

**T.C.
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE TURİZM GELİRİNİN ÖNGÖRÜSÜNDE ZAMAN SERİLERİNİN
BİLEŞENLERİNE AYRIŞTIRILARAK YAPAY SİNİR AĞLARI VE BOX-
JENKİNS YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUHAMMED FATİH TÜZEN

**TEZ YÖNETİCİSİ
Yrd. Doç. Dr. Cavit YEŞİLYURT**

KARS-2012

T.C.
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Muhammed Fatih TÜZEN'e ait "Türkiye Turizm Gelirinin Öngörüsünde Zaman Serilerinin Bileşenlerine Ayrıştırılarak Yapay Sinir Ağları Ve Box-Jenkins Yöntemleri İle Karşılaştırmalı Analizi" konulu bu çalışma; yapılan tez savunma sınavı sonunda jüri tarafından Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği uyarınca değerlendirilerek, İşletme Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak oy..... ile kabul edilmiştir.

... / ... / 2012

Öğretim Üyesinin Ünvanı, Adı ve Soyadı

İmza

Doç. Dr. Adem ÜZÜMCÜ

Yrd. Doç. Dr. Cavit YEŞİLYURT

Yrd. Doç. Dr. Ötügen SENGER



Bu tezin kabulü Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun ... / ... / 2012 tarih ve / / sayılı kararı ile onaylanmıştır.

UYGUNDUR

... / ... / ...

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
ÖNSÖZ.....	III
KISALTMALAR.....	IV
TABLO LİSTESİ.....	V
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
SİMGE LİSTESİ.....	IX
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ

1.1 Zaman Serisinin Tanımı ve Özellikleri	5
1.2 Zaman Serilerinin Amacı	6
1.3 Zaman Serilerinin Bileşenleri.....	7
1.3.1 Trend	8
1.3.2 Mevsimsel Dalganmalar.....	9
1.3.3 Konjonktürel Dalganmalar	11
1.3.4 Düzensiz Bileşen	12
1.4 Zaman Serilerinin Bileşenlerine Ayrıştırılması.....	12
1.4.1 Çarpımsal (Multiplicative) Model	13
1.4.2 Toplamsal (Additive) Model.....	14
1.4.3 Log-Toplamsal Model.....	15
1.4.4 Sahte-Toplamsal (Pseudo-additive) Model.....	15

1.5	Zaman Serileri Analizinde Kullanılan Temel Kavramlar	17
1.5.1	Gecikme İşlemcisi	17
1.5.2	Fark Alma İşlemcisi	18
1.5.3	Durağanlık.....	19
1.5.4	Otokovaryans Fonksiyonu	23
1.5.5	Otokorelasyon Fonksiyonu	24
1.5.6	Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu	26
1.6	Zaman Serileri Analizinde Kullanılan Öngörü Yöntemleri	28

İKİNCİ BÖLÜM

BOX-JENKİNS METODOLOJİSİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI

2.1	Box-Jenkins Metodolojisi.....	30
2.1.1	Box-Jenkins Modelleri	30
2.1.1.1	Otoregresif Modeller: AR	31
2.1.1.2	Hareketli Ortalama Modelleri: MA	33
2.1.1.3	Otoregresif :Hareketli Ortalama Modeli: ARMA	35
2.1.1.4	Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama Modeli: ARIMA.....	37
2.1.1.5	Mevsimsel Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama Modeli: SARIMA	39
2.1.2	Box-Jenkins Yönteminde Model Kurma Süreci	40
2.1.2.1	Model Belirleme	42
2.1.2.2	Model Tahmini	43
2.1.2.3	Ayırt Edici Kontrol.....	45
2.1.2.4	İleriye Yönelik Öngörü	47
2.2	Yapay Sinir Ağları.....	49
2.2.1	Yapay Sinir Ağlarının Özellikleri	50

2.2.2	Yapay Sinir Hücresi (Nöron)	52
2.2.2.1	Girdiler	53
2.2.2.2	Ağırlıklar	53
2.2.2.3	Toplama Fonksiyonu	53
2.2.2.4	Aktivasyon Fonksiyonu.....	54
2.2.2.5	Hücrenin Çıktısı	55
2.2.3	Nöronun Çalışma Prensibi	56
2.2.4	Yapay Sinir Ağının Yapısı	56
2.2.5	Yapay Sinir Ağ Modelleri.....	57
2.2.5.1	İleri Beslemeli Ağlar	57
2.2.5.2	Geri Beslemeli Ağlar	58
2.2.6	Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme.....	58
2.2.6.1	Öğrenme Algoritmaları	59
2.2.6.2	Öğrenme Oranı ve Momentum.....	60
2.2.7	Yapay Sinir Ağları İle Öngörüle Önemli Noktalar	62
2.2.7.1	Girdi Nöronu Sayısı.....	62
2.2.7.2	Gizli Katman ve Gizli Nöron Sayısı.....	63
2.2.7.3	Çıktı Nöronu Sayısı	64
2.2.7.4	Aktivasyon Fonksiyonu.....	64
2.2.7.5	Veri Normalleştirme	65
2.2.7.6	Ağ Modeli ve Öğrenme Algoritmasının Seçimi.....	66
2.2.7.7	Veri Kümesinin Düzenlenmesi	67
2.2.7.8	Yapay Sinir Ağlarının Performansının Belirlenmesi	68
2.2.8	Yapay Sinir Ağlarının Kullanım Alanları	69
2.2.9	Yapay Sinir Ağlarının Güçlü ve Zayıf Yönleri.....	70

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
TURİZM VE TÜRKİYE TURİZM GELİRİNİN BOX-JENKINS VE YAPAY
SİNİR AĞLARI YÖNTEMİ İLE ANALİZİ VE ÖNGÖRÜSÜ

3.1	Turizm	72
3.1.1	Turizmin Tanımı ve Anlamı.....	72
3.1.2	Turist Kavramı	74
3.1.3	Dünyada ve Türkiye'de Turizm.....	74
3.1.4	Turizmin Türkiye Ekonomisindeki Yeri ve Önemi	77
3.2	Literatür Taraması	82
3.3	Araştırmada Kullanılan Veriler	86
3.4	Araştırmanın Yöntemi ve Analizi	86
3.4.1	Türkiye Turizm Gelirinin Box-Jenkins Yöntemi ile Öngörüsü	87
3.4.2	Türkiye Turizm Gelirinin Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Öngörüsü.....	103
3.4.2.1	Orijinal Serinin (OS) YSA İle Öngörüsü	105
3.4.2.2	Mevsimsellikten Arındırılmış Serinin (SAS) YSA İle Öngörüsü ..	107
3.4.2.3	Bileşenlerine Ayrıştırılmış (DS) Serinin YSA İle Öngörüsü	109
3.4.3	Yöntemlerin Karşılaştırılması ve Türkiye Turizm Geliri Öngörülerinin Yapılması.....	114
	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	115
	KAYNAKÇA.....	118
	EKLER.....	129
	ÖZGEÇMİŞ.....	133

ÖZET

Dünya ekonomisinde en hızlı gelişen sektörlerden biri haline gelen turizm sektörü, özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler açısından ekonomik kalkınmanın bir aracı olarak görülmektedir. Turizm sektöründe yaratılan gelirin önceden tahmin edilmesi, karar verme sürecindeki belirsizlikleri kısmen de olsa ortadan kaldıracığından, hem bu alanda hizmet veren işletmeciler için hem de hükümetler için geleceğe yönelik hazırlanan plan ve programların başarısının büyük ölçüde artmasını sağlayacaktır. Bu çerçevede gelecek yıllara ait 12 aylık güvenilir ve sağlıklı tahminler elde edilebilmesi amacıyla Türkiye'nin turizm gelirleri verilerinin 1992-2010 dönemi aylık verileri, zaman serileri yöntemlerinden Yapay Sinir Ağları ve Box-Jenkins modelleri ile hesaplanarak iki yöntemin öngörü performansı karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmada Türkiye turizm gelirleri zaman serisi gözlemlenemeyen bileşenlerine ayrıştırılmış, en uygun model ve ağ yapıları belirlenerek hem her bir bileşenin hem de orijinal serinin Yapay Sinir Ağları ve Box-Jenkins model ile öngörüsü yapılmıştır. Daha sonra öngörüsü yapılmış tüm bileşenler çarpımsal olarak birleştirilmiş, elde edilen sonuçlar RMSE, MAE ve MAPE değerleri kullanılarak orijinal serinin Yapay Sinir Ağları ile öngörüsü, mevsimsellikten arındırılmış serinin Yapay Sinir Ağları ile öngörüsü ve Box-Jenkins model öngörüsü ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak Türkiye turizm geliri öngörüsü için en uygun yöntem olarak mevsimsellikten arındırılmış seri ile kurulan Yapay Sinir Ağları modeli belirlenmiş ve bir zaman serisinin Yapay Sinir Ağları ile öngörüsünün bileşenlerine ayrıştırarak ya da ayrıştırmadan yapmanın performansı incelenmiştir. Ayrıca Yapay Sinir Ağları'nın zaman serisi bileşenlerini öğrenebilme durumu da araştırılmıştır.

ANAHTAR KELİMELELER: Zaman Serileri Analizi, Box-Jenkins Yöntemi, Yapay Sinir Ağları, Öngörü, Turizm Geliri

ABSTRACT

Being one of the most developing sector in the world economy, tourism is seen as a tool for economic development especially developing countries such as Turkey. As forecasting the incomes of tourism sector beforehand will partly eliminate the ambiguousness of making decisions, it will also increase the success of future plans and programs prepared both for governments and business executives serving in this sector. From this respect, the data of tourism incomes of Turkey between the years of 1992-2010 was calculated by using Artificial Neural Networks and Box-Jenkins time series models and the results of the forecasting performances of these two models were compared for achieving reliable and good forecasts for 12 months of future years.

In this study, the incomes of Turkey tourism was decomposed into unobserved components, the best model and network structures was determined and both every component and the original series were forecasted by means of Artificial Neural Networks and Box-Jenkins time series models. Then, these forecasted components gathered multiplicatively, these results were compared with the forecasts of original series via Artificial Neural Networks, the forecasts of seasonal adjusted series via Artificial Neural Networks and the forecasts of Box-Jenkins by using RMSE, MAE, MAPE values. As a result, the best method was determined for forecasting the tourism incomes of Turkey and a time series performance with Artificial Neural Networks was investigated both by decomposing the components and without decomposing. Along with this, the case of Artificial Neural Networks' capability to learn time series components was also studied.

KEY WORDS: Time Series Analysis, Box-Jenkins Method, Artificial Neural Networks , Forecasting, Tourism Incomes

ÖNSÖZ

Geleceği doğru öngörebilmek, gelecekle ilgili karar verme durumunda kalan herkes için önemlidir. Öngörünün amacı, karar vermedeki riski azaltmaktır. İyi bir yönetim sisteminin önemli bir karakteristiği, belirsizlik altında en iyi performansı yakalayabilme yeteneğidir. Öngörü başarısı ne kadar yüksek olursa alınan kararların doğruluğu da o denli yüksek olacak ve belirsizliği azaltacaktır.

Bir zaman serisi bir değişkene ait zamana göre sıralanmış gözlem değerleridir. Zaman serisi analizi, öngöründe bulunulacak değişkenin geçmiş zaman serisinin kullanarak gelecek değerlerin öngörüsü için bir model geliştirmede kullanılır. Son yıllarda zaman serilerinde öngörü elde etmek amacıyla Box-Jenkins ve Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Gerçek hayatta zaman serileri genellikle eğrisel bir yapıya sahiptir. Box-Jenkins yöntemleri ile eğrisel zaman serileri tam olarak modellenemediğinden, bu zaman serilerini modellemek için hem eğrisel hem de doğrusal yapıyı öğrenebilme yeteneğine sahip olan yapay sinir ağları öngöründe sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada Türkiye'nin 1992-2010 yılı aylık turizm gelirleri kullanılarak Box-Jenkins ve YSA yöntemleri ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış, turizm gelirinin hangi yöntemle daha güvenilir ve sağlıklı öngörüsünün yapıldığı araştırılmıştır.

Bu tezin hazırlanmasında göstermiş olduğu ilgi, görüş ve eleştirileri için tez danışmanlığımı yapan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Cavit YEŞİLYURT'a, katkılarından dolayı Prof. Dr. Uğur YAVUZ'a, Yrd. Doç. Dr. Özgür POLAT'a, TÜİK Uzmanı Enes Ertad USLU'ya, Atatürk Üniversitesi BAUM Mühendisi Bilal USANMAZ'a, her zaman yanımda olup desteğini esirgemeyen ve beni bugünlere getiren sevgili aileme, çalışmamın başından sonuna kadar hep yanımda olan ve şimdiye kadar göstermiş olduğu sonsuz sabır ve emek için sevgili eşim Müjgan TÜZEN'e, ayrıca ismini burada saymadığım ve üzerimde emeği olan bütün herkese teşekkürlerimi bir borç bilirim.

KARS, 2012

Muhammed Fatih TÜZEN

KISALTMALAR

ACF	:	Otokorelasyon Fonksiyonu
ADF	:	Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testi
AIC	:	Akaike Bilgi Kriteri
AR	:	Otoregresif Süreç
ARIMA	:	Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama Süreci
ARMA	:	Otoregresif Hareketli Ortalama Süreci
BIC	:	Bayes Bilgi Kriteri
DF	:	Dickey-Fuller Birim Kök Testi
EKK	:	En Küçük Kareler
GSMH	:	Gayri Safi Milli Hasıla
GYA	:	Geri Yayılım Algoritması
HYA	:	Hızlı Yayılım Algoritması
MA	:	Hareketli Ortalama Süreci
MAE	:	Ortalama Mutlak Hata
MAPE	:	Ortalama Mutlak Yüzde Hata
MLP	:	Çok Katmalı Algılayıcı
MPE	:	Ortalama Yüzde Hata
MSE	:	Hata Kareleri Ortalaması
PACF	:	Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu
RMSE	:	Hata Kareleri Ortalaması Kökü
SARIMA	:	Mevsimsel Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama Süreci
TCMB	:	Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası
TÜİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu
TYDTA	:	Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Yatırım Destek ve Tanıtım Destek Ajansı
UNWTO	:	Birleşmiş Milletler Dünya Turizm Örgütü
VAR	:	Vektör Otoregresif
YSA	:	Yapay Sinir Ağları

TABLO LİSTESİ

Sayfa No:

Tablo 1.1	: Zaman Serileri Analizinde Kullanılan Öngörü Yöntemleri.....	29
Tablo 2.1	: ACF ve PACF'nin Teorik Davranışları.....	43
Tablo 2.2	: Toplama Fonksiyonu Örnekleri.....	54
Tablo 3.1	: Dünya Turizmde En Çok Ziyaret Edilen Ülkeler.....	77
Tablo 3.2	: Yıllar İtibariyle Türkiye'de Turizm Gelirlerinin GSMH İçindeki Payı.....	78
Tablo 3.3	: Yıllar İtibariyle Türkiye'de Turizm Gelirlerinin İhracat Gelirleri İçindeki Payı.....	80
Tablo 3.4	: LnTTG Serisi İçin ADF Birim Kök Test Sonuçları.....	88
Tablo 3.5	: Δ LnTTG Serisi İçin ADF Birim Kök Test Sonuçları.....	92
Tablo 3.6	: $\Delta\Delta_{12}$ LnTTG Serisi İçin Geçici Model Tahmin Sonuçları.....	95
Tablo 3.7	: Hatalara Ait Ljung-Box Q(18) İstatistiği ve χ^2 Değerleri.....	96
Tablo 3.8	: Modellerin Hatalarına Ait ACF Değerleri ve Ljung-Box İstatistikleri.....	100
Tablo 3.9	: 2010 Yılı Aylık Turizm Geliri Gerçek ve Öngörü Değerleri.....	101
Tablo 3.10	: 2010 Yılı İçin Modellere Ait RMSE, MAPE ve MAE Değerleri.....	101
Tablo 3.11	: 2011 Yılı Aylık Turizm Geliri Gerçek ve Öngörü Değerleri.....	102
Tablo 3.12	: 2011 Yılı İçin Modellere Ait RMSE, MAPE ve MAE Değerleri.....	102
Tablo 3.13	: OS için YSA İle Elde Edilen Deneme Sonuçları.....	106
Tablo 3.14	: OS İçin En Uygun Mimarilere Sahip YSA Modellerinin 2010 ve 2011 MAPE, RMSE ve MAE Değerleri.....	107
Tablo 3.15	: SAS için YSA İle Elde Edilen Deneme Sonuçları.....	108
Tablo 3.16	: SAS İçin En Uygun Mimarilere Sahip YSA Modellerinin 2010 ve 2011 MAPE, RMSE ve MAE Değerleri.....	109
Tablo 3.17	: TC Serisi için YSA İle Elde Edilen Deneme Sonuçları.....	110

Tablo 3.18 : TC Serisi İçin En Uygun Mimarilere Sahip YSA Modellerinin 2010 ve 2011 MAPE, RMSE ve MAE Değerleri.....	111
Tablo 3.19 : S Serisi için YSA İle Elde Edilen Deneme Sonuçları.....	112
Tablo 3.20 : S Serisi İçin En Uygun Mimarilere Sahip YSA Modellerinin 2010 ve 2011 MAPE, RMSE ve MAE Değerleri.....	113
Tablo 3.21 : Çarpımsal Olarak Birleştirilen Serinin 2010 ve 2011 MAPE, RMSE ve MAE Değerleri.....	114
Tablo 3.22 : Yöntemlerin Öngörü Doğruluklarının Karşılaştırılması.....	114

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No:
Şekil 1.1 : Olası Trend Gösterimleri.....	8
Şekil 1.2 : Mevsimsel Dalgalanmalar Grafiği.....	9
Şekil 1.3 : Konjonktürel Dalgalanmalar Grafiği.....	12
Şekil 1.4 : Çarpımsal Modele Uygun Bir Serinin Grafiği.....	14
Şekil 1.5 : Toplamsal Modele Uygun Bir Serinin Grafiği.....	15
Şekil 1.6 : Sahte-Toplamsal Modele Uygun Bir Serinin Grafiği.....	16
Şekil 1.7 : Beyaz Gürültü Süreci.....	21
Şekil 2.1 : Box-Jenkins Yönteminde Model Kurma Süreci.....	41
Şekil 2.2 : Yapay Sinir Hücresi (Nöron).....	53
Şekil 2.3 : Aktivasyon Fonksiyonu Örnekleri.....	55
Şekil 2.4 : Çok Katmanlı Bir Yapay Sinir Ağı.....	56
Şekil 2.5 : Çok boyutlu Hata Uzayı.....	61
Şekil 3.1 : 1992-2010 dönemi Türkiye Turizm Geliri Zaman Grafiği.....	87
Şekil 3.2 : LnTTG Zaman Grafiği.....	88
Şekil 3.3 : LnTTG Serisinin ACF Grafiği.....	89
Şekil 3.4 : LnTTG Serisinin PACF Grafiği.....	89
Şekil 3.5 : Δ LnTTG Serisinin ACF Grafiği.....	90
Şekil 3.6 : Δ LnTTG Serisinin PACF Grafiği.....	91
Şekil 3.7 : Δ LnTTG Zaman Grafiği.....	91
Şekil 3.8 : $\Delta\Delta_{12}$ LnTTG Serisinin ACF Grafiği.....	92
Şekil 3.9 : $\Delta\Delta_{12}$ LnTTG Serisinin PACF Grafiği.....	93
Şekil 3.10 : ARIMA(0,1,2)(1,1,1) ₁₂ Modeli Hatalarının ACF Grafiği.....	96
Şekil 3.11 : ARIMA(0,1,2)(1,1,1) ₁₂ Modeli Hatalarının Grafiği.....	97
Şekil 3.12 : ARIMA(0,1,3)(1,1,1) ₁₂ Modeli Hatalarının ACF Grafiği.....	97
Şekil 3.13 : ARIMA(0,1,3)(1,1,1) ₁₂ Modeli Hatalarının Grafiği.....	98
Şekil 3.14 : ARIMA(1,1,1)(1,1,1) ₁₂ Modeli Hatalarının ACF Grafiği.....	99
Şekil 3.15 : ARIMA(1,1,1)(1,1,1) ₁₂ Modeli Hatalarının Grafiği.....	99

Şekil 3.16 : 2010 Yılı Mevsimsellikten Arındırılmış (SAS) Turizm Geliri (TG)	
Gerçek ve YSA Öngörü Değerleri.....	115
Şekil 3.17 : 2011 Yılı Mevsimsellikten Arındırılmış (SAS) Turizm Geliri (TG)	
Gerçek ve YSA Öngörü Değerleri.....	116
Şekil 3.18 : SAS YSA Modelinde Kullanılan Veri Matrisi.....	116

SİMGE LİSTESİ

Y_t	:	t Zamanındaki gözlem
L	:	Gecikme İşlemcisi
T_t	:	t Zamanındaki Trend Etkisi
S_t	:	t Zamanındaki Mevsimsellik Etkisi
C_t	:	t Zamanındaki Konjonktürel Etkiler
I_t	:	t Zamanındaki Düzensiz Hareketler
IID	:	Bağımsız ve Aynı Dağılımlı
Δ	:	Serinin Farkı
μ	:	Ortalama
σ^2	:	Varyans
γ	:	Kovaryans
e_t	:	Hata Terimi
ρ_k	:	Otokorelasyon Fonksiyonu
θ	:	Hareketli Ortalama Modelinin Parametresi
χ^2	:	Ki-Kare Dağılımı
ϕ	:	Otoregresif Modelin Parametresi
R^2	:	Belirtme Katsayısı
k	:	Gecikme Sayısı
p	:	Otoregresif modelin derecesi

q	:	Hareketli ortalama modelin derecesi
P	:	Mevsimsel otoregresif modelin derecesi
Q	:	Mevsimsel hareketli ortalama modelin derecesi
d	:	Fark alma derecesi
D	:	Mevsimsel fark alma derecesi
n	:	Gözlem Sayısı
s	:	Mevsimsel Dalgalanmaların Zaman Aralığı

GİRİŞ

Turizm, yüksek dış ticaret açıkları taşıyan, özellikle gelişmekte olan ülkeler tarafından ihtiyaç duyulan döviz girdisi sağlayan, yarattığı istihdam olanakları ile işsizliğin azaltılmasına katkıda bulunan, uluslararası kültürel ve toplumsal iletişimi sağlayıcı ve bütünleştirici etkisi ile dünya barışının korunmasında büyük payı olan bir sektör haline gelmiştir. Turizm sektörü yarattığı ekonomik sonuçlar açısından bakıldığında, ülkelerin bu sonuçlardan yararlanmak için büyük çaba gösterdiği bir faaliyet olarak görülmektedir. Özellikle ödemeler dengesine katkısı ve yarattığı ekonomik canlılık, pek çok ülke için turizmi cazip bir hale getirmiştir. Bir ülke ekonomisi için turizm bir kazanç kaynağı ve döviz girdisi sağlayan olay olarak ne kadar önemli ise, bölgeler arası ekonomik dengesizliğin giderilmesi, yeni iş sahalarının açılması sayesinde işsizliğin azaltılması, tarım, ulaştırma, hizmetler ve diğer turizmle doğrudan ve dolaylı olarak ilgili bulunan ticari faaliyetlerin canlılık kazanması ve üretimin artırılması gibi parasal olmayan etkileri de o kadar önemlidir.

Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler rekabet gücünden yoksun dış ticaret açıklarını turizm gelirleri ile kapatmayı hedeflerken, turizmi ekonomik kalkınma aracı olarak kullanmaktadırlar. Türkiye'nin de içinde bulunduğu kimi ülkeler turizmi başlı başına bir ekonomik gelişme aracı olarak kabul etmişler ve yetersiz ekonomik kaynakların önemli bir bölümünü turizmin gelişimine ayırmışlardır. Turizm gelirleri, gelişmekte olan ülkeler için dış borçlanmaya göre tercih eldirler. Çünkü turizm gelirleri belirli koşullar altında siyasi ve ekonomik kısıtlamalardan uzak olması bakımından bir baskı aracı olarak kullanılamamasının da etkisiyle önemli derecede üstün özellikler taşımaktadırlar. Turizm gelirleri ayrıca, ülkelerin sanayi ve tarımsal ihracat kalemlerinin satış fiyatlarına göre nispeten daha çok denetim altındadır. Bu ürünlerin ihracında meydana gelen bozulma, kırılma gibi olumsuz etkenlerden de genellikle uzaktır. Ayrıca bu sektör, döviz kurlarında yaşanabilen dalgalanmalara karşı ekonomilerde bir supap vazifesi görebildiği gibi sektöre yapılan her birim yatırım için daha fazla değer yaratmakta ve daha az döviz çıkışı gerektirmektedir. Dolayısıyla, turizm gelirlerinin büyük bir kısmı imalat sanayinin geliştirilmesinde ve/veya dış borçların kapatılmasında kullanılabilir. Görünmeyen bir kaynak olarak turizm gelirleri gelişmekte olan ülkeler için gerek duyulan döviz girdisini sağladığı

ve diğ er ihraç ürünlerine karşı avantajları oldu ğ u için bir çok ÷ lke dış turizm gelirlerini arttırmak için ç aba harcamaktadırlar.

Türkiye’de turizm yatırımları özellikle 1980 yılı itibariyle her yıl giderek artmıştır. Turizm talebi, yatırımları uyarmış, teşvik etmiş ve turizm sektörünün ulusal gelire katkısı yaklaşık %6 düzeyine erişmiştir. Bu oranın, Türkiye ekonomisinin kalkınmasına ve refah düzeyinin daha da yükselmesine katkısı azımsanmayacak boyutlardadır. Artan turizm talebi, turizm sektörüne yapılan yatırımları ve ÷ lkenin ulusal gelirini olumlu yönde etkileyecektir.

Bu çerçevede, ÷ lkemiz için vazgeçilmez sektörlerden birisi olan turizm sektöründe yaratılan gelir, ÷ lkeye gelen yabancı turist sayısı gibi önemli turizm değişkenlerinin önceden tahmin edilmesi, karar verme sürecindeki belirsizlikleri kısmen de olsa ortadan kaldıracığından, hem bu alanda hizmet veren işletmeciler için hem de hükümetlerin geleceğe yönelik hazırlanan plan ve programların başarısının büyük ölçüde artmasını sağlayabilecektir.

Karar alıcıların karşı karşıya kaldıkları en önemli problemlerden biri değişkenlerin gelecekte alacağı değerlerin bilinmemesidir. Doğru öngörünün başarılı kararları beraberinde getireceği ve bu şekilde fayda maksimizasyonunun sağlanabileceği gerçeği öngörü modellemesine olan ilgiyi artırmaktadır. Artan ilgi ile birlikte, bu alanda da önemli gelişmeler olmaktadır. Ortaya çıkan gelişmelerden bir tanesi öngörü doğruluğuna yönelik çalışmaların artış göstermesidir. Öngörü modellemesine karşı ilginin artması, model çeşitliliğini de beraberinde getirmiştir. Literatürde gelecek dönemlere ait öngörü değerlerinin hesaplanması için geliştirilen yöntemlerden bir tanesi zaman serileri analizidir. Zaman serileri analizinde Box-Jenkins modeller öngörülerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, bazı yeni metodolojiler de ön plana çıkmaktadır. Yapay Sinir Ağları (YSA) tekniğı de bu yeni teknikler arasında en önemlilerinden birisidir.

Zaman serisi analizi ile öngörü, incelenen bir değişkenin şimdiki ve geçmiş dönemdeki gözlem değerlerini kullanarak ve birtakım varsayımlar altında öngörü değerlerinin hangi sınırlar arasında gerçekleşebileceğini ortaya koymak için yapılan çalışmalardır. Zaman serileri analizi, istatistik teknikler içinde çok önemli yeri olan öngörü teknikleri arasında geniş yer tutmaktadır. Geçmiş dönemlerin çeşitli yöntemlerle incelenmesiyle elde edilen bilgilerin, geleceğin tahmininde başka bir ifadeyle öngörüde kullanılmasına dayanan bu teknikler, özellikle kısa, orta ve uzun dönem öngörülere ihtiyaç duyulan her alanda kullanılmaktadır. Bilinmeyen geleceğin

bilimsel yöntemlerle kestirilmesi ve gelecek için önceden hazırlıkların yapılması her alanda olduğu gibi özellikle ekonomide ve finans sektöründe büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı, son zamanlarda literatürde yer alan çalışmalarda doğrusal olmayan iktisadi zaman serilerinin öngörüsünde başarılı sonuçlar veren YSA ve iktisadi zaman serilerinin analizinde yaygın olarak kullanılan diğer bir yöntem olan Box-Jenkins modelleri ile Türkiye'nin aylık turizm gelirlerinin 2010 yılı örneklem içi ve 2010 yılı örneklem dışı öngörüsü değerleri hesaplanarak, bu iki yöntemin öngörü performanslarının karşılaştırılmasıdır. Ayrıca serinin YSA ile öngörüsünde sadece orijinal halinin dikkate alınmayarak, mevsimsellikten arındırılmış olarak da öngörü performansının incelenmesi, serinin bileşenlerine ayrıştırılarak bileşenlerin ayrı ayrı yapay sinir ağları ile tahmin edilmesi ve daha sonra modelin çarpımsal veya toplamsal olma durumuna göre toplulaştırılarak orijinal ve mevsimsellikten arındırılmış hali ile karşılaştırılması da amaçlanmaktadır.

Bu çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde genel olarak zaman serisinin tanımı, bileşenleri, özellikleri ve kavramları üzerinde durulmuş, zaman serilerinin önemli varsayımlarından olan durağanlık özelliği anlatılmış ve analizde yaygın olarak kullanılan diğer temel kavramlar ele alınmıştır. Ayrıca literatürde adı geçen öngörü yöntemlerine değinilmiş ve bu öngörü yöntemlerinden günümüzde yaygın olarak kullanılan Box-Jenkins ile Yapay Sinir Ağlarından genel olarak bahsedilmiştir.

İkinci bölümde; Box-Jenkins modelleri ve bu modellere ait kavramlar, model kurma süreci, en iyi modelin belirlenmesi ile YSA'ya ait kavramlar, YSA'nın eğitim süreci, eğitim sürecinde kullanılan parametreler, YSA ile öngörü modelleme ve uygulama süreci, YSA'nın güçlü ve zayıf yönleri açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde turizm ve turist kavramlarının genel tanımı ve anlamından bahsedilmiş, daha sonra dünyada ve Türkiye'de turizmin gelişimi ve turizmin ekonomik etkileri konularında bilgiler verilmiş ve Türkiye ekonomisi açısından önemi vurgulanmıştır. Daha sonra Box-Jenkins ve YSA yöntemleri kullanılarak aylık turizm gelirin öngörü yapılmıştır. Her iki yöntem için de hesaplanan örneklem içi ve örneklem dışı öngörü değerleri karşılaştırılarak en iyi öngörü performansını veren yöntem belirlenmeye çalışılmıştır. Öngörü performansları için literatürde yaygın olarak kullanılan RMSE, MAPE ve MAE istatistiklerinden faydalanılmıştır.

Analizler E-views, SPSS, Tramo-Seat, Matlab ve Office programları yardımıyla ele alınmıştır.

Sonuç ve öneriler kısmında ise ele alınan uygulamanın sonuçları ifade edilmiş, hem Box-Jenkins hem de YSA'nın performansları değerlendirilmiş ve daha iyi iktisadi öngörülerin elde edilebilmesi amacıyla daha sonraki çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ

1.1 Zaman Serisinin Tanımı ve Özellikleri

İstatistiğin temel uğraşlarından biri, değişkenleri farklı yönleriyle incelemede ve gözlemlerden elde edilen verilerden sonuçlar çıkarmada yardımcı olmaktır. İstatistikte gözlemlerden elde edilen verilerin bazı niteliklerinin dikkate alınarak sıralanmasına seri ya da dizi adı verilir. Gözlemlerden elde edilen veriler bir değişkenin zaman içinde gösterdiği değişimleri ya da hareketleri gösteriyorsa bunun gibi verilere zaman serileri adı verilir. Zaman serisi verileri genellikle günlük, haftalık, aylık, üç aylık (çeyrek yıllık), altı aylık, yıllık ve daha uzun dönemli aralıklarla derlenir ve toplanır. Ekonomik verilerin önemli bir kısmı bu şekilde eşit aralıklı zaman noktalarında ölçülmüş birer iktisadi istatistikleri oluştururlar.¹

Başka bir tanımla, bir zaman serisi, zaman içinde gözlenen ölçümlerin bir dizisidir. Bir fabrikadan ihraç edilen haftalık ürün miktarı, bir karayolunda meydana gelen haftalık kaza sayısı, bir göldeki saatlik su seviyesi yüksekliği, bir ülkedeki aylık enflasyon oranı, bir ülkenin yıllık ithalat ve ihracat miktarları, yıllık yatırım ve gayri safi milli hasıla gelirleri, yıllık işsizlik oranı, bir şehirdeki aylık yağış miktarı gibi veriler zaman serilerine örnek olarak verilebilir. Örnekler ekonomi, işletme, mühendislik ve temel bilimlerden verilebilecek farklı uygulama problemleri ile genişletilebilir.² Zaman serilerinin diğer serilerden ayrılan en temel özelliği zaman serisi gözlemlerinin birbiri ile korelasyonlu yani bağımlı olmasıdır. Zaman serilerinde bir gözlem değerinin gerçekleşmesi diğer gözlem değerinin gerçekleşmesinden bağımsız değildir. Bu özellik nedeniyle, bir zaman serisinin bugünkü ve geçmiş dönem gözlem değerlerini kullanarak gelecek dönemde alacağı değerleri tahmin etme imkânı olabilir.

Zaman serilerinde önemli bir diğer husus deterministik ve stokastik zaman serileri ayrımıdır. Eğer eldeki zaman serisi bir matematiksel fonksiyon ile kesin bir biçimde belirlenebiliyorsa deterministik zaman serisi, buna karşın gözlem değerleri

¹ Chris Chatfield, **The Analysis of Time Series: An Introduction**, Fifth Edition, New York: Chapman and Hall, 1995, s.1-4

² Yılmaz Akdi, **Zaman Serileri Analizi (Birim Kökler ve Kointegrasyon)**, Ankara, Gazi Kitabevi, 2. Baskı, 2010, s. 1

bir olasılık dağılımı ile açıklanabiliyorsa bu zaman serisine de stokastik zaman serisi denir.³ Stokastik bir süreç Hayashi'nin⁴ deyiimiyle “bir dizi rassal değişkene verilen süslü bir isimden başka bir şey değildir”. Zaman serileri analiz edilirken bu serilerin bir stokastik süreç tanımlanması ve analiz için stokastik (olasılıklı) modeller kullanılması gerekmektedir.

Zaman serileri genel olarak eğer gözlemler zaman içerisinde sürekli ise “sürekli”, eğer belirli bir zaman aralığındaki gözlemler söz konusu ise “kesikli” zaman serisi adını alırlar.⁵ Kesikli zaman serileri birkaç şekilde ortaya çıkabilir. Sürekli bir zaman serisi veri iken, zamanın eşit aralıklarında kesikli bir seri olarak tanımlanan dizi, örneklem serisi olarak adlandırılır. Kesikli serilerin bir diğer türü ise anlık değerlere sahip olmayan fakat eşit zaman aralıkları boyunca biriken bütüncül verilerdir. Örneğin aylık ithalat veya ihracat rakamları ya da aylık yağış miktarları bu tür verilerdendir.⁶ Zaman serilerini göstermiş oldukları periyodik şekillere göre de mevsimlik ve mevsimlik olmayan seriler şeklinde ayırabiliriz. Fakat bu şekilde bir ayırım yapabilmek için serinin yeterli uzunlukta olması gerekmektedir. Mevsimsel dalgalanmalar mühendislik ve bilimsel verilerde az görülürken ekonomik verilerde sık görülen bir durumdur. Zaman serilerini ortalamadan büyük sapma gösterip göstermeme durumuna göre durağan (stationary) ve durağan olmayan (nonstationary) seriler şeklinde de ayırabiliriz. Bu ayırım zaman serisi analizleri için çok önemlidir. Çünkü zaman serisi analizleri için geliştirilmiş ve kullanılan olasılık teorileri sadece durağan zaman serileri için geçerlidir. Durağan olmayan zaman serileri de çeşitli yöntemlerle durağanlaştırılarak analiz edilebilir duruma getirilir.

1.2 Zaman Serilerinin Amacı

Zaman serileri, çeşitli amaçlarla analiz edilmektedirler. Bir zaman serisini analiz etmekte nedenler öngörü, tanımlama, açıklama ve kontrol olabilir. Bunlar içinde en önemli olanı serilerin geleceğe yönelik öngörü amacı ile analiz edilmesi yer almaktadır. Burada, zaman serisinin geçmiş dönem gözlem değerlerinden oluşan seri, bir açıklayıcı değişken gibi düşünülerek serinin gelecekte alacağı değerler, geçmişte

³Chatfield, a.g.e, s.6; Kerry Patterson, **An Introduction to Applied Econometrics: A Time Series Approach**, Newyork:Great Britain,2000,s.24-25

⁴Fumio Hayashi, **Econometrics**, Princeton University Press, 2000, s.97

⁵ Işıl Akgül, “Zaman Serisi Analizi ve Öngörü Modelleri”, **Öneri: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**,1994, C.1, Sayı: 1, s. 52

⁶ Mustafa Sevüktekin ve Mehmet Nargeleçekenler, **Ekonometrik Zaman Serileri Analizi**, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım Ltd., 2. Baskı,2007, s. 7

aldığı değerler kullanılarak tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Farklı bir anlatımla, çeşitli faktörlerin etkilerinin bir sonucu olarak ortaya çıkan zaman serilerinin bu faktörlerden nasıl etkilendiği incelenerek gelecekte alacağı değerler belirlenmeye çalışılmaktadır.⁷

Bir zaman serisinin geleceğe yönelik tahmin amacıyla kullanılması serinin belli başlı özelliklerinin ortaya çıkarılması yani tanımlaması olacaktır. Bundan dolayı gelecek tahmininde kullanılacak bir serinin, üzerinde etkili olan trend, konjonktür ve mevsimlik dalgalanmaların saptanarak, serinin bu etkilerden arındırılmış olması gerekmektedir.

Ekonomi ve iş dünyasındaki belirsizlikler nedeniyle, ekonomik zaman serilerinin gelecekte göstereceği seyri tahmin etmek, planlama ve karar alma açısından önemlidir. Zaman serisi yöntemlerinde geleceğin tahmini yanında geçmiş dönemlerin incelenmiş olması; geçmişteki olumlu ve olumsuz gelişmelerin tespit edilmesine, nedenlerinin araştırılmasına ve yapılan yanlışların tekrarlanmaması için gerekli tedbirlerin alınmasına da imkân sağlamaktadır.⁸ Birkaç değişken için zaman serisi toplanmışsa, serinin birinde meydana gelen değişimler açıklanabilir. Böyle bir analiz, zaman serilerini oluşturan sistem hakkında bazı önemli bilgiler ortaya koymaktadır. Bu gibi durumlarda ekonometrik modeller kullanılmaktadır.⁹

Amaçlardan sonuncusu ise sistemin kontrolüdür. Seriyi oluşturan olayın işleyiş mekanizmasını belirledikten sonra geçmiş dönem bilgilerini kullanarak sistemin planlanan yönde gelişip gelişmediğini görmek ve sistemi kontrol etmek mümkün olmaktadır.

1.3 Zaman Serilerinin Bileşenleri

Zaman serilerinin gözlem değerlerinde, zaman içinde azalma ya da artma şeklinde bazı değişimler görülebilmektedir. Ekonomik, sosyal, psikolojik vb. çeşitli nedenlerin zaman serisi değerleri üzerindeki yön ve şiddetinin farklı olmasından ileri gelen bu değişimler zaman serilerindeki “veri kalıplarını” oluşturur ve Trend (T), Mevsimsel (Seasonal) dalgalanmalar (S), Konjonktürel (Devirsel) dalgalanmalar (C) ve Rassal (Düzensiz) hareketler (I) olarak gruplandırılır.¹⁰

⁷ Şahamet Bülbül, “Zaman Serilerinde Üstel Düzeltme Modelleri ve Bir Uygulama”, **Öneri:Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 1994, C.1, Sayı: 1, s. 44

⁸ Işıl Akgül, **Zaman Serilerinin Analizi ve ARIMA Modelleri**, İstanbul, Der Yayınları, 2003b, s. x

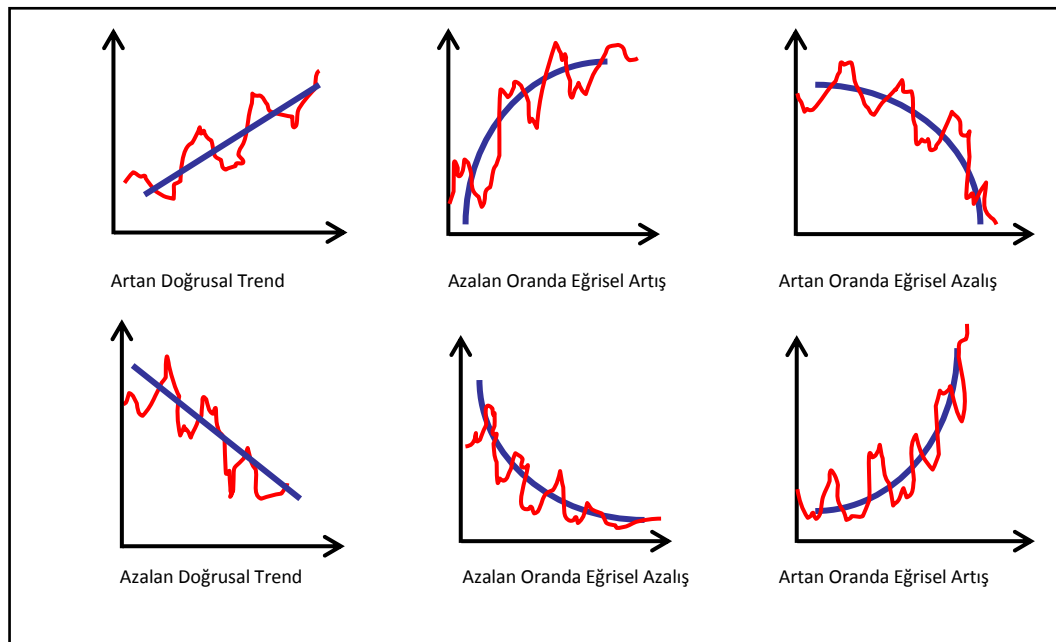
⁹ Özlem Gökteş, **Teorik ve Uygulamalı Zaman Serileri Analizi**, İstanbul, Beşir Kitabevi, 2005, s.5

¹⁰ Ahmet Özmen, **İstatistik** İçinde “Zaman Serisi Çözümlemesi”, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Yay. No: 1448 Editör: Ali Fuat Yüzer, 2003, s. 297

1.3.1 Trend

Trend, zaman serisinin uzun dönemdeki hareketi olup hemen hemen tüm zaman serilerinde gözlenmektedir. Zaman içinde incelenen değişken Y'nin ortalamasındaki değişimdir ve buna bağlı olarak da aşağı ve yukarı bir hareket ile ortaya çıkmaktadır. Hareketin yönü ve zaman serisinin değişim hızı, analizlerde ağırlıklı olarak yer almaktadır.¹¹ Başka bir ifadeyle trend zaman serisi gözlem değerinin uzun dönemde artma yada azalma şeklinde gösterdiği genel eğilimdir. Trend bileşeni, zamana bağlı değişken üzerindeki genel eğilime neden olan uzun dönemli etkileri açıklar. Trend herhangi bir zaman serisinde uzun dönemli hareketleri gösterdiğinden trendin ortaya çıkabilmesi için yaklaşık 15 ile 18 yıllık bir döneme ihtiyaç vardır. Trend başlangıç noktası olarak genelde ekonomide durgunluk döneminin durgunluk döneminin seçilmesinde yarar vardır.¹² Trend kalıpları artan, azalan veya değişmez olabileceği gibi doğrusal ve doğrusal olmayan bir kalıpta da ortaya çıkabilir. Genelde bir seride trend kalıbı varsa özellikle ön raporlama yapmada başarılı sonuçlar elde edilebilir.¹³ Şekil 1.1 'de olası trend örnekleri gösterilmiştir.

Şekil 1.1 Olası Trend Gösterimleri



Kaynak: S.Prem Mann, **Statistics For Business and Economics**, Wiley, USA, 1995,s.771

¹¹ Işıl Akgül, **Geleneksel Zaman Serisi Yöntemleri**, İstanbul, Der Yayınları, 2003a,s. 7

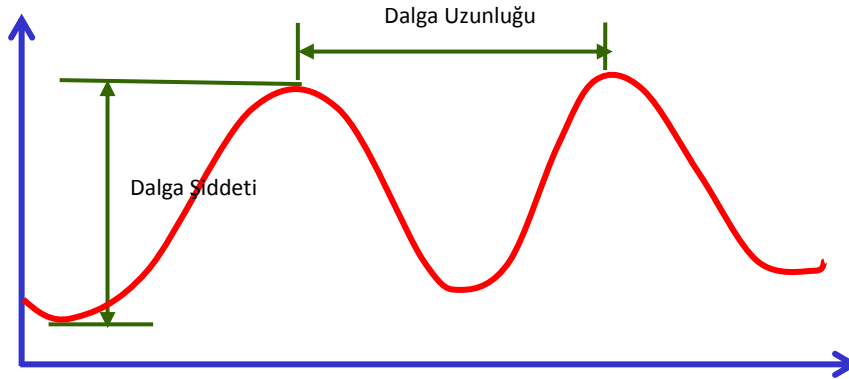
¹² Sevüktekin ve Mehmet Nargeleçekenler, a.g.e, s.13;Neyran Orhunbilge,**Zaman Serileri Analizi ve Fiyat İndeksleri**,İstanbul:Tunç Matbaası A.Ş.,1999,s.7-8;Walter Enders, **Applied Econometric Time Series**, Newyork:John Wiley and Sons.,Inc., 1995,s.2-3

¹³ Chatfield,a.g.e, s.13

1.3.2 Mevsimsel Dalgalanmalar

Mevsimsel dalgalanmalar, birbirini izleyen yılların; çeyrek yılların; mevsimlerin ve ayların aynı dönemlerine ait gözlem değerlerindeki artış ya da azalış şeklinde ortaya çıkan düzenli değişimleri ifade eder.¹⁴ Birçok ekonomik süreçte mevsimsellik göze çarpar. Örneğin yaz aylarında turizm faaliyetlerine bağlı olarak ekonomik canlanma görülür. Benzer şekilde, Türkiye gibi müslüman ülkelerde dini bayramlardan önce, bunun dışında yılbaşlarında ve diğer bazı dönemlerde ekonomik faaliyetlerde yıl içinde periyodik artış ve azalışlar göze çarpar. Bu dönemlerde ekonomik değişkenlerin zaman içerisindeki seyri de paralel olarak periyodik dalgalanmalar gözlemlenir.¹⁵ Şekil 1.2'de bir mevsimsel dalgalanma örneği gösterilmiştir.

Şekil 1.2 Mevsimsel Dalgalanmalar Grafiği



Kaynak: Terry Sincich, **Business Statistics By Example**, Prentice- Hall International Editions, fifth edition, USA, 1996,s.927

Mevsimlik dalgalanmaların incelenmesinin üç önemli nedeni vardır. Bunlardan birincisi kısa dönem dalgalanmalarının anlaşılması ve açıklanması, ikincisi kısa dönem tahminlerin yapılabilmesi, üçüncüsü de zaman serilerinden mevsim etkisinin arındırılmasıdır.¹⁶ Zaman serilerinde mevsimsel etkilerin göz ardı edilmesi, öngöründe kullanılan modellerin varyansının yüksek çıkmasına sebebiyet verebilir. Bundan dolayı zaman serilerinin analizinde temel varsayımlarından biri olan durağanlık koşulunun sağlanması için öngöründe kullanılacak olan model kurulmadan önce serinin mevsimselliğinin iyi analiz edilmesi ve arındırılması

¹⁴ Murat Çuhadar, **Turizm Sektöründe Talep Tahmini İçin Yapay Sinir Ağları Kullanımı ve Diğer Yöntemlerle Karşılaştırmalı Analizi:Antalya İlinin Dış Turizm Talebinde Uygulama**, Basılmamış Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta, 2006 ,s.73

¹⁵ Aziz Kutlar, **Ekonometrik Zaman Serileri:Teori ve Uygulama**, Ankara, Gazi Kitabevi,2000,s.49

¹⁶ Orhunbilge, a.g.e., s.64

gerekmektedir. Örneğin serinin mevsimsel dalgalanmaların boyutu zamanla artış gösteriyorsa seride sabit olmayan yani değişen bir varyans durumu söz konusu olabilir. Bu gibi durumlarda seriyi analiz etmeden önce bazı matematiksel dönüşümler yapmak uygun bir yaklaşım olabilir. Seri değerlerinin karekökünü almak matematik dönüşümlerden biridir. Seriyeye uygulanan karekök dönüşümü ile serideki dalgalanmaların boyu azaltılmakta böylece öngörü modelinin elde edilmesi kolaylaşmaktadır. Pek çok matematik dönüşümü olmakla birlikte uygulamada karekök ve logaritmik dönüşümler yaygın olarak kullanılmaktadır. Karekök dönüşümü, kübik dönüşümü, logaritmik dönüşümü ve negatif ters dönüşümü olmak üzere matematik dönüşümleri vardır. Karekök dönüşümünden negatif ters dönüşüme doğru gidildikçe seride dalgalanmalar hızla azalır. Dönüştürülmüş veri ile yapılan tahminler ters dönüştürme işlemiyle orijinal verilerin tahmini haline getirilir. Varyans durağanlığını sağlamak için uygun veri dönüşümünün belirlenmesinde yararlanılan araç olarak serinin kısmi parçalarının ortalamaları ve standart sapmaları arasındaki $\sigma = k\mu^{1-\lambda}$ ilişkisine dayandırılan ortalama-standart sapma serpilme grafiği de kullanılabilir.¹⁷

Belli bir dönemde meydana gelen değişimlerin daha iyi yorumlanmasını sağlayan mevsimsel olarak düzeltilmiş veri, yanıltıcı mevsimsel değişiklikler olmaksızın gerçek ekonomik hareketleri gösterir. Mevsimsel hareketlerden arındırılmış bir zaman serisi, mevsimsel unsuru farklı iki ay ya da dönem arasında karşılaştırma yapmayı mümkün kılar. Aynı zamanda düzeltilmemiş yada orijinal verinin içerdiği mevsimsel etkiler, bu serinin kullanıldığı karşılaştırmaları da oldukça zorlaştırır.¹⁸

Mevsimsel serilerin modellenmesinde kullanılacak olan teknik mevsimsel kalıntının deterministik ya da stokastik olmasına bağlı olarak değişir. Mevsimsel dalgalanmaların sabit ve sadece serilerin düzeylerini etkilediği varsayımı altında deterministik mevsimsellik, kukla değişkenlerin kullanımı ile modellenebilir. Stokastik mevsimsellik ise uygun dereceden mevsimsel fark alınıp durağan hale getirilerek modellenebilir.¹⁹ Deterministik mevsimsel sürecin kukla değişkenler ile modellenebilmesi için mevsimsel dalgalanmaların (zirve ve dip noktalarının) her bir

¹⁷ Atilla Aslanargun, "Varyans Durağanlık ve Ortalama Sapma Serpilme Grafiği", **2. Ulusal İstatistik Kongresi Bildiriler Kitabı**, Antalya, 2001, s.52

¹⁸ Oğuz Atuk and Beyza Pınar Ural, Seasonal Adjustment Methods: An Application to the Turkish Monetary Aggregates, **Central Bank Review, The Central Bank of Republic of Turkey**, Discussion Paper No: 2002/1, Ankara, 2002, s. 21

¹⁹ Juan M. Rodriguez Poo, **Computer Aided Introduction to Econometrics**, New York, Springer Verlag GmbH & Co.KG, 2003, s.226

yıl itibariyle sabit olması ve değişmemesi gerekmektedir. Stokastik mevsimsellikte ise mevsimsel dalgalanmanın büyüklüğü zamanla artış göstermektedir.

Mevsimselliğin oluşmasında hava durumu, sıcaklık, yağış, güneş ve bunun gibi ekolojik olaylar, takvimsel olaylar, karar verme zamanları, yani, okul tatilleri, iş sektörü tatilleri, vergi yılları hesap dönemleri, kar payı veya maaş ödeme dönemleri etkili olmaktadır. Her ne kadar bu bileşenin ismi mevsimsellik olsa da, ekonomik zaman serilerinde kuşkusuz mevsimsellik olgusunu oluşturan tek etken mevsimler değil, yukarıda sıralanan durumlardır. Daha geniş bir tanım yapmak gerekirse, mevsimsellik bir yıl içerisinde tamamlanan ve belirli dönemler itibariyle yakın büyüklükte tekrar eden serinin normal ortalamasından farklı ortalama içeren dönemlerdir.²⁰

1.3.3 Konjunktürel Dalgalanmalar

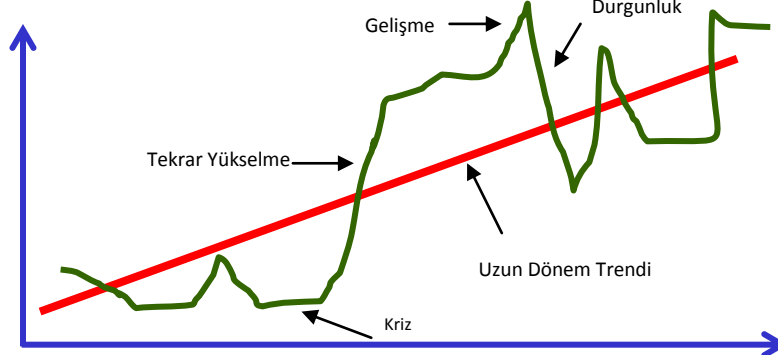
Konjunktürel dalgalanmalar daha çok ekonominin veya sektörlerin refah ya da durgunluk (ekonomik kriz) dönemlerini içeren değişimlerdir. Refah dönemlerinde yatırımlar, üretimler, gelirler ve satışlar gibi ekonomik göstergeler bir süre için artış gösterir ve durgunluk dönemlerinde ise düşmeler baş gösterir. Daha sonra durgunlaşmanın ardından tekrar ekonomide bir canlanma olur. Genelde konjunktürel hareketler periyodik olmayan 5 ile 8 yıllık dalgalanmalar ile tekrarlanır.²¹

Mevsimsel ve konjunktürel dalgalanmalar arasında kısmen de olsa bir benzerlik mevcut olmasına rağmen önemli farklılıkları vardır. Mevsimsel dalgalanmalarda dönemler düzenli ve periyodik salınım gösterirken, konjunktürel dalgalanmalarda dönemler düzensiz ve periyodik olmayan bir karaktere sahiptir. İktisadi olayın trendi yükselmekte iken konjunktürün yükselmesi kıymetlerin artışı hızlandırır. Bir zaman serisinde orta ve uzun dönemli gözlenemeyen bileşenleri ayırt etmek her zaman mümkün olmayabilir. Bu nedenle bir çok çalışmada konjunktür ve trend bileşenleri birlikte ele alınarak tek bir bileşen olarak trend-konjunktür (trend-cycle-TC) bileşeni olarak kullanılmaktadır. Şekil 1.3'te konjunktürel dalgalanmalar örneği gösterilmiştir.

