ECZACILIK SEKTÖRÜNDE YAPAY SİNİR AĞLARI VE ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ İLE TALEP TAHMİNİ

Hande Nasuhoğlu
16 14 03 109

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Endüstri Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Önder Tombuş

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Nisan, 2019

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

maltepe üniversitesi	**JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI**	Döküman No	
		İlk Yayın Tarihi	
		Revizyon Tarihi	
		Revizyon No	00

REVİZYON NO	TARİH	AÇIKLAMA

HANDE NASUHOĞLU'ın "Eczacılık Sektöründe Yapay Sinir Ağları ve Zaman Serileri Analizi ile Talep Tahmini" başlıklı tezi 30.04.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği" nin ilgili maddeleri uyarınca Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans/Doktora tezi
oy birliğiyle / oy çokluğuyla, başarılı / başarısız olarak kabul edilmiştir.

Üye	Unvanı, Adı ve Soyadı	İmza
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Önder TOMBUŞ	
Üye	Prof. Dr. Yücel YILMAZ	
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Yavuz Boğaç TÜRKOĞULLARI	
Hazırlayan İlgili Bölüm	Kalite Koordinatörü Dr. Öğr. Üyesi Şafak GÜNDÜZ	Kalite Koordinatörü Dr. Öğr. Üyesi Şafak GÜNDÜZ

ŞEKİL ONAY SAYFASI

	ŞEKİL ONAY SAYFASI	Doküman No	FR-105
		İlk Yayın Tarihi	20.12.2017
		Revizyon Tarihi	10.12.2018
		Revizyon No	01
		Sayfa	1/2

ŞEKİL ONAY SAYFASI

15/05/2019

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

Aşağıda bilgileri bulunan lisansüstü öğrencinin tezi şekil yönünden tarafımca incelenmiş ve Enstitüye teslim edilmesi uygun bulunmuştur.

Anabilim Dalı Başkanı
Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Cilacı Tombuş

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ	
ADI SOYADI	Hande Nasuhoğlu
ÖĞRENCİ NUMARASI	16 14 03 109
ANABİLİM DALI	Endüstri Mühendisliği
PROGRAMI	(X) YÜKSEK LİSANS ( ) DOKTORA ( ) SANATTA YETERLİK
DANIŞMANI	Dr. Öğr. Üyesi Önder Tombuş
TEZ BAŞLIĞI	Eczacılık Sektöründe Yapay Sinir Ağları ve Zaman Serileri Analizi ile Talep Tahmini
SAVUNMA TARİHİ	30.04.2019
e-posta	handenasuhoglu@gmail.com

İç Kapak	☒ Var ☐ Yok
Jüri Onay Sayfası	☒ Var ☐ Yok
Etik İlke ve Kurallara Uyum Beyanı	☒ Var ☐ Yok
İntihal Raporu	☒ Var ☐ Yok
Teşekkür Sayfası	☒ Var ☐ Yok
Öz (Başlık-Öz-Anahtar Sözcükler)	☒ Var ☐ Yok

Hazırlayan İlgili Birim	Kalite Koordinatörü Dr. Öğr. Üyesi Şafak GÜNDÜZ	Kurumsal Yetkili Prof. Dr. Belma AKŞİT

(Doküman No: FR-105; Yayın Tarihi 20.12.2017; Revizyon Tarihi: ; Revizyon No:00)

	ŞEKİL ONAY SAYFASI	Doküman No	FR-105
		İlk Yayın Tarihi	20.12.2017
		Revizyon Tarihi	10.12.2018
		Revizyon No	01
		Sayfa	2/2

Abstract (Title-Abstract-Key Words)	☒ Var ☐ Yok
İçindekiler	☒ Var ☐ Yok
Çizelgeler Listesi	☐ Var ☒ Yok
Şekiller Listesi (varsa)	☐ Şekil yok ☒ Uygundur ☐ Uygun Değildir
Kısaltmalar Listesi	☒ Var ☐ Yok
Tablolar Listesi (varsa)	☐ Tablo yok ☒ Uygundur ☐ Uygun Değildir
Ekler Listesi (varsa)	☐ Ek yok ☒ Uygundur ☐ Uygun Değildir
Özgeçmiş	☒ Var ☐ Yok
Sayfa Genişliği	☒ Uygundur ☐ Uygun Değildir
Yazı Tipi	☒ Uygundur ☐ Uygun Değildir
Referans Kullanımı	☒ Uygundur ☐ Uygun Değildir
Kaynakça Yazımı	☒ Uygundur ☐ Uygun Değildir
Ekler (varsa)	☐ Ek yok ☒ Uygundur ☐ Uygun Değildir

Dr. Öğr. Üyesi Erdal GÜVENOĞLU
İmza

Hazırlayan İlgili Birim	Kalite Koordinatörü Dr. Öğr. Üyesi Şafak GÜNDÜZ	Kurumsal Yetkili Prof. Dr. Belma AKŞİT

ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

maltepe üniversitesi	**ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI**	Doküman No	**FR-178**
		İlk Yayın Tarihi	**01.03.2018**
		Revizyon Tarihi	
		Revizyon No	**00**
		Sayfa	**1/1**

Revizyon Takip Tablosu

REVİZYON NO	TARİH	AÇIKLAMA
00	01.03.2018	İlk yayın.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

30/04/2019

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarından bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilmeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; çalışmanın Maltepe Üniversitesinde kullanılan "bilimsel intihal tespit programı" ile tarandığını ve öngörülen standartları karşıladığını beyan ederim.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Hande Nasuhoğlu

Hazırlayan	Kalite Koordinatörü	Kurumsal Yetkili
İlgili Birim	Dr. Öğr. Üyesi Şafak GÜNDÜZ	Prof. Dr. Belma AKŞİT

İNTİHAL RAPORU

Önder Tombuş

Eczacılık Sektöründe Yapay Sinir Ağları ve Zaman Serileri Analizi ile Talep Tahmini Revize

ORIGINALITY REPORT

19%	15%	4%	12%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	polen.itu.edu.tr Internet Source	2%
2	Submitted to Istanbul Aydin University Student Paper	1%
3	Submitted to Kahramanmaraş Sütçü İmam University Student Paper	1%
4	acikerisim.kirklareli.edu.tr:8080 Internet Source	1%
5	Submitted to Selçuk Üniversitesi Student Paper	1%
6	www.tekstildershanesi.com.tr Internet Source	1%
7	slideplayer.biz.tr Internet Source	1%
8	Submitted to Mersin Ãniversitesi Student Paper	1%

TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının yürütülmesi sırasında desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Önder Tombuş'a, ilgisi ve önerilerini göstermekten kaçınmayan Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanı Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Cilacı Tombuş'a, program konusunda yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi İsmail Başoğlu'na, yapay sinir ağları konusunda her soruma sabırla cevap veren Bilgisayar Mühendisliği Bölümünden Prof. Dr. Emin Murat Esin'e ve yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve tecrübeleriyle bana destek olan Maltepe Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümündeki tüm hocalarıma sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Çalışmalarım boyunca maddi ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan canım annem, babam, abime ve bana katlanan değerli dostum Özge Gültekin'e sonsuz teşekkür ederim.

Hande Nasuhoğlu

Nisan 2019

ÖZ

ECZACILIK SEKTÖRÜNDE YAPAY SİNİR AĞLARI VE ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ İLE TALEP TAHMİNİ

Hande Nasuhoğlu
Yüksek Lisans Tezi
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Endüstri Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Önder Tombuş
Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2019

Doğru ve güvenilir talep tahminleri işletmelerin verimliliğin artmasında önemli rol oynamaktadır. Her sektörde olduğu gibi sağlık sektöründe de talep tahminleri konusu önemli bir yer tutmaktadır. Stok maliyetlerinin kontrolü için iyi bir talep tahmini yapılmalıdır.

Bu çalışmada, İstanbul'da bir eczaneden alınan 2015-2018 yılları arasındaki gerçek satış verileri kullanılarak 100 tane ilacın tahminlemesi yapılmıştır. Uygulama kapsamında yapay sinir ağları ve zaman serileri analizinden hareketli ortalama, üssel düzeltme, ikili üssel düzeltme ve Holt-Winters yöntemleri kullanılarak talep tahmini yapılmıştır. Tahminleme sonuçları ve gerçek değerler arasında hata değerleri MSE yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Her ürün için en düşük hata değerini veren yöntem seçilmiştir. Seçim sonuçlarına göre 14 ürün için hareketli ortalama, 16 ürün için üssel düzeltme, 12 ürün için ikili üssel düzeltme, 14 ürün için Holt-Winters ve 44 ürün için yapay sinir ağları en iyi tahmin değerlerini vermiştir. Uygulamada kullanılan ürünlerin çoğunluğunda yapay sinir ağlarının daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: 1.Yapay Sinir Ağları; 2.Zaman Serileri Analizi; 3.Hareketli Ortalama; 4. Üssel Düzeltme; 5.İkili Üssel Düzeltme; 6.Holt-Winters; 7.Talep Tahmini; 8.Eczacılık Sektörü

ABSTRACT

DEMAND FORECASTING WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AND TIME SERIES ANALYSIS IN THE PHARMACY INDUSTRY

Hande Nasuhoğlu
Master Thesis
Industrial Engineering Department
Industrial Engineering Graduate Program with Thesis
Thesis Advisor: PhD, Önder Tombuş
Maltepe University Graduate School of Science and Engineering, 2019

Accurate and reliable demand forecasting plays an important role in increasing the productivity of businesses. Demand forecasting is also an important issue in the health sector as in every sector. A good demand forecast should be made to control inventory costs.

In this study, the sales data of 100 drugs between the years of 2015-2018 from a pharmacy in Istanbul is used. Based on this data demand forecast was performed by using artificial neural networks and time series analysis methods, such as the moving average, exponential smoothing, double exponential smoothing and Holt-Winters within the scope of the application. Error values between the forecasting results and the actual values were calculated by using the MSE method. The method with the lowest error value is selected for each product. According to the selection results give the best estimation values; moving average for 14 products, exponential smoothing for 16 products, double exponential smoothing for 12 products, Holt-Winters for 14 products and artificial neural networks for 44 products. Artificial neural networks were found to give better results the most of the products used in the application.

Keywords: 1.Artificial Neural Network; 2.Time Series Analysis; 3.Moving Average; 4.Exponential Smoothing; 5.Double Exponential Smoothing; 6.Holt-Winters; 7.Demand Forecasting; 8.Pharmacy Industry

İÇİNDEKİLER

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI ii
ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI iii
TEŞEKKÜR iv
ÖZ v
ABSTRACT vi
İÇİNDEKİLER vii
TABLOLAR LİSTESİ ix
ŞEKİLLER LİSTESİ x
KISALTMALAR xi
ÖZGEÇMİŞ xii
BÖLÜM 1. GİRİŞ 1
1.1. Literatür Araştırması 2
BÖLÜM 2. TALEP TAHMİNİ VE TAHMİN YÖNTEMLERİ 5
2.1. Talep Tahmini Kavramı 5
2.2. Talep Tahmin Aşamaları 6
2.3.1. Nitel Tahmin Yöntemleri 7
2.3.1.1. Uzman Görüşü Yöntemi 8
2.3.1.2. Delphi Yöntemi 8
2.3.1.3. Anket Yöntemi 8
2.3.1.4. Pazar Araştırması Yöntemi 8
2.3.1.5. Satış Gücü Birleşimi Yöntemi 9
2.3.2. Nicel Tahmin Yöntemleri 9
2.3.2.1. Zaman Serileri Analizi 9
2.3.2.2. Nedensel Yöntemler 12
2.3.3. Yapay Zeka Çözümleri 14
2.3.3.1. Bulanık Mantık 14
2.3.3.2. Yapay Sinir Ağları 15
2.3.4. Tahmin Yöntemlerinin Doğruluğunun Ölçülmesi 15
2.3.4.1. Ortalama Hata (ME) 15
2.3.4.2. Ortalama Mutlak Sapma (MAD) 16
2.3.4.3. Ortalama Kare Hatası (MSE) 16
2.3.4.4. Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE) 16
BÖLÜM 3. YAPAY SİNİR AĞLARI İLE TALEP TAHMİNİ 17
3.1. Yapay Sinir Ağları Tanımı ve Tarihçesi 17
3.2. Yapay Sinir Ağları Genel Özellikleri 18
3.3. Yapay Sinir Ağlarının Dezavantajları 19
3.4. Yapay Sinir Ağlarının Yapısı ve Temel Elemanları 20
3.4.1. Biyolojik Sinir Hücreleri 20
3.4.2. Yapay Sinir Hücresi 21
3.4.3. Yapay Sinir Ağlarının Yapısı 23
3.5. Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması 24

3.5.1. Ağ Modellerine Göre Sınıflandırılması 24
3.5.1.1. İleri Beslemeli Ağlar 24
3.5.1.2. Geri Beslemeli Ağlar 25
3.5.2. Öğrenme Yöntemlerine Göre Sınıflandırılması 26
3.5.2.1. Danışmanlı Öğrenme 26
3.5.2.2. Danışmansız Öğrenme 27
3.5.2.3. Destekleyici Öğrenme 28
3.6. Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme Kuralları 28
3.7. Yapay Sinir Ağı Modeli – Çok Katmanlı Algılayıcı 29
3.7.1. Çok Katmanlı Algılayıcı Modelinin Yapısı 30
3.7.2. Çok Katmanlı Algılayıcı Ağının Öğrenme Kuralı 31
3.7.2.1. İleri Doğru Hesaplama 31
3.7.2.2. Geriye Doğru Hesaplama 32
3.7.3. Çok Katmanlı Algılayıcı Ağının Çalışma Prosedürü 34
3.7.4. Çok Katmanlı Algılayıcı Ağının Eğitilmesi 34
3.7.5. Çok Katmanlı Algılayıcı Ağının Performansının Ölçülmesi 35
BÖLÜM 4. TALEP TAHMİNİ UYULAMASI 37
4.1. Yapay Sinir Ağı Mimarisi 37
4.2. Yapay Sinir Ağı ile Talep Tahmin Uygulaması 38
4.3. Zaman Serileri Analizi ile Talep Tahmini Uygulaması 43
4.3.1. Hareketli Ortalama Yöntemi 43
4.3.2. Üssel Düzeltme Yöntemi 44
4.3.3. İkili Üssel Düzeltme Yöntemi 45
4.3.4. Holt-Winters Yöntemi 46
4.4. Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması 47
BÖLÜM 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME 49
EK'LER 51
KAYNAKÇA 82

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Toplama Fonksiyonu Türleri (Öztemel, 2016) 22
Tablo 3.2. Aktivasyon Fonksiyonu Türleri (Öztemel, 2016) 23
Tablo 3.3. XOR Problemi (Öztemel, 2016) 29
Tablo 4.1. Öğrenme Katsayıları 39
Tablo 4.2. Aktivasyon Katsayıları 39
Tablo 4.3. Çevrim Sayıları 40
Tablo 4.4. Nöron Sayıları 40
Tablo 4.5. Gizli Katman Sayıları 41
Tablo 4.6. Tahmin Yöntemi Seçimi 47
Tablo 4.7. Program Toplam Çalışma Süreleri 48

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Biyolojik Sinir Hücresi (Sarı, 2016) 21
Şekil 3.2. Yapay Sinir Hücresi (Sarı, 2016) 21
Şekil 3.3. Yapay Sinir Ağı Örneği (Öztemel, 2016) 24
Şekil 3.4. İleri Beslemeli Ağ (Elmas, 2016) 25
Şekil 3.5. Geri Beslemeli Ağ (Sarı, 2016) 26
Şekil 3.6. Danışmanlı Öğrenme (Kargı , 2015) 27
Şekil 3.7. Danışmansız Öğrenme (Kargı , 2015) 27
Şekil 3.8. Destekleyici Öğrenme (Kargı , 2015) 28
Şekil 3.9. Çok Katmanlı Algılayıcı Modeli (Öztemel, 2016) 30
Şekil 4.1. Hareketli Ortalama R Fonksiyonu 43
Şekil 4.2. Üssel Düzeltme R Fonksiyonu 44
Şekil 4.3. İkili Üssel Düzeltme R Fonksiyonu 45
Şekil 4.4. Holt-Winters R Fonksiyonu 46

KISALTMALAR

ADALINE : Adaptif Doğrusal Eleman

AR-MA : Otoregresif Hareketli Ortalama

ARIMA : Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama

DARPA : Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı

GSYH : Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

IMKB : İstanbul Menkul Kıymetler Borsası

MAD : Ortalama Mutlak Sapma

MADALINE : Çoklu Adaptif Doğrusal Eleman

MAPE : Ortalama Mutlak Yüzde Hata

ME : Ortalama Hata

MSE : Ortalama Hata Kareleri

PNN : Probabilistik Sinir Ağları

RBF : Radyal Tabanlı Fonksiyonlar

RNN : Tekrarlayan Sinir Ağlar

TEFE : Toptan Eşya Fiyat Endeksi

TÜFE : Tüketici Fiyatları Endeksi

ÜFE : Üretici Fiyatları Endeksi

YSA : Yapay Sinir Ağları

ÖZGEÇMİŞ

Hande Nasuhoğlu

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Eğitim

Y.Ls.	2019	Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Ls.	2010	Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği
Lise	2004	Özel Ahmet Şimşek Lisesi

Alınan Burs ve Ödüller

2015 Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi Eğitim Bursu (Yüzde 25)

Yayınlar ve Diğer Bilimsel/Sanatsal Faaliyetler

"Özel Okulda Öğrenci Olmak," **Eğitim Teori ve Uygulama**. 12:124-26, 2015.
"Dağlı Deterjan Fabrikasında 5S Uygulaması", **Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi /Sistem Dizayn Projesi**, 2010.
"Lefkoşa Trafik Yönetiminin Geliştirilmesi", **Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi /Mezuniyet Projesi**, 2010.
"K.K.T.C. Mermer Mozaik Sanayisinde İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı Uygulaması", **15. Ulusal Ergonomi Kongresi,** 2009

Kişisel Bilgiler

Doğum yeri ve yılı : Beyoğlu / 1987
Yabancı diller : İngilizce
e-posta : handenasuhoglu@gmail.com

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Eczanelerin etkin ve verimli çalışabilmesi için stoklarının düzgün olması gerekmektedir. İhtiyaç olduğunda stok da olmayan ilaç probleme oluştururken, çok miktarda stoklanan ilaç da sermayeyi olumsuz bir biçimde etkilemektedir. Stoklara yapılan yatırımın aşırı olması hem sermayenin atıl kalmasına hem de ilaçların miadının geçmesine neden olmaktadır. Bundan dolayı ürünlerin stok sayısı ve kontrolü bütün işletmelerde olduğu gibi eczanelerde de genel bir problem oluşturmakta ve sermayenin yanlış kullanılmasına neden olmaktadır.

Yapay zeka yöntemleri olan, yapay sinir ağları ve bulanık mantık yöntemlerinin son zamanlarda gelişmesiyle birlikte talep tahmin uygulamalarında da kullanımı artmıştır. Yapılan çalışmalarda klasik talep tahmin yöntemlerine göre gerçeğe daha yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Yapay zeka tabanlı yöntemlerden yapay sinir ağları tahminleme de yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapay sinir ağları, istatistiksel verileri kullanarak, faktörler arasındaki ilişki ve derecelerini öğrenerek geleceğe yönelik tahminler yapabilmektedir.

Zaman serileri analizi de belirli süreler içinde verilerin, periyodik bir şekilde istatistiksel olarak incelenmesini ve gelecek dönemlerin tahmininin elde edilmesini sağlamaktadır.

Bu çalışmada kullanılacak olan klasik talep tahmin yöntemlerinden zaman serileri analizine ek olarak, yapay zeka çözümlerinden yapay sinir ağları da kullanılmıştır. Zaman serileri analizinde de hareketli ortalama, üssel düzeltme, ikili üssel düzeltme ve Holt-Winters yöntemleri kullanılmıştır.

Bu çalışmada, İstanbul'da bir eczaneden alınan 2015-2018 yılları arasındaki 100 tane farklı ilacın satış verileri kullanılarak talep tahmin yapılmıştır. Çalışmada kullanılacak ürünleri belirlemek için öncelikle ABC analizi yapılmıştır. A sınıfında olan ürünlerden kanser ve mama ürün grubundaki ilaçlar çıkarılarak ilk 100 ilaç bu çalışmada kullanılmak için seçilmiştir. Seçilen 100 ürün için talep tahmin yöntemlerinin her biri uygulandıktan sonra, MSE kullanılarak elde edilen hata oranları karşılaştırılıp her bir ürün için en düşük hata oranını veren yöntem seçilmiştir.

Uygulama sonucunda, eczanede seçilen ürünlerde ilaç satış tahmin sonuçları ve tahminleme yaparken hangi üründe hangi tahmin yöntemini kullanacağımız elde edilmiştir. İleriki çalışmalarda elde edilen tahmin sonuçları ile eczanelerde mal fazlası satın alımı hesaplaması yapılabilir. Böylelikle ürünlerden kaç adet mal fazlası alımı yapılırsa kar sağlanabileceği bir model kurularak belirlenebilir.

İkinci bölümde talep tahmin hakkında genel bilgiler verilmiştir. Nitel ve nicel tahmin yöntemleri incelenmiştir. Zaman serileri analizi ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde yapay sinir ağları yöntemi hakkında ayrıntılı bilgiler verilmiştir. Yapay sinir ağları yapısı, öğrenme algoritmaları ve kullanılacak olan çok katmanlı algılayıcılar ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Dördüncü bölümde talep tahminin uygulaması yapılmıştır. Yapay sinir ağları ve zaman serileri analizinden hareketli ortalama, üssel düzeltme, ikili üssel düzeltme ve Holt-Winters yöntemleri ile her bir ürün için talep tahmini yapılmıştır. Uygulanan yöntemlerin MSE hata değerleri hesaplanarak, her bir üründe kullanılacak yöntem seçilmiştir.

Son bölümde ise elde edilen sonuçlar incelendikten sonra, bundan sonrası için yapılabilecek çalışmalar ve önerilerde bulunulmuştur.

1.1. Literatür Araştırması

Yazıcıoğlu'nun (2010) çalışmasında, Türkiye'deki binek otomobillerin 8 yıllık satış verileriyle yapay sinir ağları ve regresyon analizini kullanarak otomobil üretimi için tahmin yapmış ve sonuçları kıyaslamıştır. Çalışma IMKB 100 endeksi, TÜFE, TEFE, işsizlik oranı, ihracat, ithalat, gecelik faiz oranları, dolar kuru alış-satış ortalaması, GSYH, ham petrol varil fiyatı, binek otomobil üretim miktarı verilerinden yararlanılarak yapılmıştır. Regresyonla yapılan tahminlerdeki ortalama sapma yüzdesi %25'leri bulurken yapay sinir ağlarındaki ortalama sapma yüzdesi %2'leri bulmasıyla yapay sinir ağlarının gerçeğe daha yakın sonuç verdiği bulunmuştur. (Yazıcıoğlu, 2010)

Sarı'nın (2016) çalışmasında, motor yatakları üreten bir firmada önceki 10 senenin satış adedi üzerinden gelecek senenin satış tahminleri yapılmıştır. Çalışmada tahminleme için yapay sinir ağları, regresyon analizi ve zaman serileri yöntemleri kullanılmıştır. Dolar kuru, GSYH, araç parkı sayısı, üretilen araç sayısı, ihracat sayısı, faiz oranı, Tüfe ve Üfe verilerinden yararlanılmıştır. YSA ile bulunan MAPE değeri %23.48, çoklu regresyon ile bulunan MAPE değeri %52.6, hareketli ortalama ile bulunan MAPE değeri % 32.2, basit üssel düzgünleştirme yöntemiyle bulunan MAPE değeri % 34.3, Holt ikili üssel düzgünleştirme yöntemiyle bulunan MAPE değeri % 40.1 ve Winters üssel düzgünleştirme yöntemiyle bulunan MAPE değeri % 34.6 olarak bulunmuş ve yapay sinir ağları ile yapılan tahminin daha doğru bir sonuç verdiği görülmüştür. (Sarı, 2016)

Adıyaman'nın (2007) çalışmasında, bir kuyumcu şirketinin İstanbul içerisindeki yedi mağazasının dokuz yıllık verileri üzerinde talep tahmin çalışması yapılmıştır. Yapay sinir ağları, eğri uydurma ve regresyon analizi kullanılarak altın ürünlerinin satışı ile ilgili talep tahmin yapılmış ve sonuçlar kıyaslanmıştır. IMKB, altın, GSMH, evlilik sayısı,

enflasyon, faiz, USD, turist sayısı, özel günler verilerinden yararlanılmıştır. Eğri uydurma ve regresyon analizi ile yapılan çalışmada isçilik değeri yüksek ürünlerde daha iyi sonuç alınırken, isçilik değeri düşük altın ürünlerin talebini tahmin etmedeki başarısı düşük bulunmuştur. Yapay Sinir Ağlarında ise iki ürün grubu için de başarılı bir sonuç verdiği ifade edilmiştir. (Adıyaman, 2007)

Karahan'ın (2011) çalışmasında, Malatya ili kuru kayısı ürününe ait ihracat talep tahmini yapay sinir ağları kullanılarak yapmıştır. Uygulamada 2004-2011 yılları arasındaki aylık; Amerikan doları ortalama değeri, kuru kayısı ihracat fiyatı ortalaması, ihracat yapılan ülke sayısı, ürünün üretim miktarını olumsuz olarak etkileyen mevsimsel etki oranı ve kuru kayısı talep miktarı verileri kullanılmıştır. Tasarlanan yapay sinir ağı test aşamasından sonra 6 aylık talep miktarlarının yapay sinir ağları ve Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalamalar (ARIMA) yöntemleriyle tahminler yapılmış ve çıkan tahmin sonuçları ile gerçeklesen talep miktarlarıyla karşılaştırılarak performansları değerlendirilmiştir. Yapay sinir ağları ile gerçeğe daha yakın değerler tahminlenmiştir. (Karahan, 2011)

Gökcel'in (2009) çalışmasında, perakende sektöründe kategori bazlı, yağ kategorisine ait ürünlerin talep tahminine yönelik çalışmalar yapılmış olup, tespit edilen aşırı stok tutma ve mağazaların stoksuz kalma problemlerine karşılık oluşturulabilecek modelle bu sorunu çözme çalışmaları yapılmıştır. Talep tahmin yöntemlerinden zaman serileri ve regresyon analizi kullanılmıştır. Yağ kategorisinden zeytinyağı satışlarının 24 aylık verileri incelenmiş ve 12 aylık satışlar tahmin edilmiştir. Zaman serilerinde hata oranı en küçük olan trend analizi ve üstel düzgünleştirme ile regresyon analizi karşılaştırılmış ve regresyon analizi sonuçlarının diğer yöntemlere göre daha iyi olduğu ortaya çıkmış. (Gökcel, 2009)

Saatcioğlu'nun (2010) çalışmasında, zaman serisi yöntemlerinden SARIMA ile farklı mimariye sahip mevsimsel latent değişkenli modellerin tahmin değerlerini karşılaştırarak en iyi doğruluğu veren modelin belirlenmesini amaçlamıştır. Araştırmada, 1999 yılı Kasım ayından – 2009 yılı Aralık sonuna kadar satışı yapılmış veterinerlik ilaçlarından 5 tanesi üzerinde analizler yapılmış ve zaman serilerine uygunlukları incelenmiştir. 2 tane üründe mevsimsellik bulunamamış, 1 tane üründe veri eksikliğinden analiz yapılamamış, 1 tane üründe arıma kökleri için ilişki bulunamamış ve son bir tane ürün uygun olarak seçilerek inceleme yapılmıştır. Regresyon modeli eğilim ve mevsimsel latent değişkeni ile birlikte hesaplanarak mevsimsel latent değişkeni modeli oluşturulmuştur. Çalışmada, Mevsimsel latent değişkenli modelin SARIMA modelinden daha kabul edilebilir sonuçlar verdiğini ortaya çıkarmıştır. (Saatcioğlu, 2010)

Koçkaya'nın (2016) çalışmasında, otomotiv sanayisi için üretim yapan bir işletmenin 2012-2015 yılları arasındaki 46 aylık verisi ile 47. Aya yönelik talep tahmini yapılmıştır. Çalışmada zaman serisi analizinden hareketli ortalama, üssel düzeltme ve Holt yöntemleri kullanılmıştır. ABC analizi yapılarak seçilen 23 ürün üzerinde 3

yöntemle tahmin yapılmış ve her bir ürün için hata oranı en düşük olan yöntem seçilmiştir. 13 ürün hareketli ortalama, 8 ürün üssel düzeltme, 2 ürün ise Holt yöntemiyle tahminlenmiş ve her bir ürün için gelecek ayın tahmini bulunmuştur. (Koçkaya, 2016)

Yücesoy'un (2011) çalışmasında, temizlik kağıtları sektöründe talep tahmin uygulaması yapay sinir ağları kullanılarak, parametrelere dayalı tahmin modeli oluşturulmuştur. Basit ve çoklu regresyon modeli ile de talep tahmin yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışmada, 1981-2010 arasındaki veriler toplanmış, 1981-2009 arasındaki veriler eğitim seti olarak, 2010 yılı verisi ise test seti olarak kullanılmıştır. Girdi verisi; üretim miktarı, ithalat miktarı, TEFE, GSYH, genel nüfus, kentli nüfus, okuryazar oranı verilmiştir. Çıktı verisi; tuvalet kağıdı, peçete, kağıt havlu ve mendil satış miktarı yıllık ton bazında verilmiştir. Sonuç olarak yapay sinir ağı yönteminin daha iyi tahmin sonuçları verdiği ifade edilmiştir. (Yücesoy, 2011)

Ballı'nın (2014) çalışmasında, taze gıda sektöründe şarküteri grubu ürünlerine talep tahminine yönelik çalışmalar yapılmış olup talep tahmin yöntemlerinden yapay sinir ağı, son dönem talebi, basit ortalama, hareketli ortalama ve üssel düzeltme kullanılmıştır. Yapay sinir ağları için Alyuda NeuroIntelligence programı kullanılmıştır. Girdi verileri olarak satış fiyatı, rakip firma sayısı, müşteri sayısı, aylar, özel günlerden yararlanılmıştır. 2010-2013 yılları arasındaki veriler kullanılmış, öncelikle ABC analizi yapılarak belirli bir ürün grubu seçilmiş, daha sonra belirlenen ürün grubuna ait veriler ile seçilen talep tahmin yöntemleri uygulanmıştır. Yapılan hata testleri soncuna göre, yapay sinir ağlarının mevcut yöntemlerden daha az hata değeri verdiği sonucuna ulaşılmıştır. (Ballı, 2014)

Alon, Qi ve Sadowski'nin (2001) çalışmasında, perakende satışların tahmini yapılmıştır. Yapay sinir ağları, Winters üssel düzeltme yöntemi, Box-Jenkins ARIMA modeli ve çok değişkenli regresyon yöntemi kullanılmıştır. Alternatif tahmin yöntemlerinin sağlamlığı farklı ekonomik koşullardaki iki dönemde test edilmiştir. Birinci dönem Ocak 1978-Aralık 1985 ve ikinci dönem Ocak 1986-Nisan 1995'dir. Amerika Ticaret Departmanından alınan girdi verileri mevcut iş raporu, aylık perakende ticaret: satış ve stoklardır. Uygulanan tahmin yöntemleri sonucunda, ikinci dönemdeki daha istikrarlı makroekonomik koşullar nedeniyle daha düşük hata değerleri verdiği görülmüştür. Farklı tahmin dönemleri boyunca yapay sinir ağları en iyi sonucu verdiği, ardından sırasıyla Box-Jenkins, Winters üssel düzeltme ve regresyon geldiği sonucuna ulaşılmıştır. (Alon, Qi & Sadowski, 2001)

Fakat eczacılık sektöründe talep tahmini konusu literatürde araştırıldığında, üzerinde çok az sayıda çalışma yapılmış olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalarda hastane üzerine ve medikal malzeme stokları üzerine olduğu görülmektedir.

BÖLÜM 2. TALEP TAHMİNİ VE TAHMİN YÖNTEMLERİ

2.1. Talep Tahmini Kavramı

Talep tahmini, tüketicilerin ileriki zamanlarda kaç adet ürün veya hizmet talep edeceğinin planlanmasıdır ve planlamanın ana işlemlerinden biridir. Hangi ürüne ve hangi tarihlerde kaç adet talep olacağı talep tahmini ile bulunur.

Talep tahmini, farklı zaman dönemleri kullanılarak yapılabilir. Örneğin, günler, haftalar, aylar veya yıllar. Geçmiş verilerdeki bir zaman aralığı seçildiğinde, bu zaman dönemleri için talep geçmişi gelecek dönemdeki eşit uzunluktaki süreleri talep etmek için kullanılır. (Thomopoulos, 2015)

Tahminler çeşitli amaçlar için yapılır, örneğin nakit için bütçeleme, satış kotaları oluşturma, harcama bütçelerini belirleme, sermayeyi planlama, üretim ve stok planlama ve kontrol. Tahminleri yapmak için kullanılan yöntemler, kullanımları farklılık gösterdiği için çok farklıdır. Ürün satışlarının tahminlerine ihtiyaç duyulması bir stok kontrol sistemi veya bir üretim planlama sistemi nedeniyle ortaya çıkar. Talep tahmini, belirli bir parçanın ne zaman üretileceğini, sipariş edileceğini veya ne kadar üretileceğini belirleyen karar kurallarından oluşur. Bu karar kuralları, kısmen yakın bir gelecekte satışların ya da her bir ürünün kullanımının tahminine dayanmaktadır. Kurallar çoğu ürüne, genellikle on binlerce hatta yüz binlercesine rutin olarak uygulanır. Tahminler düzenli, aylık veya haftalık olarak rutin olarak yapılmalıdır. (Winters, 1960)

Bu tahminlerin kullanımlarının kast ettiği bazı istenen özellikleri vardır: bunlar hızlı, ucuz ve kolay bir şekilde yapılmasıdır. Tahmin tekniği açıkça belirtilmelidir, böylece manuel olarak veya elektronik bir bilgisayar kullanılarak rutin olarak takip edilebilir. Tek bir tahminde bulunmak için gereken bilgi parçalarının sayısı asgari düzeyde tutulmalıdır, aksi takdirde tüm ürünler için gerekli olan toplam bilgi miktarı depolanması ve bakımı pahalıya mal olacaktır. (Winters, 1960)

Gelecekteki operasyonların planlanması için aşağıdaki 3 temel tahmin yöntemi kullanılır: (Heizer & Render, 2011)

- *Ekonomik tahminler*: Enflasyon oranları, döviz kurları, para arzı ve diğer planlama unsurlarının orta ve uzun dönemli tahminidir.
- *Teknolojik tahminler*: Teknolojik ilerlemenin oranları ile ilgilidir. Bu da yeni ürünleri, tesislerin ve ekipmanların doğmasına neden olabilir. Genellikle uzun dönemli yapılan tahminlerdir.

- *Talep tahminleri*: Hizmet sağlayan veya üretim yapan firmaların ürünlerine karşı oluşabilecek talebi belirlemeye karşı yapılan tahminlerdir. Satış tahmini olarak da adlandırılabilir.

Talep tahminleri; zaman aralığı, mamul cinsi, kullanma amacı ve hesaplama tekniği gibi çeşitli ölçütlere göre sınıflandırılır. En çok kullanılan sınıflandırma ölçütü tahminlerin yapılacağı zaman aralığıdır. Zaman aralığına göre sınıflandırma 4 periyodda yapılır. Bu dönemler şunlardır: (Kobu, 2008)

- *Çok kısa süreli tahminler*: Günlük ve haftalık olan tahminlerdir. Araç, gereç ve ürün stoklarının kontrolü veya montaj hattı iş programlarının hazırlanması amacıyla yapılırlar. Çoğunlukla işletme içi veriler kullanılarak yapılır.
- *Kısa süreli tahminler*: 1 haftadan 6 aya kadar olan tahminlerdir. En uygun üretim ve sipariş miktarlarının ve tedarik zamanlarının saptanması amacıyla yapılır. Ayrıca makinalara iş yükleme ve işgücü gereksiniminin tespiti için de yapılırlar.
- *Orta süreli tahminler*: 6 aydan 5 yıla kadar olan tahminlerdir. Tedarik zamanı belli olmayan veya uzun süre olan ürün alımlarının ve talebi mevsimsel dalgalanan ürün stoklarının planlanması amacıyla yapılırlar.
- *Uzun süreli tahminler*: 5 yıl veya daha uzun bir süre için yapılan tahminlerdir. İşletme tesislerinin büyütülmesi, yeni makinaların alımı gibi yatırım planını etkileyen konulara için amacıyla yapılırlar.

Talep tahmininde dikkate alınması gereken ilkeler aşağıdaki gibidir: (Kobu, 2008)

- Adet veya tür bakımından büyük olan ürün grupları için uygulanan tahminler daha doğrudur.
- Tahminleri oluşturan zaman aralığı küçüldükçe doğruluk artar.
- Her talep tahmin çalışmasında sapmaların bulunması için hata testleri bulunmaktadır.
- Herhangi bir talep tahmin çalışmasının sonuçları uygulamadan önce geçerlilik testi olmalıdır.

2.2. Talep Tahmin Aşamaları

Talep tahmini temel olarak 5 adımda gerçekleştirilir. Bu aşamalar şunlardır: (Kobu, 2008)

1. *Talebi etkileyen faktörlerin belirlenmesi:* Talep tahmini uygulamaya başlamadan önce firmanın özellikleri, ürünün özellikleri, firmanın durumu, firmanın gelecek planlarının ne olduğu, aynı ürün için rakip firmaların piyasadaki durumu, ülkenin ekonomik durumu, oluşan veya oluşması muhtemel teknolojik gelişimler vb.

faktörlerin belirlenmesi gerekir. Ayrıca bu ürünün talebi için ağırlığın ne olduğu tespit edilmelidir.

2. *Verilerin toplanması:* Uygulamada kullanılacak bilgilerin toplaması işletmenin kayıtlarının iyi olmasına bağlıdır. Önceki dönemlerin tedarik, işlem süresi, satış ve maliyet verilerini bilmeden gelecek tahmin edilemez. Ayrıca planlamacının da amaçları düşünerek toplayacağı verilerin türü ve içeriği konusunda doğru bir seçim yapmalıdır.
3. *Talep tahmin periyodunun tespiti:* Talep tahminin kullanılma sebebi ile arasında yakın bir ilişki vardır. Mesela, günlük iş planının hazırlanması için yapılan tahminlerin, aylık periyotlar için kullanılması yanlış sonuçlar verebilir. Günlük verilerdeki değişimler aylık periyotlarda görünmeyebilir.
4. *Talep tahminin seçilmesi ve hata hesaplanması:* Elde edilen verilerin kullanılacak yerleri uygulanacak analizin hangisi olması gerektiğinin karar verilmesinde önemlidir. Aynı kriterleri hata hesaplamasında kullanmak yerinde olur.
5. *Tahmin sonuçlarının geçerliliğinin araştırılması:* Türlü verilere dayanarak yapılan tahmin verileri ile gerçek veriler arasındaki farkların çeşitli yöntemlerle saptanması ve nedenlerinin araştırılmasıdır.

2.3. Talep Tahmin Yöntemleri

Üretilen ürün ve hizmetlerle tüketici davranışları da çeşit çeşit olduğundan bir tane tahmin yönteminden yararlanmak uygun olmayabilir. Bu zamana kadar çok fazla tahmin yöntemi geliştirilmiş ve farklı şekillerde sınıflandırılmıştır.

Talep tahmin yöntemleri temel olarak üç sınıfa ayrılır. Bunlar nitel yöntemler, nicel yöntemler ve yapay zeka tabanlı yöntemlerdir. Nitel yöntemler çoğunlukla uzman kişilerin görüşlerine dayanır. Nicel yöntemler ise matematiksel ve istatistiksel hesaplamalara dayanır. Bu yöntemlerin ek olarak da son yıllarda talep tahminde genellikle kullanılan yapay zeka tabanlı yöntemler kullanılmaktadır.

2.3.1. Nitel Tahmin Yöntemleri

Nitel tahmin yöntemleri, bilimsel yöntemler yerine hissi, kişisel yani yargısal olarak yapılan tahminlerdir. Bu yöntemlerde verileri işleme süreci uzman kişiler veya jüriler tarafından gerçekleştirilir. Bu yöntemler bilimsel verilere dayanmaması nedeniyle tahmin performansı diğerlerine göre düşüktür. Bu yöntemler genellikle geçmişe yönelik yeterli verilerin olmaması, uzun dönem tahminlerine ihtiyaç duyulması veya ucuz olması nedenleriyle tercih edilirler.

Uygulamada en çok kullanılan yöntemler şunlardır: uzman görüşü yöntemi, delphi yöntemi, anket yöntemi, Pazar araştırması yöntemi ve satış gücü birleşimi yöntemidir.

2.3.1.1. Uzman Görüşü Yöntemi

Bu yöntem üst düzey uzmanlardan oluşan bir grubun kendi deneyimlerinden yararlanarak yapılan talep tahmindir. Bu uzman kişiler pazarlama, muhasebe, satın alma, üretim veya yönetim kurulundan birisi olabilir. (Heizer & Render, 2011)

Hemen karar verilmesi isteniliyorsa bu yöntem kullanılabilir. Bu şekilde verilerle çalışma zamanından tasarruf edilebilir. Bu yöntem uygulanması kolay ve az maliyetli olmasından dolayı avantajlıdır. Sadece uzmanların kişisel düşüncelerine dayandığından dolayı yanlış sonuçlara yönelme olasılığı başka yöntemlere göre daha yüksektir.

2.3.1.2. Delphi Yöntemi

Delphi yönteminde 3 farklı katılımcı türü vardır: karar vericiler, personeller, katılımcılar. Karar vericiler genellikle gerçek tahmini yapacak olan 5 ila 10 uzmandan oluşan bir gruptan oluşur. Personeller, bir dizi anketi ve anket sonuçlarını hazırlayarak, dağıtarak, toplayarak ve özetleyerek karar vericilere yardımcı olur. Ankete katılanlar genellikle farklı yerlerde bulunan ve kararları değer verilen bir grup insandır. Bu grup, tahmin yapılmadan önce karar vericilere girdi sağlar. (Heizer & Render, 2011)

2.3.1.3. Anket Yöntemi

Yeni bir ürün pazara sunulurken talebin tahmin edilmek için hedef tüketicilere yönelik anket yapılabilmektedir. Anket sonuçları istatistiki yöntemler kullanılarak bütün tüketicileri içerecek şekilde incelenerek, talep tahmini yapılır. Tahmin sonuçlarının gerçekçi olması için seçilen tüketici grubunun bütün tüketicileri temsil edecek şekilde seçilmesi ve tüketici grubundaki kişilerin sorulan soruları doğru bir şekilde anlayıp, cevap vermeleri gerekir. Anket yönteminde güvenilirlik aramak genellikle zordur. Anketlerden ayrıntılı bilgi edinme kolay olmamaktadır.

2.3.1.4. Pazar Araştırması Yöntemi

Bu yöntem, gelecekteki satın alma planına ilişkin müşteri veya potansiyel müşterilerden bilgi alınmasına dayanır. Bu bilgilerde mülakat, anket, telefonla konuşma gibi yöntemlerle alınır. Bu yöntem sadece bir tahmin araştırması yaparken değil, aynı zamanda ürün tasarımını geliştirmede ve yeni ürünler için planlamada da yardımcı olabilir. Bununla birlikte bu yöntemden çıkacak sonuçlar müşteri girdilerinden kaynaklanan aşırı iyimser tahminlerden zarar görebilir.

2.3.1.5. Satış Gücü Birleşimi Yöntemi

Satış personelinin kendi satış bölgelerinde ne kadar satış olacağını belirlemesidir. Bu tahminler daha sonra sonuçların gerçekçi olup olmadığından emin olmak için gözden geçirilir. Daha sonra genel sonuçlara ulaşmak için sonuçlar yerel ve ulusal seviyede birleştirilerek tahmin elde edilir. Ancak tecrübesi az çalışanlardan alınan görüşler değerlendirmeye katılırsa sonuçlar yanıltıcı olabilir.

2.3.2. Nicel Tahmin Yöntemleri

Bu yöntem, önceki dönemlere ait talep değerleri kullanılarak istatistiksel metotlarla gelecek dönemlere ait talep miktarları bulunmasıdır. Bu yöntem, talebin meydana gelmesine etki eden etmenler ile talep adedi arasındaki ilişkinin gelecek zamanlar için de aynı şekilde eğilimi olacağı varsayımına dayanmaktadır. İşletmeler bu yöntemlerden operasyonlarına göre bir veya birden çoğunu kullanabilmektedirler.

Nicel tahmin yöntemleri, zaman serileri analizi ve nedensel yöntemler olarak ikiye ayrılır.

2.3.2.1. Zaman Serileri Analizi

Bir zaman serisi, eşit aralıklarda bir bağımsız değişkenin aldığı değerleri gösteren bir küme olarak tanımlanır. Zaman serilerinde, bağımsız değişken her zaman saat, ay, gün gibi bir zamanı belirtir ve değerler arasında eşit aralıklar vardır. Bağımlı değişken stok düzeyi, para, ürün sayısı, verim gibi ölçülebilen bir değerdir. Zaman serisi analizinde geleceğin tahmini geçmişe ait veriler kullanılarak yapılır. Geçmişteki davranış biçiminin gelecekte de devam edeceği ön görülür. Bunda dolayı, ani ve umulmayan değişmelerin gözlemlendiği zamanlarda bu yöntemin uygulanması doğru olmaz. (Kobu, 2008)

Zaman serisini etkileyen beş faktör vardır. Bunlar şu şekilde sıralanır;

1. *Trend:* Zaman serisinin uzun süredeki değişme yönünü gösterir.
2. *Mevsimsel değişmeler:* Doğal koşulların veya kişilerin davranışlarının neden olduğu değişmelerdir.
3. *Uzun vadeli dalgalanmalar:* En az üç yılı içeren uzun süreli trend doğrusu etrafında oluşan değişimlerdir.
4. *Tesadüfi değişmeler:* Meydana geliş sebepleri belirsiz olan ve belirli bir dalgalanma şekli göstermeyen değişmelerdir.

