

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TÜRKİYE’NİN AĞAÇ VE ORMAN ÜRÜNLERİ İHRACAT VE İTHALAT
DEĞERLERİNİN BOX-JENKINS VE YAPAY SINIR AĞLARI YÖNTEMLERİ
İLE TAHMİN EDİLMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI

DOKTORA TEZİ

Orm. End. Yük. Müh. Nadir ERSEN

ŞUBAT 2016
TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE’NİN AĞAÇ VE ORMAN ÜRÜNLERİ İHRACAT VE İTHALAT
DEĞERLERİNİN BOX-JENKİNS VE YAPAY SINIR AĞLARI YÖNTEMLERİ
İLE TAHMİN EDİLMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI**

Orm. End. Yük. Müh. Nadir ERSEN

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“DOKTOR (ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ)”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 17.12.2015
Tezin Savunma Tarihi : 19.02.2016

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. İlker AKYÜZ

Trabzon 2016

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Nadir ERSEN Tarafından Hazırlanan**

**TÜRKİYE'NİN AĞAÇ VE ORMAN ÜRÜNLERİ İHRACAT VE İTHALAT
DEĞERLERİNİN BOX-JENKİNS VE YAPAY SINIR AĞLARI YÖNTEMLERİ
İLE TAHMİN EDİLMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 29/12/2015 gün ve 1633 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
DOKTORA TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Erdoğan GAVCAR

Üye : Prof. Dr. Kadri Cemil AKYÜZ

Üye : Doç. Dr. Hasan SERİN

Üye : Doç. Dr. Hasan AYYILDIZ

Üye : Yrd. Doç. Dr. İlker AKYÜZ



Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Türkiye’nin Ağaç ve Orman Ürünleri İhracat ve İthalat Değerlerinin Box-Jenkins ve Yapay Sinir Ağları Yöntemleri ile Tahmin Edilmesi ve Karşılaştırılması” adlı bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez konusunun seçiminden sonuçlandırılmasına kadar her aşamada desteğini ve yakın ilgisini esirgemeyen, bilgi ve deneyimi ile beni yalnız bırakmayıp sabırla yol gösteren, akademik ve insani değer olarak her zaman örnek alacağım sayın hocam Yrd. Doç. Dr. İlker AKYÜZ’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yapay sinir ağları kısmında matlab kodu yazılımında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Önder AYDEMİR’e, Eviews programının kullanımında yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Havvanur Feyza ERDEM’e, Arş. Gör. Emre ÜRKMEZ’e, KTÜ ve AÇÜ Orman Fakültelerindeki hocalarıma ve mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ayrıca, tüm çalışmam boyunca sabır ve anlayışları ile bana destek olan anneme, kardeşime ve nişanlıma teşekkürlerimi sunarım.

Nadir ERSEN

Trabzon, 2016

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum ‘‘Türkiye’nin Ağaç ve Orman Ürünleri İhracat ve İthalat Değerlerinin Box-Jenkins ve Yapay Sinir Ağları Yöntemleri ile Tahmin Edilmesi ve Karşılaştırılması’’ başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Yrd. Doç. Dr. İlker AKYÜZ’ün sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, analizleri kendim yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 19/02/2016

Nadir ERSEN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	IX
SUMMARY	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
SEMBOLLER DİZİNİ	XVI
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Türkiye’deki Orman Ürünleri Endüstrisi ve Dış Ticaretine Genel Bakış	3
1.2.1. Orman Ürünleri Endüstrisinin Tanımı ve Sınıflandırılması	3
1.2.1.1. Mobilya Endüstrisi.....	4
1.2.1.1.1. Mobilya Endüstrisinde Faaliyet Gösteren İşletmeler ve Üretim.....	5
1.2.1.1.2. Mobilya Endüstrisinde Dış Ticaret	5
1.2.1.2. Kereste ve Parke Endüstrisi	7
1.2.1.2.1. Kereste ve Parke Endüstrisinde Faaliyet Gösteren İşletmeler ve Üretim	7
1.2.1.2.2. Kereste ve Parke Endüstrisinde Dış Ticaret.....	9
1.2.1.3. Ahşap Kaplama ve Kontrplak Endüstrisi.....	10
1.2.1.3.1. Ahşap Kaplama ve Kontrplak Endüstrisinde Faaliyet Gösteren İşletmeler ve Üretim	11
1.2.1.3.2. Ahşap Kaplama ve Kontrplak Endüstrisinde Dış Ticaret	12
1.2.1.4. Yonga Levha ve Lif Levha Endüstrisi	14
1.2.1.4.1. Yonga Levha ve Lif Levha Endüstrisinde Faaliyet Gösteren İşletmeler ve Üretim	14
1.2.1.4.2. Yonga Levha ve Lif Levha Endüstrisinde Dış Ticaret	15
1.2.1.5. Kağıt-Karton Endüstrisi	17
1.2.1.5.1. Kağıt-Karton Endüstrisinde Faaliyet Gösteren İşletmeler ve Üretimi.....	18
1.2.1.5.2. Kağıt-Karton Endüstrisinde Dış Ticaret	21
1.3. Box-Jenkins Yöntemi.....	22

1.3.1.	Box-Jenkins Yönteminin Aşamaları	23
1.3.1.1.	Model Belirleme	23
1.3.1.1.1.	Durağanlık Testleri	23
1.3.1.1.1.1.	Korelogram Analizi	24
1.3.1.1.1.2.	Birim Kök Testleri	24
1.3.1.1.1.2.1.	Dickey Fuller (DF) ve Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) Testi.....	25
1.3.1.1.1.2.2.	Philips Perron (PP) Testi.....	28
1.3.1.1.2.	Model Belirlemede Kullanılan Araçlar.....	30
1.3.1.1.2.1.	Otoregresif Modeller (AR)	30
1.3.1.1.2.2.	Hareketli Ortalama Modelleri (MA).....	32
1.3.1.1.2.3.	Otoregresif Hareketli Ortalama Modeller (ARMA)	34
1.3.1.1.2.4.	Birleştirilmiş Otoregresif Hareketli Ortalama (ARIMA) Modelleri.....	35
1.3.1.1.2.5.	Mevsimsel ARIMA Modelleri (SARIMA).....	36
1.3.1.2.	Parametre Tahminleri.....	37
1.3.1.3.	Modelin Uygunluğunun Araştırılması	37
1.3.1.4.	Tahmin	40
1.3.2.	Box-Jenkins Yönteminin Üstün ve Zayıf Yönleri	41
1.4.	Yapay Sinir Ağları	42
1.4.1.	Biyolojik Sinir Hücresi	42
1.4.2.	Yapay Sinir Ağı Tanımı.....	43
1.4.3.	Yapay Sinir Ağlarının Tarihçesi	44
1.4.4.	Yapay Sinir Ağının Yapısı.....	46
1.4.4.1.	Girdiler.....	48
1.4.4.2.	Ağırlıklar.....	48
1.4.4.3.	Toplama Fonksiyonu	48
1.4.4.4.	Aktivasyon Fonksiyonları.....	49
1.4.4.5.	Çıkış işlevi	51
1.4.5.	Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması	51
1.4.5.1.	Öğrenme Yöntemlerine Göre Sınıflandırma.....	51
1.4.5.1.1.	Danışmanlı Öğrenme	51
1.4.5.1.2.	Danışmansız Öğrenme	52
1.4.5.1.3.	Takviyeli Öğrenme	53
1.4.5.1.4.	Karma Öğrenme.....	54
1.4.5.2.	Bağlantı Yapılarına Göre Yapay Sinir Ağları.....	56

1.4.5.2.1.	İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları	56
1.4.5.2.2.	Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağları	57
1.4.5.3.	Yapısındaki Katmanlara Göre Yapay Sinir Ağları	58
1.4.5.3.1.	Tek Katmanlı Yapay Sinir Ağları	58
1.4.5.3.2.	Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları.....	59
1.4.5.4.	Kullanım Amaçlarına Göre Yapay Sinir Ağları	60
1.4.5.4.1.	Geri Yayılım Ağı	61
1.4.5.4.2.	Radyal Tabanlı Fonksiyon Ağları (RTFA)	62
1.4.5.4.3.	Doğrusal Vektör Parçalama/Niceleme Modeli (LVQ)	63
1.4.5.4.4.	Adaptif Rezonans Teorisi (ART).....	65
1.4.5.4.5.	Elman ve Jordan Ağları	66
1.4.5.4.6.	Hopfield Ağı	68
1.4.5.4.7.	Kendi Kendine Organizasyon Haritalama (SOM) Ağı	68
1.4.5.4.8.	Olasılık Tabanlı Sinir Ağları.....	70
1.4.5.4.9.	Boltzman Makinesi	71
1.4.6.	Yapay Sinir Ağlarında Ağ Tasarımı	71
1.4.6.1.	Ağ Yapısının Seçimi	71
1.4.6.2.	Öğrenme Algoritmasının Seçimi	72
1.4.6.3.	Katman Sayısının Belirlenmesi.....	72
1.4.6.4.	Nöron Sayısının Belirlenmesi	72
1.4.6.5.	Verilerin Normalleştirilmesi	72
1.4.6.6.	Performans Fonksiyonunun Seçilmesi.....	73
1.4.7.	Yapay Sinir Ağlarının Avantajları ve Dezavantajları	74
1.4.8.	Yapay Sinir Ağlarının Kullanım Alanları.....	76
1.5.	Literatür Araştırması.....	77
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	84
2.1.	Çalışmanın Amacı.....	84
2.2.	Materyal	84
2.3.	Yöntem.....	84
3.	BULGULAR.....	86
3.1.	İhracat verilerinin Box-Jenkins Yöntemi ile Tahminlenmesi.....	86
3.1.2.	Ağaç ve Ağaç Ürünleri İhracat Verileri İçin Öngörü Modelinin Belirlenmesi	92
3.1.3.	Kağıt ve Kağıt Ürünleri İhracat Verileri İçin Öngörü Modelinin Belirlenmesi	96

3.1.4.	Mobilya İhracat Verileri İçin Öngörü Modelinin Belirlenmesi.....	100
3.2.	İthalat Verilerinin Box-Jenkins Yöntemi ile Tahminlenmesi.....	104
3.2.1.	Ağaç ve Ağaç Ürünleri İthalat Verileri İçin Öngörü Modelinin Belirlenmesi	110
3.2.2.	Kağıt ve Kağıt Ürünleri İthalat Verileri İçin Öngörü Modelinin Belirlenmesi	114
3.2.3.	Mobilya İthalat Verileri İçin Öngörü Modelinin Belirlenmesi.....	117
3.3.	İhracat Verilerinin YSA Yöntemi ile Tahminlenmesi.....	121
3.4.	İthalat Verilerinin YSA Yöntemi ile Tahminlenmesi.....	128
3.5.	Box-Jenkins ile YSA Yöntemlerinin Karşılaştırılması.....	133
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	139
5.	KAYNAKLAR	142
6.	EKLER.....	162
	ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

TÜRKİYE’NİN AĞAÇ VE ORMAN ÜRÜNLERİ İHRACAT VE İTHALAT DEĞERLERİNİN BOX-JENKİNS VE YAPAY SINIR AĞLARI YÖNTEMLERİ İLE TAHMİN EDİLMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI

Nadir ERSEN

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimler Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. İlker AKYÜZ
2016, 161 Sayfa, 28 Sayfa Ek

Bu çalışmada, tahmin çalışmalarında en çok kullanılan Box-Jenkins ve Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemleri ile en uygun zaman serisi ve farklı mimarilere sahip yapay sinir ağı modelleri belirlenmesi ve belirlenen modeller yardımıyla Türkiye’nin Ağaç ve Orman Ürünleri sektörüne ait ihracat ve ithalat değerleri tahmin edilerek yöntemlerin karşılaştırılması amaçlanmıştır. En uygun YSA ve Box-Jenkins modelleri ile 2016 yılına kadar ihracat ve ithalat değerleri tahmin edilmiştir.

Ağaç ve Orman Ürünleri Sektörünün alt sektörleri olan ağaç ve Ağaç Ürünleri, Kağıt ve Kağıt Ürünleri ve Mobilya sektörlerine ait ihracat ve ithalat verileri ayrı ayrı olarak incelenmiştir.

Çalışmada kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumundan elde edilmiş olup, Ocak 2003-Aralık 2014 dönemlerini kapsayan aylık veriler kullanılmıştır. Yöntemlerin öngörü başarıları, Kök Ortalama Hata Kare, Ortalama Mutlak Hata ve Ortalama Mutlak Yüzde Hata istatistikleri kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Uygulama sonucunda, hem Box-Jenkins modellerinin hemde Yapay Sinir Ağı modellerinin başarılı sonuçlar vermesine rağmen, Yapay Sinir Ağları modellerinin daha iyi öngörü performansına sahip olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ağaç ve Orman Ürünleri Sektörü, İhracat, İthalat, Box-Jenkins Yöntemi, Yapay Sinir Ağları

SUMMARY

THE ESTIMATION AND COMPARISON IN TURKEY'S EXPORT AND IMPORT VALUES OF WOOD AND WOOD PRODUCTS WITH USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AND BOX-JENKINS METHODS

Nadir ERSEN

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Industry Engineering Graduate Program
Supervisor: Assist. Prof. İlker AKYÜZ
2016, 161 Pages, 28 Pages Appendix

In this study, we identified the most suitable time series and artificial neural network model with different architectures with using Box-Jenkins and Artificial Neural Networks (ANN) methods. The aim of these models can help to estimate and compare Turkey's import and export values of wood and forest products sector. The most appropriate ANN and Box-Jenkins models were estimated until 2016.

The sub-sectors of the wood and wood product industry of import and export data (wood and wood products, paper and paper products and furniture industry) were analyzed separately.

The data used in this study were obtained from Turkey Statistical Institute and monthly data covering the period of January 2003 and December 2014.

The success of the estimated methods were compared using Root Mean Square Error, Mean Absolute Error and Mean Absolute Percentage Error Statistics.

After the application, Box-Jenkins and Artificial Neural Network models have given successful results but Artificial Neural Network models have been found to have better prediction performance.

Key Words: Wood and Wood Products Sector, Export, Import, Box- Jenkins Method, Artificial Neural Network

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.	Biyolojik sinir hücresi 43
Şekil 2.	Yapay sinir ağı modeli 47
Şekil 3.	Yapay sinir hücresinin yapısı 47
Şekil 4.	Danışmanlı öğrenme yapısı 52
Şekil 5.	Danışmansız öğrenme yapısı 53
Şekil 6.	Takviyeli öğrenme yapısı 53
Şekil 7.	İleri beslemeli giriş, gizli ve çıkış katmanlarından oluşan sinir ağı yapısı 57
Şekil 8.	Geri beslemeli ağı blok gösterimi 58
Şekil 9.	Tek katmanlı ağların yapısı 59
Şekil 10.	Çok katmanlı ağların yapısı 60
Şekil 11.	RTFA'nın işlem süreci 63
Şekil 12.	LVQ ağının yapısı 64
Şekil 13.	ART ağının yapısı 66
Şekil 14.	Elman ağının yapısı 67
Şekil 15.	Jordan ağının yapısı 67
Şekil 16.	Hopfield ağının yapısı 68
Şekil 17.	SOM ağının yapısı 69
Şekil 18.	İHR Serilerinin zaman göre dağılım grafiği 86
Şekil 19.	LİHR serilerinin zamana göre dağılım grafiği 87
Şekil 20.	Δ LİHR serilerinin zamana göre dağılım grafiği 88
Şekil 21.	$\Delta\Delta_{12}$ LAĞAÇİHR, $\Delta\Delta_{12}$ LKAĞİTİHR ve $\Delta\Delta\Delta_{12}$ LMOBİHR serilerinin zamana göre dağılım grafiği 91
Şekil 22.	Δ LAĞAÇİHR serisinin otokorelasyon grafiği 92
Şekil 23.	Δ LAĞAÇİHR serisinin kısmi otokorelasyon grafiği 92
Şekil 24.	ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ₁₂ modelinin kalıntılarına ait ACF grafiği 95
Şekil 25.	ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ₁₂ modelinin kalıntılarına ait PACF grafiği 95
Şekil 26.	Δ LKAĞİTİHR serisinin otokorelasyon grafiği 97
Şekil 27.	Δ LKAĞİTİHR serisinin kısmi otokorelasyon grafiği 97
Şekil 28.	ARIMA(2,1,0)(0,0,1) ₁₂ modelinin kalıntılarına ait ACF grafiği 99
Şekil 29.	ARIMA(2,1,0)(0,0,1) ₁₂ modelinin kalıntılarına ait PACF grafiği 99
Şekil 30.	$\Delta\Delta$ LMOBİHR serisinin otokorelasyon grafiği 101

Şekil 31.	$\Delta\Delta\text{LMOBİHR}$ serisinin kısmi otokorelasyon	101
Şekil 32.	$\text{ARIMA}(3,2,0)(0,1,2)_{12}$ modelinin kalıntılarına ait ACF grafiği.....	102
Şekil 33.	$\text{ARIMA}(3,2,0)(0,1,2)_{12}$ modelinin kalıntılarına ait PACF grafiği	103
Şekil 34.	$\dot{\text{I}}\text{TH}$ serilerinin zamana göre dağılım grafiği.....	104
Şekil 35.	$\dot{\text{L}}\text{I}\dot{\text{T}}\text{H}$ serilerinin zamana göre dağılım grafiği	105
Şekil 36.	$\Delta\dot{\text{L}}\dot{\text{I}}\dot{\text{T}}\text{H}$ serilerinin zamana göre dağılım grafiği.....	106
Şekil 37.	$\Delta\Delta_{12}\text{LAĞAÇİTH}$, $\Delta\Delta_{12}\text{LKAĞITİTH}$ ve $\Delta\Delta\Delta_{12}\text{LMOBİTH}$ serilerinin zamana göre dağılım grafiği.....	109
Şekil 38.	$\Delta\text{LAĞAÇİTH}$ serisinin ACF grafiği	110
Şekil 39.	$\Delta\text{LAĞAÇİTH}$ serisinin ACF grafiği.....	110
Şekil 40.	$\text{ARIMA}(1,1,0)(0,1,1)_{12}$ modelinin kalıntılarına ait ACF grafiği.....	113
Şekil 41.	$\text{ARIMA}(1,1,0)(0,1,1)_{12}$ modelinin kalıntılarına ait PACF grafiği	113
Şekil 42.	$\text{ARIMA}(3,1,2)(1,0,1)_{12}$ modelinin kalıntılarına ait ACF grafiği.....	115
Şekil 43.	$\text{ARIMA}(3,1,2)(1,0,1)_{12}$ modelinin kalıntılarına ait PACF grafiği	116
Şekil 44.	$\Delta\Delta\text{LMOBİTH}$ serisinin ACF grafiği.....	117
Şekil 45.	$\Delta\Delta\text{LMOBİTH}$ serisinin PACF grafiği.....	117
Şekil 46.	$\text{ARIMA}(5,2,0)(0,1,1)_{12}$ modelinin kalıntılarına ait ACF grafiği.....	120
Şekil 47.	$\text{ARIMA}(5,2,0)(0,1,1)_{12}$ modelinin kalıntılarına ait PACF grafiği	120
Şekil 48.	Ağaç ve ağaç ürünleri ihracat değerleri için gerçek ve tahmin edilen değerlerin grafiği.....	134
Şekil 49.	Ağaç ve ağaç ürünleri ithalat değerleri için gerçek ve tahmin edilen değerlerin grafiği.....	135
Şekil 50.	Kağıt ve kağıt ürünleri ihracat değerleri için gerçek ve tahmin edilen değerlerin grafiği.....	136
Şekil 51.	Kağıt ve kağıt ürünleri ithalat değerleri için gerçek ve tahmin edilen değerlerin grafiği.....	136
Şekil 52.	Mobilya ihracat değerleri için gerçek ve tahmin edilen değerlerin grafiği	137
Şekil 53.	Mobilya ithalat değerleri için gerçek ve tahmin edilen değerlerin grafiği	138

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.	Mobilya endüstrisindeki girişim sayısı, istihdam ve üretim	5
Tablo 2.	2014 yılı verilerine göre ilk on ülkenin ve Türkiye'nin mobilya ihracat/ithalat değerleri (1000 \$).....	5
Tablo 3.	2014 verilerine göre Türkiye'nin en fazla mobilya ihracatı ve ithalatı yaptığı ülkeler ve değerleri (1000 \$).....	6
Tablo 4.	Kereste ve parke sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin sayıları ve kapasiteleri	8
Tablo 5.	Türkiye'nin en fazla kereste ve parke ihracatı ve ithalatı yaptığı ülkeler (1000\$).....	10
Tablo 6.	Ahşap kaplama ve kontrplak endüstrisinde faaliyet gösteren işletmelerin sayıları ve kapasiteleri.....	11
Tablo 7.	2014 yılı verilerine göre ilk on ülkenin ve Türkiye'nin ahşap kaplama ve kontrplak ihracat-ithalat değerleri (1000 \$).....	12
Tablo 8.	2014 verilerine göre Türkiye'nin en fazla ahşap kaplama ve kontrplak ihracatı/ithalatı yaptığı ülkeler ve değerleri (1000\$).....	13
Tablo 9.	Yonga ve lif levha endüstrisindeki girişim sayıları ve üretim bilgileri (2014)	15
Tablo 10.	2014 yılı verilerine göre ilk on ülkenin ve Türkiye'nin yonga levha ve lif levha ihracat-ithalat değerleri (1000 \$).....	15
Tablo 11.	2014 verilerine göre Türkiye'nin en fazla yonga levha ve lif levha ihracatı ve ithalatı yaptığı ülkeler ve değerleri (1000\$).....	16
Tablo 12.	Kağıt ve karton endüstrisinde faaliyet gösteren 20 ve daha fazla kişi çalışan girişimlerden elde edilen ürünlerinin 2014 yılı üretim bilgileri.....	19
Tablo 13.	2014 yılı verilerine göre ilk on ülkenin ve Türkiye'nin kağıt hamuru ve kağıt karton ihracat-ithalat değerleri (1000 \$).....	21
Tablo 14.	2014 verilerine göre Türkiye'nin en fazla kağıt hamuru ve kağıt-karton ihracatı/ithalatı yaptığı ülkeler ve değerleri (1000\$).....	22
Tablo 15.	Dickey-Fuller testi için kritik değerler (τ).....	26
Tablo 16.	AR(p), MA(p) ve ARMA(p,q) için ACF ve PACF'nin teorik davranışları	29
Tablo 17.	Toplama fonksiyonları	49
Tablo 18.	Aktivasyon fonksiyonları	49
Tablo 19.	Kullanım amaçlarına göre YSA topolojileri	60
Tablo 20.	Katman sayılarının ve her katmandaki bağlantı sayılarının belirlenmesinde izlenilecek genel kurallar	61
Tablo 21.	Normalizasyon teknikleri ve formülleri	73

Tablo 22.	Performans fonksiyonları ve matematiksel formülleri.....	74
Tablo 23.	LİHR serileri için ADF birim kök test sonuçları.....	87
Tablo 24.	Δ LİHR serileri için ADF birim kök test sonuçları.....	89
Tablo 25.	$\Delta\Delta$ LMOBİHR serileri için ADF birim kök test sonucu.....	89
Tablo 26.	LİHR için deterministik mevsimsellik sonuçları.....	90
Tablo 27.	LİHR için stokastik mevsimsellik sonuçları.....	90
Tablo 28.	$\Delta\Delta_{12}$ LAĞAÇİHR için belirlenen anlamlı aday modellere ait seçim kriteri değerleri.....	93
Tablo 29.	Farklı gecikmelerdeki $\Delta\Delta_{12}$ LAĞAÇİHR hatalara ait Q_{LB} istatistiği ve X^2 değerleri.....	94
Tablo 30.	ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ₁₂ model parametreleri.....	94
Tablo 31.	Ağaç ve ağaç ürünleri için 2014 yılı ihracat tahmin sonuçları.....	96
Tablo 32.	$\Delta\Delta_{12}$ LKAĞITİHR için belirlenen anlamlı aday modellerin seçim kriteri değerleri.....	98
Tablo 33.	Farklı gecikmelerdeki $\Delta\Delta_{12}$ LKAĞITİHR hatalara ait Q_{LB} istatistiği ve X^2 değerleri.....	98
Tablo 34.	ARIMA(2,1,0)(0,0,1) ₁₂ model parametreleri.....	98
Tablo 35.	Kağıt ve kağıt ürünleri için 2014 yılı ihracat tahmin sonuçları.....	100
Tablo 36.	Farklı gecikmelerdeki ARIMA(3,2,0)(0,1,2) ₁₂ modelinin hatalarına ait Q_{LB} istatistiği ve X^2 değerleri.....	101
Tablo 37.	ARIMA(3,2,0)(0,1,2) ₁₂ Model Parametreleri.....	102
Tablo 38.	Mobilya için 2014 yılı ihracat tahmin sonuçları.....	103
Tablo 39.	LİTH serileri için ADF birim kök test sonuçları.....	105
Tablo 40.	Δ LİTH serileri için ADF birim kök test sonuçları.....	107
Tablo 41.	$\Delta\Delta$ LMOBİTH serileri için ADF birim kök test sonucu.....	107
Tablo 42.	LİTH için deterministik mevsimsellik sonuçları.....	108
Tablo 43.	LİTH için stokastik mevsimsellik sonuçları.....	109
Tablo 44.	$\Delta\Delta_{12}$ LAĞAÇİTH için belirlenen anlamlı aday modellere ait seçim kriteri değerleri.....	111
Tablo 45.	Farklı gecikmelerdeki $\Delta\Delta_{12}$ LAĞAÇİTH hatalara ait Q_{LB} istatistiği ve X^2 değerleri.....	112
Tablo 46.	ARIMA(1,1,0)(0,1,1) ₁₂ model parametreleri.....	112
Tablo 47.	Ağaç ve ağaç ürünleri için 2014 yılı ithalat tahmin sonuçları.....	114
Tablo 48.	Δ LKAĞITİTH için belirlenen beyaz gürültüye sahip aday modellerin seçim kriteri değerleri.....	114
Tablo 49.	ARIMA(3,1,2)(1,0,1) ₁₂ model parametreleri.....	115
Tablo 50.	Kağıt ve kağıt ürünleri için 2014 yılı ithalat tahmin sonuçları.....	116

Tablo 51.	$\Delta\Delta$ LMOBİTH için belirlenen beyaz gürültüye sahip ve anlamlı aday modellerin seçim kriteri değerleri	118
Tablo 52.	Farklı gecikmelerdeki $\Delta\Delta_{12}$ LMOBİTH hatalara ait Q_{LB} istatistiği ve X^2 değerleri	119
Tablo 53.	ARIMA(5,2,0)(0,1,1) ₁₂ model parametreleri	119
Tablo 54.	Mobilya için 2014 yılı ithalat tahmin sonuçları	121
Tablo 55.	AĞAÇİHR için farklı mimari yapılarındaki YSA sonuçları.....	123
Tablo 56.	YSA ile tahmin edilen ağaç ve ağaç ürünleri 2014 yılı ihracat sonuçları	124
Tablo 57.	KAĞITİHR için farklı mimari yapılarındaki YSA sonuçları.....	125
Tablo 58.	YSA ile tahmin edilen kağıt ve kağıt ürünleri 2014 yılı ihracat sonuçları	126
Tablo 59.	MOBİHR için farklı mimari yapılarındaki YSA sonuçları	126
Tablo 60.	YSA ile tahmin edilen mobilya 2014 yılı ihracat sonuçları	128
Tablo 61.	AĞAÇİTH için farklı mimari yapılarındaki YSA sonuçları	128
Tablo 62.	YSA ile tahmin edilen ağaç ve ağaç ürünleri 2014 yılı ithalat sonuçları	129
Tablo 63.	KAĞITİTH için farklı mimari yapılarındaki YSA sonuçları.....	130
Tablo 64.	YSA ile tahmin edilen kağıt ve kağıt ürünleri 2014 yılı ithalat sonuçları	131
Tablo 65.	MOBİTH için farklı mimari yapılarındaki YSA sonuçları	132
Tablo 66.	YSA ile tahmin edilen mobilya 2014 yılı ithalat sonuçları	133
Tablo 67.	Ağaç ve ağaç ürünleri için yöntemlerin öngörü doğruluklarının karşılaştırılması	134
Tablo 68.	Kağıt ve kağıt ürünleri için yöntemlerin öngörü doğruluklarının karşılaştırılması	135
Tablo 69.	Mobilya için yöntemlerin öngörü doğruluklarının karşılaştırılması	137

SEMBOLLER DİZİNİ

ACF	: Otokorelasyon Fonksiyonu
ADF	: Genişletilmiş Dickey Fuller Birim Kök Testi
AIC	: Akaike Bilgi Kriteri
AR	: Otoregresif Model
ARIMA	: Birleştirilmiş Otoregresif Hareketli Ortalama
ARMA	: Otoregresif Hareketli Ortalama Model
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nations
HEGY	: Hyleberg-Engle-Granger-Yoo
kg	: Kilogram
LB	: Ljung-Box
LMA	: Levenberg Marquardt Algoritması
m ³	: Metreküp
MA	: Hareketli Ortalama Model
MAE	: Ortalama Mutlak Hata
MAPE	: Ortalama Mutlak Yüzde Hata
PACF	: Kısım Otokorelasyon Fonksiyonu
PP	: Philips Perron Testi
RMSE	: Kök Ortalama Hata Kare
SARIMA	: Mevsimsel ARIMA Modeli
SIC	: Schwartz Bilgi Kriteri
SSE	: Hata Kareler Toplamı
TCMB	: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TOBB	: Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
X ²	: Ki-kare
YSA	: Yapay Sinir Ağları

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Genellikle toplumsal ve doğa olayları ile ilgili karar almak durumunda olan kişi, kurum ve kuruluşlar, birden fazla alternatif söz konusu olduğunda belirsizlik içinde kalmaktadırlar ve bu alternatiflerden birine karar vermesi gerekmektedir. Alınan kararlar toplumsal ve ekonomik hayatı büyük ölçüde etkileyeceğinden en iyi kararın verilmesi gerekir. Gelecek için alınan kararların yani yapılacak tahminlerin, en az hata yapılması ile gelecek için belirlenecek politikaların ve planlamanın güvenliğinin artması ve maliyetlerin azalması sağlanacaktır. Bu yüzden, toplumu etkileyecek olaylara ilişkin gelecek tahminleri yapılırken çok titiz olunmalı ve bilimsel yöntemlerden yararlanılmalıdır (Çevik, 1999).

Geleceği tahmin etmede nitel ve nicel olmak üzere birçok tahmin tekniği bulunmaktadır. Nitel tahmin teknikleri sübjektif tekniklerdir ve geçmişteki bilgilerden yararlanılarak geleceğe ait tahmin yapılmaktadır. Dolayısıyla tahmin yöntemleri, tecrübeye, kararlara, uzmanların düşüncelerine dayanmaktadır. Nicel tahmin teknikleri ise sübjektif kararlardan ziyade elde edilen verilerin yapısını açıklayabilen tekniklerdir. Zaman serileri analizinin içerdiği yöntemlerde nicel yöntemlerdir (Can, 2009).

Zaman serileri analizi, belirli zaman aralıklarında gözlenen bir olay hakkında, gözlenen serinin yapısını veren stokastik süreci modellemeyi ve geçmiş dönemlere ilişkin gözlem değerleri yardımıyla geleceğe yönelik tahminler yapmayı amaçlayan yöntemdir. İktisat işletme, istatistik, ekonometri, finans, jeofizik, meteoroloji gibi alanlarda zaman serisi teknikleri kullanılmaktadır. Bir değişkenin bazı durumlarda bağımsız, bazı durumlarda bağımlı değişken konumunda yer aldığında, serinin içsel veya dışsal olarak belirlenmesinde bir sıkıntı oluşturabilir. Zaman serisi teknikleri, değişkene her iki konumda olabilme imkanı vermektedir. Böylece ilişkiler daha iyi tanımlanmakta ve gelecek tahmini daha sağlıklı bir şekilde yapılabilmektedir (Kaynar ve Taştan, 2009; Bozkurt, 2013).

Zaman serileri analizinde birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden en çok kullanılanı olan Box-Jenkins Yöntemi, geleneksel ekonometrik modellere nazaran, durağanlığı, deterministik bileşen bilgisini ve geleceğe ilişkin tahminleri bir arada ortaya

koyan bir yöntemdir. Bu yöntem birçok alternatif model arasından en iyi modeli seçerek geleceği tahmin etmeye yöneliktir (Bozkurt, 2013). Box-Jenkins yöntemi, doğrusal, durağan veya durağan olmayıp çeşitli istatistiksel yöntemler ile durağanlaştırılan seriler için başarıyla uygulanabilmektedir. Fakat zaman serilerinin birçoğu doğrusal olmayan bir ilişki içermektedir. Bu yüzden doğrusal olmayan seri yöntemlere gereksinim duyulmaktadır. Yapılarındaki aktivasyon fonksiyonun özelliğine göre hem doğrusal hem de doğrusal olmayan ilişkileri modelleyebilen yapay sinir ağları günümüzde zaman serileri analizde kullanılan bir yöntem haline gelmiştir (Kaynar ve Taştan, 2009).

Yapay sinir ağları, 1950'li yıllarda ortaya çıkmalarına rağmen ancak 1980'li yılların ortalarında genel amaçlı kullanım için yeterli seviyeye gelmiş olup, bugün ise birçok ciddi problem üzerinde uygulanmaktadır (Önder ve Hasgöl, 2009).

Bu çalışmada, Box-Jenkins ve Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemleri ile en uygun zaman serisi ve farklı mimarilere sahip yapay sinir ağı modelleri belirlenmiş ve belirlenen modeller yardımıyla Ocak 2014-Aralık 2014 dönemi için Türkiye'nin ağaç ve ağaç ürünleri, kağıt ve kağıt ürünleri ve mobilya sektörlerine ait ihracat ve ithalat değerleri tahmin edilerek RMSE, MAE ve MAPE değerlerine göre yöntemlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Aynı zamanda, en uygun YSA ve Box-Jenkins modelleri ile 2016 yılına kadar ihracat ve ithalat değerleri tahmin edilmiştir.

Bu çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, Türkiye'deki orman ürünleri endüstrisi ve dış ticareti ile ilgili genel bilgilere yer verilmektedir.

İkinci bölümde, Box-Jenkins modelinin aşamaları, durağanlık testleri, model belirlemede kullanılan araçlar, modelin uygunluğunun araştırılması, tahmin başarısını değerlendirme ölçütleri ve bu yöntemin avantaj ve dezavantajları hakkında bilgi verilmeye çalışılmıştır.

Üçüncü bölümde, YSA'nın tarihsel süreci ve genel yapısı, kullanılan aktivasyon fonksiyonları, öğrenme algoritmaları, YSA'nın sınıflandırılması, YSA tasarlarken dikkat edilen hususlar, YSA'nın uygulama alanları, YSA'nın üstün ve zayıf yönleri açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde, YSA ve Box-Jenkins yöntemleri ile literatürde daha önceden yapılmış çalışmalar hakkında bilgi verilmiş olup, orman ve orman ürünleri, ihracat ve ithalat ve farklı alanlarda olmak üzere üç bölümde incelenmiştir.

Son bölümde, Box-Jenkins ve YSA yöntemleri kullanılarak ağaç ve ağaç ürünleri, kağıt ve kağıt ürünleri ve mobilya ihracat ve ithalat değerleri 2016 yılına göre tahmin edilmiş ve öngörü performans ölçütlerine göre yöntemlerin karşılaştırılması yapılmıştır.

1.2. Türkiye’deki Orman Ürünleri Endüstrisi ve Dış Ticaretine Genel Bakış

1.2.1. Orman Ürünleri Endüstrisinin Tanımı ve Sınıflandırılması

Ülkemizde orman ürünleri sektörü 19. yüzyılın sonların kadar sadece bıçkı sanayi görünümünde su ve el hızarları şeklinde kalmış ve çok yavaş bir gelişim göstermiştir. Her ne kadar fiçılık, düvencilik, saba, yaba gibi tarım araçları, küçük el sanatları şeklinde yapılan bölgesel çalışmalar 12. yüzyıla kadar uzanmakta ise de bunları bir sanayi karakteri olarak görmek pek mümkün değildir. 1870’li yıllardaki sanayi yapılanması içerisinde yer almaya başlayan orman ürünleri sanayi sektörü, 1892 yılında ilk kereste fabrikası İstanbul’da kurulmuş ve 20. yüzyılın başlarından itibaren sayılara artmaya başlamıştır. 1934 yılında Sümerbank’a bağlı olarak bugünkü SEKA’nın nüvesini oluşturan Kağıt ve Karton fabrikası kurulmuştur. Aynı yıl içerisinde (1934) ilk parke tesisi Ayancık ormanlarını işleten Zingal (Belçika) şirketi tarafından Ayancık Kereste Fabrikası’nda kurulmuş ve faaliyete geçirilmiştir. Daha sonra 1940 yılında ilk kontrplak ve 12 yıl sonra (1952) ilk levha fabrikası açılmıştır. 1963 yılında planlı dönemin başlamasıyla orman ürünleri sanayinde hızlı bir gelişme başlamış, tüm teknolojiler yurdumuza getirilmiş ve bu sanayi kolu ülkemiz şartlarına göre çok büyük boyutlara ulaşmıştır. Gelişen teknoloji ile birlikte orman ürünlerinden faydalanmada çok yönlülük kazanmış ve odun ve odun esaslı ürün çeşitliliği günümüzde yaklaşık olarak 6000’e ulaşmıştır. Bu sebeple, orman ürünleri sanayisinin toplam üretime doğrudan katkısının yanında, dolaylı ve rakamla ifade edilmeyen birçok önemli katkısı vardır. (Anonim, 2007; Külahlı, 2012; Özkara, 2004).

Türkiye genel imalat sanayinin işyeri sayısı itibarıyla %25’lik kısmını oluşturan, Orman Ürünleri Sanayisi,” odun hammaddesini bükme, yarma, kesme, soyma, biçme, yongalama, liflendirme, yapıştırma, presleme, buharlama, kurutma, emprenye vb. işlemlerle değiştirmek suretiyle yarı mamul veya mamul üreten, bunun yanında orman ağaç ve diğer bitkilerinden elde edilen ürünleri işleyerek uygun diğer sanayi dallarına hammadde üreten ve gerektiğinde birbirinin mamullerini hammadde olarak kullanabilen entegre nitelikte bir sanayi kolu” olarak tanımlanmaktadır (Akyüz vd., 2004; DPT, 1995).

Genel olarak orman ürünleri sanayisi üç ana grupta sınıflandırılabilir (Özkara, 2004);

- Birinci İmalat Sanayi: Kereste endüstrisi, levha endüstrisi (kaplama, kontrplak, kontratabla, yonga levha, lif levha vb.) , kâğıt hamuru ve kâğıt endüstrisi.

- İkinci İmalat Sanayi: Birinci imalat sanayisinin mamul ve yarı mamullerini hammadde olarak kullanan parke, doğrama, mobilya, prefabrik ev üretimi.
- Diğer Orman Ürünleri Sanayisi: Müzik aletleri, ayakkabı kalıbı, ahşap oyuncak, ahşap torna mamulleri, kalem sanayi ve burada sayılamayacak kadar çok geniş bir alanı kapsamaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye orman ürünleri endüstrisinin alt sektörlerinden olan mobilya, kereste ve parke, ahşap kaplama, kontrplak, yonga levha, lif levha ve kağıt hamuru ve kağıt-karton endüstrileri incelenmeye çalışılmıştır.

1.2.1.1. Mobilya Endüstrisi

“Mobilius” sözcüğünden türetilmiş olan mobilya, “oturulan yerlerin süslenmesi ve her türlü kullanım amaçları için donatılmasına yarayan, yeri değiştirilebilen sabit veya hareketli eşya” anlamına gelmektedir. Diğer bir ifadeyle de, mobilya, işlevsel değeri ile mekanın kullanışlılığını etkileyen, estetik değeri ile de mekanın güzel görünüp görünmemesini, yaşanılan veya çalışılan mekanların sıcak, renkli bir ortam haline gelmesini sağlayan bir üründür (Malkoçoğlu, 2007). Ulusal ve uluslararası pazarlara yönelik Türk mobilya endüstrisinde, panel mobilya-masif mobilya (yatak odası, yemek odası, genç ve çocuk odası, giyinme odası, aksesuar modeller), döşemeli mobilyalar (koltuk, köşe takımları, kanepeler, uzanma ve dinlenme üniteleri), mutfak, banyo ve ofis mobilyaları, bahçe mobilyaları, mobilya aksesuarları ve parçaları, taşıt mobilyaları, hastane mobilyaları, otel mobilyaları, aksesuarlar gibi ürünler üretilmektedir (Anonim, 2015a).

Son yıllarda kentleşme dönüşüm projeleri, nüfus artışı, yükselen hayat standardı ve endüstrinin ihracat değerinin artması ile mobilyaya olan talep gün geçtikçe artmakta ve buda doğrudan mobilya endüstrisine yansımaktadır (Anonim, 2014a). Mobilya endüstrisi emek yoğun yapısı, birçok endüstri ile olan bağlantısı ve son dönemlerde öne çıkan bilgi ve teknoloji kullanımı ile imalat sanayinin %3'lük kısmını oluşturmaktadır (Anonim, 2014b; Anonim, 2015a).

1.2.1.1.1. Mobilya Endüstrisinde Faaliyet Gösteren İşletmeler ve Üretim

Mobilya sektörü, gerek girişim sayısı gerek çalışan sayısı bakımından orman ürünleri endüstrisinde ilk sırada yer almaktadır. Mobilya sektöründe girişim sayısı ve istihdam sayıları yıllar itibari ile inişli çıkışlı grafik izlemektedir. 2013 TÜİK verilerine göre, mobilya sanayinde 37021 girişimci vardır ve girişimci sayısının genel imalata oranı %10,87'dir. Yine TÜİK verilerine göre, 2013 yılında 161457 kişi sektörde istihdam edilmiştir. (URL-1, 2015). Ayrıca, TCMB verilerine göre, mobilya imalatı 2013 yılında % 71,41 oranında kapasite kullanımına sahiptir. Türkiye'de 2012-2013 yılları arasında 17669 milyon TL değerinde mobilya üretimi gerçekleşmiştir (URL-1, 2015). Mobilya endüstrisinde faaliyet gösteren girişimcilerin sayısı, çalışanların sayısı ve üretim miktarları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Mobilya endüstrisindeki girişim sayısı, istihdam ve üretim (URL-1, 2015).

Parametreler	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Girişim sayısı	34438	34427	31089	35883	39046	37021
Genel imalata oranı %	10,71	10,73	10,36	10,77	11,59	10,87
Ücretli çalışanlar	115898	97105	120580	140772	159268	161457
Genel istihdama oranı %	4,57	4,29	4,70	4,95	5,09	4,63
Üretim miktarı (Milyon TL)	9811	8436	10486	14074	15963	17669

1.2.1.1.2. Mobilya Endüstrisinde Dış Ticaret

İhracat ve ithalat değerleri açısından 2014 yılı verilerine göre ilk on ülkenin ve Türkiye'nin mobilya ihracat/ithalat değerleri (1000\$) Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. 2014 yılı verilerine göre ilk on ülkenin ve Türkiye'nin mobilya ihracat/ithalat değerleri (1000 \$) (URL-2, 2015).

Ülkeler	İhracat	Ülkeler	İthalat
Çin	60631557	ABD	45642398
Almanya	14198055	Almanya	16934531
İtalya	12087072	İngiltere	8958171
Polonya	11273594	Fransa	8419908
ABD	8726095	Japonya	7008950
Meksika	7719086	Kanada	6977639
Vietnam	6542727	Hollanda	4108224

Tablo 2'nin devamı

Kanada	4159288	İsviçre	3656746
Çek Cumhuriyeti	3636123	Belçika	3451384
Fransa	2965059	Avusturya	3367077
Türkiye	2376901	Türkiye	954391

2014 yılında Türkiye mobilya ihracatı, bir önceki yıla göre %8,25 oranında bir artış kaydederek yaklaşık olarak 2,38 milyar \$ olarak gerçekleşmiştir. Dünya mobilya ihracatında %1,33'lük bir paya sahiptir. Mobilya ihracatında Çin ilk sırada yer alırken, ithalatta ise ABD birinci sıradadır. Türkiye ise yaklaşık olarak 9,55 milyon \$ mobilya ithalatı ile %0,57 oranında bir paya sahiptir. Türkiye'nin en fazla mobilya ihracatı ve ithalatı yaptığı ülkeler ise Tablo 3'te gösterilmektedir (URL-2, 2015).

Tablo 3. 2014 verilerine göre Türkiye'nin en fazla mobilya ihracatı ve ithalatı yaptığı ülkeler ve değerleri (1000 \$) (URL-3, 2015).

Ülkeler	İhracat	Ülkeler	İthalat
Irak	539606	Çin	349251
Libya	189835	İtalya	108747
Azerbaycan	178007	Almanya	96051
Almanya	149232	Serbest Böl.	53625
Fransa	118995	Polonya	52118
Suudi Arabistan	116296	Fransa	39343
Türkmenistan	99871	Romanya	31896
Rusya Fed.	77856	İspanya	31658
ABD	64042	Vietnam	21749
İngiltere	63315	Endonezya	19059

Türkiye'nin en fazla ihracat yaptığı ülkelerin başında Irak yer almakta olup, bunu Libya, Azerbaycan, Almanya ve Fransa takip etmektedir. Dünyanın en büyük ithalatçılarından olan ABD, İngiltere ve Fransa Türkiye'nin mobilya ihracatı yaptığı ülkeler arasında ilk sıralarda yer almamaktadır. Türkiye'nin ithalatında ise dünyanın en büyük mobilya ihracatçılarından olan Çin, İtalya, Almanya ve Polonya en yüksek paya sahiptir (URL-3, 2015).

1.2.1.2. Kereste ve Parke Endüstrisi

Kereste, odunların biçilmesi, kesilmesi veya yontulmasıyla elde edilen ve en az iki yüzü birbirine paralel olan parçalar olarak tanımlanmaktadır (Çolakoğlu, 1999). Endüstride bir yapı malzemesi olarak kullanılan keresteler, budak, yan ve yüz çatlağı, halka çatlağı, lif kıvrıklığı, renkleme, böcek deliği, imalat kusuru, oluklaşma veya eğilme şeklinde çarpılmalar, burulma vb. kusurlara göre I., II., III. ve IV. sınıf olmak üzere dört sınıfa ayrılmaktadır. Ayrıca, keresteler enine kesit boyutlarına, uzunluklarına, yanları alınıp alınmadığına ve buharlanmış veya buharlanmamış ve kullanım yerine göre sınıflandırılmaktadır. Keresteler enine kesit boyutlarına göre lata, kadron, tahta, çita gibi isimler almaktadır (Çolakoğlu, 2004).

Parke ise, yüzeyleri düzgün, kalınlığı homojen, yan ve baş yüzeylerde birbirleriyle birleştirilmesini sağlayacak şekilde lamba ve zıvana açılmış olan, prizma şeklinde döşeme veya kaplama malzemesi olup tabla parke, masif parke ve mozaik olmak üzere üç grupta toplanabilir (Çolakoğlu, 2004).

Türkiye’de kereste ve parke üretimi özel sektör işletmelerince yapılmaktadır. Bu işletmelerin bir kısmı modern teknoloji ve yönetim anlayışı ile çalışmaktadır. Önemli bir kısmı ise eski teknoloji ürünü ve düşük kapasiteli makinelerle çalışmakta ve genellikle mevsimlik olarak faaliyet göstermektedir. Bu tür işletmeler genellikle 10 kişiden az çalışanı olan mikro ölçekli işletmelerdir. Parke sektörünün ise %89’luk kısmını çok küçük ve küçük işletmeler oluşturmaktadır. Türkiye’de kereste üretiminin yaklaşık %70’i inşaat, %20’si mobilya, %10’u ise ambalaj ve diğer sektörlerde kullanılmaktadır (DPT, 2007; Anonim, 2014c).

1.2.1.2.1. Kereste ve Parke Endüstrisinde Faaliyet Gösteren İşletmeler ve Üretim

Türkiye’de orman ürünleri sanayisinin en eski kolu olan kereste endüstrisi ile ilgili TOBB veri tabanına kayıtlı 755 işletme bulunmakta ve bu işletmelerin toplam kapasitesi yaklaşık yıllık 13971939 m³’tür. Fakat bu alandaki işletmelerin %95’i küçük ölçekli işletme yapısında olup, ülkenin her bölgesinde ve ilinde ihtiyaca göre yaygın halde bulunmaktadır. (Anonim, 2015b).

TOBB veri tabanına kayıtlı masif parke ve lamine parke üreten işletme sayısı ise toplam 144 olup, bu işletmelerin toplam yıllık kapasitesi 80423 m³'tür (Anonim, 2015b).

Kereste ve parke endüstrisinde faaliyet gösteren işletmelerin sayıları ve kapasiteleri Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4. Kereste ve parke sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin sayıları ve kapasiteleri (Anonim, 2015b).

Ürün Adı	İşletme sayısı	Kapasite	Ürün Adı	İşletme sayısı	Kapasite
İbrelî ağaç keresteleri; testere ile kesilmiş yada uzunlamasına yontulmuş; dilimli yada soyulmuş; kalınlığı>6mm; uç birleştirmeli yada zımparalanmış veya planyalanmış olanlar	102	924478m ³	Tropik ağaç keresteleri, testere ile kesilmiş yada uzunlamasına yontulmuş, dilimlenmiş/soyulmuş, uç birleştirmeli yada planyalanmış/zımparalanmış, kalınlığı>6mm	12	80230m ³
Ladin kerestesi (Picea abies Karst.), Göknaar Kerestesi (Abies alba Mill.)	13	84472m ³	İbrelî ağaç keresteleri (herhangi bir yüzü veya kenarı boylu boyunca şekillendirilmiş) (birleştiril memiş parke döşemeleri için şerit ve frizler dahil)	7	3936303kg
Çam Kerestesi (Pinus Sylvestris L.)	72	555711m ³			
Yumuşak ağaç kerestesi; testere ile kesilmiş/uzunlamasına yontulmuş, dilimlenmiş/soyulmuş, kalınlığı>6mm (uzunluğu 125 cm, kalınlığı<12,5mm olan kurşun kalem lataları dahil) (uç birleştirmeli, planyalanmış/zımparalanmış, ladin/çam kerestesi olanlar hariç)	37	269750m ³	İbrelî olmayan ağaç keresteleri (herhangi bir yüzü veya kenarı boylu boyunca şekillendirilmiş) (birleştiril memiş parke döşemeleri için şerit ve frizler dahil)	3	belirtilmemiştir
			İnşaat doğrama ve marangozluk ürünleri (pencereler, pencere kapılar (Fransız pencereler) ve kapılar, bunların kasaları ve eşikleri, parke paneller, beton inşaat işleri için ahşap beton kalıpları, ahşap kiremitler ve çatı padavraları hariç)	156	447350716kg
Keresteler, testere ile kesilmiş/uzunlamasına yontulmuş, dilimlenmiş/soyulmuş, kalınlığı>6mm; (ibrelî ve tropik ağaçlar ile meşe blokları, şeritleri ve frizleri hariç)	367	11458020m ³			

Tablo 4'ün devamı

			Meşe blokları, şeritleri yada frizleri halinde parke döşemeleri yada ahşap blok döşemeler, planyalanmış ama birleştirilmemiş olanlar (herhangi bir yüzü veya kenarı boylu boyunca şekillendirilmiş olanlar hariç	30	4397759m ²
Kaba tel direkleri, yumuşak kerestelerden (boya, kimyasal koyulaştırıcı madde, kreozot ya da başka koruyucular enjekte edilmiş yada emdirilmiş (emprenye edilmiş) olanlar)	10	339547m ³	İbrelili ağaç kerestelerinden, (herhangi bir yüzü veya kenarı boylu boyunca şekillendirilmiş)(birleştirilmemiş parke döşemeleri için şerit ve frizler dahil)	6	3423303kg
Diğer keresteler, kaba halde (sırık ve kazıklar dahil)	28	259813m ³	Tomruk ve kerestelerin işlenmesi, emdirilmesi ve korunması (kurutarak sertleştirme ve kurutma dahil)	105	1916620m ³
Tropikal ağaç kerestelerinden, testere ile ya da uzunlamasına yontulmuş, dilimlenmiş/soyulmuş, uç birleştirmeli ya da planyalanmış/zımparalanmış döşeme, kalınlığı >6mm	31	294601m ³	Parke paneller, ahşaptan (mozaik yer döşemeleri için olanlar)	101	80862619m ²
İbrelili olmayan ağaç kerestelerinden, (herhangi bir yüzü veya kenarı boylu boyunca şekillendirilmiş)(birleştirilmemiş parke döşemeleri için şerit ve frizler dahil)	4	3096m ³	Parke paneller, ahşaptan (mozaik yer döşemeleri için olanlar hariç)	91	40347876m ²

1.2.1.2.2. Kereste ve Parke Endüstrisinde Dış Ticaret

İhracat ve ithalat değerleri açısından 2014 yılı verilerine göre Türkiye'nin en fazla kereste ve parke ihracatı ve ithalatı yaptığı ilk on ülke ise Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Türkiye'nin en fazla kereste ve parke ihracatı ve ithalatı yaptığı ülkeler (1000\$) (URL-4, 2015).

Ülkeler	İhracat	Ülkeler	İthalat
Irak	4644	Bulgaristan	108342
Türkmenistan	4239	Ukrayna	105277
Azerbaycan	3932	ABD	97830
İran	3119	Rusya Federasyonu	50137
Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti	1365	Venezuela	34956
Kuveyt	991	Romanya	33331
Rusya Federasyonu	873	Kamerun	21295
Rusya Fed.	827	Kanada	17928
BAE	718	Finlandiya	12649
Makedonya	644	İsveç	6328
Türkiye Toplam	31288	Türkiye Toplam	532345

2014 verilerine göre, Türkiye'nin en fazla ihracat yaptığı ülkelerin başında Irak yer almakta olup, bunu Türkmenistan, Azerbaycan, İran ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti takip etmektedir. Türkiye'nin en fazla kereste ve parke ithal ettiği ülke ise 108,3 milyon \$ ile Bulgaristan olmuştur. Bu ülkeyi sırasıyla, Ukrayna, ABD, Rusya Federasyonu ve Venezuela takip etmektedir (URL-4, 2015).

1.2.1.3. Ahşap Kaplama ve Kontrplak Endüstrisi

Ahşap kaplama, çeşitli ağaçlardan soyma, kesme ve biçme yöntemleri ile elde edilen, başka bir malzemenin yüzeyine kaplama amaçlı kullanılan ve kalınlığı 0,6-8 mm arasında değişen ince levhalardır (Kılıç, 2007).

Bu ahşap kaplamalar yonga levha, kontrplak, masif parçalar üzerine kaplanarak bulunduğu ortam veya mobilyaya değerli ahşap görünümü vermektedir. Bu nedenle ahşap kaplama, mobilya ve ahşap dekor sanayisinin kıymetlendirme ve beğeni kazandırma, aynı zamanda da talep ölçüsüdür (Atalay, 2012). Mobilya sektörünün önemli girdilerin biri olan ahşap kaplamalar ülkemizde genellikle kesme kaplama teknolojisi kullanılarak üretilmektedir. Yani, ülkemizde ahşap kaplama üretimi yapan fabrikalarının büyükçoğunluğu, yatay yönde kesme yapan ve manuel kaplama uzaklaştırma sistemine sahip makineler kullanmaktadır. Kurulu üretim tesisleri genelde orta ölçekli olup yeni teknoloji kullanılmamakta ve kapasitelerinin altında çalışılmaktadır. Yeni teknoloji

kullanılıyor olsa bile kullanış amacına göre çeşitlendirilememekte ve çoğunlukla yurt içi pazar hedeflendiğinden üretim miktarı sınırlı kalmaktadır (Kılıç, 2007).

Kontrplak, birbiri üzerine lif yönü dik gelecek şekilde yapıştırılmış kaplama tabakalarından oluşan bir yapı malzemesidir (Hoong vd., 2012). Kalınlıkları 3-70 mm arasında olup, genellikle 130 x 220 cm ya da 170 x 220 cm boyutlarında üretilmektedir (Atalay, 2012). Yaş ve kuru sistemlerle kontrplak üretim yöntemleri olmasına rağmen ülkemizde daha çok kuru yöntemle kontrplak üretimi yapılmaktadır (Kılıç, 2007).

1.2.1.3.1. Ahşap Kaplama ve Kontrplak Endüstrisinde Faaliyet Gösteren İşletmeler ve Üretim

TOBB veri kayıtlarına göre, ülkemizde 41726957 m³ üretim kapasiteli 147 adet ahşap kaplama fabrikası vardır. Ahşap kaplama üretimi yapan firmaların büyük çoğunluğu küçük işletmelerden oluşmaktadır ve işletmelerin yoğunlaştığı iller ise Düzce, Kocaeli, Bursa ve Bolu'dur (Anonim, 2015b). FAO verilerine göre, kaplama üretimi ise 2014 yılında 85000 m³ olarak gerçekleşmiştir ve Dünya'daki toplam üretimin yaklaşık %0,7'sini oluşturmaktadır (URL-5, 2015).

Kontrplak sektöründe ise TOBB veri tabanına göre 79 işletme olup, işletmelerin toplam kuruluş kapasitesi yaklaşık yıllık 558264 m³'tür. İşletmelerin yoğunlaştığı iller ise Sakarya, Kastamonu, Antalya, Tokat, Bolu, Bursa, Kütahya'dır (Anonim, 2015b). FAO verilerine göre, kontrplak üretimi ise bir önceki yıla göre %5,17 oranında azalarak 2014 yılında 110000 m³ olarak gerçekleşmiştir (URL-5, 2015). Ahşap kaplama ve kontrplak endüstrisinde faaliyet gösteren işletmelerin sayıları ve kapasiteleri Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 6. Ahşap kaplama ve kontrplak endüstrisinde faaliyet gösteren işletmelerin sayıları ve kapasiteleri (Anonim, 2015b).

Ürün Adı	İşletme Sayısı	Kapasite
Ahşap kaplama paneli, kontrplak ve benzeri lamine ahşap malzeme (bambudan yapılmış)	5	13695m ³
Ahşap kaplama panelleri ve benzeri lamine ahşap malzeme (kontrtabla, lam levha veya battenboardlu olanlar)	86	41152337m ³
Ahşap kaplama panelleri ve benzeri lamine ahşap malzeme (kontrtabla, lam levha veya battenboardlu olanlar hariç)	34	351031m ³

Tablo 6'nın devamı

Kontrplak ve diğer ahşaplar için ahşap kaplama plakaları ve plakalar ile kurşun kalem imalatı için küçük tahtalar (testere ile uzunlamasına kesilmiş, dilimlenmiş/soyulmuş, kalınlığı 6 mm, uç birleştirmeli, planyalanmış/zımparalanmış)	8	97008m ³
Kontrplak için ahşap kaplama plakaları ve plakalar, ibreli ve tropikal ağaçlardan(testere ile uzunlamasına kesilmiş, dilimlenmiş/soyulmuş, kalınlığı 6 mm olanlar) (uç birleştirmeli, planyalanmış/zımparalanmış olanlar hariç)	12	112881m ³
Kontrplaklar, her bir tabaka kalınlığı 6 mm'yi geçmeyen (bambu olanlar hariç), sadece ahşap tabakalardan oluşan ve en az bir dış tabakası tropikal ağaçlardan olanlar	27	163585m ³
Kontrplaklar, her bir tabaka kalınlığı 6 mm'yi geçmeyen (bambu olanlar hariç), sadece ahşap tabakalardan oluşan ve en az bir dış tabakası ibreli olmayan ağaçlardan olanlar (tropikal ağaçlardan olanlar hariç)	4	12570
Kontrplaklar, yalnızca ahşap tabakalardan oluşan (bambu olanlar hariç) ve her bir tabaka kalınlığı 6 mm'yi geçmeyen (en az bir dış tabakası tropik ağaçlardan olanlar ile yapraklı ağaçlardan olanlar hariç)	9	17383m ³
Diğer kontrplaklar, kaplama ağaçlar (en az bir tabakası yonga levhadan olanlar)	33	351031m ³

1.2.1.3.2. Ahşap Kaplama ve Kontrplak Endüstrisinde Dış Ticaret

İhracat ve ithalat değerleri açısından 2014 yılı verilerine göre ilk on ülkenin ve Türkiye'nin ahşap kaplama ve kontrplak ihracat/ithalat değerleri (1000\$) Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. 2014 yılı verilerine göre ilk on ülkenin ve Türkiye'nin ahşap kaplama ve kontrplak ihracat-ithalat değerleri (1000 \$) (URL-6, 2015).

Ülkeler	Ahşap kaplama			Kontrplak, kaplama paneller vb			
	İhracat	Ülkeler	İthalat	Ülkeler	İhracat	Ülkeler	İthalat
ABD	330879	ABD	348676	Çin	5813225	ABD	2170744
Çin	276757	Çin	1837903	Endonezya	2372471	Japonya	2090774
Kanada	255443	İtalya	179202	Malezya	1589890	Almanya	902770
Almanya	182657	Almanya	167564	Rusya Fed.	1173526	Kore Cumh.	709311
İtalya	120519	Japonya	150250	Finlandiya	708340	İngiltere	688326
Gabon	114890	Kanada	132343	Brezilya	467760	Hollanda	372293
Rusya Fed.	111959	Kore Cumh.	125997	ABD	420707	Suudi Arab.	370685
Romanya	106152	İspanya	114187	Şili	327760	Fransa	346621

Tablo 7'nin devamı

Ukrayna	94176	Fransa	113615	Avusturya	291294	BAE	342315
Malezya	93417	Taipei, Çin	101805	Almanya	286641	Kanada	340865
Türkiye	26711	Türkiye	47666	Türkiye	18020	Türkiye	335484
Dünya	2825165	Dünya	3173903	Dünya	16556026	Dünya	14783691

2014 yılında toplam ahşap kaplama ihracatı yaklaşık 2,83 milyar \$, kontrplak, kaplama paneller vb. ihracatı ise yaklaşık 16,6 milyar \$ olarak gerçekleşmiştir. En fazla ahşap kaplama ihracatını ABD yaparken, en fazla kontrplak, kaplama panel vb. ihracatını Çin yapmıştır. Türkiye ise ahşap kaplama ihracatında 26711 bin \$ ile 29. sırada, kontrplak, kaplama panel vb. ihracatında ise 18020 bin \$ ile 42. sırada yer almaktadır.

İthalat değerleri açısından ise hem ahşap kaplama hem de kontrplak, kaplama panel vb. ithalatında ilk sırada ABD bulunmaktadır. Bu ülkeyi, ahşap kaplama ithalatında Çin, İtalya ve Almanya, kontrplak, kaplama panel vb. ithalatında ise Japonya, Almanya, Kore Cumhuriyeti takip etmektedir. Türkiye ise ahşap kaplama ithalatında 20. sırada, kontrplak, kaplama panel vb. ithalatında ise ilk on içerisinde (10. sıra) yer almaktadır. Türkiye ahşap kaplama ihracatında, 2013 yılına kıyasla %12 oranında bir artış olurken, ithalatında ise %16 oranında artış olmuştur. Bir önceki yıla göre, kontrplak, kaplama panel vb. ihracatında %9'luk, ithalatında ise %3 oranında bir artış meydana gelmiştir (URL-6, 2015). Türkiye'nin en fazla ahşap kaplama ve kontrplak, kaplama panel vb. ihracatı ve ithalatı yaptığı ülkeler ise Tablo 8'de gösterilmektedir.

Tablo 8. 2014 verilerine göre Türkiye'nin en fazla ahşap kaplama ve kontrplak ihracatı/ithalatı yaptığı ülkeler ve değerleri (1000\$) (URL-7, 2015).

Ülkeler	Ahşap kaplama			Kontrplak, kaplama paneller vb.			
	İhracat	Ülkeler	İthalat	Ülkeler	İhracat	Ülkeler	İthalat
İtalya	8668	ABD	9881	Azerbaycan	4462	Rusya Fed.	119259
Mısır	3675	Çin	8479	Türkmenistan	2522	Ukrayna	31750
İran	2438	Romanya	4565	Irak	2072	Brezilya	30091
Lübnan	1629	İtalya	4341	İran	1535	Vietnam	26797
Litvanya	1112	Ukrayna	4309	Gürcistan	953	Hindistan	23401
BAE	961	Brezilya	3223	Serbest Böl.	898	Bulgaristan	21729
Özbekistan	721	Finlandiya	2837	Ortak Ülkeler	864	Litvanya	17997
Slovakya	614	Gabon	2190	Rusya Fed.	478	Romanya	14744
Almanya	593	Bulgaristan	1531	Cezayir	460	Finlandiya	11345
İsrail	543	Almanya	1459	Nijerya	322	Şili	10924

Türkiye ahşap kaplama ihracatının yaklaşık %32,5'ini İtalya'ya; kontrplak, kaplama panel vb. ihracatının ise yaklaşık %25'ini Azerbaycan'a yapmaktadır. Türkiye'nin en fazla ahşap kaplama ithal ettiği ülke ise ABD'dir. Ayrıca, Türkiye kontrplak, kaplama panel vb. malzemelerin yaklaşık %36'sını Rusya'dan ithal etmektedir (URL-7, 2015).

1.2.1.4. Yonga Levha ve Lif Levha Endüstrisi

Ahşap malzemeye ucuz bir ikame olarak geliştirilen yonga levha ve lif levhanın üretimine 1950'li yıllarda başlanmıştır. Dünya'daki genel trend paralelinde, Türkiye'de 1970-80'li yıllarda yonga levha, 1990'dan sonra ise liflevha endüstrileri hızla gelişmiştir (Dayanıklıoğlu, 2004).

TS EN 309 (2008) standardına göre, yonga levha, Odun parçalarından (odun parçaları, yonga, testere talaşı, rendetalaşı vb.) ve/veya lignoselülozik malzemelerden (keten, kenevir ipliği, kendir ipliği, suyu çıkarılmış şeker kamışı posası vb. odunlaşmış bitkilerden) elde edilen yongaların tutkallandıktan sonra, sıcak preslenmesiyle elde edilen levhalar,

Lif levha, lignoselülozik liflerin sıcaklık ve basınçla birlikte sentetik reçine ve diğer uygun yapıştırma sistemi ile yapıştırılarak elde edilen lifli-keçeli homojen levhalar olarak tanımlanmaktadır (Ye vd., 2007).

Yonga levha ve Lif levha sektörü Fasıllar "44" içerisinde; Yonga levha "4410" G.T.İ.P.numarası ile "yonga levha ve benzeri levhalar ve ağaçtan veya diğer odunsu maddelerden benzeri levhalar (reçineler veya diğer organik bağlayıcı maddelerle aglomere edilmiş olsun olmasın)",

Lif levha ise "4411" G.T.İ.P. numarası ile "Ağaçtan ve diğer odunsu maddelerden lif levhalar(reçineler veya diğer organik maddelerle aglomere edilmiş olsun olmasın)" yer almaktadır (Anonim, 2014c).

1.2.1.4.1. Yonga Levha ve Lif Levha Endüstrisinde Faaliyet Gösteren İşletmeler ve Üretim

Yonga levha endüstrisinde sürekli ve kesintili olarak tek veya çok katlı preslerde 3 tabakalı levha üretimi gerçekleştirilmektedir. Lif levha endüstrisinde de sürekli ve kesintili sistemle levha üretimi yapılmaktadır. Lif levha endüstrisinde yaş yöntemle ve kuru

yöntemle üretim yapılmakta olup, yaş yöntemle çalışanlar sert lif levha üretirken, kuru yöntemle çalışanlar hem sert lif levha (HDF) hem de orta sert lif levha (MDF) üretimi gerçekleştirmektedir. Yonga levha ve lif levha endüstrilerindeki kuruluşların çoğunluğunda melamin kaplama hattı bulunmakta ve ürünlerinin büyük bir kısmını kapladıktan sonra pazarlamaktadırlar (DPT, 2007).

TÜİK 2014 verilerine göre, endüstride toplam 42 işletme mevcut olup, bunlardan 22'si yonga levha, 20'si lif levha üretmektedir. Yine aynı yıl içerisinde 3,5 milyar TL yonga levha ve 2,3 milyar TL lif levha üretimi gerçekleşmiştir (URL-8, 2015). Yonga levha ve lif levha endüstrisinde faaliyet gösteren işletmelerin sayısı, üretim miktarı ve değerleri Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Yonga ve lif levha endüstrisindeki girişim sayısı ve üretim bilgileri (2014) (URL-8, 2015).

Ürünler	Girişim sayısı	Üretim miktarı	Üretim değeri (TL)
Yonga Levhalar ve Benzeri Levhalar (Ağaçtan veya Diğer Odunsu Malzemelerden)	22	7148247m ³	351296466
Lif Levha, Ağaç veya Diğer Odunsu Maddelerden Yapılan	20	1866036m ³ 106340828m ²	2282025465

1.2.1.4.2. Yonga Levha ve Lif Levha Endüstrisinde Dış Ticaret

İhracat ve ithalat değerleri açısından 2014 yılı verilerine göre ilk on ülkenin ve Türkiye'nin yonga levha ve lif levha ihracat/ithalat değerleri (1000\$) Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. 2014 yılı verilerine göre ilk on ülkenin ve Türkiye'nin yonga levha ve lif levha ihracat-ithalat değerleri (1000 \$) (URL-9, 2015).

Ülkeler	Yonga Levha			Lif Levha			
	İhracat	Ülkeler	İthalat	Ülkeler	İhracat	Ülkeler	İthalat
Kanada	1293803	ABD	1183989	Almanya	1935951	ABD	988847
Almanya	778261	Almanya	895347	Çin	1630949	İran	505357
Avusturya	737071	Polonya	338737	Belçika	675716	İngiltere	464625
Romanya	530198	İtalya	328832	Polonya	619993	Fransa	459359
Fransa	528902	Fransa	313074	Tayland	492172	Almanya	454488

Tablo 10'un devamı

Çek Cumh.	346062	İngiltere	288587	Avusturya	425557	Kanada	453359
Belçika	344560	Rusya Fed.	282195	Şili	348822	Rusya Fed.	421899
Tayland	322490	Hollanda	232961	Fransa	339245	İtalya	316840
Rusya Fed.	200223	Japonya	206378	İspanya	323639	Belçika	311728
Polonya	194662	Kore Cumh.	198649	Malezya	323428	Hollanda	287772
Türkiye	106762	Türkiye	78541	Türkiye	315367	Türkiye	195293
Dünya	7881521	Dünya	8100720	Dünya	10425613	Dünya	10236295

2014 yılında Dünya'da yonga levha ihracatı yaklaşık 7,9 milyar \$, ithalatı ise yaklaşık 8,1 milyar \$ olarak gerçekleşmiştir. Türkiye ise ihracat bakımından, 17. sırada, ithalat bakımından 26. sırada yer almaktadır. Dünya'nın en fazla yonga levha ihracatçısı yaklaşık 1,3 milyar \$ ihracatı ile Kanada iken, ithalatçısı ise yaklaşık 1,2 milyar \$ ile ABD'dir. Ülkemizin yonga levha ihracatı 2013 bir önceki yıla göre %36 oranında artarken, yonga levha ithalatı ise yaklaşık %29 oranında azalmıştır.