²⁰ Enes E. Uslu, **Mevsimsel Düzeltme Yöntemlerinin Hanehalkı İşgücü İstatistiklerine Uygulanması**, Basılmamış Uzmanlık Tezi, Türkiye İstatistik Kurumu Erzurum Bölge Müdürlüğü, Erzurum, 2009, s.17

²¹ Orhunbilge, a.g.e, s.8; Seviktekin ve Nargeleşkenler, a.g.e, s.16

Şekil 1.3 Konjonktürel Dalgalanmalar Grafiği



Kaynak:S.Prem Mann, *Statistics For Business and Economics*, Wiley, USA,1995,s.772

1.3.4 Düzensiz Bileşen

Düzensiz dalgalanmalar deprem, su baskını, kuraklık gibi doğal afetler, savaş siyasi karışıklıklar ve kapsamlı işçi hareketleri gibi sosyal ve ekonomik nedenlerle ortaya çıkan önceden tahmin edilmesi mümkün olmayan olaylardır. Bu olaylar ekonomik değişkenlerin değerleri üzerinde etki yaparak bazı değerlerin artmasına bazılarının ise azalmasına neden olurlar. Sel baskınları tarım üretimini azaltırken, savaş ve siyasi krizler satışların azalmasına, işsizliğin ve enflasyonun ise artmasına neden olmaktadır.²² Bu hareketlerin sistematik olmayışı ve ne zaman hangi şiddette çıkacağı tahmin edilemediğinden herhangi bir yöntemle belirlenmesi mümkün değildir.

1.4 Zaman Serilerinin Bileşenlerine Ayrıştırılması

Zaman serisi analizlerinin geleneksel yaklaşımında ilk yapılan işlem serinin zaman yolu grafiğinin çizilmesidir. Burada serinin bir trende sahip olup olmadığı araştırılır. Daha sonra konjonktürel dalgalanmaların şiddeti ölçülmeye çalışılır. Eğer serinin bünyesinde varsa mevsimsel hareketler ayrıştırılır. Son olarak düzensiz hareketler giderilerek seri temiz bir dizi haline getirilmeye çalışılır²³ Dolayısıyla bir zaman serisinin gözlenen değerlerinin bu dört bileşenlerden oluştuğu düşünülerek fonksiyonel bir ilişki;

Zaman serisi= f(Trend, Konjonktürel Hareketler, Mevsimsel hareketler, Düzensiz hareketler) veya

²² Orhunbilge, a.g.e, s. 8-9

²³ Sevüktekin ve Nargeleçekenler, a.g.e, s. 42-44

$$Y_t = f(T_t, C_t, S_t, I_t) \quad (1.1)$$

biçiminde yazılabilir. İlişkide düzensiz hareketler I_t yerine stokastik değişken ε_t tanımlanırsa;

Zaman serisi= İzlenen seyir+hata biçiminde de yazılabilir.

Bileşenlere ayırma yönteminde amaç, tahmin edilemeyen arazi faktörler dışındaki bileşenlerin tahmin edilmesi veya incelenmesi, daha sonra bu tahmin ve incelemelerin birleştirilmesidir.²⁴ Ayırıştırma yönteminde özellikle zaman serilerinin trend, konjonktürel ve mevsimsel hareketlerin etkisi altında kaldığı varsayılır ve ayırıştırma işlemi bu bileşenlerin ; I_t veya ε_t ile tanımlanan düzensiz hareketlerin veya rassallığın pür rassal süreç sağlanana kadar ayırıştırma işlemine devam edilir. Zaman serilerinin bileşenlerine ayırıştırılabilmesi için mevsim etkisinin toplamsal, çarpımsal ya da her ikisinin bir karışımı olup olmadığının tespit edilmesi gerekir. Ayırıştırma işlemi için çarpımsal (multiplicative) model, toplamsal (additive) model, log-toplamsal (log-additive) model ve sahte-toplamsal (Pseudo-additive) modeller kullanılmaktadır. Uygulamalarda sıklıkla kullanılan çarpımsal ve toplamsal modellerdir.²⁵

1.4.1 Çarpımsal (Multiplicative) Model

Zaman serisinde zamanla mevsimsel salınımların büyüklüğü artıyorsa ayırıştırma işlemi için çarpımsal model kullanılır. Çarpımsal modelde mevsimsel etki yüzde olarak ifade edilebilir.

$$Y_t = S_t \times TC_t \times I_t \quad (1.2)$$

çarpımsal bir modeldir ve birçok zaman serisi için uygun bir modeldir. Y_t gözlenen zaman serisi olup S_t , TC_t ve I_t sırasıyla; mevsim bileşeni, trend-konjontür bileşeni ve düzensiz bileşendir. Çarpımsal modelde mevsimsel düzeltme Y_t 'nin S_t 'ye bölümünden ibarettir. S_t ise mevsimsel faktör olarak adlandırılır.

Çözümlemesi istenen zaman serisi, trend artarken (artan ya da azalırken) azalan dalga şiddetine sahip mevsimsel değişmeler gösteriyorsa ve seriyi açıklayan parametreler zaman içinde değişmiyorsa, bu zaman serisinin çözülmesi için çarpımsal modelin kullanılması uygundur.²⁶ Çarpımsal model için örnek olabilecek

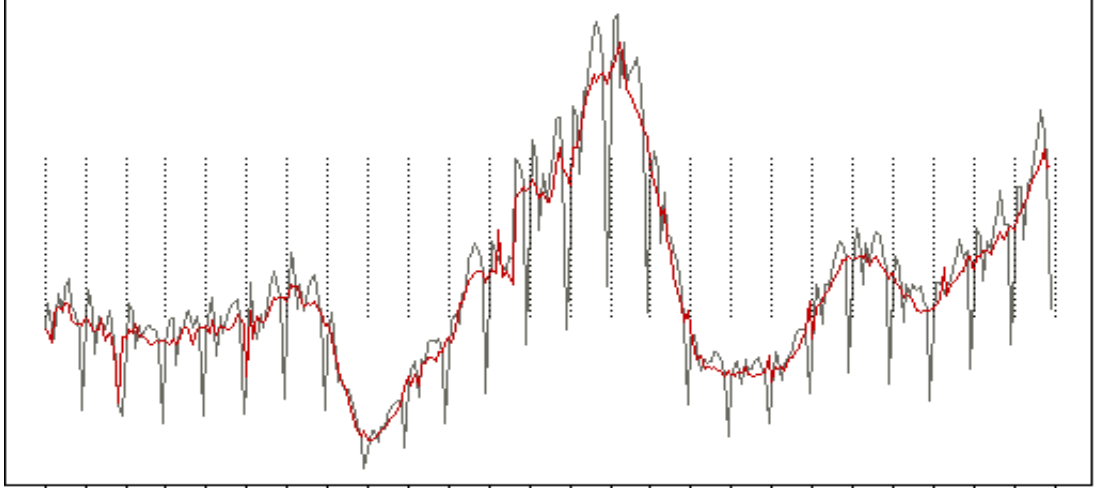
²⁴ Mustafa Can, **İşletmelere Zaman Serileri Analizi ile Tahmin**, Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2009,s.52

²⁵ Eric Ghysels ve Denise R.Osborn,**The Econometric Analysis of Seasonal Time Series**,U.S.A, Yayınlayan: Cambridge University Press,2001,s.29

²⁶ Özmen, a.g.e, s.305

bir serinin grafiği Şekil 1.4'te gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi serideki trend zamanla artış veya azalışlar gösterirken dalga şiddetleri de zaman içinde değişimler göstermektedir.

Şekil 1.4 Çarpımsal Modele Uygun Bir Serinin Grafiği



Kaynak:

<http://www.abs.gov.au/websitedbs/d3310114.nsf/4a256353001af3ed4b2562bb00121564/b81ecff00cd36415ca256ce10017de2f!OpenDocument>, (Erişim Tarihi:22/01/2012)

1.4.2 Toplamsal (Additive) Model

Toplamsal modelde mevsimsel değişimin büyüklüğü sabit kalmakta ve serinin cari ortalama değerinden bağımsız olmaktadır. Toplamsal ayrıştırma;

$$Y_t = S_t + TC_t + I_t \quad (1.2)$$

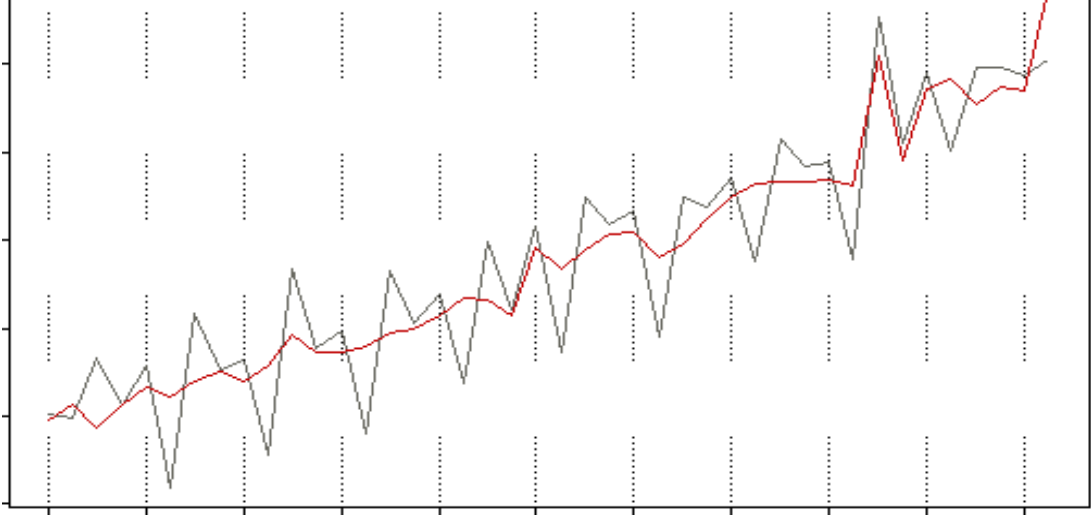
şeklinde gösterilir. Toplamsal modellerde mevsimsel dalgalanmalar trendden bağımsız olduğundan dalgalanma büyüklüğü zaman içinde değişmemekte, yani sabit kalmaktadır. Toplam şeklindeki modelde bileşenlerin birbirini etkilemediği kabul edilir.

Toplamsal ve çarpımsal modellerden hata kareler ortalaması değeri (HKO) minimum olan modelin seriye daha uyumlu olduğu söylenebilir.²⁷ Ayrıştırma yapacağımız seride hem mevsimsel hareketler hem de düzensiz hareketler trenddeki artış ya da azalışa göre değişmiyorsa o zaman toplamsal model daha uygun olur. Buna karşılık mevsimsel ve düzensiz hareketler trenddeki artışla birlikte artıyorsa çarpımsal modeli kullanmak daha uygundur. Bu özellikler göz önünde tutulduğunda toplam modelin bazı hallerde kullanılabileceği, ancak çarpım modelinin genel olarak ekonomik zaman serilerine daha uygun olacağı kabul edilmektedir. Toplamsal model

²⁷ Cem Kadılar, **SPSS Uygulamalı Zaman Serileri Analizine Giriş**, Ankara, Hacettepe Üniversitesi Yayınları,2009,2.baskı,s.61

için örnek olabilecek bir serinin grafiği Şekil 1.5'te gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi serideki dalga şiddetleri de zaman içinde değişmemekte, diğer bir deyişle sabit kalmaktadır.

Şekil 1.5 Toplamsal Modele Uygun Bir Serinin Grafiği



Kaynak:

<http://www.abs.gov.au/websitedbs/d3310114.nsf/4a256353001af3ed4b2562bb00121564/b81ecff00cd36415ca256ce10017de2f!OpenDocument>, (Erişim Tarihi:22/01/2012)

1.4.3 Log-Toplamsal Model

Toplamsal modelde ayrıştırma işlemi Y_t için yapılırken log-toplamsal modelde $\log Y_t$ için yapılır. Bu modelde Y_t 'nin, ham datanın logaritmik dönüşüme uğramış biçimi olduğu varsayılır. Çarpımsal modelin her iki yanının logaritmasının alınmasıyla log-toplamsal model elde edilir.

$$Y_t = S_t \times TC_t \times I_t \quad (1.3)$$

$$\log Y_t = \log (S_t \times TC_t \times I_t) \quad (1.4)$$

$$\log Y_t = \log S_t + \log TC_t + \log I_t \quad (1.5)$$

Çarpımsal model genellikle serilerin logaritmalarını temel aldığından negatif değer içeren serilerin her zaman toplamsal olarak düzeltilmesi gerekir.²⁸

1.4.4 Sahte-Toplamsal (Pseudo-additive) Model

Orijinal seri 0 değeri içeriyorsa çarpımsal ya da log-toplamsal modeller kullanılamaz. Bu durumda sahte-toplamsal (Pseudo-additive) modeller kullanılmaktadır. Sahte-toplamsal model her yılın aynı ay(lar)ında çok küçük ya da sıfır değerler alan serileri düzeltmek için kullanıldığında çok iyi sonuç vermektedir.

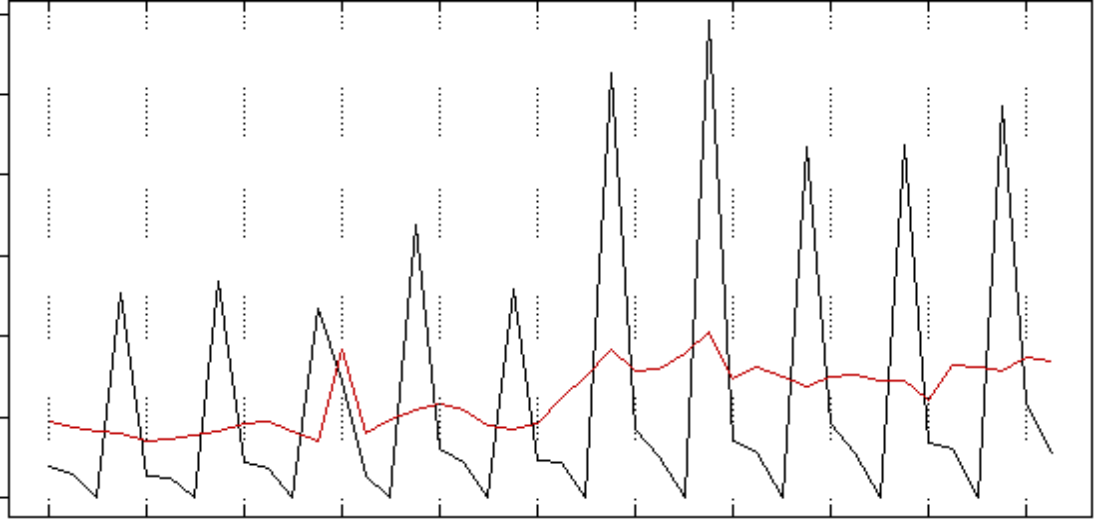
²⁸ Ghysels ve Osborn, a.g.e, s.29

Örneğin tarım sektörü yılın belirli dönemlerinde üretim yapar. Bu dönemler dışında tarımsal üretim serisi çok küçük değerler alır. Bu model İngiltere’de Ulusal İstatistikler Ofisi (Office for National Statistics) tarafından uygulanmaktadır.²⁹

$$Y_t = TC_t \times (S_t + I_t - 1) \quad (1.6)$$

Sahte-Toplamsal model için örnek olabilecek bir serinin grafiği Şekil 1.6’te gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi seri her yılın aynı dönemlerinde çok küçük ya da sıfır değerleri içermektedir.

Şekil 1.6 Sahte-Toplamsal Modele Uygun Bir Serinin Grafiği



Kaynak:

<http://www.abs.gov.au/websitedbs/d3310114.nsf/4a256353001af3ed4b2562bb00121564/b81ecff00cd36415ca256ce10017de2f!OpenDocument>, (Erişim Tarihi:22/01/2012)

Aylık veya üçer aylık serilerde bu dört bileşenin etkisi görülürken, yıllık serilerde mevsim bileşeninin etkisi yoktur. Dolayısıyla yıllık seriler için yukarıdaki modellerde S bileşeni yer almayacaktır. Bu bileşenlerden trend mutlak değer olarak ifade edilirken, diğer bileşenler yüzde cinsinden gösterilmektedir. Bileşenlere ayırma yönteminde öncelikle trend belirlenir. Trendin belirlenmesiyle; değişkenin geçmiş dönemdeki değişimleri, serideki diğer bileşenlerin etkisi ortaya çıkarılabilmekte ve planlama için gerekli olan bilgiler tahmin edilebilmektedir. Literatürde zaman serilerinin bileşenlerine ayrıştırılması ve düzgünleştirilmesi için temel olarak Hareketli Ortalamalar , Basit Üstel Düzgünleştirme, Holt's Üstel Düzgünleştirme ve Winters Üstel Düzgünleştirme metodları kullanılmaktadır. Bunların hepsinin ortak özelliği, öngörülecek için geçmiş tarihli zaman serilerinin gerekli olduğu ve veriye temel oluşturan bazı örneklerin bulunduğu varsayımdır. Bu öngörülecek tüm

²⁹ Özlem Yiğit, **Tüfe'de Mevsimsellik Analizi ve Mevsimsel Düzeltme Model Önerisi**, Basılmamış Uzmanlık Tezi, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, 2009, s.8-9

zaman serileri verisinin bazı tekrarlanan dalgalanmalar ve döngülere sahip olduğunu varsaymaktadır.

1.5 Zaman Serileri Analizinde Kullanılan Temel Kavramlar

Zaman serilerinde uygulama yapabilmek için ilk olarak uygulama alanının, konusunun ve modelinin belirlenmesi gerekmektedir. İkinci olarak iktisadi gerçekler teoride, varsayımlara ve hipotezlere bağlı olarak matematiksel olarak ifade edilmelidir. Daha sonra teoride oluşturulan model uygulamaya aktarılmalıdır. Bu aşamada model, gözlenen veriler ve çeşitli teknikler vasıtasıyla tahmin edilmektedir. En son olarak elde edilen sonuçlar anlamlı ise model gelecek tahmininde kullanılmaktadır. Zaman serileri analizinde bahsedilen bu aşamalar için bir çok istatistiksel ve matematiksel kavramlardan yararlanılmaktadır. Zaman serilerini iyi anlayabilmek ve uygulayabilmek için bu kavramların ayrıntılı olarak bilinmesi ve incelenmesi gerekmektedir.

1.5.1 Gecikme İşlemcisi

Zaman serilerinin verilerinin dönem kaydırılması sonucu zaman serilerinin gecikmelerine ait seriler elde edilir.³⁰ Zaman serisi, Y_t , bir dönem kaydırıldığında Y_t serisinin bir dönem gecikmeli serisi Y_{t-1} ; iki dönem kaydırıldığında Y_t serisinin iki dönem gecikmeli serisi Y_{t-2} ; genel olarak k dönem kaydırıldığında Y_t serisinin k dönem gecikmeli serisi Y_{t-k} oluşur. Eğer orijinal zaman serisi trende sahip ise bu serinin k gecikmeli serisi orijinal seriyi k dönem sonrasında takip ederek yine trende sahip olacaktır. Aynı şekilde mevsim etkisine sahip serilerin gecikmeleri de mevsim etkisine sahip olurlar. Gecikme sayısı k çok büyük seçilmediğinde serilerin gecikmeleri orijinal seri ile aynı yapıda olup yapısal bir değişiklik gecikmeli serilerde görülmez.

Karmaşık modellerde işlemlerin kolay yapılabilmesi bakımından $LY_t = Y_{t-1}$ biçiminde tanımlanan L gecikme işlemcisi (Lag) kullanılmaktadır. Bu tanıma göre 2 gecikmeli bir seri $L^2Y_t = L(LY_t) = LY_{t-1} = Y_{t-2}$ şeklinde gösterilmektedir. k gecikmeli bir seri ise L^kY_t olarak gösterilebilir.³¹ Yani genel olarak aşağıdaki gibi gösterebiliriz.

$$L^kY_t = Y_{t-k} \quad (1.7)$$

Zaman serileri ile çalışan istatistikçiler, ekonometrisyenler çok sık olarak geciktirilmiş veriler kullanırlar. Örneğin, yıllık büyüme oranının tanımlanmasında t

³⁰ Kadılar, a.g.e, s.11

³¹ Can,a.g.e ,s.35

dönemindeki Y'nin değeri bir yıl önceki Y'nin değeri ile karşılaştırılır. Eğer veri aylık frekanslar ile toplanmış ise 12 aylık bir gecikmenin yapılması gerektiğini ortaya koyar. Yani Y_t 'nin karşılığı Y_{t-12} ile tanımlanır. Ancak veri yıllık frekanslar ile tanımlanmış ise Y_t 'nin karşılığı Y_{t-1} olacaktır.

1.5.2 Fark Alma İşlemcisi

Zaman serisinin akışkanlı bir şekilde son değerlerinden belli bir dönem önceki değerlerinin çıkarılması işlemine fark alma işlemi denilmektedir. Bu işlem özellikle serideki değişimin yönünü ve büyüklüğünü görebilmek amacıyla yararlıdır. Ayrıca fark alma işlemi sayesinde serideki trend ya da mevsimsel dalgalanmaları yok etmek mümkün olmaktadır.³² Bundan dolayı uygulamalarda durağan olmayan serilerin durağanlığını sağlamak amacıyla fark alma işlemleri sıklıkla kullanılmaktadır. Zaman serisinin birinci farkları;

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} \quad (1.8)$$

işlemiyle elde edilmektedir. Bu işlemde de görüldüğü üzere serinin bir önceki dönemdeki değerleri bir sonraki dönem değerlerinden çıkarılmaktadır. Serinin ikinci farkları, ilk farklar serisine tekrar birinci farklar işleminin uygulanmasıyla elde edilmektedir. Gecikme işlemcisi de kullanarak zaman serisinin ikinci farkları;

$$\Delta^2 Y_t = (1 - L)^2 Y_t = \Delta Y_t - \Delta Y_{t-1} \quad (1.9)$$

biçiminde gösterilmektedir. Birinci ve ikinci dereceden fark alma işlemleri doğrusal ya da eğrisel trende sahip zaman serilerinin durağanlaştırılmasında kullanılabilir. Mevsimsel hareketler gösteren bir zaman serisi yukarıda verilen fark alma işlemleri ile durağanlaştırılmaz. Bu tür zaman serilerini durağanlaştırmada mevsimsel fark alma işlemine ihtiyaç duyulur. Örneğin veriler aylık ise mevsim periyodu 12 olmakta ve birinci mevsimsel fark;

$$\Delta_{12} Y_t = Y_t - Y_{t-12} = (1-L^{12})Y_t$$

şeklinde hesaplanabilir. Genel olarak 1. dereceden mevsimsel fark alma;

$$\Delta_s Y_t = Y_t - Y_{t-s} = (1-L^s)Y_t \quad (1.10)$$

şeklinde gösterilebilir. Burada s mevsimsel zaman serisinin periyodunu göstermektedir. Mevsimsel ikinci dereceden fark alma işlemine pratikte ihtiyaç duyulmasa da aşağıdaki formül ile yapılabilir.

$$\Delta_s^2 Y_t = \Delta_s Y_t - \Delta_s Y_{t-s} = (1-L^s)^2 Y_t \quad (1.11)$$

³²Kadılar, a.g.e, s.18

Birçok zaman serisi hem trend hem de mevsimsel bileşeni içerdiğinden hem trend için fark alma, hem de mevsimsellik için mevsimsel fark alma işlemleri birlikte yapılmaktadır. Bu işlem ise aşağıdaki gibi formüle edilebilir.³³

$$\Delta_s \Delta Y_t = \Delta_s Y_t - \Delta_s Y_{t-1} = Y_t - Y_{t-s} - Y_{t-1} + Y_{t-s+1} \quad (1.12)$$

Uygulamalarda genellikle serilerin birinci veya ikinci dereceden fark işlemleri yeterli olmaktadır. Üçüncü dereceden fark alma işlemlerine gerek kalmamaktadır.

1.5.3 Durağanlık

Çok önemli bir örneklem varsayımı durağanlıktır. Eğer bir serinin olasılık yapısı zaman içerisinde değişim gösteriyorsa o seri durağan değildir. Tersine bir serinin olasılık yapısı zaman içerisinde sabit kalıyorsa süreç durağandır.³⁴ Bir zaman serisinin durağan olmasının anlamı, ele alınan analiz süresince, serinin ortalamasının ve varyansının sabit olması ve gecikmeli iki zaman periyodundaki değişkenlerin kovaryansının zamana değil değişkenler arasındaki gecikmeye bağlı olmasıdır.³⁵ Zaman serileri bir stokastik süreç ve durağanlık ise stokastik süreçlerle ilgili önemli bir kavramdır. Stokastik süreç olarak bir zaman serisinin tüm özellikleri, yani ortalaması, varyansı, kovaryansı ve daha yüksek dereceden momentlerinde zamana göre sistematik bir değişim mevcut değilse ya da seri periyodik değişimlerden arınmışsa, seriye durağan zaman serisi, bu duruma ise “durağanlık” denilmektedir.

Bir stokastik sürecin birleşik dağılımını tanımlamak genellikle pratikte zor olduğundan, sürecin rassal değişkenleri Y_t , $t = 1, \dots, T$ için ortalamaları, varyansları ve kovaryansları dağılımın yerine kullanılmaktadır. Bir stokastik sürece karşılık gelen zaman serileri eğer,

- i. Ortalama $E(Y_t) = \mu_Y$ bütün t'ler için sabit ise
- ii. Varyans $\text{Var}(Y_t) = \sigma_Y^2 = \gamma_0$ bütün t'ler için sabit ise
- iii. Kovaryans $\text{Cov}(Y_t, Y_{t+k}) = \gamma_k$ bütün t'ler için sabit ve $k \neq 0$ ise

³³ Süleyman Günay, Erol Eğrioğlu ve Çağdaş Hakan Aladağ, **Tek Değişkenli Zaman Serileri Analizine Giriş**, Ankara, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 2007, s.18-19

³⁴ Robert S. Pindyck ve Daniel L. Rubinfeld, **Econometric Models and Economic Forecasts**, Singapore, Irwin/ McGraw-Hill International Edit., 1998, s.497

³⁵ Damodar N. Gujarati, **Temel Ekonometri**, Çevirenler: Ümit Şenesen, Gülay Günlük Şenesen, Literatür Yayınları, İstanbul, 6. Baskı, 2009, s.713-714.

bu zaman serileri zayıf durağan³⁶ (kovaryans durağan) olarak adlandırılır. Zayıf durağanlıkta ne ortalama, ne varyans ne de kovaryans zamana bağlıdır. Dikkat edilirse eğer bir süreç zayıf veya kovaryans durağan ise Y_t ile Y_{t+k} arasındaki kovaryans gözlemlerin tarihi belirten t 'ye değil, gözlemlerin zaman ayırımı uzunluğuna, yani k gecikme uzunluğuna bağlıdır. Bir kovaryans durağan süreç için γ_k ve γ_{-k} aynı döneme sahiptir. Dolayısıyla herhangi bir kovaryans durağan süreç simetrik olduğu için γ_k ve γ_{-k} bütün tamsayı k 'lar için yazılabilir.³⁷

Y_t rassal değişkeninin, zayıf durağanlık bahsedilen özelliklere sahip olmasının yanı sıra dağılımın zaman içinde değişmemesi özelliğine sahip olması halinde zaman serisi güçlü durağan olarak adlandırılmaktadır.³⁸

Bir stokastik süreçte rassal değişkenlerin Y_t 'nin her biri bir olasılık dağılımına sahip olduğundan stokastik bir süreç, söz konusu rassal değişkenlerin bileşik olasılık dağılımı ile ele alınabilmektedir. Dolayısıyla stokastik bir süreç veya karşılığı olan zaman serisi, eğer n sayıda gözlemin Y_{t_1}, \dots, Y_{t_n} herhangi bir setinin bileşik dağılımı k sayıda gecikmesi dikkate alındığında bütün n ve k için $Y_{t_1+k}, \dots, Y_{t_n+k}$ 'in bileşik dağılımının aynısı ise zaman serisinin kesin durağan olduğu söylenir.³⁹ Zaman serilerinin ARIMA ile modellenebilmeleri için zayıf durağan veya zayıf durağan hale getirilebilir olması gerekir. Bu bağlamda, çalışmanın bundan sonraki kısmında sadece zayıf durağanlık kavramı ile ilgilenecektir.⁴⁰

En basit durağan zaman serisi Beyaz Gürültü⁴¹ sürecidir. Beyaz Gürültü süreci aşağıdaki gibi gösterilir.

$$Y_t = e_t \quad e_t \sim IID(0, \sigma^2)$$

Burada e_t sıfır ortalama ve bağımsız olarak dağılmış tesadüfi değişkenlerden oluşur. Bu sürecin grafiği Şekil 1.7'de gösterilmiştir.

³⁶ Zayıf durağanlık geniş anlamı veya ikinci mertebe ya da kovaryans durağanlık olarak da adlandırılmaktadır.

³⁷ Sevüktekin ve Nargeleçekenler, a.g.e, s.59; James D. Hamilton, **Time Series Analysis**, New Jersey:Princeton University Press, 1994,s.45-46; Gangadharrao S. Maddala, **Introduction to Econometrics**, Third Edit, Newyork,John Wiley and Sons Ltd.,2002,s.515

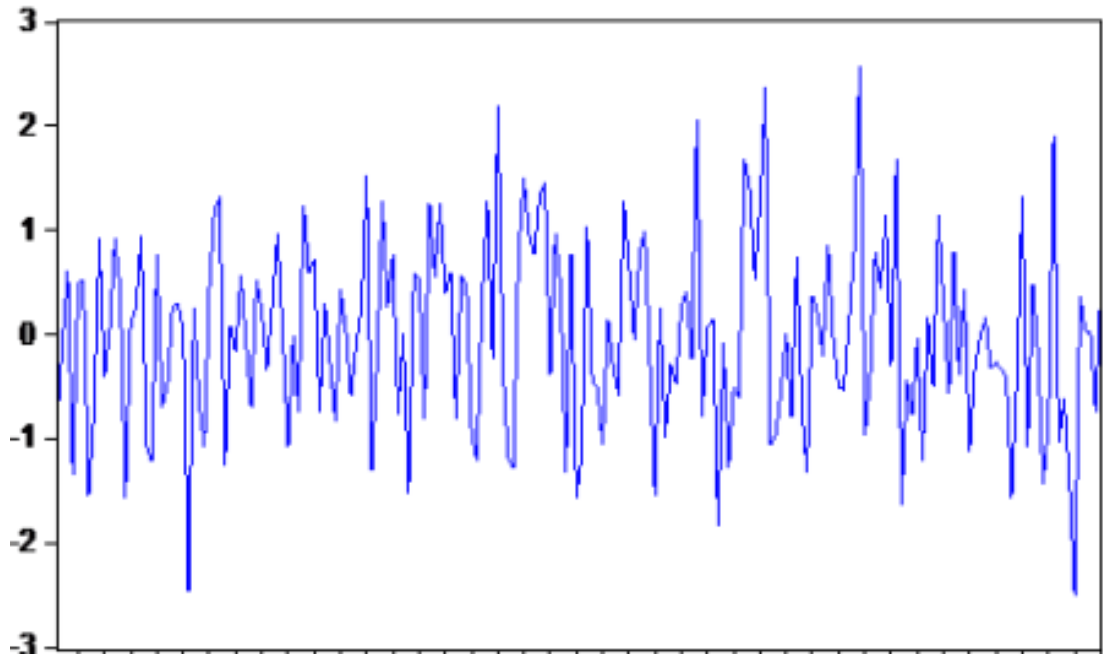
³⁸ Akgül 2003b,a.g.e, s.6

³⁹ Sevüktekin ve Nargeleçekenler, a.g.e, s.59

⁴⁰ Bu duruma bağlı olarak, çalışmanın bundan sonraki kısmında zayıf durağanlık kısaca durağanlık olarak ifade edilecektir.

⁴¹Beyaz Gürültü white noise karşılığı olarak kullanılmaktadır.Literatürde white noise için temiz veya saf dizi,pür rassal süreç,kuru gürültü gibi kavramlar da kullanılmaktadır. Bu çalışmada beyaz gürültü tercih edilecektir.

Şekil 1.7 Beyaz Gürültü Süreci



Şekil 1.7'de görüldüğü gibi seri ortalaması 0, varyansı σ^2 olan bağımsız ve aynı dağılımlı rastgele değişkenlerden oluşmuştur. Ayrıca serinin ortalaması sıfır olduğu için serinin değerleri sıfır noktasını sık kesen ve o nokta etrafında eşit aralıklı yayılım gösteren sabit varyanslı bir durağan seriye örnek teşkil eder.

Durağan zaman serisi örneklerine yarıya çok az rastlanır. Gerçek ve özellikle iktisadi yarıya karşılaşılan serilerin çoğu, serinin bileşenleri olan trend, mevsim dalgalanmaları, konjunktür dalgalanmalar ve tesadüfi dalgalanmalardan birini veya birkaçını birlikte içeren, dolayısıyla durağan olmayan serilerdir. Ancak bu tip serileri bir takım dönüştürme işlemleri ile durağan hale getirerek gelecek tahmininde kullanmak mümkündür. Söz konusu dönüştürmeler logaritma, fark alma, filtreleme ve trendden arındırma şeklinde sınıflandırılabilir. Ekonomik değişkenlerin, gerçek değerlerinden çok logaritmik değerlerinin doğrusal özellikte olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, analizde serilerin gerçek değerleri yerine logaritmik değerlerinin kullanımı yolu benimsenmektedir. Diğer bir ifadeyle, sürecin ortalaması arttıkça gözlemlerin değişkenliğinin de arttığı durumlarda, gözlemlerdeki oransal değişimler ortalamaya göre bağımsız olduğundan logaritma almanın yararı bulunmaktadır. Logaritma almanın yanında durağanlığın genellikle birinci ya da ikinci dereceden fark alınarak da sağlanabilmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, logaritma almanın varyansı, fark almanın ise ortalamayı durağan kılmasıdır.

Özellikle mevsimsel seriler incelenirken serinin seyrinin iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Bazı durumlarda dönüşüm yapmak, gereksiz fark almak veya her ikisini de uygulamak sorun yaratabilmektedir. Örneğin bir seride mevsimsellik varsa öncelikle mevsimsel fark almak faydalı olabilmektedir. Mevsimsel fark alındıktan sonra durağanlığın sağlanması gereksiz bir ilk fark alma sıkıntısından kurtarabilir. Ya da sadece mevsimsel fark almak hem fark durağanlığın hem de logaritması alınarak varyansın durağanlığının sağlanmasını sağlayabilmektedir. Başka bir deyişle serinin durağan dışı yapısı mevsimsel farklar alındıktan sonra giderilebilir. Yani ilk farkların tekrar alınmasına ihtiyaç duyulmayabilir. Bu durum seriye fazla dönüşüm uygulanmayarak serinin olası bozulmalarının da önüne geçeceğini göstermekte ve daha doğru sonuçlar bulmada fayda sağlamaktadır. Bir seriye önce mevsimsel fark alıp, daha sonra ilk farklarının alınması veya tam tersi durumunda bir fark yoktur. Dolayısıyla bir seriyi incelerken hem orijinal halini hem de dönüşme işlemleri uygulanmış halini birlikte analiz etmek özellikle model kurma sürecinde büyük fayda sağlayabilmektedir.

Zaman serileri alanında yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu belirsiz ve bilinmeyen gelecek hakkında doğru öngörü yapmaya yöneliktir. Eğer bir stokastik süreç durağan değilse, serinin davranışı sadece ele alınan tahmin dönemi için geçerli olacaktır. Oysa bir zaman serisinde, şokların etkisinin geçici olması bir süre sonra bu etkinin yok olması önemlidir. Çünkü şokların etkisi kalıcı ise ve zamanla azalmıyorsa seri ortalama değerine dönemez. Zaman serileri alanında yapılan çalışmalarda amaç güvenilir parametre tahmini yerine geleceğe yönelik öngörülerde bulunmak ve tahmin dönemi dışında da değişkenin genel tavrını ya da eğilimin yakalayabilmektir. Bu sebeplerden ötürü değişkenin durağan bir süreç izleyip izlememesi önemlidir.⁴²

Bir zaman serisinin analizine başlamadan önce, o serinin zaman içerisinde sabit olup olmadığının yani serinin durağanlığının araştırılması gerekir. Durağan olmayan bir seri ile analizler yapıldığında analiz sonuçları yanıltıcı olabilmektedir. Eğer bir seri trende sahip ise bu serinin beklenen değeri ya da bir başka ifadeyle ortalama düzeyi genellikle zamana bağlı olacak ve serinin gözlemleri arasında da bir ilişki olacaktır. Bir başka deyişle elde edilen son gözlem bir önceki ya da daha önceki gözlemlerden etkileniyor olacaktır. Durağanlığın araştırılmasında zaman serisinin

⁴² Hilal Bozkurt, **Zaman Serileri Analizi**, Bursa, Ekin Kitabevi, 2007, s.27

zaman yolu grafikleri ve korelogramı⁴³ grafiği incelenebileceği gibi birim kök testleri de kullanılabilir. Zaman serisi modellerinde, otoregresif (AR)⁴⁴ bir ekonometrik model için kurulan denklemin köklerinden en az bir tanesi mutlak değerce 1 olan serilere birim köklü seriler denmektedir. Denklemin bütün kökleri mutlak değerce 1 den küçük ise seri durağandır. Uygulamada en fazla kullanılan birim kök testleri Dickey-Fuller (DF), Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) ve Philips-Perron (PP) birim kök testleridir. Bu testlerin yanı sıra KPSS (Kwiatkowski-Philips-Schmidt-Shin), ADF-GLS (Nokta Optimal), ve Ng-Perron birim kök testleri de kullanılmaktadır.⁴⁵ Durağanlık analizleri için kullanılan bu testler konudan fazla uzaklaşmama adına ayrıca incelenmeyecektir. Bu çalışmanın uygulama aşamasında birim kök analizi için Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) testi kullanılacaktır.

1.5.4 Otokovaryans Fonksiyonu

Bir değişken zaman boyunca ölçüldüğünde serideki veriler bir ya da daha fazla gecikmeli dönemlerden etkilenerak çok sık olarak korelasyonlu oldukları gözlenir. Herhangi iki değişken değerleri arasında birlikte değişimin bir ölçüsü olarak kovaryans ve korelasyon katsayılarını hesaplama mantığına dayanan, bir zaman serisi gözlemlerinin gecikmeli değerleri arasında da kovaryans ve korelasyon katsayısı hesaplanabilir. Tek bir zaman serisi değişkeninin gecikmeli değerleri arasında birlikte değişimin bir ölçüsü otokovaryans olarak adlandırılır.⁴⁶

Otokovaryans fonksiyonu zaman serilerine uygulanan, serilerin ilişki ve özelliklerini açıklayan ve bu nedenle analiz edilecek zaman serilerine uygun olabilecek zaman serisi modelinin seçiminde yardımcı olan, açıklayıcı bilgi oluşturan önemli fonksiyonlardan birisidir.

Zaman serilerinin analizi sırasında otokovaryans fonksiyonu örnek momentleri kullanılarak tahmin edilmekte ve iki rassal değişken arasındaki kovaryansın genel gösterimi;

$$\text{Cov}(x,y) = E \{(x - E(x))(y - E(y))\} \quad (1.13)$$

⁴³ Korelogram ACF ve PACF değerleri ile k gecikme değerlerinin karşılıklı işaretlenmesiyle elde edilen grafiklere denir.

⁴⁴ Otoregresif yani kısaca AR süreci gecikmiş bağımlılığı yansıtan bir istatistiksel modeldir. Daha sonraki bölümlerde detaylıca ele alınacaktır.

⁴⁵ Muzaffer Akıncı, **Zaman Serilerinde Durağanlık Analizi ve İhracatın GSMH İçindeki Payı Üzerine Bir Uygulama**, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kars, 2008, s.48

⁴⁶ Sevüktekin ve Nargeleçkenler, a.g.e, s.251

olarak yapılmaktadır. Benzer şekilde stokastik sürecin Y_t , Y_{t+k} gibi iki elemanı için kovaryans teorik olarak;

$$\gamma_k = \text{Cov}(Y_t, Y_{t+k}) = E\{(Y_t - E(Y_t))(Y_{t+k} - E(Y_{t+k}))\} = E\{(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)\} \quad (1.14)$$

olarak gösterilmekte ve γ_k otokovaryans fonksiyonu olarak adlandırılmaktadır.⁴⁷ Stokastik sürecin özelliklerini saptamada önemli bir araç olarak kabul edilen otokovaryans fonksiyonu için uygulamada $k=0,1,2,\dots$ için

$$\hat{\gamma} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^{T-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})$$

(1.15)

formülü kullanılmakta ve \bar{Y} , seri değerlerinin ortalamasını simgelemektedir. Örnek hacminin küçük olması durumunda ise payda da yer alan ve gözlem sayısını gösteren T ile $T-k$, serbestlik derecesi kaybını düzeltmek amacı ile yer değiştirmektedir. Bu aracın zayıf yönü ise otokovaryansların Y sürecinin ölçme birimlerine tabi olmasıdır.⁴⁸ Örneklem otokovaryansının güvenilir olabilmesi için gözlemlerin yeterli sayıda olması gerekmektedir. Çünkü gecikme sayısı artıkça tahminde kullanılan gözlem sayısı azalmakta ve bu azalış tahmin hatasını artırmaktadır. Yeterli bir otokovaryansın belirlenebilmesi için, uygulamada gözlem sayısının en az 50 olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca hesaplanacak kovaryans katsayısının da en çok $n/4$ kadar olması, başarılı bir analiz için yeterli sayılmaktadır.

1.5.5 Otokorelasyon Fonksiyonu

Otokorelasyon katsayıları farklı zamanlardaki gözlemler arasındaki ilişkiyi gösteren katsayılar olup zaman serilerine ilişkin özelliklerin önemli bir göstergesi olarak kabul edilirler. Otokorelasyon katsayıları, serinin geçmiş dönem değerleri arasındaki korelasyonun, yani aralarındaki bağımlılığın ne derece olduğunu ortaya koyarlar.⁴⁹ Bir stokastik sürecin bütün bir teorisini oluşturmak (yani olasılık dağılımına dayanarak gerçek durumunu tanımlamak) genelde imkansız iken, otokorelasyon fonksiyonu, modelleme amacıyla sürecin kısmen teorisini oluşturmada oldukça yararlı bir araçtır. Otokorelasyon fonksiyonu Y_t serisindeki yakın komşu veri noktaları arasında ne kadar korelasyonlu (veya yakın komşu değerler arasındaki karşılıklı ne kadar bağımlı) olduklarını belirlemektedir.⁵⁰ Otokorelasyon katsayıları basit korelasyon katsayıları (bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki ilişkinin

⁴⁷ Sabit ortalamaya, sonlu varyansa sahip beyaz gürültü sürecini simgeleyen e_t 'nin otokovaryans fonksiyonu her zaman sıfırdır.

⁴⁸ Akgül 2003b, a.g.e, s.10

⁴⁹ Akgül 2003b, a.g.e, s.11

⁵⁰ Sevüktekin ve Nargeleçekenler, a.g.e, s.252

derecesini gösteren) gibi hesaplanmaktadır. Tek fark bağımsız değişkenin incelenen değişkenin geçmiş dönem değerleri olmasıdır. k gecikme ile otokorelasyon sayıları;

$$\rho_k = \frac{Cov(Y_t, Y_{t-k})}{\sigma_{Y_t} \sigma_{Y_{t-k}}} \quad (1.16)$$

ile hesaplanır. Denklem (1.16) paydasında t dönemdeki durağan bir süreç için standart sapması, t-k dönemindeki standart sapma ile aynıdır. Dolayısıyla payda stokastik bir sürecin varyansı olacağından otokorelasyon fonksiyonu;

$$\rho_k = \frac{Cov(Y_t, Y_{t-k})}{\sigma_y^2} = \frac{\gamma_k}{\sigma_y^2} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad (1.17)$$

şeklinde gösterilmektedir. Otokovaryans fonksiyonunun farklı ölçme birimlerine dayanıyor olmasının yarattığı olumsuzluğu ortadan kaldırmak ve normalleştirilmiş değerler elde etmek amacı ile serinin otokorelasyonları elde edilmektedir. ACF⁵¹ $\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$ ifade edildiğinden süreçteki ölçme birimlerinden bağımsız olup sadece k gecikmesine veya zaman farkına bağlı olmaktadır.⁵²

ACF bir zaman serisinin farklı dönemdeki gözlem değerleri arasındaki ilişkinin gücünü göstermektedir. Bu katsayıların yüksek olması değişkenin geçmiş dönem değerlerine bağımlı olduğunu, düşük olması ise değişkenin tesadüfi olduğunu gösterir.⁵³ ACF gecikmenin simetrik bir fonksiyonudur. Yani pozitif bir korelasyonun yerine negatif bir korelasyon veya tersini dikkate almak aynı olacağından $\rho_k = \rho_{-k}$ yazılabilir. Dolayısıyla bir ACF çizilmek istendiğinde (yani k'nın farklı değerleri için ρ_k 'nın çizilmek istendiğinde) k'nın yalnızca pozitif değerlerini dikkate almak yeterli olacaktır.⁵⁴ ACF değerleri +1 ve -1 arasında değerler alır. Yani $-1 \leq \rho_k \leq 1$ olmaktadır.

ACF yardımı ile mevsimsellik ilişkisinin de analiz edilmesi mümkün olmaktadır. Mevsim etkisi taşıyan aylık Y_t serisinde Y_t ile Y_{t-12} arasında beklenen korelasyon muhtemelen Y_{t-12} ile Y_{t-24} arasında da ortaya çıkacaktır. Bu korelasyonların ACF'de aylık mevsimsel veriler için:12,24,36,... gecikmelerinde zirveler şeklinde görülmesi beklenmektedir. ACF özellikle zaman serisinin durağanlığı konusunda bilgi verme amacı ile kullanılmaktadır. Bu anlamda k gecikme uzunluğu arttıkça serinin ACF değerleri hızla azalıyor ve kısa gecikmelerde

⁵¹ ACF Auto Correlation Function ifadesinin kısaltmasıdır. Çalışmanın bundan sonraki kısmında otokorelasyon fonksiyonu için kısaca ACF kullanılacaktır.

⁵² Akgül 2003b, a.g.e, s.12

⁵³ Göktaş, a.g.e, s.9

⁵⁴ Pindyck ve Rubinfeld, a.g.e, s.446-447; Chatfield, a.g.e, s.61

ekseni kesiyorsa serinin durağana olduğuna, serinin ACF değerleri yavaş bir hızla azalıyor ve ancak uzun gecikmelerde eksenini kesiyorsa serinin durağan olmadığına karar verilmektedir.⁵⁵

ACF değerlerinin istatistik açıdan sıfırdan farklı olup olmadığının test edilmesi durumunda büyük örnekler için $t_{\rho_k} = \frac{\rho_k}{\sqrt{\text{Varyans}}}$ olarak bilinen t benzeri testler kullanılabilir. ⁵⁶ Örnek birim sayısı yeterli büyüklükte olduğunda ACF değerleri sıfır ortalama ve $\frac{1}{n}(1 + 2\sum_{j=1}^{k-1}\rho_j^2)$ varyans ile yaklaşık normal dağılacaktır. Eğer seçilen anlamlılık düzeyinde hesaplanan test istatistiği t tablo kritik değerinden (% 5 anlamlılık düzeyinde büyük örnekler için yaklaşık değer 2 alınmaktadır) büyükse ACF' nin sıfır olduğu hipotezi red edilir. Hesaplanan test istatistiği;

$$|t_{\rho_k}| \leq 2 \text{ olduğunda ACF anlamsız}$$

$$|t_{\rho_k}| > 2 \text{ olduğunda ACF anlamlı}$$

kararları %5 anlamlılık düzeyi için alınmaktadır.

1.5.6 Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu

Kısmi otokorelasyonlar, otokorelasyonlar gibi seri değerleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacı ile kullanılan bir başka istatistiksel ölçü kümesidir. Otokorelasyon fonksiyonu, bir zaman serisinde iki nokta arasındaki ilişkiyi araştırmakta yararlı bir ölçüdür. Ancak bazen bu iki nokta arasında ilişki araştırılırken bu noktalar arasında kalan gözlemlerin etkisinin arındırılması zaman serisi hakkında daha fazla bilgi edinmemizi sağlar. Bu şekilde hesaplanan ilişki iki nokta arasındaki kısmi otokorelasyondur. Kısmi otokorelasyon fonksiyonu uygulamalarda kısaca PACF⁵⁷ olarak gösterilmektedir.

Bir zaman serisinde Y_t ile Y_{t-k} arasındaki korelasyonun büyük bir kısmının, bu değişkenlerin arasındaki korelasyonun Y_{t-1} , Y_{t-2} , ..., Y_{t-k+1} gecikmelerine sahip olması nedeni ile olduğu belirtilmektedir. Bu korelasyonları düzeltmek amacı ile hesaplanan PACF değerleri, durağan bir değişkenin t ve t-k gibi iki farklı dönemde birbirleri ile olan ilişkisini, yani Y_t ve Y_{t-k} arasındaki ilişkiyi, bu zaman dönemleri

⁵⁵ Akgül 2003b, a.g.e, s.15

⁵⁶ Orhunbilge, a.g.e, s.144

⁵⁷ PACF Partial Auto Correlation Function ifadesinin kısaltmasıdır ve çalışmanın bundan sonraki kısmında kısmi otokorelasyon fonksiyonu için kısaca PACF kullanılacaktır.

arasında kalan diğer tüm dönemlerdeki t-1, t-2, gibi gecikmeleri dışlayarak veya sabit tutarak ortaya koymaktadır.⁵⁸ PACF değerleri ACF'lerden türetilebilir;

$$\rho_{11} = \rho_1 \quad (1.18)$$

$$\rho_{22} = (\rho_2 - \rho_1^2)/(1 - \rho_1^2) \quad (1.19)$$

$$\rho_{kk} = \frac{\rho_k - \sum_{j=1}^{k-1} \rho_{k-1,j} \rho_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \rho_{k-1,j} \rho_j} \quad (1.20)$$

Buradan da;

$$\rho_{kj} = \rho_{k-1,j} - \rho_{kk} \rho_{k-1,j} \quad (1.21)$$

denklemleri elde edilmektedir.⁵⁹

Bir AR(p) modelinde, $k < p$ olduğu durumda PACF değerleri sıfırdan farklı ve $k > p$ olduğu durumda da PACF değerleri sıfıra eşittir. Diğer yandan, bir hareketli ortalama (MA)⁶⁰ sürecinde PACF değerleri bütün gecikme değerleri için sıfırdan farklıdır.⁶¹ PACF değerleri AR modellerin derecesinin belirlenmesinde kullanıldığından, AR süreçler için büyük önem taşır. AR modellerin derecesini belirleyebilmek için hesaplanan PACF değerlerinin hangi gecikmeden sonra sıfırdan farklı olmayan değerler aldığına karar vermek gerekir. PACF değerleri standart hatası verilecek karar için bir ölçüdür ve uygun model tipinin belirlenmesinde yardımcı olmaktadır.

Hem ACF hem de PACF değerleri ARIMA⁶² yönteminin uygulamasında belirleme safhasında, durağanlığı sağlama durumunda fark alma derecesini belirlerken, mevsimsellik ilişkisi analiz edilirken, denenen modelin seçimi sırasında, öngörü aşamasında, ayırt edici kontrolde ve hata terimlerinin analizi sırasında kullanılmaktadır.⁶³ ACF, PACF ve Q⁶⁴ istatistiklerinin birlikte hesaplatıldığı özellikle k sayıda gecikmenin serinin istatistiksel olarak anlamlı bir katsayı üretip üretmediğini korelogram grafikleri vasıtasıyla takip etmek mümkündür.

⁵⁸ Akgül 2003b, a.g.e, s.23

⁵⁹ Kutlar, a.g.e, s.40-41;Göktaş,a.g.e, s.12-13,Sevüktekin ve Nargeleçekenler,a.g.e,s.263-264

⁶⁰ MA süreci Hareketli Ortalamalar süreci olarak ifade edilmektedir. Box-Jenkins Metodolojisinde detaylıca ele alınacaktır.

⁶¹ Box, Jenkins ve Reinsel, a.g.e, s.66

⁶² ARIMA yöntemi Otoregresif Entegre Hareketli Ortalamalar süreci olarak ifade edilmektedir. Box-Jenkins Metodolojisinde detaylıca ele alınacaktır.

⁶³ Akgül 2003b, a.g.e, s.27

⁶⁴ Q istatistikleri Ayırt Edici Kontrol bölümünde detaylıca ele alınacaktır.

1.6 Zaman Serileri Analizinde Kullanılan Öngörü Yöntemleri

Zaman serileri analizi, bir zaman serisinin kendi olasılıksal yapısının keşfedilmesi ve gelecekteki durumunun öngörülmesi veya birden fazla zaman serisi arasındaki ilişkilerin belirlenerek ortaya çıkarılması işlemi olarak özetlenebilir. Öngörü yöntemleri ise gelecekte ortaya çıkacak olaylar hakkında çıkarım yapmak için geçmişten gelen bilginin organize edilmesinin basit sistematik bir yoludur. Öngörü yöntemleri kantitatif (quantitative, sayısal) ve kalitatif (qualitative, nitel) olarak iki gruba ayrılabilir. Kalitatif yöntemler yargısal yöntemler olarak da adlandırılır. Kalitatif yöntemlerde matematiksel kurallar yerine uzman görüşlerinden yararlanılarak öngörüler elde edilir. Kantitatif yöntemlerde ise daha çok matematiksel kurallar işletilir. Kantitatif yöntemler nedensel ve nedensel olmayan (extrapolative) yöntemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Nedensel olmayan yöntemlerde nedensel ilişkiler göz ardı edilerek zaman serisinin geçmişteki örüntülerinden geleceği tahmin edilmektedir. Nedensel modellerde ise açıklayıcı değişkenler belirlenerek çok değişkenli bir analiz yapılmaktadır. Literatürde iyi bilinen zaman serisi öngörü yöntemleri özelliklerine göre Tablo 1.1'de gösterilmiştir.⁶⁵

Tablo 1.1'de gösterilen bu yöntemlerden en sıklıkla kullanılanı Box-Jenkins modelleridir. Yapay Sinir Ağları yöntemi de son yıllarda öngörülerde yaygın olarak kullanılmaya başlanmış ve bu alanda adından oldukça söz ettirmeyi başarmıştır. Bu çalışmanın bir sonraki bölümünde literatürde zaman serileri analizi öngörülerinde yaygın olarak kullanılan Box-Jenkins modelleri ile günümüzde alternatif bir yöntem olarak sıkça kullanılan ve hızla gelişen Yapay Sinir Ağları yöntemi anlatılacaktır.

