{j-k} \qquad , j = 1,2, \ldots, k$$

Yule-Walker denklem sistemi ile tahmin edilir.

Daha öncede belirtildiği gibi uygulamada yukarıdaki denklem sisteminden yararlanılarak otokorelasyon fonksiyonunun tahmin edilebilmesi için P_j 'lerin yerine tahmin değerleri olan r_j 'ler kullanılır ve,

$$r_j = \varphi_{k1}r_{j-1} + \varphi_{k2}r_{j-2} + \ldots + \varphi_{k(k-1)}r_{j-k+1} + \varphi_{kk}r_{j-k} \qquad , j = 1,2, \ldots, k$$

eşitliği yardımıyla hesaplanır[62]. Bu denklem sistemini açık olarak yazıldığında;

$$r_1 = \varphi_{k1}r_0 + \varphi_{k2}r_1 + \ldots + \varphi_{kk}r_{k-1}$$

$$r_2 = \varphi_{k1}r_1 + \varphi_{k2}r_0 + \ldots + \varphi_{kk}r_{k-2}$$

$$\vdots$$

$$r_k = \varphi_{k1}r_{k-1} + \varphi_{k2}r_{k-2} + \ldots + \varphi_{kk}r_0$$

k tane bilinmeyeni içeren bu denklem sisteminin bilinmeyen otokorelasyon katsayıları (φ_{kk}) Cramer metodu yardımıyla;

---

[61] Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.39-40; Işığıçok, **a.g.e.**, 56-60.

[62] Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.41-42; Işığıçok, **a.g.e.**, s.60-62.

$$\varphi_{11} = r_1$$

$$\varphi_{22} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & r_1 \\ r_1 & r_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & r_1 \\ r_1 & 1 \end{vmatrix}} = \frac{r_2 - r_1^2}{1 - r_1^2}$$

$$\varphi_{33} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & r_1 & r_1 \\ r_1 & 1 & r_2 \\ r_2 & r_1 & r_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & r_1 & r_2 \\ r_1 & 1 & r_1 \\ r_2 & r_1 & 1 \end{vmatrix}} = \frac{(r_3 - r_1 r_2) - r_1(r_1 r_3 - r_2^2) + r_1(r_1^2 - r_2)}{(1 - r_1^2) - r_1(r_1 - r_1 r_2) + r_2(r_1^2 - r_2)}$$

formülleri kullanılarak hesaplanabilir.

Son olarak tahmin edilen bu kısmi otokorelasyon katsayılarının standart hatası;

$s_{\varphi_{kk}} = 1/\sqrt{n}$,k>p için

şeklindedir. Ayrıca kısmi otokorelasyon katsayıları uygun model tipinin belirlenmesinde de yardımcı olur[63].

1.2.3.7. Çapraz Korelasyon Fonksiyonu

Çapraz korelasyon fonksiyonu iki rastsal değişken arasındaki yön ve genişliğin bir ölçüsü olarak kullanılmaktadır.

X ve Y rastsal serileri arasındaki k gecikmeli çapraz otokorelasyon fonksiyonu P_{XY} ile gösterilir ve;

$$P_{XY}(k) = \frac{\tau_{XY}(k)}{\sigma_X \sigma_Y} \qquad ,k=0, \pm1, \pm2, ...$$

şeklinde formüle edilir.

Formülde yer alan $\tau_{XY}(k)$ değeri pozitif gecikmelerde;

$$\tau_{XY}(k) = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n-k}(X_t - \overline{X})(Y_{t+k} - \overline{Y}) \qquad ,k\geq0 \text{ için}$$

ve negatif gecikmelerde;

---

63 Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.41-43; Işığıçok, **a.g.e.**, s.61-62.

$$\tau_{XY}(k)=\frac{1}{n}\sum_{t=1-k}^{n-k}(X_t-\overline{X})(Y_{t+k}-\overline{Y}) \qquad ,k<0 \text{ için}$$

şeklinde formüle edilir[64].

Çok değişkenli zaman serisi çözümlemesinde kullanılan çapraz korelasyon fonksiyonu, tek değişkenli zaman serilerinde kullanılan otokorelasyon fonksiyonuna benzemektedir. Çapraz korelasyon fonksiyonunun otokorelasyon fonksiyonundan farkı, iki serinin herhangi iki zaman gecikmesindeki gözlem değerleri arasındaki ilişkinin derecesini göstermesidir.

1.2.3.8. Korelogram

Korelogram bir zaman serisinin belirli bir k sayıda (Trend etkisi için en az 10, mevsim etkisi için en az 24) gecikmeler için hesaplanan otokorelasyon katsayıları ile bu katsayıların ait olduğu k gecikme değerlerinin eşleştirilmesiyle belirlenen noktaların birleştirilmesi suretiyle elde edilen grafiklerdir[65].

Korelogram, uygulamada anakütleye ilişkin {P(k)} otokorelasyon katsayıları bilinmediği için {P(k)} 'ların tahmini olan r(k) 'lar kullanılarak çizilir. Korelogram otokorelasyon katsayıları kümesinin {r(k)} açıklanmasında, r(k)'ların sıfırdan farklı olup olmadıklarının saptanmasında, zaman serilerini etkileyen unsurların belirlenmesinde ve özellikle uygun olabilecek modelin belirlenmesinde yardımcı olan güvenilir bir araçtır[66].

Otokorelasyon katsayıları kümesinin açıklanması her zaman kolay olmayabilir. Bir zaman serisi tamamıyla tesadüfi unsurların etkisi altında ve gözlem sayısı büyük ise, bu serinin örneklem otokorelasyon katsayılarının değerleri olan r(k)'lar sadece k=0 olduğunda 1'e, $k\in Z$, $k\neq 0$ için daima sıfıra eşittir. Bir zaman serisine ait otokorelasyon katsayılarının korelogramı şekil 6 'da verilmiştir.

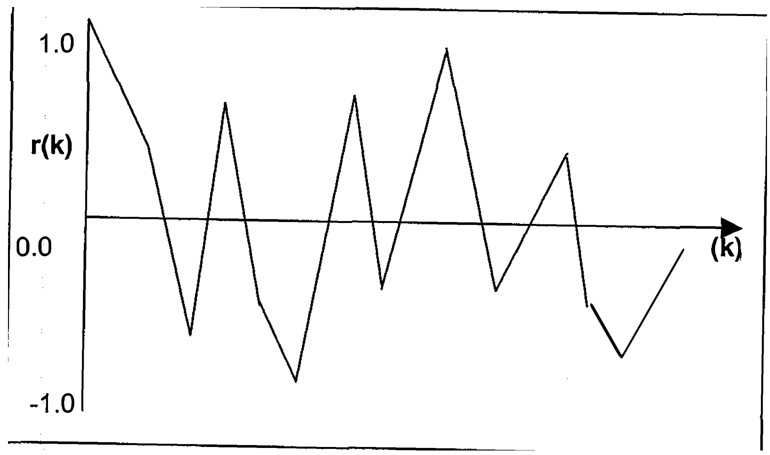
---

64 Işığıçok, **a.g.e.**, s.62.

65 Özmen, 1988, **a.g.e.**, s.74.

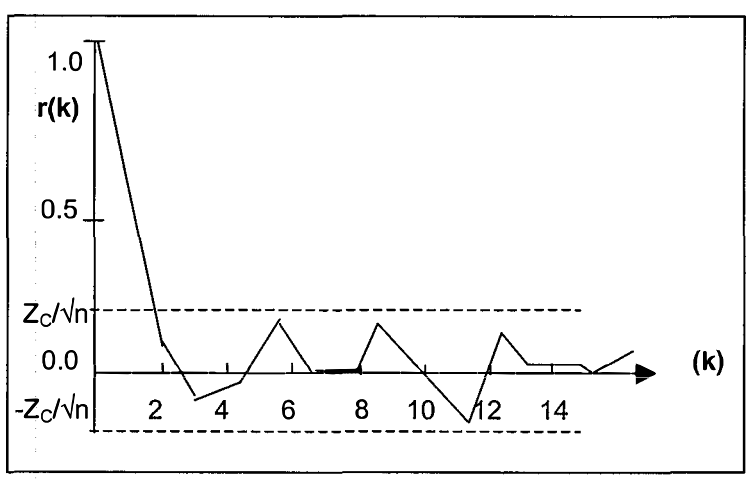
66 Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.44.

Şekil 6. Otokorelasyon Katsayılarının Korelogramı



Tesadüfi olan bir zaman serisinin r(k) değerleri ortalaması sıfır, standart sapması 1/√n olan, yaklaşık normal dağılım gösterir ve hesaplanan r(k) değerlerinden r(0) hariç diğerleri $\pm Z_c/\sqrt{n}$ limitleri arasında kalır[67]. Tesadüfi bir serinin korelogramı Şekil 7'de verilmiştir.

Şekil 7. Tesadüfi Bir Serinin Korelogramı



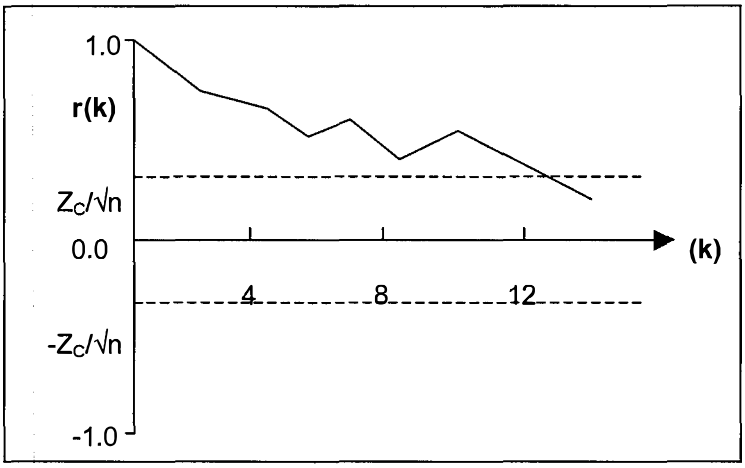
Bir zaman serisi trendin etkisi altında ise, k gecikme değeri çok büyük olmadıkça hesaplanan r(k) değerleri sıfıra yaklaşmaz. Hesaplanan r(k) değerlerinin korelogramda Şekil 8 'de ki gibi sol yukarıdan sağ aşağıya doğru

---

[67] Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.44.

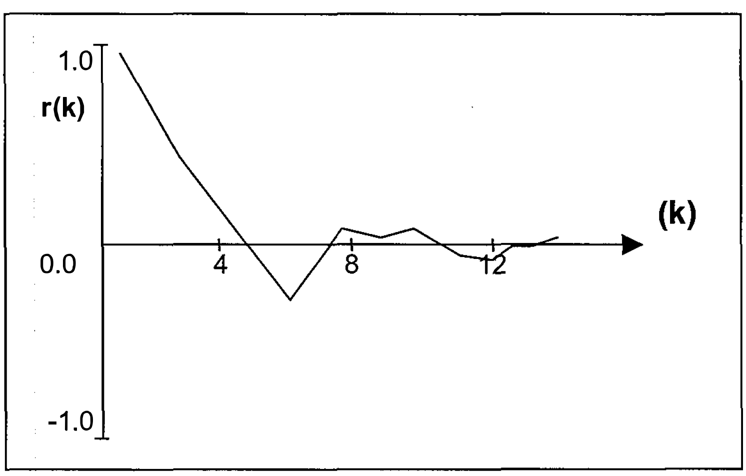
gittikçe azalan düzgün bir seyir göstermesi seride azalan bir trendin, aksi halde ise artan bir trendin olduğunu gösterir[68].

Şekil 8. Trend Unsurunu İçeren Bir Serinin Korelogramı



Küçük gecikme değerlerinde ilişki gösteren bir serinin korelogramı şekil 9 'da verilmiştir. Bu tip serilerde r(k)'nın ilk gecikmelerdeki sıfırdan çok farklı olmakla beraber, gecikme değeri k büyüdükçe r(k)'nın değeri hızla sıfıra yaklaşır.

Şekil 9. Küçük Gecikme Değerlerinde İlişki Gösteren Bir Serinin Korelogramı

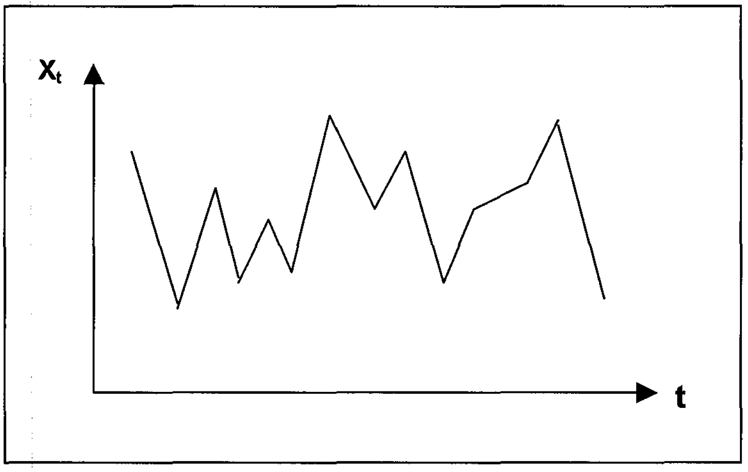


Bir zaman serisinin birbirini izleyen değerleri bu serinin ortalama değerinin her iki tarafında değişme eğilimine sahipse, bu serilere "sinüzoidal seriler" denir. Sinüzoidal serilerin r(k) değerleri de aynı değişmeyi gösterir. Sinüzoidal

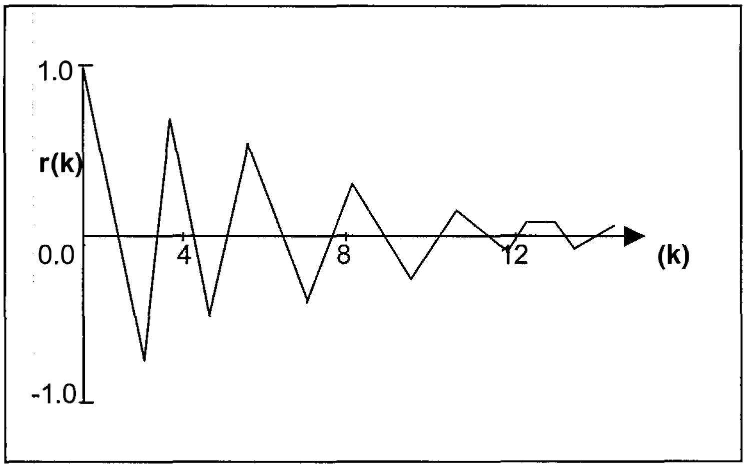
68 Özmen, 1988, **a.g.e.**, s.75.

değişme gösteren bir serinin korelogramı aşağıdaki şekilde verilmiştir. Şekil 12'de görülebileceği gibi k=1 için hesaplanan r(1) otokorelasyon katsayısının değeri negatif, k=2 için hesaplanan r(2) otokorelasyon katsayısının değeri pozitiftir[69]. Şekil 10 'da sinüzoidal dalgalanma gösteren bir serinin grafiği ve şekil 11 'de de korelogramı gösterilmiştir.