Zaman serileri analizinde kullanılan yöntemler; hareketli ortalama, ağırlıklı hareketli ortalama, üssel düzeltme, ikili üssel düzeltme (Holt lineer), Winters yöntemi, Holt-Winters, Box-Jenkins, otoregresif hareketli ortalamalar (AR-MA), otoregresif bütünleşik hareketli ortalamalar (ARIMA) yöntemleri olarak sıralanabilir. Bu çalışmada

hareketli ortalama, üssel düzeltme, ikili üssel düzeltme ve Holt-Winters yöntemi kullanılacağı için sadece bu modeller ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

Eğer veriler trend veya mevsimsellik içermiyorsa, hareketli ortalama veya üssel düzeltme yöntemi kullanmak uygundur. Eğer veriler lineer bir trend sergiliyorsa, ikili üssel düzeltme (Holt lineer) yöntemi kullanmak uygundur. Eğer veriler trend ile birlikte mevsimsellik içeriyorsa, Holt-Winters yöntemini kullanmak uygundur. (Makridakis, Wheelwright & Hyndman, 1998)

Hareketli Ortalama Yöntemi

Hareketli ortalama, daima aynı sayıda eski talep değerinin ortalamasını almaktır. Zaman serisine eklenen her yeni bilgiye karşılık en eski ortalama hesaplamasından çıkarılır. Bu şekilde, eskiyen bilginin talep tahmine olan etkisi ortadan kaldırılır. (Yenersoy, 2015)

Hareketli ortalama yönteminin formülasyonu şu şekildedir;

$$F_t = \frac{Y_{t-1} + Y_{t-2} + Y_{t-3} + \cdots + Y_{t-n}}{n} \tag{2.1}$$

$F_t = t$ periyodu için tahmin

$Y_{t-1} =$ Önceki dönem gerçek talep

n = Ortalamadaki toplam dönem sayısı

Hareketli ortalama yöntemi ile meydana gelen tahminler, incelenen ayın satışının önceki ayların etkisinde olması halinde iyi sonuç verir. Yani, bir aya ait satış değeri önceki ayların satış değerlerinin az veya çok olmasından etkileniyorsa bu yöntemi uygulamak uygun olur. (Kobu, 2008)

Üssel Düzeltme Yöntemi

Bu yöntem ağırlıklı hareketli ortalama yönteminin daha gelişmiş şeklidir. Bu yöntemde ağırlıklarla üssel artan-azalan bir seri oluşturarak ağırlıklı ortalama hesabının kolaylaşması sağlanmıştır. Üssel düzeltme faktörü olarak adlandırılan α ağırlığı seçilerek (0-t) en eski veriye en küçük, en yeni veriye de en büyük ağırlığı vermek mümkün olur. (Yenersoy, 2015)

Üssel düzeltme yönteminin formülasyonu şu şekildedir;

$$F_{t+1} = \alpha * Y_t + (1 - \alpha)F_t \tag{2.2}$$

$F_{t+1} =$ *t* periyodu için tahmin

$F_t =$ Önceki dönem tahmini

$Y_t =$ Önceki dönem gerçek talep

α = Düzeltme katsayısı ($0 \leq \alpha \leq 1$)

Üssel düzeltmede uygun α değerinin seçilmesi gerekmektedir. En küçük MSE değerini veren α değeri belirlenir ve tahmin süreci bu değerle devam ettirilir. Genellikle zaman serisinin değerleri hızlı yükselen bir trend gösteriyorsa, α 1'e yakın bir değer, trend fazla değilse 0'a yakın bir değer alınarak denemeler yapılabilir.

İkili Üssel Düzeltme Yöntemi

Üssel düzeltme yöntemi, kullanılan zaman serisinin bir trende sahip olması durumunda uygulanması elverişli olmaz. Zaman serisinin trende sahip olması durumunda ikili üssel düzeltme yöntemi (diğer adıyla Holt lineer metodu) kullanılır. Holt, verilerin trendlere göre tahmin edilmesini sağlamak için üssel düzeltme yöntemini genişleterek lineer üssel düzeltme yapmıştır. Holt'un lineer üssel düzeltmesi için tahmin iki üssel düzeltme katsayısı kullanılarak bulunur. Bunlar α ve β'dır. 0 ve 1 arasında değer alırlar.

İkili üssel düzeltme yönteminin formülasyonu şu şekildedir;

$$L_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \tag{2.3}$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1} \tag{2.4}$$

$$F_{t+m} = L_t + b_t m \tag{2.5}$$

Burada, L_t zaman serisinin *t* anındaki serisini gösterir ve b_t ise zaman serisinin *t* anındaki eğimini gösterir. Birinci eşitlik L_t'yi doğrudan önceki dönemin trendine göre ayarlar. Burada L_t, bir önceki dönemin düzeltilmiş değerine, bir önceki dönemin trendi eklenerek oluşturulur. İkinci eşitlik de son iki değer arasındaki farkı düzgünleştirerek trend güncellenir. Çünkü, eğer verilerde bir eğilim varsa, yeni değerler öncekilere göre daha yüksek veya daha düşük olmalıdır. Geriye kalan bazı rassallıklar olabileceği için trend $(L_t - L_{t-1})$ ve β'yla çarpılarak düzgünleştirilir ve $(1-\beta)$ ve bir önceki belirlenen trend çarpılarak eklenir. Son eşitlik tahmin değerini verir. Trend b_t, önümüzdeki tahmin edilecek dönem sayısı (m) ile çarpılır ve L_t ile toplanır. İkili üssel düzeltmede de uygun α ve β değerlerinin seçilmesi gerekmektedir. En küçük MSE değerini veren α ve β değeri belirlenir ve tahmin süreci bu değerle devam ettirilir. (Makridakis, Wheelwright & Hyndman, 1998)

Holt-Winters Yöntemi

Holt-Winters yöntemi, zaman serisinin trend bileşeni ile birlikte mevsimsellik de içerdiği zamanlarda kullanılır. Bu durumda talep, lineer bir yapı göstermemektedir. Holt-Winters yöntemi 3 düzgünleştirme eşitliğinden oluşur. Birincisi seviye, ikincisi trend üçüncüsü ise mevsimselliktir. İkili üssel düzeltmeye benzerdir.

Holt-Winters yönteminin formülasyonu şu şekildedir;

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1-\alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.6)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1} \quad (2.7)$$

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1-\gamma)S_{t-s} \quad (2.8)$$

$$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m} \quad (2.9)$$

Bu yöntemde α düzgünleştirme katsayısı, β trend için düzgünleştirme katsayısı ve γ mevsimsel öngörü düzgünleştirme katsayısı kullanılmaktadır. α , β ve γ 0 ile 1 arasında değer alırlar. L_t zaman serisinin t anındaki seviyesini verir ve bir önceki dönemin seviye değeri ile trend değerini düzgünleştirir. b_t ise zaman serisinin t anındaki eğimini gösterir ve son iki dönemin seviye değerleri arasındaki farkı düzgünleştirerek, oluşan fark üzerinden trend bileşenini hesaplar. S_t ise zaman serisinin t anındaki mevsimsellik bileşenini verir. Formüldeki *s* mevsim uzunluğunu göstermektedir.

F_{t+m}, trende ve mevsimselliğe sahip olan zaman serisinin $t+m$ dönemindeki tahmini değeri gösterir. t anında hesaplanan seviye, trend ve mevsimsellik bileşenleri kullanılarak çözümlenir. (Makridakis, Wheelwright & Hyndman, 1998)

2.3.2.2. Nedensel Yöntemler

Talebin düzeyini etkileyen nedenlerin incelenmesi ve bu nedenler ile talep arasındaki etkileşim yapısının modellenmesidir. Nedensel yöntemler arasından çoğunlukla kullanılan metotlar regresyon analizi ve korelasyon analizidir.

Regresyon analizi

Regresyon analizi bağımlı bir bileşen (örneğin bir ürüne olan talep) ile bağımsız bir bileşen (örneğin zaman) arasındaki bağlantıyı belirler. Bağımsız bileşen *x* ile bağımlı bileşen *y* arasındaki bağlantının formülü

$$y = b_0 + b_1 x + b_2 x^2 + \cdots + b_n x^n + \varepsilon \quad (2.10)$$

şeklinde yazılır. Burada $b_0, b_1, \ldots, bn$ bilinmeyen parametrelerdir. Rastgele hata ε'ye, sabit standart sapmaya ve sıfır ortalamaya sahiptir. Regresyon modeli, bağımlı bileşenin zaman içerisinde lineer bir yapıya dönüştüğünün düşünüldüğü bir modeldir. Şöyle ki,

$$y^* = a + bx \quad (2.11)$$

olarak tanımlanır. a ve b sabitleri, gözlemlenen ve tahmin edilen değerler arasındaki farkların karesinin toplamını minimum kılmaya çalışan en küçük kareler yöntemi esas alınarak, zaman serisi verisinin kendisinden elde edilir.

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i x_i - n\bar{y}\bar{x}}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - n\bar{x}^2} \quad (2.12)$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad (2.13)$$

Burada,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \quad (2.14)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i}{n} \quad (2.15)$$

olup, denklemlerden *a*'nın değerini hesaplayabilmek için önce *b*'yi hesaplamamız gerektiği görülmektedir. (Taha, 2015)

Korelasyon Yöntemi

Korelasyon analizi, iki bileşen arasındaki bağlantıyı veya bir bileşen iki veya daha çok bileşen ile olan bağlantısını test etmek, varsa bu bağlantının derecesini ölçmek için kullanılan bir yöntemdir. Korelasyon analizinde amaç; bağımsız bileşen *x* değiştiğinde, bağımlı bileşen *y*'nin ne yönde değişeceğini görmektir. Korelasyon analizi sonucunda, doğrusal bağlantı olup olmadığı, ve varsa bu bağlantının derecesi korelasyon katsayısı ile hesaplanır. Korelasyon katsayısı "r" ile gösterilir ve -1 ile 1 arası değerler alır.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i x_i - n\bar{y}\bar{x}}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - n\bar{x}^2\right)\left(\sum_{i=1}^{n} y_i^2 - n\bar{y}^2\right)}} \quad (2.16)$$

Burada $-1 \leq r \leq 1$'dir. Eğer $r = \pm 1$ ise, *x* ve *y* arasında iyi bir doğrusal bağlantı söz konusudur. Genellikle $|r|$ değeri 1'e yaklaştıkça doğrusal bağlantı artar. Eğer $r = 0$ ise *y* ve *x* bağımsız olabilir. (Taha, 2015)

2.3.3. Yapay Zeka Çözümleri

Bilgisayarlar oldukça karmaşık sayısal hesaplamaları anında çözümleyebilirler. Ancak anlamayı ve deneyimlerle elde edilmiş bilgileri değerlendirebilme noktasında çok yetersizdirler. Yapay zeka ile bilgisayar sistemleri probleme çözüm üretirken insanın problemleri çözme sürecini taklit etmektedirler. Özellikle çözümü zor olan veya çözülemeyen problemlerin çözülmesi için yapay zeka sistemleri geliştirilmiştir.

Bilgisayarların insanların öğrenme ve çözümleme mekanizmalarını taklit etmesinin sağlanması farklı birçok yapay zeka alt dallarının doğmasına neden olmuştur. Bulanık mantık ve yapay sinir ağları, talep tahminde çoğunlukla tercih edilen yöntemlerdir.

2.3.3.1. Bulanık Mantık

Bulanık mantık, bilgisayarlara insanların kişisel verilerini işleyebilme, onların deneyimlerinden ve önsezilerinden faydalanarak çalışabilme yeteneği verir. Bu yeteneği kazanırken sayısal ifadeler yerine sembolik ifadeler kullanılır. Bu sembolik ifadelerin bilgisayarlara aktarılması bulanık mantığa dayanır. (Öztemel, 2016)

Bulanık mantık, veri ve bilgiye sahip istatistiksel olmayan belirsizliklerin kullanılması için 1965'te L. Zadeh tarafından ortaya konulmuştur. Bulanık mantığın genel özellikleri Zadeh tarafından şu şekilde ifade edilmiştir; (Elmas, 2016)

- Bulanık mantıkta, kesin değerlere dayanan düşünme yerine, yaklaşık düşünme kullanılır.
- Bulanık mantıkta her şey [0,1] aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
- Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, çok, az gibi dilsel ifadeler şeklindedir.
- Bulanık çıkarım işlemi dilsel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılır.
- Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
- Bulanık mantık matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için uygundur.

2.3.3.2. Yapay Sinir Ağları

Genel olarak yapay sinir ağların, bilgisayarın olayları öğrenmesini sağlayan bilgisayar programlarıdır. Örnekler kullanılarak olayların girdi ve çıktıları arasındaki ilişkilerle sistem eğitilir. Eğitimle öğrenilen bilgiler ile benzer olaylar yorumlanarak problemler çözülür. Yapay sinir ağları 3. Bölümde daha ayrıntılı bir şekilde incelenecektir.

2.3.4. Tahmin Yöntemlerinin Doğruluğunun Ölçülmesi

Tahmin modellerinin doğruluğunun ölçülmesi ve denetlenmesinde hata testleri oldukça önemli bir yere sahiptir. Tahmin yöntemlerinin doğruluğunu belirlememizi sağlayan hata testleri, tahminleme ile gerçekleşen değer arasındaki farkı ölçmektedirler.

Tahmin teknikleri için, tahminin doğruluğunu ölçmek önemlidir. Tahminler neredeyse her zaman hata içerir. Hata, tahminin gerçek talepten sapmasına neden olan tahmin edilemeyen faktörlerden kaynaklanır. Tahminlerde, uygun tahmin modelleri seçilerek tahmin hataları en aza indirilmeye çalışılır, ancak tüm hata türlerini elimine etmek imkânsızdır. (Krajewski, Malhotra & Ritzman, 2016)

Tahmin hatası, sadece tahminin gerçek talepten çıkarılmasıyla bulunan farktır.

$$E_t = A_t - F_t \tag{2.17}$$

$E_t = t$ döneminde tahmin hatası

$A_t = t$ döneminde gerçekleşen talep

$F_t = t$ dönemindeki tahmin

Bu denklem, daha uzun süreleri kapsayan birkaç tahmin hatası ölçüsü oluşturmak için başlangıç noktasıdır. Tahmin yöntemlerinde kullanılan dört ana hata ölçüsü bulunmaktadır. Bunlar ortalama hata, ortalama mutlak sapma, ortalama kare hatası ve ortalama mutlak yüzde hatasıdır. (Krajewski, Malhotra & Ritzman, 2016)

2.3.4.1. Ortalama Hata (ME)

Ortalama hata, meydana gelen hata değerlerinin aritmetik ortalamasını alır. Hata değerlerinin negatif ya da pozitif değerler almasına izin verir. ME (Mean Error) ifadesi ile gösterilir.

Aşağıdaki şekilde formüle edilir;

$$ME = \frac{\sum_{t=1}^{n}(A_t - F_t)}{n} \tag{2.18}$$

2.3.4.2. Ortalama Mutlak Sapma (MAD)

Mutlak değerler ile tahminlerdeki ortalama hatanın bulunmasıdır. Gerçek talep ve tahmin talebi arasındaki farklar dikkate alınarak hesaplanır. MAD (Mean Absolute Deviation) ifadesi ile gösterilir. Aşağıdaki şekilde formüle edilir; (Chase , Aquilano & Jacobs, 1998)

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{n}|A_t - F_t|}{n} \tag{2.19}$$

2.3.4.3. Ortalama Kare Hatası (MSE)

Ortalama kare hatası, hatanın büyüklüğünün pozitif veya negatif olmasıyla ilgilenmeden tanımlayan bir ölçüdür. MSE (Mean Square Error) ifadesi ile gösterilir. Aşağıdaki şekilde formüle edilir; (Yenersoy, 2015)

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^{n}(A_t - F_t)^2}{n} \tag{2.20}$$

2.3.4.4. Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)

Ortalama mutlak yüzde hatada meydana gelen hatalar yüzdesel olarak gösterilir. Bu şekilde hata ölçütlerinin kıyaslanması sağlanır. MAPE (Mean Absolute Percentage Error) ifadesi ile gösterilir. Aşağıdaki şekilde formüle edilir;

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^{n}\frac{|A_t - F_t|}{A_t} * 100}{n} \tag{2.21}$$

BÖLÜM 3. YAPAY SİNİR AĞLARI İLE TALEP TAHMİNİ

3.1. Yapay Sinir Ağları Tanımı ve Tarihçesi

Yapay sinir ağları insan beyninden ilham alınarak geliştirilmiştir. Ağırlıklı ilişkiler aracılığı ile birbirine bağlanan ve her biri kendi belleğine sahip işlem elemanlarından oluşan bilgi işleme yapılarıdır. Yapay sinir ağları, biyolojik sinir ağlarını taklit eden bilgisayar programlarıdır. Yapay sinir ağları kullanıcının yeteneklerini gerektirmeyen, kendi kendine öğrenme düzenekleridir. Bu ağlar öğrenmenin yanı sıra, ezberleme ve bilgiler arası ilişkiler oluşturma yeteneğine de sahiptir. (Elmas, 2016)

YSA insan beyninin işlevsel yapısına benzer şekilde,

- Öğrenme
- İlişkilendirme
- Sınıflandırma
- Genelleme
- Özellik Belirleme
- Optimizasyon

gibi özelliklerde iyi bir şekilde uygulanmaktadırlar.

Yapay sinir ağları sırayla birbirine bağlı ve paralel olarak çalışabilen yapay hücrelerden oluşmaktadırlar. İşlem elemanları olarak da adlandırılan bu hücrelerin birbirine bağlandıkları ve her bağlantının bir değeri vardır.

YSA araştırmacıların nörobiyoloji konusuna yönelmeleri ve sonuçları bilgisayar bilimine uyarlamalarıyla başlamıştır. Kronolojik olarak aşağıdaki gibidir; (Kargı , 2015)

- 1890 yılında insan beyninin nasıl çalıştığı ile ilgili bilgileri William James vermiştir.
- 1943 yılında matematikçi olan Water Pitts ve sinir fizyoloğu olan Warren McCulloch, “Sinir Aktivitesinde Düşüncelere Ait Bir Mantıksal Hesap” adlı çalışmada bir sinir hücresinin ilk matematiksel modeli ele alınmıştır.
- 1949 yılında Hebb “Davranış Organizasyonu” isimli kitabında Hebbian öğrenme kuralı geliştirmiştir. Bu kural, sinir ağının bağlantı sayısı değiştirildiğinde öğrenmenin olabileceğini öngörmektedir.
- 1951 yılında Marvin Minsky ve Dean Edmonds tarafından, otomatik olarak ağırlık ayarı yapabilen ilk nöro-bilgisayar geliştirilmiştir.

- 1954'de Farley ve Clark, rassal ağlar ile adaptif tepki yaratma kavramını çıkartmışlardır. Bu yaklaşım 1958'de Rosenblatt ve 1961'de Caianiello tarafından geliştirmişlerdir.
- 1959 yılında Bernard Widrow ve öğrencisi Marciam Hoff, ADALINE yöntemini ortaya çıkartmışlardır.
- 1969 yılında Seymour Papert ve Marvin Minsky'nin çıkarttıkları Algılayıcılar adlı kitapta, algılayıcıların doğrusal olmayan problemlere çözüm üretemeyeceği sonucu ortaya atılmıştır. Bu tezlerini ileri sürerken yapay sinir ağlarının XOR problemini çözemediğini kanıtlamalarıyla bu alanda yapılan tüm araştırmalar duraklama dönemine girmiştir. Aynı yıl, Amerika Birleşik Devletlerinde araştırma geliştirme çalışmalarını yürüten organizasyon olan DARPA, YSA ile ilgili çalışmaları desteklemeyi durdurmuştur.
- 1982 yılında Hopfield tarafından yayınlanan "Yapay Sinir Ağları ve Gelişen Kolektif Hesapsal Yetenekli Fiziksel Sistemler" isimli makalede, YSA'nın basit bir analog devre modelini ortaya çıkarmıştır. Bu yaklaşımı kullanarak analog-ikili dönüştürücü tasarımı ve gezgin satıcı gibi problemler için çözümler ortaya çıkarmıştır. Böylece duraklama dönemi sonlanmış ve yapılan çalışmalarla birlikte yapay sinir ağlarında yeni bir dönem başlamıştır.
- 1986 yılında Rumelhart ve arkadaşları tarafından çok katmanlı yapay sinir ağları için geriye yayılma algoritması geliştirilmiştir.
- 1987 yılında ilk yapay sinir ağları sempozyumu gerçekleştirilmiş ve bunun üzerine yapılan uygulamalar artmaya başlamıştır.
- 1988 yılında Lowe ve Broomhead, özellikle filtreleme problemlerinde oldukça iyi sonuçlar alabildikleri, Radyal Tabanlı Fonksiyonlar (RBF) modelini geliştirdiler. Bu ağın çok katmanlı algılayıcılara alternatif olarak geliştirildiğini belirttiler. Bunu izleyen süreçte, Specht bunların daha gelişmiş hali olan Probabilistik Sinir Ağları (PNN) ve Tekrarlayan Sinir Ağlarını (RNN) geliştirdiler.

Günümüzde de bu konuda çalışan çok sayıda bilim adamı ve bu alanda yayınlanan birçok bilimsel yayın ile hızlı gelişimini devam ettirmektedirler.

3.2. Yapay Sinir Ağları Genel Özellikleri

Yapay sinir ağlarının genel özellikleri uygulanan ağ modeline göre değişmektedir. Her model için geçerli olan genel özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir: (Öztemel, 2016)

- *Makine öğrenmesi gerçekleştirirler:* YSA'nın ana görevi bilgisayarların öğrenmesini gerçekleştirmektir. Vakaları öğrenerek benzer vakalar karşısında benzer kararlar verirler.
- *Bilgilerin saklanması:* YSA'da bilgi ağın bağlantılarının değerleri ile ölçülüp bu değerler bağlantılarda saklanmaktadır.

- *Örnekleri kullanarak öğrenme:* Gerçekleşmiş olaylardan sunulan verileri kullanarak, verilen olayla ilgili genelleme yapabilecek yeteneğe (adaptif öğrenme) sahip olurlar.
- *Ağın eğitilmesi:* Örneklerin ağa sunulması ve ağın kendi mekanizmalarını çalıştırarak örnekteki olaylar arasındaki ilişkileri belirlemesidir.
- *Görülmemiş örnekler hakkında bilgi üretme:* YSA verilen örneklerden genelleme yaparak görmediği örnekler için bilgi üretir.
- *Algılamaya yönelik olaylarda kullanabilme:* Ağlar daha çok algılamaya yönelik bilgileri işlemede kullanılır. Bilgiye dayalı çözümlerde uzman sistemler kullanılmaktadır.
- *Şekil ilişkilendirme ve sınıflama yapabilme:* Genellikle ağların birçoğunun amacı, örnekler halinde verilen olayların kendisi veya diğerleri ile ilişkilendirmektir. Sınıflandırma yapmak da bir diğer amacıdır.
- *Örüntü tamamlama gerçekleştirebilme:* Bazı durumlarda ağa eksik veriler içeren bir örüntü veya şekil verilir ve ağın bu eksik verileri bulması istenir.
- *Kendi kendini organize etme ve öğrenebilme:* Örnekler ile ağa verilen yeni durumlara alışabilirler ve sürekli yeni olayları öğrenebilirler.
- *Eksik bilgi ile çalışabilme:* YSA'lar eğitimi tamamlandıktan sonra eksik verilerle işlem yapabilir ve yeni örneklerde eksik veri bulunmasına rağmen çalışabilirler.
- *Hata toleransına sahip olma:* YSA'nın eksik verilerle çalışabilmeleri hatalara karşı toleransa sahip olmalarını sağlamaktadır. Ağın bazı yerlerinin bozulması ve çalışamaz duruma gelmesi durumunda ağ çalışmaya devam eder. Ağın bozuk olan hücrelerinin önemine göre ağın performansında düşmeler olabilir.
- *Belirsiz tam olmayan bilgileri işleme:* Olayları öğrendikten sonra belirsizlikler altında ağlar öğrendikleri olaylar ile ilgili ilişkileri kurarak karar verebilirler.
- *Dereceli bozulma gösterme:* YSA'nın hatalara karşı toleranslı olmaları bozulmalarının da dereceli(göreceli) olmasına neden olmaktadır. Ağlar hemen bozulmazlar zaman içerisinde yavaş yavaş bozulurlar.
- *Dağıtık belleğe sahip olma:* YSA'da bilgi ağa yayılmış durumdadır. Hücrelerin birbirleri ile olan bağlantılarının değerleri ağın bilgisini gösterir.
- *Nümerik bilgi ile çalışma:* YSA yalnızca sayısal veriler ile çalışır. Sembolik ifadeler ile verilen verilerin sayısal değerlere dönüştürülmeleri gerekmektedir.

3.3. Yapay Sinir Ağlarının Dezavantajları

Yapay sinir ağlarının yukarıda belirtilen birçok avantajlı özelliklerinin olduğu gibi bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Aşağıdaki gibi özetlenebilir: (Öztemel, 2016)

- Yapay sinir ağlarının donanım ile çalışmaları önemli bir sorundur. Ağların gerçek zamanlı bilgi işleyebilmeleri paralel çalışabilen işlemcilerin varlığına bağlıdır. Günümüzdeki makinelerin birçoğu seri şekilde çalışabilmektedir. Paralel

işlemleri seri makinelerde yapmak zaman kaybına yol açmaktadır. Buna ek olarak bir ağın nasıl oluşturulması gerektiğini belirleyecek kuralların olmaması da başka bir dezavantajdır.

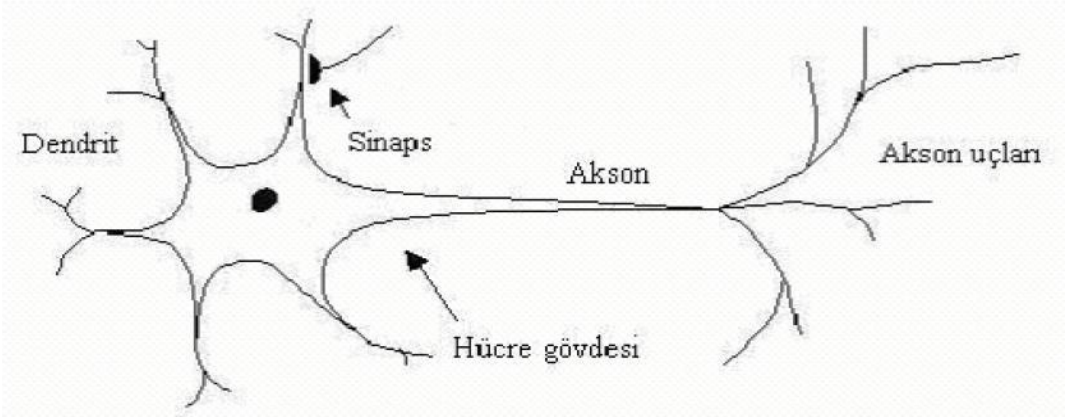
- Probleme uygun ağ yapısının belirlenmesi çoğunlukla deneme yanılma yoluyla yapılmaktadır ve bu da önemli bir problemdir. Çünkü problem için uygun bir ağ modeli oluşturulamaz ise çözümü olan bir problemin çözümlenememesi veya performansı az çözümlerin elde edilmesi durumları oluşabilir.
- Bazı ağlarda ağın parametre değerlerinin bulunmasında bir kural olmaması problemdir. Bu değerler için belli standart oluşturulması çok zor olduğundan her problem için tek tek değerlendirme oluşturulması gerekmektedir. Bu da önemli bir dezavantajdır.
- Ağın öğrenmesi gereken örneklemin ağa sunulması da problemdir. YSA yalnızca sayısal veriler ile çalışır ve örneklem sayısal değerlere dönüştürülerek ağa sunulur.
- Ağın eğitiminin bitirileceği zaman bilinmemektedir. Ağın hata oranının belli seviyenin altına düşmesi eğitiminin bitirilmesi için yeterlidir. Fakat optimum öğrenmenin gerçekleştiği söylenemez.
- Bir diğer önemli problemde ağın davranışının bilinememesidir. Sonuç ortaya çıktığı zaman bunun nasıl ve neden ortaya çıktığı konusunda bir bilgi bulunmamaktadır. Bu da ağa olan güveni düşürmektedir.

3.4. Yapay Sinir Ağlarının Yapısı ve Temel Elemanları

3.4.1. Biyolojik Sinir Hücreleri

Yapay sinir hücrelerinin yapısını anlayabilmek için insanın biyolojik sinir sistemini anlamak gerekir. Biyolojik sinir ağları beynimizde bulunan çok sayıda sinir hücresinin bir koleksiyonudur. Bir sinir ağı milyarlarca sinir hücresinin bir araya gelmesi ile oluşmaktadır ve birbirleriyle bağlanarak fonksiyonlarını yerine getirirler. Biyolojik sinir ağları oldukça büyük ve karışık olayları çözümleyebilecek yetenektedir. Yapay sinir ağları ile bu yeteneğin bilgisayara kazandırılması amaçlanmaktadır. (Öztemel, 2016)

Sinir ağının ana elemanları nöronlardır. Nöronlar; dendritler, aksonlar, hücre gövdesi ve sinapslerden meydana gelir. Sinapsler sinir hücreleri arasındaki bağlantılardır. Bunlar fiziksel bağlantılar olmayıp bir hücreden diğerine elektrik sinyallerinin geçmesini sağlayan boşluklardır. Bu sinyaller somaya giderler ve soma bunları işleme tabi tutar. Sinir hücresi kendi elektrik sinyalini oluşturur ve axon aracılığı ile dentritlere gönderir. Dentritler ise bu sinyalleri snapslere göndererek diğer hücrelere ulaştırır. Şekil 3.1'de biyolojik sinir hücresi yer almaktadır.

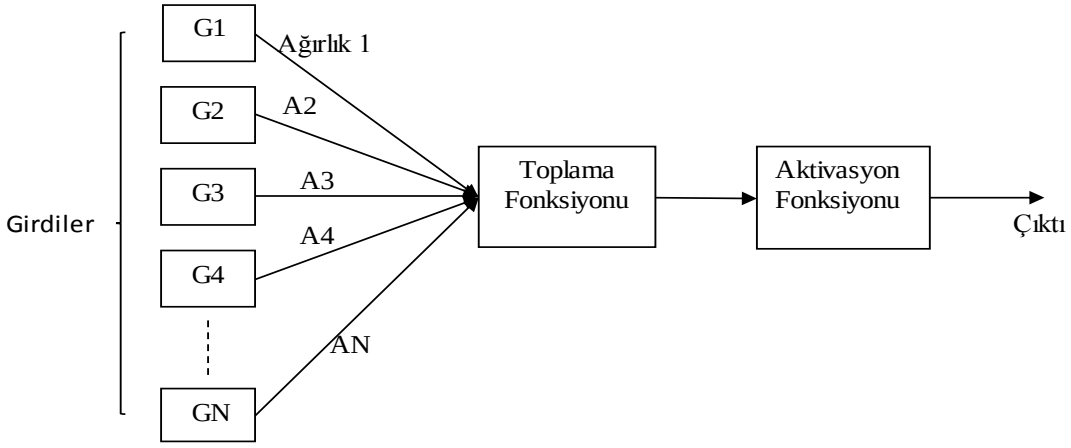


Şekil 3.1. Biyolojik Sinir Hücresi (Sarı, 2016)

Bu şekilde milyarlarca sinir hücresi bir araya gelerek sinir sistemini oluşturur. Yapay sinir ağları biyolojik hücrelerin bu özelliklerinden yararlanarak geliştirilmiştir.

3.4.2. Yapay Sinir Hücresi

Yapay sinir ağları, biyolojik sinir ağları gibi birbirine bağlı çok sayıda yapay sinir hücresinden meydana gelip, çoğunlukla paralel çalışan yapılar olarak tanımlanabilir. Bir yapay sinir hücresi ana olarak girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıktı olmak üzere 5 kısımdan oluşmaktadır. Şekil 3.2'de bir yapay sinir hücresi verilmiştir.



Şekil 3.2. Yapay Sinir Hücresi (Sarı, 2016)

1. *Girdiler*: Bir yapay sinir ağına dışarıdan alınan verilerdir. Bunlar ağın öğrenmesi beklenen örneklerden, başka bir sinir hücresinden veya yapay sinir hücresinin kendisinden de gelebilir. (Kargı , 2015)
2. *Ağırlıklar*: YSA'ya gelen girdilerin ağ üzerindeki etkisini gösteren uygun katsayılardır. Bütün girdiler kendine ait bir ağırlığa sahiptir. Ağırlıkların değerinin çok ya da az olması önemli veya önemsiz olduğu anlamına gelmez. (Elmas, 2016)

3. *Toplama fonksiyonu*: Bir hücreye gelen net girdiyi hesaplayan fonksiyondur. Bunun için farklı fonksiyonlar kullanılmaktadır. Çoğunlukla kullanılan ağırlıklı toplama ulaşmaktır. Bu fonksiyonda, bütün girdi değerleri gerçek değer ile çarpılır ve toplanır. Aşağıdaki gibi formüle edilir;

$$NET = \sum_{i}^{n} G_i A_i \tag{3.1}$$

Burada G girdileri, A ağırlıkları, hücreye gelen toplam girdi sayısı ise n ile gösterilmektedir. Toplama fonksiyonu olarak her zaman bu formül kullanılmayabilir. Toplama fonksiyonunun belirlenmesinde kullanılan yapay sinir ağı modelleri etkili olur. Tablo 3.1'de değişik toplama fonksiyonu örnekleri verilmiştir. (Öztemel, 2016)

Tablo 3.1. Toplama Fonksiyonu Türleri (Öztemel, 2016)

Net giriş	**Açıklama**
Çarpım $Net\ Girdi = \prod_{i} G_i A_i$	Ağırlık değerleri girdiler ile çarpılır ve bulunan değerler birbiri ile çarpılarak net girdi hesaplanır.
Maksimum $Net\ Girdi = Max(G_i A_i), i = 1 \dots N$	*N* tane girdi içinden ağırlıklarla çarpıldıktan sonra en büyüğü yapay sinir hücresinin net girdisi olarak kabul edilir.
Minimum $Net\ Girdi = Min(G_i A_i), i = 1 \dots N$	*N* tane girdi içinden ağırlıklarla çarpıldıktan sonra en küçüğü yapay sinir hücresinin net girdisi olarak kabul edilir.
Çoğunluk $Net\ Girdi = \sum_{i} sgn(G_i A_i)$	*N* tane girdi içinden ağırlıklarla çarpıldıktan sonra pozitif ve negatif olanların sayısı bulunur. Büyük olan sayı hücrenin net girdisi olarak kabul edilir.
Kümülatif toplam $Net\ Girdi = \overset{Net}{i}(eski) + \sum (G_i A_i)$	Hücreye gelen bilgiler ağırlıklı olarak toplanır ve önceden gelen bilgilere eklenerek hücrenin net girdisi bulunur.

4. *Aktivasyon fonksiyonu*: Hücreye gelen net girdiyi işledikten sonra hücrenin bu girdiye karşılık üreteceği çıktıyı belirleyen fonksiyondur. Toplama fonksiyonunda olduğu gibi aktivasyon fonksiyonunda da çıktıyı hesaplamak için değişik formüller kullanılabilir. Çoğunlukla kullanılan daha sonra ayrıntı olarak işleyeceğimiz çok katmanlı algılayıcılarda da aktivasyon fonksiyonu olarak sigmoid fonksiyonu kullanılmaktadır. Aşağıdaki gibi formüle edilir:

$$F(NET) = \frac{1}{1 + e^{-NET}} \tag{3.2}$$

Bu formülde, NET süreç elemanına gelen NET girdi değerini göstermektedir. Bu değer toplama fonksiyonu kullanılarak belirlenmektedir. Aktivasyon fonksiyonu olarak kullanılabilecek diğer fonksiyonlarda Tablo 3.2'de gösterilmiştir. (Öztemel, 2016)

Tablo 3.2. Aktivasyon Fonksiyonu Türleri (Öztemel, 2016)

Aktivasyon fonksiyonu	**Açıklama**
Lineer fonksiyon $F(NET) = NET$	Gelen girdiler olduğu gibi hücrenin çıktısıdır.
Step fonksiyonu $F(NET) = \begin{cases} 1 & if\ NET > eşik_değer \\ 0 & if\ NET \leq eşik_değer \end{cases}$	Gelen NET girdi değerinin belirlenen bir eşik değerinin altında veya üstünde olmasına göre hücrenin çıktısı 1 veya 0 değerini alır.
Sinüs fonksiyonu $F(NET) = Sin(NET)$	Öğrenilecek olan olayların sinüs fonksiyonuna uygun dağılım gösterdiği durumlarda kullanılır.
Eşik değer fonksiyonu $F(NET) = \begin{cases} 0 & if\ NET \leq 0 \\ NET & if\ 0 < NET < 1 \\ 1 & if\ NET \geq 1 \end{cases}$	Gelen bilgilerin 0 veya 1'den büyük veya küçük olmasına göre bir değerler alır. 0 veya 1 arasında değerler alabilir.
Hiperbolik tanjant fonksiyonu $F(NET) = (e^{NET} + e^{-NET})/(e^{NET} - e^{-NET})$	Gelen NET girdi değerinin tanjant fonksiyonundan geçirilmesi ile hesaplanır.

5. *Çıktı*: Aktivasyon fonksiyonundan gelen değer çıktı değeridir. Bu değer ya başka bir yapay sinir hücresine girdi olarak ya da dış ortama gönderilir. Bir yapay sinir ağı hücresinin birden çok girdisi olabilir ama tek bir çıktısı vardır.

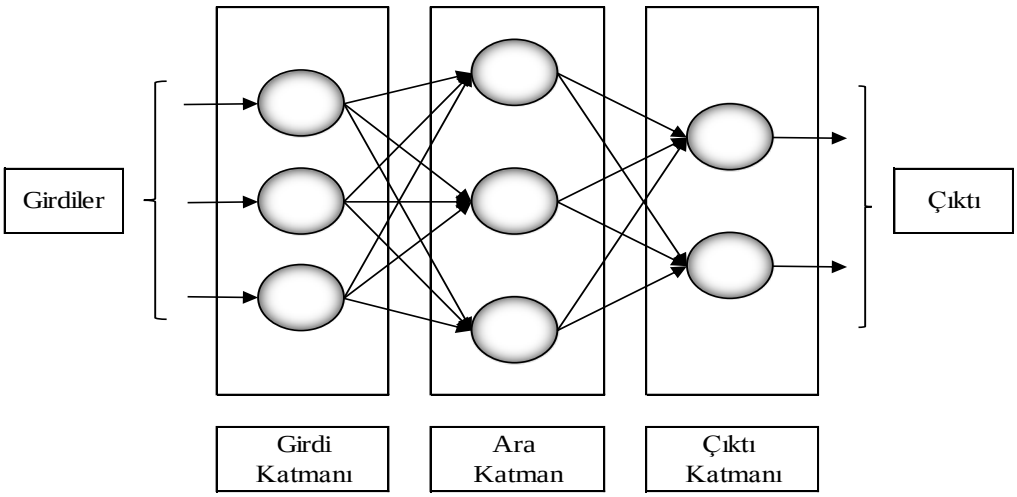
3.4.3. Yapay Sinir Ağlarının Yapısı

Yapay sinir hücrelerinin hepsi bir araya gelerek yapay sinir ağlarını oluştururlar. Hücreler üç katman şeklinde ve her katman içinde paralel olarak bir araya gelerek ağı oluştururlar. Bunlar girdi katmanı, ara katmanlar ve çıktı katmanlarıdır.

1. *Girdi katmanı*: En az bir girdi elemanı vardır. Bu katmanda veriler gelen bilgileri alır ve ara katmanlara transfer eder. Veriler üzerinde herhangi bir işlem olmaz.
2. *Ara katmanlar*: Girdi katmanından gelen veriler işlenerek çıktı katmanına gönderildiği bölümdür. Bu verilerin işlenmesi ara katmanlar tarafından gerçekleştirilir. Ara katman, tek bir katmandan veya birden çok ara katmandan oluşabilir.

3. *Çıktı katmanı*: Bir tane çıktı elemanı vardır. Bu katmandaki işlem elemanları ara katmandan gelen bilgileri işleyerek girdi katmanı için üretmesi gereken çıktıyı üretirler.

Yapay sinir ağı işlem süreci aşağıda Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Yapay Sinir Ağı Örneği (Öztemel, 2016)

3.5. Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması

Yapay sinir ağları, hücrelerin birbirleriyle farklı biçimlerde bağlanmalarından oluşur. Hücrelerin bağlantı biçimlerine, öğrenme kurallarına ve transfer fonksiyonlarına göre farklı yapay sinir ağı yapıları geliştirilmiştir. Ağın yapısını sinir hücreleri arasındaki bağlantıların yapısı belirler. Öğrenme algoritması ise bağlantıların istenilen hedefe ulaşmasını sağlar.

YSA'lar ağ modellerine ve öğrenme yapılarına göre sınıflandırılırlar.

3.5.1. Ağ Modellerine Göre Sınıflandırılması

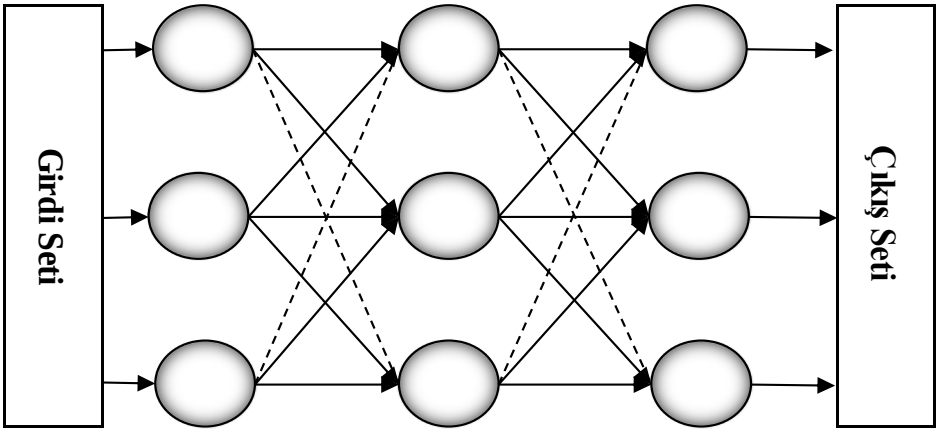
Yapay sinir ağları, ağ modellerine göre ileri beslemeli ve geri beslemeli ağlar olmak üzere iki şekilde sınıflandırılırlar.

3.5.1.1. İleri Beslemeli Ağlar

İleri beslemeli ağlarda, ağlar katmanlar şeklinde düzenlenirler. Bir katmandaki elemanlar diğer tüm katmandaki elemanlarla ilişki kurabilirler, ancak aynı katman içerisinde kendi içlerinde bağlantı kuramazlar. Bu ağlarda, bir katmanda bulunan hücrelerin çıktıları ağırlıklar üzerinden sonraki katmana girdi olarak aktarılmaktadır.

Dış ortamdan alınan bilgiler değiştirilmeden gizli katmandaki hücrelere iletilmektedir. Ara ve çıktı katmanında işlenen bilgi ağ çıktısı olarak belirlenmektedir. Bu ağlarda veri akışı, girdiden gizliye, gizliden de çıktıya iletilmektedir. Bu akış geriye dönmeden bir yönlü olarak olmaktadır.

Genellikle sinyal işleme, nesne tanıma, sistemlerin tanımlanması ve denetimi vb. alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Şekil 3.4'te ileri beslemeli ağ yapısının örneği görülmektedir.



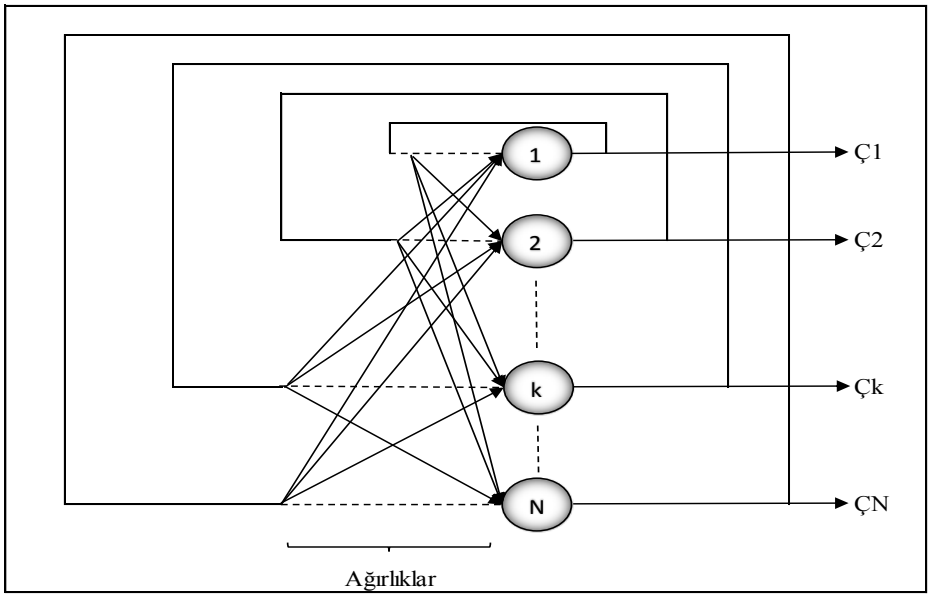
Şekil 3.4. İleri Beslemeli Ağ (Elmas, 2016)

3.5.1.2. Geri Beslemeli Ağlar

Geri beslemeli yapay sinir ağlarında çıktı, kendisine ya da diğer işlemci elemanlarına girdi olarak verilmektedir. Ayrıca geri besleme genellikle bir geciktirme elemanı(ara katman veya çıktı katmanındaki aktivasyon değerini bir sonraki iterasyona girdi olarak taşımakla görevli eleman) üzerinden yapılır. Geri besleme, bir katmandaki işlemci elemanlar arasında olduğu gibi diğer katmanlar arasındaki işlemci elemanlar arasında da olabilmektedir. (Kargı , 2015)

Geri beslemeli ağ yapıları, çoğunlukla danışmansız öğrenmenin uygulandığı ağlarda kullanılmaktadır. Hopfield ağı, bu tür yapıya sahip bir yapay sinir ağıdır. (Elmas, 2016)

Bu yapılar daha sonra ayrıntılı olarak açıklanacaktır. Şekil 3.5'te geri beslemeli ağ yapısına örnek verilmektedir.



Şekil 3.5. Geri Beslemeli Ağ (Sarı, 2016)

3.5.2. Öğrenme Yöntemlerine Göre Sınıflandırılması

Yapay sinir ağlarında öğrenme, ağa sunulan örneklerle sağlanmaktadır. Ağ kendisine sunulan her örnek için önce bilgi sahibi olur ve ağırlıkları değiştirerek ağın doğru ağırlık değerine ulaşması ile bu işlem sona erer. Böylece örneklerin temsil ettiği olayla ilgili genelleme yapabilirler. Ağırlıkların değiştirilmesi, kullanılacak olan öğrenme yöntemi ve öğrenme kuralları ile yapılmaktadır.

Yapay sinir ağlarında öğrenme yöntemleri; danışmanlı, danışmansız ve destekleyici öğrenme olarak üçe ayrılır.

3.5.2.1. Danışmanlı Öğrenme

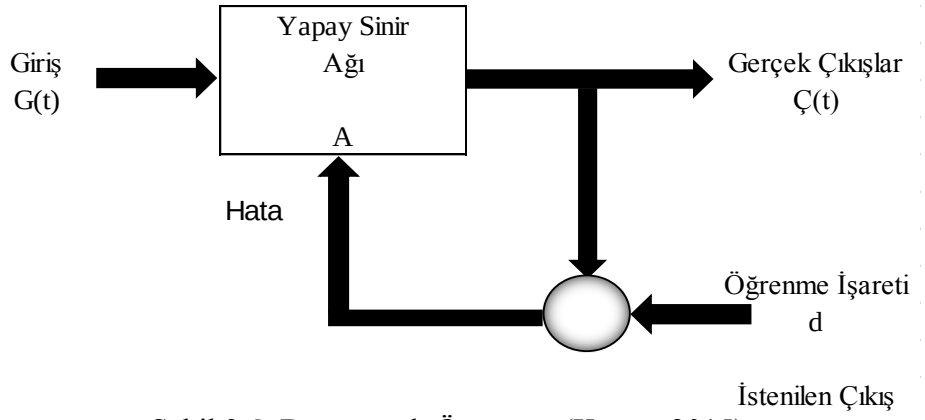
Danışmanlı öğrenmede, ağ kullanılmadan önce eğitilmelidir. Eğitim işlemi, sinir ağına giriş ve çıkış bilgileri sunmaktan oluşur. Bu bilgiler genelde eğitim kümesi olarak tanımlanır ve her bir giriş kümesi için uygun çıkış kümesi ağa sağlanmalıdır. Yapay sinir ağı, belirli bir sıralamadaki girişler için istenen istatiksel doğruluğu elde ettiği zaman eğitim işlemi tamamlanmış olur ve eğitim işlemi bitirilir.