⁶⁵ Douglas C. Frechtling, **Forecasting Tourism Demand: Methods and Strategies**, Butterworth-Heinemann, Oxford,2001,s.20-21

Tablo 1.1 Zaman Serileri Analizinde Kullanılan Öngörü Yöntemleri

Nedensel Yöntemler (Casual Methods)	Nedensel Olmayan Yöntemler (Extrapolative Methods)
Regresyon Analizi, Eşanlı Modeller	Ayrıştırma Yöntemleri
Gecikme Modelleri	Zaman Serisi regresyonu Yöntemleri
Nedensellik Analizi	Üstel Düzleştirme Yöntemleri
Vektör Otoregresif (VAR) Modelleri	Box-Jenkins Yöntemi (ARIMA Modelleri)
Eşbütünleme Analizi	
Alternatif Zaman Serisi Öngörü Yöntemleri	
Yapay Sinir Ağları	
Bulanık Zaman Serisi Yaklaşımları	
Bulanık ARIMA ve Bulanık Zaman Serisi Regresyon	
Kalitatif Yöntemler	
Delphi Metodu	
Kişisel Olasılık Belirleme	
Yönetici Yargısı Seçeneği Yöntemi	
Müşteri Niyet Anketleri	

İKİNCİ BÖLÜM

BOX-JENKİNS METODOLOJİSİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI

2.1 Box-Jenkins Metodolojisi

George E.P. BOX ve Gwilym M. JENKINS tarafından durağan tek değişkenli zaman serilerinin analizi için geliştirilen¹ ve öngörü uygulamalarında kullanılan Box-Jenkins yöntemi, ARIMA modelleri olarak da adlandırılmaktadır. 1970’li yıllarda temelleri atılan Box-Jenkins modellerinde iktisadi bir değişken; zaman serilerinin olasılık özellikleri kullanılarak değişkenin kendi gecikmeli değerleri, olasılıklı hata terimleri veya bunların bir kombinasyonu aracılığıyla modellenir. Daha açık bir ifadeyle değişken kendi dinamiğiyle açıklanmaya çalışılır. Modeller kurulurken herhangi bir iktisadi teoriye başvurulmadığından bu modellere “kuramsız” modeller de denilmektedir.²

2.1.1 Box-Jenkins Modelleri

Zaman serilerinin öngörüsünde bilinen ve yaygın bir şekilde kullanılan istatistik yöntemlerinin en kapsamlısı olan Box-Jenkins modelleri kesikli ve doğrusal stokastik süreçlere dayanır. Box-Jenkins modellerinden olan otoregresif (AR) ve hareketli ortalama (MA) modelleri ve bunların birleşimi olan otoregresif hareketli ortalama (ARMA) modelleri durağan süreçlere uygulanırken, otoregresif entegre hareketli ortalama (ARIMA) modelleri durağan olmayan süreçlere uygulanır.³ Ayrıca mevsimsel zaman serilerini de kapsayacak şekilde literatürde Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama (SARIMA) modelleri de bulunmaktadır. Box-Jenkins modelleri, durağan, durağan olmayan, mevsimlik değişme içeren, mevsimlik değişme içermeyen her çeşit zaman serisine uygulanabilen esnek modeller olduğundan uygun modelin belirlenmesinde durağanlık, daha önce de vurgulandığı gibi büyük önem taşımaktadır.

¹ George E.P. Box, Gwilym M. Jenkins ve Gregory C. Reinsel, **Time Series Analysis Forecasting and Control**, New Jersey, Prentice-Hall Inc., Third Edition, 1994, s.32; Robert Yaffee and Monnie McGee, **An Introduction to Time Series Analysis and Forecasting with Applications of SAS and SPSS**, Academic Pres Inc., Boston, 2000, s.69

² Gujarati, a.g.e, s.735

³ Özgür Polat, **Türkiye'nin Dış Ticaret Verilerinin Öngörüsünde Yapay Sinir Ağları ve Box-Jenkins Modellerinin Karşılaştırmalı Analizi**, Basılmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum, 2009a, s.47

2.1.1.1 Otoregresif Modeller: AR

Bir zaman serisi kendi gecikmeli değerlerinin bir fonksiyonu şeklinde ifade ediliyorsa otoregresif⁴ (Autoregressive) süreç olarak adlandırılmaktadır. Birçok iktisadi veri otoregresif zaman serisi olarak modellenmektedir. Örneğin, aylık enflasyon oranları bir önceki değerlerinden etkilendiği gibi daha önceki aylardaki oranlardan da etkilenir. Ağustos ayının enflasyon oranı, Temmuz ayının oranı ile bir önceki yılın Ağustos ve Temmuz aylarındaki enflasyon oranlarından etkileneceği düşünülür. Tabii, diğer aylardaki artış oranları da Ağustos ayındaki artış oranı ile ilişkili olabilir.⁵ Zaman serisi modellemesinde Y_t gibi bir değişkenin geçmiş değerlerinde içerilen bilgi, söz konusu değişkenin gelecek değerlerinin öngörüsünü yapmada oldukça fayda sağlar. Bu tip gecikmiş bağımlılığı yansıtan bir istatistiksel bir model örneği birinci derece otoregresif bir süreç ile verilmektedir.

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad t=1,2,3,\dots,T \quad (2.1)$$

Bu birinci derece otoregresif süreçte δ kesme parametresi ve stokastik sürecin ortalaması ile ilgili sabit bir terim; ϕ -1 ile +1 arasında değer aldığı varsayılan bilinmeyen parametre ve ε_t ortalaması sıfır sabit bir varyansla σ^2 korelasyonsuz yani beyaz gürültü sürecine sahip bir hata terimidir.⁶ Bu denklem birinci derece otoregresif zaman serisi modelidir. Çünkü Y_t yalnızca kendi ve bir önceki dönemdeki değerine ve bir rassal kalıntıya bağlıdır. Bu istatistiksel model yapısı AR(1) süreci olarak tanımlanır.⁷

Bir ekonomik değişken için zaman serisi istatistiksel modeli tanımlandığında, zaman serisinin $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_t$ oluşum sürecinin mahiyetini tam anlamıyla bilmek güçtür. Eğer sürecin otoregresif olduğu tahmin edilse bile birinci derece otoregresif süreçten daha karmaşık olması muhtemeldir. Y_t yalnızca Y_{t-1} 'e bağlı değil ayrıca $Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-3}, \dots$ 'e bağlı olabilir. Dolayısıyla p. dereceden bir otoregresif sürecin istatistiksel modeli AR(p) şu şekilde gösterilebilir:

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.2)$$

⁴ Süreç incelenen değişkenin p-sayıda kendi gecikmeli değerleri üzerine regresyonunun söz konusu olması nedeni ile otoregresif olarak adlandırılmaktadır.

⁵ Akdi, a.g.e, s.56

⁶ Ruey S. Tsay, **Analysis of Financial Time Series**, USA, John Wiley & Sons, 2004, s. 32

⁷ Pindyck ve Rubinfeld, a.g.e, s. 526

Burada δ kesme parametresi ve stokastik süreç olan Y_t 'nin ortalamasını, $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ 'ler bilinmeyen otoregresif parametrelerdir. Hata terimi ε_t ortalaması sıfır sabit bir varyansla σ^2 korelasyonsuz rassal değişkenler olarak varsayılır.⁸

AR(p) modeli (1.7) numaralı denklemle ifade edilen gecikme işlemcisi kullanıldığında

$$Y_t = \delta + \phi_1 L Y_t + \phi_2 L^2 Y_t + \dots + \phi_p L^p Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

$$(1 - \phi_1 L + \phi_2 L^2 + \dots + \phi_p L^p) Y_t = \delta + \varepsilon_t \quad (2.3)$$

$$\phi(L) Y_t = \delta + \varepsilon_t \quad \phi(L) = 1 - \phi_1 L + \phi_2 L^2 + \dots + \phi_p L^p \quad (2.4)$$

olarak gösterilebilir.⁹

(2.4) numaralı denklemin sağ tarafındaki $\phi(L)$ polinomu gecikme işlemcisi olarak tanımlanır. Tüm gözlemler için ortalama sabit olduğundan, μ ifadesi aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$E(Y_t) = E(\delta + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t)$$

$$\mu = \delta + \phi_1 \mu + \phi_2 \mu + \dots + \phi_p \mu$$

$$\mu = \frac{\delta}{1 - \phi_1 - \phi_2 - \dots - \phi_p} \quad (2.5)$$

Sürecin ortalamasını ifade eden bu formül bize durağanlık için bir koşul sunar. Eğer süreç durağan ise, (2.5) numaralı denklemde gösterilen ortalama sonlu olmalıdır. Eğer bu gerçekleşmiyorsa, süreç herhangi bir referans noktasından daha uzağa kayar ki, bu durumda süreç durağan olmaz. ($Y_t = \mu + Y_{t-1} + \varepsilon_t$ şeklinde gösterilen kayan rassal yürüyüş sürecinde $\phi_1 = 1$ ve $\mu > 0$ olması sonucunda süreç devamlı kayma eğilimindedir). Eğer μ sonlu ise aşağıdaki koşulun gerçekleşmesi gerekir.¹⁰

$$\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_p < 1 \quad (2.6)$$

AR süreci için şöyle bir örnek verebiliriz. Bir limonata satıcısı olduğunuzu ve her saat beş bardak limonata sattığınızı düşünelim. Eğer siz limonata sattığınız yeri kapatmak ve limonata bittiği için satmaktan vazgeçmek istemiyorsanız, her saat başına tükenen limonata yerine yeni limonata doldurmanız gerekir. Böylece her saat beş bardak limonata satılsa da siz her zaman yerine yenisini ilave ettiğinizden siz bir kaza geçirmediğiniz sürece asla limonata satışınızda bir aksama olmaz. Bu bir

⁸ W.E. Griffiths, R. C. Hill ve G.G. Judge, **Learning and Practicing Econometrics**, Newyork, John Wiley&Sons, 1993, s. 642

⁹ Akgül 2003b, a.g.e, s.37

¹⁰ Pindyck ve Rubinfeld, a.g.e, s. 528

otoregresif süreci tarif eder.Çünkü daha az ya da daha fazla limonata satmanız şeklinde bir çok belli bir saatteki limonata seviyesini etkiler.¹¹

Uygulamada AR süreci için p derecesinin belirlenmesinde PACF'dan faydalanılmaktadır. PACF, diğer gecikmelerin etkisi sabit kalmak koşuluyla Y_t ile herhangi bir k gecikmesinde oluşturulan Y_{t-k} gözlemleri arasındaki korelasyon anlamına gelir. Y_t üzerinde etkili olan gecikmelerde PACF'ın sıfırdan farklı yani istatistiki olarak anlamlı olması gerekir. PACF değerleri p gecikmeye kadar anlamlı, p gecikmeden sonra anlamsız ise sürecin derecesinin p olduğu söylenir.¹² PACF değerleri bir gecikme için sıfırdan farklı, diğerleri için sıfırdan farklı değilse süreç AR(1), iki gecikme için sıfırdan farklı, diğerleri için sıfırdan farklı değilse süreç AR(2) süreci olarak ifade edilebilir.

2.1.1.2 Hareketli Ortalama Modelleri: MA

Bir değişkenin AR(p) modelinde gözlenen değeri onun geçmiş ve bir rassal kalıntı değeri ile ilgilidir. AR(p) modeli ile gösterilen yapıdaki ilişkilere ekonomide çok sıkça rastlanmaktadır. Bununla birlikte, hareketli ortalama süreci olarak adlandırılan başka bir zaman serisi yapısı formu ile ifade edilebilecek birkaç ekonomik hipotez söz konusudur. Örneği birçok hisse senedi piyasasına ilişkin açıklamada bir hisse senedinin fiyatında bir günden diğer bir güne gerçekleşen değişme ortalaması sıfır ve sabit bir varyansla korelasyonsuz rassal değişkenlerin bir dizisi gibi davrandığı bulunmuştur. Eğer t günündeki hisse senedinin fiyatı P_t olarak alınırsa bir günden diğerine fiyattaki değişme $Y_t = P_t - P_{t-1} = \varepsilon_t$ ile verilebilir. Burada hatalar ε_t korelasyonsuz rassal değişkenlerdir. Rassal bileşen ε_t şirketin finansmanı hakkındaki elde edilen yeni bilgiler, firmanın ürün popülaritesindeki ani yükseliş ve düşüşler, yeni veya etkin rakiplerin ortaya çıkmasından ötürü oluşturduğu tehlike, teknolojik gelişmelere ilişkin ilanlar veya haberler ya da üst düzey yönetim boyutlarında skandalların açığa çıkması gibi hisse senedi fiyatlarına etki edebilecek muhtemel etkileri içerir. Fakat bütün bunlara rağmen herhangi beklenmeyen haberlerin tümünün etkisi bir gün içerisinde piyasada bütünüyle emilmez. Bu durumda fiyat değişimleri sonraki günlerde etkilenebilir. Örneğin;

$$Y_t = \varepsilon_{t+1} + \theta_1 \varepsilon_t \quad (2.7)$$

¹¹ Robert Sandy, **Statistics for Business and Economics**, Mc-Graw-Hill C, USA, 1990, s.693-694

¹² Tsay, a.g.e, s.41

burada ε_{t+1} , t+1 günündeki alınan yeni haberlerin (veya bilgilerin) etkisini gösterir ve $\theta_1 \varepsilon_t$ bir gün öncesinin haberlerinin devam ede gelen etkisini yansıtır. Denklem (2.7) 'deki istatistiksel model bir hareketli ortalama kısaca MA (Moving Avarage) sürecidir.¹³

Hareketli ortalama süreci; zaman serisinin şimdiki değerinin, sürece ait rassal kalıntıların (ε_t) geriye doğru ağırlıklı toplamını ifade eder. MA(q) süreci aşağıdaki gibi gösterilebilir.¹⁴

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.8)$$

Burada; ε_t , ortalaması sıfır ve sabit bir varyansa sahip korelasyonsuz rassal kalıntıları, θ_i ise (i=1,2,...,q) bilinmeyen parametreleri ifade etmektedir. Denklem (2.8)'e dikkat edilirse AR(p) modelinden farklı olarak "kesme" parametresi δ yerine μ ile gösterilmiştir.

MA(q) modeli (1.7) numaralı denklemle ifade edilen gecikme işlemcisi kullanıldığında

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t + \theta_1 L \varepsilon_t + \theta_2 L^2 \varepsilon_t + \dots + \theta_q L^q \varepsilon_t$$

$$Y_t = \mu + (1 + \theta_1 L + \theta_2 L^2 + \dots + \theta_q L^q) \varepsilon_t \quad (2.9)$$

$$Y_t = \mu + \theta(L) \varepsilon_t \quad \theta(L) = 1 + \theta_1 L + \theta_2 L^2 + \dots + \theta_q L^q \quad (2.10)$$

olarak gösterilebilir.¹⁵

Bir hareketli ortalama süreci MA(q), q tane durağan, sıfır ortalama ve sabit varyansa sahip hata terimlerinin bir ortalaması olduğu için her hareketli ortalama durağan olmaktadır. Bu süreçle ilgili en önemli özelliklerden biri tersine çevrilebilirliktir. Gecikme işlemcisi L kullanılarak 1. dereceden hareketli ortalama süreci MA(1);

$$Y_t = (1 + \theta L) \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = Y_t / (1 + \theta L) \quad (2.11)$$

şeklinde olur. MA(1) modelinin tersine çevrilebilmesi için $|\theta| < 1$ olması gerekmektedir. Genelde q. dereceden bir hareketli ortalama sürecini ifade eden polinomun kökleri mutlak değerdeki kökten büyükse MA(q) tersine çevrilebilir. Tersine çevrilebilirlik koşulu sayesinde MA(q) süreci, AR(∞) şeklinde ifade

¹³ Sevüktekin ve Nargeleçekenler, a.g.e, s.154-155

¹⁴ Frechtling, a.g.e, s.123

¹⁵ Akgül 2003b, a.g.e, s. 68

edilebilmektedir.¹⁶ Yani daha farklı ifade etmek gerekirse pür bir MA sürecinin özellikleri, aynı zamanda pür bir AR sürecinin tersinin özellikleridir diyebiliriz.

MA süreci; yavaş etkileri modellemede kullanılan ve serideki trend eğilimini ortadan kaldırmak için tercih edilen bir yöntemdir.¹⁷ MA süreci için şöyle bir örnek verebiliriz. Yolda kalan kamyonları çekmek üzerine uzmanlaşmış olan bir şirkete sahip olduğunuzu düşünürseniz, her bir yolda kalan aracın çekilmesi bir bağımsız olay olacaktır. Deneyimleriniz aracın bozulduğu yere ve araca sahip olan şirketin bir tamir şirketinin tamirhanesinin olduğu yere bağlı olarak, bir aracın çekilmesi ve onun tamirhaneye götürülmesi için üç günün gerekli olduğunu göstermiştir. Eğer siz yeterli çekiciye sahip olmazsanız aracın sahipleri bu işi başkasına verecektir. Bir gündeki tamir edilmek için çekilmesi gerekli araç sayısı size gerekli olan çekici için bilgi vermektedir. Üç gün ötesinde, bu günkü tercihler size gelecekte olanlar hakkında bir şey söylemez. Bu süreç bir hareketli ortalama sürecidir.¹⁸

MA sürecinin de mertebesini belirlemek için ACF kullanılmaktadır. Sıfırdan farklı ve çok uzun olmayan gecikmelerde hesaplanan ACF'ler MA sürecinin derecesini belirlemede yardımcı olur.¹⁹ Eğer model sadece bir tane rassal şoka bağlı ise yani MA(1) yapısına sahip ise ACF(1) sıfırdan farklı değer alırken diğer ACF'ler sıfır değeri alacaktır. Benzer biçimde MA(2) modelinde ilk iki gecikmede ACF sıfırdan farklı değer alırken, daha yüksek gecikmelerde sıfır değeri alacaktır.

2.1.1.3 Otoregresif :Hareketli Ortalama Modeli: ARMA

Durağan bir zaman serisini AR veya MA modeli ile tanımlamak bazı durumlarda kullanışsız olabilmektedir. Çünkü yüksek dereceden AR veya MA modeli için çok sayıda parametreye gereksinim vardır. Bunun yerine AR ve MA modellerinin bir kombinasyonu olan ARMA modelleriyle parametre sayısı azaltılabilmekte ve seri için sadece AR ve sadece MA modellerinden daha uygun bir model elde edilebilmektedir.²⁰ Böyle bir model otoregresif hareketli ortalama (ARMA) modeli olacaktır. Bu modelin durağanlığı tamamen otoregresif kısma bağlıdır. ARMA modelinin tersine çevrilebilmesi ise modelin hareketli ortalamalar kısmıyla ilgilidir. Durağan bir zaman serisinin otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonları belli bir gecikme değerinde kesilmeyip sıfıra doğru yavaş yavaş

¹⁶ Göktaş, a.g.e, s.84-85

¹⁷ Bozkurt, a.g.e, s.52

¹⁸ Sandy, a.g.e, s.693-694

¹⁹ Pindyck ve Rubinfeld, a.g.e, s. 530

²⁰ Tsay, a.g.e, s.43

yaklaşabilirler. Bu durumda zaman serisi modelinde hem AR hem MA süreci aynı anda yer almaktadır. ARMA sürecinin derecesi belirlenirken otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonları birlikte incelenmektedir. Bu fonksiyonlara ait katsayıların gecikme sayısı arttıkça yavaş yavaş azaldığı görülür.²¹ Durağan bir zaman serisi için bir ARMA(p,q) modeli,

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.12)$$

şeklinde yazılabilir. Burada; δ Y_t 'nin ortalaması ile ilgili sabit terimi; ε_t ortalaması sıfır ve varyansı sabit olan korelasyonsuz rassal değişkenler olduğu varsayılan hataları göstermektedir. ARMA (p,q) sürecini ifadeni eden (2.12) numaralı denklem gecikme işlemcisi L kullanılarak tekrar yazıldığında;

$$\begin{aligned} Y_t - \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} &= \delta + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \\ Y_t(1 - \phi_1 L + \dots + \phi_p L^p) &= \delta + (1 - \theta_1 L + \dots + \theta_q L^q) \varepsilon_t \\ \phi(L)Y_t &= \delta + \theta(L) \varepsilon_t \end{aligned} \quad (2.13)$$

şeklinde gösterilebilir. ARMA(p,q) modelinin durağanlık koşulu,

$$\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_p < 1$$

çevrilebilirlik koşulu ise,

$$\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_q < 1$$

olmaktadır. Bu eşitsizlikler gerçekleştiğinde ARMA(p,q) modeli durağan ve çevrilebilir olmaktadır. ARMA modellerinin ortalaması, varyansı ve kovaryansı zamana bağlı olarak değişmemektedir. Ortalama ve varyans sabit iken, kovaryans zaman değil, zamanlar arası farka dayanmaktadır.²² ARMA(p,q) modelinin ortalaması²³,

$$\begin{aligned} E(Y_t) &= E(\delta + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}) \\ \mu &= \delta + \phi_1 \mu + \dots + \phi_p \mu + 0 + \theta_1 0 + \dots + \theta_q 0 \\ \mu &= \delta + \phi_1 \mu + \dots + \phi_p \mu \\ \mu &= \frac{\delta}{1 - \phi_1 - \dots - \phi_p} \end{aligned} \quad (2.14)$$

şeklinde hesaplanabilir. ARMA(p,q) sürecinin kovaryansı ve otokorelasyon fonksiyonu sırasıyla aşağıdaki gibi yazılabilir²⁴:

²¹ Göktaş, a.g.e,s.85

²² Akgül 2003b, a.g.e, s.89

²³ Sevüktekin ve Nargeleçekenler, a.g.e, s.167

²⁴ Box, Jenkins ve Reinsel, a.g.e, s.79

$$\gamma_k = \phi_1\gamma_{k-1} + \phi_2\gamma_{k-2} + \dots + \phi_p\gamma_{k-p} \quad k \geq q+1 \quad (2.15)$$

$$\rho_k = \phi_1\rho_{k-1} + \rho_2\gamma_{k-2} + \dots + \phi_p\rho_{k-p} \quad k \geq q+1 \quad (2.16)$$

ARMA(p,q) modelinin otokorelasyon fonksiyonu AR(p) modelinin otokorelasyon fonksiyonu ile aynı yapıya sahip olup üstel azalma veya sinüs dalgaları şeklinde azalmaktadır. ARMA modellerinin otokorelasyon fonksiyonunun şekli modelin derecesine göre değişmektedir. Bazı ARMA(p,q) modellerinin otokorelasyon fonksiyonlarının şekli verilebilir. ARMA(1,1) modelinin otokorelasyon fonksiyonu (q-p+1=1) bir gecikmeden itibaren üstel olarak azalırken, ARMA(2,2) modelinin otokorelasyon fonksiyonu (q-p+1=1) bir gecikmeden itibaren üstel veya sinüs dalgaları şeklinde azalmaktadır. ARMA(1,2) modelinin otokorelasyon fonksiyonu (q-p+1=2) iki gecikmeden itibaren üstel olarak azalırken, ARMA(2,1) modelinin otokorelasyon fonksiyonu (q-p+1=0) sıfırdan büyük gecikmeler için üstel azalma ve sinüs dalgaları şeklinde azalmanın toplamı olarak görülmektedir. ARMA(p,q) modelinin kısmi otokorelasyon fonksiyonu şeklini, $k > p-q$ için MA(q) modelinin kısmi otokorelasyon fonksiyonuna benzemekte, $k \leq p-q$ için ise genel bir gösterim bulunmamaktadır.²⁵ ARMA(p,q) modelinin otokorelasyon fonksiyonu ve kısmi otokorelasyonları bir arada ele alındığında absisi belli bir gecikme sonrasında değil sonsuzda kestiği görülmektedir.²⁶

ARMA süreci için şöyle bir örnek verebiliriz. Ulusal park yakınında bir otele sahip olduğunuzu düşünelim. Otel defteri bazı rezervasyonları içermektedir. Yani, müşterilerin bazıları otelinizde bir günden daha fazla zaman harcamakta ve ayrıca müşterilerden bazıları da ulusal parkta bir haftalık tatil geçirirken aynı zamanda evlerine dönmeden önce gece kalmak için sizin otelinize gelmektedirler. Belli bir günde meydana gelecek şok otelde sürekli kalan müşterileri artan-birden fazla dönem- bir şekilde etkileyecektir. Ancak bu şokun, ulusal parkta bir tatil geçirdikten sonra gece için kalmaya gelenler üstünde bir hafta sonra tek bir etkisi olacaktır.²⁷

2.1.1.4 Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama Modeli: ARIMA

Uygulamalarda kullanılan çoğu ekonomik zaman serileri zaman boyunca değişen belirli bir stokastik sürecin özelliklerini taşıdığından durağan değildir. Trend, mevsimsel, konjonktürel ve düzensiz dalgalanmalar ekonomik zaman serilerinin durağan yapılarını bozan etkenlerdir. Dolayısıyla durağan olmayan zaman serisine

²⁵ Terence C. Mills, **Time Series Techniques for Economics**, Cambridge University Press, 1998, s.91

²⁶ Akgül 2003b, a.g.e, s.46

²⁷ Sandy, a.g.e, s.693-694

doğrudan AR, MA ve ARMA gibi durağan modeller uygulanamaz. AR ve MA modelleri uygulandığında bu modellerin parametrelerinin tahmininden daha önemli bir sorun modellerin derecelerinin belirlenmesidir. ARMA modeliyle bu soruna ilave olarak seriyi durgunlaştırmak için kaçınıcı dereceden fark alınması gerektiği de eklenmektedir. Durağanlığın sağlandığı, otokorelasyon fonksiyonun incelenmesi yanında birim kök testleriyle de belirlenebilmektedir. Mevsim etkisi taşımayan ve durağan olmayan seriler için ilk farklar uygun olmakta, ikinci fark nadiren gerekmektedir. (Genelde ekonomik değişkenlerin ilk farklardan sonra durağanlaştığı gözlenmektedir) ve bu yaklaşım araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır.²⁸ Seri durağanlaştırıldıktan sonra fark serisi için ARMA yani ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) modeli oluşturulabilir. Durağan olmayan bir zaman serisi durağanlaştırıldıktan sonra bir AR(p) modeli uygun oluyorsa ARIMA(p,d,0) yerine ARI(p,d), bir MA(q) modeli uygun oluyorsa ARIMA(0,d,q) yerine IMA(d,q) şeklinde de gösterilebilmektedir.²⁹ ARIMA (p,d,q) süreci;

$$(1 - \phi_1 L + \phi_2 L^2 + \dots + \phi_p L^p) \Delta^d Y_t = \delta + (1 + \theta_1 L + \theta_2 L^2 + \dots + \theta_q L^q) \varepsilon_t$$

şeklinde gösterilebilir ve gecikme işlemcisi kullanılarak

$$\phi(L) \Delta^d Y_t = \delta + \theta(L) \varepsilon_t \quad (2.17)$$

yazılabilir. Burada Δ^d , Y_t serisinin durağanlaştırılması amacıyla d sayıda farkının alındığını göstermektedir. $W_t = \Delta^d Y_t$ olarak ifade edilirse sürecin ortalamasını aşağıdaki gibi göstermek mümkündür.³⁰

$$\mu_W = \frac{\delta}{1 - \phi_1 - \phi_2 - \dots - \phi_p} \quad (2.18)$$

Sürecin durağanlığı modelin otoregresif kısmının, çevrilebilirliği ise hareketli ortalama kısmının sağladığı koşullara bağlıdır. Sürecin durağanlığının sağlanması için $\phi(L) = (1 - \phi_1 L + \phi_2 L^2 + \dots + \phi_p L^p) = 0$ denkleminin köklerinin birim çember dışına, çevrilebilir olması için ise $\theta(L) = (1 + \theta_1 L + \theta_2 L^2 + \dots + \theta_q L^q) = 0$ denkleminin köklerinin birim çember dışına düşmesi gerekmektedir.³¹

²⁸ Chatfield, a.g.e, s.50

²⁹ Philip Hans Franses, **Time Series Models For Business and Economic Forecasting**, Cambridge University Press, 1998, s.38

³⁰ Sevüktekin ve Nargeleçekenler, a.g.e, s.177-178

³¹ William W.S. Wei, **Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods**, Second Edition, Addison-Wesley, 2006, s.71.

2.1.1.5 Mevsimsel Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama Modeli: SARIMA

Bir zaman serisi iki tür değişme içerebilir. Birincisi, birbirini izleyen iki gözlem değeri arasındaki değişme, ikincisi birbirini izleyen aynı mevsime ait gözlem değerleri arasındaki değişmedir. Bir zaman serisinde, eşit zaman aralıkları ile tekrarlanan düzenli dalgalanmalar mevcutsa bunların mevsimsel dalgalanmalar olarak tanımlandığından daha önce bahsedilmişti. Mevsimsel dalgalanmalar genellikle bir yıldan kısa süreli, aylık ve üç aylık zaman aralıklarında birbirini izleyen yılların aynı aylarında/dönemlerinde maksimuma ve minimuma ulaşma eğilimi olarak görülmektedir. Birbirini izleyen aynı mevsime ait gözlem değerleri arasındaki zaman aralığı s ile gösterilmekte, aylık mevsimsel değişim içeren serilerde $s=12$, üç aylık dönemlerde mevsimsel değişim içeren serilerde $s=4$ olmaktadır.

Bilindiği gibi mevsimsellik zaman serilerinin durağanlığını bozan unsurlardan biridir, bu serilerde durağanlığın sağlanması için serinin mevsim etkisinden arındırılması gerekmektedir. Bu amaçla gözlem değerlerinin s 'inci dereceden farkı alınması gerektiğinden, mevsimsel serilerin modellenmesinde s 'nin bilinmesi önemlidir. Serinin mevsimsel bileşeninin zaman içinde sabit olmadığı görüldüğünde ise, fark alma işlemi uygulamadan serinin mevsimsel değişmesinin sabit bir seriye dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu da genellikle seri değerlerinin doğal logaritması alınarak yapılmaktadır.³² Logaritmanın alınması ile varyans stabilize olmakta ve aykırı gözlemlerin etkileri azalmaktadır.³³

Mevsimsel serilerin modellenmesi ARIMA modelinden yararlanarak yapılır. Ancak yapılacak mevsimsel model hem veri düzeyindeki değişmeleri hem de mevsimlerin etkisiyle oluşan değişmeleri yansıtabilmelidir. Çünkü bir zaman serisi hem trende sahip olabilir, hem de bunun yanında mevsimsel dalgalanmalar içerebilir. Bu özellikte bir zaman serisinin gözlem değerleri arasında iki türlü ilişki vardır: birbirini izleyen gözlem değerleri arasındaki ilişki ve birbirini izleyen yılların aynı aylarına ait gözlem değerleri arasındaki ilişki, yani mevsimsel ilişkidir.³⁴ Zaman serisindeki çarpımsal ilişkisinden dolayı $ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$ şeklinde gösterilen mevsimlik zaman serisi modelinin matematiksel gösterimi aşağıdaki gibi,³⁵

³² Akgül 2003b, a.g.e, s.180

³³ Philip Hans Franses ve Michael McAleer, "Cointegration Analysis of Seasonal Time Series", **Journal of Economic Surveys**, Volume: 12, No: 5, 1998, s. 654

³⁴ Ahmet Özmen, **Zaman Serisi Analizinde Box-Jenkins Yöntemi ve Banka Mevduat Tahmininde Uygulama Denemesi**, Basılmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 1986,s.47-48

³⁵ Box, Jenkins ve Reinsel, a.g.e, s.351-352

$$\phi_p(L)\Phi_P(L^S)\Delta^d\Delta_S^D Y_t = \theta_q(L)\Theta_Q(L^S)\varepsilon_t \quad (2.19)$$

veya daha açık şekilde ise,

$$\begin{aligned} (1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p)(1 - \Phi_1 L^S - \dots - \Phi_p L^{Ps})(1 - L)^d(1 - L^S)^D Y_t = \\ (1 - \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q)(1 - \Theta_1 L^S - \dots - \Theta_Q L^{QS})\varepsilon_t \end{aligned} \quad (2.20)$$

biçiminde yazılmaktadır.

Burada; Y_t durağan olmayan zaman serisini; $\phi_p(L)$, p dereceden otoregresif polinomu; $\Phi_P(L^S)$, P dereceden mevsimlik otoregresif polinomunu; Δ^d , d dereceden fark alma operatörünü; Δ_S^D , D dereceden mevsimli fark alma operatörünü; $\theta_q(L)$, q dereceden hareketli ortalama polinomunu; $\Theta_Q(L^S)$, Q dereceden mevsimlik hareketli ortalama polinomunu; ε_t , ortalaması sıfır ve sabit bir varyansa sahip korelasyonsuz rassal kalıntıları ve S mevsimsel gözlem değerini ifade etmektedir.

ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s modelinin ACF ve PACF grafiklerindeki korelasyonlar yavaş yavaş azalmaktadır. PACF grafiğindeki ilk gecikmelere ait anlamlı korelasyonlardan mevsimsel olmayan AR'ın derecesi p, s ve katlarındaki anlamlı korelasyonlardan ise mevsimsel AR'ın derecesi olan P belirlenmektedir. Benzer şekilde ACF grafiğindeki ilk gecikmelerden mevsimsel olmayan MA'nın derecesi q, s ve katlarındaki gecikmelerden ise mevsimsel MA'nın derecesi Q saptanmaktadır. Ayrıca ACF'de s gecikmenin yanındaki gecikmelere (örneğin s-1..., s, s+1..) ait ilişkilerin yönü ve büyüklüğünden Q'nun alacağı, PACF'de s gecikmenin yanındaki ilişkilerden de P'nin alacağı değerler hakkında bir fikir sahibi olunabilir.³⁶

2.1.2 Box-Jenkins Yönteminde Model Kurma Süreci

Zaman serisi modeli kurmada Box-Jenkins (1976) yaklaşımı gerçekleştiren veriler en uygun ARIMA veri üretme süreci bulma yöntemidir. 1970'li yıllarda George Box ve Gwilym Jenkins tarafından popüler hale getirilen ve zaman serisi analizleri ile öngörüle uygulanan genel ARIMA modelleri ile onların isimleri eş anlamlı kullanılır olmuştur. Box ve Jenkins (1976) tek değişkenli zaman serisi ARIMA modellerinin anlaşılması ve kullanılması için gerekli ilgili bilgileri anlaşılır bir biçimde bir araya getirerek ortaya koymuşlardır.³⁷

Box-Jenkins yaklaşımında temel fikir cimrilik (tutumluluk) prensibine dayanır.³⁸ Cimrilik prensibi zaman serisi verilerinin özelliklerini ortaya koyan

³⁶ Kadılar, a.g.e, s.233

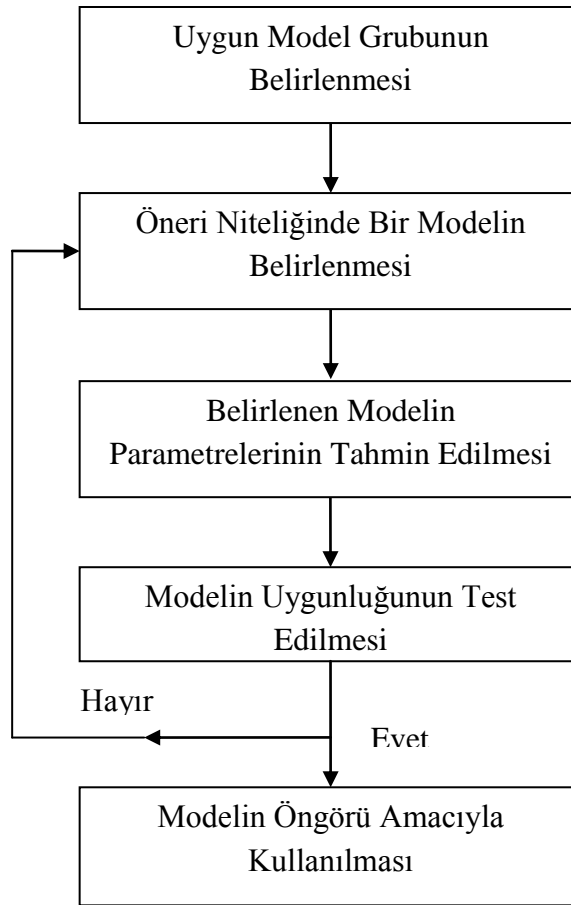
³⁷ Enders, a.g.e, s.95

³⁸ Box, Jenkins ve Reinsel, a.g.e, s.16; Enders, a.g.e, s.95; Akgül 2003b, a.g.e, s.113

optimal (minimum sayıda parametre veya serbestlik derecesini göz önünde tutan) bir model kurmayı öngörür. Box ve Jenkins, tutumlu modellerin aşırı parametrelili modellerden daha iyi öngörüler ürettiklerini ileri sürmüşler, ayrıca önerdikleri stratejinin herhangi bir optimallik kriterine dayanmadığını, pratik bir yöntem olduğunu ifade etmişlerdir.³⁹

Box-Jenkins yöntemi, tüm model kombinasyonları arasından uygun bir modeli belirlemek için model kurma süreci dört aşamadan oluşan tekrarlamalı bir yaklaşım kullanmaktadır. Bu aşamalar sırasıyla; model belirleme, model tahmini, ayırt edici kontrol ve ileriye yönelik öngörü aşamalarıdır. Belirlenen model yeterli değilse, süreç orijinal modeli geliştirmek için oluşturulan diğer bir model kullanılarak tekrarlanır. Bu süreç uygun bir model elde edilene kadar tekrar edilir. Şekil 2.1, Box-Jenkins yöntemi ile model kurma sürecinin aşamalarını göstermektedir.

Şekil 2.1 Box-Jenkins Yönteminde Model Kurma Süreci



Kaynak: Box, Jenkins ve Reinsel, 1994, s.17

³⁹ Sevüktekin ve Nargeleçekenler, a.g.e, s.179

2.1.2.1 Model Belirleme

Analiz edilecek bir zaman serisinde ARIMA modeller grubundan hangisinin uygun olacağına karar verebilmek için serinin durağanlığının ve mevsimselliğinin belirlenmesi gerekir. Box-Jenkins yönetimine dayanarak incelenecek olan bir zaman serisi için uygun model belirleme aşamasında yapılacak ilk iş, serinin durağan olup olmadığını belirlenmesidir. Box-Jenkins tahmin modellerinin uygulanabilmesi için serinin durağan olması bir varsayımdır. Bir zaman serisinin durağan olup olmadığını anlamak için başvurulacak basit yol, serinin grafiğini çizmektir. Grafik trend, mevsimsellik gibi unsurların varlığını gösteriyorsa, incelenen serinin durağan olmadığına karar verilebilir. Ancak bu yolla sağlıklı karar vermek güç olabilmektedir. İlk bakışta durağan görünümünde olan seriler, zaman içinde az da olsa değişiklik gösterebilirler. Zaman serilerinde durağanlığın irdelenmesinde güvenilir bir araç, serilerin otokorelasyon fonksiyonları ve bu fonksiyonların korelogramıdır⁴⁰. Serinin otokorelasyon fonksiyonu incelenerek serinin durağan olup olmadığına karar verilebileceği gibi birim kök testleri yardımıyla da serinin durağanlığı araştırılabilir. Seri durağan değil ise, fark alma işlemi ile durağanlaştırılır. Mevsimsel serilerin durağan hale getirilmesi için mevsimsel fark alınır. Bazen zaman serileri hem mevsimsellik hem de trend gösterirler. Bu özelliğe sahip olan serileri durağan hale getirmek için önce trend yok edilir, yani birinci veya ikinci derece farkları alınır. Daha sonra farklar serisinin mevsimsel farkları alınır. Durağan olmayan bir seriyi fark alma yoluyla her zaman durağan seriye dönüştürmek mümkün olmayabilir. Örneğin zaman serilerinde serinin ortalaması arttıkça gözlemlerin değişkenlikleri yani varyansı da artar. Ancak bu gibi durumlarda gözlemlerdeki oransal değişme, ortalama bir seviyeye göre bağımsızdır. Bu gibi durumlarda daha önceki bölümde bahsedildiği gibi gerçek serilerin logaritmalarından meydana gelen serileri incelemek daha faydalı olabilmektedir. Durağanlık sağlandıktan sonra modelin derecesi için serinin otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonlarından yararlanılır. AR modelinin derecesi anlamlı kısmi otokorelasyon, MA modelinin derecesi ise anlamlı otokorelasyon katsayılarının sayısı ile belirlenmektedir.

Eğer süreç; $AR(p)$ ise otokorelasyon katsayıları üstel olarak sıfıra yaklaşırken, kısmi otokorelasyon katsayıları p gecikmeden sonra sıfır olmaktadır.

⁴⁰ Özmen 1986,a.g.e, 76-77

Otokorelasyon katsayıları üstel azalmanın yanında sinüs dalgası şeklinde veya sarkaç hareketine benzer bir yapıda da olabilir. Sürecin MA(q) olması durumunda ise otokorelasyon katsayıları q gecikmeden sonra sıfır olmakta, buna karşılık kısmi otokorelasyon katsayıları üstel olarak sifıra yaklaşmaktadır. Kısmi otokorelasyon katsayıları sinüsoidal dalgalanma şeklinde de olabilir. ARMA(p,q) modellerinde ise hem otokorelasyon katsayıları hem de kısmi otokorelasyon katsayıları üstel olarak sifıra yaklaşır. Ayrıca sinüsoidal dalgalanmalar şeklinde de olabilirler.⁴¹

Durağan modeller için otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonlarının teorik davranışları Tablo 2.1'de gösterilmektedir.

Tablo 2.1 ACF ve PACF'nin Teorik Davranışları

Model	ACF	PACF
AR (p)	Üstel olarak veya sinüs dalgaları şeklinde azalır	p gecikme sonrası kesilir
MA (q)	q gecikme sonrası kesilir	Üstel olarak veya sinüs dalgaları şeklinde azalır
ARMA (p,q)	Üstel olarak veya sinüs dalgaları şeklinde azalır ve p gecikme sonrası kesilir	Üstel olarak veya sinüs dalgaları şeklinde azalır ve q gecikme sonrası kesilir

Kaynak: Akgül 2003b,s.120

2.1.2.2 Model Tahmini

İncelenen zaman serisi için uygun modelin tipi ve derecesi belirlendikten sonra modelin otoregresif ve hareketli ortalama parametrelerinin tahminleri yapılır. Tahmin edilen parametrelerin en iyi; yani sapmasız, tutarlı ve etkin olarak hesaplanması gerekmektedir. Geçici parametre tahminleri otokorelasyon katsayıları ile parametreler arasındaki ilişkiyi gösteren denklem sistemlerinin parametreler açısından çözümüyle elde edilir.

İstatistikte, parametrelerin tahmin edilmesinde En Küçük Kareler Tahmin Edicileri (EKK, Ordinary Least Square, OLS); En Çok Olabilirlik Tahmin Edicileri (Maximum Likelihood Estimators, MLE); Momentler Tahmin Edicileri (Method Of Moments Estimators) ve Bayes Tahmin Edicileri (Bayesian) en çok kullanılanlardır. Bunlara ilave olarak zaman serilerinde Yule-Walker tahmin edicileri de

⁴¹ Can, a.g.e, s.119-120; Göktaş, a.g.e, s.94-95

kullanılmaktadır. Örneklem hacmi yeterince büyük olduğunda bu tahmin ediciler, serinin durağanlığı varsayımı altında yakın sonuçlar verir.⁴²

Tahminin “En Küçük Kareler” (EKK) yöntemi ile yapılması durumunda hata terimlerinde görülen oto korelasyon etkisi nedeniyle, etkin olamayan ve çok büyük varyansa sahip olan parametre tahminleri elde edileceğinden parametrelerin “Dogrusal Olmayan EKK” yöntemi ile tahmin edilmesi uygun olmaktadır. Hata terimleri normal dağılıma sahip olduğunda tahmin yöntemi olarak “En Çok Olabilirlik” yöntemi de kullanılmaktadır. Tahmin aşamasında dikkat edilmesi gereken bazı önemli noktaları aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür:⁴³

- ✓ Tahmin edilen tüm AR ve MA parametrelerinin durağanlık ve çevrilebilirlik sınırı içinde olması gerekmektedir. Tahmin edilen parametrelerin sınırlar içinde olmamaları durumunda incelenen model ret edilerek yeni bir model belirlenmelidir. Özellikle durağan serinin yanlış olarak farkının alınması veya durağan olmayan serinin farkının alınmamış olması durumlarında tahmin edilen AR ve MA parametreleri bu sınırların dışına çıkmaktadır.
- ✓ Tahmin edilen AR ve MA parametrelerinin istatistik açıdan önemli olmaları gerekmektedir, ancak modelin veriye uygunluğu sağlandıktan sonra, tüm parametre tahminlerinin istatistik açıdan anlamlı olması gerekmemektedir. Parametrelerin anlamlılığı t-testi kullanılarak test edilebilmektedir. İyi bir modelden söz edebilmek için de t-değerinin kritik değerden büyük olması gerekmektedir. İstatistik açıdan önemsiz parametreler modelden çıkartılarak model yeniden tahmin edilmektedir.

Tahmin işlemlerinde genellikle uygun paket programlarından yararlanılmaktadır. Parametrelerin son nokta tahminlerini elde etmek için çeşitli yaklaşımlar kullanılmakta ve netice olarak “en küçük hata kareleri toplam”ına sahip tahmin seçilmektedir. Hesaplama algoritması tekrarlı bir süreç olduğundan, tahminlere ait başlangıç değerlerinin verilmesi gerekmektedir. Bu nedenle tahmin basamağında ilk olarak “deneme” niteliğindeki modelin parametreleri için “başlangıç” değerleri hesaplanmakta, daha sonra paket programlar da kullanılarak tekrarlı yöntemle son tahminler elde edilmektedir. Ancak tahmin edilen parametrelerin hem istatistik olarak anlamlı hem de durağanlık ve çevrilebilirlik sınırları içinde olmaları gerekmektedir.

⁴² Akdi, a.g.e, s.134

⁴³ Akgül 2003b,a.g.e, s.122-125

2.1.2.3 Ayırt Edici Kontrol

Bu aşamada seçilen modelin verilere uyum sağlayıp sağlamadığına bakılmaktadır. Bu yüzden seçilen ve parametreleri tahmin edilen modelin hatalarının incelenmesi gerekmektedir. Eğer modelin hataları standart normal dağılımlı rassal değişkenlerin dizisinden oluşan beyaz gürültü sürecine sahip ise iyi bir model olduğu sonucuna ulaşılır. Hataların otokorelasyonlarını test etmek amacıyla literatürde Portmanteau testleri olarak ifade edilen Box-Pierce ve Ljung-Box istatistiklerinden yararlanılır. Box-Pierce ve Ljung-Box testleri hata terimlerinden elde edilen otokorelasyon katsayılarının istatistik olarak anlamlılığını tek tek değil de bir arada test edilmesini sağlayan testlerdir. Ljung-Box testi, Box-Pierce testinin yeniden düzenlenmiş bir şekli olup küçük örnekler için daha iyi sonuçlar vermektedir. Test istatistikleri;⁴⁴

Box-Pierce tarafından geliştirilen test:

$$Q = n \sum_{k=1}^m \rho_k^2 \quad (2.21)$$

Ljung-Box istatistiği ise:

$$Q^* = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{\rho_k^2}{n-k} \quad (2.22)$$

şeklinde hesaplanabilmektedir. Burada n gözlem sayısını; m gecikme uzunluğunu; p modeldeki AR parametre sayısını; q modeldeki MA parametre sayısını, ρ_k ise hata terimleri serisinin otokorelasyon katsayılarını ifade etmektedir ve

$$\rho_k = \frac{\sum \varepsilon_t \varepsilon_{t-1}}{\sum \varepsilon_t^2} \quad (2.23)$$

formülüyle elde edilmektedir. Q ve Q^* istatistikleri hesaplanırken sınanması gereken hipotezler şu şekildedir:

$$H_0 = \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$$

$$H_1 = \rho_1 \neq \rho_2 \neq \dots \neq \rho_k \neq 0$$

Her iki test istatistiği m-p-q serbestlik dereceli χ^2 dağılımı göstermektedir. Böylece otokorelasyon katsayılarının anlamsız olduğunun kabul edildiği sıfır hipotezine karşılık otokorelasyon katsayılarının anlamlılığını belirten alternatif hipotez test edilmektedir. Hesaplanan Q ve Q^* istatistik değerleri $\chi_{\alpha, m-p-q}^2$ tablo değerine eşit ve küçük olduğunda sıfır hipotezi kabul edilmekte ve hatalar arasında otokorelasyon olmadığı ve modelin uygun olduğuna karar verilmektedir. Hesaplanan Q ve Q^* istatistik değerleri $\chi_{\alpha, m-p-q}^2$ değerinden büyük ise sıfır hipotezi ret

⁴⁴ Box, Jenkins ve Reinsel, a.g.e, s.314

edileceğinden otokorelasyon katsayıları anlamlı ve hatalar beyaz gürültü özelliği taşımadığından belirlenen modelin uygun olmadığına karar verilmektedir. Bu takdirde yeni bir modelin belirlenmesi ve aynı aşamaların tekrar edilmesi gerekecektir.⁴⁵

Bazı durumlarda seriye uygun birden fazla model olabilmektedir. Farklı bir ifadeyle birden fazla modelin tüm katsayıları istatistiksel olarak anlamlı çıkabilir. Bu durumda bu modellerden seriye en uygun modelin araştırılmasında hipotez testlerinin yanı sıra, bilgi temelli model seçim kriterleri de geliştirilmiştir.

Model belirleme aşamasında modelin dereceleri olması gerekenden yüksek belirlendiğinde parametrelerin tahminleri istenildiği gibi çıkmayabilir. Örneğin modelin derecesi yüksek alındığında serbestlik derecesi küçüleceğinden varyans büyük çıkacaktır. Modelin derecesinin yüksek olmasından dolayı serbestlik derecesinde oluşacak kaybın bir cezası (penalty) vardır. Bilgi kriterleri bu cezayı en küçük yapacak model derecesini (parametre sayısı) belirlemek için gerek zaman serilerinde gerek regresyon analizlerinde sıklıkla kullanılmaktadır.⁴⁶ Bu kriterlerden en yaygın olarak kullanılanlar Akaiki Bilgi Kriteri (AIC) ve Schwartz Bilgi Kriteri (SIC)'dir. SIC aynı zamanda Bayes Bilgi Kriteri (BIC) olarak da adlandırılır. Modelin hata kareler toplamına dayalı ve parametre sayısına bağlı olarak kullanılan, performans ölçütü şeklinde de adlandırabileceğimiz bu istatistikler aşağıdaki gösterildiği gibi hesaplanmaktadır:

$$AIC = n \ln(\sigma_{\varepsilon}^2) + 2k \quad (2.24)$$

$$BIC = n \ln(\sigma_{\varepsilon}^2) + k \ln(n) \quad (2.25)$$

Burada k modelin parametre sayısı, yani mevsimsel olmayan Box-Jenkins modelleri için $k = p+q$; mevsimsel modeller için de $k = p+q+P+Q$ olmaktadır. Eğer modelde sabit terim varsa parametre sayısına 1 eklemek gerekmektedir. n ise serideki gözlem sayısını ifade etmektedir. Box-Jenkins modellerinin seriye uyum sağlayabilmesinde gözlem sayısını önemi de büyük olmaktadır. Genel kanı gerekli gözlem sayısının en az 50 civarında olmasıdır.⁴⁷

ARIMA modelleri arasından seçim yaparken "determinasyon katsayısı": R^2 'da yaygın olarak kullanılan kriterlerden biridir. R^2 , model tarafından açıklanan

⁴⁵Akgül 2003b, a.g.e, s.133; Can, a.g.e, s.122-123

⁴⁶ Hilal Güney, **Tek Değişkenli Zaman Serilerinde Model Seçim Ölçütlerinin İncelenmesi**, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2009 ,s.1; Can, a.g.e, s.123

⁴⁷ Kadılar, a.g.e, s.234-235

yüzde değişimi olarak yorumlanmakta ve zaman serisi modellerde R^2 değeri genellikle $R^2 > 0,90$ olarak elde edilmektedir. Bunun nedeni ise zaman serisi verilerinde sıkça görülen trend ve mevsimsel etkilerin R^2 'yi yükseltici etki yapmalarıdır.⁴⁸ Bundan dolayı Harvey (1984), modelin yararlığına karar verirken nispi bir R^2 ölçüsünün kullanılmasını önermektedir.⁴⁹ Harvey'in önerdiği R^2 değeri şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$R_d^2 = 1 - \frac{\sum_{t=m+1}^n e_t^2}{\sum_{t=2}^n (\Delta Y_t - \bar{\Delta Y}_t)^2} \quad (2.26)$$

Payda yer alan ifade hata kareleri toplamını, e_t ise ΔY_t için uygun bulunan modelin artıklarını, $\bar{\Delta Y}_t$ ilk fark serisi ΔY_t 'nin ortalamasını ve m ise tahmin sırasında kaybedilen gözlem sayısını göstermektedir. Ayrıca Harvey(1984) , serbestlik derecelerinin ayarlamak amacıyla pay ve paydanın serbestlik derecelerinin bölünmesiyle elde edilen ayarlanmış R^2 kullanımını da önermektedir.

$$\bar{R}_d^2 = 1 - \frac{SSR/(n-2)}{\sum (\Delta Y_t - \bar{\Delta Y}_t)^2 / (n-k)} \quad (2.27)$$

Formülde k , tahmin edilen parametre sayısını ve SSR ise hata kareler toplamını göstermektedir. Hem R_d^2 hem de \bar{R}_d^2 negatif çıkması durumunda değerlendirmeye alınmamaktadır.

Birçok istatistik paket programı bu istatistiklerin aldıkları değerleri hesaplamaktadır. Model karşılaştırmalarında iyi bir uyum için ideal olan AIC ve BIC istatistiklerinden mümkün olduğunca küçük, \bar{R}_d^2 ise mümkün olduğunca büyük olanını seçmektir.⁵⁰ Bir çok uygun model arasında seçim yapmada BIC kriteri büyük örneklem özelliğine sahiptir.⁵¹

2.1.2.4 İleriye Yönelik Öngörü

Bir zaman serisi modeli belirlenip, tahmini yapıлып, uygunluk testlerinde geçirildikten sonra bu model öngörü amacıyla kullanılabilir. Burada başlıca amaç gelecek değere yakın öngörü değerleri elde etmektir. Bu amacı gerçekleştirmenin bir yolu gerçek ve öngörülen değerler arasındaki ortalama hata kareyi minimum yapmaktır. Zaman serisi ve çoğu ekonometrik modelin istatistiksel karşılaştırması yapılırken modelin öngörü başarısı değerlendirilmektedir. Örneğin; iki farklı modelin

⁴⁸ Akgül 2003(b), a.g.e, s.139

⁴⁹ Andrew C. Harvey, "A Unified View Of Statistical Forecasting Procedures", Journal of Forecasting, Vol:3, No:3, 1984, s.245-275

⁵⁰ AIC ve BIC istatistikleri negatif değerler alabilmektedirler.

⁵¹ Sevüktekin ve Nargeleçenler, a.g.e, s.191

faydası ve geçerliliği eşit olduğunda hangisinin tercih edileceği modellerin öngörü performansları değerlendirilerek belirlenmektedir. ARIMA modellerinde de ilk olarak sürecin beklenen değeri hesaplanmakta ve daha sonra bu değer kullanılarak geleceğe ait değerler kullanılmaktadır.⁵²

ARIMA modelleri, öngörü için ek bilgi gerektirmemesi ve özellikle kısa dönemli öngörülerde öngörü başarısının yüksek olduğunun çeşitli çalışmalarda ortaya konmuş olması nedeniyle zaman serilerinin sistematik kısmına ait öngörü yapmakta yaygın kullanım alanı bulmaktadır. Farklı öngörü modelleri arasından birini seçme sürecinde yaygın kabul gören kriterlerden biri de modelin verilere iyi uyum göstermesi yani modelin öngörü başarısının yüksek olmasıdır.⁵³ Bu amaçla modellerin öngörü başarılarının karşılaştırılmaları için çeşitli kriterler kullanılmaktadır. Modellerin öngörü başarısının ölçümünde yaygın olarak kullanılan istatistikler; Ortalama Kare Hata (Mean Squared Error - MSE), Kök Ortalama Kare Hata (Root Mean Squared Error - RMSE), Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error - MAE), Ortalama Yüzde Hata (Mean Percentage Error – MPE) ve Ortalama Mutlak Yüzde Hata (Mean Absolute Percentage Error - MAPE) olarak sıralanabilir.