Şekil 10. Sinüzoidal Dalgalanma Gösteren Bir Serinin Grafiği



Şekil 11. Sinüzoidal Dalgalanma Gösteren Bir Serinin Korelogramı

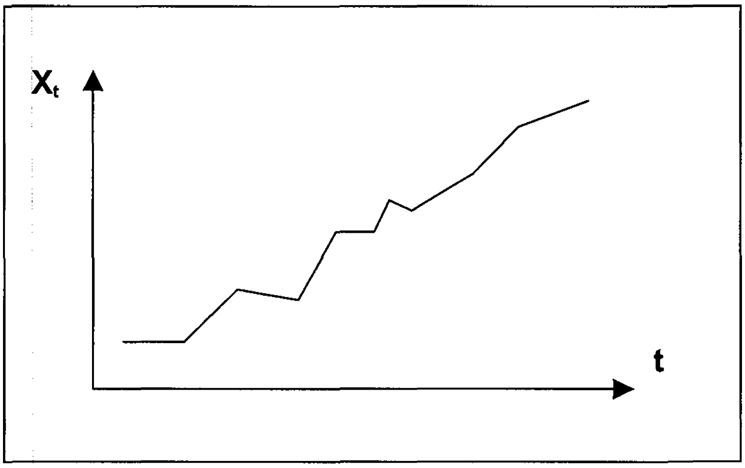


Bir zaman serisi trend gösteriyorsa, bu seriler için hesaplanan r(k) değerleri, k değeri çok büyük olmadıkça sıfır değerine yaklaşmaz. Bu özelliği

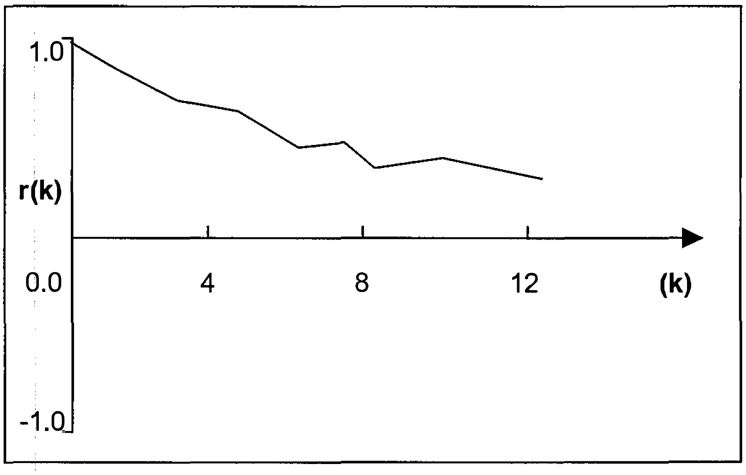
[69] Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.44-45.

gösteren seriler durağan olmayan seriler olarak adlandırılır[70]. Durağan olmayan bir seriye ait grafik şekil 12 'de ve korelogramı şekil 13 'de gösterilmiştir.

Şekil 12. Durağan Olamayan Bir Serinin Grafiği



Şekil 13. Durağan Olmayan Bir Serinin Korelogramı



Çözümlemesi yapılacak zaman serisi aylık veya üç aylık gözlem değerlerinden oluşmuşsa ve hesaplanan r(k) değerleri altı aylık, oniki aylık veya üç aylık dört dönem aralıklarla istatistiksel olarak anlamlı değerler alıyorsa seri mevsim unsurunun etkisi altındadır[71].

Mevsimsel dalgalanma gösteren bir serinin korelogramı da aynı sıklıkta dalgalanma gösterir. Şekil 14 'de mevsimsel dalgalanma gösteren bir serinin

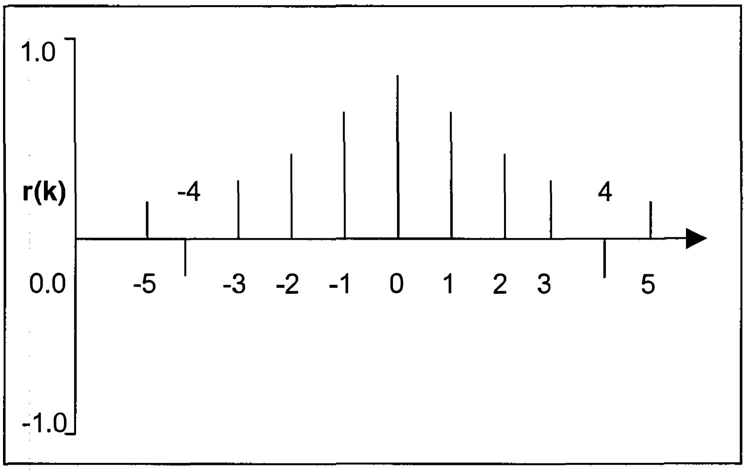
---

[70] Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.46.

[71] Özmen, 1988, **a.g.e.**, s.76.

korelogramı gösterilmiştir. Örneğin, aylık gözlem değerlerinden meydana gelen bir serinin gözlem değerleri oniki aylık aralıklarla yükselme veya azalma gösterdiğinde, otokorelasyon katsayılarının değeri de aynı aralıklarla sıfırdan farklı olur[72].

Şekil 14. Mevsimsel Bir Serinin Korelogramı



Hesaplanan r(k) değerleri hem bütün k değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı hem de altı, oniki aylık veya çeyrek yıllık aralıklarla yükselme alçalmalar gösteriyorsa seride trend ve mevsim etkisi birlikte vardır. Hesaplanan r(k) değerlerinin tesadüfi zaman aralıklarında yükselme ve alçalmalar göstermesi halinde ise seride konjonktür unsurunun varlığını açıklar[73].

1.2.4. Zaman Serisi Çözümlemesi Öngörü Yöntemleri

Zaman serileri ile ilgili öngörü amaçlı yöntemler tek değişkenli ve çok değişkenli yöntemler olmak üzere iki grupta toplanabilir.

---

[72] Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.47.

[73] Özmen, 1988, **a.g.e.**, s.76.

1.2.4.1. Tek Değişkenli Öngörü Yöntemleri

Tek değişkenli zaman serisi ile ilgili tahmin yöntemleri zamana bağlı tek bir değişkene ait tarihi verilerin mevcut olması durumunda kullanılan ve sadece öngörü türetmeye imkan veren istatistik yöntemlerdir.

Bu yöntemler zaman serilerinin bugünkü ve geçmiş dönem gözlem değerlerinin kullanarak gelecek dönem tahmin değerlerinin elde edilmesini sağlarlar. Sözkonusu tahminler yapılırken zaman serisini etkileyen unsurların geçmişteki hareketlerinin gelecekte de aynı eğilim içerisinde bulunacağı varsayılır. Bu şekilde elde edilen tahminler amaca uygun olarak planlama sürecini kolaylaştırır[74].

Yukarıda sözü edilen tek değişkenli zaman serileriyle ilgili tahmin yöntemlerinin dayandığı varsayımları;

I. Zaman serisinin yapısında etkili olan unsurlar gelecekte de aynı kalacaktır.

II. Zaman serisini oluşturan unsurları birbirinden ve tesadüfi unsurlardan ayırarak ileriye dönük tahmin yapmak

III. Bu yöntemler, kesikli zaman serilerine uygulanır[75].

Zamana bağlı tek değişkeni esas alan ve ileriye dönük tahmin amacıyla kullanılan zaman serisi çözümlemesi yöntemleri Trend Analizi Yöntemi, Hareketli Ortalamalar Tahmin Yöntemi, Üssel Düzeltme Yöntemi, Uyarlayıcı Arındırma Tahmin Yöntemi ve Box-Jenkins Yöntemi gibi yöntemler geliştirilmiştir.

– Trend Analizi Yöntemi

Bir zaman serisinin uzun bir dönemde belli bir yöne doğru gösterdiği ana eğilimi trend olarak tanımlanmıştı. Trend analizi, zaman serisinde etkili olan diğer unsurlardan arındırarak trend değerlerinin bulunması için geliştirilen en eski yöntemdir. Orta ve uzun dönem ileriye dönük tahmin amacıyla sık kullanılan ve hesaplanması kolay olan bir yöntemdir.

---

[74] Serper, II, **a.g.e.**, s.290.

[75] Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.9.

Trend analizinin esası zaman serisinin değerlerinin serpilme diyagramına bakılarak uygun bir matematik fonksiyonu yardımıyla nasıl bir eğilim gösterdiği belirlenir. Ele alınan zaman serisini en iyi şekilde temsil edecek trend denkleminin tipi (lineer, quadratic veya cubic) belirlendikten sonra gelecek dönemler için tahminler kolayca elde edilebilir. Buradaki temel amaç gelecek dönemler için öngörüde bulunmaktır. Bazı durumlarda zaman serisinin kapsadığı yıllardan önceki yıllar için de hesaplanması istenebilir. Her iki durumda yapılan işleme ekstrapolasyon denir. İlgilenilen zaman serisinin her yılı için değer belirlenemeyebilir. Eksik olan değer için öngörü trend denklemiyle yapılarak seri tanımlanabilir, bu işleme interpolasyon denir.

Diğer taraftan trend analizinde gözlem sayısı yeteri kadar büyük olmalı ancak bu gözlemler arasında anormal değerlerin bulunmaması arzu edilir. Uygulamada 7-8'den az veri ile trend analizi yapılmaz. Yeni bir gözlem değeri eklendiğinde bu yöntemin uyarlanması zordur. Tahmin işleminde sadece zaman ve tahmin edilecek değişkenin dikkate alınması yöntemin diğer bir sakıncasıdır. Ayrıca belirlenen trend denkleminin yeterli olup olmadığı test edilemez ve kurulan güven aralıkları oldukça geniş olduğundan tahminlerin güvenirliliği düşüktür. Son olarak bu yöntem mevsim unsurunu dikkate almamaktadır.

Regresyon modelinin dayandığı varsayımları hemen her zaman gerçekleştirememesine rağmen trendin bulunmasında yaygın olarak kullanılan bu tekniğin esası, zaman ve gözlem sonuçları arasında fonksiyonel bir ilişki kurmaktır. Bu fonksiyonel ilişki doğrusal veya eğrisel olabilir. Elde edilen fonksiyona ilişkin doğru veya eğrinin hem zaman serisi grafiğine uygun olması hem de gözlem sonuçları (Y_i) ile trend değerleri ($\hat{Y}_i$) arasındaki farkların karelerinin minimum olması;

$$\sum(Y_i - \hat{Y}_i) = \min$$

şartını sağlaması gerekir. Bu şartı sağlayan model öngörü modeli olarak benimsenir[76].

Trend analizi için çeşitli tekniklerden yararlanılmaktadır. Bunlardan en çok bilinenleri ve yaygın kullanıma sahip olanlar; En Küçük Kareler Tekniği, Elle

[76] Gürtan, **a.g.e.**, s.439; Serper, II, **a.g.e.**, 302.

Çizim Tekniği, Yarı Ortalamalar (Basit Grafik) Tekniği ve Hareketli Ortalamalar Tekniğidir[77].

Diğer taraftan mevsimlik hareketlerin tahmini için Ortalama Yüzde Tekniği, Trend Yüzdesi (Trende Oran Tekniği), Hareketli Ortalamaya Oran Tekniği (Hareketli Ortalama Yüzdesi) veya Zincirleme Oranlar Tekniği kullanılmaktadır.

Serilerin mevsim unsurundan arındırılması için orijinal aylık verilerin mevsimlik indeksine bölünmesiyle ulaşılabilir. Konjonktürel hareketlerin tahmini ise seri mevsim unsurundan arındırıldıktan sonra, trend değerlerine bölünmek suretiyle trende göre düzeltilir. Ve böylece geriye konjonktürel ve tesadüfi unsurlarının etkisi kalır. Son olarak, uygun bir hareketli ortalama yardımıyla ile tesadüfi unsurda elimine edilerek geriye sadece konjonktürün etkisi kalmış olur. Tesadüfi etkiler ise incelenen serinin trende, mevsimlik hareketlere ve konjonktürel hareketlere göre düzeltilmesiyle bulunur[78].