Dünya lif levha ihracatı 2014 yılında yaklaşık 10,4 milyar dolar olarak gerçekleşmiş olup, Türkiye ise 2014 yılında gerçekleştirilen ihracat değerlerine göre lif levha sektörü ihracatı Dünya'daki toplam ihracat içerisinde yaklaşık olarak %3'lük bir paya sahiptir. Lif levha ihracatında yaklaşık 1,94 milyar \$ ile Almanya ilk sırada yer almakta ve bu ülkeyi sırasıyla Çin, Belçika ve Polonya izlemektedir. İthalat açısından değerlendirildiğinde ise 2014 yılındaki toplam lif levha ithalatı yaklaşık olarak 10,24 milyar \$ olup, en fazla ithalatı ABD gerçekleştirmiştir. Türkiye ise yaklaşık 195 milyon \$ ile 16. sırada yer almakta ve Dünya lif levha ithalatında yaklaşık %2 oranında bir pay almıştır (URL-9, 2015). Türkiye'nin en fazla yonga levha ve lif levha ihracatı ve ithalatı yaptığı ülkeler ise Tablo 11'de gösterilmektedir.

Tablo 11. 2014 verilerine göre Türkiye'nin en fazla yonga levha ve lif levha ihracatı ve ithalatı yaptığı ülkeler ve değerleri (1000\$) (URL-10, 2015).

Ülkeler	Yonga Levha			Lif Levha			
	İhracat	Ülkeler	İthalat	Ülkeler	İhracat	Ülkeler	İthalat
Gürcistan	25717	Romanya	36165	İran	112550	Romanya	77808
Arnavutluk	11848	Bulgaristan	29078	İrak	47525	Almanya	65521
Türkmenistan	11549	İrlanda	3672	Türkmenistan	20926	İtalya	10719
Azerbaycan	10756	İtalya	2847	Gürcistan	19074	Rusya Fed.	6534
İran	5171	Almanya	2648	Azerbaycan	18551	Polonya	6116
Bulgaristan	5044	İngiltere	1581	Rusya Fed.	11749	İsviçre	6104

Tablo 11'in devamı

Yunanistan	4783	Yunanistan	888	Serbest Böl.	8173	Avusturya	6008
Mısır	4762	ABD	469	Arnavutluk	7461	Belçika	4674
Lübnan	3895	Çin	301	Cezayir	5688	Çin	1944
Serbest Böl.	3725	Belçika	273	Libya	5645	Fransa	1849

Türkiye yonga levha ihracatının yarısından çoğunu Gürcistan, Arnavutluk, Türkmenistan ve Azerbaycan ülkelerine yaparken, lif levha ihracatının ise yaklaşık %36'sını İran'a yapmaktadır. Yonga levha ürünün yaklaşık %83'ünü Romanya ve Bulgaristan'dan, lif levha ürünün ise yaklaşık %73'ünü Romanya ve Almanya'dan ithal etmektedir (URL-10, 2015).

1.2.1.5. Kağıt-Karton Endüstrisi

Kağıt sektörü; odun, yıllık bitkiler ve atık kağıt hammaddelerinden selüloz, odun hamuru, eski kağıt hamuru üretilmesiyle bu ara ürünlerin değişik mekanik ve kimyasal işlemlerle kağıda dönüştürülmesine kadar geçen aşamaları içeren sanayi koludur (Atalay, 2012). Kağıt Endüstrisi, Kağıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi ve Kağıt Karton Üretim Teknolojisi olarak iki kısımdan meydana gelmektedir (Gavcar vd., 1996).

Sektör şu şekilde sınıflandırılabilir (Kesimoğlu, 2010; Dalyancı, 2006; DPT, 2000):

A) Kağıt-Karton Hamuru

1) Kimyasal Odun Selülozları: odundan elde edilen ve beyazlatılmış ve beyazlatılmamış selülozları kapsar.

2) Odun Hamuru: odundan elde edilen ve mekaniksel, termomekaniksel ve kimyasal termomekaniksel olarak üretilen odun hamurlarını kapsar.

3) Yıllık Bitkilerden Üretilen Hamur Selülozlar: odun dışındaki, buğday sapı, çeltik sapı, kendir, kenevir, kamış, jüt, bambu gibi yıllık bitkilerden kimyasal ve yarı kimyasal olarak elde edilen hamur ve selülozlar olup beyazlatılmış ve beyazlatılmamış halde kullanılırlar.

4) Atık) Kağıt Hamuru: toplama kağıt veya geri kazanılan kağıt olarak çeşitli şekilde ifade edildiği, atık kağıtlardan elde edilen kağıt hamurunu kapsar.

B) Kağıt - Kartonlar

a) Kültürel Kağıtlar

-Yazı Tabı Kağıtları: Üzerine yazı yazılabilir ve baskı yapılabilir nitelikte kağıtlardır. Kompozisyon itibariyle kimyasal selülozdan veya kimyasal selüloz ile mekaniksel odun hamurundan oluşmaktadır. Ayrıca, bu kağıtlara kullanım amacına bağlı olarak kaplama (kuşeleme) işlemi de uygulanmaktadır.

-Gazete Kağıdı: Yüksek oranda mekaniksel odun hamuru ile düşük oranlarda kimyasal selüloz ihtiva eden ve özellikle gazete basımı için kullanılan bir kağıt türüdür.

b)Endüstriyel Kağıtlar

-Sargılık Kağıtlar: Selüloz, atık kağıt ve odun hamurundan elde edilen, ambalaj malzemesi olarak kullanılan kağıtlardır.

-Temizlik Kağıtları: Selüloz ve atık kağıttan, az miktarda odun hamuru (CTMP, TMP) içeren düşük gramajlı kağıtlardır.

-Kraft Torba Kağıdı: Beyazlatılmamış yada beyazlatılmış Kraft selülozundan yapılan çok dayanıklı ambalaj kağıdıdır.

-Oluklu Mukavva Kağıtları: Bir veya daha fazla oluklu tabakanın (oluk hale getirilmiş, fluting kağıdı) alt ve/veya üst yüzeylerinin düz tabaka (kraftliner) ile kaplanmasıyla meydana gelen bir üründür. Ambalajlama kutularının imalinde ve kırılğan eşyanın paketlenmesinde seperatör ve destekleyici olarak kullanılır.

-Kartonlar: Yüksek gramajlı, kalın, tek veya çok katlı olabilen kağıtlardır. Kullanım amacına bağlı olarak çok çeşitli adlarda ve özelliklerde üretimi yapılmaktadır.

-Sigara ve İnce Özel Kağıtlar: Genellikle kendir, keten, jüt ve paçavraselülozundan üretilen, yüksek mukavemetli ve düşük gramajlı kağıtlardır.

1.2.1.5.1. Kağıt-Karton Endüstrisinde Faaliyet Gösteren İşletmeler ve Üretimi

Ülkemizde gerek işletme sayısı gerekse üretim kapasitesi bakımından kağıt sanayi oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Ülkemizde faaliyet gösteren firmalar her ne kadar ülke geneline dağılmış olsa da genel olarak Marmara Bölgesinde olup, 2013 verilerine göre, 2409 işyeri bulunmakta ve 53281 kişi çalışmaktadır. Kağıt hamuru, kağıt ve kağıt ürünleri sanayine ait işyeri sayısı, 2013'te imalat sanayine ait toplam işyeri sayısı içinde %0,7 paya sahiptir. 2008 yılı itibarıyla kağıt sektöründeki toplam işyeri sayısının %89'u kağıt ve mukavva ürünleri imalatında iken, %11'i kağıt hamuru, kağıt ve mukavva imalatında yer almaktadır. Yani, kağıt ve mukavva imalatında 2139 işyeri mevcut iken, kağıt hamuru, kağıt ve mukavva imalatında 270 işyeri bulunmaktadır (Bayraktar, 2014; URL-11, 2015).

Türkiye'nin kağıt ve kağıt ürünleri üretimi 2008 yılında 4,36 milyon ton, 2010 yılında 5,8 milyon ton, 2012 yılında 7,07 milyon ton ve 2014 yılında 7,36 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (URL-12, 2015). 2014 yılı Türkiye kağıt ve kağıt ürünleri üretim miktarı (kg) ve değerleri (TL) Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Kağıt ve karton endüstrisinde faaliyet gösteren 20 ve daha fazla kişi çalışan girişimlerden elde edilen ürünlerinin 2014 yılı üretim bilgileri (URL-12, 2015).

Ürün Adı	Üretim Miktarı	Üretim Değeri
Gazete Kağıdı (Rulo veya Tabaka Halinde)	(1)*	(1)*
El Yapımı Kağıt ve Mukavva	9017579	20817549
Kağıt ve Mukavva (Işık, Isı veya Elektrikçe Duyarlı Kağıt İmalatı İçin Kullanılanlar); Karbon Kağıdı; Duvar Kağıdı	(1)*	(1)*
Diğer Kağıt ve Mukavvalar (Grafik Amaçlı)	255425122	500921011
Tuvalet Kağıdı veya Kağıt Mendil, Kağıt Havlu veya Peçete, Selüloz Votka ve Selüloz Liflerinden Ağlar	(1)* (1)*	(1)* (1)*
Kraftliner (Ağartılmamış, Kaplanmamış)	894590310	975109642
Beyaz Kraftliner; Kaplanmış Kraftliner	50675416	38332617
Yarı Kimyasal Fluting Kağıtlar	(1)*	(1)*
Geri Dönüştürülmüş Fluting Kağıtlar ve Diğer Fluting Kağıtlar	116192380	188786644
Testliner (Geri Dönüştürülmüş Tabakalı Mukavva)	(1)*	(1)*
Kraft Kağıt, Kaplanmamış; Kraft Torba Kağıdı, Krepon veya Kırıksık Kağıt	9017579	20817549
Sülfürlü Ambalaj Kağıdı ve Diğer Kaplanmamış Kağıtlar (Yazı, Baskı ve Diğer Grafik Amaçlı Kullanılanlar Hariç)	319725242	429380753
Mukavva, Kaplanmamış, İç Tarafı Gri Olanlar	(1)*	(1)*
Diğer Mukavvalar, Kaplanmamış	(1)*	(1)*
Bitkisel Parşömen, Yağlı Kağıtlar, Aydınlar ve Saydam Kağıtlar İle Diğer Saten Saydam veya Yarı Saydam Kağıtlar	(1)*	(1)*
Kompozit Kağıt ve Mukavvalar (Yüzeyi Kaplanmamış veya Emdirilmemiş (Emprenye Edilmemiş))	50701357	60236749
Kağıt ve Mukavvalar (Krepon, Kırıksık, Kabartmalı veya Perfore (Delikli) Olanlar)	(1)*	(1)*
Kağıt ve Mukavvalar, Kaolinle veya Diğer İnorganik Maddelerle Kaplanmış (Yazı, Baskı veya Diğer Grafik Amaçlar İçin Kullanılanlar)	(1)*	(1)*
Kraft Kağıt, Kaolinle veya Diğer İnorganik Maddelerle Kaplanmış (Yazı, Baskı ve Diğer Grafik Amaçlı Kullanılanlar Hariç)	(1)*	(1)*
Karbon Kağıdı, Kendinden Kopyalı Kağıt ve Diğer Kopyalama veya Transfer Kağıtları (Rulo veya Tabaka Halinde)	(1)*	(1)*

Tablo 12'nin devamı

Kağıt, Mukavva, Selüloz Vatkaları ve Selüloz Liflerinden Ağlar, Rulo veya Tabaka Halinde (Kaplanmış, Emdirilmiş (Emprenye Edilmiş), Yüzeyi Renklendirilmiş veya Baskı Yapılmış)	52501634	295407585
İçi Gri Mukavva, Kaolin veya Diğer İnorganik Maddelerle Kaplanmış (Yazı, Basım veya Diğer Grafik Amaçlı Kullanılanlar Hariç)	(1)*	(1)*
Diğer Mukavvalar, Kaolinle veya Diğer İnorganik Maddelerle Kaplanmış (Yazı, Basım veya Diğer Grafik Amaçlı Kullanılanlar Hariç)	5115524	28860604
Oluklu Kağıt ve Mukavvalar, Rulo veya Tabaka Halinde	232387458	459101661
Torbalar ve Çantalar, Kağıttan	487551102	543141653
Koli, Kutu ve Benzeri Muhafazalar, Oluklu Kağıttan veya Mukavvalardan	2246595081	4634910937
Katlanır Koli, Kutu ve Benzeri Muhafazalar, Oluklu Olmayan Kağıttan veya Mukavvalardan	298398407	912772738
Kutu Tipi Klasörler, Evrak Rafları, Saklama Kutuları ve Benzeri Eşyalar, Kağıttan Yapılmış (Büro, Mağaza ve Benzeri Yerlerde Kullanılan)	(1)*	(1)*
Tuvalet Kağıdı, Kağıt Mendil, Temizlik veya Yüz Temizleme İçin Kağıt Mendil ve Havlular, Masa Örtüsü ve Peçeteler (Kağıt Hamurundan, Kağıttan, Selüloz Vatkadan veya Selüloz Lifli Ağlardan)	893230231	2898455904
Hijyenik Havlu ve Tamponlar, Bebekler İçin Pedler ve Bebek Bezleri İle Benzeri Hijyenik Ürünler, Giyim Eşyası ve Giysi Aksesuarları (Kağıt Hamurundan, Kağıttan, Selüloz Vatkadan veya Selüloz)	711250159	3807607112
Tepsi, Tabak, Kase, Bardak ve Benzerleri, Kağıt veya Mukavvadan Yapılmış	12789586	90544591
Karbon Kağıdı, Kendinden Kopyalı Kağıt ve Diğer Kopyalama veya Transfer Kağıtları; Mumlu Teksir Kağıdı, Kağıttan Ofset Tabakalar; Tutkallı veya Yapışkanlı Kağıtlar	(1)*	(1)*
Zarf, Mektup Kartı, Baskısız Kartpostal, Kartpostal (Kağıttan veya Mukavvadan Yapılmış); Kağıt Kırtasiye Ürünlerini İçeren Kutu, Poşet, Portföy Dosya ve Yazı Seti (Kağıttan veya Mukavvadan)	24844928	89394035
Sicil Defterleri, Muhasebe Defterleri, Klasörler, Formlar ve Diğer Kırtasiye Ürünleri, Kağıttan veya Mukavvadan Yapılmış	74600285	452925634
Diğer Kağıt ve Mukavvalar (Yazı, Baskı ve Diğer Grafik Amaçlı Kullanılanlar), Baskılı, Kabartmalı veya Delikli (Perfore)	19393316	133757455
Duvar Kağıdı ve Benzeri Duvar Kaplamaları; Şeffaf Pencere Kağıtları	23268632	33809906
Tekstil Duvar Kaplamaları	(1)*	(1)*

Tablo 12'nin devamı

Etiketler, Kağıttan veya Mukavvadan Yapılmış	183424680	971826628
Sigara Kağıdı; Kağıt veya Mukavvadan Bobin, Makara, Masura ve Benzeri Destekler; Filtre Kağıtları ve Mukavvaları; Başka Yerde Sınıflandırılmamış Diğer Kağıt ve Mukavva Ürünler	400220900	1296032095
Toplam	7361899329	18862133503

(1) *Gizli veri

1.2.1.5.2. Kağıt-Karton Endüstrisinde Dış Ticaret

İhracat ve ithalat değerleri açısından 2014 yılı verilerine göre ilk on ülkenin ve Türkiye'nin kağıt hamuru ve kağıt-karton ihracat/ithalat değerleri (1000\$) Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13. 2014 yılı verilerine göre ilk on ülkenin ve Türkiye'nin kağıt hamuru ve kağıt karton ihracat-ithalat değerleri (1000 \$) (URL-13, 2015).

Ülkeler	Kağıt Hamuru			Kağıt-Karton			
	İhracat	Ülkeler	İthalat	Ülkeler	İhracat	Ülkeler	İthalat
ABD	8967772	Çin	17413168	Almanya	22522641	ABD	16023037
Kanada	6782181	Almanya	4549477	Çin	17820608	Almanya	15658743
Brezilya	5298146	ABD	3587690	ABD	16337334	İngiltere	9201128
Şili	2891711	İtalya	2292986	İsveç	10183576	Fransa	9166078
İsveç	2728112	Kore Cumh.	1831579	Finlandiya	9431605	İtalya	6005463
Finlandiya	2138369	Endonezya	1749473	Kanada	8562238	Hollanda	5771761
Endonezya	1721456	Hindistan	1656701	İtalya	7882805	Kanada	5586194
Almanya	1531369	Fransa	1533531	Fransa	7247707	Meksika	5521694
Rusya Fed.	1194710	Hollanda	1475360	Hollanda	5488501	Belçika	5334169
Hollanda	1096782	Japonya	1426658	Avusturya	5405830	Polonya	4673961
Türkiye	34836	Türkiye	683453	Türkiye	1204374	Türkiye	3170705
Dünya	45584626	Dünya	50923272	Dünya	173803466	Dünya	176463625

Dünya kağıt hamuru ihracatı 2014 yılında yaklaşık 45,6 milyar \$ düzeyinde iken, yine aynı yılda kağıt-karton ihracatı yaklaşık 174 milyar \$ olarak gerçekleşmiştir. 2014 yılında dünya kağıt hamuru ihracatında en büyük payı ABD almıştır. ABD'yi, Kanada, Brezilya ve Şili izlemektedir.

Kağıt-karton ihracatında ise en büyük payı Almanya alırken bu ülkeyi Çin, ABD ve İsveç takip etmektedir. Türkiye kağıt hamuru ihracatında 45. sırada, kağıt-karton ihracatında 28. sırada bulunmaktadır.

2014 yılında dünyanın en büyük kağıt hamuru ithalatçısı Çin olurken, kağıt-karton ithalatçısı ise ABD olmuştur. Kağıt hamuru ithalatında Türkiye 683 milyon \$ ile dünyanın en fazla ithalat yapan 18. ülkesi olarak sıralamada yer almıştır (URL-13, 2015). Türkiye'nin en fazla kağıt hamuru ve kağıt-karton ihracatı ve ithalatı yaptığı ülkeler ise Tablo 14'te gösterilmektedir.

Tablo 14. 2014 verilerine göre Türkiye'nin en fazla kağıt hamuru ve kağıt-karton ihracatı/ithalatı yaptığı ülkeler ve değerleri (1000\$) (URL-14, 2015).

Ülkeler	Kağıt Hamuru			Kağıt-Karton			
	İhracat	Ülkeler	İthalat	Ülkeler	İhracat	Ülkeler	İthalat
İran	25664	ABD	169999	İngiltere	131896	Almanya	518005
Hindistan	6005	Brezilya	137755	İran	95845	Çin	321650
Yunanistan	2251	İsveç	63981	Irak	73541	ABD	321649
İngiltere	276	Finlandiya	61425	İsrail	68548	Finlandiya	298218
İtalya	198	Portekiz	57173	Serbest Böl.	54863	İsveç	236148
Suriye Arap Cumh.	61	İspanya	42271	Azerbaycan	47758	Rusya Fed.	201115
Pakistan	59	Almanya	31573	Almanya	44145	İtalya	198233
Bangladeş	50	Kanada	28743	Tunus	43548	Fransa	95719
ABD	48	Bulgaristan	18894	Gürcistan	42876	İspanya	95383
Rusya Fed.	43	Uruguay	16940	Bulgaristan	40506	Polonya	86121

2014 verilerine göre, Türkiye'nin kağıt hamuru sektöründe en fazla ihracat yaptığı ülke İran olmuştur. Kağıt-karton sektöründe en fazla ihracat yapılan ülke ise İngiltere olmuştur. Türkiye'nin en fazla kağıt hamuru ithal ettiği ülke ABD iken, kağıt-karton ithal ettiği ülke ise Almanya olmuştur. Kağıt hamuru ithalatında ABD'yi, Brezilya, İsveç ve Finlandiya; kağıt-karton ithalatında ise Almanya'yı, Çin, ABD ve Finlandiya takip etmektedir (URL-14, 2015).

1.3. Box-Jenkins Yöntemi

George E.P Box ve Gwilym M. Jenkins (1970) tarafından geliştirilen ve cimrilik prensibine (verilerin özelliklerini yeterli olarak yansıtan bir model için mümkün olan en az

parametrenin kullanılması) dayanan Box- Jenkins yöntemi, zaman serileri kullanarak geleceği tahmin etmek için kullanılan tek değişkenli bir modeldir. Tek değişkenli model olan bu yöntem, ARIMA modelleri olarak da adlandırılmaktadır.

Ele alınan herhangi bir seri durağan olsun ya da olmasın, mevsimsel unsur içersin ya da içermesin bilgisayar paket programlarıyla bir çözüme kavuşturmasından dolayı zaman serileri analizi için yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisi olan Box- Jenkins yöntemi, 4 aşamadan oluşmaktadır. Bunlar (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005; Erdoğan, 2006);

- a. Model belirleme (Identification)
- b. Parametre tahminleri (Estimation)
- c. Uygunluk testleri (Diagnostic checking)
- d. Öngörü (Forecasting)

1.3.1. Box-Jenkins Yönteminin Aşamaları

1.3.1.1. Model Belirleme

Belirleme aşamasında öncelikli olarak zaman serisinin durağan olup olmadığı ve mevsimsellik içerip içermediği araştırılır. Durağanlığın belirlenebilmesi için farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan en çok kullanılanlar, korelogram analizi ve birim kök testleridir.

1.3.1.1.1. Durağanlık Testleri

Zaman serileri stokastik bir süreçtir ve stokastik süreçler için de durağanlık önemli bir kavramdır (Yıldız, 2009). Durağanlık, zaman serisi verilerinin sabit bir ortalama etrafında dalgalandığı ve dalgalanmanın varyansının özellikle zaman boyunca sabit kalmasıdır (Dikmen, 2012).

1.3.1.1.1.1. Korelogram Analizi

Basit bir durağanlık testi olan korelogram testi, otokorelasyon fonksiyonu ile ilişkili bir yöntemdir. Kitle için otokorelasyon fonksiyonu;

$$P_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} = \frac{k \text{ aralığı için kovaryans}}{\text{Varyans}} \quad (1)$$

olarak ifade edilir.

Uygulamada örnek üzerinde çalışıldığında, belirli bir dönem için örnek otokorelasyon fonksiyonu aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})/n}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2/n} = \frac{k \text{ aralığı için kovaryans}}{\text{varyans}}$$

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (2)$$

Yukarıdaki formüle göre, değişik zaman aralıkları (k) için bulunacak r_k otokorelasyon katsayısı (AC katsayısı) değerleri ile zaman aralıkları ilişkilendirildiğinde elde edilen şekle korelogram denir. K sayıdaki gecikmeli serinin istatistiksel olarak anlamlı bir katsayı üretilip üretilmediği korelogram yardımıyla takip edilebilir. Otokorelasyon fonksiyonunun korelogramı yüksek bir değerden başlayıp yavaş yavaş azalıyorsa serinin durağan olmadığı düşünülür. Otokorelasyon katsayısı (AC) sıfıra yaklaşıyorsa zaman serisi için durağanlık özelliği daha fazla önem kazanır. Ayrıca bilgisayar çıktılarında otokorelasyon katsayı değerleri AC olarak verilmektedir (Tarı, 2011; Saygılı, 2008).

1.3.1.1.1.2. Birim Kök Testleri

Korelogram analizi zaman serisinde birim kökün varlığını araştıran önemli bir yöntem olmasına rağmen, korelogramdan bir araştırmacı birim kökün varlığını (durağan değil) söylerken, diğer bir araştırmacıda birim kökün olmadığı (durağan) ifade edebilir. Bu belirsizliğin ortadan kaldırılması amacıyla geliştirilen yöntemlerden en yaygın olarak

kullanılan birim kök testleri olarak bilinen yöntemlerdir. Bu yöntemlerle bir serinin durağan olup olmadığı kolaylıkla anlaşılır. Birim kök'ün varlığını belirlemek için kullanılan testlerden, Dickey Fuller, Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) ve Philips Perron birim kök testleri, en tanınmış testlerdir (Dikmen, 2012).

1.3.1.1.2.1. Dickey Fuller (DF) ve Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) Testi

Dickey Fuller (DF) testi, serinin birim kök içerdiği (durağan olmadığı) boş hipotezine karşı, birim kök içermediği (durağan olduğu) alternatif hipotezine karşı sınamasıdır (Akıncı, 2008) ve aşağıdaki denklem ile ifade edilir.

$$y_t = \rho y_{t-1} + e_t \quad (3)$$

Bu denklem, birinci dereceden otoregresif AR(1) modelidir. AR(1) süreci için birim kök varlığı araştırıldığında hipotez aşağıdaki gibi oluşturulur.

$$H_0: \rho \geq 1 \text{ (Seri durağan değildir)}$$

$$H_1: \rho < 1 \text{ (Seri durağandır)}$$

Eğer H_1 hipotezi red edilip, H_0 hipotezi kabul edilirse yani seri durağan değilse,

$$y_t = \rho y_{t-1} + e_t \text{ denkleminin her iki tarafı } y_{t-1} \text{ 'den çıkartılarak,}$$

$$y_t - y_{t-1} = \Delta y_t = (\rho - 1)y_{t-1} + e_t$$

$$\rho - 1 = \delta \rightarrow$$

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1} + e_t$$

formülüne ulaşılır. Bu durumda hipotezler,

$$H_0 = \rho \geq 1 \text{ veya } H_0 = \delta \geq 0 \text{ (Seri durağan değildir)}$$

$$H_1: \rho < 1 \text{ veya } H_0 = \delta < 0 \text{ (Seri durağandır)}$$

şeklinde gösterilir.

$\rho = 1$ ise tesadüfi yürüyüş modeline ulaşılır. Bu da serinin birim kök taşıdığı anlamına gelir. Eğer $\rho < 1$ ise $\mu \sim (0; \sigma^2)$, beyaz gürültü diye bir süreçten söz edilebilir. Durağanlık araştırmasında temel nokta, trendin deterministik mi? yada stokastik mi? olduğunu belirlemektir. Şayet, trend tamamıyla tahmin ediliyorsa deterministik, edilmiyorsa stokastiktir.

Dickey-Fuller birim kök sınaması için üç model kullanılır. Bunlar;

- Pür rassal yürüyüş modeli diye adlandırılan trendin ve sabitin yer almadığı model,

- Sabitin yer aldığı rassal yürüyüş süreci diye adlandırılan sabitin yer aldığı model,
- Trend ve sabit terim içeren rassal yürüyüş diye adlandırılan sabit ve deterministik trendin birlikte yer aldığı modeldir.

Birinci model $\Rightarrow \Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + e_t$,

İkinci model $\Rightarrow \Delta Y_t = \beta_0 + \delta Y_{t-1} + e_t$,

Üçüncü model ise $\Rightarrow \Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \delta Y_{t-1} + e_t$,

şeklinde gösterilmektedir.

Üç modelde de $H_0: \delta=0$ hipotezi sınanır ve serinin durağan bir süreç izleyip izlemediğine karar verilir. Eğer hipotez reddedilirse birim kök varlığından söz edilmez. Yani, serinin durağan $I(0)$ olduğuna karar verilir. Ayrıca, sözü edilen üç modelde de kritik tablo değerleri için Dickey-Fuller tarafından geliştirilmiş τ (tau) istatistikleri kullanılır (Bozkurt, 2013).

Tablo 15. Dickey-Fuller testi için kritik değerler (τ) (Fuller,1996).

Örnek Hacmi	Hata Payları							
	%1	%2.5	%5	%10	%90	%95	%97.5	%99
τ_1 istatistiği (sabitli ve trendsiz)								
25	-2,66	-2,26	-1,95	-1,60	0,92	1,33	1,70	2,16
50	-2,62	-2,25	-1,95	-1,61	0,91	1,31	1,66	2,08
100	-2,60	-2,24	-1,95	-1,61	0,90	1,29	1,64	2,03
250	-2,58	-2,23	-1,95	-1,62	0,89	1,29	1,63	2,01
500	-2,58	-2,23	-1,95	-1,62	0,89	1,28	1,62	2,00
∞	-2,58	-2,23	-1,95	-1,62	0,89	1,28	1,62	2,00
τ_2 istatistiği (sabitli ve trendsiz)								
25	-3,75	-3,33	-3,00	-2,62	-0,37	0,00	0,34	0,72
50	-3,58	-3,22	-2,93	-2,60	-0,40	-0,03	0,29	0,66
100	-3,51	-3,17	-2,89	-2,58	-0,42	-0,05	0,26	0,63
250	-3,46	-3,14	-2,88	-2,57	-0,42	-0,06	0,24	0,62
500	-3,44	-3,13	-2,87	-2,57	-0,43	-0,07	0,24	0,61
∞	-3,43	-3,12	-2,86	-2,57	-0,44	-0,07	0,23	0,60
τ_3 istatistiği (sabitli ve trendli)								
25	-4,38	-3,95	-3,60	-3,24	-1,14	-0,80	-0,50	-0,15
50	-4,15	-3,80	-3,50	-3,18	-1,19	-0,87	-0,58	-0,24
100	-4,04	-3,73	-3,45	-3,15	-1,22	-0,90	-0,62	-0,28
250	-3,99	-3,69	-3,43	-3,13	-1,23	-0,92	-0,64	-0,31
500	-3,98	-3,68	-3,42	-3,13	-1,24	-0,93	-0,65	-0,32
∞	-3,96	-3,66	-3,41	-3,12	-1,25	-0,94	-0,66	-0,33

Ayrıca, sınırlandırılmış ve sınırlandırılmamış modellerin karşılaştırılmasına yönelik bir F istatistiği olan Φ testi ile hem birim kökün varlığını hem de trendin anlamlılığı birlikte değerlendirilir.

$$\Phi = \frac{[SKKT(\text{sınırlandırılmış}) - SKKT(\text{sınırlandırılmamış})]/r}{SKKT(\text{sınırlandırılmamış})/(T-k)} \quad (4)$$

Burada, SKKT, sınırlandırılmış ve sınırlandırılmamış modellerin hata kareleri toplamı, R, kısıtlama sayısı, T, gözlem sayısı, K, kısıtsız modeldeki parametre sayısını göstermektedir.

Yukarıdaki denklem ile hesaplanan değer, ilgili test istatistikleri ile karşılaştırılarak karar verilir. Φ testi ile ilgili kurulacak hipotezler aşağıdaki gibi yazılmaktadır;

Φ_1 testi için;

$$H_0: \Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + e_t, H_0: \beta_0 = \delta = 0 \text{ (Sabit yok, birim kök var)}$$

$$H_1: \Delta Y_t = \beta_0 + \delta Y_{t-1} + e_t, H_1: \beta_0 = \delta \neq 0 \text{ (Herhangi birisi sıfırdan farklı)}$$

Φ_2 testi için ise;

$$H_0: \Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + e_t, H_0: \beta_0 = \beta_1 = \delta = 0 \text{ (Sabit ve deterministik trend yok, birim kök var)}$$

$$H_1: \Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 \text{trend} + \delta Y_{t-1} + e_t, H_1: \beta_0 = \beta_1 = \delta \neq 0 \text{ (Herhangi birisi sıfırdan farklı)}$$

Son olarak Φ_3 testi için;

$$H_0: \Delta Y_t = \beta_0 + \delta Y_{t-1} + e_t, H_0: \beta_1 = \delta = 0 \text{ (Deterministik trend yok, birim kök var)}$$

$$H_1: \Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 \text{trend} + \delta Y_{t-1} + e_t, H_1: \beta_1 = \delta \neq 0 \text{ (Herhangi birisi sıfırdan farklı)}$$

Hesaplanan Φ değerleri Dickey-Fuller tarafından belirlenmiş kritik değerlerden daha küçük ise, sıfır hipotezi yani sınırlandırılmış model kabul edilir, şayet yüksek ise, sıfır hipotezi reddedilir. Yani sınırlandırılmış modelin geçerliliği ortadan kalkar.

Dickey-Fuller testinde tüm adımlarda, hata payları arasında korelasyon problemi olduğunda, bağımlı değişkenin gecikmeli değeri eşitliğin sağ tarafında olacak şekilde bir test önerilir. Bu eşitliğe, genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) testi denmekte ve denklemini aşağıdaki gibidir;

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha \Delta Y_{t-i} + e_t \quad (5)$$

Genişletilmiş Dickey-Fuller testi için de kritik nokta $\delta=0$ olup olmadığıdır. $\delta=0$ ise serinin birim kökü vardır ve dolayısıyla seri durağan değildir, şayet $\delta \neq 0$ ise seri durağandır (Bozkurt, 2013; Kutlar, 2009; Tsay, 2005; Dickey ve Fuller, 1979).

1.3.1.1.1.2. Philips Perron (PP) Testi

Dickey-Fuller testlerinde hata terimlerinin bağımsız, normal dağılıma ve sabit varyansa sahip olduğu kabul edilmektedir. Ancak birçok zaman serisinin zayıf bağımlı ve heterojen dağılımlı hata terimlerine sahip oldukları gözlemlenmiştir. Philips Perron testi, hata terimleri arasında otokorelasyon olabileceği kanısıyla Philips ve Perron (1988) tarafından geliştirilmiş bir testtir. Yani, PP testi hata terimlerinin zayıf bağımlılığını ve heterojen dağılımı kabul etmektedir. Böylece Philips-Perron, DF t istatistikleri geliştirilmesinde hata terimlerinin varsayımları konusundaki sınırlamaları dikkate almamaktadır. Çünkü hata terimlerini veya bu hata terimlerinin geçmiş değerlerini hareketli ortalama (MA) olarak kullanmaktadır (Bozkurt, 2013; Tarı, 2011; Dikmen, 2012).

Trend içeren serilerde hareketli ortalama süreçleri artan olduğunda PP testi DF testine göre daha güçlü olmaktadır. Hareketli ortalama süreçlerinin negatif olması durumunda ise ADF testleri, PP testine göre daha güçlüdür (Dikmen, 2012).

PP testi ile, her bir ADF testine gelen parametrik olmayan testler elde dilmektedir. Bu testler Z testi olarak adlandırılmaktadır (Bozkurt, 2013).

PP testinde de ADF testinde olduğu gibi yardımcı regresyonların, sabitsiz ve trendsiz, sabitli ve trendsiz ve sabitli ve trendli olmasına göre tahmin yapılmaktadır (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2010).

Yukarıdaki yöntemler yardımıyla serinin durağanlığı belirlendikten sonra seri durağan değil ise serinin logaritması alınarak veya fark alma işlemi ile durağan hale getirilir. Durağanlık sağlandıktan sonra mevsimsel olmayan AR(p), MA(p) ve ARMA(p,q) modellerine karar verirken otokorelasyon (ACF) ve kısmi otokorelasyon (PACF) fonksiyonlarından yararlanır (Bozkurt, 2013) ve ACF ve PACF değerlerinin alacağı görünüm aşağıdaki tabloda özetlenmektedir.

Tablo 16. AR(p), MA(p) ve ARMA(p,q) için ACF ve PACF'nin teorik davranışları (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2007).

Model	Otokorelasyon Fonksiyonu	Kısmi otokorelasyon Fonksiyonu
AR(p)	Azalarak kaybolur*	p gecikme sonra kesilir
MA(p)	q gecikme sonra kesilir	Azalarak kaybolur
ARMA(p,q)	Azalarak kaybolur ve q gecikme sonra kesilir	Azalarak kaybolur ve q gecikme sonra kesilir

* Azalma üssel veya sinüs dalgası şeklinde olabilir.

ACF yavaşça azalıyorsa ve PACF aniden kesiliyorsa model AR(p) olacaktır. AR modelindeki durumun tam tersine, ACF aniden kesiliyorsa ve PACF yavaşça azalıyorsa model MA(q) olacaktır. ACF ve PACF'deki azalmalar aniden değil yavaşça oluyorsa model ARMA (p,q) olacaktır (Kutlar, 2009).

Mevsimsel zaman serilerinde de ilk olarak serinin mevsimsel ve mevsimsel olmayan kısmının durağanlığının analiz edilmesi gerekir. Eğer durağan değilse hem mevsimsel olmayan hem de mevsimsel kısmın farkı alınarak durağan hale getirilir. Mevsimsel fark alma "a" dönem uzaklıktaki iki gözlem değerinin farkının alınması ile sağlanmaktadır. "a" bir yıl içindeki mevsim ve dönem sayısını göstermektedir.

İlk mevsimsel fark alma işlemi şu şekildedir:

$$z_t = y_t - y_{t-a}$$

Serinin hem birinci farkta durağan olması hem de seyir göstermesi durumunda ise ilk farkın mevsimsel farkının alınması gerekir. İlk farkın mevsimsel farkı şu şekilde ifade edilmektedir:

$$z_t = (y_t - y_{t-1}) - (y_{t-a} - y_{t-a-1})$$

Serinin mevsimsel ve mevsimsel olmayan kısmının durağanlığı sağlandıktan sonra ACF ve PACF fonksiyonlarından yararlanılarak model belirleme aşamasına geçilir (Akgül, 2003). Mevsimsel ARIMA modellerindeki ACF ve PACF fonksiyonlarının görünümü ise şu şekildedir (Kırçıl, 2013):

- Serinin PACF'nu s=12,24... gibi mevsimsel gecikmelerde güven sınırları dışına çıkıyorsa, model mevsimsel RA modeline uygundur.
- Serinin ACF'nu s=12,24... gibi mevsimsel gecikmelerde güven sınırları dışına çıkıyorsa, model mevsimsel MA modeline uygundur.

- Serinin ACF ve PACF'nu s=12,24... gibi mevsimsel gecikmelerde güven sınırları dışına çıkıyorsa, model mevsimsel ARMA modeline uygundur.

1.3.1.1.2. Model Belirlemede Kullanılan Araçlar

Otoregresif modeller 1926 yılında ilk kez Yule tarafından tanıtılmıştır. Hareketli ortalama modeller ise 1937 'de Slutsky tarafından sunulmuştur. 1938 yılında Wold otoregresif modeller ile hareketli ortalama modellerini birleştirerek otoregresif hareketli ortalama modelini geliştirmiştir. Ancak modellerin kullanımı bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak 1960 yılının ortalarından itibaren yaygınlaşmıştır (Makridakis ve Hibon, 1995).

1.3.1.1.2.1. Otoregresif Modeller (AR)

Otoregresif modeller, bir zaman serisinin herhangi bir dönemdeki gözlem değerini, aynı serinin ondan önceki belirli sayıda dönemin gözlem değerinin ve hata teriminin doğrusal bir bileşimidir (Yayar ve Karkacier, 2003) ve AR modelinin derecesi ise içerdiği geçmiş dönem gözlem değerlerinin sayısı ile belirlenmektedir. Bir tane geçmiş dönem gözlem değeri içeriyorsa "birinci derecen", iki tane içeriyorsa "ikinci dereceden", p tane içeriyorsa "p'inci dereceden AR modeli olarak adlandırılır (Naylor vd., 1972).

AR(p) modelinin genel gösterimi,

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t \quad (c \neq 0)$$

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t \quad (c = 0)$$

şeklinde dir. Burada, Y_t gerçek değer, $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ otoregresif parametreleri, c sabit değer ve e_t hata terimidir (Shumway ve Stoffer, 2011; Tsay, 2005).

$BY_t = Y_{t-1}$, $B^2 Y_t = Y_{t-2}$, $B^p Y_t = Y_{t-p}$ olarak işleyen gecikme işlemcisi B kullanıldığında ise,

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t$$

$$Y_t = c + \phi_1 B Y_t + \phi_2 B^2 Y_t + \dots + \phi_p B^p Y_t + e_t$$

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) Y_t = e_t + c \quad (c \neq 0)$$

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) Y_t = e_t \quad (c = 0)$$

şeklinde yazılabilir (Shumway ve Stoffer, 2011; Tsay, 2005).

AR(p) modelinin durağanlık koşulunu sağlayabilmesi için ϕ_i ile simgelenen katsayılarının toplamının 1'den küçük olması gerekir ve bu ifade $\sum_{i=1}^p \phi_i < 1$ ile gösterilmektedir (Akgül, 2003).

Otoregresif modelini kısaca örnekle açıklayacak olursak,

“Bir limonata standına sahip olduğunuzu ve her saat beş bardak limonata sattığınızı düşünün. Siz daha çok limonata için limonları tüketiyorsunuz. Fakat limonata kovanız boşalsa da, siz limonata sattığınız standı kapatmak istemiyorsunuz. Bunun için de her saat başına tükenen limonata yerine yeni limonata doldurmanız gerekmektedir. Böylece her saat kova içindeki limonata miktarı azalsa da, siz her zaman yerine yenisini ilave ettiğinizden ve sizin başınıza bir olay gelmediği sürece asla kovadaki limonata miktarı sıfır seviyesine inmez ve bu sayede satışınızda bir aksama olmaz. Daha az veya daha fazla limonata satmanız şeklindeki bir şok sadece belli bir saatteki limonata seviyesini etkileyebilir” (Sandy, 1990).

Uygulamada en çok kullanılan AR(1) ve AR(2) modelleri aşağıdaki gibidir:

AR(1) modeli

$c \neq 0$ olduğunda,

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + e_t$$

$c = 0$ olduğunda,

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + e_t$$

Geri kaydırma işlemcisi kullanıldığında,

$$(1 - \phi_1 B)y_t = e_t + c \quad (c \neq 0)$$

$$(1 - \phi_1 B)y_t = e_t \quad (c = 0)$$

şeklinde tanımlanır (Burke, 2011; Montgomery vd., 2008).

AR(1) modelinin durağanlık koşulunu sağlayabilmesi için $(1 - \phi_1 B) = 0$ polinomunun kökleri birim çemberin dışında olmalıdır ve bu ifade $|\phi_1| < 1$ ile gösterilmektedir (Akgül, 2003).

AR(2) modeli

$c \neq 0$ olduğunda,

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + e_t$$

$c = 0$ olduğunda,

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + e_t$$

Geri kaydırma işlemcisi kullanıldığında,

$$(1-\phi_1B-\phi_2B^2)y_t=e_t+c \quad (c\neq 0)$$

$$(1-\phi_1B-\phi_2B^2)y_t=e_t \quad (c=0)$$

şeklinde tanımlanır (Burke, 2011; Montgomery vd., 2008).

AR(2)'nin durağanlık koşulları ise aşağıdaki gibidir (Hyndman ve Athanasopoulos, 2013):

$$-1 < \phi_2 < 1$$

$$\phi_2 + \phi_1 < 1$$

$$\phi_2 - \phi_1 < 1$$

1.3.1.1.2.2. Hareketli Ortalama Modelleri (MA)

Hareketli ortalama modeli, bir zaman serisinin t dönemindeki değerini, hata payının cari ve geçmiş dönem değerlerinin ağırlıklı ortalaması ile ifade eden bir modeldir ve bu modeller geçmiş dönem hata terim sayısına göre birinci, ikinci ve q'uncu dereceden MA modelleri olarak adlandırılırlar (Özdemir, 2008).

MA(q) modeli genel olarak;

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \theta_2\varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_p\varepsilon_{t-p} \quad (\mu \neq 0)$$

$$Y_t = \varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \theta_2\varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_p\varepsilon_{t-p} \quad (\mu = 0)$$

ile ifade edilmektedir. Burada μ serinin ortalaması, $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p$ hareketli ortalama parametreleri, $\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, \varepsilon_{t-p}$ hata terimleridir (Shumway ve Stoffer, 2011; Adhikari ve Agrawal, 2013).

MA(q) modeli $\mu=0$ olması varsayımıyla gecikme işlemcisi B kullanıldığında,

$$Y_t = \varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \theta_2\varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_p\varepsilon_{t-p}$$

$$Y_t = \varepsilon_t - \theta_1B\varepsilon_t - \theta_2B\varepsilon_t - \dots - \theta_pB\varepsilon_t$$

$$Y_t = (1 - \theta_1B - \theta_2B^2 - \dots - \theta_pB^p)\varepsilon_t \quad (\mu = 0)$$

$$Y_t = (1 - \theta_1B - \theta_2B^2 - \dots - \theta_pB^p)\varepsilon_t + c \quad (\mu \neq 0)$$

olarak ifade edilmektedir (Shumway ve Stoffer, 2011; Montgomery vd., 2008).

MA(q) modelinin çevrilebilirlik koşulunu sağlayabilmesi için θ_i ile simgelenen katsayılarının toplamının 1'den küçük olması gerekir ve bu ifade $\sum_{i=1}^p \theta_i < 1$ ile gösterilmektedir (Akgül, 2003).

Hareketli ortalama modelini kısaca örnekle açıklayacak olursak,

“Yolda kalan yarı romörkları çekmek üzerine uzmanlaşmış olan bir çekici şirkete sahip olduğunuzu varsayın. Her bir yolda kalan aracın çekilmesi bağımsız bir olaydır. 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 iki veya üç günün gerekli olduğunu göstermiştir. Eğer siz yeterli teçhizata sahip olmazsanız aracın sahipleri bu iş için başkasını bulacaklardır. Bir gündeki tamir edilmek için çekilmesi gerekli araç sayısı size gerekli olan teçhizat hakkında bilgi vermektedir. Üç gün ötesinde, bu günkü tercihler size gelecekte hakkında hiçbir şey söylemez” verilebilir. (Sandy, 1990).

Uygulamada en çok kullanılan MA(1) ve MA(2) modelleri aşağıdaki gibidir:

MA(1) modeli ise,

$\mu \neq 0$ olduğunda,

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

$\mu = 0$ olduğunda,

$$Y_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

Geri kaydırma işlemcisi B kullanıldığında,

$$Y_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} = (1 - \theta_1 B) \varepsilon_t + \mu \quad (\mu \neq 0)$$

$$Y_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} = (1 - \theta_1 B) \varepsilon_t \quad (\mu = 0)$$

olarak yazılmaktadır (Wei, 2006; Montgomery vd., 2008).

MA(1) modelinin çevrilebilirlik koşulunu sağlayabilmesi için $(1 - \theta_1 B) \varepsilon_t = Y_t$ polinomunun kökleri birim çemberin dışında olmalıdır ve bu ifade $|\theta_1| < 1$ ile gösterilmektedir (Akgül, 2003).

MA(2) modeli ise,

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2}$$

$\mu = 0$ olduğunda,

$$Y_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2}$$

Geri kaydırma işlemcisi B kullanıldığında,

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2) \varepsilon_t + \mu \quad (\mu \neq 0)$$

$$Y_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2) \varepsilon_t \quad (\mu = 0)$$

olarak yazılmaktadır (Wei, 2006; Montgomery vd., 2008)

AR(2)'nin durağanlık koşulları ise aşağıdaki gibidir (Hyndman ve Athanasopoulos, 2013):

$$-1 < \theta_1 < 1$$

$$\theta_2 + \theta_1 < 1$$

$$\theta_2 - \theta_1 < 1$$

1.3.1.1.2.3. Otoregresif Hareketli Ortalama Modeller (ARMA)

ARMA, bir Y_t serisindeki Y_t değerlerinin p dönem geriye doğru giden ağırlıklı ortalamasından ibaret olan AR ve hata terimlerinin q dönem kadar geriye giden ağırlıklı ortalamasından oluşan MA modellerinin bir kombinasyonudur (Kutlar ve Elevli, 1999). Bu modeller (ARMA), modellerde esneklik sağlama ve hesaplanacak parametre sayısını minimum yapmak için geliştirilmiştir (Box vd., 1994).

ARMA(p,q) modelinin genel ifadesi,

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_p \varepsilon_{t-p} \quad (\mu \neq 0)$$

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_p \varepsilon_{t-p} \quad (\mu = 0)$$

Burada, μ serinin ortalaması, $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ otoregresif parametreleri, $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p$ hareketli ortalama parametreleri, $\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, \varepsilon_{t-p}$ hata terimlerini göstermektedir (Shumway ve Stoffer, 2011; Adhikari ve Agrawal, 2013).

Geri kaydırma işlemcisi B kullanıldığında ise,

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) Y_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_p B^p) \varepsilon_t + \mu \quad (\mu \neq 0)$$

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) Y_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_p B^p) \varepsilon_t \quad (\mu = 0)$$

şeklinde gösterilebilir (Brockwell ve Davis, 2002; Tsay, 2005).

ARMA (p,q) modelinde, ϕ_i ile simgelenen katsayılarının toplamının 1'den küçük olduğunda "durağan", θ_i ile simgelenen katsayılarının toplamının 1'den küçük olduğunda "çevirebilir"dir ve bu ifadeler sırasıyla $\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_p < 1$ ve $\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_p < 1$ ile gösterilmektedir (Akgül, 2003).

ARMA modelini kısaca örnekle açıklayacak olursak,

"Ulusal park yakınında bir motele sahip olduğunuzu düşünün ve motel rezervasyonlarının bazıları süreklilik göstermektedir. Yani, müşterilerin bazıları motelinizde bir günden daha fazla zaman harcamaktadır. Ayrıca, müşterilerden bazıları da ulusal parkta bir haftalık tatil geçirmekte ve evlerine dönmeden önce gece kalmak için sizin motelinize gelmektedirler. Belli bir günde meydana gelecek şok otelde sürekli kalan

müşterileri artan-birden fazla dönem şeklinde etkileyecektir. Ulusal parkta bir haftalık tatil geçirdikten sonra bir gece için kalmaya gelenler üstünde ise bu şokun, bir hafta sonra tek bir etkisi olacaktır” (Sandy, 1990).

Basit bir ARMA(1,1) modeli ise şu şekildedir (Kirchgassner ve Wolters, 2007):

$\mu \neq 0$ olduğunda,

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

Geri kaydırma işlemcisi kullanıldığında,

$$Y_t - \phi_1 B Y_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1 B \varepsilon_t$$

$$(1 - \phi_1 B) Y_t = \mu + (1 - \theta_1 B) \varepsilon_t$$

ARMA (1,1) modeli , ϕ_1 değeri -1 ile +1 arasında “durağan”, θ_1 değeri ise -1 ile +1 arasında ise “çevrilebilir” dir (Akgül, 2003).

1.3.1.1.2.4. Birleştirilmiş Otoregresif Hareketli Ortalama (ARIMA) Modelleri

AR(p), MA(q) ve ARMA(p,q) modelleri sadece durağan zaman serileri analizinde kullanılan modellerdir. Ancak uygulamada karşılaşılan serilerin çoğu, özellikle trend, mevsimsel ve konjonktürel dalgalanmalar ve düzensiz hareketler gibi rassal etkenler tarafından bozulduğu için ekonomik ve finansal zaman serileri durağan değildir. Mevsim etkisi taşıyan veya trende sahip olan serilerin durağan hale dönüştürülmesi gerekir. Bunun için serilerin durağan olana kadar farkı alınmaktadır. Fark alma derecesi d ile simgelenir ve uygulamada d genellikle en çok iki değerini alır. Yani d=1 veya d=2’dir. (Akgül, 2003; Özdemir, 2008).

ARIMA (p,d,q) modelinin genel ifadesi şu şekildedir:

$$w_t = c + \phi_1 w_{t-1} + \dots + \phi_p w_{t-p} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t$$

Burada

w_t : farkı alınmış serileri,

c: sabit terim,

p: otoregresif model mertebesini,

q: hareketli ortalama model mertebesini,

ϕ : otoregresif parametreyi,

θ : hareketli ortalama parametreyi,

ε_t : t zamanındaki hataları,

göstermektedir (Hyndman ve Athanasopoulos, 2013). Fark alma işlemi ise $\Delta^d y_t = (1-B)^d y_t = w_t = y_t - y_{t-1} - y_{t-2} - \dots - y_{t-d}$ formülü ile gerçekleştirilmiştir. Burada,

w_t : farkı alınmış seri

Δ : fark alma operatörü,

d : fark alma derecesidir (Chatfield, 2000).

ARIMA modeli için durağanlık ve çevrilebilirlik koşulları ARMA modellerde olduğu gibidir (Wei, 2006).

Basit olarak ARIMA(1,1,1) modeli,

$$\Delta y_t - \Delta y_{t-1} = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

Geri kaydırma işlemcisi B kullanıldığında,

$$(1 - \phi_1 B) \Delta y_t = (1 - \theta_1 B) \varepsilon_t$$

şeklinde ifade edilir (Duru, 2007).

1.3.1.1.2.5. Mevsimsel ARIMA Modelleri (SARIMA)

SARIMA modeli, gelecek tahmini için doğrusal bir yaklaşım olarak bilinen ARIMA modeline benzemekte ve model belirleme, parametre tahminleri, uygunluk testleri ve tahmin gibi aşamaları içermektedir. Mevsimsel farklılıklara dayanan mevsimsel değişim özellikleri giderilerek SARIMA modeli ile doğru tahmin modeli geliştirilebilir (Jeong vd., 2014).

SARIMA modeli, mevsimsel otoregresif model (P), mevsimsel bütünleşik model (D), mevsimsel hareketli ortalama model (Q), otoregresif model (p), bütünleşik model (d) ve hareketli ortalama modelini (q) içermektedir. Genel olarak SARIMA modeli, SARIMA (p,d,q)(P,D,Q) şeklinde gösterilmekte ve aşağıdaki denklemler ile;

$$\varphi_p(B) \Phi_p(B^S) (1-B)^d (1-B^S)^D y_t = \delta + \theta_q(B) \Theta_Q(B^S) \alpha_t$$

$$\varphi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$$

$$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

$$\Phi_p(B^S) = 1 - \Phi_S B^S - \Phi_{2S} B^{2S} - \dots - \Phi_{PS} B^{PS}$$

$$\Theta_Q(B^S) = 1 - \Theta_S B^S - \Theta_{2S} B^{2S} - \dots - \Theta_{QS} B^{QS}$$

ifade edilmektedir. Burada, y_t , t zamanındaki gözlem değeri; α_t , t zamanındaki gecikme hatasını (rassal hata); B, gecikme işlemcisi; φ_p ($p=1,2,\dots,p$), Φ_p ($P=1,2,\dots,P$), θ_q ($Q=1,2,\dots,q$) ve Θ_Q ($Q=1,2,\dots,Q$), SARIMA model parametrelerini; p ve q, otoregresif ve hareketli

ortalama mertebesini; d ve D , mevsimsel olmayan ve mevsimsel fark derecesini; S ise mevsimsel süreyi göstermektedir (Pao, 2009; Jeong vd., 2014).

SARIMA model uygulamalarındaki temel şart, zaman serisi verilerinin ortalama, standart sapma ve otokorelasyon fonksiyonlarının, zaman ile durağan hale getirilebilmelidir. Ayrıca, α_t (rassal hata), bağımsız olmalı ve sıfır ortalamalı normal dağılım gibi dağılım göstermelidir. Bu model, kısa dönemli tahminler için daha iyi sonuçlar vermektedir (Jeong vd., 2014).

1.3.1.2. Parametre Tahminleri

Uygun model belirlendikten sonra modelin parametreleri hata kareler toplamını minimum yapacak şekilde tahmin edilir. Eğer uygun model olarak AR modeli belirlenmişse “en küçük kareler yöntemi”, MA modeli belirlenmişse “maksimum benzerlik veya en küçük kareler yöntemi” ve ARMA modeli belirlenmişse “doğrusal olmayan optimizasyon yöntemi” kullanılarak parametre tahminlemesi yapılmaktadır. Ayrıca parametre değerlerinin anlamlı olarak sıfırdan farklı olup olmadığı kontrol edilmelidir ve anlamlı olmayan parametreler modelden atılmalıdır (Akgül, 2003; Saygılı, 2008).

1.3.1.3. Modelin Uygunluğunun Araştırılması

Parametre tahmininden sonra modelin uygunluğunun araştırılması genelde iki aşamayı içermektedir. Birinci aşamada, oluşturulan serinin otokorelasyonu ile orjinal serinin otokorelasyon fonksiyonu karşılaştırılır. İki otokorelasyon fonksiyonu oldukça farklı ise model tekrar belirlenir. Şayet bu iki otokorelasyon fonksiyonu arasındaki farklılık az ise ikinci aşamaya geçilir ve bu aşamada modelin kalıntı (hata terimlerinin) analizi yapılır (Pindyck ve Rubinfeld, 1998). Bunun için kalıntılara ait korelasyon ile kısmi otokorelasyon fonksiyonları oluşturulur ve Box-Pierce ve Düzeltilmiş Ljung-Box Q istatistikleri yardımıyla otokorelasyon katsayıları test edilir.

Box ve Pierce'nin (1970) önerdiği Q istatistiği;

$$Q = n \sum_{k=1}^m r_k^2$$

şeklindedir.

Düzeltilmiş Ljung-Box istatistiği (1978) ise,

$$Q^o = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{r_k^2}{n-k}$$

biçimindedir. Burada,

r_k : Örneklem tahmin hatalarının çeşitli gecikmedeki otokorelasyon katsayıları

k : Gecikme sayısı

n : Gözlem sayısı

m : Test edilecek otokorelasyon katsayısı

gösterir (Griffiths vd., 1993). Hesaplanan Q istatistiği değeri (m-P-p-Q-q) veya (m-p-q) serbestlik derecesinde ve verilen güven düzeyindeki (α) X^2 tablo değerine eşit veya küçük ($Q \leq X^2_{(m-p-q \text{ veya } m-P-p-Q-q), \alpha}$) ise modelin uygun olduğunu gösterir. Eğer $Q \geq X^2_{(m-p-q \text{ veya } m-P-p-Q-q), \alpha}$ ise model uygun değildir ve modelin tekrar belirlenmesi gerekir.

(m-P-p-Q-q): Mevsimsel modelin serbestlik derecesi

(m-p-q): Mevsimsel olmayan modelin serbestlik derecesidir (Akgül, 2003).

Şayet değerlendirme sonucunda birden fazla model uygun bulunursa, bu modellerin arasından en uygun modelin tespiti için model seçim ölçütlerinin sonucuna bakılır. Bu ölçütlerden en fazla kullanılanları ise şunlardır:

R^2 Kriteri

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{err}}{SS_{tot}}$$

Düzeltilmiş \bar{R}^2 Kriteri

$$\bar{R}^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-k}$$

Akaike Bilgi Kriteri (AIC)

$$AIC = \ln\left(\frac{\sum u_i^2}{n}\right) + \frac{2k}{n}$$

Schwartz Bilgi Kriteri (SIC)

$$SIC = \ln\left(\frac{\sum u_i^2}{n}\right) + \frac{k}{n} \ln n$$

Hannan-Quinn Bilgi Kriteri (HQIC)

$$HQIC = \ln\left(\frac{\sum u_i^2}{n}\right) + \frac{2k}{n} \ln(\ln n)$$

Yukarıdaki denklemlerde

SS_{err} : Toplam hatalar karesi

SS_{tot} : Tüm toplam kareler

n : Gözlem sayısı

k: Sabit terim de dahil olmak üzere modeldeki parametre sayısı ($k=p+q+1$)

$\sum u_i^2$ = Kalıntıların kareleri toplamı

olarak tanımlanmaktadır.

Aday modeller arasından en küçük AIC, SIC, HQIC ve en büyük R^2 , \bar{R}^2 değerlerine sahip model en uygun olarak belirlenir ve bu model kullanılarak öngörü yapılır (Kirchgassner ve Wolters, 2007; Gujarati ve Porter, 2012).

Ancak model belirleme ölçütlerine göre de modeller arasında bir seçim yapılamıyorsa ve hala uygun birden fazla model bulunuyorsa modellerin tahmin başarıları karşılaştırılır ve en uygun model bulunur. Bu bağlamda modellerin tahmin başarılarının karşılaştırılması amacı ile çeşitli istatistikler kullanılmaktadır (Akgül, 2003). Bunlar arasında en fazla kullanılan istatistikler ve denklemleri aşağıda açıklanmıştır.

Ortalama HataKare (MSE)

$$MSE = \frac{\sum (\hat{y}_t - y_t)^2}{m-n}$$

Kök Ortalama Hata Kare (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (\hat{y}_t - y_t)^2}{m-n}}$$

Ortalama Mutlak Hata (MAE)

$$MAE = \frac{\sum |\hat{y}_t - y_t|}{m-n}$$

Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)

$$MAPE = \sum \left| \frac{\hat{y}_t - y_t}{y_t} \right| \frac{100}{n}$$

Ortalama Yüzde Hata (MPE)

$$MPE = \frac{1}{n-m} \sum \left(\frac{\hat{y}_t - y_t}{y_t} \right)$$

Kök Ortalama Yüzde Hata Kare (MSPE)

$$MSPE = \sqrt{\frac{1}{n-m} \sum \left(\frac{\hat{y}_t - y_t}{y_t} \right)^2}$$

Yukarıdaki denklemlerde;

n :durağan hale getirilen serinin gözlem sayısını,

m :modeldeki parametre sayısını,

\hat{y}_t :modelin tahmini değerini,

y_t :gözlem (gerçek) değerini,

ifade etmektedir (Göktaş, 2005).

Tahmin başarısını karşılaştırmak amacı ile kullanılan tüm istatistiklerde hesaplanan değerlerin küçük olması istenmektedir. Ancak hangi istatistiğin kullanılması gerektiği konusunda bazı kriterler bulunmaktadır. Bunlar (Bozdağ, 2009);

- “Ortalama Hata Kare”, hata değerlerinin büyüklükleri benzer olduğu,
- “Ortalama Mutlak Hata”, büyük sapmaların olduğu,
- “Ortalama Yüzde Hata”, bir tahmin modelinin yansız olup olmadığı belirlenmesi gereken,
- “Ortalama Mutlak Yüzde Hata”, tahmin hatasının sayısal büyüklüğünden ziyade, yüzde hata ile yakından ilgili olduğu,
- “Kök Ortalama Hata Kare”, büyük tahmin hatalarına daha fazla ağırlık verildiği durumlarda kullanılmaktadır.

“Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)” istatistiği, tahmin hatalarını yüzde olarak ifade ettiğinden ve tek başına bir anlamının olmasından dolayı diğer istatistiklere göre daha iyi olduğu kabul edilmektedir (Akgül, 2003).

1.3.1.4. Tahmin

Bir zaman serisi modeli belirlenip, parametreleri tahmin edilip ve uygunluğunun araştırılmasından sonra öngörü aşamasına geçilir. Model kurma sürecinin son aşamasıdır. Testler sonucunda uygun bulunan modeller öngörü için kullanılır. Bulunan model gözlenen verileri üreten gerçek süreç değildir. Bu sürece bir yaklaşımdır ve hem belirleme hem de parametre tahmininde hatalara açıktır.

Tahmindeki başarı, ampirik modelin uygunluğuna, dolayısıyla belirleme ve tahmin aşamalarındaki başarıya bağlıdır. Yani, gerçek parametreler ile ilgili olmayan bilgilerin tahmin hatalarını arttıracaktır. Özellikle zaman serileri analizinde amaç, gerçek ve tahmin edilen değerler arasında ortalama kareyi minimum kılan tahminler elde etmektir.

Mevsimlik olmayan bir zaman serisi için hata kareleri minimum olan tahminler kolayca elde edilebilir. Ayrıca, geriye doğru ardışık hesaplamalarla tahmin değerleri ve bu değerlerin güven aralıkları da elde edilir. Bir ARMA(p,q) modelinin t+l zamanındaki denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$Y_{t+l} = \phi_1 Y_{t+l-1} + \dots + \phi_p Y_{t+l-p} + \varepsilon_{t+l} + \theta_1 \varepsilon_{t+l-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t+l-q}$$

Burada, t en son gözlem dönemini, l öngörülecek dönemini ifade etmektedir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2010 ; Akmut vd., 1999).

1.3.2. Box-Jenkins Yönteminin Üstün ve Zayıf Yönleri

Box-Jenkins yönteminin üstün yönleri şu şekilde sıralanabilir (Polat, 2009; Çiğdem, 2009; Bönner, 2009):

- Box-Jenkins modellerine dayanarak yapılan aynı döneme ait kestirimlerinin, diğer yöntemlere dayanarak yapılan aynı döneme ait kestirimlere oranla daha güvenilirdir.
- Box-Jenkins yönteminde ileriye dönük tahmin amacıyla analiz edilecek bir zaman serisi için uygun model belirlenirken izlenen her aşamada bu modelin analiz edilecek seriye uygunluğunu denetleme imkanı vardır.
- Doğru kurulduğunda optimum tek değişkenli öngörülerini veren Box-Jenkins modellerinin çok sayıda olmasında dolayı araştırmacıya en uygun modeli seçme imkanı verir.
- Box-Jenkins yöntemine göre belirlenecek uygun modele önemli olan parametre sayısını olabildiğince az tutar.
- İktisat teorisine bağımlı olmadığından, çok değişkenli regresyon modellerinin aksine, dışsal değişkenlerin gözlenemediği veya bunlara ait verilerin bulunamadığı durumlarda da tek değişkenli bir yaklaşım olan Box-Jenkins yöntemleri kullanılabilir.
- Box-Jenkins yöntemindeki modellerin altında geniş bir klasik olasılık teorisi ve matematiksel istatistik yatmaktadır.

Box-Jenkins yönteminin zayıf yönleri ise şunlardır (Polat, 2009; Çiğdem, 2009; Hanke ve Wichern, 2008; Meyler vd., 1998):

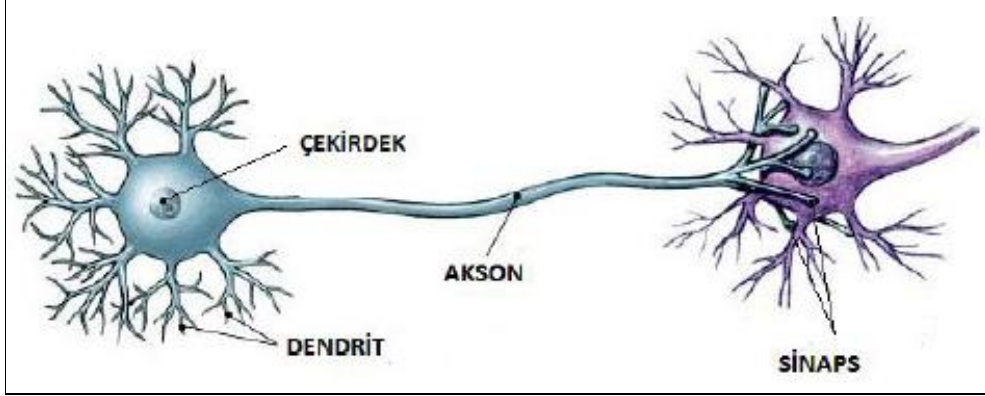
- Yöntem araştırmacıya geniş bir özgürlük imkanı sağladığından, araştırmacı uygun olmayan bir model seçebilir.
- Diğer yöntemlere nazaran daha karmaşık bir yapıya sahip olan Box-Jenkins yöntemi için çok sayıda veri gereklidir. Bu sayı çeşitli literatüre göre en az 20 ile 50 arasında olmalıdır.

- Box-Jenkins yönteminin uygulanabilmesi için deneyimli ve becerikli tahminci kişilere gereksinim duyulur.
- Diğer yöntemlere nazaran Box-Jenkins yöntemi kullanılarak yapılan tahminlerin elde edilmesi daha fazla zaman almaktadır.
- Box-Jenkins modelleriyle aynı seriyi analiz eden ve aynı seri için ileriye dönük tahmin yapan iki kişinin sayısal olarak aynı sonuçlar elde etmesi kesin değildir.
- Yapısal modeller olmadan Box-Jenkins yöntemi ile simülasyon esaslarının yürütülmesi mümkün olmaz,
- Box-Jenkins yöntemi temel olarak geçmişe yöneliktir. Dönüm noktası uzun dönemli bir geçmişi temsil etmediğinde, dönüm noktalarını tahmin etmede Box-Jenkins yöntemi genellikle yetersizdir.

1.4. Yapay Sinir Ağları

1.4.1. Biyolojik Sinir Hücresi

Yapay sinir ağlarının daha iyi anlaşılması için ilk önce biyolojik sinir ağlarının yapısının ve çalışma ilkelerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. İnsan beyninin en temel parçası, hatırlama, düşünme, her harekette daha önceki deneyimlere başvurma yeteneğini sağlayan kendine özgü sinir hücreleridir. İnsan beyinde yaklaşık 10^{11} sinir hücresi mevcut olup, her bir biyolojik sinir hücresinin de yaklaşık 10000 kadar komşu bağlantısı bulunmaktadır. Bu sinir hücrelerinde sinyaller, çok karmaşık elektro-kimyasal olaylar zinciriyle oluşan ve sayısı saniyede 1000 taneye kadar çıkabilen titreşimler halinde iletilmektedir. Bu mekanizma içerisindeki tipik bir sinir hücresi dendritler, soma, aksonlar ve sinapslardan oluşmakta ve Şekil 1'de gösterilmektedir (Alavala, 2008; Elmas, 2011).



Şekil 1. Biyolojik sinir hücresi (Uslu, 2011).

Akson gövdedeki bilgiyi diğer nöronların dendritlerine taşımakla görevlidir. Dendritler ise iletim hatları olarak kullanılan uzun fiberlerden oluşmuş aksonlar boyunca diğer nöronlardan alınan bilgiyi, hücre gövdesine taşırlar. Dendritlerde yoğun bir metabolizma etkinliği ve protein sentezi vardır. Akson sonları ile dendritler arasında bulunan sinapslar, bilgilerin uzun süre saklandığı bilgi saklama yerleri olarak düşünülmekte ve uzun süreli bellek olarak bilinirler. Soma olarak adlandırılan hücre gövdesi ise, hücreyi denetlemekle ve hücre etkinliklerinin tümünü yönetmekle sorumludur (Nabiyev, 2005).

1.4.2. Yapay Sinir Ağı Tanımı

Basit anlamda yapay sinir ağları, örnek kümesi yardımıyla, parametrelerin uyarlanabilmesi için yazılan, matematiksel formüller için oluşturulan bir bilgisayar yazılımıdır (Yurtoğlu, 2005).

Haykin (1999), deneyime dayalı bilgiyi depolamaya ve bu bilgileri kullanıma sunmaya yönelik doğal eğilim içerisinde olan yoğun paralel dağıtılmış bir işlemci olarak tanımlamıştır.

Öztemel (2006) yapay sinir ağları kitabında ise, yapay sinir ağlarını insan beyninin özelliklerinden olan, öğrenme yolu ile yenibilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacıyla geliştirilen bilgisayar sistemleri olarak tanımlamaktadır.

Genel anlamda, yapay sinir ağları, öğrenme, öğrendiklerini hafızasında saklama, genelleme yapabilme ve hatırlatma gibi insani özellikleri taklit edebilen ve insan

beynindeki sinir hücrelerine benzeyen birçok temsili sinir hücresinin, ağırlıklı bağlantılar aracılığı ile birbirine bağlanması suretiyle oluşturulan karmaşık bir sistemdir (Çelik, 2006; Özgen, 2007).

1.4.3. Yapay Sinir Ağlarının Tarihçesi

İnsan beyni ve düşünebilme yeteneğine ilişkin ilk açıklayıcı teori geliştirme denemeleri antik Yunan düşünürleri olan Plato (İ.Ö. 427-327) ve Aristoteles'e (İ.Ö. 384-322) kadar uzanmaktadır (Saraç, 2004). Modern elektroniğin gelişmesi ile birlikte, bu düşünce işlemini kullanmaya çalışmak doğal bir hale gelmiştir. Yapay sinir ağlarının tarihçesi programlanabilir elektronik bilgisayarların tarihi ile aynı zamana denk gelen 1940'ların ilk yıllarında başlamakta (Elmas, 2011; Kriesel, 2005) ve aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Kriesel, 2005; Mehrotra vd., 1997; Elmas, 2011; Doğan, 2010; Zaknich, 2003).

1943- Warren McCulloch ve Walter Pitts, nörolojik ağ modellerini tanıtmışlar ve nöronlara dayalı başlangıç devrelerini yeniden canlandırmışlardır. Hatta basit ağların bile hemen hemen her mantıksal ve aritmetik fonksiyonu hesaplayabileceklerini göstermişlerdir.

1947- Walter Pitts ve Warren McCulloch, yapay ağlar ile uzay modelleri olarak adlandırılan pratik alan uygulamasını (1943'da Pittó ve McClulloch tarafından bahsedilmeyen) belirtmiştir.

1949-Donald O. Hebb, günümüzde birçok yapay öğrenme prosedürlerinin temelinde yer alan klasik "Hebbian Kuralı"nı formüle etmiştir.