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n} \quad (2.28)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}} \quad (2.29)$$

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} \quad (2.30)$$

$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{e_t}{y_t}}{n} \quad (2.31)$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{y_t}}{n} 100 \quad (2.32)$$

Eşitliklerde $e_t = y_t - \hat{y}_t$ olmaktadır. e_t t dönemindeki öngörü hatasını, y_t t döneminde gerçekleşen değeri, \hat{y}_t t dönemi için hesaplanan öngörü değerini ve n öngörülen dönem sayısını göstermektedir. Alternatif modeller içinde bu modellerin tahmin başarısını karşılaştırmak için kullanılan bu kriterlerin değerlerinin en küçük olması istenmektedir. Sayılan kriterler arasında “Ortalama Mutlak Yüzde Hata” (MAPE)’nin öngörü hatalarını yüzde olarak ifade etmesi nedeni ile tek başına da bir

⁵² Göktaş, a.g.e, s.98

⁵³ Akgül 2003(b), a.g.e, s.144-145

anlamının olması, diğer kriterlere göre üstünlüğü olarak kabul edilmektedir.⁵⁴ Witt ve Witt, MAPE değerleri % 10'un altında olan tahmin modellerini "yüksek doğruluk" derecesine sahip, % 10 ile % 20 arasında olan modelleri ise doğru tahmin modelleri olarak sınıflandırmıştır.⁵⁵ Benzer şekilde Lewis, MAPE değeri %10'un altında olan modelleri "çok iyi", % 10 ile % 20 arasında olan modelleri "iyi", % 20 ile % 50 arasında olan modelleri "kabul edilebilir" ve % 50'nin üzerinde olan modelleri ise yanlış ve hatalı olarak sınıflandırmıştır.⁵⁶

2.2 Yapay Sinir Ağları

Teknolojik gelişmenin önemli boyutlara ulaştığı günümüzde, insanoğlunun kendisini tanımaya yönelik çalışmaları da önemli aşamalar kaydetmiştir. Yapay zeka kavramı ile insanın en önemli özellikleri olan düşünebilme ve öğrenebilme yetenekleri en önemli araştırma konuları durumuna gelmiştir. Özellikle son zamanlarda bilgisayar kullanımının hızla yaygınlaşması sonucunda yapay zeka çalışmaları da bir ivme kazanmıştır. İnsanın düşünme yapısını anlamak ve bunun benzerini ortaya çıkaracak bilgisayar işlemlerini geliştirmeye çalışmak olarak tanımlanan yapay zeka, aslında programlanmış bilgisayarlara düşünme yeteneği sağlama girişimidir. İnsan gibi düşünen ve davranan sistemlerin geliştirilmesine yönelik olarak 1950'li yıllardan beri süren yapay zeka çalışmaları, bir noktada insanı taklit etmeye yönelik olduğundan mühendislik, nöroloji ve psikoloji gibi alanlara da yayılmıştır. İnsan gibi düşünebilen ve davranabilen sistemlerin geliştirilmesi için yapılan çalışmalarda bugün gelinen nokta, henüz yapay zekanın tam olarak geliştirilememiş olmasıdır. Yapay zekanın mümkün olabilirliliği tartışmaları bir yana bırakılırsa bu konudaki çalışmalar bu alanı destekleyen farklı alanlardaki çalışmalarla birlikte devam etmektedir. Yapay zeka çalışmaları kapsamında ortaya çıkan ve bir noktada yapay zeka çalışmalarına destek sağlamakta olan farklı alanlardan bir tanesi de Yapay Sinir Ağları (YSA) teknolojisidir.⁵⁷

Elektronik teknoloji ürünlerinin insan beyninden 10^6 kat daha hızlı çalışmasına rağmen, insan beyninin gürültülü ortamda ve eksik bilgi ile görme,

⁵⁴ Akgül 2003(b), a.g.e, s.138

⁵⁵ Stephen F. Witt ve Christine A. Witt, **Modeling and Forecasting Demand in Tourism**, Academic Press:London, 1992, s. 137

⁵⁶ Colin David Lewis, **Industrial and Business Forecasting Methods**, Butterworths Publishing: London, 1982, s. 40

⁵⁷ Hasan Yurtoğlu, **Yapay Sinir Ağları Metodolojisi ile Öngörü Modellemesi:Bazı Makroekonomik Değişkenler İçin Türkiye Örneği**, Uzmanlık Tezi, DPT Uzmanlık Tezleri Yayın No: 2683, Ekonomik Modeller ve Stratejik Araştırmalar Genel Müdürlüğü, , Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara, 2005 ,s.3

konuşma, hata düzeltme ve şekil tanıma gibi konularda bilgisayara göre daha verimli çalışmasının nedeni uzun dönem merak konusu olmuştur. Bu merak, beyin ve dokusunun incelenmesine yol açarak, insan beyninin daha verimli çalışması nedeninin bilgileri paralel olarak işlemeden sonucuna ulaşılmıştır. Bu gerçekten yola çıkarak bilim adamlarının çalışmaları insan beyninde olduğu gibi bilgileri paralel işleyebilme yeteneklerine sahip yöntem, cihaz ve makinelerin tasarlanması üzerinde yoğunlaşmıştır. Sonuç olarak insan davranışlarını modelleyebilme yeteneğine sahip akıllı sistemlerin kurulması için YSA gibi yöntemler geliştirilmiştir.⁵⁸

Biyolojik sinir hücrelerinin ya da insan beyninin işleyişinden esinlenerek geliştirilen YSA⁵⁹, deneysel bilginin depolanmasına ve bu bilginin kullanıma hazır hale getirilmesine yönelik doğal bir eğilime sahip basit işlemci birimlerden meydana gelen yoğun bir şekilde paralel dağıtılmış bir işlemcidir. Bu işlemci; bilginin ağ tarafından bir öğrenme süreciyle sistem dışından elde edilmesi ve elde edilen bilgileri biriktirmek için sinaptik ağırlıklar olarak da bilinen nöronlar arası bağlantı güçlerinin kullanılmasından dolayı beyin hücrelerinin işleyişine benzemektedir.⁶⁰

Biyolojik sinir ağları ile benzer belli performans özelliklerine sahip bir bilgi işleme sistemi olan YSA⁶¹, insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme sonucunda yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacıyla geliştirilen bilgisayar sistemleridir. YSA, insan beyninin fonksiyonel özelliklerine benzer şekilde; öğrenme, ilişkilendirme, sınıflandırma, genelleme, özellik belirtme ve optimizasyon gibi konularda başarılı sonuçlar verebilmektedir.⁶²

2.2.1 Yapay Sinir Ağlarının Özellikleri

Kullanılan ağ modeline göre değişiklik arz eden ve farklı amaçlar için geliştirilen çok sayıdaki YSA'ların bütün modelleri için geçerli olan karakteristik özellikleri aşağıdaki gibidir:

⁵⁸ Zekai Şen, **Yapay Sinir Ağları İlkeleri**, Su Vakfı Yayınları, İstanbul,2004, s.7-8

⁵⁹ Çetin Elmas, **Yapay Zeka Uygulamaları:Yapay Sinir Ağı,Bulanık Mantık,Genetik Algoritma**, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2007,s.23

⁶⁰ Simon Haykin, **Neural Networks:A Comprehensive Foundation**, Prentice Hall,India, 9. Baskı, 2005, s.24

⁶¹ Laurene Fausett, **Fundamentals of Neural Network: Architectures,Algorithms and Applications**, Prentice Hall, New Jersey,1993, s.3

⁶² Ercan Öztemel, **Yapay Sinir Ağları**, Papatya Yayıncılık, 2. Baskı,İstanbul, 2006,s.29

- ✓ YSA yapıları itibariyle doğrusal oldukları gibi, doğrusal olmayan nöronların birbirleriyle bağlanması sonucunda doğrusal olmayan yönleriyle de öne çıkmaktadırlar. YSA'nın veya nöronun doğrusallığı aktivasyon fonksiyonu tarafından belirlenir. Bütün ağa yayılan bu özellik sayesinde YSA doğrusal olmayan problemlerin çözümünde önemli bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır.⁶³
- ✓ YSA'nın istenilen davranışı gösterebilmesi amacıyla düzenlenmesi için nöronlar arasındaki bağlantıların doğru bir şekilde yapılması ve bağlantıların uygun ağırlıklara sahip olması gerekir. Karmaşık yapısı itibariyle YSA'ya önceden ayarlı olarak verilmeyen ağırlıklar rastgele veya sabit bir değerde seçilir. YSA'nın istenen davranışı gösterecek biçimde problem ile ilgili eğitim verilerinin ağa verilmesiyle problemi öğrenmesi sağlanır. Hata kriteri ve öğrenme algoritması sayesinde ağırlıklar yenilenir ve ağırlıkların değişmediği durumda öğrenme gerçekleşmiş olur.⁶⁴ İnsan zekasının makineye uyarlanması için bir model olarak geliştirilmesine rağmen, girdi-çıkışı arasındaki eşleme ilişkisini öğrenebilen mükemmel bir özelliğe sahiptir.⁶⁵
- ✓ YSA'nın bir problem için eğitilmesi sürecinde, problemdeki değişikliklere göre ağırlıklarının ayarlanması sayesinde tekrar eğitilebilir ve değişimlerin devam etmesi durumunda gerçek zamanda da eğitime devam edilebilir.⁶⁶
- ✓ YSA' da paralel olarak dağılan çok sayıdaki nöronların eş zamanlı olarak çalışması ve toplamsal işlevin yapısal olarak dağılması sayesinde çıktılar çok hızlı bir şekilde üretilir.⁶⁷
- ✓ YSA eğitim süreci gerçekleşirken kendisine tanıtılan verilerden farklı olarak yeni veriler için de anlamlı sonuçlar üretebilmesine genelleştirme yeteneği denilmektedir. Genelleştirme yeteneği olmayan bir YSA'nın anlamlı olması beklenmemektedir.⁶⁸
- ✓ Çok sayıda hücrelerin farklı biçimlerde birbirlerine bağlanmalarıyla meydana gelen YSA paralel bir yapıya sahip olduğundan ağdaki bilgi tüm bağlantılar

⁶³ Haykin, a.g.e, s.24

⁶⁴ Haykin, a.g.e, s.24

⁶⁵ Polat, a.g.e, s.65

⁶⁶ Ahmet Tortum ve Bener Güngör, **Esnék Hesaplama Teknikleri ile Hisse Senedi Fiyat Tahminleri**, İmaj Yayınevi, Ankara, 2007, s.33

⁶⁷ Haykin, a.g.e, s.26

⁶⁸ Coşkun Hamzaçebi, **Yapay Sinir Ağları:Tahmin Amaçlı Kullanımı Matlab ve Neurosolutions Uygulamalı**, Ekin Yayınevi,Bursa, 2011, s.18

üzerine dağılmış haldedir. Bu nedenle, eğitilmiş ağın bazı bağlantılarının veya bazı hücrelerinin etkisiz hale gelmeleri ağın doğru bilgi üretmesini önemli ölçüde etkilemeyeceğinden, diğer geleneksel yöntemlere nazaran YSA'nın hata toleransı oldukça yüksektir.⁶⁹

- ✓ YSA' da bilgi, ağın bağlantılarının değerleri ile ölçülmekte ve bağlantılarda saklanmaktadır. Diğer programlarda bilgi bir veri tabanında ya da programın içerisinde gömülü olmasına rağmen, YSA' da bilgi ağın bağlantılarında saklanmaktadır.⁷⁰
- ✓ Paralel yapıya sahip YSA büyük ölçekli entegre devre teknolojisi ile gerçekleşebilmesi sayesinde hızlı bilgi işleme yeteneğine sahiptir ve eş zamanlı uygulamalarda kullanılabilir.⁷¹
- ✓ YSA'nın temel işlem elamanı olan hücrenin yapısı ve modeli hemen hemen tüm YSA' da benzer olduğundan, farklı uygulamalarda mimarileri aynı teori ve öğrenme algoritmalarına sahip YSA'nın problemlerin çözümünde kullanımı büyük bir kolaylık sağlamaktadır.⁷²
- ✓ YSA' da bilgi, ağın bağlantılarının değerleri ile ölçülmekte ve bağlantılarda saklanmaktadır. Diğer programlarda bilgi bir veri tabanında ya da programın içerisinde gömülü olmasına rağmen, YSA' da bilgi ağın bağlantılarında saklanmaktadır.⁷³

2.2.2 Yapay Sinir Hücresi (Nöron)

Bir yapay sinir hücresi veya bir nöron, bir YSA işleminin temelini oluşturan bir bilgi işleme birimidir. Şekil 2.2'de yapay sinir ağı tasarımının temelini oluşturan bir nöron modelini göstermektedir. Bir nöronun çıktısı şu şekilde formüle edilebilir:

$$f\left(\sum_i^n w_{ij}x_i + \beta_j\right) = o$$

Burada x_i , girdileri; w_{ij} , ağırlıkları, β_j eşik değerini ve o ise nöron çıktısını ifade etmektedir. Bir nöronun girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıktılar olmak üzere beş temel elemanı vardır.

⁶⁹ Haykin, a.g.e, s.26;Hamzaçebi, a.g.e, s.18

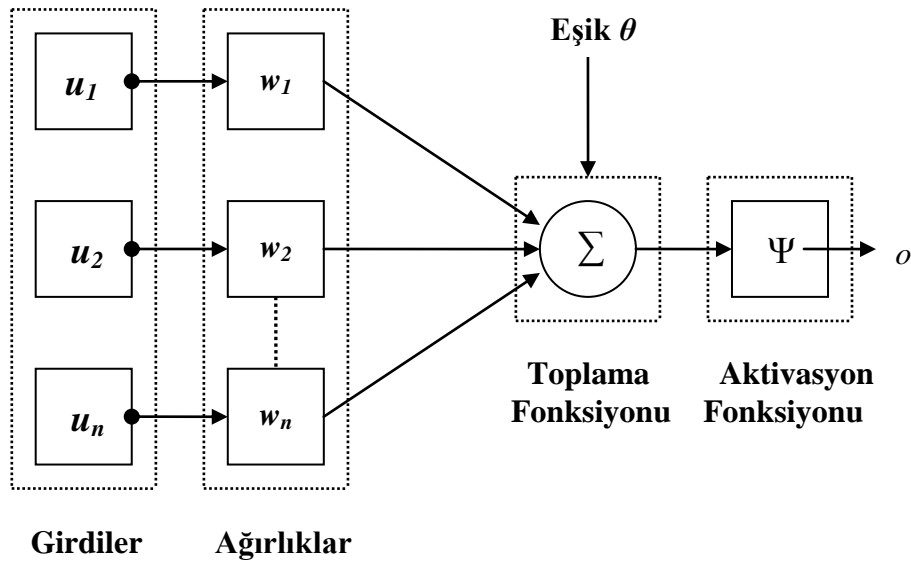
⁷⁰ Öztemel, a.g.e, s.31; Şen, a.g.e, s.10

⁷¹ Haykin, a.g.e, s.26

⁷² Tortum ve Güngör, a.g.e, s.26

⁷³ Öztemel, a.g.e, s.31

Şekil 2.2 Yapay Sinir Hücresi (Nöron)



2.2.2.1 Girdiler

Girdiler (x_i ; $i = 1,2,\dots,n$) bir yapay sinir hücresine dış dünyadan gelen bilgilerdir. Yapay sinir hücresine dış dünyadan olduğu gibi başka hücrelerden veya kendisinden de bilgiler gelebilir. Bir yapay sinir hücresi yani nöron aynı anda çok sayıda girdi alır.

2.2.2.2 Ağırlıklar

Ağırlıklar (w_1, w_2, \dots, w_i) yapay sinir tarafından alınan girişlerin nöron üzerindeki etkisini belirleyen uygun katsayılarıdır. Her bir giriş kendine ait bir ağırlığa sahiptir. Bir ağırlığın değerinin büyük olması, o girişin yapay sinire güçlü bağlanması ya da önemli olması, küçük olması zayıf bağlanması ya da önemli olmaması anlamına gelmektedir.⁷⁴ Ağırlığın "0" değerini alması ise herhangi bir etkinin olmadığını göstermektedir.

2.2.2.3 Toplama Fonksiyonu

Bir yapay sinir hücresine gelen net girdiyi hesaplayan toplama fonksiyonu için farklı fonksiyonlar kullanılmaktadır. YSA modellerinden bazıları kullanılacak toplama fonksiyonunu kendisi belirleyebilmektedir. Görüldüğü üzere, bazı durumlarda gelen girdilerin değeri, bazı durumlarda ise gelen girdilerin sayısı dikkate alınmaktadır. En uygun toplama fonksiyonu belirlemek için geliştirilmiş bir formül bulunmadığından, genelde deneme yanılma yöntemi kullanılarak uygun toplama

⁷⁴ Elmas, a.g.e, s.31

fonksiyonu belirlenir. Yapay sinir hücrelerinin her biri farklı toplama fonksiyonuna sahip olabileceği gibi, tümünün toplama fonksiyonu aynı olabilir. Bu seçim tamamen kullanıcının kendi öngörüsü doğrultusunda verdiği karara bağlıdır.⁷⁵ Tablo 2.2'de literatürde yaygın olarak kullanılan değişik toplama fonksiyonlarına örnekler verilmiştir.

Tablo 2.2 Toplama Fonksiyonu Örnekleri

Net Giriş	Açıklama
<p>Toplam</p> $Net\ Girdi = \sum_i^n G_i A_i$	Her gelen girdi değeri kendi ağırlığı ile çarpılarak toplanır ve böylece net girdi bulunur.
<p>Çarpım</p> $Net\ Girdi = \prod_i G_i A_i$	Ağırlık değerleri girdiler ile çarpılır ve daha sonra bulunan değerler birbirleri ile çarpılarak net girdi hesaplanır.
<p>Maksimum</p> $Net\ Girdi = Max(G_i A_i), i=1, \dots, N$	N adet girdi içinden ağırlıklar ile çarpıldıktan sonra en büyüğü yapay sinir hücresinin net girdisi olarak kabul edilir.
<p>Minimum</p> $Net\ Girdi = Min(G_i A_i), i=1, \dots, N$	N adet girdi içinden ağırlıklar ile çarpıldıktan sonra en küçüğü yapay sinir hücresinin net girdisi olarak kabul edilir.
<p>Çoğunluk</p> $Net\ Girdi = \sum_i^n sgn(G_i A_i)$	N adet girdi içinden ağırlıklar ile çarpıldıktan sonra pozitif ve negatif olanların sayısı bulunur. Büyük olan sayı hücrenin net girdisi olarak kabul edilir.
<p>Kümülatif Toplam</p> $Net\ Girdi = Net(eski) + \sum_i^n G_i A_i$	Hücreye gelen bilgiler ağırlıklı olarak toplanır ve daha önce gelen bilgilere eklenerek hücrenin net girdisi bulunur.

Kaynak: Öztemel,2006,s.50

2.2.2.4 Aktivasyon Fonksiyonu

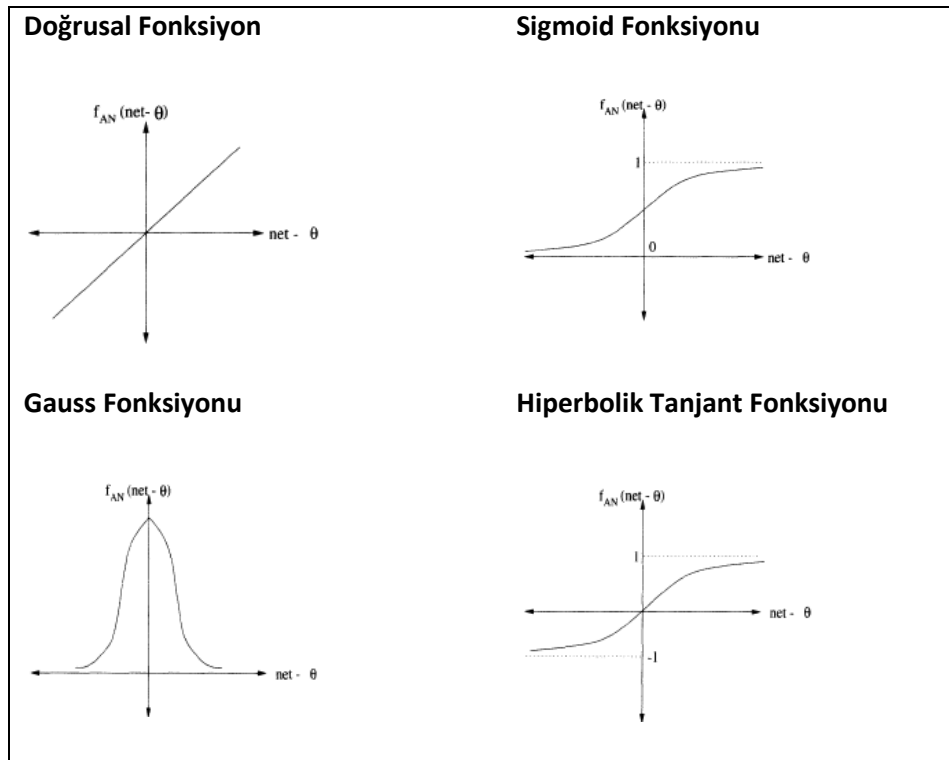
Hücreye gelen net girdiyi işlemden geçirerek hücrenin bu girdi karşılığında üreteceği çıktıyı belirleyen bu fonksiyonu⁷⁶ hesaplamak için toplama fonksiyonunda olduğu gibi farklı formüller kullanılmaktadır. Aktivasyon fonksiyonun amacı, çıktı

⁷⁵ Öztemel, a.g.e, s.49-50

⁷⁶ Haykin, a.g.e, s.34

değerlerinin eğitim aşamasını yavaşlatarak büyük değerlere ulaşmasını engellemektir. Çok katmanlı algılayıcılarda olduğu gibi bazı modeller aktivasyon fonksiyonunun türevinin alınabilir olmasını şart koşmaktadır. Toplama fonksiyonunda olduğu gibi, tüm yapay sinir hücrelerinin aynı aktivasyon fonksiyonunu kullanmaları zorunlu değildir. Yapay sinir hücrelerinin her biri farklı veya hepsi aynı aktivasyon fonksiyonunu kullanabilir. En uygun aktivasyon fonksiyonunu belirleyen bir formül bulunmadığından, probleme uygun aktivasyon fonksiyonu tasarımcının deneme yanılma yöntemi ile belirleyeceği bir durumdur.⁷⁷ Şekil 2.3'te yaygın olarak kullanılan bazı aktivasyon fonksiyonları yer almaktadır.

Şekil 2.3 Aktivasyon Fonksiyonu Örnekleri



Kaynak: Martin T. Hagan, Howard B. Demuth, ve Mark H. Beale, **Neural Network Design**, Thomson Asia Pte Ltd, China, 2002, s.2-17

2.2.2.5 Hücrenin Çıktısı

Aktivasyon fonksiyonu tarafından hesaplanan hücrenin çıktı değeri dış dünyaya, veya başka bir hücreye gönderilir. Her hücrenin bir tek çıktısı olmasına rağmen, bu çıktı birden fazla hücreye girdi olarak gidebilir. Birden fazla girdi alabilen her hücrenin bir tek çıktısı olmakla birlikte, bu çıktı birden fazla hücre tarafından girdi olarak da kullanılabilir.

⁷⁷ Öztemel, a.g.e, s.50-51

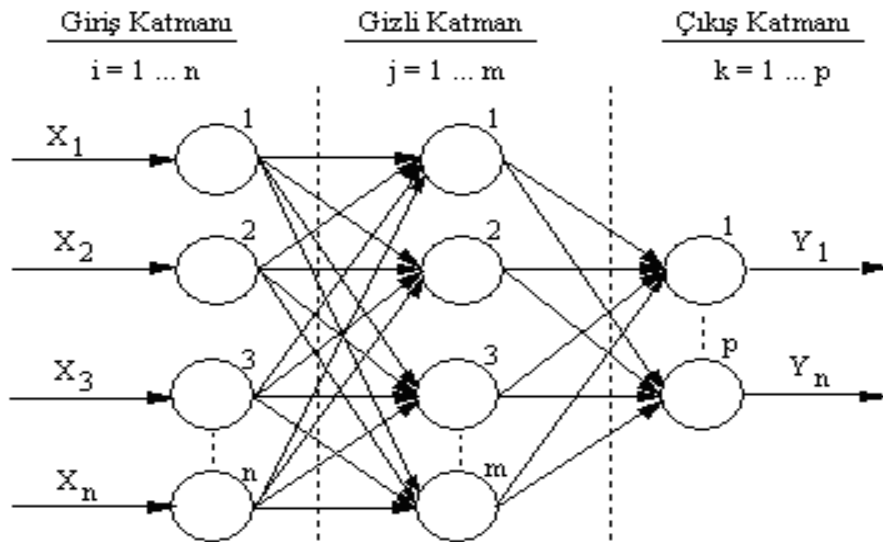
2.2.3 Nöronun Çalışma Prensipleri

Nörona gelen girişler öncelikle kendilerine ait ağırlık değerleri ile çarpılır. Değişime uğrayan tüm girdiler toplama fonksiyonuna tabi tutulur. Toplama fonksiyonu için yukarıda anlatıldığı gibi birçok farklı seçenek kullanılabilir. Toplama fonksiyonundan elde edilen çıktı aktivasyon fonksiyonuna gönderilir. Yukarıda gösterilen aktivasyon fonksiyonlarından seçilmiş olan bir fonksiyon işlemi sonucunda elde edilen çıktı hücrenin çıktısı olmaktadır.⁷⁸

2.2.4 Yapay Sinir Ağının Yapısı

Yapay sinir hücrelerinin (nöronların) birbirleriyle bağlantılar aracılığıyla bir araya gelmeleri yapay sinir ağını oluşturmaktadır. Genel olarak, sinir hücreleri katmanlar halinde ve her katman içinde paralel olarak bir araya gelerek ağı meydana getirirler. Şekil 2.4.'de görüldüğü gibi; bir yapay sinir ağında birbirleriyle bağlantılı sinir hücrelerinin yer aldığı girdi katmanı (input layer); çıktı katmanı (output layer) ve gizli katman (hidden layer) olmak üzere temelde üç katman bulunmaktadır. Bu tür yapay sinir ağlarına çok katmanlı algılayıcılar (Multi Layer Perceptron-MLP) denmektedir. Özellikle öngörü problemleri için en yaygın kullanılan YSA türü olarak kullanılmaktadır. Öğrenme algoritması olarak geri yayılım algoritmasını kullandığından dolayı geri yayılım ağları olarak da adlandırılmaktadır.

Şekil 2.4 Çok Katmanlı Bir Yapay Sinir Ağı



Girdi nöronu, gizli katman ve gizli nöron, çıktı nöronu sayıları gibi parametrelerin seçimi ilgilenilen probleme göre değişiklik göstermektedir. Optimal

⁷⁸ Özgür Polat, *Yapay Sinir Ağları Metodolojisi İle Zaman Serilerinde Öngörü Modellemesi*, Basılmamış Uzmanlık Tezi, Türkiye İstatistik Kurumu, Diyarbakır, 2009b, s.18

ağ mimarisinin belirlenmesinde, önerilen bazı teknikler olmasına rağmen, bu metotlardan hiçbirisi gerçek öngörü problemleri için optimal çözümü garanti etmemektedirler. Sezgisel yaklaşımlar ve kısıtlı deneylere dayalı benzetim çalışmaları yardımcı olabilir. Bu nedenle, bir YSA'nın tasarımı bilimden daha çok bir sanattır.⁷⁹ Birçok katmanlı yapay sinir ağında, girdi katmanından alınan girişler, girdi katmanı ve gizli katman arasında bulunan bağlantı ağırlıkları ile çarpılıp gizli katmana iletilmektedir. Gizli katmandaki nöronlara gelen girişler toplanarak aynı şekilde gizli katman ile çıktı katmanı arasındaki bağlantı ağırlıkları ile çarpılarak çıktı katmanına iletilir. Çıktı katmanındaki nöronlar da, kendisine gelen bu girişleri toplayarak buna uygun bir çıkış üretirler.⁸⁰

2.2.5 Yapay Sinir Ağ Modelleri

Katmanlar arasındaki bağlantı yapısına göre YSA modellerinin bazıları ileri besleme şeklinde, bazıları da geri besleme şeklinde yapılandırılır.

2.2.5.1 İleri Beslemeli Ağlar

İleri Beslemeli yapay sinir ağlarında nöronlar arasındaki iletişim giriş katmanından çıktı katmanına doğru tek yönlü bağlantılarla iletilir. Nöronlar bir katmandan diğer bir katmana bağlantı kurarlarken, aynı katman içerisindeki nöronlar birbirleriyle bağlantılı değildir. Bu nedenle ileri beslemeli yapay sinir ağlarında, nöronlar arasındaki bağlantılar bir döngü oluşturmamakta ve bu ağlar girilen verilere hızlı bir şekilde çıktı üretebilmektedirler. İleri beslemeli ağlara örnek olarak Çok Katmanlı Algılayıcılar (Multi Layer Perceptron-MLP) verilebilir. Nöronlar ile oluşturulan katmanların ard arda gelecek bir şekilde bir araya getirilmesi sonucunda kurulan ileri beslemeli ağlarındaki her bir katmandaki nöronlar, bir sonraki katmandaki nöronlar ile bağlantı ağırlıkları vasıtasıyla ilişkilidir. Giriş ve çıkış katmanları arasında yer alan gizli katmanlardaki nöronların doğrusal olmayan davranışları, ileri beslemeli ağların doğrusal olmamasının nedenidir.⁸¹

İleri beslemeli YSA' da, hücreler katmanlar şeklinde düzenlenir ve bir katmandaki hücrelerin çıktıları bir sonraki katmana ağırlıklar üzerinden giriş olarak verilir. Giriş katmanı, dış ortamlardan aldığı bilgileri hiçbir değişikliğe uğratmadan orta (gizli) katmandaki hücrelere iletir. Bilgi, orta ve çıkış katmanında işlenerek ağ

⁷⁹ Guogiang Zhang, B. Eddy Patuwo ve Michael Y. Hu, "Forecasting with Artificial Neural Networks: The State of The Arts", **International Journal of Forecasting**, Volume:14, No: 1, 1998, s.35

⁸⁰ Elmas, a.g.e, s.43

⁸¹ M. Önder Efe ve Okyay Kaynak, **Yapay Sinir Ağları ve Uygulamaları**, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, 2000, s.13

çıkışı belirlenir. Bu yapısı ile ileri beslemeli ağlar, doğrusal olmayan statik bir işlevi gerçekleştirir. İleri beslemeli 3 katmanlı YSA'nın, orta katmanında yeterli sayıda hücre olmak kaydıyla, herhangi bir sürekli fonksiyonu istenilen doğrulukta yaklaştırabileceği gösterilmiştir. En çok bilinen geriye yayılım öğrenme algoritması, bu tip YSA'ların eğitiminde etkin olarak kullanılmakta ve daha önce de bahsedildiği gibi bazen bu ağlara geriye yayılım ağları da denmektedir.⁸²

2.2.5.2 Geri Beslemeli Ağlar

Bir geri beslemeli sinir ağı, çıkış ve ara katmanlardaki çıktılarını, giriş birimlerine veya önceki ara katmanlara geri beslediği bir ağ yapısıdır. Böylece, girişler hem ileri yönde hem de geri yönde aktarılmış olur. Bu çeşit sinir ağlarının dinamik hafızaları vardır ve bir andaki çıkış hem o andaki hem de önceki girişleri yansıtır. Geri beslemeli YSA' da, en az bir hücrenin çıkışı kendisine ya da diğer hücrelere giriş olarak verilir ve genellikle geri besleme bir geciktirme elemanı üzerinden yapılır. Geri besleme, bir katmandaki hücreler arasında olduğu gibi katmanlar arasındaki hücreler arasında da olabilir. Bu yapısı ile geri beslemeli YSA, doğrusal olmayan dinamik bir davranış gösterir. Dolayısıyla, geri beslemenin yapılış şekline göre farklı yapıda ve davranışta geri beslemeli YSA yapıları elde edilebilir.⁸³

Geri beslemeli yapay sinir ağları karmaşık bir çalışma düzeneğine sahiptir fakat dinamik hafızaları sebebiyle önceden tahmin uygulamalarında ve sınıflandırma işlemlerinde başarılı sonuçlar vermektedirler. Geri beslemeli ağlar çeşitli zaman serilerinin öngörüsünde de oldukça başarı sağlamışlardır. Bu tip ağlara örnek olarak Hopfield, Elman ve Jordan ağları verilebilir.

2.2.6 Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme

İnsan beyni doğumdan sonraki gelişme sürecinde çevresinden duyu organlarıyla algıladı davranışları yorumlar ve bu bilgileri diğer davranışlarında kullanır. Yaşadıkça beyin gelişir ve tecrübelenir. Artık olaylar karşısında nasıl tepki göstereceğini çoğu zaman bilmektedir. Fakat hiç karşılaşmadığı bir olay karşısında yine tecrübesiz kalabilir. YSA'nın öğrenme sürecinde de, tıpkı dış ortamdan gözle veya vücudun diğer organlarıyla uyarıların alınması gibi dış ortamdan girişler alınır. Bu girişlerin beyin merkezine iletilerek burada değerlendirilip tepki verilmesi gibi

⁸² Tuğba Saraç, "Yapay Sinir Ağları", Seminer Projesi, Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 2004, s.27

⁸³ Saraç, a.g.e, s.28

YSA da aktivasyon fonksiyonundan geçirilerek bir tepki çıkışı üretilir. Bu çıkış yine tecrübeyle verilen çıkışla karşılaştırılarak hata bulunur. Çeşitli öğrenme algoritmalarıyla hata azaltılıp gerçek çıkışa yaklaşılmaya çalışılır. Bu çalışma süresince yenilenen YSA ağırlıklarıdır. Ağırlıklar her bir çevrimde yenilenerek amaca ulaşmaya çalışılır. Amaca ulaşmanın ve yaklaşmanın ölçüsü de yine dışarıdan verilen bir değerdir. Eğer YSA verilen giriş-çıkış çiftleriyle amaca ulaşmış ise ağırlık değerleri saklanır. Ağırlıkların sürekli yenilenip istenilen sonuca ulaşılan kadar geçen zamana öğrenme adı verilir ve YSA için en önemli kavramlardan birisidir. YSA öğrendikten sonra daha önce verilmeyen girişler verilir, sinir ağı çıkışıyla gerçek çıkışın yaklaşımı incelenir. Eğer yeni verilen örneklere de doğru yaklaşıyorsa sinir ağı işi öğrenmiş demektir.⁸⁴

2.2.6.1 Öğrenme Algoritmaları

YSA'nın literatüre kazandırılmasından bugüne çok sayıda öğrenme algoritması geliştirilmiştir. Öğrenme algoritmaları temel olarak; öğretmenli öğrenme, öğretmensiz öğrenme ve destekleyici öğrenme olmak üzere üç gruba ayrılır.⁸⁵

Öğretmenli öğrenme sürecinde, her örnek için hem girdiler hem de bu girdiler karşılığında oluşturulması gereken çıktılar öğretmen tarafından sisteme verilerek, vazifesi girdileri öğretmenin belirlediği çıktılara göre haritalamak olan sistemin olayı öğrenmesi sağlanır. Bu metot sayesinde, mevcut hatayı en düşük seviyeye indirmek amacıyla bağlantılardaki ağırlıklar yeniden düzenlenir. Bu işlem kabul edilebilir bir hata düzeyine ulaşınca kadar devam eder. "Çok Katmanlı Algılayıcı" ağı bu öğrenme stratejisini kullanan ağlara örnek olarak verilebilir.⁸⁶

Öğretmensiz öğrenmede yapay sinir ağına sadece girdiler verilmekte, ulaşılması gereken beklenen çıktılar verilmemektedir. Girişte verilen örnek değerlere bakarak yapay sinir ağı, parametreler arasındaki ilişkileri kendi kendine öğrenir. Yapay sinir ağı daha sonra bağlantı ağırlıklarını aynı özellikleri gösteren örüntüler oluşturmak üzere ayarlar. Öğretmensiz öğrenme genellikle sınıflandırma problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır. ART (Adaptive Resonance Theory) öğretmensiz öğrenmeye örnek olarak verilebilir.⁸⁷

⁸⁴ Ahmet G. Yüksek, **Hava Kirliliği Tahmininde Çoklu Regresyon Analizi ve Yapay Sinir Ağları Yönteminin Karşılaştırılması**, Basılmamış Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas, 2007, s.28

⁸⁵ Tortum ve Güngör, a.g.e, s.49

⁸⁶ Öztemel, a.g.e, s.25

⁸⁷ Saraç, a.g.e, s.30

Öğretmenli öğrenmeye benzeyen destekleyici veya takviyeli öğrenmede öğrenen sisteme yardımcı olan öğretmen her girdi setine karşılık üretilecek olan çıktı setini sisteme göstermek yerine sistemin kendisine verilen girdilere karşılık çıktısını üretmesini bekler ve üretilen çıktının doğru veya yanlış olduğunu gösteren bir sinyal ile sistemi uyarır. Sistem bu sinyali dikkate alarak öğrenme sürecine devam eder. LVQ (Linear Vector Quantization) ağırları bu öğrenme stratejisini kullanan sistemlere örnek olarak verilebilir.⁸⁸

Literatürde öngörü problemlerinde en yaygın kullanılan algoritmanın Geri Yayılım (Back Propagation) Algoritması olduğu görülmektedir. Yapay sinir ağlarında ağırlıkların belirlenmesinde kullanılan GYA eldeki veri ile ağırlık çıktısı arasındaki farka dayalı olarak ağırlıkların güncellemesini gerçekleştirir. GYA' da kullanılan öğrenme parametresi optimal sonuca yeterli derecede yaklaşılmada önemli rol oynar. Öğrenme parametresi sabit olarak alınabileceği gibi algoritma içinde dinamik olarak da güncellenebilir.⁸⁹ GYA'nın bazı zayıf yönlerinin geliştirilmesi sayesinde daha hızlı hesaplamalar yapan hızlı yayılım algoritması (HYA) ve Levenberg-Marquardt algoritması (LMA) geliştirilmiştir.

Hızlı yayılım algoritması (HYA), Newton metoduna dayanan, çok katmanlı algılayıcıların eğitilmesi için kullanılan sezgisel bir öğrenme algoritmasıdır. Tecrübeye ve eğitilmiş tahmine dayalı kurallar içeren sezgisel algoritmalar, optimum çözümü garanti edemeyip sadece ona yakın çözümü bulmayı garanti etmektedirler. Sezgisel metotların kullanılması aşağıdaki avantajları sağlayabilir.

- ✓ Karar verici mekanizma için sadeleştirici olabilir.
- ✓ Herhangi bir yöntemin parçası olarak öğrenme amacıyla kullanılabilir.
- ✓ Bazı problemleri matematiksel olarak formüle etmek çok kolay olmayabilir. Basitleştirme sonucu meydana gelen hata, bir sezgisel metodun sağladığı optimale yakın çözümün sahip olduğu hatadan daha büyük olabilir.

2.2.6.2 Öğrenme Oranı ve Momentum

Ağırlıkların değişim miktarını belirleyen öğrenme miktarı 0 ile 1 arasında bir değer alır. Küçük değerler öğrenme zamanını uzatırken, büyük değerler yerel

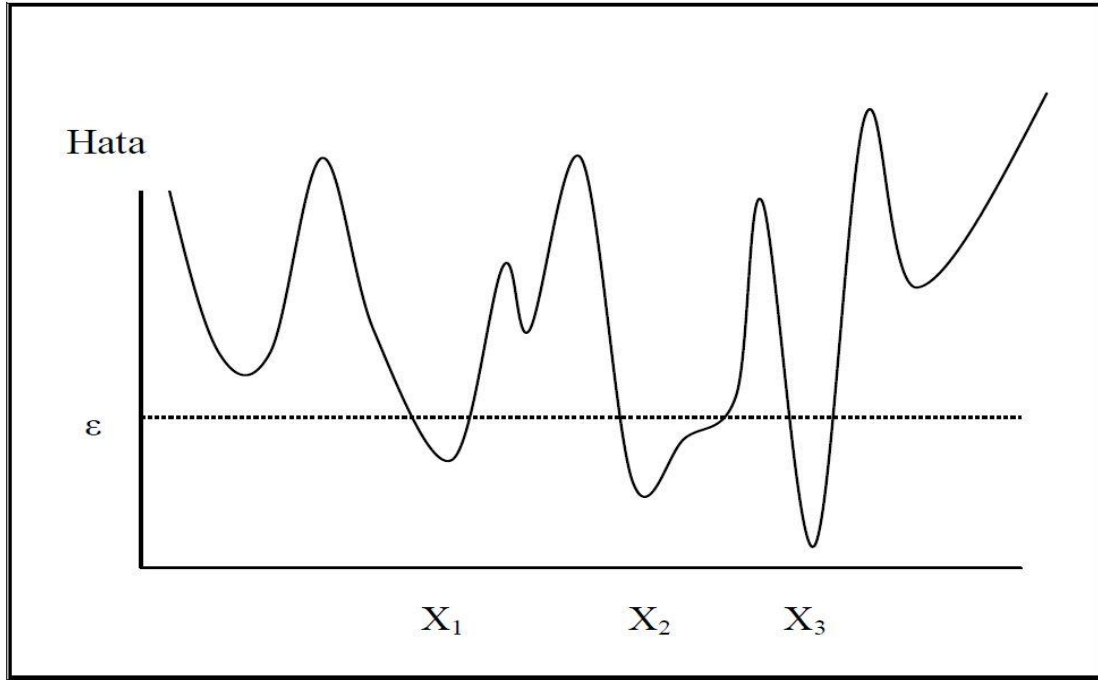
⁸⁸ Özetmel,a.g.e, s.25

⁸⁹ Çağdaş Hakan Aladağ, Erol Eğrioğlu ve Süleyman Günay, "Yapay Sinir Ağları ile Elektrik Tüketiminin Tahmini", **16. İstatistik Araştırma Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, TÜİK, Ankara,2007, s.183

çözümler arasında ağın dolaşması ve osilasyona neden olmaktadır.⁹⁰ YSA için belirli bir hata değeri ε kabul edilir ve bu değerin altındaki bir noktada ağın eğitimi yeterli olduğu kabul edilir. Şekil 2.5'te görüldüğü üzere bir problem için hata değerinin altında X_1 , X_2 ve X_3 gibi çözümler olabilir. Ancak X_1 ve X_2 kabul edilebilir çözümler olmalarına rağmen en iyi çözüm X_3 'tür. X_1 ve X_2 'e yerel çözümler, X_3 'e ise global çözüm denir. YSA'ya ait parametrelerin uygun bir şekilde tespit edilememesi global çözüm yerine yerel çözümlerden birinin elde edilmesini ve optimum çözümden uzak bir sonuç elde edilmesine neden olabilir.⁹¹

Öğrenme oranı gibi öğrenme performansını etkileyen diğer bir faktör olan momentum, bir önceki değişimin belirli bir oranının yeni değişim miktarına eklenmesi olarak tanımlanabilir. Özellikle yerel çözümlere takılan ağların bir sıçrama ile daha iyi sonuçlar bulabilmesi sağlayabilmektedir. Küçük momentum değerleri yerel çözümlerden ağı kurtulmasını zorlaştırırken, büyük değerleri tek bir çözüme ulaşmada sorun çıkarabilir.⁹²

Şekil 2.5 Çok boyutlu Hata Uzayı



Kaynak: Polat, 2009b,s.26

⁹⁰ Zhang, Patuwo ve Hu, a.g.m, s.48

⁹¹ Polat 2009b, a.g.e, s.26

⁹² Öztemel, a.g.e, s.99

Öğrenme oranı ve momentum değerleri için kullanılacak belli bir yöntem henüz mevcut olmadığından, bu parametrelerin en iyi sonuç veren değerleri uygulayıcının tecrübeleri ile belirlenmektedir.

2.2.7 Yapay Sinir Ağları İle Öngörüle Önemli Noktalar

Öngörü için kullanılacak olan bir YSA'nın tasarımında dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır. Girdi nöronu, gizli katman ve nöronu, çıktı nöronu sayıları, aktivasyon fonksiyonunun seçimi, verilerin normalleştirilmesi, veri kümesinin nasıl ayrıştırılacağı, öğrenme algoritmasının tercihi ve performansın incelemesinde konusunda çeşitli kriterler ve uygulamalar mevcuttur. Bu aşamalara dikkat ederek bir YSA tasarlamak gerçeğe daha yakın sonuçları elde etmemizde oldukça fayda sağlayacaktır.

2.2.7.1 Girdi Nöronu Sayısı

Girdi nöron sayısı, gelecekteki değerlerinin öngörüsü yapılacak girdi vektöründeki değişkenlerin sayısına tekabül etmektedir. Sebep-sonuç ilişkisine dayanan bir öngörü probleminde girdi nöron sayısının belirlenmesi kolaydır. Probleme ilişkin bağımsız değişken sayısı girdi nöronunun sayısını verecektir. Ancak bir zaman serisi öngörü probleminde girdi nöronu sayısını belirlemek kolay değildir. Girdi nöronu sayısı seri değerlerinin geçmiş gözlem değerleri ile olan ilişkisini gösterir. Bu ilişkinin kaç dönem geçmiş değeri kapsayacağını belirlenmesi oldukça önemlidir.⁹³ Ancak hali hazırda bu sayıyı belirlemek için tavsiye edilen sistematik bir yöntem bulunmamaktadır. Verilerin içinde saklı ve bu verilere özgü özellikleri ortaya çıkarabilecek az sayıdaki nöron ideal bir seçim olabilir. Çok az veya çok fazla girdi nöronları hem öğrenme hem de ağın öngörü yeteneğini etkileyebilir.⁹⁴ Yao ve Tan yaptıkları çalışmada kullanılan girdi sayılarının artırılması sonucunda ağın öngörü performansını arttırmadığını, aksine bazı durumlarda kötüleştirdiğini, bunun ise sayısı arttırılmadan önce kullanılan girdilerin öngörüsü yapılacak olan zaman serisinin içindeki bilgiyi çözümleyebilecek yapıda olmasından kaynaklandığını ifade etmektedirler.⁹⁵

Tang ve Fishwick (1993), tek değişkenli bir zaman serisi için, girdi nöronları sayısının Box-Jenkins modelindeki AR(p) derecesine eşit olduğunu ileri

⁹³ Hamzaçebi, a.g.e, s.71

⁹⁴ Zhang, Patuwo ve Hu, a.g.m, s.44-45

⁹⁵ Jingtao Yao ve Chew L. Tan, "A Case Study on Using Neural Networks to Perform Technical Forecasting of Forex", **Neurocomputing**, Sayı:34,2000,s.88

sürmektedirler.⁹⁶ Zhang, Patuwo ve Hu (1998), MA süreçlerinde AR terimlerinin olmaması ve Box-Jenkins modellerinin doğrusal modeller olması nedeniyle bu yaklaşımı doğru kabul etmemektedirler. Bazı araştırmacıların fazla girdi nöronu kullanmanın daha yararlı olduğunu ve bazılarının da tam tersini ifade etmeleri literatürde bu önemli parametrenin belirlenmesi konusunda tutarlı sonuçların yer almadığını göstermektedir. Verilerdeki doğrusal veya doğrusal olmayan otokorelasyon yapısı hakkında önemli bilgilere sahip olmasından dolayı, girdi nöronları sayısı bir zaman serisi öngörü probleminin belki de en önemli karardır.⁹⁷

2.2.7.2 Gizli Katman ve Gizli Nöron Sayısı

Gizli nöronlar ve bu nöronların oluşturduğu gizli katmanlar, veri kümesindeki belirleyici özelliklerin ortaya çıkmasına, girdi ve çıktı değişkenleri arasında komplike doğrusal olmayan ilişkinin kurulmasına yardımcı olmaktadır. Gizli katman sayısının ikiden fazla olması eğitim sürecini zorlaştırdığından⁹⁸, genelde bir veya iki gizli katman kullanılmaktadır. Gereğinden fazla gizli katman kullanımı, hesaplama zamanını arttırmakla beraber ağır öğrenme yerine ezberlemesine de neden olabilir. Bir gizli katmanın kullanılması tatmin edici sonuçlar vermiyor ise, 2 veya 3 gizli katman denenebilir. Toplamda (girdi-gizli-çıkı katmanları) katman sayısının dörtten fazla olmasının, ağır öngörü performansını kötü etkilediği daha önceki çalışmalardan anlaşılmaktadır.⁹⁹

Gizli katmanlardaki nöron sayısının tespitinde sabit bir kural yoktur. Genel olarak şu söylenebilir: az sayıda gizli nöron veri yapısındaki ilişkiyi öğrenmede başarısız olabilir, çok sayıda gizli nöron ise ağır öğrenmesi yerine ezberlemesine neden olabilir. En uygun gizli nöron sayısını belirlemek için, deney tasarımı yapılabilir, ya da az sayıda gizli nöron ile başlayıp doğrulama kümesi için ağır performansı bozuluncaya kadar gizli nöron sayısı artırılır. Literatürde, yapılan deneysel çalışmaların sonucunda "n" girdi nöronu ve "m" çıktı nöronu sayısını göstermek üzere, tek gizli katmalı ağlarda gizli nöron sayısına ilişkin bazı öneriler şunlardır:¹⁰⁰

⁹⁶ Zaiyong Tang ve Paul A. Fishwick, "Feedforward Neural Sets as Models for Time Series Forecasting", **ORSA Journal on Computing**, Vol.5, No:4, 1993, s.376

⁹⁷ Zhang, Patuwo ve Hu, a.g.m, s.45

⁹⁸ M. Tim Jones, **Artificial Intelligence: A System Approach**, Infinity Science Pres LLC, Massachussets, 2008, s.285

⁹⁹ Iebling Kaastra ve Milton Boyd, " Designing a Neural Network for Forecasting Financial and Economic Time Series", **Neurocomputing**, Vol.10, No:3, 1996, s.225

¹⁰⁰ Hamzaçebi, a.g.e, s.73

- a) n (Tang ve Fishwick,1993)
- b) $2n+1$ (Lipmann,1987)
- c) $2n$ (Wong,1991)
- d) $\sqrt{n * m}$ (Masters,1993)
- e) $0,75 * n$ (Baily ve Thompson,1990)

2.2.7.3 Çıktı Nöronu Sayısı

Çıktı nöronu sayısını hesaplamak kolaydır ve çalışılan probleme direkt bağlıdır. Sebep-sonuç ilişkisine dayalı öngörü problemlerinde çıktı nöronu sayısı bağımlı değişken sayısına eşit alınabilir. Zaman serisi analizine dayalı öngörü probleminde çıktı nöronu sayısı, tahmin döneminin uzunluğuna eşittir. Tek dönemlik öngöründe çıktı nöronu sayısı bire eşittir. Çok dönemli öngöründe ise iki yolla yapılabilir. Birincisi, Box-Jenkins modelindeki gibi ötelemeli (iteratif) öngörüdür. Öngörülen dönem değeri, bir sonraki dönem için girdi olarak kullanılır. Bu durumda yine sadece tek çıktı nöronu yeterlidir. İkincisi ise, birden fazla dönemin aynı anda öngörüldüğü direkt metot olarak adlandırılan durumdur. Bu durumda çıktı nöronu sayısı, öngörülme istenen dönem sayısına eşit alınır.¹⁰¹ Literatürde direkt metot kullanılarak yapılan öngörülerin iteratif yöntemden daha iyi olduğunu gösteren çalışmalarla birlikte, iteratif öngörü yönteminin de daha iyi olduğunu savunan çalışmalar da mevcuttur.

2.2.7.4 Aktivasyon Fonksiyonu

Transfer fonksiyonu veya sıkıştırma fonksiyonu olarak da adlandırılan aktivasyon fonksiyonu, bir nöronun ve bir ağın girdi ve çıktıları arasındaki ilişkiyi belirler. Aynı veya farklı katmanlardaki nöronların farklı aktivasyon fonksiyonu kullanabilmelerine rağmen, çoğu uygulamalarda aynı katmandaki nöronların aynı aktivasyon fonksiyonu kullandıkları görülmektedir. Literatürdeki çalışmaların çoğunda gizli katman nöronları için sigmoid (lojistik) ya da hiperbolik tanjant aktivasyon fonksiyonu kullanılırken, çıktı nöronları için hangi aktivasyon fonksiyonunun kullanılması gerektiği hususunda bir görüş birliği bulunmamaktadır. Çoğu sınıflandırma problemlerinde çıktı nöronlarında sigmoid aktivasyon fonksiyonu kullanılması daha uygun görülürken, kesiksiz hedef değerlerinin

¹⁰¹ Coşkun Hamzaçebi, Diyar Akay ve Fevzi Kutay, "Comparison of Direct and Iterative Artificial Neural Network Forecast Approaches in Multi-Periodic Time Series Forecasting", **Expert Systems with Applications**, Vol.36, No:2, 2009, s.3840; Zhang, Patuwo ve Hu, a.g.m, s.44; Hamzaçebi, a.g.e, s.74

bulduğu öngörü problemlerinde ise çıktı nöronlarında doğrusal bir aktivasyon fonksiyonunun kullanılmasının mantıklı bir yaklaşımdır. Çıktı nöronları için doğrusal ve doğrusal olmayan aktivasyon fonksiyonlarının göreceli performanslarını araştıran bir çalışma yapılmamakla beraber, birinin diğerine tercih edilmesini öneren ampirik bir çalışma da mevcut değildir. Sigmoid veya hiperbolik tanjant aktivasyon fonksiyonlarının kullanıldığı çıktı nöronları sırasıyla [0,1] veya [-1,1] aralığında olacağı için, çıktı katmanında bu doğrusal olmayan fonksiyonlar kullanılırken hedef değerler de kullanılan aktivasyon fonksiyona uygun bir şekilde bu aralıklar dikkate alınarak normalleştirilmelidir.¹⁰²

2.2.7.5 Veri Normalleştirme

Girdi ve hedef verileri nadiren ham olarak ağa uygulanır. Gürültüyü minimize etmek, önemli ilişkileri vurgulamak, trendleri tespit etmek ve değişkenin dağılımını düz hale getirmek için girdi ve hedef verilerinin analiz edilmesi ve dönüştürülmesi işlemine veri normalleştirme denir.¹⁰³ Lojistik ya da hiperbolik tanjant gibi doğrusal olmayan aktivasyon fonksiyonları bir nöronun çıktısını [0,1] veya [-1,1] aralığına sıkıştırırlar. Bu sebeple hesaplama hatalarından kaçınmak için hem çıktıları hem de girdileri normalleştirme avantajlı olacaktır. Veri normalleştirme, eğitme süreci başlamadan uygulanır. Veri normalleştirme yaklaşımlarında, sıklıkla aşağıdaki formüller kullanılmaktadır:¹⁰⁴

- ✓ [0,1] aralığına doğrusal dönüşüm: $x_n = \frac{x_0 - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$
- ✓ [a,b] aralığına doğrusal dönüşüm: $x_n = \frac{(b - a)(x_0 - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})} + a$
- ✓ İstatistiksel normalleştirme: $x_n = \frac{(x_0 - \bar{x})}{s}$
- ✓ Basit normalleştirme: $x_n = \frac{x_0}{x_{\max}}$

Burada; x_n ve x_0 sırasıyla normalleştirilmiş veri ve orijinal veriyi, x_{\min} , x_{\max} , \bar{x} ve s sırasıyla satır veya kolon boyunca minimum, maksimum, ortalama ve standart sapmayı ifade etmektedir.