Eğitim aşaması tamamlandıktan sonra ağ kullanılmaya başlandığında, bulunan ağırlıkların değeri sabit olarak alınır ve bir daha değiştirilmez. Bazı yapay sinir ağ yapılarında, ağ çalışırken çok düşük oranda eğitime izin verilir. Bu işlem, değişen koşullara ağların uyum sağlamasına olanak verir.

Danışmanlı öğrenmede, girdi ve çıktı eğitim bilgileri vardır. Ağ girdi bilgisine göre ürettiği çıktı değerini, istenilen değerle kıyaslayarak ağırlıkların değiştirilmesi için

kullanılacak bilgiyi elde eder. Girilen değerle istenilen değer arasındaki fark, hata oranı olarak önceden belirlenen değerden küçük oluncaya kadar ağ eğitimine devam edilir. Hata oranı istenen değerin altına düştüğü zaman tüm ağırlıklar sabitlenerek eğitim işlemi bitirilir. (Elmas, 2016)

Çok katmanlı algılayıcı ağı yöntemi kullanan bir ağdır. Danışmanlı öğrenme yapısı Şekil 3.6'da gösterilmektedir.



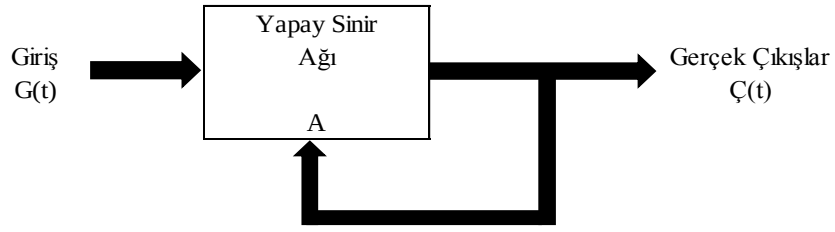
Şekil 3.6. Danışmanlı Öğrenme (Kargı , 2015)

3.5.2.2. Danışmansız Öğrenme

Danışmansız öğrenmede, sistemin doğru çıkış hakkında bilgisi yoktur ve girişlere göre kendi kendisini örnekler. Danışmansız olarak eğitilen ağlar istenen ya da hedef çıkış olmadan giriş bilgilerinin özelliklerine göre ağırlık değerlerini ayarlar.

Danışmansız öğrenmede ağ istenen dış verilerle değil verilen bilgilerle çalışır. Bu tür öğrenmede, ara katman dışarıdan yardım almaksızın kendilerini örgütlemek için bir yol bulmaları gerekir. Bundan dolayı, verilen giriş verileri için önceden bilinen performansını ölçebilecek ağ için hiçbir çıkış örneği sağlanmaz, yani ağ yaparak öğrenmektedir. (Elmas, 2016)

ART (adaptif rezonans teori) ağları bu stratejiyi kullanan sistemlere örnek gösterilebilir. Danışmansız öğrenme yapısı Şekil 3.7'de gösterilmektedir.

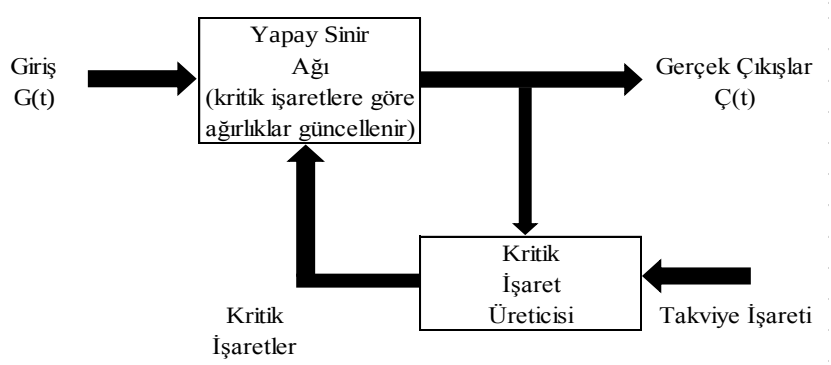


Şekil 3.7. Danışmansız Öğrenme (Kargı , 2015)

3.5.2.3. Destekleyici Öğrenme

Danışmanlı öğrenmeye yakın bir yöntemdir. Danışmanlı öğrenmede olduğu gibi bir eğitici yardımcı olur. Farklı olarak, eğitici her girdi seti için üretilmesi gereken çıktı setini ağa göstermek yerine, ağın kendisine gösterilen girdilere karşılık çıktısını üretmesini bekler.

Eğitici, üretilen çıktının doğru veya yanlış olduğunu gösteren bir sinyal üretir. Ağ, eğiticiden gelen bu sinyal ile bağlantılarının ağırlık değerlerini değiştirerek öğrenme sürecini devam ettirir. LVQ (Lineer vektör parçalama modeli) ağları bu stratejiyi kullanan sistemlere örnek gösterilebilir. Destekleyici öğrenme yapısı Şekil 3.8'de gösterilmektedir.



Şekil 3.8. Destekleyici Öğrenme (Kargı , 2015)

3.6. Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme Kuralları

1. *Hebb kuralı*: Donald Hebb tarafından 1949 yılında biyolojik temele dayalı olarak geliştirilmiş olan Hebb algoritması en eski ve ünlü öğrenme kuralıdır. Bu kural diğer tüm öğrenme algoritmalarının temeli sayılır. Buna göre, sinirler arasındaki ağırlıklar artar ve sinirler arasındaki ilişki güçlenirse sinirin girdi ve çıktısı aktiftir. (Kargı , 2015)
2. *Hopfield kuralı*: Bu kural, kuvvetlendirme veya zayıflatmanın büyüklüğünü belirleyebilmesi haricinde Hebb kuralıyla benzerdir. Buna göre, eğer istenilen çıkış ve girişin her ikisi de aktif veya pasif ise, bağlantı boyutlarını öğrenme oranı kadar artırılır, aksi halde bağlantı boyutu öğrenme oranı kadar azaltılır. Öğrenme katsayısı genellikle 0 ile 1arasında sabit ve pozitif bir değerdir. (Elmas, 2016)
3. *Delta kuralı*: Widrow ve Hoff tarafından geliştirilen bu kural, en çok kullanılan kurallardan biridir. Hebb'in daha geliştirilmişidir. Bu kural ağın, geçekleşen çıktı ile beklenen çıktı arasındaki farkı azaltmak için giriş bağlantı ağırlıklarını sürekli olarak geliştirmeye dayanır. Bu kuralda ağ hatasının karesini minimize etmek için ağırlıklar devamlı güncellenmektedir. Hata bir önceki katmana geri çoğaltılır ve her bir zaman dilimi için de bir hata şeklinde bu geri çoğalma işlemi ilk katmana

ulaşıncaya kadar sürer. Bu tip ağ ileri beslemeli ağ olarak adlandırılır, geri yayılım adını bu hata terimlerini toplama yönteminden türetir. (Elmas, 2016)

4. *Kohonen kuralı*: Teuvo Kohonen (1982) tarafından geliştirilen bu yöntem, biyolojik sistemlerdeki öğrenmeden esinlenilmiştir. Bu yöntemde ağlar öğrenmek için elverişli durum veya ölçülerini güncellemek için yarışma ilkesine dayanır. En büyük çıkış ile işlenen sinir, kazananı ilan eder ve diğerlerine bağlantı boyutlarını güncellemeleri için izin verir. (Elmas, 2016)

3.7. Yapay Sinir Ağı Modeli – Çok Katmanlı Algılayıcı

Yapay sinir ağının bir olayı öğrenmesi o olay için en doğru yapay sinir ağı modelini seçilmesiyle mümkündür. Günümüzde birçok yapay sinir ağı modeli geliştirilmiştir. Bir yapay sinir ağı modelini; ağın yapısı, uygulanan toplama fonksiyonu, uygulanan aktivasyon fonksiyonu, öğrenme kuralı ve öğrenme stratejisi belirlemektedir. Geliştirilen yapay sinir ağı modelleri arasında en yaygın olarak kullanılanlar; tek katmanlı algılayıcılar, çok katmanlı algılayıcılar, LVQ, ART ağları, SOM, Elman ağı ve radyal tabanlı fonksiyonlardır.

Talep tahmin uygulamalarına en uygun model çok katmanlı algılayıcılar olduğu için bu çalışmada çok katmanlı algılayıcılar kullanılacaktır. Bundan dolayı sadece çok katmanlı algılayıcı modeli ayrıntılı olarak açıklanacaktır. Ağın öğrenmesi gereken olayların, girdi ve çıktısı ilişkiler lineer değil ise çok katmanlı algılayıcı modeli ile öğrenme gerçekleştirilebilir. Günlük olayların büyük bir çoğunluğu doğrusal olmayan nitelik taşımaktadır.

Lineer olmayan probleme verilebilecek en önemli örnek XOR problemidir. Daha öncede bahsedildiği gibi Marvin Minsky ve Seymour Papert'in çıkardıkları Algılayıcılar adlı kitapta, algılayıcıların lineer olmayan problemlere çözüm üretemeyeceği ve yapay sinir ağlarının XOR problemini çözemediğini kanıtlamalarıyla bu alanda yapılan tüm çalışmaların durmasına neden olmuşlardır. Rumelhart tarafında çok katmanlı algılayıcı modeli XOR problemlerini çözmek için geliştirmiştir. Bu problem Tablo 3.3'de gösterildiği gibidir.

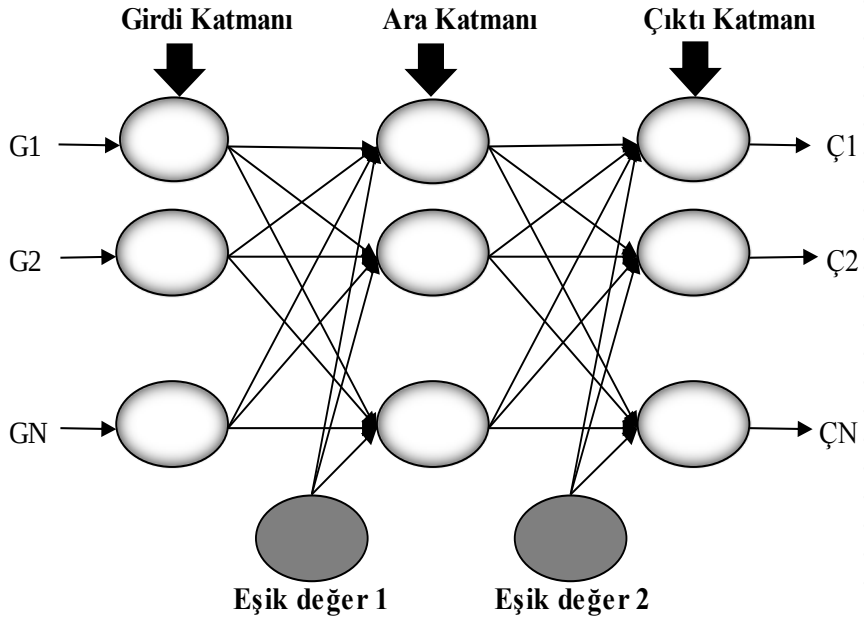
Tablo 3.3. XOR Problemi (Öztemel, 2016)

Girdi 1	**Girdi 2**	**Çıktı**
0	0	0
1	1	1
1	0	1
1	1	0

Çok katmanlı algılayıcılar, mühendislik çalışmalarında oluşabilecek problemlerin büyük bir çoğunluğuna çözümler üretebilir. Sınıflandırma, öğrenme ve genelleme yapmayı gerektiren problemler için çok önemli bir çözüm modelidir. Delta öğrenme kuralını kullanmaktadır. Modelin amacı, beklenen çıktı ile üretilen çıktın farkından hesaplanan hata oranını en aza indirmektir. (Öztemel, 2016)

3.7.1. Çok Katmanlı Algılayıcı Modelinin Yapısı

Çok katmanlı algılayıcılar giriş ve çıkış katmanları arasında en az bir ara katmanın kullanıldığı yapay sinir ağıdır. Bu ağ yapısı ileriye doğru ve üç katman yapısından meydana gelen bir ağdır. Şekil 3.9'da gösterildiği gibidir.



Şekil 3.9. Çok Katmanlı Algılayıcı Modeli (Öztemel, 2016)

- *Girdi katmanı*: Hücreye gelen girdilerin alınarak ara katmana gönderildiği kısımdır. Gelen veriler ulaştığı gibi bir sonraki katmana gider, veri işleme olmaz. Birden fazla girdi olabilir, fakat her süreç elemanının yalnızca bir tane girdi ve çıktı verisi olur. Bu çıktı da bir sonraki katmandaki bütün elemanlara gönderilir.
- *Ara katmanlar*: Girdi katmanından gelen verileri işleyerek bir sonraki katmana gönderir. Ara katman birden fazla sayıda olabilir. Ara katmandaki her süreç elemanı bir sonraki katmandaki bütün süreç elemanlarıyla bağlantılıdır.
- *Çıktı katmanı*: Ara katmandan gelen verileri işleyerek çıktı verisi olarak sunar. Çıktı katmanında birden fazla süreç elemanı olabilir ve her süreç elemanı bir önceki katmandaki süreç elemanına bağlıdır. Her süreç elemanının bir tane çıktısı vardır.

Çok katmanlı algılayıcı ağı danışmanlı öğrenme yöntemini kullanır. Ağa, hem örnekler hem de örneklerden beklenen çıktılar verilmektedir. Ağ, kendisine gösterilen

örneklerden genelleme yaparak çözüm uzayı üretir ve gösterilen benzer örnekler için bu çözüm uzayıyla sonuç üretir. (Öztemel, 2016)

3.7.2. Çok Katmanlı Algılayıcı Ağının Öğrenme Kuralı

Çok katmanlı algılayıcı ağının öğrenme kuralı delta öğrenme kuralının genelleştirilmiş halidir. Ağın öğrenebilme kabiliyetinin gerçekleşebilmesi için eğitim seti gereklidir. Eğitim setinde, her örnek için girdiler ve o girdiler için ağın üretmesi gereken çıktılar belirlenmiştir. Öğrenme kuralı ileri doğru hesaplama ve geriye doğru hesaplama adı verilen iki safhadan oluşur.

3.7.2.1. İleri Doğru Hesaplama

Ağın çıktısının hesaplanma aşamasıdır. Verinin işlenmesinin başlangıcı, eğitim setinin girdi katmanındaki (*G1, G2...*) ağa tanımlanması ile gerçekleştirilir. Girdi katmanında herhangi bir veri işleme olmaz. Gelen bilgiler ara katmana gönderilir. Girdi katmanındaki *k* ve süreç elemanının çıktısı $Ç_k^i$ şöyle belirlenir;

$$Ç_k^i = G_k \tag{3.3}$$

Ara katmandaki süreç elemanları girdi katmanındaki bütün süreç elemanlarından gelen verileri bağlantı ağırlıklarıyla (*A1, A2 ...*) ağırlıklandırılarak alır. Önce ara katmandaki süreç elemanlarına gelen net girdi şu şekilde hesaplanır;

$$NET_j^a = \sum_{k=1}^{n} A_{kj}\, Ç_k^i \tag{3.4}$$

Burada A_{kj} *k* girdi katmanı elemanını *j* ara katman elemanına bağlayan bağlantının ağırlık değerini verir. *j* ara katman elemanın çıktısı ise bu net girdinin aktivasyon (genellikle sigmoid) fonksiyonundan geçirilmesiyle hesaplanır.

Geriye doğru hesaplamada burada kullanılan fonksiyonun türevi alındığı için, türevi alınabilir bir fonksiyon kullanmak gerekmektedir. Sigmoid fonksiyonu kullanılması halinde çıktı;

$$Ç_j^a = \frac{1}{1 + e^{-(NET_j^a + B_j^a)}} \tag{3.5}$$

şeklindedir. Burada B_j, ara katmanda bulunan *j* elemana bağlanan eşik değer elemanının ağırlığını göstermektedir.

Eşik değerin çıktısı sabit olup 1'e eşittir. Ara katman ve çıktı katmanının süreç elemanlarının çıktıları, aynı şekilde kendilerine gelen NET girdinin hesaplanması ve sigmoid fonksiyonundan geçirilmesi sonucu belirlenmektedir. Çıktı katmanından çıkan değerler (*Ç1, Ç2* ...) hesaplanınca ağın ileri hesaplama işlemi tamamlanmış olur. (Öztemel, 2016)

3.7.2.2. Geriye Doğru Hesaplama

Ağın sunduğu çıktı ile beklenen çıktıları (*B1, B2* ...) kıyaslanır. Aralarındaki fark hata olarak kabul edilir ve amaç bu hatanın azaltılmasıdır. Geriye doğru hesaplamada, bu hata ağın ağırlık değerlerine dağıtılarak bir sonraki iterasyonda hata azaltılır. Çıktı katmanındaki *m* süreç elemanı için hata aşağıdaki gibidir.

$$E_m = B_m - Ç_m \tag{3.6}$$

Çıktı katmanında gerçekleşen hatanın bulunması için tüm hataların toplanması gerekmektedir. Şu şekilde bulunur;

$$TH = \frac{1}{2}\sum_m E_m^2 \tag{3.7}$$

Toplam hatayı minimize etmek için bu hatanın kendisine neden olan süreç elemanlarına dağıtılması gerekir. Bu da süreç elemanlarının ağırlıklarını değiştirmek ile olabilir. Ağın ağırlıkları iki durumla değiştirilir: (Öztemel, 2016)

1. *Ara katman ile çıktı katmanı arasındaki ağırlıkların değiştirilmesi*: Ara katmandaki *j* süreç elemanını çıktı katmanındaki *m* süreç elemanına bağlayan bağlantının ağırlığındaki değişim miktarı ΔA^a ise, herhangi bir *t* zamanda ağırlığın değişim miktarı şu şekilde hesaplanır;

$$\Delta A_{jm}^a(t) = \lambda \delta_m Ç_j^a + \alpha \Delta A_{jm}^a(t-1) \tag{3.8}$$

Burada λ öğrenme katsayısı ağırlıkların değişim miktarını, α momentum katsayısı ise çok katmanlı algılayıcı ağının öğrenmesi esnasında yerel bir optimum noktada kalmaması için ağırlık değişim değerinin belirli bir oranda bir sonraki değişime eklenmesini sağlarlar.

Eşitlikteki δ_m ise *m* çıktı ünitesinin hatasını gösterir ve şöyle hesaplanır;

$$\delta_m = f'(NET).E_m \tag{3.9}$$

Buradaki $f'(NEt)$ aktivasyon fonksiyonunun türevidir. Sigmoid fonksiyonunun kullanılması durumunda

$$\delta_m = Ç_m(1 - Ç_m).E_m \tag{3.10}$$

olacaktır. Değişim miktarı hesaplandıktan sonra ağırlıkların *t* iterasyondaki yeni değerleri ise

$$A_{jm}^{a}(t) = A_{jm}^{a}(t-1) + \Delta A_{jm}^{a}(t) \tag{3.11}$$

olur. Benzer şekilde eşik değer elemanının da ağırlıklarını değiştirmek gereklidir. Bunun için önce değişim miktarı hesaplanmalıdır.

Eğer çıktı katmanında bulunan süreç elemanının eşik değer ağırlıkları $\beta^{ç}$ ile gösterilir ise, bu elemanın çıktısı sabit ve 1 olması nedeniyle değişim miktarı;

$$\Delta\beta_m^{ç}(t) = \lambda\delta_m + \alpha\Delta\beta_m^{ç}(t-1) \tag{3.12}$$

olacaktır. Eşik değerin *t* iterasyondaki ağırlıklarının yeni değeri ise şu şekildedir;

$$\beta_m^{ç}(t) = \beta_m^{ç}(t-1) + \Delta\beta_m^{ç}(t) \tag{3.13}$$

2. *Ara katman arası veya ara katman girdi katmanı arasındaki ağırlıkların değiştirilmesi*: Bu şekilde her ağırlık için sadece çıktı katmanındaki bir süreç elemanının hatası dikkate alınırken, girdi katmanı ile ara katman arasındaki ağırlıkların değiştirilmesinde çıktı katmandaki bütün süreç elemanlarının hatasından payını alması gerekir. Bu değişim ΔA^{i} ile gösterilirse değişim miktarı;

$$\Delta A_{kj}^{i}(t) = \lambda\delta_j^{a}Ç_k^{i} + \alpha\Delta A_{kj}^{i}(t-1) \tag{3.14}$$

olur. Buradaki hata terimi δ^{a} ise şu şekilde hesaplanır;

$$\delta_j^{a} = f'(NET)\sum_m \delta_m A_{jm}^{a} \tag{3.15}$$

Aktivasyon fonksiyonu olarak sigmoid fonksiyonu kullanılırsa hata değeri,

$$\delta_j^{a} = Ç_j^{a}(1 - Ç_j^{a})\sum_m \delta_m A_{jm}^{a} \tag{3.16}$$

şeklinde hesaplanır. Değişim miktarı hesaplandıktan sonra ağırlıkların yeni değeri,

$$A_{kj}^{i}(t) = A_{kj}^{i}(t-1) + \Delta A_{kj}^{i}(t) \tag{3.17}$$

şeklinde olur. Ara katman eşik değer ağırlıkları β^{a} şeklinde gösterilirse değişim miktarı,

$$\Delta\beta_{j}^{a}(t) = \lambda\delta_{j}^{a} + \alpha\Delta\beta_{j}^{a}(t-1) \tag{3.18}$$

şeklinde olur. *t* iterasyonda ağırlıkların yeni değeri,

$$\beta_{j}^{a}(t) = \beta_{j}^{a}(t-1) + \Delta\beta_{j}^{a}(t) \tag{3.19}$$

şeklinde hesaplanır. Bu şekilde ağın ağırlıklarının hepsi değiştirilmiş olur. Böylece iterasyonun hem ileri hem de geriye hesaplamaları yapılarak tamamlanır.

3.7.3. Çok Katmanlı Algılayıcı Ağının Çalışma Prosedürü

Çok katmanlı algılayıcı ağların çalışması için sırasıyla aşağıdaki adımlarla gerçekleştirilir:

1. Örnekler toplanır.
2. Ağın topolojik yapısı belirlenir.
3. Öğrenme parametreleri belirlenir.
4. Ağırlıkların başlangıç değerleri atanır.
5. Öğrenme setinden örnekler seçilir ve ağa gösterilir.
6. Öğrenme sırasında ileri hesaplamalar yapılır.
7. Gerçekleşen çıktı beklenen çıktı ile karşılaştırılır.
8. Ağırlıklar değiştirilir.

Bu adımlar gerçekleşen çıktılar ile beklenen çıktılar arasındaki hatalar kabul edilir düzeye ininceye kadar devam eder.

3.7.4. Çok Katmanlı Algılayıcı Ağının Eğitilmesi

Ağa gösterilen girdi örneğiyle gerçekleşen çıktıyı üretmesini için ağırlık değerleri bulunmaktadır. Öncelikle bu değer rastgele atanır ve ağa örnekler göstererek ağı ağırlıkları değiştirerek zaman içerisinde istenen seviyeye ulaşması sağlanır.

Ağ eğitim sırasında en az hatanın olduğu çözümü yakalamaya çalışır. Bazen performansları daha iyileştirmek mümkün olmamaktadır. Bundan dolayı kullanıcılar ağların performansında belirli bir hata değerini kabul edebilir. Tolerans değerinin altındaki bir noktada ağ olayı öğrenmiş kabul edilir. Tolerans değerinin üzerindeki çözümler kabul edilemez. Bunlara yerel çözümler denir.

Çok katmanlı algılayıcılarda ağların eğitilmesinde öğrenme süresinin çok uzun olması da ayrı bir sorundur. Ağırlık değerleri başlangıçta çok büyük değerler olursa ağ yerel çözümlere düşebilir veya ağırlıklar küçük değerler olursa ağırlıkların doğru değeri bulması çok uzun sürebilir. Deneme yanılma yolu ile en uygun başlama koşullarının belirlenmesi gerekmektedir. (Öztemel, 2016)

3.7.5. Çok Katmanlı Algılayıcı Ağının Performansının Ölçülmesi

YSA'nın performansının belirlenmesi öğrenme yeteneğinin ölçülmesiyle anlaşılır. Öğrenen ağların daha önce görmedikleri örnekler karşısında da beklenen performansı gösterip göstermeyeceği önemlidir. Bunun için hem eğitimde kullanılacak hem de test aşamasında kullanılacak veriler gerekmektedir. Eğitim sırasında ağa eğitim setinden örnekler gösterilir ve ağ eğitimi tamamlayınca ağa hiç görmediği test setinden örnekler gösterilir. Ağın performansı bu görmediği örnekler karşısında şu şekilde ölçülür: (Öztemel, 2016)

$$P = (D/T) \times 100 \tag{3.20}$$

D: Test setinden doğru olarak cevaplandırılan örnek sayısı

T: Test setinde bulunan doğru örnek sayısı

P: Performans oranı

Eğer P istenilen veya kabul edilebilir bir değer değil ise ağ iyi öğrenmemiştir ve eğitimin iterasyonları arttırılarak biraz daha sürdürmek gerekebilir. Hala performans artmıyor ise ağın parametrelerinin veya topolojisinin iyi seçilemediği anlaşılır. Bazı durumlarda da ağın öğrenme setini ezberlediği görülmektedir.

Bunun için aşağıda belirtilen maddeler tekrar gözden geçirilerek ağın ezberlemesinden kurtulmak gerekir.

- Örneklerin seçilmesi
- Girdi ve çıktıların ağa nümerik gösterimi
- Örneklerin ağa sunulması
- Öğrenme katsayısının belirlenmesi
- Ağırlıkların değiştirilmesi zamanları

- Girdi ve çıktıların ölçeklendirilmesi
- Durdurma kriterlerinin belirlenmesi
- Ara katmanların ve her katmandaki süreç elemanlarının belirlenmesi
- Ağların büyütülmesi veya budanması

BÖLÜM 4. TALEP TAHMİNİ UYULAMASI

Talep tahmin uygulaması, İstanbul'da bir eczaneden alınan ilaç satış verileri ile yapılmıştır. Bunun için talep tahmin yöntemlerinden yapay sinir ağları ve zaman serileri analizinden yararlanılmıştır. Zaman serileri analizinde hareketli ortalama yöntemi, üssel düzeltme yöntemi, ikili üssel düzeltme yöntemi ve Holt-Winters yöntemi kullanılmıştır.

2015-2018 yılları arasındaki 100 tane farklı ilacın satış verileri kullanılarak talep tahmin yapılmıştır. Çalışmada kullanılacak ürünleri belirlemek için öncelikle ABC analizi yapılarak, A sınıfında olan ürünlerden kanser ve mama ürün grubundaki ilaçlar çıkarılarak ilk 100 ilacın satış tahminlemesi yapılmak üzere seçilmiştir. Seçilen ürünlerin 2015-2018 yılları arasındaki aylık satış verilerini gösteren tablo Ek 1'de sunulmuştur.

Yapay sinir ağları ve zaman serileri analizinin talep tahmini için RStudio programı kullanılmıştır. R, açık kaynaklı istatiksel hesaplama ve grafikler konusunda özelleştirilmiş bir programlama dilidir. RStudio, R için entegre bir geliştirme ortamıdır.

Bu bölümde talep tahmin uygulamaları ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Yöntemlerin uygulanması sonrasında, yukarıda bahsedilen tahminleme yöntemlerinden çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır.

4.1. Yapay Sinir Ağı Mimarisi

Bu çalışmada ilaç satışının YSA yöntemi kullanılarak tahminleme ve talebi etkileyen faktörlerin belirlenmesi hedeflenmektedir. Yapay sinir ağları, girdi katmanı, gizli katman ve çıktı katmanı olmak üzere üç katmandan oluşmaktadır. Yapay sinir ağları mimarisinde 2 tane girdi verisi ve çıktı verisi kullanılmıştır. Girdi verileri olarak bir önceki ayın satış verileri ve bulunduğu ayın 1'den 12'ye kadar numaralandırılmış hali kullanılmıştır. Çıktı verisi olarak da bulunduğu ayın satış verileri kullanılmıştır.

Talep tahmin uygulamalarına en uygun model çok katmanlı algılayıcılardır. Bu nedenle bu çalışmada çok katmanlı geri yayılım algoritması kullanılmıştır. En yaygın olarak kullanılan sigmoid fonksiyonu ağırlık fonksiyonu olarak kullanılmıştır. Veriler ağa sunulmadan önce normalize edilmesi gerekmektedir. Normalizasyon işleminin amacı, veriler arasındaki büyüklük farklarının azaltılması ve verileri bir aralıkta sınırlandırmaktır. Normalizasyon tekniği olarak D_Min_Max yöntemi kullanılarak veriler 0,1 ve 0,9 arasında normalize edilmiştir. (Yavuz & Deveci, 2012)

Normalizasyon işlemi aşağıdaki formülle yapılmıştır;

$$x' = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{max} - x_{\min}} * 0{,}8 + 0{,}1 \tag{4.1}$$

x': Normalize değer

x_i: Gerçek değer

Ocak 2015-Aralık 2018 arasındaki 48 adet veri kullanılmıştır. Ocak 2015-Aralık 2017 arasındaki veriler ağın eğitimi, Ocak 2018-Aralık 2018 arasındaki 12 aylık veri de ağın test edilmesi için kullanılmıştır. Eğitim için kullanılan verilerde girdi verisi olarak bir önceki ayın satış verisi kullanıldığından dolayı 2015 Ocak ayı kullanılamamıştır. Yani eğitim için 35 adet veri kullanılmıştır.

4.2. Yapay Sinir Ağı ile Talep Tahmin Uygulaması

Yapay sinir ağları için R programının neuralnet paketi kullanılmıştır. Neuralnet fonksiyonuyla eğitim, compute fonksiyonuyla da test aşaması yapılmıştır. Gerçek değer ve tahmin değerlerinin karşılaştırılması için R programının smooth paketindeki MSE fonksiyonu kullanılmıştır. Yukarıda belirtildiği üzere ağ yapısı olarak çok katmanlı algılayıcı ve sigmoid fonksiyonu kullanacağımız için, neuralnet fonksiyonunda ağ tipi olarak backpropagation ve aktivasyon fonksiyonu olarak logistic girilmiştir.

Öncelikle R programına 100 ürün için 2 tane girdi verileri, çıktı verileri ve denormalizasyonda kullanılmak üzere her bir ürününün minimum ve maksimum değerlerinin olduğu dosya programa yüklenmiştir. Yapay sinir ağları uygulamasında öğrenme katsayısı, aktivasyon katsayısı, çevrim sayısı, nöron sayısı ve gizli katman sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Bundan dolayı R programında 100 ürünün en iyi sonucu veren parametre değerlerini hesaplayarak tahmin sonuçlarını elde edeceğimiz bir fonksiyon yazıldı. R programında yapay sinir ağları için yazılan fonksiyon Ek 2'de görülmektedir.

Öğrenme katsayısının belirlenmesi: Öğrenme katsayısını belirlemek için, başlangıç olarak atanan değerler aktivasyon katsayısı 0,6, çevrim sayısı 1000, nöron sayısı 2 ve gizli katman sayısı 1 olarak alınmıştır. Öğrenme katsayılarını 0,1 ve 0,9 arasında değiştirilerek 9 tane değişkenin her biri için MSE değerleri hesaplanmıştır. En düşük MSE hata değerini veren katsayı seçilmiştir. Her bir ürün için bulunan öğrenme katsayıları Tablo 4.1'de görülmektedir.

Tablo 4.1. Öğrenme Katsayıları

İlaç No	Öğrenme Katsayısı	İlaç No	Öğrenme Katsayısı	İlaç No	Öğrenme Katsayısı	İlaç No	Öğrenme Katsayısı	İlaç No	Öğrenme Katsayısı	İlaç No	Öğrenme Katsayısı	İlaç No	Öğrenme Katsayısı
1	0,7	**16**	0,2	**31**	0,8	**46**	0,9	**61**	0,5	**76**	0,4	**91**	0,3
2	0,9	**17**	0,8	**32**	0,6	**47**	0,4	**62**	0,6	**77**	0,1	**92**	0,3
3	0,9	**18**	0,1	**33**	0,1	**48**	0,1	**63**	0,3	**78**	0,7	**93**	0,9
4	0,4	**19**	0,4	**34**	0,6	**49**	0,3	**64**	0,1	**79**	0,3	**94**	0,4
5	0,7	**20**	0,5	**35**	0,7	**50**	0,2	**65**	0,1	**80**	0,1	**95**	0,6
6	0,2	**21**	0,2	**36**	0,1	**51**	0,4	**66**	0,5	**81**	0,7	**96**	0,5
7	0,6	**22**	0,3	**37**	0,7	**52**	0,5	**67**	0,1	**82**	0,5	**97**	0,7
8	0,4	**23**	0,6	**38**	0,2	**53**	0,5	**68**	0,5	**83**	0,2	**98**	0,9
9	0,7	**24**	0,2	**39**	0,9	**54**	0,7	**69**	0,7	**84**	0,9	**99**	0,7
10	0,7	**25**	0,7	**40**	0,5	**55**	0,6	**70**	0,7	**85**	0,6	**100**	0,3
11	0,4	**26**	0,5	**41**	0,2	**56**	0,7	**71**	0,8	**86**	0,3		
12	0,8	**27**	0,1	**42**	0,7	**57**	0,3	**72**	0,1	**87**	0,3		
13	0,3	**28**	0,7	**43**	0,3	**58**	0,5	**73**	0,4	**88**	0,1		
14	0,8	**29**	0,9	**44**	0,8	**59**	0,4	**74**	0,7	**89**	0,3		
15	0,7	**30**	0,7	**45**	0,8	**60**	0,5	**75**	0,4	**90**	0,1		

Aktivasyon katsayısının belirlenmesi: Aktivasyon katsayısını belirlemek için başlangıç olarak atanan değerler çevrim sayısı 1000, nöron sayısı 2 ve gizli katman sayısı 1 olarak alınmıştır. Öğrenme katsayısı için de bir önceki döngüde belirlenen değer alınmıştır. Aktivasyon katsayısı 0,1 ve 0,9 arasında değiştirilerek 9 tane değişkenin her biri için MSE değerleri hesaplanmıştır. En düşük MSE hata değerini veren katsayı seçilmiştir. Her bir ürün için bulunan aktivasyon katsayıları aşağıda Tablo 4.2'de görülmektedir.

Tablo 4.2. Aktivasyon Katsayıları

İlaç No	Aktivasyon Katsayısı	İlaç No	Aktivasyon Katsayısı	İlaç No	Aktivasyon Katsayısı	İlaç No	Aktivasyon Katsayısı	İlaç No	Aktivasyon Katsayısı	İlaç No	Aktivasyon Katsayısı	İlaç No	Aktivasyon Katsayısı
1	0,8	**16**	0,5	**31**	0,6	**46**	0,9	**61**	0,2	**76**	0,5	**91**	0,8
2	0,6	**17**	0,6	**32**	0,7	**47**	0,2	**62**	0,7	**77**	0,1	**92**	0,5
3	0,7	**18**	0,1	**33**	0,6	**48**	0,6	**63**	0,3	**78**	0,9	**93**	0,8
4	0,4	**19**	0,3	**34**	0,9	**49**	0,8	**64**	0,8	**79**	0,2	**94**	0,1
5	0,6	**20**	0,8	**35**	0,9	**50**	0,2	**65**	0,4	**80**	0,7	**95**	0,4
6	0,6	**21**	0,6	**36**	0,9	**51**	0,4	**66**	0,4	**81**	0,9	**96**	0,7
7	0,6	**22**	0,8	**37**	0,1	**52**	0,3	**67**	0,8	**82**	0,1	**97**	0,2
8	0,5	**23**	0,8	**38**	0,8	**53**	0,5	**68**	0,5	**83**	0,4	**98**	0,7
9	0,6	**24**	0,7	**39**	0,4	**54**	0,5	**69**	0,2	**84**	0,7	**99**	0,9
10	0,3	**25**	0,1	**40**	0,6	**55**	0,4	**70**	0,3	**85**	0,5	**100**	0,5
11	0,5	**26**	0,5	**41**	0,9	**56**	0,4	**71**	0,8	**86**	0,7		
12	0,5	**27**	0,8	**42**	0,3	**57**	0,5	**72**	0,2	**87**	0,7		
13	0,9	**28**	0,4	**43**	0,4	**58**	0,8	**73**	0,6	**88**	0,8		
14	0,5	**29**	0,3	**44**	0,7	**59**	0,4	**74**	0,5	**89**	0,6		
15	0,7	**30**	0,3	**45**	0,7	**60**	0,7	**75**	0,3	**90**	0,9		

Çevrim sayısının belirlenmesi: Çevrim sayısını belirlemek için başlangıç olarak atanan değerler nöron sayısı 2 ve gizli katman sayısı 1 olarak alınmıştır. Öğrenme ve aktivasyon katsayıları için de önceki döngülerde belirlenen değerler alınmıştır. Çevrim sayısı 50, 100, 150, 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000 olan 11 tane değişken seçilerek her biri için MSE değerleri hesaplanmıştır. En düşük MSE hata değerini veren çevrim sayısı seçilmiştir. Her bir ürün için bulunan çevrim sayıları Tablo 4.3'de görülmektedir.

Tablo 4.3. Çevrim Sayıları

İlaç No	Çevrim Sayısı	İlaç No	Çevrim Sayısı	İlaç No	Çevrim Sayısı	İlaç No	Çevrim Sayısı	İlaç No	Çevrim Sayısı	İlaç No	Çevrim Sayısı	İlaç No	Çevrim Sayısı
1	1000	**16**	500	**31**	750	**46**	1750	**61**	1750	**76**	1750	**91**	250
2	500	**17**	500	**32**	250	**47**	1750	**62**	150	**77**	150	**92**	1000
3	1750	**18**	50	**33**	1000	**48**	250	**63**	1500	**78**	2000	**93**	2000
4	2000	**19**	750	**34**	750	**49**	100	**64**	1000	**79**	250	**94**	250
5	50	**20**	750	**35**	250	**50**	50	**65**	1000	**80**	100	**95**	1000
6	250	**21**	1250	**36**	1000	**51**	100	**66**	1250	**81**	150	**96**	1000
7	100	**22**	2000	**37**	150	**52**	1250	**67**	2000	**82**	1750	**97**	500
8	1750	**23**	500	**38**	1000	**53**	1000	**68**	50	**83**	1250	**98**	150
9	1500	**24**	500	**39**	1500	**54**	1750	**69**	100	**84**	1750	**99**	1000
10	500	**25**	750	**40**	750	**55**	2000	**70**	1000	**85**	150	**100**	1250
11	100	**26**	1250	**41**	150	**56**	1750	**71**	100	**86**	100		
12	750	**27**	750	**42**	1250	**57**	2000	**72**	750	**87**	1500		
13	1750	**28**	1250	**43**	100	**58**	750	**73**	250	**88**	250		
14	50	**29**	1500	**44**	500	**59**	150	**74**	1000	**89**	1250		
15	1250	**30**	1500	**45**	1750	**60**	1750	**75**	500	**90**	2000		

Nöron sayısının belirlenmesi: Nöron sayısını belirlemek için başlangıç olarak atanan değerlerden gizli katman sayısı 1 olarak alınmıştır. Öğrenme katsayısı, aktivasyon katsayısı ve çevrim sayısı için de önceki döngülerde belirlenen değerler alınmıştır. Nöron sayısını 2-10 arasında değiştirerek her biri için MSE değerleri hesaplanmıştır. En düşük MSE hata değerini veren nöron sayısı seçilmiştir. Her bir ürün için bulunan nöron sayıları aşağıda Tablo 4.4'de görülmektedir.

Tablo 4.4. Nöron Sayıları

İlaç No	Nöron Sayısı	İlaç No	Nöron Sayısı	İlaç No	Nöron Sayısı	İlaç No	Nöron Sayısı	İlaç No	Nöron Sayısı	İlaç No	Nöron Sayısı	İlaç No	Nöron Sayısı
1	3	**16**	10	**31**	4	**46**	9	**61**	8	**76**	4	**91**	2
2	5	**17**	4	**32**	3	**47**	6	**62**	9	**77**	9	**92**	10
3	2	**18**	10	**33**	6	**48**	5	**63**	8	**78**	8	**93**	6
4	7	**19**	4	**34**	7	**49**	7	**64**	6	**79**	4	**94**	8
5	4	**20**	10	**35**	7	**50**	6	**65**	9	**80**	4	**95**	6
6	2	**21**	6	**36**	3	**51**	7	**66**	6	**81**	2	**96**	7
7	5	**22**	6	**37**	6	**52**	3	**67**	2	**82**	5	**97**	3
8	4	**23**	9	**38**	2	**53**	6	**68**	3	**83**	6	**98**	2
9	5	**24**	2	**39**	6	**54**	2	**69**	3	**84**	10	**99**	9
10	5	**25**	2	**40**	7	**55**	6	**70**	8	**85**	8	**100**	6
11	3	**26**	10	**41**	7	**56**	10	**71**	5	**86**	4		
12	4	**27**	10	**42**	4	**57**	5	**72**	8	**87**	9		
13	4	**28**	5	**43**	6	**58**	5	**73**	9	**88**	10		
14	8	**29**	3	**44**	7	**59**	8	**74**	4	**89**	6		
15	8	**30**	4	**45**	2	**60**	10	**75**	4	**90**	6		

Gizli katman sayısının belirlenmesi: Gizli katman sayısı için, öğrenme katsayısı, aktivasyon katsayısı, çevrim sayısı ve nöron sayısı önceki döngülerde belirlenen değerler alınmıştır. Gizli katman sayısını belirlemek için thumb kuralı kullanılmıştır. Burada gizli katman sayısı girdi ve çıktı hücre sayılarının arasında olmalıdır. (Panchal & Panchal, 2014) Bundan dolayı gizli katman sayısı 1 ve 2 arasında değiştirilerek her biri için MSE değerleri hesaplanmıştır. En düşük MSE hata değerini veren gizli katman sayısı seçilmiştir. Her bir ürün için bulunan gizli katman sayıları Tablo 4.5'de görülmektedir.

Tablo 4.5. Gizli Katman Sayıları

İlaç No	Gizli Katman Sayısı	İlaç No	Gizli Katman Sayısı	İlaç No	Gizli Katman Sayısı	İlaç No	Gizli Katman Sayısı	İlaç No	Gizli Katman Sayısı	İlaç No	Gizli Katman Sayısı	İlaç No	Gizli Katman Sayısı
1	2	**16**	2	**31**	2	**46**	1	**61**	2	**76**	2	**91**	2
2	2	**17**	1	**32**	2	**47**	1	**62**	1	**77**	1	**92**	2
3	2	**18**	2	**33**	1	**48**	1	**63**	1	**78**	2	**93**	2
4	1	**19**	2	**34**	1	**49**	2	**64**	2	**79**	2	**94**	1
5	2	**20**	2	**35**	2	**50**	2	**65**	1	**80**	1	**95**	1
6	1	**21**	1	**36**	2	**51**	1	**66**	2	**81**	1	**96**	1
7	2	**22**	2	**37**	1	**52**	2	**67**	1	**82**	1	**97**	1
8	1	**23**	1	**38**	1	**53**	1	**68**	1	**83**	2	**98**	1
9	1	**24**	1	**39**	2	**54**	1	**69**	1	**84**	1	**99**	1
10	2	**25**	1	**40**	1	**55**	1	**70**	1	**85**	1	**100**	2
11	1	**26**	1	**41**	2	**56**	1	**71**	1	**86**	1		
12	2	**27**	2	**42**	2	**57**	1	**72**	2	**87**	1		
13	1	**28**	2	**43**	2	**58**	1	**73**	1	**88**	2		
14	1	**29**	1	**44**	1	**59**	2	**74**	1	**89**	2		
15	2	**30**	2	**45**	2	**60**	2	**75**	2	**90**	1		

Uygulama sonucu yapay sinir ağlarında her bir ürün için elde edilen 12 aylık tahmini satış değerleri ve MSE hata değerleri Ek 3'de yer almaktadır. Fonksiyonun sözde kodu da aşağıdaki adımlarda anlatılmaktadır.