1950- Nöropsikolog Karl Lashley, beyin bilgi depolama dağıtılmış bir sistem olarak gerçekleştirildiği tezini öne sürmüştür.

1951- Marvin Minsky, otomatik olarak ağırlıkları ayarlayabilen Snark isimli yapay bilgisayar geliştirdi.

1956- Beyin çalışmasının nasıl taklit edileceğine dair ilk tartışmalar Dartmouth Yaz Araştırma Proje'sinde iyi tanılan bilim adamları ve istekli öğrenciler tarafından yapılmıştır.

1957-1958- Frank Rosenblatt, Charles Wightman ve iş arkadaşları, her biri bir değişken ağırlığı temsil eden 512 motor tahrikli potansiyometre ile elektromekanik olarak çalışan ve 20x20 piksel görüntü sensörü vasıtasıyla basit sayısal değerleri hızlı şekilde

tanımlayabilme yeteneğine sahip “Mark I perceptron” isimli ilk yapay bilgisayarı geliştirdiler.

1959- Frank Rosenblatt, farklı perceptron varyasyonlarını tanımladı ve “ Perceptron Yakınsama Teoremini” ispatladı.

1960- Bernard Widrow ve Marcian E. Hoff, ticari kullanımına sahip ilk sinir ağı olan “ADALİNE (Adaptive Linear Neuron)” adındaki hızlı ve kesin uyarlanabilir öğrenme sistemini tanıttılar.

1961- Karl Steinbuch, nöral birleştirici bellek öncüleri olarak görülen “çağrışimli bellek” tekniklerini tanıttı.

1965- Nils Nilson, o zamana kadar olan yapay sinir araştırma çalışmaları ve gelişmeleri içeren “Learning Machines” adlı kitabı yayınladı.

1969- Marvin Minsky ve Seymour Papert, perceptron modelinin birçok temel problemleri çözme yeteneğine sahip olmadığını gösteren “perceptronun matematiksel analizi” yayınladı.

1972- Teuvo Kohonen ve James A. Anderson, birbirlerinden bağımsız olarak bir çağrışimli bellek modeli olan “doğrusal ilişkilendirici” modelini tanıttılar.

1973- Christoph Von Der Malsburg, doğrusal olmayan ve biyolojik modele benzeyen bir nöron modeli kullandı.

1974- Paul Werbos doktora tezi için, Harvard Üniversitesi’nde hatanın geriyayılımı diye adlandırılan bir öğrenme prosedürü geliştirdi.

1976-1980 ve sonrası- Stephen Grossberg, çeşitli yapay modellerin analiz edildiği birçok çalışma yaptı. Aynı zamanda, bir yapay ağının daha önce öğrendiği ilişkilere zarar vermeden öğrenmeye devam edilmesi problemi üzerine çalıştı. Gail Carpenter şirketi tarafından “Adaptif Rezonans Teorisi (ART) modeli geliştirildi.

1982- Teuvo Kohonen, Kohonen haritaları olarak bilinen “Kendini Düzenleyen Haritaları (SOM)” tanımladı. Ayrıca, John Hopfield tarafından, fizikteki manyetik kurallardan esinlenerek “Hopfield Ağları” icat edildi.

1983- Fukushima, Miyake ve İto, el yazısı karakterlerini tanımlayabilen ve 1975 yılında geliştirilen Cognitron ağının geliştirilmiş olan “ Neocognitron” yapay sinir ağı modelini tanıttılar.

1985- John Hopfield, Hopfield ağlarını kullanarak gezici satıcı problemleri için kabul edilebilir çözümlerin bulunabileceği yolu belirten bir makale yayınladı.

1985'e kadar- Amerikan Ulusal Fizik Akademisi, yapay sinir ağı ile ilgili gelişmeleri izlemiş ve desteklemiştir.

1986- Rumelhart ve McClelland, karmaşık ve çok katmanlı ağlar için geriye yayılmalı öğrenme algoritmasını ortaya koymuşlardır.

1987- Elektrik elektronik mühendisliği Enstitüsü tarafından sinir ağlarını konu alan ilk uluslararası konferans 1800'ü aşkın katılımcı ile gerçekleşmiştir.

1988- David Broomhead ve David Lowe, çok katmanlı algılayıcılara alternatif olarak "Dairesel Tabanlı Fonksiyon" ağlarını geliştirdiler. Aynı yıl içerisinde, Donald Specht tarafından ise "Olasılıksal Ağ" modeli geliştirildi.

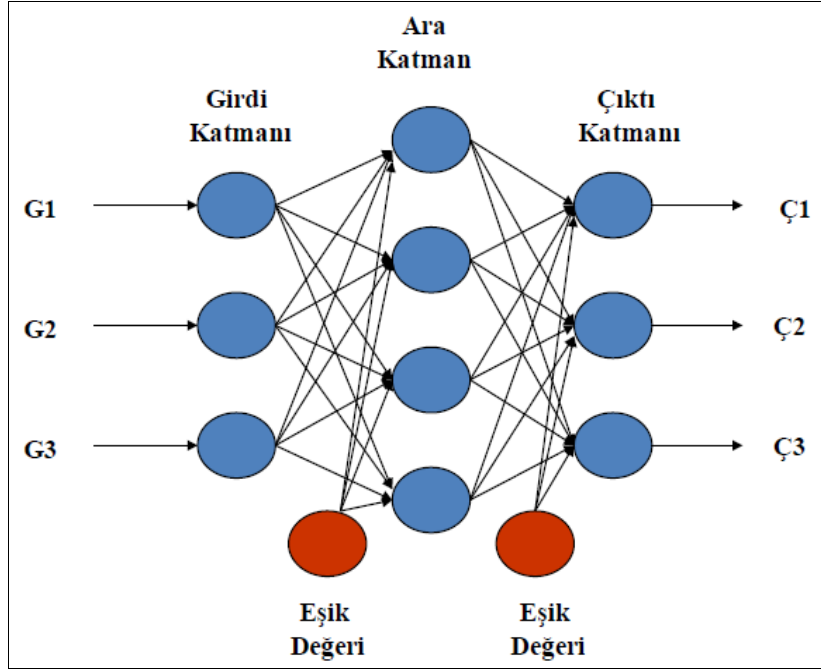
1991- Donald Specht, "Genel Regresyon Ağları" modelini geliştirdi.

2004- Virjinya Eyalet Üniversitesi'nden Zhicun Wang, 3 boyutlu konfigürasyonlarda aerodinamik güçlerin kontrolünü yapay sinir ağlarını kullanarak simüle etmiştir.

2006- Jorgensen, bir uçağın rüzgar tüneli verilerinden seçilen aerodinamik karakterleri öğrenerek doğrusal geri besleme kontrolü'nde kullanılmasını sağlayacak yapay sinir ağları programı üzerinde çalışmıştır.

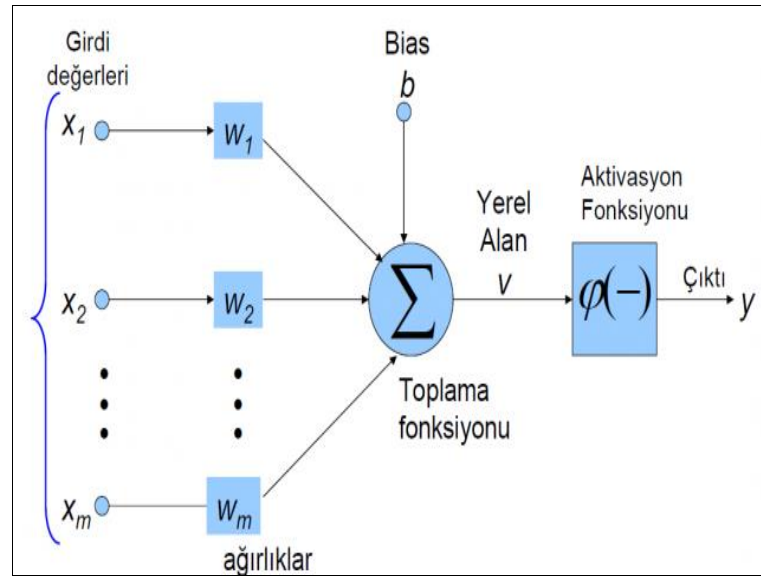
1.4.4. Yapay Sinir Ağının Yapısı

Rosentblatt'ın öğrenme yeteneğine sahip olan bir örnek tanıma aygıtını ortaya çıkarmış olduğu 1958 yılından bu yana en çok üzerinde çalışılmış olan yapay sinir ağları, giriş, gizli ve çıktı olmak üzere üç katmandan oluşmakta ve Şekil 2'de gösterilmektedir. (Elmas, 2011). Giriş katmanı, giriş veri gruplarının ağa sunulduğu yerdir. Bu tabakadaki nöron sayısı giriş veri sayısı kadardır ve her bir giriş nöronu bir veri alır. Buradaki veri işlenmeden bir sonraki tabaka olan gizli katmana geçer. Gizli katman, giriş tabakasından gelen bilgilerin işlendiği yerdir. Bir ağ için birden fazla gizli katman olabilir. Çıkış katmanı ise ağa verilen bilgi setine karşı çıktı setinin üretildiği yerdir. Burada üretilen çıktı dış dünyaya iletilir (Moralı, 2011; Öztemel, 2006).



Şekil 2. Yapay sinir ağı modeli (Kölmek, 2012).

Yapay sinir ağlarının temel birim elemanı yapay sinir hücreleridir ve düğüm olarak adlandırılmaktadırlar. Yapay sinir hücreleri, biyolojik sinir hücrelerine göre daha basit olmasına rağmen, biyolojik sinir hücrelerin dört temel işlevi taklit etmektedirler (Elmas, 2011). Yapay sinir hücresi Şekil 3'te gösterilmektedir.



Şekil 3. Yapay sinir hücresinin yapısı (URL-15, 2015).

1.4.4.1. Girdiler

Bir yapay sinir hücresine dış dünyadan, başka hücrelerden veya kendi kendisinden gelen bilgilerdir (Yıldız, 2009).

1.4.4.2. Ağırlıklar

Ağırlıklar (w_1, w_2, \dots, w_m), yapay sinir tarafından alınan girdilerin sinir üzerindeki etkisini belirleyen katsayılardır. Her bir girdinin kendine ait ağırlığı vardır. Ağırlık değerinin büyük olması, o girdinin yapay sinire güçlü bağlandığını (önemli olduğunu) gösterir iken, küçük olması ise zayıf bağlandığını (önemli olmadığını) göstermektedir (Elmas, 2011).

1.4.4.3. Toplama Fonksiyonu

Toplama fonksiyonu, hücreye gelen net girdiyi hesaplayan bir fonksiyondur ve bu fonksiyonda genellikle ağırlıklı toplama yöntemi kullanılmaktadır. Yani her bir girdi değeri kendi ağırlığı ile çarpılarak toplanır (Yazıcı, 2010) ve aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$s = \sum_i^n x_i w_i \quad (6)$$

Burada x_i girdileri, w_i ağırlıkları, n ise bir hücreye gelen toplam girdi sayısını göstermektedir (Vural, 2008). Toplama fonksiyonu bazı durumlarda hücreye gelen girdilerin değerini dikkate alırken, bazı durumlarda ise gelen girdilerin sayısını dikkate almaktadır. En uygun toplama fonksiyonunu belirlemek amacıyla herhangi bir standart olmadığından, toplama fonksiyonu genellikle deneme yanılma yolu ile belirlenmektedir. Her bir nöronun toplama fonksiyonu aynı olabildiği gibi, farklı da olabilir. Bu durum kullanıcının vereceği karara bağlıdır (Öztemel, 2006). Ağırlıklı toplama yönteminin dışında araştırmacılar tarafından kullanılan bazı toplama fonksiyonları Tablo 17'de verilmektedir.

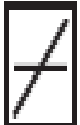
Tablo 17. Toplama fonksiyonları (Öztemel, 2003).

Net Girdi	Açıklama
Çarpım Net Girdi= $\prod_i X_i W_i$	Girdiler kendilerine ait ağırlıklar ile çarpılıp daha sonra da birbirleri ile çarpılır.
Maksimum Net Girdi= $\text{Max}(X_i W_i), i=1 \dots j$	Tüm girdiler kendilerine ait ağırlıklar ile çarpıldıktan sonra aralarından en büyük değer alınır.
Minimum Net Girdi= $\text{Min}(X_i W_i), i=1 \dots j$	Tüm girdiler kendilerine ait ağırlıklar ile çarpıldıktan sonra aralarından en küçük değer alınır.
Çoğunluk Net Girdi= $\sum_{i=1} \text{sgn}(X_i W_i)$	Tüm girdiler kendilerine ait ağırlıklar ile çarpıldıktan sonra pozitif ve negatif olanların sayısı bulunur. Hangisi daha çok ise hücrenin net girdisi o kabul edilir.
Kümülatif Toplam Net Girdi= $\text{Net}(\text{eski}) + \sum_{i=1} X_i W_i$	Hücreye uygulanan tüm girdiler toplanır ve daha önceki toplama eklenir.




1.4.4.4. Aktivasyon Fonksiyonları

Düğüm (nöron) davranışını belirleyen en önemli faktörlerden biri de aktivasyon fonksiyonudur. Aktivasyon fonksiyonu, toplama fonksiyonunun ürettiği net girdiyi işleyerek bu girdiye karşılık gelen çıktıyı belirlemektedir. Yani nöron çıktısının büyüklüğünü sınırlandıran bir fonksiyondur ve eşik ya da sıkıştırma fonksiyonu olarak da adlandırılmaktadır. Toplam fonksiyonunda olduğu gibi çıktıyı hesaplamak için değişik aktivasyon fonksiyonları kullanılmakta ve en uygun aktivasyon fonksiyonunu belirlemek için belirli bir kural bulunmamaktadır. Yani hangi problemde hangi aktivasyon fonksiyonunun kullanılacağı deneme yanılma yöntemi ile belirlenmektedir (Doğan, 2010). Literatürde kullanılan bazı aktivasyon fonksiyonları Tablo 18’de verilmiştir



Tablo 18. Aktivasyon fonksiyonları (Debes vd., 2005; Hajek, 2005; Hagan, vd., 2014; Özaydın, 2009).

Aktivasyon Fonksiyonu	Matematiksel Gösterimi	Grafiksel Gösterimi	Açıklama
Doğrusal	$y_i=f(z_i)$		Hücreye gelen girdiler olduğu gibi çıkışa iletilir.

Tablo 18'in devamı

Parçalı doğrusal	$y_i=f(z_i)=\begin{cases} 1, & z_i \geq T_1 \\ (z_i - T_1) \cdot \frac{1}{T_2 - T_1}, & T_1 < z_i < T_2 \\ 0, & z_i \leq T_2 \end{cases}$		<p>Doğrusal fonksiyon ile basamak fonksiyonun birleşimidir. Aktivasyon değeri T_1 eşik değerinden küçük ise hücre çıktısı 0 değerini, T_2 eşik değerinden büyük ise hücre çıktısı 1 değerini alır.</p>
Sigmoid	$y_i=f(z_i, T_i, c)=\frac{1}{1+e^{-c(z_i+T_i)}}$		<p>T_i ve c olmak üzere iki parametreden oluşmaktadır. T_i, kaydırma fonksiyonu, c ise yükseklik ölçüsüdür. “c” değeri hangi değeri alırsa alsın hücre çıktısı 0 ile 1 arasında bir değer alır ve herbir çıktı değeri birbirinden farklıdır. Sürekli ve türevlenebilir bir fonksiyondur. Bu özelliğinden dolayı geriyayılımlı algoritmalar ile kullanılabilir. “c” değeri büyüdükçe bu fonksiyon basamak fonksiyonuna benzemektedir.</p>
Adımsal	$y_i=f(z_i)=\begin{cases} 0, & z_i < T \\ 1, & z_i \geq T \end{cases}$		<p>Adım fonksiyonu ya hep ya hiç davranış modelini kullanmaktadır ve parçalı doğrusal fonksiyona benzemektedir. Aktivasyon değeri T eşik değerinin altında ise hücre çıktısı 0 değerini, T eşik değerine eşit ve büyük ise hücre çıktısı 1 değerini alır</p>

Tablo 18'in devamı

Gaussian	$y_i=f(z_i)=e^{-\frac{z_i^2}{2\sigma^2}}$		Aktivasyon değeri "0" olduğunda Gaussian aktivasyon fonksiyon değeri maksimumdur. Aktivasyon mutlak değeri arttıkça fonksiyon değeri azalmaktadır. Özellikle radyal tabanlı ağlarda kullanılmaktadır.
Hiperbolik Tanjant	$y_i=f(z_i)=\tanh(z_i)=\frac{2}{1+e^{-2z_i}}-1$		Hiperbolik tanjant fonksiyonu, lojistik fonksiyon ile kolayca ifade edilebilir ve çift kutuplu bir fonksiyondur. Hücre çıktısı -1 ile +1 arasında değerler alır.

1.4.4.5. Çıkış işlevi

Çıktı $y_i=f(s)$, aktivasyon işlevi sonucunun dış dünyaya veya diğer nöronlara gönderildiği yerdir. Bir nöronun tek bir çıkışı vardır. Bu çıkış, kendinden sonra gelen diğer nöronlara giriş olabilir (Öztemel, 2006).

1.4.5. Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması

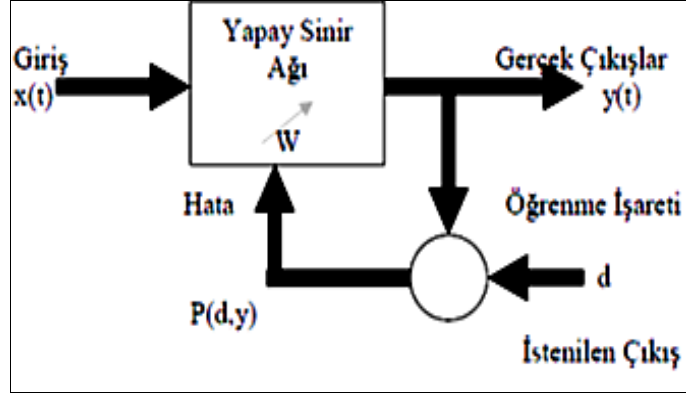
1.4.5.1. Öğrenme Yöntemlerine Göre Sınıflandırma

Yapay sinir ağlarının verilen girdilere göre çıktı üretebilmesinin yolu ağın öğrenebilmesidir. Bu öğrenme işleminin birden fazla yöntemi olup öğrenme algoritmalarına göre danışmanlı, danışmansız, takviyeli ve karma olmak üzere 4'e ayrılır.

1.4.5.1.1. Danışmanlı Öğrenme

Danışmalı öğrenmede girdi ve çıktı değerlerinin her ikisi de ağa verilir. Daha sonra girdi değerleri ağ tarafından işlenir ve ağın çıktı değerleri ile istenilen çıktı değerleri

karşılaştırılır. Ağın ürettiği çıktı ile istenilen çıktı değeri arasındaki fark sıfır veya ona yakın bir değere gelineye kadar hesaplanan değerler ağa geri verilir ve ağırlıklar değiştirilir. Tek ve çok katmanlı algılayıcılar ve geri yayılım ağı en yaygın kullanılan danışmanlı ağlardır (Anderson ve McNeill, 1992; Sordo, 2002; Topçu vd., 2006). Danışmanlı öğrenme yapısı Şekil 4'te gösterilmiştir.

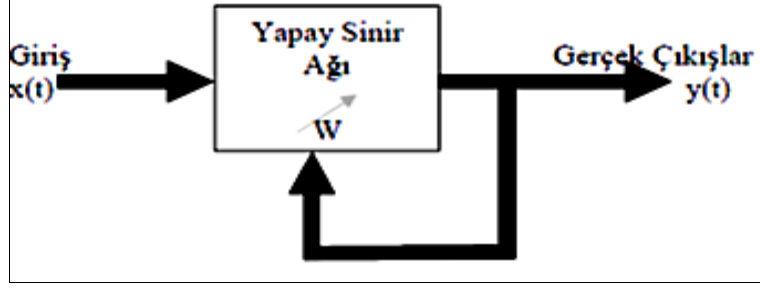


Şekil 4. Danışmanlı öğrenme yapısı (Yüksek, 2007).

1.4.5.1.2. Danışmansız Öğrenme

Danışmansız öğrenmede ağa sadece girdiler verilir, istenilen çıktı değerleri verilmez. Sistem, girdi değerlerini gruplandırmak için yapacağı değişikliklere kendi kendine karar verir. Bu sistem Kendi Kendine Öğrenme (Self-Organization) ve Adaptasyon olarak bilinir.

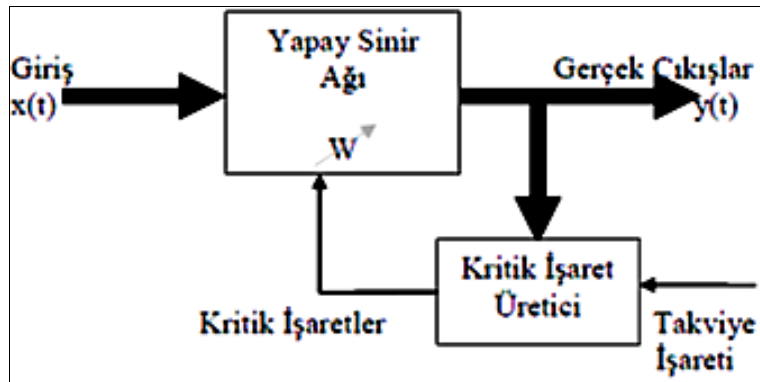
Günümüzde danışmansız öğrenmenin çalışma sistemi tam olarak anlaşılmamakta ve bu konudaki araştırmalar hala devam etmektedir. Danışmansız öğrenmedeki öncü araştırmacılarından biri, Helsinki Teknoloji Üniversitesi'nde elektrik mühendisi olan Tuevo Kohonen'dir. Kohonen doğru cevabı bilmenin faydalarından yararlanmadan kendi kendine öğrenen ağı geliştirmiştir ve bazı zaman otomatik ilişkilendirici olarak adlandırılmaktadır. Kohonen ağı birçok bağlantısı ve tek katmanlı olan olağan dışı bir ağıdır. Bağlantılar için ilk ağırlık değerleri verilmeli ve girdi değerleri normalize edilmelidir (Anderson ve McNeill, 1992). Danışmansız öğrenme yapısı Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Danışmansız öğrenme yapısı (Yüksek, 2007).

1.4.5.1.3. Takviyeli Öğrenme

Takviyeli öğrenmede, bulunduğu ortamı algılayan ve kendi başına kararlar alabilen bir sistemin, hedefine ulaşabilmesinde doğru kararlar almayı nasıl öğrenebileceğini gösterir. Bu öğrenmede, danışmanlı öğrenmede olduğu gibi bir eğitmen bulunur. Fakat eğitmen danışmanlı öğrenmedeki gibi sisteme çok detay vermez. Takviyeli öğrenmede, sistem bir karar verdiğinde bu kararın doğru olduğu durumlarda sistem ödüllendirilir. Aksi durumda ise sistem cezalandırılır. Ödül veya cezayı belirleyen genellikle bir değer fonksiyonu vardır. Takviyeli öğrenme, değer fonksiyonun ürettiği en büyük ödüle sahip davranış politikasını tercih eder. Bu öğrenme metodu robotik, oyun programlama, hastalık teşhisi ve fabrika otomasyonu vb. alanlarda kullanılmaktadır (URL-16, 2015). Bu ağlara örnek olarak Doğrusal Vektör Parçalama/Niceleme Modeli (LVQ), Boltzman Makinesi ve öğrenmede Genetik Algoritma kullanan ağlar verilebilir (Bayır, 2006). Takviyeli öğrenme yapısı Şekil 6’da gösterilmiştir.



Şekil 6. Takviyeli öğrenme yapısı (Yüksek, 2007).

1.4.5.1.4. Karma Öğrenme

Karma öğrenmede ağ ağırlıklarının bir kısmı danışmanlı öğrenme ile bir kısmı da danışmansız öğrenme ile ayarlanmaktadır. Bu ağlara örnek olarak radyal tabanlı yapay sinir ağları ve olasılık tabanlı yapay sinir ağları verilebilir (Bayır, 2006).

Yapay sinir ağları, sinirler, bağlantılar ve aktarım işlevlerine bağlı olduğundan dolayı farklı mimariler, yapılar ya da sinir ağları arasında benzerlikler bulunmaktadır. Bu çeşitliliğin büyük çoğunluğu farklı öğrenme kurallarından kaynaklanmaktadır. Literatürde, öğrenme sistemlerinde kullanılan çok sayıda öğrenme kuralı vardır ve bu öğrenme kurallarının büyük çoğunluğu Hebb öğrenme kuralına dayanmaktadır (Elmas, 2011). En çok kullanılan öğrenme kurallarından bazıları aşağıda kısaca açıklanmaktadır. Öğrenme kurallarını açıklamadan önce çalışmamda kullandığım Levenberg Marquardt öğrenme algoritması hakkında kısaca bilgi verilmeye çalışılacaktır.

Levenberg Marquardt algoritması dik iniş (steepest descent) ve Newton algoritmalarından türetilmiş olup, minimumu araştırma metotlarından ikincisidir. LM algoritması her bir iterasyon adımında hata yüzeyine parabolik olarak yaklaşır ve parabolün minimumu o adım için çözümü oluşturmaktadır (Bulucu ve Kavas, 2007; Çavuşlu vd., 2012). Levenberg Marquardt öğrenme algoritmasında ağırlık değerleri aşağıdaki denklem ile belirlenir (Türkmen ve Güney, 2003).

$$w_{ji}(t+1) = w_{ji}(t) + [J^T(w)J(w) + \mu I]^{-1} J^T(w)E(w)$$

Burada w ağırlık vektörünü, I birim matrisini, μ kombinasyon katsayısını, $J(P \times M) \times N$ boyutunda Jacobian matrisini, $E(w)$ $(P \times M) \times 1$ boyutunda hata vektörünü göstermektedir.

Ayrıca, P eğitim örnek sayısını, M çıkış sayısını ve N 'de ağırlık sayısını ifade etmektedir. μ ayarlanabilir bir parametredir. Eğer bu parametre çok büyük olursa dik iniş metodu gibi, çok küçük olursa ise Newton metodu gibi davranmaktadır (Çavuşlu vd., 2012).

Her başarı adımdan sonra μ değeri düşürülür. Fakat performans fonksiyonu arttığında değeri artırılır. Böylece performans fonksiyonunun sürekli olacak azalması sağlanır. Levenberg Marquardt optimum sonuca en hızlı ulaşan ve öğrenme hatası düşük olan algoritma olmasına rağmen çok fazla bellek gerektirmektedir (Bulucu ve Kavas, 2007; Türkmen ve Güney, 2003).

a) Hebb Kuralı

Bilinen en eski öğrenme kuralı olan ve diğer öğrenme kurallarının temelini oluşturan Hebb Öğrenme (1949) kuralı, komşu iki nöron aynı anda aktif veya pasif hale gelirse bu nöronlara bağlanan ağırlıklar artırılmalı, aksi halde nöronlara bağlanan ağırlıklar azaltılmalı varsayımına dayanmaktadır. Bu varsayım şu şekilde formüle edilmektedir.

$$\Delta w_{ij} = c x_i o_j$$

Burada, w_{ij} i nöron dan j nöron a kadar olan ağırlıkları, c öğrenme sabitini, x_i girdi sinyali ve o_j çıktı sinyalini ifade etmektedir.

Bu kuralı klasik biçimde açıklayacak olursak, eğer A hücresi B hücresini uyarmaya yetecek kadar yakınsa ve B hücresinin aktifleştirilmesinde sürekli olarak yer alıyorsa, A hücresinin etkinliği arttırılacak şekilde bir veya iki hücrede bazı büyüme süreci ve metabolik değişiklikler yapılır. Bu öğrenme kuralı yumuşak ve sert eşik değerine sahip nöronlar için de kullanılabilir. Bu öğrenme kuralının dezavantajı ise ağırlıkların mutlak değerleri genellikle öğrenme zamanı ile orantılı olmasıdır (Wilamowski, 2003; Zurada, 1992).

b) Hopfield Kuralı

Hopfield kuralı genel olarak Hebb kuralına benzemektedir. Fakat, hopfield kuralında, bağlantı yapılacak olan değişikliğin büyüklüğü de belirlenmektedir. Bu kurala göre, girdi ve istenilen çıktının her ikisi de aynı anda aktifse bağlantı ağırlığı öğrenme katsayısı kadar artırılmalı, aksi durumda ise öğrenme katsayısı kadar azaltılmalıdır. Öğrenme katsayısı 0 ile 1 arasında değişebilen ve araştırmacılar tarafından belirlenen pozitif bir değerdir (Tebelskis, 1995; Hopfield, 1982).

c) Delta Kuralı

Hebb kuralının daha gelişmiş varyasyonudur. En çok kullanılan kurallardan biri olan delta kuralı, ağırlığın ürettiği çıktı değeri ile istenilen çıktı değeri arasındaki farkı azaltmak için girdi bağlantı ağırlıklarının sürekli olarak değiştirilmesi fikrine dayanmaktadır. Bu kural, Widrow-Hoff Öğrenme Kuralı veya En Küçük Kareler Öğrenme Kuralı olarak da bilinmektedir.

Delta Kuralı şu şekilde çalışmaktadır: İlk önce girdi katmanındaki delta hatası transfer fonksiyonunun türevi ile değiştirilmekte ve değiştirilen delta hatası girdi bağlantı ağırlıklarının ayarlanması için bir önceki katmanda kullanılmaktadır. Diğer bir deyişle, hata her seferinde bir önceki katmana geri yayılır. Bu geri yayılma işlemi ilk katmana ulaşıncaya kadar devam eder.

Delta kuralı kullanılırken dikkat edilmesi gereken en önemli husus, girdi setindeki verilerin rastgele dağılmış olmasıdır. Eğitim setinin düzgün sırada olması veya yapısal olarak düzgün olması, istenilen doğruya ulaşmada engel teşkil etmekte ve ağır öğrenmesini zorlaştırmaktadır (Anderson ve McNeill, 1992).

d) Dereceli Azaltma (Gradient Descend) Kuralı

Bu kural, Delta kuralına benzemektedir. Yani, transfer fonksiyonun türevi, uygulama bağlantı ağırlıklarına uygulanmadan önce delta hatasının değiştirilmesi için kullanılmaktadır. Ancak, öğrenme oranı sabit bir değer ile çarpılarak ağırlık değiştirilir. Durağan durumuna çok yavaş gelse de çok kullanılan bir kuraldır. Yapılan araştırmalar sonucunda, farklı katmanlarda farklı öğrenme oranları kullanıldığında öğrenme işleminin daha hızlı olduğu bulunmuştur. Bu durum, özellikle güçlü bir modelden türetilmemiş girdi verilerinin kullanıldığı uygulamalar için önemlidir (Anderson ve McNeill, 1992).

e) Kohonen Kuralı

Biyolojik sistemlerdeki öğrenmeden esinlenerek Teuvo Kohonen tarafından geliştirilmiş olan bu öğrenmede ağır çıktı birimleri kendi aralarında aktif olmak için yarışır. Yarışma sonucunda aktif olan birime ise “kazanan birim” denir. Çıktı biriminin kazanan birim olabilmesi için, ağıdaki çıktı birimleri içinde en büyük net girdiye sahip olması gerekir. Sadece kazananın çıktısına ve kazananın ve komşularının bağlantı ağırlıklarının ayarlanmasına izin verilir. Yarışı kazanan çıkış birimi 1 değerini, diğer tüm çıkış birimleri 0 değerini alır (Biçen, 2006).

1.4.5.2. Bağlantı Yapılarına Göre Yapay Sinir Ağları

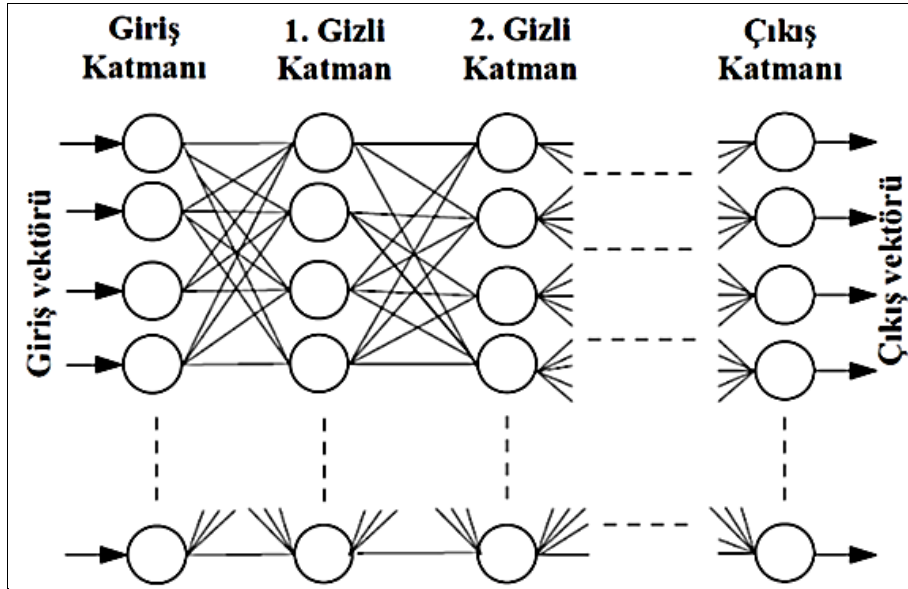
Bağlantı yapılarına göre yapay sinir ağları ileri ve geri beslemeli olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır.

1.4.5.2.1. İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları

İleri beslemeli yapay sinir ağlarında, nöronlar bir katmandan diğer bir katmana bağlantı kurarlarken, aynı katman içerisindeki nöronlar birbirleriyle veya bir önceki katmanla bağlantı içerisinde değildirler. Bu nedenle, nöronlar arasındaki bağlantılar bir

döngü oluşturmamakta ve bilgi akışı girdi katmanından çıktı katmanına doğru tek yönlü olmaktadır. Bu ağlar girilen verilere karşı hızlı bir şekilde çıktı üretebilmektedir.

İleri beslemeli yapay sinir ağlarında, bir katmandaki nöronların çıkışları bir sonraki katmana ağırlıklar üzerinden giriş olarak verilir. Transfer fonksiyonun türü, katman sayısı veya nöronlar arasındaki bağlantı sayıları için bir sınırlama yoktur. Basit olarak ileri beslemeli yapay sinir ağları, sadece doğrusal problemleri öğrenme yeteneğine sahip olan tekli algılayıcıdır (perceptron'dur). Bu tip yapay sinir ağların eğitiminde ise geri yayılım öğrenme algoritması kullanılmaktadır (Saraç, 2004; Suzuki, 2011). İleri beslemeli yapay sinir ağı yapısı Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. İleri beslemeli giriş, gizli ve çıkış katmanlarından oluşan sinir ağı yapısı (Serhatlıoğlu ve Hardalaç, 2009).

1.4.5.2.2. Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağları

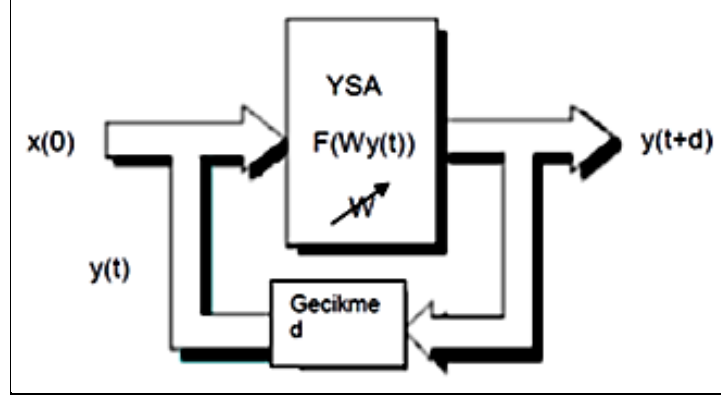
İleri beslemeli ağların aksine dinamik bir yapıya sahip olan geri beslemeli yapay sinir ağlarında, bilgi akışı hem ileriye doğru hem de geri doğru olmaktadır. Bu yapıda, en az bir tane geri besleme çevrimi bulunur. Geri besleme işlemi, aynı katmandaki hücreler arasında olabileceği gibi farklı katmanlardaki nöronlar arasında da olabilir. Geri beslemenin yapılaş şekline göre farklı yapıda ve davranışta geri beslemeli yapay sinir ağı yapıları elde edilebilmektedir. Örnek olarak, Hopfield Ağı, Jordan Ağı ve Elman Ağı

verilebilir (Saraç, 2004; Asilkan, 2011; Suzuki, 2011). Şekil 8’de geri beslemeli yapay sinir ağının yapısı görülmektedir.

Bu tür ağlarda bir sinirin çıkışı diğer her sinirin girişine bağlıdır. Ağın çalışması ise şu şekildedir.

$$\frac{du_i}{dt} = -u_i + \sum_{i=1}^n w_{ij} y_i + x_i \quad (7)$$

Burada, x_i i-inci sinirinin dış girdisini, y_i i-inci sinirinin çıkışını, w_{ij} j sinirinin çıkışı ile i-inci siniri arasındaki bağlantının ağırlığını ifade etmektedir (Elmas, 2011).



Şekil 8. Geri beslemeli ağın blok gösterimi (Sağiroğlu vd., 2003).

1.4.5.3. Yapısındaki Katmanlara Göre Yapay Sinir Ağları

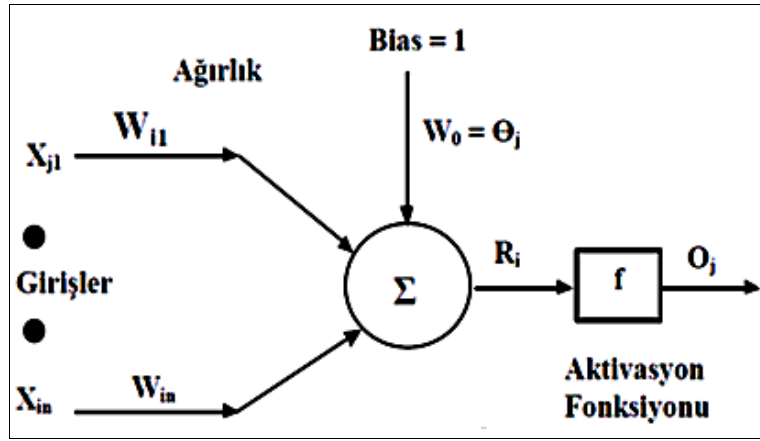
Katman sayısı belirlenirken girdi birimi katman olarak sayılmaz. Çünkü girdi birimi üzerinde hiçbir hesaplama işlemi yapılmamaktadır. Bir ağ içindeki katman sayısı nöronları bağlayan ağırlıklı bağlantı sayısına eşittir (Aygören vd., 2012). Yapay sinir ağları içerdikleri katman sayısına göre tek katmanlı ve çok katmanlı olarak da sınıflandırılabilir.

1.4.5.3.1. Tek Katmanlı Yapay Sinir Ağları

Tek katmanlı yapay sinir ağları, sadece girdi ve çıktı birimlerinde oluşmakta ve girdi birimleri ile çıktı birimleri arasında sadece ağırlıklandırılmış bağlar bulunmaktadır. Girdi katmanı ile çıktı katmanı arasında herhangi bir gizli katman yoktur. Tek katmanlı ağlarda

her ağı birden fazla girdisi ve sadece bir çıktısı bulunmaktadır. Bu ağlarda işlem elemanlarının değerlerinin ve ağı çıktısının sıfır olmasını önleyen birde sapma değeri vardır ve bu sapma değerinin girdisi daima 1'dir. Ağı çıktı değeri, ağırlıklandırılmış girdi değerleri ile sapma değerinin toplamına eşittir. Tek katmanlı YSA'da öğrenme yine ağırlık değerlerinin değiştirilmesi ile olmaktadır. Ağırlık değeri değiştirilirken aynı zamanda sapma değerinde değiştirilmesi gerekmektedir. Eğriselliği sağlayacak gizli katmanın bulunmamasından dolayı bu türden ağlar daha çok doğrusal problemler için kullanılır.

Tek katmanlı yapay sinir ağlarına örnek olarak, Basit Algılayıcı Modeli, Adaptif Doğrusal Eleman (ADALINE) ve Çoklu Adaptif Doğrusal Eleman (MADALINE) verilebilir. (Aygören vd., 2012; Özdemir, 2008; Öztemel, 2003). Tek katmanlı yapay sinir ağı Şekil 9'da gösterilmiştir.

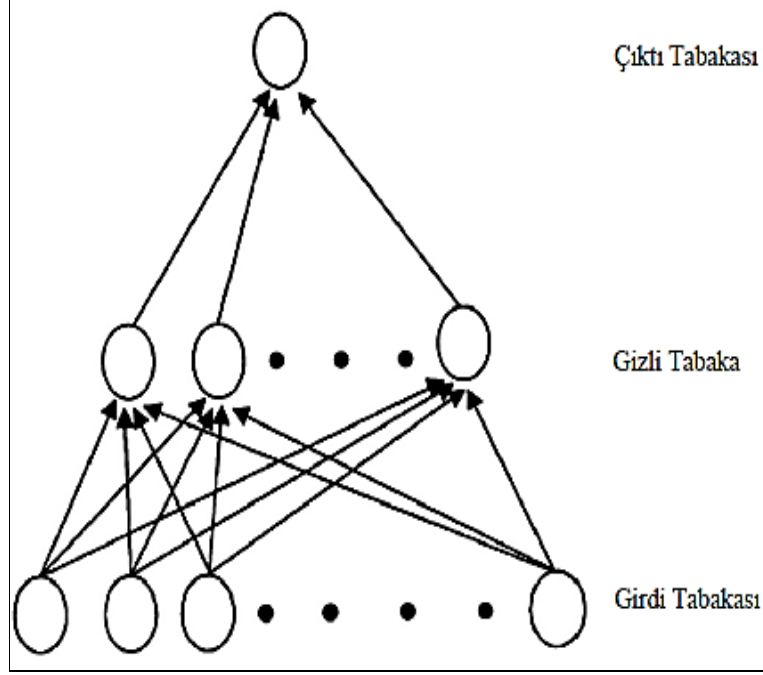


Şekil 9. Tek katmanlı ağların yapısı (Serhatlıoğlu ve Hardalaç, 2009).

1.4.5.3.2. Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları

Çok katmanlı ağ modelinde ise girdi katmanı ile çıktı katmanı arasında bir veya birden fazla gizli katman bulunmakta ve ağırlıklandırılmış bağlantılar ile giriş ve çıkış katmanları birbirine bağlanmış durumdadır (Aygören vd., 2012; Fausett, 1994). Gizli katmanın kaç tane olacağı ve her bir gizli katmanda kaç tane hücrenin olacağı tasarımcının olay hakkındaki yorumuna bağlıdır (Gradojevic ve Yang, 2000). Bu tip ağ yapıları tek katmanlı ağ yapılarına göre daha karmaşık problemleri çözebilmektedir. Fakat, çok katmanlı ağların eğitilmesi, tek katmanlı ağların eğitilmesine göre daha zordur (Fausett, 1994).

Çok katmanlı yapay sinir ağlarına örnek olarak, Doğrusal Vektör Parçalama/Niceleme Modeli (LVQ) ve Çok Katmanlı Algılayıcı Modeli verilebilir (Özdemir, 2008). Çok katmanlı yapay sinir ağı Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Çok katmanlı ağların yapısı (Erilli vd., 2010).

1.4.5.4. Kullanım Amaçlarına Göre Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağlarının kullanım amaçları 8 maddede toplanmakta ve kullanım amaçlarına göre çok kullanılan bazı YSA topolojileri Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. Kullanım amaçlarına göre YSA topolojileri (Anderson ve McNeill, 1992).

Kullanım Amacı	YSA Topolojisi
Tahmin	Geri Yayılım Ağı
	Delta Bar Delta
	Genişletilmiş Delta Bar Delta
	Yönlendirilmiş Rastsal Tarama
	Yüksek Dereceli Sinir Ağları
	Kendi Kendine Organizasyon Haritalama (SOM)
Sınıflandırma	Doğrusal Vektör Parçalama/Niceleme Modeli (LVQ)
	Counter-Propagation
	Olasılık Tabanlı Sinir Ağları

Tablo 19'un devamı

Veri İlişkilendirme	Hopfield Ağları Boltzman Makinesi Hamming Ağları Çift Yönlü İlişkili Hafıza Mekan-Zamansal Örüntü Tanıma
Veri Kavramlaştırma	Adaftif Rezonans Teorisi (ART) Kendi Kendine Organizasyon Haritalama (SOM)
Veri Filtreleme	Yeniden Dolaşım (Recirculation)

1.4.5.4.1. Geri Yayılım Ağı

Geri yayılım ağı, 1970'lerin başında geliştirilmiş, en popüler, en etkili ve karmaşık problemlere doğrusal olmayan çözümler getirebilen bir ağ çeşididir.

Geri yayılım ağı, bir girdi katmanı, bir çıktı katmanı ve bir gizli katmanı olmak üzere 3 en az katmandan oluşmaktadır ve gizli katmanlarının sayısı için herhangi bir sınırlama bulunmamaktadır.

Geri yayılım ağlarında katman sayısı ve her katmandaki nöron sayısı dikkatle seçilmelidir. Fakat bu sayıların kaç tane olacağı hakkında kesin bir metot yoktur ve sadece takip edilecek genel kurallar bulunmaktadır (Elmas, 2011). Bu kurallar şu şekilde sıralanmakta ve Tablo 20'de gösterilmektedir.

Tablo 20. Katman sayılarının ve her katmandaki bağlantı sayılarının belirlenmesinde izlenecek genel kurallar (Elmas, 2011).

Kurallar	Açıklama
Kural 1	Girdi verisi ve istenilen çıktı arasındaki ilişkinin karmaşıklığı artınca, gizli katmanlardaki işleme elemanlarının sayısı da artmalıdır.
Kural 2	Eğer ele alınan süreç birçok aşamalara ayrılabilirse, fazla sayıda gizli katman kullanılmalıdır
Kural 3	Ağda kullanılan eğitim verisinin miktarı gizli katmanlardaki işleme elemanlarının sayısı için üst bir sınır oluşturulmalıdır. Bu üst sınırı bulmak için önce eğitim kümesindeki girdi ve çıktıların sayısı bulunur. Bulunan bu sayı ağdaki toplam giriş ve çıkış bağlantılarının sayısına bölünür. Çıkan sonuç, beş ile on arasında bir dereceleme faktörüne bölünür.

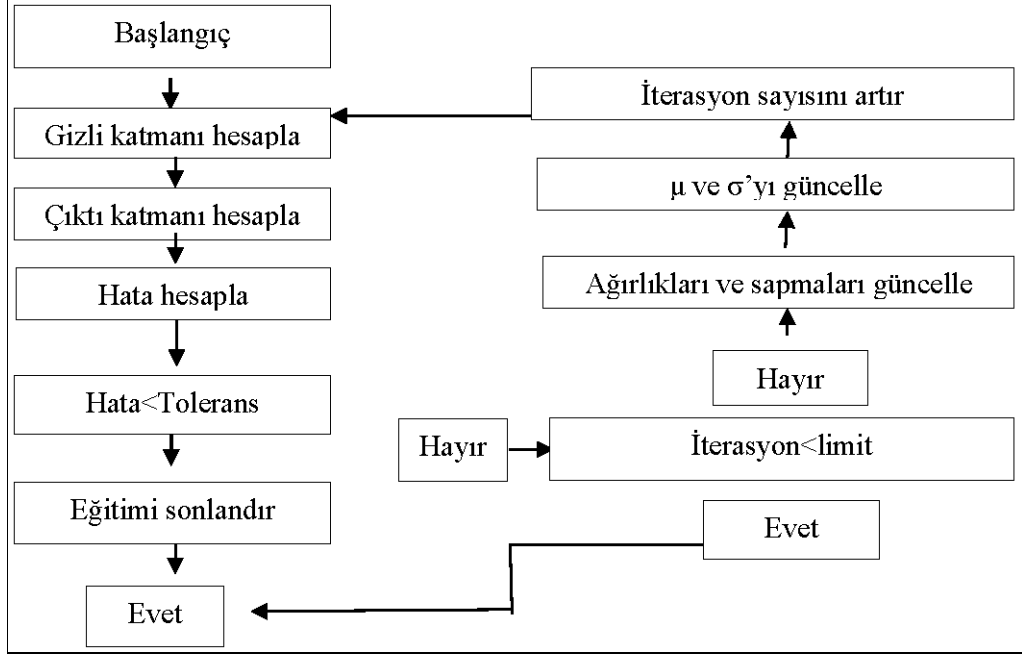
Bir ağ oluşturmak için Tablo 20'de belirtilen kurallar uygulandıktan sonra hemen sonra, öğretme süreci başlar. Bu süreçte eğitim verisi ağın giriş katmanına uygulanır ve

istenen çıktılar çıkış katmanında karşılaştırılır. Öğrenme süreci esnasında, ağ boyunca bir ileri yönde tarama yapılır ve her bir bağlantının çıktısı katman katman hesaplanır. En son katmanın çıktısı ile istenilen çıktı arasındaki fark, genellikle aktarım işlevinin türevi tarafından değiştirilen bir önceki katmana geri verilir ve Delta Kuralını kullanılarak bağlantı bağıl değerleri ayarlanır (Elmas, 2011).

1.4.5.4.2. Radyal Tabanlı Fonksiyon Ağları (RTFA)

Biyolojik sinir hücrelerinde görülen etki tepki davranışlarından esinlenilerek 1988 yılında geliştirilmiş olan radyal tabanlı fonksiyon ağları, danışmanlı öğrenme problemlerinde uygulanan bir yapay sinir ağ çeşididir. RTFA ağlarının yapısı basit olduğundan diğer yapay sinir ağlarına göre nispeten öğrenme hızı daha iyidir. Diğer bir deyişle, RTFA ağları sınırsız varsayımlarla evrensel bir yaklaşımdır. RTFA ağları, ister doğrusal ya da doğrusal olmasın ister de tek yada çok katmanlı olsun bütün ağlarda uygulanmaktadır.

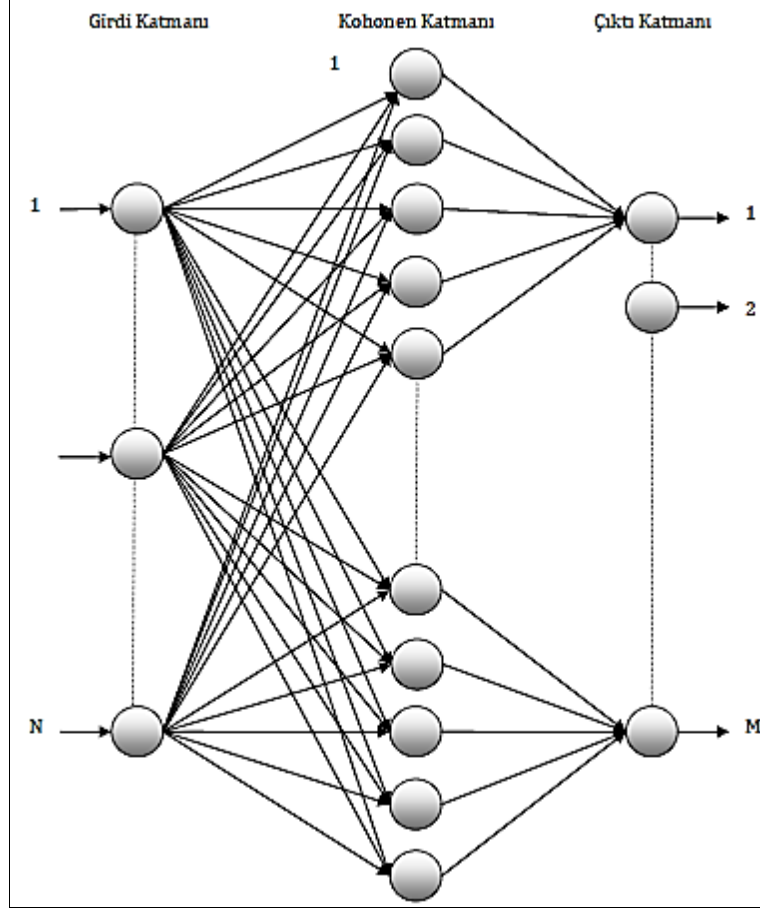
RTFA modelleri genel YSA mimarisine benzer şekilde giriş, gizli ve çıktı katmanları olmak üzere 3 katmandan oluşmaktadır ve her katman bir vektör birimidir. Ancak, klasik YSA yapılarından farklı olarak RTFA’larda, girdi katmanından gizli katmanına geçişte gaussian (doğrusal olmayan) aktivasyon fonksiyonları ve doğrusal olmayan bir kümeleme (cluster) analizi kullanılmaktadır. Gaussian aktivasyon fonksiyonu, girdi değişkenleri merkezi pozisyona en yakın olduğu noktada en yüksek çıktı değerini vermektedir. Gizli katman ile çıktı katmanları arasındaki yapı ise diğer YSA türlerinde olduğu gibi işleyişini sürdürmekte olup asıl eğitim burada gerçekleştirilmektedir. RTFA modellerinin eğitimi, hücre merkezlerinin bulunması ve çıktı katmanındaki ağırlıkların optimize edilmesi olmak üzere iki aşamada gerçekleşmektedir. Literatürde hücre merkezlerini (c_k) ve çıkış ağırlıklarını (w_{ik}) bulabilmek için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Hücre merkezlerini bulabilmek için en sık kullanılan yöntem *K*ortalamlar (*K*-means) ve Kohonen kümeleme yöntemleridir. Çıkış ağırlıklarını bulmakta kullanılan yöntemler ise En Küçük Ortalamalı Kareler (LMS) ve Moore-Penrose Sözdeters (Pseudo-inverse) yöntemleridir. Dağılım parametresi ise genellikle bütün hücreler için sabit alınmaktadır. RTFA yapılarında çıktı katmanları ise doğrusaldır ve ilk katmanların çıkışlarından ağırlıklandırılmış toplam çıkışı üretmektedir (Aruna vd., 2011; Okkan ve Dalkılıç, 2012; Sathasivam vd., 2011; Yavuz, 2013). RTFA yapılarının işlem süreci Şekil 11’deki gibidir.



Şekil 11. RTFA'nın işlem süreci (Sathasivam vd., 2011).

1.4.5.4.3. Doğrusal Vektör Parçalama/Niceleme Modeli (LVQ)

Doğrusal vektör parçalama (LVQ) ağı 1984 yılında Kohonen tarafından geliştirilmiş olup, takviyeli öğrenme stratejisini kullanmaktadır. Eğitim sırasında ağa sadece öğrenilmesi istenen girdiler verilmekte ve ağın çıktıyı kendisi üretmesi istenmektedir. LVQ ağının eğitilmesindeki amaç her iterasyonda girdi vektörüne en yakın referans vektörünü bulmaktır. Ağ eğitilirken her iterasyonda ağa sunulan girdi vektörüne karşılık gelen çıktının doğru olup olmadığı belirlenir. LVQ ağı, girdi, kohonen ve çıktı katmanı olmak üzere 3 katmandan oluşmakta ve LVQ'nun ağ yapısı Şekil 12'de gösterilmektedir (Öztemel, 2012; Baş, 2006).



Şekil 12. LVQ ağıının yapısı (Deveci, 2012).

Girdi katmanında bilgi işleme olmamakta ve her eleman Kohonenkatmanındaki her elemana bağlıdır. Girdi katmanından, Kohonenkatmanına bağlantıların ağırlıkları bir referans vektörünü oluşturur. Öğrenme sırasında sadece bu referans vektörlerinin değerleri (ağırlık değerleri) değiştirilirler. Referans vektörleri kohonen katmanındaki işlemci elemanlarını girdi katmanındaki işlemci elemanlarına bağlayan ağırlık değerleridir. Her iterasyonda sadece tek bir vektörün değerleri değiştirilir. Öğrenmenin başarısı ise bu vektörlerin girdi değerleri ile yakından ilgilidir.

Kohonen katmanı n boyutlu bir vektörü vektörler setine uydurmakta olup, elemanların her biri çıktı katmanındaki sadece tek bir elemana bağlıdır. Kohonenkatmanı ile çıktı katmanı arasındaki ağırlıklar sabit olup 1 değerini almaktadırlar. Bu ağırlıkların değerleri eğitim sırasında değiştirilmez. LVQ ağlarında öğrenme, girdi vektörü ile referans vektörleri arasındaki öklid mesafesine dayanmaktadır. Kohonen katmanındaki her eleman bir referans vektörünü göstermekte olup birbirleri ile yarışır. Öklid mesafesi en kısa olan

eleman yarışmayı kazanır. Yarışmayı kazanan elemanın çıktısı 1 diğerleri ise 0 değerini alır (Baş, 2006; Öztemel, 2012).

LVQ ağının son katmanı olan çıktı katmanında ise, girdinin ait olduğu sınıf belirlenir. Eğer girdi doğru sınıflandırılmış ise ilgili referans vektörü girdi vektörüne yaklaştırılır. Aksi halde ise uzaklaştırılır (Adıyaman, 2007). LVQ ağının en önemli problemi ise aynı vektörün çok sık kazanması ve ağın öğrenme performansının düşük olmasıdır (Öztemel, 2012).

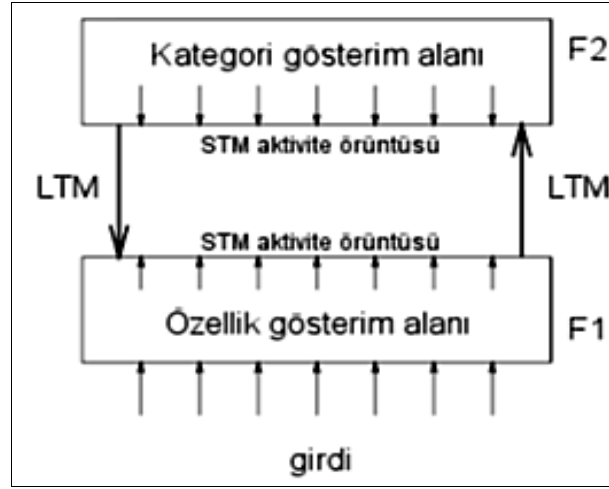
1.4.5.4.4. Adaptif Rezonans Teorisi (ART)

Hem ileri hem de geri beslemeli bir ağ olan adaptif rezonans teorisi, Grosberg ve arkadaşları tarafından 1976 yılında beynin normalizasyon, ayrıştırabilme ve ayrıntıların kısa dönemli hafızada saklanabilmesi gibi özelliklerden yola çıkarak beynin kullandığı sezgisel yaklaşımları matematik modele dönüştürmüşler ve ART ağlarını ortaya çıkarmışlardır (Baş, 2006).

ART ağları yeni durumlara adapte olabilmektedir. Ancak bunu sağlayabilmek için bir taraftan öğrenirken bir taraftan da unutabilmektedir. ART ağı, gösterim katmanı (F_1) ve kategori katmanı (F_2) olmak üzere iki katmandan oluşmaktadır ve ağın yapısı Şekil 13'te gösterilmektedir. Ağa sunulan girdilerin sınıflandırılmaması durumunda ise yeni bir kategori oluşturmaya yardımcı oryantasyon modülü bulunmaktadır. Bu iki katman birbirlerine uzun dönemli hafıza ile bağlıdır. F_1 ve F_2 katmanları arasında hem aşağıdan yukarı hem de yukarıdan aşağı ağırlık vektörü vardır. Eğitim sırasında bu ağırlıklar örneklere bakılarak değiştirilirler. Girdiler F_1 katmanından ağa sunulur ve yukarı doğru ağırlıklar ile F_2 katmanından çıktı değerleri hesaplanır. F_2 katmanında en yüksek çıktı değerini oluşturan proses elemanı yarışmayı kazanan proses elemanı olarak 1 değerini diğerleri ise 0 değerini alır. Bu elemana bağlı ağırlıklar değiştirilir. Kazanan elemanın ilgili girdi vektörünün sınıfını göstermesi için ona bağlı hafızadaki vektör ile girdi vektörünün birbirine benzemesi gerekmektedir. Bu benzerlik, benzerlik katsayısı yardımıyla yapılmaktadır. Eğer iki vektör birbirine benzer bulunursa girdi vektörü o sınıfın elemanı sayılır ve ağırlıklar girdi vektörüne göre güncellenir. Arada benzerlik olmaz ise o zaman oryantasyon sistemi o girdi vektörü için yeni bir sınıf oluşturur. Bu katsayının küçük olması sınıf sayısını azaltmakta, büyük olması ise sınıf sayısını artırmaktadır (Öztemel, 2012).

Değişik ART ağları geliştirilmiş olup, bu ağlardan en çok bilinler ART1 ve ART2 ağlarıdır. ART1 ağlarında ikili girişler kabul edilirken, ART2 ağında ise gerçek değerler kabul edilmektedir (Küçükönder, 2011).

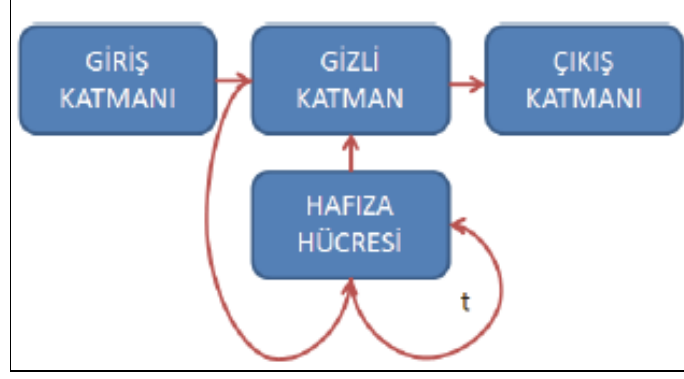
ART ağları endüstriyel problemlerde özellikle sınıflandırma amaçlı kullanılmakta ve oluşturulan etiketlendirme mekanizması ile sorunlara çözümlere önerilebilmektedir. Grup teknolojisi gibi makine hücrelerinin belirlenmesinde de geleneksel yöntemlerden daha etkili çözümler üretebilmektedirler (Öztemel, 2012).



Şekil 13. ART ağının yapısı (Baş, 2006).

1.4.5.4.5. Elman ve Jordan Ağları

Elman ağları, geri beslemeli yapay sinir ağlarının özel bir durumudur ve en yaygın kullanılanıdır. Şekil 14’te görüldüğü gibi elman ağ yapıları girdi katmanı, gizli katmanlar, hafıza hücresi ve çıktı katmanı olmak üzere 4 katmandan oluşmaktadır.



Şekil 14. Elman ağının yapısı (Hardalaç ve Kutbay, 2014).

Girdi katmanı dış dünyadan aldıkları bilgileri gizli katmanlara iletmekte olup, bilgi işleme özelliği yoktur. Gizli katmanda elde edilen çıktılar hem çıktı katmanındaki hemde hafıza hücrelerine gönderilmektedir. Hafıza hücreleri, gizli katmandan aldıkları aktivasyon değerlerini bir sonraki iterasyona girdi olarak taşımaktadırlar. Gizli katmanda bulunan hücreler ile hafıza hücrelerin bağlantı ağırlık değerleri sabit olup 1'e eşittir ve eğitim sırasında değiştirilemezler. Gizli katmanda sigmoid aktivasyon fonksiyonu kullanılırken, çıktı katmanında ise doğrusal aktivasyon fonksiyonu kullanılmaktadır (Krenker vd., 2011; Yıldız, 2009).

Jordan ağları, elman ağlarına benzemekte olup, bu ağlar aktivasyon değerlerini gizli katmandan değil de çıktı katmanından almaktadırlar (Kalınlı ve Sağıroğlu, 2006). Jordan ağının yapısı Şekil 15'te gösterilmektedir.

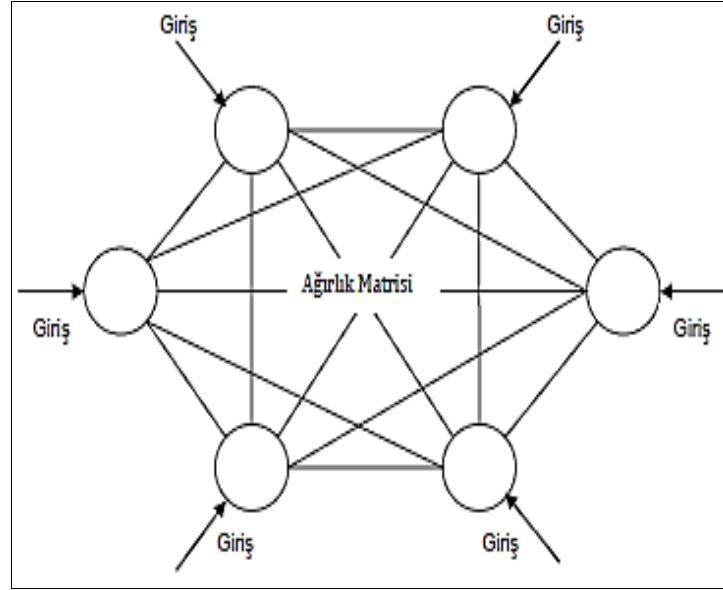


Şekil 15. Jordan ağının yapısı (Hardalaç ve Kutbay, 2014).

1.4.5.4.6. Hopfield Ağı

Hopfield ağı, özellikle optimizasyon problemlerinin çözümünde etkili olan ve doğrusal olmayan çağrimsal bellek gibi hareket eden tek katmanlı geri dönüşümlü bir ağıdır. Hopfield ağında her işlemci eleman diğer işlemci elemanlar ile tam bağlantı halindedir ve bir işlemci elemanı hem girdi hem de çıktı elemanıdır. Bu bağlantılar iki yönlüdür (bilgi akışı her iki yönde de olmaktadır) ve simetriktir Ağ, ikili (0 veya 1) ve çift kutuplu (-1 veya +1) girişleri kabul etmekte ve ağın bağlantı değerleri bir enerji fonksiyonu olarak saklanır (Basheer ve Hajmeer, 2000; Bayır, 2007).

Hopfield ağı, çıktı değerlerinin kesikli ve sürekli oluşlarına göre ikiye ayrılmaktadır. Her ne kadar kesikli ve sürekli Hopfield ağlarının çalışma prensipleri aynı olsa da, kesikli Hopfield ağları aktivasyon fonksiyonu olarak işaret fonksiyonunu kullanırken sürekli Hopfield ağları sigmoid fonksiyonunu kullanmaktadır (Bayır, 2006). Şekil 16'da Hopfield ağının yapısı gösterilmektedir.



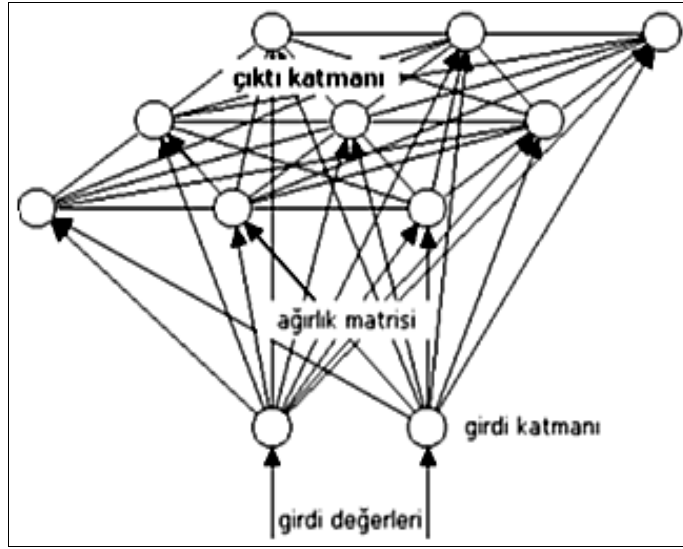
Şekil 16. Hopfield ağının yapısı (Elmas, 2011).

1.4.5.4.7. Kendi Kendine Organizasyon Haritalama (SOM) Ağı

SOM ağları, kümeleme çalışmalarında kullanılan yapay sinir ağlarıdır. 1982 yılında Teovo Kohonen tarafından geliştirilmiş olan bu ağlar, Kohonen SOM ağları olarak da

bilinmektedir. SOM ağıları, veri setindeki elemanları hem kümelendirir hem de haritalandırır (Zontul, 2004).

SOM ağıları, girdi ve çıktı katmanı olmak üzere iki katmandan oluşmaktadır. Çıktı katmanı iki boyutlu bir düzlemi, işlemci elemanlar ise bu düzlemler üzerine dağıtılmış vektörleri gösterir. Girdi katmanı, çıktı katmanındaki tüm işlemci elemanlarla bağlantılıdır. Çıkış katmanındaki işlemci elemanlarının dizilimi doğrusal, dikdörtgensel, altıgen ve küp şeklinde olabilir ve en fazla dikdörtgensel ve altıgen şeklindeki dizilimler tercih edilmektedir. Şekil 17’de SOM ağıının yapısı gösterilmektedir (Baş, 2006; Zontul, 2004).



Şekil 17. SOM ağıının yapısı (Küçükönder, 2008).

Yarışmacı öğrenmeyi kullanan SOM ağıında kazanan işlemci eleman 1 diğer elemanlar ise 0 değerini almaktadır. Eğitim sırasında hem yarışmayı kazanan hem de komşusu olan işlemci elemanların ağırlıkları değiştirilir ve kazanan işlemci elemanı bulmak için iki yöntem bulunmaktadır.

- Her elemanın çıktısı girdilerin ağırlıklı toplamı ile bulunur ve bu çıktı değerlerinden en yüksek değere sahip olan işlemci eleman yarışmayı kazanır.
- Her çıktı elemanı için öklit mesafeleri hesaplanmakta ve en küçük mesafe değerine sahip olan işlemci elemanı kazanan eleman olarak belirlenmektedir.

Kazanan işlemci elemanı ile birlikte ağırlıkları değiştirilecek komşuları belirlemek için de iki yöntem bulunmaktadır.

- Kazanan işlemci elemanın etrafındaki elemanlar kare/dikdörtgen içine alınarak içinde bulunan elemanların ağırlıklarının değiştirilmesidir.
- Kazanan işlemci elemanın etrafındaki elemanlar çokgen içine alınarak içinde bulunan elemanların ağırlıklarının değiştirilmesidir (Baş, 2006).

SOM ağının eğitilmesinin adımları ise şu şekildedir.

- 1) Tüm hücre çıktılarına küçük rastgele ağırlık değerleri verilir; ilk olarak öğrenme oranı ve komşu hücreler ayarlanır.
- 2) Giriş deseninin sunulur (x_1) ve çıktı hücreleri değerlendirilir.
- 3) Minimum çıktı ile kazanan çıktının belirlenir.
- 4) Aşağıdaki öğrenme kuralına göre tüm ağırlıklar güncellenir.

$$w_{ij}(t+1) = \begin{cases} w_{ij}(t) + \alpha(t)[x(t) - w_{ij}(t)], & \text{eğer } (i,j) \in N_{c_i c_j}(t) \\ w_{ij}(t), & \end{cases} \quad (8)$$

Burada, $N_{c_i c_j}(t)$ t zamanındaki komşu hücre ($c_i c_j$) ve $\alpha(t)$ öğrenme oranıdır

- 5) Öğrenme oranı değeri ve komşu hücre sayısı azaltılır.
- 6) Ağırlık değerlerindeki değişiklik önceden belirlenmiş eşik değerinde daha az veya iterasyon sayısı maksimum oluncaya kadar 2 den 5'e kadar olan adımlar tekrarlanır (Jain ve Mao, 1996).

SOM ağları, ses ve yazı tanıma, eş zamanlı çeviri, robotik sistemlerde ve sensör uygulamalarında kullanılmaktadır (Bayır, 2006).

1.4.5.4.8. Olasılık Tabanlı Sinir Ağları

1988'de Donald Specht tarafından geliştirilmiş olan olasılıksal yapay sinir ağları, bir kalıp katman dahilinde dağıtım işlevini geliştirmek için danışmanlı bir eğitim dizisi kullanır. Olasılıklı sinir ağı girdi, kalıp ve çıktı katmanı olmak üzere üç katmandan oluşmaktadır. Girdi katmanında, sınıflandırılacak nesnelere tanımlaması için ihtiyaç duyulan ayrılabilir değişkenlerin varlığı kadar çok elemana sahiptir. Kalıp katmanı eğitim dizisini organize etmektedir. Kalıp katmanında, her bir girdi vektörü için bir işleme elemanı bulunmaktadır ve bir çıktı veren ve elde edilen bir girdi vektörüne sadece en yüksek uyumu gösteren konumda yarışır bir şekilde çalışmaktadır. Çalıştırma işlevi,

sınıflandırma sonuçlarını daha iyi çıkararak global bir düzeltme faktörü içermektedir. Çıktı katmanı ise, ağ tanınacak sınıflar kadar çok işleme elemanına sahip olup toplam katman olarak adlandırılmaktadır. Çıktı katmanındaki her bir eleman aynı sınıfla ilişkili kalıp katman dahilinde işlem elemanları yoluyla birleşir ve bu kategoriyi çıktıya hazırlar. Girdiler ağa girmeden önce normalize edilmelidir. Girdiler normalize edilmeden ağa verildiği takdirde girdileri normalize etmek için dördüncü bir katman eklenir. Olasılıksal sinir ağlarının çalışması, geri yayımlı olduğundan oldukça basittir (Elmas, 2011).

1.4.5.4.9. Boltzman Makinesi

Boltzman makinesi 1983 yılında Hinton ve Sejnowski tarafından tanımlanmıştır (Fausett, 1994). Hopfield ağlarına benzemekte olup gizli katmana sahiptir ve öğrenme kuralı stokastiktir. Ağ, bir maddenin donma noktasına kadar çok yavaş soğutulması anlamına gelen **Yavaş Soğutma** prensibine göre çalışmaktadır. Ağ bir kere öğrendikten sonra eksik desenleri tanımlayabilmekte ve tamamlayabilmektedir. Veri ilişkilendirme, optimizasyon problemlerinde ve robotik sistemlerde kontrol amaçlı kullanılmaktadır (Tebelskis, 1995; Bayır, 2006)

1.4.6. Yapay Sinir Ağlarında Ağ Tasarımı

Yapay sinir ağlarında ağ tasarlanırken bazı hususlara dikkat edilmelidir. Bunlar; ağ yapısı, öğrenme algoritması, katman sayısı, katmanlarda yer alan nöronların sayısı, nöronlar arasındaki bağlantı sayısı, veri normalleştirme yöntemleri ve performans fonksiyonunun seçimidir.

1.4.6.1. Ağ Yapısının Seçimi

YSA'nın tasarım sürecinde ağ yapısı uygulama problemine bağlı seçilmelidir (Sevinçtekin, 2014).

1.4.6.2. Öğrenme Algoritmasının Seçimi

YSA yapısının seçiminden sonra uygulama başarısını belirleyen en önemli faktör öğrenme algoritmasıdır. Öğrenme algoritmasının seçimi ağ yapısına bağlı olup çok sayıda öğrenme algoritması bulunmaktadır. Bazı algoritmaların belli tip uygulamalar için daha uygun olduğu bilinmektedir (Sevinçtekin, 2014).

1.4.6.3. Katman Sayısının Belirlenmesi

Katmanların sayısının belirlenmesinde önemli olan bir diğer husus da katmanların birbirleriyle olan durumlarını belirleyen bağlantı yapılarıdır. Girdi, gizli ve çıktı katman sayıları problemin özelliğine göre değişmekte olup, katman sayısı belirlenirken araştırıcı deneme-yanılma yolu ile bir takım denemeler sonucunda en uygun olan katman sayısını belirlemektedir (Kaastra ve Boyd, 1996).

1.4.6.4. Nöron Sayısının Belirlenmesi

Neden sonuç ilişkisine dayalı tahmin problemlerinde girdi nöron sayısı değişken sayısına eşittir. Ancak zaman serisi tahmin problemlerinde girdi nöron sayısı gecikme sayısı ile ilişkilidir ve bu sayısı belirlemek için bir yöntem bulunmamaktadır. Gizli katmanın nöron sayısının belirlenmesinde ise deneme yanılma yöntemi kullanılmaktadır. Bir katmanda kullanılacak nöron sayısı olabildiğinde az olmalıdır. Gereğinden az nöron kullanıldığında ise verilerdeki örüntü ağ tarafından öğrenemeyebilir. (Küçükönder, 2011).

1.4.6.5. Verilerin Normalleştirilmesi

Ağ girdi ve çıktıları üzerine belirli ön işlem adımları yapılarak verilerin eğitimi daha verimli hale getirilebilir. Ağ girdi fonksiyonları, ağ kullanımını daha iyi bir forma dönüştürür. Ham verilere uygulanan normalizasyon işlemi, ağ eğitimi için uygun veri setinin hazırlanmasında büyük bir etkiye sahiptir. Normalizasyon işlemi olmadığında, yapay sinir ağlarının eğitimi oldukça yavaş olabilir. Ayrıca, veri normalizasyon işlemi, aynı ölçekte bulunan her veri için bir eğitim sürecini başlatarak ağın eğitim süresini

hızlandırabilir. Veri normalleştirme işlemi, farklı sınıftaki girdilerin bulunduğu modellerde daha yararlıdır. Normalizasyon işlemlerinde farklı teknikler kullanılabilir ve her bir tekniğinde farklı kuralları mevcuttur. Bunlar; Min kuralı, Max kuralı, Medyan, Sigmoid vb. kurallar olarak sıralanabilir. Normalizasyon kuralları, örnekleri 0 ile 1 veya -1 ile 1 aralığında sınıflandırmak için kullanılır (Jayalakshmi ve Santhakumaran, 2011).

Tablo 21. Normalizasyon teknikleri ve formülleri (Yavuz ve Deveci, 2012; Jayalakshmi ve Santhakumaran, 2011).

Normalizasyon Teknikleri	Matematiksel Formüller
İstatistiksel veya Z- Score Normalizasyon	$x^l = \frac{(x_i - \mu)}{\sigma}$
Min-Max Normalizasyon [0-1]	$x^l = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$
Medyan Normalizasyon	$x^l = \frac{x_i}{a_i}$
Sigmoid Normalizasyon [0-1 veya -1-1]	$x^l = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$
D_min_Max Normalizasyon [0.1-0.9]	$x^l = 0.8 * \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} + 0.1$
İstatistiksel Sütün Normalizasyon	$x^l = \frac{x_i - n(c_a)}{n(c_a)} * 0.1$

Tablo 21'deki formüllerde yer alan x^l = normalize edilmiş veri, x_i = veri değeri, μ =veri setinin ortalaması ve σ =veri setinin standartması, x_{min} =girdi ve çıktı seti içerisindeki en küçük değer, x_{max} = girdi ve çıktı seti içerisindeki en büyük değer, a_i =veri setinin medyan değerini göstermektedir.

1.4.6.6. Performans Fonksiyonunun Seçilmesi

Bir yapay sinir ağı tahmin edicisinin dikkat etmesi gereken hususlardan biri de performans ölçütüdür. Bu ölçüt ağı performansını ve öğrenme yeteneğinin başarısını gösteren ölçüttür (Küçükönder, 2011). Yaygın olarak kullanılan performans fonksiyonları ve matematiksel açılımları Tablo 22'de gösterilmektedir ve y_t inci birimin tahmin değerini, y_t inci birimin gerçek değerini ve n ise tahmin hatasıdır (Gujarate ve Porter, 2012).

Tablo 22. Performans fonksiyonları ve matematiksel formülleri (Guajarate ve Porter, 2012).

Performans Fonksiyonları	Matematiksel Formüller
Ortalama HataKare (MSE)	$\frac{\sum(\check{y}_t - y_t)^2}{n}$
Kök Ortalama Hata Kare (RMSE)	$\sqrt{\frac{\sum(\check{y}_t - y_t)^2}{n}}$
Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)	$\sum \left \frac{\check{y}_t - y_t}{y_t} \right \frac{100}{n}$

1.4.7. Yapay Sinir Ağlarının Avantajları ve Dezavantajları

Yapay sinir ağlarının yararlı ve ilgi çekici birçok özellikleri vardır. Bunlardan bazı aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Sevinçtekin, 2014; Biçen, 2006; Elmas, 2011; Azam, 2000).

- Yapay sinir ağları, güçlü bir öğrenme yeteneğine sahiptir ve ağı parametrelerini değiştirerek çalıştıkları ortama uyum sağlayabilirler.
- Yapay sinir ağlarında tüm işlem elemanları eş zamanlı çalıştıkları için çıktı üretmesi çok hızlıdır.
- Yapay sinir ağları, paralel yapısı nedeniyle büyük ölçekli bütünleşmiş devre teknolojisi ile tasarlanabilir.
- Yapay sinir ağları, hatalara karşı toleranslı oldukları için sistemin bozulması da dereceli olur. Yani yapay sinir ağları eldeki verilerle, sağlam olan hücrelerle bilgi üretmeye çalışırlar.
- Yapay sinir ağları, sınırsız sayıda değişken ve parametre ile çalışabildiğinden, çok başarılı bir tahmin doğruluğu ile genel çözümler üretebilmektedir.
- Yapay sinir ağları, her biri büyük bir problemin farklı parçası ile ilgilenen çok sayıda işlemciden oluşması ve bağlantı ağırlıklarının ayarlanabilir olması gibi özelliklerden dolayı, esnek bir yapıya sahiptir.
- Yapay sinir ağı birimi, tipik olarak doğrusal olmama özelliğine sahiptir.
- Bazı yapay sinir ağları kendi kendine organize etme özelliğine sahiptirler.
- Yapay sinir ağları, paralel bilgi işleme yapısına sahiptir.

- Box-Jenkins modellerinde olduğu gibi seriyi durağanlaştırmak için fark alma işlemi yapay sinir ağlarında yapılmadığından, veri kaybı söz konusu değildir.
- Yapay sinir ağları, matematiksel modele ihtiyaç duymazlar.
- Yapay sinir ağları, kendisine gösterilen örneklerden genellemeler yaparak görmediği örnekler hakkında bilgi üretebilirler..
- Yapay sinir ağları, sağlamlık ve hatalara karşı toleranslı olma özelliklerine sahiptirler.
- Yapay sinir ağlarında her bir işlem birimi, çözülecek problemin tümü ile ilgilenmek yerine sadece problemin gerekli parçası ilgilenmektedir. Sağlanan bu görev paylaşımı sayesinde çok karmaşık problemleri çözebilmektedir.
- Yapay sinir ağları, bulanık, eksik, gürültülü ve olasılığa dayalı veri ile işlem yapabilir.
- Yapay sinir ağlarında bilgi, ağın bağlantılarının değerleri ile ölçülmekte ve bağlantılarda saklanmaktadır.
- Yapay sinir ağları, zaman bakımından verimli çalışmaktadırlar.
- Yapay sinir ağları uygulamaları hem pratik hem de maliyet bakımından ucuzdurlar.

Yapay sinir ağlarının yukarıda belirtilen avantajlarının yanında (Öztemel, 2012; Elmas, 2011; Ballı, 2014; Li, 1994),

- ✓ Yapay sinir ağın seçimi, gelişimi, eğitimi ve doğrulanması için mevcut bir modelin olmaması,
- ✓ Karmaşık bilgiler içeren problemlerin,
- ✓ Yapay sinir ağları, problemlere optimum sonuçları garanti etmemesi,
- ✓ Probleme uygun ağ yapısının belirlenmesi ancak deneme yanılma yoluyla yapılması,
- ✓ Yapay sinir ağların problemleri nasıl çözdüğünün açıklanamaması,
- ✓ Bazı ağlar hariç kararlılık analizlerinin yapılamaması,
- ✓ Farklı sistemlere uyarlanmasının zor olması,
- ✓ Yapay sinir ağları için standart bir örneklemenin olmaması,
- ✓ Bazı ağlarda, ağın parametre değerlerinin (öğrenme katsayısı, katman sayısı vb.) belirlenmesinde belirli bir kuralın olmaması, belirlemenin sübjektif olarak yapılması,

- ✓ Tecrübenin önemli derecede etken olduğu problemlerin çözümünde yapay sinir ağları başarılı olarak kullanılamamaktadır. Örneğin tecrübesiz birinin ağları eğitmesi sırasında sisteme vereceği bilgiler noksan veya eksik olabilir. Başarı, kullanılan bilginin kalitesine bağlı olması gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır.

1.4.8. Yapay Sinir Ağlarının Kullanım Alanları

Sadece sayısal bilgilerle çalışan, bilgiyi saklama, örnekleri kullanarak öğrenme ve görülmemiş örnekler hakkında bilgi üretebilme, sınıflandırma ve şekil tamamlama gibi özelliklere sahip olan “Yapay Sinir Ağları”, günlük hayatımızda finansal konulardan tıp bilimine, üretim uygulamalarından arıza tespit ve analizine kadar birçok alanda uygulanabilmektedir (Ağyar, 2015). Uygulama alanlarından bazıları aşağıda listelenmiştir (Ağyar, 2015; Hagan vd., 2014).

Uzay: Otomatik pilot, uçuş yolu simülasyonları, uçak kontrol sistemleri, otomatik pilot geliştirmeleri, uçak parça simülasyonları, uçak hata detektörleri, vb.,

Otomotiv: Otomatik yol gösterme sistemleri, yakıt enjektör kontrolü, otomatik fren sistemleri, yanlış (gecikmeli) ateşleme algılama sensörleri, sanal emisyon sensörleri, vb.,

Bankacılık: Kontrol ve belge okuyucuları, nakit para tahmini, kredi karşılama oranlarının tahmini, firma sınıflandırması, döviz kuru oranı tahmini, kredi risk analizi, vb.,

Savunma: Hedef izleme, nesnelere veya görüntüleri ayırma ve tanıma, askeri uçakların uçuş yörüngelerinin belirlenmesi, silah otomasyonu, sonar, radar ve sensör sistemleri, sinyal ve görüntü işleme, algılayıcı tasarımı ve gürültü önleme, vb.,

Elektronik: Kod sırası öngörüsü, entegre devre düzeni, çip arıza analizi, proses kontrolü, non-lineer sistem modelleme, yapay görme, ses sentezi, vb.,

Eğlence: Animasyon, özel efektler, vb.,

Finans: Makroekonomik tahminler, şirket tahvilinin kredi değerliliğinin belirlenmesi, kredi danışmanı, kredi limiti analizi, ipotek inceleme, banka kredilerinin değerlendirilmesi, piyasa fiyatı tahmini, vb.,

Sigorta: Poliçe değerlendirme, ürün optimizasyonu, vb.,

Üretim: Üretim proses kontrolü, ürün tasarımı ve analizi, proses ve makine teşhisi, gerçek zamanlı parça belirleme, makine bakım analizi, proje fiyatlandırma, planlama ve

yönetimi, bileme analizi, kimyasal ürün tasarım analizi, kimyasal proses sistemlerinin modellenmesi, vb.,

Tıp: Tıbbi sinyallerin ve kanserli hücrelerin analizinde, protez tasarımı, EEG analizleri, hastalıkların teşhisi, transplantasyon zamanlarının optimizasyonu, hastane kalitesinin geliştirilmesinde ve hastane giderlerinin optimizasyonu vb.,

Yağ ve Gaz: Petrol keşfinde, akıllı sensörler, rezervuar modellemesi, sismik yorumlama, vb.,

Robotik: Yörünge kontrolü, aygıtları uzaktan kontrol etmede, sanal sistemler, kendi kendine giden araçlar, vb.,

Dil: Ses tanıma, konuşma sıkıştırma, sesli harf sınıflandırması, vb.,

Güvenlik: Parmak izi tanıma, otomatik olarak tahvillerin getiri ve risk yapılarına göre derecelendirilmesi, borsa simsarlığı danışma sistemleri, kredi kartı hileleri saptama, retina tarama, yüz eşleştirme vb.,

Telekomünikasyon: Görüntü ve veri sıkıştırma, otomatik bilgi sunma servisleri, ses ve görüntü işleme, filtreleme, eko ve gürültü azaltmada, trafik yoğunluğunun kontrolü vb.,

Ulaşım: Fren tanılama sistemleri, araç çizelgeleme, rotalama sistemleri, vb.,

Arıza Analizi ve Tespiti: Elektrik makinelerin, uçakların, tümleşik devrelerin vb. arızaların analizinde yapay sinir ağları kullanılmaktadır.

1.5. Literatür Araştırması

Literatürde YSA ve Box-Jenkins (ARIMA) modelleri ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Yapılan literatür araştırmasında 2003 ve sonrası yayınlanan çalışmalar incelenmiş ve orman ve orman ürünleri, ihracat-ithalat, diğer olmak üzere üç başlık altında daha önce yapılan çalışmalar hakkında bilgi verilmeye çalışılmıştır.

Orman ve orman ürünleri alanında yapay sinir ağları ve ARIMA ile ilgili yapılan çalışmalar:

Bu çalışmada endüstriyel odun hammaddesi talebinin tahmininde yapay sinir ağlarının (YSA) kullanım olanaklarının araştırılması ve bazı talep tahmin yöntemleri ile karşılaştırılması yapılmıştır. Hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) ve mutlak hata yüzdeleri ortalaması (MAPE) ölçütlerine göre her yöntemin tahmin performansları ve YSA, hareketli ortalamalar, üssel düzeltme ve çoklu regresyon yöntemleriyle elde edilen tahmini değerler ile gerçek değerler karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda, tüm ölçüler

için YSA'nın tahmin performansının diğer yöntemlerinkinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Güngör vd., 2004).

Koutroumanidis ve arkadaşları (2009), ARIMA, yapay sinir ağları ve hibrit ARIMA-yapay sinir ağları modelleri ile Yunanistan'daki yakacak odun fiyatlarının tahmin etmeye çalışmışlardır. Analiz sonucunda elde edilen bulgulara göre hibrit modelinin, YSA ve ARIMA metotlarına göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

2009 yılında Azizi ve arkadaşları, İran'daki tüketicilerin odun panellerine olan (yongalevha, liflevha ve orta yoğunluktaki yongalevha) talebini ve Firouzabadi ve Ghorbannezhad (2014) İran'daki MDF talebini üstsel düzgünleştirme metodu ile tahmin etmişlerdir.

Kaba tarafından 2009 yılında yapılan "yapay sinir ağları ile değerli kağıt tanıma sistemi" adlı çalışmada, değerli kağıt olarak Türk Lirası banknotlarına yoğunlaşmış ve taranmış TL banknot resimlerini yapay sinir ağları kullanarak tanımaya çalışmıştır.

Yapılan bu çalışmada, Emang ve arkadaşları (2010), Malezya'daki sunta talep tahminini belirlemek için mevsimsel ARIMA modelini kullanmışlardır. Bu modeli mevsimsel Holt-Winters ve ARAR algoritmaları ile karşılaştırmışlardır. Araştırma sonucunda, mevsimsel ARIMA (1,0,4)X(0,1,0)₄ modeli, diğer yöntemlere daha iyi olduğunu öne sürmüşlerdir. Mevsimsel ARIMA'nın, MAPE (Mutlak Hata Oranları Ortalaması) değeri %18,83 çıkmıştır.

Yücesoy (2011), yıllık temizlik kağıt satış verilerini kullanarak YSA ile basit ve çoklu regresyon yöntemlerinin öngörü sonuçlarını karşılaştırmıştır. Uygulama sonucunda yapay sinir ağı yönteminin başarılı bir talep tahmini yöntemi olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, kaplama ve laminat levhalarının yapışma dirençlerinin yapay sinir ağı ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapay sinir ağı modellerinden ileri beslemeli ağ yapısı ve geri yayımlı algoritma kullanılmış ve iki giriş katmanı (2 nöron), iki gizli katmanı (12 nöron) ve bir de çıkış katmanı (1 nöron) olmak üzere üç katmandan oluşmaktadır. Sonuç olarak, yapay sinir ağının deneysel çalışma sonuçlarına çok yakın değerler verdiği tespit edilmiştir (Budakçı ve Akkuş, 2011).

2012 yılında Agha ve arkadaşları, ergonomik okul mobilyası dizaynı için sinir ağı ve çoklu doğrusal regresyon yöntemleri ile okuma çağındaki çocukları boyutlarını tahmin etmeye çalışmışlardır. Sonuç olarak sinir ağı çoklu doğrusal regresyona göre daha başarılı bulunmuştur.

Yapay sinir ağı yöntemi kullanılarak kontrplak levhanın eğilme ve elastikiyet modülü değerlerinin tahmin edilmesi ve çoklu regresyon modeli ile karşılaştırılması isimli çalışmada, YSA'nın çoklu regresyon modeline göre daha iyi tahmin değerleri verdiği sonucuna varılmıştır (Fernandez vd., 2012).

Yapılan bu çalışmada, ısıtma işlem koşulları ve mekanik özelliklere (eğilme direnci, elastikiyet modülü vb.) ait veriler kullanılarak yapay sinir ağı modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan modelin aynı deney koşulları altında mekanik değerleri yüksek doğrulukta tahmin ettiği saptanmıştır (Ulucan, 2012).

Bu çalışmada, ısıtma işlem görmüş odunun eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerinin yapay sinir ağıları metodu ile tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Sonuç olarak, hem eğilme direnci hem de elastikiyet modülü değerleri tahmininde bütün veri setleri (eğitim, doğrulama ve test) için R^2 değeri %99'unun üstünde çıkmıştır (Tiryaki ve Hamzaçebi, 2014).

Tiryaki ve Aydın (2014), ısıtma işlem görmüş odunun basınç direnci değerlerinin tahmininde YSA ve çoklu doğrusal regresyon modellerini kullanmıştır. Analizin sonucunda elde edilen bulgulara göre YSA, çoklu doğrusal regresyon metoduna göre daha iyi tahmin performansına sahiptir.

Demirkır ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan bu çalışmada, meta-buluşsal yapay sinir ağıları yöntemleri (the intuitive k-nearest neighbor estimator ve adaptive artificial neural network) yardımıyla kontrplağın yapışma direnci tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda uygulanan yöntemlerin kontrplaklarda yapışma direnci tahmininde kullanılabilir oldukları tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışmada, Türkiye'nin odun dışı orman ürünleri ihracat ve ithalat değerleri YSA yöntemi yardımıyla tahmin edilmiştir. Çalışma sonucunda ihracat ve ithalat verileri için sırasıyla R^2 değerleri %84 ve %98 ve MAPE değerleri ise %4,66 ve %2 bulunmuştur (Yıldırım vd., 2014).

Tajdini ve arkadaşları (2014), İran'daki oduna dayalı panellerin (yongalevha, kontrplak, kaplama) tüketimini tahmin etmek için çift üstsel düzgünleştirme, Holt-Winters üstsel düzgünleştirme ve ARIMA modellerini kullanmışlardır. Holt-Winters üstsel düzgünleştirme modeli, yonga levha ve kontrplak tüketimi için en iyi tahmin modeli seçilmişken, kaplama için ise en iyi tahmin modeli ARIMA (2,1,1) seçilmiştir.

Tavakkoli vd. (2015)'da İran'daki kullanıcıların yonga levha tüketimini bütünleşik otoprediktif hareketli ortalama (ARIMA) ve çift ve Holt-Winters üstsel düzgünleştirme

yöntemlerini kullanarak tahmin etmişler ve karşılaştırma yapmışlardır. ARMA (2,1) modelinin diğer yöntemlere göre daha iyi olduğunu söylemişlerdir.

İhracat ve ithalat ile ilgili yapılan çalışmalar:

Yayar ve Karkacier (2003) çalışmalarında, Türkiye'nin tarım sektörü dış ticaret verilerini Box-Jenkins yöntemi ile analiz etmeye ve uygun modelleri belirlemeye çalışmışlardır. Analiz sonucunda, 1985-2000 döneminde Türkiye'nin tarım sektörü ihracat ve ithalat serileri için ARIMA (1,1,1) (1,1,1)₁₂ modelini nihai model olarak ve gelecek tahmininde kullanılabilir özellikte olduğunu belirlemişlerdir.

Co ve Boosarawongse (2007) Box-Jenkins, Holt-Winters ve yapay sinir ağı yöntemlerini kullanarak Tayland'ın pirinç ihracat değerlerini tahmin etmeye çalışmışlar ve yapay sinir ağı sonuçları Box-Jenkins ve Holt-Winters ile karşılaştırmışlardır. Yapay sinir ağı modelinin diğer yöntemlere göre daha iyi olduğunu öne sürmüşlerdir.

Akıncı (2008) yaptığı çalışmada, 1923-2006 yılları arasındaki ihracatın GSMH içindeki payı (%) verilerini kullanarak serinin durağanlık analizini incelemek ve durağanlık analiz sonucunda Box-Jenkins modeli yardımıyla serinin bir sonraki yıla (2007) ilişkin alacağı değeri tahmin etmeye çalışmıştır. Analiz sonucunda serinin en uygun ARIMA (1,1,0) yapısında olduğunu tespit edilmiş ve kurulan model ile 2007 yılı için ihracatın gayri safi milli hasıla (GSMH) içindeki payı %21,62 olarak tahmin edilmiştir.

Bu çalışmada, Yapay sinir ağı ve Box-Jenkins modelleri ile Türkiye'nin toplam ihracat ve ithalat verilerinin 2006 yılına ait örneklem içi ve 2007 yılına ait örneklem dışı öngörülerini hesaplanmıştır. Uygulama sonucunda, yapay sinir ağlarının örneklem içi öngörülerde, Box-Jenkins modellerinin ise örneklem dışı öngörülerde daha iyi öngörü performansına sahip oldukları sonucu elde edilmiştir (Polat ve Ersungur, 2012).

Karahan (2015) çalışmasında, istatistiksel talep tahmini tekniklerinden yapay sinir ağı modelini kullanarak, Malatya ili kuru kayısı ürününe ait ihracat miktarlarının tahmini uygulamasını yapmış ve bu modeli ARIMA metodu ile karşılaştırmayı çalışmıştır. YSA modelinin hata değeri, ARIMA modeline göre daha düşük çıkmıştır. Yani, kuru kayısı talep tahmini yapmak üzere tasarlanan YSA modelinin tahmin performansının, ARIMA modeline göre daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Demir ve arkadaşları, Türkiye'nin, Irak'a olan ihracat kaybını tahmin etmek için Mevsimsel üstsel düzgülendirme, Winters Additive, Winters Multiplicative and SARIMA (0,1,0) (0,1,1) modellerini kullanmışlardır. Winters Additive, SARIMA (0,1,0) (0,1,1) ve Winters Multiplicative modellerine göre daha iyi sonuç vermiştir.

Yapay sinir ağırları ile diğer modellerin karşılaştırılması ile ilgili diğer çalışmalar:

Budak ve Erpolat (2012) kredi talep eden müşterilerin ödeme alışkanlıklarının düzenli olup olmayacağını tahmini, Özkan (2012) Amerikan doları ve Avro döviz kuru tahminlerini, Tosunoğlu ve Benli (2012) Morgan Stanley Capital International Türkiye endeksinin aylık değerlerine ilişkin öngörülerini, Aksoy ve Dahamsheh (2009) yağış miktarlarının tahmini, Aygören vd. (2012) İMKB 100 endeksinin tahmin edilmesini, Bilgili vd. (2012) konutlarda ve sanayide kullanılan elektrik talebi tahmini, Asılkan (2011) ikinci el otomobillerinin pazardaki güncel fiyatlarının tahmini, Kankal vd. (2011) sosyo-ekonomik ve demografik değişkenler kullanılarak Türkiye'nin enerji tüketimi tahmini, Benli ve Yıldız (2014) altın fiyatının tahmini, Kitapçı vd. (2014) Türkiye'deki otomobil satışlarına ekonomik politikaların etkisinin tahmini, Benli (2005) bankaların mali başarısızlıklarının tahmini, Çuhadar vd. (2009) dış turizm talebi, Hamzaçebi (2007) Türkiye'nin net elektrik enerjisi tüketimi, Jeong vd. (2014) eğitim tesislerindeki yıllık enerji fiyat bütçesinin tahmin edilmesinde, Ünlü ve ark. (2009) İMKB'de ilk defa halka arz edilen hisse senetlerinin uzun dönem getirilerinin tahmini, Zou vd. (2007) Çin pazarındaki beyaz pirinç fiyatının tahmininde, Ataseven (2013) bir şirketten rastgele seçilen dört ürünün aylar itibarıyla satış rakamlarının tahmini, Valipour vd. (2013) Dez barajının aylık su akışı tahmininde, Lasheras vd. (2015) bakır fiyatı tahminini, Hamzaçebi ve Kutay (2004) uzun dönemli elektrik enerjisi tüketimi tahmininde ve Kaynar vd. (2010) ham petrol fiyatlarının tahminini, yapay sinir ağlarını, zaman serileri ve geleneksel tahmin yöntemlerini kullanarak yapmışlar ve YSA metodu ile diğer yöntemleri karşılaştırmışlardır. Bütün bu çalışmaların ortak sonucuna göre; YSA metodunun diğer yöntemlere göre tahmin performansının daha iyi olduğu ifade edilmiştir.

Box-Jenkins yöntemi (ARIMA) ile ilgili diğer çalışmalar:

Özer ve İlkdoğan (2013) Dünya'daki pamuk fiyatının tahmininde mevsimsel ARIMA (1,1,1) (1,0)₁₂, Nanthakumar ve İbrahim (2010) Malezya'daki Uluslararası turizm talebinde ARIMA (1,0,1), Altın (2007) Dodurga barajına giren su miktarının modellenmesinde ARIMA (1,1,1), Dobre ve Alexandru (2008) Romanya'daki işsizlik oranının tahmininde ARIMA (2,1,2), Khan (2013) altın fiyatlarının ve Çelik (2012) Türkiye'de kırmızı et üretiminin tahmininde ARIMA (0,1,1), Solak (2013) Türkiye'nin toplam petrol talebinde ARIMA (1,0,0) ve ulaştırma sektörü petrol talebinin tahminde ARIMA (1,1,1), ve Albayrak (2010) Türkiye'de birincil enerji üretim ve tüketim

düzeylerinin tahmininde, toplam üretim için ARIMA (1,1,0) toplam tüketim için ise ARIMA (3,2,2) modellerini en uygun model olarak belirlemişlerdir.

Yapay sinir ağları ile ilgili diğer çalışmalar:

Kavaklıoğlu ve arkadaşları (2009) yapay sinir ağları metodunu kullanarak Türkiye'nin elektrik tüketimini tahmin etmeye çalışmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda, yapay sinir ağı modelinin, tüm veri setleri için hataların ortalamasının karekökü (RMSE) değeri %1,15 bulunmuştur. Türkiye'nin elektrik tüketimi 2027 yılında 279 kW/h olduğu tahmin edilmiştir.

Singh vd. (2009) Gomti nehrindeki çözülmüş oksijen ve biyokimyasal oksijen konsantrasyonu yapay sinir ağı yöntemi tahmin etmişlerdir. Çözülmüş oksijen konsantrasyonunun tahmini için 11 girdisi, 23 gizli nöronu ve 1 çıktısı, biyokimyasal oksijen için ise 11 girdisi 11 gizli nöronu ve 1 çıktısı olan ağlar oluşturulmuştur. Analiz sonucunda, çözülmüş oksijen için R^2 değerleri eğitim seti için 0,70, doğrulama seti için 0,74 ve test seti için 0,76 çıkarken, biyokimyasal oksijen için R^2 değerleri sırasıyla 0,85, 0,85 ve 0,77 çıkmıştır.

Dombaycı (2010) çalışmasında, Denizli'de tasarlanmış model bir evin saatlik olarak ısıtma enerjisi tüketimini tahmin etmek için bir yapay sinir ağı modeli geliştirmiştir. En iyi sonuçlar 29 nörondan oluşan modelden elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, RMSE, R^2 ve MAPE değerleri eğitim aşaması için 1,2575, 0,9907 ve 0,2091, test aşaması için ise 1,2125, 0,9880 ve 0,2081 çıkmıştır.

Bu çalışmada, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda sigorta sektörü endeksini oluşturan yedi şirketin hisse senedi fiyatları, yapay sinir ağı modelleri ile tahmin edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, YSA yönteminin her ne kadar iki aya kadar yapılan tüm tahminlerde başarılı olsa da, özellikle 1 aya kadar olan tahminlerde daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır (Akcan ve Kartal, 2011).

İMKB'de işlem gören imalat şirketlerinin hisse senedi getirilerini tahmin etmek amacıyla bu çalışmada, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda (İMKB) işlem gören 6 imalat sanayi şirketinin 1991-2010 yıllarına ait verileri kullanılarak 2008, 2009 ve 2010 yıllarına ait hisse senedi getirilerindeki değişim YSA modeli ile tahmin edilmiş ve statik ve dinamik YSA modelleri ile tahmin edilen hisse senedi getirilerinin performansları karşılaştırılmıştır. Daha sonra performansı en yüksek çıkan model ile 2011 yılına ait hisse senedi getirileri tahmin edilmiştir. Sonuç olarak, statik YSA modellerinin başarı ortalaması

%87, dinamik YSA modellerinin başarı ortalaması ise %88 olarak bulunmuştur (Dayı, 2012).

Yapılan başka bir çalışmada ise, Borsa İstanbul'da ampirik bir çalışma yapılarak adli muhasebede hilelerin tespitinde yapay sinir ağlarının nasıl kullanıldığı göstermek amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada, yapay sinir ağı modelinin başarı performansı %100 olarak bulunmuştur (Terzi ve Şen, 2015).

Yapay sinir ağları, psikoloji (Quek ve Moskowitz, 2007), tıp (Lisboa ve Taktak, 2006; Demirhan vd., 2010; Daş ve Türkoğlu, 2014; Özşen ve Vural, 2014), matematik (Hernandez ve Salinas, 2004), biyoloji (Yu vd., 2006; Erez vd., 2013), kimya (Eyüpoğlu ve Eren, 2011), gıda (Sofu, 2006), yerbilimi (Arslan vd., 2007), fizik (Yeşilkanat vd., 2013), ziraat (Özerdem ve Acar, 2011; Sattari vd., 2011), ormancılık (Yurtseven vd., 2013), inşaat (Özsoy ve Fırat, 2004), elektrik-elektronik (Hanbay vd., 2007) gibi farklı alanlarda kullanılmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, tahmin çalışmalarında en çok kullanılan Box-Jenkins ve Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemleri ile en uygun zaman serisi ve farklı mimarilere sahip yapay sinir ağı modelleri belirlenmesi ve belirlenen modeller yardımıyla Ocak 2014-Aralık 2014 dönemi için Türkiye'nin Ağaç ve Orman Ürünleri sektörüne ait ihracat ve ithalat değerleri tahmin edilerek yöntemlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca, en uygun YSA ve Box-Jenkins modelleri ile 2016 yılına kadar ihracat ve ithalat değerleri tahmin edilmiştir.

2.2. Materyal

Çalışmada, Ağaç ve Orman ürünleri Sektörünün alt sektörleri olan Ağaç ve Ağaç Ürünleri, Kağıt ve Kağıt Ürünleri ve Mobilya sektörlerine ait ihracat ve ithalat verileri ayrı ayrı olarak incelenmiştir. Mevsim ve trend bileşenlerinin ele alınarak daha detaylı incelenebilmesi için Ocak 2003-Aralık 2014 dönemlerini kapsayan aylık veriler kullanılmıştır ve Ek-1'de verilmiştir. Veriler Türkiye İstatistik Kurum'undan temin edilmiştir. Veriler 1000\$ olarak ele alınmıştır.

2.3. Yöntem

Çalışmada öncelikle zaman serisi özellikleri analiz edilerek seriyi etkileyen temel bileşenler incelenmiştir. Bileşenlerin incelenmesinden sonra, Box-Jenkins aşamaları izlenerek uygun mevsimsel ARIMA ve farklı mimarilere sahip yapay sinir ağı modelleri bulunmuştur. Fakat ihracat ve ithalat verilerinin Box-Jenkins yöntemi ile tahmin modellemesinden önce HEGY testini aylık verileri kapsayacak şekilde genişleten Franses'in (1990) modeli ile serilerin deterministik ve stokastik mevsimselliği analiz edilmiştir. Bulunan ARIMA modellerinin karşılaştırılması çeşitli kriterlere göre yapılmıştır. En uygun YSA modelleri ise farklı mimarilere sahip yapay sinir ağı modellerinin MAPE değerleri karşılaştırılarak elde edilmiştir. En uygun bulunan ARIMA ve YSA modelleri ile

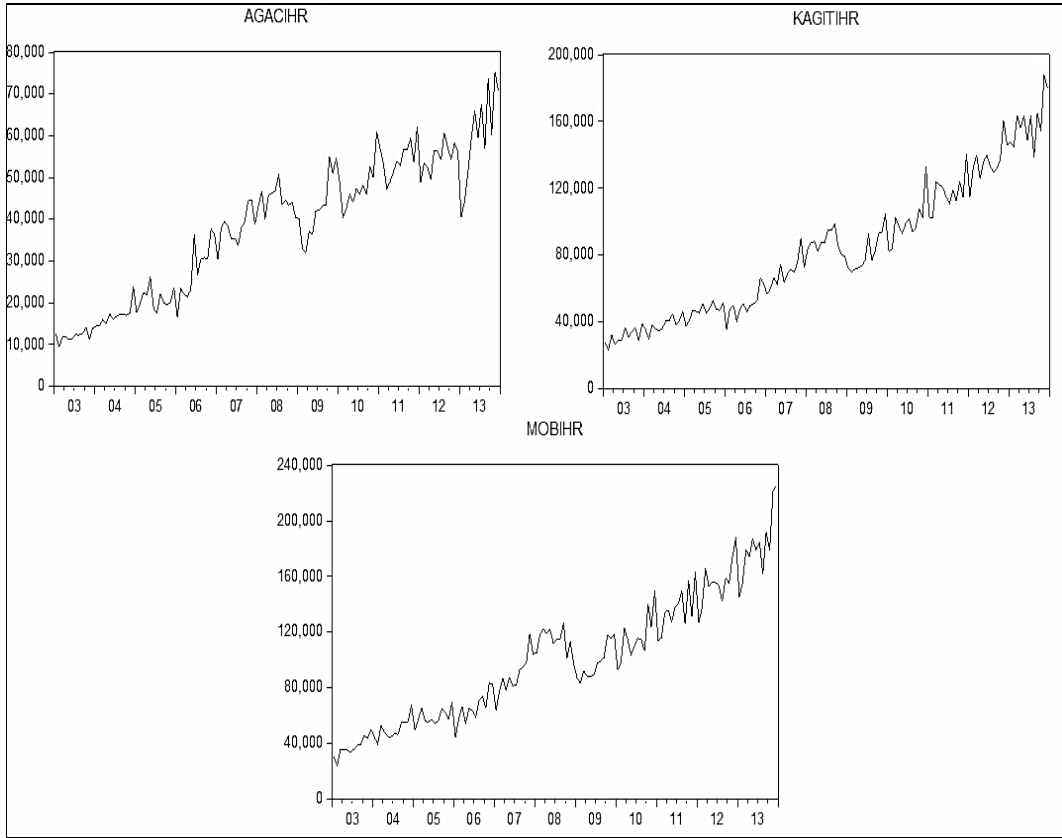
Ocak 2014-Aralık 2014 dönemi için ihracat ve ithalat değerleri tahmin edilmiştir. Box-Jenkins ve YSA yöntemleri ile üretilen tahmin (Ocak 2014 - Aralık 2014) değerleri ile gerçekleşmiş (Ocak 2014 - Aralık 2014) değerler, “RMSE, “MAE”, MAPE” istatistikleri yardımıyla karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda, en uygun YSA ve Box-Jenkins modelleri ile 2016 yılına kadar Ağaç ve Ağaç Ürünleri, Kağıt ve Kağıt Ürünleri ve Mobilya sektörlerine ait ihracat ve ithalat değerleri tahmin edilmiş olup, tahmin değerleri Ek’te verilmiştir.

İhracat ve ithalat zaman serilerinin tahmininde, Box-Jenkins yöntemi için Eviews-8 paket programı ve Minitab 15.1 paket programı, mevsimsellik analizi için Jmulti 4.24 paket programı ve YSA analizi için de MatlabR2015b paket programı kullanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. İhracat verilerinin Box-Jenkins Yöntemi ile Tahminlenmesi

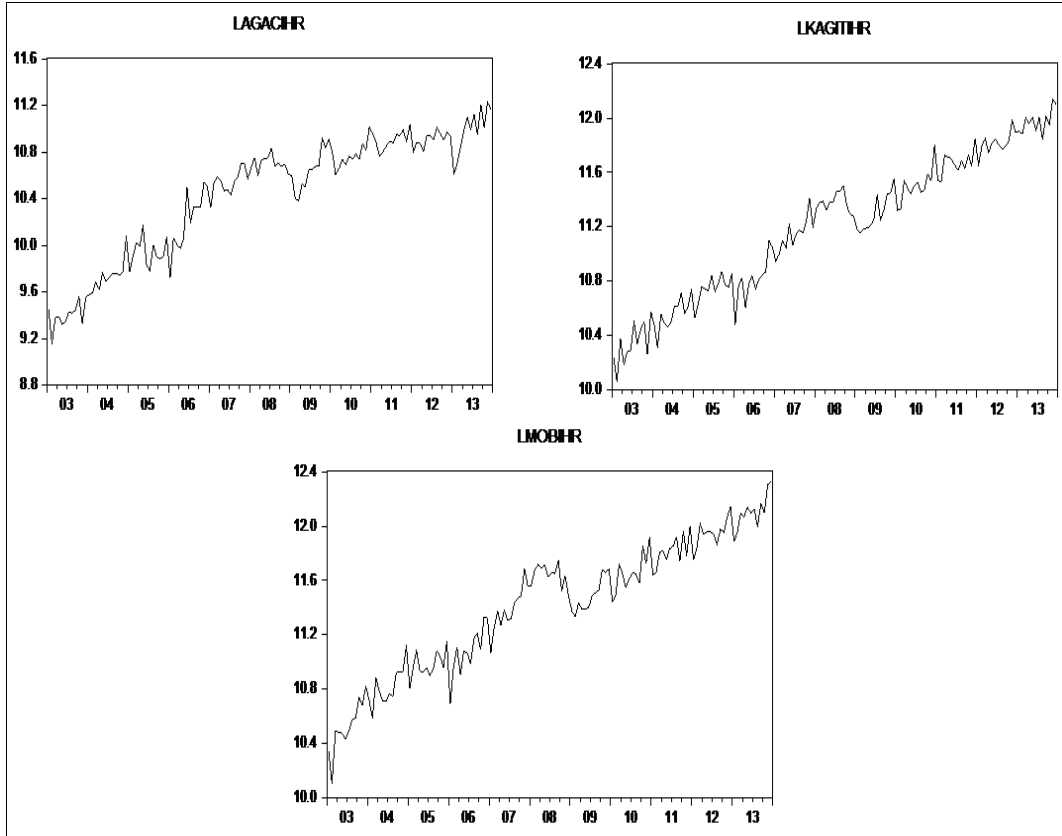
Serinin durağan olmaması durumunda serinin ortalama ve varyans değerleri zamana bağlı olarak değiştiğinden yanlış model teşhis edilmiş olacak ve ileriye yönelik tahminlerimizde yanlış sonuçlar elde edileceğinden, ilk önce verilerin durağanlık şartının sağlanması gerekmektedir. Bunun için ağaç ve ağaç ürünleri, kağıt ve kağıt ürünleri ve mobilya sektörlerine ait ihracat değerlerine ilişkin serilerin zamana göre dağılımı grafiksel olarak incelenmiş ve Şekil 18’de gösterilmiştir.



Şekil 18. İHR Serilerinin zaman göre dağılım grafiği

Şekil 18 incelendiğinde serilerin artan bir trende, zaman boyunca ortalamada sabit olmadığı görülmektedir. Yani, ihracat serileri durağan olmayan bir yapıya sahiptir. Serileri

durağan hale getirmek için ilk olarak serilerin doğal logaritması alınmış olup, zamana göre dağılımı Şekil 19’da verilmektedir. Çünkü doğal logaritması alınarak, serilerin durağan hale yakınlaşması sağlanabilir.



Şekil 19. LİHR serilerinin zamana göre dağılım grafiği

Şekil 19’da görüldüğü üzere, LİHR serilerinin hala artan bir trende sahip olduğu, ortalamada ve varyansta değişkenliğin devam ettiği görülmektedir. Yani, seriler hala durağan değildir. Serilerin durağan olmadığını istatistiksel olarak belirlemek amacıyla LİHR serilerinin durağanlığı Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi ile de analiz edilmiştir ve sonuçları Tablo 23’te gösterilmiştir.

Tablo 23. LİHR serileri için ADF birim kök test sonuçları

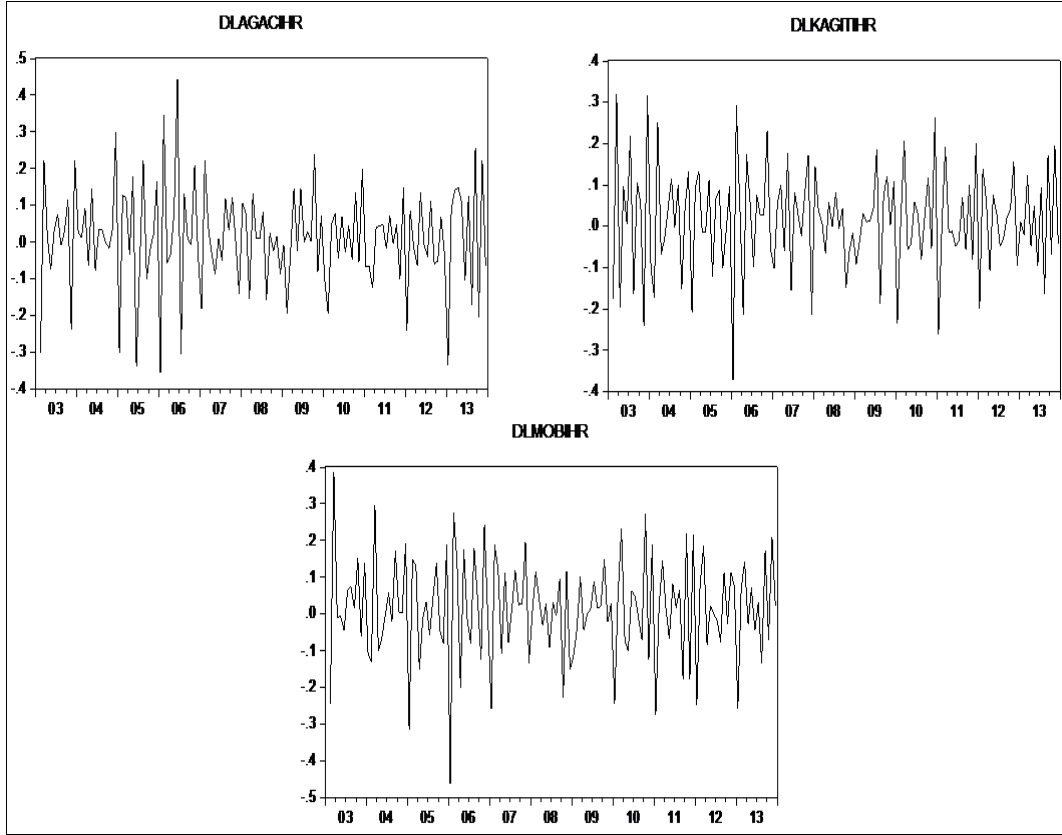
Değişkenler	Kritik Değerler	ADF Test İstatistiği
LAĞAÇİHR	-3,48*	-1,781587
	-2,88	
	-2,57	

Tablo 23'ün devamı

LKAĞİTİHR	-3,48	0,817592
	-2,88	
	-2,57	
LMOBİHR	-3,48	0,716210
	-2,88	
	-2,57	

*Birim kök mevcut olduğu hipotezi reddetmek için Mc Kinnon kritik değeridir. Kritik değerler sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerine göre yazılmıştır.

Tablo 23'te görüldüğü gibi, ADF test istatistiği mutlak değerler olarak $|\tau|$ Mc Kinnon kritik değerden küçük olduğundan ya da ADF test istatistiği τ Mc Kinnon kritik değerden büyük olduğundan LİHR serilerinin durağan olmadığı birim kök testi ile de görülmektedir. Doğal logaritması alınmış serileri durağanlaştırmak için serilerin 1. dereceden farkı alınmış ve zamana göre dağılım grafiği Şekil 20'de gösterilmiştir.



Şekil 20. ΔLİHR serilerinin zamana göre dağılım grafiği

Şekil 20’de, $\Delta\text{LMOBİHR}$ hariç, $\Delta\text{LİHR}$ serilerinin trendde sahip olmadığı, ortalamada ve varyansta sabit olduğu görülmektedir. Yani, seriler durağan hale getirilmiştir. Serilerin durağan olduğundan emin olmak amacıyla tekrar $\Delta\text{LİHR}$ serilerinin durağanlığı Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi ile analiz edilmiştir ve sonuçları Tablo 24’te gösterilmiştir.

Tablo 24. $\Delta\text{LİHR}$ serileri için ADF birim kök test sonuçları

Değişkenler	Kritik Değerler	ADF Test İstatistiği
$\Delta\text{LAĞAÇİHR}$	-3,48*	-19,15487
	-2,88	
	-2,57	
$\Delta\text{LKAĞİTİHR}$	-3,48	-15,55671
	-2,88	
	-2,57	
$\Delta\text{LMOBİHR}$	-3,48	-2,861429
	-2,88	
	-2,57	

*Birim kök mevcut olduğu hipotezi reddetmek için Mc Kinnon kritik değeridir. Kritik değerler sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerine göre yazılmıştır.

Tablo 24’te görüldüğü üzere, $\Delta\text{LMOBİHR}$ hariç $\Delta\text{LİHR}$ serilerinin ADF istatistiği mutlak değerler olarak $|\tau|$ Mc Kinnon kritik değerden büyük olduğundan serilerin durağan olduğu birim kök testi ile de görülmektedir. $\Delta\text{LMOBİHR}$ serisinin ADF istatistiği mutlak değeri $|\tau|$ Mc Kinnon kritik değerden küçük olduğu için durağan değildir. Bunun için serinin 2. defa regular farkı alınmış olup, test sonucu Tablo 25’te verilmektedir.

Tablo 25. $\Delta\Delta\text{LMOBİHR}$ serileri için ADF birim kök test sonucu

Değişken	Kritik Değerler			ADF Test İst.
	1%*	5%	10%	
$\Delta\Delta\text{LMOBİHR}$	-3,48	2,88	2,57	-7,070140

*Birim kök mevcut olduğu hipotezi reddetmek için Mc Kinnon kritik değeridir.

Doğal logaritması alınmış ihracat serilerinin deterministik ve stokastik mevsimsellikleri HEGY testi ile analiz edilmiş ve sonuçları Tablo 26 ve Tablo 27’de

belirtilmektedir. Tablo 26’da HEGY testi sonucunda mevsimsel kukla değişkenlerin trendli ve trendsiz modeller ile hesaplanan t-istatistik değerleri yer almaktadır. Tablo 26’ya göre, ağaç ve ağaç ürünlerinin trendli modelinde D_1 hariç tüm değişkenlere ve trendsiz modelinde tüm değişkenlere ait t-istatistiğinin mutlak değeri, kağıt ve kağıt ürünlerinin ve mobilyanın trendli modelinde tüm değişkenlere ait t-istatistiğinin mutlak değeri %5 anlamlılık düzeyinde tablo değerinden (1.96) büyük olduğundan serilerde deterministik mevsimsellik olduğu kabul edilir.

Tablo 26. LIHR için deterministik mevsimsellik sonuçları

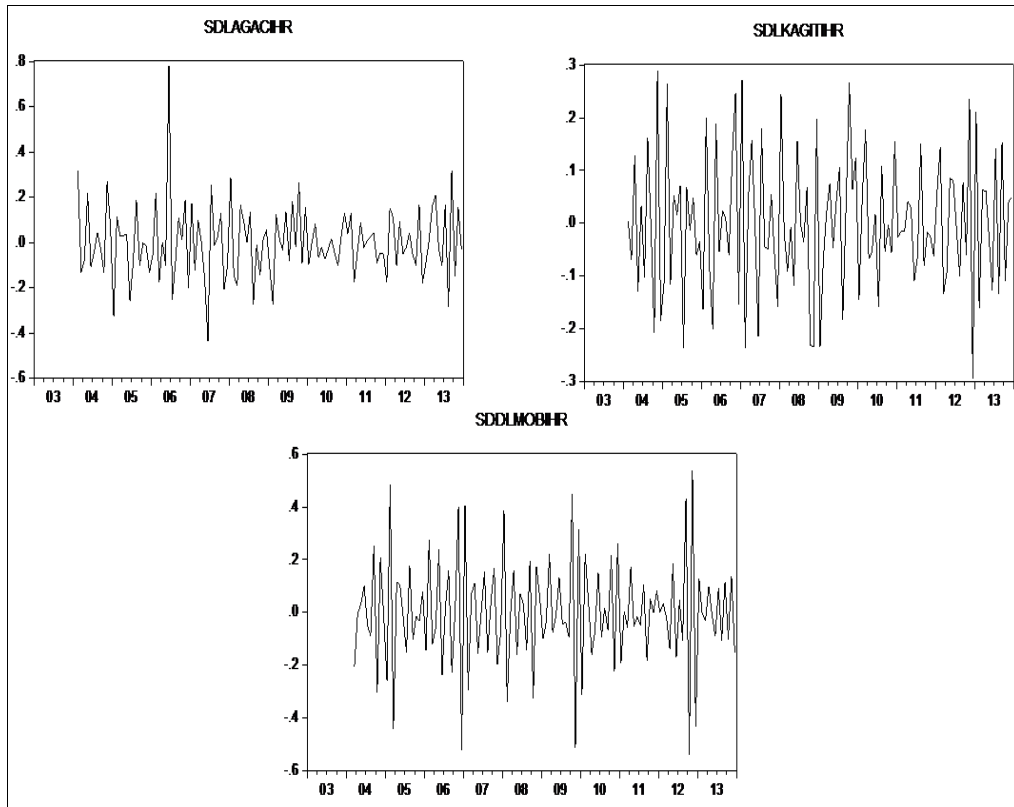
	Ağaç ve Ağaç Ürünleri		Kağıt ve Kağıt Ürünleri		Mobilya	
	Trendli	Trendsiz	Trendli	Trendsiz	Trendli	Trendsiz
D1	1,8580	2,1991	2,3183	0,2867	2,0368	0,1652
D2	1,9824	2,5074	2,3968	0,7807	2,1460	0,6266
D3	2,0086	2,5777	2,4677	1,2279	2,3972	1,7080
D4	2,0680	2,7250	2,4179	0,9105	2,2814	1,2037
D5	2,1009	2,8076	2,4355	1,0220	2,1377	0,5906
D6	2,0817	2,7435	2,4030	0,8164	2,1592	0,6802
D7	2,0086	2,5614	2,4628	1,1929	2,3024	1,2825
D8	2,0542	2,6745	2,3701	0,6105	2,2503	1,0630
D9	2,0203	2,5889	2,4163	0,8991	2,2552	1,0870
D10	2,0674	2,7149	2,4396	1,0449	2,3107	1,3321
D11	2,0707	2,7178	2,4475	1,0925	2,2509	1,0732
D12	2,1078	2,7988	2,4580	1,1555	2,2311	0,9821

Tablo 27. LIHR için stokastik mevsimsellik sonuçları

	Ağaç ve Ağaç Ürünleri		Kağıt ve Kağıt Ürünleri		Mobilya	
	Trendli	Trendsiz	Trendli	Trendsiz	Trendli	Trendsiz
$t(\pi_1)$	2,0817(-3,35)	2,8076(-2,81)	2,4030(-3,35)	1,0220(-2,81)	2,1592(-3,35)	0,5906(-2,81)
$t(\pi_2)$	2,0086(-2,81)	2,7435(-2,81)	2,4628(-2,81)	0,8164(-2,81)	2,3024(-2,81)	0,6802(-2,81)
$F(\pi_3, \pi_4)$	3,9411(6,35)	4,0600(6,35)	3,5422(6,35)	4,3306(6,35)	3,4933(6,35)	4,3341(6,35)
$F(\pi_5, \pi_6)$	7,9274(6,48)	7,5322(6,48)	16,8671(6,48)	15,6856(6,48)	7,6876(6,48)	6,4656(6,48)
$F(\pi_7, \pi_8)$	9,0426(6,30)	8,8818(6,33)	12,2119(6,30)	11,2423(6,33)	17,1608(6,30)	16,7285(6,33)
$F(\pi_9, \pi_{10})$	6,9176(6,40)	6,5686(6,41)	8,8772(6,40)	8,0861(6,41)	4,5274(6,40)	4,6920(6,41)
$F(\pi_{11}, \pi_{12})$	8,9488(6,46)	8,4683(6,47)	11,7970(6,46)	10,1556(6,47)	7,3514(6,46)	6,9960(6,47)

Tablo 27’de ise trendli ve trendsiz modeller ile hesaplanan parametrelerin t ve F istatistik değerleri ile parantez içerisinde gösterilmiş Franses ve Hobjin’in (1997) hesapladığı %5 anlamlılık düzeyindeki tablo değerleri yer almaktadır. Bütün serilerde

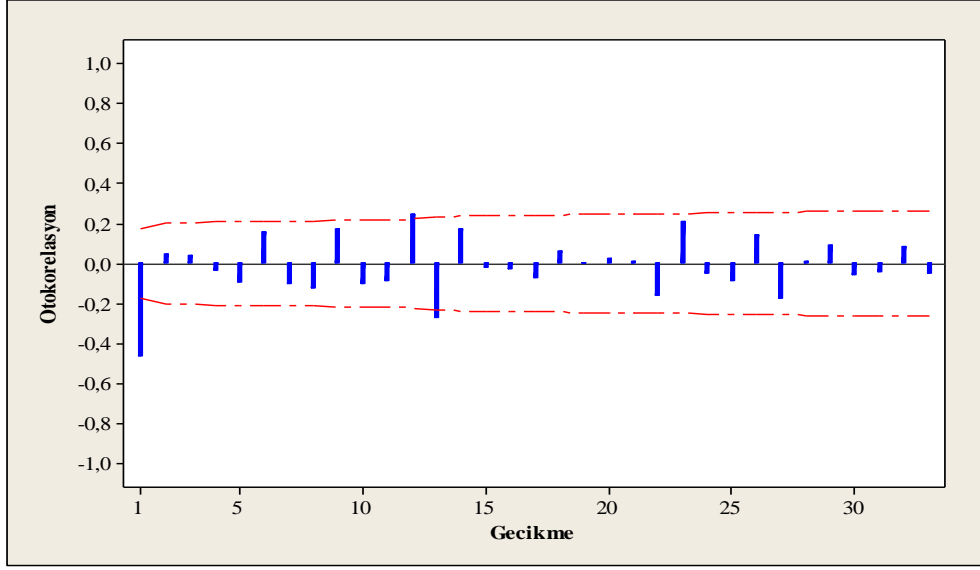
π_1 ve π_2 parametrelerine ait t-istatistikleri hem trendli hem de trendsiz tablo değerlerinden büyük olduğundan (Sivri 2004) serilerin mevsimsel olmayan birim kökü olduğunu göstermektedir. Hesaplanan F istatistiklerinin Franses ve Hobjin’de (1997) yer alan kritik değerlerinden küçük olduğundan (Hamori 2001), ağaç ve ağaç ürünleri ve kağıt ve kağıt ürünlerinin hem trendli hem de trendsiz modelinde $(1/2)\pi[(3/2)\pi]$ frekansında birim kök bulunduğu görülürken, mobilyanın trendli modelin de $(1/2)\pi[(3/2)\pi]$ ve $(2/3)\pi[(4/3)\pi]$ frekanslarında ve mobilyanın trendsiz modelin de ise $(1/2)\pi[(3/2)\pi]$, $(5/6)\pi[(7/6)\pi]$, ve $(2/3)\pi[(4/3)\pi]$ frekanslarında birim kök bulunduğu görülmektedir. Buna göre ağaç ve ağaç ürünleri ve kağıt ve kağıt ürünlerinde 3 aylık periyotta birim kök bulunmuştur, yani, mevsimsel hareketlilik 3 aylık periyotta tekrar etmektedir. Mobilyada ise trendli modelinde 3 ve 6 aylık periyotlarda, trendsiz modelinde 3,4 ve 6 aylık periyotlarda birim kök bulunmuştur. Başka bir deyişle, mevsimsel hareketlilik trendli modelde 3 ve 6 aylık ve trendsiz modelde ise 3,4 ve 6 aylık periyotlarda tekrar etmektedir. Mevsimsellik özelliği taşıdığı için serilerin mevsimsellik farkı alınmıştır ve zamana göre dağılım grafiği Şekil 21’de gösterilmiştir.



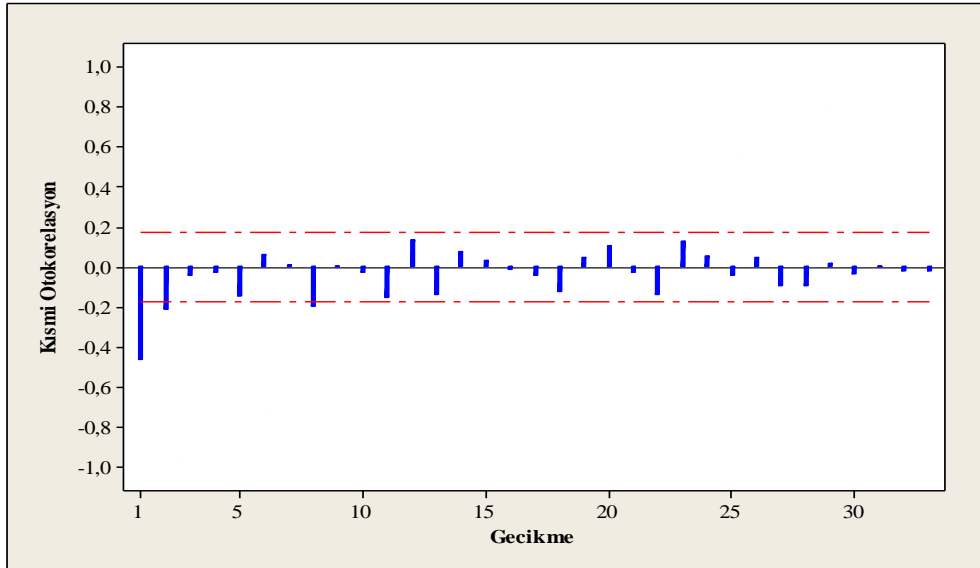
Şekil 21. $\Delta\Delta_{12}LAĞAÇİHR$, $\Delta\Delta_{12}LKAĞİTİHR$ ve $\Delta\Delta_{12}LMOBİİHR$ serilerinin zamana göre dağılım grafiği

3.1.2. Ağaç ve Ağaç Ürünleri İhracat Verileri İçin Öngörü Modelinin Belirlenmesi

Zaman serilerinin durağanlığı sağlandıktan sonra aday $ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_{12}$ modellerini belirlemek üzere her bir serinin ACF ve PACF grafikleri incelenmiştir. $\Delta LAGAÇİHR$ serisinin ACF ve PACF grafikleri Şekil 22 ve Şekil 23'te gösterilmektedir.



Şekil 22. $\Delta LAGAÇİHR$ serisinin otokorelasyon grafiği



Şekil 23. $\Delta LAGAÇİHR$ serisinin kısmi otokorelasyon grafiği

HEGY testi sonucunda serinin mevsimsellik özelliği taşıdığını gösteren sonuçlar tespit edildiğinden mevsimsel olmayan ve mevsimsel kısım olmak üzere iki kısımda incelenmiştir. Δ LAĞAÇİHR serisinin kolegramına bakıldığında, otokorelasyon (ACF) grafiğinin ilk gecikme değerinin güven sınırları dışarısında kaldığı ve bu gecikme sonrasında hızlı bir düşüş meydana geldiği gözlenmektedir. Bu durum modelin mevsimsel olmayan kısmın q parametresinin 1 olabileceğini göstermektedir. PACF grafiğinde ise güven sınırları içinde olmayan ilk iki gecikme değerlerinden sonra hızlı bir düşüş olduğundan modelin mevsimsel olmayan kısmının p parametresinin 2 olacağını ortaya koymaktadır. Serinin ACF'nin 12. gecikme değeri güven sınırları dışına çıkması modelin mevsimsel kısmının Q parametre derecesinin 1 olacağını işaret etmektedir. Serinin 1. dereceden regular farkı alındığı ve mevsimsellik testi sonucunda mevsimsellik içerdiği tespit edildiği için modelin mevsimsel olmayan kısmının d parametresi 1 ve mevsimsel kısmının D parametresi ise 0 veya 1 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak serinin başlangıç modeli $ARIMA(2,1,1)(0,0,1)_{12}$ veya $ARIMA(2,1,1)(0,1,1)_{12}$ olarak tespit edilmiştir. Başlangıç modeli belirlendikten sonra farklı parametre mertebelerinde yeni anlamlı aday modeller belirlenmiş olup, Tablo 28'de gösterilmiştir. Aşağıdaki kriterlere göre aday modeller arasından deneme modeli seçilmiştir.

En uygun modeli belirlemek için schwartz bilgi kriteri, hata kalıntı kareler toplamı, ortalama mutlak hata, ortalama mutlak yüzde hata ve parametrelerin anlamlı olması gibi kriterler baz alınmıştır.

Tablo 28. $\Delta\Delta_{12}$ LAĞAÇİHR için belirlenen anlamlı aday modellere ait seçim kriter değerleri

Modeller	SSE	MAE	MAPE(%)	SIC
$ARIMA(0,1,1)(0,0,1)_{12}$	1,7019	0,0133	0,80240	0,12464
$ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_{12}^*$	1,5148	0,0131	0,78263	0,13321
$ARIMA(1,1,0)(0,1,1)_{12}$	1,5642	0,0135	0,80117	0,13362
$ARIMA(2,1,0)(0,0,1)_{12}$	1,7227	0,0136	0,80154	0,16201
$ARIMA(2,1,1)(0,0,1)_{12}$	1,8068	0,0143	0,83161	0,19987
$ARIMA(2,1,0)(0,1,1)_{12}$	1,5249	0,0133	0,78230	0,17346

*Deneme modeli

Aday modellerin seçim kriteri değerlerine bakıldığında, en düşük SSE, MAE ve MAPE değerlerine sahip $ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_{12}$ modelinin deneme model olduğu

görülmektedir. Ancak, deneme modelin tam olarak uygun model olduğundan bahsedebilmek için modele ait hataların beyaz gürültüye sahip olması gerekmektedir. Bu amaçla ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂ ile beraber bütün aday modellere Ljung-Box(Q_{LB}) testi yapılmış ve sonuçları Tablo 29’da verilmektedir. Q_{LB} testinde; $Q_{\text{istatistiği}} < X_{1-\alpha, K-p-q}^2$ ise geçici modelin uygun olduğuna, $Q_{\text{istatistiği}} \geq X_{1-\alpha, K-p-q}^2$ ise deneme modelin uygun olmadığına karar verilir. Yapılan Q_{LB} testi sonucunda, 12, 24 ve 36. gecikmelerde Q_{LB} değerlerinin X² tablo değerlerinden küçük olduğundan ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂ AĞAÇİHR serisinin modellenmesi için yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Diğer bir deyişle, bu modele ait hataların beyaz gürültüye sahip olduğunu, hatalar arasında önemli otokorelasyon olmadığını ve hatalar serisinin rassal bir sürece sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 29. Farklı gecikmelerdeki $\Delta\Delta_{12}$ LAĞAÇİHR hatalara ait Q_{LB} istatistiği ve X² değerleri

Modeller	Gecikmeler								
	12			24			36		
	Q-ist.	X ²	DF	Q-ist.	X ²	DF	Q-ist.	X ²	DF
ARIMA(0,1,1)(0,0,1) ₁₂ *	9,0	16,92	9	21,9	32,67	21	37,8	43,77	33≈30
ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ₁₂ *	12,4	16,92	9	23,8	32,67	21	36,7	43,77	33≈30
ARIMA(1,1,0)(0,1,1) ₁₂	18,0	16,92	9	35,6	32,67	21	51,0	43,77	33≈30
ARIMA(2,1,0)(0,0,1) ₁₂ *	9,0	15,51	8	24,3	31,41	20	38,7	43,77	32≈30
ARIMA(2,1,1)(0,0,1) ₁₂	16,4	14,07	7	35,6	30,14	19	53,6	43,77	31≈30
ARIMA(2,1,0)(0,1,1) ₁₂ *	11,0	15,51	8	22,2	31,41	20	33,2	43,77	32≈30

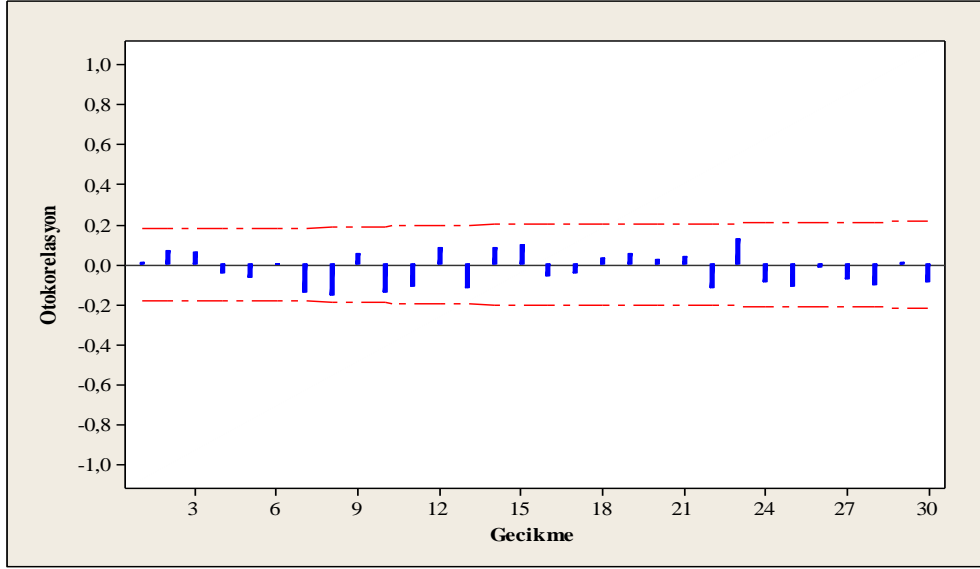
*Beyaz gürültüye sahip modeller

AĞAÇİHR için en uygun model belirlendikten sonra modelin parametre tahminleri ve parametrelere ait istatistiksel değerleri Tablo 30’da verilmektedir.

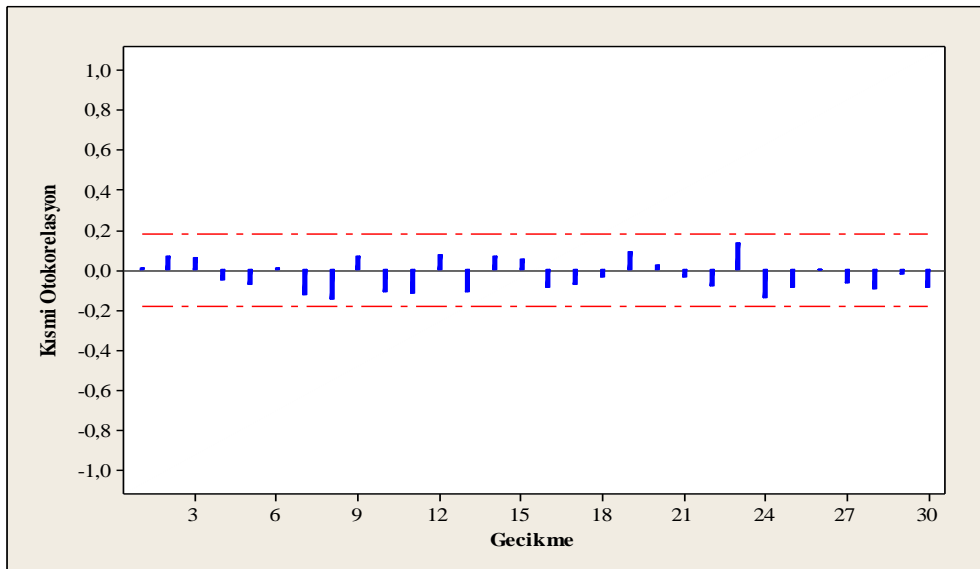
Tablo 30. ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂ model parametreleri

Değişken	Tahmin	Standart Hata	t-İstatistiği	Olasılık
C	-0,0016921	0,0008138	-2,08	0,040
MA(1)	0,5822	0,0729	7,98	0,000
SMA(12)	0,9228	0,0653	14,14	0,000

Deneme modelin yeterliliği modelin kalıntılarına ait ACF ve PACF grafiklerine bakılarak da değerlendirilebilmektedir. Elde edilen $ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_{12}$ modelinin kalıntılarına ait ACF ve PACF grafikleri Şekil 24 ve Şekil 25'te verilmektedir.



Şekil 24. $ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_{12}$ modelinin kalıntılarına ait ACF grafiği



Şekil 25. $ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_{12}$ modelinin kalıntılarına ait PACF grafiği

Şekil 24 ve 25'te görüldüğü üzere, ACF ve PACF katsayılarının tümü güven sınırları içerisinde yer almaktadır. Aynı zamanda ACF ve PACF grafikleri birbirine benzemektedir.

Öngörü için uygun bulunan ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂ modelinde doğal logaritması alınmış seriler kullanıldığından dolayı, sonuçların anti-logaritmaları alınmıştır. Elde edilen ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂ modelinin matematiksel gösterimi ise,

$$[1-0B][1-0B^{12}]\Delta\Delta_{12}Y_t=[1-0,5822B][1-0,9228B^{12}]e_t$$

şeklinde ifade edilmektedir.

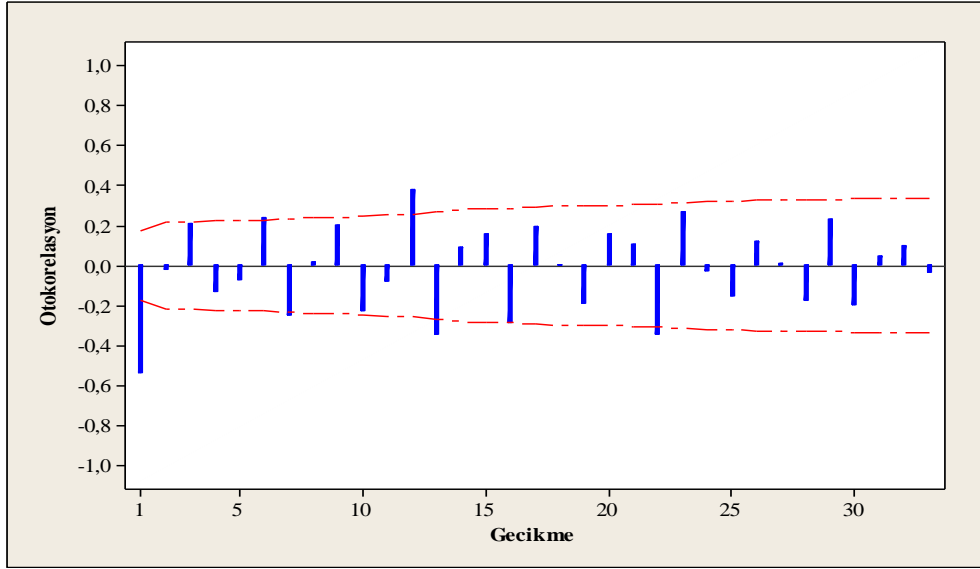
Modelin ağaç ve ağaç ürünleri serisine uygulanması ile elde edilen Ocak 2014-Aralık 2014 dönemine ait tahmin değerleri, aynı döneme ait gerçekleşmiş değerler ve tahmin doğruluğu ölçüm sonuçları Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 31. Ağaç ve ağaç ürünleri için 2014 yılı ihracat tahmin sonuçları

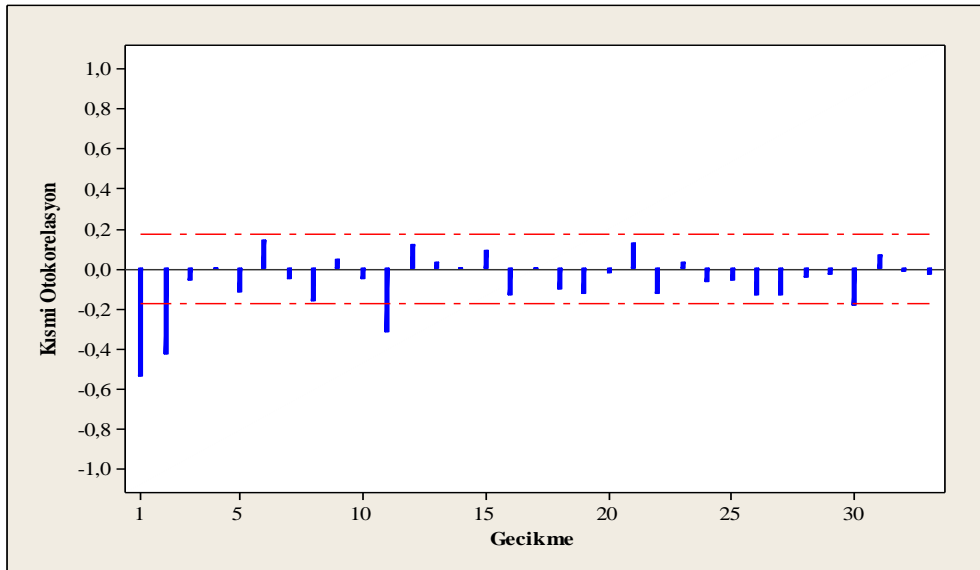
Aylar	Gerçekleşen Değerler	Tahmin Değerleri	RMSE	MAE	MAPE (%)
Ocak 2014	69002	62092	9846,07	7601	10,30
Şubat 2014	66553	63451			
Mart 204	60388	63892			
Nisan 2014	78804	64282			
Mayıs 2014	91835	67741			
Haziran 2014	76682	68357			
Temmuz 2014	71925	66523			
Ağustos 2014	61702	69501			
Eylül 2014	74314	68911			
Ekim 2014	58746	69346			
Kasım 2014	69766	70197			
Aralık 2014	74479	75600			

3.1.3. Kağıt ve Kağıt Ürünleri İhracat Verileri İçin Öngörü Modelinin Belirlenmesi

Şekil 26 ve Şekil 27’deki, $\Delta LKAĞITİHR$ ’a ait ACF ve PACF grafiklerinden ve seriye yapılan dönüşümlerden faydalanarak farklı aday modeller belirlenmiştir ve modellerin karşılaştırılması Tablo 32’de verilmiştir.



Şekil 26. ΔLKAĞITİHR serisinin otokorelasyon grafiği



Şekil 27. ΔLKAĞITİHR serisinin kısmi otokorelasyon grafiği

Aday modellerin seçim kriteri değerlerine bakıldığında, Tablo 32'e göre, ARIMA(2,1,0)(0,0,1)₁₂ modeline ait SSE, MAE ve MAPE değerlerinin en iyi sonuçlar verdiği görülmektedir ve deneme modeli olarak belirlenmiştir. Tablo 33'te görüldüğü üzere, 12 ve 24. gecikmelerde Q_{LB} değerlerinin X^2 tablo değerlerinden küçüktür. 36. gecikme için ise hesaplanan değer ile tablo değeri arasında önemli bir fark bulunmadığından ARIMA(2,1,0)(0,0,1)₁₂ modeli en uygun model olarak belirlenmiştir ve ileriye yönelik tahminler bu modelle yapılmıştır.

Tablo 32. $\Delta\Delta_{12}$ LKAĞİTİHR için belirlenen anlamlı aday modellerin seçim kriter değerleri

	SSE	MAE	MAPE (%)	SIC
ARIMA(0,1,1)(0,0,1) ₁₂	1,04736	0,0082	0,61566	0,11964
ARIMA(0,1,2)(0,0,1) ₁₂	1,02188	0,0081	0,60587	0,15666
ARIMA(0,1,1)(1,0,0) ₁₂	1,10347	0,00862	0,639684	0,12007
ARIMA(1,1,0)(0,0,1) ₁₂	1,15469	0,00902	0,65683	0,12046
ARIMA(2,1,0)(1,0,0) ₁₂	1,04128	0,00820	0,615918	0,15681
ARIMA(2,1,0)(0,0,1) ₁₂ *	0,99589	0,00784	0,60643	0,15646

*Deneme modeli

Tablo 33. Farklı gecikmelerdeki $\Delta\Delta_{12}$ LKAĞİTİHR hatalara ait Q_{LB} istatistiği ve X^2 değerleri

Modeller	Gecikmeler								
	12			24			36		
	Q-ist.	X^2	DF	Q-ist.	X^2	DF	Q-ist.	X^2	DF
ARIMA(0,1,1)(0,0,1) ₁₂	17,6	16,92	9	43,8	32,67	21	65,4	43,77	33≈30
ARIMA(0,1,2)(0,0,1) ₁₂	14,1	15,51	8	34,4	31,41	20	53,5	43,77	32≈30
ARIMA(0,1,1)(1,0,0) ₁₂	20,9	16,92	9	56,5	32,67	21	85,2	43,77	33≈30
ARIMA(1,1,0)(0,0,1) ₁₂	29,1	16,92	9	68,5	32,67	21	91,6	43,77	33≈30
ARIMA(2,1,0)(1,0,0) ₁₂	12,3	15,51	8	30,9	31,41	20	54,7	43,77	32≈30
ARIMA(2,1,0)(0,0,1) ₁₂ *	12,8	15,51	8	27,0	31,41	20	45,7	43,77	32≈30

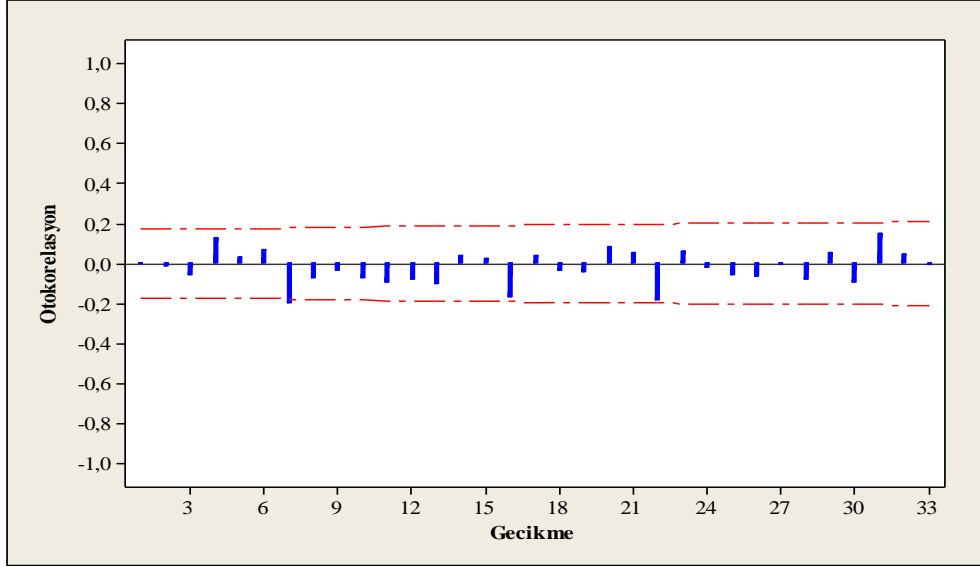
*Beyaz gürültüye sahip model

KAĞİTİHR için en uygun modelin parametre tahminleri ve parametrelere ait istatistiksel değerleri ise Tablo 34’te verilmektedir.

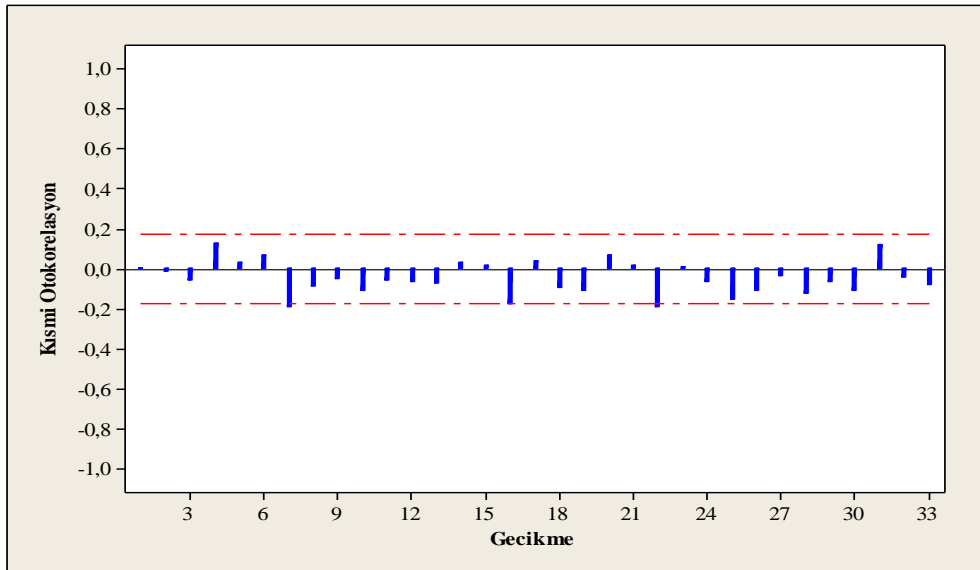
Tablo 34. ARIMA(2,1,0)(0,0,1)₁₂ model parametreleri

Değişken	Tahmin	Standart Hata	t-İstatistiği	Olasılık
C	0,03009	0,01145	2,63	0,010
AR(1)	-0,6814	0,0831	-8,20	0,000
AR(2)	-0,3751	0,0823	-4,56	0,000
SMA(12)	-0,4792	0,0812	-5,90	0,000

Elde edilen ARIMA(2,1,0)(0,0,1)₁₂ modelinin kalıntılarına ait ACF ve PACF grafikleri ise Şekil 28 ve Şekil 29’da verilmektedir.



Şekil 28. ARIMA(2,1,0)(0,0,1)₁₂ modelinin kalıntılarına ait ACF grafiği



Şekil 29. ARIMA(2,1,0)(0,0,1)₁₂ modelinin kalıntılarına ait PACF grafiği

Şekil 28 ve 29’da görüldüğü üzere, ACF ve PACF katsayılarının bir kaç hariç tümü güven sınırları içerisinde yer almaktadır. ACF ile PACF grafikleri birbirleriyle örtüştüğü görülmektedir. Bu da modelin uygun olduğunu göstermektedir. ARIMA(2,1,0)(0,0,1)₁₂ modelinin ise matematiksel gösterimi,

$$[1-(-0,6814B)-(-0,3751B)][1-0B^{12}]\Delta Y_t=[1-0B][1-(-0,4792)B^{12}]e_t$$

şeklindedir.

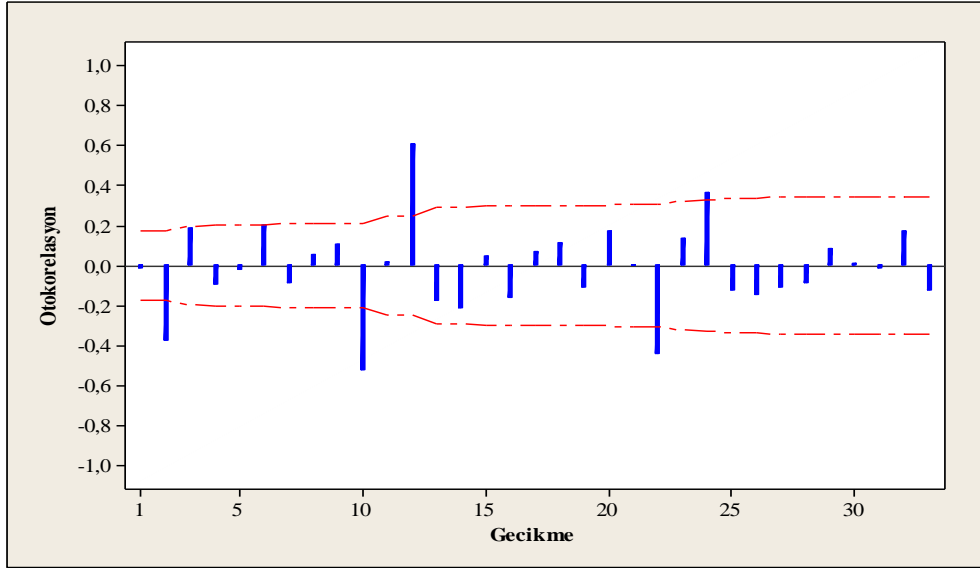
Anti-logaritması alınmış modelin, kağıt ve kağıt ürünleri serisine uygulanması ile elde edilen Ocak 2014-Aralık 2014 dönemine ait tahmin değerleri, aynı döneme ait gerçekleşmiş değerler ve tahmin doğruluğu ölçüm sonuçları Tablo 35’te verilmiştir.

Tablo 35. Kağıt ve kağıt ürünleri için 2014 yılı ihracat tahmin sonuçları

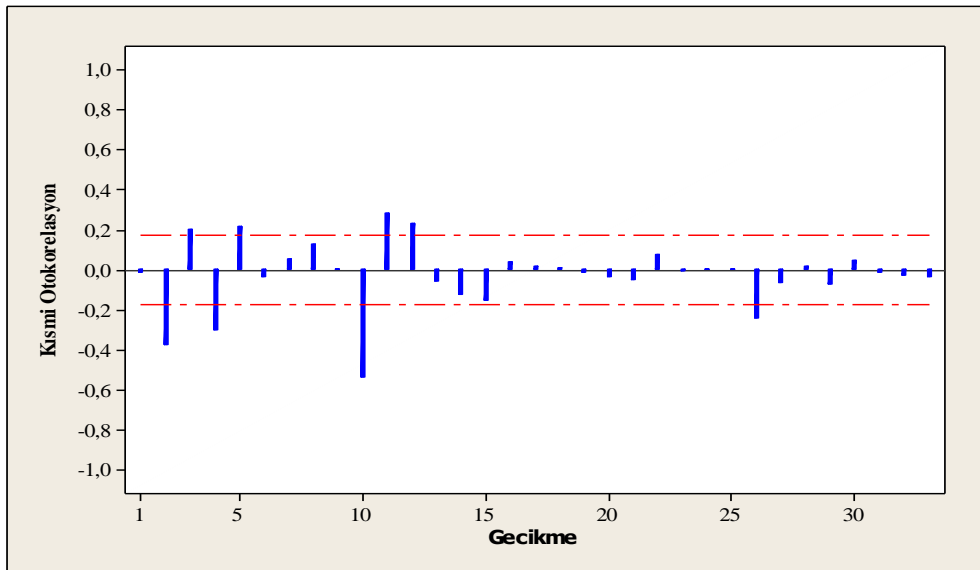
Aylar	Gerçekleşen Değerler	Tahmin Değerleri	RMSE	MAE	MAPE (%)
Ocak 2014	167392	178710	32419,34	29893,50	18,42
Şubat 2014	155398	177369			
Mart 2014	172304	189293			
Nisan 2014	170731	190302			
Mayıs 2014	172552	194832			
Haziran 2014	159649	184877			
Temmuz 2014	151431	196943			
Ağustos 2014	158280	186921			
Eylül 2014	173549	202823			
Ekim 2014	158823	198434			
Kasım 2014	157535	211446			
Aralık 2014	171400	215816			

3.1.4. Mobilya İhracat Verileri İçin Öngörü Modelinin Belirlenmesi

Durağan hale getirilmiş serinin otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon grafikleri yardımıyla, çeşitli aday modeller belirlenmiş ve en uygun deneme modelin ARIMA(3,2,0)(0,1,2)₁₂ modeli olduğu belirlenmiştir. Modelin regular fark parametresi 2 ve mevsimsel fark parametre mertebesi ise 1 olarak alınmıştır. Söz konusu modelin hatalarına ait Q_{LB} test sonucu Tablo 36’da verilmiştir.



Şekil 30. ΔALMOBİHR serisinin otokorelasyon grafiği



Şekil 31. ΔALMOBİHR serisinin kısmi otokorelasyon

Tablo 36. Farklı gecikmelerdeki ARIMA(3,2,0)(0,1,2)₁₂ modelinin hatalarına ait Q_{LB} istatistiği ve X^2 değerleri

Gecikme	$Q_{ist.}$	$X^2_{tablo} (\alpha=0,05)$	Serbestlik Derecesi
12	11,7	12,59	6
24	26,3	30,14	18
36	43,5	43,77	30

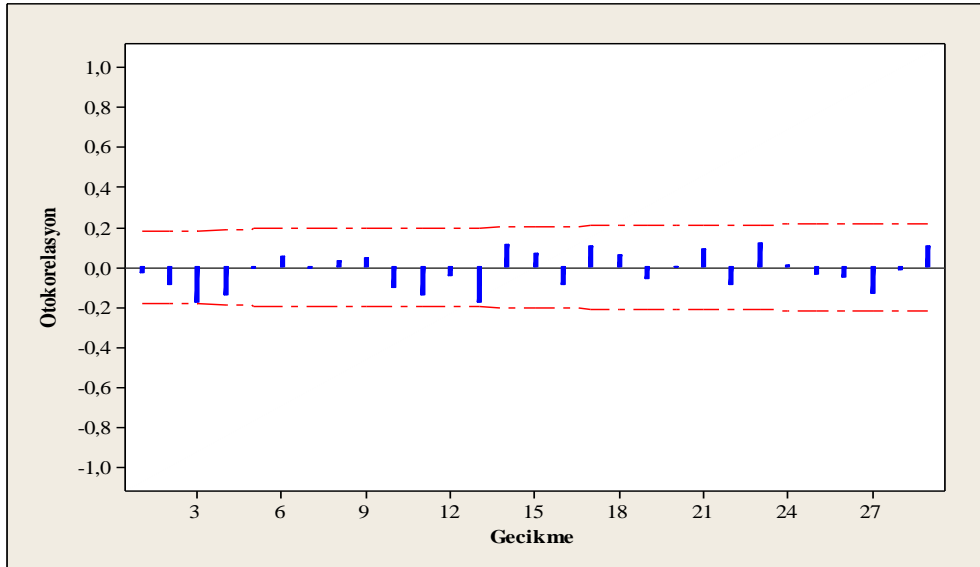
Tablo 36'ya göre, 12 ve 24. gecikmedeki Q_{LB} değeri X^2 tablo değerinden küçük ($Q_{LB} < X^2_{tablo}$) olduğundan modelin hata terimleri arasında rassal bir sürece sahip olduğunu göstermektedir. $ARIMA(3,2,0)(0,1,2)_{12}$ modeli mobilya ihracat serisi için nihai model olarak kabul edilebilir.

Mobilya ihracat değerleri için en uygun modelin parametre tahminleri ve parametrelere ait istatistiksel değerler Tablo 37'de verilmiştir.

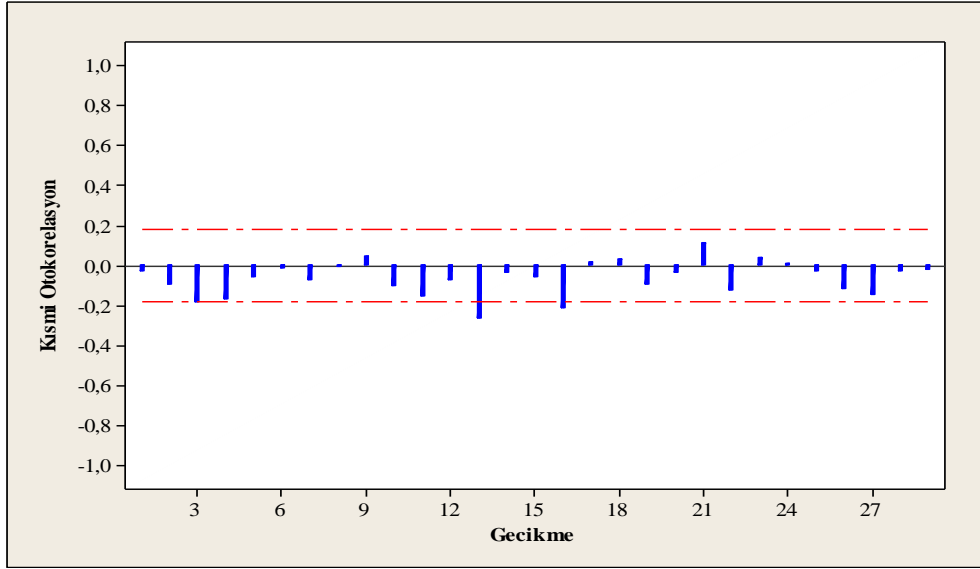
Tablo 37. $ARIMA(3,2,0)(0,1,2)_{12}$ Model Parametreleri

Değişken	Tahmin	Standart Hata	t-İstatistiği	Olasılık
C	0,001077	0,002100	0,51	0,609
AR(1)	-1,4457	0,0884	-16,35	0,0000
AR(2)	-1,1076	0,1262	-4,51	0,0000
AR(3)	-0,4004	0,0887	-4,56	0,0000
SMA(12)	0,4617	0,1012	3,42	0,0000
SMA(24)	0,3562	0,1041	0,51	0,0000

$ARIMA(3,2,0)(0,1,2)_{12}$ modelinin kalıntılarına ait ACF ve PACF grafikleri Şekil 32 ve 33'te verilmiştir.



Şekil 32. $ARIMA(3,2,0)(0,1,2)_{12}$ modelinin kalıntılarına ait ACF grafiği



Şekil 33. ARIMA(3,2,0)(0,1,2)₁₂ modelinin kalıntılarına ait PACF grafiği

Şekil 32 ve 33'te görüldüğü üzere, ACF katsayılarının tümü güven sınırları içerisinde yer almaktadır. Güven sınırı dışında kalan PACF katsayılar serideki aykırı değerler olabilir.

Matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir;

$$[1 - (-1,4457B) - (-1,1076B) - (-0,4004B)][1 - 0B^{12}]\Delta\Delta\Delta_{12}Y_t = [1 - 0B][1 - (0,4617B^{12}) - 0,3562B^{24}]e_t$$

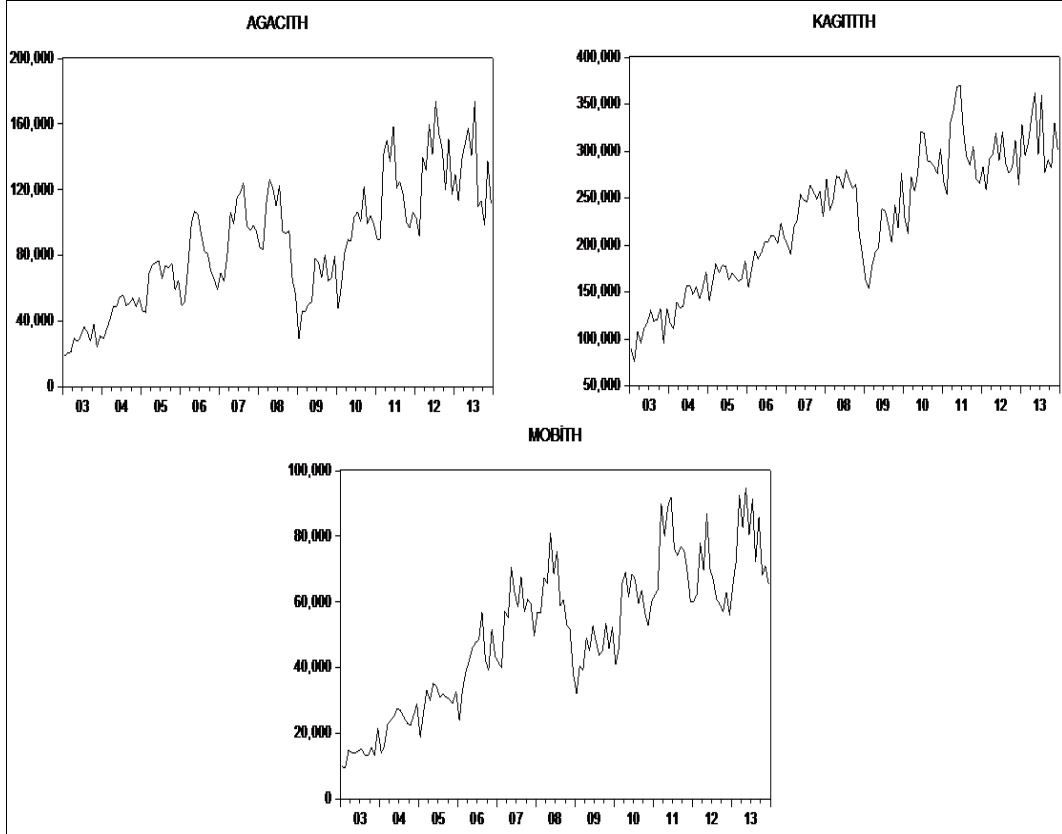
Anti-logaritması alınmış modelin, mobilya serisine uygulanması ile elde edilen Ocak 2014-Aralık 2014 dönemine ait tahmin değerleri, aynı döneme ait gerçekleşmiş değerler ve tahmin doğruluğu ölçüm sonuçları Tablo 38'de verilmiştir.

Tablo 38. Mobilya için 2014 yılı ihracat tahmin sonuçları

Aylar	Gerçekleşen Değerler	Tahmin Değerleri	RMSE	MAE	MAPE(%)
Ocak 2014	188528	188609	103359,8	84808,7	42,9
Şubat 2014	176039	204113			
Mart 204	203654	244536			
Nisan 2014	206414	240647			
Mayıs 2014	220480	260466			
Haziran 2014	206012	262641			
Temmuz 2014	198654	281389			
Ağustos 2014	168879	282664			
Eylül 2014	203062	313401			
Ekim 2014	179140	331627			
Kasım 2014	206270	373453			
Aralık 2014	219769	411062			

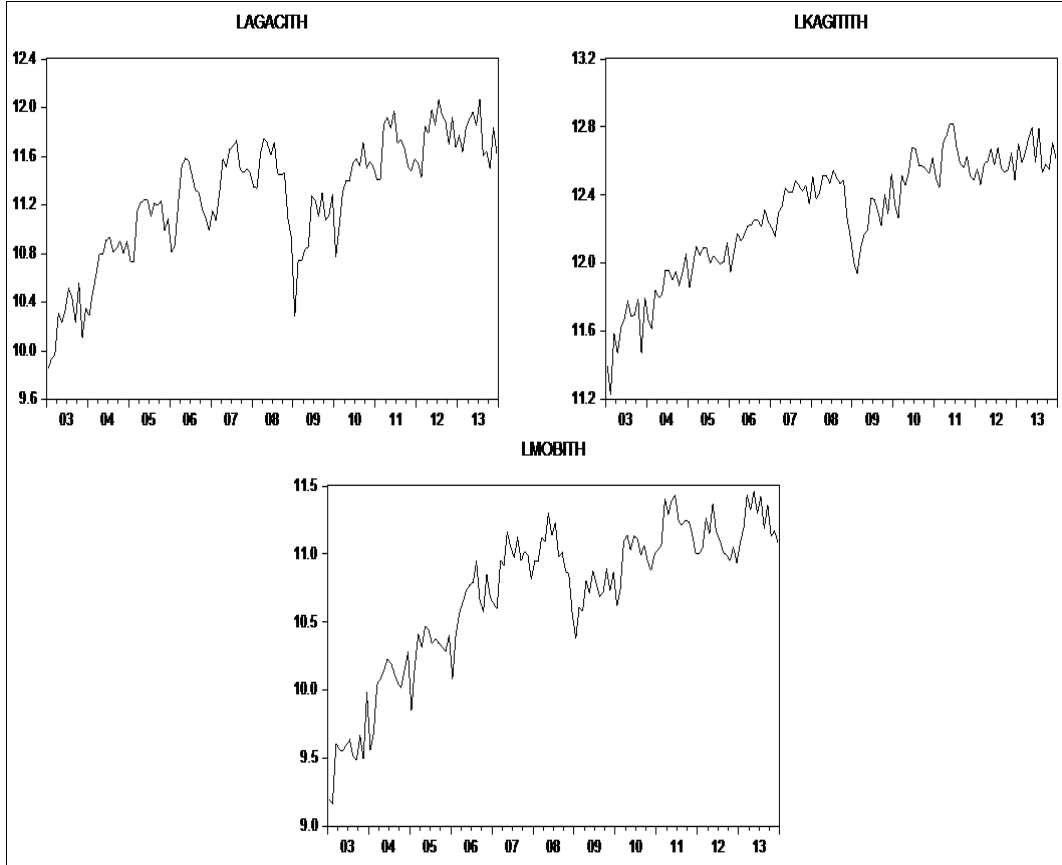
3.2. İthalat Verilerinin Box-Jenkins Yöntemi ile Tahminlenmesi

Serileri etkileyen temel bileşenleri belirlemek amacıyla ağaç ve ağaç ürünleri, kağıt ve kağıt ürünleri ve mobilya sektörlerine ait ithalat değerlerin zamana göre dağılım grafiği incelenmiştir ve Şekil 34'te gösterilmektedir.



Şekil 34. İTH serilerinin zamana göre dağılım grafiği

Serilerin artan bir trende, zaman boyunca ortalamada ve varyansta değişken olduğu görülmektedir. Yani, ithalat serileri durağan olmayan bir yapıya sahiptir. Serileri durağan hale getirmek için ilk olarak serilerin doğal logaritması alınmış olup, zamana göre dağılımı Şekil 35'de verilmektedir.



Şekil 35. LİTH serilerinin zamana göre dağılım grafiği

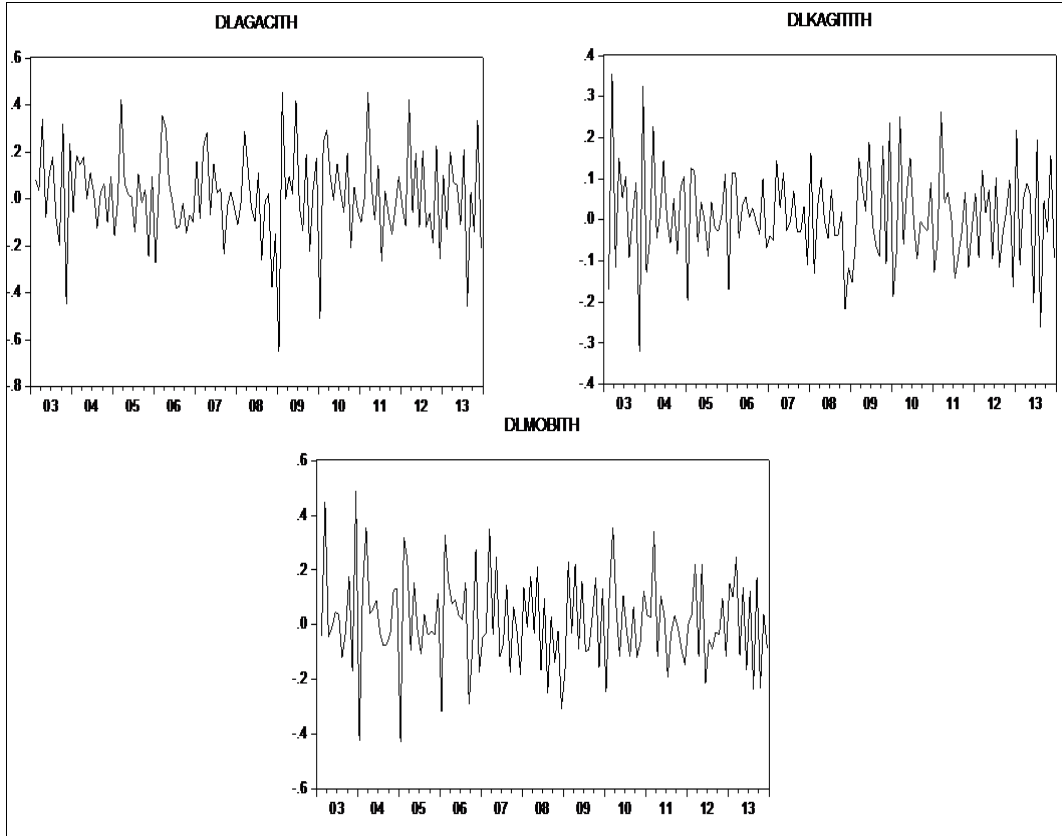
Şekil 35’de LİTH serilerinin artan bir trende sahip olduğu, ortalamada ve varyansta sabit olmadığı ve mevsimsellik etkisinin devam ettiği görülmektedir. Yani seriler hala durağan değildir. LİTH serilerinin durağanlığı Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi ile de analiz edilmiştir ve sonuçları Tablo 39’da gösterilmiştir.

Tablo 39. LİTH serileri için ADF birim kök test sonuçları

Değişkenler	Kritik Değerler	ADF Test İstatistiği
LAĞAÇİHT	-3,48*	-3,128107
	-2,88	
	-2,57	
LKAĞİTİHT	-3,48	-2,9115192
	-2,88	
	-2,57	
LMOBİHT	-3,48	-2,395489
	-2,88	
	-2,57	

* Birim kök mevcut olduğu hipotezi reddetmek için Mc Kinnon kritik değeridir. Kritik değerler sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerine göre yazılmış

Tablo 39’da görüldüğü gibi, ADF test istatistiği mutlak değerleri olarak $|\tau|$ Mc Kinnon kritik değerinden küçük olduğundan $\Delta LİTH$ serilerinin durağan olmadığı birim kök testi ile de görülmektedir. Doğal logaritması alınmış serileri durağanlaştırmak için serilerin 1. dereceden regular farkı alınmış ve zamana göre dağılım grafiği Şekil 36’da gösterilmiştir.



Şekil 36. $\Delta LİTH$ serilerinin zamana göre dağılım grafiği

Şekil 36’da $\Delta LİTH$ serilerinin trende sahip olmadığı, ortalamada ve varyansta sabit olduğu görülmektedir. Yani seriler durağan hale getirilmiştir. Serilerin durağan olduğundan emin olmak amacıyla $\Delta LİTH$ serilerinin durağanlığı Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi ile analiz edilmiştir ve sonuçları Tablo 40’da gösterilmiştir.

Tablo 40. $\Delta L\dot{I}TH$ serileri için ADF birim kök test sonuçları

Değişkenler	Kritik Değerler*	ADF Test İstatistiği
LAAĞAÇİHT	-3,48	-14,54062
	-2,88	
	-2,57	
LKAĞİTİHT	-3,48	-17,89146
	-2,88	
	-2,57	
LAMOBİHT	-3,48	-2,109556
	-2,88	
	-2,57	

* Birim kök mevcut olduğu hipotezi reddetmek için Mc Kinnon kritik değeridir. Kritik değerler sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerine göre yazılmıştır.

Tablo 40'da görüldüğü üzere, $\Delta LMOB\dot{I}TH$ haricinde $L\dot{I}TH$ serilerin ADF istatistiği mutlak değerler olarak $|\tau|$ Mc Kinnon kritik değerden büyük olduğundan durağan olduğu birim kök testi ile de görülmektedir. $\Delta LMOB\dot{I}TH$ serisinin ise ADF istatistiği mutlak değeri $|\tau|$ Mc Kinnon kritik değerden küçük olduğu için durağan değildir. Bunun için serinin 2. defa regular farkı alınmış olup, test sonucu Tablo 41'de verilmektedir.

Tablo 41. $\Delta\Delta LMOB\dot{I}TH$ serileri için ADF birim kök test sonucu

Değişken	Kritik Değerler			ADF Test İst.
	1%*	5%	10%	
$\Delta\Delta LMOB\dot{I}TH$	-3,48	2,88	2,57	-10,07123

** Birim kök mevcut olduğu hipotezi reddetmek için Mc Kinnon kritik değeridir.

İthalat serilerinin deterministik ve stokastik mevsimsellikleri HEGY testi ile analiz edilmiş ve sonuçları Tablo 42 ve Tablo 43'te verilmiştir. Tablo 42'de HEGY testi sonucunda mevsimsel kukla değişkenlerin trendli ve trendsiz modeller ile hesaplanan t-istatistik değerleri yer almaktadır. Tablo 42'ye göre, ağaç ve ağaç ürünlerinin trendli modelinde tüm değişkenlere, trendsiz modelinde D_1 , D_8 , D_9 ve D_{10} hariç tüm değişkenlere ait t-istatistiğinin mutlak değeri, kağıt ve kağıt ürünlerinin trendli modelinde tüm değişkenlere, trendsiz modelinde D_3 değişkene ait t-istatistiğinin mutlak değeri ve mobilyanın trendli modelinde D_3, D_4 ve D_5 değişkenlere, trendsiz modelinde D_2 , D_3 , D_4, D_5 ve D_6 değişkenlere ait t-istatistiğinin mutlak değeri %5 anlamlılık düzeyinde tablo

değerinden (1.96) büyük olduğundan serilerde deterministik mevsimsellik olduğu kabul edilir.

Tablo 42. LİTH için deterministik mevsimsellik sonuçları

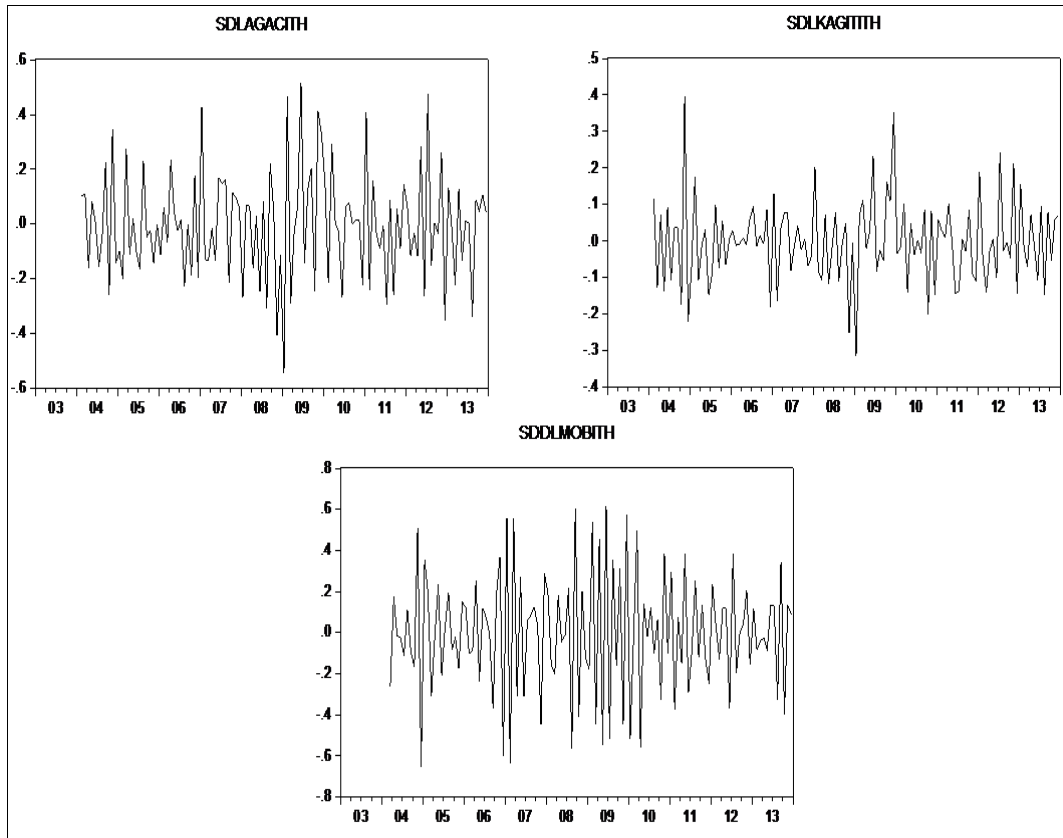
	Ağaç ve Ağaç Ürünleri		Kağıt ve Kağıt Ürünleri		Mobilya	
	Trendli	Trendsiz	Trendli	Trendsiz	Trendli	Trendsiz
D1	2,4625	1,7892	2,3722	1,5658	1,6868	1,7296
D2	2,7190	2,2310	2,3924	1,6178	1,9597	2,2536
D3	3,1412	2,9610	2,5804	2,0869	2,4016	3,1009
D4	3,0055	2,7216	2,5276	1,9519	2,1352	2,5774
D5	2,7970	2,3588	2,5218	1,9380	2,0553	2,4206
D6	2,7255	2,2326	2,4391	1,7315	1,8187	1,9702
D7	2,6367	2,0819	2,4784	1,8271	1,6250	1,6143
D8	2,4868	1,8288	2,4033	1,6411	1,4907	1,3689
D9	2,5571	1,9469	2,3681	1,5542	1,5874	1,5445
D10	2,5184	1,8807	2,4849	1,8419	1,7408	1,8255
D11	2,6168	2,0455	2,4736	1,8125	1,7369	1,8158
D12	2,6012	2,0175	2,4123	1,6614	1,7082	1,7611

Tablo 43'te ise trendli ve trendsiz modeller ile hesaplanan parametrelerin t ve F istatistik değerleri ile parantez içerisinde gösterilmiş Franses ve Hobjin'in (1997) hesapladığı %5 anlamlılık düzeyindeki tablo değerleri yer almaktadır. Bütün serilerde π_1 ve π_2 parametrelerine ait t-istatistikleri hem trendli hem de trendsiz tablo değerlerinden büyük olduğundan serilerin mevsimsel olmayan birim kökü olduğunu söylemektedir. Hesaplanan F istatistiklerinin Franses ve Hobjin'de (1997) yer alan kritik değerlerinden küçük olduğundan (Hamori 2001), ağaç ve ağaç ürünlerinin ve mobilyanın hem trendli hem de trendsiz modelinde $(1/2)\pi[(3/2)\pi]$ frekansında birim kök bulunduğu görülürken, kağıt ve kağıt ürünlerinin trendli ve trendsiz modellerinde $(2/3)\pi[(4/3)\pi]$ frekansında birim kök bulunduğu görülmektedir. Buna göre, ağaç ve ağaç ürünleri ve mobilyada 3 aylık periyotta birim kök bulunmuştur, yani, mevsimsel hareketlilik 3 aylık periyotta tekrar etmektedir. Kağıt ve kağıt ürünlerinde ise trendli ve trendsiz modellerinde 6 aylık periyotlarda birim kök bulunmuştur. Başka bir deyişle, mevsimsel hareketlilik 6 aylık periyotlarda tekrar etmektedir.

Tablo 43. LİTH için stokastik mevsimsellik sonuçları

	Ağaç ve Ağaç Ürünleri		Kağıt ve Kağıt Ürünleri		Mobilya	
	Trendli	Trendsiz	Trendli	Trendsiz	Trendli	Trendsiz
$t(\pi_1)$	2,7255(-3,35)	2,3588(-2,81)	2,4391(-3,35)	1,9380(-2,81)	1,8187(-3,35)	2,4206(-2,81)
$t(\pi_2)$	2,6367(-2,81)	2,2326(-2,81)	2,4784(-2,81)	1,7315(-2,81)	1,6250(-2,81)	1,9702(-2,81)
$F(\pi_3, \pi_4)$	4,3988(6,35)	4,7347(6,35)	8,9269(6,35)	9,1137(6,35)	3,1676(6,35)	3,4217(6,35)
$F(\pi_5, \pi_6)$	9,2380(6,48)	8,5460(6,48)	14,7377(6,48)	14,2058(6,48)	11,5845(6,48)	11,2821(6,48)
$F(\pi_7, \pi_8)$	11,6961(6,30)	11,2162(6,33)	9,8273(6,30)	8,9928(6,33)	16,5037(6,30)	16,4975(6,33)
$F(\pi_9, \pi_{10})$	8,6957(6,40)	7,9201(6,41)	5,6056(6,40)	5,4546(6,41)	7,2427(6,40)	7,1741(6,41)
$F(\pi_{11}, \pi_{12})$	9,8270(6,46)	9,1413(6,47)	12,9533(6,46)	12,1698(6,47)	11,4922(6,46)	11,3427(6,47)

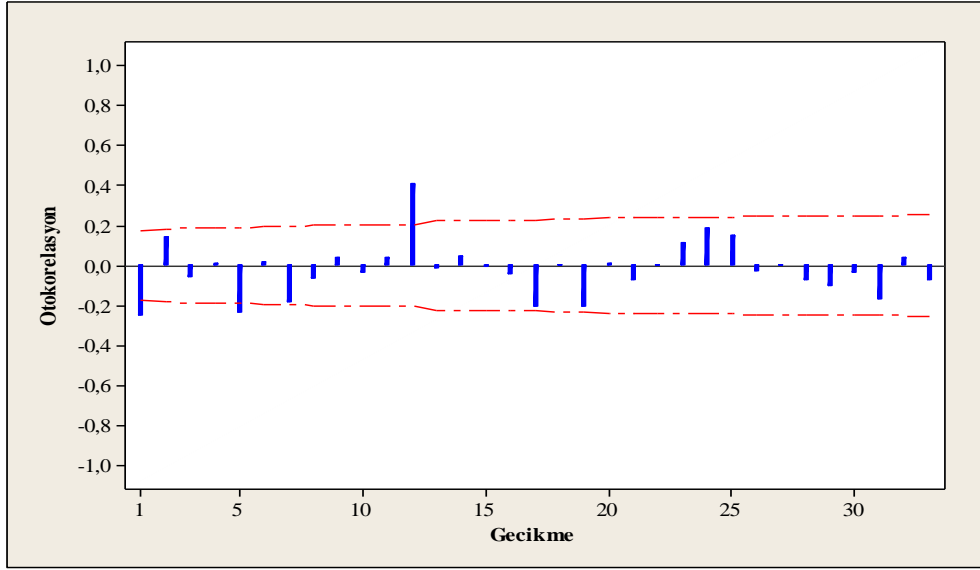
Mevsimsellik özelliği taşıdığı için ithalat serilerinin mevsimsellik farkı alınmıştır ve zamana göre dağılım grafiği Şekil 37’de gösterilmiştir.



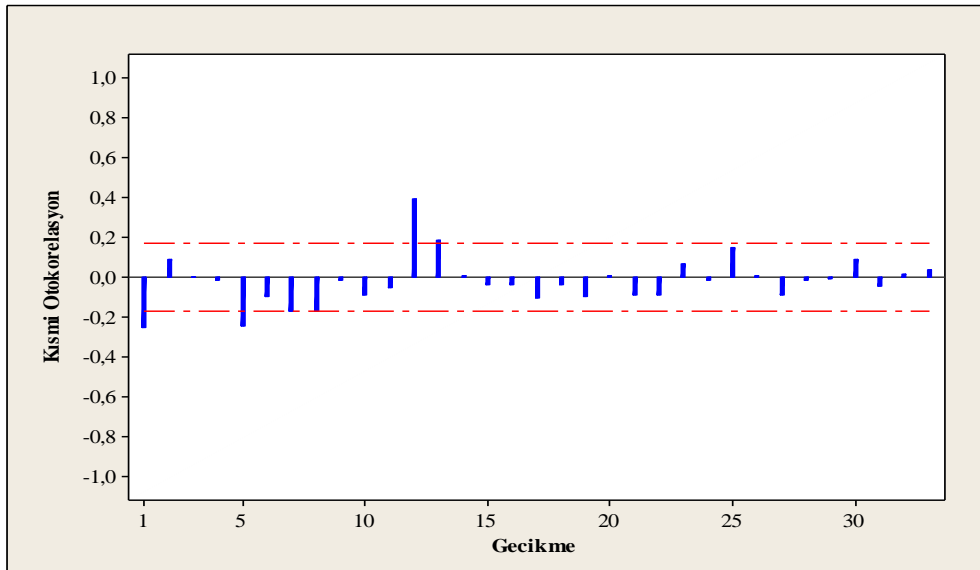
Şekil 37. $\Delta\Delta_{12}$ LAĞAÇİTH, $\Delta\Delta_{12}$ LKAĞİTİTH ve $\Delta\Delta_{12}$ LMOBİTH serilerinin zamana göre dağılım grafiği

3.2.1. Ağaç ve Ağaç Ürünleri İthalat Verileri İçin Öngörü Modelinin Belirlenmesi

Zaman serilerinin durağanlığı sağlandıktan sonra aday ARIMA modellerini belirlemek üzere her bir seriye ilişkin ACF ve PACF grafikleri incelenmiştir. Δ LAĞAÇİTH serisinin ACF ve PACF grafikleri Şekil 38 ve Şekil 39’da gösterilmektedir.



Şekil 38. Δ LAĞAÇİTH serisinin ACF grafiği



Şekil 39. Δ LAĞAÇİTH serisinin ACF grafiği

Şekil 38 ve Şekil 39'a bakıldığında, Δ LAĞAÇİTH'in ACF ve PACF grafiklerinin ilk gecikme değeri güven sınırları dışında kalmakta ve bu gecikme sonrasında hızlı bir düşüş meydana geldiği gözlenmektedir. Bu durum q ve p parametre mertebelerinin 1 olabileceğini işaret etmektedir. Yani, seride hem hareketli hemde otoregresif bir yapının olduğunu göstermektedir. Serinin ACF ve PACF'nin 12. gecikme değerleri güven sınırları içerisinde olmamakta ve bu gecikme değerlerinden sonra ani bir düşüş meydana gelmektedir. Bu durum da modelin Q ve P parametre derecelerinin 1 olacağını göstermektedir. Serinin 1. dereceden farkı alındıktan sonra durağan hale geldiği için d parametresinin derecesi 1 ve mevsimsellik özelliği taşıdığı için D parametre derecesi ise 0 veya 1 olarak belirlenmiştir. Başlangıç modelinin parametreleri belirlendikten sonra farklı parametre mertebelerinde yeni aday modeller bulunmuş olup, Tablo 44'te gösterilmiştir.

Tablo 44. $\Delta\Delta_{12}$ LAĞAÇİTH için belirlenen anlamlı aday modellere ait seçim kriteri değerleri

Modeller	SSE	MAE	MAPE (%)	SIC
ARIMA(0,1,1)(1,0,0) ₁₂	3,20341	0,02503	1,02721	0,136099
ARIMA(0,1,1)(1,0,1) ₁₂	2,86400	0,02255	1,00622	0,170724
ARIMA(0,1,1)(0,0,1) ₁₂	3,57225	0,02791	1,10795	0,101700
ARIMA(1,1,0)(0,0,1) ₁₂	3,49637	0,02732	1,08807	0,101120
ARIMA(1,1,0)(1,0,0) ₁₂	3,10100	0,02423	1,01498	0,135317
ARIMA(1,1,0)(1,0,1) ₁₂	2,71220	0,02136	0,97200	0,169565
ARIMA(1,1,0)(1,1,0) ₁₂	3,34807	0,02886	1,15049	0,148617
ARIMA(0,1,1)(1,1,0) ₁₂	3,46058	0,02983	1,14204	0,149563
ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ₁₂	2,57341	0,02218	0,97230	0,142107
ARIMA(1,1,0)(0,1,1) ₁₂ *	2,35522	0,02030	0,92449	0,140274

*Deneme modeli

Tablo 44'te aday modellerin seçim kriteri değerlerine bakıldığında, en düşük SSE, MAE ve MAPE değerlerine sahip ARIMA(1,1,0)(0,1,1)₁₂ modelinin deneme modeli olduğu görülmektedir. Tablo 45'te görüldüğü üzere, bütün gecikmelerde Q_{LB} değerlerinin X^2 tablo değerlerinden küçük olduğundan ARIMA(1,1,0)(0,1,1)₁₂ modelinin AĞAÇİTH serisi için yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Diğer bir deyişle, bu modele ait hataların beyaz gürültüye sahip olduğunu ve hatalar arasında önemli otokorelasyon olmadığını ve hatalar serisinin rassal bir sürece sahip olduğunu göstermektedir. Bu modelle ileriye yönelik tahminler yapılmıştır.

Tablo 45. Farklı gecikmelerdeki $\Delta\Delta_{12}$ LAĞAÇİTH hatalara ait Q_{LB} istatistiği ve X^2 değerleri

Modeller	Gecikmeler								
	12			24			36		
	Q-ist.	X^2	DF	Q-ist.	X^2	DF	Q-ist.	X^2	DF
ARIMA(0,1,1)(1,0,0) ₁₂ *	15,0	16,92	9	24,8	32,67	21	34,2	43,77	33~30
ARIMA(0,1,1)(1,0,1) ₁₂ *	14,3	15,51	8	26,8	31,41	20	37,5	43,77	32~30
ARIMA(0,1,1)(0,0,1) ₁₂	17,6	16,92	9	46,9	32,67	21	61,7	43,77	33~30
ARIMA(1,1,0)(0,0,1) ₁₂	13,7	16,92	9	43,8	32,67	21	60,2	43,77	33~30
ARIMA(1,1,0)(1,0,0) ₁₂ *	7,7	16,92	9	16,0	32,67	21	25,4	43,77	33~30
ARIMA(1,1,0)(1,0,1) ₁₂ *	5,8	15,51	8	16,3	31,41	20	26,8	43,77	32~30
ARIMA(1,1,0)(1,1,0) ₁₂ *	7,1	16,92	9	23,4	32,67	21	37,9	43,77	33~30
ARIMA(0,1,1)(1,1,0) ₁₂ *	12,2	16,92	9	30,4	32,67	21	45,2	43,77	33~30
ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ₁₂ *	11,2	16,92	9	24,4	32,67	21	34,2	43,77	33~30
ARIMA(1,1,0)(0,1,1) ₁₂ *	4,9	16,92	9	15,9	32,67	21	27,3	43,77	33~30

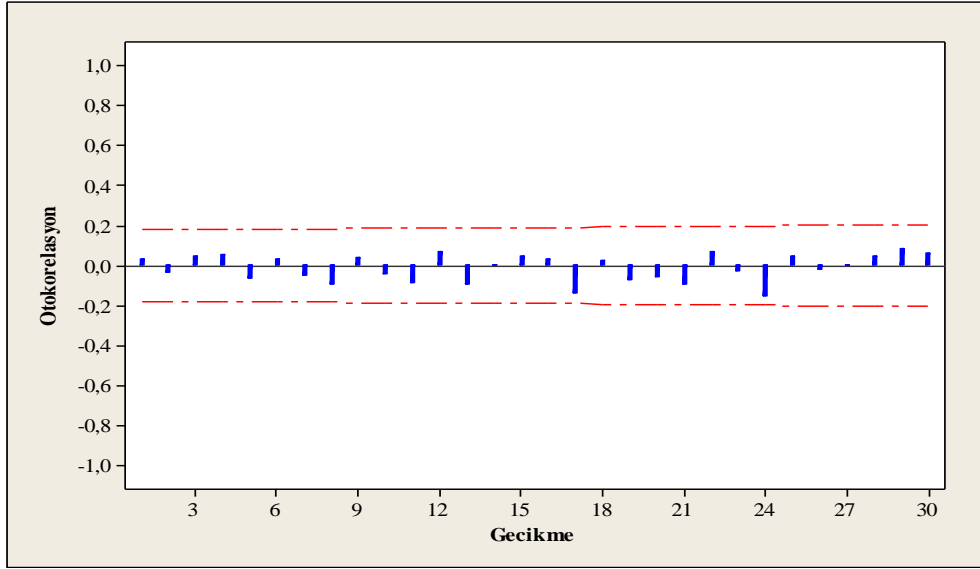
*Beyaz gürültüye sahip modeller

Ağaç ve ağaç ürünleri ithalat değerleri için en uygun modelin parametre tahminleri ve parametrelere ait istatistiksel değerler Tablo 46'da verilmektedir.

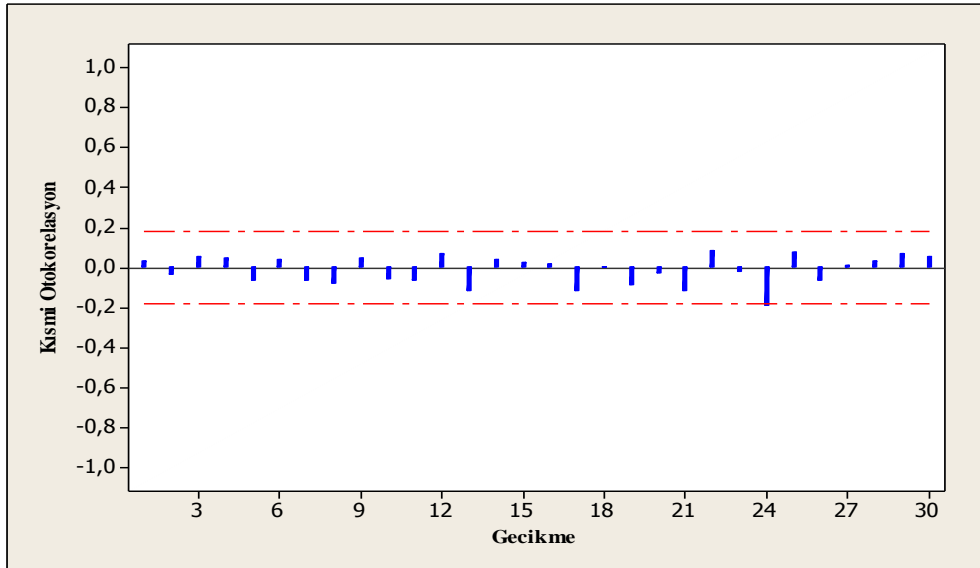
Tablo 46. ARIMA(1,1,0)(0,1,1)₁₂ model parametreleri

Değişken	Tahmin	Standart Hata	t-İstatistiği	Olasılık
C	-0,003645	0,002531	-1,44	0,152
AR(1)	-0,5308	0,0817	-6,49	0,000
SMA(12)	0,8977	0,0656	13,68	0,000

Elde edilen ARIMA(1,1,0)(0,1,1)₁₂ modelinin kalıntılarına ait ACF ve PACF grafikleri Şekil 40 ve Şekil 41'de verilmektedir.



Şekil 40. ARIMA(1,1,0)(0,1,1)₁₂ modelinin kalıntılarına ait ACF grafiği



Şekil 41. ARIMA(1,1,0)(0,1,1)₁₂ modelinin kalıntılarına ait PACF grafiği

Şekil 40 ve 41’de görüldüğü üzere, ACF ve PACF katsayılarının tümü güven sınırları içerisinde yer almaktadır. ARIMA(1,1,0)(0,1,1)₁₂ modelinin matematiksel ifadesi şu şekildedir;

$$[1-(-0,5308B)][1-0B^{12}]\Delta\Delta_{12}Y_t=[1-0B][1-(0,8977B^{12})]e_t$$

Anti-logaritması alınmış modelin, ağaç ve ağaç ürünleri serisine uygulanması ile elde edilen Ocak 2014-Aralık 2014 dönemine ait tahmin değerleri, aynı döneme ait gerçekleşmiş değerler ve tahmin doğruluğu ölçüm sonuçları Tablo 47’de verilmiştir.

Tablo 47. Ağaç ve ağaç ürünleri için 2014 yılı ithalat tahmin sonuçları

Aylar	Gerçekleşen Değerler	Tahmin Değerleri	RMSE	MAE	MAPE (%)
Ocak 2014	124816	104718	17972,86	15037,39	11,98
Şubat 2014	99353	101838			
Mart 204	120271	137014			
Nisan 2014	136563	148450			
Mayıs 2014	132371	152481			
Haziran 2014	128109	156513			
Temmuz 2014	126054	161700			
Ağustos 2014	140222	142171			
Eylül 2014	122843	138292			
Ekim 2014	122809	125480			
Kasım 2014	111348	123370			
Aralık 2014	130257	117272			

3.2.2. Kağıt ve Kağıt Ürünleri İthalat Verileri İçin Öngörü Modelinin Belirlenmesi

Durağan hale getirilmiş kağıt ithalat değerleri için alternatif aday ARIMA modelleri denenmiştir. Hata terimleri tesadüfi olan aday modellerin seçim kriterlerine göre karşılaştırılması ise Tablo 48’de yer almaktadır.

Tablo 48. $\Delta LKAĞITITH$ için belirlenen beyaz gürültüye sahip aday modellerin seçim kriteri değerleri

Modeller	SSE	MAE	MAPE (%)	SIC
ARIMA(3,1,2)(1,0,1) ₁₂ *	0,926650	0,007534	0,529407	0,304796
ARIMA(3,1,3)(0,0,1) ₁₂	0,951351	0,00761	0,541702	0,304754

* Nihai model

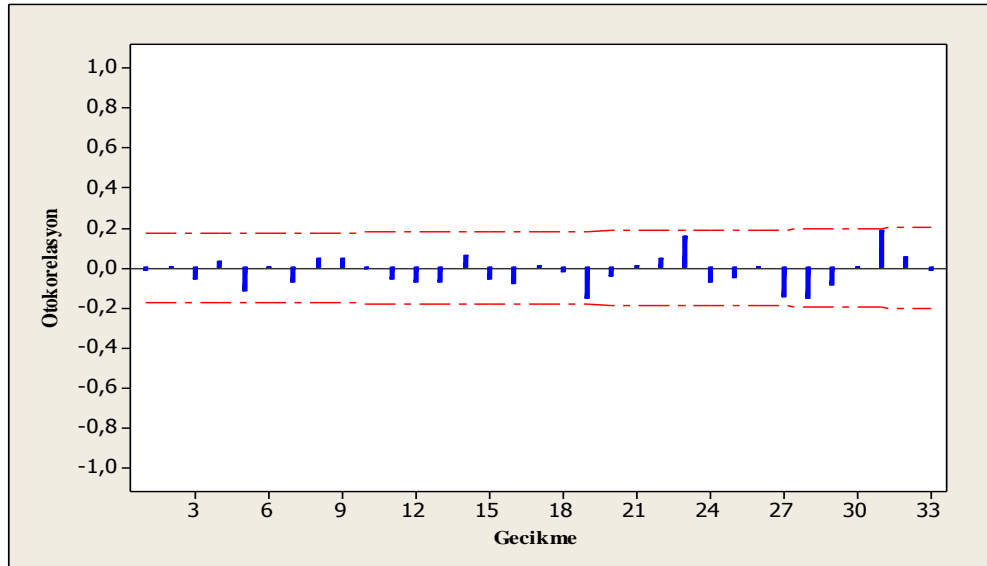
Tablo 48'e göre, aday modellerin seçim kriteri değerlerine bakıldığında, ARIMA(3,1,2)(1,0,1)₁₂ modeline ait SSE, MAPE ve MAE değerlerinin en iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. İleriye yönelik tahminler bu modelle yapılmıştır.

Kağıt ve kağıt ürünleri ithalat değerleri için en uygun modelin parametre tahminleri ve parametrelere ait istatistiksel değerler Tablo 49'da verilmektedir.

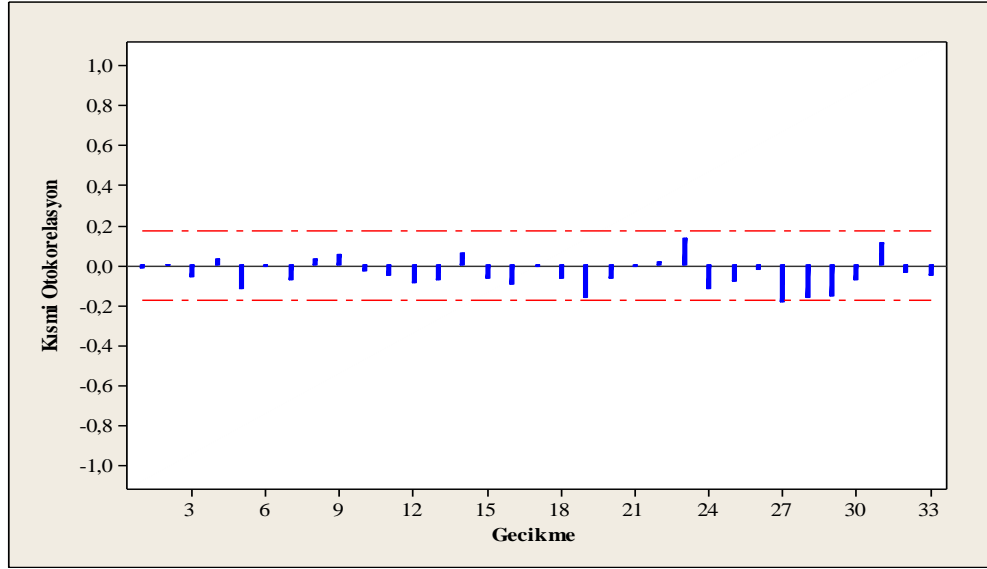
Tablo 49. ARIMA(3,1,2)(1,0,1)₁₂ model parametreleri

Değişken	Tahmin	Standart Hata	t-İstatistiği	Olasılık
C	0,00782	0,01169	0,67	0,505
AR(1)	-1,0441	0,1142	-9,14	0,000
AR(2)	-1,0765	0,1245	-8,65	0,000
AR(3)	-0,2053	0,1042	-1,97	0,051
SAR(12)	0,7768	0,1242	6,25	0,000
MA(1)	-0,5987	0,0660	9,08	0,000
MA(2)	-0,8932	0,0580	15,39	0,000
SMA(12)	0,3831	0,1802	2,13	0,036

ARIMA(3,1,2)(1,0,1)₁₂ modelinin kalıntılarına ait ACF ve PACF grafikleri, Şekil 42 ve Şekil 43'te gösterilmektedir.



Şekil 42. ARIMA(3,1,2)(1,0,1)₁₂ modelinin kalıntılarına ait ACF grafiği



Şekil 43. ARIMA(3,1,2)(1,0,1)₁₂ modelinin kalıntılarına ait PACF grafiği

Şekil 42 ve 43'te görüldüğü üzere, ACF ve PACF katsayılarının tümü güven sınırları içerisinde yer almaktadır. Matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir;

$$[1 - (-1,0441B) - (-1,0765B) - (-0,2053B)][1 - 0,7768B^{12}] \Delta Y_t = [1 - (-0,5987B) - (-0,8932)][1 - (0,3831B^{12})] e_t$$

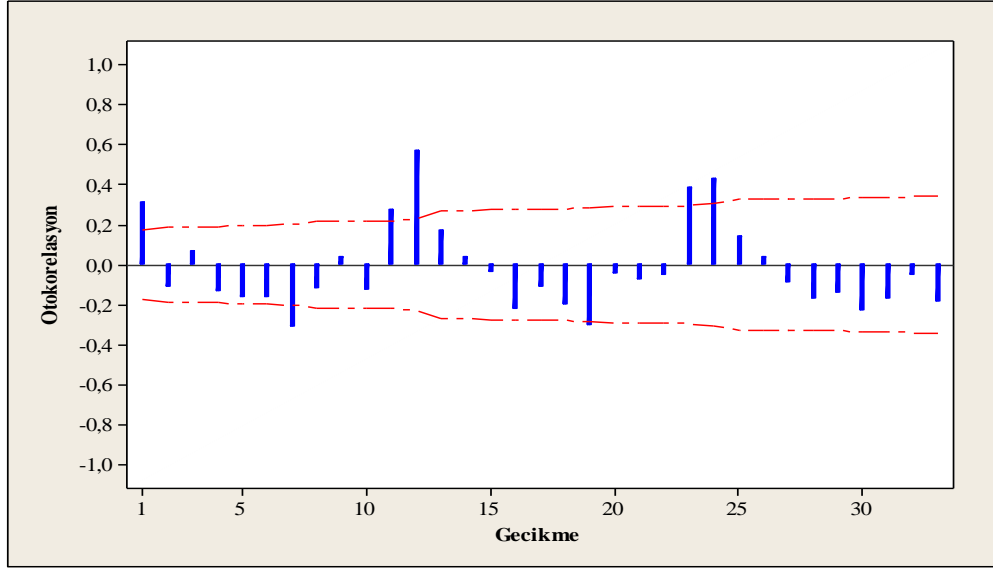
Anti-logaritması alınmış modelin, kağıt ve kağıt ürünleri serisine uygulanması ile elde edilen Ocak 2014-Aralık 2014 dönemine ait tahmin değerleri, aynı döneme ait gerçekleşmiş değerler ve tahmin doğruluğu ölçüm sonuçları Tablo 50'de verilmektedir.

Tablo 50. Kağıt ve kağıt ürünleri için 2014 yılı ithalat tahmin sonuçları

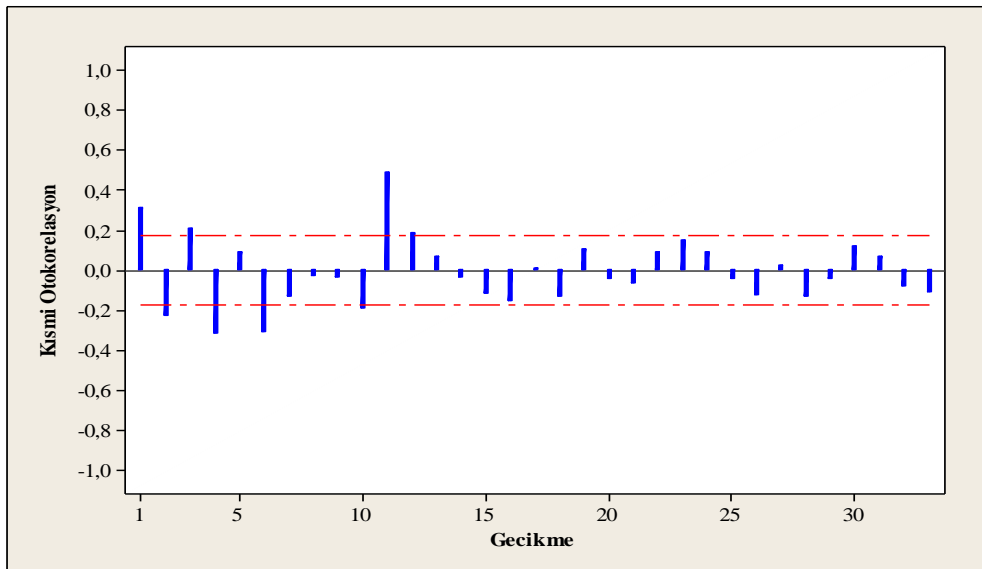
Aylar	Gerçekleşen Değerler	Tahmin Değerleri	RMSE	MAE	MAPE (%)
Ocak 2014	358460	336313	32438,81	24947	8,05
Şubat 2014	295849	328385			
Mart 204	328596	331745			
Nisan 2014	353025	351529			
Mayıs 2014	358290	381473			
Haziran 2014	338472	336147			
Temmuz 2014	325197	367827			
Ağustos 2014	343885	336996			
Eylül 2014	300012	331543			
Ekim 2014	297901	329398			
Kasım 2014	287455	365579			
Aralık 2014	315041	338894			

3.2.3. Mobilya İthalat Verileri İçin Öngörü Modelinin Belirlenmesi

Zaman serilerinin durağanlığı sağlandıktan sonra aday ARIMA modellerini belirlemek üzere seriye ait ACF ve PACF grafikleri incelenmiştir. $\Delta\Delta\text{LMOBİTH}$ serisinin ACF ve PACF grafikleri Şekil 44 ve Şekil 45'te gösterilmektedir.



Şekil 44. $\Delta\Delta\text{LMOBİTH}$ serisinin ACF grafiği



Şekil 45. $\Delta\Delta\text{LMOBİTH}$ serisinin PACF grafiği

$\Delta\Delta\text{LMOBİTH}$ serisinin ACF ve PACF grafiklerine bakıldığında, ACF'nin ilk gecikme değeri güven sınırları dışında olup, bu gecikme sonrasında hızlı bir düşüş meydana geldiğinden dolayı q parametre mertebesinin 1 olarak belirlenmiştir. PACF grafiğinde ise ilk beş gecikme değeri güven sınırları dışında bulunmaktadır. Bu gecikme değerlerinden sonra bir azalma söz konusu olmakta ve bu durumda p parametresinin 5 olacağını işaret etmektedir. Serinin ACF'nin 12. ve 24. gecikme ve PACF'nin 12. gecikme değerleri güven sınırları içerisinde bulunmamakta olup, bu gecikmelerden sonra bir azalma meydana gelmektedir. Bu durum Q parametre mertebesi 2, P parametre mertebesinin ise 1 olacağını göstermektedir. Serinin 2. dereceden regular farkı alındıktan sonra durağan hale geldiği için d parametresinin derecesi 2 olarak belirlenmiştir. Ayrıca HEGY testi sonucunda serinin mevsimselliği işaret eden sahip bulgular taşıdığından modelin D parametresi için 0 veya 1 değerleri verilmiştir. Otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonlarına göre, başlangıç modelinin parametreleri belirlendikten sonra parametrelerin farklı düzeylerinde yeni denemeler yapılmıştır ve temiz-diziye sahip modellerin karşılaştırılmaları Tablo 51'de verilmektedir. Seçim kriterlerine göre ARIMA(5,2,0)(0,1,1)₁₂ deneme model olarak belirlenmiştir. Yapılan Q_{LB} testi sonucunda, da 12, 24 ve 36. gecikmelerde QLB değerlerinin X² tablo değerlerinden küçük olduğundan ARIMA(5,2,0)(0,1,1)₁₂ modelinin MOBİTH serisinin modellenmesi için yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Modelin beyaz gürültüye sahip olduğu yani, hatalar terimleri arasında otokorelasyon olmadığı görülmektedir. ARIMA(5,2,0)(0,1,1)₁₂ ile birlikte diğer aday modellere ait Q_{LB} testi sonuçları Tablo 52'de verilmektedir.

Tablo 51. $\Delta\Delta\text{LMOBİTH}$ için belirlenen beyaz gürültüye sahip ve anlamlı aday modellerin seçim kriteri değerleri

Modeller	SSE	MAE	MAPE (%)	SIC
ARIMA(5,2,0)(0,1,1) ₁₂ *	1,53464	0,01383	0,833348	0,296012
ARIMA(5,2,0)(1,1,1) ₁₂	1,54781	0,01407	0,842987	0,336553

*Nihai model

Tablo 52. Farklı gecikmelerdeki $\Delta\Delta_{12}$ LMOBİTH hatalara ait Q_{LB} istatistiği ve X^2 değerleri

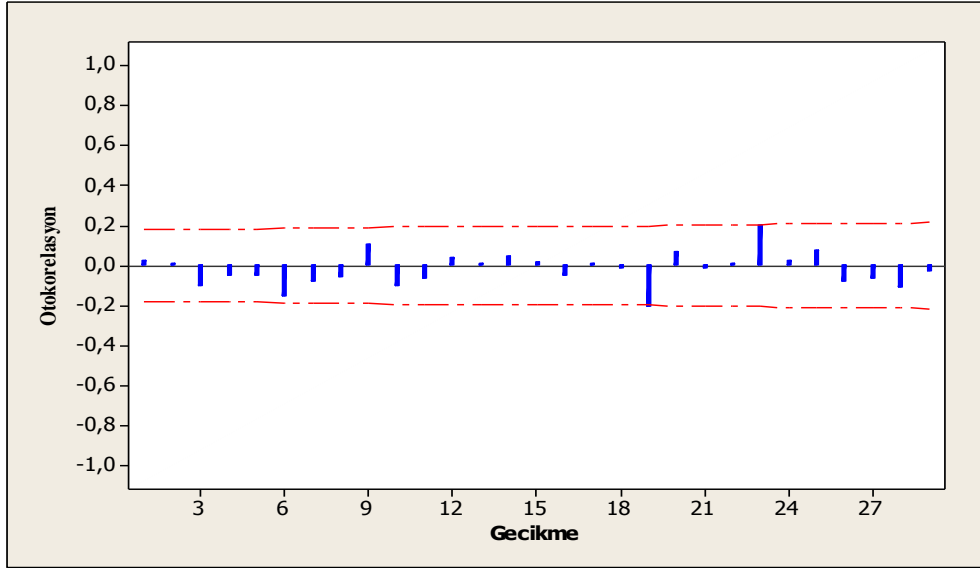
Modeller	Gecikmeler								
	12			24			36		
	Q-ist.	X^2	DF	Q-ist.	X^2	DF	Q-ist.	X^2	DF
ARIMA(5,2,0)(0,1,1) ₁₂	9,6	11,07	5	23,3	27,59	17	36,7	42,56	29
ARIMA(5,2,0)(1,1,1) ₁₂	8,8	9,49	4	21,2	26,30	16	33,6	41,34	28

Mobilya ithalat değerleri için en uygun modelin parametre tahminleri ve parametrelere ait istatistiksel değerler Tablo 53'te verilmiştir.

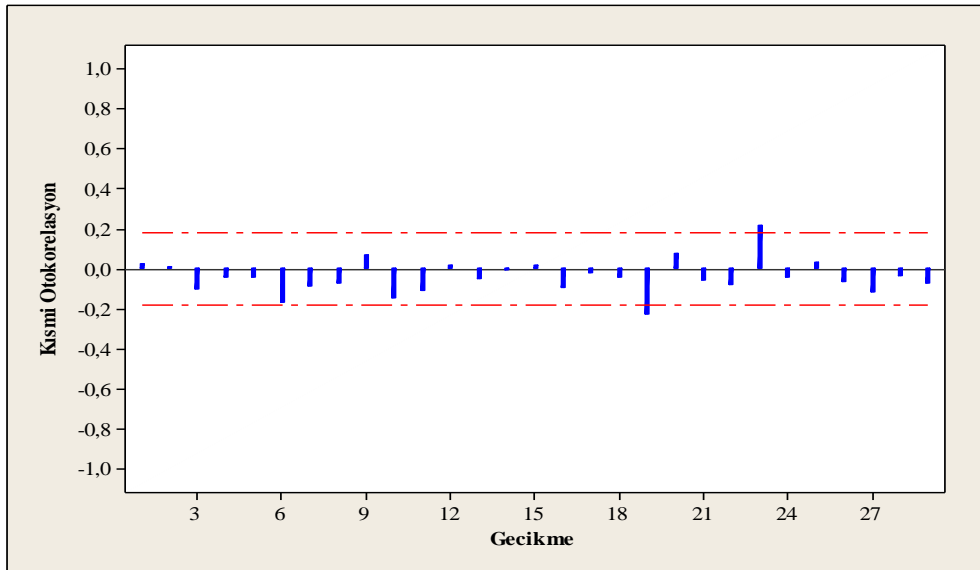
Tablo 53. ARIMA(5,2,0)(0,1,1)₁₂ model parametreleri

Değişken	Tahmin	Standart Hata	t-İstatistiği	Olasılık
C	-0,000698	0,002170	-0,32	0,748
AR(1)	-1,5591	0,0898	-17,37	0,000
AR(2)	-1,5263	0,1541	-9,91	0,000
AR(3)	-1,1508	0,1780	-6,47	0,000
AR(4)	-0,6846	0,1543	-4,44	0,000
AR(5)	-0,3330	0,0871	-3,82	0,000
SMA(12)	0,8710	0,0696	12,52	0,000

En uygun modelin parametre tahminleri belirlendikten sonra modelin artıkların analizi yapılmıştır. Elde edilen ARIMA(5,2,0)(0,1,1)₁₂ modelinin kalıntılarına ait ACF ve PACF grafikleri Şekil 46 ve Şekil 47'de verilmektedir.



Şekil 46. ARIMA(5,2,0)(0,1,1)₁₂ modelinin kalıntılarına ait ACF grafiği



Şekil 47. ARIMA(5,2,0)(0,1,1)₁₂ modelinin kalıntılarına ait PACF grafiği

Şekillerde görüldüğü üzere, birkaç gecikme hariç ACF ve PACF katsayılarının tümü güven sınırları içerisinde yer almaktadır. ARIMA(5,2,0)(0,1,1)₁₂ modelinin matematiksel ifadesi şu şekildedir;

$$[1 - (-1,5591B) - (-1,5263B) - (-1,1508B) - (-0,6846B) - (-0,3330B)][10B^{12}]\Delta\Delta\Delta_{12}Y_t = [1 - 0B][1 - (0,8710B^{12})]e_t$$

Anti-logaritması alınmış modelin, mobilya serisine uygulanması ile elde edilen Ocak 2014-Aralık 2014 dönemine ait tahmin değerleri, aynı döneme ait gerçekleşmiş değerler ve tahmin doğruluğu ölçüm sonuçları Tablo 54’te verilmiştir.

Tablo 54. Mobilya için 2014 yılı ithalat tahmin sonuçları

Aylar	Gerçekleşen Değerler	Tahmin Değerleri	RMSE	MAE	MAPE (%)
Ocak 2014	71034	62860	11907,48	11194,90	14,17
Şubat 2014	74934	62725			
Mart 204	92212	84474			
Nisan 2014	92060	74195			
Mayıs 2014	94750	84740			
Haziran 2014	87049	76502			
Temmuz 2014	77914	74202			
Ağustos 2014	80855	64889			
Eylül 2014	79090	64389			
Ekim 2014	65961	58452			
Kasım 2014	68390	58462			
Aralık 2014	70142	54162			

3.3. İhracat Verilerinin YSA Yöntemi ile Tahminlenmesi

Türkiye’nin ağaç ve orman ürünleri ihracat ve ithalat verilerinin öngörülmesi için farklı ağ yapıları belirlenmiştir ve bu ağ yapılarının belirlenmesi sırasında daha önceden yapılan çalışmalardan yararlanılmıştır.

Box-Jenkins yöntemi ile modelleme yapılırken gecikmeli değerler kullanıldığından, yapay sinir ağlarında da girdi olarak gecikmeli değerler kullanılmıştır. Bu çalışmada olduğu gibi (Polat, 2009; Bozdağ, 2011; Palmer vd., 2006; Zhang ve Qi, 2005; Kajitani, 2005; Çuhadar, 2006; Çuhadar vd., 2009; Avcı, 2007; Kaynar ve Taştan, 2009; Tang vd., 1991; Sharda ve Patil, 1992) birçok çalışmada da gecikmeli değerler (y_{t-12} , y_{t-24} , y_{t-120}) girdi olarak kullanılırken, çıkış katmanında ise gecikmesiz değerler (y_t) kullanılmıştır. Ağın eğitimi sırasında Ocak 2003- Aralık 2013 dönemindeki veriler, test aşamasında ise Ocak 2014- Aralık 2014 dönem verileri kullanılmıştır.

İkiden fazla gizli katmanın herhangi bir iyileştirme meydana getirmediğinden (Zhang, 1994) gizli katman sayısı 1 ve 2 olarak belirlenmiştir. Kaastra ve Boyd (1996)’a YSA’ların bir veya en fazla iki gizli katman kurularak çalıştırılması gerektiğini

önermişlerdir. Gizli nöron sayısının belirlenmesinde herhangi bir formül bulunmamakta olup, genelde az sayıdaki gizli nöron ile yapılan çalışmalar tercih edilmektedir. Çünkü gizli nöron sayısının artması ağın ezberleme yeteneği kazanmasına neden olur. Zhang vd. (1998)'da girdi nöron sayısı ile gizli nöron sayısının eşit olduğu ağ yapılarının daha iyi öngöründe bulunduğunu söylemektedir. Bu bilgiler ışığında gizli nöron sayısı 12 olarak belirlenmiştir.

Literatürde en çok kullanılan aktivasyon fonksiyonlarından biri olan, ağırlık öğrenmesini oldukça hızlandıran ve ağda çok sayıda gizli ve çıktı nöron sayısının olmasını engelleyen hiperbolik tanjant fonksiyonu aktivasyon fonksiyonu olarak kullanılmıştır (Palmer vd., 2006). Normalleştirme işlemi, kullanılan aktivasyon fonksiyonuna bağlı olup (Zhang vd., 1998), gizli ve çıktı katmanında hiperbolik tanjant fonksiyonu kullanıldığı için girdi ve çıktı verileri $[-1,1]$ aralığında normalleştirilmiştir. Daha sonra ağdan elden edilen çıktı verileri tekrar orijinal haline dönüştürülmüştür.

Ağ modeli olarak ise, zaman serisi öngörülerinde en çok kullanılan ileri Beslemeli Ağ Modeli kullanılmıştır. Her bir deneme için sinir ağının eğitim aşaması, hatanın yeterince küçük seçilmesi ile 2000 iterasyon sonunda durdurulmuştur.

Geleneksel geri yayılım algoritmasının düşük eğitim verimi ve kötü yakınsama gibi zayıf yönlerinden dolayı (Wilamowski vd. 2010), geri yayılım algoritmasının bazı varyasyonları ve modifikasyonları önerilmektedir (Zhang vd. 1998). Bunların arasında etkili olan, öğrenme hızını belirgin bir şekilde arttıran, öğrenme hatası düşük olan ve günümüzde ağ eğitiminde yaygın olarak kullanılan Levenberg Marquardt (LM) Algoritması kullanılmıştır. LM algoritması, Newton algoritması hızını ve dik iniş (steepestdescent) metodunun kararlılığını birleştiren bir algoritmadır (Çavuşlu vd., 2012; Türkmen ve Güney, 2003).

Ağ performansı üzerinde önemli bir etkiye sahip olan öğrenme oranının düşük seçilmesi öğrenme hızını yavaşlatırken, yüksek seçilmesi ise öğrenme esnasında büyük osilasyonlara sebep olmakta, yani, öğrenme işleminin gerçekleşmemesine neden olurken (Üstün ve Yıldız, 2009), momentum katsayısının küçük olması osilasyonları azaltmasına rağmen yerel çözümlerden kurtulmayı zorlaştırmakta ve öğrenme hızında düşümlere sebep olmakta, büyük olması ise kararsızlıklara ve hedeften uzaklaşılmasına neden olmaktadır (Yüksek vd., 2007; Üstün ve Yıldız, 2009). Ayrıca her iki parametre aynı değer aldığı ağ yapılarının daha iyi öngöründe bulunduğu söylenmektedir. Bu yüzden hem öğrenme

oranının hem de momentum katsayısının değeri 0,5 olarak alınmıştır. Yapılan denemeler sonucunda elde edilen en uygun ağ yapısı ise MAPE değerine göre belirlenmiştir.

Normalize edilmiş ağaç ve ağaç ürünleri ihracat verileri geri yayımlı Levenberg Marquardt öğrenme algoritması kullanılarak farklı ağ yapıları ile eğitilmiştir ve YSA sonuçları Tablo 55’te verilmiştir.

Tablo 55. AĞAÇİHR için farklı mimari yapılarındaki YSA sonuçları

Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)	Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)	Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)	Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)
1	17,9343	3-4	17,8025	6-7	16,2266	9-10	20,9525
2	21,8808	3-5	19,1041	6-8	19,9106	9-11	20,5448
3	23,7285	3-6	20,8501	6-9	25,1413	9-12	21,6093
4	21,3717	3-7	22,2814	6-10	16,7447	10-1	23,4824
5	20,6370	3-8	21,7201	6-11	20,4615	10-2	24,7353
6	22,3810	3-9	16,2571	6-12	19,9045	10-3	16,3730
7	19,5201	3-10	16,2130	7-1	28,8740	10-4	24,7050
8	23,4807	3-11	23,3844	7-2	20,9575	10-5	23,7471
9	20,2047	3-12	10,2041	7-3	24,0886	10-6	22,7618
10	20,9471	4-1	22,4942	7-4	23,5212	10-7	25,1055
11	24,0978	4-2	19,0384	7-5	19,3581	10-8	18,3123
12	23,1805	4-3	15,7046	7-6	21,5977	10-9	17,9456
1-1	24,5804	4-4	14,7188	7-7	18,2628	10-10	24,1565
1-2	17,6330	4-5	22,6591	7-8	28,3242	10-11	20,6153
1-3	23,8435	4-6	18,4313	7-9	22,2291	10-12	25,5039
1-4	13,2008	4-7	22,3203	7-10	26,3373	11-1	28,8922
1-5	24,9444	4-8	22,4171	7-11	24,5341	11-2	22,2144
1-6	25,0917	4-9	23,0555	7-12	19,7216	11-3	24,6876
1-7	24,8606	4-10	16,5676	8-1	24,2809	11-4	25,0687
1-8	16,7440	4-11	25,9364	8-2	23,5252	11-5	18,5261
1-9	15,4097	4-12	22,8593	8-3	29,1879	11-6	21,1311
1-10	16,7286	5-1	20,0652	8-4	28,9842	11-7	22,4529
1-11	16,5815	5-2	23,1532	8-5	21,0970	11-8	21,4663
1-12	23,4012	5-3	26,9797	8-6	24,8458	11-9	21,6227
2-1	26,259	5-4	24,5109	8-7	21,5693	11-10	15,0581
2-2	21,5504	5-5	22,0142	8-8	19,8065	11-11	19,7739
2-3	20,0809	5-6	25,1965	8-9	24,6476	11-12	20,5100
2-4	14,7849	5-7	20,8538	8-10	22,8546	12-1	24,2905
2-5	24,2711	5-8	28,0176	8-11	19,3645	12-2	25,2609
2-6	19,7668	5-9	25,2369	8-12	21,5262	12-3	18,9052
2-7	20,3697	5-10	22,7921	9-1	23,2747	12-4	19,6935
2-8	20,1201	5-11	19,9470	9-2	27,2121	12-5	25,6209
2-9	18,2542	5-12	20,7028	9-3	24,7437	12-6	24,2457

Talo 55'in devamı

2-10	14,1834	6-1	25,6064	9-4	19,1722	12-7	21,6781
2-11	24,8919	6-2	20,3380	9-5	24,4331	12-8	24,8173
2-12	24,5134	6-3	23,2550	9-6	22,0187	12-9	20,2958
3-1	23,8435	6-4	19,3920	9-7	22,9481	12-10	20,7155
3-2	22,6905	6-5	22,2765	9-8	16,0993	12-11	23,5945
3-3	23,8186	6-6	16,2208	9-9	19,5302	12-12	15,6838

Geri yayımlı Levenberg Marquardt öğrenme algoritması kullanılarak toplam 156 farklı ağ yapısı denenmiştir. Denemeler sonucunda en düşük MAPE değerini, birinci gizli katmanında 3 ve ikinci gizli katmanında 12 adet nöron bulunan ağ yapısının verdiği bulunmuştur. Bulunan bu ağ yapısı yardımıyla ileriye yönelik tahminler yapılmıştır.

2014 yılına ait gerçekleşmiş ihracat değerleri, en düşük MAPE değerini veren YSA ile bulunan 2014 yılına ait tahmin değerleri ve tahmin doğruluğu ölçüm sonuçları ise Tablo 56'da verilmiştir.

Tablo 56. YSA ile tahmin edilen ağaç ve ağaç ürünleri 2014 yılı ihracat sonuçları

Aylar	Gerçekleşen Değerler	Tahmin Değerleri	RMSE	MAE	MAPE (%)
Ocak 2014	69002	58803	8264,9867	7192,91	10,2041
Şubat 2014	66553	63178			
Mart 204	60388	72328			
Nisan 2014	78804	73753			
Mayıs 2014	91835	89876			
Haziran 2014	76682	66380			
Temmuz 2014	71925	62873			
Ağustos 2014	61702	65491			
Eylül 2014	74314	86293			
Ekim 2014	58746	60277			
Kasım 2014	69766	64983			
Aralık 2014	74479	87834			

Kağıt ve kağıt ürünleri ihracat verilerine ait yapay sinir ağı sonuçları Tablo 57'de verilmektedir.

Tablo 57. KAĞITİHR için farklı mimari yapılarındaki YSA sonuçları

Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)	Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)	Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)	Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)
1	4,6733	3-4	5,1679	6-7	4,9353	9-10	6,1558
2	4,9447	3-5	3,7445	6-8	5,3765	9-11	6,3475
3	4,5457	3-6	6,1318	6-9	6,1652	9-12	5,3303
4	5,3070	3-7	6,2768	6-10	6,1567	10-1	6,9975
5	5,5971	3-8	5,7903	6-11	5,0316	10-2	4,6914
6	5,8727	3-9	5,5607	6-12	6,4978	10-3	5,1579
7	4,4740	3-10	5,8800	7-1	6,7309	10-4	6,0068
8	6,0384	3-11	5,9432	7-2	6,7682	10-5	5,8041
9	5,4437	3-12	4,3856	7-3	6,1602	10-6	5,9760
10	5,8778	4-1	5,2587	7-4	5,1533	10-7	4,7454
11	5,8449	4-2	5,8777	7-5	4,6490	10-8	6,9105
12	5,0592	4-3	5,4985	7-6	5,4115	10-9	5,1947
1-1	4,6907	4-4	6,1140	7-7	5,7282	10-10	6,0665
1-2	5,0210	4-5	6,2224	7-8	6,0646	10-11	5,8819
1-3	4,9037	4-6	6,2607	7-9	5,2911	10-12	6,3671
1-4	5,1504	4-7	4,9456	7-10	4,6079	11-1	6,2471
1-5	5,7164	4-8	6,6528	7-11	5,0477	11-2	5,8580
1-6	6,0848	4-9	6,4685	7-12	6,7004	11-3	5,4159
1-7	5,4605	4-10	6,5519	8-1	5,8184	11-4	7,2998
1-8	5,8896	4-11	5,1007	8-2	5,1813	11-5	5,0232
1-9	6,4927	4-12	5,5560	8-3	6,8879	11-6	5,1659
1-10	6,2751	5-1	6,4790	8-4	4,7348	11-7	5,3150
1-11	6,1698	5-2	5,5101	8-5	5,2627	11-8	6,2868
1-12	5,3000	5-3	4,8119	8-6	6,3435	11-9	5,5133
2-1	6,2563	5-4	5,4093	8-7	4,5598	11-10	6,1117
2-2	4,0296	5-5	5,4824	8-8	5,9775	11-11	4,8087
2-3	5,6310	5-6	4,6310	8-9	5,7967	11-12	6,5023
2-4	4,5731	5-7	6,0915	8-10	5,4590	12-1	5,4025
2-5	5,5814	5-8	4,9898	8-11	5,7610	12-2	6,9110
2-6	6,6968	5-9	5,1686	8-12	6,6065	12-3	7,2828
2-7	5,1432	5-10	5,7117	9-1	6,2156	12-4	6,6911
2-8	5,5540	5-11	3,8263	9-2	7,6176	12-5	5,1973
2-9	5,5802	5-12	6,0002	9-3	6,0802	12-6	5,2613
2-10	4,8442	6-1	8,4806	9-4	5,1618	12-7	5,6561
2-11	4,4850	6-2	4,9405	9-5	5,7122	12-8	5,7530
2-12	5,6997	6-3	5,6263	9-6	5,7340	12-9	4,9928
3-1	6,0880	6-4	5,4317	9-7	7,2727	12-10	5,3161
3-2	4,9227	6-5	5,1937	9-8	8,0569	12-11	6,0828
3-3	4,7939	6-6	6,3035	9-9	4,7017	12-12	7,1119

156 farklı ağ modelinin denenmesi sonucunda, birinci gizli katmanında 3 ve ikinci gizli katmanında 5 adet nöron bulunan ağ yapısının en düşük MAPE değerini verdiği bulunmuştur. Bulunan bu ağ yapısı yardımıyla Ocak 2014-Aralık 2014 dönemi ihracat değerleri bulunmuştur ve tahmin sonuçları Tablo 58’de gösterilmektedir.

Tablo 58. YSA ile tahmin edilen kağıt ve kağıt ürünleri 2014 yılı ihracat sonuçları

Aylar	Gerçekleşen Değerler	Tahmin Değerleri	RMSE	MAE	MAPE (%)
Ocak 2014	167392	155392	8187,42	5823,25	3,74
Şubat 2014	155398	155747			
Mart 204	172304	172682			
Nisan 2014	170731	157591			
Mayıs 2014	172552	172568			
Haziran 2014	159649	152763			
Temmuz 2014	151431	151431			
Ağustos 2014	158280	171710			
Eylül 2014	173549	172874			
Ekim 2014	158823	173552			
Kasım 2014	157535	151433			
Aralık 2014	171400	173550			

Tablo 58’de geri yayımlı Levenberg Marquardt öğrenme algoritması kullanılarak elde edilen farklı ağ yapılarına ait MAPE değerleri yer almaktadır. Tablo 59’da görüldüğü üzere, eğitimler sonucunda 156 farklı ağ yapısı arasından en düşük MAPE değerini, birinci gizli katmanında 1, ikinci gizli katmanında 2 adet gizli nöron bulunan ağ yapısı vermektedir.

Tablo 59. MOBİHR için farklı mimari yapılarındaki YSA sonuçları

Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)	Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)	Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)	Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)
1	12,3909	3-4	9,1863	6-7	9,8511	9-10	10,8623
2	10,6658	3-5	11,361	6-8	9,2007	9-11	11,9042
3	9,9224	3-6	8,4939	6-9	9,9560	9-12	10,4690
4	8,6843	3-7	9,8501	6-10	8,0758	10-1	12,8843
5	8,5642	3-8	10,5925	6-11	10,6517	10-2	10,2006
6	8,7515	3-9	9,2540	6-12	8,4975	10-3	11,8203
7	7,5650	3-10	7,8343	7-1	8,8144	10-4	10,4605

Tablo 59'un devamı

8	9,8016	3-11	10,059	7-2	8,4716	10-5	10,3099
9	9,6595	3-12	9,7234	7-3	9,3700	10-6	10,4380
10	9,1646	4-1	9,7908	7-4	8,1783	10-7	8,2539
11	10,1532	4-2	8,5589	7-5	9,1580	10-8	7,9925
12	9,6674	4-3	10,8793	7-6	8,8084	10-9	9,3338
1-1	6,2868	4-4	8,5873	7-7	9,8411	10-10	9,1133
1-2	11,3195	4-5	9,2579	7-8	7,3680	10-11	8,4366
1-3	9,5237	4-6	8,7044	7-9	9,1279	10-12	8,0543
1-4	12,6131	4-7	8,9644	7-10	7,5347	11-1	10,5397
1-5	7,2904	4-8	8,8732	7-11	10,9871	11-2	8,7173
1-6	8,3954	4-9	7,6941	7-12	9,4742	11-3	9,0026
1-7	9,1689	4-10	9,8428	8-1	9,5781	11-4	9,8333
1-8	9,8295	4-11	8,5780	8-2	9,2591	11-5	8,6603
1-9	7,1984	4-12	11,0942	8-3	9,0649	11-6	10,5319
1-10	14,0363	5-1	11,1445	8-4	8,4437	11-7	9,3755
1-11	7,7326	5-2	8,5308	8-5	9,8330	11-8	8,5216
1-12	12,1064	5-3	8,9105	8-6	9,4312	11-9	8,9565
2-1	9,7794	5-4	8,5680	8-7	8,7296	11-10	7,1553
2-2	8,6434	5-5	6,4543	8-8	9,5759	11-11	9,5022
2-3	10,2418	5-6	8,7691	8-9	9,2972	11-12	10,8097
2-4	8,8351	5-7	9,1509	8-10	11,5870	12-1	11,0351
2-5	8,1063	5-8	8,4629	8-11	8,9703	12-2	8,0749
2-6	8,9286	5-9	10,7898	8-12	8,3049	12-3	7,7135
2-7	8,8476	5-10	8,6417	9-1	9,2183	1-4	8,1357
2-8	10,2792	5-11	9,3328	9-2	11,7364	12-5	8,3052
2-9	9,2550	5-12	9,8787	9-3	11,1280	12-6	9,7027
2-10	8,4308	6-1	8,8200	9-4	7,0492	12-7	11,5803
2-11	10,6691	6-2	8,0735	9-5	10,6476	12-8	9,4518
2-12	9,0969	6-3	9,9457	9-6	8,4938	12-9	8,3487
3-1	9,3619	6-4	8,9897	9-7	9,2517	12-10	9,3557
3-2	9,6181	6-5	9,5799	9-8	10,078	12-11	8,8998
3-3	10,6121	6-6	7,4510	9-9	8,9956	12-12	8,6413

1-1 ağ yapısı ile elde edilen 2014 yılına ait tahmin değerleri ve tahmin doğruluğu ölçüm sonuçları Tablo 60'da gösterilmektedir.

Tablo 60. YSA ile tahmin edilen mobilya 2014 yılı ihracat sonuçları

Aylar	Gerçekleşen Değerler	Tahmin Değerleri	RMSE	MAE	MAPE (%)
Ocak 2014	188528	170952	16594,47	12515,25	6,28
Şubat 2014	176039	177362			
Mart 2014	203654	177733			
Nisan 2014	206414	193346			
Mayıs 2014	220480	220480			
Haziran 2014	206012	209997			
Temmuz 2014	198654	177635			
Ağustos 2014	168879	175312			
Eylül 2014	203062	220488			
Ekim 2014	179140	173770			
Kasım 2014	206270	169990			
Aralık 2014	219769	217996			

3.4. İthalat Verilerinin YSA Yöntemi ile Tahminlenmesi

Normalize edilmiş ağaç ve ağaç ürünleri ithalat verilerinin LMA ile eğitilmesi ile elde edilen sonuçlar Tablo 61’de gösterilmektedir.

Tablo 61. AĞAÇİTH için farklı mimari yapılarındaki YSA sonuçları

Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)	Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)	Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)	Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)
1	11,6550	3-4	8,2539	6-7	7,3864	9-10	9,4163
2	10,2668	3-5	7,8480	6-8	7,9318	9-11	6,6772
3	8,5560	3-6	6,6608	6-9	9,6755	9-12	7,3301
4	7,9289	3-7	9,3615	6-10	9,0340	10-1	10,3117
5	7,7762	3-8	7,0427	6-11	9,2415	10-2	9,0764
6	8,1349	3-9	10,4827	6-12	9,9869	10-3	9,6776
7	7,9408	3-10	8,3872	7-1	9,4654	10-4	8,6990
8	7,8118	3-11	8,1679	7-2	6,5846	10-5	7,7944
9	8,0024	3-12	8,7669	7-3	8,0354	10-6	7,7428
10	9,5235	4-1	8,2531	7-4	7,7824	10-7	6,2407
11	7,3716	4-2	13,4602	7-5	9,3450	10-8	9,8361
12	7,3253	4-3	8,227	7-6	10,2606	10-9	8,3278
1-1	11,6955	4-4	7,5013	7-7	7,1315	10-10	10,9403
1-2	12,1337	4-5	8,3319	7-8	13,5448	10-11	9,7165
1-3	11,265	4-6	10,165	7-9	9,9452	10-12	8,5158
1-4	11,6779	4-7	8,3684	7-10	8,3049	11-1	9,5522

Tablo 61'in devamı

1-5	9,5981	4-8	9,3511	7-11	9,5397	11-2	8,7224
1-6	8,8004	4-9	9,5821	7-12	8,4384	11-3	9,4584
1-7	9,2893	4-10	7,1437	8-1	8,3873	11-4	6,6196
1-8	8,6670	4-11	9,2215	8-2	8,3549	11-5	5,5943
1-9	6,7973	4-12	8,0785	8-3	8,9467	11-6	8,5563
1-10	11,1093	5-1	9,2125	8-4	8,0218	11-7	8,4460
1-11	12,2078	5-2	8,7035	8-5	8,3058	11-8	8,5304
1-12	16,7202	5-3	8,9752	8-6	9,2747	11-9	9,0171
2-1	6,9205	5-4	9,9607	8-7	6,0214	11-10	7,7711
2-2	8,6208	5-5	6,7432	8-8	7,9004	11-11	7,1874
2-3	9,4229	5-6	8,1671	8-9	5,8855	11-12	8,8405
2-4	11,3469	5-7	9,8612	8-10	9,1581	12-1	11,5700
2-5	12,1338	5-8	8,6283	8-11	8,7935	12-2	10,3221
2-6	9,7021	5-9	9,8582	8-12	7,6690	12-3	8,5091
2-7	9,8137	5-10	12,7025	9-1	8,7336	12-4	9,3854
2-8	7,7202	5-11	8,1396	9-2	11,1784	12-5	8,9797
2-9	8,9928	5-12	7,6035	9-3	9,9503	12-6	7,8649
2-10	8,8211	6-1	8,7926	9-4	9,4850	12-7	7,7782
2-11	8,4106	6-2	8,9645	9-5	7,6870	12-8	8,5867
2-12	13,5065	6-3	7,3145	9-6	7,2190	12-9	6,9811
3-1	7,3940	6-4	7,6232	9-7	8,2598	12-10	5,7233
3-2	6,7312	6-5	11,2379	9-8	7,3325	12-11	7,8621
3-3	11,5524	6-6	8,1457	9-9	6,8768	12-12	8,1250

Tablo 61'de görüldüğü üzere, eğitimler sonucunda 156 farklı ağ yapısı arasından en düşük MAPE değerini, birinci gizli katmanında 11, ikinci gizli katmanında 5 adet gizli nöron bulunan ağ yapısının verdiği bulunmuştur. En düşük ortalama mutlak yüzde hata değerine sahip YSA modeli ile elde edilen 2014 ithalat tahmin sonuçları ise Tablo 62'de verilmiştir.

Tablo 62. YSA ile tahmin edilen ağaç ve ağaç ürünleri 2014 yılı ithalat sonuçları

Aylar	Gerçekleşen Değerler	Tahmin Değerleri	RMSE	MAE	MAPE (%)
Ocak 2014	124816	116023	8986,68	6896,5	5,59
Şubat 2014	99353	100006			
Mart 2014	120271	133762			
Nisan 2014	136563	135555			
Mayıs 2014	132371	140213			
Haziran 2014	128109	134962			

Tablo 62'nin devamı

Temmuz 2014	126054	124884	8986,68	6896,5	5,59
Ağustos 2014	140222	140035			
Eylül 2014	122843	123046			
Ekim 2014	122809	140180			
Kasım 2014	111348	100373			
Aralık 2014	130257	120545			

Kağıt ve kağıt ürünleri ithalat verilerinin YSA eğitilerek ile elde edilen sonuçlar Tablo 63'te verilmiştir.

Tablo 63. KAĞITİTH için farklı mimari yapılarındaki YSA sonuçları

Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)	Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)	Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)	Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)
1	6,4501	3-4	7,7190	6-7	7,7514	9-10	7,4917
2	10,0100	3-5	7,9281	6-8	7,0027	9-11	10,221
3	10,4240	3-6	9,3710	6-9	6,4222	9-12	10,3032
4	9,9912	3-7	9,3674	6-10	7,1720	10-1	10,2393
5	11,2618	3-8	4,8880	6-11	7,9156	10-2	8,9381
6	9,4581	3-9	10,2405	6-12	9,9647	10-3	7,7544
7	7,8928	3-10	6,8961	7-1	10,4054	10-4	10,6787
8	9,4388	3-11	7,7418	7-2	7,8850	10-5	8,4281
9	7,6512	3-12	6,6819	7-3	8,6330	10-6	6,7515
10	11,7128	4-1	8,6399	7-4	8,4613	10-7	9,9175
11	10,5642	4-2	8,1214	7-5	9,1394	10-8	9,4666
12	10,7846	4-3	8,4846	7-6	8,2257	10-9	9,4663
1-1	6,4869	4-4	8,4596	7-7	11,1669	10-10	7,7384
1-2	8,1095	4-5	7,9873	7-8	11,1392	10-11	9,3112
1-3	9,7546	4-6	6,8543	7-9	8,2621	10-12	9,2923
1-4	11,0117	4-7	7,7598	7-10	10,8771	11-1	9,3194
1-5	7,7677	4-8	6,8840	7-11	11,6773	11-2	7,8999
1-6	10,4501	4-9	9,0194	7-12	9,8996	11-3	10,8029
1-7	8,1242	4-10	8,9292	8-1	8,7555	11-4	7,3571
1-8	11,7867	4-11	9,6602	8-2	9,3404	11-5	9,7537
1-9	7,8925	4-12	8,5904	8-3	9,5468	11-6	8,9521
1-10	10,3323	5-1	7,5406	8-4	8,5054	11-7	12,8312
1-11	10,1014	5-2	7,7544	8-5	8,1622	11-8	10,8455
1-12	11,0384	5-3	8,2951	8-6	10,6228	11-9	9,3269
2-1	9,1917	5-4	9,4506	8-7	9,4515	11-10	7,9265
2-2	10,0128	5-5	8,1787	8-8	6,0321	11-11	8,6367
2-3	8,7799	5-6	8,4904	8-9	8,5810	11-12	7,0930

Tablo 63'ün devamı

2-4	10,5103	5-7	7,6517	8-10	6,3829	12-1	9,5032
2-5	9,4398	5-8	9,2334	8-11	10,5257	12-2	9,7439
2-6	9,9492	5-9	7,5483	8-12	10,7010	12-3	7,9925
2-7	6,1039	5-10	8,8574	9-1	9,8160	12-4	9,2003
2-8	7,5183	5-11	10,2391	9-2	10,6755	12-5	8,4759
2-9	9,7961	5-12	10,4151	9-3	7,4304	12-6	8,3027
2-10	8,5621	6-1	10,9339	9-4	6,6053	12-7	7,4351
2-11	9,4100	6-2	10,1254	9-5	9,7345	12-8	8,8080
2-12	8,9312	6-3	8,5673	9-6	9,1445	12-9	8,4990
3-1	10,3916	6-4	12,4476	9-7	9,9644	12-10	6,4571
3-2	8,7236	6-5	10,5492	9-8	11,0005	12-11	9,8270
3-3	9,6555	6-6	6,5035	9-9	10,0895	12-12	8,0051

Tablo 63'te görüldüğü üzere, eğitimler sonucunda 156 farklı ağ yapısı arasından en düşük MAPE değerini, birinci gizli katmanında 3, ikinci gizli katmanında 8 adet gizli nöron bulunan ağ yapısının verdiği bulunmuştur.

Tablo 64'te 2014 yılına ait gerçekleşmiş ihracat değerleri, LMA ile eğitilerek en düşük MAPE değerini veren 2014 yılına ait tahmin değerleri ve tahmin doğruluğu ölçüm sonuçları yer almaktadır.

Tablo 64. YSA ile tahmin edilen kağıt ve kağıt ürünleri 2014 yılı ithalat sonuçları

Aylar	Gerçekleşen Değerler	Tahmin Değerleri	RMSE	MAE	MAPE (%)
Ocak 2014	358460	331100	21409,45	15710,83	4,89
Şubat 2014	295849	301941			
Mart 2014	328596	346594			
Nisan 2014	353025	358465			
Mayıs 2014	358290	349760			
Haziran 2014	338472	347488			
Temmuz 2014	325197	348823			
Ağustos 2014	343885	350235			
Eylül 2014	300012	356658			
Ekim 2014	297901	287501			
Kasım 2014	287455	287455			
Aralık 2014	315041	332123			

Tablo 65’te görüldüğü üzere, mobilya ithalat verileri için farklı YSA modelleri denenmiştir. Denemeler sonucunda, en uygun ağ yapısı olarak birinci ve ikinci gizli katmanında 3 nörona sahip YSA modeli belirlenmiştir.

Tablo 65. MOBİTH için farklı mimari yapılarındaki YSA sonuçları

Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)	Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)	Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)	Gizli Nöron sayısı	MAPE (%)
1	11,2101	3-4	15,8533	6-7	17,0103	9-10	18,8406
2	10,0714	3-5	16,2582	6-8	11,7644	9-11	13,7075
3	14,1161	3-6	12,2624	6-9	13,7214	9-12	14,5274
4	15,2468	3-7	15,3119	6-10	11,5015	10-	15,0268
5	13,2158	3-8	17,2746	6-11	14,3868	10-2	18,2167
6	15,3201	3-9	12,7677	6-12	14,9907	10-3	16,2286
7	11,9269	3-10	11,3995	7-1	15,1235	10-4	12,8857
8	16,1981	3-11	13,2547	7-2	16,2708	10-5	14,4093
9	14,6757	3-12	11,9531	7-3	17,3464	10-6	8,2199
10	11,2892	4-1	15,1817	7-4	8,8367	10-7	12,9210
11	14,2318	4-2	13,5027	7-5	11,3040	10-8	13,7851
12	13,6454	4-3	9,6233	7-6	14,6298	10-9	14,2671
1-1	11,2488	4-4	9,4477	7-7	12,7983	10-10	13,4338
1-2	12,3020	4-5	14,0060	7-8	14,6494	10-11	16,5656
1-3	12,0851	4-6	14,0427	7-9	11,9115	10-12	17,6424
1-4	16,8473	4-7	9,40410	7-10	14,9420	11-1	16,3602
1-5	15,6966	4-8	14,7974	7-11	11,7779	11-2	11,5284
1-6	10,7305	4-9	14,6809	7-12	14,8624	11-3	14,8735
1-7	11,7694	4-10	11,8600	8-1	17,6543	11-4	12,6595
1-8	12,8715	4-11	9,9300	8-2	11,0914	11-5	13,0683
1-9	10,8318	4-12	16,1812	8-3	17,7217	11-6	13,9954
1-10	14,1265	5-1	16,7771	8-4	12,1684	11-7	10,6846
1-11	10,7737	5-2	12,0608	8-5	13,2229	11-8	16,7053
1-12	13,3902	5-3	16,9744	8-6	15,7890	11-9	13,7184
2-1	11,7724	5-4	13,1284	8-7	12,5737	11-10	12,7225
2-2	11,0440	5-5	12,5184	8-8	10,6118	11-11	15,4278
2-3	17,3864	5-6	14,7487	8-9	14,7523	11-12	10,1681
2-4	11,0949	5-7	11,1837	8-10	14,4087	12-1	11,7015
2-5	11,5090	5-8	15,1037	8-11	16,3158	12-2	12,9252
2-6	16,2462	5-9	13,3325	8-12	14,4642	12-3	10,4961
2-7	12,4462	5-10	16,7037	9-1	17,5849	12-4	12,4264
2-8	9,6672	5-11	13,7648	9-2	17,2560	12-5	12,1639
2-9	15,0873	5-12	13,1116	9-3	19,7831	12-6	16,2705
2-10	13,5880	6-1	15,0708	9-4	13,9832	127	9,9020
2-11	12,8700	6-2	10,8880	9-5	14,6234	12-8	17,1071

Tablo 65'in devamı

2-12	12,2822	6-3	14,9901	9-6	13,9219	12-9	12,7330
3-1	14,7488	6-4	15,9977	9-7	13,2726	12-10	10,1399
3-2	13,9358	6-5	12,4095	9-8	13,3560	12-11	12,0254
3-3	7,1211	6-6	8,6049	9-9	14,0957	12-12	10,5890

Tablo 66'da 2014 yılına ait gerçekleşmiş ihracat değerleri, en uygun YSA modeli ile elde edilen 2014 yılına ait tahmin değerleri ve tahmin doğruluğu ölçüm sonuçları yer almaktadır.

Tablo 66. YSA ile tahmin edilen mobilya 2014 yılı ithalat sonuçları

Aylar	Gerçekleşen Değerler	Tahmin Değerleri	RMSE	MAE	MAPE (%)
Ocak 2014	71034	66156	7427,06	5180,66	7,12
Şubat 2014	74934	72009			
Mart 2014	92212	91960			
Nisan 2014	92060	94750			
Mayıs 2014	94750	94750			
Haziran 2014	87049	80082			
Temmuz 2014	77914	80701			
Ağustos 2014	80855	79753			
Eylül 2014	79090	70370			
Ekim 2014	65961	84650			
Kasım 2014	68390	80111			
Aralık 2014	70142	71579			

3.5. Box-Jenkins ile YSA Yöntemlerinin Karşılaştırılması

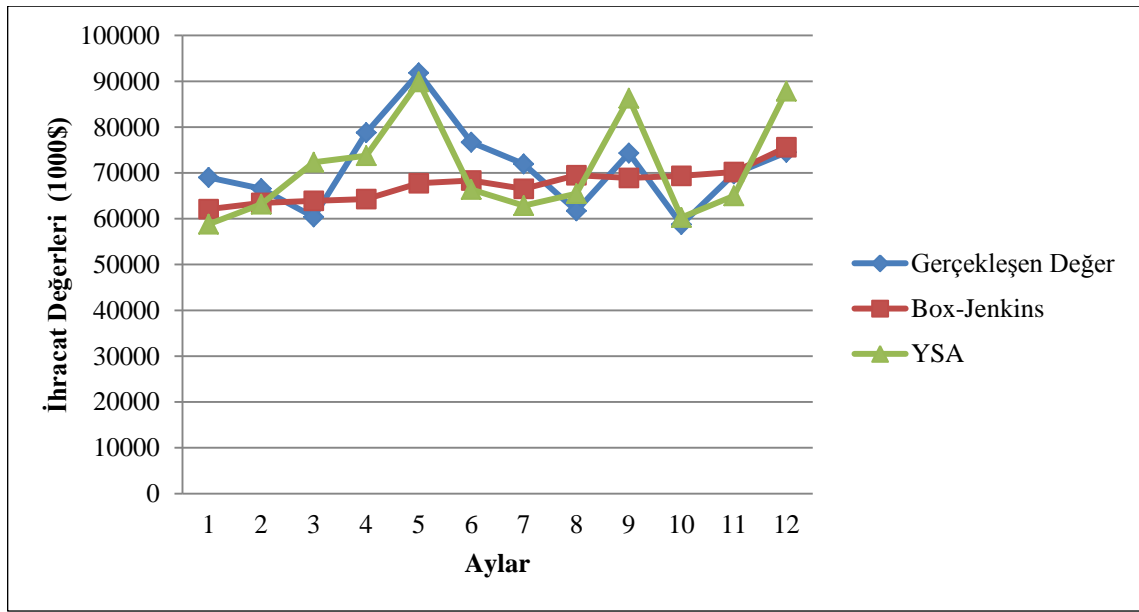
Türkiye'nin 2003-2013 dönemi aylık Ağaç ve Orman Ürünleri ihracat ve ithalat verileri kullanılarak YSA ve Box-Jenkins yöntemlerinden elde edilen 2014 yılı öngörü değerleri ile gerçek değerler üzerinde yapılan RMSE, MAE ve MAPE değerleri aşağıdaki Tablo 67, 68 ve 69'da verilmektedir.

Tablo 67'de görüldüğü gibi, 2014 yılı ağaç ve ağaç ürünleri ihracat ve ithalat öngörü sonuçlarına göre, YSA ile elde edilen öngörü doğruluk sonuçları, en uygun Box-Jenkins modelinden daha düşük olduğu görülmektedir.

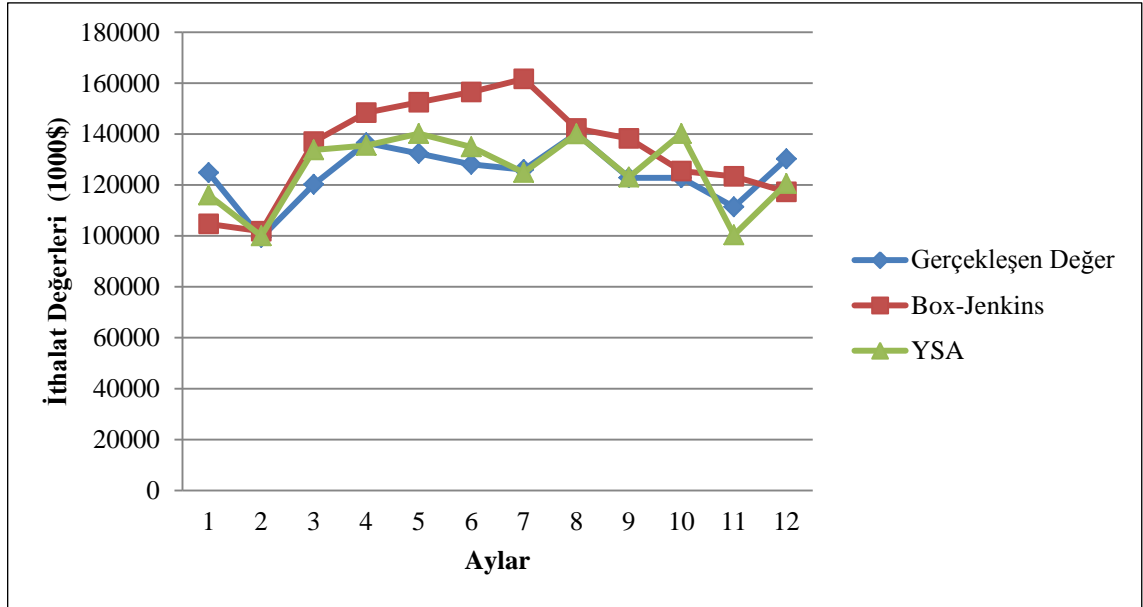
Tablo 67. Ağaç ve ağaç ürünleri için yöntemlerin öngörü doğruluklarının karşılaştırılması

	İHRACAT			İTHALAT		
	RMSE	MAE	MAPE (%)	RMSE	MAE	MAPE (%)
Box-Jenkins	9846,07	7601	10,30	17972,86	15037,39	11,98
YSA	8264,9867	7192,91	10,21	8986,68	6896,50	5,59

YSA ve Box-Jenkins yöntemleri ile elde edilen 2014 ağaç ve ağaç ürünleri ihracat ve ithalat öngörü ve gerçekleşen değerleri ise Şekil 48 ve Şekil 49'da verilmektedir.



Şekil 48. Ağaç ve ağaç ürünleri ihracat değerleri için gerçek ve tahmin edilen değerlerin grafiği

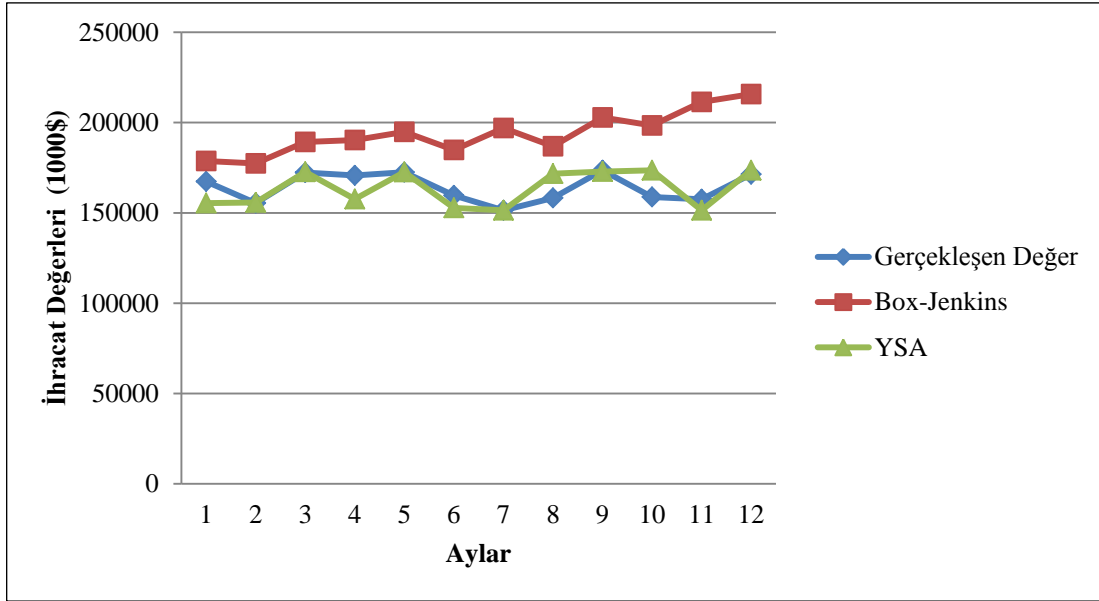


Şekil 49. Ağaç ve ağaç ürünleri ithalat değerleri için gerçek ve tahmin edilen değerlerin grafiği

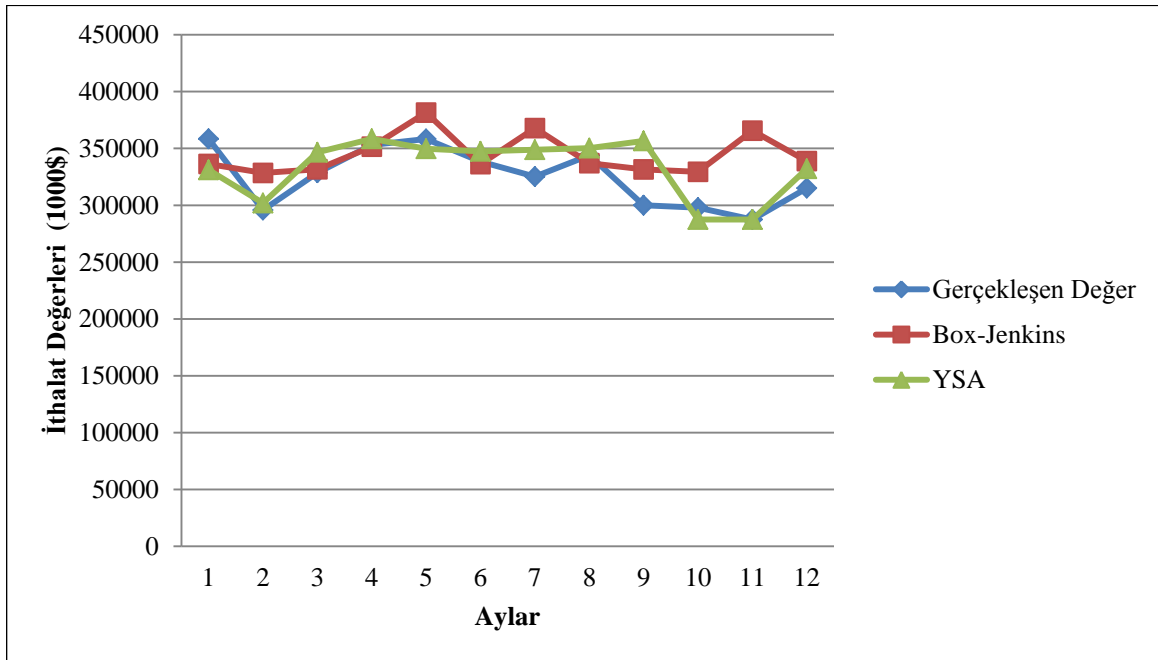
Tablo 67’de olduğu gibi, 2014 yılı kağıt ve kağıt ürünleri ihracat ve ithalat verileri için YSA ile elde edilen RMSE, MAE ve MAPE değerlerinin, Box-Jenkins yöntemiyle elde edilen ARIMA(1,1,0)(0,1,1)₁₂ modelinin değerlerinden daha düşük olduğu Tablo 68’de görülmektedir. Yöntemler ile elde edilen öngörü değerleri ve gerçekleşen değerler ise grafiksel olarak Şekil 50 ve Şekil 51’de verilmiştir.

Tablo 68. Kağıt ve kağıt ürünleri için yöntemlerin öngörü doğruluklarının karşılaştırılması

	İHRACAT			İTHALAT		
	RMSE	MAE	MAPE (%)	RMSE	MAE	MAPE (%)
Box-Jenkins	32419,34	29893,50	18,42	32438,81	24947	8,05
YSA	8187,42	5823,25	3,74	21409,45	15710,83	4,89



Şekil 50. Kağıt ve kağıt ürünleri ihracat değerleri için gerçek ve tahmin edilen değerlerin grafiği



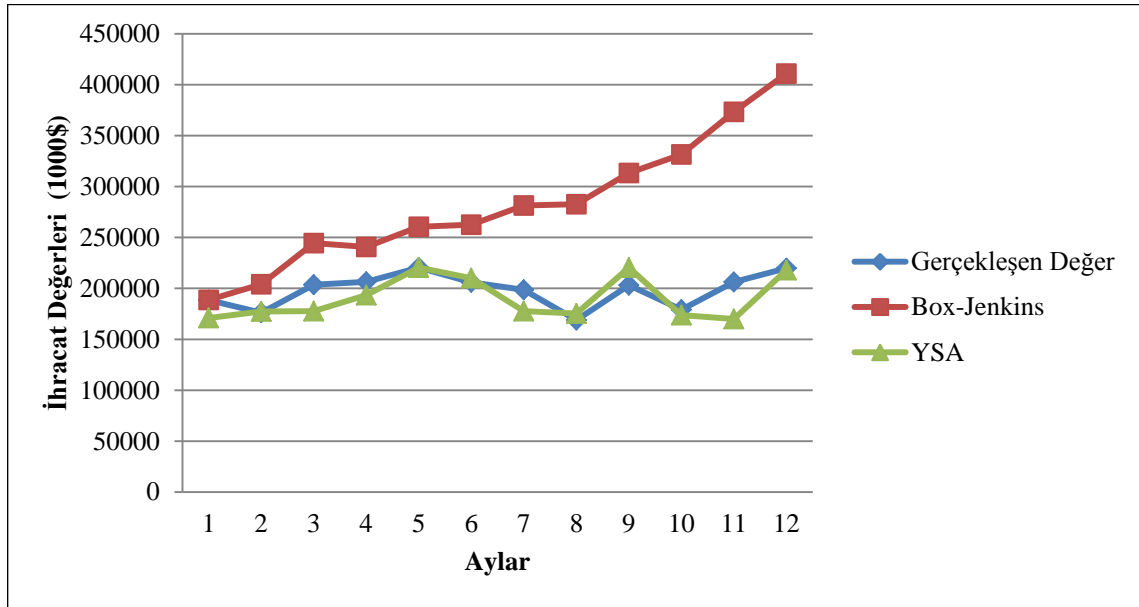
Şekil 51. Kağıt ve kağıt ürünleri ithalat değerleri için gerçek ve tahmin edilen değerlerin grafiği

Ağaç ve ağaç ürünleri ve kağıt ve kağıt ürünlerinde olduğu gibi, 2014 yılı mobilya ihracat ve ithalat verilerinin öngörüsünde YSA ile elde edilen RMSE, MAE ve MAPE değerleri daha iyi çıkmıştır ve sonuçlar Tablo 69'da verilmektedir.

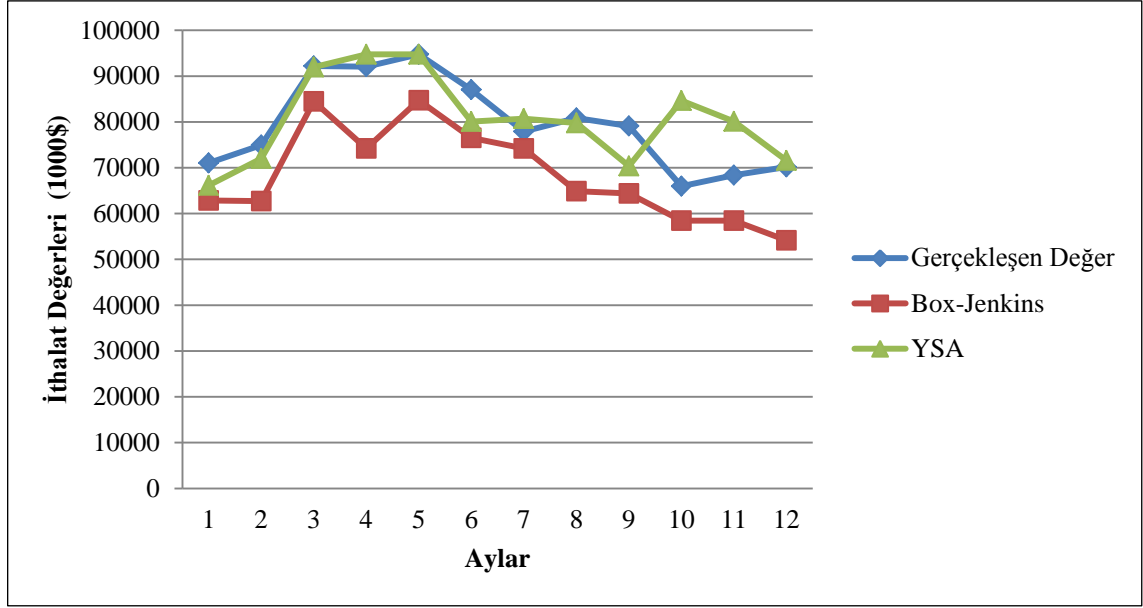
Tablo 69. Mobilya için yöntemlerin öngörü doğruluklarının karşılaştırılması

	İHRACAT			İTHALAT		
	RMSE	MAE	MAPE (%)	RMSE	MAE	MAPE (%)
Box-Jenkins	99152,52	81274,51	42,9	11907,48	11194,90	14,17
YSA	16594,47	12515,25	6,28	7427,06	5180,66	7,12

Şekil 52 ve 53'te ise, YSA ve Box-Jenkins yöntemleri ile elde edilen 2014 mobilya ihracat ve ithalat öngörü ve gerçekleşen değerleri yer almaktadır.



Şekil 52. Mobilya ihracat değerleri için gerçek ve tahmin edilen değerlerin grafiği



Şekil 53. Mobilya ithalat değerleri için gerçek ve tahmin edilen değerlerin grafiği

Yapılan denemeler sonucunda, daha önceden yapılan çalışmalarda olduğu (Shabri, 2001; Özalp ve Anagün, 2001; Montanes vd., 2002; Choi, 2003; Kamruzzaman ve Sarker, 2003; Hamzaçebi ve Kutay, 2004; Kihoro vd., 2004; Biçen, 2006; Çuhadar, 2006; Zou vd., 2007; Co ve Boosarawongse, 2007; Akbilgiç ve Keskindürk, 2008; Koutroumanidis vd., 2009; Giovanis, 2009; Hamzaçebi vd., 2009; Jeong vd., 2009; Kaynar ve ark. 2010; Tayyar 2010; Kaynar ve ark. 2011; Bozdağ 2011; Bayata ve Hattatoğlu, 2011; Budak ve Erpolat, 2012; Valipour vd., 2013; Ataseven, 2013; Karahan, 2015; Lasheras vd., 2015) gibi ağaç ve orman ürünleri ihracat ve ithalat değerlerinin öngörüsünde YSA modellerinin, Box- Jenkins modellerine göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

İhracat, günümüzde hem gelişmekte olan hem de gelişmiş ülkeler açısından oldukça önemli bir konuma sahiptir. İhracatın artması milli geliri yükseltmekle beraber ülkedeki döviz dar boğazının da ortadan kalkmasına neden olmaktadır. Böylece ülkenin ekonomik kalkınmasına destek olmaktadır. Bunun yanında ihracat, yurt dışına giden döviz miktarını karşılayarak dış ticaretin dengede kalmasını sağlamaktadır. Firmaların üretim yapması için gerekli olan hammaddenin yurt dışından satın alınması için gerekli döviz miktarını karşılayan ihracat/ithalat firmalara ve ülkelere büyük fayda sağlamaktadır. İhracat sayesinde firmalar pazar ağını genişleterek küresel rekabette daha güçlü olmaktadır. Ülke ekonomisi için hayati önem taşıyan makroekonomik değişkenler (milli gelir, faiz oranları, enflasyon vb.) ile sıkı bir bağ içinde olan ihracat ve ithalatın gelecekte olumsuz bir seyir izlemesi ülke ekonomisini krize sokabilmektedir. Bunun için ülke üzerinde bu kadar büyük bir etkiye sahip olan ihracatın ve ithalatın gelecekte alacağı değerlerin doğru bir şekilde tahmin edilmesi oldukça önemlidir.

Bu çalışmada da, ülkenin ekonomik planlamasında önemli bir yere sahip olan ihracat ve ithalat tahmini, öngörü tahmininde kullanılan tek değişkenli yöntemlerinden Box-Jenkins ve son zamanlarda öngörü işlemlerinde kullanılan Yapay Sinir Ağları yöntemleri ile yapılmıştır. Ağaç ve orman ürünleri sektörünün ihracat ve ithalat değerleri ağaç ve ağaç ürünleri, kağıt ve kağıt ürünleri ve mobilya olmak üzere üç alt başlık altında incelenmiştir.

Box-Jenkins modellerinin belirlenmesi aşamasında, serilerin hem ihracat hemde ithalat değerlerinin doğal logaritması alındıktan sonra durağan olmadığı, mobilya serisi hariç diğer serilerinin birinci farkı alındıktan sonra durağan olduğu görülmektedir. Mobilya serisi ise ikinci kez farkı alındıktan sonra durağan hale gelmiştir. Serilerin mevsimsel birim kök içerip içermediği ise HEGY testi yardımıyla test edilmiştir. Test sonucunda hem deterministik hem de stokastik birim köke sahip olduğu bulunmuştur. Seriler durağan hale getirildikten sonra otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon grafiklerine bakılarak modellerin parametreleri ve alternatif modeller belirlenmiştir. Bulunan modellerin, hata kareler toplamı, ortalama mutlak hata ve ortalama mutlak yüzde hata değerlerine göre alternatif modellerden en uygun model seçilmiştir.

Yapay sinir ağı ile yapılan tahminlerde ise ağın parametreleri daha önceden yapılan çalışmalara göre belirlenmiştir. Her bir seri için 156 farklı ağ yapısı oluşturulmuş ve en uygun ağ modeli ise ortalama mutlak yüzde hata değerine göre belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda, ağaç ve ağaç ürünleri ihracat ve ithalat serileri için sırasıyla ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂ ve ARIMA(1,1,0)(0,1,1)₁₂, kağıt ve kağıt ürünleri için ARIMA(2,1,0)(0,0,1)₁₂ ve ARIMA(3,1,2)(1,0,1)₁₂, mobilya için ARIMA(3,2,0)(0,1,2)₁₂ ve ARIMA(5,2,0)(0,1,1)₁₂ modelleri en uygun modeller olarak bulunmuştur ve bu modeller yardımıyla geleceğe yönelik tahminler yapılmıştır.

En uygun yapay sinir ağ yapıları ise şu şekilde sıralanmaktadır;

Ağaç ve ağaç ürünleri ihracat ve ithalat serileri için sırasıyla 3 -12 ağ yapısı ve 11-5 ağ yapısı, kağıt ve kağıt ürünleri için 3-5 ağ yapısı ve 3-8 ağ yapısı, mobilya için 1-1 ağ yapısı ve 3-3 ağ yapılarıdır.

Lewis'e göre, MAPE değeri %10'nun altında olan modeller "çok iyi" %10-%20 arasında olan modeller "iyi, %20-%50 arasında olan modeller "kabul edilebilir" ve %50'nin üzerinde olan modeller ise yanlış ve hatalı modeller olarak sınıflandırılmaktadır. Elde edilen ARIMA modellerin MAPE değerleri, mobilya ihracat modeli hariç, %10 ile %20 arasında değişirken, yapay sinir ağlarının MAPE değerleri ise %3 ile %11 arasında değişmektedir. Mobilya ihracat modelinin MAPE değeri %43 çıkmasına rağmen öngörü için kabul edilebilir bir modeldir. ARIMA(3,2,0)(0,1,2)₁₂ modelinin ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değerinin yüksek çıkması, mobilya ihracatındaki aşırı değişikliklerden ve serinin doğrusal olmamasından kaynaklanabilir. Sonuç olarak, her iki yöntemde iyi öngörü değerleri vermesine rağmen, YSA ile elde edilen modellerin Box-Jenkins yöntemine göre daha iyi olduğu görülmektedir.

Ağaç ve orman ürünleri sektörü ihracatının 2016 yılında ARIMA yöntemi ile 28,5 milyar \$, YSA yöntemi ile ise 5 milyar \$, ithalatının ise ARIMA ile 5,3 milyar \$, YSA ile 6,5 milyar \$ olacağı tahmin edilmiştir.

Geleceğe yönelik tahminler, karar verme sürecindeki belirsizlikleri kısmen ortadan kaldıracabileceğinden dolayı yetkili kişilerin hızlı ve doğru kararlar verebilmesi için en uygun tekniği kullanması gerekmektedir. Devlet Planlama Teşkilatı makroekonometrik bir model olan DPT Makro-Arz ve Avrupa Birliği İstatistik Ofisi gibi Uluslararası istatistik ofisleri makroekonomik değişkenlerin öngörüsünde ARIMA yöntemini kullanmaktadır. Makro-Arz modeli yardımıyla yapılan ihracat ve ithalat öngörülerine ait mutlak yüzde hata değerlerini incelediğimizde ise, bu değerlerin çok yüksek değerlere kadar çıktığı

görülmektedir (Polat, 2009). Sonuç olarak, özellikle ürün grubu bazında YSA'nın da öngörü tahmininde alternatif bir model olarak kullanılabileceği ortaya çıkmaktadır.

Yapay sinir ağlarının doğrusal olmayan ve karmaşık problemlerin çözümündeki yüksek başarı performansı dikkate alınarak, ağaç ve orman ürünleri sektörünün farklı alanlarından (yonga levha, lif levha, ahşap eşya, vb.) seçilen örnek veri setleri üzerinde YSA uygulamasına yönelik daha fazla çalışma yapılabilir ve YSA'nın uygulama sahası genişletilebilir.

Farklı mimari yapılara sahip YSA modelleri kullanılarak, Türkiye'ye veya belirli bir orman ürünleri sektörüne yönelik üretim, tüketim ve satış miktarları; Türkiye'ye veya belirli bir orman ürünleri sektörüne yönelik talebe ilişkin ileriye yönelik tahmin çalışmaları yapılabilir.

Yapay sinir ağı ve ARIMA modelini birleştirilmesi ile elde edilen melez modellerin öngöründe çok daha iyi sonuçlar vermektedir. Ağaç ve orman ürünleri ihracatı ve ithalatının öngörüsü, melez modeller yardımıyla yapılarak performansı araştırabilir.

Orman Ürünleri Sektörü alanında daha önceden yapılan bir tez çalışması olmadığından, bu tez çalışması bu alanda yapılan ilk disiplinler arası bir çalışma olup ileriye yönelik yapılacak çalışmalara da ışık tutacaktır.

5. KAYNAKLAR

- Adhikari, R. ve Agrawal, R.K., 2013. An Introductory Study on Time Series Modeling and Forecasting, LAP Lambert Academic Publishing, Germany.
- Adıyaman, F., 2007. Talep Tahmininde Yapay Sinir Ağlarının Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Agha, S.R. ve Alnahhal, J.M., 2012. Neural Network and Multiple Linear Regression to Predict School Children Dinemnsions for Ergonomic School Furniture Design, Applied Ergonomics, 43, 979-984.
- Ağyar, Z., 2015. Yapay Sinir Ağlarının Kullanım Alanları ve Bir Uygulama, Mühendis ve Makine, 56, 662, 22-23.
- Akbilgiç, O. ve Keskindürk, T., 2008. Yapay Sinir Ağları ve Çoklu Regresyon Analizinin Karşılaştırılması, Yönetim, 19, 60, 74,83.
- Akıncı, M., 2008. Zaman Serilerinde Durağanlık Analizi ve İhracatın GSMH İçindeki Payı Üzerine Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Kafkasya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kars.
- Akcan, A. ve Kartal, C., 2011. İMKB Sigorta Endeksini Oluşturan Şirketlerin Hisse Senedi Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmini, Muhasebe ve Finansman Dergisi, Temmuz, 27-40.
- Akgül, I., 2003. Zaman Serilerinin Analizi ve ARIMA Modelleri, Der Yayınları, No:342, İstanbul.
- Akmut, Ö., Aktaş, R. ve Binay, S., 1999. Öngörü Teknikleri ve Finans Uygulamaları, Siyasal Kitapevi, 1. Baskı, Ankara.
- Aksoy, H. ve Dahamsheh, A., 2009. Artificial Neural Network Models for Forecasting Monthly Precipitation in Jordan, Stock Environ. Res. Risk Assess., 23, 917-931.
- Akyüz, K.C., Akyüz, İ., Serin, H. ve Cındık, H., 2004. Batı Akdeniz Bölgesinde Yer Alan Orman Ürünleri Sanayi İşletmelerinin İhracat Problemleri, S.D.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A, 1, 97-110.
- Alavala, C. R., 2008. Fuzzy Logic and Neural Networks: Basic Concepts and Application, Delhi: New Age International.
- Albayrak, S.A.,2010. ARIMA Forecasting of Primary Energy Production and Consumption in Turkey:1923-2006, Enerji, Piyasa ve Düzenleme, 1, 1, 24-50.

- Altın, A., 2007. Dodurga Barajına Giren Su Miktarının Box-Jenkins Tekniği ile Modellenmesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi, 20, 1, 81-100.
- Anderson, D. ve McNeill, G., 1992. Artificial Neural Networks Technology (A DACS-State-of-the-Art Report), Kaman Sciences Corporation 258 Genesse Street Utica, New York 13502-4627.
- Anonim, 2007. Orman Ürünleri Sanayi, Borsa Vizyon Dergisi, Ankara Ticaret Borsası, 85, 20-26.
- Anonim, 2014a. Türkiye Mobilya Meclisi Sektör Raporu 2013, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, Türkiye Mobilya Sanayi Meclisi, Ankara.
- Anonim, 2014b. Mobilya Sektörü Araştırma Raporu, Çukurova Kalkınma Ajansı, Adana.
- Anonim, 2014c. TOBB Türkiye Orman Ürünleri Sektör Meclis Raporu 2012, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, Salmat Matbaa, Yayın No: 2014/211, Ankara.
- Anonim, 2015a. Onuncu Kalkınma Planı: Mobilya Çalışma Grubu Raporu, T.C. Kalkınma Bakanlığı, Yayın No:2915, Ankara.
- Anonim, 2015b. Türkiye Orman Ürünleri Meclisi Sektör Raporu 2013, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, Malmat Matbaa, Yayın No: 2015/246, Ankara.
- Arslan, O., Kurt, O. ve Konak, H., 2007. Yapay Sinir ağlarının Jeodezide Uygulamaları Üzerine Öneriler, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 2-6 Nisan, Ankara.
- Aruna, S., Rajagopalan, S.P. ve Nandakishore, L.V., 2011. An Empirical Comparison of Supervised Learning Algorithms in Disease Detection, International Journal of Information Technology Convergence and Services (IJITCS), 1, 4, 81-92.
- Asilkan, Ö., 2011. İkinci El Otomobillerinin Güncel Pazar Fiyatlarının Veri Madenciliği Yöntemleriyle Modellenmesi, Akademik Bakış Dergisi, 24, 1-13..
- Atalay, G., 2012. Türkiye Orman Ürünleri Dış Ticaretinde Hedef Pazar Yönelim Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Ataseven, B., 2013. Yapay Sinir Ağları ile Öngörü Modellemesi, Öneri Dergisi, 10, 39, 101-115.
- Avcı, E., 2007. Yapay sinir Ağları Modelleri ile IMKB-100 Endeksinin Günlük ve Seanslık Getirilerinin Tahmin Edilmesi, Doğuş Üniversitesi Dergisi, 8, 2, 128-142.

- Aygören, H., Sarıtaş, H. ve Morali, T., 2012. İMKB 100 Endeksinin Yapay sinir Ağları ve Newton Nümerik Arama Modelleri ile Tahmini, Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 4, 1, 73-88.
- Azam, F., 2000. Biologically Inspired Modular Neural Networks, Thesis PhD, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia.
- Azizi, M., Ghorbannezhad, P. ve Hatfania, H., 2009. Estimation of Demand for Wood Panels in Iran by the Year of 2012, Journal of Forest Research, 20, 2, 179-182.
- Ballı, M.T., 2014. Yapay Sinir Ağları ile Talep Tahmini ve Gıda Sektöründe Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Basheer, I.A. ve Hajmeer, M., 2000. Artificial Neural Networks: Fundamentals, Computing, Design and Application, Journal of Microbiological Methods, 43, 3-31.
- Baş, N., 2006. Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Bayata, H.F. ve Hattatoğlu, F., 2011. Erzincan İli için Farklı Yöntemlerle Trafik Kaza Tahmin Modellemesi, EÜ. Fen Bilimler Enstitüsü Dergisi, 4,1,31-46.
- Bayır, F., 2006. Yapay Sinir Ağları ve Tahmin Modellemesi Üzerine Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Bayraktar, F., 2014. Kağıt Hamuru, Kağıt ve Kağıt Ürünleri İmalatı, T.C. Kalkınma Bakanlığı, Ankara.
- Benli, K.Y., 2005. Bankalarda Mali Başarısızlığın Öngörülmesi Lojistik Regresyon ve Yapay Sinir Ağı Karşılaştırması, Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi, 16, 31-46.
- Benli, K.Y. ve Yıldız, A., 2014. Altın Fiyatının Zaman Serisi Yöntemleri ve Yapay Sinir Ağları ile Öngörüsü, Dumlupınar üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 42, 213-224.
- Biçen, C., 2006. Box-Jenkins Zaman Serisi Yöntemi ile İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları Tahminlerinin Karşılaştırması, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bilgili, M., Şahin, B., Yaşar, A. ve Şimşek, E., 2012. Electric Energy Demands of Turkey in Residential and Industrial Sectors, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16, 404-414.

- Box, G.E.P. ve Jenkins, G.M., 1970. Distribution of the Residual Autocorrelations in Autoregressive-Integrated Moving Average Time Series Models, Journal of the American Statistical Association, 65, 1509-1526.
- Box, G.E.P., Jenkins, G.M. ve Reinsel, G.C., 1994. Time Series Analysis Forecasting and Control, 3th Edition, A John Wiley & Sons, Inc., Publication, New Jersey.
- Bozdağ, H., 2011. Box-Jenkins ve Yapay Sinir Ağı Yöntemleri ile Havalimanı Yolcu Talebi Öngörülenmesi: Antalya Havalimanı Örneği, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Bozkurt, H.Y., 2013. Zaman Serileri Analizi, Ekin Yayınevi, Genişletilmiş 2. Baskı, Bursa.
- Bönnner, A., 2009. Forecasting Models for the German Office Market, Gabler Edition Wissenschaft, Wiesbaden.
- Brockwell, P.J. ve Davis, R.A., 2002. Time Series: Theory and Methods, Second Edition, Springer, New York.
- Budak, H. ve Erpolat, S., 2012. Kredi Riski Tahmininde Yapay Sinir Ağları ve Lojistik Regresyon Analizi Karşılaştırılması, Academic Journal of Information Technology, 3, 9, 23-30.
- Budakçı, M. ve Akkuş, M., 2011. Bazı Ahşap Esaslı Levhalarda Kaplama Yapışma Direncinin Yapay Sinir ağları ile Modellenmesi, Politeknik Dergisi, 14, 1, 63-71.
- Bulucu, U. ve Kavas, A., 2007. Kablosuz Ağ Kapsaması için YSA (Yapay Sinir Ağı) Modeli Kullanılarak Propagasyon Kayıplarının Hesaplanması, III. İletişim Teknolojileri Ulusal Sempozyumu, 18-19 Ekim, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Burke, O., 2011. Statistical Methods Autocorrelation: Box-Jenkins Modelling Introduction, University of Oxford, Department of Statistics, 1 South Parks Road Oxford OX1 3TG.
- Can, M., 2009. İşletmelerde Zaman Serileri Analizi ile Tahmin, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Chatfield, C., 2000. Time-Series Forecasting, Chapman & Hall/CRC, Boca Raton London New York Washington, D.C.
- Cho, V., 2003. A Comparison of Three Different Approaches To Tourist Arrival Forecasting, Tourism Management, 24, 3, 323-330.
- Co, C.H. ve Boosarawongse, R., 2007. Forecasting Thailand's Rice Export: Statistical Techniques vs. Artificial Neural Networks, Computers & Industrial Engineering, 53, 610-627.

- Çavuşlu, M.A., Becerikli, Y. ve Karakuzu, C., 2012. Levenberg-Marquardt Algoritması ile YSA Eğitiminin Donanımsal Gerçeklenmesi, Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi, 5, 31-38.
- Çelik, Ş., 2012. Türkiye’de Kırmızı Et Üretimini Box-Jenkins Yöntemiyle Modellenmesi ve Üretim Projeksiyonu, Hayvansal Üretim, 53, 2, 32-39.
- Çevik, O., 1999. Zaman Serileri Analizinde Box-Jenkins Yöntemi ve Turizm Verileri Üzerine Bir Uygulama, Doktora Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kırıkkale.
- Çiğdem, Ş., 2009. Zaman Serileri Analizinde Mevsimsel Düzeltme Yöntemleri ve Aylık Sanayi Üretim İndeksine Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara .
- Çolakoğlu, G., 1999. Kereste Endüstrisi Ders Notları (Basılmamış), Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Trabzon.
- Çolakoğlu, M.H., 2004. Türkiye’de Kereste ve Parke Endüstrisinin Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Çuhadar, M., 2006. Turizm Sektöründe Talep Tahmini İçin Yapay Sinir Ağları Kullanımı ve Diğer Yöntemlerle Karşılaştırmalı Analizi (Antalya İlinin Dış Turizm Talebinde Uygulama), Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Çuhadar, M., Güngör, İ. ve Göksu, A., 2009. 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, 14, 1, 99-114.
- Dalyancı, H.L., 2006. Türkiye’de Kağıt-Karton Sektöründe Geri Dönüşüm ve Geri Dönüşüm Yapan İşletmelerin Ekonomik Yönden İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Daş, B. ve Türkoğlu, İ., 2014. DNA Dizilimindeki Nükleotit Çiftlerinin Frekans Değerlerine Göre Farklı Sınıflandırma Yöntemleri ile Karşılaştırılması, Tıp Teknolojileri Ulusal Kongresi, 25-27 Eylül, Kapadokya.
- Dayanıklıoğlu, S., 2004. Türkiye’de Lif Levha ve Yonga Levha Sektörünün Durumu, Avrupa Birliği Ülkeleriyle Karşılaştırılması, Problemleri ve Çözüm Yolları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Dayı, F., 2012. Hisse Senedi Getirilerinin Tahmininde Yapay Sinir Ağı Modeli Kullanımı: İMKB’de Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziantep.

- Debes, K., Koenig, A. ve Gross, H-M., 2005. Transfer Functions in Artificial Neural Networks: A Simulation-Based Tutorial, Supplementary Material for urn:nbn:de:0009-3-1515, Brains, Minds and Media,.
- Demir, A., Özmen, Ö. ve Rashid, A., 2014. An Estimation of Turkey's Export Loss to Iraq, Procedia-Social and Behavioral Sciences, 150, 1240-1247.
- Demirhan, A., Kılıç, A.Y. ve Güler, İ., 2010. Tıpta Yapay Zeka Uygulamaları (Derleme), Yoğun Bakım Dergisi, 9, 1, 31-41.
- Demirkır, C., Kahraman, H.T. ve Çolakoğlu, G., 2014. Application of Meta-Heuristic Hybrid Artificial Intelligence Techniques for Modeling of Bonding Strength of Plywood Panels, Artvin Çoruh Üniversitesi Orman fakültesi Dergisi, 15, 1, 20-32.
- Deveci, M., 2012. Yapay Sinir Ağları ve Bekleme Süresinin Tahmininde Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Dickey, D.A. ve Fuller, W.A., 1979. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with A Unit Root, Journal of The American Statistical Association, 74, 427-431.
- Dikmen, N., 2012. Ekonometri (Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Dora Basın Yayın, 2.Baskı, Bursa, s.308.
- Dobre, I. ve Alexandru, A.A., 2008. Modelling Unemployment Rate Using Box-Jenkins Procedure, Journal of Applied Quantitative Methods, 3, 2, 156-166.
- Doğan, G., 2010. Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Türkiye'deki Özel Bir Sigorta Şirketinde Portföy Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dombaycı, A.Ö., 2010. The Prediction of Heating Energy Consumption in A Model House by Using Artificial Neural Networks in Denizli-Turkey, Advances in Engineering Software, 41, 141-147.
- DPT, 1995. VII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Orman Ürünleri Sanayi Özel İhtisas Komisyon Raporu, DPT Yayın No:2376, Ankara, 90 -102 s.
- DPT, 2000. Sekizinci Kalkınma Planı, Kağıt Sanayii Özel İhtisas Komisyon Raporu, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Yayın No:2525, Ankara.
- DPT, 2007. Dokuzuncu Kalkınma Planı, Ağaç Ürünleri ve Mobilya Sanayii Özel İhtisas Komisyon Raporu, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Yayın No:2745, Ankara.
- Duru, Ö., 2007. Zaman Serileri Analizinde ARIMA Modelleri ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

- Elmas, Ç., 2011. Yapay Zeka Uygulamaları: (yapay sinir ağı, bulanık mantık, genetik algoritma), Seçkin Yayıncılık, 2. Baskı, Ankara.
- Emang, D., Shitan, M., Ghani, A.N.A. ve Noor, M.K., 2010. Forecasting with Univariate Time Series Models: A Case of Export Demand for Peninsular Malaysia's Moulding and Chipboard, Journal of Sustainable Development, 3, 3, 157-161.
- Erdoğan, E., 2006. Zaman Serilerinde Arıma Modelleri, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla..
- Erez, M.E., Kaya, Y ve Çalışkan, A., 2013. Classification of Pollen Images with Structural Characteristics, 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 24-26 April, Haspolat, 1-4.
- Erilli, N.A., Eğrioğlu, E., Yolcu, U., Aladağ, Ç.H. ve Uslu, V.R., 2010. Türkiyede Enflasyonun İleri ve Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağlarının Melez Yaklaşımı ile Öngörüsü, Doğuş Üniversitesi Dergisi, 11,1,42-55.
- Eyüpoğlu, V. ve Eren, B., 2011. Sulu Çözeltilerden Cd(II) İyonu Ekstraksiyonuna Yapay Sinir Ağları (YSA) Uygulamaları, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), 16-18 May, Elazığ, Turkey, 191-195,
- Fausett, L., 1994. Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications, 1st Edition, Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ, USA.
- Franses, P.H., 1990. Testing For Seasonal Unit Roots in Monthly Data, Econometric Institute Report Nm: 9032/A, Erasmus University, Rotterdam.
- Franses, P. H. ve Hobijn, B., 1997. Critical Values for Unit Root Tests in Seasonal Time Series, Journal of Applied Statistics, 24, 25-46.
- Fernandez, G. F., Palacios de P., Esteban, G.L., Garcia-Iruela, A., Rodrigo, G.B. ve Menasalvas, E., 2012. Prediction of MOR and MOE of Structural Plywood Board Using an Artificial Neural Network and Comparison with a Multivariate Regression Model, Composites: Part B, 43, 3528-3533.
- Firouzabadia, M.R.D. ve Ghorbannezhad, P., 2014. Investigation on MDF Market Demand in Iran, International Journal of Lignocellulosic Products, 1, 1. 72-81.
- Fuller, W.A., 1996. Introduction to Statistical Time Series, John Wiley, 2nd Edition, New York.
- Gavcar, E., Şen, S. ve Aytakin, A., 1996. Türkiye'de Kullanılan Kağıt-Karton Türlerinin Talep Tahminlerinin Belirlenmesi, Tr.J.of Agriculture and Forest, 23, 203-211.
- Giovanis, E., 2009. ARIMA and Neural Networks: An Application to the Real GNP Growth Rate and the Unemployment Rate of U.S.A., SSRN Electronic Journal, 1-18.

- Gradojević, N. ve Yang, J., 2000. The Application of Artificial Neural Networks to Exchange Rate Forecasting: The Role of Market Microstructure Variables, Bank Of Canada Working Paper 2000-23. <http://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2010/01/wp00-23.pdf>
- Griffiths, W.E., Hill, R.C. ve Judge, G.G., 1993. Learning and Practicing Econometrics, John Wiley&Sons, Inc., New York.
- Göktaş, Ö., 2005. Teorik ve Uygulamalı Zaman Serileri Analizi, Beşir Kitapevi, İstanbul.
- Guajarati, D.N. ve Porter, D.C., 2012. Temel Ekonometri, Çev. Ümit Şenesen ve Gülay Günlük Şenesen, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Güngör, İ., Kayacan, M.C. ve Korkmaz, M., 2004. Endüstriyel Odun Hammaddesi Talebinin Tahmininde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı ve Bazı Tahmin Yöntemleri ile Karşılaştırılması, Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği XXIV. Ulusal Kongresi, Çukurova Üniversitesi ve Gaziantep Üniversitesi, endüstri Mühendisliği Bölümü, 16-18 Haziran, Adana.
- Hagan, M.T., Demuth, H.B., Beale M.H. ve Jesus, De O., 2014. Neural Network Design, 2nd Edition, Thomson Press Ltd., India.
- Hajek, M., 2005. Neural Networks, University of KwaZulu-Natal, Durban, South African.
- Hamori, S., 2001. Seasonality and stock Returns: Some Evidence from Japan, Japan and World Economy, 13, 463-481.
- Hamzaçebi, Ç., 2007. Forecasting of Turkey's Net Electricity Energy Consumption on Sectoral Bases, Energy Policy, 35, 2009-2016.
- Hamzaçebi, C. ve Kutay, F., 2004. Yapay Sinir Ağları ile Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., 19, 3, 227-233.
- Hanbay, D., Türkoğlu, İ. ve Demir, Y., 2007. Chua Devresinin Yapay Sinir Ağı ile Modellenmesi, Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi, 19, 1, 67-72.
- Hanke, J.E. ve Wichern, D.W., 2008. Business Forecasting, 9th Edition, Pearson, Prentice Hall, New Jersey.
- Hardalaç, F. ve Kutbay, U., 2014. İlaç ilaç Etkileşimlerinin Jordan Elman Ağları Kullanılarak Sınıflandırılması, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., 29,1,149-154.
- Haykin, S., 1999. Neural Networks: A Comprehensive Foundation, Second Edition, Pearson Education (Singapore) Pte. Ltd., Indian Branch, 482. F.I.E. Patparganj, Delhi 110 092, India.

- Hebb, D.O., 1949. *The Organization of Behavior: A Neuropsychological*, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Hernandez, G. ve Salinas, L., 2004. Large Scale Simulations of a Neural Network Model for The Graph Bisection Problem on Geometrically Connected Graphs, Electronic Notes in Discrete Mathematics, 18, 151-156.
- Hopfield, J.J., 1982. Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 79, 2554-2558.
- Hoong, Y.B., Loh, Y.F., Nor hafizah, A.W., Paridah, M.T. ve Jalaluddin, H., 2012. Development of a New Pilot Scale Production of High Grade Oil Palm Plywood: Effect of Pressing Pressure, Materials and Design, 36, 215-219.
- Hyndman, R.J. and Athanasopoulos, G., 2013, *Forecasting: Principles and Practice*, OTexts Publisher (OTexts.org/fpp/).
- Jain, A.K. ve Mao, J., 1996. Artificial Neural Networks: A Tutorial, Computer, 31-44.
- Jayalakshmi, T. ve Santhakumaran, A., 2011. Statistical Normalization and Back Propagation for Classification, International Journal of Computer Theory and Engineering, 3, 1, 89-93.
- Jeong, K., Koo, C. ve Hong, T., 2014. An Estimation Model for Determining the Annual Energy Cost Budget in Educational Facilities Using SARIMA (Seasonal Autoregressive integrated moving average) and ANN (artificial Neural Network), Energy, 71, 71-79.
- Kaastra, I. ve Boyd, M., 1996. Designing a Neural Network for Forecasting Financial and Economic Time Series, Neurocomputing, 10, 215-236.
- Kaba, S. 2009. Yapay Sinir Ağları ile Değerli Kağıt Tanıma Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Kajitani, Y., Hipel, K.W ve Mcleod, I.A., 2005. Forecasting Nonlinear Time Series with Feed-Forward Neural Networks: A Case Study of Canadian Lynx Data, Journal of Forecasting, 24, 105-117.
- Kalınlı, A. ve Sağiroğlu, Ş., 2006. Elman Network with Embedded Memory for System Identification, Journal of Information Science and Engineering, 22, 1555-1568.
- Karahan, M., 2015. Yapay Sinir Ağları Metodu ile İhracat Miktarlarının Tahmini: ARIMA ve YSA Metodunun Karşılaştırmalı Analizi, Ege Akademik Bakış, 15, 2, 165-172.
- Kamruzzaman, J. ve Sarker, R.A., 2003. Comparing ANN Based Models with ARIMA for Prediction of Forex Rates, Asor Bulletin, 22, 2, 2-11.

- Kankal, M., Akpınar, A., Kömürcü, İ.M. ve Özşahin, Ş.T., 2011. Modeling and Forecasting of Turkey's Energy Consumption Using Socio-Economic and Demographic Variables, Applied Energy, 88, 1927-1939.
- Kavaklıoğlu, K., Ceylan, H., Öztürk, K.H. ve Canyurt, E.O., 2009. Modeling and Prediction of Turkey's Electricity Consumption Using Artificial Neural Networks, Energy Conversion and Management, 50, 2719-2727.
- Kaynar, O. ve Taştan, S., 2009. Zaman Serisi Analizinde MLP Yapay Sinir Ağları ve ARIMA Modelinin Karşılaştırılması, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 33, 161-172.
- Kaynar, O., Taştan, S. ve Demirkoparan, F., 2010. Ham Petrol Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmini, Ege Akademik Bakış, 10, 2, 559-573.
- Kaynar, O., Taştan, S. ve Demirkoparan, F., 2011. Yapay Sinir Ağları ile Doğalgaz Tüketim Tahmini, Atatürk Ü. İİBF Dergisi, 10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı, 463-474.
- Kesimoğlu, S., 2010. Kağıt Sektöründe İhracatı Artırma Stratejileri, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Khan, M.M.A., 2013. Forecasting of Gold Prices (Box Jenkins Approach), International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 3, 3, 662-670.
- Kılıç, Y., 2007. Türkiye Ağaç Kaplama ve Kontrplak Endüstrisinin Yapısı, Sorunları ve Çözüm Önerileri, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Kırçıl, M., 2013. Box-Jenkins Yöntemi ile Konut Doğal Gaz Talebinin Tahminlenmesi: İzmir İli Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Kihoro, J.M., Otieno, R.O. and Wafula, C., 2004. Seasonal Time Series Forecasting: A Comparative Study of ARIMA and ANN Models, African Journal of Science and Technology, Science and Engineering Series, 5, 2, 41-49.
- Kirchgassner, G. ve Wolters, J., 2007. Introduction to Modern TimeSeries Analysis, Springer Berlin Heidelberg New York.
- Kitapçı, O., Özekicioğlu, H., Kaynar, O. ve Taştan, S., 2014. The Effect of Economic Policies Applied in Turkey to the Sale of Automobiles: Multiple Regression and Neural Network Analysis, Procedia-Social and Behavioral Sciences, 148, 653-661.
- Koutroumanidis, T, Ioannou, K. ve Arabatzis, G., 2009. Predicting Fuelwood Prices in Greece with the Use of ARIMA Models, Artificial Neural Networks and a Hybrid ARIMA-ANN Model, Energy Policy, 37, 3627-3634.

- Kölmek, F., 2012. Gün Öncesi Piyasasında Saatlik Fiyat Tahmini, 18. Uluslararası Enerji ve Çevre Fuarı ve Konferansı, 25 Nisan, İstanbul, Türkiye, http://enerjipostasi.com/haber_resim/files/dosyalar/icci/O5_Fatih_Kolmek.pdf.
- Krenker, A., Bester, J. ve Kos, A., 2011. Artificial Neural Networks-Methodological Advances and Biomedical Applications (Chapter 1: Introduction to the Artificial Neural Networks), InTech, Rijeka, Croatia, 3-18.
- Kriesel, D., 2005. A Brief Introduction to Neural Networks, http://www.dkriesel.com/en/science/neural_networks
- Kutlar, A., 2009. Uygulamalı Ekonometri, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti., Geliştirilmiş 3. Baskı, No:769, Ankara.
- Kutlar, A. ve Eleveli, S., 1999. Dünya Bakır Üretimine Doğrusal Zaman Serileri Modelleri ile Tahmini, Madencilik, 38, 4, 43-55.
- Küçükönder, H., 2008. Yapay Sinir Ağları ve Tarımda Bir Uygulama, Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Külahlı, C., 2012. İnegöl Orman Ürünleri Sanayi İşletmelerinde Üretim Stratejileri ve İleri İmalat Teknolojilerinin Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Lasheras, S.F, de Cos Juez, J.F., Sanchez, S.A, Krzemien, A. ve Fernandez, R.P., 2015. Forecasting the COMEX Copper Spot Price by Means of Neural Networks and ARIMA Models, Resources Policy, 45, 37-43.
- Lewis, C.D., 1982. Industrial and Business Forecasting Methods, Published by Butterworths, London.
- Li, E.Y., 1994. Artificial Neural Networks and Their Business Applications, Journal Information and Management, 27, 5, 303-313.
- Lisboa, J.P. ve Taktak, F.G.A., 2006. The Use Artificial Neural Networks in Decision Support in Cncr: A Systematic Review, Neural Networks, 19, 408-415.
- Ljung, G.M. ve Box, G.E.P., 1978. On a Measure of Lack of Fit in Time Series Model, Biometrika, 65, 2, 297-303.
- Makridakis, S. and Hibon, M., 1995. ARIMA Models and The Box Jenkins Methodology, Revised version of 95/33/TM, Printed at INSEAD, Fontainebleau, France.
- Malkoçoğlu, A., 2007. Mobilya Endüstrisi Ders Notu (Basılmamış), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.

- Mehrotra K., Mohan C.K. ve Ranka S., 1997. Elements of Artificial Neural Networks, 2nd Edition, MIT Press, London.
- Meyler, A., Kenny, G. ve Quinn, T., 1998. Forecasting Irish İnflation Using ARIMA Models, Technical Paper, Economic Analysis, Research and Publications Department, Central Bank of Ireland, PO Box 559, Dublin 2.
- Montanes, E., Quevedo, J.R., Prieto M.M. ve Menendez, C.O., 2002. Forecasting Time Series Combining Machine Learning and Box-Jenkins Time Series, Advances in Artificial Intelligence-IBERAMIA, , Springer, Berlin/Heidelberg, 491-499.
- Montgomery, D.C., Jennings, J.L. ve Kūlahçı, M., 2008. Introduction to Time Series Analysis and Forecasting, John Wiley & Sons. Inc .. Hoboken. New Jersey.
- Moralı, T., 2011. İMKB 100 Endeksinin Yapay Sinir Ağları ve Newton Nümerik Arama Modelleri ile Tahmini ve Sonuçlarının Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- Nabiyev, V.V., 2005. Yapay Zeka: problemler, yöntemler, algoritmalar, Seçkin Yayıncılık, 2. Baskı, Ankara.
- Nanthakumar, L. ve İbrahim, Y., 2010. Forecasting İnternational Tourism Demand in Malaysia Using Box Jenkins Sarima Application, South Asian Journal of Tourism and Heritage, 3, 2, 50-60.
- Naylor, T.H., Seaks, T.G. and Wichern, D.W., 1972. Box-Jenkins Methods: An Alternative to Econometric Models, International Statistical Review, 40, 2, 123-137.
- Okkan, U. ve Dalkılıç, H.Y., 2012. Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağları ile Kemer Barajı Aylık Akımlarının Modellenmesi, İMO Teknik Dergi, Yazı 379 Teknik Not, 5957-5966.
- Önder, E. ve Hasgöl, Ö., 2009. Yabancı Ziyaretçi Sayısının Tahmininde Box-Jenkins Modeli, Winters Yöntemi ve Yapay Sinir Ağlarıyla Zaman Serisi Analizi, İstanbul Üniversitesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi, 20,62, 62-83.
- Özalp, A. ve Anagün, A.S., 2001. Sektörel Hisse Senedi Fiyat Tahmininde Yapay sinir Ağı Yaklaşımı ve Klasik Tahminleme Yöntemleri ile Karşılaştırılması, Endüstri Mühendisliği Dergisi, 12, 3-4, 2-17.
- Özaydın, Ö., 2009. Porsuk Barajı Su Seviyesinin Öngörülerinin Elde Edilmesinde Yapay Sinir Ağları ve ARMAX Modellerinin Karşılaştırmalı İncelenmesi, Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Özdemir, Ö., 2008. Zaman Serisi Modellemesinde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.

- Özer, O.O. ve İlkdoğan, U., 2013. Box-Jenkins Modeli Yardımıyla Dünya Pamuk Fiyatının Tahmini, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 10, 2, 13-20.
- Özerdem, S.M. ve Acar, E., 2011. Zambak Yaprağı İmgelerinde Pas Hastalıklarının GLCM Tabanlı Sınıflandırma Yöntemleri ile Tespiti, Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 2, 2, 95-105.
- Özgen, D., 2007. Yapay Sinir Ağları Analizi ve Türk Finans Piyasaları: İMKB 30 Endeksi Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü, İstanbul.
- Özkara, Ö., 2004. Türkiye'deki Ahşap Parke Endüstrisinin Bugünkü Durumu ve İleriye Dönük Pazar Potansiyelinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Özkan, F., 2012. Döviz Kuru Tahmininde Parasal Model ve Yapay Sinir Ağları Karşılaştırması, Business and Economics Research Journal, 3, 1, 27-39.
- Özsoy, İ. ve Fırat, M., 2004. Kirişsiz Döşemeli Betonarme Bir Binada Oluşan Yatay Deplasmanın Yapay Sinir Ağları ile Tahmini, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 6, 1, 51-63.
- Özşen, S. ve Vural, C.H., 2014. Yapay Bağışıklık Sistemleri ve Yapay Sinir Ağları'nın Prostat Kanseri Sınıflandırılmasında Kullanılması, 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference, 23-25 April, s.87-90.
- Öztemel, E., 2003. Yapay Sinir Ağları, Papatya Yayıncılık Eğitim, 1. Basım, İstanbul
- Öztemel, E., 2006. Yapay Sinir Ağları, Papatya Yayıncılık Eğitim, 2. Basım, İstanbul
- Öztemel, E., 2012. Yapay Sinir Ağları, Papatya Yayıncılık Eğitim, 3. Basım, İstanbul.
- Palmer, A., Montano, J.J. ve Sese, A., 2006. Designing an Artificial Neural Network for Forecasting Tourism Time Series, Tourism Management, 27, 781-790.
- Pao, H.T., 2009. Forecast of Electricity Consumption and Economic Growth in Taiwan by State Space Modeling, Energy, 34, 1779-1791.
- Philips, P.C.B ve Perron, P., 1988. Testing for Unit Root in Time Series Regression, Biometrika, 75, 2, 335-346.
- Pindyck, R.S. ve Rubinfeld, D.L., 1998. Econometric Models and Economic Forecasts, 4. Edition, Irwin/McGraw-Hill Company, USA.
- Polat, Ö., 2009. Türkiye'nin Dış Ticaret Verilerinin Öngörüsünde Yapay Sinir Ağları ve Box-Jenkins Modellerinin Karşılaştırmalı Analizi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.

- Polat, Ö. ve Ersungur Ş.M., 2012. Türkiye'nin Dış Ticaret Öngörüsü, Journal of Business Economics and Political Science, 1, 1, 83-95.
- Quek, M. ve Moskowitz, D.S., 2007. Testing Neural Network Models of Personality, Journal of Research in Personality, 41, 700-706.
- Sağıroğlu, Ş., Beşdok, E., Erler, M., 2003. Mühendislikte Yapay Zeka uygulamaları I : Yapay Sinir Ağları , Ufuk Yayıncılık, 1. Baskı, Kayseri.
- Sharda, R. ve Patil, R.B., 1992. Connectionist Approach To Time Series Prediction: An Empirical Test, Journal Of Intelligent Manufacturing, 3, 317-323.
- Sandy, R., 1990. Statistics for Business and Economics, Mc-Graw-Hill C., USA.
- Saraç, T., 2004. Yapay Sinir Ağları, Seminer Projesi, Gazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Sathasivam, S., Hamadneh, N. ve Choon, O.H., 2011. Comparing Neural Networks: Hopfield Network and RBF Network, Applied Mathematical Sciences, 5, 69, 3439-3452.
- Sattari, T.M., Yürekli, K. ve Ünlükara, A., 2011. Karaman İlinde Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı Kullanılarak Kuraklığın Tahmini, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 4, 1, 7-13.
- Shabri, A., 2001. Comparison of Time Series Forecasting Methods Using Neural Networks and Box-Jenkins Model, Matematika, 17, 1, 1-6.
- Saygılı, S.Y., 2008. İstatistiksel Yöntemlerle Yapay Sinir Ağları Uygulamalarının Karşılaştırılması: Milli Savunma Bakanlığı Bütçesinin Öngörülmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Serhatlıoğlu, S. ve Hardalaç, F., 2009. Yapay Zeka teknikleri ve Radyolojiye Uygulanması, Fırat Tıp Dergisi, 14, 1, 01-06.
- Sevinçtekin, E., 2014. İmalat Sektöründe Yapay Sinir Ağları Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Sevüktekin, M., Nargeleçekenler, M., 2007. Ekonometrik Zaman Serileri Analizi: Eviews Uygulamalı, Nobel Basımevi, Geliştirilmiş 2. Baskı, Ankara.
- Sevüktekin, M., Nargeleçekenler, M., 2010. Ekonometrik Zaman Serileri Analizi: Eviews Uygulamalı, Nobel Basımevi, Geliştirilmiş 3. Baskı, Ankara.
- Shumway, R.H. ve Stoffer, D.S., 2011. Time Series Analysis and Its Applications with R Examples, Third Edition, Springer, New York Dordrecht Heidelberg London.

- Singh, P.K., Basant, A., Malik, A. ve Jain, G., 2009. Artificial Neural Network Modeling of The River Water Quality- A Case Study, Ecological Modelling, 220, 888-895.
- Sivri, U., 2004. İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Stokastik Mevsimsellik, T.C. Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 19, 1, 195-208.
- Slutsky, E., 1937. The Sommatation of Random Causes as the Source of Cyclic Processes, Journal of The Econometrica Society, 5, 105-146.
- Sofu, B.A., 2006. Yoğurtların Depolama Esnasında Mikrobiyal ve Kimyasal Değişimlerinin Bilgisayarlı Görüntüleme Sistemiyle Belirlenmesi ve Elde Edilen Verilerin Yapay Sinir Ağlarıyla Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Solak, O.A., 2013. Türkiye'nin Toplam Petrol Talebi ve Ulaştırma Sektörü Petrol Talebinin Arama Modeli ile Tahmin Edilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18, 3, 131-142.
- Sordo, M., 2002. Introduction to Neural Networks in Healthcare, Harvard University for Open Clinical, October.
- Suzuki, K., 2011. Artificial Neural Networks- Methodological Advances and Biomedical Applications (Chapter 4: Pixel-Based Artificial Neural Networks in Computer-Aided Diagnosis), InTech, Rijeka, Croatia., 71-92.
- Tang, Z., Almeida, C. ve Fishwick, P.A., 1991. Time Series Forecasting Using Neural Networks vs Box-Jenkins Methodology, Simulation, 57, 303-310.
- Tarı, R., 2011. Ekonometri, Umuttepe Yayınları, 7.Baskı, Kocaeli.
- Tajdini, a., Tavakkoli, A., Latibari, J. A., Roohnia, M. ve Pourmousa, S., 2014. Statistical Modeling to Forecast the Wood-Based Panels Consumption in Iran, International Journal of Biosciences, 4, 12, 1-11.
- Tayyar, N., 2010. Müşteri Memnuniyeti Tahmininde Yapay Sinir Ağları, Lojistik Regresyon ve ayırma Analizinin Performanslarının Karşılaştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 15, 1, 339-355.
- Tsay, R., 2005. Analysis of Financial Time Series, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Tavakkoli, A., Hemmasi, H.A., Talaeipour, M., Bzyar, B. ve Tajdini, A., 2015. Forecasting of Particleboard Consumption in Iran Using Univariate Time Series Models, BioResources, 10, 1, 2032-2043.
- Tebelskis, J., 1995. Speech Recognition Using Neural Networks, PhD Thesis, School of Computer Science Carnegie Mellon University, Pennsylvania.

- TCMB, 2013. Kapasite Kullanım Oranı-İmalat sanayi (Ağırlıklı-NACE REV.2) - Merkez Bankası (Yıllık, %).
- Terzi, S. ve Şen, K.İ., 2015. Adli Muhasebede Hilelerin Tespitinde Yapay Sinir Ağı Modelinin Kullanımı, International Journal of Economic and Administrative Studies, 7, 14, 477-490.
- Tiryaki, S. ve Aydın, A., 2014. An Artificial Neural Network Model for Predicting Compression Strength of Heat Treated Woods and Comparison with a Multiple Linear Regression Model, Construction and Building Materials, 62, 102-108.
- Tiryaki, S. ve Hamzaçebi, Ç., 2014. Predicting Modulus of Rupture (MOR) and Modulus of Elasticity (MOE) of Heat Treated Woods by Artificial Neural Networks, Measurement, 49, 266-274.
- Topçu, İ.B., Uygunoğlu, T. ve Sivri, M., 2006. Puzolanların Beton Basınç Dayamına Etkisinin Yapay Sinir Ağlarıyla İncelenmesi, Teknolojik Araştırmalar: Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2, 1-10.
- Tosunoğlu, G.N. ve Benli, K.Y., 2012. Morgan Stanley Capital International Türkiye Endeksinin Yapay Sinir ağları ile Öngörüsü, Ege Akademik Bakış, 12, 4, 541-547.
- TS EN 309, 2008. Yonga Levhalar-Tarif ve Sınıflandırma, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Türkmen, İ. ve Güney, K., 2003. Tek Sayıda Hedef İzlemede Kullanılan İlişkilendirme Olasılıklarının Yapay Sinir Ağları ile Hesaplanması, Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 10. Ulusal Kongresi, 18-21 Eylül, İstanbul, 472-475.
- Ulucan, D., 2012. Isıl İşlem Koşullarının Ağaç Malzemenin Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi ve Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Karabük.
- URL-1, 2013 yılı ile itibari ile Mobilya Girişim Sayısı, Ücretli Çalışan Sayısı ve Üretim Değeri, Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri, Bilgi İşlem Merkezi Veri Tabanı, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. <http://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=63&locale=tr> 10 Nisan 2015.
- URL-2, Trade Statistics for International Business Development, List 2014 of Exporters and Importers for the Selected Products 9401- 9404, http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx 10 Mayıs 2015.
- URL-3, Trade Statistics for International Business Development, List 2014 of Importing and Supplying Markets For A Product Exported and Imported by Turkey 9401-9404. http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx 10 Mayıs 2015.

- URL-4, 2014 yılı ile itibari ile Türkiye'nin Kereste ve Parke İhracatı ve İthalatı Yaptığı Ülkeler, Dış Ticaret İstatistikleri, Bilgi İşlem Merkezi Veri Tabanı, Türkiye İstatistik Kurumu. Ankara. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/medas/?kn=63&locale=tr> 10 Nisan 2015.
- URL-5, Food and Agriculture Organization of The United Nations Statistics Division, Forest Production and Trade. <http://faostat3.fao.org/download/F/FO/E> 10 Mayıs 2015.
- URL-6, Trade Statistics for International Business Development, List 2014 of Exporters and Importers for the Selected Products 4408 and 4412. http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx 10 Mayıs 2015.
- URL-7, Trade Statistics for International Business Development, List 2014 of Importing and Supplying Markets for A Product Exported and Imported By Turkey 4408 and 4412. http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx 10 Mayıs 2015.
- URL-8, 2013 yılı ile itibari ile Yonga ve Lif levha Girişim Sayısı, Ücretli Çalışan Sayısı ve Üretim Değeri, Yıllık Sanayi Ürün İstatistikleri, Bilgi İşlem Merkezi Veri Tabanı, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/medas/?kn=63&locale=tr> 10 Nisan 2015.
- URL-9, Trade Statistics for International Business Development, List 2014 of Exporters and Importers for the Selected Products 4410 and 4411. http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx 10 Mayıs 2015.
- URL-10, Trade Statistics for International Business Development, List 2014 of Importing and Supplying Markets for A Product Exported and Imported by Turkey 4410 and 4411. http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx 10 Mayıs 2015.
- URL-11, 2013 yılı ile itibari ile Kağıt ve Kağıt Ürünleri Girişim Sayısı ve Ücretli Çalışan Sayısı, Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri, Bilgi İşlem Merkezi Veri Tabanı, Türkiye İstatistik Kurumu. Ankara. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=63&locale=tr> 10 Nisan 2015.
- URL-12, 2014 yılı ile itibari ile Kağıt- Karton Üretim ve Üretim Değeri, Yıllık Sanayi Ürün İstatistikleri, Bilgi İşlem Merkezi Veri Tabanı, Türkiye İstatistik Kurumu. Ankara. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/medas/?kn=63&locale=tr> 10 Nisan 2015.
- URL-13, Trade Statistics for International Business Development, List 2014 of Exporters and Importers for the Selected Products 47 and 48. http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx 10 Mayıs 2015.
- URL-14, Trade Statistics for International Business Development, List 2014 Of Importing and Supplying Markets for A Product Exported and Imported by Turkey 47 and

48. http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx 10 Mayıs 2015.

URL-15, <http://teknogezegen.com/yapay-sinir-aglari/>. 14 Ağustos 2015.

URL-16, <http://bmb.cu.edu.tr/uorhan/DersNotu/Ders08.pdf>. 14 Ağustos 2015.

Uslu, Ç.S., 2011, Zaman Serisi Analizi ile Yapay Sinir Ağları Kestirimlerinin Karşılaştırılması, Mimar Sinan Güzel Sanat Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Ünlü, U., Yıldız, B. ve Yalama, A., 2009. İlk Halka Arzlarda Uzun Dönem Getirilerinin Tahmini: Yapay Sinir Ağları ile İMKB için Ampirik Bir Çalışma, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi, 10, 29-47.

Üstün, O. ve Yıldız, İ., 2009. Geri-Yayımlı Öğrenme Algoritmasındaki Öğrenme Parametrelerinin Genetik Algoritma ile Belirlenmesi, SDÜ International Journal of Technologic Sciences, 1, 2, 61-73.

Valipour, M., Banihabib, E.M. ve Behbahani, R.M.S., 2013. Comparison of the ARMA, ARIMA, and the Autoregressive Artificial neural Network Models in Forecasting the Monthly Inflow of Dez Dam Reservoir, Journal of Hydrology, 476, 433-441.

Vural, Y., 2008. Kredi Kartı İçin Yapay Sinir Ağları Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Wei, W.W.S., 2006. Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods, Second Edition, Addison Wesley Publishing Company, New York, s. 156.

Wilamowski, M.B. ve Yu, H., 2010. Improved Computation for Levenberg-Marquardt Training, IEEE Transactions on Neural Networks, 21, 6, 930-937.

Wold, H., 1939. A Study in the Analysis of Stationary Time Series, Journal of the Royal Statistical Society, 102, 2, 295-298.

Yavuz, O., 2013. Tedarik Zinciri Performansının Değerlendirilmesinde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı ve Bir Model Önerisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Yavuz, S. ve Deveci, M., 2012. İstatiksel Normalizasyon Tekniklerinin Yapay Sinir Ağı Performansına Etkisi, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 40, 167-187.

Yayar, R. ve Karkacıer, O., 2003. Tarım Sektörü Dış Ticaret Serileri İçin Model Belirleme ve Gelecek Tahmini (Box-Jenkins Tahmin Yöntemi), GOU Ziraat Fakültesi Dergisi, 20, 2, 89-108.

- Yazıcı, Ü.H., 2010. Yapay Sinir Ağları ile Banka Müşterisi Bekleme Süresi Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Ye, X.P., Julson, J., Kuo, M., Womac, A ve Myers, D., 2007. Properties of Medium Density Fiberboards Made From Renewable Biomass, Bioresource Technology, 98, 1077-1084.
- Yeşilkanat, M.C., Kobyay, Y., Taşkın, H. ve Çevik U., 2014. Yapay sinir Ağları Yöntemi ile Artvin İlinde Ölçülen Gama Doz Oranlarının Ara Değer Modellenmesi ve Haritalanması, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi, 35, 4, 36-52.
- Yıldırım, İ., Özşahin, S. ve Okan, O.T., 2014. Prediction of Non-Wood Forest Products Trade Using Artificial Neural Networks, J. Agr. Sci. Tech., 16, 1493-1504.
- Yıldız, D., 2009. Zaman Serileri Analizi ve Yapay Sinir Ağları ile Tahmin: Yabancı Portföy Yatırımları Üzerine Uygulama, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Yu, C. Davidson, J.V. ve Yang, X.S., 2006. A Neural Network Approach to Predict Survival/Death and Growth/no-Growth Interfaces for Escherichia coli O157:H7, Food Microbiology, 23, 552-560.
- Yule, G.U., 1926. Why Do We Sometimes Get Nonsense-Correlations Between TimeSeries? A Study in Sampling and the Nature of Time Series, Journal of Royal Statistical Society, 89, 1-64.
- Yurtoğlu, H., 2005, Yapay Sinir Ağları Metodolojisi ile Öngörü Modellemesi: Bazı Makroekonomik Değişkenler İçin Türkiye Örneği; DPT Uzmanlık Tezleri; Yayın No: 2683, Ankara.
- Yurtseven, İ., Serengil, Y. ve Özhan, S., 2013. Meşe Kayın Karışık Meşceresinde Yapay Sinir Ağları Kullanılarak İntersepsiyonun Tahmin Edilmesi, Journal of Faculty of Forest of İstanbul University, 63, 1, 19-25.
- Yücesoy, M., 2011. Temizlik Kâğıtları Sektöründe Yapay Sinir Ağları ile Talep Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Yüksek, A.G., 2007. Hava Kirliliği Tahmininde Çoklu Regresyon Analizi ve Yapay Sinir Ağları Yönteminin Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- Yüksek, A.G., Bircan, H., Zontul, M. ve Kaynar, O., 2007. Sivas İlinde Yapay Sinir Ağları ile Hava Kalitesi Modelinin Oluşturulması Üzerine Bir Uygulama, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 8, 1, 97-112.

- Zaknich, A., 2003. Neural Networks for Intelligent Signal Processing, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore.
- Zhang, G., Patuwo, B.E. ve Hu, M.Y., 1998. Forecasting with Artificial Neural Networks: The State of the Art, International Journal of Forecasting, 14, 35-62.
- Zhang, G., Patuwo, B.E., Hu, M.Y., 2001. Simulation Study of Artificial Neural Networks for Nonlinear Time-Series Forecasting, Computers & Operations Research, 28, 381-396.
- Zhang, G.P. ve Qi, M., 2005. Neural Network Forecasting for Seasonal and Trend Time Series, European Journal of Operational Research, 160, 2, 501-514.
- Zhang, X., 1994. Time Series Analysis and Prediction by Neural Networks, Optimization Methods and Software, 4, 151-170.
- Zontul, M., 2004. SOM Tipinde Yapay Sinir Ağlarını Kullanarak Türkiye ile Ticareti Olan Ülkelerin Kümelenmesi Üzerine Bir Çalışma, Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- Zou, H.F., Xia, G.P., Yang, F.T. ve Wang, H.Y., 2007. An Investigation and Comparison of Artificial Neural Network and Time Series Models for Chinese Food Grain Price Forecasting, Neurocomputing, 70, 2913-2923.
- Zurada, J.M., 1992. Introduction to Artificial Neural Systems, West Publishing Company, St. Paul, Minnesota, USA.

6. EKLER

Ek 1. Çalışmada Kullanılan İhracat Verileri

Ek Tablo 1. Ağaç ve orman ürünleri ihracat değerleri (1000\$)

	AĞAÇ	KAĞIT	MOBİLYA		AĞAÇ	KAĞIT	MOBİLYA
2003M01	12764	27816	31114	2009M01	40162	72195	87141
2003M02	9447	23389	24433	2009M02	33135	69720	83480
2003M03	11816	32183	36004	2009M03	32134	71829	92379
2003M04	11992	26463	35701	2009M04	37189	72628	88348
2003M05	11133	29155	35486	2009M05	36364	73557	88282
2003M06	11494	29359	33935	2009M06	42029	76754	89509
2003M07	12404	36493	36217	2009M07	42081	92538	97865
2003M08	12306	30958	39093	2009M08	43300	76802	99486
2003M09	12666	34394	39739	2009M09	43410	82872	101739
2003M10	14231	36432	46257	2009M10	55121	93421	118116
2003M11	11244	28605	43601	2009M11	50939	93756	115569
2003M12	14055	39183	50137	2009M12	54620	104354	118814
2004M01	14466	35523	45042	2010M01	49139	82528	93070
2004M02	14647	29965	39602	2010M02	40481	83537	97673
2004M03	16053	38502	53315	2010M03	42535	102745	123132
2004M04	15074	35997	48244	2010M04	46005	97134	114504
2004M05	17403	34879	45100	2010M05	44096	93111	103579
2004M06	16132	36326	44853	2010M06	47327	98897	110420
2004M07	16687	40777	47504	2010M07	46066	101762	115705
2004M08	17289	40701	46539	2010M08	48236	93990	114564
2004M09	17309	44952	55286	2010M09	46089	96227	106792
2004M10	17033	38704	55627	2010M10	52753	108073	140195
2004M11	17617	40549	55804	2010M11	49932	102473	123927
2004M12	23740	46227	67654	2010M12	60873	133152	149644
2005M01	17590	37492	49399	2011M01	56997	102629	113644
2005M02	19988	41132	57260	2011M02	53363	102291	116011
2005M03	22546	47024	65331	2011M03	47141	123900	134140
2005M04	21809	46352	56177	2011M04	49129	122087	135821
2005M05	26113	45674	55440	2011M05	51387	120632	127138
2005M06	18643	51081	57324	2011M06	53903	114899	137981
2005M07	17701	45268	54250	2011M07	52980	110964	140571
2005M08	22128	48345	56798	2011M08	56910	119041	150088
2005M09	20000	52711	65166	2011M09	56628	112426	125869
2005M10	19626	47640	62423	2011M10	59347	124148	156723

Ek 1'in devamı

2005M11	20032	46944	57675	2011M11	53672	114685	131128
2005M12	23659	51690	69651	2011M12	62184	140224	162655
2006M01	16591	35636	43884	2012M01	48949	114845	126925
2006M02	23444	47722	57870	2012M02	53383	132122	137634
2006M03	22174	50064	66604	2012M03	52596	140143	165904
2006M04	21482	40389	54567	2012M04	49404	125796	152610
2006M05	23220	48004	65012	2012M05	56596	135506	156100
2006M06	36212	50924	64080	2012M06	56348	139806	155979
2006M07	26766	46193	59231	2012M07	54239	133284	153234
2006M08	30518	49780	70922	2012M08	60705	129376	141993
2006M09	30767	51119	74127	2012M09	57259	131932	159164
2006M10	30589	52587	65581	2012M10	54377	137389	155112
2006M11	37694	66335	83517	2012M11	58208	160471	173747
2006M12	36459	62696	82759	2012M12	56403	146151	187759
2007M01	30406	56691	63989	2013M01	40448	147668	145219
2007M02	38009	59951	77157	2013M02	44294	144743	155433
2007M03	39575	66257	87216	2013M03	51117	163473	179303
2007M04	38296	62509	78383	2013M04	59271	155960	174324
2007M05	35185	74511	87692	2013M05	66056	163563	187089
2007M06	35542	63794	81271	2013M06	59511	148698	179183
2007M07	33815	69250	82361	2013M07	67564	163411	184784
2007M08	38116	71393	92834	2013M08	57004	138897	161666
2007M09	39397	69791	95251	2013M09	73774	165154	192080
2007M10	44483	75857	97956	2013M10	60306	154447	179294
2007M11	44588	90201	119004	2013M11	75356	187819	221029
2007M12	38828	72828	104409	2013M12	70603	179760	225631
2008M01	43176	84084	105154	2014M01	69002	167392	188528
2008M02	46714	87264	117910	2014M02	66553	155398	176039
2008M03	40133	88123	122620	2014M03	60388	172304	203654
2008M04	45754	82589	118936	2014M04	78804	170731	206414
2008M05	46232	87542	122235	2014M05	91835	172552	220480
2008M06	46724	87606	111801	2014M06	76682	159649	206012
2008M07	50706	95100	115270	2014M07	71925	151431	198654
2008M08	43417	94642	114858	2014M08	61702	158280	168879
2008M09	44477	98960	126506	2014M09	74314	173549	203062
2008M10	43437	85432	100947	2014M10	58746	158823	179140
2008M11	44082	80433	113332	2014M11	69766	157535	206270
2008M12	40492	79072	97515	2014M12	74479	171400	219769

Ek Tablo 2. Doğal logaritması alınmış ağaç ve orman ürünleri ihracat verileri

	AĞAÇ	KAĞIT	MOBİLYA		AĞAÇ	KAĞIT	MOBİLYA
2003M01	9,4544	10,2334	10,3454	2009M01	10,6007	11,1871	11,3753
2003M02	9,1534	10,0600	10,1037	2009M02	10,4083	11,1522	11,3324
2003M03	9,3772	10,3792	10,4914	2009M03	10,3777	11,1821	11,4336
2003M04	9,3920	10,1835	10,4829	2009M04	10,5238	11,1931	11,3890
2003M05	9,3177	10,2804	10,4769	2009M05	10,5013	11,2058	11,3883
2003M06	9,3496	10,2874	10,4322	2009M06	10,6461	11,2484	11,4021
2003M07	9,4258	10,5049	10,4973	2009M07	10,6474	11,4354	11,4913
2003M08	9,4178	10,3404	10,5737	2009M08	10,6759	11,2490	11,5078
2003M09	9,4466	10,4456	10,5901	2009M09	10,6784	11,3250	11,5302
2003M10	9,5632	10,5032	10,7420	2009M10	10,9173	11,4449	11,6794
2003M11	9,3276	10,2613	10,6828	2009M11	10,8384	11,4485	11,6576
2003M12	9,5507	10,5760	10,8225	2009M12	10,9082	11,5555	11,6853
2004M01	9,5795	10,4779	10,7154	2010M01	10,8024	11,3209	11,4411
2004M02	9,5920	10,3078	10,5866	2010M02	10,6086	11,3330	11,4894
2004M03	9,6836	10,5585	10,8840	2010M03	10,6581	11,5400	11,7210
2004M04	9,6207	10,4912	10,7840	2010M04	10,7365	11,4838	11,6484
2004M05	9,7644	10,4597	10,7166	2010M05	10,6941	11,4415	11,5481
2004M06	9,6886	10,5003	10,7112	2010M06	10,7648	11,5018	11,6120
2004M07	9,7224	10,6159	10,7686	2010M07	10,7378	11,5304	11,6588
2004M08	9,7578	10,6140	10,7480	2010M08	10,7839	11,4509	11,6489
2004M09	9,7590	10,7134	10,9203	2010M09	10,7383	11,4745	11,5786
2004M10	9,7429	10,5637	10,9264	2010M10	10,8734	11,5906	11,8508
2004M11	9,7766	10,6103	10,9296	2010M11	10,8184	11,5374	11,7274
2004M12	10,0749	10,7413	11,1222	2010M12	11,0165	11,7992	11,9160
2005M01	9,7751	10,5319	10,8077	2011M01	10,9508	11,5389	11,6408
2005M02	9,9029	10,6245	10,9554	2011M02	10,8849	11,5356	11,6614
2005M03	10,0233	10,7584	11,0872	2011M03	10,7609	11,7272	11,8066
2005M04	9,9901	10,7440	10,9363	2011M04	10,8022	11,7125	11,8191
2005M05	10,1702	10,7293	10,9231	2011M05	10,8471	11,7005	11,7530
2005M06	9,8333	10,8412	10,9565	2011M06	10,8949	11,6518	11,8349
2005M07	9,7814	10,7204	10,9014	2011M07	10,8777	11,6170	11,8535
2005M08	10,0046	10,7861	10,9473	2011M08	10,9492	11,6872	11,9190
2005M09	9,9035	10,8726	11,0847	2011M09	10,9443	11,6301	11,7430
2005M10	9,8846	10,7714	11,0417	2011M10	10,9912	11,7292	11,9622
2005M11	9,9051	10,7567	10,9626	2011M11	10,8906	11,6499	11,7839
2005M12	10,0715	10,8530	11,1513	2011M12	11,0379	11,8510	11,9994
2006M01	9,7166	10,4811	10,6893	2012M01	10,7985	11,6513	11,7514
2006M02	10,0624	10,7731	10,9660	2012M02	10,8852	11,7915	11,8324
2006M03	10,0067	10,8211	11,1065	2012M03	10,8704	11,8504	12,0192
2006M04	9,9750	10,6063	10,9072	2012M04	10,8078	11,7424	11,9356

Ek 1'in devamı

2006M05	10,0528	10,7790	11,0823	2012M05	10,9437	11,8168	11,9583
2006M06	10,4972	10,8381	11,0679	2012M06	10,9393	11,8480	11,9575
2006M07	10,1949	10,7406	10,9892	2012M07	10,9012	11,8002	11,9397
2006M08	10,3261	10,8154	11,1693	2012M08	11,0138	11,7705	11,8635
2006M09	10,3342	10,8419	11,2135	2012M09	10,9553	11,7900	11,9777
2006M10	10,3284	10,8702	11,0910	2012M10	10,9037	11,8306	11,9519
2006M11	10,5373	11,1025	11,3328	2012M11	10,9718	11,9859	12,0654
2006M12	10,5039	11,0461	11,3237	2012M12	10,9403	11,8924	12,1429
2007M01	10,3224	10,9454	11,0665	2013M01	10,6078	11,9027	11,8860
2007M02	10,5456	11,0013	11,2536	2013M02	10,6986	11,8827	11,9540
2007M03	10,5859	11,1013	11,3761	2013M03	10,8419	12,0044	12,0968
2007M04	10,5531	11,0431	11,2694	2013M04	10,9899	11,9574	12,0687
2007M05	10,4684	11,2187	11,3816	2013M05	11,0983	12,0050	12,1393
2007M06	10,4785	11,0634	11,3055	2013M06	10,9939	11,9097	12,0962
2007M07	10,4287	11,1455	11,3189	2013M07	11,1208	12,0040	12,1269
2007M08	10,5484	11,1760	11,4386	2013M08	10,9509	11,8415	11,9933
2007M09	10,5815	11,1533	11,4643	2013M09	11,2088	12,0146	12,1657
2007M10	10,7029	11,2366	11,4923	2013M10	11,0072	11,9476	12,0968
2007M11	10,7052	11,4098	11,6869	2013M11	11,2300	12,1432	12,3061
2007M12	10,5669	11,1959	11,5561	2013M12	11,1648	12,0994	12,3267
2008M01	10,6730	11,3396	11,5632	2014M01	11,1419	12,0281	12,1470
2008M02	10,7518	11,3767	11,6777	2014M02	11,1058	11,9537	12,0785
2008M03	10,5999	11,3865	11,7168	2014M03	11,0086	12,0570	12,2242
2008M04	10,7310	11,3216	11,6863	2014M04	11,2747	12,0478	12,2376
2008M05	10,7414	11,3799	11,7137	2014M05	11,4277	12,0585	12,3036
2008M06	10,7520	11,3806	11,6245	2014M06	11,2474	11,9807	12,2357
2008M07	10,8338	11,4627	11,6550	2014M07	11,1834	11,9279	12,1993
2008M08	10,6786	11,4579	11,6515	2014M08	11,0301	11,9721	12,0369
2008M09	10,7027	11,5025	11,7480	2014M09	11,2161	12,0642	12,2213
2008M10	10,6791	11,3555	11,5224	2014M10	10,9810	11,9755	12,0959
2008M11	10,6938	11,2952	11,6381	2014M11	11,1529	11,9674	12,2369
2008M12	10,6089	11,2781	11,4878	2014M12	11,2183	12,0518	12,3003

Ek Tablo 3.1. dereceden regular farkı alınmış logaritmik ihracat verileri

	AĞAÇ	KAĞIT	MOBİLYA		AĞAÇ	KAĞIT	MOBİLYA
2003M01	*	*	*	2009M01	-0,0082	-0,0910	-0,1125
2003M02	-0,3009	-0,1733	-0,2417	2009M02	-0,1923	-0,0349	-0,0429
2003M03	0,2238	0,3192	0,3877	2009M03	-0,0307	0,0298	0,1013
2003M04	0,0148	-0,1957	-0,0085	2009M04	0,1461	0,0111	-0,0446
2003M05	-0,0743	0,0969	-0,0060	2009M05	-0,0224	0,0127	-0,0008

Ek 1'in devamı

2003M06	0,0319	0,0070	-0,0447	2009M06	0,1448	0,0425	0,0138
2003M07	0,0762	0,2175	0,0651	2009M07	0,0012	0,1870	0,0893
2003M08	-0,0079	-0,1645	0,0764	2009M08	0,0286	-0,1864	0,0164
2003M09	0,0288	0,1053	0,0164	2009M09	0,0025	0,0761	0,0224
2003M10	0,1165	0,0576	0,1519	2009M10	0,2388	0,1198	0,1493
2003M11	-0,2356	-0,2419	-0,0591	2009M11	-0,0789	0,0036	-0,0218
2003M12	0,2231	0,3147	0,1397	2009M12	0,0698	0,1071	0,0277
2004M01	0,0288	-0,0981	-0,1072	2010M01	-0,1058	-0,2347	-0,2442
2004M02	0,0124	-0,1702	-0,1287	2010M02	-0,1938	0,0122	0,0483
2004M03	0,0917	0,2507	0,2973	2010M03	0,0495	0,2070	0,2316
2004M04	-0,0629	-0,0673	-0,1000	2010M04	0,0784	-0,0562	-0,0727
2004M05	0,1437	-0,0316	-0,0674	2010M05	-0,0424	-0,0423	-0,1003
2004M06	-0,0758	0,0406	-0,0055	2010M06	0,0707	0,0603	0,0640
2004M07	0,0338	0,1156	0,0574	2010M07	-0,0270	0,0286	0,0468
2004M08	0,0354	-0,0019	-0,0205	2010M08	0,0460	-0,0794	-0,0099
2004M09	0,0012	0,0993	0,1722	2010M09	-0,0455	0,0235	-0,0703
2004M10	-0,0161	-0,1497	0,0061	2010M10	0,1350	0,1161	0,2722
2004M11	0,0337	0,0466	0,0032	2010M11	-0,0550	-0,0532	-0,1233
2004M12	0,2983	0,1311	0,1926	2010M12	0,1981	0,2619	0,1886
2005M01	-0,2998	-0,2094	-0,3145	2011M01	-0,0658	-0,2604	-0,2752
2005M02	0,1278	0,0927	0,1477	2011M02	-0,0659	-0,0033	0,0206
2005M03	0,1204	0,1339	0,1319	2011M03	-0,1240	0,1917	0,1452
2005M04	-0,0332	-0,0144	-0,1510	2011M04	0,0413	-0,0147	0,0125
2005M05	0,1801	-0,0147	-0,0132	2011M05	0,0449	-0,0120	-0,0661
2005M06	-0,3370	0,1119	0,0334	2011M06	0,0478	-0,0487	0,0818
2005M07	-0,0519	-0,1208	-0,0551	2011M07	-0,0173	-0,0348	0,0186
2005M08	0,2232	0,0658	0,0459	2011M08	0,0716	0,0703	0,0655
2005M09	-0,1011	0,0865	0,1374	2011M09	-0,0050	-0,0572	-0,1760
2005M10	-0,0189	-0,1012	-0,0430	2011M10	0,0469	0,0992	0,2192
2005M11	0,0205	-0,0147	-0,0791	2011M11	-0,1005	-0,0793	-0,1783
2005M12	0,1664	0,0963	0,1887	2011M12	0,1472	0,2011	0,2155
2006M01	-0,3549	-0,3719	-0,4620	2012M01	-0,2393	-0,1997	-0,2480
2006M02	0,3458	0,2920	0,2766	2012M02	0,0867	0,1401	0,0810
2006M03	-0,0557	0,0479	0,1406	2012M03	-0,0149	0,0589	0,1868
2006M04	-0,0317	-0,2147	-0,1993	2012M04	-0,0626	-0,1080	-0,0835
2006M05	0,0778	0,1727	0,1751	2012M05	0,1359	0,0744	0,0226
2006M06	0,4444	0,0590	-0,0144	2012M06	-0,0044	0,0312	-0,0008
2006M07	-0,3023	-0,0975	-0,0787	2012M07	-0,0382	-0,0478	-0,0178
2006M08	0,1312	0,0748	0,1801	2012M08	0,1126	-0,0298	-0,0762
2006M09	0,0081	0,0265	0,0442	2012M09	-0,0584	0,0196	0,1142
2006M10	-0,0058	0,0283	-0,1225	2012M10	-0,0516	0,0405	-0,0258
2006M11	0,2089	0,2322	0,2418	2012M11	0,0681	0,1553	0,1135

Ek 1'in devamı

2006M12	-0,0333	-0,0564	-0,0091	2012M12	-0,0315	-0,0935	0,0776
2007M01	-0,1816	-0,1007	-0,2572	2013M01	-0,3325	0,0103	-0,2569
2007M02	0,2232	0,0559	0,1871	2013M02	0,0908	-0,0200	0,0680
2007M03	0,0404	0,1000	0,1225	2013M03	0,1433	0,1217	0,1429
2007M04	-0,0329	-0,0582	-0,1068	2013M04	0,1480	-0,0470	-0,0282
2007M05	-0,0847	0,1756	0,1122	2013M05	0,1084	0,0476	0,0707
2007M06	0,0101	-0,1553	-0,0760	2013M06	-0,1043	-0,0953	-0,0432
2007M07	-0,0498	0,0821	0,0133	2013M07	0,1269	0,0944	0,0308
2007M08	0,1197	0,0305	0,1197	2013M08	-0,1700	-0,1625	-0,1337
2007M09	0,0331	-0,0227	0,0257	2013M09	0,2579	0,1731	0,1724
2007M10	0,1214	0,0833	0,0280	2013M10	-0,2016	-0,0670	-0,0689
2007M11	0,0024	0,1732	0,1946	2013M11	0,2228	0,1956	0,2093
2007M12	-0,1383	-0,2139	-0,1308	2013M12	-0,0652	-0,0439	0,0206
2008M01	0,1061	0,1437	0,0071	2014M01	-0,0229	-0,0713	-0,1797
2008M02	0,0788	0,0371	0,1145	2014M02	-0,0361	-0,0743	-0,0685
2008M03	-0,1518	0,0098	0,0392	2014M03	-0,0972	0,1033	0,1457
2008M04	0,1311	-0,0649	-0,0305	2014M04	0,2662	-0,0092	0,0135
2008M05	0,0104	0,0582	0,0274	2014M05	0,1530	0,0106	0,0659
2008M06	0,0106	0,0007	-0,0892	2014M06	-0,1803	-0,0777	-0,0679
2008M07	0,0818	0,0821	0,0306	2014M07	-0,0640	-0,0528	-0,0364
2008M08	-0,1552	-0,0048	-0,0036	2014M08	-0,1533	0,0442	-0,1624
2008M09	0,0241	0,0446	0,0966	2014M09	0,1860	0,0921	0,1843
2008M10	-0,0237	-0,1470	-0,2257	2014M10	-0,2351	-0,0887	-0,1253
2008M11	0,0147	-0,0603	0,1157	2014M11	0,1719	-0,0081	0,1410
2008M12	-0,0850	-0,0171	-0,1503	2014M12	0,0654	0,0844	0,0634

Ek Tablo 4. Mevsimsel farkı alınmış ihracat verileri

	AĞAÇ	KAĞIT	MOBİLYA		AĞAÇ	KAĞIT	MOBİLYA
2003M01	*	*	*	2009M01	-0,1143	-0,2347	-0,1196
2003M02	*	*	*	2009M02	-0,2711	-0,0720	-0,1574
2003M03	*	*	*	2009M03	0,1212	0,0200	0,0621
2003M04	*	*	*	2009M04	0,0150	0,0759	-0,0141
2003M05	*	*	*	2009M05	-0,0328	-0,0455	-0,0281
2003M06	*	*	*	2009M06	0,1342	0,0418	0,1030
2003M07	*	*	*	2009M07	-0,0806	0,1049	0,0587
2003M08	*	*	*	2009M08	0,1837	-0,1816	0,0200
2003M09	*	*	*	2009M09	-0,0216	0,0315	-0,0742
2003M10	*	*	*	2009M10	0,2625	0,2668	0,3750
2003M11	*	*	*	2009M11	-0,0936	0,0639	-0,1375

Ek 1'in devamı

2003M12	*	*	*	2009M12	0,1547	0,1242	0,1780
2004M01	*	*	*	2010M01	-0,0976	-0,1437	-0,1317
2004M02	0,3134	0,0032	0,1130	2010M02	-0,0015	0,0470	0,0912
2004M03	-0,1321	-0,0685	-0,0904	2010M03	0,0802	0,1772	0,1303
2004M04	-0,0777	0,1284	-0,0915	2010M04	-0,0677	-0,0672	-0,0280
2004M05	0,2180	-0,1284	-0,0614	2010M05	-0,0200	-0,0550	-0,0995
2004M06	-0,1078	0,0337	0,0392	2010M06	-0,0741	0,0177	0,0502
2004M07	-0,0424	-0,1019	-0,0077	2010M07	-0,0282	-0,1585	-0,0425
2004M08	0,0434	0,1626	-0,0969	2010M08	0,0175	0,1069	-0,0263
2004M09	-0,0277	-0,0059	0,1558	2010M09	-0,0481	-0,0525	-0,0926
2004M10	-0,1326	-0,2072	-0,1457	2010M10	-0,1038	-0,0037	0,1229
2004M11	0,2693	0,2884	0,0623	2010M11	0,0239	-0,0568	-0,1015
2004M12	0,0752	-0,1836	0,0529	2010M12	0,1284	0,1548	0,1609
2005M01	-0,3287	-0,1114	-0,2073	2011M01	0,0400	-0,0257	-0,0310
2005M02	0,1154	0,2628	0,2764	2011M02	0,1279	-0,0155	-0,0277
2005M03	0,0288	-0,1168	-0,1655	2011M03	-0,1735	-0,0153	-0,0864
2005M04	0,0297	0,0529	-0,0510	2011M04	-0,0371	0,0414	0,0851
2005M05	0,0364	0,0168	0,0542	2011M05	0,0873	0,0303	0,0342
2005M06	-0,2611	0,0712	0,0389	2011M06	-0,0229	-0,1090	0,0179
2005M07	-0,0857	-0,2364	-0,1125	2011M07	0,0097	-0,0634	-0,0282
2005M08	0,1878	0,0676	0,0664	2011M08	0,0255	0,1497	0,0754
2005M09	-0,1023	-0,0129	-0,0348	2011M09	0,0406	-0,0807	-0,1057
2005M10	-0,0028	0,0485	-0,0492	2011M10	-0,0882	-0,0169	-0,0529
2005M11	-0,0132	-0,0613	-0,0823	2011M11	-0,0456	-0,0261	-0,0550
2005M12	-0,1319	-0,0347	-0,0039	2011M12	-0,0509	-0,0608	0,0269
2006M01	-0,0551	-0,1625	-0,1475	2012M01	-0,1735	0,0607	0,0272
2006M02	0,2180	0,1994	0,1290	2012M02	0,1526	0,1434	0,0604
2006M03	-0,1761	-0,0860	0,0087	2012M03	0,1091	-0,1327	0,0416
2006M04	0,0015	-0,2004	-0,0484	2012M04	-0,1039	-0,0933	-0,0960
2006M05	-0,1023	0,1875	0,1883	2012M05	0,0910	0,0863	0,0887
2006M06	0,7813	-0,0528	-0,0479	2012M06	-0,0522	0,0799	-0,0826
2006M07	-0,2504	0,0233	-0,0236	2012M07	-0,0209	-0,0129	-0,0364
2006M08	-0,0920	0,0090	0,1342	2012M08	0,0411	-0,1000	-0,1417
2006M09	0,1092	-0,0599	-0,0932	2012M09	-0,0535	0,0767	0,2901
2006M10	0,0131	0,1295	-0,0795	2012M10	-0,0985	-0,0586	-0,2450
2006M11	0,1884	0,2470	0,3209	2012M11	0,1686	0,2346	0,2918
2006M12	-0,1997	-0,1527	-0,1978	2012M12	-0,1787	-0,2945	-0,1379
2007M01	0,1733	0,2712	0,2047	2013M01	-0,0932	0,2100	-0,0089
2007M02	-0,1226	-0,2361	-0,0895	2013M02	0,0041	-0,1601	-0,0130
2007M03	0,0961	0,0521	-0,0180	2013M03	0,1581	0,0628	-0,0440
2007M04	-0,0012	0,1565	0,0926	2013M04	0,2106	0,0610	0,0554
2007M05	-0,1625	0,0029	-0,0629	2013M05	-0,0275	-0,0268	0,0481

Ek 1'in devamı

2007M06	-0,4343	-0,2143	-0,0616	2013M06	-0,1000	-0,1265	-0,0424
2007M07	0,2524	0,1796	0,0920	2013M07	0,1651	0,1421	0,0485
2007M08	-0,0115	-0,0443	-0,0604	2013M08	-0,2826	-0,1328	-0,0575
2007M09	0,0249	-0,0492	-0,0185	2013M09	0,3163	0,1536	0,0582
2007M10	0,1272	0,0550	0,1505	2013M10	-0,1499	-0,1076	-0,0431
2007M11	-0,2065	-0,0591	-0,0471	2013M11	0,1547	0,0403	0,0958
2007M12	-0,1050	-0,1575	-0,1217	2013M12	-0,0337	0,0496	-0,0570
2008M01	0,2877	0,2444	0,2643	2014M01	0,3096	-0,0816	0,0773
2008M02	-0,1444	-0,0188	-0,0726	2014M02	-0,1270	-0,0543	-0,1365
2008M03	-0,1922	-0,0902	-0,0834	2014M03	-0,2405	-0,0184	0,0029
2008M04	0,1639	-0,0066	0,0763	2014M04	0,1182	0,0379	0,0416
2008M05	0,0951	-0,1174	-0,0849	2014M05	0,0446	-0,0370	-0,0048
2008M06	0,0005	0,1560	-0,0132	2014M06	-0,0760	0,0176	-0,0247
2008M07	0,1316	0,0000	0,0172	2014M07	-0,1910	-0,1472	-0,0672
2008M08	-0,2749	-0,0353	-0,1233	2014M08	0,0166	0,2068	-0,0287
2008M09	-0,0089	0,0673	0,0709	2014M09	-0,0719	-0,0811	0,0119
2008M10	-0,1451	-0,2303	-0,2537	2014M10	-0,0335	-0,0216	-0,0565
2008M11	0,0124	-0,2335	-0,0789	2014M11	-0,0509	-0,2038	-0,0683
2008M12	0,0534	0,1969	-0,0195	2014M12	0,1305	0,1282	0,0428

Ek 2. Çalışmada Kullanılan İthalat Veriler

Ek Tablo 5. Ağaç ve orman ürünleri ithalat değerleri (1000\$)

	AĞAÇ	KAĞIT	MOBİLYA		AĞAÇ	KAĞIT	MOBİLYA
2003M01	19029	89195	9909	2009M01	29258	162859	32264
2003M02	20637	75409	9554	2009M02	46133	153574	40603
2003M03	21406	107627	14928	2009M03	46204	178156	39438
2003M04	30049	95896	14278	2009M04	50771	193162	49198
2003M05	27754	111379	14110	2009M05	51896	197539	45132
2003M06	30799	117492	14758	2009M06	78721	238481	52817
2003M07	36827	130498	15317	2009M07	76037	236127	47912
2003M08	34000	118885	13559	2009M08	66492	221595	43785
2003M09	27915	120592	13209	2009M09	80530	202744	45170
2003M10	38447	131952	15795	2009M10	64486	242956	53668
2003M11	24598	95793	13320	2009M11	66825	218002	45848
2003M12	31187	132792	21648	2009M12	79502	275876	52356
2004M01	29447	116716	14171	2010M01	47802	229130	40897
2004M02	35411	110881	16159	2010M02	60778	212359	46036
2004M03	40965	139164	23048	2010M03	81393	272753	65712
2004M04	48954	133263	24002	2010M04	89517	257302	69088
2004M05	49072	135141	25394	2010M05	89273	275707	61542
2004M06	54833	156153	27742	2010M06	103746	320648	68514
2004M07	56141	156281	26947	2010M07	106565	318461	66925
2004M08	49593	147610	24955	2010M08	100630	289542	59534
2004M09	51085	155308	23254	2010M09	122084	288501	63589
2004M10	54392	142875	22476	2010M10	99268	283425	56521
2004M11	49107	154357	25526	2010M11	104382	275999	52969
2004M12	54101	171696	29093	2010M12	99390	302024	59949
2005M01	46215	140996	19004	2011M01	89974	266080	62168
2005M02	45620	159875	26192	2011M02	90161	253857	63884
2005M03	69578	180146	33192	2011M03	141751	329644	89813
2005M04	74374	170592	30208	2011M04	150321	343945	80072
2005M05	75986	178235	35213	2011M05	137329	367883	88870
2005M06	76438	177614	34478	2011M06	158524	370248	92014
2005M07	66380	162752	30986	2011M07	121309	321064	76206
2005M08	73931	169874	32217	2011M08	125094	293720	74171
2005M09	72615	166429	31052	2011M09	117087	284818	76797
2005M10	75630	162091	30363	2011M10	100439	304373	75710
2005M11	59161	164016	29283	2011M11	96765	270848	69364
2005M12	65143	183397	32861	2011M12	106533	265726	60026
2006M01	49758	154861	23936	2012M01	102968	283209	60256
2006M02	52207	173447	33236	2012M02	91860	258475	62505
2006M03	74437	194050	38850	2012M03	139814	291439	77961

Ek 2'in devamı

2006M04	100430	185376	41986	2012M04	131718	296162	69566
2006M05	107042	191895	45953	2012M05	159483	318703	86903
2006M06	105164	202760	47664	2012M06	141326	289922	70188
2006M07	92840	204010	48668	2012M07	173547	320807	66479
2006M08	82600	209979	56837	2012M08	154037	286110	60916
2006M09	81060	208956	42579	2012M09	144963	276702	59233
2006M10	70128	201907	39250	2012M10	120188	282681	57130
2006M11	65511	222872	51660	2012M11	150772	311564	63011
2006M12	59418	208132	43546	2012M12	117006	264501	56211
2007M01	69650	199932	41576	2013M01	129183	328925	65440
2007M02	64217	190152	40235	2013M02	113257	294638	72368
2007M03	80278	219795	57182	2013M03	138406	310292	92507
2007M04	106546	226604	55184	2013M04	147999	339200	82587
2007M05	99620	253879	70551	2013M05	157234	361212	94807
2007M06	115704	247429	62780	2013M06	140827	295638	80528
2007M07	118532	246161	58463	2013M07	173722	359634	91253
2007M08	124133	263923	67710	2013M08	109982	277410	72278
2007M09	98297	256364	56945	2013M09	113237	290952	85879
2007M10	95434	248945	60890	2013M10	98507	282323	68290
2007M11	98233	256904	59578	2013M11	137501	330126	71010
2007M12	94653	230202	49751	2013M12	111327	301009	65241
2008M01	84829	270655	56994	2014M01	124816	358460	71034
2008M02	83964	237586	56590	2014M02	99353	295849	74934
2008M03	111999	246676	67511	2014M03	120271	328596	92212
2008M04	126510	273168	65564	2014M04	136563	353025	92060
2008M05	121447	272159	80852	2014M05	132371	358290	94750
2008M06	110136	260503	68605	2014M06	128109	338472	87049
2008M07	122628	280088	75495	2014M07	126054	325197	77914
2008M08	94464	269162	58801	2014M08	140222	343885	80855
2008M09	93354	259757	60720	2014M09	122843	300012	79090
2008M10	95223	265081	52904	2014M10	122809	297901	65961
2008M11	65430	213180	51700	2014M11	111348	287455	68390
2008M12	56217	189761	38110	2014M12	130257	315041	70142

Ek Tablo 6. Doğal logaritması alınmış ağaç ve orman ürünleri ithalat verileri

	AĞAÇ	KAĞIT	MOBİLYA		AĞAÇ	KAĞIT	MOBİLYA
2003M01	9,8537	11,3986	9,2012	2009M01	10,2839	12,0006	10,3817
2003M02	9,9348	11,2307	9,1647	2009M02	10,7393	11,9419	10,6116
2003M03	9,9714	11,5864	9,6110	2009M03	10,7408	12,0904	10,5825
2003M04	10,3106	11,4710	9,5665	2009M04	10,8351	12,1713	10,8036

Ek 2'nin devamı

2003M05	10,2311	11,6207	9,5547	2009M05	10,8570	12,1937	10,7173
2003M06	10,3352	11,6741	9,5996	2009M06	11,2737	12,3820	10,8746
2003M07	10,5140	11,7791	9,6367	2009M07	11,2390	12,3721	10,7771
2003M08	10,4341	11,6859	9,5148	2009M08	11,1048	12,3086	10,6870
2003M09	10,2369	11,7002	9,4887	2009M09	11,2964	12,2197	10,7182
2003M10	10,5570	11,7902	9,6674	2009M10	11,0742	12,4006	10,8906
2003M11	10,1104	11,4699	9,4970	2009M11	11,1098	12,2923	10,7331
2003M12	10,3478	11,7965	9,9827	2009M12	11,2835	12,5277	10,8658
2004M01	10,2903	11,6675	9,5589	2010M01	10,7748	12,3420	10,6188
2004M02	10,4748	11,6162	9,6902	2010M02	11,0150	12,2660	10,7372
2004M03	10,6205	11,8434	10,0453	2010M03	11,3070	12,5163	11,0930
2004M04	10,7986	11,8001	10,0859	2010M04	11,4022	12,4580	11,1431
2004M05	10,8010	11,8141	10,1423	2010M05	11,3995	12,5271	11,0275
2004M06	10,9121	11,9586	10,2307	2010M06	11,5497	12,6781	11,1348
2004M07	10,9356	11,9594	10,2016	2010M07	11,5765	12,6713	11,1113
2004M08	10,8116	11,9023	10,1248	2010M08	11,5192	12,5761	10,9943
2004M09	10,8412	11,9532	10,0542	2010M09	11,7125	12,5725	11,0602
2004M10	10,9040	11,8697	10,0202	2010M10	11,5056	12,5547	10,9424
2004M11	10,8018	11,9470	10,1475	2010M11	11,5558	12,5282	10,8775
2004M12	10,8986	12,0535	10,2782	2010M12	11,5068	12,6183	11,0013
2005M01	10,7411	11,8565	9,8524	2011M01	11,4073	12,4916	11,0376
2005M02	10,7281	11,9821	10,1732	2011M02	11,4094	12,4445	11,0648
2005M03	11,1502	12,1015	10,4101	2011M03	11,8618	12,7058	11,4055
2005M04	11,2169	12,0470	10,3159	2011M04	11,9205	12,7482	11,2907
2005M05	11,2383	12,0909	10,4692	2011M05	11,8301	12,8155	11,3949
2005M06	11,2442	12,0874	10,4481	2011M06	11,9737	12,8219	11,4297
2005M07	11,1031	12,0000	10,3413	2011M07	11,7061	12,6794	11,2412
2005M08	11,2109	12,0428	10,3803	2011M08	11,7368	12,5904	11,2141
2005M09	11,1929	12,0223	10,3434	2011M09	11,6707	12,5596	11,2489
2005M10	11,2336	11,9959	10,3210	2011M10	11,5173	12,6260	11,2347
2005M11	10,9880	12,0077	10,2848	2011M11	11,4800	12,5093	11,1471
2005M12	11,0843	12,1194	10,4000	2011M12	11,5762	12,4902	11,0025
2006M01	10,8149	11,9503	10,0831	2012M01	11,5422	12,5539	11,0064
2006M02	10,8630	12,0636	10,4114	2012M02	11,4280	12,4626	11,0430
2006M03	11,2177	12,1759	10,5675	2012M03	11,8481	12,5826	11,2640
2006M04	11,5172	12,1301	10,6451	2012M04	11,7884	12,5987	11,1500
2006M05	11,5810	12,1647	10,7354	2012M05	11,9797	12,6720	11,3725
2006M06	11,5633	12,2198	10,7719	2012M06	11,8588	12,5774	11,1589
2006M07	11,4386	12,2259	10,7928	2012M07	12,0642	12,6786	11,1046
2006M08	11,3218	12,2548	10,9479	2012M08	11,9449	12,5641	11,0173
2006M09	11,3029	12,2499	10,6591	2012M09	11,8842	12,5307	10,9892
2006M10	11,1581	12,2156	10,5777	2012M10	11,6968	12,5521	10,9531

Ek 2'nin devamı

2006M11	11,0900	12,3144	10,8524	2012M11	11,9235	12,6494	11,0511
2006M12	10,9923	12,2459	10,6816	2012M12	11,6700	12,4856	10,9369
2007M01	11,1512	12,2057	10,6353	2013M01	11,7690	12,7036	11,0889
2007M02	11,0700	12,1556	10,6025	2013M02	11,6374	12,5935	11,1895
2007M03	11,2932	12,3005	10,9540	2013M03	11,8379	12,6453	11,4350
2007M04	11,5763	12,3310	10,9184	2013M04	11,9050	12,7343	11,3216
2007M05	11,5091	12,4446	11,1641	2013M05	11,9655	12,7972	11,4596
2007M06	11,6588	12,4189	11,0474	2013M06	11,8553	12,5969	11,2964
2007M07	11,6829	12,4137	10,9761	2013M07	12,0652	12,7928	11,4214
2007M08	11,7291	12,4834	11,1230	2013M08	11,6081	12,5333	11,1883
2007M09	11,4957	12,4544	10,9498	2013M09	11,6372	12,5809	11,3607
2007M10	11,4662	12,4250	11,0168	2013M10	11,4979	12,5508	11,1315
2007M11	11,4951	12,4565	10,9950	2013M11	11,8314	12,7072	11,1706
2007M12	11,4580	12,3467	10,8148	2013M12	11,6202	12,6149	11,0858
2008M01	11,3484	12,5086	10,9507	2014M01	11,7346	12,7896	11,1709
2008M02	11,3381	12,3783	10,9436	2014M02	11,5064	12,5976	11,2244
2008M03	11,6262	12,4158	11,1201	2014M03	11,6975	12,7026	11,4318
2008M04	11,7481	12,5178	11,0908	2014M04	11,8245	12,7743	11,4302
2008M05	11,7072	12,5141	11,3004	2014M05	11,7934	12,7891	11,4590
2008M06	11,6095	12,4704	11,1361	2014M06	11,7606	12,7322	11,3742
2008M07	11,7169	12,5429	11,2318	2014M07	11,7445	12,6922	11,2634
2008M08	11,4560	12,5031	10,9819	2014M08	11,8510	12,7481	11,3004
2008M09	11,4442	12,4675	11,0140	2014M09	11,7187	12,6116	11,2783
2008M10	11,4640	12,4878	10,8762	2014M10	11,7184	12,6045	11,0968
2008M11	11,0887	12,2699	10,8532	2014M11	11,6204	12,5688	11,1330
2008M12	10,9370	12,1535	10,5482	2014M12	11,7773	12,6605	11,1583

Ek Tablo 7. 1. dereceden regular farkı alınmış logaritmik ithalat verileri

	AĞAÇ	KAĞIT	MOBİLYA		AĞAÇ	KAĞIT	MOBİLYA
2003M01	*	*	*	2009M01	-0,65307	-0,15288	-0,16652
2003M02	0,081121	-0,1679	-0,03648	2009M02	0,455375	-0,0587	0,22989
2003M03	0,036586	0,355745	0,446279	2009M03	0,001538	0,148477	-0,02911
2003M04	0,339158	-0,11541	-0,04452	2009M04	0,094259	0,08087	0,221123
2003M05	-0,07945	0,149675	-0,01184	2009M05	0,021916	0,022407	-0,08626
2003M06	0,104102	0,053431	0,044902	2009M06	0,416668	0,188354	0,157242
2003M07	0,178749	0,104988	0,037178	2009M07	-0,03469	-0,00992	-0,09747
2003M08	-0,07987	-0,0932	-0,12191	2009M08	-0,13414	-0,06352	-0,09007
2003M09	-0,1972	0,014256	-0,02615	2009M09	0,191548	-0,08891	0,031142
2003M10	0,320116	0,090025	0,178795	2009M10	-0,22218	0,180936	0,172384
2003M11	-0,44662	-0,32025	-0,17043	2009M11	0,035629	-0,10838	-0,15749

Ek 2'nin devamı

2003M12	0,237336	0,326594	0,485646	2009M12	0,173705	0,235447	0,132735
2004M01	-0,05741	-0,12904	-0,42372	2010M01	-0,50871	-0,18566	-0,24701
2004M02	0,18443	-0,05129	0,13128	2010M02	0,24016	-0,07601	0,118367
2004M03	0,145696	0,227196	0,355102	2010M03	0,292061	0,250288	0,355858
2004M04	0,178163	-0,04333	0,040558	2010M04	0,095139	-0,05832	0,050099
2004M05	0,002408	0,013994	0,056376	2010M05	-0,00273	0,069088	-0,11566
2004M06	0,111004	0,144518	0,088435	2010M06	0,150247	0,151005	0,107318
2004M07	0,023574	0,000819	-0,02908	2010M07	0,02681	-0,00684	-0,02347
2004M08	-0,12402	-0,05708	-0,0768	2010M08	-0,0573	-0,0952	-0,11703
2004M09	0,029641	0,050837	-0,0706	2010M09	0,193259	-0,0036	0,065893
2004M10	0,062726	-0,08344	-0,03403	2010M10	-0,20689	-0,01775	-0,11783
2004M11	-0,10222	0,077298	0,127249	2010M11	0,050234	-0,02655	-0,06491
2004M12	0,096851	0,106457	0,1308	2010M12	-0,04901	0,090109	0,123787
2005M01	-0,15755	-0,19699	-0,42585	2011M01	-0,09953	-0,12671	0,036346
2005M02	-0,01296	0,125661	0,320805	2011M02	0,002076	-0,04703	0,027229
2005M03	0,422102	0,119375	0,236855	2011M03	0,452475	0,261242	0,340661
2005M04	0,066658	-0,05449	-0,0942	2011M04	0,058701	0,042468	-0,1148
2005M05	0,021443	0,043828	0,153309	2011M05	-0,09039	0,067283	0,104248
2005M06	0,005931	-0,00349	-0,02109	2011M06	0,143526	0,006408	0,034766
2005M07	-0,14108	-0,08739	-0,10679	2011M07	-0,26756	-0,14253	-0,1885
2005M08	0,107736	0,042829	0,038959	2011M08	0,030724	-0,08901	-0,02707
2005M09	-0,01796	-0,02049	-0,03683	2011M09	-0,06615	-0,03078	0,034792
2005M10	0,040682	-0,02641	-0,02244	2011M10	-0,15337	0,066404	-0,01426
2005M11	-0,24559	0,011806	-0,03622	2011M11	-0,03727	-0,1167	-0,08754
2005M12	0,096322	0,111689	0,115279	2011M12	0,096169	-0,01909	-0,14459
2006M01	-0,26941	-0,16913	-0,3169	2012M01	-0,03404	0,063719	0,003824
2006M02	0,048045	0,113344	0,32825	2012M02	-0,11415	-0,09139	0,036644
2006M03	0,354737	0,112244	0,156074	2012M03	0,420047	0,120032	0,220962
2006M04	0,299508	-0,04573	0,077628	2012M04	-0,05965	0,016076	-0,11393
2006M05	0,06376	0,034562	0,090283	2012M05	0,191274	0,073353	0,222517
2006M06	-0,0177	0,055075	0,036557	2012M06	-0,12087	-0,09465	-0,21362
2006M07	-0,12464	0,006146	0,020845	2012M07	0,205379	0,101228	-0,05429
2006M08	-0,11687	0,028839	0,155166	2012M08	-0,11926	-0,11446	-0,08739
2006M09	-0,01882	-0,00488	-0,28883	2012M09	-0,06071	-0,03344	-0,02802
2006M10	-0,14487	-0,03432	-0,08141	2012M10	-0,18742	0,021378	-0,03615
2006M11	-0,0681	0,09879	0,274732	2012M11	0,226712	0,097286	0,09798
2006M12	-0,09762	-0,06843	-0,17087	2012M12	-0,25354	-0,16376	-0,1142
2007M01	0,158885	-0,0402	-0,04629	2013M01	0,099005	0,217985	0,152021
2007M02	-0,08121	-0,05015	-0,03279	2013M02	-0,13157	-0,11008	0,100631
2007M03	0,223228	0,144872	0,351502	2013M03	0,200532	0,051766	0,24552
2007M04	0,283081	0,030509	-0,03557	2013M04	0,067014	0,089076	-0,11343
2007M05	-0,06721	0,113654	0,245663	2013M05	0,06053	0,062875	0,137991

Ek 2'nin devamı

2007M06	0,149672	-0,02573	-0,1167	2013M06	-0,1102	-0,20033	-0,16324
2007M07	0,024148	-0,00514	-0,07124	2013M07	0,209924	0,195951	0,125031
2007M08	0,046171	0,069672	0,14684	2013M08	-0,45714	-0,25959	-0,23312
2007M09	-0,23336	-0,02906	-0,17315	2013M09	0,029166	0,047662	0,17242
2007M10	-0,02956	-0,02937	0,066983	2013M10	-0,13936	-0,03011	-0,22918
2007M11	0,028907	0,03147	-0,02178	2013M11	0,333504	0,156423	0,039057
2007M12	-0,03712	-0,10975	-0,18026	2013M12	-0,21116	-0,09233	-0,08473
2008M01	-0,10958	0,161888	0,135915	2014M01	0,114369	0,174677	0,085071
2008M02	-0,01025	-0,13032	-0,00711	2014M02	-0,22816	-0,19197	0,053449
2008M03	0,288102	0,037546	0,176458	2014M03	0,191068	0,10498	0,207483
2008M04	0,121831	0,102011	-0,02926	2014M04	0,127039	0,07171	-0,00165
2008M05	-0,04084	-0,0037	0,209594	2014M05	-0,03118	0,014804	0,028801
2008M06	-0,09776	-0,04377	-0,16425	2014M06	-0,03273	-0,0569	-0,08477
2008M07	0,107439	0,072489	0,095701	2014M07	-0,01617	-0,04001	-0,11087
2008M08	-0,26094	-0,03979	-0,24991	2014M08	0,106516	0,055876	0,037052
2008M09	-0,01182	-0,03557	0,032114	2014M09	-0,13232	-0,13648	-0,02207
2008M10	0,019823	0,020289	-0,13779	2014M10	-0,00028	-0,00706	-0,18152
2008M11	-0,37524	-0,2179	-0,02302	2014M11	-0,09797	-0,03569	0,036163
2008M12	-0,15176	-0,11637	-0,30498	2014M12	0,156849	0,091636	0,025295

Ek Tablo 8. 2. defa regular farkı alınmış mobilya ithalat verileri

MOBİLYA					
2003M01	*	2007M01	0,1246	2011M01	-0,0874
2003M02	*	2007M02	0,0135	2011M02	-0,0091
2003M03	0,4828	2007M03	0,3843	2011M03	0,3134
2003M04	-0,4908	2007M04	-0,3871	2011M04	-0,4555
2003M05	0,0327	2007M05	0,2812	2011M05	0,2191
2003M06	0,0567	2007M06	-0,3624	2011M06	-0,0695
2003M07	-0,0077	2007M07	0,0455	2011M07	-0,2233
2003M08	-0,1591	2007M08	0,2181	2011M08	0,1614
2003M09	0,0958	2007M09	-0,3200	2011M09	0,0619
2003M10	0,2049	2007M10	0,2401	2011M10	-0,0491
2003M11	-0,3492	2007M11	-0,0888	2011M11	-0,0733
2003M12	0,6561	2007M12	-0,1585	2011M12	-0,0571
2004M01	-0,9094	2008M01	0,3162	2012M01	0,1484
2004M02	0,5550	2008M02	-0,1430	2012M02	0,0328
2004M03	0,2238	2008M03	0,1836	2012M03	0,1843
2004M04	-0,3145	2008M04	-0,2057	2012M04	-0,3349
2004M05	0,0158	2008M05	0,2389	2012M05	0,3364
2004M06	0,0321	2008M06	-0,3739	2012M06	-0,4361

Ek 2'nin devamı

2004M07	-0,1175	2008M07	0,2600	2012M07	0,1593
2004M08	-0,0477	2008M08	-0,3456	2012M08	-0,0331
2004M09	0,0062	2008M09	0,2820	2012M09	0,0594
2004M10	0,0366	2008M10	-0,1699	2012M10	-0,0081
2004M11	0,1613	2008M11	0,1148	2012M11	0,1341
2004M12	0,0036	2008M12	-0,2820	2012M12	-0,2122
2005M01	-0,5567	2009M01	0,1385	2013M01	0,2662
2005M02	0,7467	2009M02	0,3964	2013M02	-0,0514
2005M03	-0,0840	2009M03	-0,2590	2013M03	0,1449
2005M04	-0,3311	2009M04	0,2502	2013M04	-0,3590
2005M05	0,2475	2009M05	-0,3074	2013M05	0,2514
2005M06	-0,1744	2009M06	0,2435	2013M06	-0,3012
2005M07	-0,0857	2009M07	-0,2547	2013M07	0,2883
2005M08	0,1457	2009M08	0,0074	2013M08	-0,3582
2005M09	-0,0758	2009M09	0,1212	2013M09	0,4055
2005M10	0,0144	2009M10	0,1412	2013M10	-0,4016
2005M11	-0,0138	2009M11	-0,3299	2013M11	0,2682
2005M12	0,1515	2009M12	0,2902	2013M12	-0,1238
2006M01	-0,4322	2010M01	-0,3797	2014M01	0,1698
2006M02	0,6452	2010M02	0,3654	2014M02	-0,0316
2006M03	-0,1722	2010M03	0,2375	2014M03	0,1540
2006M04	-0,0785	2010M04	-0,3058	2014M04	-0,2091
2006M05	0,0127	2010M05	-0,1658	2014M05	0,0305
2006M06	-0,0537	2010M06	0,2230	2014M06	-0,1136
2006M07	-0,0157	2010M07	-0,1308	2014M07	-0,0261
2006M08	0,1343	2010M08	-0,0936	2014M08	0,1479
2006M09	-0,4440	2010M09	0,1829	2014M09	-0,0591
2006M10	0,2074	2010M10	-0,1837	2014M10	-0,1595
2006M11	0,3561	2010M11	0,0529	2014M11	0,2177
2006M12	-0,4456	2010M12	0,1887	2014M12	-0,0109

Ek Tablo 9. Mevsimsel farkı alınmış ihracat verileri

	AĞAÇ	KAĞIT	MOBİLYA		AĞAÇ	KAĞIT	MOBİLYA
2003M01	*	*	*	2009M01	-0,5435	-0,3148	-0,1777
2003M02	*	*	*	2009M02	0,4656	0,0716	0,5394
2003M03	*	*	*	2009M03	-0,2866	0,1109	-0,4426
2003M04	*	*	*	2009M04	-0,0276	-0,0211	0,4560
2003M05	*	*	*	2009M05	0,0628	0,0261	-0,5462
2003M06	*	*	*	2009M06	0,5144	0,2321	0,6174
2003M07	*	*	*	2009M07	-0,1421	-0,0824	-0,5147

Ek 2'nin devamı

2003M08	*	*	*	2009M08	0,1268	-0,0237	0,3530
2003M09	*	*	*	2009M09	0,2034	-0,0533	-0,1608
2003M10	*	*	*	2009M10	-0,2420	0,1606	0,3112
2003M11	*	*	*	2009M11	0,4109	0,1095	-0,4446
2003M12	*	*	*	2009M12	0,3255	0,3518	0,5722
2004M01	*	*	*	2010M01	0,1444	-0,0328	-0,5182
2004M02	0,1033	0,1166	*	2010M02	-0,2152	-0,0173	-0,0310
2004M03	0,1091	-0,1286	-0,2589	2010M03	0,2905	0,1018	0,4965
2004M04	-0,1610	0,0721	0,1763	2010M04	0,0009	-0,1392	-0,5560
2004M05	0,0819	-0,1357	-0,0169	2010M05	-0,0247	0,0467	0,1416
2004M06	0,0069	0,0911	-0,0247	2010M06	-0,2664	-0,0374	-0,0205
2004M07	-0,1552	-0,1042	-0,1098	2010M07	0,0615	0,0031	0,1239
2004M08	-0,0442	0,0361	0,1114	2010M08	0,0768	-0,0317	-0,1010
2004M09	0,2268	0,0366	-0,0896	2010M09	0,0017	0,0853	0,0617
2004M10	-0,2574	-0,1735	-0,1684	2010M10	0,0153	-0,1987	-0,3250
2004M11	0,3444	0,3975	0,5105	2010M11	0,0146	0,0818	0,3828
2004M12	-0,1405	-0,2201	-0,6525	2010M12	-0,2227	-0,1453	-0,1015
2005M01	-0,1001	-0,0680	0,3527	2011M01	0,4092	0,0590	0,2923
2005M02	-0,1974	0,1769	0,1917	2011M02	-0,2381	0,0290	-0,3745
2005M03	0,2764	-0,1078	-0,3078	2011M03	0,1604	0,0110	0,0759
2005M04	-0,1115	-0,0112	-0,0165	2011M04	-0,0364	0,1008	-0,1497
2005M05	0,0190	0,0298	0,2317	2011M05	-0,0877	-0,0018	0,3848
2005M06	-0,1051	-0,1480	-0,2065	2011M06	-0,0067	-0,1446	-0,2925
2005M07	-0,1647	-0,0882	0,0318	2011M07	-0,2944	-0,1357	-0,0925
2005M08	0,2318	0,0999	0,1935	2011M08	0,0880	0,0062	0,2550
2005M09	-0,0476	-0,0713	-0,0820	2011M09	-0,2594	-0,0272	-0,1211
2005M10	-0,0220	0,0570	-0,0222	2011M10	0,0535	0,0842	0,1347
2005M11	-0,1434	-0,0655	-0,1751	2011M11	-0,0875	-0,0902	-0,1262
2005M12	-0,0005	0,0052	0,1479	2011M12	0,1452	-0,1092	-0,2457
2006M01	-0,1119	0,0279	0,1245	2012M01	0,0655	0,1904	0,2359
2006M02	0,0610	-0,0123	-0,1015	2012M02	-0,1162	-0,0444	0,0419
2006M03	-0,0674	-0,0071	-0,0882	2012M03	-0,0324	-0,1412	-0,1291
2006M04	0,2329	0,0088	0,2526	2012M04	-0,1184	-0,0264	0,1206
2006M05	0,0423	-0,0093	-0,2349	2012M05	0,2817	0,0061	0,1174
2006M06	-0,0236	0,0586	0,1207	2012M06	-0,2644	-0,1011	-0,3667
2006M07	0,0164	0,0935	0,0700	2012M07	0,4729	0,2438	0,3826
2006M08	-0,2246	-0,0140	-0,0114	2012M08	-0,1500	-0,0255	-0,1945
2006M09	-0,0009	0,0156	-0,3682	2012M09	0,0054	-0,0027	-0,0025
2006M10	-0,1856	-0,0079	0,1930	2012M10	-0,0341	-0,0450	0,0409
2006M11	0,1775	0,0870	0,3699	2012M11	0,2640	0,2140	0,2074
2006M12	-0,1939	-0,1801	-0,5971	2012M12	-0,3497	-0,1447	-0,1551
2007M01	0,4283	0,1289	0,5568	2013M01	0,1330	0,1543	0,1178

Ek 2'nin devamı

2007M02	-0,1293	-0,1635	-0,6316	2013M02	-0,0174	-0,0187	-0,0842
2007M03	-0,1315	0,0326	0,5565	2013M03	-0,2195	-0,0683	-0,0394
2007M04	-0,0164	0,0762	-0,3086	2013M04	0,1267	0,0730	-0,0241
2007M05	-0,1310	0,0791	0,2686	2013M05	-0,1307	-0,0105	-0,0850
2007M06	0,1674	-0,0808	-0,3086	2013M06	0,0107	-0,1057	0,1349
2007M07	0,1488	-0,0113	0,0612	2013M07	0,0045	0,0947	0,1289
2007M08	0,1630	0,0408	0,0838	2013M08	-0,3379	-0,1451	-0,3251
2007M09	-0,2145	-0,0242	0,1240	2013M09	0,0899	0,0811	0,3462
2007M10	0,1153	0,0050	0,0327	2013M10	0,0481	-0,0515	-0,3935
2007M11	0,0970	-0,0673	-0,4449	2013M11	0,1068	0,0591	0,1341
2007M12	0,0605	-0,0413	0,2871	2013M12	0,0424	0,0714	0,0884
2008M01	-0,2685	0,2021	0,1916	2014M01	0,0154	-0,0433	-0,0964
2008M02	0,0710	-0,0802	-0,1565	2014M02	-0,09659	-0,08189	0,019769
2008M03	0,0649	-0,1073	-0,2007	2014M03	-0,00946	0,053214	0,009144
2008M04	-0,1613	0,0715	0,1813	2014M04	0,060024	-0,01737	0,14982
2008M05	0,0264	-0,1174	-0,0424	2014M05	-0,09171	-0,04807	-0,22097
2008M06	-0,2474	-0,0180	-0,0115	2014M06	0,077476	0,143428	0,187657
2008M07	0,0833	0,0776	0,2145	2014M07	-0,2261	-0,23596	-0,31436
2008M08	-0,3071	-0,1095	-0,5637	2014M08	0,563656	0,315466	0,506064
2008M09	0,2215	-0,0065	0,6020	2014M09	-0,16149	-0,18415	-0,46466
2008M10	0,0494	0,0497	-0,4100	2014M10	0,139079	0,023045	0,242144
2008M11	-0,4042	-0,2494	0,2035	2014M11	-0,43147	-0,19212	-0,05055
2008M12	-0,1146	-0,0066	-0,1235	2014M12	0,368008	0,183971	0,112922

Ek 3. Normalize Edilmiş İhracat Verileri

Ek Tablo 10. Normalize edilmiş ağaç ve ağaç ürünleri ihracat verileri

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ocak	-1,00	-1,00	-0,96	-1,00	-0,82	-0,19	-1,00	-1,00	-1,00	-0,73	-0,18	0,25
Şubat	-0,83	-0,55	-1,00	-0,91	-1,00	-0,21	-0,34	-0,65	-0,99	-1,00	-0,61	-1,00
Mart	-0,76	-0,14	0,55	-0,14	-0,46	0,59	-0,34	-0,10	0,51	0,17	0,06	0,02
Nisan	0,14	0,46	0,87	0,77	0,41	1,00	-0,16	0,12	0,76	-0,02	0,32	0,82
Mayıs	-0,10	0,47	0,97	1,00	0,18	0,86	-0,12	0,12	0,38	0,66	0,56	0,62
Haziran	0,21	0,90	1,00	0,93	0,72	0,53	0,93	0,51	1,00	0,21	0,13	0,41
Temmuz	0,83	1,00	0,35	0,50	0,81	0,89	0,82	0,58	-0,09	1,00	1,00	0,31
Ağustos	0,54	0,51	0,84	0,15	1,00	0,09	0,45	0,42	0,02	0,52	-0,69	1,00
Eylül	-0,08	0,62	0,75	0,09	0,14	0,06	1,00	1,00	-0,21	0,30	-0,61	0,15
Ekim	1,00	0,87	0,95	-0,29	0,04	0,11	0,37	0,39	-0,69	-0,31	-1,00	0,15
Kasım	-0,43	0,47	-0,12	-0,45	0,14	-0,74	0,47	0,52	-0,80	0,44	0,04	-0,41
Aralık	0,25	0,85	0,27	-0,66	0,02	-1,00	0,96	0,39	-0,52	-0,38	-0,66	0,51

Ek Tablo 11. Normalize edilmiş kağıt ve kağıt ürünleri ihracat verileri

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ocak	-0,44	-0,32	-1,00	-1,00	-1,00	-0,50	-0,86	-1,00	-0,98	-1,00	-0,64	0,44
Şubat	-1,00	-1,00	-0,52	-0,21	-0,81	-0,18	-1,00	-0,96	-1,00	-0,24	-0,76	-0,64
Mart	0,11	0,05	0,25	-0,06	-0,43	-0,09	-0,88	-0,20	0,14	0,11	0,00	0,89
Nisan	-0,61	-0,26	0,16	-0,69	-0,65	-0,65	-0,83	-0,42	0,04	-0,52	-0,30	0,75
Mayıs	-0,27	-0,40	0,08	-0,19	0,06	-0,15	-0,78	-0,58	-0,03	-0,09	0,01	0,91
Haziran	-0,24	-0,22	0,79	0,00	-0,58	-0,14	-0,59	-0,35	-0,34	0,09	-0,60	-0,26
Temmuz	0,66	0,33	0,02	-0,31	-0,25	0,61	0,32	-0,24	-0,54	-0,19	0,00	-1,00
Ağustos	-0,04	0,32	0,43	-0,08	-0,12	0,57	-0,59	-0,55	-0,12	-0,36	-1,00	-0,38
Eylül	0,39	0,84	1,00	0,01	-0,22	1,00	-0,24	-0,46	-0,47	-0,25	0,07	1,00
Ekim	0,65	0,07	0,33	0,10	0,14	-0,36	0,37	0,01	0,15	-0,01	-0,36	-0,33
Kasım	-0,34	0,30	0,24	1,00	1,00	-0,86	0,39	-0,21	-0,35	1,00	1,00	-0,45
Aralık	1,00	1,00	0,87	0,76	-0,04	-1,00	1,00	1,00	1,00	0,37	0,67	0,81

Ek Tablo 12. Normalize edilmiş mobilya ihracat verileri

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ocak	-0,48	-0,61	-1,00	-1,00	-1,00	-0,47	-0,79	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-0,24
Şubat	-1,00	-1,00	-0,22	-0,29	-0,52	0,41	-1,00	-0,84	-0,90	-0,65	-0,75	-0,72
Mart	-0,10	-0,02	0,57	0,15	-0,16	0,73	-0,50	0,06	-0,16	0,28	-0,15	0,35
Nisan	-0,12	-0,38	-0,33	-0,46	-0,48	0,48	-0,72	-0,24	-0,10	-0,16	-0,28	0,45
Mayıs	-0,14	-0,61	-0,40	0,07	-0,14	0,71	-0,73	-0,63	-0,45	-0,04	0,04	1,00

Ek 3'ün devamı

Haziran	-0,26	-0,63	-0,22	0,02	-0,37	-0,01	-0,66	-0,39	-0,01	-0,04	-0,16	0,44
Temmuz	-0,08	-0,44	-0,52	-0,23	-0,33	0,22	-0,19	-0,20	0,10	-0,14	-0,02	0,15
Ağustos	0,14	-0,51	-0,27	0,36	0,05	0,20	-0,09	-0,24	0,49	-0,50	-0,59	-1,00
Eylül	0,19	0,12	0,56	0,53	0,14	1,00	0,03	-0,51	-0,50	0,06	0,17	0,32
Ekim	0,70	0,14	0,29	0,09	0,23	-0,76	0,96	0,67	0,76	-0,07	-0,15	-0,60
Kasım	0,49	0,16	-0,18	1,00	1,00	0,09	0,82	0,09	-0,29	0,54	0,89	0,45
Aralık	1,00	1,00	1,00	0,96	0,47	-1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97

Ek 4. Normalize Edilmiş İthalat Verileri

Ek Tablo 13. Normalize edilmiş ağaç ve ağaç ürünleri ithalat verileri

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ocak	0,39	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-0,42	-0,30	-0,15	0,31	-1,00	-1,00	-0,38
Şubat	-1,00	-0,96	-0,44	-0,35	0,07	0,24	-0,91	-1,00	-0,17	-0,25	-0,78	-0,53
Mart	-0,01	-0,66	0,16	-0,47	0,29	-1,00	-1,00	-0,80	-1,00	-0,38	-0,39	-0,90
Nisan	0,06	-0,87	-0,01	-0,54	0,11	0,06	-0,56	-0,46	-0,74	-0,92	0,08	0,21
Mayıs	-0,29	-0,37	1,00	-0,37	-0,33	0,15	-0,63	-0,65	-0,44	0,30	0,47	1,00
Haziran	-0,14	-0,64	-0,75	0,86	-0,28	0,25	-0,14	-0,33	-0,10	0,26	0,09	0,08
Temmuz	0,24	-0,52	-0,97	-0,04	-0,52	1,00	-0,13	-0,45	-0,22	-0,10	0,55	-0,20
Ağustos	0,20	-0,39	0,06	0,32	0,09	-0,38	-0,03	-0,24	0,30	1,00	-0,05	-0,82
Eylül	0,35	-0,39	-0,43	0,34	0,27	-0,18	-0,02	-0,45	0,26	0,41	0,91	-0,06
Ekim	1,00	-0,45	-0,52	0,33	0,99	-0,38	1,00	0,20	0,62	-0,08	0,14	-1,00
Kasım	-0,25	-0,32	-0,43	1,00	1,00	-0,25	0,64	-0,07	-0,13	0,58	1,00	-0,33
Aralık	0,93	1,00	0,42	0,88	0,19	-0,93	0,96	1,00	1,00	0,27	0,73	-0,05

Ek Tablo 14. Normalize edilmiş kağıt ve kağıt ürünleri ithalat verileri

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ocak	-0,52	-0,81	-1,00	-1,00	-0,73	0,79	-0,85	-0,69	-0,79	-0,21	0,23	1,00
Şubat	-1,00	-1,00	-0,11	-0,45	-1,00	0,06	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-0,59	-0,76
Mart	0,12	-0,07	0,85	0,15	-0,20	0,26	-0,60	0,12	0,30	0,06	-0,22	0,16
Nisan	-0,29	-0,26	0,40	-0,10	-0,01	0,85	-0,35	-0,17	0,55	0,21	0,47	0,85
Mayıs	0,25	-0,20	0,76	0,09	0,73	0,82	-0,28	0,17	0,96	0,93	1,00	1,00
Haziran	0,47	0,49	0,73	0,41	0,55	0,57	0,39	1,00	1,00	0,01	-0,56	0,44
Temmuz	0,92	0,49	0,03	0,45	0,52	1,00	0,35	0,96	0,15	1,00	0,96	0,06
Ağustos	0,52	0,21	0,36	0,62	1,00	0,76	0,11	0,43	-0,32	-0,11	-1,00	0,59
Eylül	0,57	0,46	0,20	0,59	0,80	0,55	-0,20	0,41	-0,47	-0,42	-0,68	-0,65
Ekim	0,97	0,05	0,00	0,38	0,59	0,67	0,46	0,31	-0,13	-0,22	-0,88	-0,71
Kasım	-0,29	0,43	0,09	1,00	0,81	-0,48	0,05	0,18	-0,71	0,70	0,26	-1,00
Aralık	1,00	1,00	1,00	0,57	0,09	-1,00	1,00	0,66	-0,80	-0,81	-0,44	-0,22

Ek Tablo 15. Normalize edilmiş mobilya ithalat verileri

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ocak	-0,94	-1,00	-1,00	-1,00	-0,91	-0,12	-1,00	-1,00	-0,87	-0,74	-0,99	-0,65
Şubat	-1,00	-0,73	-0,11	-0,43	-1,00	-0,14	-0,22	-0,64	-0,76	-0,59	-0,52	-0,38
Mart	-0,11	0,19	0,75	-0,09	0,12	0,38	-0,33	0,76	0,86	0,42	0,84	0,82
Nisan	-0,22	0,32	0,38	0,10	-0,01	0,28	0,58	1,00	0,25	-0,13	0,17	0,81
Mayıs	-0,25	0,50	1,00	0,34	1,00	1,00	0,20	0,46	0,80	1,00	1,00	1,00
Haziran	-0,14	0,82	0,91	0,44	0,49	0,43	0,92	0,96	1,00	-0,09	0,03	0,47

Ek 4'ün devamı

Temmuz	-0,05	0,71	0,48	0,50	0,20	0,75	0,46	0,85	0,01	-0,33	0,76	-0,17
Ağustos	-0,34	0,45	0,63	1,00	0,81	-0,03	0,08	0,32	-0,12	-0,69	-0,52	0,03
Eylül	-0,40	0,22	0,49	0,13	0,10	0,06	0,21	0,61	0,05	-0,80	0,40	-0,09
Ekim	0,03	0,11	0,40	-0,07	0,36	-0,31	1,00	0,11	-0,02	-0,94	-0,79	-1,00
Kasım	-0,38	0,52	0,27	0,69	0,28	-0,36	0,27	-0,14	-0,42	-0,56	-0,61	-0,83
Aralık	1,00	1,00	0,71	0,19	-0,37	-1,00	0,88	0,35	-1,00	-1,00	-1,00	-0,71

Ek 5. İhracat ve İthalat Verilerinin YSA Yöntemi ile Tahmin Edilmesi

Ek Tablo 16. Ağaç ve ağaç ürünleri ihracat/ithalat YSA tahmin değerleri (1000\$)

	İhracat		İthalat	
	2015	2016	2015	2016
Ocak	58803,13	58903,11	116021,35	116121,32
Şubat	61502,67	60063,63	99425,82	107608,63
Mart	77169,25	60246,39	126654,13	119079,33
Nisan	59304,30	61011,22	129383,64	137453,77
Mayıs	58952,33	61303,49	139741,65	99387,32
Haziran	74953,29	83287,71	107557,83	139348,09
Temmuz	76749,27	64972,84	122348,03	140211,71
Ağustos	65705,76	64220,90	129718,18	114551,09
Eylül	70901,72	59618,89	115601,47	110500,74
Ekim	87877,63	61220,67	137772,21	135691,02
Kasım	86777,48	86396,64	125907,46	102612,08
Aralık	65363,07	73136,41	105722,75	107080,23

Ek Tablo 17. Kağıt ve kağıt ürünleri ihracat/ithalat YSA tahmin değerleri (1000\$)

	İhracat		İthalat	
	2015	2016	2015	2016
Ocak	155396,91	155496,94	331103,97	331253,96
Şubat	158659,46	159767,83	352873,84	358310,92
Mart	173397,66	153128,42	356963,69	355185,03
Nisan	155826,46	156539,03	287456,94	358398,05
Mayıs	151705,33	151630,46	291386,48	287457,07
Haziran	173548,98	151431,95	352517,60	351934,87
Temmuz	155862,40	151534,08	302899,20	351353,67
Ağustos	151431,56	173548,73	349750,09	346925,05
Eylül	166746,16	151757,09	287698,84	355450,38
Ekim	154507,50	173083,35	354553,43	345062,46
Kasım	151431,67	164529,49	358452,78	355324,50
Aralık	151991,19	170905,55	287538,83	287534,36

Ek Tablo 18. Mobilya ihracat/ithalat YSA tahmin değerleri (1000\$)

	İhracat		İthalat	
	2015	2016	2015	2016
Ocak	170951,35	170851,30	66155,57	66165,57
Şubat	170432,82	205234,33	66916,63	72351,31
Mart	220480,34	220480,34	88150,97	77544,82

Ek 5'in devamı

Nisan	173131,91	209708,69	94737,69	78298,36
Mayıs	170698,80	220480,34	79516,63	78927,25
Haziran	175449,69	169955,93	80161,28	80143,73
Temmuz	191204,56	169961,53	80846,08	80084,06
Ağustos	171889,44	220406,26	94749,82	80187,02
Eylül	178978,77	204945,13	94742,84	92834,68
Ekim	220480,34	220480,34	74658,45	94521,55
Kasım	220455,85	220460,34	72489,08	94744,56
Aralık	220480,34	173441,71	65961,08	76853,97

Ek 6. İhracat ve İthalat Verilerinin Box-Jenkins Yöntemi ile Tahmin Edilmesi

Ek Tablo 19. Ağaç ve ağaç ürünleri ihracat/ithalat Box-Jenkins tahmin değerleri
(1000\$)

	İhracat		İthalat	
	2015	2016	2015	2016
Ocak	64342,83	65334,97	100935,34	97423,67
Şubat	65640,30	66539,76	102523,28	98723,25
Mart	65983,99	66775,08	134297,57	129010,67
Nisan	66274,85	66956,03	147048,5	140924,57
Mayıs	69722,99	70320,52	149652,68	143078,68
Haziran	70238,52	70720,70	153803,46	146697,63
Temmuz	68238,47	68590,77	158216,45	150547,67
Ağustos	71171,88	71418,37	138920,15	131872,33
Eylül	70448,36	70572,83	134734,4	127594,69
Ekim	70773,67	70778,84	121997,06	115257,54
Kasım	71520,71	71405,01	119641,54	112763,30
Aralık	76895,97	76641,79	113466,91	106689,29

Ek Tablo 20. Kağıt ve kağıt ürünleri ihracat/ithalat Box-Jenkins tahmin değerleri
(1000\$)

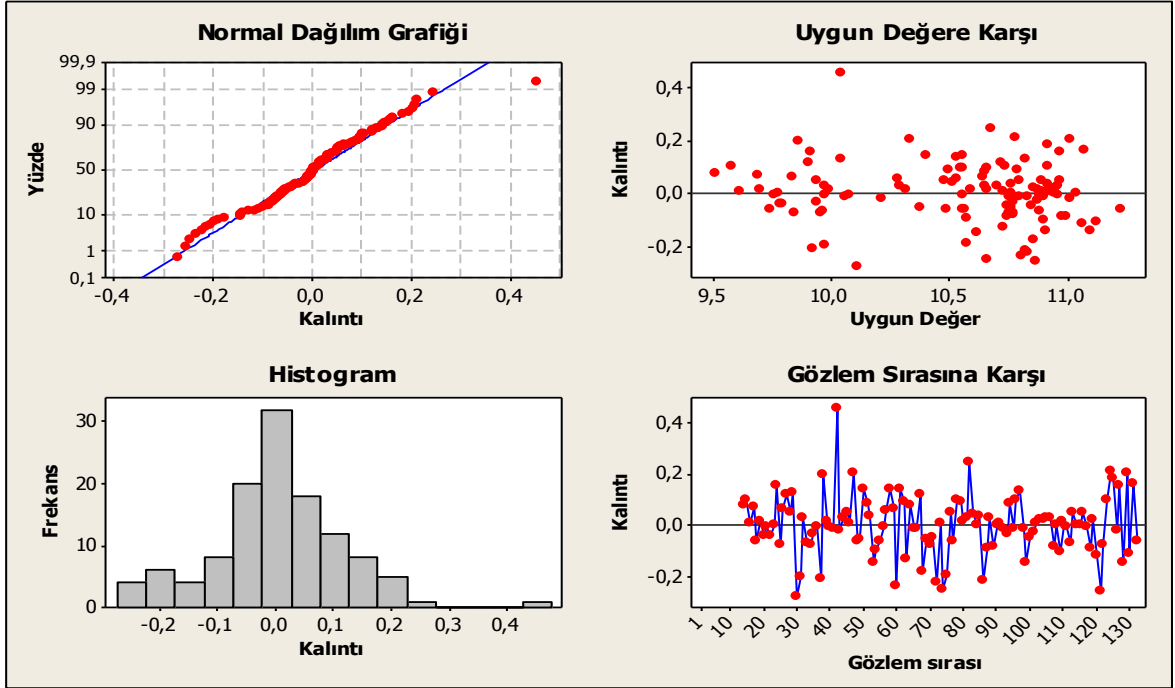
	İhracat		İthalat	
	2015	2016	2015	2016
Ocak	214165,85	257929,49	214165,85	257929,49
Şubat	220169,11	261741,45	220169,11	261741,45
Mart	223301,71	265593,77	223301,71	265593,77
Nisan	225566,38	269507,47	225566,38	269507,47
Mayıs	229643,14	273481,78	229643,14	273481,78
Haziran	232903,24	277510,86	232903,24	277510,86
Temmuz	236130,82	281600,81	236130,82	281600,81
Ağustos	239800,51	285751,48	239800,51	285751,48
Eylül	243282,60	289962,44	243282,60	289962,44
Ekim	246830,75	294235,90	246830,75	294235,90
Kasım	250514,36	298572,37	250514,36	298572,37
Aralık	254189,05	302972,56	254189,05	302972,56

Ek 6'nın devamı

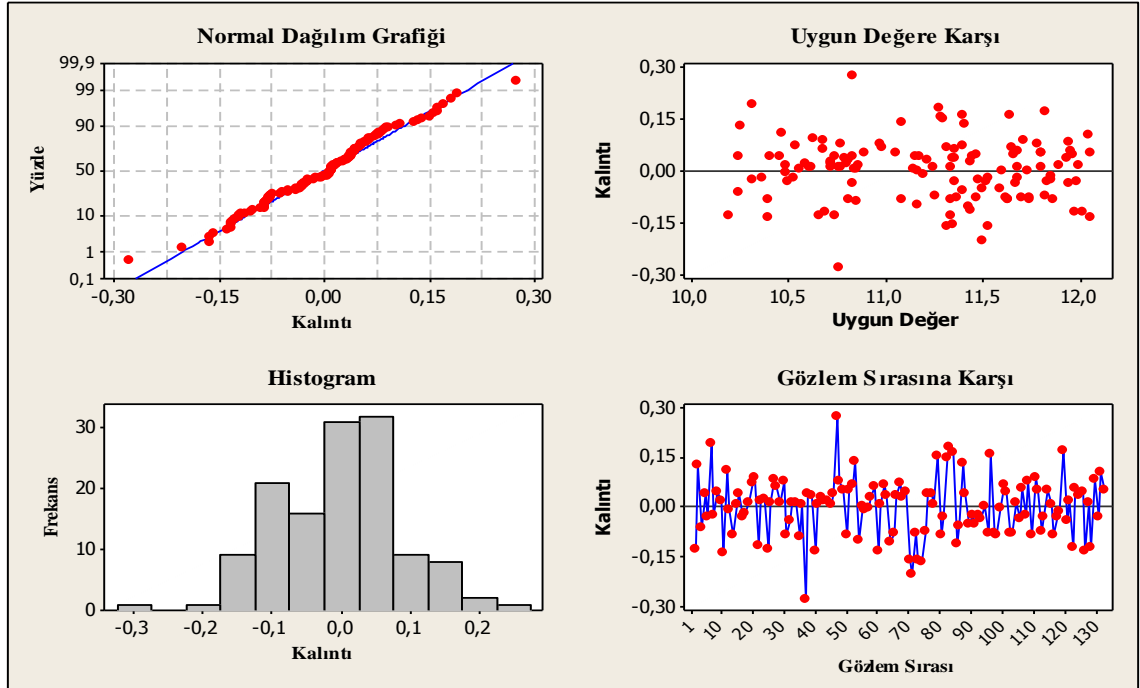
Ek Tablo 21. Mobilya ihracat/ithalat Box-Jenkins tahmin değerleri (1000\$)

	İhracat		İthalat	
	2015	2016	2015	2016
Ocak	355228,37	942213,49	49251,31	36208,78
Şubat	394843,28	1072130,13	51597,12	37845,43
Mart	495185,67	1379861,53	65557,74	47345,12
Nisan	493913,96	1418481,81	60293,76	43495,15
Mayıs	535913,46	1570165,80	65696,72	46648,33
Haziran	566802,51	1711363,97	59929,51	42430,36
Temmuz	620166,66	1922075,33	56973,36	39800,61
Ağustos	667449,34	2122702,57	50342,77	34958,45
Eylül	742213,78	2426725,30	48556,24	33321,99
Ekim	835098,55	2807928,85	44593,82	30401,20
Kasım	925191,78	3194964,37	43474,34	29279,32
Aralık	1071353,34	3806890,95	40461,97	27060,18

Ek 7. Nihai Modellerinin Kalıntılarına Ait Grafikleri

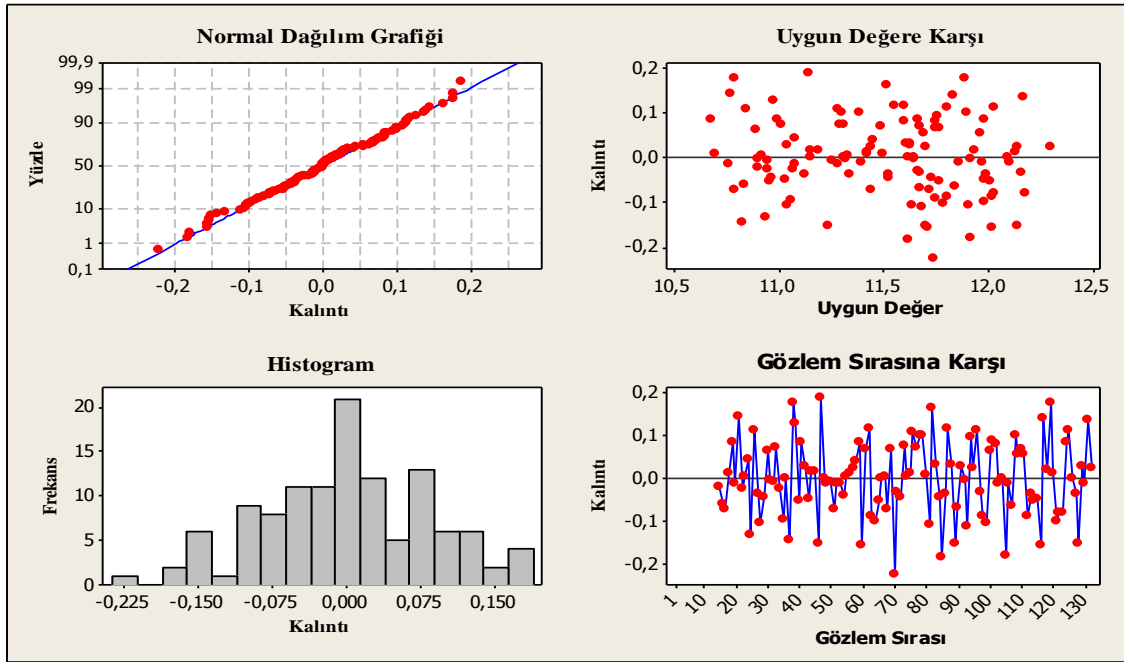
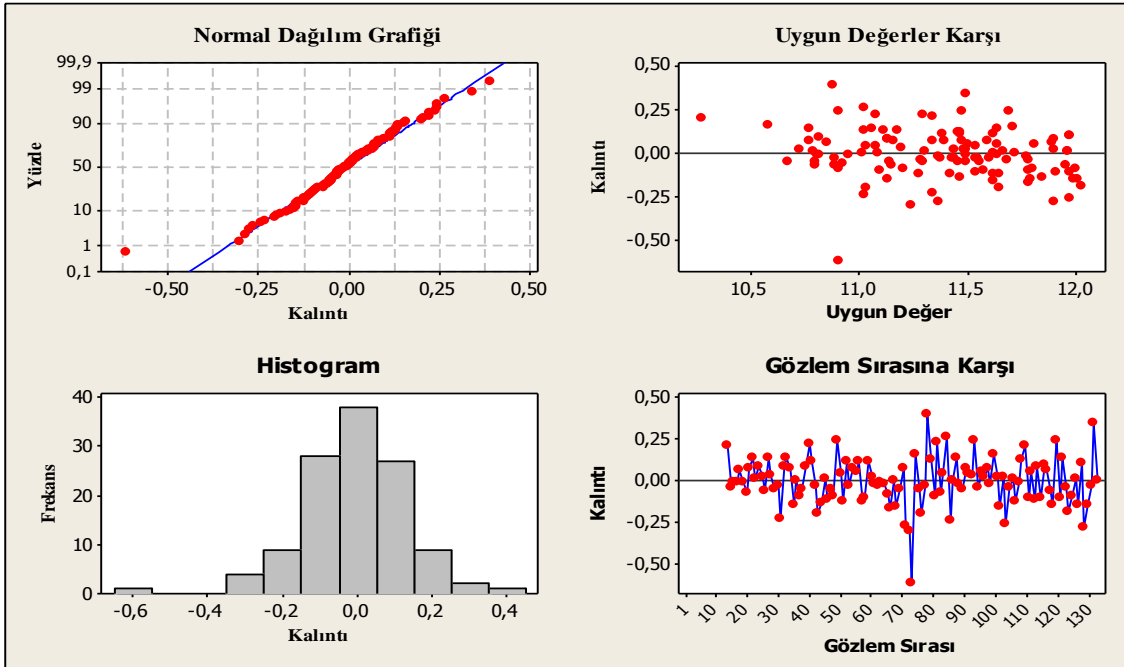


Ek Şekil 1. ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂ modelinin kalıntılarına ait grafikler

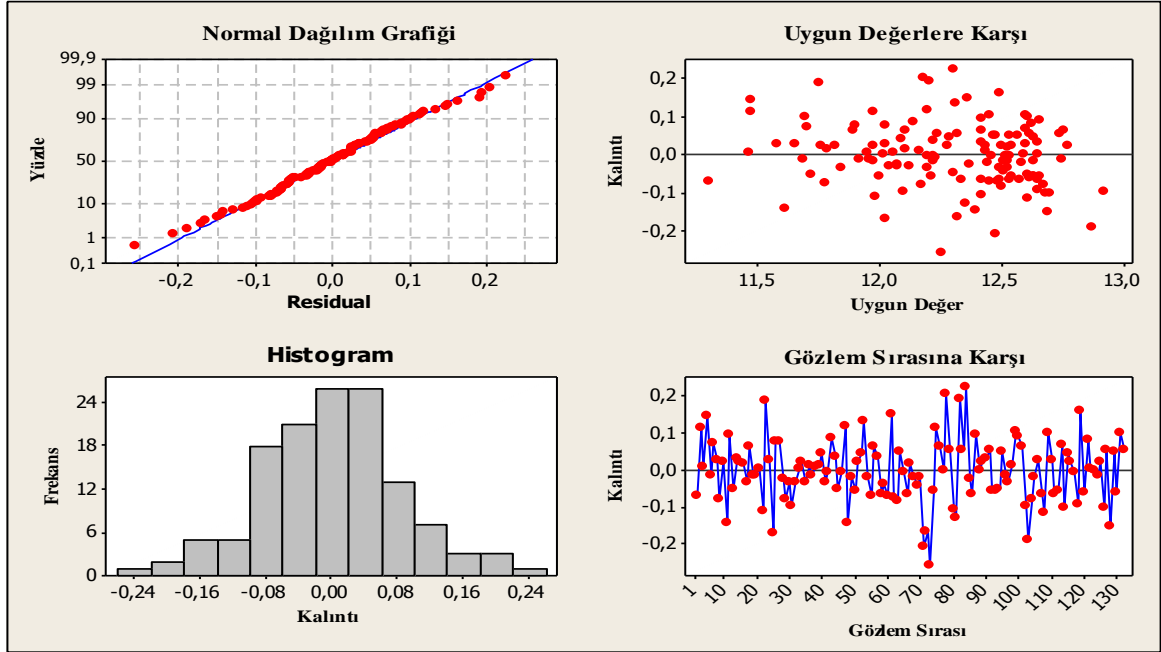
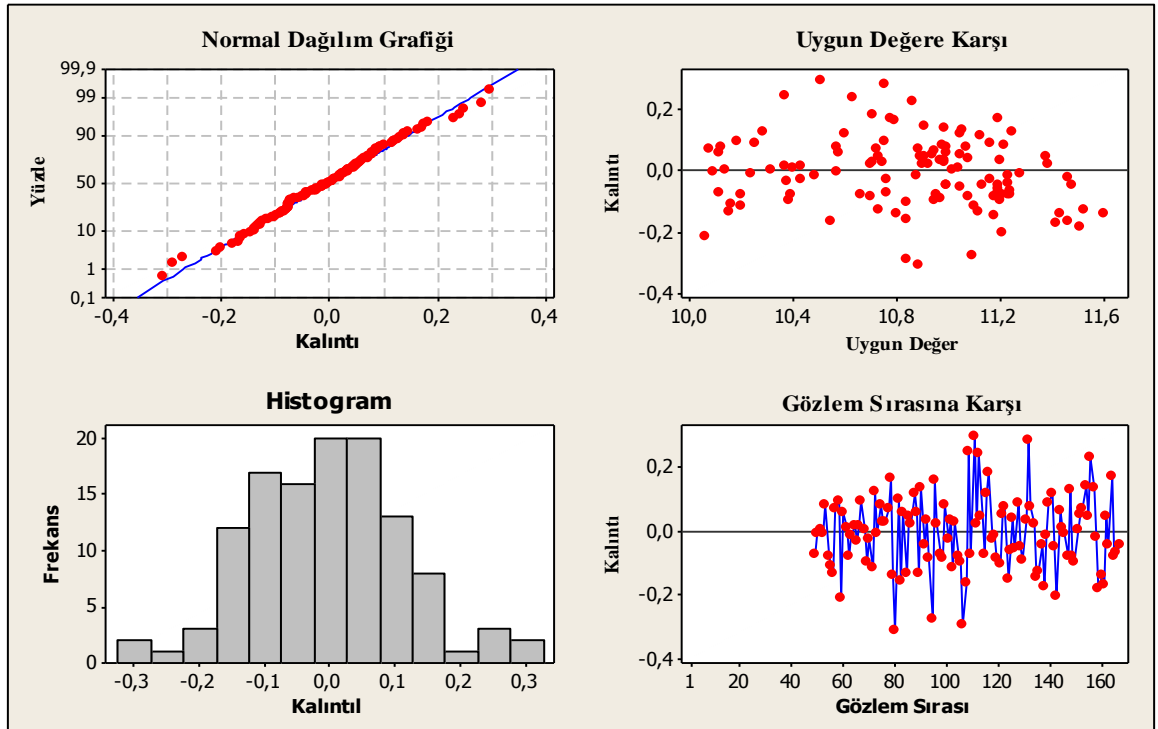


Ek Şekil 2. ARIMA(2,1,0)(0,0,1)₁₂ modelinin kalıntılarına ait grafikler

Ek 7'nin devamı

Ek Şekil 3. ARIMA(3,2,0)(0,1,2)₁₂ modelinin kalıntılarına ait grafiklerEk Şekil 4. ARIMA(1,1,0)(0,1,1)₁₂ modelinin kalıntılarına ait grafikler

Ek 7'nin devamı

Ek Şekil 5. ARIMA(3,1,2)(1,0,1)₁₂ modelinin kalıntılarına ait grafiklerEk Şekil 6. ARIMA(5,2,0)(0,1,1)₁₂ modelinin kalıntılarına ait grafikler

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Bursa'da doğdu. 2002 yılında Bursa Çınar Lisesi'ni bitirdi. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği'nde lisans öğrenimine başladı. 2006 yılında lisans öğrenimini tamamlayarak mezun oldu. Aynı yıl K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2011 yılında Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Orman Endüstri Makinaları ve İşletmeciliği Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı ve hala devam etmektedir. İyi derecede İngilizce bilmektedir.