¹⁰² Zhang, Patuwo ve Hu, a.g.m, s.47-48

¹⁰³ Kaastra ve Boyd, a.g.e, s.220

¹⁰⁴ Hamzacebi, a.g.e, s.75

Hedef verilerin normalleştirilmesi genellikle girdi verilerinin normalleştirilmesinden bağımsız olarak yapılır. Ancak, zaman serileri öngörüsünde hedef verilerin normalleştirilmesi girdi verileri ile beraber yapılır. Girdi ve hedef verilerinin hangi aralıkta normalleştirileceği çoğunlukla çıktı nöronlarının aktivasyon fonksiyonuna göre seçilir. Çıktı nöronlarının aktivasyon fonksiyonu lojistik hiperbolik tanjant fonksiyonu ise normalleştirme sırasıyla $[0,1]$ ve $[-1,1]$ aralıklarında yapılır. Hedef değerleri normalleştirilmesinin bir sonucu olarak, ağın gözlemlenen çıktıları normalleştirme aralığında olmalıdır. Bu nedenle, ağdan elde edilen sonuçları yorumlamak için, çıktıların orijinal aralığa yeniden dönüştürülmesi gerekir. YSA' dan elde edilen sonuçların doğruluğu orijinal veri seti esas alınarak değerlendirilmelidir. Performans ölçümleri de, çıktıların orijinal aralığa dönüşümünden sonra yapılmalıdır.¹⁰⁵

2.2.7.6 Ağ Modeli ve Öğrenme Algoritmasının Seçimi

Katmanlar arasındaki nöronların bağlantı yapısına ve öğrenme kuralına göre değişiklik gösteren YSA modellerinin ağın öngörü performansını etkileyen diğer bir faktördür. İleri beslemeli ve geri yayılım YSA modellerinin öngörü problemlerinin her ikisi de öngörü çalışmalarında başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Dolayısıyla her iki ağ modeli kullanılarak en iyi sonuç veren model tercih edilebilir. Seçilecek olan ağ modeli önemli ölçüde ağda kullanılması düşünülen öğrenme algoritmasına da bağlıdır. Mesela en çok kullanılan öğrenme algoritması olarak geri yayılım algoritmasının kullanılması düşünülüyorsa, buna bağlı olarak da ileri beslemeli bir ağ modelinin seçilmesi gerekir. Geleneksel geri yayılım algoritmasının zayıf yönleri doğrultusunda, geri yayılım algoritmasının bazı varyasyonları ve modifikasyonları önerilmiştir. Bunların arasında en etkili olanları ikinci derece (Levenberg-Marquardt) yöntemlerdir. Hızlı çalışmaları ve en iyi yerel minimumu bulmadaki başarıları, ikinci derece yöntemlerin YSA eğitiminde tercih edilmelerini sağlamıştır¹⁰⁶

GYA için öğrenme oranı ve momentum katsayısının en iyi değerlerinin belirlenmesi de oldukça önemlidir. Bu öğrenme parametrelerinin en iyi değerleri genellikle deney yolu ile belirlenir. Öğrenme oranı ve momentum katsayısı, her ikisi de genellikle 0 ile 1 arasında herhangi bir değer olabilir.¹⁰⁷ Her bir ağın iyi sonuçlar

¹⁰⁵ Polat 2009b,a.g.e, s.29-30; Zhang,Patuwo ve Hu,a.g.m, s.50

¹⁰⁶ Zhang,Patuwo ve Hu,a.g.m, s.40

¹⁰⁷ Hamzaçebi, a.g.e, s.76

verdiği kullanım alanları olduğundan dolayı probleme uygun ağ seçilmelidir. Aksi takdirde YSA'nın sonuçları istenildiği gibi olmayacaktır.

2.2.7.7 Veri Kümesinin Düzenlenmesi

Bir YSA öngörü modeli için verilerin eğitim, test ve doğrulama verileri olmak üzere 3 parçaya bölünmesi gerekir. Eğitim verileri YSA modelinin geliştirilmesi, test verileri modelin öngörü kabiliyetinin değerlendirilmesi ve doğrulama verileri de fazla eğitime probleminden sakınmak veya eğitim sürecinin durma noktasının belirlenmesi amacıyla kullanılır. Özellikle küçük veri setlerinin kullanıldığı uygulamalarda doğrulama ve test verileri için sadece bir test seti yaygın olarak kullanılmaktadır. Eğitim ve test verilerinin seçimi YSA'nın performansını etkileyebilmektedir. Eğitim ve test verilerinin ayrıştırılması konusunda genel bir yöntem bulunmamasına rağmen, bu ayrıştırmayı yaparken problemin özellikleri, veri tipi ve kullanılabilir verinin büyüklüğü gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle zaman serileri öngörü problemlerinde, hem eğitim hem de test veri setlerinin tüm veri setini temsil edebilme özelliğine sahip olmaları çok önemlidir. Eğitim ve test veri setlerinin uygun bir şekilde seçilmemesi, optimal YSA yapısının seçimini ve YSA öngörü modelinin performansının değerlendirilmesini etkileyecektir. Literatürde eğitim ve test setlerinin ayrıştırılmasına yönelik az sayıda çalışma ayrıştırmanın %90-%10, %80-%20, ve %70-%30 şeklinde olmasını önermektedirler.¹⁰⁸ Literatürde doğrulama veri setinin de ayrıştırılması durumunda en çok %80-%10-%10, %70-%15-%15 veya %60-%20-%20 (Eğitim-Doğrulama-Test) şeklindeki ayrıştırmaların kullanıldığı görülmektedir.

Yapay sinir ağları eğitim setleriyle eğitilirken, eğitimin en uygun noktada durdurulması gerekmektedir. Eğer belirli bir noktadan sonra ağ eğitime devam edilirse, genelleme yapma özelliğini kaybedecek ve eğitim çiftlerini 'ezberlemeye' başlayacaktır. Bu durum başka bir deyişle ifade edilirse; ağ aşırı eğitildiğinde kullanılan eğitim serisinin kitle içinden seçilen bir örnek olduğunu değil, kitlenin kendisi olduğunu zannedecektir. Bu durumda eğitim veri seti için çok hassas tahminler veren ağ, eğitim dışı veri seti yani test kümesi için anlamsız öngörüler vermeye başlayacaktır. Çünkü ağ aşırı eğitimden dolayı, eğitim kümesini kitle zannederek ezberleyecek ve aynı kitleye dahil olan test kümesini başka bir kitle gibi değerlendirecektir. Aşırı eğitim (overtraining) sonucu yapay sinir ağının genelleme

¹⁰⁸ Zhang, Patuwo ve Hu, a.g.m, s.50

yeteneğini kaybetmesi ve dolayısıyla ağ öngörü değerlerinin etkinliklerini kaybetmeleri durumuna ezberleme etkisi (memorizing effect) denmektedir. Ezberleme etkisi sadece aşırı eğitim sonucu ortaya çıkmamaktadır. Eğitim için kullanılan test veri setinin hacminin yeterince büyük olarak seçilmemesinden ve buna bağlı olarak yapay sinir ağının veri setleri arasındaki ilişkileri tam olarak ortaya koyamamasından da oluşabilmektedir.¹⁰⁹

YSA kestiricisinin performansını etkileyen bir diğer yakın ilgili faktör de örnek büyüklüğüdür. Verilen bir problemin çözümü için ne kadar büyüklükte bir örnek gerektiği hakkında kesin bir kural yoktur. Ağın eğitiminde gerekli veri miktarı ağın yapısına, eğitim yöntemi, çalışılan problemin karmaşıklığına bağlıdır. Genel olarak, herhangi bir istatistiksel yaklaşımdaki gibi, örnek büyüklüğü, çözümün doğruluğu ile yakından ilgilidir. Örnek büyüklüğü ne kadar fazla olursa, sonuçların doğruluğu da o oranda artar. Yeterli büyüklükte bir örnek kullanıldığında YSA, verideki herhangi bir karmaşık yapıyı modelleyebilir. Bu nedenle, büyük örneklerde bir YSA, doğrusal istatistiksel yöntemlerden daha fazla yararlı olabilir. YSA, doğrusal modellerin gerek duyduğundan daha fazla bir veriye gereksinim duymamaktadır. Box-Jenkins modelleri ise başarılı bir öngörü için en az 50 veriye gereksinim duymaktadır.¹¹⁰

2.2.7.8 Yapay Sinir Ağlarının Performansının Belirlenmesi

Modelleme ve eğitim zamanı gibi bir YSA öngörü modeli için çok sayıda performans kriteri kullanmak mümkün ise de, en iyi ve en önemli performans kriteri eğitim verilerinin ötesinde ağın başarabileceği öngörü doğruluğudur. Belli bir problem için, uygulayıcılar ve öngörü problemleri üzerinde çalışan akademisyenler tarafından kabul edilmiş yaygın bir doğruluk kriteri mevcut değildir. Bir doğruluk kriteri çoğu zaman gerçek ve öngörüsü değerleri arasındaki fark olan öngörü hatası olarak tanımlanır. Öngörü literatüründe kullanılan birkaç doğruluk kriteri vardır ve bunların her biri avantaj ve kısıtlara sahiptir. YSA'nın performansının belirlenmesinde de daha önce bahsettiğimiz Box-Jenkins Metodolojisinde model kurma aşamalarında 2.1.2.4 nolu başlıkta yer alan "İleriye Yönelik Öngörü"deki

¹⁰⁹ Burak Çelik, *Yapay Sinir Ağları Metodolojisi ile Zaman Serileri Analizi: Teori ve Uygulama*, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı, İstanbul, 2008, s.79

¹¹⁰ Zhang, Patuwo ve Hu, a.g.m, s.51

kriterler kullanılacaktır. Yani literatürde de en çok kullanılan performans kriterleri RMSE, MSE, MAE, MPE ve MAPE ile uygun öngörü modeli belirlenecektir.

2.2.8 Yapay Sinir Ağlarının Kullanım Alanları

Yapay Sinir Ağları gerçek hayatta karşılaşılan problemlerde oldukça geniş bir uygulama alanı kazanmışlardır. Bugün, birçok endüstride başarılı şekilde kullanılmaktadırlar. Uygulama alanları için bir sınır yoktur fakat öngörü, modelleme ve sınıflandırma gibi bazı alanlarda ağırlıklı olarak kullanılmaktadır. YSA'lar 1950'li yıllarda ortaya çıkmalarına rağmen, ancak 1980'li yılların ortalarında genel amaçlı kullanım için yeterli seviyeye gelmişlerdir. Bugün, YSA'lar birçok ciddi problem üzerinde uygulanmaktadır ve bu problemlerin sayısı giderek artmaktadır. Verideki trend veya yapıyı en iyi tanımlayan yöntem olmalarından dolayı öngörü işlemleri için çok uygundur. YSA'ların gerçek hayattaki yaygın uygulama alanlarına şu örnekler verilebilir:¹¹¹

- ✓ Kalite Kontrol
- ✓ Finansal Öngörü
- ✓ Ekonomik Öngörü
- ✓ Kredi Derecelendirme
- ✓ Laboratuvar Araştırmaları
- ✓ İflas Tahmini
- ✓ Petrol ve Gaz Arama
- ✓ Sistem Modelleme
- ✓ Parmak İzi Tanıma
- ✓ Meteorolojik Yorumlama
- ✓ Otomatik Araç Denetimleri
- ✓ Fizyolojik İşaretleri (Kalp fonksiyonları gibi) izleme ve değerlendirme

YSA'nın uygulama alanları amaçlarına göre de gösterilebilir.¹¹²

Sınıflandırma: Müşteri/Pazar profilleri, tıbbi teşhis, imza tetkikleri, ses tanıma, borçlanma/ risk değerlendirmesi, şekil tanıma, spektrum tanımlaması, mal değeri, hücre tiplerinin sınıflandırılması, mikroplar, modeller, örnekler.

¹¹¹ Yurtoğlu, a.g.e, s.9; Çelik, a.g.e,s.27

¹¹² Elmas, a.g.e, s.25

Öngörü: Gelecekteki satışlar, üretim ihtiyacı, pazar performansı, ekonomik deliller, enerji ihtiyacı, tıbbi sonuçlar, kimyasal reaksiyon ürünleri, hava tahminleri, at yarışları, çevresel risk, radyoaktif sızıntı tahminleri, jüri panelleri.

Modelleme: İşlem kontrolü, sistem kontrolü, kimyasal yapılar, dinamik sistemler, işaret karşılaştırma, plastik kalıpcılık, kaynak kontrolü, robot kontrolü ve diğer birçok uygulamalar.

2.2.9 Yapay Sinir Ağlarının Güçlü ve Zayıf Yönleri

YSA'nın diğer yöntemlere tercih edilmesini gerektirecek bazı güçlü yönlerini şu şekilde sıralamak mümkündür.¹¹³

- ✓ Matematiksel olarak modellenmesi imkansız veya zor olan karmaşık problemleri kolayca modelleyerek çözebilir.
- ✓ YSA ile problemlerin çözülebilmesi için problemlerin iyi bir şekilde modellenmesi gerekir. Bu modelleme, problem ile ilgili örneklerin belirlenip toparlanmasına yardımcı olur. Örneklerin dışında başka bir ön bilgiye gereksinim duyulmaz. Modele uygun örnek olduğu sürece, örnek bulmak bilgi bulmaktan çok daha kolaydır. Bunlarda genelde bir sorun teşkil etmez.
- ✓ Gerçek dünyada olaylar ve olayların ardındaki farklı etkenlerin birbirleri ile ilişkilerini ve birbirinin üzerindeki etkileri bilmek zordur. YSA bu ilişkileri otomatik olarak örneklerden öğrendiğinden, uygulayıcıların bu ilişkileri bilmesi ve ağa söylemesi beklenmemektedir. Fakat geleneksel yöntemlerde bu ilişkileri belirlemek veya yok saymak gerektiğinden, bu özellik YSA'nın en güçlü yönlerinden biri olarak görülmektedir.
- ✓ Gerçek hayattaki problemler doğrusal olmayan ilişkilere sahip olması nedeniyle, geleneksel yöntemler ile doğrusal olmayan bu problemlerin modellenmesi oldukça zordur. Çözüm için bazı varsayımlar yapıldığından, modellenen sistemin davranışlarının kontrol altına alınması zorlaşır. Fakat YSA, ilişkileri gerçekleşen örnekler üzerinde kendiliğinden hesaba kattığından, ilişkilerin doğrusal olup olmaması önemli değildir. Bu ilişkilerin modellenmesi geleneksel yöntemlerdeki kadar zor değildir. Örnekler gerçek sistemi temsi ettiğinden, örneklerden öğrenen ağların verdiği kararlar daha gerçekçidir.

¹¹³ Öztemel, a.g.e, s.207-208

- ✓ Örneklerin belirlenmesi ve basit bir program problemi çözebilmek için yeterli olduğundan, YSA uygulamaları hem pratik hem de maliyet olarak daha ucuzdurlar.
- ✓ YSA'nın tasarımı ve uygulaması kısa bir zaman diliminde çok verimli çalıştığından, geleneksel sistemlerden daha hızlıdır.
- ✓ Yeni bilgilerin ortaya çıkması ve ortamda bazı değişimlerin olması halinde tekrar eğitilebilirler. Ayrıca bazı ağlar ortama uyum sağladıklarından eğitilmelerine de gerek yoktur.
- ✓ Paralel çalışabildiklerinden gerçek zamanlı kullanılmaları kolaydır.

Buraya kadar anlatılanlardan görüldüğü üzere, YSA her ne kadar güçlü yönleri sahip olsalar da, tamamen kusursuz da değildirler. YSA'nın bazı zayıf yönleri şu şekilde sıralanabilir.¹¹⁴

- ✓ Ağın oluşturulması, model seçimi ve ağı topolojisinde izlenen belirli kurallar seti olmadığından, uygulayıcının tecrübesine bağlı olarak belirlenir. Bundan dolayı problem farklı şekillerde gösterilebilir ve her gösterimin kendisine göre performansı da değişmektedir. Doğru gösterimi bulmak tecrübeler ile sınırlıdır.
- ✓ Eğitimin gerçekleştirilmesi uzun zamanlar alabilmektedir.
- ✓ Geleneksel yöntemler optimum çözümü üretmesine rağmen, YSA'nın problemlere ürettiği sonuçların optimum olduğu garanti edilemez.
- ✓ Örneklerin problemi temsil etme yeteneğinin zayıf olduğu durumlarda sağlıklı çözümler üretmek mümkün olamamaktadır.
- ✓ Ağın davranışlarını açıklaması mümkün olmadığından, ağa olan güven azalmaktadır.

¹¹⁴ Öztemel, a.g.e, s.208-209

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TURİZM VE TÜRKİYE TURİZM GELİRİNİN BOX-JENKİNS VE YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİ İLE ANALİZİ VE ÖNGÖRÜSÜ

3.1 Turizm

Bu bölümde Turizmin tanımı, turist kavramı, dünyada ve Türkiye’de turizm ile turizmin Türkiye ekonomisindeki yeri ve öneminden bahsedilecektir.

3.1.1 Turizmin Tanımı ve Anlamı

Turizm kavramının kökenini, Latince dönme hareketini ifade eden "tornus" sözcüğü oluşturmaktadır. İngilizcedeki "touring" deyimini ile "tour" deyimleri de bu sözcükten türemiştir. "Tour" dairesel bir hareketi, bazı site ve yörelerin ziyaretini, iş ve eğlence amacıyla yapılan yer değiştirme hareketini ifade eder. "Touring" deyimini ise, zevk için yapılan, eğitsel ve kültürel özellik gösteren seyahatler için kullanılır. Özetle "tour" hareket edilen yere dönmek şartıyla yapılan kısa ya da uzun süreli seyahatleri ifade eder. Burada geçen "tour" kökü, bir hareketi, dolaşmayı ve başlangıç yerine geri dönüşü ifade eder.

Turizm ve turistik kelimelerinin anlamını açıklamaya, tanımlamaya çalışırken dikkat edilecek ilk unsur; hareket ve geri dönüş olayıdır. Türkçede ise "seyyah" kelimesi "turist", "seyahat" kelimesi ise "turizm" deyimlerinin karşılığıdır. Her ne kadar "turist", "turizm", "turistik" kavramları ilk kez İngilizler tarafından kullanılmışsa da ana dilimize bu deyimler, Fransızcadan gelip yerleşmiş ve tutunmuşlardır.¹

Çok yönlü bir olay ve sektör olarak turizm kavramını tanımlamaya çalışırsak; turizm, insanların sürekli konutlarının bulunduğu yer dışında, sürekli olarak yerleşmemek, sadece para kazanmak ve politik ya da askeri bir amacı izlememek üzere; serbest bir ortam içinde, iş, merak, din, sağlık, spor, dinlenme, eğlence, kültür, deneyim kazanma amacıyla ya da dost ve akraba ziyareti, kongre ve seminerlere katılmak gibi nedenlerle, kişisel ya da toplu olarak yaptıkları seyahatlerden, gittikleri yerlerde 24 saati aşan ya da o yerin bir konaklama tesisinde en az bir geceleme

¹ Kurban Ünlüören, Ahmet Tayfun ve Arzu Kılıçlar, **Turizm Ekonomisi**, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, 2. Baskı, 2009, s.16-17

süresiyle konaklamalarından ortaya çıkan iş ve ilişkileri kapsayan bir tüketim olayı, sosyal bir olay, ağır, bütünleşmiş bir hizmet ve kültür sektörüdür.²

Turizm kavramı üzerinde günümüze kadar birçok tanım yapılmış olmakla birlikte, tam bir görüş birliğinden bahsetmek mümkün değildir. Turizm kavramının tanımlanmasında karşılaşılan zorluğun nedeni; turizmin son derece geniş, çok yönlü ve karmaşık bir yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bazı araştırmacılar turizmi “endüstri” olarak kabul ederken, bazıları da bu olayın endüstriden çok bir pazar özelliğini taşıdığını belirtmektedir. Bir grup araştırmacı ve akademisyen ise turizmi “sistem” yaklaşımı içinde değerlendirmektedir. Örneğin, ekonomistler turizmi bir “endüstri” olarak görürken, pazarlamacılar “pazar” olarak görmekte, çevre bilimciler turizmin çevresel etkileri üzerinde durmakta, toplumbilimciler ise turizmin insan davranışları yönünü ana faktör olarak ele almaktadırlar.³

Yukarıda verilen anlam ve tanımlar turizm kavramını genel hatlarıyla ve belli özellikleri ile tanımlamaktadır. Ama çalışmamızda turizmin ekonomik yönünü ele alacağımız için kısaca turizmi şöyle tanımlayabiliriz: İnsanların sürekli yaşadığı ve para kazandığı yerler dışına spor, din, sağlık, seyahat, eğlenme, dinlenme vb. ihtiyaçlarını tatmin etmek üzere gitmeleri ve gittikleri bu yerlerde turistik kuruluşların mallarını tüketerek yaptıkları ekonomik faaliyetlerin tümüdür. Bu tanımda gözden kaçmaması gereken, kişilerin gittikleri yerde para kazanma gayesi gütmeme ilkesidir.

Bireylerin eğitim ve gelir düzeyindeki gelişmeler ile hızlı kentleşme, nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler, uluslar arası turizm hareketini geliştiren önemli unsurlardır. Turizmin yapısal özelliği ve turizm hareketlerine doğrudan katılan turistler ile katılma isteğinde olan turistlerde kendisini gösteren değişimler, gelecek yıllarda turizm hareketlerinin hangi yönde gelişeceği konusunda soru işaretlerini de beraberinde getirmektedir. Her yıl milyonlarca kişi değişik amaçlarla turizm, uluslararası turizm hareketlerine katılmaktadır. Uluslar arası turizm hareketlerinin temelini, bulunduğu ülkeden başka bir ülkeye turizm amaçlı seyahat eden kimseler oluşturmaktadır uluslararası turizm hareketlerine katılan turistlerin daha uzun süre konaklama yapmaları, daha fazla harcamada bulunmaları ve beraberinde döviz

² Mehmet Özdemir, **Turizmin Türkiye'nin Sosyo-Ekonomik Yapısına Etkileri**, Köksav Yayınevi, Ankara, 1992, s.19

³ Orhan İçöz, **Turizm Ekonomisi**, Turhan Kitabevi, 3. Basım, Ankara 2005, s.1-2

getirmeleri sonucunda bölgenin ekonomik yapısına katkıda buldukları için önemli bir unsurdur. ⁴

3.1.2 Turist Kavramı

Turist, turizm faaliyetlerine katılan ve yön veren, sürekli yaşadığı yeri ticari kazanç dışı nedenlerle geçici olarak terk edip seyahat eden ve konaklayan, psikolojik tatmin arayan, sınırlı harcama gücü ve zamanı ile tüketimde bulunan kişidir. ⁵

Turizmin öznesi sayılan turistin, gerçekleştirdiği tüketim faaliyetleriyle davranış şekilleri turizm ekonomisi ve turizm pazarlamasının yoğun olarak üzerinde durduğu konulardandır. Turistin, hangi unsurların etkisi altında kalarak tüketim faaliyetlerini gerçekleştirdiğini saptamak aynı zamanda sunuma hazırlanan turistik ürünün olup olmadığını da belirler. Dünya Turizm Örgütü'nün (WTO) bir çalışmasında öne sürdüğü, kişileri seyahate yönlendiren 133 farklı nedenin varlığı turistin temel nitelik ve beklentilerine ait çerçevenin çok da kolay çizilemeyeceğinin işareti sayılabilir. Buna karşılık turistin temel özellikleri şu şekilde sayılabilir. ⁶

- ✓ Turist, turizme yön veren kişi ve turizm hareketlerinin belirleyicisidir.
- ✓ Turist, sürekli yerleşme amacı olmaksızın din, ailevi ilişki, sağlık, eğlenme ve dinlenme veya boş zamanlarını değerlendirme gibi ticari kazançla yönelik olmayan nedenlerle seyahat eden insandır.
- ✓ Bilimsel, idari, diplomatik, dini, sportif nedenler veya bu çeşit toplantılara katılmak amacıyla seyahat edenler de turist olarak kabul edilebilirler.
- ✓ Turist, temel amacı psikolojik tatmin olan, seyahati süresince ekonomik anlamda tüketici sayılan, normal düzede mali güce sahip ve zamanı sınırlı olan kişidir.

Bir ülkeye çalışma, yerleşme uzun süreli eğitim amacıyla gidenler ve transit yolcular turist olarak sayılmamaktadırlar. Bir kişinin turist sayılabilmesi için, seyahate gittiği yerde en az bir gece konaklama yapması gerekmektedir. Konaklama yapmayan kişiler günöbirlikçi ya da günöbirlik ziyaretçi olarak adlandırılmaktadır.

3.1.3 Dünyada ve Türkiye'de Turizm

Birinci Dünya Savaşı'na kadar lüks bir ihtiyaç olarak kabul edilen, 1960'lı yıllara kadar ise kültürel bir hareket olarak kendini gösteren turizm, günümüzde

⁴ Nazmi Kozak, Metin Kozak ve Meryem A. Kozak, **Genel Turizm: İlkeler ve Kavramlar**, 10. baskı, Detay Yayıncılık, Ankara, 2011, s.126

⁵ Öcal Usta, **Genel Turizm**, İzmir, Anadolu Matbaacılık, 2001, s.11

⁶ Özcan Yağcı, **Turizm Ekonomisi**, Ankara, Detay Yayıncılık, İkinci Baskı, 2007, s.12-13

zorunlu ihtiyaçlar arasında kabul edilmeye başlanmıştır. Artık turizm dünyada hızla gelişen ve bacasız sanayi olarak adlandırılan bir sektördür. Özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren ülke ekonomilerinin karşılaştığı dar boğazların aşılmasında adeta bir çıkış noktası haline gelmiştir. Turizm özellikle gelişmekte olan ülkelerin kalkınmalarını tamamlayabilmeleri için ihtiyaç duyulan dövizi sağlaması, ülkede üretim çeşitliliğini artırması ve istihdam oluşturması bakımından çok önemlidir. Özellikle ekonominin durgun olduğu dönemlerde turizm, yeni istihdam alanlarının yaratılarak işsizlik oranının aşağıya çekilmesi konusunda önemli bir araç olarak kabul edilmektedir.⁷

Turizm II. Dünya Savaşı'ndan sonra hızla gelişmiş daha geniş halk kitlelerine ve uzak mesafelere yayılmıştır. Günümüzde parasal ve kitlesel bir olay haline gelen turizmin yarattığı ekonomik ve politik etkiler ülke ekonomilerinde ve özellikle uluslararası ekonomik ve politik ilişkilerde önemli sonuçlar doğurmaktadır. Bu durum, yalnız uluslararası turizm hareketinden büyük pay alan gelişmiş ülkelerde değil, aynı zamanda gelişmekte olan ülkelerde de turizme verilen önemi arttırmaktadır. Turizmin, yatırımları ve iş hacmini geliştiren, gelir yaratan, döviz sağlayan, yeni istihdam alanları aan, sosyal ve kültürel hayatı etkileyen, siyasi bakımdan da önemli toplumsal ve insancıl fonksiyonların gerçekleştirilmesini kolaylaştıran bir nitelik kazanması, ülkelerin dikkatinin bu ekonomik olay üzerinde yoğunlaşmasına neden olmuştur. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin karşılaştıkları ekonomik sorunların ve darboğazların aşılmasında, turizmin yarattığı dinamik ekonomik etkiler söz konusu ülkelerin turizme daha çok önem vermesine neden olmuştur. Turizmin ekonomik etkisi en çok ulaşım ve tur operatörleri, konaklama, çekim merkezleri (doğal, kültürel/tarihsel ve gelişmiş yerler) gibi sektörler ve turizmle ilgili perakende işleri (restoran ve hediye dükkanları gibi) etkilemektedir.⁸

Türkiye'de ise turizm sektörünün özellikle 1980 yılından sonra çok büyük bir gelişme göstererek, ülke kalkınmasında lokomotif görevi üstlendiği Tablo 3.2'de görülmektedir. 24 Ocak 1980 ekonomik kararlarından sonra Türkiye'de ithal ikameci politika terk edilerek ihracata yönelik sanayileşme stratejisi benimsenmiştir. Böylece Türkiye'de serbest piyasa ekonomisinin temel prensibi olarak kabul edilen ihracat

⁷ İçöz, a.g.e, s.301-302

⁸ Felix Chan,Christine Lim ve Michael McAleer, "Modelling Multivariate International Tourism Demand and Volatility", **Tourism Management**, Vol. 26,No:3,2005, s. 459

odaklı sanayileşmenin gerçekleştirilmesinde turizm sektörü; kolay, etkili, verimli ve nispi olarak da ucuz bir araç olarak görülmüştür.⁹

Türkiye, Akdeniz ve Ege denizine 4000 kilometreden fazla kıyısı ve 3200'den fazla tarihi ve kültürel mirasıyla ünlü yerleşim yeri olan turistik bir ülkedir. Türkiye turizmde önde gelen İspanya, Fransa, İtalya gibi ülkelerle birçok turistik özelliği bulunan fakat turizm gelirleri bakımından bu ülkelerden geri kalmış bir Akdeniz ülkesidir. Türkiye 1963'den bu yana sadece beş yıllık ekonomik kalkınma planlarında yer verdiği turizmi 1983'den sonra bazı teşvik ve özendirme politikaları ile daha aktif olarak ele alınmıştır.¹⁰ Bu çabalar neticesinde bugün Avrupa turizminden %2.5, dünya turizminden ise %1.8'lik pay alan Türk turizmi özellikle gelişmiş Batı Avrupa ülkelerinde çekici ülke konumuna gelmiştir. Uluslararası turizmin sürekli ve kesintisiz artışı, gelişen birçok ülkenin devamlı büyüyen bu endüstriye ilgi duymasına neden olmuştur. Türkiye gibi gelişen bir ülkenin pazar payı almak için uluslararası turizm endüstrisine ilgi duymasının pek çok nedeni vardır. Bunlar, turizm talebinin her geçen gün hızla artması, turizmin döviz darboğazı sorunlarına çözüm getirebilmesi, turizm endüstrisinin gelişme maliyetlerinin düşük olması ve turizmin ekonomik kısıtlamalardan, tarife ve kotalardan daha az etkilenmesidir.¹¹

Birleşmiş Milletler Dünya Turizm Örgütü (UNWTO)'nün 2012 yılı raporuna göre ülkelere gelen turist sayısı bakımından en fazla talep alan ülkeler arasında Fransa, ABD ve Çin başı çekmektedir. Türkiye ise son yıllarda büyük gelişmeler göstererek, ülkelere gelen turist sayısı sıralamasında 6. sıraya kadar yükselmiştir. Tablo 3.1'de 2006-2011 yılları arasında 2011 yılına göre turistler tarafından en çok ziyaret edilen 10 ülkenin turist sayıları verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi Türkiye dışındaki turizmde büyük pay sahibi ülkeler yıllar itibariyle iniş ve çıkışlar yaşarken, Türkiye her yıl ziyaretçi sayısında artışlar kaydetmiş ve Almanya, İngiltere gibi ülkeleri geride bırakmıştır.

⁹ Ozan Bahar, "Turizm Sektörünün Türkiye'nin Ekonomik Büyümesi Üzerindeki Etkisi: VAR Analizi Yaklaşımı", **Yönetim ve Ekonomi**, Cilt 13, No:3,2006, s.138

¹⁰ Ali Rıza Özdemir ve Oktay Öksüzler, "Türkiye' de Turizm Bir Ekonomik Büyüme Politikası Aracı Olabilir mi? Bir Granger Nedensellik Analizi", **Balıkesir Üniversitesi SBE Dergisi**, Cilt 9, No:16, 2006, s.110-111

¹¹ Ali Çımat ve Ozan Bahar, "Turizm Sektörünün Türkiye Ekonomisi İçindeki Yeri ve Önemi Üzerine Bir Değerlendirme", **Akdeniz Üniversitesi İİBF Dergisi**, Cilt 6,2003, s.3-4

Tablo 3.1 Dünya Turizminde En Çok Ziyaret Edilen Ülkeler (Milyon)

Sıra No	Ülke Adı	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	FRANSA	78.9	81.9	79.2	76.7	77.1	79.5
2	A.B.D.	51	56	57.9	54.9	59.8	62.3
3	ÇİN	49.9	54.7	53	50.9	55.7	57.6
4	İSPANYA	58.2	59.2	57.2	52.2	52.7	56.7
5	İTALYA	41.1	43.7	42.7	43.2	43.6	46.1
6	TÜRKİYE	18.9	22.2	25	25.5	27	29.3
7	İNGİLTERE	30.7	30.7	30.1	28	28.3	29.2
8	ALMANYA	23.5	24.4	24.9	24.2	26.9	28.4
9	MALEZYA	17.5	20.9	22.1	23.6	24.6	24.7
10	MEKSİKA	21.4	21.4	22.6	21.5	23.3	23.4

Kaynak: Birleşmiş Milletler Dünya Turizm Örgütü (UNWTO), <http://www2.unwto.org/>, (Erişim Tarihi: 25/05/2012)

3.1.4 Turizmin Türkiye Ekonomisindeki Yeri ve Önemi

Türkiye gerek coğrafik konumu ve gerekse sahip olduğu geçmişten gelen medeniyetlerden miras kalan tarihi ile dış turizm açısından bir cazibe merkezidir. Bununla birlikte turizmin ekonomik hayattaki önemi 1960'lı yıllarda tartışılmaya başlanmış olsa da asıl gelişmelerin 1980 yılından itibaren liberal ekonomiye geçişin bir sonucu olarak dışa açılımın gerçekleşmesi ve özellikle 1982 yılında yürürlüğe giren Turizmi Teşvik Kanunu ile dış turizmin ve dış turizmden elde edilen döviz gelirlerinin bugünkü düzeylerine ulaştığı bilinmektedir. Türk turizm sektörünün, gerek Avrupa gerekse Dünya genelinde giderek büyüyen bir orana sahip olmakla birlikte halen hedeflenen düzeyden uzaktadır. Geliştirilecek politikalar için, dış turizm kapasitesinin, hem elde edilecek gelirler açısından ve hem de sunulan hizmetin kalitesi açısından yükseltilmesi için dünyadaki turizm talep yapısının iyi analiz edilmesi kaçınılmazdır. Uzun yıllar sadece deniz, güneş, kum gibi doğal olanaklara dayanan Türk turizm sektörü içerisinde yer alan yatırımcıların, ülkemizin sahip olduğu eşsiz tarihinden faydalanarak kültürel turizmde sadece önemli bir gelir kaynağı olarak değil aynı zamanda ülkemizin tanıtımı açısından gerekliliğini görerek yatırımlarını bu yönde de yapmaları ülke ekonomisine büyük bir kazanç getirebilecektir.¹²

¹² Ümit Şahbaz, **Zaman Serilerinde Nedensellik Analizi: Türkiye'de Ekonomik Büyüme ve Turizm Gelirleri Arasındaki İlişkinin Nedensellik Analizi**, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 2007, s.73

Tablo 3.2 Yıllar İtibariyle Türkiye’de Turizm Gelirlerinin GSMH İçindeki Payı

Yıllar	GSMH (Milyon \$)	Turizm Gelirleri (Milyon \$)	Turizm Gelirlerinin GSMH İçindeki Payı(%)
1965	8525,1	13,8	0,2
1966	10157,7	12,1	0,1
1967	11275,6	13,2	0,1
1968	12499,3	24,1	0,2
1969	13877	36,6	0,3
1970	9951,3	51,6	0,5
1971	12969,9	62,9	0,5
1972	17200,7	103,7	0,6
1973	22130,7	171,5	0,8
1974	30507	193,7	0,6
1975	37598	200,9	0,5
1976	41283,5	180,5	0,4
1977	49177,1	204,9	0,4
1978	53690,7	230,4	0,4
1979	52962,2	280,7	0,5
1980	57198,3	326,7	0,6
1981	46087,2	381,3	0,8
1982	52853	370,3	0,7
1983	50153,5	411,1	0,8
1984	48986,5	840	1,7
1985	52597,6	1482	2,8
1986	75173	1215	1,6
1987	85979	1721,1	2
1988	90460	2355,3	2,6
1989	107544	2556,5	2,4
1990	150758	3225	2,1
1991	158122	2654	1,8
1992	178715	3639	2,3
1993	132302	3959	2,2
1994	170081	4321	3,3
1995	183601	4957	2,9
1996	192383	5962,1	3,2
1997	206552	8088,5	4,2
1998	206552	7808,9	3,8
1999	185267	5203	2,8
2000	200002	7636	3,8
2001	145693	10066,5	6,9
2002	180892	11900,9	6,6
2003	239235	13203,1	5,5
2004	300578	15887,7	5,3
2005	360876	18153,5	5
2006	399673	16850,8	4,2

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu, Kültür ve Turizm Bakanlığı

Dünya ekonomisinde en hızlı gelişen sektörlerden biri haline gelen turizm sektörü, özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler açısından ekonomik kalkınmanın bir aracı olarak görülmektedir. Turizm sektörü milli gelire olan katkısının yanı sıra, sağladığı döviz geliri ile dış açıkların giderilmesi ve ödemeler bilançosunun iyileştirilmesi yönündeki özelliğiyle de ülke ekonomisi açısından

önemli rol oynamaktadır. Turizm, yeni istihdam olanakları yaratma özelliği ile, işsizlik oranının yüksek olduğu ülkeler açısından önemli bir sektör konumundadır.¹³

Turizmin ekonomi içindeki yerini gösteren en önemli göstergeler, turizm döviz gelirlerinin ihracat gelirleri, Gayri Safi Milli Hasıla¹⁴ (GSMH) ve ödemeler dengesi içindeki payıdır. Tablo 3.2'de görüleceği gibi, Türkiye'de turizmden sağlanan döviz gelirlerinin GSMH içindeki payı, Körfez savaşının olduğu 1991 yılında % 1,8'e ve Marmara depreminin olduğu 1999 yılında ise % 2,8'e düşmesi dışında genel olarak yıllar itibariyle artış göstermiştir. Özellikle 1965-1983 arasında turizm gelirinin GSMH içindeki payı hep %1'in altında kalmış ve bu dönemden sonra yükselişe geçmiştir. Bunun sebebi de 1982'den sonra turizm sektörüne önem verilmiş olması ve yatırımların hızla artmış olmasıdır.

Turizmin ekonomik göstergelerinden bir diğeri de, turizmden elde edilen döviz gelirlerinin ihracattan elde edilen gelire oranıdır. Turizm gelirlerinin ihracat gelirleri içindeki payının artması, turizmin ödemeler dengesine olan katkısını ortaya koymaktadır. Ülkeye gelen turistlerin gereksinimlerini karşılamak üzere doğrudan veya dolaylı olarak yaptıkları harcamalar görünmeyen ihracat; satın aldıkları eşyalar ve tüketim malları gibi alışverişler de ek ihracat olarak adlandırılmakta ve ülkenin ödemeler dengesine olumlu katkı sağlamaktadır.¹⁵ Tablo 3.3 Türkiye'de turizm gelirlerinin ihracattan elde edilen döviz gelirleri içindeki payını göstermektedir. Yıllar itibariyle turizm gelirlerindeki artışın ihracat gelirlerinden daha hızlı olması sonucunda, turizm gelirlerinin ihracat gelirlerine oranının 1991 ve 1999 yılları haricinde sürekli olarak yükseldiği, 1983 yılında bu oranın % 7,2'ye, 1988'de % 20'ye, 1997'de % 30'a ve 2002 yılında zirve değeri olan % 33'e yükseldiği görülmektedir. Ödemeler dengesi bakımından değerlendirildiğinde, 1999 yılı haricinde, son on yıl içerisinde ihracat gelirinin yaklaşık %25'nin turizm endüstrisinden sağlandığını ifade edebiliriz. Yıllar itibariyle turizm gelirlerindeki artışın ödemeler dengesini pozitif olarak etkilediği de söylenebilir.

¹³ Nilgün Çil Yavuz, "Türkiye'de Turizm Gelirlerinin Ekonomik Büyümeye Etkisi: Yapısal Kırılma ve Nedensellik Analizi", **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, Cilt 7, Sayı 2, 2006, s.162

¹⁴ Bir ekonomide belirli bir dönemde üretilen tamamlanmış (nihai) mal ve hizmetlerin piyasa değerinin toplamı "Gayri Safi Milli Hasıla" olarak adlandırılmakta ve bu kavram ülkenin genel ekonomik performansının değerlendirilmesinde en yoğun kullanılan kavram olmaktadır.

¹⁵ Çımat ve Bahar, a. g. e , s. 10

Tablo 3.3 Yıllar İtibariyle Türkiye’de Turizm Gelirlerinin İhracat Gelirleri İçindeki Payı

Yıllar	İhracat Gelirleri (Milyon \$)	Turizm Gelirleri (Milyon \$)	Turizm Gelirlerinin İhracat Gelirleri İçindeki Payı(%)
1966	490	12,1	2,5
1967	523	13,2	2,5
1968	496	24,1	4,9
1969	537	36,6	6,8
1970	588	51,6	8,8
1971	677	62,9	9,3
1972	835	103,7	12,4
1973	1317,1	171,5	13,0
1974	1532,2	193,7	12,6
1975	1401,1	200,9	14,3
1976	1960	180,5	9,2
1977	1753	204,9	11,7
1978	2288	230,4	10,1
1979	2261,2	280,7	12,4
1980	2910,1	326,7	11,2
1981	4702,9	381,3	8,1
1982	5746	370,3	6,4
1983	5727,8	411,1	7,2
1984	7133,6	840	11,8
1985	7958	1482	18,6
1986	7456,7	1215	16,3
1987	10190	1721,1	16,9
1988	11662	2355,3	20,2
1989	11624,7	2556,5	22,0
1990	12959,3	3225	24,9
1991	13593,5	2654	19,5
1992	14714,6	3639	24,7
1993	15345,1	3959	25,8
1994	18105,9	4321	23,9
1995	21637	4957	22,9
1996	23225,5	5962,1	25,7
1997	26261,1	8088,5	30,8
1998	26974	7808,9	28,9
1999	26587,2	5203	19,6
2000	27774,9	7636	27,5
2001	31334,2	10066,5	32,1
2002	35081,1	11900,9	33,9
2003	46877,6	13203,1	28,2
2004	63167	15887,7	25,2
2005	73476,4	18153,5	24,7
2006	85534,7	16850,8	19,7
2007	107271,8	18487	17,2
2008	132027,2	21950,8	16,6
2009	102142,6	21249,3	20,8
2010	113883,2	20806,7	18,3
2011	134907,1	23020,3	17,0

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu, Kültür ve Turizm Bakanlığı

Turizmin ekonomik etkileri, yalnızca turistik tüketim harcamalarının yapılması ve bu yolla gelir yaratılmasından oluşmamakta, yaratılan istihdam

açısından da önem taşımaktadır.¹⁶ Doğası gereği emek yoğun bu sektörün gelişimi, istihdamı artırarak ülke ekonomisine katkılar sağlamaktadır. Turistik tüketim harcamalarının ilk aşamasında elde edilen gelirler doğrudan istihdam etkisi yaratırken, elde edilen gelirlerin tekrar harcanması ile dolaylı istihdam etkisi ortaya çıkmaktadır. Turizm sektörünün emek-yoğun üretim tarzı, turistik ürün ve hizmet üretiminde otomasyona geçme imkanının sınırlı olması turizmin doğrudan istihdam etkisini artırmaktadır. Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Yatırım Destek ve Tanıtım Destek Ajansı'nın (TYDTA) 2010 yılı Ocak ayında hazırlamış olduğu “Türkiye Turizm Sektör Raporu”na göre; 2009 yılında Türkiye’de turizm sektörü, doğrudan 1,7 milyon kişiye sağladığı iş imkanı ile toplam istihdamın % 7,2’ini oluşturmuştur.¹⁷ Özellikle gençlerin ve kadınların istihdam edilmesinde önemli rolü olan turizm sektörünün, ülkemiz nüfusunun yarıdan fazlasının kadınlardan oluştuğu ve genç bir nüfusa sahip olduğumuz gerçeğini düşündüğümüzde, işsizliğin büyük oranda azalmasına katkı sağladığı açıktır.

Turizm gelirlerinin ekonomik büyümeye olan olumlu katkısının önümüzdeki yıllarda da giderek artacağı tahmin edilmektedir. Dünya Seyahat ve Turizm Konseyi’nin tahminine göre 2021 yılında Türkiye’de turizm gelirleri 141 milyar dolar düzeyinde olacaktır. Bununla birlikte Dünya Turizm Örgütü, Türk turizminin yılda % 5.5 oranına büyüyerek 20 yıl sonra da 27 milyon turistini ülkemizi ziyaret edeceğini öngörmektedir. Bu öngörüler doğrultusunda Türk turizminin dünya sıralamasındaki konumu yakın gelecekte çok daha üst sıralarda olacaktır. Türkiye’de turist sayısı ve turizm gelirlerinde yaşanan artışlar, belirtildiği üzere dünya genelindeki konjonktürel artışın bir yansıması olarak ortaya çıkmaktadır.

Türkiye’nin, Akdeniz bölgesinde en son yıllarda en hızlı büyüyen turizm ekonomisine sahip olduğu, İtalya, İspanya, Yunanistan, Portekiz gibi Akdeniz bölgesinde yer alan rakiplerimizin ise turizm istatistikleri incelendiğinde, turizm sektöründeki büyümelerinin yavaşladığı ve neredeyse durduğu söylenebilir. Buna nedenle Türkiye’nin büyüme konusunda çok daha büyük bir potansiyele sahip olduğunu söylemek mümkündür. Bununla birlikte, Portekiz ve Yunanistan’ın turist sayısı ve turizm gelirlerinde zamanla Türkiye’nin gerisinde kaldıkları ifade edilebilir. Türk turizminin bundan sonra, İtalya ve İspanya gibi ülkeleri birer rakip olarak

¹⁶ Aziz Kutlar ve Murat Sarıkaya, “Türkiye’ye 1964-2007 Döneminde Gelen Turist Sayısı İle İlgili Ekonometrik Bir Çalışma”, **Sakarya Üniversitesi Sakarya İktisat Dergisi**, Cilt 1, Sayı 1, 2012, s.2

¹⁷ <http://www.invest.gov.tr/tr-TR/infocenter/publications/Pages/Publications.aspx>, (Erişim Tarihi:17/05/2012)

görerek yatırımlarını bu yönde yapması ve yabancı ziyaretçiler için bu ülkelere bir alternatif olma yolunda harekete geçmesi gerekmektedir. Yaşanacak olumlu gelişmeler sonucunda Türk turizminin Akdeniz bölgesinde lider bir konuma gelmesi kaçınılmazdır.¹⁸

Genel olarak turizmin ekonomiye ve ülke gelişmesine katkısını şu şekilde özetleyebiliriz: Turizmin bir ülke ekonomisine katkısı doğrudan ve dolaylı şekilde oluşur. Direkt katkısı, ülkeye giren yabancıların, turizm aktivitelerini gerçekleştirebilmek için harcadıkları paralar döviz girdisidir. Bu dövizler, GSMH'nin yükselmesini, ödemeler dengesinin iyileşmesini ve refah seviyesinin artmasını sağlar. Dolaylı etkilerini de şöyle sıralamak mümkündür. Turizm bir hizmet sektörüdür. Turist sayısı arttıkça bunlara hizmet verecek tesis sayısı da artacaktır. Tesis sayısının artması, buralarda çalışacak insan sayısının artması demektir. Böylece istihdam alanları oluşur ve işsiz sayısı azalır.

3.2 Literatür Taraması

Bu bölümde Türkiye'de ve dünyada hem turizm sektörü açısından hem de uygulama yöntemi olarak geçmiş yıllarda yapılan çalışmalara yer verilmiştir. YSA ve Box-Jenkins modelleri araştırmacılar tarafından hem turizm hem de diğer iktisadi zaman serilerinin öngörüsünde en çok kullanılan yöntemlerdendir. Literatürde YSA ve ARIMA modellerinin öngörü performanslarını karşılaştırmalı olarak analiz eden çok sayıda çalışma yer almaktadır. Kullanılan verilerin farklı özelliklerde olduğu, ağ yapıları ve modellerin farklı şekillerde oluşturulduğu söz konusu karşılaştırmalı analizlerde, hangi metodun daha iyi öngörü performansı gösterdiği konusunda farklı sonuçların elde edildiği görülmektedir.

Choi, Kim ve An; aylık zaman serisi verileri ile, otoregresif entegre hareketli ortalama yöntemi (ARIMA) ile farklı mimari yapılara sahip geri beslemeli yapay sinir ağı modellerini kullanarak Güney Kore'deki bir otel işletmesinin doluluk oranlarını tahmin etmişlerdir. Yazarların geliştirdikleri "Geri beslemeli ayrıştırılmış yapay sinir ağı modeli ", ARIMA ve deneme amacıyla geliştirdikleri diğer yapay sinir ağı modellerine göre daha yüksek tahmin performansı göstermiştir.¹⁹

Cho, 1974 – 2000 yıllarına ait üçer aylık zaman serisi verilerini kullandığı çalışmasında; üstel düzleştirme, ARIMA ve Elman yapay sinir ağı modeli ile farklı

¹⁸ Şahbaz, a.g.e, s.79-80

¹⁹ Hyung R. Choi, Wooju Kim ve Sung Y. An "Recurrent and Decomposed Neural Network – Based Hotel Occupancy Rate", **The New Review of Applied Expert Systems**, 1997, No: 4, s. 121-136

ülkelerden Hong Kong'a yönelik dış turizm talebini tahmin etmiştir. Modellerin tahmin performanslarının değerlendirilmesinde, Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) ve Kök Ortalama Kare Hata (RMSE) istatistiklerinden yararlanan yazar, çalışmasında kullandığı Elman yapay sinir ağının, diğer yöntemlere göre bir ülke haricinde tüm ülkelerden gelen turist sayılarının tahmininde, en iyi sonuçları verdiğini belirtmiş ve yapay sinir ağlarının özellikle mevsimsel dalgalanma gösteren, gelen turist sayıları gibi seriler için uygun bir tahmin yöntemi olduğunu ileri sürmüştür.²⁰

Palmer, Montaño ve Sesé; 1986 – 2000 yıllarına ait üçer aylık zaman serisi verilerini kullanarak, farklı katman ve nöron sayılarına sahip ileri sürümlü yapay sinir ağı modellerinin, Baleric Adaları'nın turizm gelirlerini tahmin etme performanslarını karşılaştırmışlardır. Denedikleri toplam 28 farklı yapay sinir ağı modelinin tahmin performanslarını, MAPE, RMSE ve Theil's-U istatistikleri ile ölçen yazarlar, 8-1-1 mimarisine sahip modelin, diğerlerine göre daha yüksek tahmin başarısı sağladığını belirtmişlerdir. Yapay sinir ağlarının diğer yöntemlerle birlikte kullanıldığı önceki çalışmalara da atıfta bulunan yazarlar, yapay sinir ağlarının; doğrusal olmama, hata toleransı, veriler arasındaki karmaşık ilişkileri modelleyebilme ve istatistiksel varsayımlara gerek duymamaları gibi bir dizi avantaja sahip olduğunu ve bu özellikleri ile turizm zaman serileri için uygun bir tahmin tekniği olduğunu ileri sürmüşlerdir.²¹

Selim ve Demir'in çalışmasında Türkiye'de 1980-2007 dönemi için Wickens-Breusch (W-B) yaklaşımı ile turizm talebi modeli tahmin edilmiş ve YSA kullanılarak Türkiye'ye gelen turist sayısı öngörümlenerek her iki modelin performansları karşılaştırılmaktadır.²²

Çuhadar, Güngör ve Göksu'nun makalesinde; zaman serisi yöntemlerinden Üstel Düzleştirme ve Box-Jenkins yöntemleri ile farklı mimarilere sahip YSA modellerinin tahmin doğruluklarını karşılaştırarak en yüksek doğruluğu sağlayan

²⁰ Vincent Cho, "A Comparison of Three Different Approaches To Tourist Arrival Forecasting", **Tourism Management**, 2003, Volume: 24, No: 3, s. 323-330

²¹ Alfonso Palmer, Juan J. Montaño ve Albert Sesé, "Designing An Artificial Neural Network For Forecasting Tourism Time Series", **Tourism Management**, Volume: 27, No:5, 2005, s. 781-790

²² Sibel Selim ve Çiğdem Demir, "Türkiye'ye Gelen Turist Sayısının Öngörülmesi: Karşılaştırmalı Bir Analiz", **10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu**, Erzurum, 2009, s.1-17

modelin belirlenmesi ve belirlenen model yardımıyla Antalya iline yönelik aylık dış turizm talebi tahminlerinin yapılması amaçlanmaktadır.²³

Özdemir ve Öksüzler'in makalesinde; turizm ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi, Türkiye için 1963-2003 dönemine ait turizm gelirleri, GSMH ve reel döviz kuru değişkenleri kullanılarak araştırılmaktadır.²⁴

Sharda ve Patil 75 zaman serisi kullanarak YSA ve ARIMA metotlarını karşılaştırmışlardır. Çalışmada üç katmanlı yapıya sahip ve GYA ile eğitilen YSA'nın ARIMA metodu kadar iyi öngörüler verdiği sonucu elde edilmiştir.²⁵

Portugal, aylık toplam sanayi üretimi verileri ile ARIMA ve gözlemlenemeyen bileşenler modeli gibi klasik zaman serileri metotları ile YSA'nın iktisadi öngörü performanslarını karşılaştırmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar, YSA'nın ARIMA modellerinden daha iyi öngörü sonuçları verdiğini, öte yandan gözlemlenemeyen bileşenler modelinin YSA' dan daha iyi sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır.²⁶

Moshiri ve Cameron,geri beslemeli bir YSA'yı ARIMA, VAR ve bayesyen VAR modelleri ile karşılaştırdığı çalışmalarında, YSA'nın enflasyon öngörüsünde diğer klasik modeller kadar iyi öngörü performansı sergilediği ve bazı durumlarda klasik modellerden daha iyi öngörü performansına sahip olduğunu ifade etmişlerdir.²⁷

Zou ve diğ. ; ARIMA, YSA ve bu iki modelin birleşimi ile elde ettikleri modeller ile Çin ekonomisindeki buğday fiyatlarının öngörüsünü yaparak bu modellerin öngörü performanslarını karşılaştırmışlardır. Karşılaştırma sonuçları, çalışmada kullanılan modeller arasında YSA'nın en iyi öngörü performansına sahip olduğunu göstermektedir.²⁸

²³ Murat Çuhadar,İbrahim Güngör ve Ali Göksu,"Turizm Talebinin Yapay Sinir Ağları ile Tahmini ve Zaman Serisi Yöntemleri ile Karşılaştırmalı Analizi: Antalya İline Yönelik Bir Uygulama", **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, C.14, Sayı:1, 2009, s.99-114

²⁴ Özdemir ve Öksüzler,a.g.e. ,s.107-126

²⁵ Ramesh Sharda ve Rajendra B. Patil,"Neural networks as forecasting experts: An empirical test", **Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks**, Washington, 1990, s.491-494

²⁶ Marcelo S. Portugal,"Neural Networks Versus Time Series Methods: A Forecasting Exercise",1995, http://www.ufrgs.br/ppge/pcientifica/1994_01.pdf (Erişim Tarihi: 21/04/2012)

²⁷ Saeed Moshiri ve Norman Cameron, "Neural Network Versus Econometric Models in Forecasting Inflation", **Journal of Forecasting**, C. 19, Sayı: 3, 2000, s. 201-217

²⁸ Haofei Zou,Guoping Xia,Fangting Yang ve Haiyan Wang, "An Investigation and Comparison of Artificial Neural Network and Time Series Models for Chinese Food Grain Price Forecasting", **Neurocomputing**, C. 70, Sayı: 16-18, 2007, s.2913-2923

Güngör ve Çuhadar; 1991–2004 dönemine ait aylık zaman serisi verilerini kullanarak, ileri sürümlü geriye yayımlı yapay sinir ağı ile doğrusal ve doğrusal olmayan çoklu regresyon modellerinin, Antalya'ya gelen Alman turist sayılarını tahmin etme başarılarını karşılaştırmışlardır. Modellerin tahmin başarılarını; R^2 , MAPE ve RMSE istatistikleri ile değerlendiren yazarlar, en yüksek tahmin doğruluğu ve açıklayıcılığı sağlayan 5-7-1 düzenindeki sahip yapay sinir ağı modeli ile 2005 ve 2006 yılları için aylar itibariyle Antalya iline yönelik Alman turist talebi tahminleri yapmışlardır.²⁹

İnsel, Karakuş ve Sualp, 1987-2007 yılları arasında Türkiye ekonomisindeki nominal dolar döviz kuru indeksindeki yıllık değişim, yıllık enflasyon oranı, on iki aylık depozitolar üzerindeki nominal faiz oranı ve reel GSMH'nin logaritmasına ait aylık verileri kullanarak ARMA ve YSA modellerinin öngörü performansını karşılaştırmışlardır. Çalışmada yapılan öngörüler sonucunda, enflasyon oranı, döviz kuru ve faiz oranı için YSA ve reel GSMH için ARMA modelinin daha iyi öngörü değerleri verdiği anlaşılmaktadır.³⁰

Giovanis, Amerika Birleşik Devletleri'nin GSMH ve işsizlik oranını öngördüğü çalışmasında ARIMA modelleri ve yaygın olarak kullanılan YSA kullanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar söz konusu verilerin öngörüsünde YSA'nın, ARIMA modellerinden çok daha iyi öngörü değerleri verdiğini göstermektedir.³¹

Hamzaçebi, çalışmasında mevsimsel zaman serisi öngörülenmesi için bir yapay sinir ağı yapısı önermiştir. Önerilen yapı, girdi ve çıktı nöronlarının sayısını belirlemek için zaman serisindeki mevsimsel periyodu inceler. Model dört zaman serisi için test edilmiştir. Önerilen yapay sinir ağları ile bulunan sonuçlar geleneksel istatistiksel modellerle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucu önerilen modelin, diğer modellere göre en küçük tahmin hatasına sahip olduğu ortaya çıkmıştır.³²

²⁹ İbrahim Güngör ve Murat Çuhadar, "Antalya İline Yönelik Alman Turist Talebinin Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Tahmini", **Gazi Üniversitesi Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi**, Sayı: 1,2005, s. 84-99

³⁰ Aysu İnsel, Mesut Karakuş ve M. Nedim Sualp, "A Comparative Analysis of the ARMA and Neural Networks Models: The Case of Turkish Economy", 2008, http://mimoza.marmara.edu.tr/~aincel/NN_ARMA_web.pdf (Erişim Tarihi: 25/04/2012)

³¹ Eleftherios Giovanis, "ARIMA and Neural Networks: An Application to the Real GNP Growth Rate and the Unemployment Rate of U.S.A.", 2009, <http://ssrn.com/abstract=1368675> (Erişim Tarihi: 26/04/2012)

³² Coşkun Hamzaçebi, "Improving Artificial Neural Networks' Performance in Seasonal Time Series Forecasting", **Information Sciences**, 2008, 178, s. 4550–4559

Hamzaçebi ve Kutay, çalışmasında Türkiye elektrik enerjisi tüketiminin 2010 yılına kadar tahmini için YSA, Box-Jenkins modeli ve Regresyon tekniğini karşılaştırmıştır. Karşılaştırma sonucunda yapay sinir ağlarının elektrik enerjisi tüketiminde iyi bir tahmin aracı olduğu sonucuna varmışlardır.³³

3.3 Araştırmada Kullanılan Veriler

Literatürde turizm talebinin ölçüsü ve öngörülerinde gelen turist sayıları, turizm gelirleri, turistlerin geceleme sayıları ve doluluk oranlarının kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada öngöründe kullanılmak amacıyla turizm istatistiklerinden Türkiye Turizm geliri tercih edilmiştir. Bunun sebebi literatürde az sayıda turizm gelirin öngörüsü ile ilgili çalışmanın olması ve turizm gelirin son yıllarda ekonomiye yaptığı büyük orandaki katkısıdır. Araştırmada 1992-2011 dönemine ait aylık Türkiye turizm geliri verileri kullanılmıştır. Türkiye turizm gelirlerine ait veriler T.C. Merkez Bankası Elektronik Veri Dağıtım Sistemin (EVDS) Dış Borçlar ve Ödemeler Dengesi bölümünden Ödemeler Dengesi Ayrıntılı Sunumlarından (I-B2a-Gelir) temin edilmiştir. Bu veriler EK-1'de yer almaktadır.