Adım 1. Output, inputsale, month isimli girdi-çıktı dosyalarıyla, minimum maksimum değerlerini veren minmax dosyasının programa yüklenmesi
Adım 2. Eğitim, test seti veri aralıklarının ve ürün sayısının belirlenmesi (y)
Adım 3. Dosyaların sütun isimlerinin düzenlenmesi için matris hale getirilmesi
Adım 4. Verileri 0.1 ve 0.9 arasında normalize eden fonksiyonunun tanımlanması
Adım 5. Output, inputsale ve month dosyalarının sütun isimlerinin düzenlenmesi
Adım 6. Girdi ve çıktı verilerinin normalize edilmesi
Adım 7. Oluşturulacak listelerin isimleri ve sistem başlama saatinin belirlenmesi
Adım 8. Sonraki adımların her bir üründe uygulanması için for döngüsü başlatılır
Adım 9. Bütün ürünlerin normalize girdi ve çıktı verilerinin tek dosyada toplanması
Adım 10. Bütün ürünler için eğitim seti verilerinin oluşturulması
Adım 11. Bütün ürünler için girdi test seti verilerinin oluşturulması
Adım 12. Öğrenme katsayısının belirlenmesi için for döngüsünün 9 değişken için başlatılması ve değişkenlerin 0,1 ve 0,9 arasında değer almasının sağlanması
Adım 13. 9 değer için neuralnet fonksiyonuyla ağın eğitilmesi
Adım 14. 9 değer için compute fonksiyonuyla ağın test edilmesi
Adım 15. 9 değer için MSE fonksiyonuyla gerçek ve denormalizasyonu yapılmış tahmin değerleri arasındaki hata hesaplaması
Adım 16. En düşük hata oranını veren öğrenme katsayısının seçilerek her bir ürün için listelenmesi ve for döngüsünün kapatılması
Adım 17. Aktivasyon katsayısının belirlenmesi için for döngüsünün 9 değişken için başlatılması ve değişkenlerin 0,1 ve 0,9 arasında değer almasının sağlanması
Adım 18. 9 değer için neuralnet fonksiyonuyla ağın eğitilmesi(bir önceki döngüde belirlenen öğrenme katsayısı kullanılarak)

Adım 19. 9 değer için compute fonksiyonuyla ağın test edilmesi

Adım 20. 9 değer için MSE fonksiyonuyla gerçek ve denormalizasyonu yapılmış tahmin değerleri arasındaki hata hesaplaması

Adım 21. En düşük hata oranını veren aktivasyon katsayısının seçilerek her bir ürün için listelenmesi ve for döngüsünün kapatılması

Adım 22. Çevrim sayısının belirlenmesi için for döngüsünün 11 değişken için başlatılması ve çevrim sayısı değişkenlerinin tanımlanması

Adım 23. 11 değer için neuralnet fonksiyonuyla ağın eğitilmesi(önceki döngülerde belirlenen öğrenme ve aktivasyon katsayısı kullanılarak)

Adım 24. 11 değer için compute fonksiyonuyla ağın test edilmesi

Adım 25. 11 değer için MSE fonksiyonuyla gerçek ve denormalizasyonu yapılmış tahmin değerleri arasındaki hata hesaplaması

Adım 26. En düşük hata oranını veren çevrim sayısının seçilerek her bir ürün için listelenmesi ve for döngüsünün kapatılması

Adım 27. Nöron sayısının belirlenmesi için for döngüsünün 9 değişken için başlatılması ve değişkenlerin 2 ve 10 arasında değer almasının sağlanması

Adım 28. 9 değer için neuralnet fonksiyonuyla ağın eğitilmesi(önceki döngülerde belirlenen parametre değerleri kullanılarak)

Adım 29. 9 değer için compute fonksiyonuyla ağın test edilmesi

Adım 30. 9 değer için MSE fonksiyonuyla gerçek ve denormalizasyonu yapılmış tahmin değerleri arasındaki hata hesaplaması

Adım 31. En düşük hata oranını veren nöron sayısının seçilerek her bir ürün için listelenmesi ve for döngüsünün kapatılması

Adım 32. Gizli katman sayısının belirlenmesi için for döngüsünün 2 değişken için başlatılması ve değişkenlerin 1 ve 2 arasında değer almasının sağlanması

Adım 33. Eğer gizli katman sayısı 1 ise kullanılacak neuralnet fonksiyonuyla ağın eğitilmesi(önceki döngülerde belirlenen parametre değerleri kullanılarak)

Adım 34. Eğer gizli katman sayısı 2 ise kullanılacak neuralnet fonksiyonuyla ağın eğitilmesi(önceki döngülerde belirlenen parametre değerleri kullanılarak)

Adım 35. 2 değer için compute fonksiyonuyla ağın test edilmesi

Adım 36. 2 değer için MSE fonksiyonuyla gerçek ve denormalizasyonu yapılmış tahmin değerleri arasındaki hata hesaplaması

Adım 37. En düşük hata oranını veren gizli katman sayısının seçilerek her bir ürün için listelenmesi ve for döngüsünün kapatılması

Adım 38. Her bir ürün için en düşük hata oranını veren ağın listelenmesi

Adım 39. Her bir ürün için ağın grafiğinin çizilmesi

Adım 40. Her bir ürün için normalize tahmin değerlerinin listelenmesi

Adım 41. Her bir ürün için gerçek ve denormalizasyonu yapılmış tahmin değerlerinin listelenmesi

Adım 42. Her bir ürün için hata değerlerinin listelenmesi ve her bir üründe bu basamakları uygulanması için açılan for döngüsünün kapatılması

Adım 43. Sistem bitiş saati ve toplam sistem çalışma süresinin belirlenmesi

4.3. Zaman Serileri Analizi ile Talep Tahmini Uygulaması

Zaman serileri analizi, geçmiş dönemdeki verilerden yararlanılarak gelecek dönemin tahmin edilmesidir. Zaman serileri analizi 2. Bölümde ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Bu bölümde eczaneden alınan Ocak 2015-Aralık 2018 satış verilerinden yararlanılarak zaman serileri analizi ile talep tahmin uygulaması yapılmıştır. Zaman serisi yöntemlerinden, hareketli ortalama, üssel düzeltme, ikili üssel düzeltme ve Holt-Winters yöntemleri kullanılmıştır. Zaman serileri analizi için de R programı kullanılmıştır. İlk olarak programa bütün tahmin yöntemlerinde kullanılacak 100 tane ilaç için Ocak 2015 ile Aralık 2017 arasındaki 36 adet satış verileri sunulmuştur. Ayrıca, tahmini yapılıp gerçek satış verisiyle karşılaştırılacak olan Ocak 2018 ile Aralık 2018 arasındaki 12 aylık satış verileri sunulmuştur.

4.3.1. Hareketli Ortalama Yöntemi

Hareketli ortalama yöntemi için R programının smooth paketinde sma fonksiyonu kullanılmıştır. İlk olarak, bazı ürünlerde ilk aylardaki satış verileri 0 olduğundan dolayı tahminin ilk satışın başladığı aydan başlaması için bir while döngüsü kullanılmıştır. 100 ürün için for döngüsü içinde sma, forecast, MSE fonksiyonu ve hesaplanmasını istediğimiz bazı değerlerin fonksiyonları yazıldı.

```
starttimemov <- Sys.time()
movingaverage<-movingaveragefitted<-movingaverageresiduals<-movingaveragemodel<-
movingaverageforecast<-movingaverageforecast80<-forecastmovlist<-MSEmoving<-start<-time<-list(0)
for (i in 1:100) {
   j=1
  while (eczanedata[j, i]==0) {
   j=j+1
  }
  start[[i]] <-j
  time[[i]] <- c(2015 + (j-1) %/% 12, 1+ (j-1) %% 12)
}
for (i in 1:100) {
  movingaverage[[i]] <- sma(ts(as.vector(eczanedata[start[[i]]:36, i]), start = c(time[[i]]), frequency = 12),
order = NULL, h=12, intervals="p")
  movingaveragefitted[[i]]<- movingaverage[[i]][["fitted"]]
  movingaverageresiduals[[i]] <- movingaverage[[i]][["residuals"]]
  movingaveragemodel[[i]] <- movingaverage[[i]][["model"]]
  movingaverageforecast[[i]] <- forecast(movingaverage[[i]], h=12, intervals = "p")
  movingaverageforecast80[[i]] <- forecast(movingaverage[[i]], h=12, intervals = "p",level = 0.80)
  forecastmovlist[[i]] <- as.data.frame(movingaverageforecast[[i]][["forecast"]])
  MSEmoving[[i]] <- MSE((actualdata[1:12, i]), (forecastmovlist[[i]]), digits=4)
}
endtimemov <- Sys.time()
timetakenmov <- endtimemov - starttimemov
timetakenmov
```

Şekil 4.1. Hareketli Ortalama R Fonksiyonu

Yukarıda Şekil 4.1'de hareketli ortalama için R programına yazılan fonksiyon yer almaktadır. Burada kaç aylık hareketli ortalama yapılması gerektiği sma fonksiyonuna order=NULL girilerek en uygun hareketli ortalama zamanını seçmesini istenildi. Böylece en az hata değerini veren model otomatik olarak belirlenebilir. Program çalıştırılarak

bütün tahmin sonuçları elde edildi. Her bir ürün için programın seçtiği hareketli ortalama modelinin sayısı Ek 4'de yer almaktadır. Forecast fonksiyonuyla da her bir ürün için 12 aylık satış verilerinin tahmini satış değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca, MSE fonksiyonuyla tahmini satış değerleri ile gerçekleşen satış değerleri arasındaki hata değerleri hesaplanmıştır. Her bir ürün için çıkan 12 aylık tahmini satış değerleri ve hata değerleri Ek 5'de yer almaktadır.

4.3.2. Üssel Düzeltme Yöntemi

Üssel düzeltme yöntemi için R programının forecast paketinde ets fonksiyonu kullanılmıştır. İlk olarak, bazı ürünlerde ilk aylardaki satış verileri 0 olduğundan dolayı tahminin ilk satışın başladığı aydan başlaması için bir while döngüsü kullanılmıştır. 100 ürün için for döngüsü içinde ets, forecast, MSE fonksiyonu ve hesaplanmasını istediğimiz bazı değerlerin fonksiyonları yazıldı. Ets fonksiyonu üssel düzeltme, ikili üssel düzeltme ve Holt-Winters yöntemleri kullanıldığı için hangi yöntem kullanılacaksa o yöntemin modelinin girilmesi gerekmektedir. Üssel düzeltmede sadece alpha düzgünleştirme katsayısını kullanacağımız için model olarak "ANN" (error type=additive, trend type=none, season type=none) ve damped=false olarak girilmiştir. Böylece fonksiyon her bir ürün için en uygun alpha değerini belirleyebilir.

```
starttimeexp <- Sys.time()
exponentialets<-summaryexp<-residualsexp<-coefexp<-fittedexp<-forecastexp<-actualdatalist<-
forecastexplist<- MSEexp<-start<-time<-list(0)
for (i in 1:100) {
  j=1
  while (eczanedata[j, i]==0) {
    j=j+1
  }
  start[[i]] <-j
  time[[i]] <- c(2015 + (j-1) %/% 12, 1+ (j-1) %% 12)
}
for (i in 1:100) {
  exponentialets[[i]] <- ets((ts(as.vector(eczanedata[start[[i]]:36, i]), start = c(time[[i]]), frequency=12)),
model="ANN", damped = FALSE, additive.only = TRUE, lambda= NULL, biasadj = NULL, lower =
c(rep(0.0001, 3), 0.8), upper=c(rep(0.9999, 3), 0.98), nmse=1, bounds = c("usual"),
allow.multiplicative.trend = FALSE, use.initial.values = TRUE)
  summaryexp[[i]] <- summary(exponentialets[[i]])
  residualsexp[[i]] <- residuals(exponentialets[[i]])
  coefexp[[i]] <- coef(exponentialets[[i]])
  fittedexp[[i]] <- fitted(exponentialets[[i]])
  forecastexp[[i]] <- forecast.ets(exponentialets[[i]], h=12)
  forecastexplist[[i]] <- as.data.frame(forecastexp[[i]][["mean"]])
  MSEexp[[i]] <- MSE((actualdata[1:12, i]), (forecastexplist[[i]]), digits=4)
}
endtimeexp <- Sys.time()
timetakenex <- endtimeexp - starttimeexp
timetakenex
```

Şekil 4.2. Üssel Düzeltme R Fonksiyonu

Şekil 4.2'de üssel düzeltme için R programına yazılan fonksiyon yer almaktadır. Program çalıştırılarak bütün tahmin sonuçları elde edildi. Her bir ürün için belirlenen en

uygun alpha değerleri Ek 6'da yer almaktadır. Forecast fonksiyonuyla da her bir ürün için 12 aylık satış verilerinin tahmini satış değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca, MSE fonksiyonuyla tahmini satış değerleri ile gerçekleşen satış değerleri arasındaki hata değerleri hesaplanmıştır. Her bir ürün için çıkan 12 aylık tahmini satış değerleri ve hata değerleri Ek 7'de yer almaktadır.

4.3.3. İkili Üssel Düzeltme Yöntemi

İkili üssel düzeltme yöntemi için R programının forecast paketinde ets fonksiyonu kullanılmıştır. İlk olarak, bazı ürünlerde ilk aylardaki satış verileri 0 olduğundan dolayı tahminin ilk satışın başladığı aydan başlaması için bir while döngüsü kullanılmıştır. 100 ürün için for döngüsü içinde ets, forecast, MSE fonksiyonu ve hesaplanmasını istediğimiz bazı değerlerin fonksiyonları yazıldı. İkili üssel düzeltmede alpha ve beta düzgünleştirme katsayılarını kullanacağımız için model olarak "AAN" (error type=additive, trend type=additive, season type=none) ve damped=false olarak girilmiştir. Böylece fonksiyon her bir ürün için en uygun alpha ve beta değerlerini belirleyebilir.

```
starttimedoubleexp <- Sys.time()
dobleexpets<-summarydoubleexp<-residualsdoubleexp<-coefdoubleexp<-fitteddoubleexp<-
forecastdoubleexp<-forecastdoubleexplist<-MSEdoubleexp<-start<-time<-list(0)
for (i in 1:100) {
  j=1
  while (eczanedata[j, i]==0) {
    j=j+1
  }
  start[[i]] <-j
  time[[i]] <- c(2015 + (j-1) %/% 12, 1+ (j-1) %% 12)
}
for (i in 1:100) {
  dobleexpets[[i]] <- ets((ts(as.vector(eczanedata[start[[i]]:36, i]), start = c(time[[i]]), frequency=12)),
model="AAN", damped = FALSE, additive.only = TRUE, lambda= NULL, biasadj = NULL, lower =
c(rep(0.0001, 3), 0.8), upper=c(rep(0.9999, 3), 0.98), nmse=1, bounds = c("usual"),
allow.multiplicative.trend = FALSE, use.initial.values = TRUE)
  summarydoubleexp[[i]] <- summary(dobleexpets[[i]])
  residualsdoubleexp[[i]] <- residuals(dobleexpets[[i]])
  coefdoubleexp[[i]] <- coef(dobleexpets[[i]])
  fitteddoubleexp[[i]] <- fitted(dobleexpets[[i]])
  forecastdoubleexp[[i]] <- forecast.ets(dobleexpets[[i]], h=12)
  forecastdoubleexplist[[i]] <- as.data.frame(forecastdoubleexp[[i]][["mean"]])
  MSEdoubleexp[[i]] <- MSE((actualdata[1:12, i]), (forecastdoubleexplist[[i]]), digits=4)
}
endtimedoubleexp <- Sys.time()
timetakendoubleexp <- endtimedoubleexp - starttimedoubleexp
timetakendoubleexp
```

Şekil 4.3. İkili Üssel Düzeltme R Fonksiyonu

Şekil 4.3'de ikili üssel düzeltme için R programına yazılan fonksiyon yer almaktadır. Program çalıştırılarak bütün tahmin sonuçları elde edildi. Her bir ürün için belirlenen en uygun alpha ve beta değerleri Ek 8'de yer almaktadır. Forecast fonksiyonuyla da her bir ürün için 12 aylık satış verilerinin tahmini satış değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca, MSE fonksiyonuyla tahmini satış değerleri ile gerçekleşen satış

değerleri arasındaki hata değerleri hesaplanmıştır. Her bir ürün için çıkan 12 aylık tahmini satış değerleri ve hata değerleri Ek 9'da yer almaktadır.

4.3.4. Holt-Winters Yöntemi

Holt-Winters yöntemi için R programının forecast paketinde ets fonksiyonu kullanılmıştır. İlk olarak, bazı ürünlerde ilk aylardaki satış verileri 0 olduğundan dolayı tahminin ilk satışın başladığı aydan başlaması için bir while döngüsü kullanılmıştır. Fakat bazı ürünleri ilk satışlarının başladığı dönemlerden başlatınca iki dönemden az satış verisi kaldığı için program hata veriyor ve iki dönem satış verisi istiyor. Bundan dolayı bu şekilde olan ürünlerin başlangıç verisi Ocak 2016'dan başlatıldı. 100 ürün için for döngüsü içinde ets, forecast, MSE fonksiyonu ve hesaplanmasını istediğimiz bazı değerlerin fonksiyonları yazıldı. Holt-Winters yönteminde alpha, beta ve gamma düzgünleştirme katsayılarını kullanacağımız için model olarak "AAA" (error type=additive, trend type=additive, season type=additive) ve damped=false olarak girilmiştir. Böylece fonksiyon her bir ürün için en uygun alpha, beta ve gamma değerlerini belirleyebilir.

```
starttimeholt <- Sys.time()
holtwinterets<-summaryholt<-residualsholt<-coefholt<-fittedholt<-forecastholt<-forecastholtlist<-
MSEholt<-start<-time<-list(0)
for (i in 1:100) {
  j=1
  while (eczanedata[j, i]==0) {
    j=j+1
  }
  if (j>=13){
    start[[i]] <- 13
    time[[i]] <- c(2016, 1)
  } else {
    start[[i]] <- j
    time[[i]] <- c(2015 + (j-1) %/% 12, 1+ (j-1) %% 12)
  }
}
for (i in 1:100) {
holtwinterets[[i]] <- ets((ts(as.vector(eczanedata[start[[i]]:36, i]), start = c(time[[i]]), frequency=12)),
model="AAA", damped = FALSE, additive.only = TRUE, lambda= NULL, biasadj = TRUE, nmse=1,
bounds = c("usual"), allow.multiplicative.trend = FALSE, use.initial.values = TRUE)
  summaryholt[[i]] <- summary(holtwinterets[[i]])
  residualsholt[[i]] <- residuals(holtwinterets[[i]])
  coefholt[[i]] <- coef(holtwinterets[[i]])
  fittedholt[[i]] <- fitted(holtwinterets[[i]])
  forecastholt[[i]] <- forecast.ets(holtwinterets[[i]], h=12)
  forecastholtlist[[i]] <- as.data.frame(forecastholt[[i]][["mean"]])
  MSEholt[[i]] <- MSE((actualdata[1:12, i]), (forecastholtlist[[i]]), digits=4)
}
```

Şekil 4.4. Holt-Winters R Fonksiyonu

Şekil 4.4'de Holt-Winters için R programına yazılan fonksiyon yer almaktadır. Program çalıştırılarak bütün tahmin sonuçları elde edildi. Her bir ürün için belirlenen en uygun alpha, beta ve gamma değerleri Ek 10'da yer almaktadır. Forecast fonksiyonuyla da her bir ürün için 12 aylık satış verilerinin tahmini satış değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca, MSE fonksiyonuyla tahmini satış değerleri ile gerçekleşen satış değerleri

arasındaki hata değerleri hesaplanmıştır. Her bir ürün için çıkan 12 aylık tahmini satış değerleri ve hata değerleri Ek 11'de yer almaktadır.

4.4. Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Çalışmanın bu kısmında, eczaneden alınan ilaç satış verileriyle talep tahmin yapılması için uygulanan yapay sinir ağları, hareketli ortalama, üssel düzeltme, ikili üssel düzeltme ve Holt-Winters yöntemlerinin verdiği hata oranları karşılaştırılmıştır. Her bir yöntem için elde edilen hata değerleri Ek 12'de yer almaktadır. Bunun sonucunda minimum MSE değerini veren yöntem o ürün için seçilmiştir. Tablo 4.6'da tahmin yöntemi seçimleri gösterilmektedir.

Tablo 4.6. Tahmin Yöntemi Seçimi

Seçim (MSE)							
İlaç No	**Seçim**	**İlaç No**	**Seçim**	**İlaç No**	**Seçim**	**İlaç No**	**Seçim**
1	Holt-Winters	**26**	YSA	**51**	YSA	**76**	Holt-Winters
2	İkili Üssel Düzeltme	**27**	İkili Üssel Düzeltme	**52**	YSA	**77**	YSA
3	Holt-Winters	**28**	YSA	**53**	Üssel Düzeltme	**78**	Holt-Winters
4	Holt-Winters	**29**	Üssel Düzeltme	**54**	YSA	**79**	Hareketli Ortalama
5	Hareketli Ortalama	**30**	YSA	**55**	İkili Üssel Düzeltme	**80**	Hareketli Ortalama
6	Hareketli Ortalama	**31**	YSA	**56**	YSA	**81**	YSA
7	İkili Üssel Düzeltme	**32**	YSA	**57**	YSA	**82**	YSA
8	YSA	**33**	YSA	**58**	YSA	**83**	Holt-Winters
9	YSA	**34**	Üssel Düzeltme	**59**	YSA	**84**	YSA
10	Üssel Düzeltme	**35**	Üssel Düzeltme	**60**	YSA	**85**	Holt-Winters
11	YSA	**36**	YSA	**61**	YSA	**86**	İkili Üssel Düzeltme
12	YSA	**37**	Üssel Düzeltme	**62**	YSA	**87**	Hareketli Ortalama
13	Holt-Winters	**38**	Üssel Düzeltme	**63**	YSA	**88**	Üssel Düzeltme
14	İkili Üssel Düzeltme	**39**	Üssel Düzeltme	**64**	Hareketli Ortalama	**89**	Üssel Düzeltme
15	Hareketli Ortalama	**40**	Hareketli Ortalama	**65**	Holt-Winters	**90**	İkili Üssel Düzeltme
16	Üssel Düzeltme	**41**	YSA	**66**	YSA	**91**	İkili Üssel Düzeltme
17	Üssel Düzeltme	**42**	YSA	**67**	YSA	**92**	Üssel Düzeltme
18	Hareketli Ortalama	**43**	YSA	**68**	Holt-Winters	**93**	YSA
19	YSA	**44**	Üssel Düzeltme	**69**	Hareketli Ortalama	**94**	YSA
20	Hareketli Ortalama	**45**	Holt-Winters	**70**	İkili Üssel Düzeltme	**95**	YSA
21	İkili Üssel Düzeltme	**46**	İkili Üssel Düzeltme	**71**	YSA	**96**	Üssel Düzeltme
22	İkili Üssel Düzeltme	**47**	YSA	**72**	YSA	**97**	Holt-Winters
23	Hareketli Ortalama	**48**	YSA	**73**	YSA	**98**	YSA
24	Holt-Winters	**49**	Hareketli Ortalama	**74**	Üssel Düzeltme	**99**	Holt-Winters
25	YSA	**50**	YSA	**75**	Hareketli Ortalama	**100**	YSA

Seçim sonuçlarına göre 14 ürün için hareketli ortalama, 16 ürün için üssel düzeltme, 12 ürün için ikili üssel düzeltme, 14 ürün için Holt-Winters ve 44 ürün için yapay sinir ağları en iyi tahmin değerlerini vermiştir. 100 ürün için yapay sinir ağlarının daha fazla üründe iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Ayrıca, her bir yöntem için program toplam çalışma süreleri hesaplanmıştır. Program toplam çalışma süreleri Tablo 4.7'de yer almaktadır.

Tablo 4.7. Program Toplam Çalışma Süreleri

Yapay Sinir Ağları	5 saat 16 dakika 22 saniye
Hareketli Ortalama	6.18035 saniye
Üssel Düzeltme	2.62415 saniye
İkili Üssel Düzeltme	2.82916 saniye
Holt-Winters	5.06529 saniye

Yapay sinir ağlarında programın diğer yöntemlere göre uzun süre çalışarak sonuç verdiği görülmektedir. Bunun nedeni de yapay sinir ağlarında her bir ürün için uygun parametre değerlerini belirlerken 100 ürün için açılan for döngüsünün içinde 5 parametre için for döngüsü açılınca program çalışması uzun sürmektedir.

BÖLÜM 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma kapsamında öncelik olarak İstanbul'daki bir eczaneden Ocak 2015-Aralık 2018 yılları arasındaki ilaç satış verileri alınmıştır. Çalışmada kullanılacak ürünleri belirlemek için ABC analizi yapılarak, A sınıfında olan ürünlerden kanser ve mama ürün grubundaki ilaçlar çıkarılarak ilk 100 ilacın satış tahminlemesi yapılmak üzere seçilmiştir. Seçilen 100 ürün için talep tahmin yöntemlerinden yapay zeka tabanlı olan yapay sinir ağları yöntemi ve zaman serileri analizlerinden hareketli ortalama, üssel düzeltme, ikili üssel düzeltme ve Holt-Winters yöntemleri uygulanmıştır. Bütün tahminleme yöntemleri için R tabanlı olan RStudio programı kullanılmıştır.

Yapay sinir ağları mimarisinde 2 tane girdi verisi ve çıktı verisi kullanılmıştır. Girdi verileri olarak bir önceki ayın satış verileri ve ayların 1'den 12'ye kadar numaralandırılmış hali verilmiştir. Algoritma olarak çok katmanlı geri yayılım algoritması kullanılmıştır. Ağırlık fonksiyonunun hesaplanması için de kullanılan fonksiyon sigmoiddir. Normalizasyon tekniği olarak D_Min_Max yöntemi kullanılarak veriler 0,1 ve 0,9 arasında normalize edilmiştir. Ocak 2015-Aralık 2017 arasındaki veriler ağın eğitimi, Ocak 2018-Aralık 2018 arasındaki 12 aylık veri de ağın test edilmesi için kullanılmıştır. Eğitim için kullanılan verilerde girdi verisi olarak bir önceki ayın satış verisi kullanıldığından dolayı 2015 Ocak ayı kullanılamamıştır.

Öncelikle R programına 100 ürün için 2 tane girdi verileri, çıktı verileri ve denormalizasyonda kullanılmak üzere her bir ürününün minimum ve maksimum değerlerinin olduğu dosya yüklenmiştir. Yapay sinir ağları uygulamasında öğrenme katsayısı, aktivasyon katsayısı, çevrim sayısı, nöron sayısı ve gizli katman sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Bundan dolayı R programında 100 ürünün en iyi sonucu veren parametre değerlerini hesaplayarak tahmin sonuçlarını elde edeceğimiz bir fonksiyon yazıldı. Her bir ürünün parametre değerlerinin belirlemek için programın neuralnet paketindeki neuralnet fonksiyonuyla eğitim, compute fonksiyonuyla da test aşaması yapılmıştır. Gerçek değer ve tahmin değerlerinin karşılaştırılması için de smooth paketindeki MSE fonksiyonu kullanılmıştır. En iyi tahmin sonucunu veren parametre değerleri belirlenerek her bir ürün için elde edilen tahmin sonuçları ve gerçekleşen değerler karşılaştırılarak MSE hata değerleri hesaplanmıştır.

Zaman serisi yöntemlerinden, hareketli ortalama, üssel düzeltme, ikili üssel düzeltme ve Holt-Winters yöntemleri kullanılmıştır. İlk olarak programa bütün tahmin yöntemlerinde kullanılacak 100 tane ilaç için Ocak 2015 ile Aralık 2017 arasındaki 36 adet satış verileri ve tahmin edilecek olan Ocak 2018 ile Aralık 2018 arasındaki 12 aylık gerçek satış verileri sunulmuştur. R programında hareketli ortalama için sma fonksiyonu; üssel düzeltme, ikili üssel düzeltme ve Holt-Winters için ets fonksiyonu kullanılarak

tahminleme yapılmıştır. Elde edilen tahmin sonuçları ve gerçekleşen değerler karşılaştırılarak MSE hata değerleri hesaplanmıştır.

100 ürün için talep tahmin yöntemlerinin her biri uygulandıktan sonra, elde edilen hata değerleri karşılaştırılıp her bir ürün için en düşük hata değerini veren yöntem seçilmiştir. Böylece her bir ürün için en uygun tahminleme yöntemi belirlenmiştir. Bir sonraki tahminleme işleminde bu ürünlerde kullanılacak yöntem belirlenmiştir.

Karşılaştırma sonucunda uygulamada kullanılan yöntemlerden yapay sinir ağlarının daha fazla üründe en düşük hata değerini vererek seçildiği görülmüştür. Bu yöntemin daha iyi sonuçlar vererek avantajları olduğu gibi, dezavantajları da bulunmaktadır. Öncelikle program çalışma süreleri hesaplandığında yapay sinir ağlarının çok daha uzun sürede sonuç verdiği görülmüştür. Zaman serilerin de ise çok daha kısa sürelerde tahmin sonucu elde edilebilir.

Bu çalışmadan elde edilen tahmin sonuçları ile eczanelerde mal fazlası satın alımı için çalışmalar yapılabilir. Ürünlerden kaç adet mal fazlası alımı yapılırsa kar sağlanabileceği bir model kurularak belirlenebilir. Böylece mal fazlası indiriminden yararlanmak isterken gereksiz ürün stoklamanın ve bu şekilde zarar edilmenin önüne geçilebilir.

EK'LER

EK 1: Aylık İlaç Satış Verileri

	İlaç Satış																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Ocak 2015	21	27	26	32	52	0	8	6	0	25	5	24	33	12	11	0	15	11	3	0	11	0	6	3	13
Şubat 2015	42	19	31	15	43	0	5	18	6	28	8	2	4	14	9	7	13	10	1	0	2	3	2	0	4
Mart 2015	29	18	22	37	60	0	7	0	4	11	10	18	6	11	4	1	20	15	9	0	7	1	10	0	12
Nisan 2015	55	20	23	20	41	0	3	15	1	17	2	18	3	9	4	1	14	8	0	1	5	6	14	3	1
Mayıs 2015	36	27	20	11	59	0	4	0	4	13	1	10	28	14	4	0	13	4	0	0	6	0	10	0	2
Haziran 2015	43	9	26	16	33	0	7	0	0	23	1	1	2	20	7	9	16	5	0	2	5	6	10	0	26
Temmuz 2015	54	15	26	5	44	0	5	0	15	21	0	21	12	10	4	0	13	15	0	4	3	4	21	3	2
Ağustos 2015	33	3	21	8	45	0	1	15	3	15	1	9	11	10	8	0	14	6	0	0	9	3	7	0	6
Eylül 2015	37	12	28	8	39	0	2	0	0	13	3	18	5	10	3	3	14	12	0	0	4	0	11	3	15
Ekim 2015	44	16	21	33	62	0	12	0	12	11	3	12	12	14	8	1	18	23	0	5	1	4	14	0	9
Kasım 2015	48	13	12	16	44	0	8	15	0	23	1	17	8	10	0	9	17	13	0	0	3	0	15	0	1
Aralık 2015	45	3	27	31	52	0	2	0	3	22	6	13	5	21	8	3	15	14	3	7	7	3	11	3	15
Ocak 2016	46	27	30	37	47	0	4	0	7	3	3	11	20	14	0	8	26	7	0	0	10	2	9	0	4
Şubat 2016	65	9	30	20	40	0	24	6	5	17	5	24	19	14	8	5	12	12	4	0	6	6	11	0	6
Mart 2016	58	20	34	26	35	1	3	10	1	33	7	17	10	10	0	9	32	20	0	0	13	4	7	3	7
Nisan 2016	37	15	35	9	34	0	4	0	3	25	4	13	5	15	6	12	17	17	3	3	9	0	15	0	2
Mayıs 2016	63	21	25	21	58	0	12	0	4	18	6	26	7	20	0	16	13	12	0	0	9	4	16	0	12
Haziran 2016	37	5	32	8	44	0	14	6	5	22	2	15	9	16	6	3	17	23	1	7	3	4	14	0	0
Temmuz 2016	30	17	12	6	19	2	1	0	0	6	2	15	0	7	0	1	15	16	0	2	7	5	4	3	2
Ağustos 2016	55	3	32	13	44	7	1	15	0	22	2	30	9	8	4	1	10	21	9	4	0	0	9	0	1
Eylül 2016	39	34	36	23	49	8	11	6	5	15	7	33	25	14	11	16	25	17	1	6	13	7	14	3	1
Ekim 2016	61	20	37	25	36	5	7	0	4	14	5	0	5	8	0	0	24	11	0	9	14	2	14	0	7
Kasım 2016	68	13	29	21	32	16	9	19	3	22	6	9	12	12	0	7	13	12	5	1	11	5	12	0	9
Aralık 2016	53	20	32	32	36	6	3	21	4	16	9	8	20	12	7	20	15	19	18	20	10	0	6	5	7
Ocak 2017	48	22	34	29	58	14	11	3	4	13	7	18	26	18	4	0	19	5	1	6	8	12	7	7	1
Şubat 2017	47	8	30	25	46	3	5	5	2	9	8	18	3	10	4	15	19	20	0	15	15	4	3	0	0
Mart 2017	68	8	26	23	26	39	14	20	16	19	9	44	16	14	4	1	12	19	4	16	10	5	17	0	17
Nisan 2017	74	22	26	14	59	16	9	6	0	15	3	11	19	13	4	7	24	15	0	6	4	8	11	12	8
Mayıs 2017	34	15	27	7	48	23	7	3	5	13	2	25	11	16	3	16	22	14	2	21	4	3	14	0	10
Haziran 2017	50	13	20	4	28	16	5	0	4	12	2	9	2	6	0	0	18	15	0	3	9	0	2	0	3
Temmuz 2017	61	11	25	4	38	17	10	18	10	20	3	9	5	8	8	25	16	27	2	26	4	3	6	7	0
Ağustos 2017	36	12	27	9	38	10	7	18	0	9	2	9	11	9	4	5	15	4	9	5	6	0	9	0	10
Eylül 2017	28	11	23	10	32	8	6	0	4	12	5	26	12	10	0	24	25	26	0	11	6	0	3	3	10
Ekim 2017	38	25	29	37	36	19	7	18	5	12	19	14	6	9	12	0	19	6	6	1	12	6	15	4	5
Kasım 2017	45	13	18	16	47	13	4	18	0	9	6	19	22	14	4	5	14	9	14	5	15	0	2	3	14
Aralık 2017	65	15	21	21	38	14	1	0	10	14	7	11	1	17	2	4	12	10	4	0	2	8	10	6	2
Ocak 2018	42	23	27	31	40	8	9	18	0	12	7	9	21	5	1	2	13	28	7	5	9	3	7	3	8
Şubat 2018	55	9	26	18	42	32	10	0	2	9	1	1	12	7	16	1	13	6	3	0	10	3	6	6	2
Mart 2018	37	15	25	26	36	11	9	5	8	23	8	20	12	16	0	25	13	12	0	0	14	3	13	6	16
Nisan 2018	65	10	21	18	42	11	2	0	0	16	2	11	11	14	0	12	18	10	3	0	2	3	2	6	1
Mayıs 2018	40	17	23	18	43	6	4	5	0	19	1	11	0	5	0	23	10	26	0	0	22	0	6	3	6
Haziran 2018	29	3	17	8	27	13	5	0	8	11	2	3	6	5	4	6	6	13	0	0	5	0	18	3	6
Temmuz 2018	41	4	16	9	36	12	4	5	0	14	3	18	6	14	10	0	14	14	0	2	10	3	11	6	15
Ağustos 2018	24	15	26	10	35	24	5	18	0	15	0	24	7	9	0	6	8	12	0	4	10	5	5	3	0
Eylül 2018	29	2	18	19	45	15	4	0	5	10	6	5	8	7	4	0	8	13	0	1	5	3	3	6	7
Ekim 2018	34	10	25	26	28	9	3	0	2	16	2	20	5	9	0	0	16	9	3	0	9	3	11	0	3
Kasım 2018	43	8	14	23	43	15	6	0	0	9	2	12	12	12	4	0	14	13	0	0	6	0	2	6	0
Aralık 2018	25	12	23	34	44	8	0	6	0	18	4	2	12	11	4	0	14	10	4	0	13	4	4	6	14

EK 1: Aylık İlaç Satış Verileri (Devamı)

	İlaç Satış																								
	26	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**	**49**	**50**
Ocak 2015	11	7	5	9	4	0	0	0	6	15	0	3	1	11	0	0	1	5	2	5	4	0	8	0	1
Şubat 2015	14	5	4	8	10	13	0	0	5	24	0	3	1	7	0	0	0	1	2	10	6	0	4	1	0
Mart 2015	15	6	6	5	15	7	4	0	5	19	0	8	4	20	0	0	0	5	2	1	10	0	7	10	1
Nisan 2015	22	5	6	6	8	15	15	0	3	21	0	10	0	4	0	0	1	9	8	12	8	0	6	0	2
Mayıs 2015	19	13	7	10	6	1	0	0	10	15	0	1	2	1	0	0	2	4	3	3	6	7	10	4	2
Haziran 2015	17	4	5	7	19	4	0	1	5	27	0	1	6	14	0	0	0	1	0	18	5	0	3	5	1
Temmuz 2015	19	6	11	0	5	7	3	5	4	3	0	3	6	9	1	0	1	2	12	11	8	4	1	0	1
Ağustos 2015	9	10	6	9	8	12	0	4	11	12	0	5	3	4	0	0	1	3	5	6	15	0	5	6	1
Eylül 2015	18	1	13	4	6	1	0	0	1	17	3	5	6	7	0	0	0	6	2	13	7	6	4	6	3
Ekim 2015	24	1	5	11	13	10	0	0	7	9	0	5	0	0	0	0	0	3	0	13	8	0	7	1	2
Kasım 2015	18	4	11	9	13	5	30	4	1	22	0	9	3	8	0	0	2	7	5	8	8	0	5	2	1
Aralık 2015	24	14	13	12	6	4	0	3	11	21	5	3	11	12	0	0	1	3	0	15	7	8	5	10	4
Ocak 2016	25	3	14	10	4	8	15	0	5	9	0	7	7	12	0	0	1	3	1	12	13	0	2	0	2
Şubat 2016	31	6	6	12	10	13	30	5	2	24	7	4	6	10	0	0	0	13	2	13	7	0	9	0	2
Mart 2016	29	10	13	6	10	2	30	1	5	23	0	4	2	1	0	0	0	3	5	5	9	2	3	8	5
Nisan 2016	35	14	13	8	11	6	28	0	10	7	0	3	4	13	0	0	0	3	11	4	2	6	4	0	4
Mayıs 2016	25	0	7	8	13	5	0	0	5	17	0	16	4	6	0	0	1	9	5	21	6	0	17	4	2
Haziran 2016	27	9	4	18	5	6	30	1	1	6	0	7	2	14	0	0	0	6	4	7	11	0	3	4	1
Temmuz 2016	14	11	13	1	9	4	0	0	11	6	0	8	7	0	0	0	2	0	0	1	7	0	3	4	0
Ağustos 2016	21	0	13	5	11	7	0	2	11	10	0	11	8	17	0	0	0	9	9	9	6	0	7	3	3
Eylül 2016	33	5	4	9	4	10	0	2	4	8	0	8	9	12	0	0	6	0	8	8	14	0	6	4	0
Ekim 2016	26	1	13	10	7	1	0	2	4	9	0	3	3	5	0	0	0	3	1	1	9	8	10	0	3
Kasım 2016	27	10	11	10	15	13	0	0	7	11	0	3	4	17	1	0	3	4	5	1	10	0	9	6	1
Aralık 2016	19	0	10	9	15	1	3	2	3	9	3	6	4	10	1	0	4	0	1	6	8	0	9	3	1
Ocak 2017	26	0	8	11	3	12	10	2	6	4	5	8	7	15	1	0	11	0	3	9	6	6	5	1	2
Şubat 2017	29	6	3	12	3	4	16	0	6	9	5	5	4	10	3	2	4	3	5	5	6	0	8	3	3
Mart 2017	34	3	11	9	26	8	0	1	17	7	3	10	2	8	1	5	7	1	6	9	3	0	12	6	2
Nisan 2017	23	4	7	13	5	4	12	0	3	10	0	7	0	11	5	7	6	3	12	12	4	6	9	1	1
Mayıs 2017	23	5	16	0	17	11	0	2	7	11	0	11	2	13	1	3	5	3	5	5	5	0	5	4	1
Haziran 2017	18	7	7	12	16	3	0	0	13	3	0	4	4	19	1	6	2	3	0	4	8	2	7	2	1
Temmuz 2017	20	11	8	7	6	9	7	1	8	6	0	7	2	6	6	0	4	0	6	5	12	10	7	2	1
Ağustos 2017	24	2	9	0	1	8	0	0	0	8	0	7	3	6	1	3	8	9	3	9	10	0	3	8	1
Eylül 2017	13	4	9	7	7	5	7	1	4	6	0	6	6	10	1	12	5	0	13	8	6	1	2	5	2
Ekim 2017	30	8	8	10	16	6	15	3	12	11	6	10	12	7	0	3	2	0	1	8	1	2	9	0	2
Kasım 2017	12	2	12	13	13	4	0	5	5	11	8	9	9	8	0	3	4	6	0	10	2	3	7	10	1
Aralık 2017	17	13	14	5	4	18	0	0	9	15	3	10	7	8	0	4	9	3	8	7	2	6	3	8	4
Ocak 2018	38	6	10	11	0	0	0	0	5	10	8	7	4	12	0	4	1	0	4	7	2	3	4	1	1
Şubat 2018	17	7	7	14	16	4	0	0	10	2	6	2	6	14	0	5	4	7	0	5	1	0	7	4	2
Mart 2018	31	11	16	4	10	1	0	3	4	13	9	5	5	9	0	3	7	1	0	12	2	5	2	8	2
Nisan 2018	11	6	11	4	7	10	3	0	0	3	5	5	6	8	2	0	0	12	8	2	1	0	0	2	1
Mayıs 2018	30	3	3	7	1	3	1	0	1	12	17	9	4	22	0	3	5	3	2	7	2	9	14	4	1
Haziran 2018	16	6	6	4	8	4	0	0	6	6	0	13	18	7	0	0	3	0	0	6	3	0	1	1	3
Temmuz 2018	22	4	4	6	20	0	0	0	6	12	5	10	3	5	0	0	0	6	5	7	3	0	2	8	1
Ağustos 2018	13	0	2	4	7	4	2	0	0	2	0	6	10	1	0	5	0	6	1	7	3	1	7	4	3
Eylül 2018	9	12	6	14	2	1	0	0	5	10	10	8	1	16	0	4	4	0	5	5	0	3	5	0	1
Ekim 2018	20	1	4	3	2	9	0	0	2	13	0	12	9	0	0	0	2	1	1	0	0	0	6	3	2
Kasım 2018	15	1	1	8	16	4	0	0	7	5	4	7	9	8	0	0	1	9	4	0	1	0	2	5	3
Aralık 2018	20	1	9	13	11	1	0	2	0	4	0	3	10	9	0	2	0	4	3	10	2	0	5	8	0

EK 1: Aylık İlaç Satış Verileri (Devamı)

	İlaç Satış																								
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Ocak 2015	3	7	0	3	12	0	3	16	10	0	6	4	18	0	5	11	0	8	5	9	5	0	3	2	0
Şubat 2015	9	10	12	3	12	0	0	15	5	0	0	12	26	1	12	14	0	8	0	7	2	0	0	5	0
Mart 2015	5	15	1	3	15	0	2	15	10	0	1	1	36	1	7	22	0	7	2	4	5	2	0	4	0
Nisan 2015	8	6	1	11	16	0	0	10	8	0	1	5	13	1	1	7	0	4	2	3	3	3	4	1	3
Mayıs 2015	3	12	4	0	7	0	2	8	3	0	3	7	20	0	18	6	0	2	3	5	6	0	0	3	0
Haziran 2015	5	9	6	6	14	0	0	18	2	0	8	4	10	0	6	9	0	3	7	4	6	2	0	3	0
Temmuz 2015	9	4	2	5	9	15	1	17	11	0	1	12	4	0	4	6	0	0	3	2	2	10	3	6	3
Ağustos 2015	8	7	8	3	8	0	2	9	6	0	1	0	6	2	7	8	0	4	1	5	1	1	3	2	0
Eylül 2015	5	15	3	5	12	0	0	9	2	0	1	4	2	1	5	6	0	1	5	3	8	6	0	2	0
Ekim 2015	7	14	5	1	7	0	0	14	9	0	8	9	20	0	4	23	0	9	4	2	6	1	3	1	2
Kasım 2015	3	11	8	3	7	0	0	21	3	0	4	4	9	2	4	15	0	6	3	4	5	3	0	2	0
Aralık 2015	10	10	3	11	6	0	0	10	8	0	1	0	28	1	8	23	0	11	9	2	4	3	10	2	3
Ocak 2016	8	5	1	0	10	0	0	23	19	0	4	6	32	1	2	11	0	8	6	3	3	0	3	8	0
Şubat 2016	8	10	10	3	6	0	1	28	10	0	4	11	34	2	6	11	1	6	5	6	5	3	0	5	0
Mart 2016	5	17	5	6	11	0	1	21	20	0	4	4	59	2	0	23	1	7	11	5	5	4	0	4	0
Nisan 2016	2	12	4	6	9	0	0	16	15	0	4	0	44	2	10	13	1	2	6	4	6	3	6	5	0
Mayıs 2016	11	8	6	3	12	0	0	20	5	0	8	5	29	2	6	13	1	6	2	2	3	7	0	3	0
Haziran 2016	4	12	6	3	11	0	1	11	23	3	5	8	11	1	4	7	0	0	5	2	4	0	0	3	0
Temmuz 2016	6	11	2	1	6	5	0	7	4	0	6	4	4	1	12	15	0	0	3	2	4	3	6	4	1
Ağustos 2016	6	6	21	0	5	0	2	22	13	0	10	0	11	3	5	8	0	2	2	4	2	3	0	4	0
Eylül 2016	9	13	16	0	14	0	6	16	4	0	13	12	36	9	4	19	0	6	1	4	6	3	4	1	0
Ekim 2016	10	5	12	0	8	0	0	24	8	0	3	4	25	3	0	25	1	8	2	4	9	1	6	2	0
Kasım 2016	6	5	11	5	6	0	1	19	6	0	0	4	38	0	10	10	0	1	8	4	6	6	0	9	2
Aralık 2016	1	8	6	3	7	0	0	28	10	0	5	5	69	1	6	13	0	5	4	12	3	0	2	1	0
Ocak 2017	11	8	2	6	7	20	2	24	7	13	7	11	49	1	9	24	3	8	4	7	5	0	7	4	0
Şubat 2017	11	8	1	10	10	12	0	14	7	6	2	7	28	3	2	1	3	4	1	16	8	8	0	4	2
Mart 2017	7	9	4	3	5	16	6	18	22	29	3	5	10	2	5	8	0	3	2	10	7	0	3	6	1
Nisan 2017	10	6	2	6	7	8	0	26	5	52	4	10	7	4	5	16	1	6	2	11	4	4	3	5	3
Mayıs 2017	13	10	8	4	10	74	2	28	6	35	4	2	12	2	7	11	0	3	4	15	4	5	3	5	3
Haziran 2017	1	6	4	3	7	32	1	12	27	29	11	8	15	3	3	12	1	0	2	10	2	3	0	4	0
Temmuz 2017	6	8	5	0	3	37	1	9	13	39	4	4	10	5	3	10	0	0	7	11	4	7	3	3	1
Ağustos 2017	4	15	11	9	15	20	3	24	7	68	4	0	6	3	3	2	2	5	3	5	3	3	0	8	4
Eylül 2017	8	5	6	3	3	41	0	9	3	11	5	8	7	1	17	9	6	7	5	7	3	0	4	1	0
Ekim 2017	11	5	2	0	6	60	3	10	14	13	4	11	15	3	6	8	8	10	7	10	4	9	4	2	6
Kasım 2017	4	8	10	11	6	9	0	13	12	7	6	9	17	3	4	14	4	7	5	12	5	3	1	3	0
Aralık 2017	6	5	5	3	8	10	3	17	5	20	6	0	24	2	9	7	4	4	6	4	1	7	2	9	4
Ocak 2018	9	15	4	0	10	13	0	16	15	0	6	4	16	3	10	13	7	6	5	13	1	3	3	3	3
Şubat 2018	3	7	5	9	7	11	0	12	13	0	1	10	31	2	4	10	1	1	2	8	1	0	0	2	3
Mart 2018	7	10	4	1	2	1	3	11	3	0	6	4	40	5	1	7	5	4	3	11	2	6	0	4	3
Nisan 2018	9	9	7	3	7	0	0	19	11	0	3	0	16	3	14	12	2	2	5	6	0	6	3	4	0
Mayıs 2018	6	11	9	3	4	3	0	20	11	12	8	5	5	4	0	13	6	1	2	8	0	4	0	4	4
Haziran 2018	5	6	8	3	4	0	3	5	2	0	5	4	6	3	1	6	0	2	3	6	0	4	0	1	6
Temmuz 2018	7	13	2	2	5	0	0	17	7	0	5	11	18	5	6	11	1	0	9	6	0	6	3	4	0
Ağustos 2018	1	9	2	3	2	0	0	11	11	20	3	4	8	4	12	5	3	0	3	9	0	0	0	3	3
Eylül 2018	4	4	3	6	3	0	0	6	4	0	8	0	6	2	1	13	2	2	1	7	0	6	0	0	9
Ekim 2018	2	15	1	0	7	0	2	20	3	17	2	9	18	2	8	10	1	0	0	8	0	3	3	4	0
Kasım 2018	1	6	0	6	1	0	0	17	7	1	0	1	10	4	0	6	2	0	5	8	0	1	0	4	0
Aralık 2018	2	7	5	2	9	0	0	16	10	20	8	5	18	1	11	18	2	0	5	8	0	5	0	5	9

EK 1: Aylık İlaç Satış Verileri (Devamı)