– **Hareketli Ortalamalar Öngörü Yöntemi**

Hareketli ortalamalar tekniğinin esası, zaman serisi değerlerini belirli büyüklükte kümeler halinde toplamak, her küme için bir aritmetik ortalama hesaplamak ve bu ortalamaları ilgili kümede tam ortaya düşen değerin yerine koyarak tahmin değeri olarak kabul etmektir[79]. Genel hareketli ortalama modeli aşağıdaki gibidir.

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

Gözlenen verilerden oluşturulan yapay yeni bir zaman serisi oluşturulmuş olur. Bu yeni serinin trendi gösterdiği kabul edilir[80].

Zaman serilerinin grafiği çizildikçe açıkça görülen konjonktürel ve mevsimlik dalgalanmaları yok etmek amacıyla kullanılan bu tekniğin

---

[77] Serper, II, **a.g.e.**, s.296; Atlas, **a.g.e.**, s.210; Çömlekçi, 1998, s.455-456.

[78] Murray R. SPIEGEL, **İstatistik Teori ve Problemler** (Çevirenler: Erden Öney ve Nahit Töre. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi, 1988), s.314-315.

[79] Spyros Makridakis and Steven C. Wheelwright. **Interactive Forecasting : Univariate And Multivariate Methods** (Second edition. San Francisco, California: Holden-Day Inc. Press, 1978), s.106.

[80] Çömlekçi, 1998, **a.g.e.**, s.449.

uygulanabilmesi için olayın eğilimi doğrusal, "dalga uzunlukları[81]" eşit ve "dalga şiddetleri[82]" eşit olmalıdır. Hareketli ortalamaların kaçarlı olacağı serideki dalgalanmaların dalga uzunluğu ile belirlenir. Mevsimlik dalgalanmalarda dalga uzunluğu sabit ve 12 ay olduğu için şartlardan biri daima vardır. Dolayısıyla bu teknik ile mevsim etkisini yok etmekte kullanılabilir[83].

Ancak çeşitli sakıncaları vardır. Tekniğin uygulanması sonucunda zaman serisinin başından ve sonundan (n-1) tane, dalga uzunluğu çift ise n tane veri eksilmektedir[84]. Birbirini izleyen gözlem değerleri arasındaki otokorelasyonun düşük olduğu zaman serilerine uygulanır. Kısa dönem tahmin amacıyla kullanılmasında tahminlerin güvenirliği yüksektir. Çok sayıda gözlem değerine ihtiyaç vardır. Uzun dönem tahmin değerlerinin doğruluk derecesi düşüktür[85].

– **Üssel Düzeltme Yöntemi**

Üssel düzeltme tahmin yöntemleri temel özellik açısından hareketli ortalama tahmin yöntemine benzer. Fakat üssel düzeltme yöntemleri zaman serilerinin tüm gözlem değerlerini göz önünde bulundurduklarından ve seri değerlerine bugünkü dönemden uzaklıklara göre azalarak tartı verdikleri için hareketli ortalama yöntemlerinden ayrılırlar.

Üssel düzeltme tahmin yönteminde kullanılan eşitlik;

$$X_{t+1} = \alpha X_t + \alpha (1-\alpha) X_{t-1} + \ldots + \alpha (1-\alpha)^k X_{t-k}$$

şeklindedir.

Zaman serisinin oluşumunda bulunan tüm unsurları dikkate alan üssel düzeltme yöntemi ile zaman serilerinin ileriye dönük tahmini yapılabilir. Bu yöntemin uygulanması gayet kolay ve kısa zaman da yapılabilir. Ayrıca yeni bir gözlem değerinin eklenmesinde yöntem hemen uyarlanabilir ve yapılan

---

[81] Dalga uzunluğu; Serinin grafiğinde birbirini izleyen iki maksimum veya iki minimum nokta arasındaki zaman genişliğine denir.

[82] Dalga Şiddeti; Aynı dalgada maksimum veya minimum noktalar arasındaki yükseklik farkına denir.

[83] Serper, II, **a.g.e.**, s.297.

[84] Çömlekçi, 1998, **a.g.e.**, s.450.

[85] Steven C. Wheelwright and Spyros Makridakis, **Forecasting Methods For Management** (New York: John Wiley and Sons, Inc., 1973), s.55.

işlemlerin baştan yapılmasına gerek yoktur. Fakat seri değerlerine, bugünkü dönemden uzaklıklarına göre verilen α katsayısının değerini belirlemek için sınama yanılma yönteminden yararlanılır. Son olarak uygulamada kullanılan üssel düzeltme modelinin sınanması için herhangi bir test önerilmemiştir[86].

– **Uyarlayıcı Arındırma Tahmin Yöntemi**

Zamana bağlı bir olayla ilgili tahmin modeli belirlendikten sonra bu olayı meydana getiren unsurlarda meydana gelebilecek değişiklikleri yeniden bir tahmin modeli belirlemeye gerek bırakmadan doğrudan tahmin değerlerine yansıtma imkanı olduğundan bu yönteme ilişkin modellere "kendi kendini yenileyen modeller" denir.

Uyarlayıcı arındırma tahmin yöntemine göre herhangi bir gelecek dönemin değeri, hareketli ortalamalar ve üssel düzeltme yöntemlerinde olduğu gibi geçmiş dönem gözlem değerlerinin toplamları alınarak elde edilir. Bu model matematiksel olarak;

$$X_{t+1} = \sum_{i=t-N+1}^{t} \varphi_i X_i$$

şeklinde ifade edilir. Burada;

X_{t+1} : Gelecek t+1 dönemine ait tahmin değeri

X_i : i dönemine ait gözlem değeri

φ_i : i dönemine ait başlangıç tartı değerini

N : Belirli büyüklükteki bir kümenin gözlem değerleri sayısını (aynı zamanda tartı sayısı)

göstermektedir.

Bu yöntemde her gözlem değeri için belirlenecek tartılar, tahmin hatalarının karelerinin minimize edecek $\{X_i - \overline{X}_i = a\}$şekilde belirlenmektedir.

Uyarlayıcı arındırma tahmin yöntemi kısa dönem tahmin amacıyla kullanılabilir. Tahmin işlevinde araştırmacının müdahalesini minimum seviyeye indirir ve elde edilen tahmin sonuçlarının güvenirliliği hareketli ortalama öngörü yöntemi ve üssel düzeltme yöntemine göre daha yüksektir. Hesaplaması kolay

---

[86] Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.12; Kayım, **a.g.e.**, s.31-33.

ve zaman almayan bir yöntemdir. Tartı sayısı araştırmacı tarafından belirlenir. Fakat tartı sayısı ile yapılacak işlemin çok olmasından ve hata terimi dikkate alınmadığından eksik yöntem gözüyle bakılmaktadır[87].

– Box-Jenkins (B.J.) Yöntemi

B.J. yöntemi tek değişkenli zaman serilerinin kısa dönem ileriye dönük tahmininde güvenilir sonuçlar veren yaygın şekilde kullanılan yöntemlerden biridir. B.J. tekniği, zaman serisinin gözlem değerleri arasındaki iç bağımlılığı etkili bir şekilde kullanır. Bu teknik öngörü modelleri sunduğu için, uygun modelin belirlenebilmesi için seçim özgürlüğü verir ve uygun model belirlenirken izlenecek her aşamada modelin incelenen olaya uygunluğunu sınama imkanı verir[88].

B.J. öngörü modellerinin uygulanmasında zaman serisinin belirli ve eşit aralıklı gözlem değerlerinden oluşan kesikli bir seri olduğu varsayılmaktadır. Başarılı fakat karmaşık olan B.J. yöntemi kesikli zaman serileri ve dinamik sistemler için model kurulmasında kolaylıklar sağlamaktadır. Ayrıca mevsimlik değişimler gösteren zaman serileri içinde kullanılmaktadır. B.J. modelleri, uygulama yönünden, zaman serisini oluşturan ve birbirini izleyen minimum 75 gözlem değerlerinin bulunduğunu varsayar. Yıllık seriler kullanıldığında minimum 30-40 gözlem değerinin bulunması yeterli görülmektedir[89].

Durağan olmayan zaman serilerinin ileriye dönük tahmininde B.J. yönteminin uygulanabilmesi için önce durağanlığı bozan unsurlar göz önünde bulundurularak bazı dönüşüm yöntemleriyle seriler durağan hale getirilir, daha sonra B.J. yöntemi uygulanır[90].

---

[87] Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.12-14.

[88] Ahmet Özmen, **Mevsimsel Dalgalanmalar İçermeyen Zaman Serilerinde Kısa Dönem Öngörü Amaçlı Box-Jenkins (ARIMA) Modellerinin Kullanımı** (Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Dergisi, Cilt: II, Sayı: I, Sayfa: 105-120, Kasım 1989), s.105-106.

[89] Kayım, **a.g.e.**, s.69-70; Box-Jenkins, **a.g.e.**, s.7.

[90] Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.17-18.

B.J. grubu modeller zaman bağlı olayların tesadüfi karakterde olaylar olduğunu ve bu olaylarla ilgili zaman serilerinin ise stokastik süreç olduğu varsayımına dayanarak geliştirildiğinden dolayı doğrusal stokastik modeller denilmektedir. Bu modeller çözümlemesi yapılacak zaman serisinin durağanlığına göre "doğrusal durağan stokastik modeller" ve "durağan olmayan doğrusal stokastik modeller" olarak ikiye ayrılmaktadır. Durağan olmayan doğrusal stokastik modellerde kendi içinde mevsim unsurunu içerip içermemesine göre "mevsimsel ARIMA[91]" ve "mevsimsel olmayan ARIMA" modelleri olarak ikiye ayrılmaktadır[92].

1.2.4.2. Çok Değişkenli Öngörü Yöntemleri

Çok değişkenli öngörü yöntemleri iki ya da daha fazla zaman serisi arasındaki sebep sonuç ilişkisini tanımlayarak tahmin ve kontrol amacıyla kullanılır. Tahmin edilecek değişken ile bu değişkeni açıklayan değişkenler arasında mantıksal değişkenler varsa ve bu değişkenlerin zaman aralıklarıyla aldığı sayısal değerler mevcutsa bir ilişki modeli kurulur. Transfer fonksiyon modelleri ve dinamik regresyon modelleri, çok değişkenli tahmin yöntemlerine örnek olarak gösterilebilir.

Zaman serilerinin ileriye dönük tahmin amacıyla çözümlenmesinde tek değişkenli öngörü yöntemleri sıkça kullanılmaktadır. Bunun nedeni ilgilenilen sistemle ilgili her şeyin bilindiğini ve birbirleriyle ilişkili olayların öngörülmesini sağlar. İlişki modellerine dayanılarak yapılan öngörülerin hatası düşük olabilir. Ancak öngörü sistemi ile ilgili herşeyin bilinmesi mümkün olmayabilir veya mümkün olsa bile analiz için uygun olmayabilir. Bu nedenle zaman serilerinin çözümlenmesinde tek değişkenli öngörü yöntemleri kullanılmaktadır[93].

---

[91] ARIMA: Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama

[92] Box-Jenkins, **a.g.e.**, s.7.

[93] Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.8.

İKİNCİ BÖLÜM
MEVSİMSEL ZAMAN SERİSİ ÇÖZÜMLEMESİNDE KUKLA DEĞİŞKEN VE TRİGONOMETRİK FONKSİYON KULLANIMI

1. MEVSİMSEL ZAMAN SERİSİNE İLİŞKİN BİLGİLER

1.1. Mevsimsel Zaman Serisi Tanımı

Zaman serilerinde mevsimlik, üç aylık, aylık veya haftalık sürelerde tekrarlanan döngüsel hareketlerin tümüne "mevsimlik dalgalanma" adı verilir. Doğal ve sosyal nedenler sonucu ortaya çıkan ve her yıl düzenli olarak tekrar eden bu dalgalanmaları içeren serilere "mevsimsel zaman serileri" adı verilir[94].

1.2. Mevsimsel Zaman Serisinin Özellikleri

Mevsimsel zaman serilerinde görülen dalgalanmalar hem döngüsel hem de periyodiktir. Çünkü söz konusu dalgalanmaların uzunluğu (yani zaman serisinin grafiği çizildiğinde birbirini izleyen iki maksimum veya iki minimum nokta arasındaki zaman aralığı) hep aynı ve 12 aydır[95].

Özellikle mevsimler itibariyle farklılık gösteren değişkenler de bu dalgalanmalar daha belirgin olmakla birlikte yıllık zaman serilerinde mevsimsel dalgalanmalar söz konusu olmamaktadır[96].

Zaman serisi verilerinin olasılık kurallarına göre toplandığı şekildeki varsayım gereği, zaman içindeki büyük değişkenlik gösteren (durağan olmayan) serilerle mevsimlik dalgalanma gösteren serilere, belirli olasılık kurallarını uygulamak ve bu serilere dayanarak öngörü yapmak sakıncalıdır. Mevsimsellik zaman serilerinin durağanlığını bozan unsurlardan biridir. Dolayısıyla bu

---

[94] Serper, II **a.g.e.**, s.294.

[95] **Aynı**, s.294.

[96] Işığıçok, **a.g.e.**, s.18.

serilerde durağanlığın sağlanması için mevsim etkisinden arındırılması gerekir. Bu amaçla çeşitli dönüşüm işlemlerine başvurulur.

Söz konusu dönüşümler,

I. Logaritma alma
II. Fark alma
III. Filtreleme
IV. Trendden arındırma

şeklinde sınıflandırılmaktadır.