3.4 Araştırmanın Yöntemi ve Analizi

Çalışmada verilerin zaman serisi özellikleri analiz edilerek seriyi etkileyen temel bileşenler incelenecektir. Verilerin bileşenlerinin incelenmesinden sonra, 2010 ve 2011 yılları için Box-Jenkins ve serilerin bileşenlerine ayrıştırılarak ve ayrıştırılmadan ayrı ayrı Yapay Sinir Ağları yöntemleriyle, verilerin yapısına uygun modeller ve farklı mimarilere sahip yapay sinir ağı modelleri kurularak örneklem içi ve örneklem dışı turizm geliri öngöruları yapılacaktır. Modellerin ürettikleri öngörü değerleri, gerçekleşmiş olan turizm gelirleriyle karşılaştırılarak hangi yöntemin daha gerçekçi sonuçlar verdiği belirlenecektir. Her bir yöntemin öngörü doğruluğu, “Kök Ortalama Kare Hata (RMSE)” , “Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)” ve “Ortalama Mutlak Hata (MAE)” istatistikleri yardımıyla değerlendirilecektir. Yapılacak değerlendirmeler neticesinde en yüksek öngörü doğruluğunu sağlayan yöntem ve model kullanılarak, 2012 ve 2013 yılları için aylar itibariyle Türkiye Turizm geliri öngöruları yapılacaktır.

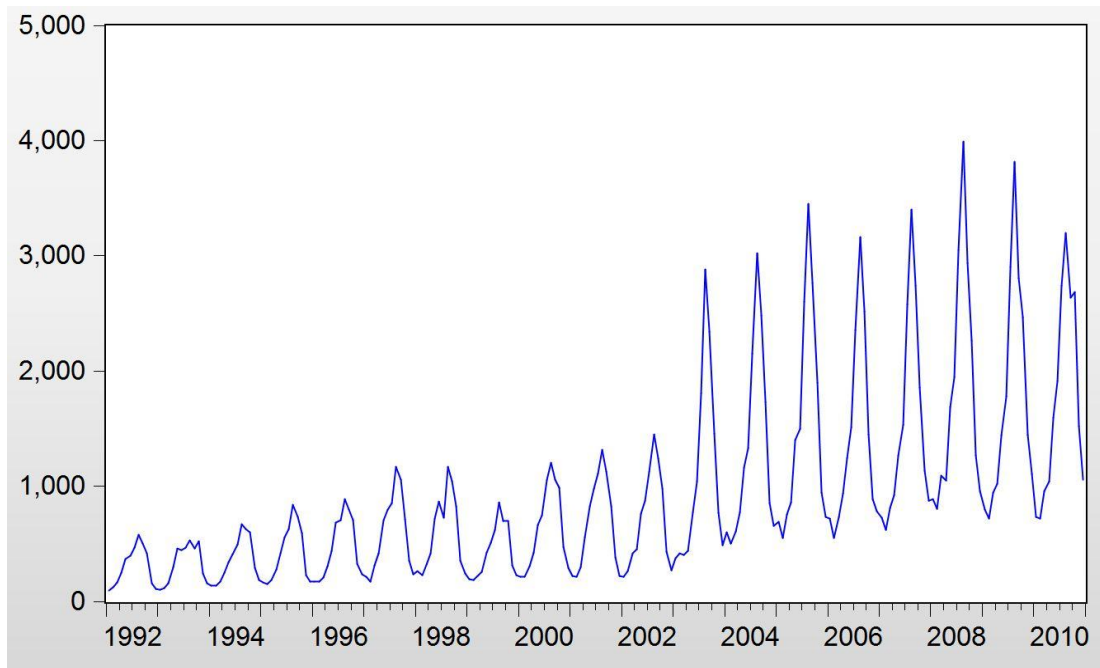
³³ Coşkun Hamzaçebi ve Fevzi Kutay, "Yapay Sinir Ağları ile Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini", **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 2004, C.19, Sayı:3,s.227-233

Araştırmada çeşitli istatistik paket programlarından yararlanılmıştır. Zaman serilerinin bileşenlerinin incelenmesi, grafikler, korelogramlar ve birim kök testleri için Eviews 7.0' den, Box-Jenkins Yöntemi ve modellemeler için SPSS PASW'dan , zaman serisi bileşenlerine ayrıştırma için TRAMO-SEATS'den ve YSA öngörüsü için MATLAB programından yararlanılmıştır. Ayrıca zaman zaman el ile hesaplamalar da yapılmış, değerlerin doğrulukları sağlanmıştır. Özellikle bilgi kriterleri ve öngörü doğruluğunun ölçümünde kullanılan istatistikler el ile hesaplanmış, bunun için Office Excel'den yararlanılmıştır.

3.4.1 Türkiye Turizm Gelirinin Box-Jenkins Yöntemi ile Öngörüsü

Box-Jenkins modelleri kullanılarak 1992-2010 dönemi aylık veriler ile Türkiye turizm geliri serisinin 2010 örneklem içi ve 2011 örneklem dışı öngörü değerleri hesaplanmıştır. 1992-2010 dönemi aylık turizm geliri değişkenine ait verilerin zaman içerisinde izlediği yol Şekil 3.1'de verilmiştir. Analizin ilk aşamasında, serinin izlediği yola bakılarak duranlığı ve mevsimselliği hakkında kabaca bir bilgi edinebilir. Grafik incelendiğinde serinin bir trende sahip olduğu ve mevsimsel bileşenin etkilerini taşıdığı belirtilebilir. Türkiye Turizm Geliri serisinin (TTG) ortalamada ve varyansta durağan olmadığı ayrıca mevsimsel bileşenin zaman içerisinde değiştiği görüldüğünden, orijinal verinin sabit mevsimsel değişimler sağlaması amacıyla doğal logaritması alınmıştır. Elde edilen LnTTG serisinin zaman grafiği de Şekil 3.2'de verilmiştir.

Şekil 3.1 1992-2010 dönemi Türkiye Turizm Geliri Zaman Grafiği



Şekil 3.2 incelendiğinde LnTTG serisinin ortalamada durağan olmadığı, ancak varyansta durağanlığının sağlandığı yani mevsimsel bileşenin sabit hale geldiği görülmektedir. LnTTG serisinin durağanlığının sınanması için Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) testi uygulanmış ve sonuçları Tablo 3.3'de verilmiştir.

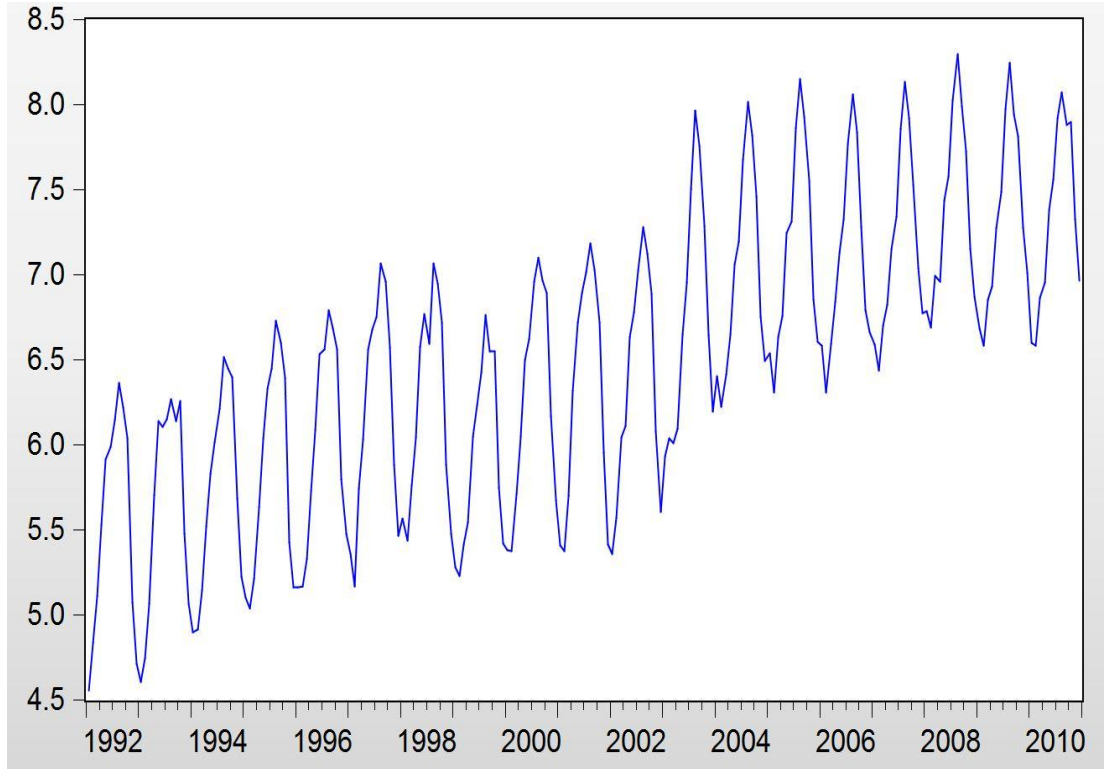
Tablo 3.4'e bakıldığında ADF test istatistiği mutlak değer olarak Mc Kinnon kritik değerlerden küçük olduğundan, LnTTG serisi için birim kökün olduğu hipotez kabul edilmekte yani LnTTG serisinin durağan olmadığı anlaşılmaktadır. Ayrıca LnTTG serisine ait ACF ve PACF grafikleri incelenerek de serinin durağan olmadığı görülmektedir. Bu grafikler Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te gösterilmiştir. LnTTG serisinin ACF grafiği incelendiğinde gecikme uzunlukları arttıkça otokorelasyonların pozitif kaldığı, yavaş bir hızla azaldığı ve değerlerin ekseni geç kestiği görülmektedir.

Tablo 3.4 LnTTG Serisi İçin ADF Birim Kök Test Sonuçları

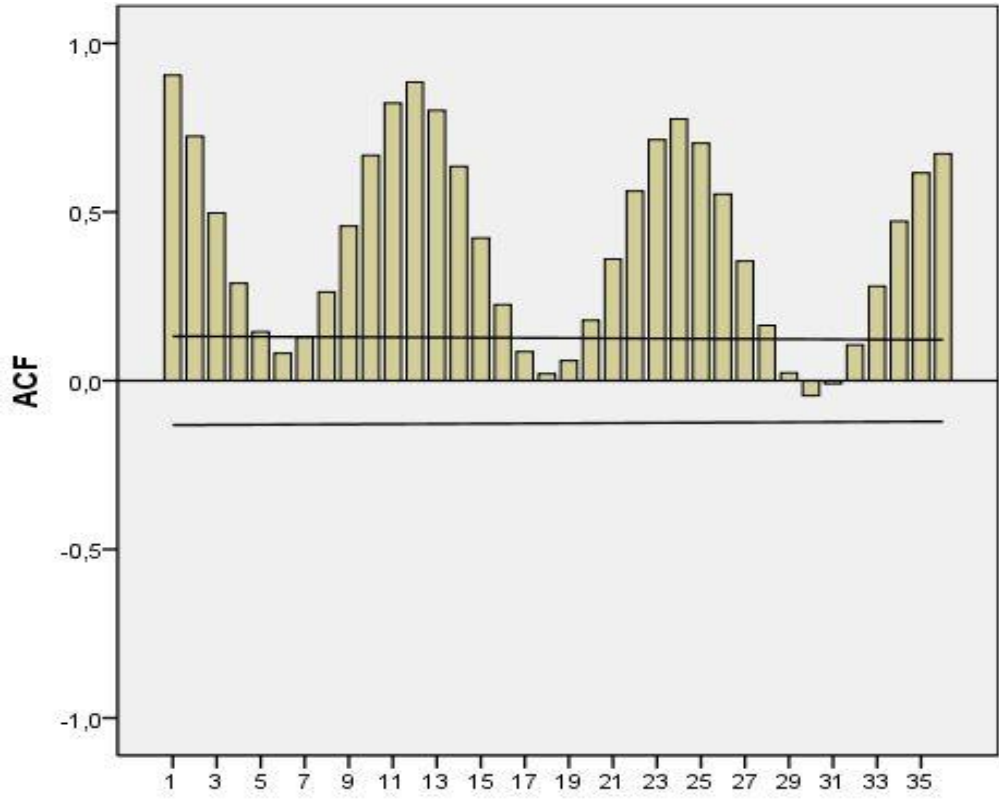
Değişken	Kritik Değer	ADF Test İstatistiği
LnTTG	-3,4607	-0,9477
	-2,8748	
	-2,5739	

Not: Kritik değerler sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerine göre yazılmıştır.

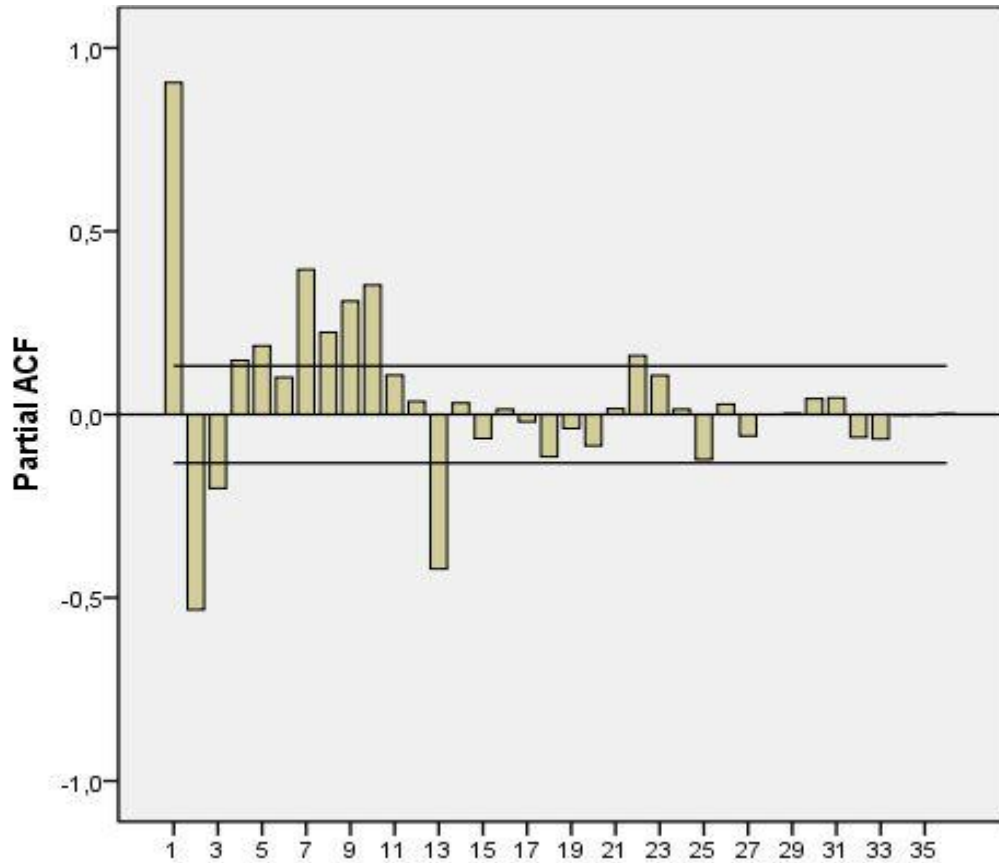
Şekil 3.2 LnTTG Zaman Grafiği



Şekil 3.3 LnTTG Serisinin ACF Grafiği

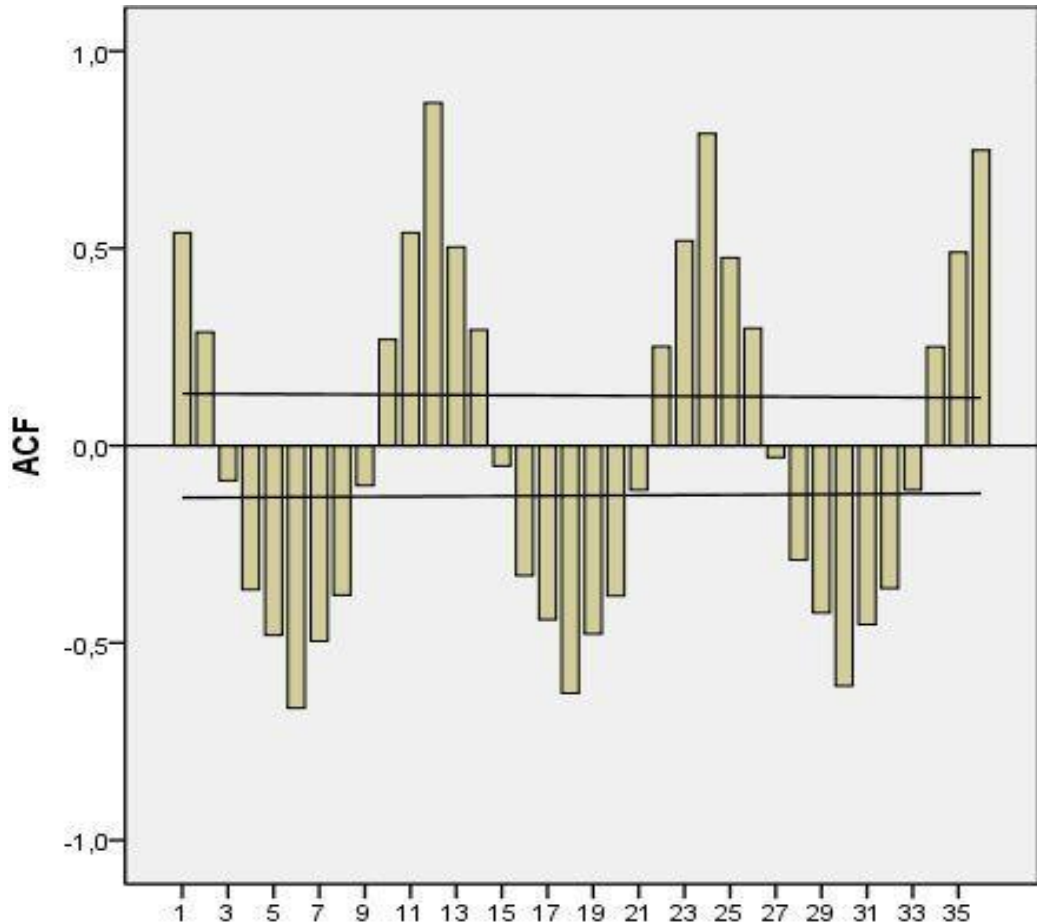


Şekil 3.4 LnTTG Serisinin PACF Grafiği

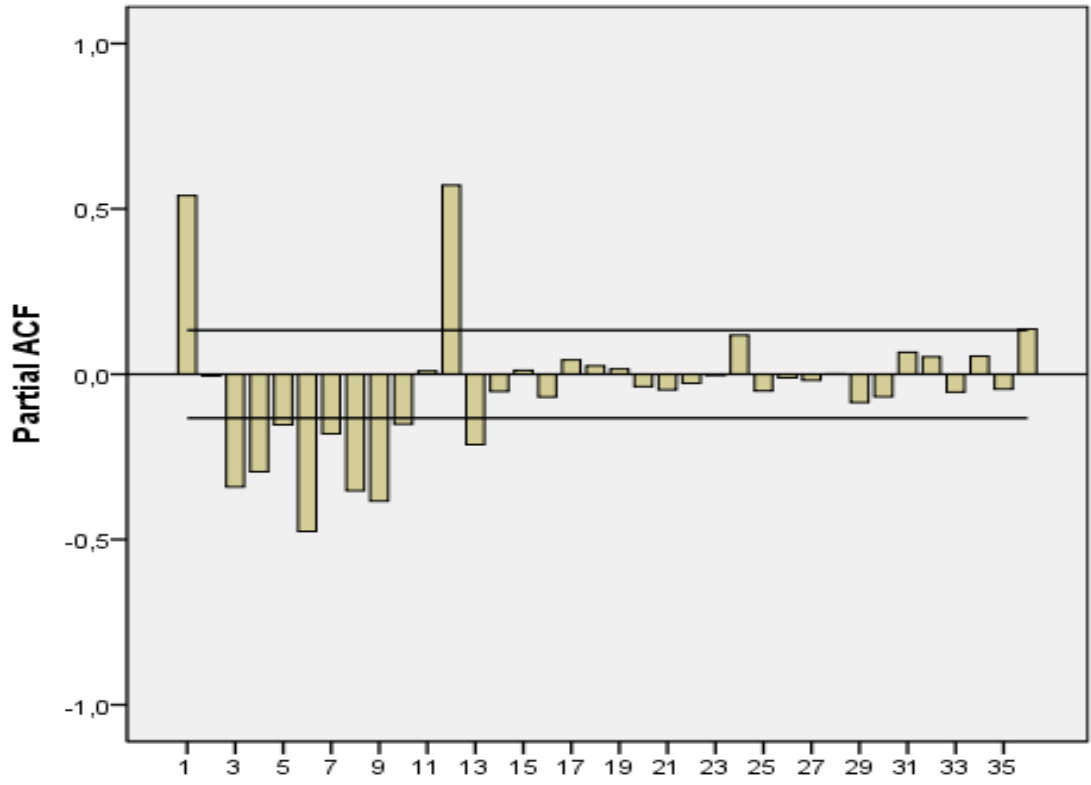


Elde edilen bu bulgulara göre logaritmik dönüşüme tabi serinin 1. dereceden farkının alınması gerekmektedir. Doğal logaritması alınmış serinin ilk farkları almak yerine öncelikle mevsimsel farkının alınması daha doğru bir yaklaşım olabilir. Fakat öncelikle mevsimsel fark alınarak durağanlığın sağlanmadığı denemeler sonucu tespit edilmiştir. Bundan dolayı mevsimsel farktan sonra ilk fark alma ihtiyacı doğmuştur. Önce mevsimsel fark alıp daha sonra ilk farkların alınması ile önce ilk farkın alınıp sonra mevsimsel farkın alınması arasında bir fark olmadığından, uygulamamızda durağanlığın giderilmesi için LnTTG serisinin önce birinci farkı alınmıştır. Δ LnTTG serisinin Şekil 3.5'te ACF ve Şekil 3.6'da PACF grafikleri gösterilmiştir. ACF grafiği incelendiğinde serinin otokorelasyonlarının hızla azaldığı ve ilk iki gecikmede sıfır kestiği görülmektedir. Bu da bize serinin durağanlaştığına dair bilgi verebilir. Fakat Δ LnTTG serisinin durağanlığının sınanması için Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) testi uygulanarak sonuçtan emin olunmalıdır. Test istatistiğinin sonuçları Tablo 3.5'te verilmiştir.

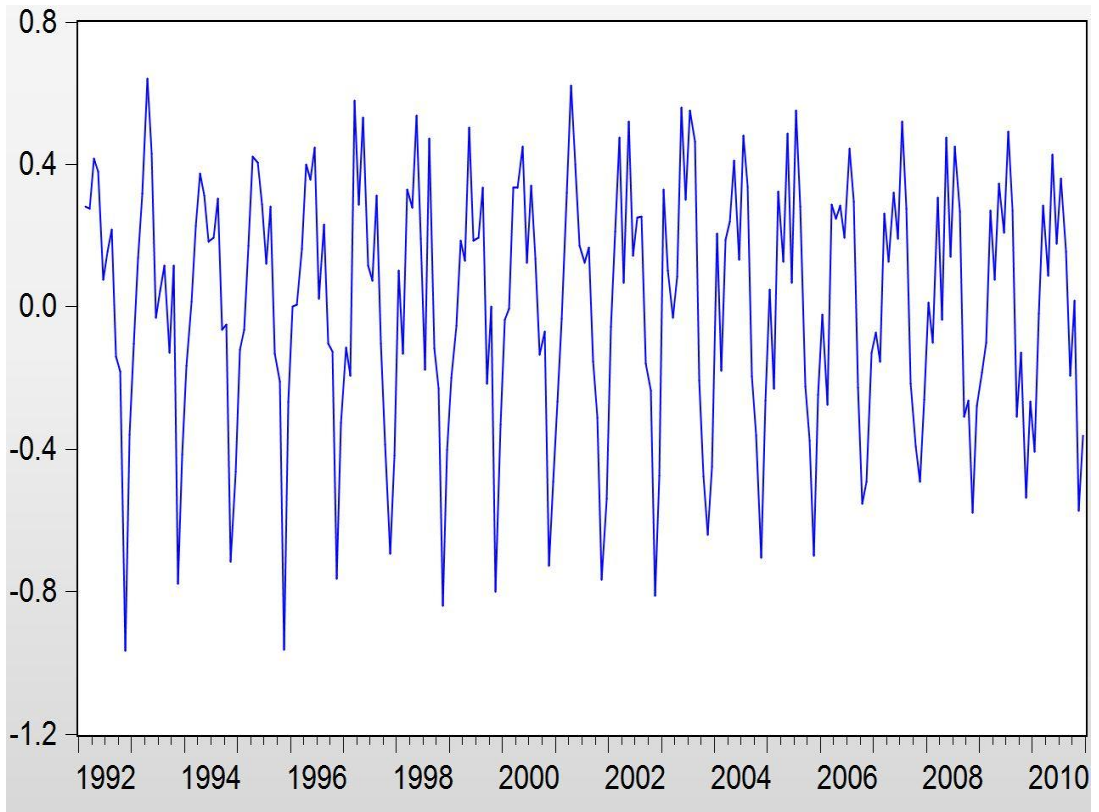
Şekil 3.5 Δ LnTTG Serisinin ACF Grafiği



Şekil 3.6 $\Delta \ln \text{TTG}$ Serisinin PACF Grafiği



Şekil 3.7 $\Delta \ln \text{TTG}$ Zaman Grafiği

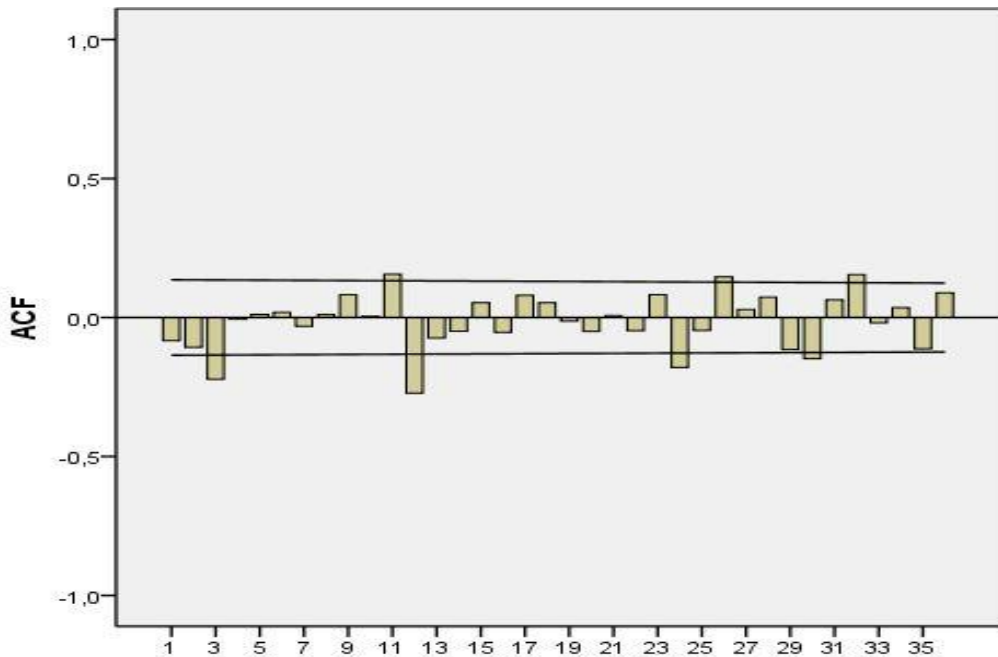


Tablo 3.5 ΔLnTTG Serisi İçin ADF Birim Kök Test Sonuçları

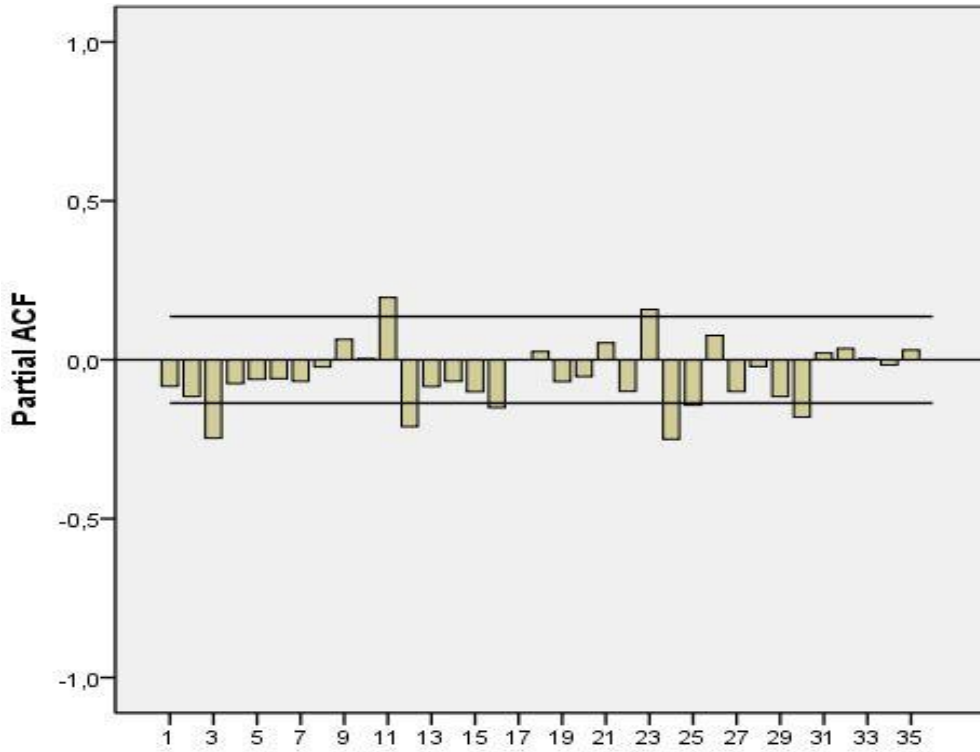
Değişken	Kritik Değer	ADF Test İstatistiği
ΔLnTTG	-3,4607	-5,3257
	-2,8748	
	-2,5739	

Tablo 3.5'te yer alan ADF Birim Kök Test sonucuna göre ΔLnTTG serisi için hesaplanan test istatistiği mutlak değer olarak Mc Kinnon kritik değerinden büyük olduğundan, birim kökün mevcut olduğu hipotez reddedilmektedir. Yani logaritmik dönüşüme tabi serinin birinci dereceden farkları alındığında durağan olduğu sonucuna varılmıştır. Şekil 3.7'de yer alan ΔLnTTG serisinin zaman grafiğine bakıldığında değerlerin belirli bir ortalama etrafında olduğu da görülmektedir. Şekil 3.5'te ΔLnTTG serisinin ACF grafiğine bakıldığında, ACF(1), ACF(13), ACF(25)'e karşılık gelen gecikmelerde pozitif otokorelasyonlar benzer yapı göstermektedir. Benzer şekilde ACF(2), ACF(14), ACF(26)'ya karşılık gelen gecikmelerde yine pozitif otokorelasyonlar birbirine benzer bir yapı sergilemektedir. Yani serinin her yılın aynı dönemlerinde zirveler ve dipler yaptığı görülmektedir. Bu sebeple ΔLnTTG serisinin mevsimsel farkı alınmış, elde edilen $\Delta \Delta_{12} \text{LnTTG}$ serisinin ACF ve PACF değerlerinin olduğu grafikler sırasıyla Şekil 3.8 ve Şekil 3.9'da verilmiştir.

Şekil 3.8 $\Delta \Delta_{12} \text{LnTTG}$ Serisinin ACF Grafiği



Şekil 3.9 $\Delta\Delta_{12}\text{LnTTG}$ Serisinin PACF Grafiği



Şekil 3.8 ve Şekil 3.9’da bulunan $\Delta\Delta_{12}\text{LnTTG}$ serisine ait ACF ve PACF grafikleri incelendiğinde, gecikme uzunluğu artarken mevsimlik gecikmelerde otokorelasyonların yavaş yavaş azaldığı görülmektedir. Dolayısıyla $\Delta\Delta_{12}\text{LnTTG}$ serisinin mevsimsel durağanlığının sağlandığı söylenebilir. Nihai olarak yapılan dönüşümler neticesinde durağanlık özelliği gösteren seride artık ne trend ne de mevsimsel etkilerin kalmadığı gözlenmektedir. Güven sınırları dışında kalan birkaç otokorelasyon katsayısının serideki aykırı değerler ve bu dönemdeki aşırı değişkenlik nedeniyle orta çıktığı kabul edilmektedir.

Daha önceden ifade edildiği gibi Box-Jenkins Yöntemi ile model kurma sürecinde ilk aşama deneme niteliğindeki geçici modellerin kurulmasıdır. Daha sonra bilgi kriterleri yardımıyla en uygun model seçilmektedir Şekil 3.5 ve Şekil 3.6 beraber incelendiğinde PACF katsayılarının ilk gecikmeden sonra, ACF katsayılarının ise ikinci gecikmesinden sonra sıfırı kesmektedir. Diğer bir ifadeyle PACF grafiğinde ilk gecikmede ve ACF grafiğinde ise ilk iki gecikmede katsayılar anlamlı iken bundan sonra bir kesilme meydana gelerek takip eden katsayılar anlamsız hale gelmiştir. Bu nedenle seri otoregresif hareketli ortalamaya sahip bir modeldir. Bu durumda mevsimsel olmayan kısım için $p=1$ ve $q=2$ olabilir. Mevsimlik olmayan kısımda durağanlığın sağlanması için sadece ilk farklar alındığından $d=1$ olmaktadır. Serinin mevsimsel kısmının parametrelerinin

belirlenmesi için Şekil 3.8 ve Şekil 3.9'da bulunan ACF ve PACF grafiklerinden faydalanabiliriz. PACF grafiği incelendiğinde 12. ve 24. gecikmelerin anlamlı olduğu söylenebilir. Aynı şekilde ACF grafiği için de bu yorumu yapabiliriz. Dolayısıyla mevsimlik kısım için $P=2$ ve $Q=2$ değerlendirmesini yapabiliriz. Mevsimsel durağanlığın giderilmesi için bir kez fark alındığından $D=1$ olmaktadır. Sonuç olarak logaritmik dönüşüme tabi hem ilk hem de mevsimsel farkı alınmış Türkiye Turizm Geliri serisi için uygun modelin $ARIMA(1,1,2)(2,1,2)_{12}$ olacağı tahmin edilmektedir. Fakat grafikler dikkatli incelendiğinde farklı gecikmelerde anlamlı katsayılar da görülmektedir. Örneğin Şekil 3.8'deki ACF grafiği dikkatli incelendiğinde 3. gecikmede anlamlı katsayı görülmektedir. Bu da bize mevsimlik olmayan kısmın q parametresi için 3 olabileceği şüphesini uyandırmaktadır. Bu tür kuşkuvarın giderilmesi ve en uygun modelin bulunabilmesi amacıyla tahmin ettiğimiz model dışında çeşitli modeller de incelenmelidir. Geçici model için analiz edilen alternatif modellere ait tahmin sonuçları Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6'da yer alan tüm kriterler bir arada ele alındığında öncelikle tahmin edilen katsayıların anlamsız olanları elenmiştir. AIC, BIC ve R_d^2 , değerleri dikkate alındığında uygun olabilecek 4 model göze çarpmaktadır. Bazı modellerin AIC ve BIC değerleri düşük olmasına rağmen tahmin edilen katsayıları anlamsız bulunduğundan uygun model olarak değerlendirmeye alınmamıştır. Örneğin $ARIMA(1,1,1)(1,1,2)_{12}$ modelinin AIC değerinin tatmin edici şekilde düşük olmasına rağmen, θ_{12} parametresi için tahmin edilen katsayı negatif bulunmuştur. Uygulamamız için öngörülen $ARIMA(1,1,2)(2,1,2)_{12}$ modelinde ise aynı şekilde parametreler için tahmin edilen katsayılar anlamsız bulunmuştur. Tüm bu bulgular dikkate alındığında $ARIMA(0,1,1)(1,1,1)_{12}$, $ARIMA(0,1,2)(1,1,1)_{12}$, $ARIMA(0,1,3)(1,1,1)_{12}$ ve $ARIMA(1,1,1)(1,1,1)_{12}$ modellerinin değerlerinin anlamlı ve öngörü için kullanılacak uygun modeller oldukları anlaşılmaktadır.

Bu modeller arasından uygun modeli seçebilmemiz için öncelikle modellerin hata analizlerinin yapılması gerekmektedir. Bu yüzden elde edilen uygun modellerin verilere uyum sağlayıp sağlamadığına bakılması için seçilen ve parametreleri tahmin edilen modellerin hatalarının incelenmesi gerekmektedir. Modellerin hataları standart normal dağılımlı rassal değişkenlerin dizisinden oluşan beyaz gürültü sürecine sahip ise iyi bir model olabileceğinden daha önce bahsedilmişti. Hataların otokorelasyonlarını test etmek amacıyla geçici modeller için 18. gecikmeleri dikkate alınarak Ljung-Box testi yapılmış, değerleri Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.6 $\Delta\Delta_{12}\text{LnTTG}$ Serisi İçin Geçici Model Tahmin Sonuçları

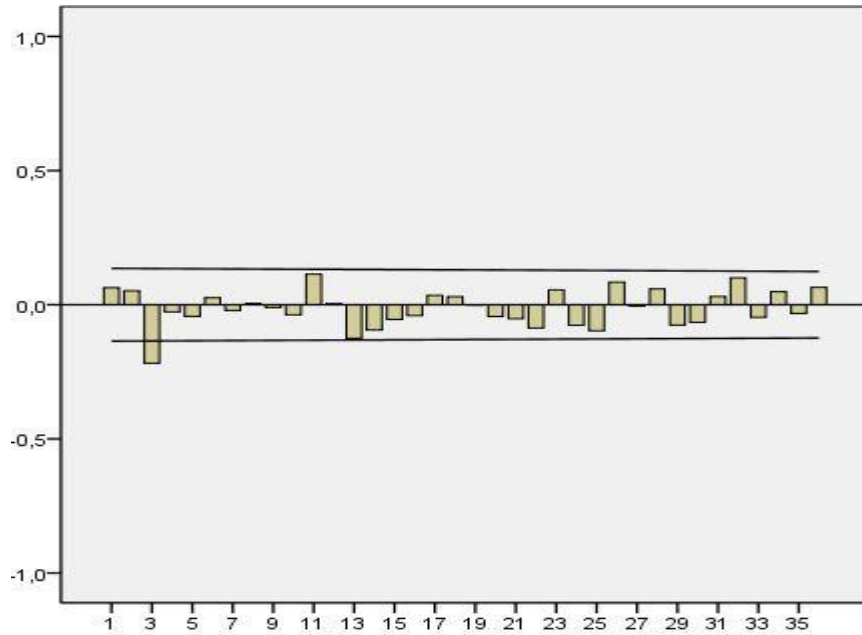
	ϕ_1 Prob.	θ_1 Prob.	θ_2 Prob.	θ_3 Prob.	ϕ_{12} Prob.	ϕ_{24} Prob.	θ_{12} Prob.	θ_{24} Prob.	R^2_d	AIC	BIC
ARIMA (0,1,1)(1,1,1)	-	0,124 0,076	-	-	0,318 0,010	-	0,768 0,000	-	0,172	-374,1570	-364,0451
ARIMA (0,1,1)(1,1,2)	-	0,105 0,135	-	-	-0,382 0,142	-	0,45 0,854	0,411 0,001	0,183	-373,3415	-359,8590
ARIMA (0,1,1)(2,1,1)	-	0,133 0,058	-	-	0,225 0,130	-0,107 0,266	0,661 0,000	-	0,176	-372,5985	-359,1160
ARIMA (0,1,1)(2,1,2)	-	0,102 0,149	-	-	-0,463 0,088	0,109 0,548	-0,042 0,872	0,545 0,022	0,184	-371,5043	-354,6511
ARIMA (0,1,2)(1,1,1)	-	0,232 0,001	0,249 0,000	-	0,254 0,037	-	0,743 0,000	-	0,217	-377,3280	-363,8455
ARIMA (0,1,2)(1,1,2)	-	0,231 0,001	0,268 0,000	-	-0,505 0,041	-	-0,036 0,878	0,462 0,000	0,229	-376,8418	-359,9887
ARIMA (0,1,2)(2,1,1)	-	0,239 0,000	0,255 0,000	-	0,130 0,394	-0,134 0,171	0,606 0,000	-	0,222	-375,9970	-359,1438
ARIMA (0,1,2)(2,1,2)	-	0,231 0,001	0,266 0,000	-	-0,545 0,031	0,051 0,757	-0,081 0,741	0,526 0,016	0,23	-374,8764	-354,6526
ARIMA (0,1,3)(1,1,1)	-	0,167 0,016	0,198 0,004	0,245 0,000	0,301 0,011	-	0,789 0,000	-	0,261	-380,7644	-363,9112
ARIMA (0,1,3)(1,1,2)	-	0,162 0,019	0,216 0,002	0,260 0,000	-0,462 0,028	-	-0,006 0,976	0,496 0,000	0,279	-380,9914	-360,7676
ARIMA (0,1,3)(2,1,1)	-	0,172 0,013	0,200 0,004	0,246 0,000	0,223 0,102	-0,112 0,237	0,695 0,000	-	0,266	-379,3908	-359,1670
ARIMA (0,1,3)(2,1,2)	-	0,161 0,020	0,212 0,002	0,262 0,000	-0,478 0,029	0,071 0,655	-0,029 0,889	0,567 0,004	0,279	-379,0788	-355,4844
ARIMA (1,1,1)(1,1,1)	0,768 0,000	0,999 0,000	-	-	0,357 0,004	-	0,793 0,000	-	0,246	-380,8838	-367,4013
ARIMA (1,1,1)(1,1,2)	0,717 0,000	0,949 0,000	-	-	-0,404 0,084	-	0,023 0,918	0,443 0,000	0,257	-380,2218	-363,3686
ARIMA (1,1,1)(2,1,1)	0,771 0,000	0,999 0,000	-	-	0,296 0,037	-0,080 0,398	0,718 0,000	-	0,249	-379,2219	-362,3688
ARIMA (1,1,1)(2,1,2)	0,770 0,000	0,999 0,018	-	-	-0,453 0,056	0,145 0,408	-0,053 0,813	0,589 0,005	0,259	-378,5397	-358,3159
ARIMA (1,1,2)(1,1,1)	0,643 0,000	0,825 0,000	0,098 0,317	-	0,318 0,010	-	0,784 0,000	-	0,249	-379,1893	-362,3361
ARIMA (1,1,2)(1,1,2)	0,572 0,000	0,749 0,000	0,138 0,172	-	-0,479 0,028	-	-0,034 0,865	0,483 0,000	0,265	-379,2941	-359,0703
ARIMA (1,1,2)(2,1,1)	0,600 0,000	0,787 0,000	0,110 0,281	-	0,216 0,134	-0,110 0,248	0,675 0,000	-	0,253	-377,7228	-357,4990
ARIMA (1,1,2)(2,1,2)	0,589 0,000	0,765 0,000	0,132 0,191	-	-0,492 0,027	0,073 0,653	-0,057 0,788	0,556 0,005	0,266	-377,3772	-353,7828
ARIMA (1,1,3)(1,1,1)	0,014 0,959	0,180 0,513	0,195 0,034	0,243 0,013	0,301 0,011	-	0,789 0,000	-	0,261	-378,7698	-358,5459
ARIMA (1,1,3)(1,1,2)	0,062 0,813	0,221 0,391	0,202 0,025	0,248 0,013	-0,464 0,027	-	-0,010 0,959	0,497 0,000	0,279	-379,0436	-355,4491
ARIMA (1,1,3)(2,1,1)	-0,008 0,978	0,164 0,553	0,202 0,031	0,248 0,011	0,223 0,104	-0,112 0,237	0,695 0,000	-	0,266	-377,3882	-353,7937
ARIMA (1,1,3)(2,1,2)	0,064 0,805	0,222 0,384	0,198 0,027	0,251 0,012	-0,479 0,028	0,072 0,649	-0,033 0,876	0,569 0,004	0,28	-377,1342	-350,1691

Tablo 3.7 Hatalara Ait Ljung-Box Q(18) İstatistiği ve χ^2 Değerleri

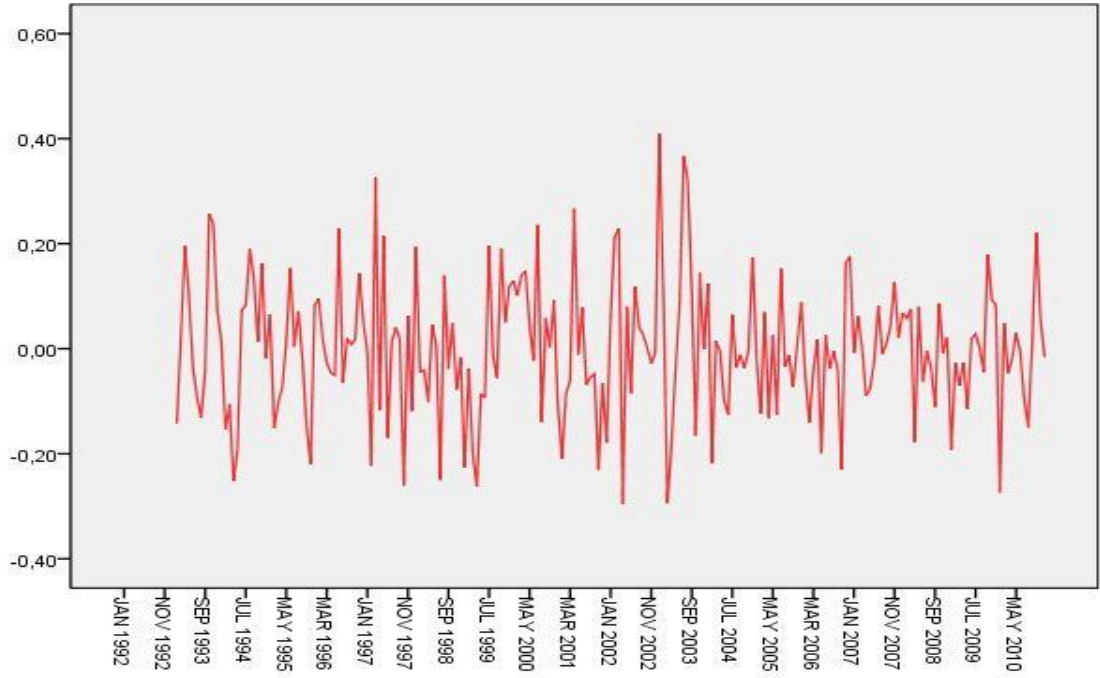
Modeller	Ljung-Box (18)	χ^2	Serbestlik Derecesi
ARIMA(0,1,1)(1,1,1)	34,11	25,00	15
ARIMA(0,1,2)(1,1,1)	23,344	23,68	14
ARIMA(0,1,3)(1,1,1)	13,823	22,36	13
ARIMA(1,1,1)(1,1,1)	18,747	23,68	14

Tablo 3.7'de yer alan modellere ait Ljung-Box değerlerinin χ^2 tablo değerinden küçük olması bu modellere ait hataların rassal değişkenlerin dizisinden oluşan beyaz gürültü sürecine sahip olduğunu göstermektedir. Tablo incelendiğinde ARIMA(0,1,2)(1,1,1)₁₂, ARIMA(0,1,3)(1,1,1)₁₂ ve ARIMA(1,1,1)(1,1,1)₁₂ modellerine ait Ljung-Box değerlerinin χ^2 tablo değerinden küçük olduğu anlaşılmaktadır. Uygun görülen bu üç modelin ACF değerleri, grafikleri ve Ljung-Box değerleri bir arada incelenmelidir. Şekil 3.10'da verilen ARIMA(0,1,2)(1,1,1)₁₂ modelinin hatalarına ait ACF grafiğine bakıldığında 3. gecikmede güven sınırları dışına çıktığı görülmektedir. Ayrıca Tablo 3.8'te verilen modele ait Ljung-Box değerleri ve olasılıkları incelendiğinde 3,4,5 ve 6. gecikmelerin anlamlı olduğu görülmektedir. Bundan dolayı bu modelin hatalarının beyaz gürültü sürecine sahip olmadığı anlamına gelmektedir. Dolayısıyla ARIMA(0,1,2)(1,1,1)₁₂ modeli seri için uygun bir model olmaktan çıkmaktadır.