	İlaç Satış																								
	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Ocak 2015	0	14	12	0	0	9	0	0	2	1	0	16	3	2	10	13	3	5	4	10	3	12	2	7	2
Şubat 2015	3	2	8	8	0	6	3	1	9	1	8	4	6	0	12	3	3	2	0	0	2	8	0	2	3
Mart 2015	1	11	9	0	0	8	0	0	0	2	0	12	6	0	18	1	6	3	5	5	5	12	4	1	4
Nisan 2015	5	2	9	8	0	12	11	3	4	2	1	3	1	0	8	5	3	4	8	3	4	8	0	4	2
Mayıs 2015	6	12	10	3	0	14	6	0	0	4	5	12	4	1	6	0	1	3	0	6	4	1	0	6	1
Haziran 2015	0	2	11	0	0	8	0	4	8	3	1	8	0	1	9	0	9	1	0	0	14	0	3	4	4
Temmuz 2015	11	15	11	12	0	6	5	4	4	0	4	1	2	3	1	9	6	6	0	13	7	2	0	6	2
Ağustos 2015	7	5	5	0	0	3	0	4	0	2	0	3	1	1	5	2	1	0	7	0	6	3	0	4	0
Eylül 2015	0	13	8	0	0	3	0	1	5	2	10	0	1	4	10	3	2	5	2	10	10	6	0	2	2
Ekim 2015	9	17	8	7	0	4	0	0	4	4	0	1	1	2	7	11	8	2	0	0	5	17	0	7	6
Kasım 2015	4	8	6	0	0	9	0	2	9	7	0	9	1	2	16	2	7	4	7	6	5	8	0	8	0
Aralık 2015	6	27	12	2	0	6	0	1	0	6	0	6	3	3	7	11	4	6	4	9	3	15	0	5	8
Ocak 2016	5	11	14	2	0	2	0	1	4	4	8	0	3	2	15	7	7	4	0	6	4	13	0	6	7
Şubat 2016	5	11	2	11	0	11	0	2	0	1	0	13	7	1	17	3	4	8	8	6	5	8	1	4	9
Mart 2016	5	19	12	8	0	10	0	3	4	9	5	5	3	3	11	2	7	13	5	0	4	15	3	5	4
Nisan 2016	0	23	5	12	0	12	5	3	1	1	4	4	9	2	8	8	1	7	4	2	7	10	3	6	4
Mayıs 2016	10	1	11	0	0	15	5	3	6	8	2	17	2	2	11	6	8	7	0	9	2	1	1	3	1
Haziran 2016	0	20	8	0	0	15	0	9	4	7	1	7	7	5	11	1	4	6	8	5	6	0	0	3	3
Temmuz 2016	5	15	5	0	0	11	3	4	4	0	9	3	3	1	13	0	2	8	3	8	11	3	3	8	1
Ağustos 2016	5	10	8	0	0	8	4	8	0	4	0	10	2	1	6	5	3	5	4	11	6	4	6	5	4
Eylül 2016	2	0	10	2	0	7	3	7	4	9	1	12	6	2	7	4	9	10	0	8	9	2	1	6	2
Ekim 2016	3	4	10	7	0	13	3	0	10	0	11	8	6	1	13	0	4	6	4	2	7	9	5	8	9
Kasım 2016	15	1	4	9	0	8	4	2	6	0	5	15	3	1	15	26	5	4	4	5	8	9	3	5	2
Aralık 2016	0	10	10	8	0	10	3	4	1	0	5	12	8	2	5	9	4	10	5	1	2	14	3	6	13
Ocak 2017	1	15	8	0	0	9	0	2	5	0	0	10	9	1	9	7	5	2	7	10	7	23	3	4	6
Şubat 2017	11	12	6	7	0	12	4	1	9	3	6	15	10	2	12	9	3	9	3	8	3	8	6	5	5
Mart 2017	5	10	7	0	0	11	6	1	5	6	4	10	4	3	14	2	9	2	2	8	5	9	3	2	5
Nisan 2017	0	8	6	1	5	14	5	5	1	9	0	3	2	3	5	2	5	11	6	0	4	4	0	8	4
Mayıs 2017	0	35	4	16	6	13	4	2	1	0	0	12	5	2	7	6	5	7	8	6	7	5	6	5	8
Haziran 2017	5	1	9	0	6	11	0	8	7	0	6	1	3	2	10	5	2	4	4	9	2	4	3	7	7
Temmuz 2017	10	1	10	0	12	9	6	15	9	7	11	4	4	2	1	2	10	7	0	0	9	0	3	4	4
Ağustos 2017	0	7	1	0	2	12	3	2	2	6	1	11	4	4	1	6	6	3	4	9	0	2	3	5	6
Eylül 2017	0	10	11	11	4	5	0	1	2	2	6	2	3	3	8	7	8	7	6	1	5	5	0	2	3
Ekim 2017	10	19	6	3	13	4	0	0	4	14	8	7	9	4	12	11	2	9	0	11	2	19	6	1	8
Kasım 2017	5	22	14	8	10	9	0	1	4	0	8	6	3	3	11	6	4	5	5	0	7	3	0	9	6
Aralık 2017	0	10	11	4	9	5	6	0	1	2	8	5	8	4	5	11	7	6	8	7	4	4	0	4	7
Ocak 2018	8	16	9	0	14	7	0	1	0	1	10	5	2	5	2	10	4	3	4	6	3	14	1	3	6
Şubat 2018	5	5	2	0	8	5	0	0	0	1	11	2	8	3	11	3	3	1	8	6	5	7	4	5	5
Mart 2018	4	16	8	16	17	12	0	2	4	17	8	10	8	5	6	0	2	3	0	6	4	5	0	3	9
Nisan 2018	0	4	11	0	10	12	3	5	0	4	0	4	8	5	0	5	10	10	4	9	4	8	2	5	4
Mayıs 2018	5	10	4	0	11	10	0	5	0	1	12	2	6	6	0	11	10	7	0	9	4	3	3	2	4
Haziran 2018	0	7	8	16	11	5	0	5	0	13	5	3	2	4	4	4	1	3	4	0	3	2	0	4	2
Temmuz 2018	10	7	6	6	2	5	0	10	0	1	10	7	9	3	0	10	2	5	4	9	3	2	1	2	4
Ağustos 2018	0	2	8	0	5	13	0	7	0	0	0	8	3	0	5	10	3	6	0	9	2	6	0	1	5
Eylül 2018	0	1	4	8	13	6	0	2	0	0	4	11	4	0	1	7	1	2	4	0	1	5	3	2	0
Ekim 2018	0	1	6	0	13	4	0	4	0	4	5	5	3	1	0	11	10	6	0	9	5	14	0	4	4
Kasım 2018	10	1	5	10	8	6	0	1	0	6	6	3	7	1	10	4	4	5	8	10	3	12	0	5	7
Aralık 2018	5	0	8	0	9	10	17	1	0	5	5	4	4	0	5	3	7	2	0	0	1	19	3	6	3

EK 2: Yapay Sinir Ağları R Fonksiyonu

```
#girilecek veri aralıkları
datatrain <- 1:35
datatest <- 36:47
y <- 1:100
output1 <- as.matrix(output,47,100)
inputsale1 <- as.matrix(inputsale,47,100)
month1 <- as.matrix(month,47,100)
# verilen x vektöründeki sayıları 0.1 ile 0.9 arasında normalize eden fonksiyon
normalize <- function(x) {
  return ((((x - min(x))*0.8) / (max(x) - min(x)))+0.1)
}
#output, inputsale ve month dosyalarının sütün isimlerinin düzenlenme adımı
colnames(output1)<-NULL
output1 <- data.frame(output1)
colnames(inputsale1)<-NULL
inputsale1<-data.frame(inputsale1)
colnames(month1)<-NULL
month1<-data.frame(month1)
#girdi ve çıktı verilerinin normalizasyon adımı
normalizeoutput <- as.data.frame(lapply(output1, normalize))
normalizeinput <- as.data.frame(lapply(inputsale1, normalize))
normalizemonth <- as.data.frame(lapply(month1, normalize))
#liste isimleri

normalizedata<-trainset<-inputtestset<-nnlearn<-predicttestlearn<-MSElearn<-selectlearningrate<-nnact<-predicttestact<-MSEact <-
selectactivation<-nnrep<-predicttestrep<-MSErep<-selectrep<-nnneuron<-predicttestneuron<-MSEneuron<-selectneuron<-
nnhidden<-predicttesthidden<-MSEhidden<-selecthidden<-nn<-predicttestresult<-predictionresult<-MSEresult<-list(0)

#her bir ürün için ysa parametre değerlerinin belirlenmesi
starttimenn <- Sys.time()
for (i in y) {
  normalizedata[[i]] <- data.frame(normalizeoutput[, i], normalizeinput[, i], normalizemonth[, i])
  trainset[[i]] <- normalizedata[[i]][datatrain, ]
  inputtestset[[i]] <- data.frame(normalizeinput[datatest, i], normalizemonth[datatest, i])
  #öğrenme katsayısını belirleme adımı
  for (j in 1:9) {
    k=0.1*j
    nnlearn[[j]] <- neuralnet(normalizeoutput...i. ~ normalizeinput...i. + normalizemonth...i., data = trainset[[i]], hidden=c(2), threshold = 0.6,
stepmax = 1000, rep = 1000, learningrate = k, algorithm = "backprop", act.fct = "logistic", linear.output = FALSE)
    predicttestlearn[[j]] <- compute(nnlearn[[j]], inputtestset[[i]])
    MSElearn[[j]] <- MSE(output1[datatest, i], ((((predicttestlearn[[j]][["net.result"]]-0.1)/0.8)*(max(minmax[2, i])-min(minmax[1,
i])))+min(minmax[1, i])), digits=4)
    selectlearningrate[[i]] <- (which.min(MSElearn))*0.1
  }
  #aktivasyon katsayısını belirleme adımı
  for (j in 1:9) {
    k=0.1*j
    nnact[[j]] <- neuralnet(normalizeoutput...i. ~ normalizeinput...i. + normalizemonth...i., data = trainset[[i]], hidden=c(2), threshold = k,
stepmax = 1000, rep = 1000, learningrate = selectlearningrate[[i]], algorithm = "backprop", act.fct = "logistic", linear.output = FALSE)
    predicttestact[[j]] <- compute(nnact[[j]], inputtestset[[i]])
    MSEact[[j]] <- MSE(output1[datatest, i], ((((predicttestact[[j]][["net.result"]]-0.1)/0.8)*(max(minmax[2, i])-min(minmax[1,
i])))+min(minmax[1, i])), digits=4)
    selectactivation[[i]] <- (which.min(MSEact))*0.1
  }
```

EK 2: Yapay Sinir Ağları R Fonksiyonu (Devamı)

```
 #çevrim sayısını belirleme adımı
 for (m in 1:11) {
   rep <- as.matrix(list(50,100,150,250,500,750,1000,1250,1500,1750,2000))
   nnrep[[m]] <- neuralnet(normalizeoutput...i. ~ normalizeinput...i. + normalizemonth...i., data = trainset[[i]], hidden=c(2), threshold =
selectactivation[[i]], stepmax = rep[[m]], rep = rep[[m]], learningrate = selectlearningrate[[i]], algorithm = "backprop", act.fct = "logistic",
linear.output = FALSE)
   predicttestrep[[m]] <- compute(nnrep[[m]], inputtestset[[i]])
   MSErep[[m]] <- MSE(output1[datatest, i], ((((predicttestrep[[m]][["net.result"]]-0.1)/0.8)*(max(minmax[2, i])-min(minmax[1,
i])))+min(minmax[1, i])), digits=4)
   selectrep[[i]] <- rep[[(which.min(MSErep))]]
 }
 #nöron sayısını belirleme adımı
 for (j in 1:9) {
   l=j+1
   nnneuron[[j]] <- neuralnet(normalizeoutput...i. ~ normalizeinput...i. + normalizemonth...i., data = trainset[[i]], hidden = c(l), threshold =
selectactivation[[i]], stepmax = selectrep[[i]], rep = selectrep[[i]], learningrate = selectlearningrate[[i]], algorithm = "backprop", act.fct =
"logistic", linear.output = FALSE)
   predicttestneuron[[j]] <- compute(nnneuron[[j]], inputtestset[[i]])
   MSEneuron[[j]] <- MSE(output1[datatest, i], ((((predicttestneuron[[j]][["net.result"]]-0.1)/0.8)*(max(minmax[2, i])-min(minmax[1,
i])))+min(minmax[1, i])), digits=4)
   selectneuron[[i]] <- ((which.min(MSEneuron))+1)
 }
 #gizli katman sayısını belirleme adımı
 for (p in 1:2) {
   if (p == 1) {
     hidden <- neuralnet(normalizeoutput...i. ~ normalizeinput...i. + normalizemonth...i., data = trainset[[i]], hidden = c(selectneuron[[i]]),
threshold = selectactivation[[i]], stepmax = selectrep[[i]], rep = selectrep[[i]], learningrate = selectlearningrate[[i]], algorithm = "backprop",
act.fct = "logistic", linear.output = FALSE)
   } else {
     hidden <- neuralnet(normalizeoutput...i. ~ normalizeinput...i. + normalizemonth...i., data = trainset[[i]], hidden = c(selectneuron[[i]],
selectneuron[[i]]), threshold = selectactivation[[i]], stepmax = selectrep[[i]], rep = selectrep[[i]], learningrate = selectlearningrate[[i]],
algorithm = "backprop", act.fct = "logistic", linear.output = FALSE)
   }
   nnhidden[[p]] <- hidden
   predicttesthidden[[p]] <- compute(nnhidden[[p]], inputtestset[[i]])
   MSEhidden[[p]] <- MSE(output1[datatest, i], ((((predicttesthidden[[p]][["net.result"]]-0.1)/0.8)*(max(minmax[2, i])-min(minmax[1,
i])))+min(minmax[1, i])), digits=4)
   selecthidden[[i]] <- (which.min(MSEhidden))
 }
 nn[[i]] <- nnhidden[[selecthidden[[i]]]]
 plot(nn[[i]], rep = "best")
 predicttestresult[[i]] <- predicttesthidden[[which.min(MSEhidden)]]
 predictionresult[[i]] <- resultshidden[[which.min(MSEhidden)]]
 MSEresult[[i]] <- MSEhidden[[which.min(MSEhidden)]]
}
endtimenn <- Sys.time()
timetakennn <- endtimenn - starttimenn
timetakennn
```

EK 3: Yapay Sinir Ağları Tahmin ve Hata Değerleri

Yapay Sinir Ağları Tahmin ve Hata Değerleri

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
1	1	42	42,4322	2	1	23	18,2642	3	1	27	26,3721	4	1	31	21,0363	5	1	40	46,179
	2	55	42,1463		2	9	18,2281		2	26	26,3299		2	18	23,2889		2	42	46,1812
	3	37	42,2793		3	15	18,1029		3	25	26,3492		3	26	20,2567		3	36	46,1826
	4	65	42,0198		4	10	18,0622		4	21	26,3683		4	18	22,0724		4	42	46,2376
	5	40	42,3383		5	17	17,9826		5	23	26,4145		5	18	20,1826		5	43	46,2107
	6	29	42,002		6	3	17,9559		6	17	26,4063		6	8	20,141		6	27	46,2168
	7	41	41,8017		7	4	17,8491		7	16	26,4705		7	9	17,7842		7	36	46,3336
	8	24	41,9543		8	15	17,8028		8	26	26,4893		8	10	17,991		8	35	46,2869
	9	29	41,6478		9	2	17,8009		9	18	26,4067		9	19	18,1915		9	45	46,3027
	10	34	41,6978		10	10	17,7067		10	25	26,4901		10	26	20,175		10	28	46,2451
	11	43	41,7458		11	8	17,6977		11	14	26,4333		11	23	21,6386		11	43	46,3589
	12	25	41,8539		12	12	17,6528		12	23	26,5452		12	34	20,9302		12	44	46,2722
	MSE	143,6446			MSE	86,798			MSE	40,0999			MSE	56,4383			MSE	95,1749	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
6	1	8	7,34014	7	1	9	7,07972	8	1	18	6,82556	9	1	0	3,30966	10	1	12	16,6662
	2	32	7,50792		2	10	6,84371		2	0	3,89133		2	2	2,7223		2	9	16,6968
	3	11	7,41659		3	9	6,86434		3	5	6,86561		3	8	2,67598		3	23	16,7516
	4	11	7,73733		4	2	6,95643		4	0	6,04419		4	0	2,80669		4	16	16,5362
	5	6	7,87754		5	4	7,27558		5	5	6,89925		5	0	2,32541		5	19	16,6404
	6	13	8,07707		6	5	7,24106		6	0	6,08825		6	8	2,20008		6	11	16,6035
	7	12	8,15539		7	4	7,2389		7	5	6,92903		7	0	2,40936		7	14	16,7446
	8	24	8,3221		8	5	7,30577		8	18	6,13308		8	0	1,96317		8	15	16,7057
	9	15	8,35239		9	4	7,29071		9	0	4,14063		9	5	1,85235		9	10	16,7046
	10	9	8,60798		10	3	7,34251		10	0	6,97157		10	2	1,93034		10	16	16,8077
	11	15	8,83034		11	6	7,38638		11	0	6,98617		11	0	1,71573		11	9	16,7243
	12	8	8,92379		12	0	7,28311		12	6	7,0013		12	0	1,55295		12	18	16,8623
	MSE	82,9487			MSE	13,249			MSE	40,0666			MSE	9,306			MSE	22,8596	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
11	1	7	2,88566	12	1	9	15,2149	13	1	21	10,6469	14	1	5	3,53516	15	1	1	4,79118
	2	1	2,92462		2	1	15,2399		2	12	11,4046		2	7	3,58853		2	16	4,79297
	3	8	2,9412		3	20	15,872		3	12	11,044		3	16	3,58967		3	0	4,5672
	4	2	3,00452		4	11	13,9791		4	11	11,0156		4	14	3,56711		4	0	4,79699
	5	1	2,99807		5	11	14,5383		5	0	10,9377		5	5	3,58598		5	0	4,79772
	6	2	3,01409		6	3	14,3651		6	6	10,4131		6	5	3,62897		6	4	4,80065
	7	3	3,04701		7	18	14,8945		7	6	10,6209		7	14	3,64006		7	10	4,74399
	8	0	3,08267		8	24	13,5154		8	7	10,5572		8	9	3,62802		8	0	4,63357
	9	6	3,06155		9	5	13,0141		9	8	10,532		9	7	3,65517		9	4	4,82128
	10	2	3,17527		10	20	14,1379		10	5	10,5011		10	9	3,67147		10	0	4,76148
	11	2	3,13197		11	12	12,9511		11	12	10,2782		11	12	3,68215		11	4	4,84326
	12	4	3,15101		12	2	13,2727		12	12	10,5164		12	11	3,69402		12	4	4,78186
	MSE	6,148			MSE	62,9284			MSE	26,9509			MSE	48,238			MSE	23,4387	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
16	1	2	4,38353	17	1	13	16,0355	18	1	28	12,2872	19	1	7	1,4379	20	1	5	0,1791
	2	1	4,38203		2	13	16,3772		2	6	14,0026		2	3	1,44379		2	0	0,45758
	3	25	4,37123		3	13	16,7306		3	12	12,2109		3	0	1,45222		3	0	-0,156
	4	12	4,05965		4	18	17,088		4	10	12,9384		4	3	1,46048		4	0	-0,3004
	5	23	4,18372		5	10	17,3927		5	26	12,8692		5	0	1,46756		5	0	-0,4307
	6	6	4,00456		6	6	17,8451		6	13	14,6908		6	0	1,47667		6	0	-0,5482
	7	0	4,21036		7	14	18,2575		7	14	13,4728		7	0	1,48497		7	2	-0,6543
	8	6	4,28008		8	8	18,5258		8	12	13,7184		8	0	1,49333		8	4	-0,6314
	9	0	4,16575		9	8	18,9688		9	13	13,583		9	0	1,50169		9	1	-0,6043
	10	0	4,24858		10	16	19,3332		10	9	13,8077		10	3	1,51001		10	0	-0,864
	11	0	4,23654		11	14	19,5778		11	13	13,3806		11	0	1,51602		11	0	-0,9872
	12	0	4,22735		12	14	19,9624		12	10	13,9686		12	4	1,52629		12	0	-1,0527
	MSE	79,6381			MSE	46,4444			MSE	44,7891			MSE	4,9583			MSE	4,8291	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
21	1	9	7,01725	22	1	3	3,70346	23	1	7	0,27053	24	1	3	3,19304	25	1	8	7,38865
	2	10	8,26284		2	3	3,39418		2	6	0,27491		2	6	3,26167		2	2	7,22076
	3	14	8,39858		3	3	3,37002		3	13	0,27303		3	6	3,00162		3	16	7,15648
	4	2	9,08443		4	3	3,34948		4	2	0,26355		4	6	2,91269		4	1	6,91934
	5	22	6,8106		5	0	3,33241		5	6	0,26421		5	3	2,82995		5	6	6,93972
	6	5	10,3752		6	0	3,20753		6	18	0,25125		6	3	2,88828		6	6	6,786
	7	10	7,18665		7	3	3,203		7	11	0,24923		7	6	2,80864		7	15	6,6783
	8	10	8,01812		8	5	3,29993		8	5	0,23194		8	3	2,62534		8	0	6,48798
	9	5	7,92871		9	3	3,36153		9	3	0,21819		9	6	2,67139		9	7	6,5283
	10	9	6,96118		10	3	3,29164		10	11	0,20646		10	0	2,52611		10	3	6,36184
	11	6	7,5666		11	0	3,29081		11	2	0,19685		11	6	2,6559		11	0	6,30611
	12	13	6,97713		12	4	3,21281		12	4	0,18275		12	6	2,45323		12	14	6,24538
	MSE	34,2859			MSE	3,0749			MSE	72,6122			MSE	6,4706			MSE	30,429	

EK 3: Yapay Sinir Ağları Tahmin ve Hata Değerleri (Devamı)

Yapay Sinir Ağları Tahmin ve Hata Değerleri																			
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
26	1	38	22,1299	27	1	6	4,77644	28	1	10	8,13569	29	1	11	8,86842	30	1	0	8,15286
	2	17	22,2156		2	7	4,9087		2	7	8,04716		2	14	8,65871		2	16	8,13555
	3	31	22,0067		3	11	4,89133		3	16	8,00488		3	4	8,53651		3	10	8,47317
	4	11	22,0488		4	6	4,83177		4	11	8,55891		4	4	8,67403		4	7	8,41899
	5	30	21,7372		5	3	4,94719		5	3	8,45676		5	7	8,61171		5	1	8,41122
	6	16	21,8427		6	6	5,07868		6	6	8,13693		6	4	8,49374		6	8	8,34539
	7	22	21,6859		7	4	4,97642		7	4	8,44007		7	6	8,50266		7	20	8,508
	8	13	21,643		8	0	5,06408		8	2	8,44533		8	4	8,41726		8	7	8,74336
	9	9	21,4738		9	12	5,29537		9	6	8,44189		9	14	8,41323		9	2	8,5598
	10	20	21,3265		10	1	4,88797		10	4	8,78816		10	3	8,21985		10	2	8,50252
	11	15	21,3327		11	1	5,25873		11	1	8,79404		11	8	8,35983		11	16	8,53254
	12	20	21,2154		12	1	5,27064		12	9	8,72994		12	13	8,24686		12	11	8,80884
	MSE	71,5139			MSE	14,3528			MSE	21,6468			MSE	17,1039			MSE	39,0577	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
31	1	0	4,83282	32	1	0	2,16489	33	1	0	0,40001	34	1	5	6,88261	35	1	10	10,1156
	2	4	5,19381		2	0	2,15974		2	0	0,4424		2	10	6,41752		2	2	9,72263
	3	1	5,16605		3	0	2,15465		3	3	0,48729		3	4	7,19839		3	13	9,13931
	4	10	5,30059		4	3	2,14961		4	0	1,00493		4	0	6,49468		4	3	10,1013
	5	3	5,15678		5	1	2,15126		5	0	0,58407		5	1	6,1364		5	12	9,30501
	6	4	5,38381		6	0	2,1419		6	0	0,63557		6	6	6,35088		6	6	10,1539
	7	0	5,42447		7	0	2,13484		7	0	0,6888		7	6	6,97762		7	12	9,68681
	8	4	5,5721		8	2	2,13003		8	0	0,74342		8	0	7,04634		8	2	10,3231
	9	1	5,54528		9	0	2,12961		9	0	0,79906		9	5	6,55052		9	10	9,51415
	10	9	5,6568		10	0	2,12056		10	0	0,85534		10	2	7,08789		10	13	10,3168
	11	4	5,55441		11	0	2,11591		11	0	0,91181		11	7	6,91016		11	5	10,6969
	12	1	5,69704		12	0	2,11131		12	2	0,96807		12	0	7,37934		12	4	10,0537
	MSE	13,25			MSE	3,5976			MSE	1,0598			MSE	19,0546			MSE	25,0556	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
36	1	8	3,84688	37	1	7	6,12241	38	1	4	5,82191	39	1	12	9,86459	40	1	0	-0,7144
	2	6	3,90986		2	2	6,12128		2	6	5,92869		2	14	10,1933		2	0	-0,7143
	3	9	3,88533		3	5	6,0683		3	5	5,88303		3	9	10,3715		3	0	-0,7141
	4	5	3,91433		4	5	6,19336		4	6	5,92974		4	8	9,80746		4	2	-0,7139
	5	17	3,86382		5	9	6,25037		5	4	5,91497		5	22	9,67891		5	0	-0,7206
	6	0	3,97163		6	13	6,38846		6	18	5,99381		6	7	11,3652		6	0	-0,7134
	7	5	3,79466		7	10	6,51047		7	3	5,62277		7	5	9,52606		7	0	-0,7131
	8	0	3,82852		8	6	6,51804		8	10	6,05909		8	1	9,34131		8	0	-0,7127
	9	10	3,77033		9	8	6,49756		9	1	5,85955		9	16	9,05761		9	0	-0,7123
	10	0	3,83285		10	12	6,59244		10	9	6,15862		10	0	10,4294		10	0	-0,7119
	11	4	3,73946		11	7	6,71207		11	9	5,92049		11	8	8,95659		11	0	-0,7114
	12	0	3,74903		12	3	6,6828		12	10	5,93647		12	9	9,50476		12	0	-0,7108
	MSE	26,7518			MSE	10,7653			MSE	19,3349			MSE	36,9387			MSE	1,0805	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
41	1	4	-0,0027	42	1	1	2,76153	43	1	0	3,74799	44	1	4	-1,4134	45	1	7	10,0861
	2	5	0,01937		2	4	2,58866		2	7	3,84544		2	0	-1,3727		2	5	10,0866
	3	3	0,06138		3	7	2,6759		3	1	3,61363		3	0	-1,3084		3	12	10,0857
	4	0	0,04569		4	0	2,75296		4	12	3,81705		4	8	-1,3053		4	2	10,0903
	5	3	0,00715		5	5	2,6141		5	3	3,44595		5	2	-1,4091		5	7	10,0845
	6	0	0,09453		6	3	2,72521		6	0	3,75498		6	0	-1,3358		6	6	10,0882
	7	0	0,05663		7	0	2,69141		7	6	3,85166		7	5	-1,295		7	7	10,0879
	8	5	0,08217		8	0	2,64038		8	6	3,656		8	1	-1,3741		8	7	10,0887
	9	4	0,20483		9	4	2,64346		9	0	3,65737		9	5	-1,3081		9	5	10,0888
	10	0	0,21498		10	2	2,70473		10	1	3,85473		10	1	-1,3699		10	0	10,0881
	11	0	0,16133		11	1	2,67029		11	9	3,82481		11	4	-1,3003		11	0	10,0858
	12	2	0,18836		12	0	2,65063		12	4	3,56021		12	3	-1,3508		12	10	10,086
	MSE	8,3648			MSE	5,2923			MSE	14,2251			MSE	22,5493			MSE	31,6011	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
46	1	2	-1,2105	47	1	3	2,03746	48	1	4	6,0455	49	1	1	4,78671	50	1	1	1,47026
	2	1	-1,2122		2	0	1,98124		2	7	5,9881		2	4	4,64038		2	2	1,7624
	3	2	-1,2234		3	5	1,91976		3	2	5,83168		3	8	4,64944		3	2	1,66295
	4	1	-1,2176		4	0	2,05797		4	0	6,11052		4	2	4,64833		4	1	1,68376
	5	2	-1,2308		5	9	1,95479		5	14	6,20656		5	4	4,45749		5	1	1,83542
	6	3	-1,2253		6	0	2,14472		6	1	5,54669		6	1	4,4399		6	3	1,86177
	7	3	-1,2195		7	0	1,97802		7	2	6,19059		7	8	4,25708		7	1	1,64123
	8	3	-1,2242		8	1	1,98511		8	7	6,17227		8	4	4,38566		8	3	1,91726
	9	0	-1,2294		9	3	2,00854		9	5	6,01515		9	0	4,18767		9	1	1,68377
	10	0	-1,2675		10	0	2,04342		10	6	6,11625		10	3	3,96647		10	2	1,97604
	11	1	-1,2735		11	0	1,9889		11	2	6,10963		11	5	3,97938		11	3	1,8588
	12	2	-1,2687		12	0	1,98468		12	5	6,23473		12	8	3,95494		12	0	1,75569
	MSE	9,4516			MSE	7,5622			MSE	14,6952			MSE	7,922			MSE	0,7741	

EK 3: Yapay Sinir Ağları Tahmin ve Hata Değerleri (Devamı)

Yapay Sinir Ağları Tahmin ve Hata Değerleri																			
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
51	1	9	7,3721	52	1	15	9,10698	53	1	4	3,38294	54	1	0	3,01586	55	1	10	8,99659
	2	3	6,67943		2	7	9,00168		2	5	3,68236		2	9	3,2565		2	7	8,89795
	3	7	7,42204		3	10	8,89872		3	4	4,02924		3	1	2,66487		3	2	8,74111
	4	9	6,54885		4	9	8,79128		4	7	4,33195		4	3	3,22516		4	7	8,55819
	5	6	6,07511		5	11	8,67578		5	9	4,73073		5	3	3,10237		5	4	8,49933
	6	5	6,29925		6	6	8,56549		6	8	5,09662		6	3	3,12902		6	4	8,34008
	7	7	6,26036		7	13	8,43603		7	2	5,39491		7	2	3,15751		7	5	8,22174
	8	1	5,81938		8	9	8,34642		8	2	5,53981		8	3	3,26161		8	2	8,11952
	9	4	6,54247		9	4	8,22714		9	3	5,83623		9	6	3,21966		9	3	7,96493
	10	2	5,90849		10	15	8,11222		10	1	6,15417		10	0	3,03906		10	7	7,86727
	11	1	6,05271		11	6	8,05288		11	0	6,35752		11	6	3,51294		11	1	7,81786
	12	2	6,06604		12	7	7,94585		12	5	6,57806		12	2	3,10889		12	9	7,62782
	MSE	9,3037			MSE	11,9709			MSE	11,4555			MSE	5,8935			MSE	17,7631	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
56	1	13	9,30202	57	1	0	1,67743	58	1	16	15,0472	59	1	15	8,44578	60	1	0	6,57616
	2	11	9,88237		2	0	1,73732		2	12	14,8144		2	13	8,4819		2	0	7,17366
	3	1	9,97055		3	3	1,52032		3	11	14,5284		3	3	8,49195		3	0	7,51966
	4	0	9,33705		4	0	1,10188		4	19	14,3122		4	11	8,47106		4	0	7,87438
	5	3	9,59591		5	0	1,13836		5	20	14,2954		5	11	8,52323		5	12	8,23623
	6	0	10,2352		6	3	0,97681		6	5	14,1499		6	2	8,54757		6	0	8,41781
	7	0	10,3597		7	0	0,70103		7	17	13,6692		7	7	8,51162		7	0	8,97362
	8	0	10,7748		8	0	0,71188		8	11	13,7947		8	11	8,56458		8	20	9,34473
	9	0	11,211		9	0	0,60576		9	6	13,5335		9	4	8,63261		9	0	9,37126
	10	0	11,6672		10	2	0,51474		10	20	13,3042		10	3	8,59125		10	17	10,0796
	11	0	12,1425		11	0	0,39515		11	17	13,5397		11	7	8,60984		11	1	10,1305
	12	0	12,6354		12	0	0,37017		12	16	13,3862		12	10	8,68048		12	20	10,7697
	MSE	93,597			MSE	1,5408			MSE	24,9012			MSE	17,8505			MSE	66,3853	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
61	1	6	5,04887	62	1	4	6,38831	63	1	16	17,3093	64	1	3	2,57664	65	1	10	5,65626
	2	1	4,96828		2	10	5,42476		2	31	13,2436		2	2	2,57784		2	4	5,6926
	3	6	5,07847		3	4	4,25327		3	40	22,1733		3	5	2,59066		3	1	5,57202
	4	3	4,79809		4	0	5,06081		4	16	28,4435		4	3	2,58008		4	14	5,49907
	5	8	4,82373		5	5	5,6466		5	5	14,1164		5	4	2,60013		5	0	5,81348
	6	5	4,56002		6	4	4,52479		6	6	9,19249		6	3	2,60198		6	1	5,50358
	7	5	4,58103		7	11	4,51427		7	18	9,91814		7	5	2,6164		7	6	5,55848
	8	3	4,50422		8	4	3,37771		8	8	16,3684		8	4	2,612		8	12	5,7307
	9	8	4,51009		9	0	4,15618		9	6	11,5145		9	2	2,62702		9	1	5,88234
	10	2	4,26392		10	9	4,66393		10	18	10,9352		10	2	2,64829		10	8	5,62664
	11	0	4,43075		11	1	3,17401		11	10	17,7015		11	4	2,65704		11	0	5,85741
	12	8	4,46381		12	5	4,10199		12	18	13,6999		12	1	2,65257		12	11	5,64039
	MSE	6,908			MSE	11,4222			MSE	98,0341			MSE	1,7974			MSE	25,0821	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
66	1	13	10,6017	67	1	7	2,17034	68	1	6	5,7951	69	1	5	4,22624	70	1	13	0,31115
	2	10	11,0806		2	1	2,17668		2	1	5,87706		2	2	4,23923		2	8	0,30611
	3	7	10,8829		3	5	2,13589		3	4	5,41294		3	3	4,26271		3	11	0,3002
	4	12	10,6417		4	2	2,14967		4	2	5,57482		4	5	4,2692		4	6	0,29607
	5	13	11,004		5	6	2,12449		5	1	5,34397		5	2	4,27178		5	8	0,29198
	6	6	11,0436		6	0	2,13735		6	2	5,19604		6	3	4,298		6	6	0,28839
	7	11	10,5808		7	1	2,09923		7	0	5,19769		7	9	4,30401		7	6	0,28546
	8	5	10,9262		8	3	2,09496		8	0	4,98309		8	3	4,29208		8	9	0,28274
	9	13	10,5125		9	2	2,09549		9	2	4,91286		9	1	4,32773		9	7	0,2801
	10	10	10,9878		10	1	2,08249		10	0	4,97924		10	0	4,35377		10	8	0,27806
	11	6	10,8536		11	2	2,07062		11	0	4,77334		11	5	4,37446		11	8	0,27605
	12	18	10,6169		12	2	2,06584		12	0	4,70411		12	5	4,35144		12	8	0,27434
	MSE	14,4824			MSE	4,6451			MSE	16,4772			MSE	5,7625			MSE	66,0031	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
71	1	1	3,24684	72	1	3	3,24207	73	1	3	1,12021	74	1	3	4,43308	75	1	3	-0,5642
	2	1	3,27879		2	0	3,42795		2	0	1,13117		2	2	4,21053		2	3	-0,5625
	3	2	3,3161		3	6	3,59777		3	0	1,33926		3	4	4,13676		3	3	-0,5645
	4	0	3,45998		4	6	3,31428		4	3	1,39384		4	4	4,12958		4	0	-0,5665
	5	0	3,3072		5	4	3,32633		5	0	1,31292		5	4	4,08448		5	4	-0,5554
	6	0	3,35237		6	4	3,4133		6	0	1,49314		6	1	4,04447		6	6	-0,5737
	7	0	3,40227		7	6	3,42377		7	3	1,53747		7	4	3,97151		7	0	-0,5812
	8	0	3,45649		8	0	3,36494		8	0	1,47385		8	3	3,97926		8	3	-0,5613
	9	0	3,51449		9	6	3,60979		9	0	1,61509		9	0	3,9436		9	9	-0,5753
	10	0	3,57567		10	3	3,39201		10	3	1,6484		10	4	3,9013		10	0	-0,5917
	11	0	3,63935		11	1	3,50513		11	0	1,60594		11	4	3,91403		11	0	-0,5662
	12	0	3,70477		12	5	3,58957		12	0	1,70443		12	5	3,89944		12	9	-0,5676
	MSE	10,1459			MSE	4,8069			MSE	2,2809			MSE	2,8326			MSE	24,9421	

EK 3: Yapay Sinir Ağları Tahmin ve Hata Değerleri (Devamı)

Yapay Sinir Ağları Tahmin ve Hata Değerleri																		
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
76	1	8	3,72971	77	1	16	11,8827	78	1	9	7,35699	79	1	0	3,96845	80	1	14	4,71353
	2	5	3,71072		2	5	11,5084		2	2	7,40157		2	0	3,91766		2	8	4,89327
	3	4	3,71536		3	16	11,6834		3	8	7,5079		3	16	3,91794		3	17	4,548
	4	0	3,71518		4	4	11,1689		4	11	7,49758		4	0	4,07665		4	10	4,92791
	5	5	3,72026		5	10	11,3572		5	4	7,53388		5	0	3,91817		5	11	4,5451
	6	0	3,70823		6	7	11,0189		6	8	7,62498		6	16	3,91814		6	11	4,54393
	7	10	3,71439		7	7	10,9308		7	6	7,64856		7	6	4,08411		7	2	4,48507
	8	0	3,69388		8	2	10,7595		8	8	7,70948		8	0	3,99883		8	5	3,82199
	9	0	3,70813		9	1	10,6996		9	4	7,74742		9	8	3,91751		9	13	3,96198
	10	0	3,70491		10	1	10,5439		10	6	7,81028		10	0	4,0239		10	13	4,42366
	11	10	3,70163		11	1	10,3705		11	5	7,84589		11	10	3,91671		11	8	4,36193
	12	5	3,68262		12	0	10,1989		12	8	7,88961		12	0	4,04676		12	9	3,96185
	MSE	14,2671			MSE	51,3753			MSE	7,104			MSE	38,4098			MSE	46,7864	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
81	1	7	7,67901	82	1	0	1,48114	83	1	1	2,66302	84	1	0	-1,2295	85	1	1	-2,0996
	2	5	7,65518		2	0	2,03668		2	0	2,63814		2	0	-1,2284		2	1	-2,1009
	3	12	7,50579		3	0	2,13948		3	2	2,59986		3	4	-1,2286		3	17	-2,102
	4	12	7,63985		4	3	2,24655		4	5	2,60337		4	0	-1,2332		4	4	-2,1005
	5	10	7,5521		5	0	2,06238		5	5	2,63479		5	0	-1,2289		5	1	-2,1039
	6	5	7,40901		6	0	2,47386		6	5	2,62551		6	0	-1,229		6	13	-2,105
	7	5	7,20308		7	0	2,5942		7	10	2,61832		7	0	-1,2292		7	1	-2,1047
	8	13	7,13726		8	0	2,71906		8	7	2,71077		8	0	-1,2293		8	0	-2,1067
	9	6	7,26221		9	0	2,84844		9	2	2,64912		9	0	-1,2294		9	0	-2,1074
	10	4	7,03709		10	0	2,98232		10	4	2,54344		10	0	-1,2295		10	4	-2,1081
	11	6	6,94608		11	0	3,12068		11	1	2,58219		11	0	-1,2296		11	6	-2,1088
	12	10	6,9297		12	17	3,26345		12	1	2,51498		12	0	-1,2297		12	5	-2,1094
	MSE	9,9066			MSE	20,9519			MSE	8,9408			MSE	3,6641			MSE	69,2706	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
86	1	10	3,67234	87	1	5	8,72874	88	1	2	3,79209	89	1	5	1,86525	90	1	2	-1,4089
	2	11	3,86776		2	2	8,53708		2	8	3,83363		2	3	1,89339		2	11	-1,0925
	3	8	4,02281		3	10	8,31192		3	8	3,72526		3	5	1,81778		3	6	-1,7142
	4	0	4,05789		4	4	8,28169		4	8	3,69139		4	5	1,88263		4	0	-1,4173
	5	12	3,84128		5	2	7,96517		5	6	3,6575		5	6	1,87672		5	0	-0,681
	6	5	4,42067		6	3	7,74505		6	2	3,64812		6	4	1,89949		6	4	-0,6282
	7	10	4,33711		7	7	7,59188		7	9	3,66883		7	3	1,8313		7	0	-1,1453
	8	0	4,6231		8	8	7,54488		8	3	3,54614		8	0	1,78763		8	5	-0,5155
	9	4	4,36645		9	11	7,42825		9	4	3,59477		9	0	1,6541		9	1	-1,1849
	10	5	4,68241		10	5	7,40256		10	3	3,55198		10	1	1,65032		10	0	-0,5817
	11	6	4,84657		11	3	7,03245		11	7	3,53741		11	1	1,68717		11	10	-0,3281
	12	5	5,00438		12	4	6,82549		12	4	3,45166		12	0	1,68261		12	5	-1,5209
	MSE	20,425			MSE	14,9374			MSE	8,9242			MSE	5,2778			MSE	35,6072	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
91	1	10	6,07356	92	1	4	5,00669	93	1	3	6,05954	94	1	4	3,35612	95	1	6	6,74464
	2	3	6,08679		2	3	5,08652		2	1	5,95859		2	8	3,814		2	6	6,6834
	3	0	6,21062		3	2	5,13484		3	3	5,89985		3	0	3,25995		3	6	6,43614
	4	5	6,26198		4	10	5,18339		4	10	6,03544		4	4	4,53546		4	9	6,18995
	5	11	6,16591		5	10	5,05034		5	7	6,37634		5	0	3,71266		5	9	5,38973
	6	4	6,05393		6	1	5,07357		6	3	6,28904		6	4	4,51136		6	0	5,15713
	7	10	6,17826		7	2	5,30139		7	5	6,14576		7	4	3,67714		7	9	6,59761
	8	10	6,06709		8	3	5,31376		8	6	6,26917		8	0	3,67103		8	9	4,71475
	9	7	6,06528		9	1	5,31834		9	2	6,34155		9	4	4,53149		9	0	4,50655
	10	11	6,11785		10	10	5,39076		10	6	6,19812		10	0	3,68139		10	9	5,91064
	11	4	6,0449		11	4	5,1759		11	5	6,39497		11	8	4,57867		11	10	4,11873
	12	3	6,17027		12	7	5,35954		12	2	6,37957		12	0	3,09719		12	0	3,7966
	MSE	13,476			MSE	11,6422			MSE	9,2235			MSE	7,6342			MSE	12,6441	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
96	1	3	7,85682	97	1	14	5,80836	98	1	1	1,05707	99	1	3	5,25269	100	1	6	5,24408
	2	5	7,93549		2	7	8,70555		2	4	1,13654		2	5	4,93207		2	5	5,18733
	3	4	7,32404		3	5	6,66876		3	0	1,37837		3	3	5,53238		3	9	5,12751
	4	4	7,38071		4	8	6,00055		4	2	1,06863		4	5	4,91239		4	4	5,1911
	5	4	7,22006		5	3	6,89828		5	3	1,23219		5	2	5,49861		5	4	5,03391
	6	3	7,05817		6	2	5,28138		6	0	1,31737		6	4	4,62113		6	2	5,00405
	7	3	7,08722		7	2	4,92448		7	1	1,08261		7	2	5,17758		7	4	4,91797
	8	2	6,91487		8	6	4,87855		8	0	1,16779		8	1	4,61814		8	5	4,95233
	9	1	6,92919		9	5	6,09008		9	3	1,09321		9	2	4,36191		9	0	4,96001
	10	5	6,93916		10	14	5,72313		10	0	1,33924		10	4	4,61865		10	4	4,8035
	11	3	6,1038		11	12	8,42775		11	0	1,10476		11	5	5,14824		11	7	4,89706
	12	1	6,23874		12	19	7,81065		12	3	1,11088		12	6	5,41047		12	3	4,9714
	MSE	16,5314			MSE	26,6855			MSE	2,285			MSE	4,4704			MSE	5,1263	

EK 4: Hareketli Ortalama Model Sayısı

Hareketli Ortalama			
İlaç No	**Model**	**İlaç No**	**Model**
1	SMA(16)	**51**	SMA(36)
2	SMA(36)	**52**	SMA(17)
3	SMA(8)	**53**	SMA(35)
4	SMA(14)	**54**	SMA(36)
5	SMA(18)	**55**	SMA(15)
6	SMA(4)	**56**	SMA(5)
7	SMA(36)	**57**	SMA(7)
8	SMA(12)	**58**	SMA(36)
9	SMA(35)	**59**	SMA(17)
10	SMA(16)	**60**	SMA(4)
11	SMA(13)	**61**	SMA(11)
12	SMA(36)	**62**	SMA(33)
13	SMA(34)	**63**	SMA(1)
14	SMA(12)	**64**	SMA(10)
15	SMA(34)	**65**	SMA(36)
16	SMA(18)	**66**	SMA(32)
17	SMA(36)	**67**	SMA(1)
18	SMA(13)	**68**	SMA(13)
19	SMA(12)	**69**	SMA(28)
20	SMA(2)	**70**	SMA(2)
21	SMA(13)	**71**	SMA(35)
22	SMA(35)	**72**	SMA(30)
23	SMA(7)	**73**	SMA(36)
24	SMA(13)	**74**	SMA(16)
25	SMA(36)	**75**	SMA(6)
26	SMA(6)	**76**	SMA(35)
27	SMA(36)	**77**	SMA(36)
28	SMA(8)	**78**	SMA(36)
29	SMA(36)	**79**	SMA(35)
30	SMA(36)	**80**	SMA(5)
31	SMA(35)	**81**	SMA(2)
32	SMA(34)	**82**	SMA(27)
33	SMA(31)	**83**	SMA(13)
34	SMA(15)	**84**	SMA(36)
35	SMA(3)	**85**	SMA(23)
36	SMA(13)	**86**	SMA(18)
37	SMA(10)	**87**	SMA(3)
38	SMA(28)	**88**	SMA(13)
39	SMA(36)	**89**	SMA(3)
40	SMA(3)	**90**	SMA(27)
41	SMA(11)	**91**	SMA(16)
42	SMA(4)	**92**	SMA(21)
43	SMA(36)	**93**	SMA(5)
44	SMA(13)	**94**	SMA(25)
45	SMA(8)	**95**	SMA(33)
46	SMA(11)	**96**	SMA(36)
47	SMA(32)	**97**	SMA(15)
48	SMA(36)	**98**	SMA(5)
49	SMA(33)	**99**	SMA(31)
50	SMA(33)	**100**	SMA(12)

EK 5: Hareketli Ortalama Yöntemi Tahmin ve Hata Değerleri

Hareketli Ortalama Tahmin ve Hata Değerleri																			
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
1	1	42	50,9375	2	1	23	15,5833	3	1	27	23,75	4	1	31	18	5	1	40	39,4444
	2	55	51,6836		2	9	15,2662		2	26	23,3438		2	18	17,7857		2	42	40,5802
	3	37	51,1013		3	15	15,1625		3	25	23,7617		3	26	16,7704		3	36	40,3903
	4	65	50,0452		4	10	15,0837		4	21	23,6069		4	18	15,8969		4	42	39,9119
	5	40	49,8605		5	17	14,9471		5	23	23,1828		5	18	15,2466		5	43	40,1293
	6	29	49,9768		6	3	14,6123		6	17	23,2057		6	8	14,6928		6	27	40,5809
	7	41	50,1628		7	4	14,7682		7	16	22,4814		7	9	14,7423		7	36	40,8354
	8	24	49,048		8	15	14,7618		8	26	23,0415		8	10	15,2953		8	35	39,8818
	9	29	47,4885		9	2	15,0885		9	18	23,2967		9	19	16,1022		9	45	39,5419
	10	34	48,3315		10	10	15,1743		10	25	23,2401		10	26	16,9666		10	28	40,2942
	11	43	48,2272		11	8	15,1513		11	14	23,2271		11	23	17,5356		11	43	39,255
	12	25	47,4289		12	12	15,2111		12	23	23,1603		12	34	18,0739		12	44	38,7692
	MSE	236,6316			MSE	52,8956			MSE	19,2974			MSE	62,1287			MSE	40,6816	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
6	1	8	13,5	7	1	9	6,75	8	1	18	9,08333	9	1	0	4,25714	10	1	12	14
	2	32	14,875		2	10	6,71528		2	0	9,59028		2	2	4,20735		2	9	13,9375
	3	11	13,8438		3	9	6,76292		3	5	9,9728		3	8	4,21327		3	23	13,9336
	4	11	14,0547		4	2	6,75634		4	0	9,1372		4	0	4,30508		4	16	13,4294
	5	6	14,0684		5	4	6,86068		5	5	9,39863		5	0	4,3138		5	19	13,2688
	6	13	14,2104		6	5	6,94015		6	0	9,93185		6	8	4,43705		6	11	13,2856
	7	12	14,0443		7	4	6,93848		7	5	10,7595		7	0	4,13525		7	14	13,5534
	8	24	14,0945		8	5	6,99233		8	18	10,1561		8	0	4,16768		8	15	13,213
	9	15	14,1044		9	4	7,15878		9	0	9,50248		9	5	4,28676		9	10	13,1013
	10	9	14,1134		10	3	7,30208		10	0	10,2944		10	2	4,06638		10	16	13,1077
	11	15	14,0891		11	6	7,17158		11	0	9,65221		11	0	4,18256		11	9	13,1769
	12	8	14,1003		12	0	7,14857		12	6	8,95657		12	0	4,21635		12	18	12,7505
	MSE	47,8991			MSE	12,416			MSE	65,8802			MSE	13,4743			MSE	18,4698	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
11	1	7	6,30769	12	1	9	16,0278	13	1	21	10,7941	14	1	5	12	15	1	1	4,14706
	2	1	6,10059		2	1	15,8063		2	12	10,9351		2	7	11,5		2	16	4,15138
	3	8	6,03141		3	20	16,1898		3	12	11,1685		3	16	11,625		3	0	4,15584
	4	2	5,87998		4	11	16,1396		4	11	10,6735		4	14	11,4271		4	0	4,16042
	5	1	5,63997		5	11	16,0879		5	0	10,9286		5	5	11,296		5	0	4,0769
	6	2	5,84305		6	3	16,257		6	6	10,8971		6	5	10,904		6	4	4,07916
	7	3	6,13867		7	18	16,6808		7	6	10,894		7	14	11,3127		7	10	3,96385
	8	0	6,45703		8	24	16,5608		8	7	11,0674		8	9	11,5887		8	0	3,99219
	9	6	6,72295		9	5	16,7708		9	8	11,0399		9	7	11,8045		9	4	3,87432
	10	2	7,08626		10	20	16,7367		10	5	11,1294		10	9	11,9548		10	0	3,98827
	11	2	7,24674		11	12	16,8683		11	12	11,3096		11	12	12,2011		11	4	3,87028
	12	4	6,34264		12	2	16,8646		12	12	11,054		12	11	12,0512		12	4	3,98411
	MSE	16,0564			MSE	80,1769			MSE	28,182			MSE	18,0325			MSE	22,4844	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
16	1	2	8,16667	17	1	13	17,1111	18	1	28	14,5385	19	1	7	3,5	20	1	5	2,5
	2	1	8,56481		2	13	17,1698		2	6	14,1953		2	3	3,70833		2	0	1,25
	3	25	8,98508		3	13	17,2856		3	12	14,9026		3	0	4,01736		3	0	1,875
	4	12	8,59536		4	18	17,2102		4	10	14,5105		4	3	4,01881		4	0	1,5625
	5	23	9,07288		5	10	17,2994		5	26	14,1651		5	0	4,35371		5	0	1,71875
	6	6	9,18805		6	6	17,4188		6	13	14,1009		6	0	4,54985		6	0	1,64063
	7	0	8,58738		7	14	17,4582		7	14	14,1087		7	0	4,92901		7	2	1,67969
	8	6	9,06446		8	8	17,582		8	12	14,0401		8	0	5,17309		8	4	1,66016
	9	0	8,73471		9	8	17,6815		9	13	13,0432		9	0	4,85418		9	1	1,66992
	10	0	9,16441		10	16	17,7838		10	9	13,7388		10	3	5,25869		10	0	1,66504
	11	0	9,28466		11	14	17,7778		11	13	12,7957		11	0	5,19692		11	0	1,66748
	12	0	8,91158		12	14	17,7994		12	10	13,3184		12	4	4,46333		12	0	1,66626
	MSE	81,374			MSE	38,8619			MSE	38,0089			MSE	14,7107			MSE	2,8142	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
21	1	9	8,07692	22	1	3	3,37143	23	1	7	6,71429	24	1	3	3,61538	25	1	8	6,77778
	2	10	7,92899		2	3	3,38204		2	6	7,38776		2	6	3,50888		2	2	6,60494
	3	14	7,92353		3	3	3,4501		3	13	7,58601		3	6	3,24033		3	16	6,6773
	4	2	7,37919		4	3	3,37724		4	2	7,38401		4	6	3,48958		4	1	6,52944
	5	22	7,17759		5	0	3,47374		5	6	8,01029		5	3	3,75801		5	6	6,68304
	6	5	7,42202		6	0	3,40156		6	18	7,01176		6	3	3,12401		6	6	6,81312
	7	10	7,68525		7	3	3,38446		7	11	7,72773		7	6	3,36432		7	15	6,28016
	8	10	7,58411		8	5	3,39544		8	5	7,40312		8	3	3,62312		8	0	6,39905
	9	5	7,85982		9	3	3,49246		9	3	7,50152		9	6	3,36336		9	7	6,41013
	10	9	8,00288		10	3	3,47796		10	11	7,51778		10	0	3,62208		10	3	6,17153
	11	6	8,15695		11	0	3,57733		11	2	7,50803		11	6	3,66993		11	0	6,09296
	12	13	7,86133		12	4	3,59382		12	4	7,52575		12	6	3,64454		12	14	6,23443
	MSE	28,9997			MSE	3,3685			MSE	23,0609			MSE	4,9563			MSE	30,5111	

EK 5: Hareketli Ortalama Tahmin ve Hata Değerleri (Devamı)

Hareketli Ortalama Tahmin ve Hata Değerleri

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	38	19,3333		1	6	5,83333		1	10	10,375		1	11	8,19444		1	0	9,55556
	2	17	19,2222		2	7	5,80093		2	7	9,67188		2	14	8,17207		2	16	9,70988
	3	31	18,4259		3	11	5,82317		3	16	10,0059		3	4	8,17685		3	10	9,70182
	4	11	19,3302		4	6	5,81826		4	11	10,2566		4	4	8,26509		4	7	9,55465
	5	30	17,552		5	3	5,84099		5	3	10,4137		5	7	8,32801		5	1	9,59783
	6	16	18,4773		6	6	5,64213		6	6	10,5904		6	4	8,28157		6	8	9,69777
26	7	22	18,7235	27	7	4	5,68774	28	7	4	10,9142	29	7	6	8,31717	30	7	20	9,43937
	8	13	18,6219		8	0	5,67907		8	2	10,7784		8	4	8,5482		8	7	9,56269
	9	9	18,5218		9	12	5,55905		9	6	10,3757		9	14	8,53565		9	2	9,6061
	10	20	18,5378		10	1	5,68569		10	4	10,3758		10	3	8,66164		10	2	9,70627
	11	15	18,4057		11	1	5,81584		11	1	10,4638		11	8	8,59669		11	16	9,61478
	12	20	18,548		12	1	5,86628		12	9	10,5211		12	13	8,58548		12	11	9,52074
	MSE	74,2354			MSE	15,1594			MSE	33,0283			MSE	17,1151			MSE	41,0489	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	0	7,05714		1	0	7,5		1	0	1,51613		1	5	6,93333		1	10	12,3333
	2	4	6,88735		2	0	7,60294		2	0	1,53278		2	10	7,12889		2	2	12,7778
	3	1	6,88413		3	0	7,38538		3	3	1,42093		3	4	7,13748		3	13	13,3704
	4	10	6,65225		4	3	7,6026		4	0	1,33774		4	0	7,41331		4	3	12,8272
	5	3	6,81374		5	1	7,8262		5	0	1,38089		5	1	7,50753		5	12	12,9918
	6	4	6,89413		6	0	7,96815		6	0	1,42543		6	6	7,60804		6	6	13,0631
31	7	0	6,89111	32	7	0	8,20251	33	7	0	1,34238	34	7	6	6,98191	35	7	12	12,9607
	8	4	6,74514		8	2	8,44376		8	0	1,28891		8	0	7,24737		8	2	13,0052
	9	1	6,90929		9	0	8,6921		9	0	1,33049		9	5	7,26386		9	10	13,0097
	10	9	6,82098		10	0	8,0654		10	0	1,21212		10	2	6,88145		10	13	12,9918
	11	4	6,87301		11	0	8,30262		11	0	1,21896		11	7	6,80688		11	5	13,0022
	12	1	6,95509		12	0	8,10564		12	2	1,25828		12	0	7,26067		12	4	13,0012
	MSE	22,1083			MSE	56,9927			MSE	1,8007			MSE	21,4094			MSE	45,4449	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	8	2,53846		1	7	8,1		1	4	4,92857		1	12	9,30556		1	0	0
	2	6	2,50296		2	2	7,91		2	6	4,89031		2	14	9,25849		2	0	0
	3	9	2,31088		3	5	8,001		3	5	5,06496		3	9	9,32122		3	0	0
	4	5	2,10402		4	5	7,7011		4	6	5,13871		4	8	9,02459		4	2	0
	5	17	2,0351		5	9	8,07121		5	4	4,92938		5	22	9,16416		5	0	0
	6	0	2,19165		6	13	8,17833		6	18	4,85543		6	7	9,39095		6	0	0
36	7	5	2,36024	37	7	10	8,29616	38	7	3	4,81455	39	7	5	9,26292	40	7	0	0
	8	0	2,54179		8	6	8,52578		8	10	4,91507		8	1	9,27022		8	0	0
	9	10	2,73732		9	8	8,37836		9	1	4,94775		9	16	9,41661		9	0	0
	10	0	2,94788		10	12	8,31619		10	9	4,9816		10	0	9,48374		10	0	0
	11	4	3,17464		11	7	8,14781		11	9	5,08808		11	8	9,74718		11	0	0
	12	0	2,9573		12	3	8,1526		12	10	5,0198		12	9	9,79571		12	0	0
	MSE	34,0194			MSE	10,6178			MSE	23,1225			MSE	35,4089			MSE	0,3333	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	4	4,36364		1	1	5		1	0	3,69444		1	4	4,84615		1	7	7
	2	5	4,57851		2	4	5		2	7	3,65818		2	0	5,14201		2	5	7,25
	3	3	4,5402		3	7	5,75		3	1	3,73202		3	0	5,30678		3	12	7,65625
	4	0	4,31658		4	0	6,1875		4	12	3,6968		4	8	5,33038		4	2	7,98828
	5	3	4,43627		5	5	5,48438		5	3	3,54948		5	2	5,27887		5	7	7,86182
	6	0	4,29411		6	3	5,60547		6	0	3,53697		6	0	4,76186		6	6	7,84454
41	7	0	4,68448	42	7	0	5,75684	43	7	6	3,60744	44	7	5	4,74354	45	7	7	7,82511
	8	5	4,83762		8	0	5,75854		8	6	3,65209		8	1	5,10843		8	7	7,55325
	9	4	4,18649		9	4	5,65131		9	0	3,67021		9	5	5,03985		9	5	7,62241
	10	0	4,29435		10	2	5,69304		10	1	3,60549		10	1	5,19676		10	0	7,70021
	11	0	4,41202		11	1	5,71493		11	9	3,62231		11	4	4,59651		11	0	7,75648
	12	2	4,44948		12	0	5,70446		12	4	3,52848		12	3	4,87317		12	10	7,76901
	MSE	8,9775			MSE	16,7758			MSE	14,5561			MSE	11,1913			MSE	16,3527	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	2	5,36364		1	3	2,40625		1	4	6,22222		1	1	3,63636		1	1	1,87879
	2	1	5,30579		2	0	2,2627		2	7	6,17284		2	4	3,74656		2	2	1,87511
	3	2	5,5154		3	5	2,3334		3	2	6,2332		3	8	3,73888		3	2	1,87133
	4	1	5,65317		4	0	2,28132		4	0	6,2119		4	2	3,70066		4	1	1,89773
	5	2	5,71254		5	9	2,35261		5	14	6,21778		5	4	3,8128		5	1	1,92494
	6	3	5,50459		6	0	2,23863		6	1	6,11272		6	1	3,74652		6	3	1,95297
46	7	3	4,9141	47	7	0	2,30859	48	7	2	6,19918	49	7	8	3,67824	50	7	1	1,92124
	8	3	4,45175		8	1	2,38073		8	7	6,34361		8	4	3,75939		8	3	1,91885
	9	0	4,311		9	3	2,20513		9	5	6,38093		9	0	3,81271		9	1	1,9467
	10	0	4,612		10	0	2,27404		10	6	6,44707		10	3	3,62522		10	2	1,88447
	11	1	4,84945		11	0	2,34511		11	2	6,43171		11	5	3,73507		11	3	1,88097
	12	2	5,10849		12	0	2,35589		12	5	6,47148		12	8	3,84825		12	0	1,87737
	MSE	12,8356			MSE	7,5896			MSE	15,9008			MSE	7,3452			MSE	0,9388	

EK 5: Hareketli Ortalama Tahmin ve Hata Değerleri (Devamı)

Hareketli Ortalama Tahmin ve Hata Değerleri

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	9	6,75		1	15	7,64706		1	4	6,08571		1	0	3,94444		1	10	7,2
	2	3	6,85417		2	7	7,74394		2	5	5,91673		2	9	3,97068		2	7	7,14667
	3	7	6,79456		3	10	7,43476		3	4	6,05721		3	1	3,99764		3	2	7,22311
	4	9	6,84441		4	9	7,57799		4	7	6,2017		4	3	4,02535		4	7	7,23799
	5	6	6,81231		5	11	7,72963		5	9	6,26461		5	3	3,83161		5	4	7,25385
	6	5	6,91821		6	6	7,71373		6	8	6,27217		6	3	3,93805		6	4	7,07077
51	7	7	6,97149	52	7	13	7,69689	53	7	2	6,39423	54	7	2	3,88077	55	7	5	7,20883
	8	1	6,91514		8	9	7,67906		8	2	6,34835		8	3	3,84968		8	2	7,22275
	9	4	6,88501		9	4	7,60136		9	3	6,44402		9	6	3,87328		9	3	7,0376
	10	2	6,93737		10	15	7,69555		10	1	6,48528		10	0	3,84199		10	7	7,0401
	11	1	6,93563		11	6	7,56		11	0	6,442		11	6	3,92093		11	1	7,30944
	12	2	7,04495		12	7	7,65176		12	5	6,54034		12	2	3,94651		12	9	6,79674
	MSE	13,1099			MSE	14,6587			MSE	12,0472			MSE	7,0097			MSE	12,3616	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	13	28		1	0	1,57143		1	16	16,6944		1	15	9,94118		1	0	12,75
	2	11	29,6		2	0	1,65306		2	12	16,7137		2	13	9,76125		2	0	13,1875
	3	1	27,32		3	3	1,74636		3	11	16,7613		3	3	10,1001		3	0	13,2344
	4	0	20,784		4	0	1,56726		4	19	16,8103		4	11	10,2237		4	0	14,793
	5	3	23,1408		5	0	1,79116		5	20	16,9994		5	11	10,4721		5	12	13,4912
	6	0	25,769		6	3	1,61847		6	5	17,2494		6	2	10,4999		6	0	13,6765
56	7	0	25,3228	57	7	0	1,84968	58	7	17	17,2286	59	7	7	10,7058	60	7	0	13,7988
	8	0	24,4673		8	0	1,68534		8	11	17,2349		8	11	10,9238		8	20	13,9399
	9	0	23,8968		9	0	1,70162		9	6	17,4637		9	4	10,2722		9	0	13,7266
	10	0	24,5193		10	2	1,70855		10	20	17,6988		10	3	10,5824		10	17	13,7854
	11	0	24,795		11	0	1,70315		11	17	17,8015		11	7	10,8519		11	1	13,8127
	12	0	24,6002		12	0	1,72257		12	16	17,7127		12	10	9,90202		12	20	13,8161
	MSE	533,1229			MSE	2,4547			MSE	33,2462			MSE	23,7534			MSE	129,001	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	6	4,81818		1	4	5,54545		1	16	24		1	3	2,8		1	10	6,08333
	2	1	5,07438		2	10	5,56198		2	31	24		2	2	2,88		2	4	6,11343
	3	6	5,26296		3	4	5,51841		3	40	24		3	5	2,768		3	1	5,94991
	4	3	5,37777		4	0	5,56442		4	16	24		4	3	2,8448		4	14	5,92074
	5	8	5,50303		5	5	5,3694		5	5	24		5	4	2,82928		5	0	6,05743
	6	5	5,0033		6	4	5,53211		6	6	24		6	3	2,61221		6	1	5,72569
61	7	5	5,09451	62	7	11	5,57854	63	7	18	24	64	7	5	2,57343	65	7	6	5,71807
	8	3	5,19401		8	4	5,47486		8	8	24		8	4	2,73077		8	12	5,76579
	9	8	5,21165		9	0	5,51955		9	6	24		9	2	2,70385		9	1	5,73151
	10	2	5,3218		10	9	5,68681		10	18	24		10	2	2,67423		10	8	5,75183
	11	0	5,26015		11	1	5,67732		11	10	24		11	4	2,74166		11	0	5,80049
	12	8	5,19289		12	5	5,51603		12	18	24		12	1	2,73582		12	11	5,85051
	MSE	7,4675			MSE	12,7492			MSE	166,8333			MSE	1,6989			MSE	24,5964	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	13	12,0625		1	7	4		1	6	4,76923		1	5	4,42857		1	13	8
	2	10	12,252		2	1	4		2	1	4,75148		2	2	4,40816		2	8	6
	3	7	12,3536		3	5	4		3	4	4,50159		3	3	4,42274		3	11	7
	4	12	12,5521		4	2	4		4	2	4,54018		4	5	4,47355		4	6	6,5
	5	13	12,6944		5	6	4		5	1	4,65865		5	2	4,31189		5	8	6,75
	6	6	12,9036		6	0	4		6	2	4,55547		6	3	4,2516		6	6	6,625
66	7	11	12,5881	67	7	1	4	68	7	0	4,67512	69	7	9	4,22488	70	7	6	6,6875
	8	5	12,5127		8	3	4		8	0	5,03475		8	3	3,98291		8	9	6,65625
	9	13	12,185		9	2	4		9	2	5,42204		9	1	3,91087		9	7	6,67188
	10	10	12,222		10	1	4		10	0	5,4545		10	0	3,97911		10	8	6,66406
	11	6	12,2602		11	2	4		11	0	5,33562		11	5	3,94265		11	8	6,66797
	12	18	11,9246		12	2	4		12	0	4,97682		12	5	3,97632		12	8	6,66602
	MSE	18,6111			MSE	6,1667			MSE	15,3428			MSE	5,4649			MSE	4,8846	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	1	4,4		1	3	3,53333		1	3	2,30556		1	3	4,1875		1	3	2,5
	2	1	4,46857		2	0	3,31778		2	0	2,28627		2	2	4,38672		2	3	2,75
	3	2	4,45339		3	6	3,39504		3	0	2,34977		3	4	4,53589		3	3	2,54167
	4	0	4,49491		4	6	3,3082		4	3	2,41504		4	4	4,25688		4	0	2,96528
	5	0	4,45191		5	4	3,38515		5	0	2,37102		5	4	4,46044		5	4	2,45949
	6	0	4,40768		6	4	3,39798		6	0	2,43688		6	1	4,48921		6	6	2,86941
71	7	0	4,47647	72	7	6	3,41125	73	7	3	2,50457	74	7	4	4,51979	75	7	0	2,68097
	8	0	4,5758		8	0	3,52496		8	0	2,49081		8	3	4,42728		8	3	2,71114
	9	0	4,47796		9	6	3,54246		9	0	2,47666		9	0	4,39148		9	9	2,70466
	10	0	4,43448		10	3	3,5272		10	3	2,54546		10	4	4,35345		10	0	2,73182
	11	0	4,41832		11	1	3,54478		11	0	2,53283		11	4	4,37554		11	0	2,69291
	12	0	4,43027		12	5	3,4296		12	0	2,60319		12	5	4,46151		12	9	2,73182
	MSE	17,4086			MSE	5,0376			MSE	4,0929			MSE	3,4996			MSE	10,1997	

EK 5: Hareketli Ortalama Tahmin ve Hata Değerleri (Devamı)

Hareketli Ortalama Tahmin ve Hata Değerleri

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	8	4,4		1	16	11,1944		1	9	8,36111		1	0	4,25714		1	14	7,6
	2	5	4,44		2	5	11,1165		2	2	8,26003		2	0	4,1502		2	8	8,72
	3	4	4,53829		3	16	11,3697		3	8	8,26725		3	16	4,26878		3	17	9,664
	4	0	4,52509		4	4	11,38		4	11	8,2469		4	0	4,16218		4	10	8,9968
	5	5	4,48295		5	10	11,6406		5	4	8,22598		5	0	4,19538		5	11	8,79616
	6	0	4,61104		6	7	11,6306		6	8	8,1767		6	16	4,31525		6	11	8,75539
76	7	10	4,4285	77	7	7	11,8981	78	7	6	8,09828	79	7	6	4,09568	80	7	2	8,98647
	8	0	4,35502		8	2	11,8119		8	8	8,01767		8	0	4,2127		8	5	9,03976
	9	0	4,47945		9	1	12,0012		9	4	8,1015		9	8	4,33307		9	13	8,91492
	10	0	4,3503		10	1	11,9734		10	6	8,10432		10	0	4,25687		10	13	8,89854
	11	10	4,3603		11	1	11,8338		11	5	8,10722		11	10	4,37849		11	8	8,91902
	12	5	4,31346		12	0	11,9403		12	8	8,16575		12	0	4,44645		12	9	8,95174
	MSE	14,7371			MSE	65,1826			MSE	8,3728			MSE	37,395			MSE	17,1403	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	7	7		1	0	2,37037		1	1	3,23077		1	0	3,86111		1	1	3,82609
	2	5	6		2	0	2,45816		2	0	3,1716		2	0	3,91281		2	1	3,94896
	3	12	6,5		3	0	2,5492		3	2	3,26172		3	4	3,7715		3	17	3,72935
	4	12	6,25		4	3	2,64362		4	5	3,4357		4	0	3,87626		4	4	3,84802
	5	10	6,375		5	0	2,74153		5	5	3,62306		5	0	3,87282		5	1	3,6675
	6	5	6,3125		6	0	2,84307		6	5	3,51714		6	0	3,9804		6	13	3,5226
81	7	5	6,34375	82	7	0	2,94837	83	7	10	3,63385	84	7	0	3,86875	85	7	1	3,67576
	8	13	6,32813		8	0	2,87238		8	7	3,29799		8	0	3,8651		8	0	3,66166
	9	6	6,33594		9	0	2,79358		9	2	2,39783		9	0	3,97247		9	0	3,42956
	10	4	6,33203		10	0	2,89705		10	4	2,42843		10	0	3,94392		10	4	3,57867
	11	6	6,33398		11	0	2,89323		11	1	2,53831		11	0	3,94237		11	6	3,73427
	12	10	6,33301		12	17	2,85224		12	1	2,73357		12	0	3,80188		12	5	3,89663
	MSE	12,0504			MSE	22,963			MSE	7,1168			MSE	13,948			MSE	27,3842	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	10	4,94444		1	5	6		1	2	5,53846		1	5	3,66667		1	2	9,51852
	2	11	4,71914		2	2	5,66667		2	8	5,34911		2	3	3,55556		2	11	9,6118
	3	8	4,98131		3	10	5,55556		3	8	5,06827		3	5	3,74074		3	6	9,3752
	4	0	5,20249		4	4	5,74074		4	8	4,68891		4	5	3,65432		4	0	9,46317
	5	12	4,88041		5	2	5,65432		5	6	4,7419		5	6	3,65021		5	0	9,2581
	6	5	4,87377		6	3	5,65021		6	2	4,95282		6	4	3,68176		6	4	8,97136
86	7	10	4,86675	87	7	7	5,68176	88	7	9	4,94919	89	7	3	3,66209	90	7	0	8,89623
	8	0	5,13713		8	8	5,66209		8	3	5,09913		8	0	3,66469		8	5	8,92942
	9	4	5,08919		9	11	5,66469		9	4	5,18368		9	0	3,66951		9	1	8,85273
	10	5	5,1497		10	5	5,66951		10	3	5,27473		10	1	3,66543		10	0	8,7732
	11	6	5,4358		11	3	5,66543		11	7	5,44971		11	1	3,66654		11	10	8,61666
	12	5	5,73779		12	4	5,66654		12	4	5,17661		12	0	3,66716		12	5	8,71357
	MSE	17,2252			MSE	8,6337			MSE	6,7156			MSE	5,5085			MSE	43,229	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	10	7,0625		1	4	5,04762		1	3	6		1	4	4,08		1	6	5,42424
	2	3	7,25391		2	3	5,24036		2	1	6,6		2	8	4,0832		2	6	5,4977
	3	0	7,70728		3	2	5,10895		3	3	6,52		3	0	4,24653		3	6	5,48248
	4	5	6,56398		4	10	5,16176		4	10	6,024		4	4	4,09639		4	9	5,64862
	5	11	6,41173		5	10	5,31232		5	7	6,2288		5	0	4,06024		5	9	5,42585
	6	4	6,37496		6	1	5,42243		6	3	6,27456		6	4	4,06265		6	0	5,59027
91	7	10	6,2109	92	7	2	5,25207	93	7	5	6,32947	94	7	4	4,22516	95	7	9	5,45664
	8	10	6,47408		8	3	5,31169		8	6	6,27537		8	0	4,07417		8	9	5,62199
	9	7	6,75371		9	1	5,32653		9	2	6,22644		9	4	4,11713		9	0	5,61054
	10	11	6,80081		10	10	5,3897		10	6	6,26693		10	0	4,12182		10	9	5,50783
	11	4	6,91337		11	4	5,40826		11	5	6,27455		11	8	4,28669		11	10	5,49291
	12	3	7,22045		12	7	5,52294		12	2	6,27455		12	0	4,29816		12	0	5,47755
	MSE	15,504			MSE	11,7318			MSE	9,9625			MSE	9,6496			MSE	14,5055	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	3	5,38889		1	14	7,86667		1	1	1,8		1	3	5,06452		1	6	5,75
	2	5	5,45525		2	7	7,79111		2	4	1,56		2	5	5,09886		2	5	5,72917
	3	4	5,55123		3	5	7,71052		3	0	1,872		3	3	5,06979		3	9	5,78993
	4	4	5,56654		4	8	7,29122		4	2	1,0464		4	5	5,1043		4	4	5,85576
	5	4	5,61005		5	3	6,24397		5	3	1,25568		5	2	5,20443		5	4	6,0104
	6	3	5,65478		6	2	6,1269		6	0	1,50682		6	4	5,14651		6	2	5,8446
96	7	3	5,42296	97	7	2	5,93536	98	7	1	1,44818	99	7	2	5,05446	100	7	4	5,74832
	8	2	5,37916		8	6	6,06438		8	0	1,42582		8	1	5,05622		8	5	5,89402
	9	1	5,36191		9	5	6,13534		9	3	1,33658		9	2	5,02578		9	0	5,88518
	10	5	5,23308		10	14	6,2777		10	0	1,39461		10	4	5,05887		10	4	6,12562
	11	3	5,23955		11	12	6,69621		11	0	1,4224		11	5	5,06077		11	7	5,96942
	12	1	5,24621		12	19	7,00929		12	3	1,40552		12	6	5,03047		12	3	5,96687
	MSE	6,6525			MSE	26,8307			MSE	2,3193			MSE	4,7627			MSE	7,1699	

EK 6: Üssel Düzeltme Alpha Değerleri

Üssel Düzeltme (ANN-Damped=FALSE)			
İlaç No	**Alpha**	**İlaç No**	**Alpha**
1	0,000100024	**51**	0,000100007
2	0,000100004	**52**	0,000100168
3	0,201069271	**53**	0,000100038
4	0,516734566	**54**	0,000100006
5	0,000100025	**55**	0,145132418
6	0,326518853	**56**	0,337209182
7	0,000101381	**57**	0,000100048
8	0,000100027	**58**	0,000100477
9	0,000100023	**59**	0,000100019
10	0,08182087	**60**	0,566828127
11	0,000100049	**61**	0,000100049
12	0,000100002	**62**	0,000100055
13	0,000100008	**63**	0,989206366
14	0,000100071	**64**	0,145978493
15	0,00010003	**65**	0,000100013
16	0,000100166	**66**	0,000100017
17	0,000100005	**67**	0,954903301
18	0,000100081	**68**	0,000100548
19	0,000100022	**69**	0,000100043
20	0,240363931	**70**	0,469423814
21	0,000100037	**71**	0,000100009
22	0,000100005	**72**	0,000100031
23	0,000100003	**73**	0,000100009
24	0,079475627	**74**	0,000100007
25	0,000100127	**75**	0,134131978
26	0,308453523	**76**	0,000100058
27	0,000100002	**77**	0,000100074
28	0,000100028	**78**	0,000100016
29	0,000100067	**79**	0,000100008
30	0,000100018	**80**	0,000100001
31	0,000100009	**81**	0,586760923
32	0,000100007	**82**	0,000100031
33	0,000100384	**83**	0,000100141
34	0,000100063	**84**	0,00010012
35	0,209734586	**85**	0,000100023
36	0,000100001	**86**	0,000100004
37	0,105223342	**87**	0,000100052
38	0,361950498	**88**	0,158206507
39	0,000100046	**89**	0,282205717
40	0,299038334	**90**	0,000100448
41	0,000100043	**91**	0,000100055
42	0,28808484	**92**	0,000100044
43	0,000100107	**93**	0,167218708
44	0,000100002	**94**	0,000100021
45	0,000100035	**95**	0,000100011
46	0,000100112	**96**	0,000100037
47	0,000100101	**97**	0,578554324
48	0,000100085	**98**	0,170873244
49	0,000100035	**99**	0,000100004
50	0,000100045	**100**	0,13286712

EK 7: Üssel Düzeltme Tahmin ve Hata Değerleri

Üssel Düzeltme Tahmin ve Hata Değerleri

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
1	1	42	47,0223	2	1	23	15,5507	3	1	27	24,0515	4	1	31	20,3091	5	1	40	42,8346
	2	55	47,0223		2	9	15,5507		2	26	24,0515		2	18	20,3091		2	42	42,8346
	3	37	47,0223		3	15	15,5507		3	25	24,0515		3	26	20,3091		3	36	42,8346
	4	65	47,0223		4	10	15,5507		4	21	24,0515		4	18	20,3091		4	42	42,8346
	5	40	47,0223		5	17	15,5507		5	23	24,0515		5	18	20,3091		5	43	42,8346
	6	29	47,0223		6	3	15,5507		6	17	24,0515		6	8	20,3091		6	27	42,8346
	7	41	47,0223		7	4	15,5507		7	16	24,0515		7	9	20,3091		7	36	42,8346
	8	24	47,0223		8	15	15,5507		8	26	24,0515		8	10	20,3091		8	35	42,8346
	9	29	47,0223		9	2	15,5507		9	18	24,0515		9	19	20,3091		9	45	42,8346
	10	34	47,0223		10	10	15,5507		10	25	24,0515		10	26	20,3091		10	28	42,8346
	11	43	47,0223		11	8	15,5507		11	14	24,0515		11	23	20,3091		11	43	42,8346
	12	25	47,0223		12	12	15,5507		12	23	24,0515		12	34	20,3091		12	44	42,8346
	MSE	204,0382			MSE	58,9096			MSE	23,4844			MSE	64,7622			MSE	53,428	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
6	1	8	14,1706	7	1	9	6,74887	8	1	18	7,25316	9	1	0	4,2573	10	1	12	14,6574
	2	32	14,1706		2	10	6,74887		2	0	7,25316		2	2	4,2573		2	9	14,6574
	3	11	14,1706		3	9	6,74887		3	5	7,25316		3	8	4,2573		3	23	14,6574
	4	11	14,1706		4	2	6,74887		4	0	7,25316		4	0	4,2573		4	16	14,6574
	5	6	14,1706		5	4	6,74887		5	5	7,25316		5	0	4,2573		5	19	14,6574
	6	13	14,1706		6	5	6,74887		6	0	7,25316		6	8	4,2573		6	11	14,6574
	7	12	14,1706		7	4	6,74887		7	5	7,25316		7	0	4,2573		7	14	14,6574
	8	24	14,1706		8	5	6,74887		8	18	7,25316		8	0	4,2573		8	15	14,6574
	9	15	14,1706		9	4	6,74887		9	0	7,25316		9	5	4,2573		9	10	14,6574
	10	9	14,1706		10	3	6,74887		10	0	7,25316		10	2	4,2573		10	16	14,6574
	11	15	14,1706		11	6	6,74887		11	0	7,25316		11	0	4,2573		11	9	14,6574
	12	8	14,1706		12	0	6,74887		12	6	7,25316		12	0	4,2573		12	18	14,6574
	MSE	50,9762			MSE	11,0171			MSE	46,9533			MSE	13,8025			MSE	17,4939	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
11	1	7	4,77778	12	1	9	16,0344	13	1	21	10,8222	14	1	5	12,4721	15	1	1	4,47245
	2	1	4,77778		2	1	16,0344		2	12	10,8222		2	7	12,4721		2	16	4,47245
	3	8	4,77778		3	20	16,0344		3	12	10,8222		3	16	12,4721		3	0	4,47245
	4	2	4,77778		4	11	16,0344		4	11	10,8222		4	14	12,4721		4	0	4,47245
	5	1	4,77778		5	11	16,0344		5	0	10,8222		5	5	12,4721		5	0	4,47245
	6	2	4,77778		6	3	16,0344		6	6	10,8222		6	5	12,4721		6	4	4,47245
	7	3	4,77778		7	18	16,0344		7	6	10,8222		7	14	12,4721		7	10	4,47245
	8	0	4,77778		8	24	16,0344		8	7	10,8222		8	9	12,4721		8	0	4,47245
	9	6	4,77778		9	5	16,0344		9	8	10,8222		9	7	12,4721		9	4	4,47245
	10	2	4,77778		10	20	16,0344		10	5	10,8222		10	9	12,4721		10	0	4,47245
	11	2	4,77778		11	12	16,0344		11	12	10,8222		11	12	12,4721		11	4	4,47245
	12	4	4,77778		12	2	16,0344		12	12	10,8222		12	11	12,4721		12	4	4,47245
	MSE	8,5679			MSE	77,4886			MSE	27,439			MSE	22,5836			MSE	23,0336	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
16	1	2	6,68451	17	1	13	17,1096	18	1	28	13,6948	19	1	7	2,74996	20	1	5	6,14028
	2	1	6,68451		2	13	17,1096		2	6	13,6948		2	3	2,74996		2	0	6,14028
	3	25	6,68451		3	13	17,1096		3	12	13,6948		3	0	2,74996		3	0	6,14028
	4	12	6,68451		4	18	17,1096		4	10	13,6948		4	3	2,74996		4	0	6,14028
	5	23	6,68451		5	10	17,1096		5	26	13,6948		5	0	2,74996		5	0	6,14028
	6	6	6,68451		6	6	17,1096		6	13	13,6948		6	0	2,74996		6	0	6,14028
	7	0	6,68451		7	14	17,1096		7	14	13,6948		7	0	2,74996		7	2	6,14028
	8	6	6,68451		8	8	17,1096		8	12	13,6948		8	0	2,74996		8	4	6,14028
	9	0	6,68451		9	8	17,1096		9	13	13,6948		9	0	2,74996		9	1	6,14028
	10	0	6,68451		10	16	17,1096		10	9	13,6948		10	3	2,74996		10	0	6,14028
	11	0	6,68451		11	14	17,1096		11	13	13,6948		11	0	2,74996		11	0	6,14028
	12	0	6,68451		12	14	17,1096		12	10	13,6948		12	4	2,74996		12	0	6,14028
	MSE	75,7096			MSE	35,1362			MSE	39,3247			MSE	6,0624			MSE	29,2558	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
21	1	9	7,30522	22	1	3	3,37102	23	1	7	10,0436	24	1	3	2,73503	25	1	8	6,7786
	2	10	7,30522		2	3	3,37102		2	6	10,0436		2	6	2,73503		2	2	6,7786
	3	14	7,30522		3	3	3,37102		3	13	10,0436		3	6	2,73503		3	16	6,7786
	4	2	7,30522		4	3	3,37102		4	2	10,0436		4	6	2,73503		4	1	6,7786
	5	22	7,30522		5	0	3,37102		5	6	10,0436		5	3	2,73503		5	6	6,7786
	6	5	7,30522		6	0	3,37102		6	18	10,0436		6	3	2,73503		6	6	6,7786
	7	10	7,30522		7	3	3,37102		7	11	10,0436		7	6	2,73503		7	15	6,7786
	8	10	7,30522		8	5	3,37102		8	5	10,0436		8	3	2,73503		8	0	6,7786
	9	5	7,30522		9	3	3,37102		9	3	10,0436		9	6	2,73503		9	7	6,7786
	10	9	7,30522		10	3	3,37102		10	11	10,0436		10	0	2,73503		10	3	6,7786
	11	6	7,30522		11	0	3,37102		11	2	10,0436		11	6	2,73503		11	0	6,7786
	12	13	7,30522		12	4	3,37102		12	4	10,0436		12	6	2,73503		12	14	6,7786
	MSE	30,0995			MSE	3,1753			MSE	29,7342			MSE	6,8651			MSE	30,8276	

EK 7: Üssel Düzeltme Tahmin ve Hata Değerleri (Devamı)

Üssel Düzeltme Tahmin ve Hata Değerleri

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	38	18,7676		1	6	5,83425		1	10	9,02737		1	11	8,19519		1	0	9,55548
	2	17	18,7676		2	7	5,83425		2	7	9,02737		2	14	8,19519		2	16	9,55548
	3	31	18,7676		3	11	5,83425		3	16	9,02737		3	4	8,19519		3	10	9,55548
	4	11	18,7676		4	6	5,83425		4	11	9,02737		4	4	8,19519		4	7	9,55548
	5	30	18,7676		5	3	5,83425		5	3	9,02737		5	7	8,19519		5	1	9,55548
	6	16	18,7676		6	6	5,83425		6	6	9,02737		6	4	8,19519		6	8	9,55548
26	7	22	18,7676	27	7	4	5,83425	28	7	4	9,02737	29	7	6	8,19519	30	7	20	9,55548
	8	13	18,7676		8	0	5,83425		8	2	9,02737		8	4	8,19519		8	7	9,55548
	9	9	18,7676		9	12	5,83425		9	6	9,02737		9	14	8,19519		9	2	9,55548
	10	20	18,7676		10	1	5,83425		10	4	9,02737		10	3	8,19519		10	2	9,55548
	11	15	18,7676		11	1	5,83425		11	1	9,02737		11	8	8,19519		11	16	9,55548
	12	20	18,7676		12	1	5,83425		12	9	9,02737		12	13	8,19519		12	11	9,55548
	MSE	72,7629			MSE	15,1407			MSE	23,0497			MSE	16,8349			MSE	40,7159	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	0	7,05718		1	0	6,49824		1	0	1,51609		1	5	6,30575		1	10	10,0228
	2	4	7,05718		2	0	6,49824		2	0	1,51609		2	10	6,30575		2	2	10,0228
	3	1	7,05718		3	0	6,49824		3	3	1,51609		3	4	6,30575		3	13	10,0228
	4	10	7,05718		4	3	6,49824		4	0	1,51609		4	0	6,30575		4	3	10,0228
	5	3	7,05718		5	1	6,49824		5	0	1,51609		5	1	6,30575		5	12	10,0228
	6	4	7,05718		6	0	6,49824		6	0	1,51609		6	6	6,30575		6	6	10,0228
31	7	0	7,05718	32	7	0	6,49824	33	7	0	1,51609	34	7	6	6,30575	35	7	12	10,0228
	8	4	7,05718		8	2	6,49824		8	0	1,51609		8	0	6,30575		8	2	10,0228
	9	1	7,05718		9	0	6,49824		9	0	1,51609		9	5	6,30575		9	10	10,0228
	10	9	7,05718		10	0	6,49824		10	0	1,51609		10	2	6,30575		10	13	10,0228
	11	4	7,05718		11	0	6,49824		11	0	1,51609		11	7	6,30575		11	5	10,0228
	12	1	7,05718		12	0	6,49824		12	2	1,51609		12	0	6,30575		12	4	10,0228
	MSE	22,9964			MSE	36,8956			MSE	2,1185			MSE	15,7517			MSE	23,4402	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	8	1,7148		1	7	7,54606		1	4	7,39792		1	12	9,30548		1	0	0,67739
	2	6	1,7148		2	2	7,54606		2	6	7,39792		2	14	9,30548		2	0	0,67739
	3	9	1,7148		3	5	7,54606		3	5	7,39792		3	9	9,30548		3	0	0,67739
	4	5	1,7148		4	5	7,54606		4	6	7,39792		4	8	9,30548		4	2	0,67739
	5	17	1,7148		5	9	7,54606		5	4	7,39792		5	22	9,30548		5	0	0,67739
	6	0	1,7148		6	13	7,54606		6	18	7,39792		6	7	9,30548		6	0	0,67739
36	7	5	1,7148	37	7	10	7,54606	38	7	3	7,39792	39	7	5	9,30548	40	7	0	0,67739
	8	0	1,7148		8	6	7,54606		8	10	7,39792		8	1	9,30548		8	0	0,67739
	9	10	1,7148		9	8	7,54606		9	1	7,39792		9	16	9,30548		9	0	0,67739
	10	0	1,7148		10	12	7,54606		10	9	7,39792		10	0	9,30548		10	0	0,67739
	11	4	1,7148		11	7	7,54606		11	9	7,39792		11	8	9,30548		11	0	0,67739
	12	0	1,7148		12	3	7,54606		12	10	7,39792		12	9	9,30548		12	0	0,67739
	MSE	37,6493			MSE	10,4418			MSE	18,6754			MSE	34,8572			MSE	0,5664	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	4	4,36357		1	1	5,60202		1	0	3,69452		1	4	4,32858		1	7	8,17531
	2	5	4,36357		2	4	5,60202		2	7	3,69452		2	0	4,32858		2	5	8,17531
	3	3	4,36357		3	7	5,60202		3	1	3,69452		3	0	4,32858		3	12	8,17531
	4	0	4,36357		4	0	5,60202		4	12	3,69452		4	8	4,32858		4	2	8,17531
	5	3	4,36357		5	5	5,60202		5	3	3,69452		5	2	4,32858		5	7	8,17531
	6	0	4,36357		6	3	5,60202		6	0	3,69452		6	0	4,32858		6	6	8,17531
41	7	0	4,36357	42	7	0	5,60202	43	7	6	3,69452	44	7	5	4,32858	45	7	7	8,17531
	8	5	4,36357		8	0	5,60202		8	6	3,69452		8	1	4,32858		8	7	8,17531
	9	4	4,36357		9	4	5,60202		9	0	3,69452		9	5	4,32858		9	5	8,17531
	10	0	4,36357		10	2	5,60202		10	1	3,69452		10	1	4,32858		10	0	8,17531
	11	0	4,36357		11	1	5,60202		11	9	3,69452		11	4	4,32858		11	0	8,17531
	12	2	4,36357		12	0	5,60202		12	4	3,69452		12	3	4,32858		12	10	8,17531
	MSE	8,7986			MSE	16,2569			MSE	14,5609			MSE	8,3461			MSE	18,3488	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	2	7,19378		1	3	2,40606		1	4	6,22275		1	1	3,74366		1	1	1,77775
	2	1	7,19378		2	0	2,40606		2	7	6,22275		2	4	3,74366		2	2	1,77775
	3	2	7,19378		3	5	2,40606		3	2	6,22275		3	8	3,74366		3	2	1,77775
	4	1	7,19378		4	0	2,40606		4	0	6,22275		4	2	3,74366		4	1	1,77775
	5	2	7,19378		5	9	2,40606		5	14	6,22275		5	4	3,74366		5	1	1,77775
	6	3	7,19378		6	0	2,40606		6	1	6,22275		6	1	3,74366		6	3	1,77775
46	7	3	7,19378	47	7	0	2,40606	48	7	2	6,22275	49	7	8	3,74366	50	7	1	1,77775
	8	3	7,19378		8	1	2,40606		8	7	6,22275		8	4	3,74366		8	3	1,77775
	9	0	7,19378		9	3	2,40606		9	5	6,22275		9	0	3,74366		9	1	1,77775
	10	0	7,19378		10	0	2,40606		10	6	6,22275		10	3	3,74366		10	2	1,77775
	11	1	7,19378		11	0	2,40606		11	2	6,22275		11	5	3,74366		11	3	1,77775
	12	2	7,19378		12	0	2,40606		12	5	6,22275		12	8	3,74366		12	0	1,77775
	MSE	31,6046			MSE	7,7846			MSE	15,7641			MSE	7,399			MSE	0,9012	

EK 7: Üssel Düzeltme Tahmin ve Hata Değerleri (Devamı)

Üssel Düzeltme Tahmin ve Hata Değerleri

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	9	6,74996		1	15	9,0279		1	4	6,08618		1	0	3,94323		1	10	7,30303
	2	3	6,74996		2	7	9,0279		2	5	6,08618		2	9	3,94323		2	7	7,30303
	3	7	6,74996		3	10	9,0279		3	4	6,08618		3	1	3,94323		3	2	7,30303
	4	9	6,74996		4	9	9,0279		4	7	6,08618		4	3	3,94323		4	7	7,30303
	5	6	6,74996		5	11	9,0279		5	9	6,08618		5	3	3,94323		5	4	7,30303
	6	5	6,74996		6	6	9,0279		6	8	6,08618		6	3	3,94323		6	4	7,30303
51	7	7	6,74996	52	7	13	9,0279	53	7	2	6,08618	54	7	2	3,94323	55	7	5	7,30303
	8	1	6,74996		8	9	9,0279		8	2	6,08618		8	3	3,94323		8	2	7,30303
	9	4	6,74996		9	4	9,0279		9	3	6,08618		9	6	3,94323		9	3	7,30303
	10	2	6,74996		10	15	9,0279		10	1	6,08618		10	0	3,94323		10	7	7,30303
	11	1	6,74996		11	6	9,0279		11	0	6,08618		11	6	3,94323		11	1	7,30303
	12	2	6,74996		12	7	9,0279		12	5	6,08618		12	2	3,94323		12	9	7,30303
	MSE	12,229			MSE	11,9822			MSE	10,8234			MSE	7,0753			MSE	12,6701	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	13	23,8857		1	0	1,19422		1	16	16,7004		1	15	9,50073		1	0	16,8512
	2	11	23,8857		2	0	1,19422		2	12	16,7004		2	13	9,50073		2	0	16,8512
	3	1	23,8857		3	3	1,19422		3	11	16,7004		3	3	9,50073		3	0	16,8512
	4	0	23,8857		4	0	1,19422		4	19	16,7004		4	11	9,50073		4	0	16,8512
	5	3	23,8857		5	0	1,19422		5	20	16,7004		5	11	9,50073		5	12	16,8512
	6	0	23,8857		6	3	1,19422		6	5	16,7004		6	2	9,50073		6	0	16,8512
56	7	0	23,8857	57	7	0	1,19422	58	7	17	16,7004	59	7	7	9,50073	60	7	0	16,8512
	8	0	23,8857		8	0	1,19422		8	11	16,7004		8	11	9,50073		8	20	16,8512
	9	0	23,8857		9	0	1,19422		9	6	16,7004		9	4	9,50073		9	0	16,8512
	10	0	23,8857		10	2	1,19422		10	20	16,7004		10	3	9,50073		10	17	16,8512
	11	0	23,8857		11	0	1,19422		11	17	16,7004		11	7	9,50073		11	1	16,8512
	12	0	23,8857		12	0	1,19422		12	16	16,7004		12	10	9,50073		12	20	16,8512
	MSE	484,0594			MSE	1,6672			MSE	30,5587			MSE	19,4187			MSE	190,1995	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	6	4,47234		1	4	5,55449		1	16	23,9242		1	3	2,57779		1	10	6,08301
	2	1	4,47234		2	10	5,55449		2	31	23,9242		2	2	2,57779		2	4	6,08301
	3	6	4,47234		3	4	5,55449		3	40	23,9242		3	5	2,57779		3	1	6,08301
	4	3	4,47234		4	0	5,55449		4	16	23,9242		4	3	2,57779		4	14	6,08301
	5	8	4,47234		5	5	5,55449		5	5	23,9242		5	4	2,57779		5	0	6,08301
	6	5	4,47234		6	4	5,55449		6	6	23,9242		6	3	2,57779		6	1	6,08301
61	7	5	4,47234	62	7	11	5,55449	63	7	18	23,9242	64	7	5	2,57779	65	7	6	6,08301
	8	3	4,47234		8	4	5,55449		8	8	23,9242		8	4	2,57779		8	12	6,08301
	9	8	4,47234		9	0	5,55449		9	6	23,9242		9	2	2,57779		9	1	6,08301
	10	2	4,47234		10	9	5,55449		10	18	23,9242		10	2	2,57779		10	8	6,08301
	11	0	4,47234		11	1	5,55449		11	10	23,9242		11	4	2,57779		11	0	6,08301
	12	8	4,47234		12	5	5,55449		12	18	23,9242		12	1	2,57779		12	11	6,08301
	MSE	7,0887			MSE	12,8347			MSE	165,6263			MSE	1,819			MSE	24,7289	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	13	12,22		1	7	4,00793		1	6	4,74903		1	5	4,08334		1	13	7,33821
	2	10	12,22		2	1	4,00793		2	1	4,74903		2	2	4,08334		2	8	7,33821
	3	7	12,22		3	5	4,00793		3	4	4,74903		3	3	4,08334		3	11	7,33821
	4	12	12,22		4	2	4,00793		4	2	4,74903		4	5	4,08334		4	6	7,33821
	5	13	12,22		5	6	4,00793		5	1	4,74903		5	2	4,08334		5	8	7,33821
	6	6	12,22		6	0	4,00793		6	2	4,74903		6	3	4,08334		6	6	7,33821
66	7	11	12,22	67	7	1	4,00793	68	7	0	4,74903	69	7	9	4,08334	70	7	6	7,33821
	8	5	12,22		8	3	4,00793		8	0	4,74903		8	3	4,08334		8	9	7,33821
	9	13	12,22		9	2	4,00793		9	2	4,74903		9	1	4,08334		9	7	7,33821
	10	10	12,22		10	1	4,00793		10	0	4,74903		10	0	4,08334		10	8	7,33821
	11	6	12,22		11	2	4,00793		11	0	4,74903		11	5	4,08334		11	8	7,33821
	12	18	12,22		12	2	4,00793		12	0	4,74903		12	5	4,08334		12	8	7,33821
	MSE	16,9483			MSE	6,1879			MSE	13,8062			MSE	5,4931			MSE	4,6586	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	1	4,41664		1	3	3,32315		1	3	2,30367		1	3	3,77742		1	3	1,97184
	2	1	4,41664		2	0	3,32315		2	0	2,30367		2	2	3,77742		2	3	1,97184
	3	2	4,41664		3	6	3,32315		3	0	2,30367		3	4	3,77742		3	3	1,97184
	4	0	4,41664		4	6	3,32315		4	3	2,30367		4	4	3,77742		4	0	1,97184
	5	0	4,41664		5	4	3,32315		5	0	2,30367		5	4	3,77742		5	4	1,97184
	6	0	4,41664		6	4	3,32315		6	0	2,30367		6	1	3,77742		6	6	1,97184
71	7	0	4,41664	72	7	6	3,32315	73	7	3	2,30367	74	7	4	3,77742	75	7	0	1,97184
	8	0	4,41664		8	0	3,32315		8	0	2,30367		8	3	3,77742		8	3	1,97184
	9	0	4,41664		9	6	3,32315		9	0	2,30367		9	0	3,77742		9	9	1,97184
	10	0	4,41664		10	3	3,32315		10	3	2,30367		10	4	3,77742		10	0	1,97184
	11	0	4,41664		11	1	3,32315		11	0	2,30367		11	4	3,77742		11	0	1,97184
	12	0	4,41664		12	5	3,32315		12	0	2,30367		12	5	3,77742		12	9	1,97184
	MSE	17,0623			MSE	5,0069			MSE	3,6995			MSE	2,3452			MSE	11,5759	

EK 7: Üssel Düzeltme Tahmin ve Hata Değerleri (Devamı)

Üssel Düzeltme Tahmin ve Hata Değerleri

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	8	4,4		1	16	11,1948		1	9	8,36133		1	0	4,25887		1	14	7,44435
	2	5	4,4		2	5	11,1948		2	2	8,36133		2	0	4,25887		2	8	7,44435
	3	4	4,4		3	16	11,1948		3	8	8,36133		3	16	4,25887		3	17	7,44435
	4	0	4,4		4	4	11,1948		4	11	8,36133		4	0	4,25887		4	10	7,44435
	5	5	4,4		5	10	11,1948		5	4	8,36133		5	0	4,25887		5	11	7,44435
	6	0	4,4		6	7	11,1948		6	8	8,36133		6	16	4,25887		6	11	7,44435
76	7	10	4,4	77	7	7	11,1948	78	7	6	8,36133	79	7	6	4,25887	80	7	2	7,44435
	8	0	4,4		8	2	11,1948		8	8	8,36133		8	0	4,25887		8	5	7,44435
	9	0	4,4		9	1	11,1948		9	4	8,36133		9	8	4,25887		9	13	7,44435
	10	0	4,4		10	1	11,1948		10	6	8,36133		10	0	4,25887		10	13	7,44435
	11	10	4,4		11	1	11,1948		11	5	8,36133		11	10	4,25887		11	8	7,44435
	12	5	4,4		12	0	11,1948		12	8	8,36133		12	0	4,25887		12	9	7,44435
	MSE	14,4767			MSE	57,8841			MSE	9,071			MSE	37,7218			MSE	22,2073	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	7	6,05152		1	0	2,54207		1	1	2,97145		1	0	3,74507		1	1	3,49891
	2	5	6,05152		2	0	2,54207		2	0	2,97145		2	0	3,74507		2	1	3,49891
	3	12	6,05152		3	0	2,54207		3	2	2,97145		3	4	3,74507		3	17	3,49891
	4	12	6,05152		4	3	2,54207		4	5	2,97145		4	0	3,74507		4	4	3,49891
	5	10	6,05152		5	0	2,54207		5	5	2,97145		5	0	3,74507		5	1	3,49891
	6	5	6,05152		6	0	2,54207		6	5	2,97145		6	0	3,74507		6	13	3,49891
81	7	5	6,05152	82	7	0	2,54207	83	7	10	2,97145	84	7	0	3,74507	85	7	1	3,49891
	8	13	6,05152		8	0	2,54207		8	7	2,97145		8	0	3,74507		8	0	3,49891
	9	6	6,05152		9	0	2,54207		9	2	2,97145		9	0	3,74507		9	0	3,49891
	10	4	6,05152		10	0	2,54207		10	4	2,97145		10	0	3,74507		10	4	3,49891
	11	6	6,05152		11	0	2,54207		11	1	2,97145		11	0	3,74507		11	6	3,49891
	12	10	6,05152		12	17	2,54207		12	1	2,97145		12	0	3,74507		12	5	3,49891
	MSE	13,2218			MSE	22,8219			MSE	8,4508			MSE	12,8622			MSE	27,5853	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	10	3,94264		1	5	7,41747		1	2	5,26062		1	5	3,33221		1	2	9,33358
	2	11	3,94264		2	2	7,41747		2	8	5,26062		2	3	3,33221		2	11	9,33358
	3	8	3,94264		3	10	7,41747		3	8	5,26062		3	5	3,33221		3	6	9,33358
	4	0	3,94264		4	4	7,41747		4	8	5,26062		4	5	3,33221		4	0	9,33358
	5	12	3,94264		5	2	7,41747		5	6	5,26062		5	6	3,33221		5	0	9,33358
	6	5	3,94264		6	3	7,41747		6	2	5,26062		6	4	3,33221		6	4	9,33358
86	7	10	3,94264	87	7	7	7,41747	88	7	9	5,26062	89	7	3	3,33221	90	7	0	9,33358
	8	0	3,94264		8	8	7,41747		8	3	5,26062		8	0	3,33221		8	5	9,33358
	9	4	3,94264		9	11	7,41747		9	4	5,26062		9	0	3,33221		9	1	9,33358
	10	5	3,94264		10	5	7,41747		10	3	5,26062		10	1	3,33221		10	0	9,33358
	11	6	3,94264		11	3	7,41747		11	7	5,26062		11	1	3,33221		11	10	9,33358
	12	5	3,94264		12	4	7,41747		12	4	5,26062		12	0	3,33221		12	5	9,33358
	MSE	20,271			MSE	12,7325			MSE	6,2275			MSE	5,0265			MSE	46,0028	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	10	5,69422		1	4	4,91693		1	3	6,22108		1	4	3,74931		1	6	5,38871
	2	3	5,69422		2	3	4,91693		2	1	6,22108		2	8	3,74931		2	6	5,38871
	3	0	5,69422		3	2	4,91693		3	3	6,22108		3	0	3,74931		3	6	5,38871
	4	5	5,69422		4	10	4,91693		4	10	6,22108		4	4	3,74931		4	9	5,38871
	5	11	5,69422		5	10	4,91693		5	7	6,22108		5	0	3,74931		5	9	5,38871
	6	4	5,69422		6	1	4,91693		6	3	6,22108		6	4	3,74931		6	0	5,38871
91	7	10	5,69422	92	7	2	4,91693	93	7	5	6,22108	94	7	4	3,74931	95	7	9	5,38871
	8	10	5,69422		8	3	4,91693		8	6	6,22108		8	0	3,74931		8	9	5,38871
	9	7	5,69422		9	1	4,91693		9	2	6,22108		9	4	3,74931		9	0	5,38871
	10	11	5,69422		10	10	4,91693		10	6	6,22108		10	0	3,74931		10	9	5,38871
	11	4	5,69422		11	4	4,91693		11	5	6,22108		11	8	3,74931		11	10	5,38871
	12	3	5,69422		12	7	4,91693		12	2	6,22108		12	0	3,74931		12	0	5,38871
	MSE	13,8993			MSE	11,5487			MSE	9,3323			MSE	8,8948			MSE	14,5589	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	3	5,38938		1	14	5,27766		1	1	2,18672		1	3	4,91619		1	6	5,76027
	2	5	5,38938		2	7	5,27766		2	4	2,18672		2	5	4,91619		2	5	5,76027
	3	4	5,38938		3	5	5,27766		3	0	2,18672		3	3	4,91619		3	9	5,76027
	4	4	5,38938		4	8	5,27766		4	2	2,18672		4	5	4,91619		4	4	5,76027
	5	4	5,38938		5	3	5,27766		5	3	2,18672		5	2	4,91619		5	4	5,76027
	6	3	5,38938		6	2	5,27766		6	0	2,18672		6	4	4,91619		6	2	5,76027
96	7	3	5,38938	97	7	2	5,27766	98	7	1	2,18672	99	7	2	4,91619	100	7	4	5,76027
	8	2	5,38938		8	6	5,27766		8	0	2,18672		8	1	4,91619		8	5	5,76027
	9	1	5,38938		9	5	5,27766		9	3	2,18672		9	2	4,91619		9	0	5,76027
	10	5	5,38938		10	14	5,27766		10	0	2,18672		10	4	4,91619		10	4	5,76027
	11	3	5,38938		11	12	5,27766		11	0	2,18672		11	5	4,91619		11	7	5,76027
	12	1	5,38938		12	19	5,27766		12	3	2,18672		12	6	4,91619		12	3	5,76027
	MSE	6,5793			MSE	35,2815			MSE	2,6694			MSE	4,2556			MSE	6,715	

EK 8: İkili Üssel Düzeltme Alpha-Beta Değerleri

İkili Üssel Düzeltme (AAN-Damped=FALSE)					
İlaç No	**Alpha**	**Beta**	**İlaç No**	**Alpha**	**Beta**
1	0,025195152	0,025195131	**51**	0,000100034	0,0001
2	0,169213624	0,000100089	**52**	0,002300114	0,000100004
3	0,229233598	0,000100006	**53**	0,000100708	0,000100003
4	0,447595571	0,000100012	**54**	0,000100083	0,00010006
5	0,000100077	0,000100014	**55**	0,107397038	0,000100004
6	0,000100027	0,000100023	**56**	0,268741042	0,000100002
7	0,013961421	0,013961346	**57**	0,000100009	0,000100001
8	0,001819218	0,001819198	**58**	0,000100193	0,0001
9	0,000100022	0,000100021	**59**	0,000100075	0,000100013
10	0,000136215	0,000136066	**60**	0,552309646	0,000100032
11	0,000100036	0,000100002	**61**	0,000100018	0,000100002
12	0,000100037	0,000100029	**62**	0,00010011	0,000100081
13	0,000101033	0,000100061	**63**	0,973849216	0,000100029
14	0,000180568	0,000101386	**64**	0,000100011	0,000100004
15	0,029628559	0,02962844	**65**	0,012763086	0,01274812
16	0,000100015	0,000100003	**66**	0,000100626	0,000100001
17	0,00010003	0,00010001	**67**	0,814815079	0,000100002
18	0,032536891	0,032536848	**68**	0,52811178	0,000100041
19	0,009114929	0,000100006	**69**	0,000431761	0,000431743
20	0,177887229	0,177887219	**70**	0,46858293	0,000156953
21	0,000100011	0,000100008	**71**	0,003352129	0,003352105
22	0,000117096	0,0001	**72**	0,000100003	0,0001
23	0,025987497	0,025987469	**73**	0,018854491	0,018854488
24	0,032354687	0,032354669	**74**	0,001593195	0,000100005
25	0,000102506	0,000102497	**75**	0,062867941	0,062867922
26	0,046625974	0,046619784	**76**	0,000100029	0,000100003
27	0,005365361	0,000100013	**77**	0,000100011	0,000100008
28	0,002912367	0,002912361	**78**	0,019765085	0,019765056
29	0,000100262	0,000100232	**79**	0,000100019	0,000100002
30	0,001301794	0,000100006	**80**	0,000438202	0,000100012
31	0,025044631	0,025044061	**81**	0,584565336	0,000100004
32	0,233493541	0,000100001	**82**	0,000100045	0,000100003
33	0,02746594	0,02746591	**83**	0,000100194	0,0001
34	0,000100015	0,000100008	**84**	0,000100033	0,0001
35	0,002722842	0,002722837	**85**	0,000101731	0,00010171
36	0,000402562	0,000400501	**86**	0,007427494	0,000100009
37	0,003616843	0,0001	**87**	0,281302014	0,000100015
38	0,272066176	0,000100005	**88**	0,154337214	0,000100002
39	0,000100045	0,000100006	**89**	0,000100016	0,000100002
40	0,291657456	0,000100008	**90**	0,00010099	0,000100005
41	0,000100035	0,000100007	**91**	0,000100163	0,000100001
42	0,000100047	0,0001	**92**	0,000100084	0,000100042
43	0,000198161	0,000100002	**93**	0,000100016	0,000100002
44	0,000100021	0,000100002	**94**	0,000100135	0,0001
45	0,099841055	0,099841052	**95**	0,000100991	0,000100003
46	0,027361868	0,027361838	**96**	0,000100032	0,0001
47	0,028139452	0,028139419	**97**	0,003107804	0,000100008
48	0,000100044	0,00010001	**98**	0,105653979	0,105652674
49	0,018616016	0,018615985	**99**	0,023318233	0,023318229
50	0,299124897	0,000100001	**100**	0,000100025	0,000100011

EK 9: İkili Üssel Düzeltme Tahmin ve Hata Değerleri

İkili Üssel Düzeltme Tahmin ve Hata Değerleri

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
1	1	42	48,3948	2	1	23	14,0312	3	1	27	23,412	4	1	31	19,694	5	1	40	36,418
	2	55	47,3443		2	9	13,8496		2	26	23,3494		2	18	19,6004		2	42	36,054
	3	37	46,2939		3	15	13,6681		3	25	23,2869		3	26	19,5069		3	36	35,6901
	4	65	45,2434		4	10	13,4866		4	21	23,2243		4	18	19,4133		4	42	35,3262
	5	40	44,1929		5	17	13,305		5	23	23,1617		5	18	19,3198		5	43	34,9622
	6	29	43,1425		6	3	13,1235		6	17	23,0992		6	8	19,2262		6	27	34,5983
	7	41	42,092		7	4	12,9419		7	16	23,0366		7	9	19,1327		7	36	34,2343
	8	24	41,0415		8	15	12,7604		8	26	22,9741		8	10	19,0391		8	35	33,8704
	9	29	39,9911		9	2	12,5788		9	18	22,9115		9	19	18,9456		9	45	33,5064
	10	34	38,9406		10	10	12,3973		10	25	22,8489		10	26	18,852		10	28	33,1425
	11	43	37,8901		11	8	12,2157		11	14	22,7864		11	23	18,7585		11	43	32,7786
	12	25	36,8397		12	12	12,0342		12	23	22,7238		12	34	18,6649		12	44	32,4146
	MSE	116,4084			MSE	37,8694			MSE	19,142			MSE	65,912			MSE	51,4001	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
6	1	8	22,098	7	1	9	7,6688	8	1	18	10,2015	9	1	0	4,35463	10	1	12	12,4357
	2	32	23,1443		2	10	7,457		2	0	10,371		2	2	4,35426		2	9	12,2184
	3	11	24,1905		3	9	7,2452		3	5	10,5406		3	8	4,35388		3	23	12,0012
	4	11	25,2367		4	2	7,0334		4	0	10,7102		4	0	4,3535		4	16	11,7839
	5	6	26,2829		5	4	6,8216		5	5	10,8797		5	0	4,35313		5	19	11,5667
	6	13	27,3292		6	5	6,6098		6	0	11,0493		6	8	4,35275		6	11	11,3494
	7	12	28,3754		7	4	6,398		7	5	11,2189		7	0	4,35238		7	14	11,1321
	8	24	29,4216		8	5	6,1862		8	18	11,3884		8	0	4,352		8	15	10,9149
	9	15	30,4678		9	4	5,9744		9	0	11,558		9	5	4,35163		9	10	10,6976
	10	9	31,5141		10	3	5,7626		10	0	11,7275		10	2	4,35125		10	16	10,4804
	11	15	32,5603		11	6	5,5508		11	0	11,8971		11	0	4,35087		11	9	10,2631
	12	8	33,6065		12	0	5,339		12	6	12,0667		12	0	4,3505		12	18	10,0459
	MSE	273,1931			MSE	7,8834			MSE	83,5245			MSE	14,2245			MSE	27,117	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
11	1	7	5,40228	12	1	9	17,5232	13	1	21	7,86368	14	1	5	11,6529	15	1	1	5,00715
	2	1	5,40903		2	1	17,5939		2	12	7,61936		2	7	11,6085		2	16	5,19033
	3	8	5,41578		3	20	17,6645		3	12	7,37505		3	16	11,5641		3	0	5,3735
	4	2	5,42253		4	11	17,7351		4	11	7,13074		4	14	11,5196		4	0	5,55667
	5	1	5,42929		5	11	17,8058		5	0	6,88643		5	5	11,4752		5	0	5,73985
	6	2	5,43604		6	3	17,8764		6	6	6,64212		6	5	11,4307		6	4	5,92302
	7	3	5,44279		7	18	17,947		7	6	6,39781		7	14	11,3863		7	10	6,10619
	8	0	5,44954		8	24	18,0177		8	7	6,1535		8	9	11,3418		8	0	6,28937
	9	6	5,45629		9	5	18,0883		9	8	5,90919		9	7	11,2974		9	4	6,47254
	10	2	5,46304		10	20	18,1589		10	5	5,66488		10	9	11,253		10	0	6,65571
	11	2	5,4698		11	12	18,2296		11	12	5,42057		11	12	11,2085		11	4	6,83889
	12	4	5,47655		12	2	18,3002		12	12	5,17626		12	11	11,1641		12	4	7,02206
	MSE	11,1652			MSE	98,4529			MSE	30,9575			MSE	17,5937			MSE	29,3019	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
16	1	2	10,6243	17	1	13	18,6102	18	1	28	12,9753	19	1	7	5,55377	20	1	5	-2,3088
	2	1	10,8443		2	13	18,6942		2	6	12,2445		2	3	5,71682		2	0	-6,2252
	3	25	11,0644		3	13	18,7781		3	12	11,5136		3	0	5,87988		3	0	-10,142
	4	12	11,2844		4	18	18,8621		4	10	10,7828		4	3	6,04293		4	0	-14,058
	5	23	11,5044		5	10	18,946		5	26	10,0519		5	0	6,20599		5	0	-17,975
	6	6	11,7245		6	6	19,0299		6	13	9,32111		6	0	6,36905		6	0	-21,891
	7	0	11,9445		7	14	19,1139		7	14	8,59027		7	0	6,5321		7	2	-25,807
	8	6	12,1645		8	8	19,1978		8	12	7,85943		8	0	6,69516		8	4	-29,724
	9	0	12,3846		9	8	19,2818		9	13	7,12859		9	0	6,85821		9	1	-33,64
	10	0	12,6046		10	16	19,3657		10	9	6,39775		10	3	7,02127		10	0	-37,557
	11	0	12,8246		11	14	19,4497		11	13	5,66691		11	0	7,18433		11	0	-41,473
	12	0	13,0447		12	14	19,5336		12	10	4,93608		12	4	7,34738		12	0	-45,39
	MSE	113,2069			MSE	58,1924			MSE	58,3776			MSE	28,8252			MSE	791,3505	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
21	1	9	9,03544	22	1	3	3,31858	23	1	7	5,75452	24	1	3	5,17192	25	1	8	4,53323
	2	10	9,128		2	3	3,31021		2	6	5,34504		2	6	5,37222		2	2	4,39008
	3	14	9,22056		3	3	3,30184		3	13	4,93556		3	6	5,57253		3	16	4,24693
	4	2	9,31313		4	3	3,29348		4	2	4,52608		4	6	5,77284		4	1	4,10378
	5	22	9,40569		5	0	3,28511		5	6	4,11661		5	3	5,97314		5	6	3,96063
	6	5	9,49825		6	0	3,27674		6	18	3,70713		6	3	6,17345		6	6	3,81748
	7	10	9,59082		7	3	3,26837		7	11	3,29765		7	6	6,37375		7	15	3,67433
	8	10	9,68338		8	5	3,26001		8	5	2,88817		8	3	6,57406		8	0	3,53118
	9	5	9,77594		9	3	3,25164		9	3	2,47869		9	6	6,77436		9	7	3,38803
	10	9	9,86851		10	3	3,24327		10	11	2,06922		10	0	6,97467		10	3	3,24488
	11	6	9,96107		11	0	3,2349		11	2	1,65974		11	6	7,17498		11	0	3,10173
	12	13	10,0536		12	4	3,22654		12	4	1,25026		12	6	7,37528		12	14	2,95859
	MSE	25,345			MSE	3,0157			MSE	36,0603			MSE	7,4739			MSE	38,3168	

EK 9: İkili Üssel Düzeltme Tahmin ve Hata Değerleri (Devamı)

İkili Üssel Düzeltme Tahmin ve Hata Değerleri

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
26	1	38	16,511	27	1	6	5,21419	28	1	10	10,7397	29	1	11	8,3105	30	1	0	10,0512
	2	17	15,2079		2	7	5,18352		2	7	10,8166		2	14	8,30964		2	16	10,0801
	3	31	13,9047		3	11	5,15285		3	16	10,8935		3	4	8,30877		3	10	10,109
	4	11	12,6015		4	6	5,12218		4	11	10,9704		4	4	8,3079		4	7	10,138
	5	30	11,2984		5	3	5,09151		5	3	11,0472		5	7	8,30703		5	1	10,1669
	6	16	9,99519		6	6	5,06084		6	6	11,1241		6	4	8,30617		6	8	10,1958
	7	22	8,69202		7	4	5,03016		7	4	11,201		7	6	8,3053		7	20	10,2248
	8	13	7,38886		8	0	4,99949		8	2	11,2779		8	4	8,30443		8	7	10,2537
	9	9	6,08569		9	12	4,96882		9	6	11,3548		9	14	8,30356		9	2	10,2826
	10	20	4,78252		10	1	4,93815		10	4	11,4317		10	3	8,3027		10	2	10,3116
	11	15	3,47935		11	1	4,90748		11	1	11,5086		11	8	8,30183		11	16	10,3405
	12	20	2,17619		12	1	4,87681		12	9	11,5855		12	13	8,30096		12	11	10,3694
	MSE	170,3898			MSE	13,7862			MSE	39,2633			MSE	16,9643			MSE	42,5864	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
31	1	0	8,16024	32	1	0	3,91268	33	1	0	1,28633	34	1	5	7,40487	35	1	10	5,33962
	2	4	8,48461		2	0	3,8612		2	0	1,41982		2	10	7,46053		2	2	4,98408
	3	1	8,80897		3	0	3,80972		3	3	1,5533		3	4	7,51618		3	13	4,62855
	4	10	9,13334		4	3	3,75825		4	0	1,68679		4	0	7,57184		4	3	4,27301
	5	3	9,4577		5	1	3,70677		5	0	1,82027		5	1	7,6275		5	12	3,91748
	6	4	9,78206		6	0	3,65529		6	0	1,95376		6	6	7,68315		6	6	3,56195
	7	0	10,1064		7	0	3,60382		7	0	2,08724		7	6	7,73881		7	12	3,20641
	8	4	10,4308		8	2	3,55234		8	0	2,22073		8	0	7,79446		8	2	2,85088
	9	1	10,7552		9	0	3,50086		9	0	2,35421		9	5	7,85012		9	10	2,49535
	10	9	11,0795		10	0	3,44938		10	0	2,4877		10	2	7,90578		10	13	2,13981
	11	4	11,4039		11	0	3,39791		11	0	2,62118		11	7	7,96143		11	5	1,78428
	12	1	11,7282		12	0	3,34643		12	2	2,75467		12	0	8,01709		12	4	1,42875
	MSE	53,0385			MSE	10,6909			MSE	3,6832			MSE	25,0552			MSE	36,9053	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
36	1	8	2,68561	37	1	7	8,43315	38	1	4	7,428	39	1	12	9,79832	40	1	0	0,7498
	2	6	2,75237		2	2	8,53699		2	6	7,58594		2	14	9,81916		2	0	0,7641
	3	9	2,81913		3	5	8,64083		3	5	7,74387		3	9	9,84001		3	0	0,7784
	4	5	2,88589		4	5	8,74467		4	6	7,9018		4	8	9,86085		4	2	0,79271
	5	17	2,95265		5	9	8,84851		5	4	8,05973		5	22	9,8817		5	0	0,80701
	6	0	3,01941		6	13	8,95235		6	18	8,21766		6	7	9,90254		6	0	0,82131
	7	5	3,08617		7	10	9,05619		7	3	8,37559		7	5	9,92339		7	0	0,83562
	8	0	3,15293		8	6	9,16003		8	10	8,53353		8	1	9,94423		8	0	0,84992
	9	10	3,21968		9	8	9,26387		9	1	8,69146		9	16	9,96508		9	0	0,86422
	10	0	3,28644		10	12	9,36771		10	9	8,84939		10	0	9,98593		10	0	0,87852
	11	4	3,3532		11	7	9,47155		11	9	9,00732		11	8	10,0068		11	0	0,89283
	12	0	3,41996		12	3	9,57539		12	10	9,16525		12	9	10,0276		12	0	0,90713
	MSE	30,8666			MSE	13,1015			MSE	19,0428			MSE	35,6029			MSE	0,7579	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
41	1	4	4,55821	42	1	1	5,65223	43	1	0	2,72843	44	1	4	5,38387	45	1	7	10,5024
	2	5	4,58097		2	4	5,80774		2	7	2,67808		2	0	5,44195		2	5	10,558
	3	3	4,60373		3	7	5,96325		3	1	2,62772		3	0	5,50003		3	12	10,6137
	4	0	4,62649		4	0	6,11876		4	12	2,57737		4	8	5,5581		4	2	10,6694
	5	3	4,64924		5	5	6,27427		5	3	2,52701		5	2	5,61618		5	7	10,7251
	6	0	4,672		6	3	6,42978		6	0	2,47666		6	0	5,67426		6	6	10,7807
	7	0	4,69476		7	0	6,58529		7	6	2,42631		7	5	5,73234		7	7	10,8364
	8	5	4,71752		8	0	6,74081		8	6	2,37595		8	1	5,79042		8	7	10,8921
	9	4	4,74028		9	4	6,89632		9	0	2,3256		9	5	5,8485		9	5	10,9477
	10	0	4,76303		10	2	7,05183		10	1	2,27525		10	1	5,90658		10	0	11,0034
	11	0	4,78579		11	1	7,20734		11	9	2,22489		11	4	5,96466		11	0	11,0591
	12	2	4,80855		12	0	7,36285		12	4	2,17454		12	3	6,02274		12	10	11,1147
	MSE	10,4298			MSE	24,3558			MSE	17,1742			MSE	14,5244			MSE	38,9027	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
46	1	2	4,40791	47	1	3	3,68415	48	1	4	7,28963	49	1	1	4,19986	50	1	1	2,33927
	2	1	3,95484		2	0	3,95499		2	7	7,35806		2	4	4,44139		2	2	2,38441
	3	2	3,50176		3	5	4,22582		3	2	7,4265		3	8	4,68292		3	2	2,42955
	4	1	3,04868		4	0	4,49666		4	0	7,49494		4	2	4,92444		4	1	2,47469
	5	2	2,5956		5	9	4,76749		5	14	7,56337		5	4	5,16597		5	1	2,51982
	6	3	2,14252		6	0	5,03833		6	1	7,63181		6	1	5,4075		6	3	2,56496
	7	3	1,68944		7	0	5,30917		7	2	7,70024		7	8	5,64903		7	1	2,6101
	8	3	1,23636		8	1	5,58		8	7	7,76868		8	4	5,89056		8	3	2,65524
	9	0	0,78328		9	3	5,85084		9	5	7,83711		9	0	6,13209		9	1	2,70037
	10	0	0,33021		10	0	6,12167		10	6	7,90555		10	3	6,37362		10	2	2,74551
	11	1	-0,1229		11	0	6,39251		11	2	7,97398		11	5	6,61515		11	3	2,79065
	12	2	-0,576		12	0	6,66335		12	5	8,04242		12	8	6,85668		12	0	2,83579
	MSE	2,9599			MSE	21,6882			MSE	22,6409			MSE	9,398			MSE	1,7536	

EK 9: İkili Üssel Düzeltme Tahmin ve Hata Değerleri (Devamı)

İkili Üssel Düzeltme Tahmin ve Hata Değerleri

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	9	7,54805		1	15	7,2606		1	4	7,01344		1	0	4,17115		1	10	5,7073
	2	3	7,59406		2	7	7,16343		2	5	7,06737		2	9	4,18527		2	7	5,49966
	3	7	7,64006		3	10	7,06625		3	4	7,12129		3	1	4,19938		3	2	5,29202
	4	9	7,68607		4	9	6,96907		4	7	7,17522		4	3	4,21349		4	7	5,08438
	5	6	7,73207		5	11	6,87189		5	9	7,22914		5	3	4,22761		5	4	4,87674
	6	5	7,77808		6	6	6,77471		6	8	7,28306		6	3	4,24172		6	4	4,6691
51	7	7	7,82408	52	7	13	6,67753	53	7	2	7,33699	54	7	2	4,25584	55	7	5	4,46145
	8	1	7,87009		8	9	6,58035		8	2	7,39091		8	3	4,26995		8	2	4,25381
	9	4	7,91609		9	4	6,48317		9	3	7,44484		9	6	4,28407		9	3	4,04617
	10	2	7,9621		10	15	6,38599		10	1	7,49876		10	0	4,29818		10	7	3,83853
	11	1	8,0081		11	6	6,28881		11	0	7,55268		11	6	4,31229		11	1	3,63089
	12	2	8,05411		12	7	6,19163		12	5	7,60661		12	2	4,32641		12	9	3,42325
	MSE	18,3827			MSE	18,1025			MSE	17,5126			MSE	7,6432			MSE	7,5735	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	13	28,5011		1	0	1,6191		1	16	18,1915		1	15	11,1711		1	0	19,9366
	2	11	29,361		2	0	1,63793		2	12	18,2642		2	13	11,2521		2	0	21,6045
	3	1	30,2208		3	3	1,65676		3	11	18,3368		3	3	11,3332		3	0	23,2723
	4	0	31,0806		4	0	1,67559		4	19	18,4094		4	11	11,4142		4	0	24,9402
	5	3	31,9404		5	0	1,69442		5	20	18,482		5	11	11,4952		5	12	26,608
	6	0	32,8002		6	3	1,71326		6	5	18,5546		6	2	11,5762		6	0	28,2759
56	7	0	33,6601	57	7	0	1,73209	58	7	17	18,6272	59	7	7	11,6572	60	7	0	29,9437
	8	0	34,5199		8	0	1,75092		8	11	18,6998		8	11	11,7383		8	20	31,6116
	9	0	35,3797		9	0	1,76975		9	6	18,7725		9	4	11,8193		9	0	33,2794
	10	0	36,2395		10	2	1,78858		10	20	18,8451		10	3	11,9003		10	17	34,9473
	11	0	37,0993		11	0	1,80742		11	17	18,9177		11	7	11,9813		11	1	36,6151
	12	0	37,9591		12	0	1,82625		12	16	18,9903		12	10	12,0623		12	20	38,283
	MSE	1001,4643			MSE	2,524			MSE	43,6063			MSE	30,9113			MSE	592,0441	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	6	6,30839		1	4	5,94987		1	16	23,8821		1	3	3,51128		1	10	5,77635
	2	1	6,41221		2	10	5,97472		2	31	23,947		2	2	3,60211		2	4	5,92576
	3	6	6,51603		3	4	5,99957		3	40	24,012		3	5	3,69294		3	1	6,07517
	4	3	6,61985		4	0	6,02441		4	16	24,0769		4	3	3,78378		4	14	6,22459
	5	8	6,72368		5	5	6,04926		5	5	24,1419		5	4	3,87461		5	0	6,374
	6	5	6,8275		6	4	6,0741		6	6	24,2068		6	3	3,96544		6	1	6,52341
61	7	5	6,93132	62	7	11	6,09895	63	7	18	24,2718	64	7	5	4,05627	65	7	6	6,67282
	8	3	7,03514		8	4	6,1238		8	8	24,3367		8	4	4,14711		8	12	6,82223
	9	8	7,13897		9	0	6,14864		9	6	24,4017		9	2	4,23794		9	1	6,97164
	10	2	7,24279		10	9	6,17349		10	18	24,4666		10	2	4,32877		10	8	7,12105
	11	0	7,34661		11	1	6,19833		11	10	24,5315		11	4	4,4196		11	0	7,27046
	12	8	7,45043		12	5	6,22318		12	18	24,5965		12	1	4,51044		12	11	7,41987
	MSE	12,5201			MSE	14,0453			MSE	172,6638			MSE	2,4951			MSE	25,6892	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	13	11,6698		1	7	4,31784		1	6	5,48947		1	5	4,58718		1	13	7,35944
	2	10	11,6608		2	1	4,47954		2	1	5,44529		2	2	4,61454		2	8	7,36716
	3	7	11,6517		3	5	4,64123		3	4	5,40111		3	3	4,6419		3	11	7,37489
	4	12	11,6427		4	2	4,80293		4	2	5,35694		4	5	4,66927		4	6	7,38261
	5	13	11,6336		5	6	4,96462		5	1	5,31276		5	2	4,69663		5	8	7,39034
	6	6	11,6246		6	0	5,12631		6	2	5,26858		6	3	4,72399		6	6	7,39806
66	7	11	11,6155	67	7	1	5,28801	68	7	0	5,22441	69	7	9	4,75135	70	7	6	7,40579
	8	5	11,6065		8	3	5,4497		8	0	5,18023		8	3	4,77871		8	9	7,41351
	9	13	11,5974		9	2	5,6114		9	2	5,13606		9	1	4,80607		9	7	7,42124
	10	10	11,5884		10	1	5,77309		10	0	5,09188		10	0	4,83344		10	8	7,42896
	11	6	11,5794		11	2	5,93479		11	0	5,0477		11	5	4,8608		11	8	7,43669
	12	18	11,5703		12	2	6,09648		12	0	5,00353		12	5	4,88816		12	8	7,44441
	MSE	15,0651			MSE	12,2595			MSE	16,9119			MSE	6,5959			MSE	4,6015	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	1	4,35081		1	3	4,40074		1	3	2,30215		1	3	4,02481		1	3	3,54199
	2	1	4,33341		2	0	4,45583		2	0	2,19097		2	2	4,02409		2	3	3,73908
	3	2	4,31601		3	6	4,51091		3	0	2,07979		3	4	4,02337		3	3	3,93617
	4	0	4,29861		4	6	4,56599		4	3	1,96861		4	4	4,02266		4	0	4,13326
	5	0	4,28121		5	4	4,62107		5	0	1,85743		5	4	4,02194		5	4	4,33035
	6	0	4,26381		6	4	4,67615		6	0	1,74625		6	1	4,02123		6	6	4,52744
71	7	0	4,24641	72	7	6	4,73123	73	7	3	1,63506	74	7	4	4,02051	75	7	0	4,72454
	8	0	4,22901		8	0	4,78631		8	0	1,52388		8	3	4,01979		8	3	4,92163
	9	0	4,21161		9	6	4,84139		9	0	1,4127		9	0	4,01908		9	9	5,11872
	10	0	4,19421		10	3	4,89647		10	3	1,30152		10	4	4,01836		10	0	5,31581
	11	0	4,17681		11	1	4,95155		11	0	1,19034		11	4	4,01764		11	0	5,5129
	12	0	4,15941		12	5	5,00663		12	0	1,07916		12	5	4,01693		12	9	5,71
	MSE	15,7235			MSE	6,0005			MSE	2,4019			MSE	2,7031			MSE	10,9692	

EK 9: İkili Üssel Düzeltme Tahmin ve Hata Değerleri (Devamı)

İkili Üssel Düzeltme Tahmin ve Hata Değerleri

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	8	4,02969		1	16	13,6924		1	9	7,52015		1	0	3,4844		1	14	10,2723
	2	5	4,00858		2	5	13,8677		2	2	7,70294		2	0	3,42534		2	8	10,8389
	3	4	3,98746		3	16	14,0431		3	8	7,88573		3	16	3,36629		3	17	11,4056
	4	0	3,96635		4	4	14,2185		4	11	8,06851		4	0	3,30723		4	10	11,9723
	5	5	3,94523		5	10	14,3939		5	4	8,2513		5	0	3,24817		5	11	12,5389
	6	0	3,92412		6	7	14,5692		6	8	8,43409		6	16	3,18912		6	11	13,1056
76	7	10	3,903	77	7	7	14,7446	78	7	6	8,61688	79	7	6	3,13006	80	7	2	13,6722
	8	0	3,88188		8	2	14,92		8	8	8,79967		8	0	3,071		8	5	14,2389
	9	0	3,86077		9	1	15,0954		9	4	8,98246		9	8	3,01194		9	13	14,8055
	10	0	3,83965		10	1	15,2707		10	6	9,16525		10	0	2,95289		10	13	15,3722
	11	10	3,81854		11	1	15,4461		11	5	9,34804		11	10	2,89383		11	8	15,9388
	12	5	3,79742		12	0	15,6215		12	8	9,53083		12	0	2,83477		12	9	16,5055
	MSE	14,2114			MSE	112,5642			MSE	10,4302			MSE	39,9078			MSE	34,4821	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	7	5,97162		1	0	2,89182		1	1	4,10313		1	0	3,97065		1	1	4,93467
	2	5	5,9221		2	0	2,91749		2	0	4,1727		2	0	3,97401		2	1	5,02784
	3	12	5,87258		3	0	2,94316		3	2	4,24227		3	4	3,97737		3	17	5,12101
	4	12	5,82306		4	3	2,96883		4	5	4,31185		4	0	3,98073		4	4	5,21418
	5	10	5,77353		5	0	2,99449		5	5	4,38142		5	0	3,98409		5	1	5,30735
	6	5	5,72401		6	0	3,02016		6	5	4,45099		6	0	3,98746		6	13	5,40052
81	7	5	5,67449	82	7	0	3,04583	83	7	10	4,52056	84	7	0	3,99082	85	7	1	5,49369
	8	13	5,62497		8	0	3,0715		8	7	4,59013		8	0	3,99418		8	0	5,58686
	9	6	5,57544		9	0	3,09717		9	2	4,65971		9	0	3,99754		9	0	5,68003
	10	4	5,52592		10	0	3,12284		10	4	4,72928		10	0	4,0009		10	4	5,7732
	11	6	5,4764		11	0	3,1485		11	1	4,79885		11	0	4,00426		11	6	5,86636
	12	10	5,42687		12	17	3,17417		12	1	4,86842		12	0	4,00762		12	5	5,95953
	MSE	14,5448			MSE	23,5624			MSE	8,8383			MSE	14,5951			MSE	28,1956	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	10	5,68744		1	5	5,33314		1	2	5,4713		1	5	3,2288		1	2	6,77235
	2	11	5,78366		2	2	5,17362		2	8	5,50554		2	3	3,29366		2	11	6,60604
	3	8	5,87988		3	10	5,0141		3	8	5,53978		3	5	3,35852		3	6	6,43973
	4	0	5,97609		4	4	4,85457		4	8	5,57402		4	5	3,42338		4	0	6,27341
	5	12	6,07231		5	2	4,69505		5	6	5,60826		5	6	3,48824		5	0	6,1071
	6	5	6,16852		6	3	4,53553		6	2	5,6425		6	4	3,55309		6	4	5,94079
86	7	10	6,26474	87	7	7	4,37601	88	7	9	5,67673	89	7	3	3,61795	90	7	0	5,77447
	8	0	6,36096		8	8	4,21649		8	3	5,71097		8	0	3,68281		8	5	5,60816
	9	4	6,45717		9	11	4,05697		9	4	5,74521		9	0	3,74767		9	1	5,44185
	10	5	6,55339		10	5	3,89744		10	3	5,77945		10	1	3,81253		10	0	5,27554
	11	6	6,64961		11	3	3,73792		11	7	5,81369		11	1	3,87739		11	10	5,10922
	12	5	6,74582		12	4	3,5784		12	4	5,84793		12	0	3,94224		12	5	4,94291
	MSE	15,7379			MSE	9,7281			MSE	6,4682			MSE	6,2194			MSE	18,9911	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	10	6,47164		1	4	5,69628		1	3	7,41635		1	4	4,38006		1	6	5,67988
	2	3	6,50914		2	3	5,7392		2	1	7,51393		2	8	4,40657		2	6	5,69568
	3	0	6,54664		3	2	5,78213		3	3	7,61152		3	0	4,43308		3	6	5,71148
	4	5	6,58413		4	10	5,82506		4	10	7,7091		4	4	4,45959		4	9	5,72728
	5	11	6,62163		5	10	5,86798		5	7	7,80669		5	0	4,4861		5	9	5,74308
	6	4	6,65912		6	1	5,91091		6	3	7,90427		6	4	4,51261		6	0	5,75888
91	7	10	6,69662	92	7	2	5,95383	93	7	5	8,00186	94	7	4	4,53913	95	7	9	5,77468
	8	10	6,73412		8	3	5,99676		8	6	8,09944		8	0	4,56564		8	9	5,79048
	9	7	6,77161		9	1	6,03968		9	2	8,19703		9	4	4,59215		9	0	5,80628
	10	11	6,80911		10	10	6,08261		10	6	8,29462		10	0	4,61866		10	9	5,82208
	11	4	6,84661		11	4	6,12553		11	5	8,3922		11	8	4,64517		11	10	5,83788
	12	3	6,8841		12	7	6,16846		12	2	8,48979		12	0	4,67168		12	0	5,85368
	MSE	13,2296			MSE	12,8227			MSE	18,6553			MSE	10,7672			MSE	14,2388	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	3	5,67918		1	14	6,6529		1	1	0,74492		1	3	4,45481		1	6	6,59984
	2	5	5,7123		2	7	6,61403		2	4	0,26396		2	5	4,29959		2	5	6,70866
	3	4	5,74542		3	5	6,57516		3	0	-0,217		3	3	4,14437		3	9	6,81748
	4	4	5,77855		4	8	6,53629		4	2	-0,698		4	5	3,98915		4	4	6,92629
	5	4	5,81167		5	3	6,49742		5	3	-1,1789		5	2	3,83393		5	4	7,03511
	6	3	5,84479		6	2	6,45855		6	0	-1,6599		6	4	3,6787		6	2	7,14393
96	7	3	5,87792	97	7	2	6,41967	98	7	1	-2,1408	99	7	2	3,52348	100	7	4	7,25275
	8	2	5,91104		8	6	6,3808		8	0	-2,6218		8	1	3,36826		8	5	7,36156
	9	1	5,94417		9	5	6,34193		9	3	-3,1028		9	2	3,21304		9	0	7,47038
	10	5	5,97729		10	14	6,30306		10	0	-3,5837		10	4	3,05782		10	4	7,5792
	11	3	6,01041		11	12	6,26419		11	0	-4,0647		11	5	2,9026		11	7	7,68802
	12	1	6,04354		12	19	6,22532		12	3	-4,5456		12	6	2,74737		12	3	7,79684
	MSE	9,0624			MSE	30,6398			MSE	15,1543			MSE	2,806			MSE	13,378	