İktisadi değişkenler, gerçek değerleri üzerinde doğrusal değil, genellikle logaritmik değerleri üzerinde doğrusal olduğundan, serilerin gerçek değerleri yerine logaritmik değerlerinin kullanılması önerilmektedir[97].

Durağanlık, logaritmanın almanın yanında genellikle birinci ve ikinci dereceden fark alma ile de sağlanabilir[98]. Mevsim dalgalanmalarının uzunluğu (birbirini izleyen iki maksimum veya minimum nokta arasındaki zaman aralığı) “s” ile gösterilir. Bu amaçla gözlem değerlerinin s ’inci dereceden farkı alınması gerektiğinden mevsimsel serilerin modellenmesinde s ’nin bilinmesi önemlidir. Bu, fark alma biçiminde gösterilir[99]. Mevsimlik fark alma işlemi, mevsimlik dönem genişliği yardımıyla ve $(X_t - X_s)$ şeklinde gerçekleşir. Aylık veriler için s=12 ve çeyrek yıllık veriler için s=4 alınır.

Seriyi mevsimlik dalgalanmalardan arındırmanın ikinci yolu mevsimlik kukla değişken kullanmaktır. Kısaca X_t serisini mevsimlik dalgalanmaların etkisinden arındırmak amacıyla, mevsimlik kukla değişken kullanımı;

$$X_t = \alpha_0 + \alpha_1 D_1 + \alpha_2 D_2 + \alpha_3 D_3 + a_t$$

modeli yardımıyla yapılabilir.

Bu modelin En Küçük Kareler (EKK) tekniğiyle tahmin edilen parametreleri anlamlı bulunursa elde edilen hatalar (a_t), sözkonusu değişkenlerin mevsimlik dalgalanmalardan arındırılmış değerleri olacaktır. Ayrıca seride trendin varlığı görülüyorsa modele zaman değişkeninin de eklenmesi gerekir. Mevsimsel zaman serilerinin modellenmesi ileride daha ayrıntılı olarak incelenecektir.

---

97 Işığıçok, **a.g.e.**, s.48.

98 Box-Jenkins, **a.g.e.**, s.85.

99 Gürtan, **a.g.e.,** s.472-474.

Serideki mevsimlik eğilimleri belirlemek amacıyla otokorelasyon fonksiyonundan ayrıca regresyon katsayılarının grafiğine bakılabilir.

Değişkenler arasındaki ilişkiler çeşitli faktörler tarafından etkilendiği için, gerçek ilişkinin belirlenmesi sakıncasını gidermek amacıyla, onların filtre edilmesi gerekir. Yani d 'inci dereceden fark alma dönüşümüne tabi tutularak durağan hale getirilebilir[100].

Ayrıca mevsim etkisinin yok edilmesi için Holt-winters ve harmonik düzeltme öngörü yöntemi gibi üssel düzeltme yöntemleri kullanılmaktadır.

Winters modeli hem mevsim hem de trend unsurunu içeriyorsa tam üssel düzeltme yöntemi, eğer yalnız mevsimlik değişmeleri içeriyorsa çarpımsal mevsimlik etki yöntemi denmektedir.

Harmonik düzeltme öngörü yöntemi üssel düzeltme yöntemleriyle otoregresif-hareketli ortala yöntemleri arasında bir yerdedir. Küçük örnekleme hacimleri için kullanılmaktadır. Uygulamada kullanılan diğer öngörü yöntemlerine göre de bu yöntemin hesaplanması, kullanılması ve anlaşılması oldukça zordur. Örnekleme hacmi küçük ve seride tesadüfi değişmeler büyükse harmonik düzeltme yöntemleri uygun olmaktadır. Bu yöntem öngörü fonksiyonun tahmininde sinüs ve kosinüs dalga metotlarını kullanır ve zaman serisini oluşturan unsurlar arasında çarpımsal bir ilişki olduğunu varsayar. Bu düzeltme yönteminde ilk adım serideki trend ve mevsimlik değişimleri yok etmektir. Verilerin toplandığı periyoda göre hareketli ortalama hesaplanır. İkinci adımda, mevsimlik etkilerin kaba tahminleri yapılır. Aynı döneme ait veriler toplanır ve o aydaki gözlem sayısına bölünür. Üçüncü adımda, kaba mevsimlik etkilerin tahminlerine Fourier analizleri uygulanarak düzeltilmiş mevsimlik tahminler elde edilir[101].

Herhangi bir fonksiyon sinüs ve kosinüs terimleriyle ifade edilebilir. Düzeltilmiş mevsimlik ortalama ($\hat{r}$) da bu tür bir fonksiyonla gösterilebilir. Bu fonksiyonda kaba mevsimlik etki ortalamaları kullanılarak düzeltilmiş mevsimlik etki ortalamaları tahmin edilir.

$\hat{r} = 1 - \Sigma\,(a_K) \cos (k X_j) + b_K \sin (k X_j)$,

---

[100] Işığıçok, **a.g.e.**, s.41 ve 49-50.

[101] Kayım, **a.g.e.**, s. 43-44.

Burada, $X_j = \frac{2(j-1)\pi}{L-\pi}$ 'dir.

a_k ve b_k fourier katsayıları olup EKK yöntemi ile ,

a_k = 1/L/2 Σ r_j) cos (kX_j) , k = 1,2,...,L/2

ve

b_k = 1/L/2 Σ r_j) sin (kX_j), , k = 1,2,...,L/2

ilişkilerden elde edilirler.

$$\sigma^2 = \frac{\sum r_{ij} - r_j}{\sum m_j - L},$$

Burada,

r_j = aylık ortalama

r_{ij} = yıllık ortalama olmak üzere,

fourier katsayılarının varyansı yaklaşık $2\sigma^2/N$ 'e eşit olduğu varsayılmaktadır. Burada N trend sayısıdır. Hesaplanan fourier katsayılarının anlamlılığı,

$$C_k \sqrt{\frac{N}{2\sigma}}$$

kullanılarak yapılır. Burada, C_k dalga boyu genişliği olup;

$C_k = \sqrt{a_k^2 - b_k^2}$ formülünden hesaplanır.

$C_k \sqrt{\frac{N}{2\sigma}}$, t dağılımlıdır. Diğer bir istatistiksel anlamlık testi seçeneği de dalga boyu genişliği karesine uygulanan χ^2 dağılımıdır.

Fourier analizinin kullanılmasındaki amaç mevsimlik sapmaların genellikle düzgün dalgalara benzedikleri varsayımından hareketle sapmasız düzeltilmiş mevsimlik etkilerin ortalamalarını tahmin etmeye yöneliktir.

Dördüncü adımda, seri ile uyumsuzluk gösteren gözlem değerleri düzeltilerek son adımda da, düzeltilmiş mevsimlik tahminlerin uygunluk testleri yapılır[102].

Seri değerlerinde mevsim etkisine bağlanmayacak olan etkiler varsa bunlar gün sayısına veya fiyata göre düzeltilir[103].

---

[102] Kayım, **a.g.e.**, s. 45-46.

[103] Gürtan, **a.g.e.**, s.472-474.

Bir zaman serisi hem trend hem de mevsimsellik içerebilir. Bu özellikte bir zaman serisinin gözlem değerleri arasında iki tür ilişki vardır. Bunlar; birbirini izleyen gözlem değerleri arasındaki ilişki ve birbirini izleyen yılların aynı aylarına ait gözlem değerleri arasındaki ilişki, yani mevsimsel ilişkidir. Bu ilişkiler, aylar sütunlarda, yıllar ise satırlarda olmak üzere bir tablo halinde gösterilir. Bu tabloda aynı satır ve sütundaki gözlemler arasında benzerlikler beklenebileceği için, bu durum iki yönlü varyans analizine de benzetilebilir[104].

2. MEVSİMSEL ZAMAN SERİSİ ÇÖZÜMLEMESİNDE KUKLA DEĞİŞKEN VE TRİGONOMETRİK FONKSİYON KULLANIMINA İLİŞKİN KURAMSAL AÇIKLAMALAR

2.1. Mevsimsel Zaman Serilerinin Kukla Değişken Kullanılarak Modellenmesi

2.1.1. Kukla Değişken Nedir?

Bağımlı değişken sadece nicel değerleri gösteren (gelir, üretim, fiyatlar, vb.) bağımsız değişkenlere bağlı değildir. Aynı zamanda bu değişkenlerin niteliği ile de ilgilidir. Yani bağımsız değişken cinsiyet, ırk, renk, inanç gibi nitelikleri bağımsız değişkeni etkiler. Örneğin, aynı özellikleri taşıyan iki işçinin cinsiyetlerinin veya inançlarının farklı olmasından dolayı farklı gelir elde ediyorlarsa, niteliksel bir farklılıktan bahsedilir[105].

İlgilendiğimiz değişkenin gelişmesinin ya da değişmesini tanımlamak üzere yaratılan değişkene kukla (yapay) değişken denir. Bu değişken uygun bir şekilde birimlendirilmelidir ki nicel olarak ifade etmek istenilen etmendeki değişmeleri olabildiğince iyi yansıtabilsin[106].

İki değişken arasındaki farkı göstermek için kukla değişkenler kullanılır. Kukla değişkenler, sadece sıfır ve bir değeri alan değişkenlerdir. Bu nedenle bazı yazarlar bu değişkenlere iki değerli değişkenler de demektedirler. Bu

---

[104] Box-Jenkins, **a.g.e.**, s.303; Özmen, 1986, **a.g.e.**, s.30.

[105] Aziz Kutlar, **Bilgisayar Uygulamalı Ekonometriye Giriş** (İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., 1998), s.155.

[106] Koutsoyiannis, A., **Ekonometri Kuramı: Ekonometri Yöntemlerinin Tanıtımına Giriş** (Çevirenler: Ümit Şenesen ve Gülay Günlük-Şenesen. İkinci basım. İstanbul: Teknik Üniversite Matbaası, 1992), s.283.

değişkenler dönemsel ve yöresel etkileri, niteliksel değişkenleri, sayısal değişkenlerin kaba gruplamasını yapmak için kullanılabilmektedir[107].

Örneğin aynı işi yapan iki üniversite hocasından erkek olanı 1, bayan olanı 0 olarak göstererek aynı denklemi her ikisi içinde kullanabiliriz. Genellikle ekonomik çalışmalar dışında yapılan sosyoloji, psikoloji, eğitim alanlarında yapılan araştırmalarda bağımsız değişkenler nitel ve nicel değerleri içerir.

2.1.2. Kukla Değişkenlerin, Bir Fonksiyonun Zaman İçindeki Kaymasını Ölçmek Amacıyla Kullanılması

Bir fonksiyonun kayması, bütün diğer katsayıları aynı kalırken sabit terimin dönemler boyunca değişmesi anlamına gelmektedir. Bu kaymalar fonksiyona bir kukla değişken konularak hesaba katılabilir[108].

Kukla değişkenlerin nasıl kullanıldığını göstermek için bir tüketim fonksiyonu tahminini ele alalım. Varsayalım ki savaş ve barış döneminde tüketim fonksiyonu farklılık göstermekte ve bu farklılık tüketimdeki otonom azalma sonucu olmaktadır. Bu otonom tüketim azalışı, savaş döneminde milli gelirden devletin aldığı payın artması nedeniyle zorunlu tasarrufların artması biçiminde düşünülebilir.

Bu durumda, savaş dönemi için tahminde kullanılabilecek gözlem sayısının çok düşük olması nedeniyle, yalnız savaş dönemi için regresyon yapmamız mümkün olmayabilir. Ayrı ayrı iki tahmin eşitliği kullanılacağına, tek bir tahmin eşitliği ile ilişkiyi açıklamak için çözüm kukla değişken kullanmaktır[109].

Örneğin, ülkemiz istatistikleri üzerinde çeşitli tesadüfi olayların etkisini görebiliriz. 1946, 1958, 1970, 1977, 1979 ve 1980 yıllarındaki devalüasyonları, 1960, 1971 ve 1980 askeri müdahaleleri ayrıca 1977'de uzun süren grevler ve bu kategoride serileri etkileyen bir çok olay ve gelişmeleri, etkileri ile serilerde gözleyebiliriz[110]. Bu yıllardaki olağandışı koşullar, çeşitli denetlemeler ve başka etmenler nedeniyle, tüketim fonksiyonu aşağıya kaydırılmıştır. Bu kaymayı

---

[107] Önder Özkazanç, **Ekonometriye Giriş** (İkinci basım. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Basımevi, 1997), s.95.

[108] Koutsoyiannis , **a.g.e.**, s.284.

[109] Özkazanç, **a.g.e.**, s.95.

[110] Korum, **a.g.e.**, s.271.

önlemek için bir kukla değişken kullanılır ve buna olağandışı yıllar için 0 değeri, diğer yıllar için 1 değeri verilir[111].

2.1.3. Kukla Değişkenlerin, Parametrelerin (Eğimlerin) Zamanla Değişmesini Ölçmek Amacıyla Kullanılması

Uzun dönemler boyunca ya da olağandışı dönemlerde fonksiyonların sabit terimlerinin değişmesiyle (kaymasıyla) kalmadığını, eğiminin/eğimlerinin de değişebileceği bilinmektedir: zamanla esneklikler ve eğimlerde değişir. Fonksiyonun parametrelerindeki bu değişme kukla değişkenlerin kullanılmasıyla saptanabilir[112].

2.1.4. Zaman Serilerinde Kukla Değişken Kullanımı

Zaman serileri regresyon analizinde kukla değişken kullanımı oldukça faydalıdır. Savaş, barış, ekonomik durgunluk, gelişme gibi iki ya da daha fazla değişkenin iç ilişkilerine ait homojen olmayan etkilerini izole etmeyi içerir. Bu gibi değişkenler örnek deneyin kontrol edilemezliğiyle karakterize edilebilirler. Öyle ki bu veriler oluşturuldukları zamandaki gözlemlerle toparlanırlar. İstatistikçi ya da ekonomist kişisel tüketim harcamalarıyla harcanabilir gelir arasındaki ilişkiyi belirlemek için yalnızca barış zamanındaki gözlemlerle yapamaz. Diğer yandan farklı analizler gözlemlerin kıtlığı nedeniyle savaşı kukla değişken olarak kabul eden çoklu regresyon analizinden daha az güvenlidir. Regresyon düzlemi kişisel harcama değerleri, kişisel harcama gelir değişkenleri ve savaş zamanı için 1, barış zamanı için 0 değerini alan kukla değişkenler üç boyutlu bir vektöre uydurularak bulunabilir.[113].

Zaman değişkeni, bağımlı değişkeni iki farklı şekilde etkileyebilir. İncelenen zaman serisinde genellikle bağımlı değişken zamanın etkisiyle belli bir trende sahip olabilir; bazen ise zaman değişkeni incelenen zaman serisi

---

[111] Koutsoyiannis, **a.g.e.**, s.284.

[112] **Aynı**, s.285.

[113] Lawrence L., LAPIN, **Statistics for Modern Business Decisions** (Fifth edition. Orlando, Florida: Harcourt Brace Jovanovich Inc. Press, 1990), s.458.

verileri üzerinde belirli bir aralıkta belirli bir etki , izleyen aralıkta da başka bir etki yapabilir. Zamanın bağımlı değişken üzerindeki bu farklı etkileri esas alınarak tek eğilimli zaman serileri şeklinde bir ayrım yapılabilir.Tek eğilimli modellerde zaman değişkeni X:1,2,3,... veya X:...,-2,-1,0,1,2,...vb. şeklinde kukla değişkenleri ile iade edilmektedir. Ancak kukla değişkenin X:...,-2,-1,0,1,2,...şeklinde kullanımı daha pratiktir. Çünkü bu kullanım X matrisindeki X_0 sütununa, yani birlerden oluşan sütuna ortogonal olmasından kaynaklanmaktadır. Tek eğilimli zaman serilerinde doğru, parabol, hiperbol, üstel, geometrik vb. trend denklemleri, iki eğilimli zaman serilerinde ise doğrusal çoklu regresyon ya da polinom türü çoklu regresyon modelleri kullanılabilir[114].

2.1.5. Kukla Değişkenlerin Zaman Serilerinde Mevsimsel Dalgalanmaların Düzeltmeleri İçin Kullanılması

Kukla değişkenlerin en çok uygulandıkları alanlardan biri zaman serilerindeki mevsimsel dalgalanmaları gidermektir. Örneğin perakende satışlara ait elimizde üçer aylık veriler varsa, başka etmenlerin talep üzerindeki etkilerini ölçmeye girişmeden önce, yılbaşı ve bayram dönemlerindeki alışveriş artışlarının düzeltilmesi gerekir. Bu durumdaki mevsim düzeltmesi, açıklayıcı değişkenler arasına üç yapay değişken Q_1, Q_2 ve Q_3'yi katmakla tahmin edilebilir. Üçer aylık regresyon modeli,

$$Y_t = b_0 + b_1 x_{1t} + \ldots + b_k x_{k1} + a_1 Q_{1t} + a_2 Q_{2t} + a_3 Q_{3t} + \varepsilon_t$$

dir. Burada;

$$Q_{1t} = \begin{cases} 1 & \text{,ilk üç ayda} \\ 0 & \text{,öteki üç aylarda} \end{cases}$$

$$Q_{2t} = \begin{cases} 1 & \text{,ilk üç ayda} \\ 0 & \text{,öteki üç aylarda} \end{cases}$$

114 Embiya Ağaoğlu, **İki Farklı Eğilime Sahip Zaman Serisinin Modellenmesi – (1970-1987) Türk İhracat Gelirlerine Uygun Tahmin Modeli** (Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Dergisi, Cilt: II, Sayı: I, Sayfa: 135-149, Kasım 1989), s.139-140.

$$Q_{3t} = \begin{cases} 1 & \text{,ilk üç ayda} \\ 0 & \text{,öteki üç aylarda} \end{cases}$$

olarak alınmıştır.

Burada dördüncü bir kukla değişken (dördüncü üç ay için 1 ve öteki üç aylar için 0 değeri alan) modele katılamaz, çünkü (üçer aylık kukla değişkenler içinde) açıklayıcı değişkenlerin kareleri toplamı ve çarpımları toplamları terimlerinden oluşan belirtilen determinant sıfır çıkar (Yapay değişken Tuzağı). Bunun nedeni, bütün dönemler için1 değeriyle modele katılan ve b_0 sabit terimiyle ilişkili olan x kukla değişkenidir. Eğer yukarıdaki üç aylık modele sıradan en küçük kareler tahmini uygulanırsa, Q' ların parametre tahminleri üç tane üçer aylık dönemin mevsim etkilerini gösterecektir. Dördüncü üç ayda bütün Q' lar sıfır olacak ve dördüncü üç ayın mevsim etkisi, sabit b_0 ile belirlenecektir[115].

2.1.6. Zaman Serilerinin Kukla Değişken Kullanılarak Modellenmesi

Mevsimsel değişimi sabit olan zaman serilerinin analizinde,

$$y_t = TR_t + SN_t + \epsilon_t$$

modeli sıkça kullanılmaktadır.Burada,

y_t = t zamanındaki zaman serisinin gözlenen değeri

TR_t = t zamanındaki trend

SN_t = t zamanındaki mevsimsel faktör

ϵ_t = t zamanındaki hata terimini

göstermektedir.

Bu model y_t zaman serisinin,

$$\mu_t = TR_t + SN_t$$

---

[115] Koutsoyiannis, **a.g.e.**, s.286-287.

olmak üzere (μ_t) ile gösterilen ortalama bir düzeyde temsil edilebileceğini söyler.Bu eşitlik ortalama düzeyden sapma gözleminin neden olduğu (ϵ_t) ile gösterilen hata terimi ile kombine edilmelidir. Hata teriminin (ϵ_t) sabit varyans, bağımsızlık ve normallik gibi genel regresyon varsayımlarını sağladığını kabul edilir. Fark edilebileceği gibi bu modelin mevsimsel değişiminin büyüklüğünün trendden bağımsız olduğunu gerektirir. Ayrıca tr_t ve sn_t, TR_t ve SN_t'nin tahmin değerlerine karşı geliyorsa, y_t'nin tahmin edicisi olan model;

$$\hat{y}_t = tr_t + sn_t$$

eşitliğinde verilmiştir.

Mevsimselliği modellemenin yollarından biride kukla değişkenler kullanmaktır. Bir yıl içerisinde L kadar sezon (aylar, çeyrekler, vb.) olduğunu varsayarak, sezon faktörü SN_t'yi aşağıdaki şekilde ifade edebilir.

$x_{s1,t}, x_{s2,t}, \ldots, x_{s(L-1),t}$, kukla değişkenler olmak üzere;

$$x_{s1,t} = \begin{cases} 1 & \text{,eğer zaman periyodu t sezon 1 ise} \\ 0 & \text{,diğer durumlarda} \end{cases}$$

$$x_{s2,t} = \begin{cases} 1 & \text{,eğer zaman periyodu t sezon 2 ise} \\ 0 & \text{,diğer durumlarda} \end{cases}$$

.

.

.

$$x_{s(L-1),t} = \begin{cases} 1 & \text{,eğer zaman periyodu t sezon L-1 ise} \\ 0 & \text{,diğer durumlarda} \end{cases}$$

şeklinde tanımlanan, kukla değişken kullanılarak mevsimsel faktörlerini;

$$SNt = \beta_{s1}x_{s1,t} + \beta_{s2}x_{s2,t} + \ldots + \beta_{s(L-1)}x_{s(L-1),t}$$

şeklinde ifade edilebilir.

Örneğin, L = 12 (aylık verilere sahip olalım) ve zaman periyodu t, sezon 2 (Şubat) olduğunu varsayalım. Öyleyse mevsimsel değişimi aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$\begin{aligned} y_t &= TR_t + SN_t + \epsilon_t \\ &= TR_t + \beta_{s1}x_{s1,t} + \beta_{s2}x_{s2,t} + \beta_{s3}x_{s3,t} + \ldots + \beta_{s11}x_{s11,t} + \epsilon_t \\ &= TR_t + \beta_{s1}(0) + \beta_{s2}(1) + \beta_{s3}(0) + \ldots + \beta_{s11}(0) + \epsilon_t \\ &= TR_t + \beta_{s2} + \epsilon_t \end{aligned}$$

Kukla değişkenlerin kullanımı sezon 2 için mevsimsel parametrelerin her bir zaman periyodu trendine eklenmesini garanti eder. Burada β_{s2} mevsimsel parametresi zaman serisinde sezon 2'nin mevsimselliği için kullanılır. Bu nedenle genelde kukla değişkenlerin amacı, her bir zaman periyodundaki regresyon modelinde yer alır. Her periyot için alınan regresyon modelinde uygun bir parametrenin oluşunu sağlar.

L sezonu için mevsimsel parametreyi tamamen keyfi olarak sıfır alalım. Böylece diğer mevsimsel parametreler sezona göre $\beta_{s1}, \beta_{s2}, \ldots, \beta_{s(L-1)}$ olarak tanımlanır. Sezgisel olarak bakıldığında, β_{sj}, L sezonundaki zaman serisinin seviyesi ile j sezonunda zaman seviyesi arasındaki farkı temsil eder (Burada bu farkı temsil eden trend kullanılmalıdır). Bir pozitif β_{sj}, L sezonundaki değerden daha büyük olarak beklenen j sezonundaki zaman serisi değerini gösterir. Bir negatif β_{sj}, L sezonundaki değerden daha küçük olarak beklenen j sezonunda zaman serisinin değerini gösterir. Fakat bir sezonun mevsimsel parametresini sıfır olarak alınmalıdır ki buna bağlı olarak diğer sezonların mevsimsel parametrelerini buna bağlı olarak tahmin edilebilsin. Eğer bu yapılmazsa, model parametrelerinin en küçük kareler tahmini bilinen yöntemlerle yapılamaz. Aynı zamanda kukla değişken modeli sabit mevsimsel değişimin olmasını varsayar. Bir zaman serisinin mevsimsel değişimleri artıyorsa, kukla değişken modelini uygulamadan önce mevsimsel değişimleri eşitlemek için bir dönüşüme başvurulmalıdır[116].

2.2. Trigonometrik Fonksiyon Kullanımına İlişkin Genel Bilgiler

Herhangi bir fonksiyon sinüs ve kosinüs terimleriyle ifade edilebilir. İncelenen zaman serisinin grafikleri çizilerek dönemsel değişim artışı ve lineer eğilimine sahip olarak gözüküyorsa trigonometrik regresyon modeli kurulabilir. Ancak trigonometrik modellerinin yapılacak çalışmada esas alınabilmesi için, modellerdeki verilerin dalga uzunluğu ve şiddetinin birbirine yakın olması zorunlu olduğundan, ele alınan verilerin kaçar aylık alınacağı önceden tercih edilmelidir. Daha sonra trend türüne (doğrusal veya eğrisel gibi) karar verilerek, trend denklemleri için tahminin standart hatası hesaplanmalıdır. Hangisinin standart hatası küçük ise o trend denklemi kullanılmalıdır. Model kurulduktan sonra β katsayıları en küçük kareler tekniği ile tahmin edilerek ilgili modeller kurulabilir. Kurulan modelin hata terimleri için %5 ve %1 gibi anlam seviyelerinde otokorelasyonun testi yapılır. Model(ler)in hata terimlerinde otokorelasyon tespit edilmesi halinde modellerde değişiklik yapılmalıdır. Yani zaman serisinin başlangıç noktalarından itibaren zaman boyunca dalga yüksekliklerinde artma olabileceği varsayımı dikkate alınmalıdır. Bu amaçla $t\cos(2\pi t/12)$ ve $t\sin(2\pi t/12)$ terimleri modele eklenebilir. Tekrardan aynı modeller oluşturularak modeller denenmelidir[117].

Zaman serilerinin modellenmesinde kukla değişkenlerin kullanımının yanı sıra bazen de trigonometrik terim içeren regresyon modelleri sabit yada artan mevsimsel değişim gösteren zaman serilerinin modellenmesinde kullanılır.

---

[116] Bowermann, Bruce L. and Richard T. O'Connel, **Time Series and Forecasting; An Applied Aproach** (Wadsworth: Third Edition, Duxburg Press, 1993), s.316-321.

[117] Mendelhall, W. and Reinmuth, J.E., **Statistics for Management and Economics** (Massachusetts, North Scituate: Third Edition, Duxbury Press, 1978), s.543-544; Embiya Ağaoğlu, **Türkiye'ye Gelen Yabancı Sayılarının ve Turizm Gelirlerinin Tahmini İçin En Uygun Sinusodial Modelin Seçimine İlişkin Bir Deneme** (Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Dergisi, Cilt: I, Sayı: I, Sayfa: 51-68, Kasım 1988), s.54-57.

2.2.1. Sabit Mevsimsel Değişimler İçin Trigonometrik Modeller

Sabit mevsimsel değişimleri tahmin etmek için kullanabilen trigonometrik iki model aşağıdaki gibidir.

I. $$y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 \sin\left(\frac{2\pi t}{L}\right) + \beta_3 \cos\left(\frac{2\pi t}{L}\right) + \epsilon_t$$

ve

II. $$y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 \sin\left(\frac{2\pi t}{L}\right) + \beta_3 \cos\left(\frac{2\pi t}{L}\right) + \beta_4 \sin\left(\frac{4\pi t}{L}\right) + \beta_5 \cos\left(\frac{4\pi t}{L}\right) + \epsilon_t$$

dir. (Burada L bir yıldaki sezon sayısını göstermektedir.)

Bu modelde, trendinin doğrusal olduğunu fakat diğer trendlerin elde edilmesi için değiştirilebilir olmasını varsayar. Bu modelin ilki sabit mevsimsel değişimi olan, çok düzgün mevsimsel değişimin olduğu zaman serisi modellenmesinde kullanılır. İkinci model daha karmaşık mevsimsel değişimleri olabilen fakat genel mevsimsel değişimi sabit olan zaman serilerinin modellenmesinde kullanılır[118].

2.2.2. Artan Mevsimsel Değişimler İçin Trigonometrik Modeller

Trigonometrik modelleri artan mevsimsel değişimleri tahmin etmek için de kullanabiliriz. Böyle iki model aşağıdaki gibidir;

I. $$y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 \sin\left(\frac{2\pi t}{L}\right) + \beta_3 t \sin\left(\frac{2\pi t}{L}\right) + \beta_4 \cos\left(\frac{2\pi t}{L}\right) + \beta_5 t \cos\left(\frac{2\pi t}{L}\right) + \varepsilon_t$$

ve

II. $$y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 \sin\left(\frac{2\pi t}{L}\right) + \beta_3 t \sin\left(\frac{2\pi t}{L}\right) + \beta_4 \cos\left(\frac{2\pi t}{L}\right) + \beta_5 t \cos\left(\frac{2\pi t}{L}\right)$$
$$+ \beta_6 \sin\left(\frac{4\pi t}{L}\right) + \beta_7 t \sin\left(\frac{4\pi t}{L}\right) + \beta_8 \cos\left(\frac{4\pi t}{L}\right) + \beta_9 t \cos\left(\frac{4\pi t}{L}\right) + \varepsilon_t$$

dir.

Bu modelde trendin doğrusal fakat diğer trendlerinde göz önüne alınması için değiştirilebilir olmasını varsayar. Bu iki modelden ilki sabit şekilde artan

---

118 Bowermann, Bruce L. and Richard T. O'Connel, **a.g.e.**, s.321-322.

mevsimsel değişimler için kullanılır. İkinci model ise mevsimsel değişimleri daha karmaşık şekilde artışlar gösteren zaman serileri için kullanılır.

Tahmini değerler ve t istatistiğinin kullanılmasıyla daha üst trigonometrik modelleri elde edebiliriz. Bununla birlikte şüpheli bir şekilde, geliştirilen bir model %95 tahmin aralığında oluşabilir.

Trigonometrik zaman serisi modelleri bazı zamanlar kullanışlı tahminler vermektedir. Bununla birlikte genelde konuşmalarda, yazarlar mevsimsel değişim modelleri için kukla değişken regresyonlarını trigonometrik modellerden üstün kabul etmektedirler. Çünkü kukla değişken modellerinde (ve diğer teknikler) bir yıldaki farklı her bir mevsimin etkisi için farklı parametreler kullanılmaktadır[119].

---

119 Bowermann, Bruce L. and Richard T. O'Connel, **a.g.e.**, s.322.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
1992-2001 YILLARI ARASINDAKİ
TURİZM GELİRLERİNE İLİŞKİN BİR UYGULAMA

1. AMAÇ

Ülke ekonomisinde önemli bir yere sahip olan gelen turist sayılarına bağlı olarak turizm gelirlerinin gelecek dönemde göstereceği eğilimin trigonometrik fonksiyonlar ve kukla değişken kullanılarak belirlenmesine, yani ileriye dönük tahmin yapılmaya çalışılacaktır.

2. ARAŞTIRMA EVRENİN TANIMLANMASI

1992-2001 yılları arasında ay ve yıl zaman konumlarına göre derlenmiş olan Türkiye'ye gelen turist sayılarına bağlı olarak değişen turizm geliri verileri alınmıştır.

3. TURİZM GELİRİ DEĞİŞKENİNE İLİŞKİN VERİLER

Tablo 1. 1992-2001 Yılları Arasında Aylar İtibarıyla Turizm Gelirleri*

Yıllar / Aylar	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001*
Ocak	95	100	134	164	174	212	261	196	217	224**
Şubat	126	115	136	154	175	175	229	186	216	217**
Mart	166	158	171	183	206	312	318	224	302	303**
Nisan	252	300	249	279	307	416	420	255	422	546**
Mayıs	369	462	340	419	439	707	718	422	662	798**
Haziran	398	448	409	559	687	794	869	509	749	
Temmuz	465	469	497	632	704	854	729	618	1,054	
Ağustos	578	527	673	837	886	1,169	1,169	863	1,207	
Eylül	502	463	632	734	800	1,054	1,041	696	1,056	
Ekim	418	520	601	595	705	715	827	696	984	
Kasım	159	239	294	227	329	358	357	313	476	
Aralık	111	158	185	174	238	236	239	225	291	

* : Milyon $. **: Geçici

Kaynak : TC. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı, **Başlıca Ekonomik Göstergeler**, Aralık 1996, s.41; **Aynı**, Ocak 2001, s.43; İstanbul Ticaret odası, Aylık Ekonomik Veriler, Ağustos 2001, s.66.

4. ÇÖZÜMLEME

Turizm geliri değişkenini ile ilgili çözümlemelerin yapılabilmesi için verilerin alt alta sıralanmasıyla Tablo 2'de gösterilen zaman serisi elde edilmiştir.

Tablo 2*. 1992-2001 Yılları Arasında Aylar İtibarıyla Turizm Gelirlerinden Elde Edilen Zaman Serisi

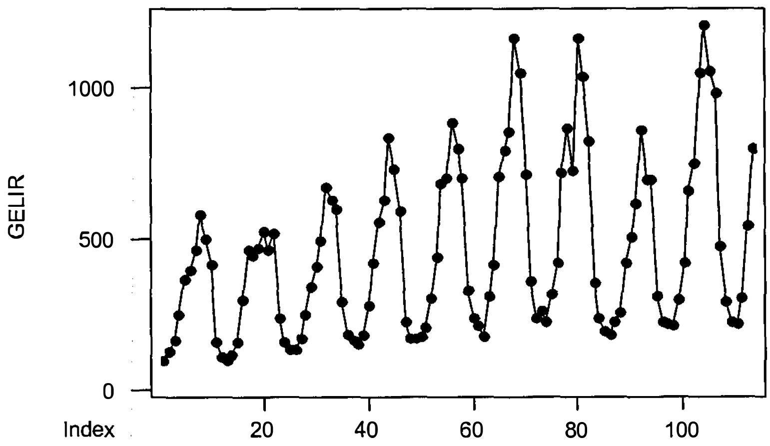
T	y_t	t	y_t	T	y_t	T	y_t	t	y_t
1	95	**24**	158	**47**	227	**70**	715	**93**	696
2	126	**25**	134	**48**	174	**71**	358	**94**	696
3	166	**26**	136	**49**	174	**72**	236	**95**	313
4	252	**27**	171	**50**	175	**73**	261	**96**	225
5	369	**28**	249	**51**	206	**74**	229	**97**	217
6	398	**29**	340	**52**	307	**75**	318	**98**	216
7	465	**30**	409	**53**	439	**76**	420	**99**	302
8	578	**31**	497	**54**	687	**77**	718	**100**	422
9	502	**32**	673	**55**	704	**78**	869	**101**	662
10	418	**33**	632	**56**	886	**79**	729	**102**	749
11	159	**34**	601	**57**	800	**80**	1.169	**103**	1.054
12	111	**35**	294	**58**	705	**81**	1.041	**104**	1.207
13	100	**36**	185	**59**	329	**82**	827	**105**	1.056
14	115	**37**	164	**60**	238	**83**	357	**106**	984
15	158	**38**	154	**61**	212	**84**	239	**107**	476
16	300	**39**	183	**62**	175	**85**	196	**108**	291
17	462	**40**	279	**63**	312	**86**	186	**109****	224
18	448	**41**	419	**64**	416	**87**	224	**110****	217
19	469	**42**	559	**65**	707	**88**	255	**111****	303
20	527	**43**	632	**66**	794	**89**	422	**112****	546
21	463	**44**	837	**67**	854	**90**	509	**113****	798
22	520	**45**	734	**68**	1.169	**91**	618		
23	239	**46**	595	**69**	1.054	**92**	863		

* : Tablo 1'den düzenlenerek elde edilmiştir.
** : Geçici

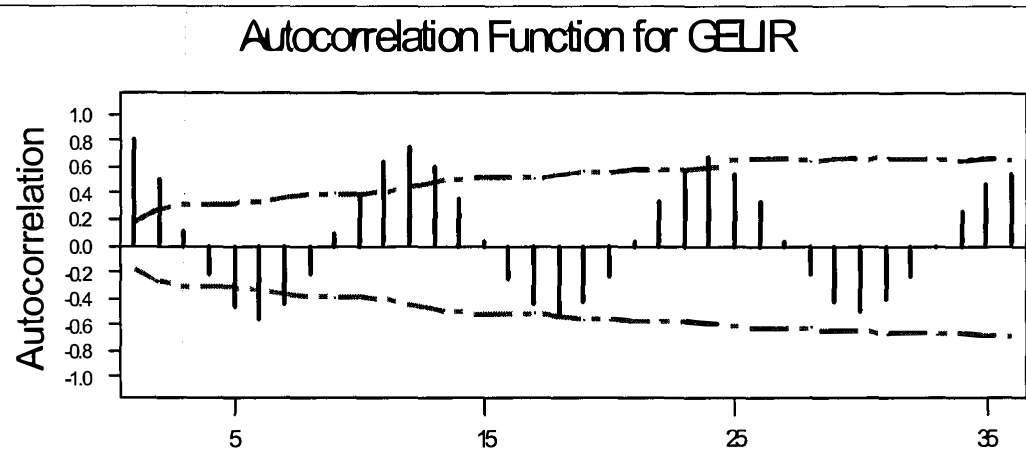
Tablo 2 'de ki turizm gelirleri zaman serisi üzerindeki faktörlerin belirlenmesi amacıyla şekil 19 'da kartezyen grafiği çizilmiştir. Kartezyen grafiğe bakıldığında turizm gelirleri üzerinde mevsim etkisinin var olduğu gözlenmektedir.

Bu dalgalanmaların daha iyi görülebilmesi ve tespiti için şekil 20 ve 21 'de adı geçen zaman serisine ait iki adet otokorelasyon fonksiyonu elde edilmiştir.

Şekil 15. 1992-2001 Yılları Arasında Turizm Gelirlerine Ait Kartezyen Grafik



Şekil 16. 1992-2001 Yılları Arasında Turizm Gelirlerine Otokorelasyon Fonksiyonu



Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ
1	0.81	8.62	76.37	10	0.40	2.00	228.39	19	-0.44	-1.57	519.45	28	-0.23	-0.70	725.03
2	0.50	3.48	105.44	11	0.63	3.07	279.61	20	-0.24	-0.84	527.43	29	-0.42	-1.29	752.69
3	0.11	0.73	106.99	12	0.75	3.37	352.61	21	0.03	0.12	527.59	30	-0.51	-1.53	792.80
4	-0.23	-1.42	113.04	13	0.60	2.47	399.99	22	0.33	1.15	543.12	31	-0.42	-1.24	820.53
5	-0.46	-2.87	138.81	14	0.35	1.36	416.11	23	0.56	1.94	589.21	32	-0.23	-0.68	829.25
6	-0.56	-3.24	176.71	15	0.02	0.08	416.17	24	0.67	2.23	655.12	33	-0.00	-0.00	829.25
7	-0.45	-2.38	201.28	16	-0.26	-0.99	425.19	25	0.55	1.76	700.28	34	0.25	0.74	839.92
8	-0.22	-1.11	207.24	17	-0.46	-1.73	453.27	26	0.33	1.04	717.01	35	0.46	1.33	875.41
9	0.09	0.44	208.21	18	-0.54	-1.99	492.85	27	0.03	0.10	717.19	36	0.55	1.56	926.22

Şekil 17. 1992-2001 Yılları Arasında Turizm Gelirlerine Ait Otokorelasyon Fonksiyonu

```
ACF of GELIR

          -1.0 -0.8 -0.6 -0.4 -0.2 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0
           +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
 1  0.811        XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
 2  0.498        XXXXXXXXXXXXX
 3  0.115        XXXX
 4 -0.225     XXXXXXX
 5 -0.463   XXXXXXXXXXXXX
 6 -0.559  XXXXXXXXXXXXXXX
 7 -0.448   XXXXXXXXXXXX
 8 -0.220      XXXXXX
 9  0.088        XXX
10  0.400        XXXXXXXXXXX
11  0.634        XXXXXXXXXXXXXXXXX
12  0.753        XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
13  0.604        XXXXXXXXXXXXXXXX
14  0.350        XXXXXXXXXX
15  0.022        XX
16 -0.259      XXXXXXX
17 -0.455    XXXXXXXXXXXX
18 -0.538   XXXXXXXXXXXXXX
19 -0.439    XXXXXXXXXXXX
20 -0.239      XXXXXXX
21  0.033        XX
22  0.330        XXXXXXXXX
23  0.565        XXXXXXXXXXXXXXX
24  0.672        XXXXXXXXXXXXXXXXXX
25  0.553        XXXXXXXXXXXXXXX
26  0.335        XXXXXXXXX
27  0.034        XX
28 -0.226      XXXXXXX
29 -0.423    XXXXXXXXXXXX
30 -0.506   XXXXXXXXXXXXXX
31 -0.418    XXXXXXXXXXX
32 -0.233      XXXXXXX
33 -0.000        X
34  0.255        XXXXXXX
35  0.462        XXXXXXXXXXXXX
36  0.549        XXXXXXXXXXXXXXX
```

4.1. Kukla Değişken Yardımıyla Çözümleme

Tablo 2 'de gösterilen turizm gelirleri zaman serisini kullanarak gelecek dönem (Haziran) turizm gelirlerini tahmin etmek için kukla değişken regresyonunu kullanalım.

Şekil 18. Kukla Değişken Regresyonunu Kullanarak Turizm Geliri SAS Çıktısı

The SAS System
Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob>F
Model	12	6.5472	0.7956	1772.5002	0.000227
Error	101	0.1095	0.0007		
C Total	113	6.6567			

Root MSE	0.03339	R-square	1.5555
Dep Mean	6.32701	Adj R-sq	1.5541
C.V.	0.50781		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	6.19342	0.010112	961.0996	0.000157
T	1	0.00433	0.000053	126.8914	0.000157
D1	1	-0.06520	0.012612	-8.1654	0.000157
D2	1	-0.13408	0.012610	-22.0010	0.000157
D3	1	-0.39569	0.012608	-16.5826	0.000157
D4	1	-0.26522	0.012606	7.8224	0.000157
D5	1	-0.11833	0.012604	4.0056	0.018722
D6	1	0.67541	0.012602	28.8543	0.000157
D7	1	-1.03640	0.012601	56.7725	0.000157
D8	1	-1.15111	0.012600	61.1337	0.000157
D9	1	-1.22952	0.012599	10.9989	0.000157
D10	1	-0.97268	0.012599	7.7690	0.000157
D11	1	0.36370	0.012599	-22.0467	0.000157

Durbin-Watson D	1.8722
(For Number of Obs.)	113
1st Order Autocorrelation	0.6152

Obs	Dep Var TFY	Predict Value	Std Err Predict	Lower 95% Mean	Upper 95% Mean	Lower 95% Predict	Upper 95% Predict	Residual
1	6.7806	6.8311	0.0094	6.8116	6.8504	6.7623	6.8997	-0.0505
2	6.7392	6.7244	0.0094	6.7051	6.7439	6.6558	6.7932	0.0148
3	6.7900	6.7722	0.0094	6.7527	6.7916	6.7035	6.8408	0.0178
4	6.0056	6.9720	0.0094	6.9527	6.9914	5.1836	6.0406	0.0335
5	6.9130	6.9458	0.0094	6.9263	6.9651	6.8770	6.0144	-0.0327
6	6.1461	6.1490	0.0094	6.1297	6.1686	6.0804	6.2178	-0.0030
7	6.3685	6.3770	0.0094	6.3575	6.3964	6.3083	6.4456	-0.0084
8	6.3621	6.4162	0.0094	6.3967	6.4355	6.3474	6.4848	-0.0541
9	6.0244	6.0189	0.0094	6.9994	6.0383	6.9502	6.0875	0.0056
10	6.9044	6.9974	0.0094	6.9779	6.0167	6.9286	6.0660	-0.0930

Obs	Dep Var TFY	Predict Value	Std Err Predict	Lower 95% Mean	Upper 95% Mean	Lower 95% Predict	Upper 95% Predict	Residual
106	6.5804	6.6146	0.0094	6.5952	6.6341	6.5460	6.6833	-0.0341
107	6.7622	6.8180	0.0094	6.7985	6.8374	6.7493	6.8866	-0.0557
108	7.0321	7.0458	0.0094	7.0265	7.0652	6.9772	7.1144	-0.0137
109	7.0518	7.0850	0.0094	7.0656	7.1044	7.0164	7.1536	-0.0330
110	6.6453	6.6877	0.0094	6.6684	6.7073	6.6143	6.9137	-0.0425
111	6.6306	6.6662	0.0094	6.6468	6.6855	6.5976	6.7348	-0.0356
112	6.4403	6.4318	0.0094	6.4123	6.4511	6.3630	6.5004	0.0086
113	6.6615	6.6125	0.0094	6.5932	6.6319	6.5439	6.6811	0.0489
114	-	6.7522	0.0094	6.5314	6.5713	6.7112	6.7921	-
115	-	6.8254	0.0094	6.4248	6.4648	6,8004	6,8504	-
116	-	7.0913	0.0094	6.4725	6.5125	6,6894	7,0064	-
117	-	6.9652	0.0094	6.6723	6.7123	6,9403	7,2223	-
118	-	6.8226	0.0094	6.6460	6.6860	6,7977	7,2021	-
119	-	6.0332	0.0094	6.8495	6.8894	6,7483	6,9456	-
120	-	5.6766	0.0094	7.0773	7.1173	5,9852	6,2016	-
121	-	5.5662	0.0094	7.1165	7.1564	5,4412	5,8912	-
122	-	5.4912	0.0094	6.7192	6.7592	5,4672	5,7172	-
123	-	5.7533	0.0094	6.6977	6.7376	5,3283	5,5783	-
124	-	6.3666	0.0094	6.4632	6.5032	5,6416	5,9016	-

Böylece regresyon modelini varsayarsak;

$$y_t^* = TR_t + SN_t + \varepsilon_t$$

$$= \beta_0 + \beta_1 t + \beta_{s1} x_{s1,t} + \beta_{s2} x_{s2,t} + \ldots + \beta_{s11} x_{s11,t} + \varepsilon_t$$

Burada,

$y_t^* = \ln y_t$ iken ve $x_{s1,t}, x_{s2,t}, \ldots, x_{s11,t}$ kukla değişkenlerdir.

$$x_{s1,t} = \begin{cases} 1 & \text{,eğer zaman periyodu t Haziran ise} \\ 0 & \text{,diğer durumlarda} \end{cases}$$

Haziran için bir kukla değişken tanımlanmıştır. Sabit varyans, bağımsızlık ve normallik varsayımları altında, şekil 17 kukla değişken modeli üzerinde kullanılan turizm gelirleri ortalaması verisinin bir regresyon analizinin SAS çıktısının ilişkili durumlarını verir. Çıktı modelin anlamlı olduğunu, çıktısının ilişkili durumlarını verir. Çıktı modelin anlamlı olduğunu, (F = 1772.5002 ve Tahmini Değer = 0.000227) yani mevsimsel kukla değişkenin her birinin ve lineer trendinin anlamlı olduğunu göstermektedir. İlaveten $R^2 = 1{,}5555$ ve $s = 0{,}03339$ 'dur.

En küçük kareler kullanımı şekil 17 'de verilmiş olan SAS çıktısında verilenleri tahmin etmektedir. Şimdi haziran ayı için $\hat{y}^*_{114} = ln y_{114}$'ün bir noktasının tahminini hesaplanabilir.

$$\hat{y}^*_{114} = b_0 + b_1(114) + b_2(1)$$

$$= 6.19342 + 0.00433(114) + (-0.06520)(1)$$

$$= 6.75224$$

Nokta tahmini şekil 17 'nin SAS çıktısı üzerinde verilmektedir. Buradan y_{114}'ün bir noktasının tahmini;

$$\hat{y}_{114} = e^{\hat{y}^*_{114}} = e^{6.75224} = 855.97$$

Benzer şekilde temmuz ayı için, $y^*_{115} = \ln y_{115}$ 'in bir noktasının tahmini

$$\hat{y}^*_{115} = b_0 + b_1(115) + b_3(1)$$

$$= 6.19342 + 0.00433(115) + (-0.13408)(1)$$

$$= 6.8254$$

Ve y_{115} 'in bir noktasının tahmini;

$$\hat{y}_{115} = e^{\hat{y}^*_{115}} = e^{6.8254} = 920.99 \text{ dir.}$$

Üstelik, şekil 17 'de ki SAS çıktısı $\hat{y}^*_{114} = ln y_{114}$ için tahmin aralığının [6.7112 , 6.7921] olduğunu göstermektedir. y_{114} için %95 güvenle tahmin aralığı şöyledir;

$$[e^{6.7112}, e^{6.7921}] = [821.5559 , 890.7822]$$

Bu aralık haziran turizm gelirinin Türkiye için 821.5559 milyon dolardan daha az, 890.7822 milyon dolardan dan daha çok olmayacak şekilde 114 'üncü dönemde turizm geliri ortalamasının %95 güven aralığında tahmin edilebileceğini göstermektedir.

Ağustos ayı için,

$$\hat{y}^*_{116} = b_0 + b_1(116) + b_4(1)$$

$$= 6.19342 + 0.00433(116) + (-0.39569)(1)$$

$$= 7.09139$$

y_{116}'nın bir noktasının tahmini;

$$\hat{y}_{116} = e^{\hat{y}^*_{116}} = e^{7.09139} = 1201.58 \text{ dir.}$$

Eylül ayı için, $y^*_{117} = \ln y_{117}$ 'in bir noktasının tahmini

$$\hat{y}^*_{117} = b_0 + b_1(117) + b_5(1)$$

$$= 6.19342 + 0.00433(117) + (-0.26522)(1)$$

$$= 6.9652$$

Ve y_{117} 'in bir noktasının tahmini;

$$\hat{y}_{117} = e^{\hat{y}^*_{117}} = e^{6.9652} = 1059.18 \text{ dir.}$$

Ekim ayı için, $y^*_{118} = \ln y_{118}$ 'in bir noktasının tahmini

$$\hat{y}^*_{118} = b_0 + b_1(118) + b_6(1)$$

$$= 6.19342 + 0.00433(118) + (-0.11833)(1)$$

$$= 6.8226$$

Ve y_{118} 'in bir noktasının tahmini;

$$\hat{y}_{118} = e^{\hat{y}^*_{118}} = e^{6.8226} = 918.45 \text{ dir.}$$

Kasım ayı için, $y^*_{119} = \ln y_{119}$ 'in bir noktasının tahmini

$$\hat{y}^*_{119} = b_0 + b_1(119) + b_7(1)$$

$$= 6.19342 + 0.00433(119) + (-0.67541)(1)$$

$$= 6.0332$$

Ve y_{119} 'in bir noktasının tahmini;

$$\hat{y}_{119} = e^{\hat{y}^*_{119}} = e^{6.0332} = 417.08 \text{ dür.}$$

Aralık ayı için, $y^*_{120} = \ln y_{120}$ 'in bir noktasının tahmini

$$\hat{y}^*_{120} = b_0 + b_1(120) + b_8(1)$$

= 6.19342 + 0.00433(120) + (-1.03640)(1)

= 5.6766

Ve y_{120} 'in bir noktasının tahmini;

$$\hat{y}_{120} = e^{\hat{y}^*_{120}} = e^{5.6766} = 291.96 \text{ dır.}$$

Ocak ayı için, $y^*_{121} = \ln y_{121}$ 'in bir noktasının tahmini

$$\hat{y}^*_{121} = b_0 + b_1(121) + b_{10}(1)$$

= 6.19342 + 0.00433(121) + (-1.15111)(1)

= 5.5662

Ve y_{121} 'in bir noktasının tahmini;

$$\hat{y}_{121} = e^{\hat{y}^*_{121}} = e^{5.5662} = 261.45 \text{ dır.}$$

Şubat ayı için, $y^*_{122} = \ln y_{122}$ 'in bir noktasının tahmini

$$\hat{y}^*_{122} = b_0 + b_1(122) + b_{11}(1)$$

= 6.19342 + 0.00433(122) + (-1.2295)(1)

= 5.4921

Ve y_{122} 'in bir noktasının tahmini;

$$\hat{y}_{122} = e^{\hat{y}^*_{122}} = e^{5.4921} = 242.78 \text{ dır.}$$

Mart ayı için, $y^*_{123} = \ln y_{123}$ 'in bir noktasının tahmini

$$\hat{y}^*_{123} = b_0 + b_1(123) + b_{12}(1)$$

= 6.19342 + 0.00433(122) + (-0.9726)(1)

= 5.7533

Ve y_{123} 'in bir noktasının tahmini;

$$\hat{y}_{123} = e^{\hat{y}^*_{123}} = e^{5.7533} = 315.24 \text{ dür.}$$

Kukla değişken kullanılarak yapılan tahminler tablo 3 'de topluca verilmiştir.

Tablo 3. 1992-2001 Yılları Arasında Aylar İtibarıyla Turizm Gelirleri*

Yıllar / Aylar	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001*	2002***
Ocak	95	100	134	164	174	212	261	196	217	224**	261***
Şubat	126	115	136	154	175	175	229	186	216	217**	243***
Mart	166	158	171	183	206	312	318	224	302	303**	315***
Nisan	252	300	249	279	307	416	420	255	422	546**	
Mayıs	369	462	340	419	439	707	718	422	662	798**	
Haziran	398	448	409	559	687	794	869	509	749	856***	
Temmuz	465	469	497	632	704	854	729	618	1,054	921***	
Ağustos	578	527	673	837	886	1,169	1,169	863	1,207	1201***	
Eylül	502	463	632	734	800	1,054	1,041	696	1,056	1059***	
Ekim	418	520	601	595	705	715	827	696	984	918***	
Kasım	159	239	294	227	329	358	357	313	476	417***	
Aralık	111	158	185	174	238	236	239	225	291	292***	

* : Milyon $.
** : Geçici
*** : Tahmin

4.2. Trigonometrik Fonksiyon Yardımıyla Çözümleme

Tablo 2 'de verilen turizm geliri zaman serisini ele alarak trigonometrik fonksiyonlar yardımıyla ileriye dönük tahmin yapalım. Daha önce verilen Turizm geliri değişkeni ait şekil 15, 16 ve 17 'de verilen kartezyen grafiğe ve otokorelasyon fonksiyonuna bakılarak turizm geliri zaman serisinin mevsimsel değişim artışı ve lineer eğilimine olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle trigonometrik regresyon modeli olarak artan mevsimsel değişimler için kullanılan trigonometrik,

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 \sin\left(\frac{2\pi t}{12}\right) + \beta_3 t \sin\left(\frac{2\pi t}{12}\right) + \beta_4 \cos\left(\frac{2\pi t}{12}\right) + \beta_5 t \cos\left(\frac{2\pi t}{12}\right)$$
$$+ \beta_6 \sin\left(\frac{4\pi t}{12}\right) + \beta_7 t \sin\left(\frac{4\pi t}{12}\right) + \beta_8 \cos\left(\frac{4\pi t}{12}\right) + \beta_9 t \cos\left(\frac{4\pi t}{12}\right) + \varepsilon_t$$

modeli kullanılabilir.

Bu model aylık turizm gelirine uygulandığı zaman (en küçük kareler tahmini) kullanılarak SAS çıktısı şekil 19'da elde edilmistir. Bu modelin anlamlılığını (F=433.1604 ve Tahmini Değeri= 0.000227) olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca R^2 = 2.08133 ve s = 56.8176 olduğu gözükmektedir.

Şekil 19. Kukla Değişken Regresyonunu Kullanarak Turizm Geliri SAS Çıktısı

The SAS System
Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob>F
Model	9	7073290.05	785921.1	433.1604	0.000227
Error	104	651593.33	4124.008		
C Total	113	5451934.38			

Root MSE	56.8176	R-square	2.08133
Dep Mean	841.7456	Adj R-sq	2.07021
C.V.	9.4041		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	654.66234	8.036561	91.1027	0.000227
T	1	1.99254	0.140665	58.8330	0.000227
SINTWO	1	-47.52137	11.176942	-12.1852	0.000227
TSINTWO	1	-0.73094	0.218353	-7.6098	0.022729
COSTWO	1	-75.90387	14.348195	-19.7928	0.000227
TCOSTWO	1	-0.31934	0.218131	-3.3275	0.330032
SINFOUR	1	77.27186	21.162412	8.2985	0.000909
TSINFOUR	1	0.89482	0.217937	6.1960	0.016138
COSFOUR	1	7.93752	21.331778	0.8455	0.614476
TCOSFOUR	1	0.27582	0.217988	2.8752	0.471864

Durbin-Watson D	1.11
(For Number of Obs.)	115
1st Order Autocorrelation	-0.394

Obs	Dep Var TFY	Predict Value	Std Err Predict	Lower 95% Mean	Upper 95% Mean	Lower 95% Predict	Upper 95% Predict	Residual
1	602	484.4	12.366	598.4	632.8	504.7	681.4	8.4402
2	471	499.2	12.126	460.1	589.2	450.8	632.5	-18.0148
3	564	575.2	12.005	552.4	599.4	524.4	608.5	-5.0178
4	515	583.8	12.754	498.5	620.1	465.6	646.5	56.0335
5	501	541.3	11.126	482.2	515.5	467.0	544.6	-46.0327
6	650	652.6	11.928	646.6	686.7	622.8	698.7	-31.0030
7	701	594.7	11.566	585.6	739.4	561.3	776.6	30.0084
8	786	514.1	11.468	656.3	796.5	614.4	818.9	42.0541
9	632	641.5	11.897	613.3	683.6	602.3	715.2	-42.0056
10	499	512.2	11.377	488.5	561.7	456.8	605.3	-6.0930

Haziran ayı tahminini yani y_{114}'ün bir noktasının tahmini;

$$\hat{y}_{114} = 654.66234 + 1,99254(114) - 47.52137 \sin\left(\frac{2\pi(114)}{12}\right)$$
$$- 0.73094(114) \sin\left(\frac{2\pi(114)}{12}\right) - 75.90387 \cos\left(\frac{2\pi(114)}{12}\right)$$
$$- 0.31934(114) \cos\left(\frac{2\pi(114)}{12}\right) + 77.27186 \sin\left(\frac{2\pi(114)}{12}\right)$$
$$+ 0.89482(114) \sin\left(\frac{2\pi(114)}{12}\right) + 7.93752 \cos\left(\frac{2\pi(114)}{12}\right)$$
$$+ 0.27582(114) \cos\left(\frac{2\pi(114)}{12}\right)$$
$$= 886.7907$$

milyon dolar bulunmaktadır.

Şekil 19'da ki SAS çıktısı y_{114} için %95 güvenle tahmin aralığının [796.2 , 976.8] olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

İlk bölümde, zaman serileri ile ilgili tanım ve kavramlar açıklanarak zaman serileri çözümlemesi ve zaman serisi çözümlemesinde kullanılan tekniklere yer verilmiştir.

İkinci bölümde ise, mevsimsel zaman serisi çözümlemesine ilişkin kuramsal açıklamalar yapılmıştır. Kukla değişken ve trigonometrik fonksiyonlara ait genel bilgiler verilerek, mevsimsel zaman serilerinin çözümlenmesinde kukla değişken ve trigonometrik fonksiyon kullanımı ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde ise Türkiye turizm geliri verileri ele alınarak turizm geliri zaman serisi elde edilmiştir. Turizm gelirleri zaman serisine ait kartezyen grafik ve otokorelasyon fonksiyonları çizildiğinde ilgili zaman serisi üzerinde mevsimsel dalgalanmalar olduğu görülmüştür. Ayrıca, turizm geliri zaman serisinin artan mevsimsel değişim ve lineer eğilim gösterdiği tespit edilmiştir.

Buradan hareketle, mevsimsel dalgalanma gösteren zaman serisi çözümlemesinde kukla değişken kullanılarak turizm gelirinin gelecek dönemler için tahminleri bulunmuştur. Zaman serilerinin mevsimsel değişiminin trigonometrik fonksiyon grafikleri ile benzerlik gösterdiğinden dolayı mevsimsel zaman serilerinin çözümlenmesinde trigonometrik fonksiyon kullanımını uygun kılmaktadır. Buradan turizm geliri zaman serisi üzerinde öngörü amacıyla trigonometrik fonksiyon kullanılarak öngörü yapılmıştır.

Bu iki tekniğe ait SAS programı çıktılarına dayanılarak elde edilen veriler ışığında kukla değişken modelinde tahminin standart hatası daha düşük olduğu için, trigonometrik fonksiyon tekniğine göre daha tutarlı tahminler üretilebildiği, böylelikle trigonometrik fonksiyon modelinin tercih edilebileceği saptanmıştır.

KAYNAKÇA

Arkın, Herbert and Raymond R. Colton. **Ekonomi, İşletmecilik, Psikoloji, Eğitim Ve Biyolojiye Uygulanan İstatistik Metotlar.** Çeviren: Saim Kendir. Ankara: Ayyıldız Matbaası A.Ş., 1968.

Arıcı, Hüsnü. **İstatistik: Yöntemler ve Uygulamalar.** Geliştirilmiş yeni basım. Ankara: Meteksan A.Ş., 1991.

Atlas, Mahmut. **İstatistik 2: Çözümlü Örnekler.** Eskişehir: Birlik Ofset Yayıncılık, 2000.

Box, George E.P. and Jenkins, Gwilym M., **Time Series Analysis Forecasting and Control** San Francisco: Holden Day Inc., 1970.

Bowermann, Bruce L. and Richard T. O'Connel, **Time Series and Forecasting; An Applied Aproach.** Wadsworth: Third Edition, Duxburg Press, 1993.

Çömlekçi, Necla. **İstatistik.** İkinci basım. Ankara: Kalite Matbaası, 1975.

Çömlekçi, Necla. **Temel İstatistik: İlke ve Teknikleri.** Gözden geçirilmiş 3. Baskı. İstanbul: Bilim Teknik Yayınevi, 1988.

Göçmençelebi, Kemal. **İstatistik Metotları.** Dördüncü basım. Ankara: Ongun Kardeşler Matbaacılık, 1976.

Gürtan, Kenan. **İstatistik ve Araştırma Metotları.** Gözden geçirilmiş ve geliştirilmiş 5.Basım. İstanbul: Fatih Yayınevi Matbaası, 1982.

Işığıçok, Erkan. **Zaman Serilerinde Nedensellik Çözümlemesi: Türkiye'de Para Arzı ve Enflasyon Üzerine Ampirik Bir Araştırma.** Bursa: Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, 1994.

İdil, Orhan. **Yönetimde İstatistik: Teknikler ve Örnek Olaylar**, İstanbul: Yön Ajans Matbaası, 1988.

Kayım, Halil. **İstatistiksel Ön Tahmin Yöntemleri.** Ankara: Hacettepe Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Yayınları No:11, 1985.

Köksal, Bilge Aloba. **İstatistik Analiz Metotları.** İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Basımevi, 1977.

Kutlar, Aziz. **Bilgisayar Uygulamalı Ekonometriye Giriş.** İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., 1998.

Korum, Uğur. **İstatistiğe Giriş.** Ankara: Savaş Kitap ve Yayınevi, 1986.

Koutsoyiannis, A., **Ekonometri Kuramı: Ekonometri Yöntemlerinin Tanıtımına Giriş.** Çevirenler: Ümit Şenesen ve Gülay Günlük-Şenesen. İkinci basım. İstanbul: Teknik Üniversite Matbaası, 1992.

Lawrence L., Lapin, **Statistics for Modern Business Decisions**, Fifth edition. Orlando, Florida: Harcourt Brace Jovanovich Inc. Press, 1990.

Makridakis, Spyros and Wheelwright, Steven C.. **Interactive Forecasting : Univariate And Multivariate Methods,** Second edition. San Francisco, California: Holden-Day Inc. Press, 1978.

Mendelhall, W. and Reinmuth, J.E., **Statistics for Management and Economics**, Massachusetts, North Scituate: Third Edition, Duxbury Press, 1978.

Murray R. Spiegel, **İstatistik Teori ve Problemler.** Çevirenler: Öney, Erden ve Nahit Töre. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi, 1988.

Özkazanç, Önder. **Ekonometriye Giriş.** İkinci basım. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Basımevi, 1997.

Özmen, Ahmet. **Zaman Serisi Analizinde Box-Jenkins Yöntemi ve Banka Mevduat Tahmininde Uygulama Denemesi**, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları No:207, 1986.

Serper, Özer. **Uygulamalı İstatistik I.** Genişletilmiş 3. Baskı. İstanbul: Filiz Kitapevi, 1996.

Serper, Özer. **Uygulamalı İstatistik II.** Genişletilmiş 3. Baskı. İstanbul: Filiz Kitapevi, 1996.

Türkbal, Aydın. **Bilimsel Araştırma Metotları ve Uygulamalı İstatistik.** İkinci basım. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Basımevi, 1987.

Ünver, Özkan. **Uygulamalı İstatistik Yöntemler.** Genişletilmiş basım. Ankara: Siyasal Kitapevi, 1995.

Wheelwright Steven C. and Makridakis, Spyros. **Forecasting Methods For Management.** New York: John Wiley and Sons, Inc., 1973.

Makaleler

Ağaoğlu, Embiya. **Türkiye'ye Gelen Yabancı Sayılarının ve Turizm Gelirlerinin Tahmini İçin En Uygun Sinusodial Modelin Seçimine İlişkin Bir Deneme**, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Dergisi, Cilt: I, Sayı: I, Sayfa: 51-68, Kasım 1988.

______. **İki Farklı Eğilime Sahip Zaman Serisinin Modellenmesi – (1970-1987) Türk İhracat Gelirlerine Uygun Tahmin Modeli**, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Dergisi, Cilt: II, Sayı: I, Sayfa: 135-149, Kasım 1989.

Özmen, Ahmet. **Zaman Serilerinde Tutarlı Kestirimler İçin İstatistiksel Yöntem Uyarlaması**, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Dergisi, Cilt: I, Sayı: I, Sayfa: 69-80, 1988.

Özmen, Ahmet. **Mevsimsel Dalgalanmalar İçermeyen Zaman Serilerinde Kısa Dönem Öngörü Amaçlı Box-Jenkins (ARIMA) Modellerinin Kullanımı**, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Dergisi, Cilt: II, Sayı: I, Sayfa: 105-120, Kasım 1989.

______. **Türkiye'nin Dışsatım Tutarı Öngörüleri İçin Teknik Seçiminde Doğruluk Kriteri Kullanımı**, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt: X, Sayı: I-II, Sayfa: 437-448, 1992.

Canküyer, Ersoy ve Ahmet ÖZMEN, **Eskişehir Kömür Tevzii Kestirimi İçin Yöntem Seçimi ve Uygulaması**, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Dergisi, Cilt: I, Sayı: II, Sayfa: 159-178, Mayıs 1989.

Bültenler

İstanbul Ticaret Odası, **Aylık Ekonomik Veriler**, Ağustos, 2001.

TC. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı, **Başlıca Ekonomik Göstergeler**, Aralık, 1996.

TC. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı, **Başlıca Ekonomik Göstergeler**, Ocak, 2001.

TC. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı, **Başlıca Ekonomik Göstergeler**, Haziran, 2001.