Şekil 3.10 ARIMA(0,1,2)(1,1,1)₁₂ Modeli Hatalarının ACF Grafiği

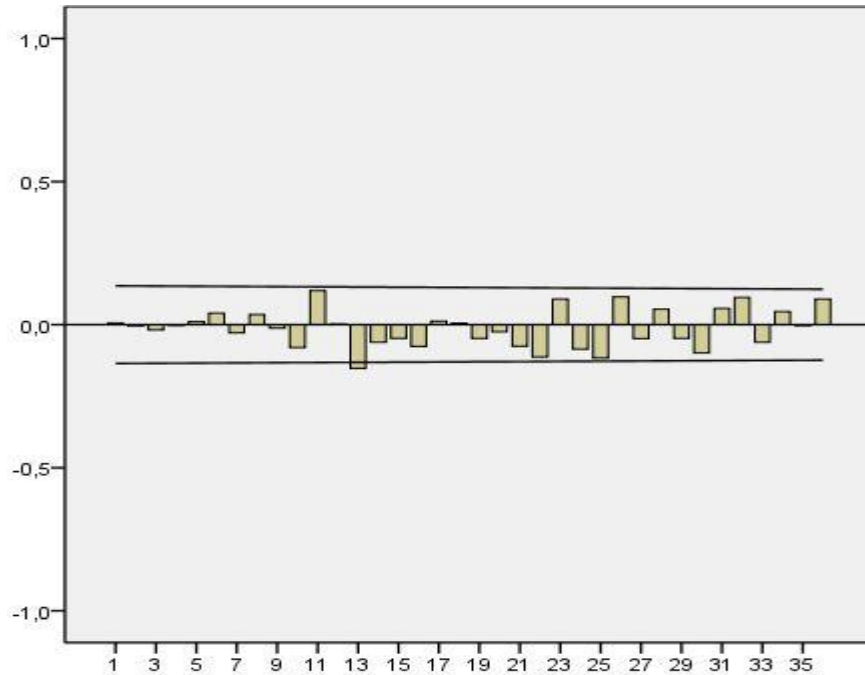


Şekil 3.11 ARIMA(0,1,2)(1,1,1)₁₂ Modeli Hatalarının Grafiği

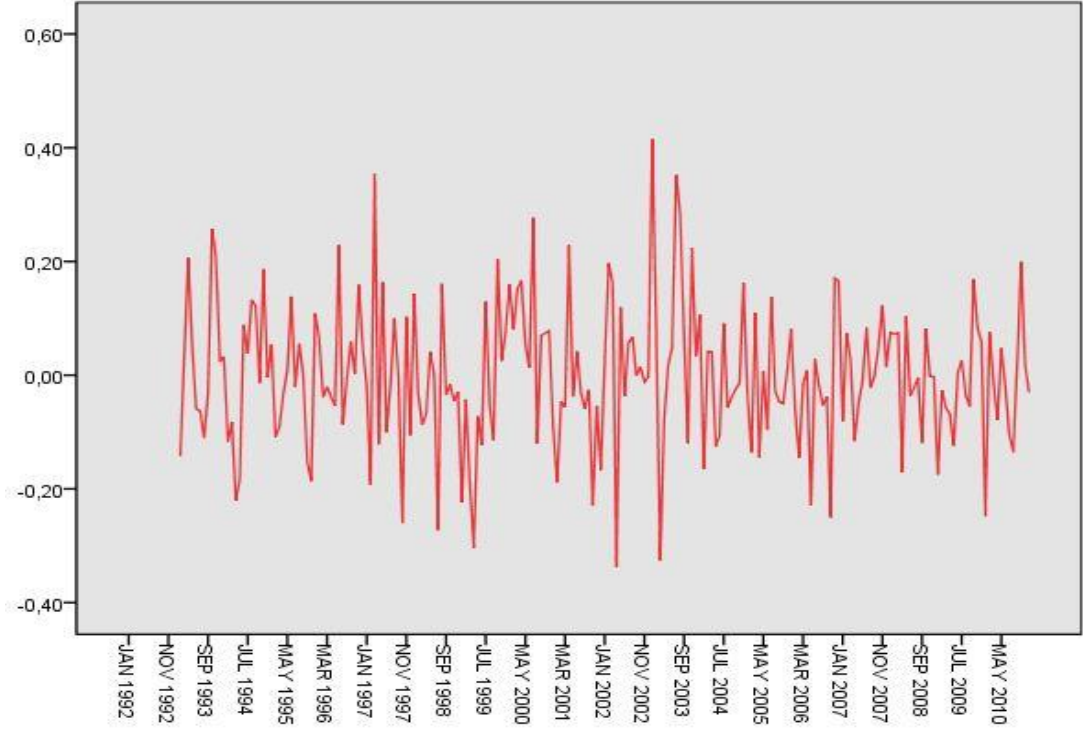


Şekil 3.12'de verilen ARIMA(0,1,3)(1,1,1)₁₂ modelinin hatalarına ait ACF grafiğine bakıldığında sadece 13. gecikmede çok az miktarda güven sınırları dışına taşma durumu gözlenmektedir. Ayrıca Tablo 3.8'de verilen modele ait Ljung-Box değerleri ve olasılıkları incelendiğinde hiçbir gecikmede anlamlı bir sonuç görülmemekte ve hataların beyaz gürültü sürecine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bundan dolayı bu modelin seri için uygun bir model olduğu anlamına gelmektedir.

Şekil 3.12 ARIMA(0,1,3)(1,1,1)₁₂ Modeli Hatalarının ACF Grafiği

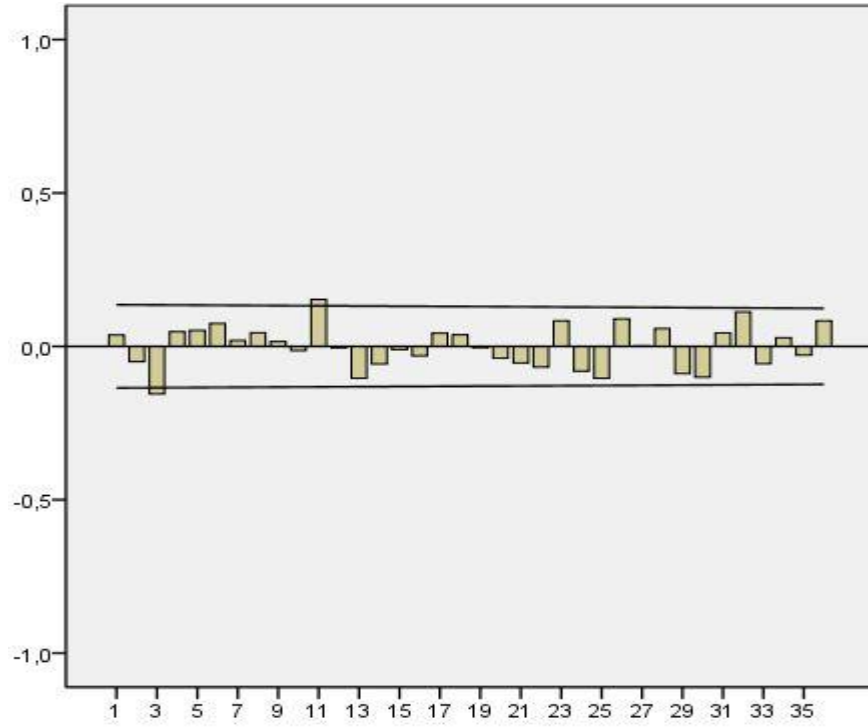


Şekil 3.13 ARIMA(0,1,3)(1,1,1)₁₂ Modeli Hatalarının Grafiği

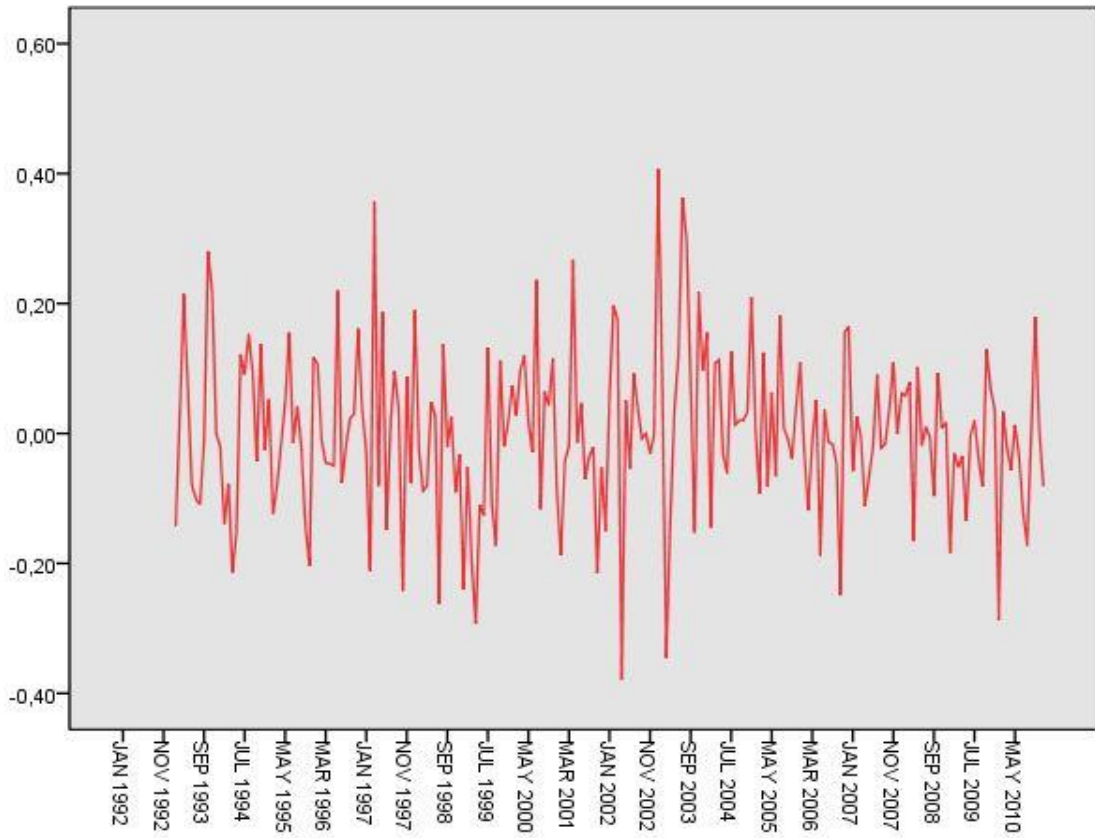


Şekil 3.14'te verilen ARIMA(1,1,1)(1,1,1)₁₂ modelinin hatalarına ait ACF grafiğine bakıldığında ise 3 ve 11. gecikmelerde güven sınırları dışına taşma durumu mevcuttur. Tablo 3.8'de verilen modele ait Ljung-Box değerleri ve olasılıkları incelendiğinde ise hiçbir gecikmede anlamlı bir sonuç görülmemekte ve hataların bu modelde de beyaz gürültü sürecine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bundan dolayı bu modelin de seri için uygun bir model olduğu görülmektedir. Sonuç olarak Türkiye turizm geliri için yapılan analizler sonucunda ARIMA(0,1,3)(1,1,1)₁₂ ve ARIMA(1,1,1)(1,1,1)₁₂ modellerinin öngörü için uygun modeller olduğu ortaya çıkmaktadır. Modellerin hatalarına ait grafikler ise Şekil 3.11, Şekil 3.13 ve Şekil 3.15'te verilmiştir.

Şekil 3.14 ARIMA(1,1,1)(1,1,1)₁₂ Modeli Hatalarının ACF Grafiği



Şekil 3.15 ARIMA(1,1,1)(1,1,1)₁₂ Modeli Hatalarının Grafiği



Tablo 3.8 Modellerin Hatalarına Ait ACF Değerleri ve Ljung-Box İstatistikleri

Model	ARIMA (0,1,2)(1,1,1)			ARIMA (0,1,3)(1,1,1)			ARIMA (1,1,1)(1,1,1)		
	ACF	Ljung-Box İstatistiği		ACF	Ljung-Box İstatistiği		ACF	Ljung-Box İstatistiği	
		Değer	Olasılık		Değer	Olasılık		Değer	Olasılık
1	,063	,875	,350	,006	,008	,930	,037	,296	,587
2	,052	1,464	,481	-,004	,012	,994	-,050	,842	,656
3	-,218	11,942	,008	-,018	,086	,993	-,155	6,154	,104
4	-,027	12,100	,017	-,003	,088	,999	,048	6,661	,155
5	-,043	12,516	,028	,011	,112	1,000	,052	7,264	,202
6	,026	12,664	,049	,040	,474	,998	,074	8,492	,204
7	-,021	12,764	,078	-,029	,660	,999	,019	8,574	,285
8	,005	12,769	,120	,035	,941	,999	,045	9,024	,340
9	-,010	12,792	,172	-,012	,973	,999	,016	9,082	,430
10	-,037	13,111	,218	-,080	2,424	,992	-,013	9,123	,520
11	,114	16,092	,138	,119	5,642	,896	,153	14,474	,208
12	,004	16,095	,187	,002	5,643	,933	-,004	14,479	,271
13	-,125	19,694	,103	-,153	11,017	,609	-,104	16,970	,201
14	-,094	21,764	,084	-,061	11,889	,615	-,057	17,732	,219
15	-,055	22,465	,096	-,048	12,421	,647	-,010	17,757	,276
16	-,040	22,845	,118	-,076	13,780	,615	-,030	17,974	,325
17	,035	23,131	,145	,012	13,816	,680	,043	18,411	,363
18	,030	23,344	,178	,006	13,823	,741	,038	18,747	,408
19	-,001	23,344	,223	-,048	14,374	,761	-,004	18,751	,473
20	-,044	23,798	,251	-,025	14,523	,803	-,038	19,097	,516
21	-,052	24,440	,272	-,075	15,880	,776	-,054	19,788	,535
22	-,087	26,264	,241	-,113	18,956	,648	-,067	20,884	,528
23	,055	27,008	,256	,090	20,904	,587	,083	22,565	,486
24	-,076	28,437	,242	-,086	22,696	,538	-,081	24,164	,452
25	-,097	30,745	,198	-,117	26,046	,405	-,104	26,811	,365
26	,084	32,476	,178	,097	28,379	,340	,090	28,793	,321
27	-,006	32,484	,215	-,049	28,964	,363	,002	28,794	,371
28	,059	33,342	,223	,054	29,684	,378	,058	29,633	,381
29	-,076	34,777	,212	-,048	30,252	,402	-,089	31,611	,337
30	-,066	35,864	,213	-,099	32,737	,334	-,101	34,166	,274
31	,030	36,099	,242	,057	33,555	,345	,044	34,646	,298
32	,101	38,677	,194	,095	35,861	,292	,112	37,852	,220
33	-,047	39,253	,210	-,061	36,827	,296	-,057	38,682	,228
34	,049	39,867	,225	,046	37,366	,317	,028	38,887	,259
35	-,032	40,132	,253	-,003	37,369	,361	-,029	39,104	,291
36	,065	41,236	,252	,089	39,440	,319	,083	40,916	,263

Türkiye'nin 1992:01-2010:12 dönemine ait turizm gelirleri kullanılarak belirlenen en iyi iki model olan $ARIMA(0,1,3)(1,1,1)_{12}$ ve $ARIMA(1,1,1)(1,1,1)_{12}$ vasıtasıyla elde edilen 2010 yılına ait 12 aylık örneklem içi öngörü değerleri Tablo 3.9'da yer almaktadır. 2010 yılına ait aylık örneklem içi turizm geliri ile gerçekleşmiş turizm geliri kullanılarak hesaplanan RMSE, MAPE ve MAE değerleri de Tablo 3.10'da verilmiştir. Model tahmin aşamasında seriye logaritmik dönüşüm uygulandığından, nihai öngörülerin orijinal veri cinsinde ifade edilebilmesi için sonuçların anti-logaritmaları alınmıştır.

Tablo 3.9 2010 Yılı Aylık Turizm Geliri Gerçek ve Öngörü Değerleri

Ay	Gerçek Değerler (Milyon \$)	ARIMA (0,1,3)(1,1,1)	ARIMA (1,1,1)(1,1,1)
1	735	949	988
2	721	673	703
3	957	975	984
4	1044	1138	1113
5	1601	1538	1592
6	1914	1965	1997
7	2741	3068	3119
8	3198	3689	3828
9	2636	2598	2658
10	2685	2216	2261
11	1517	1504	1524
12	1058	1099	1157

Tablo 3.10 2010 Yılı İçin Modellere Ait RMSE, MAPE ve MAE Değerleri

Modeller	RMSE	MAPE (%)	MAE
ARIMA (0,1,3)(1,1,1)	230,0534	2,4263	155,5833
ARIMA (1,1,1)(1,1,1)	259,2757	9,2652	168,25

Tablo 3.9'de görüldüğü gibi $ARIMA(0,1,3)(1,1,1)_{12}$ modelinin 2010 yılı öngörülerinin gerçekleşen değerlere göre kıyaslandığında, ölçüm değerleri $ARIMA(1,1,1)(1,1,1)_{12}$ modeline göre daha başarılı bulunmuştur. Daha önce bahsedildiği gibi Witt ve Witt ile Lewis'e göre MAPE değerlerinin %10'un altında çıkması modelin yüksek doğruluk derecesinde ve çok iyi bir model olduğunu göstermektedir. Hatta $ARIMA(0,1,3)(1,1,1)_{12}$ modelinin MAPE oldukça düşük çıkması modelin örneklem içi öngöründe oldukça başarılı olduğunu göstermektedir.

Türkiye'nin 1992:01-2010:12 dönemine ait turizm gelirleri kullanılarak belirlenen en iyi iki model olan $ARIMA(0,1,3)(1,1,1)_{12}$ ve $ARIMA(1,1,1)(1,1,1)_{12}$ vasıtasıyla elde edilen 2011 yılına ait 12 aylık örneklem dışı öngörü değerleri Tablo

3.11'de yer almaktadır. 2011 yılına ait aylık örneklem dışı turizm geliri ile gerçekleşmiş turizm geliri kullanılarak hesaplanan RMSE, MAPE ve MAE değerleri de Tablo 3.12'de verilmiştir.

Tablo 3.11 2011 Yılı Aylık Turizm Geliri Gerçek ve Öngörü Değerleri

Ay	Gerçek Değerler (Milyon \$)	ARIMA (0,1,3)(1,1,1)	ARIMA (1,1,1)(1,1,1)
1	933	812	852
2	909	768	821
3	1258	1026	1101
4	1315	1152	1246
5	1875	1750	1909
6	2182	2091	2291
7	3096	3097	3391
8	3198	3856	4203
9	3045	3116	3410
10	2684	2730	3039
11	1505	1515	1689
12	1020	1093	1214

Tablo 3.12 2011 Yılı İçin Modellere Ait RMSE, MAPE ve MAE Değerleri

Modeller	RMSE	MAPE (%)	MAE
ARIMA (0,1,3)(1,1,1)	220,6755	8,5524	144,3333
ARIMA (1,1,1)(1,1,1)	351,7272	11,6926	244,6667

Tablo 3.12'de görüldüğü gibi ARIMA(0,1,3)(1,1,1)₁₂ modelinin 2011 yılı öngörülere gerçekleşen değerlere göre kıyaslandığında, ölçüm değerleri ARIMA(1,1,1)(1,1,1)₁₂ modeline göre daha başarılı bulunmuştur. Sonuç olarak ARIMA(0,1,3)(1,1,1)₁₂ modeli Türkiye turizm geliri serisi için en uygun olarak belirlenmiştir. Türkiye turizm geliri için uygun bulunan modelin açılımı denklem 2.20 kullanılarak,

$$\Delta_{12}Ln(TTG)_t = (1 - L)(1 - L^{12})Ln(TTG)_t$$

$$= \frac{(1 - 0,167L - 0,198L^2 - 0,245L^3)(1 - 0,789L^{12})}{(1 - 0,301L^{12})} \epsilon_t$$

şeklinde ifade edilebilir. Ayrıca model parametrelerinin $|\phi_i| < 1$, $|\Phi_i| < 1$ olarak ifade edilen durağanlık sınırları ve $|\theta_i| < 1$, $|\Theta_i| < 1$ olarak ifade edilen çevrilebilirlik sınırların içinde olduğunu göstermektedir.

3.4.2 Türkiye Turizm Gelirinin Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Öngörüsü

Türkiye'nin aylık turizm geliri verilerinin öngörüsü için alternatif ağ yapıları üzerinden uygulamalar yapılarak en iyi öngörü değerini hesaplayan YSA belirlenmiştir. En iyi öngörü değerlerini hesaplayabilen ağın belirlenmesi için yapılan denemelerde kullanılan ağ yapılarının belirlenmesinde, daha önce literatürde yapılan çalışmalardaki deneyimlerden faydalanılmıştır.

Son yıllarda, zaman serisi öngörülerinde kullanılmaya başlayan yöntemlerden biri olan YSA'da, mevsimsel zaman serilerinin öngörüsü üzerine yapılan sınırlı sayıdaki çalışmalarda, farklı görüşler mevcuttur. Bazı araştırmacılar mevsimsel zaman serilerinin öngörüsünde iyi sonuç elde etmek için mevsimsel etkinin giderilmesi gerektiğini söylerken, bazıları da YSA'nın mevsimsel etkileri öğrenme yeteneğine sahip olduğunu ve herhangi bir ön işleme yapmaya gerek olmadığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada 1992-2010 Türkiye turizm geliri serisi hem orijinal haliyle, hem mevsimsellikten arındırılarak hem de bileşenlerine ayrıştırılarak incelenmiştir.

Girdi hücrelerinin sayısı ağa sunulan girdi vektöründeki değişkenlerin sayısına eşittir.³⁴ YSA ile gelecekteki değer(ler)inin öngörüsü yapılacak olan ekonomik zaman serisi için teknik veya temel ekonomik girdileri kullanılabilir. Literatürde yer alan birçok çalışmada olduğu gibi (Zhang ve Qi³⁵, Palmer, Montaño ve Sesé³⁶, Yao ve Tan³⁷, Eğrioğlu ve Aladağ³⁸, Eğrioğlu, Aladağ ve Günay³⁹, Avcı⁴⁰, Aladağ, Eğrioğlu ve Günay⁴¹, Erdoğan ve Kasap⁴², Polat⁴³) bu çalışmada da öngörüsü hesaplanacak turizm geliri serisinin gecikmeli değerleri YSA için girdi

³⁴ Zhang, Patuwo ve Hu, a.g.m., s.44

³⁵ G.Peter Zhang ve Min Qi, "Neural Network Forecasting For Seasonal and Trend Time Series", **European Journal of Operational Research**, Vol:160, Sayı:2, 2005, s.505

³⁶ Palmer, Montaño ve Sesé, a.g.m, s.783

³⁷ Yao ve Tan, a.g.m, s.88

³⁸ Erol Eğrioğlu ve Ç. Hakan Aladağ, "Yapay Sinir Ağları ve ARIMA Modellerinin Melez Yaklaşımı ile Zaman Serilerinde Öngörü", **VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu**, İstanbul, 2005, www.ekonometridernegi.org/bildiriler/o15s3.pdf (Erişim: 15/11/2011)

³⁹ Erol Eğrioğlu, Ç.Hakan Aladağ ve Süleyman Günay, "Uzun Dönem Bağımlı Zaman Serilerinin Yapay Sinir Ağları İle Öngörülmesinde Mimari Seçim Ölçütlerinin Karşılaştırılması", **8. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu**, Malatya, 2007, <http://web.inonu.edu.tr/~eisemp8/bildiri-pdf/egrioglu-aladag-gunay.pdf> (Erişim: 15/11/2011)

⁴⁰ Emin Avcı, "Forecasting Daily and Sessional Returns of the ISE-100 Index with Neural Network Models", **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, C. 8, Sayı: 2, 2007, s.132

⁴¹ Aladağ, Eğrioğlu ve Günay, a.g.e, s.183

⁴² Gülçin Erdoğan ve Reşat Kasap, "Yapay Sinir Ağları İle Zaman Dizileri Kestirimi Ve Altın Fiyatları Üzerine Uygulanması", **16. İstatistik Araştırma Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, TÜİK, Ankara, 2007, s.192-203

⁴³ Polat 2009a, a.g.e, s.41

olarak kullanılmıştır. Box-Jenkins yönteminde de modelleme yapılırken gecikmeli değerler kullanıldığından, YSA için girdi olarak gecikmeli değerlerin kullanılması, bu iki yöntemin karşılaştırılmasında daha objektif olacağı düşünülmektedir. Mevsimsel aylık veriler ile yapılan hesaplamalarda teknik girdilerin kullanılması durumunda 12 gecikmeli girdilerin kullanılması kabul gören yaklaşımlar olduğundan, bu çalışmada turizm geliri zaman serisinin 12 gecikmeli değerleri kullanılmıştır. Farklı ağ yapılarının performansı görmek ve en uygun modeli bulabilmek amacıyla bu çalışmada farklı girdi sayıları kullanılmıştır. Turizm geliri serisi için girdi nöron sayısı serinin 12 gecikmeli değerleri kullanılarak 3, 4, 6, 8 ve 12 olarak alınmış ve buna karşılık olan çıktı nöron sayısı da 1 olarak denenmiştir. Ayrıca serinin aylık olmasından dolayı Hamzaçebi'nin⁴⁴ önerdiği gibi girdi ve çıktı nöronu sayısı serinin mevsimsellik parametresine eşit yani 12 alınarak da denenmiştir. Bundan dolayı bu çalışmada 6 ayrı veri seti oluşturulmuştur. Oluşturulan veri setleri Matlab 7.08 bilgisayar programının Neural Network Toolbox modülü kullanılarak farklı gizli nöron sayıları ile, her veri seti için gizli nöron sayısı 1'den 30'a kadar olacak şekilde 6 ayrı veri seti için 180 farklı ağ yapısı incelenmiştir.

Modelde “ileri sürümlü (feed forward)” ağ yapısı kullanılmış, parametrelerin güncellenmesi için “hata geriye yayma (back propagation)” algoritmasından yararlanılmıştır. Bu ağın tercih edilmesinin sebebi ekonometrik verilerin modellenmesi ve tahmin çalışmalarında en çok kullanılan model olması ve hem doğrusal hem de doğrusal olmayan modellerdeki tahmin başarısıdır. Ayrıca kullanım kolaylığı ve yakınsama hızı da bu ağ modelinin seçilmesindeki etkenlerden biridir. Transfer fonksiyonu olarak Logaritmik Sigmoid, eğitim fonksiyonu olarak Trainlm (Levenberg-Marquardt backpropagation) , performans fonksiyonu olarak ise Hata Kareleri Ortalaması (MSE) seçilmiştir. Veriler, bilgisayara girilmeden önce normalize edilmiş, yani [0,1] arasında bir değer alabilmesi için tüm veriler serideki en büyük sayıdan daha büyük bir sayıya bölünerek elde edilen rakamlar kullanılmıştır. Ağdan elde edilen çıktılar daha sonra tekrar orijinal hale dönüştürülerek hedef değerler ile karşılaştırılmıştır. Ardından verilerin eğitim, doğrulama ve test işlemleri için bölünmesi işlemi yapılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler girdi sayısının 3, 4, 6 ve 8 olduğu durumlarda %80'i eğitim, %10'u doğrulama ve %10'u test kümesi şeklinde rassal olarak gruplandırılmıştır. Girdi

⁴⁴ Hamzaçebi 2011, a.g.e,s.103

sayısının 12 olduğu durumlarda ise verilerin %80'i eğitim, %5'i doğrulama ve %15'i test kümesi olarak ayrılmıştır. Bunun sebebi 12 gecikmeli değerler kullanıldığından ve girdi sayısı 12 olduğundan veri kaybı yaşanmasıdır. Test kümesine en az 12 veri girecek şekilde ayarlanma yapılmıştır. Ağın öğrenme sürecinin durdurma kriteri olarak her bir deneme için 5000 iterasyon belirlenmiştir. Küçük değerlerin öğrenme zamanını uzatması ve büyük değerlerin yerel çözümler arasında ağın dolaşmasına ve osilasyona neden olmasından dolayı öğrenme oranı 0,5 olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada turizm geliri serisinin yapay sinir ağları ile öngörüsü üç ayrı şekilde incelenecektir. Turizm geliri serisi yapay sinir ağları öngörüsü için orijinal seri (OS), çarpımsal mevsimsel ayrıştırma yöntemi elde edilen mevsimsel etkilerden arındırılmış seri (SAS) ve zaman serisi bileşenlerine ayrıştırılmış seri (DS) olarak üç ayrı veri seti oluşturulmuştur. DS serisi Trend-Konjonktür bileşeni (TC), Mevsimsel bileşen(S) ve Düzensiz bileşen (I) olarak ayrılmıştır. Düzensiz bileşenler daha önce de bahsedildiği gibi sistematik olmayışı ve ne zaman hangi şiddette çıkacağı bilinemediğinden öngörüsü yapılamamaktadır. Trend-Konjonktür bileşeni ve Mevsimsel bileşen yapay sinir ağları ile incelenmiş ve kendi içlerinde uygun bulunan en iyi modellerle öngörülüp, daha sonra düzensiz bileşen değerleri ile çarpımsal hale getirilerek DS'nin öngörülmesi elde edilmiştir. Bu üç ayrı veri seti farklı girdi, gizli ve çıktı nöron sayıları ile denenerek her biri için en uygun ağ yapısı elde edilmeye çalışılmıştır. Bulunan öngörü değerleri gerçek değerlerle karşılaştırılmış, önce her veri seti için ayrı ayrı daha sonra da tüm veri setleri MAPE, RMSE ve MAE istatistikleri dikkate alınarak değişik mimariyelere sahip YSA modellerinin öngörü performansları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar yapılırken 2010 yılı örneklem içi ve 2011 yılı örneklem dışı öngörü değerleri ayrı ayrı incelenmiştir.

3.4.2.1 Orijinal Serinin (OS) YSA İle Öngörüsü

Orijinal seri (OS) farklı girdi, gizli ve çıktı nöronu sayıları kullanılarak çeşitli ağ yapıları oluşturulmuş, toplamda 180 adet deneme yapılmıştır. Veri setleri önce eğitime tabi tutulmuş, daha sonra eğitilen veriler arasından en düşük Hata Kareler Ortalaması (MSE) değerlerini veren en iyi 5 model ile 2010 yılı örneklem içi ve 2011 yılı örneklem dışı performansları karşılaştırılmıştır. Sonuçta orijinal seri için farklı mimariye sahip YSA modellerinden en uygunu elde edilmiştir. Tablo 3.13'de 180 modele ait MSE değerleri yer almaktadır. Tabloda yer alan model sütunundaki ilk

değer girdi nöronu sayısını, ortadaki değer gizli nöron sayısını ve son değer de çıktı nöronu sayısını belirtmektedir.

Tablo 3.13 OS için YSA İle Elde Edilen Deneme Sonuçları

No	Model	MSE	No	Model	MSE	No	Model	MSE
1	3-1-1	41859.27	61	6-1-1	50197.61	121	12-1-1	23964.13
2	3-2-1	41676.75	62	6-2-1	26964.36	122	12-2-1	20438.58
3	3-3-1	33958.95	63	6-3-1	55611.41	123	12-3-1	17541.13
4	3-4-1	34197.09	64	6-4-1	29701.94	124	12-4-1	21509.86
5	3-5-1	36261.92	65	6-5-1	48842.8	125	12-5-1	18534.26
6	3-6-1	30317.49	66	6-6-1	30133.95	126	12-6-1	32873.07
7	3-7-1	32993.64	67	6-7-1	37413.39	127	12-7-1	16392.06
8	3-8-1	33001.53	68	6-8-1	30970.06	128	12-8-1	11262.45
9	3-9-1	41210.99	69	6-9-1	36198.07	129	12-9-1	23405.53
10	3-10-1	45885.53	70	6-10-1	26890.46	130	12-10-1	6934.44
11	3-11-1	31823.88	71	6-11-1	33208.54	131	12-11-1	37319.99
12	3-12-1	35031.42	72	6-12-1	27240.98	132	12-12-1	6032.92
13	3-13-1	30109.13	73	6-13-1	82779.66	133	12-13-1	21548.68
14	3-14-1	31505.9	74	6-14-1	57774.7	134	12-14-1	25821.46
15	3-15-1	33645.97	75	6-15-1	26812.88	135	12-15-1	155394.88
16	3-16-1	41526.2	76	6-16-1	16505.77	136	12-16-1	9291.89
17	3-17-1	38698.72	77	6-17-1	26494.06	137	12-17-1	703753.89
18	3-18-1	30508.53	78	6-18-1	23428.29	138	12-18-1	11142.65
19	3-19-1	25956.24	79	6-19-1	21157.19	139	12-19-1	29742.31
20	3-20-1	40112.77	80	6-20-1	25993	140	12-20-1	12104.27
21	3-21-1	29020.06	81	6-21-1	62577.15	141	12-21-1	38888.93
22	3-22-1	29911.44	82	6-22-1	62278.84	142	12-22-1	61096.92
23	3-23-1	34868.19	83	6-23-1	19751.55	143	12-23-1	62868.58
24	3-24-1	33624.3	84	6-24-1	37932.44	144	12-24-1	95882.83
25	3-25-1	26499.68	85	6-25-1	42099.66	145	12-25-1	22522.32
26	3-26-1	28231.56	86	6-26-1	18037.01	146	12-26-1	15210.62
27	3-27-1	25439.18	87	6-27-1	68210.14	147	12-27-1	128206.67
28	3-28-1	28785.52	88	6-28-1	46223.17	148	12-28-1	32008.89
29	3-29-1	40863.3	89	6-29-1	13464.09	149	12-29-1	12606.61
30	3-30-1	25843.94	90	6-30-1	14045.09	150	12-30-1	71889.98
31	4-1-1	43947.49	91	8-1-1	51213.04	151	12-1-12	37451.39
32	4-2-1	40435.95	92	8-2-1	48911.75	152	12-2-12	23099.42
33	4-3-1	40150.15	93	8-3-1	31138.3	153	12-3-12	16990.43
34	4-4-1	36345.82	94	8-4-1	27738.68	154	12-4-12	15431.17
35	4-5-1	42605.55	95	8-5-1	33730.26	155	12-5-12	8766.43
36	4-6-1	33471.15	96	8-6-1	35747.53	156	12-6-12	7957.89
37	4-7-1	41985.01	97	8-7-1	8540.96	157	12-7-12	5290.8
38	4-8-1	31486.12	98	8-8-1	48596.94	158	12-8-12	4724.64
39	4-9-1	34878.85	99	8-9-1	22323.14	159	12-9-12	2484.31
40	4-10-1	28558.39	100	8-10-1	18461.89	160	12-10-12	1791.21
41	4-11-1	34654.52	101	8-11-1	25583.34	161	12-11-12	5475.83
42	4-12-1	27465.83	102	8-12-1	25990.4	162	12-12-12	1693.24
43	4-13-1	39418.81	103	8-13-1	28634.1	163	12-13-12	1454.34
44	4-14-1	31324.98	104	8-14-1	37223.21	164	12-14-12	1403.86
45	4-15-1	36513.41	105	8-15-1	33567.97	165	12-15-12	1138.6
46	4-16-1	35086.67	106	8-16-1	19604.66	166	12-16-12	4591.65
47	4-17-1	29640.83	107	8-17-1	22050.8	167	12-17-12	2177.07
48	4-18-1	36886.64	108	8-18-1	10838.64	168	12-18-12	5050.89
49	4-19-1	31878.99	109	8-19-1	32067.8	169	12-19-12	1401.13
50	4-20-1	44129.68	110	8-20-1	48524.24	170	12-20-12	1369.77
51	4-21-1	30999.12	111	8-21-1	21131.92	171	12-21-12	3902.9
52	4-22-1	29623.9	112	8-22-1	13320.51	172	12-22-12	3290.38
53	4-23-1	29671.2	113	8-23-1	13519.85	173	12-23-12	5078.79
54	4-24-1	37742.93	114	8-24-1	32419.58	174	12-24-12	6203.58
55	4-25-1	66053.98	115	8-25-1	12156.27	175	12-25-12	4887.15
56	4-26-1	19188.1	116	8-26-1	45596.41	176	12-26-12	2459.18
57	4-27-1	35042.73	117	8-27-1	12717.54	177	12-27-12	4566.76
58	4-28-1	38627.8	118	8-28-1	44620.34	178	12-28-12	3171.66
59	4-29-1	28301.9	119	8-29-1	9465.28	179	12-29-12	2063.16
60	4-30-1	22544.79	120	8-30-1	62207.25	180	12-30-12	1955.08

Tablo 3.13 incelendiğinde en düşük değerlere sahip YSA modelinin 165 numaralı sırada bulunan 12-15-12 mimarisine sahip modeli olduğu görülmektedir. Türkiye turizm gelirinin orijinal serisi (OS) için hesaplanan MSE değeri 1454,34 çıkmıştır. En uygun modelin belirlenmesi amacıyla en düşük değerleri veren farklı mimarilere sahip 5 model ele alınmıştır. Bu modeller ile 2010 örneklem içi ve 2011 örneklem dışı öngörülerini MAPE, RMSE ve MAE istatistikleri aracılığıyla analiz edilmiş ve orijinal seri için hangi ağ yapısının daha uygun olacağı belirlenmiştir. Direk olarak en düşük MSE değerini veren modeli kabul etmememizin sebebi modellerin örneklem dışında da nasıl bir performans izleyeceğini değerlendirmek istemekten kaynaklanmaktadır. Çünkü model örneklem içinde başarılı sonuçlar verebilirken, örneklem dışında çok daha farklı sonuçlar verebilmektedir. Bu doğrultuda en iyi 5 model için hesaplanan MAPE, RMSE ve MAE 2010 örneklem içi ve 2011 örneklem dışı değerleri Tablo 3.14’de yer almaktadır.

Tablo 3.14 OS İçin En Uygun Mimarilere Sahip YSA Modellerinin 2010 ve 2011 MAPE, RMSE ve MAE Değerleri

Model	MAPE 2010 (%)	MAPE 2011(%)	RMSE 2010	RMSE 2011	MAE 2010	MAE 2011
12-15-12	5,6958	20,7462	111,9452	572,63	65,78	450,77
12-20-12	4,1832	13,2316	114,0088	629,74	67,56	312,78
12-19-12	4,0143	27,0209	112,74	1317,58	49,63	716,61
12-14-12	3,4073	17,6305	56,70	409,510	40,04	352,55
12-13-12	3,4851	9,7094	50,96	396,66	40,50	251,06

Tablo 3.14 incelendiğinde en iyi model olarak bulduğumuz 12-15-12 modeli hem 2010 hem de 2011 öngörüsünde çok başarılı sonuçlar vermemiştir. Turizm gelirinin orijinal serisi (OS) için bütün istatistikler bir arada ele alındığında ve önceliğimizin örneklem dışı öngörü olduğu düşünüldüğünde en uygun model olarak 12-13-12 mimarisine sahip model seçilmiştir. Ayrıca 12-14-12 modelinin de örneklem içi öngöründe iyi sonuçlar verdiğini göz ardı etmemek gerekmektedir.

3.4.2.2 Mevsimsellikten Arındırılmış Serinin (SAS) YSA İle Öngörüsü

Orijinal seri Tramo-Seats programı aracılığıyla mevsimsellikten arındırılmış ve elde edilen değerler ile YSA öngörüsü elde edilmiştir. SAS için de farklı mimarilere sahip 180 adet model incelenmiş ve sonuçları Tablo 3.15’de verilmiştir.

Tablo 3.15 SAS için YSA İle Elde Edilen Deneme Sonuçları

No	Model	MSE	No	Model	MSE	No	Model	MSE
1	3-1-1	16940.17	61	6-1-1	12860.76	121	12-1-1	7287.06
2	3-2-1	10761.98	62	6-2-1	11272.65	122	12-2-1	5688.67
3	3-3-1	16052.39	63	6-3-1	9218.48	123	12-3-1	5975.16
4	3-4-1	13244.37	64	6-4-1	6965.28	124	12-4-1	2663.65
5	3-5-1	11982.09	65	6-5-1	10413.49	125	12-5-1	11313.62
6	3-6-1	10279.8	66	6-6-1	5208.71	126	12-6-1	7275.44
7	3-7-1	6371.65	67	6-7-1	9957.86	127	12-7-1	2669.37
8	3-8-1	7233.06	68	6-8-1	10674.38	128	12-8-1	9077.16
9	3-9-1	9324.65	69	6-9-1	6737.31	129	12-9-1	4858.33
10	3-10-1	5713.86	70	6-10-1	4446.6	130	12-10-1	28835.57
11	3-11-1	8903.65	71	6-11-1	3534.96	131	12-11-1	4151.13
12	3-12-1	6575.94	72	6-12-1	4392.85	132	12-12-1	3205.55
13	3-13-1	8615.93	73	6-13-1	4082.71	133	12-13-1	5951.95
14	3-14-1	6048.74	74	6-14-1	5135.08	134	12-14-1	4128.4
15	3-15-1	12903.58	75	6-15-1	5218.59	135	12-15-1	5401.96
16	3-16-1	5866.58	76	6-16-1	3353.19	136	12-16-1	4309.55
17	3-17-1	6174.68	77	6-17-1	5722.91	137	12-17-1	2392.82
18	3-18-1	6950.26	78	6-18-1	6658.06	138	12-18-1	2998.11
19	3-19-1	9910.89	79	6-19-1	4933.81	139	12-19-1	2656.91
20	3-20-1	5245.22	80	6-20-1	3795.74	140	12-20-1	3925.28
21	3-21-1	5304.61	81	6-21-1	3930.43	141	12-21-1	2798.9
22	3-22-1	6874.33	82	6-22-1	4740.91	142	12-22-1	3466.62
23	3-23-1	5808.46	83	6-23-1	4753.15	143	12-23-1	3240.89
24	3-24-1	7635.03	84	6-24-1	4232.24	144	12-24-1	5463.52
25	3-25-1	5241.29	85	6-25-1	8268.49	145	12-25-1	3350.14
26	3-26-1	6482.16	86	6-26-1	4980.56	146	12-26-1	4099.69
27	3-27-1	9075.79	87	6-27-1	2733.18	147	12-27-1	4388.08
28	3-28-1	7444.98	88	6-28-1	13364.35	148	12-28-1	1830.57
29	3-29-1	10109.38	89	6-29-1	4572.46	149	12-29-1	10643.63
30	3-30-1	5715.1	90	6-30-1	4953.75	150	12-30-1	2929.87
31	4-1-1	17952.8	91	8-1-1	12564.92	151	12-1-12	11857.77
32	4-2-1	9464.86	92	8-2-1	10248.14	152	12-2-12	14622.46
33	4-3-1	12813.26	93	8-3-1	9203.45	153	12-3-12	5408.13
34	4-4-1	8407.9	94	8-4-1	6392.26	154	12-4-12	3337.15
35	4-5-1	10445.23	95	8-5-1	5132.99	155	12-5-12	3190.46
36	4-6-1	12966.51	96	8-6-1	5384.77	156	12-6-12	1902.93
37	4-7-1	7408.27	97	8-7-1	4348.23	157	12-7-12	1290.74
38	4-8-1	7669.37	98	8-8-1	9747.13	158	12-8-12	999.34
39	4-9-1	6110.51	99	8-9-1	4751.03	159	12-9-12	642.46
40	4-10-1	6494.81	100	8-10-1	4074.01	160	12-10-12	716.14
41	4-11-1	10159.31	101	8-11-1	3604.68	161	12-11-12	522.13
42	4-12-1	9589.47	102	8-12-1	9959.63	162	12-12-12	783.85
43	4-13-1	11960.14	103	8-13-1	5461.48	163	12-13-12	952.05
44	4-14-1	9183.96	104	8-14-1	4326.01	164	12-14-12	366.38
45	4-15-1	7430.92	105	8-15-1	4841.47	165	12-15-12	346.21
46	4-16-1	13197.63	106	8-16-1	7294.81	166	12-16-12	1004.57
47	4-17-1	10759.93	107	8-17-1	3846.67	167	12-17-12	1045.72
48	4-18-1	7141.8	108	8-18-1	4307.56	168	12-18-12	356.54
49	4-19-1	6515.05	109	8-19-1	7087.61	169	12-19-12	532.03
50	4-20-1	4663.65	110	8-20-1	3097.96	170	12-20-12	424.01
51	4-21-1	8682.05	111	8-21-1	7794.12	171	12-21-12	1223.01
52	4-22-1	8417.91	112	8-22-1	2439.43	172	12-22-12	392.24
53	4-23-1	6638.61	113	8-23-1	3761.43	173	12-23-12	510.54
54	4-24-1	7462.71	114	8-24-1	4404.03	174	12-24-12	2076.12
55	4-25-1	5937.83	115	8-25-1	14620.75	175	12-25-12	1011.54
56	4-26-1	6312.93	116	8-26-1	4487.66	176	12-26-12	235.43
57	4-27-1	6155.91	117	8-27-1	3052.86	177	12-27-12	388.68
58	4-28-1	5344.79	118	8-28-1	4889.52	178	12-28-12	3627.78
59	4-29-1	6485.34	119	8-29-1	4701.12	179	12-29-12	935.32
60	4-30-1	7100.46	120	8-30-1	5230.63	180	12-30-12	8771.05

Tablo 3.15 incelendiğinde en düşük değerlere sahip YSA modelinin 176 numaralı sırada bulunan 12-26-12 mimarisine sahip modeli olduğu görülmektedir. Türkiye turizm gelirinin mevsimsellikten arındırılmış serisi (SAS) için hesaplanan MSE değeri 235,43 çıkmıştır. En uygun modelin belirlenmesi amacıyla en düşük değerleri veren farklı mimarilere sahip 5 model ele alınmıştır. Bu modeller ile 2010 örneklem içi ve 2011 örneklem dışı öngörülerini MAPE, RMSE ve MAE istatistikleri aracılığıyla analiz edilmiş ve orijinal seri için hangi ağ yapısının daha uygun olacağı belirlenmiştir. Direk olarak en düşük MSE değerini veren modeli kabul etmememizin sebebi modellerin örneklem dışında da nasıl bir performans izleyeceğini değerlendirmek istemekten kaynaklanmaktadır. Çünkü model örneklem içinde başarılı sonuçlar verebilirken, örneklem dışında çok daha farklı sonuçlar verebilmektedir. Bu doğrultuda en iyi 5 model için hesaplanan MAPE, RMSE ve MAE 2010 örneklem içi ve 2011 örneklem dışı değerleri Tablo 3.16'da yer almaktadır.

Tablo 3.16 SAS İçin En Uygun Mimarilere Sahip YSA Modellerinin 2010 ve 2011 MAPE, RMSE ve MAE Değerleri

Model	MAPE 2010 (%)	MAPE 2011(%)	RMSE 2010	RMSE 2011	MAE 2010	MAE 2011
12-26-12	0,4654	5,1588	16,55	128,74	8,50	106,56
12-15-12	2,3472	28,5113	89,63	668,48	39,53	594,53
12-18-12	0,4190	15,9303	12,34	382,96	7,86	333,169
12-14-12	2,3275	38,0688	80,12	831,74	37,35	792,799
12-27-12	2,7205	27,1623	95,37	641,85	44,66	564,76

Tablo 3.16 incelendiğinde en iyi model olarak bulduğumuz 12-26-12 modeli hem 2010 hem de 2011 öngörüsünde çok başarılı sonuçlar vermiştir. Turizm gelirinin mevsimsel arındırılmış serisi (SAS) için bütün istatistikler bir arada ele alındığında ve önceliğimizin örneklem dışı öngörü olduğu düşünüldüğünde en uygun model olarak 12-26-12 mimarisine sahip model seçilmiştir. Ayrıca 12-18-12 modelinin de örneklem içi öngöründe çok başarılı sonuçlar verdiğini göz ardı etmemek gerekmektedir.

3.4.2.3 Bileşenlerine Ayrıştırılmış (DS) Serinin YSA İle Öngörüsü

Türkiye turizm geliri serisi Tramo-Seats programı aracılığıyla bileşenlerine ayrıştırılmış, trend-konjonktür (TC) ve mevsimsel bileşen (S) değerlerinin YSA ile

öngörüsü ayrı ayrı elde edilmiştir. TC serileri için farklı mimarilere sahip 180 adet model incelenmiş ve sonuçları Tablo 3.17’de verilmiştir.

Tablo 3.17 TC Serisi için YSA İle Elde Edilen Deneme Sonuçları

No	Model	MSE	No	Model	MSE	No	Model	MSE
1	3-1-1	12909,51	61	6-1-1	6920,23	121	12-1-1	29,14
2	3-2-1	4525,09	62	6-2-1	4913,85	122	12-2-1	10,5
3	3-3-1	4678,31	63	6-3-1	5964,6	123	12-3-1	18,77
4	3-4-1	2327,29	64	6-4-1	1258,61	124	12-4-1	141,25
5	3-5-1	4588,89	65	6-5-1	1465,47	125	12-5-1	95,61
6	3-6-1	1586,6	66	6-6-1	5572,52	126	12-6-1	71,88
7	3-7-1	1842,93	67	6-7-1	1436,73	127	12-7-1	151,02
8	3-8-1	1599,38	68	6-8-1	943,12	128	12-8-1	36,22
9	3-9-1	1968,03	69	6-9-1	554,19	129	12-9-1	63,25
10	3-10-1	2762,89	70	6-10-1	895,61	130	12-10-1	408,5
11	3-11-1	3993,35	71	6-11-1	2345,41	131	12-11-1	3,72
12	3-12-1	2909,17	72	6-12-1	1989,85	132	12-12-1	1,36
13	3-13-1	2995,06	73	6-13-1	1211,13	133	12-13-1	81,55
14	3-14-1	1715,97	74	6-14-1	323,95	134	12-14-1	157,53
15	3-15-1	2234,33	75	6-15-1	1099,26	135	12-15-1	81,29
16	3-16-1	1681,58	76	6-16-1	1321,24	136	12-16-1	2,49
17	3-17-1	2640,64	77	6-17-1	1338,07	137	12-17-1	11,19
18	3-18-1	3475,87	78	6-18-1	2152,86	138	12-18-1	145,36
19	3-19-1	1860,94	79	6-19-1	1188,72	139	12-19-1	0,1817
20	3-20-1	1957,5	80	6-20-1	1218,59	140	12-20-1	213,31
21	3-21-1	1608,13	81	6-21-1	1119,57	141	12-21-1	606,07
22	3-22-1	2219,15	82	6-22-1	1222,87	142	12-22-1	5,04
23	3-23-1	1946,1	83	6-23-1	1653,34	143	12-23-1	0,2554
24	3-24-1	2163,68	84	6-24-1	383,87	144	12-24-1	0,1305
25	3-25-1	1699,11	85	6-25-1	1640,55	145	12-25-1	28,38
26	3-26-1	1931,11	86	6-26-1	2903,87	146	12-26-1	67,1
27	3-27-1	2235,67	87	6-27-1	2022,71	147	12-27-1	6
28	3-28-1	1677,48	88	6-28-1	1219,63	148	12-28-1	0,2056
29	3-29-1	1783,96	89	6-29-1	2716,32	149	12-29-1	59,76
30	3-30-1	1757,42	90	6-30-1	1059,75	150	12-30-1	0,2544
31	4-1-1	13802,81	91	8-1-1	4022,1	151	12-1-12	8736,52
32	4-2-1	1907,86	92	8-2-1	3249,21	152	12-2-12	4193,18
33	4-3-1	20074,7	93	8-3-1	1290,41	153	12-3-12	2930,04
34	4-4-1	2538,79	94	8-4-1	2088,57	154	12-4-12	2350,03
35	4-5-1	2916,48	95	8-5-1	226,35	155	12-5-12	1137,51
36	4-6-1	552,36	96	8-6-1	1797,86	156	12-6-12	1274,91
37	4-7-1	3198,56	97	8-7-1	2136,61	157	12-7-12	1827,55
38	4-8-1	2542,16	98	8-8-1	965,52	158	12-8-12	181,95
39	4-9-1	2000,26	99	8-9-1	2040,42	159	12-9-12	131,63
40	4-10-1	6585,32	100	8-10-1	1097,18	160	12-10-12	33,33
41	4-11-1	3112,11	101	8-11-1	5857,71	161	12-11-12	0,717
42	4-12-1	16279,37	102	8-12-1	987,53	162	12-12-12	0,7294
43	4-13-1	1767,19	103	8-13-1	998,34	163	12-13-12	0,0678
44	4-14-1	2918,6	104	8-14-1	269,6	164	12-14-12	4,93
45	4-15-1	33575,08	105	8-15-1	955,3	165	12-15-12	33,12
46	4-16-1	6051,64	106	8-16-1	1983,18	166	12-16-12	0,3359
47	4-17-1	28773,99	107	8-17-1	873,28	167	12-17-12	5,83
48	4-18-1	2723,03	108	8-18-1	691,96	168	12-18-12	0,0246
49	4-19-1	2437,94	109	8-19-1	1260,32	169	12-19-12	1,09
50	4-20-1	3141,29	110	8-20-1	1040,73	170	12-20-12	9,24
51	4-21-1	2915,58	111	8-21-1	769,35	171	12-21-12	0,1047
52	4-22-1	2903,58	112	8-22-1	778,62	172	12-22-12	20,21
53	4-23-1	721,87	113	8-23-1	1371,33	173	12-23-12	0,0223
54	4-24-1	2627,58	114	8-24-1	2215,43	174	12-24-12	0,1279
55	4-25-1	2145,97	115	8-25-1	2207,31	175	12-25-12	5,91
56	4-26-1	774,71	116	8-26-1	2039,5	176	12-26-12	15,7
57	4-27-1	3236,67	117	8-27-1	866,36	177	12-27-12	56,16
58	4-28-1	310,18	118	8-28-1	786,17	178	12-28-12	5,58
59	4-29-1	952,37	119	8-29-1	1240,13	179	12-29-12	0,6025
60	4-30-1	1752,98	120	8-30-1	4605,04	180	12-30-12	0,0452

Tablo 3.17 incelendiğinde en düşük değerlere sahip YSA modelinin 173 numaralı sırada bulunan 12-23-12 mimarisine sahip modeli olduğu görülmektedir. Türkiye turizm gelirinin trend-konjonktür (TC) serisi için hesaplanan MSE değeri 0,0223 çıkmıştır. En uygun modelin belirlenmesi amacıyla en düşük değerleri veren farklı mimarilere sahip 5 model ele alınmıştır. Bu modeller ile 2010 örneklem içi ve 2011 örneklem dışı öngörülerini MAPE, RMSE ve MAE istatistikleri aracılığıyla analiz edilmiş ve orijinal seri için hangi ağ yapısının daha uygun olacağı belirlenmiştir. Direk olarak en düşük MSE değerini veren modeli kabul etmememizin sebebi modellerin örneklem dışında da nasıl bir performans izleyeceğini değerlendirmek istemekten kaynaklanmaktadır. Çünkü model örneklem içinde başarılı sonuçlar verebilirken, örneklem dışında çok daha farklı sonuçlar verebilmektedir. Bu doğrultuda en iyi 5 model için hesaplanan MAPE, RMSE ve MAE 2010 örneklem içi ve 2011 örneklem dışı değerleri Tablo 3.18’de yer almaktadır.

Tablo 3.18 TC Serisi İçin En Uygun Mimarilere Sahip YSA Modellerinin 2010 ve 2011 MAPE, RMSE ve MAE Değerleri

Model	MAPE 2010 (%)	MAPE 2011(%)	RMSE 2010	RMSE 2011	MAE 2010	MAE 2011
12-23-12	0,02144	10,9980	0,7042	229,55	0,4201	229,07
12-18-12	0,0058	4,6171	0,2360	96,28	0,1146	96,106
12-30-12	0,0169	15,6219	0,9270	326,97	0,3260	325,56
12-13-12	0,0340	9,7462	1,13	203,64	0,6749	203,03
12-21-12	0,0132	12,3332	0,2813	256,87	0,2582	256,72

Tablo 3.18 incelendiğinde en iyi model olarak bulduğumuz 12-23-12 modeli hem 2010 hem de 2011 öngörüsünde çok başarılı sonuçlar vermemiştir. Turizm gelirinin trend-konjonktür (TC) serisi için bütün istatistikler bir arada ele alındığında ve önceliğimizin örneklem dışı öngörü olduğu düşünüldüğünde en uygun model olarak 12-18-12 mimarisine sahip model seçilmiştir. 12-18-12 modeli hem örneklem içi öngöründe hem de örneklem dışı öngöründe çok başarılı sonuçlar vermiştir.

Mevsimsel bileşen (S) serisi için de YSA ile öngöründe diğer veri setlerinde olduğu gibi farklı mimarilere sahip 180 adet model incelenmiş ve sonuçları Tablo 3.19’da verilmiştir.