EK 10: Holt-Winters Alpha-Beta-Gamma Değerleri

Holt-Winters (AAA-Damped=FALSE)							
İlaç No	**Alpha**	**Beta**	**Gamma**	**İlaç No**	**Alpha**	**Beta**	**Gamma**
1	0,030966864	0,030954168	0,00046412	**51**	0,001085444	0,000308704	0,000110254
2	0,000296025	0,000102383	0,000109758	**52**	0,000132873	0,000100021	0,00086493
3	0,263068703	0,016033428	0,000106545	**53**	0,283919909	0,004029893	0,704463087
4	0,017090034	0,017069398	0,00016197	**54**	0,003699169	0,00010237	0,00010192
5	0,000152389	0,000105004	0,000210801	**55**	0,00042395	0,000419205	0,000149464
6	0,000134899	0,000104772	0,002407493	**56**	0,002197696	0,000108274	0,001756034
7	0,02380826	0,023801815	0,000105151	**57**	0,000288328	0,00010448	0,000361826
8	0,000110726	0,000101962	0,001912381	**58**	0,051930646	0,0519221	0,000102445
9	0,000111417	0,000101504	0,463305737	**59**	0,000101691	0,000100892	0,000111501
10	0,000105181	0,000104814	0,000106412	**60**	0,000826529	0,000101901	0,99430136
11	0,0001066	0,000100033	0,001434673	**61**	0,000110634	0,000107456	0,000111364
12	0,000156317	0,000104335	0,000265972	**62**	0,000100111	0,000100086	0,000100237
13	0,000378643	0,000378026	0,000100116	**63**	0,962580864	0,000181307	0,000115587
14	0,000109081	0,00010796	0,000118414	**64**	0,000101769	0,000100215	0,000104263
15	0,000100037	0,000100003	0,000100025	**65**	0,00013696	0,000116725	0,000799569
16	0,000100131	0,000100088	0,519075421	**66**	0,026411797	0,026410981	0,00010952
17	0,01197344	0,011815651	0,000132066	**67**	0,99981862	0,005885771	0,00015387
18	0,00105432	0,00010821	0,002567636	**68**	0,000100246	0,000100004	0,000100067
19	0,000235463	0,000104714	0,001174071	**69**	0,000109423	0,00010005	0,000106166
20	0,00010354	0,000100006	0,000261291	**70**	0,404790409	0,001258142	0,001203519
21	0,022921299	0,019363727	0,000906073	**71**	0,000104916	0,000101202	0,000140322
22	0,000105869	0,00010029	0,143579716	**72**	0,000124333	0,000100574	0,370239468
23	0,029293814	0,029289563	0,000102697	**73**	0,00127071	0,000101675	0,000106552
24	0,000103037	0,000102699	0,000152693	**74**	0,00010488	0,000102821	0,000178779
25	0,000114278	0,000100066	0,000127856	**75**	0,000100375	0,000100084	0,000116113
26	0,071899378	0,071896671	0,000100144	**76**	0,013535553	0,013154675	0,000251254
27	0,000174344	0,000136359	0,000275413	**77**	0,000100069	0,00010001	0,00010009
28	0,000883723	0,000881004	0,003469785	**78**	0,000299302	0,000117929	0,000350085
29	0,030997852	0,030989056	0,001644007	**79**	0,000100816	0,000100098	0,519482694
30	0,000100591	0,000100581	0,000100872	**80**	0,432910358	0,000100121	0,001612814
31	0,002934045	0,000100676	0,237992656	**81**	0,271031634	0,085131126	0,000121187
32	0,000101652	0,000100054	0,198777786	**82**	0,001505664	0,000140402	0,460859339
33	0,000196464	0,000101151	0,54949613	**83**	0,000112168	0,000100633	0,224598056
34	0,000652233	0,000283254	0,000102982	**84**	0,000190606	0,000100169	0,000104895
35	0,000100129	0,0001	0,000100063	**85**	0,000205871	0,000198213	0,000120005
36	0,008287854	0,008139827	0,000268067	**86**	0,00048388	0,00010171	0,638883592
37	0,000122029	0,000109599	0,000350942	**87**	0,275130108	0,00016059	0,002990016
38	0,000100535	0,000100055	0,000100783	**88**	0,000242729	0,000143754	0,000132967
39	0,000211299	0,000111583	0,001831388	**89**	0,00033277	0,000220254	0,000227512
40	0,000451983	0,000232314	0,000396688	**90**	0,109874848	0,000101247	0,000102522
41	0,09996383	0,000505012	0,006711948	**91**	0,000488402	0,000100426	0,000712072
42	0,000102113	0,00010028	0,000355839	**92**	0,000100076	0,000100047	0,000100908
43	0,005241185	0,000100038	0,001762575	**93**	0,122296085	0,000100757	0,000137479
44	0,001017912	0,000112055	0,000223515	**94**	0,000210491	0,00020984	0,000103127
45	0,000309454	0,00010351	0,000123846	**95**	0,000153865	0,000105327	0,000100672
46	0,026364856	0,026213928	0,000178366	**96**	0,000107464	0,000100093	0,000116722
47	0,00305426	0,003053818	0,000107281	**97**	0,000125022	0,000103462	0,000127569
48	0,000102717	0,000102043	0,000101661	**98**	0,000256944	0,000102293	0,018008896
49	0,000109596	0,000105469	0,744140921	**99**	0,020288589	0,018596705	0,000149616
50	0,26755522	0,000110971	0,000112127	**100**	0,000101144	0,000100659	0,000108401

EK 11: Holt-Winters Tahmin ve Hata Değerleri

Holt-Winters Tahmin ve Hata Değerleri

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
1	1	42	39,6004	2	1	23	24,3189	3	1	27	28,2936	4	1	31	29,5078	5	1	40	41,1761
	2	55	50,9681		2	9	9,70239		2	26	27,7112		2	18	19,6498		2	42	36,5359
	3	37	55,9149		3	15	13,5111		3	25	24,8925		3	26	23,1703		3	36	27,1967
	4	65	49,6176		4	10	19,0122		4	21	25,3847		4	18	8,40483		4	42	40,1117
	5	40	42,957		5	17	18,0486		5	23	21,2939		5	18	11,1053		5	43	46,8382
	6	29	33,8627		6	3	7,93361		6	17	23,2213		6	8	2,84821		6	27	29,5339
	7	41	35,9554		7	4	14,9134		7	16	17,8104		7	9	0,37819		7	36	21,4829
	8	24	33,0551		8	15	3,07531		8	26	22,9677		8	10	4,7781		8	35	33,7618
	9	29	28,0183		9	2	22,4833		9	18	25,4156		9	19	9,28795		9	45	33,827
	10	34	37,0887		10	10	17,7178		10	25	24,1861		10	26	23,1549		10	28	38,7003
	11	43	43,7069		11	8	12,9092		11	14	15,9665		11	23	11,8226		11	43	28,7263
	12	25	32,8172		12	12	11,8036		12	23	22,7775		12	34	25,486		12	44	33,2398
	MSE	69,0293			MSE	72,9733			MSE	11,4581			MSE	48,3788			MSE	75,3825	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
6	1	8	24,5724	7	1	9	7,58767	8	1	18	3,47837	9	1	0	5,79551	10	1	12	4,1215
	2	32	23,0699		2	10	13,7734		2	0	8,52582		2	2	3,1144		2	9	9,12777
	3	11	25,3031		3	9	7,26188		3	5	17,1458		3	8	8,90702		3	23	22,016
	4	11	23,4547		4	2	4,88692		4	0	4,52251		4	0	1,26261		4	16	15,854
	5	6	23,3511		5	4	7,75119		5	5	3,57193		5	0	4,66781		5	19	11,4422
	6	13	23,3979		6	5	7,52188		6	0	4,34963		6	8	3,23854		6	11	13,0616
	7	12	25,7827		7	4	1,97244		7	5	4,22079		7	0	9,12428		7	14	7,25128
	8	24	30,5563		8	5	-0,3674		8	18	18,8627		8	0	1,20302		8	15	12,6398
	9	15	31,2132		9	4	4,33315		9	0	6,63701		9	5	3,31745		9	10	8,18395
	10	9	28,632		10	3	6,98367		10	0	4,00725		10	2	6,86414		10	16	6,34363
	11	15	39,3474		11	6	5,56487		11	0	20,6805		11	0	0,96008		11	9	16,2017
	12	8	29,6676		12	0	-0,6892		12	6	14,0411		12	0	6,6801		12	18	12,724
	MSE	255,5648			MSE	8,132			MSE	85,5251			MSE	19,8702			MSE	29,3173	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
11	1	7	6,91702	12	1	9	16,5367	13	1	21	22,5588	14	1	5	14,4083	15	1	1	-0,0374
	2	1	8,94304		2	1	23,642		2	12	11,5833		2	7	11,9772		2	16	4,52334
	3	8	10,4717		3	20	33,241		3	12	13,4813		3	16	11,9956		3	0	0,47222
	4	2	5,57189		4	11	14,9965		4	11	12,617		4	14	13,3526		4	0	3,34859
	5	1	6,21303		5	11	28,3935		5	0	10,6582		5	5	18,2514		5	0	-0,4233
	6	2	4,01098		6	3	15,1201		6	6	5,71236		6	5	12,2455		6	4	0,98742
	7	3	4,94813		7	18	23,6153		7	6	6,96357		7	14	7,67345		7	10	-0,7463
	8	0	4,94457		8	24	25,2211		8	7	11,1066		8	9	8,44764		8	0	3,34408
	9	6	8,48954		9	5	30,5102		9	8	15,7583		9	7	11,5784		9	4	4,3701
	10	2	8,38629		10	20	10,807		10	5	8,60616		10	9	10,6613		10	0	1,8371
	11	2	6,70701		11	12	17,9111		11	12	10,0409		11	12	10,2106		11	4	-2,8489
	12	4	11,3196		12	2	15,0334		12	12	13,2277		12	11	15,7495		12	4	4,70691
	MSE	22,0121			MSE	181,9418			MSE	18,1187			MSE	37,3044			MSE	27,5887	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
16	1	2	8,01361	17	1	13	23,1495	18	1	28	6,88471	19	1	7	1,96966	20	1	5	8,40142
	2	1	16,0984		2	13	16,8533		2	6	17,6037		2	3	4,34024		2	0	7,74083
	3	25	7,81928		3	13	24,0915		3	12	20,48		3	0	4,37446		3	0	8,32719
	4	12	11,6819		4	18	21,4282		4	10	17,0777		4	3	3,39127		4	0	17,8124
	5	23	17,1218		5	10	18,6638		5	26	14,9075		5	0	2,33452		5	0	12,1075
	6	6	7,65339		6	6	19,443		6	13	21,1043		6	0	1,85906		6	0	14,183
	7	0	18,0478		7	14	16,244		7	14	20,897		7	0	2,55301		7	2	15,9264
	8	6	7,66591		8	8	13,846		8	12	16,8396		8	0	6,95087		8	4	11,9415
	9	0	21,9734		9	8	22,0838		9	13	18,3173		9	0	2,93871		9	1	11,9306
	10	0	5,04807		10	16	21,6477		10	9	20,63		10	3	2,67022		10	0	16,9038
	11	0	11,2415		11	14	16,2439		11	13	12,6206		11	0	6,05256		11	0	11,9125
	12	0	12,5767		12	14	15,8565		12	10	20,5434		12	4	13,3671		12	0	18,5554
	MSE	143,1705			MSE	65,5294			MSE	103,0881			MSE	20,2708			MSE	162,8583	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
21	1	9	10,6774	22	1	3	4,62406	23	1	7	0,66628	24	1	3	4,54663	25	1	8	-0,387
	2	10	11,0687		2	3	6,53312		2	6	0,74423		2	6	1,54662		2	2	1,21952
	3	14	12,2064		3	3	3,67911		3	13	5,87702		3	6	3,05212		3	16	10,0376
	4	2	7,90104		4	3	6,88965		4	2	6,61422		4	6	7,79884		4	1	2,90472
	5	22	6,76402		5	0	3,37553		5	6	7,77554		5	3	1,56442		5	6	8,54237
	6	5	6,3049		6	0	6,08012		6	18	0,23506		6	3	1,50418		6	6	0,01698
	7	10	5,73922		7	3	4,69236		7	11	3,54404		7	6	5,47265		7	15	-1,1878
	8	10	4,97837		8	5	2,88246		8	5	-1,7553		8	3	2,46379		8	0	0,62262
	9	5	9,15975		9	3	2,20607		9	3	2,05661		9	6	5,6809		9	7	4,80779
	10	9	6,84691		10	3	5,97882		10	11	2,46777		10	0	2,67251		10	3	4,41232
	11	6	7,38094		11	0	2,33817		11	2	1,57372		11	6	2,63798		11	0	0,66893
	12	13	7,9178		12	4	4,70491		12	4	-1,6792		12	6	6,48853		12	14	6,93107
	MSE	30,7399			MSE	8,4907			MSE	55,4884			MSE	4,8167			MSE	39,3366	

EK 11: Holt-Winters Tahmin ve Hata Değerleri (Devamı)

Holt-Winters Tahmin ve Hata Değerleri																			
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
26	1	38	18,8823	27	1	6	0,35952	28	1	10	11,0904	29	1	11	7,8915	30	1	0	2,40695
	2	17	24,1717		2	7	5,43573		2	7	5,6506		2	14	9,9784		2	16	6,4508
	3	31	22,3451		3	11	5,72084		3	16	12,9994		3	4	4,97143		3	10	18,2543
	4	11	20,5195		4	6	8,19158		4	11	10,9615		4	4	8,10313		4	7	7,76909
	5	30	15,7289		5	3	2,53147		5	3	12,4782		5	7	2,37953		5	1	14,9582
	6	16	13,4093		6	6	6,93974		6	6	6,55803		6	4	12,0286		6	8	11,3341
	7	22	11,2565		7	4	7,18087		7	4	14,5084		7	6	-2,2277		7	20	6,98705
	8	13	9,58721		8	0	3,76751		8	2	11,3018		8	4	3,81776		8	7	9,81861
	9	9	14,5043		9	12	1,62455		9	6	10,8977		9	14	3,03082		9	2	4,89342
	10	20	15,1132		10	1	-0,6612		10	4	10,5638		10	3	6,53549		10	2	10,1761
	11	15	10,4321		11	1	5,82556		11	1	12,9532		11	8	5,30472		11	16	13,9188
	12	20	10,5043		12	1	5,92452		12	9	13,6353		12	13	5,66836		12	11	10,2115
	MSE	90,4256			MSE	20,858			MSE	44,2122			MSE	32,5826			MSE	52,4257	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
31	1	0	8,6697	32	1	0	13,1869	33	1	0	0,42917	34	1	5	5,43693	35	1	10	-1,1053
	2	4	9,10551		2	0	25,8183		2	0	1,51347		2	10	4,51762		2	2	10,7349
	3	1	6,8324		3	0	8,77318		3	3	0,14794		3	4	12,6032		3	13	9,05028
	4	10	10,1137		4	3	15,8201		4	0	-0,7417		4	0	7,50682		4	3	2,36204
	5	3	4,4442		5	1	-1,3403		5	0	0,31305		5	1	7,24978		5	12	7,61648
	6	4	4,81366		6	0	4,94154		6	0	-0,4921		6	6	8,47656		6	6	0,06833
	7	0	7,10589		7	0	2,23967		7	0	0,69532		7	6	10,1484		7	12	-6,3409
	8	4	10,4331		8	2	-1,3393		8	0	0,41906		8	0	11,3826		8	2	0,41648
	9	1	3,79161		9	0	0,62008		9	0	0,18349		9	5	4,11445		9	10	1,9974
	10	9	7,66965		10	0	2,11585		10	0	1,27731		10	2	7,10512		10	13	-1,5105
	11	4	6,33783		11	0	17,9132		11	0	2,68724		11	7	6,28883		11	5	5,94108
	12	1	7,25014		12	0	-0,4527		12	2	0,23226		12	0	9,22115		12	4	4,6081
	MSE	23,6649			MSE	121,1513			MSE	2,0141			MSE	38,7468			MSE	73,7316	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
36	1	8	1,67675	37	1	7	9,24339	38	1	4	8,26337	39	1	12	13,8288	40	1	0	1,57458
	2	6	8,91999		2	2	6,66492		2	6	6,63455		2	14	11,1637		2	0	2,49875
	3	9	2,82864		3	5	9,40608		3	5	3,87719		3	9	6,89049		3	0	2,02909
	4	5	0,92074		4	5	8,02516		4	6	3,65001		4	8	13,3297		4	2	2,39511
	5	17	2,09965		5	9	15,6412		5	4	4,47174		5	22	10,4862		5	0	2,24546
	6	0	2,17522		6	13	8,04159		6	18	4,586		6	7	17,4217		6	0	1,71126
	7	5	2,13305		7	10	9,22204		7	3	8,70314		7	5	6,57512		7	0	5,09854
	8	0	1,23517		8	6	11,9009		8	10	7,85484		8	1	12,8531		8	0	2,37054
	9	10	2,62851		9	8	10,5019		9	1	9,39505		9	16	11,3649		9	0	2,04514
	10	0	3,63848		10	12	8,08752		10	9	4,12318		10	0	4,41005		10	0	1,8335
	11	4	3,54786		11	7	9,99353		11	9	6,00565		11	8	14,1008		11	0	3,0379
	12	0	6,45901		12	3	8,09497		12	10	10,2627		12	9	13,3891		12	0	2,11739
	MSE	37,4361			MSE	17,997			MSE	28,8286			MSE	43,8184			MSE	6,1532	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
41	1	4	7,85517	42	1	1	9,30288	43	1	0	0,20443	44	1	4	3,17204	45	1	7	8,12984
	2	5	7,87806		2	4	5,97911		2	7	5,56369		2	0	4,43188		2	5	7,9668
	3	3	8,79459		3	7	6,43676		3	1	0,75031		3	0	6,67283		3	12	5,27079
	4	0	8,76947		4	0	6,34691		4	12	2,22733		4	8	12,4909		4	2	7,01517
	5	3	9,25757		5	5	6,70729		5	3	5,25883		5	2	5,90341		5	7	12,0516
	6	0	8,1895		6	3	4,74584		6	0	3,24923		6	0	3,10284		6	6	5,03927
	7	0	8,8675		7	0	7,45042		7	6	-0,8794		7	5	7,76606		7	7	4,15311
	8	5	8,15831		8	0	6,81232		8	6	3,61406		8	1	8,0853		8	7	5,31535
	9	4	10,5166		9	4	8,72653		9	0	1,27415		9	5	7,10962		9	5	8,42405
	10	0	7,39341		10	2	5,80263		10	1	0,75156		10	1	1,07388		10	0	4,12481
	11	0	8,30843		11	1	7,84921		11	9	4,49624		11	4	6,44893		11	0	2,81697
	12	2	9,47743		12	0	8,68269		12	4	0,08289		12	3	3,88714		12	10	8,45053
	MSE	45,8774			MSE	31,7029			MSE	16,972			MSE	14,9149			MSE	13,081	
İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
46	1	2	6,16105	47	1	3	0,45692	48	1	4	3,97393	49	1	1	0,81376	50	1	1	2,50516
	2	1	3,0359		2	0	0,31726		2	7	9,09173		2	4	2,36859		2	2	2,64241
	3	2	2,41278		3	5	2,21513		3	2	8,17381		3	8	6,76288		3	2	3,68581
	4	1	-1,1233		4	0	6,12537		4	0	7,16261		4	2	0,86121		4	1	3,36274
	5	2	0,84615		5	9	0,90925		5	14	11,6378		5	4	4,13134		5	1	2,40421
	6	3	4,09152		6	0	0,02226		6	1	5,90999		6	1	2,69948		6	3	1,62337
	7	3	1,85556		7	0	4,50323		7	2	3,44729		7	8	2,3661		7	1	1,26247
	8	3	3,22135		8	1	0,74056		8	7	7,36959		8	4	7,0418		8	3	2,76479
	9	0	3,59535		9	3	6,61018		9	5	6,30363		9	0	4,99921		9	1	2,57744
	10	0	0,02856		10	0	1,10047		10	6	9,52604		10	3	0,19944		10	2	3,37832
	11	1	0,0992		11	0	0,57147		11	2	8,32191		11	5	8,83529		11	3	2,10048
	12	2	-2,2969		12	0	7,58586		12	5	8,31709		12	8	7,29879		12	0	3,89878
	MSE	5,1851			MSE	17,4806			MSE	15,9013			MSE	8,1216			MSE	2,9576	

EK 11: Holt-Winters Tahmin ve Hata Değerleri (Devamı)

Holt-Winters Tahmin ve Hata Değerleri

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	9	9,70015		1	15	3,8003		1	4	-0,9196		1	0	2,94195		1	10	5,30573
	2	3	10,8365		2	7	7,28299		2	5	2,30082		2	9	6,90511		2	7	6,45264
	3	7	6,91674		3	10	10,8335		3	4	5,51699		3	1	3,77859		3	2	5,50053
	4	9	7,13349		4	9	7,14095		4	7	3,71529		4	3	6,10261		4	7	5,93318
	5	6	12,6631		5	11	7,13637		5	9	8,56565		5	3	3,57828		5	4	8,77327
	6	5	3,9191		6	6	7,24036		6	8	5,09649		6	3	2,55661		6	4	7,0209
51	7	7	9,29938	52	7	13	4,61494	53	7	2	5,00175	54	7	2	3,20116	55	7	5	4,1368
	8	1	8,71018		8	9	4,6217		8	2	12,9735		8	3	1,74354		8	2	5,16778
	9	4	8,23425		9	4	11,0985		9	3	8,57807		9	6	2,59604		9	3	9,14441
	10	2	10,1457		10	15	6,76419		10	1	5,00736		10	0	0,7227		10	7	4,14364
	11	1	5,94517		11	6	5,08032		11	0	10,9673		11	6	4,88735		11	1	3,34704
	12	2	7,13576		12	7	6,18597		12	5	4,73798		12	2	6,93275		12	9	3,09977
	MSE	25,9002			MSE	29,6112			MSE	29,179			MSE	5,9685			MSE	13,7209	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	13	29,9331		1	0	1,74758		1	16	19,0549		1	15	14,8301		1	0	38,4435
	2	11	29,2747		2	0	1,62983		2	12	15,8255		2	13	11,1448		2	0	31,496
	3	1	27,1834		3	3	4,29956		3	11	13,7527		3	3	23,5233		3	0	54,3855
	4	0	31,5575		4	0	0,79435		4	19	12,7604		4	11	12,6674		4	0	77,2557
	5	3	30,5074		5	0	1,82527		5	20	13,9942		5	11	8,44666		5	12	60,3323
	6	0	29,5857		6	3	1,82995		6	5	2,85232		6	2	26,2188		6	0	54,3763
56	7	0	48,529	57	7	0	1,71767	58	7	17	1,7471	59	7	7	12,7175	60	7	0	64,3023
	8	0	43,8382		8	0	3,22883		8	11	5,45211		8	11	15,6305		8	20	93,125
	9	0	44,2443		9	0	3,9046		9	6	-0,194		9	4	8,44793		9	0	36,4097
	10	0	42,7911		10	2	0,95648		10	20	4,73584		10	3	14,1548		10	17	38,4065
	11	0	43,4727		11	0	1,69835		11	17	3,97255		11	7	10,1184		11	1	32,4485
	12	0	41,022		12	0	1,48888		12	16	0,67859		12	10	15,6548		12	20	45,389
	MSE	1297,6905			MSE	3,9619			MSE	87,5341			MSE	105,0477			MSE	2465,7079	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	6	7,4112		1	4	8,75285		1	16	15,9321		1	3	3,43106		1	10	4,61887
	2	1	4,4524		2	10	10,057		2	31	12,524		2	2	5,97594		2	4	4,24028
	3	6	5,30863		3	4	5,4702		3	40	17,2271		3	5	4,47438		3	1	2,4162
	4	3	5,62439		4	0	5,94638		4	16	3,21143		4	3	4,14571		4	14	7,03859
	5	8	7,8053		5	5	4,41414		5	5	-1,2001		5	4	3,87441		5	0	6,16887
	6	5	9,8296		6	4	8,73671		6	6	-10,805		6	3	3,65925		6	1	2,87105
61	7	5	6,3034	62	7	11	9,19346	63	7	18	-15,536	64	7	5	3,81015	65	7	6	6,86362
	8	3	8,3806		8	4	1,2398		8	8	-14,235		8	4	5,16349		8	12	4,75938
	9	8	9,4339		9	0	9,102		9	6	-1,8414		9	2	5,5787		9	1	4,09736
	10	2	8,77923		10	9	7,79244		10	18	0,6842		10	2	3,65263		10	8	0,9607
	11	0	4,95646		11	1	5,43098		11	10	2,88252		11	4	5,79561		11	0	6,10495
	12	8	5,77902		12	5	3,73984		12	18	22,4865		12	1	4,94374		12	11	6,69583
	MSE	12,7335			MSE	16,6085			MSE	282,9604			MSE	4,5932			MSE	24,0959	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	13	9,17801		1	7	8,4334		1	6	7,06106		1	5	5,44028		1	13	7,95303
	2	10	1,11931		2	1	8,75959		2	1	4,61326		2	2	3,62333		2	8	13,0616
	3	7	8,51677		3	5	8,85948		3	4	4,48342		3	3	7,07517		3	11	9,32135
	4	12	6,24692		4	2	9,99046		4	2	3,24799		4	5	4,40435		4	6	9,24264
	5	13	3,98242		5	6	9,78721		5	1	3,65639		5	2	3,31098		5	8	9,01383
	6	6	0,01756		6	0	9,61115		6	2	-0,7947		6	3	4,30585		6	6	6,83741
66	7	11	0,2241	67	7	1	8,47421	68	7	0	-0,8839	69	7	9	3,87419	70	7	6	6,61823
	8	5	-3,2782		8	3	8,35165		8	0	2,14649		8	3	2,32887		8	9	7,22678
	9	13	-0,6218		9	2	9,77262		9	2	2,82908		9	1	3,82944		9	7	7,74287
	10	10	9,92322		10	1	10,4117		10	0	7,70257		10	0	3,79465		10	8	7,75247
	11	6	-1,3125		11	2	8,1248		11	0	3,07432		11	5	6,45503		11	8	8,20017
	12	18	2,16022		12	2	8,92043		12	0	7,09061		12	5	7,4417		12	8	9,46593
	MSE	76,7133			MSE	47,2191			MSE	12,9978			MSE	6,7019			MSE	6,0402	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	1	3,76076		1	3	1,04126		1	3	4,69391		1	3	7,3185		1	3	0,60276
	2	1	5,87114		2	0	6,04053		2	0	0,22425		2	2	5,65466		2	3	0,82106
	3	2	5,73492		3	6	2,39722		3	0	1,59607		3	4	6,33941		3	3	0,96549
	4	0	4,49164		4	6	4,65995		4	3	4,79408		4	4	6,58921		4	0	0,96926
	5	0	3,50883		5	4	4,85313		5	0	1,71363		5	4	5,3601		5	4	1,58042
	6	0	3,24169		6	4	3,23583		6	0	-0,1258		6	1	4,85554		6	6	0,85027
71	7	0	3,48894	72	7	6	8,58466	73	7	3	4,96019	74	7	4	7,29914	75	7	0	3,29254
	8	0	1,75379		8	0	3,35023		8	0	1,91435		8	3	5,40755		8	3	0,99548
	9	0	6,83614		9	6	4,27134		9	0	2,76337		9	0	3,5541		9	9	1,36769
	10	0	6,80325		10	3	5,31382		10	3	4,79892		10	4	4,03466		10	0	3,29712
	11	0	5,61051		11	1	4,97707		11	0	0,42213		11	4	7,63586		11	0	0,40985
	12	0	2,71376		12	5	5,07443		12	0	6,03925		12	5	4,37241		12	9	3,73138
	MSE	19,6169			MSE	8,2068			MSE	5,5557			MSE	8,652			MSE	13,3213	

EK 11: Holt-Winters Tahmin ve Hata Değerleri (Devamı)

Holt-Winters Tahmin ve Hata Değerleri

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	8	2,82063		1	16	12,3566		1	9	9,59419		1	0	1,62098		1	14	11,2288
	2	5	4,23379		2	5	12,2065		2	2	3,58078		2	0	9,62108		2	8	13,2244
	3	4	2,93825		3	16	15,3074		3	8	9,13928		3	16	2,76704		3	17	12,1466
	4	0	0,86313		4	4	16,4115		4	11	5,18117		4	0	6,11566		4	10	13,7671
	5	5	3,39761		5	10	18,6338		5	4	6,55795		5	0	9,80361		5	11	15,6018
	6	0	-0,2015		6	7	11,3135		6	8	7,2934		6	16	0,75336		6	11	14,5144
76	7	10	7,86979	77	7	7	17,1509	78	7	6	6,37711	79	7	6	3,52506	80	7	2	16,7863
	8	0	3,04736		8	2	9,48598		8	8	4,92343		8	0	0,66442		8	5	12,4914
	9	0	-1,5802		9	1	8,42483		9	4	7,57272		9	8	6,97829		9	13	13,9942
	10	0	6,4406		10	1	12,3991		10	6	7,42782		10	0	5,67533		10	13	18,1157
	11	10	6,09414		11	1	6,82056		11	5	4,64456		11	10	7,22261		11	8	17,0689
	12	5	-0,7392		12	0	19,5721		12	8	9,73187		12	0	5,31879		12	9	17,3671
	MSE	11,4909			MSE	89,4977			MSE	6,0489			MSE	59,3416			MSE	46,7016	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	7	5,61648		1	0	0,72164		1	1	3,18813		1	0	4,47514		1	1	2,98535
	2	5	7,82954		2	0	3,3448		2	0	5,19133		2	0	5,0449		2	1	3,09737
	3	12	7,34374		3	0	3,59677		3	2	2,76504		3	4	4,44523		3	17	8,17443
	4	12	10,2354		4	3	7,50768		4	5	5,8262		4	0	0,49232		4	4	5,53913
	5	10	11,0944		5	0	5,68938		5	5	3,10746		5	0	3,66574		5	1	3,89847
	6	5	7,87735		6	0	0,83805		6	5	7,68346		6	0	6,03436		6	13	4,51476
81	7	5	4,87251	82	7	0	5,75951	83	7	10	8,82539	84	7	0	4,72221	85	7	1	1,86034
	8	13	3,31063		8	0	3,22203		8	7	6,35649		8	0	0,55144		8	0	4,56391
	9	6	0,43238		9	0	1,57874		9	2	4,2958		9	0	4,82906		9	0	7,12927
	10	4	2,09622		10	0	1,58637		10	4	2,51082		10	0	7,05793		10	4	3,97402
	11	6	3,28733		11	0	1,8474		11	1	4,12862		11	0	7,75165		11	6	4,62434
	12	10	0,97978		12	17	4,33833		12	1	3,56898		12	0	1,03136		12	5	3,95838
	MSE	21,7865			MSE	24,1941			MSE	5,7882			MSE	21,0549			MSE	20,3645	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	10	4,25904		1	5	3,57537		1	2	7,91876		1	5	2,02512		1	2	8,67033
	2	11	6,3188		2	2	11,0322		2	8	11,0296		2	3	2,26121		2	11	12,3984
	3	8	5,20373		3	10	4,08646		3	8	6,56912		3	5	3,69344		3	6	12,5492
	4	0	2,54992		4	4	0,65261		4	8	8,20027		4	5	3,46603		4	0	4,74097
	5	12	2,5764		5	2	10,8292		5	6	6,01793		5	6	2,82801		5	0	6,72259
	6	5	5,69607		6	3	0,95416		6	2	7,42692		6	4	4,30438		6	4	8,6347
86	7	10	11,1325	87	7	7	-0,8432	88	7	9	6,34595	89	7	3	3,36681	90	7	0	4,83612
	8	0	2,13939		8	8	3,4248		8	3	5,38051		8	0	2,6378		8	5	3,13372
	9	4	6,85612		9	11	2,95987		9	4	7,42018		9	0	4,40984		9	1	6,73034
	10	5	9,16598		10	5	3,08253		10	3	7,72058		10	1	2,97254		10	0	8,53058
	11	6	7,7521		11	3	8,58788		11	7	5,94278		11	1	2,78523		11	10	13,451
	12	5	7,76054		12	4	6,07621		12	4	9,6904		12	0	3,89624		12	5	4,35708
	MSE	16,7121			MSE	33,1858			MSE	12,995			MSE	6,034			MSE	26,9411	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	10	8,42604		1	4	6,55898		1	3	5,52087		1	4	4,4933		1	6	8,07065
	2	3	7,17849		2	3	4,30309		2	1	8,78601		2	8	6,18842		2	6	7,05432
	3	0	2,14621		3	2	8,52523		3	3	8,56308		3	0	4,57427		3	6	4,38444
	4	5	5,77752		4	10	3,72283		4	10	10,0794		4	4	5,64771		4	9	0,93018
	5	11	6,4012		5	10	7,28958		5	7	7,91062		5	0	4,81388		5	9	7,66715
	6	4	3,19626		6	1	4,21964		6	3	6,45998		6	4	6,77064		6	0	7,21324
91	7	10	5,9989	92	7	2	5,38845	93	7	5	9,71561	94	7	4	2,72821	95	7	9	10,1741
	8	10	5,05021		8	3	3,46966		8	6	4,14047		8	0	6,24915		8	9	4,7975
	9	7	3,73263		9	1	6,99646		9	2	10,2764		9	4	2,33203		9	0	9,36007
	10	11	7,06442		10	10	7,30305		10	6	7,43666		10	0	3,52015		10	9	1,81505
	11	4	14,8909		11	4	7,25249		11	5	6,2092		11	8	7,07356		11	10	6,03594
	12	3	11,2598		12	7	5,38573		12	2	10,6466		12	0	5,88709		12	0	5,38887
	MSE	25,0378			MSE	14,6715			MSE	23,6012			MSE	12,4477			MSE	27,4972	

İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer	İlaç No	Aylar	Gerçek Değer	Tahmini Değer
	1	3	4,68535		1	14	16,315		1	1	3,2052		1	3	4,46538		1	6	8,27499
	2	5	3,4959		2	7	7,16693		2	4	4,85121		2	5	3,28723		2	5	9,17592
	3	4	4,39162		3	5	11,2061		3	0	4,74946		3	3	2,34965		3	9	6,67634
	4	4	5,60767		4	8	6,20828		4	2	2,95742		4	5	5,60284		4	4	6,29921
	5	4	4,33281		5	3	2,14998		5	3	4,37826		5	2	2,77384		5	4	6,82158
	6	3	4,36808		6	2	1,72794		6	0	3,40947		6	4	3,72133		6	2	7,34292
96	7	3	8,15935	97	7	2	1,78563	98	7	1	4,31563	99	7	2	5,33459	100	7	4	5,27129
	8	2	4,87794		8	6	2,61624		8	0	5,17914		8	1	3,01073		8	5	5,90587
	9	1	8,71458		9	5	3,14366		9	3	3,56324		9	2	2,36503		9	0	5,80183
	10	5	4,91438		10	14	13,0341		10	0	5,31702		10	4	5,05639		10	4	10,8177
	11	3	5,15316		11	12	7,79483		11	0	3,76109		11	5	4,512		11	7	5,10239
	12	1	1,70439		12	19	13,5756		12	3	3,80949		12	6	3,08055		12	3	14,1679
	MSE	9,1149			MSE	9,241			MSE	10,316			MSE	2,6431			MSE	23,3925	

EK 12: Karşılaştırma

Hata Değerleri (MSE)											
İlaç No	Hareketli Ortalama	Üssel Düzeltme	İkili Üssel Düzeltme	Holt-Winters	Yapay Sinir Ağları	İlaç No	Hareketli Ortalama	Üssel Düzeltme	İkili Üssel Düzeltme	Holt-Winters	Yapay Sinir Ağları
1	236,6316	204,0382	116,4084	**69,0293**	143,6446	51	13,1099	12,2290	18,3827	25,9002	**9,3037**
2	52,8956	58,9096	**37,8694**	72,9733	86,7980	52	14,6587	11,9822	18,1025	29,6112	**11,9709**
3	19,2974	23,4844	19,142	**11,4581**	40,0999	53	12,0472	**10,8234**	17,5126	29,1790	11,4555
4	62,1287	64,7622	65,912	**48,3788**	56,4383	54	7,0097	7,0753	7,6432	5,9685	**5,8935**
5	**40,6816**	53,428	51,4001	75,3825	95,1749	55	12,3616	12,6701	**7,5735**	13,7209	17,7631
6	**47,8991**	50,9762	273,1931	255,5648	82,9487	56	533,1229	484,0594	1001,4643	1297,6905	**93,5970**
7	12,416	11,0171	**7,8834**	8,132	13,2490	57	2,4547	1,6672	2,5240	3,9619	**1,5408**
8	65,8802	46,9533	83,5245	85,5251	**40,0666**	58	33,2462	30,5587	43,6063	87,5341	**24,9012**
9	13,4743	13,8025	14,2245	19,8702	**9,3060**	59	23,7534	19,4187	30,9113	105,0477	**17,8505**
10	18,4698	**17,4939**	27,117	29,3173	22,8596	60	129,0010	190,1995	592,0441	2465,7079	**66,3853**
11	16,0564	8,5679	11,1652	22,0121	**6,1480**	61	7,4675	7,0887	12,5201	12,7335	**6,9080**
12	80,1769	77,4886	98,4529	181,9418	**62,9284**	62	12,7492	12,8347	14,0453	16,6085	**11,4222**
13	28,182	27,439	30,9575	**18,1187**	26,9509	63	166,8333	165,6263	172,6638	282,9604	**98,0341**
14	18,0325	22,5836	**17,5937**	37,3044	48,2380	64	**1,6989**	1,8190	2,4951	4,5932	1,7974
15	**22,4844**	23,0336	29,3019	27,5887	23,4387	65	24,5964	24,7289	25,6892	**24,0959**	25,0821
16	81,374	**75,7096**	113,2069	143,1705	79,6381	66	18,6111	16,9483	15,0651	76,7133	**14,4824**
17	38,8619	**35,1362**	58,1924	65,5294	46,4444	67	6,1667	6,1879	12,2595	47,2191	**4,6451**
18	**38,0089**	39,3247	58,3776	103,0881	44,7891	68	15,3428	13,8062	16,9119	**12,9978**	16,4772
19	14,7107	6,0624	28,8252	20,2708	**4,9583**	69	**5,4649**	5,4931	6,5959	6,7019	5,7625
20	**2,8142**	29,2558	791,3505	162,8583	4,8291	70	4,8846	4,6586	**4,6015**	6,0402	66,0031
21	28,9997	30,0995	**25,345**	30,7399	34,2859	71	17,4086	17,0623	15,7235	19,6169	**10,1459**
22	3,3685	3,1753	**3,0157**	8,4907	3,0749	72	5,0376	5,0069	6,0005	8,2068	**4,8069**
23	**23,0609**	29,7342	36,0603	55,4884	72,6122	73	4,0929	3,6995	2,4019	5,5557	**2,2809**
24	4,9563	6,8651	7,4739	**4,8167**	6,4706	74	3,4996	**2,3452**	2,7031	8,6520	2,8326
25	30,5111	30,8276	38,3168	39,3366	**30,4290**	75	**10,1997**	11,5759	10,9692	13,3213	24,9421
26	74,2354	72,7629	170,3898	90,4256	**71,5139**	76	14,7371	14,4767	14,2114	**11,4909**	14,2671
27	15,1594	15,1407	**13,7862**	20,858	14,3528	77	65,1826	57,8841	112,5642	89,4977	**51,3753**
28	33,0283	23,0497	39,2633	44,2122	**21,6468**	78	8,3728	9,0710	10,4302	**6,0489**	7,1040
29	17,1151	**16,8349**	16,9643	32,5826	17,1039	79	**37,3950**	37,7218	39,9078	59,3416	38,4098
30	41,0489	40,7159	42,5864	52,4257	**39,0577**	80	**17,1403**	22,2073	34,4821	46,7016	46,7864
31	22,1083	22,9964	53,0385	23,6649	**13,2500**	81	12,0504	13,2218	14,5448	21,7865	**9,9066**
32	56,9927	36,8956	10,6909	121,1513	**3,5976**	82	22,9630	22,8219	23,5624	24,1941	**20,9519**
33	1,8007	2,1185	3,6832	2,0141	**1,0598**	83	7,1168	8,4508	8,8383	**5,7882**	8,9408
34	21,4094	**15,7517**	25,0552	38,7468	19,0546	84	13,9480	12,8622	14,5951	21,0549	**3,6641**
35	45,4449	**23,4402**	36,9053	73,7316	25,0556	85	27,3842	27,5853	28,1956	**20,3645**	69,2706
36	34,0194	37,6493	30,8666	37,4361	**26,7518**	86	17,2252	20,2710	**15,7379**	16,7121	20,4250
37	10,6178	**10,4418**	13,1015	17,997	10,7653	87	**8,6337**	12,7325	9,7281	33,1858	14,9374
38	23,1225	**18,6754**	19,0428	28,8286	19,3349	88	6,7156	**6,2275**	6,4682	12,9950	8,9242
39	35,4089	**34,8572**	35,6029	43,8184	36,9387	89	5,5085	**5,0265**	6,2194	6,0340	5,2778
40	**0,3333**	0,5664	0,7579	6,1532	1,0805	90	43,2290	46,0028	**18,9911**	26,9411	35,6072
41	8,9775	8,7986	10,4298	45,8774	**8,3648**	91	15,5040	13,8993	**13,2296**	25,0378	13,4760
42	16,7758	16,2569	24,3558	31,7029	**5,2923**	92	11,7318	**11,5487**	12,8227	14,6715	11,6422
43	14,5561	14,5609	17,1742	16,972	**14,2251**	93	9,9625	9,3323	18,6553	23,6012	**9,2235**
44	11,1913	**8,3461**	14,5244	14,9149	22,5493	94	9,6496	8,8948	10,7672	12,4477	**7,6342**
45	16,3527	18,3488	38,9027	**13,081**	31,6011	95	14,5055	14,5589	14,2388	27,4972	**12,6441**
46	12,8356	31,6046	**2,9599**	5,1851	9,4516	96	6,6525	**6,5793**	9,0624	9,1149	16,5314
47	7,5896	7,7846	21,6882	17,4806	**7,5622**	97	26,8307	35,2815	30,6398	**9,2410**	26,6855
48	15,9008	15,7641	22,6409	15,9013	**14,6952**	98	2,3193	2,6694	15,1543	10,3160	**2,2850**
49	**7,3452**	7,399	9,398	8,1216	7,9220	99	4,7627	4,2556	2,8060	**2,6431**	4,4704
50	0,9388	0,9012	1,7536	2,9576	**0,7741**	100	7,1699	6,7150	13,3780	23,3925	**5,1263**

KAYNAKÇA

Adıyaman, Fatih. *Talep Tahminde Yapay Sinir Ağlarının Kullanılması*. Yüksek Lisans Tezi. Mühendislik Yönetimi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, 2007.

Alon, Ilan, Min Qi & Robert J. Sadowski. "Forecasting aggregate retail sales: a comparison of arti"cial neural networks and traditional methods," **Journal of Retailing and Consumer Services**. 8: 147-156, 2001.

Ballı, Müzeyyen Tuğba. *Yapay Sinir Ağları ile Talep Tahmini ve Gıda Sektöründe Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi. Endüstri Mühendisliği. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, 2014.

Chase , Richard B., Nicholas J. Aquilano & F. Robert Jacobs. **Production and Operations Management Manufacturing and Services**. 8. Irwin/McGraw-Hill, 1998

Elmas, Çetin. **Yapay Zeka Uygulamaları**. Güncellenmiş 3. Baskı. Seçkin , 2016

Gökcel, Didem. *Perekande Sektöründe Kategori Bazlı Talep Tahmin ve Sipariş Sistemi Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi. Endüstri Mühendisliği. İstanbul: Tıldız Teknik Üniversitesi, 2009.

Heizer, Jay & Barry Render. **Operations Management.** 10. Pearson, 2011

Karahan, Mehmet. *İstatiksel Tahmin Yöntemleri: Yapay Sinir Ağları Methodu ile Ürün Talep Tahmnini Uygulaması*. Doktora Tezi. Üretim Yönetimi ve Pazarlama. Konya: Selçuk Üniversitesi, 2011.

Kargı , Vesile Sinem Arıkan. **Yapay Sinir Ağ Modelleri ve Bir Tekstil Firmasında Uygulama.** 1. Ekin, 2015

Kobu, Bülent. **Üretim Yönetimi**. 14. İstanbul: Beta, 2008

Koçkaya, Alper. *Otomotiv Sanayisi için Üretim Yapan bir İşletmede Talep Tahmini Yöntemlerinin Uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi. Endüstri Mühendisliği. İstanbul: Maltepe Üniversitesi, 2016.

Krajewski, Lee J., Manoj K. Malhotra & Larry P. Ritzman. **Operations Management Processes and Supply Chains**. 11. Pearson, 2016

Makridakis, Spyros, Steven C. Wheelwright & Rob J. Hyndman. **Forecasting Methods and Applications**. 3. John Wiley & Sons, 1998

Öztemel, Ercan. **Yapay Sinir Ağları**. 4. İstanbul: Papatya Yayıncılık, 2016

Panchal, Foram S. & Mahesh Panchal. "Review on Methods of Selecting Number of Hidden Nodes in Artificial Neural Network," **International Journal of Computer Science and Mobile Computing**. 3: 455-464, 2014.

Saatcioğlu, Ebru Akel. *Veteriner İlaçları Talep Tahmini Örneğinde Mevsimsel Zaman Serilerinin Ekonometrik Modellemesi*. Yüksek Lisans Tezi. Ekonometri. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, 2010.

Sarı, Meral. *Yapay Sinir Ağları ve Bir Otomotiv Firmasında Satış Talep Tahmini Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi. Yöneylem Araştırması. Sakarya: Sakarya Üniversitesi, 2016.

Taha, Hamdy A. **Yöneylem Araştırması**. 6. Basımdan Çeviri. Literatür Yayıncılık, 2015

Thomopoulos, Nick T. **Demand Forecasting for Inventory Control**. 1. Illinois: Springer International Publishing, 2015

Winters, Peter R. "Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Average," **Management Science**. 6, 3: 324-342, 1960.

Yavuz, Selehattin & Muhammet Deveci. "İstatiksel Normalizasyon Tekniklerinin Yapay Sinir Ağın Performansına Etkisi," **Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**. Haziran-Aralık , 40: 167-187, 2012.

Yazıcıoğlu, Nazife. *Yapay Zeka ile Talep Tahmini*. Yüksek Lisans Tezi. Endüstri Mühendisliği. Bursa: Uludağ Üniversitesi, 2010.

Yenersoy, Gönül. **Üretim Planlama ve Kontrol**. 2. İstanbul: Papatya Yayıncılık, 2015

Yücesoy, Mihriban. *Temizlik Kağıtları Sektöründe Yapay Sinir Ağları Talep Tahmini*. Yüksek Lisans Tezi. Endüstri Mühendisliği. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, 2011.