Tablo 3.19 S Serisi için YSA İle Elde Edilen Deneme Sonuçları

No	Model	MSE	No	Model	MSE	No	Model	MSE
1	3-1-1	0,019	61	6-1-1	0,0201	121	12-1-1	0,0159
2	3-2-1	0,0192	62	6-2-1	0,0214	122	12-2-1	0,002489
3	3-3-1	0,02	63	6-3-1	0,0167	123	12-3-1	0,003973
4	3-4-1	0,016	64	6-4-1	0,0332	124	12-4-1	0,0116
5	3-5-1	0,017	65	6-5-1	0,062	125	12-5-1	0,002239
6	3-6-1	0,167	66	6-6-1	0,0127	126	12-6-1	0,0117
7	3-7-1	0,0194	67	6-7-1	0,009826	127	12-7-1	0,0147
8	3-8-1	0,0397	68	6-8-1	0,0242	128	12-8-1	0,003031
9	3-9-1	0,0154	69	6-9-1	0,0128	129	12-9-1	0,001844
10	3-10-1	0,0287	70	6-10-1	0,009541	130	12-10-1	0,001305
11	3-11-1	0,0157	71	6-11-1	0,0186	131	12-11-1	0,008372
12	3-12-1	0,0144	72	6-12-1	0,025	132	12-12-1	0,001239
13	3-13-1	0,0153	73	6-13-1	0,0221	133	12-13-1	0,008087
14	3-14-1	0,0143	74	6-14-1	0,0321	134	12-14-1	0,003649
15	3-15-1	0,0151	75	6-15-1	0,015	135	12-15-1	0,001709
16	3-16-1	0,0502	76	6-16-1	0,009101	136	12-16-1	0,003107
17	3-17-1	0,0172	77	6-17-1	0,0168	137	12-17-1	0,003311
18	3-18-1	0,0203	78	6-18-1	0,0217	138	12-18-1	0,008679
19	3-19-1	0,015	79	6-19-1	0,00789	139	12-19-1	0,003829
20	3-20-1	0,0141	80	6-20-1	0,0139	140	12-20-1	0,004057
21	3-21-1	0,0135	81	6-21-1	0,0126	141	12-21-1	0,000456
22	3-22-1	0,0194	82	6-22-1	0,00866	142	12-22-1	0,003061
23	3-23-1	0,0154	83	6-23-1	0,0101	143	12-23-1	0,0851
24	3-24-1	0,0179	84	6-24-1	0,007936	144	12-24-1	0,000955
25	3-25-1	0,0501	85	6-25-1	0,0142	145	12-25-1	0,001919
26	3-26-1	0,0171	86	6-26-1	0,0133	146	12-26-1	0,0163
27	3-27-1	0,0125	87	6-27-1	0,009836	147	12-27-1	0,008147
28	3-28-1	0,0174	88	6-28-1	0,0256	148	12-28-1	0,000956
29	3-29-1	0,0599	89	6-29-1	0,0165	149	12-29-1	0,003919
30	3-30-1	0,0207	90	6-30-1	0,00636	150	12-30-1	0,007934
31	4-1-1	0,0189	91	8-1-1	0,0109	151	12-1-12	0,0182
32	4-2-1	0,02	92	8-2-1	0,0219	152	12-2-12	0,0139
33	4-3-1	0,0182	93	8-3-1	0,006472	153	12-3-12	0,009377
34	4-4-1	0,0199	94	8-4-1	0,0143	154	12-4-12	0,006491
35	4-5-1	0,0143	95	8-5-1	0,0107	155	12-5-12	0,005332
36	4-6-1	0,0251	96	8-6-1	0,0101	156	12-6-12	0,003454
37	4-7-1	0,0251	97	8-7-1	0,0753	157	12-7-12	0,002112
38	4-8-1	0,014	98	8-8-1	0,0173	158	12-8-12	0,002326
39	4-9-1	0,0128	99	8-9-1	0,004874	159	12-9-12	0,000682
40	4-10-1	0,0236	100	8-10-1	0,006841	160	12-10-12	0,000878
41	4-11-1	0,0164	101	8-11-1	0,007953	161	12-11-12	0,000995
42	4-12-1	0,0165	102	8-12-1	0,003044	162	12-12-12	0,000822
43	4-13-1	0,0156	103	8-13-1	0,005949	163	12-13-12	0,002765
44	4-14-1	0,0122	104	8-14-1	0,008879	164	12-14-12	0,000349
45	4-15-1	0,0149	105	8-15-1	0,004386	165	12-15-12	0,001927
46	4-16-1	0,0138	106	8-16-1	0,005814	166	12-16-12	0,000184
47	4-17-1	0,0217	107	8-17-1	0,0394	167	12-17-12	0,000401
48	4-18-1	0,0125	108	8-18-1	0,002904	168	12-18-12	0,000331
49	4-19-1	0,0111	109	8-19-1	0,004024	169	12-19-12	0,000224
50	4-20-1	0,0121	110	8-20-1	0,009721	170	12-20-12	0,000426
51	4-21-1	0,0401	111	8-21-1	0,009855	171	12-21-12	0,000094
52	4-22-1	0,0182	112	8-22-1	0,006158	172	12-22-12	0,000672
53	4-23-1	0,015	113	8-23-1	0,0142	173	12-23-12	0,000305
54	4-24-1	0,0163	114	8-24-1	0,006756	174	12-24-12	0,000163
55	4-25-1	0,0221	115	8-25-1	0,0196	175	12-25-12	0,000131
56	4-26-1	0,006653	116	8-26-1	0,0108	176	12-26-12	0,000262
57	4-27-1	0,012	117	8-27-1	0,00904	177	12-27-12	0,000527
58	4-28-1	0,0831	118	8-28-1	0,0121	178	12-28-12	0,000118
59	4-29-1	0,0159	119	8-29-1	0,008294	179	12-29-12	0,000283
60	4-30-1	0,0145	120	8-30-1	0,006482	180	12-30-12	0,000386

Tablo 3.19 incelendiğinde en düşük değerlere sahip YSA modelinin 171 numaralı sırada bulunan 12-21-12 mimarisine sahip modeli olduğu görülmektedir.

Türkiye turizm gelirinin mevsimsel bileşen (S) serisi için hesaplanan MSE değeri 0,000094 çıkmıştır. En uygun modelin belirlenmesi amacıyla en düşük değerleri veren farklı mimarilere sahip 5 model ele alınmıştır. Bu modeller ile 2010 örneklem içi ve 2011 örneklem dışı öngöruları MAPE, RMSE ve MAE istatistikleri aracılığıyla analiz edilmiş ve orijinal seri için hangi ağ yapısının daha uygun olacağı belirlenmiştir. Direk olarak en düşük MSE değerini veren modeli kabul etmememizin sebebi modellerin örneklem dışında da nasıl bir performans izleyeceğini değerlendirmek istemekten kaynaklanmaktadır. Çünkü model örneklem içinde başarılı sonuçlar verebilirken, örneklem dışında çok daha farklı sonuçlar verebilmektedir. Bu doğrultuda en iyi 5 model için hesaplanan MAPE, RMSE ve MAE 2010 örneklem içi ve 2011 örneklem dışı değerleri Tablo 3.20’de yer almaktadır.

Tablo 3.20 S Serisi İçin En Uygun Mimarilere Sahip YSA Modellerinin 2010 ve 2011 MAPE, RMSE ve MAE Değerleri

Model	MAPE 2010 (%)	MAPE 2011(%)	RMSE 2010	RMSE 2011	MAE 2010	MAE 2011
12-21-12	1,1252	3,9711	0,0104	0,0409	0,0081	0,0332
12-28-12	0,8613	8,6149	0,0080	0,1469	0,0049	0,0947
12-25-12	1,4433	5,6590	0,0296	0,0617	0,0141	0,0482
12-24-12	3,5309	12,8544	0,0863	0,2920	0,0381	0,1677
12-16-12	1,7649	13,2732	0,0266	0,1970	0,0138	0,1429

Tablo 3.20 incelendiğinde en iyi model olarak bulduğumuz 12-21-12 modeli hem 2010 hem de 2011 öngörüsünde başarılı sonuçlar vermiştir. Turizm gelirinin mevsimsel bileşen (S) serisi için bütün istatistikler bir arada ele alındığında ve önceliğimizin örneklem dışı öngörü olduğu düşünüldüğünde en uygun model olarak 12-21-12 mimarisine sahip model seçilmiştir. Ayrıca 12-28-12 modelinin de örneklem içi öngöründe çok başarılı sonuçlar verdiğini göz ardı etmemek gerekmektedir.

TC ve S serileri için YSA ile öngörülerinde bulunan en uygun modeller sırasıyla 12-18-12 ve 12-21-12 modelleridir. Bu modellerden elde edilen TC ve S değerleri daha önce ayrıştırma işleminden ortaya çıkan düzensiz bileşen (I) değerleri ile çarpımsal olarak birleştirilmiştir. Seriyi çarpımsal olarak birleştirmemizin sebebi daha önceki yapılan analizlerde serinin artan bir varyansa sahip olmasından

kaynaklıdır. Orijinal serinin zaman yolu grafiğinde de bu durum açıkça görülmektedir. Bu bulgular ışığında serinin çarpımsal bir yapıya sahip olduğu söylenebilir. Çarpımsal olarak birleştirilen değerlerin 2010 ve 2011 yıllarına ait MAPE, RMSE ve MAE değerleri Tablo 3.21'de verilmiştir.

Tablo 3.21 Çarpımsal Olarak Birleştirilen Serinin 2010 ve 2011 MAPE, RMSE ve MAE Değerleri

Model	MAPE	MAPE	RMSE	RMSE	MAE	MAE
	2010 (%)	2011(%)	2010	2011	2010	2011
TC(12-18-12)*S(12-21-12)*I	1,1252	3,9711	0,0104	0,0409	0,0081	0,0332

3.4.3 Yöntemlerin Karşılaştırılması ve Türkiye Turizm Geliri Öngörülerinin Yapılması

Türkiye'nin turizm geliri öngörülerinde kullanılacak uygun modelin belirlenmesi amacıyla 1992-2010 yılı aylık turizm geliri serisine uygulanan yöntemlerden elde edilen öngörü değerlerine ait 2010 örneklem içi ve 2011 yılı örneklem dışı MAPE istatistikleri Tablo 3.22'de yer almaktadır. Bu kısımda sadece MAPE üzerinden değerlendirme yapmamızın amacı farklı veri setleri ile uygulamalar yapılmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü farklı veri gruplarının sahip olduğu küçük ya da büyük değerler ile RMSE ve MAE değerlerini karşılaştırmak bilindiği üzere uygun olmayacaktır. Standart olarak her yöntem için karşılaştırılabilir en uygun doğruluk ölçümü istatistiği yüzdelik değerler ifade eden MAPE'dir.

Tablo 3.22 Yöntemlerin Öngörü Doğruluklarının Karşılaştırılması

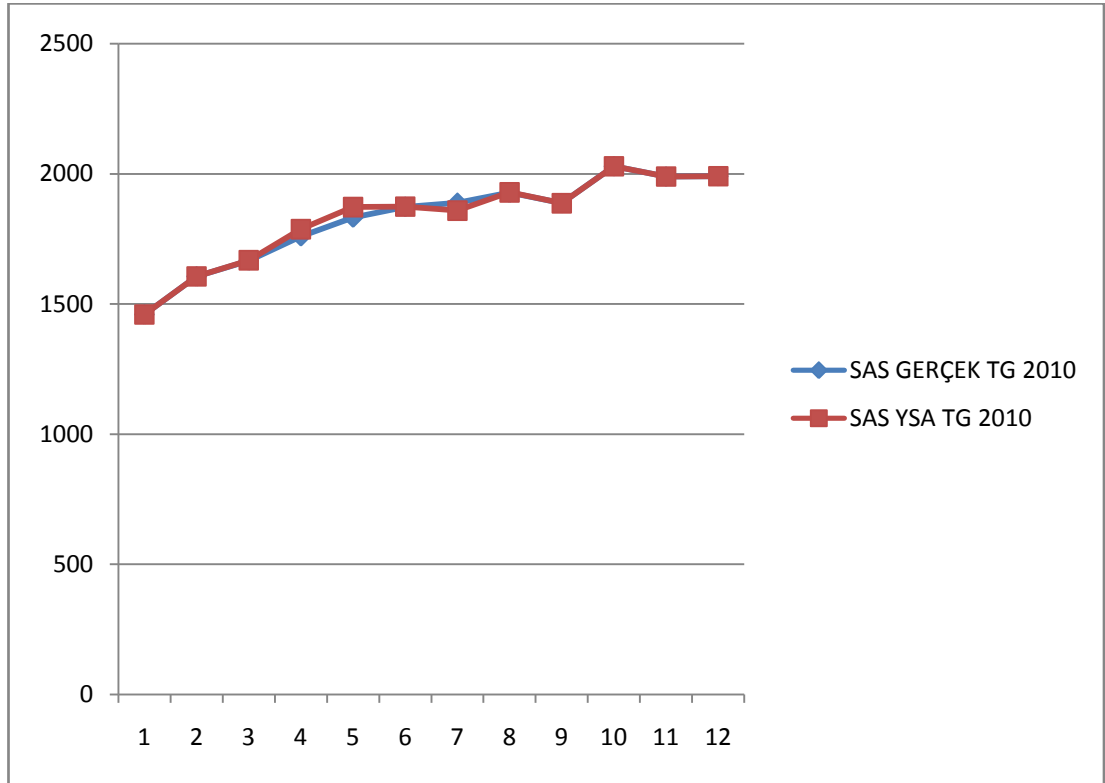
Model	MAPE 2010 (%)	MAPE 2011 (%)
ARIMA (0,1,3)(1,1,1)	2,4263	8,5524
YSA OS (12-13-12)	3,4851	9,7094
YSA SAS (12-26-12)	0,4654	5,1588
YSA TC(12-18-12)*S(12-21-12)*I	1,1200	7,5553

Daha önce de bahsedildiği gibi, literatürde MAPE değeri %10'un altında olan modeller “çok iyi”, %10 ile %20 arasında olan modeller “iyi”, %20 ile %50 arasında olan modeller “kabul edilebilir” ve %50'nin üzerinde olan modeller ise “yanlış ve hatalı” olarak sınıflandırılmaktadır.⁴⁵ Tablo 3.22'de görüldüğü gibi Türkiye turizm geliri öngörüsü için hem ARIMA'da hem de YSA'da kurulan modeller gerek 2010

⁴⁵ Witt ve Witt, a.g.e, s. 137

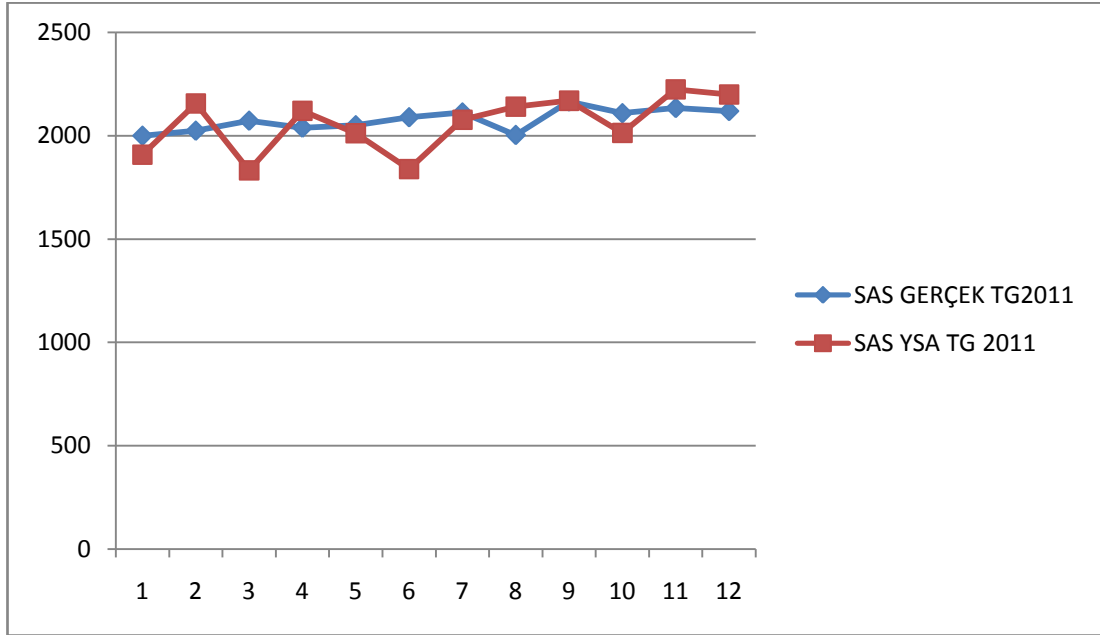
yılı içi öngöründe gerekse 2011 yılı örneklem dışı öngöründe %10'un altında değerler üretmiştir. Bu da her yöntem için bulunan uygun modellerin başarılı olduğu anlamına gelmektedir. En iyi öngörü doğruluğu YSA ile kurulmuş mevsimsellikten arındırılmış serinin ürettiği değerlerden elde edilmiştir. Serinin orijinal hali sadece göz önüne alındığında ARIMA modeli YSA'dan daha başarılı performans çizmiştir. Serinin bileşenlerine ayrıştırılarak elde edilen öngörü değerleri de çok başarılı sonuçlar vermiştir. Hatta bu alanda yapılacak daha fazla deneme ve farklı mimari yapıları öngöründe bileşenlerine ayrıştırmayla daha başarılı sonuçlar getirebilir. Uygulanan yöntemlerin öngörü doğruluklarının karşılaştırılması neticesinde, 2012 ve 2013 yılı Türkiye turizm geliri öngörülmesi için mevsimsellikten arındırılmış olan "SAS (12-26-12)" YSA modelinin kullanılması uygun görülmüştür. Şekil 3.16 ve 3.17'de sırasıyla mevsimsellikten arındırılmış Türkiye geliri için gerçek ve YSA modeli ile öngörülen 2010 ve 2011 yılı değerleri grafiksel olarak gösterilmiştir.

**Şekil 3.16 2010 Yılı Mevsimsellikten Arındırılmış (SAS) Turizm Geliri (TG)
Gerçek ve YSA Öngörü Değerleri**



Şekil 3.17 2011 Yılı Mevsimsellikten Arındırılmış (SAS) Turizm Geliri (TG)

Gerçek ve YSA Öngörü Değerleri



Şekil 3.18 SAS YSA Modelinde Kullanılan Veri Matrisi

Girdiler											
t ₁	t ₁₃	t ₂₅	t ₃₇	t ₄₉	t ₆₁	t ₇₃	t ₈₅	t ₉₇	t ₁₀₉	t ₁₂₁	t ₁₃₃
t ₁₃	t ₂₅	t ₃₇	t ₄₉	t ₆₁	t ₇₃	t ₈₅	t ₉₇	t ₁₀₉	t ₁₂₁	t ₁₃₃	t ₁₄₅
t ₂₅	t ₃₇	t ₄₉	t ₆₁	t ₇₃	t ₈₅	t ₉₇	t ₁₀₉	t ₁₂₁	t ₁₃₃	t ₁₄₅	t ₁₅₇
t ₃₇	t ₄₉	t ₆₁	t ₇₃	t ₈₅	t ₉₇	t ₁₀₉	t ₁₂₁	t ₁₃₃	t ₁₄₅	t ₁₅₇	t ₁₆₉

t ₈₄	t ₉₆	t ₁₀₈	t ₁₂₀	t ₁₃₂	t ₁₄₄	t ₁₅₆	t ₁₆₈	t ₁₈₀	t ₁₉₂	t ₂₀₄	t ₂₁₆
Çıktılar											
t ₁₃	t ₂₅	t ₃₇	t ₄₉	t ₆₁	t ₇₃	t ₈₅	t ₉₇	t ₁₀₉	t ₁₂₁	t ₁₃₃	t ₁₄₅
t ₂₅	t ₃₇	t ₄₉	t ₆₁	t ₇₃	t ₈₅	t ₉₇	t ₁₀₉	t ₁₂₁	t ₁₃₃	t ₁₄₅	t ₁₅₇
t ₃₇	t ₄₉	t ₆₁	t ₇₃	t ₈₅	t ₉₇	t ₁₀₉	t ₁₂₁	t ₁₃₃	t ₁₄₅	t ₁₅₇	t ₁₆₉
t ₄₉	t ₆₁	t ₇₃	t ₈₅	t ₉₇	t ₁₀₉	t ₁₂₁	t ₁₃₃	t ₁₄₅	t ₁₅₇	t ₁₆₉	t ₁₈₁

t ₉₆	t ₁₀₈	t ₁₂₀	t ₁₃₂	t ₁₄₄	t ₁₅₆	t ₁₆₈	t ₁₈₀	t ₁₉₂	t ₂₀₄	t ₂₁₆	t ₂₂₈

Modelin giriş ve çıkış katmanlarında kullanılan veri matrisi Şekil 4.18'da verilmiştir. Şekil 3.18'de yer alan veri matrisi kullanılarak , "SAS (12-26-12)" YSA modelinin giriş katmanında yer alan ilk iki 12 gecikmeli seri ($t_1...t_{84}$) ve ($t_{13}...t_{96}$) kaldırılarak, 2010 ve 2011 yılı verilerini içeren ($t_{145}...t_{228}$) ve ($t_{157}...t_{240}$) serileri giriş katmanına eklenmiş ve 2012 yılı tahmin değerlerini içeren ($t_{169}...t_{252}$) serisi elde edilmiştir. Daha sonra modelin giriş katmanında yer alan üçüncü 12 gecikmeli seri ($t_{25}...t_{120}$) giriş katmanından çıkarılarak, elde edilen 2012 yılı tahmin değerlerini içeren ($t_{169}...t_{252}$) serisi giriş katmanına eklenmiş ve 2013 yılı tahmin değerlerini içeren ($t_{181}...t_{264}$) elde edilmiştir. Her denemede 12 aylık öngörüler elde edildiğinden çok dönemli öngörülerin hesaplandığı doğrudan yaklaşım yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen 2012 ve 2013 yılı Türkiye turizm geliri mevsimsellikten arındırılmış öngörü değerleri EK-2 yer almaktadır. Mevsimsel arındırmada da çarpımsal model kullanılmıştır. Bileşenlerine ayrıştırmada elde edilen mevsimsel bileşen (S) değerleri kullanılarak seri mevsimsellikten arındırılmamış düzene getirilmiştir. Bunun için yukarıda bahsedilen yöntem kullanılarak daha önce mevsimsel bileşen (S) serisi için kurulan en uygun model "S(12-21-12)" yardımıyla 2012 ve 2013 öngörülerini hesaplanmıştır. Hesaplanan bu mevsimsel bileşen değerleri ile mevsimsellikten arındırılmış serinin 2012 ve 2013 öngörülerini birleştirilerek mevsimsel arındırılmamış yani orijinal Türkiye turizm geliri 2012 ve 2013 öngörülerini elde edilmiştir. Öngörülen bu değerler EK-3'te verilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Geleceğe ilişkin karar problemlerini zorlaştıran en büyük zorluk şüphesiz ki belirsizliktir. Karar verici organlar için belirsizliğin giderilmesi mümkün olmasa da azaltılması sağlanabilir. Bu gereksinim ekonometrik modellemenin hızla gelişmesine neden olmuştur. İyi yapılmış öngörüler karar verici organların gelecekte yapacağı plan, program ve politikalar için büyük fayda sağlayabilmektedir. Öngörü uğraşısı içerisinde olan uzmanlar, araştırmacılar vb. tek öngörü yöntemine bağlı kalmak yerine, öngörü modellerini destekleyecek farklı öngörü yöntemleri üzerine de çalışmalıdırlar. Doğrusal zaman serilerinin öngörüsünde başarılı bir yöntem olduğu bilinen Box- Jenkins modelleri, aynı başarıyı doğrusal olmayan zaman serilerinde gösterememektedir. Ayrıca gerçek hayata ilişkin zaman serilerinin birçoğu doğrusal olmadığından, zaman serileri ile öngörüde Box-Jenkins modellerinden daha iyi sonuç üretebilecek yeni yöntemler arayışı süregelmektedir. Alternatif yöntemlerden biri de günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlanan YSA yöntemidir.

Bu çalışmada, YSA'nın bir öngörü aracı olarak öngörü uygulamasında geniş kabul gören Box-Jenkins modellerinden farklılığının olup olmadığı araştırılarak 1992-2010 aylık Türkiye turizm geliri zaman serisi verileri ile bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulamada öncelikle turizm geliri serisi için en uygun ARIMA model belirlenmiştir. Daha sonra serinin orijinal değerleri, mevsimsellikten arındırılmış değerleri ve bileşenlerine ayrıştırılarak elde edilen değerleri için farklı mimarilere ve ağ yapısına sahip YSA modelleri kurulmuştur. Tüm bu yöntemlerden elde edilen 2010 yılı örneklem içi ve 2011 yılı örneklem dışı değerleri yaygın olarak kullanılan doğrulama ölçümlerinden MAPE, RMSE ve MAE değerleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak Türkiye turizm geliri serisi için kurulmuş mevsimsellikten arındırılmış YSA modeli en uygun model olarak belirlenmiştir. Kıyaslama yapılabilmesi açısından modelden elde edilen 2011 yılı öngörü değerleri ile gerçekleşen 2011 yılı mevsimsellikten arındırılmış aylık turizm gelirleri EK-4'de yer almaktadır. Ayrıca en uygun model ile 2011 yılı için elde edilen mevsimsel arındırılmış değerler, çalışmamızda mevsimsel bileşen için en uygun model olarak bulunan S (12-21-12) YSA modelinden elde edilen 2011 yılı mevsimsel bileşen

değerleri ile çarpımsal olarak birleştirilmiş ve karşılaştırma yapabilmek amacıyla gerçekleşen orijinal 2011 değerleri ile birlikte EK-5'te verilmiştir.

Literatürde yer alan çalışmalarda öngörü problemlerinde son yıllarda hızla gelişen ve yaygın olarak kullanılan YSA yönteminin ARIMA yöntemlerine göre daha başarılı olduğu birçok çalışma yer almaktadır. Çalışmamızda orijinal serinin YSA ile öngörü ARIMA model ile yapılan öngörülere göre daha düşük performans sergilemiştir. YSA'nın orijinal serideki öngörüsünde ARIMA kadar başarılı bir öngörü performansı ortaya koyamaması, analizde kullanılan veri seti ile ARIMA yönteminin yapmış olduğu modellemenin 2011 yılı turizm geliri zaman serilerinin yapısına daha uygun olması ile açıklanabilir. Fakat YSA'nın hem mevsimsel arındırılmış serilerde hem de bileşenlerine ayrıştırılarak elde edilen serilerdeki öngörü performansı oldukça başarılı olmuştur. Buradan YSA'nın zaman serisi bileşenlerini öğrenebilme yeteneğinin de oldukça iyi olduğu kanısına varabiliriz.

Çalışmadan elde edilen başka bir sonuç ise aylık veriler ile öngörüde YSA modelleri için girdi ve çıktı sayılarının 12 olarak alınması başarılı sonuçlar vermektedir. Çünkü yapılan denemelerde görülmüştür ki, gerek orijinal seride gerekse mevsimsellikten arındırılmış ve bileşenlerine ayrıştırılmış serilerde başarılı ve uygun bulunan modellerin hepsi 12 girdi nöronu ve 12 çıktı nöronuna sahiptir. Buradan yola çıkarak, girdi ve çıktı nöronu sayısı serinin mevsimsellik parametresine eşit alınırsa, yani aylık zaman serileri için 12 veya üç aylık zaman serileri için 4 alınırsa, YSA'nın daha başarılı öngörülerde bulunabileceği söylenebilir.

YSA ile model kurmada gizli katman sayısı ve gizli nöron sayısının belirlenmesinde herhangi bir kural yoktur. Bu parametreler deneysel olarak belirlenir ve bu da biraz zaman gerektiren bir işlemdir. İncelenen öngörü modeli çalışmalarında, gizli katman sayısının birden fazla olmasının modele herhangi bir fayda sağlamadığı anlaşılmıştır. Bu çalışmada gizli katman sayısı bir olarak alınmıştır. Farklı gizli katman sayıları ile yapılacak çalışmalar YSA ile öngörüde başarılı sonuçlar verebilir. Ayrıca şu da belirtilmelidir ki, değişik sayıda girdi nöronu ve çıktı nöronu denemeleri de YSA için performansı yüksek modeller kurmada fayda sağlayabilir. Deneysel olarak belirlenen momentum değerleri, öğrenme oranları, aktivasyon fonksiyonları ve öğrenme algoritmaları da kurulan modellerin performanslarını artırabilir. Yani YSA'nın sahip olduğu farklı özellikleri sayesinde turizm gelirleri veya diğer ekonometrik zaman serilerinin öngörülerinde geleneksel yöntemlere alternatif olarak kullanılabilmesi söylenebilir.

YSA algoritmalarının, doğrusal olmayan ve dinamik sistemleri modellemede yararlı olduğu birçok araştırmacı tarafından kabul görmektedir. Bu çalışmada her ne kadar Box-Jenkins yöntemi ile YSA analizi çalışmaları karşılaştırılsa bile, birçok uygulamada birlikte kullanılmaları olumlu sonuçlar doğurabilir. Başka bir ifadeyle YSA ile zaman serisi tahmin yöntemlerinin birleştirildiği melez modellerin öngörü performansları da araştırılabilir. Ülkemizde gerek YSA, gerekse melez yaklaşımlarla mevsimsel turizm serilerinin modellenmesi ve öngörüsü ile ilgili çalışmaların sınırlı sayıda olduğu dikkate alınır, farklı mimariyelere sahip YSA modelleri ve mevsimsel ARIMA modeller kullanılarak Türkiye'ye veya belirli bir bölgeye yönelik iç ve dış turizm talebi; belirli bir bölge veya il sınırları içerisinde faaliyet gösteren konaklama işletmelerindeki doluluk oranları; yerli ve yabancı konukların konaklama işletmelerindeki geceleme sayıları ve ortalama kalış sürelerine ait öngörü çalışmaları Türkiye'deki turizm literatürüne ve turizm sektöründeki uygulamacılar ile karar verme konumunda olan yöneticilerin geleceğe yönelik planlama çalışmalarına önemli katkılar sağlayacağı ifade edilebilir.

Zira Box-Jenkins yönteminde zaman serisine uyan model seçilinceye kadar birçok aşamada modelin test edilmesi, otokorelasyon ve kısmi otokorelasyonların analizi gibi objektif ölçütlerle kararların verilmesi ARIMA modellerinin zaman serilerinin modellenmesi öngörü değerlerinin hesaplanmasında etkinliğini artırmaktadır. Mevsimsel ARIMA modelleri de hem mevsim dönemleri arasındaki hem de değişkenlerin birbiri üzerindeki değişimleri içerdiğinden bu tür değişimleri içeren serilerin üzerinde etkinliği oldukça fazladır.

Hem ARIMA'da hem de YSA'da en uygun öngörü modeli kurulurken bu kadar parametre denenmesi, incelenmesi ve birçok kontrol aşamasından geçmesi neticesinde büyük emek ve zaman harcanmaktadır. Gerek literatürde gerekse ülkelerin kalkınma planları, merkez bankaları gibi benzer alanlarda sıkça kullanılan bu iki yöntem için oluşturabilecek yeni melez yöntemler, öngörülerde büyük aşamalar kaydettirecektir. Teknolojinin gelişmesiyle bu alanda kullanılacak yeni analiz programlarının üretilmesi ve mevcut programların çok çeşitli şekillerde modeller kurup, analizler geliştirilebilmesi zaman serilerinde hem yöntemleri karşılaştırmada hem de melez modeller üretmede önemli adımlar atılmasını sağlayabilecektir.

KAYNAKLAR

AKDİ, Yılmaz, **Zaman Serileri Analizi (Birim Kökler ve Kointegrasyon)**, Ankara, Gazi Kitabevi, 2. Baskı, 2010

AKGÜL, Işıl, “Zaman Serisi Analizi ve Öngörü Modelleri”, **Öneri: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**,1994, C.1, Sayı: 1, 1994, s.52-69

AKGÜL, Işıl, **Geleneksel Zaman Serisi Yöntemleri**, İstanbul, Der Yayınları, 2003a

AKGÜL, Işıl, **Zaman Serilerinin Analizi ve ARIMA Modelleri**, İstanbul, Der Yayınları, 2003b

AKINCI, Muzaffer, **Zaman Serilerinde Durağanlık Analizi ve İhracatın GSMH İçindeki Payı Üzerine Bir Uygulama**, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kars, 2008

ALADAĞ, Çağdaş Hakan, EĞRİOĞLU, Erol ve GÜNAY, Süleyman, "Yapay Sinir Ağları ile Elektrik Tüketiminin Tahmini", **16. İstatistik Araştırma Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, TÜİK, Ankara, 2007, s.181-191

ASLANARGUN, Atilla, "Varyans Durağanlık ve Ortalama Sapma Serpilme Grafiği", **2. Ulusal İstatistik Kongresi Bildiriler Kitabı**, Antalya,2001, s.52-55

ATUK, Oğuz ve URAL, Beyza Pınar, Seasonal Adjustment Methods: An Application to the Turkish Monetary Aggregates, **Central Bank Review**, The Central Bank of Republic of Turkey, Discussion Paper No: 2002/1, Ankara,2002, s.21-37

AVCI, Emin, Forecasting Daily and Sessional Returns of the ISE-100 Index with Neural Network Models”, **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, C. 8, Sayı: 2, 2007,s.128-142

BAHAR, Ozan, “Turizm Sektörünün Türkiye’nin Ekonomik Büyümesi Üzerindeki Etkisi: VAR Analizi Yaklaşımı”, **Yönetim ve Ekonomi**, Cilt 13, No:3, 2006, s.137-150

BOX, George E.P., JENKİNS, Gwilym M. Ve REİNSEL, Gregory C., **Time Series Analysis Forecasting and Control**, New Jersey, Prentice-Hall Inc., Third Edition, 1994

BOZKURT, Hilal, **Zaman Serileri Analizi**, Bursa, Ekin Kitabevi, 2007

BÜLBÜL, Şahamet, “Zaman Serilerinde Üstel Düzeltme Modelleri ve Bir Uygulama”, **Öneri:Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 1994, C.1, Sayı: 1, s.44-51

CAN, Mustafa, **İşletmelere Zaman Serileri Analizi ile Tahmin**, Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2009

CHATFIELD, Chris, **The Analysis of Time Series: An Introduction**, New York: Chapman and Hall, Fifth Edition, 1995

CHEN, Felix, LİM, Christine ve MCALEER, Michael, “Modelling Multivariate International Tourism Demand and Volatility”, **Tourism Management**, Vol. 26, No:3, 2005, s.459-471

CHO, Vincent, “A Comparison of Three Different Approaches To Tourist Arrival Forecasting”, **Tourism Management**, 2003, Volume: 24, No: 3, s. 323-330

CHOI, Hyung R., KİM, Wooju ve AN, Sung Y. “Recurrent and Decomposed Neural Network – Based Hotel Occupancy Rate”, **The New Review of Applied Expert Systems**, 1997, No: 4, s. 121-136

ÇELİK, Burak, **Yapay Sinir Ağları Metodolojisi ile Zaman Serileri Analizi: Teori ve Uygulama**, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı, İstanbul, 2008

ÇİMAT, Ali ve BAHAR, Ozan, "Turizm Sektörünün Türkiye Ekonomisi İçindeki Yeri ve Önemi Üzerine Bir Değerlendirme, **Akdeniz Üniversitesi İİBF Dergisi**, Cilt 6, 2003, s.1-18

ÇİL YAVUZ, Nilgün, "Türkiye'de Turizm Gelirlerinin Ekonomik Büyümeye Etkisi: Yapısal Kırılma ve Nedensellik Analizi", **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, Cilt 7, Sayı 2, 2006, s.162-171

ÇUHADAR, Murat, GÜNGÖR, İbrahim ve GÖKSU, Ali, "Turizm Talebinin Yapay Sinir Ağları ile Tahmini ve Zaman Serisi Yöntemleri ile Karşılaştırmalı Analizi: Antalya İline Yönelik Bir Uygulama", **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, C.14, Sayı:1, 2009, s.99-114

ÇUHADAR, Murat, **Turizm Sektöründe Talep Tahmini İçin Yapay Sinir Ağları Kullanımı ve Diğer Yöntemlerle Karşılaştırmalı Analizi:Antalya İlinin Dış Turizm Talebinde Uygulama**, Basılmamış Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta, 2006

EFE, M. Önder ve KAYNAK, Okyay, **Yapay Sinir Ağları ve Uygulamaları**, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul,2000

EĞRİOĞLU, Erol ve ALADAĞ, Çağdaş Hakan, "Yapay Sinir Ağları ve ARIMA Modellerinin Melez Yaklaşımı ile Zaman Serilerinde Öngörü", **VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu**, İstanbul, 2005, www.ekonometridernei.org/bildiriler/o15s3.pdf, (Erişim Tarihi: 15/11/2011)

EĞRİOĞLU, Erol, ALADAĞ, Çağdaş Hakan ve GÜNAY, Süleyman, “Uzun Dönem Bağımlı Zaman Serilerinin Yapay Sinir Ağları İle Öngörülmesinde Mimari Seçim Ölçütlerinin Karşılaştırılması”, **8. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu**, Malatya, 2007,

<http://web.inonu.edu.tr/~eisemp8/bildiri-pdf/egrioglu-aladag-gunay.pdf>,

(Erişim Tarihi: 15/11/2011)

ELMAS, Çetin, **Yapay Zeka Uygulamaları:Yapay Sinir Ağı,Bulanık Mantık, Genetik Algoritma**, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2007

ENDERS, Walter, **Applied Econometric Time Series**, Newyork:John Wiley and Sons.,Inc., 1995

ERDOĞAN, Gülçin ve KASAP, Reşat, Yapay Sinir Ağları İle Zaman Dizileri Kestirimi Ve Altın Fiyatları Üzerine Uygulanması”, **16. İstatistik Araştırma Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, TÜİK, Ankara, 2007, s.192-203

FAUSETT, Laurene, **Fundamentals of Neural Network: Architectures,Algorithms and Applications**, Prentice Hall, New Jersey,1993

FRANSES, Philip Hans ve MCALEER, Michael, “Cointegration Analysis of Seasonal Time Series”, **Journal of Economic Surveys**, Volume: 12, No: 5, 1998,s.651-678

FRANSES, Philip Hans, **Time Series Models For Business and Economis Forecasting**, Cambridge University Press, 1998

FRECHTLING, Douglas C., **Forecasting Tourism Demand: Methods and Strategies**, Butterworth-Heinemann, Oxford,2001

GHYSELS, Eric ve OSBORN, Denise R., **The Econometric Analysis of Seasonal Time Series**,U.S.A, Yayımlayan: Cambridge University Press,2001

GIOVANIS, Eleftherios, "ARIMA and Neural Networks: An Application to the Real GNP Growth Rate and the Unemployment Rate of U.S.A.",2009, <http://ssrn.com/abstract=1368675> , (Erişim Tarihi: 26/04/2012)

GÖKTAŞ, Özlem, **Teorik ve Uygulamalı Zaman Serileri Analizi**, İstanbul, Beşir Kitabevi,2005

GRİFFITHS, William E., HİLL, R. Carter ve JUDGE, George G., **Learning and Practicing Econometrics**, Newyork, John Wiley&Sons, 1993

GUJARATİ, Damodar N., **Temel Ekonometri**, Çevirenler: Ümit Şenesen, Gülay Günlük Şenesen, Literatür Yayınları , İstanbul, 6. Baskı, 2009

GÜNAY, Süleyman, EĞRİOĞLU Erol ve ALADAĞ, Çağdaş Hakan, **Tek Değişkenli Zaman Serileri Analizine Giriş**, Ankara, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 2007

GÜNEY, Hilal, **Tek Değişkenli Zaman Serilerinde Model Seçim Ölçütlerinin İncelenmesi**, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2009

GÜNGÖR, İbrahim ve ÇUHADAR, Murat, "Antalya İline Yönelik Alman Turist Talebinin Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Tahmini", **Gazi Üniversitesi Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi**, Sayı: 1, 2005, s.84-99

HAGAN, Martin T., DEMUTH, Howard B. ve BEALE, Mark H., **Neural Network Design**, Thomson Asia Pte Ltd, China, 2002

HAMİLTON, James D., **Time Series Analysis**, New Jersey:Princeton University Press, 1994

HAMZAÇEBİ, Coşkun ve KUTAY, Fevzi, "Yapay Sinir Ağları ile Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini", **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, C.19, Sayı:3, 2004, s.227-233

HAMZAÇEBİ, Coşkun, "Improving Artificial Neural Networks' Performance in Seasonal Time Series Forecasting", **Information Sciences**, 178, 2008, s. 4550–4559

HAMZAÇEBİ, Coşkun, AKAY, Diyar ve KUTAY, Fevzi, "Comparison of Direct and Iterative Artificial Neural Network Forecast Approaches in Multi-Periodic Time Series Forecasting", **Expert Systems with Applications**, Vol.36, No:2, 2009, s.3839-3844

HAMZAÇEBİ, Coşkun, **Yapay Sinir Ağları: Tahmin Amaçlı Kullanımı Matlab ve Neurosolutions Uygulamalı**, Ekin Yayınevi, Bursa, 2011

HARWEY, Andrew C. "A Unified View Of Statistical Forecasting Procedures", *Journal of Forecasting*, Vol:3,No:3, 1984

HAYASHI, Fumio, **Econometrics**, Princeton University Press, 2000

HAYKİN, Simon, **Neural Networks:A Comprehensive Foundation**, Prentice Hall,India, 9. Baskı, 2005

<http://www.abs.gov.au/websitedbs/d3310114.nsf/4a256353001af3ed4b2562bb00121564/b81ecff00cd36415ca256ce10017de2f!OpenDocument>,

(Erişim Tarihi: 22/01/2012)

<http://www.invest.gov.tr/tr-TR/infocenter/publications/Pages/Publications.aspx>,

(Erişim Tarihi:17/04/2012)

İÇÖZ, Orhan, **Turizm Ekonomisi**, Ankara, Turhan Kitabevi,3. Basım, 2005

İNSEL, Aysu, KARAKAŞ, Mesut ve SUALP, M. Nedim, "A Comparative Analysis of the ARMA and Neural Networks Models: The Case of Turkish Economy", 2008,

http://mimoza.marmara.edu.tr/~ainsel/NN_ARMA_web.pdf, (Erişim Tarihi:

25/04/2012)

JONES, M. Tim, **Artificial Intelligence: A System Approach**, Infinity Science Pres LLC, Massachussets, 2008

KAASTRA, Iebling ve BOYD, Milton, " Designing a Neural Network for Forecasting Financial and Economic Time Series", **Neurocomputing**, Vol.10, No:3, 1996, s.215-236

KADILAR, Cem, **SPSS Uygulamalı Zaman Serileri Analizine Giriş**, Ankara, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 2009, 2.baskı

KOZAK, Nazmi, KOZAK, Metin ve KOZAK, Meryem A., **Genel Turizm: İlkeler ve Kavramlar**, Ankara, Detay Yayıncılık, 10. Baskı, 2011

KUTLAR, Aziz, **Ekonometrik Zaman Serileri: Teori ve Uygulama**, Ankara, Gazi Kitabevi,2000

KUTLAR, Aziz ve SARIKAYA, Murat, "Türkiye'ye 1964-2007 Döneminde Gelen Turist Sayısı İle İlgili Ekonometrik Bir Çalışma", Sakarya Üniversitesi Sakarya İktisat Dergisi, Cilt 1, Sayı 1, 2012, s.1-22

LEWİS, Colin David, **Industrial and Business Forecasting Methods**, Butterworths Publishing: London, 1982

MADDALA, Gangadharao S., **Introduction to Econometrics**, Third Edit, Newyork, John Wiley and Sons Ltd., 2002

MANN, S.Prem, **Statistics For Business and Economics**, Wiley, USA,1995

MILLS, Terence C., **Time Series Techniques for Economics**, Cambridge University Press, 1998

MOSHİRİ, Saeed ve CAMERON, Norman, “Neural Network Versus Econometric Models in Forecasting Inflation”, **Journal of Forecasting**, C. 19, Sayı: 3, 2000, s.201-217

ORHUNBİLGE, Neyran, **Zaman Serileri Analizi ve Fiyat İndeksleri**, İstanbul: Tunç Matbaası A.Ş., 1999

ÖZDEMİR, Ali Rıza ve ÖKSÜZLER, Oktay, “Türkiye’ de Turizm Bir Ekonomik Büyüme Politikası Aracı Olabilir mi? Bir Granger Nedensellik Analizi”, **Balıkesir Üniversitesi SBE Dergisi**, Cilt 9, No:16, 2006, s.107-126

ÖZDEMİR, Mehmet, **Turizmin Türkiye'nin Sosyo-Ekonomik Yapısına Etkileri**, Köksav Yayınevi, Ankara, 1992

ÖZMEN, Ahmet, **İstatistik** İçinde “Zaman Serisi Çözümlemesi”, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Yay. No: 1448 Editör: Ali Fuat Yüzer, 2003

ÖZMEN, Ahmet, **Zaman Serisi Analizinde Box-Jenkins Yöntemi ve Banka Mevduat Tahmininde Uygulama Denemesi**, Basılmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 1986

ÖZTEMEL, Ercan, **Yapay Sinir Ağları**, Papatya Yayıncılık, 2. Baskı, İstanbul, 2006

PALMER, Alfonso, MONTAÑO, Juan J. ve SESÉ, Albert, “Designing An Artificial Neural Network For Forecasting Tourism Time Series”, **Tourism Management**, Volume: 27, No:5, 2005, s. 781-790

PATTERSON, Kerry, **An Introduction to Applied Econometrics: A Time Series Approach**, Newyork: Great Britain, 2000

PINDYCK, Robert S., ve RUBİNFELD, Daniel L., **Econometric Models and Economic Forecasts**, Singapore, Irwin/ McGraw-Hill International Edit., 1998

POLAT, Özgür, **Türkiye'nin Dış Ticaret Verilerinin Öngörüsünde Yapay Sinir Ağları ve Box-Jenkins Modellerinin Karşılaştırmalı Analizi**, Basılmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum, 2009a

POLAT, Özgür, **Yapay Sinir Ağları Metodolojisi İle Zaman Serilerinde Öngörü Modellemesi**, Basılmamış Uzmanlık Tezi, Türkiye İstatistik Kurumu, Diyarbakır, 2009b

POO, Juan M. Rodriguez, **Computer Aided Introduction to Econometrics**, New York, Springer Verlag GmbH & Co.KG , 2003

PORTUGAL, Marcelo S., “Neural Networks Versus Time Series Methods: A Forecasting Exercise”,1995, http://www.ufrgs.br/ppge/pcientifica/1994_01.pdf (Erişim Tarihi: 21/03/2012)

SANDY, Robert, **Statistics for Business and Economics**,Mc-Graw-Hill C,USA, 1990

SARAÇ, Tuğba, “**Yapay Sinir Ağları**”, Seminer Projesi, Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 2004

SELİM, Sibel ve DEMİR, Çiğdem, "Türkiye'ye Gelen Turist Sayısının Öngörülenmesi: Karşılaştırmalı Bir Analiz", **10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu**, Erzurum, 2009, s.1-17

SEVÜKTEKİN, Mustafa ve NARGELEÇEKENLER, Mehmet, **Ekonometrik Zaman Serileri Analizi**, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım Ltd., 2. Baskı, 2007

SHARDA, Ramesh ve PATİL, Rajendra B.,“Neural networks as forecasting experts: An empirical test”, **Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks**, Washington, 1990, s.491–494

SINCICH, Terry, **Business Statistics By Example**, Prentice- Hall International Editions, Fifth edition, USA, 1996

ŞAHBAZ, Ümit, **Zaman Serilerinde Nedensellik Analizi: Türkiye'de Ekonomik Büyüme ve Turizm Gelirleri Arasındaki İlişkinin Nedensellik Analizi**, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 2007

ŞEN, Zekai, **Yapay Sinir Ağları İlkeleri**, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 2004

TANG, Zaiyong ve FİSHWICK, Paul A., "Feedforward Neural Sets as Models for Time Series Forecasting", **ORSA Journal on Computing**, Vol.5, No:4, 1993, s.374-385

TORTUM, Ahmet ve GÜNGÖR, Bener, **Esnek Hesaplama Teknikleri ile Hisse Senedi Fiyat Tahminleri**, İmaj Yayınevi, Ankara, 2007

TSAY, Ruey S., **Analysis of Financial Time Series**, USA, John Wiley & Sons, 2004

USLU, Enes E., **Mevsimsel Düzeltme Yöntemlerinin Hanehalkı İşgücü İstatistiklerine Uygulanması**, Basılmamış Uzmanlık Tezi, Türkiye İstatistik Kurumu Erzurum Bölge Müdürlüğü, Erzurum, 2009

USTA, Öcal, **Genel Turizm**, İzmir, Anadolu Matbaacılık, 2001

ÜNLÜÖREN, Kurban, TAYFUN, Ahmet ve KILIÇLAR, Arzu, **Turizm Ekonomisi**, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, 2. Baskı, 2009

WEI, William W.S., **Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods**, Second Edition, Addison-Wesley, 2006

WITT, Stephen F. ve WITT Christine A., **Modeling and Forecasting Demand in Tourism**, Academic Press:London, 1992

www.kultur.gov.tr

www.mathworks.com

www.tcmb.gov.tr

www.tuik.gov.tr

www2.unwto.org/en

YAFFEE, Robert ve MCGEE, Monnie , **An Introduction to Time Series Analysis and Forecasting with Applications of SAS and SPSS**, Academic Pres Inc., Boston, 2000

YAĞCI, Özcan, **Turizm Ekonomisi**, Ankara, Detay Yayıncılık, İkinci Baskı, 2007

YAO, Jingtao ve TAN, Chew L., "A Case Study on Using Neural Networks to Perform Technical Forecasting of Forex", **Neurocomputing**, Sayı:34, 2000, s.79-98

YİĞİT, Özlem, **Tüfe'de Mevsimsellik Analizi ve Mevsimsel Düzeltme Model Önerisi**, Basılmamış Uzmanlık Tezi, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, 2009

YURTOĞLU, Hasan, **Yapay Sinir Ağları Metodolojisi ile Öngörü Modellemesi:Bazı Makroekonomik Değişkenler İçin Türkiye Örneği**, Uzmanlık Tezi, DPT Uzmanlık Tezleri Yayın No: 2683, Ekonomik Modeller ve Stratejik Araştırmalar Genel Müdürlüğü, , Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara, 2005

YÜKSEK, Ahmet G., **Hava Kirliliği Tahmininde Çoklu Regresyon Analizi ve Yapay Sinir Ağları Yönteminin Karşılaştırılması**, Basılmamış Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas, 2007

ZHANG, G.Peter ve QÍ, Min, "Neural Network Forecasting For Seasonal and Trend Time Series", **European Journal of Operational Research**, Vol:160, Sayı:2, 2005, s.505-514

ZHANG, Guogiang, PATUWO, B. Eddy ve HU, Michael Y., “Forecasting with Artificial Neural Networks: The State of The Arts”, **International Journal of Forecasting**, Volume:14, No:1, 1998, s.35-62

ZOU, Haofei, XIA, Guoping, YANG, Fangting ve WANG, Haiyan, “An Investigation and Comparison of Artificial Neural Network and Time Series Models for Chinese Food Grain Price Forecasting”, **Neurocomputing**, C. 70, Sayı: 16-18, 2007, s.2913–2923

EK-1 : 1992-2011 Türkiye Turizm Geliri Serisi (Milyon \$)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
1992	95	126	166	252	369	398
1993	100	115	158	300	462	448
1994	134	136	171	249	340	409
1995	164	154	183	279	419	559
1996	174	175	206	307	439	687
1997	212	175	312	416	707	794
1998	261	229	318	420	718	869
1999	196	186	224	255	422	509
2000	217	216	302	422	662	749
2001	223	216	298	555	827	983
2002	212	262	421	451	759	877
2003	377	418	406	442	773	1044
2004	602	503	608	773	1165	1332
2005	690	548	757	860	1400	1500
2006	722	549	731	937	1245	1511
2007	727	624	811	921	1270	1537
2008	885	801	1090	1053	1692	1948
2009	799	722	946	1021	1444	1778
2010	735	721	957	1044	1601	1914
2011	933	909	1258	1315	1875	2182

	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1992	465	578	502	418	159	111
1993	469	527	463	520	239	158
1994	497	673	632	601	294	185
1995	632	837	734	595	227	174
1996	704	886	800	705	329	238
1997	854	1169	1054	715	358	236
1998	729	1169	1041	827	357	239
1999	618	863	696	696	313	225
2000	1054	1207	1056	984	476	291
2001	1113	1315	1127	825	384	224
2002	1126	1450	1237	978	435	271
2003	1811	2880	2341	1454	767	490
2004	2155	3024	2483	1729	856	658
2005	2602	3453	2762	1899	944	737
2006	2356	3163	2519	1450	888	782
2007	2583	3404	2745	1855	1135	875
2008	3054	3995	2939	2262	1270	962
2009	2907	3814	2806	2466	1442	1105
2010	2741	3198	2636	2685	1517	1058
2011	3096	3198	3045	2684	1505	1020

**EK-2 : YSA SAS (12-26-12) Modeli İle Türkiye Turizm Geliri Öngörü
Değerleri (Milyon \$)**

	2012	2013
Ocak	1681	2051
Şubat	1690	2242
Mart	1535	1991
Nisan	1622	2051
Mayıs	1753	2124
Haziran	1614	2232
Temmuz	1814	2077
Ağustos	1801	2140
Eylül	1758	2409
Ekim	2079	1920
Kasım	2056	2102
Aralık	1815	2240

Not: YSA SAS (12-26-12) modeli ile elde edilen öngörü değerleri mevsimsel arındırılmış verilerdir.

**EK-3 : YSA SAS (12-26-12) ile YSA S (12-21-12) Modellerinin Birleştirilmiş
Orijinal Türkiye Turizm Geliri ngr Değerleri (Milyon \$)**

	2012	2013
Ocak	707	890
şubat	706	1037
Mart	848	1244
Nisan	985	1316
Mayıs	1449	1885
Haziran	1569	2275
Temmuz	2309	2680
Ağustos	1741	1731
Eyll	1988	2788
Ekim	2536	2340
Kasım	1399	1438
Aralık	847	1019

EK-4 : 2011 Yılı Türkiye Turizm Geliri Mevsimsel Arındırılmış Gerçekleşen ve YSA SAS (12-26-12) Modeli İle Öngörü Değerleri (Milyon \$)

	Gerçekleşen Değerler	Öngörü Değerleri
Ocak	2000	1908
Şubat	2024	2155
Mart	2072	1831
Nisan	2039	2119
Mayıs	2050	2011
Haziran	2089	1838
Temmuz	2112	2076
Ağustos	2004	2139
Eylül	2166	2168
Ekim	2108	2013
Kasım	2134	2223
Aralık	2120	2199

Not: Gerçekleşen ve öngörü değerleri mevsimsel arındırılmış verilerdir. Gerçekleşen veriler TRAMO-SEATS programı yardımıyla elde edilmiştir.

EK-5 : 2011 Yılı Türkiye Turizm Geliri Gerçekleşen ve YSA SAS (12-26-12) ile YSA S (12-21-12) Modellerinin Birleştirilmiş Orijinal Değerleri (Milyon \$)

	Gerçekleşen Değerler	Öngörü Değerleri
Ocak	933	934
Şubat	909	1006
Mart	1258	1148
Nisan	1315	1375
Mayıs	1875	1875
Haziran	2182	1981
Temmuz	3096	3003
Ağustos	3198	3220
Eylül	3045	3019
Ekim	2684	2684
Kasım	1505	1686
Aralık	1020	1158

ÖZGEÇMİŞ

- 1981 Ankara ilinde doğdu.
- 1993 Ankara Kurtuluş İlk Okulu'nu bitirdi.
- 2000 Ankara Mamak Anadolu Lisesi'ni bitirdi.
- 2004 Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümünden mezun oldu.
- 2005 Türkiye İstatistik Kurumu Samsun Bölge Müdürlüğü'nde Geçici Personel olarak göreve başladı.
- 2006 Türkiye İstatistik Kurumu Kars Bölge Müdürlüğü'ne İstatistikçi olarak atandı ve halen buradaki görevine devam etmektedir.
- 2010 Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı.