

T.C.
İSTANBUL BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**TALEP TAHMİNİNDE KULLANILAN YÖNTEMLERİN
KARŞILAŞTIRILMASI: TURİZM SEKTÖRÜNDE OTEL
MOBİLYASI ÜRETEN FİRMA UYGULAMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:
AHMET CAN FİDAN

İstanbul, 2023

T.C.
İSTANBUL BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**TALEP TAHMİNİNDE KULLANILAN YÖNTEMLERİN
KARŞILAŞTIRILMASI: TURİZM SEKTÖRÜNDE OTEL
MOBİLYASI ÜRETEN FİRMA UYGULAMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:

AHMET CAN FİDAN

ÖĞRENİC NO: 2220006008

ORCHID ID: 0000-0003-4911-1820

DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi GÜRBÜZ ÜNAL

İstanbul, 2023

YEMİN METNİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum "**Talep Tahmininde Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması: Turizm Sektöründe Otel Mobilyası Üreten Firma Uygulaması**" başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını, patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışının olmadığını belirtir ve onurumla doğrularım. 02/06/2023

Ahmet Can FİDAN

T.C.
İSTANBUL BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
TEZLİ YÜKSEK LİSANS SINAV TUTANAĞI

02.06/2023

Enstitümüz *Endüstri Mühendisliği* Anabilim Dalı *Endüstri Mühendisliği* Programı Yüksek Lisans öğrencilerinden 2220006008 numaralı *Ahmet Can FİDAN*'ın "Beykent Üniversitesi Eğitim-Öğretim Yönetmeliği"nin ilgili maddesine göre hazırlayarak Enstitümüze teslim ettiği "*Talep Tahmininde Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması: Turizm Sektöründe Otel Mobilyası Üreten Firma Uygulaması* " konulu tezini, Yönetim Kurulumuzun 02/05/2023 tarih ve 2023/18 sayılı toplantısında seçilen ve On-line toplanan biz jüri üyeleri huzurunda, Beykent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 29. maddesinin 3. fıkrası gereğince 60 dakika süre ile Zoom programı aracılığıyla On-line olarak aday tarafından savunulmuş ve sonuçta adayın tezi hakkında "*OYBİRLİĞİ*" ile "*KABUL*" kararı verilmiştir.

İşbu tutanak, 2 nüsha olarak hazırlanmış ve Enstitü Müdürlüğü'ne sunulmak üzere tarafımızdan düzenlenmiştir.

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Gü*** ÜN***
(İstanbul Beykent Üniversitesi)

ÜYE

Dr. Öğr. Üyesi Ve*** Ze***YE***
(İstanbul Beykent Üniversitesi)

ÜYE

Doç. Dr. Se*** Ke*** AY***
(İstanbul Arel Üniversitesi)

Adı ve Soyadı : Ahmet Can FİDAN

Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Gürbüz ÜNAL

Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans Tezi, 2023

Alanı : Endüstri Mühendisliği

Anahtar Kelimeler: Talep Tahmini, Otel Mobilyası Üretimi, Tedarik Zinciri, ABC Analizi, Box-Jenkins Yöntemi, Yapay Sinir Ağları

ÖZ

TALEP TAHMİNİNDE KULLANILAN YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI: TURİZM SEKTÖRÜNDE OTEL MOBİLYASI ÜRETEN FİRMA UYGULAMASI

Turizm sektöründe tedarik zinciri; üreticiler, distribütörler, toptan satıcılar, perakendeciler gibi iç içe geçen halkalardan oluşan bir ağda, hammaddenin temin edilmesinden ürünlerin son müstehliklere dağıtımına ve pazarlanmasına kadar ki tüm ticari süreçlerinin birlikte uyum içinde hareket etmesini sağlamak üzere, malların ve data akışını yöneten bütünleşmiş bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Bu ağın öge ve sayı tespitinin yapılması, birbirleri arasındaki fiziksel akış miktarının belirlenmesi gibi alt problemleri içeren ağ tasarımı problemi tedarik zincirinin yönetiminde stratejik bir öneme sahiptir. Turizm sektöründe otel mobilyası üreten bir firma için tedarik zinciri müşteri taleplerini zamanında doğru ve eksiksiz bir şekilde karşılamaya olanak sağlamaktadır. Bu kapsamda, mobilya üretiminin planlanması için tahmin çalışması çok önemli hale gelmektedir.

Bu çalışmada temel amaç; turizm sektöründe otel mobilyası üretimine yönelik uygulamada veri sağlayan firmanın maksimum müşteri hizmet seviyesini ve örnek ürün verilerinin doğrultusunda gelecek yıllarda satışı ve üretimi yapılacak olan ürünlerin taleplerin tahmini ortaya koymaktır.

Bu hedef doğrultusunda çalışmamız için örnek ürünlerin tespiti ABC Analizi ile gerçekleştirilmiş, Klasik Tahmin Yöntemleri, Yapay Sinir Ağları, Box-Jenkins Yöntemi gibi tahmin yöntemleri uygulanmış, ulaşılan sonuçların karşılaştırmaları yapılmış ve müşteri hizmet düzeylerine göre talep tahmini belirlenmiştir.

Name and Surname : Ahmet Can FİDAN
Supervisor : Prof. Assist. Gürbüz ÜNAL
Degree and Date : Master's Thesis and 2023
Major : Industrial Engineering
Key Words : Demand Foreceastin, Hotel Furniture Production, Supply Chain, Box-Jenkins Method, Artificial Neural Networks

ABSTRACT

COMPARISON OF METHODS USED IN DEMAND FORECAST: APPLICATION OF A COMPANY PRODUCING HOTEL FURNITURE IN THE TOURISM SECTOR

Supply chain in the tourism sector; It is defined as an integrated system that manages the flow of goods and data in a network of interlocking rings such as manufacturers, distributors, wholesalers, retailers, in order to ensure that all commercial processes from the procurement of raw materials to the distribution and marketing of the products to the final productions act in harmony. The network design problem, which includes sub-problems such as determining the item and number of this network and determining the amount of physical flow between each other, has a strategic importance in the management of the supply chain. For a company that produces hotel furniture in the tourism sector, the supply chain allows meeting customer demands in a timely and complete manner. In this context, forecasting becomes very important for the planning of furniture production.

The main purpose of this study; The aim is to reveal the maximum customer service level of the company that provides data in the application for the production of hotel furniture in the tourism sector and the estimation of the demands of the products that will be sold and produced in the coming years in line with the sample product data.

In line with this goal, the determination of sample products for our study was carried out with ABC Analysis, estimation methods such as Classical Forecasting Methods, Artificial Neural Networks, Box-Jenkins Method were applied, the results were compared and demand forecasting was determined according to customer service levels.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

ÖZ

ABSTRACT

TABLolar LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
KISALTMALAR	ix
SÖZLÜK.....	x
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	4
--------------------------------	---

İKİNCİ BÖLÜM

2. TALEP TAHMİNİ VE TAHMİN YÖNTEMLERİ	8
2.1. Talep Tahmininin Tanımı	8
2.2. Talep Tahmininin Önemi	9
2.3. Talep Tahmin Çeşitleri.....	10
2.4. Talep Tahmin Özellikleri	10
2.5. Tahmin Sürecinin Aşamaları.....	11
2.5.1. Bilgilerin Toplanması	11
2.5.2. Talep Tahmin Döneminin Belirlenmesi	11
2.5.3. Tahmin Yönteminin Seçimi Ve Hata Hesabının Yapılması.....	12
2.5.4. Tahmin Sonuçlarının Doğruluğunun Araştırılması	12
2.6. Talep Tahmin Yöntemleri	12
2.6.1. Nitel (Kaliatif) Yöntemler	12
2.6.1.1 Yöneticilerin Görüşlerinin Esas Alınması	13
2.6.1.2. Kilit Personelin Kararı	13
2.6.1.3. Anketler	13
2.6.1.4. Delphi Yöntemi.....	13
2.6.1.5. Senaryo Analizi.....	14
2.6.1.6. Uzman Panelleri.....	14

2.6.1.7. Nominal Grup Yöntemi	15
2.6.2. Nicel (Kantitatif) Yöntemler	15
2.6.2.1. İlişkisel (Nedensel) Yöntemler	17
2.6.2.1.1. Tahmin Hatalarının Ölçülmesi	17
2.6.2.1.2. Regresyon Analizi	18
2.6.2.1.3. En Küçük Kareler Yöntemi	21
2.6.2.2. Zaman Serisi Yöntemleri	22
2.6.2.2.1. Basit Grafik Yöntemi	23
2.6.2.2.2. Mekanik Tahmin Yöntemi	23
2.6.2.2.3. Hareketli Ortalama Yöntemi	24
2.6.2.2.3.1. Basit Hareketli Ortalama Yöntemi	25
2.6.2.2.3.2. Ağırlıklı Hareketli Ortalama	25
2.6.2.2.3.3. Çift Hareketli Ortalama	26
2.6.2.3. Üstel Düzeltme Yöntemi	26
2.6.2.3.1. Basit Tekli Üstel Düzeltme Yöntemi	27
2.6.2.3.2. Brown'un Tek Parametrelili Doğrusal Üstel Düzeltme Yöntemi .	28
2.6.2.3.3. Brown'un İkinci Derece Üstel Düzeltme Yöntemi	28
2.6.2.3.4. Holt'un İkili Düzeltme Yöntemi	29
2.6.2.3.5. Çift Parametrelili Üstel Düzeltme Yöntemi	30
2.6.2.3.6. Mevsimsel Üstel Düzeltme – Winters Yöntemi	31
2.6.2.4. Trend Analizi	32
2.6.2.4.1. Elle Çizim Yöntemi	32
2.6.2.4.2. Yarım Ortalamalar Yöntemi	32
2.6.2.4.3. Hareketli Ortalamalar Yöntemi	32
2.6.2.4.4. En Küçük Kareler Yöntemi	32
2.6.2.5. Box-Jenkins Yöntemi	33
2.6.2.5.1. Doğrusal Durağan Stokastik Modeller	35
2.6.2.5.2. Durağan Olmayan Doğrusal Stokastik Modeller	35
2.6.2.5.2.1 Otoregresif Süreç: AR (p)	36
2.6.2.5.2.2 Hareketli Ortalama Süreci: MA (q)	38
2.6.2.5.2.3. Otoregresif Hareketli Ortalama Süreci: ARMA (p;q)	39

2.6.2.5.2.4. Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama Süreci: ARIMA (p,d,q)	40
2.6.2.5.3. Mevsimsel Modeller.....	41
2.6.2.5.4 Box-Jenkins Yöntemi Aşamaları	42
2.6.2.5.4.1 Serinin Durağanlaşması.....	43
2.6.2.5.4.2. Modelin Tanımlanması.....	43
2.6.2.5.4.3. Model Tahmininin Yapılması.....	44
2.6.2.5.4.4. Model Uygunluk Testinin İncelenmesi	44
2.6.2.5.4.5. Tahminin Gerçekleştirilmesi	45
2.6.2.5.4.6. Box-Jenkins Yönteminin Avantajları ve Dezavantajları	45

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. TAHMİN ÇALIŞMASINDA KULLANILAN DİĞER TEMEL

KAVRAMLAR VE TANIMLAR.....	47
3.1 ABC Analizi.....	47
3.2. Yapay Sinir Ağları	49
3.2.1. Biyolojik Sinir Hücresi.....	50
3.2.2. Yapay Sinir Ağlarının Temel Özellikleri	51
3.2.3. Yapay Sinir Ağları Modelleri	52
3.2.4. Temel Öğrenme Kuralları.....	53
3.2.5. Yapay Sinir Ağlarının Avantajları ve Dezavantajları	54

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. TURİZM SEKTÖRÜNDE OTEL MOBİLYASI ÜRETEN BİR FİRMA İÇİN

TAHMİN YÖNTEMLERİ UYGULAMASI	55
4.1. Talep Tahmin Yöntemleri Uygulamaları	55
4.1.1. Talep Tahmin Yöntemlerinin Aylık Periyotlar Halinde İncelenmesi	60
4.1.1.1. 3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi Uygulaması	60
4.1.1.2. 5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi Uygulaması	62
4.1.1.3. Basit Tekli Üstel Düzeltme Yöntemi Uygulaması	64
4.1.1.4. Çift Parametrelili Üstel Düzeltme Yöntemi Uygulaması	67
4.1.1.5. Winter's Yöntemi Uygulaması	69

4.1.1.6. Regresyon Yöntemi Uygulaması	71
4.1.1.7. Yapay Sinir Ağları Yöntemi Uygulaması.....	73
4.1.1.8. Box-Jenkins Yöntemi Uygulaması	75
4.1.2. Uygulanan Talep Tahmin Yöntemi Sonuçlarına Ait Hata Ölçütlerinin Karşılaştırılması (Aylık Periyotlar Halinde)	79
4.1.3. Talep Tahmin Yöntemlerinin 3'er Aylık Periyotlar Halinde İncelenmesi	80
4.1.3.1. 6 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi Uygulaması	81
4.1.3.2. 9 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi Uygulaması	83
4.1.3.3. Basit Tekli Üstel Düzeltme Yöntemi Uygulaması	85
4.1.3.4. Çift Parametrelili Üstel Düzeltme Yöntemi Uygulaması	87
4.1.3.5. Winter's Yöntemi Uygulaması	90
4.1.3.6. Regresyon Yöntemi Uygulaması	92
4.1.3.7. Yapay Sinir Ağları Yöntemi Uygulaması.....	94
4.1.3.8. Box-Jenkins Yöntemi Uygulaması	96
4.1.4. Uygulanan Talep Tahmin Yöntemi Sonuçlarına Ait Hata Ölçütlerinin Karşılaştırılması (3 Aylık Periyotlar Halinde)	100
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	102
KAYNAKÇA.....	106
EKLER	
Ek-1: Matlab Üzerinde Yapay Sinir Ağları İle Talep Tahmini İçin Oluşturulan Kodlar (Aylık Veriler İçin)	111
Ek-2: Matlab Üzerinde Yapay Sinir Ağları İle Talep Tahmini İçin Oluşturulan Kodlar (3 Aylık Veriler İçin)	114
Ek-3: Uygulanan Talep Tahmin Yöntemi Sonuçları (Aylık Periyotlar Halinde)	118
Ek-4: Uygulanan Talep Tahmin Yöntemi Sonuçları (3 Aylık Periyotlar Halinde)	127

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No.

Tablo 1. Durağan Box-Jenkins modellerinde ACF ve PACF Seyri.....	44
Tablo 2. 5 Ürün İçin 2020 – 2022 Yıllarına Ait Satış Verileri.....	58
Tablo 3. 1. Ürüne Ait 3 Aylık H.O.Y Sonuçları.....	62
Tablo 4. 1. Ürüne Ait 5 Aylık H.O.Y Sonuçları.....	64
Tablo 5. 1. Ürüne Ait B. T. Ü. D. Y. Sonuçları.....	66
Tablo 6. 1. Ürüne Ait Ç. P. Ü. D. Y. Sonuçları.....	68
Tablo 7. 1. Ürüne Ait Winter’s Yöntemi Sonuçları	70
Tablo 8. 1. Ürüne Ait Regresyon Analizi Sonuçları	72
Tablo 9. 1. Ürüne Ait Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Tahmin Verileri	74
Tablo 10. 1. Ürüne Ait Box-Jenkins Yöntemi İle 2023 Yılına Ait Tahmin Verileri ..	77
Tablo 11. 2020 – 2022 Yılları Arası 5 Ürüne Ait Talep Tahmin Yöntemlerinin Hata Oranlarıyla Karşılaştırılma Tablosu	79
Tablo 12. 5 Ürün İçin 2020 – 2022 Yıllarına Ait Satış Verileri (3 Aylık Periyotlar Halinde)	80
Tablo 13. 1. Ürüne Ait 6 Aylık H.O.Y Sonuçları (3 Aylık Periyotlar Halinde)	83
Tablo 14. 1. Ürüne Ait 6 Aylık H.O.Y Sonuçları (3 Aylık Periyotlar Halinde)	85
Tablo 15. 1. Ürüne Ait Basit Tekli Üstel Düzeltme Yöntemi Sonuçları (3 Aylık Periyotlar Halinde)	87
Tablo 16. 1. Ürüne Ait Çift Parametrelili Üstel Düzeltme Yöntemi Sonuçları (3 Aylık Periyotlar Halinde)	89
Tablo 17. 1. Ürüne Ait Winter’s Yöntemi Sonuçları (3 Aylık Periyotlar Halinde)	91
Tablo 18. 1. Ürüne Ait Regresyon Yöntemi Sonuçları (3 Aylık Periyotlar Halinde) .	93
Tablo 19. 1. Ürüne Ait Yapay Sinir Ağı Yöntemi ile Tahmin Verileri (3 Aylık Periyotlar Halinde)	95
Tablo 20. 1. Ürüne Ait Box-Jenkins Yöntemi İle 2023 Yılına Ait Tahmin Verileri (3 Aylık Periyotlar Halinde)	98
Tablo 21. 2020;Q1 – 2022;Q4 Yılları Arası 5 Ürüne Ait Talep Tahmin Yöntemlerinin Hata Oranlarıyla Karşılaştırılma Tablosu (3 Aylık Periyotlar Halinde)....	100

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No.

Şekil 1. Nicel Tahmin Yöntemleri	16
Şekil 2. Regresyon Doğrusu	20
Şekil 3. Box-Jenkins Yaklaşımın Şematik Gösterimi	35
Şekil 4. White Noise Süreci	37
Şekil 5. AR (1) Süreci ve ACF - PACF Grafikler	38
Şekil 6. MA (1) Süreci ve ACF - PACF Grafikler	40
Şekil 7. Box-Jenkins Yöntemi Aşamaları	43
Şekil 8. ABC Analizinin Grafik Olarak Gösterimi	48
Şekil 9. Yapay Sinir Ağı Fonksiyonu	50
Şekil 10. Biyolojik Sinir Hücresi	51
Şekil 11. 2020;01 – 2022;12 Yılları Arasındaki Satış Verilerine Göre ABC Analizi Grafığı.....	55
Şekil 12. 1. Ürüne Ait 2020 - 2022 Yılları Talep Miktarlarının Grafikle Gösterimi...	59
Şekil 13. 1. Ürüne Ait 3 Aylık H.O.Y. İle Grafikle Gösterimi	60
Şekil 14. 1. Ürüne Ait 3 Aylık H.O.Y İle Diğer Grafikler	60
Şekil 15. 1. Ürüne Ait 5 Aylık H.O.Y. İle Grafikle Gösterimi	62
Şekil 16. 1. Ürüne Ait 5 Aylık H.O.Y. ile Diğer Grafikler.....	63
Şekil 17. 1. Ürüne Ait B. T. Ü. D. Y. İle Grafikle Gösterimi	64
Şekil 18. 1. Ürüne Ait B. T. Ü. D. Y. Ait Diğer Grafikler.....	65
Şekil 19. 1. Ürüne Ait Ç. P. Ü. D. Y. İle Grafikle Gösterimi	67
Şekil 20. 1. Ürüne Ait Ç. P. Ü. D. Y. Ait Diğer Grafikler.....	67
Şekil 21. 1. Ürüne Ait Winter's Yönteminin Grafikle Gösterimi.....	69
Şekil 22. 1. Ürüne Ait Winter's Yöntemi İle Diğer Grafikler	69
Şekil 23. 1. Ürüne Ait Regresyon Analizinin Grafikle Gösterimi	71
Şekil 24. 1. Ürüne Ait Regresyon Analizi İle Diğer Grafikler	71
Şekil 25. 1. Ürüne Ait YSA Algoritması	73
Şekil 26. 1. Ürüne Ait Yapay Sinir Ağı Yöntemi İle Tahmin Grafığı.....	74
Şekil 27. 1. Ürüne Ait Otokorelasyon Grafığı	75
Şekil 28. 1. Ürüne Ait Kısmi Otokorelasyon Grafığı	75
Şekil 29. Akaike Bilgi Kriteri Tablosu	76

Şekil 30. Schwarz Bilgi Kriteri Tablosu	76
Şekil 31. Ljung-Box Bilgi Kriteri Tablosu	77
Şekil 32. 1. Ürüne Ait Box-Jenkins Yöntemi İle Tahmin Grafiği	78
Şekil 33. 1. Ürüne Ait Box-Jenkins Yöntemine Ait Hata Tablosu	78
Şekil 39. 1. Ürüne Ait 2020 - 2022 Yılları Talep Miktarlarının Grafik Gösterimi (3 Aylık Periyotlar Halinde)	81
Şekil 40. 1. Ürüne Ait 6 Aylık H.O.Y Grafikle Gösterimi (3 Aylık Periyotlar Halinde)	81
Şekil 41. 1. Ürüne Ait 6 Aylık H.O.Y İle Diğer Grafikler	82
Şekil 42. 1. Ürüne Ait 9 Aylık H.O.Y Grafikle Gösterimi (3 Aylık Periyotlar Halinde)	83
Şekil 43. 1. Ürüne Ait 9 Aylık H.O.Y İle Diğer Grafikler	84
Şekil 44. 1. Ürüne Ait B. T. Ü. D. Y. Grafikle Gösterimi (3 Aylık Periyotlar Halinde)	85
Şekil 45.1. 1. Ürüne Ait B. T. Ü. D. Y. İle Diğer Grafikler	86
Şekil 46. 1. Ürüne Ait Ç. P. Ü. D. Y. Grafikle Gösterimi (3 Aylık Periyotlar Halinde)	87
Şekil 47. 1. Ürüne Ait Ç. P. Ü. D. Y. İle Diğer Grafikler	88
Şekil 48. 1. Ürüne Ait Winter's Yöntemi Grafikle Gösterimi (3 Aylık Periyotlar Halinde)	90
Şekil 49. 1. Ürüne Ait Winter's Yöntemi İle Diğer Grafikler	90
Şekil 50. 1. Ürüne Ait Regresyon Yöntemi Grafikle Gösterimi (3 Aylık Periyotlar Halinde)	92
Şekil 51. 1. Ürüne Ait Regresyon Yöntemi İle Diğer Grafikler	92
Şekil 52. 1. Ürüne Ait YSA Algoritması (3 Aylık Periyotlar Halinde)	94
Şekil 53. 1. Ürüne Ait Yapay Sinir Ağı Yöntemi İle Tahmin Grafiği (3 Aylık Periyotlar Halinde)	95
Şekil 54. 1. Ürüne Ait Otokorelasyon Grafiği	96
Şekil 55. 1. Ürüne Ait Kısmi Otokorelasyon Grafiği	96
Şekil 56. Akaike Bilgi Kriteri Tablosu	97
Şekil 57. Schwarz Bilgi Kriteri Tablosu	97

Şekil 58. 1. Ürüne Ait Box-Jenkins Yöntemi İle Tahmin Grafiği (3 Aylık Periyotlar Halinde)	98
Şekil 59. 1. Ürüne Ait Box-Jenkins Yöntemine Ait Hata Tablosu	99



KISALTMALAR

ACF	: Otomatik Korelasyon Fonksiyonu (Autocorrelation Function)
AIC	: Akaike Bilgi Kriterleri (Akaike Information Criterion)
AR	: Otoregresif (Autoregressive)
ARMA	: Otoregresif Hareketli Ortalama (Autoregressive Moving Average)
ARIMA	: Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama (Autoregressive Integrated Moving Average)
HOY	: Hareketli Ortalama Yöntemi
BHOY	: Basit Hareketli Ortalama Yöntemi
MA	: Hareketli Ortalama (Moving Average)
MAD	: Ortalama Mutlak Sapma (Mean Absolute Deviation)
MAPE	: Ortalama Mutlak Yüzde Hata (Mean Absolute Percent Error)
MSE	: Ortalama Hataların Karesi (Mean Square Error)
MPE	: Ortalama Hataların yüzdesi (Mean Percent Error)
PACF	: Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (Partical Autocorrelation Function)
RMSE	: Ortalama Hataların Karesinin Kökü (Root Mean Square Error)
SARIMA	: Mevsimsel Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average)
YSA	: Yapay Sinir Ağları

SÖZLÜK

Talep: Tüketicilerin ticari bir malı ya da hizmeti belirli bir fiyattan belirlenmiş bir anda almaya hazır olmalarına denir.

Talep Tahmini: Bir firmanın ürünlerinin gelecek dönemlerde ne kadar satılacağını bilmek ve önceden belirlemek için, geçmiş dönemlerde yapılan satışların düzenlenmesi ve analiz edilmesine denmektedir.



GİRİŞ

İnsanlık tarihini incelerseniz, insanın her zaman geleceği düşündüğü ve bu soruyla ilk uğraşanların filozoflar olduğunu göreceksiniz. Ancak zamanla bazı olayların belirli bir düzene sahip olduğunun ve bu olaylara ilişkin tahminlerin sistem üzerinden yapılabileceğinin anlaşılması, fizik ve astronomi ile ilgilenen bilim adamlarının da bu konuya olan ilgisini arttırmıştır.

Sistematize edilemeyen belirsiz durumlarda deneysel çalışmalar ve davranışsal çalışmalar yoluyla belirsizlik azaltılmış ve ek olarak pozitif bilimin gelişmesi ve yöntem geliştirmesine paralel, tahmin yöntemlerinde yeni tekniklerin oluşmasına yol açmıştır.

Sanayileşme süreci, tahminin önemini en çok etkileyen durumlardan biridir. İçinde bulunduğumuz yüzyılı ele alacak olursak ekonomik anlamda, doğru tahminin bir bilim haline gelmesinden bu yana tahmin yöntemlerinde insan davranışını taklit eden “yapay zeka” hedefine doğru ilerlemeler kaydedildiğini görebiliriz.

Ancak bu noktada, iki kavram birbirine karıştırılmamalıdır; tahmin ve öngörü. Bu iki terim sıklıkla birbirinin yerine kullanılmaktadır. Bu günlük yaşamda bir sorun oluşturma da bilimsel olarak yanlış bir yorum olur. Bu iki terimin birbirinden farkı ise öngörü genelde nitel bir yaklaşımdır, tahmin ise nicel olmaktadır.

Tahmin, geleceğe hazırlanmak için gerekli planlamayı sağlayan en önemli araçtır. Bu nedenle hangi yöntem ve ne durumda tahmin yöntemini kullanmalısınız sorusunun cevabını bulmak, cevaplanması gereken en önemli tasarım sorusu haline gelmiştir.

Nitel yöntemler, gözlem, görüşme ve doküman tahlili gibi data toplamanın kullanıldığı yöntemlerdendir. Amaç, sayısal sonuçlar yerine, gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi konuyu daha iyi anlamayı hedefleyen veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı bir yöntemdir. Nitel bir araştırmanın amacı, bir durumla ilgili ilişkileri anlamaktır. Yöntemde olaylar doğal ortamlarında gerçekçi ve kapsamlı bir şekilde sunulmakta ve nitel bir süreç gözlemlenmektedir. Kantitatif yöntem ise öznel unsurları dışlayan ve nesnel değerlendirmeleri dikkate alan matematiksel modellere dayalı bir yöntemdir. Kantitatif değerlendirme yöntemleri, matematiksel modellere dayalı değerlendirme

yöntemleridir. Değerlendirmeyi etkileyen değişkenlerin sayısındaki artış ve bu değişkenler arasındaki ilişkilerin karışıklığı sezgiye dayalı yöntemleri eksik kılmaktadır. Kantitatif değerlendirme yöntemleri, metinlerin yorumlanmasında öznel unsurları ortadan kaldırarak nesnel değerlendirmelerin oluşturulmasına izin vermektedir.

Günümüzdeki firmalar, rekabet ortamı ve sürekli değişen dünyaya uyum sağlayabilmek için gelecekte yapılacak olan satışları tahmin etmek, bu tahminleri yaklaşıktaki olsa bilmek isterler. Bu sebepten ötürü talep tahmini, firmaların kısa, orta ve uzun süreli amaçlarına ulaşmak için sonuç alınabileceği en uygun araçlardan biridir. Üretilen malların, verilen hizmetlerin ve tüketici davranışlarının değişken olmasından dolayı birçok talep tahmini yöntemleri bulunmaktadır.

Bu tez kapsamında turizm sektöründe otellere mobilya üretimi ve satışı yapan bir firmanın son 3 yıllık satışları göz önüne alınarak çeşitli talep tahmini yöntemleri kullanılmış ve birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar sonucunda firma için hangi talep tahmin yönteminin daha doğru, hata oranı düşük olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra tahmin doğruluk oranı en yüksek yöntemin verdiği sonuçları kullanarak gelecek yıllarda en çok satan ürünler göz önüne alınarak yapılan analizler sonucunda hangi üründen, kaç adet üretilmesi gerekeceği hakkında bize fikir vermiştir.

Çalışma aşamasında konu alanları tasnif edilerek süreçler incelenmiştir. İlk bölümde, çalışma yapılan konunun içeriği ve detayları belirtilmiştir. Bu içerikte, konu ile birlikte bütün olarak, satış verilerinin incelenmesi, talep tahmini yöntemleri, tahmin yöntemlerinin kullanılacağı programları, problemin tanımlanmasını, tezin amacını ve literatür taramasını içermektedir. İkinci bölümde talep tahminiyle ilgili tanımlamalar ve yöntemlerin sınıflandırılmasına yer almaktadır. Talep tahmin yöntemleri olarak kalitatif, kantitatif ve klasik yöntemlerden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde alternatif yöntemlerden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde firma verileri incelenerek, farklı talep tahmin yöntemleri uygulaması yapılmış ve tahmin yöntemleri analiz edilmiş, karşılaştırmalar yapılmıştır. Beşinci ve son bölümde ise ulaşılan sonuçlar ile firmaya sağlanan faydalardan bahsedilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

Araştırma Problemi; Bu çalışmada problemin tanımı şu şekilde tanımlanmıştır; Üretim yapılacak olan ekipmanların müşteri talebi geldiğinde üretime alınması ve kısa sürede talebi karşılayacak miktarda üretilmesi, üretim kapasitesinin aşılmasına ve müşteri kaybına yol açmaktadır. Müşteri kaybı, cironun düşmesine, feedback kaybına ve şirketin kendini geliştirmesinin önüne geçmesine, sektör içerisindeki kurumsallaşmanın yitirilmesine ve dolaylı olarak da şirketin büyüme kapasitesinin azalmasına neden olmaktadır. Bunun yanında pazarlama ve satış biriminde çalışan personelin demoralize olmasına ve verimlilik kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle çalışma “Talep Tahmininde Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması: Turizm Sektöründe Restoran Mobilyası Üreten Firma Uygulaması” geliştirilmesi olarak tayin edilmiştir.

Araştırmanın Amacı; Araştırmanın amacı, turizm sektörüne masa, sandalye gibi mobilyalar üreten orta ölçekli üretim yapan bir firmanın geçmiş yıllardaki satış verileri göz önünde bulundurularak, gelecek yıllarda oluşacak taleplerin tahmin edilmesi ve bu doğrultuda üretilecek ekipmanların miktarları hakkında veri sağlanmasıdır. Dolaylı olarak, yapılacak doğru tahminler ile firmanın verimliliği ve karlılığının artırılması amaçlanmaktadır.

Araştırmanın Yöntemi; Araştırmanın yöntemi, firmadan sağlanan satış verileri ışığında, öncelikle bu veriler arasında ABC analizi uygulanarak hangi satış verilerinin analiz edileceği tespit edilmiştir. Sonrasında Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemleri, Üstel Düzeltme Yöntemleri, Regresyon Analizi, Box-Jenkins Yöntemi, ve Yapay Sinir ağlarından, faydalanılmıştır. Bu yöntemler doğrultusunda karşılaştırma sonucunda hata oranları incelenmiş ve firmanın satış verileri için gelecek dönemde hangi yöntemin daha verimli olduğu tespiti yapılmıştır.

Araştırmanın Önemi; Turizm sektöründe mobilya üretimi ve satışı yapan bir firmanın, satış verileri göz önüne alınarak oluşturulan talep tahmini alanında bu tez içinde bulunan yöntemler kadar geniş kapsamlı bir araştırma mevcut değildir. Çalışmanın bundan sonraki araştırmalar için bir başvuru kaynağı olması ve bu alanda öncülük yapması düşünüldüğünde çalışmanın önemini arttırabileceği öngörülmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Talep tahmini, şirketler için stratejik açıdan önemli bir konu olup, iş yönetimi, imalat planlaması ve üretimin kontrol edilmesi gibi birçok alanda uygulanmaktadır. 1960'lı yıllardan itibaren talep tahmininde ilerlemeler olmakta ve konu ile ilgili her geçen gün birçok yeni yöntem literatüre eklenmekte ve kullanılmaktadır. Bugüne kadarki süreçte yaşanan bu gelişmelerin en azından bir kısmını yansıtmak amacıyla kantitatif yöntemler kullanılarak gerçekleştirilen talep tahmini uygulamalarından birkaçı aşağıda özetlenmiştir.

Akdağ, (2015) tez çalışmasında, kısa dönem için yapılan tahmin çalışmalarında en uygun olan yöntem olarak düşünülen zaman serilerinden faydalanmıştır. Bu çalışmada Box-Jenkins ve Yapay Sinir Ağları, enflasyon verilerine ait zaman serisi analizi kullanılmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak olarak sunulmuştur. Zaman serilerinin tahmininde sıkça kullanılan yöntemlerden; yapay sinir ağları, Box-Jenkins ve ARIMA modeli ile tek değişkenli zaman serilerinin başarıları karşılaştırılmıştır. Çalışmada, 2004/01 ve 2013/12 aralığındaki Tüketici Fiyat Endeksi datalarından faydalanılmıştır. İki çalışmadan alınan sonuçlar farklı tutarlılık belirteçleri ile kıyaslanmıştır. İki modelden elde edilen sonuçlar birbiri ile benzer olmakla beraber kullanılan ARIMA modeli daha başarılı bulunmuştur. Çalışmada Matlab, Eviews 7, Minitab, SPSS ve Excel paket programları kullanılmıştır. Zaman serileri ile yapılan tahminde kısa dönem için verimli sonuçlar elde edilirken, uzun dönem için yapılan tahminlerde hata payının yükselebildiği belirtilmiştir. Tang et al. (1991) ile Shabri'nin (2001) çalışmaları ile benzer sonuçlar gösteren bu çalışma verilerine göre, ARIMA modellerinin kısa dönem tahminlerde, YSA'nın ise uzun dönem tahminlerde daha uygun olabileceğini söylenmektedir.

Yazıcıoğlu, (2010) yüksek lisans tez çalışmasında gelecekteki bir zaman süresi için otomobil satış verileri için bir tahmin modeli oluşturulmuştur ve yapay sinir ağları yöntemi dışında regresyon analizinden de yararlanarak otomobil üretimi için talep tahmini yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda yapay sinir ağı analizlerinin klasik yöntemlere göre alternatif olabileceği belirlenmiştir.

Bulut, (2006) tez çalışmasında orta ölçekli bir işletmede üretilen altı farklı ürün için 1996 ve 2003 yılları arasındaki dönemlerinde gerçekleşen aylık talep tahmini verileri kullanmış Ortalama Mutlak Hata (MAE), Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE), Ortalama Hata Kare (MSE), kriterleri hesaba katılarak talep tahmini uygulanmıştır. Uygulama sonucunda altı ürün için en uygun olan tahmin yöntemi farklı olarak belirlenmiş olup, içlerinden Tek Üstel Düzeltme Yöntemi, Holt'un Doğrusal Yöntemi, Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi ve 3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi en uygun yöntemler olarak belirtilmiştir.

Yavuzdemir (2014), yaptığı çalışmada Türkiye'de kısa süreli yıllık brüt elektrik talebini Bulanık Mantık, Zaman Serisi ve Regresyon Analizi gibi üç değişik tahmin yöntemi ile gerçekleştirmiş ve bu yöntemlerin ortalama mutlak bağıl hata oranları kıyaslandığında zaman serisinin (Trend Analizi) hata oranı; %2,75, bulanık model hata oranı %4,81, Regresyon Analizi hata oranı %7,64 olarak tespit edilmiştir. Değerler karşılaştırıldığında zaman serisi modelinin ilgili dönem için Türkiye'de kısa süreli yıllık brüt elektrik talebinde tahmin başarısının diğer iki modele kıyasla daha avantajlı olduğu gözlenmiştir.

Can, (2009), yılında yayınlanan doktora tezinde petrol sanayisinde zaman serileri analizinden yararlanarak talep tahmini yapmıştır. Tek değişkenli zaman serileri analiz teknikleri olan bileşene ayırma, üstel düzgünleştirme, otoregresif ve/veya hareketli ortalama ve otoregresif koşullu değişen varyans modellerini kullanmıştır. Yıllık seri için Holt tarafından tanımlanan iki parametrelili üstel düzgünleştirme, üçer aylık serilerde ise Winters'ın tanımladığı doğrusal trend üstel düzgünleştirme yönteminin kullanımı uygun olarak bulunmuştur. Serilerdeki durağanlık dikkate alınarak ARMA ve ARIMA tahmin modelleri kullanılmıştır. Yıllık seride ARMA(0,0,1), üç aylık satışlar da ise ARIMA(0,1,0)(0,1,1) uygun tahmin modeli olarak belirlenmiştir.

Çağlar,(2007) yılında yayınlanan Fens teli üretimi yapılan bir işletmede talep tahmini konulu tez çalışmasında işletmeye ait 1997-2006 dönemindeki datalardan faydalanarak en uygun talep tahmininin bulunması amaçlanmıştır. Talep tahmini sonucuna göre işletme bünyesinde ne kadar üretim yapılabileceği belirlenmiş ve sonuç olarak stok maliyeti, işgücü ve zaman gibi sınırlamalarla daha iyi mücadele sağlanmış olacaktır. Çalışmada aylık gözlem değerlerini içeren zaman serileri kullanılmıştır.

Ürüne ait veriler alınarak MS-Excel programı ile; Basit Hareketli Ortalama Yöntemi, 3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi, 5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi, Ağırlıklı Hareketli Ortalama Yöntemi, Basit (tekli) Üstel Düzeltme Tekniği, Brown'un Tek Parametrelili Doğrusal Üstel Düzeltme Yöntemi, Holt'un Çift Parametrelili Doğrusal Üstel Düzeltme Yöntemi, Regresyon Analizi, ve SPSS istatistik programı kullanılarak Box-Jenkins tahmin yöntemi ile talep tahmini yapılmıştır. İşletmede Aritmetik Ortama Yöntemleri içinde yer alan 3 aylık Hareketli Ortalama ile Ağırlıklı Ortalamanın uygulanması sonucunda işletme üretim planı ile depo maliyetini, çalışan kişi tespiti ile de iş gücü maliyetinin azalacağı, üretim hattına ilave durumuna karar vererek de yatırım maliyetleri ve işletme ile ilgili diğer planlamaları daha gerçekçi hale getirebileceği dolaylı olarak da kârını arttırabileceği gözlenmiştir.

Olgun, (2009), yılındaki çalışmasında tedarik zinciri yönetiminde talep yönetiminin önemi ve kapsamından bahsedilmiştir. Uygulanan talep tahmin yöntemlerinin yeterliliğini etkileyen kritik faktörlere değinilmiş, literatürde yer alan nitel, nicel ve yapay zeka tabanlı alternatif yöntemler önerilmiştir. Türkiye'deki otomobil satışları yapay zeka tabanlı talep tahmin yöntemlerinden biri olan YSA yöntemi kullanılmış ve yöntemin kullanılmasında WEKA programından yararlanılmıştır. Ağ yapısı için en uygun öğrenme katsayısı 0.05 ve momentum değeri 0.9 olarak saptanmıştır. Ağ yapısında çalıştırılan test verisi ile elde edilen sonuçların korelasyon katsayısı 0.9197 olarak hesaplanmıştır.

Karakay, (2019), yılı tez çalışmasında kısa dönem tahminlerinde Box-Jenkins yöntemini ayrıntılı bir şekilde incelemek ve savunma sanayi şirketlerinin dataalarını kullanarak gelecek için öngörülebilirliğini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Uygulamada Türkiye'nin A ve B savunma sanayi şirketlerinin 23 yıllı içeren büyüme ve kâr oranları verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 1996-2018 yıllarını kapsayan 3 aylık ekonomik hareketler Box-Jenkins modelleri yardımıyla incelenmiş ve 2019-2021 yıllarına ait 3 aylık 12 dönem için öngöründe bulunulmuştur. Sonuçlar doğrultusunda; A şirketinin verileri ile yapılan değerlendirmelerde öngörülerde ya azalma eğilimi gözlenmiş ya da seyrinde devam ettiği görülmüştür. B şirketi öngörülerinde ise kârlılık verileri azalma ve seyrinde eğilimler gösterirken, büyüme verilerinde ise ya artma eğilimi tespit edilmiş ya da seyrinde devam ettiği görülmüştür.

Erdoğan, (2021), yılında Box-Jenkins Yöntemi ile Türkiye’de şeftali fiyatlarını analiz etmiş ve geleceğe yönelik fiyatların tahmini üzerine çalışma yapmıştır. Çalışmasında zaman serisi analizi kullanılarak şeftali ürününün yıllara göre ihracattaki fiyatlama değişimini belirlemek ve Box-Jenkins modelleme yöntemi ile gelecekteki fiyatlar hakkında varsayımında bulunmak amaçlanmıştır. Çalışmanın verilerini 1967-2020 yılları arasında Türkiye’deki şeftali ihracat fiyatları oluşturmaktadır. Uygulama da Box-Jenkins modeli olan ARIMA (3,1,3) modelinden faydalanılmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde; ülkemizde 2020 yılından sonraki bir yıl içerisinde yapılması varsayılan ihracat fiyatları kıyaslanmış ve ihracat gelirlerinin yaklaşık %10 artacağı öngörülmüştür. Çalışmanın sonucunda gelecek on yıllık değerlendirmede de düzenli bir artış hareketi öngörülmüştür. Gelecek on yılsonundaki fiyatlarda 2020 yılına göre yaklaşık %64 artış gerçekleşeceği tahmininde bulunulmuştur.

İnsanların turizm sektörüne karşı talepleri globalleşen dünyada gün gittikçe artış göstermektedir. Sektörün anında bu talebi karşılaması gerçek hayatta mümkün olamamaktadır. Hizmet sektöründe olduğu gibi üretim faaliyetleri ile dolaylı olarak bu sürece dahil olan firmaların da anında bu talebi karşılaması bazı problemlere sebep olmaktadır. Bu durum, işletmelerin üretim kapasitelerinin aşılmasına, üretim sürelerinin uzamasına ve müşteri kayıpları gibi sorunlarla karşılaşmasına yol açmaktadır. Yapılan literatür taramasında turizm üretim sektörü ile ilgili talep tahmin çalışmalarına rastlanmamıştır. Biz de literatüre katkı sağlaması amacı ile turizm sektöründe mobilya üretim ile alakalı elde ettiğimiz veriler ışığında bizim için en doğru sonucu verebilecek talep tahmin yönteminin bulunması hedeflenmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

2. TALEP TAHMİNİ VE TAHMİN YÖNTEMLERİ

Bu bölümde talep tahmininin tanımı, tahmin aşamaları ve tahminin nasıl uygulandığı hakkında bilgi verilmiştir.

2.1. Talep Tahmininin Tanımı

Talep, tüketicilerin ticari bir malı ya da hizmeti belirli bir fiyattan belirlenmiş bir anda almaya hazır olmalarına denir. Talep; malın ve hizmetin fiyatına, tüketicilerin gelir seviyelerine, tüketici alışkanlıklarına ve tüketicinin neye ne kadar ihtiyacı olduğuna, mevsimsel etkenlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Yazıcıoğlu 2010, 2).

Talep tahmini, bir firmanın ürünlerinin gelecek dönemlerde ne kadar satılacağını bilmek ve önceden belirlemek için, geçmiş dönemlerde yapılan satışların düzenlenmesi ve analiz edilmesine denmektedir. Bu satışların miktarını, tüketicilerin ürünler üzerindeki eğilimlerini ve taleplerin hangi zaman diliminde artış göstereceğini talep tahmini yöntemleriyle öğrenmemiz mümkündür.

Talep tahmin yöntemleri üç ana başlığa ayrılmaktadır. Bu yöntemler nicel, nitel ve yapay zeka tabanlı yöntemlerdir. Gelişen teknoloji ile birlikte günümüzde yapay zeka tabanlı yöntemlere ilgi artmıştır. Kişisel çıkarımlar ve tecrübeler kantitatif yani nitel yöntemler içinde yer alırken, kantitatif yöntemler yani nicel yöntemler ise istatistiksel ve matematiksel uygulamalara dayanmaktadır. Klasik yöntemlerle çözülmeyen karmaşık yapıları dataları çözümlemede yapay zeka tabanlı yöntemler de çoğunlukla kullanılmaktadır. (Olgun, 2009, 1).

Tahmin yöntemleri ile işletmelerin gelecekteki durumunun bir yansıması elde edilmektedir. Bu sebeple sonuçların gerçekmiş gibi uygulanması hatalara zemin oluşturmaktadır. Tahmin sonuçları uygulamanın dışında bırakılan ancak talep miktarı üzerinde etkili olabilecek; deneyim, çıkarımlar, toplumun sosyal ve kültürel değerler gibi faktörler göz önüne alınarak yorumlanmalıdır. (Karaibrahim, 2016, 48-49).

2.2. Talep Tahmininin Önemi

Bir ürünün üretim planlaması yapılmadan önce o ürünün üretilmesi gereken veya talep edilen miktarın bilgisi gerekmektedir. İşletmenin talep tahmin ihtiyacı, üretim yöntemi, imalat araçları, ürün türü ve farklılıkları, tüketicilerin tercihi, rakiplerin ne durumda olduklarını bilmek, stoklama durumu ve sevkiyat durumu gibi birçok etkenin göz önünde bulundurulması ile belirlenir.

Üretimi planlama ve üretimin kontrolü için talep tahmin işlemleri önem taşımaktadır. Gelecekte oluşabilecek durumların bilinmemesi, planlamanın başarılı bir şekilde sonuçlanmasına engel bir unsurdur.

Tahminleme sonucunda karşılaştığımız hatalar arttıkça işlevsiz stok oluşması, tüketicilerin ihtiyaçları ve bu ihtiyaçların karşılanmaması ürün stoklarının yükselmesi dolayısıyla maliyet artışı gibi istenmeyen durumlarla karşı karşıya gelmesine yol açacaktır. Üretim sistemlerinin tasarımını planlama ve işletilmesiyle ilgili karar verilmesinde, sistem için gerekli tahmin yöntemlerinin uygulanması başarı için gerekli unsur olarak kabul görmektedir. (Karaibrahim, 2016, 33).

Üretimin planlaması, firmanın herhangi bir zamanda imal edeceği ürün adetinin ne kadar olacağına karar vermesi ve belirlenen plan dahilinde üretimdeki sürekliliğinin sağlanmasıdır. Planlamada amaçlanan üretim sürecinin aksatılmadan düzenle ilerlemesi, gereksiz olan çalışmaların engellenmesi, üretimle ilgili işlerin birbiriyle uyum içinde olması ve aksaklıkların yaşanmamasıdır. Bu hedefe göre bütün üretimin miktar, kalite, mekan, zaman ve insan gücü açısından değerlendirilmesi gerekir. (Bulut, 2006, 7).

Üretim planlamasında ilk adım talep raporu oluşturmaktır. Planlama faaliyetlerindeki sınırlama ve planlama süresi üretilecek ürünlerin talep şeklinden etkilenmektedir. (Acar, 1996, 19).

2.3. Talep Tahmin Çeşitleri

Tahminler için tahminlerin kapsadığı zaman aralığına göre yapılan sınıflandırma en bilinendir. Bu duruma göre tahmin çeşitleri dört gruba ayrılmaktadır. (Çilingirtürk, 2011, 32).

- Çok kısa süreli tahminler günlük veya haftalık olarak ürün tedariki ve stokların denetimi veya çalışma programının hazırlanması için yapılır.
- Kısa süreli tahminler haftalık ya da aylık süreler için satış, ihtiyacın planlanması ve stokların yönetimi için yapılır. 3-6 aylık süre için yapılan tahminler kısa sürelidir.
- Orta süreli tahminler 6 aydan 5 yıla kadar olan zamanı kapsamaktadır. Temin süresi uzun veya belirsiz olan malların tedarik edilmesini, üretimi karmaşık ürünlere ait imalat işlemlerini ve talebi mevsimsel değişiklik gösteren mamul stoklarının planlanmasını amaçlamaktadır.
- Uzun süreli tahminler 5 yıl ve üzeri zaman dilimini kapsar ve işletmenin büyümesi, yeni makineler için ihtiyaç olan sermaye yatırımını planlamayı amaçlar (Şengür, 2002, 7).

2.4. Talep Tahmin Özellikleri

Tahmin sonuçlarının etkin şekilde kullanımı için tahmin özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu özellikler aşağıdaki gibidir. (Chopra ve Meindl, 2010, 199)

- Talep tahmininde reel sonuçları saptamak mümkün değildir ancak elde edilen sonuçlar gerçeğe yakın sayabilir. Gerçek sonuçlar ve tahminde bulunan değerler arasındaki farklılığın iki sebebi vardır. Bunların ilki, tahmini yapılması planlanan değişkeni etkileyen etkenlerin göz önüne alınmaması, ikinci nedeni ise tahmin edilmesi pek mümkün olmayan rassal olayların gerçekleşmesidir.
- Tahminlerin içerisinde hata payının olma olasılığı göz önüne alınarak bu hatanın önüne geçmek için çalışmada tek tahmin değeri kullanmanın dışında değer için alt ve üst sınırların tespiti gerekmektedir.

- Ayrı ayrı tahminler yapmak yerine bütünleşik tahminleri tercih etmek daha doğru sonuçlar verir. Çeşit veya miktar bakımından büyük gruplar için yapılan tahmin çalışmaları daha doğru ve duyarlı olmaktadır.
- Tahminleme yaparken hata payını en aza indirmek için geleceğe ait ve değişkeni etkileyecek bütün bilgiler hesaba katılmalıdır. Örneğin bir işletmenin geçmiş yıllardaki verilerine bakarak promosyon amacıyla gelecek dönemlerde planladığı hediye ürün dağıtım talebinin normalden daha fazla olacağının bilinmesi sağlanabilir. Ayrıca başarılı bir tahminin özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir. (Bulut, 2006, 11);
- Tahminleme zamanı öngörülmesi ve ihtiyaç duyulan değişikliklerin yapılabilmesi için gerekli zaman tanınmalıdır.
- Yapılan tahmin isabetli olmalı ya da ne derecede isabetli olduğu belirtilmelidir.
- Güvenilir ve yazılı bir tahmin olmalıdır.
- Tahmin değerleri açık bir şekilde belirtilmelidir.

2.5. Tahmin Sürecinin Aşamaları

Talep tahmini daha önceki bahsedilen özellikler doğrultusunda dört bölüme ayrılmaktadır. (Taha, 2007, 175).

2.5.1. Bilgilerin Toplanması

Araştırmanın değerini ve doğruluğunu belirleyen en önemli aşamadır. Araştırmacı, ulaşmak istediği hedefleri planlayarak elde edeceği bilgilerin kapsamı, cinsi ve içeriği için karar vermelidir. Bu doğrultuda bilgilerin miktarı, doğruluğu ve kalitesi oldukça önemlidir. Eksik veya fazla ayrıntı tahmin araştırmasının maliyetini yükselteceği ve sonuçların doğruluğunu olumsuz etkileyecektir. (Karaibrahim, 2016, 36).

2.5.2. Talep Tahmin Döneminin Belirlenmesi

Talep araştırması için kullanılacak verilerin kullanılış amacıyla, bu verilerin hangi dönem uzunluğu arasında seçilmesi gerektiğinin aralarında yakın ilişki vardır. Örneğin, aylık iş planları yapan bir işletmenin tahminlerini yıllık dönemler için yapılması olması gerekenden daha yanıltıcı sonuçlar verebilmektedir. Bunun nedeni

aylık değerlerdeki oynamalar yıllık dönemlerde ortadan kaybolmasıdır. (Karaibrahim, 2016, 36).

2.5.3. Tahmin Yönteminin Seçimi Ve Hata Hesabının Yapılması

Uygulanacak yöntemin tespitinde eldeki verilerin duyarlılık, belirsizlik, değişimin biçimi gibi özellikleri ile uygulama nedenleri göz önünde alınmalıdır. Genellikle kolay yöntemler benimsenip kullanılsa da karmaşık hesaplara dayalı modellerin doğruluğu da gözetilmeli ve birbirleri arasında denge kurulmalıdır. Veriler düzenlendikten sonra seçilen modeller uygulanarak modele ait hatan belirlenir. (Karaibrahim, 2016, 37).

2.5.4. Tahmin Sonuçlarının Doğruluğunun Araştırılması

Yapılan uygulamaların sonucunda elde edilen tahmin verileri gerçek değerler arasındaki farkların tespit edilerek, sebeplerinin araştırılmasıdır. Buna göre en başarılı sonuç yani hatanın en az çıktığı metodun tespiti sağlanır. (Hanke ve Wichern, 2014, 5–6).

2.6. Talep Tahmin Yöntemleri

Talep tahmin yöntemlerinde araştırmayı geçerli kılan, uygulanacak yöntem değil elde edinilen bilgilerin doğru olmasıyla ilgilidir. Hesaplama yaparken hata yapılması, bilgiler doğru olsa dahi hatalı sonuca ulaşmamıza yol açacaktır.

İhtiyaç duyulacak yeterli veri elde edilemediği takdirde de, kişilerin görüş ve kişisel yargılarına dayalı tahmin yöntemleri ön plana çıkmaktadır. Eğer veriler yeterli ise sayısal yöntemlerden, geçmiş verilerden ve değişkenler arasındaki ilişkilerden faydalanılmaktadır. Kullanılacak tahmin modelinin doğruluğu, kullanılacak verilerin doğruluğuyla ilişkilidir. Kullanılacak veriler ne kadar doğru ise uygulayacağımız tahmin o kadar doğru sonuç verecektir.

2.6.1. Nitel (Kaliatif) Yöntemler

“Subjektif” ya da “ölçüt karar tabanlı” yöntemler olarak belirtilmektedir. Tahmin yapmak için öncelikle tecrübeden faydalanılır. (Viglioni, 2007, 25).

Veriler göz önünde bulundurularak sayısal yöntemler yerine hislerle ve kişisel yargısal tahminler kullanılmaktadır. Bu nedenle doğruluk oranı nicel yöntemlere göre daha düşüktür. Nitel yöntemlerin basit ve maliyetinin düşük olması avantaj sağlasa da en önemli dezavantajı tecrübe ve sezgiye dayalı olmasıdır.

2.6.1.1 Yöneticilerin Görüşlerinin Esas Alınması

Yönetim kurulu, mali işler ve üretim gibi mevkilerde görev alan yöneticilerin geçmiş deneyimleri ve geleceğe ilişkin tahminleri üst yönetim kurulunca göz önünde bulundurulmalıdır. Kısa süreli kararların alındığı durumlarda bu yöntem kullanılabilir.

2.6.1.2. Kilit Personelin Kararı

Genel olarak büyüme yatırımlarında aktif rol oynamaktadır. Özellikle satış ve pazarlama departmanlarındaki anahtar çalışanın tecrübelerine göre yapılan geleceğe yönelik tahmin, yöneticiler tarafından incelenmeli ve gerekli düzenlemeler yapılması ile nihai kararlar verilmelidir. Bu yöntemin en avantajlı yönü maliyetinin düşük ve kısa süreli tahmin yöntemlerinde etkin olmaktadır. Dezavantajı ise kişisel deneyim ve sezgilere dayalı olmasıdır.

2.6.1.3. Anketler

Anketler genellikle yeni üretilmesi planlanan bir ürünü veya var olan bir ürünün piyasa içindeki eksik ve istenmeyen yanlarının son kullanıcılar tarafından öğrenilmesi için yapılır. Bu anketler sonucunda ulaşılan verilerle istatistiksel yöntemler kullanılarak gelecek hakkında tahminler yapılmaktadır.

Bu tip yöntemlerde son kullanıcıların fikirlerine ve isteklerine eğilim söz konusudur. Bilimsel anlamda güçlü olmaması, objektif ve çok güvenilir bir yöntem olmaması bu yöntemin en belirgin dezavantajlarından.

2.6.1.4. Delphi Yöntemi

Kısa ve uzun vadeli durumların ortaya çıkmasına dayalı tahminlerde bulunmada kullanılmaktadır. Bağımsız gruplardan oluşan alanında uzman kişilerin konu ile ilgili belirlenmiş sorular için görüş ve düşüncelerinden yararlanılır. Birçok anketin sonucuna göre “feedback” yöntemi ile gruptakilerin görüş birliğine ulaşması

amaçlanır. Bu yöntemin amacı uzmanların bir araya gelmeden karar birliğine ulaşmalarını sağlamaktadır. (Olgun, 2009, 11).

Delphi metodunda iki hipotez vardır. Birincisi, bulundukları alanda deneyim ve bilgi bakımından çok iyi olan kişilerin en mantıklı, en doğru tahmini yaptıklarıdır. İkincisi ise birbirinden farklı insanların bilgi birikimleriyle doğru bir tahmine ulaşmasıdır. (Olgun, 2009, 12).

2.6.1.5. Senaryo Analizi

Senaryo analizi tahmin çalışmalarında “Herman Kahn” çalışmalarıyla 1967’den sonra rağbet görmeye başlamıştır. Kahn senaryoyu “dikkatleri kararlara odaklanmak amacıyla yaratılan varsayımlar ve nedensel süreçlere dayanan olaylar dizisi” olarak adlandırılmıştır. Senaryolar diğer tahmin yöntemlerinden farklılıkları bulunmaktadır. Bunlar alternatifli gelecekler yaratmak ve ekonometrik modellerin içine almadığı konuları ve sayısal perspektifleri de içine almaktadır. (Erkut ve Akgüç, 1997, 28).

Bu analiz uygulamalarından en yaygın olanı “sezgisel mantık” yaklaşımıdır. Esnek olması ve kendi içinde tutarlılık bulunduran senaryolar ortaya çıkarabilmesi avantajıdır. Kullanılan diğer bir yöntem ise “eğilim-etki” analizidir. Bu yöntem geleneksel tahmin yöntemleri ile nitel etkenler arasında bağlantı kurmaktadır. Üçüncü yaklaşım ise “çapraz-etki” analizidir. Senaryonun geliştirilmesinde göz önüne alınan olayların birbiriyle olan ilişkilerini ve bağımlılıklarını analize dahil eder. Süreçte, olayların gelecekte diğer olayları etkileme olasılıkları belirlenir. (Şahin, 2002, 36).

2.6.1.6. Uzman Panelleri

Bu metot, panel yoluyla belirli üyelerin çoğunluğunca onaylanan bir sonuca ulaşmayı amaçlamaktadır. Metodun Delphi metodundan farkı, panel üyelerinin bir araya gelerek fikirlerin yüz yüze olarak belirtme ve fikir alışverişinde bulunmalarına olanak sağlamasıdır.

Çalışmalarda olabildiğince fikir alışverişinde bulunulur. Çalışma süreci fikir birliğinin sağlanması ile sona ermektedir. Nitelikli tahmin çalışmalarında uzmanların belirli temada görüş bildirmeleri için panellerden faydalanılması sıklıkla kullanılan yöntemlerdendir. Yaygın danışma yönteminin kullanılmadığı panele dayalı tahmin

uygulamalarındaki sonuçların kabul görmesi için katılımcıların tarafsız olduğunun kanıtlanması gerekmektedir. (Tübitak, 2001,14-15).

2.6.1.7. Nominal Grup Yöntemi

Bu yöntemde konuda uzman olan 7-10 kişilik bir grup konu hakkında fikirlerini önce yazılı olacak şekilde verirler, sonrasında yazılı fikirleri üzerinden tartışma yapılmadan oylamaya gidilir. Kararlar hiçbir unsur etkisi altında kalmadan birbirinden bağımsız olarak verilir. (Özgür, 2007, 28-29).

Bu yöntemin Delphi tekniğinden farkı, katılımcılar (uzmanlar) bir araya gelerek yüze görüşme de bulunurlar. (Aktan, 2015, 14).

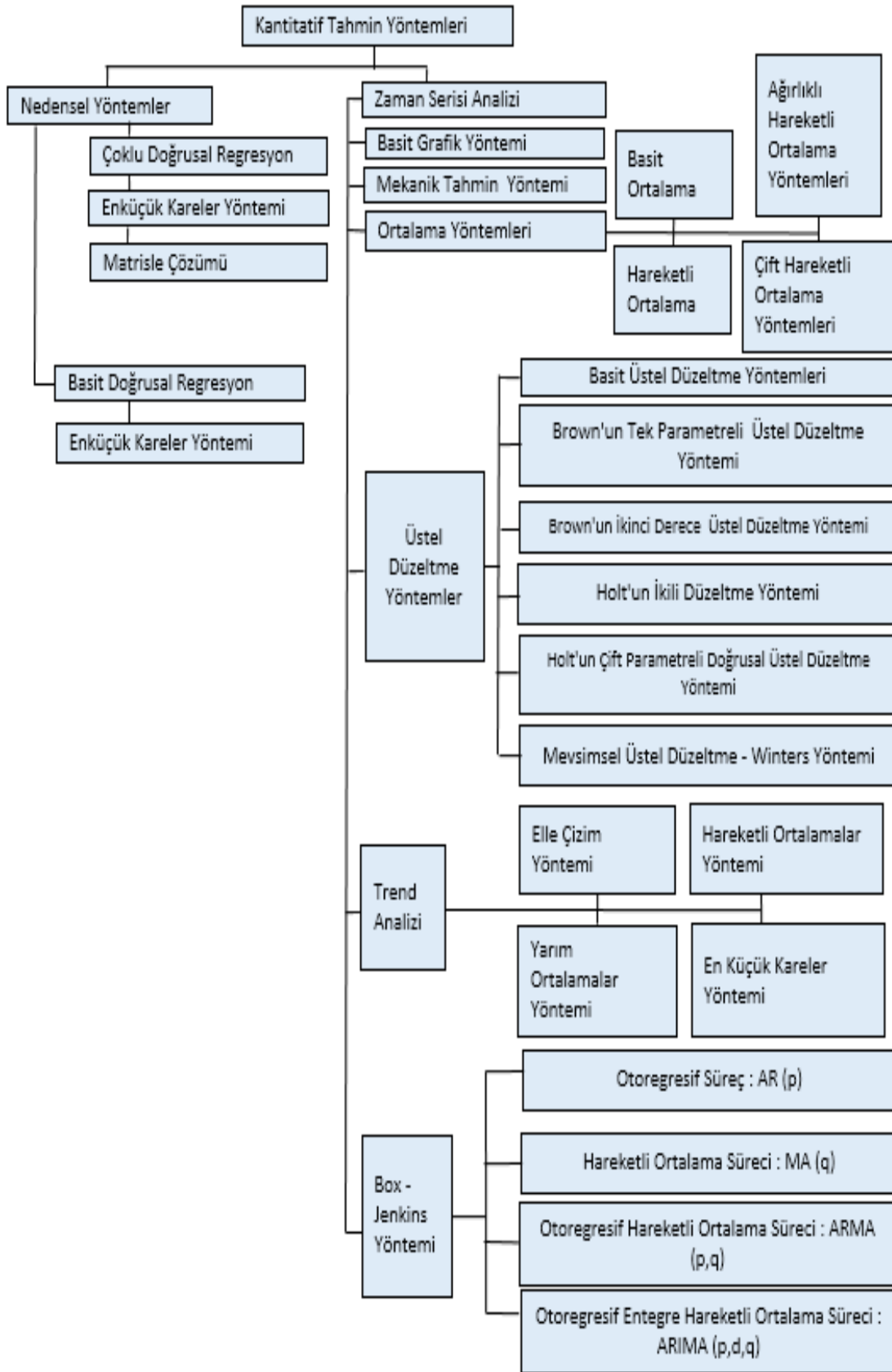
2.6.2. Nicel (Kantitatif) Yöntemler

Talebe etki eden nedenlerin artışı nitel (kalitatif) yöntemlerin kullanımını etkisizleştirmiş ve ihtiyaçların karşılanmasını sağlayacak objektif tahmin yöntemlerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur. Nicel (kantitatif) tahmin yöntemleri geçmişe yönelik elde edilen verilerden matematiksel yöntemlerle geleceğe yönelik veriler elde edilmesine sağlar. Geçmişte doğruluğu kanıtlanmış bilgilerin gelecekte devamlılık gösterebileceğinin tahmin edilmesine devamlılığın tahmini de denilebilmektedir (Viglioni, 2007, 3).

Öncelikle nicel yöntemler için gerekli koşulların sağlanıyor olması için, geri dönük dataların sağlanması, bu dataların rasyonel olarak tutarlı bir anlam ifade etmesi ve değişkenlerin geçmiş ve geleceğe yönelik göstermiş olduğu yapının sürekliliği olacağı düşüncesinin sağlanıyor olması gerekmektedir (Çekerol ve Ulukan, 2012, 19). Kantitatif tahmin yöntemleri genellikle ikiye ayrılmaktadır.

1. İlişkisel (Nedensel) Yöntemler
2. Zaman Serisi yöntemleri

Aşağıdaki tabloda nicel (kantitatif) yöntemler detaylı şekilde gösterilmiştir.



Şekil 1. Nicel Tahmin Yöntemleri (Çekerol – Ulukan 2012, 97)

2.6.2.1. İlişkisel (Nedensel) Yöntemler

İlişkiye dayalı tahmin yöntemlerinde, tahminde bulunulacak değişkenin birçok faktörden etkilendiği göz önüne alınarak, etkilenen bağlı değişkenlerin veya bağlı olabilecek diğer değişkenlerin belirlenmesini sağlamaya çalışmakta ve bunların matematiksel olarak formülize edilmesini amaçlamaktadır. İlişkisel yaklaşımlarda değişken değerinin gelecekteki değerinin ne olacağını tahmin etmekten çok, birden fazla değişkenin arasındaki ilişkinin açıklanmasını sağlamaya çalışmaktadır. İlişkisel yöntemin ana amacı; bağımlı değişken ile ilgisi olan nedenlerin veya değişkenlerin tespit edilmesi ve aralarındaki ilişkiye göre rasyonel anlamının belirlenmesidir. (Cuhadar, 2006, 68). İlişkiye dayalı tahmin yöntemlerinin temelinde regresyon analizi bulunmaktadır.

2.6.2.1.1. Tahmin Hatalarının Ölçülmesi

J.E Hanke ve D.Wichern aşağıda belirtilen denklemi ile tahmin yaparken meydana gelen hataların ölçülebileceğini belirtmiştir.

Y_t t zamanındaki zaman serisi değeri (gerçek değer)

$\hat{Y}_t$ t zamanındaki tahmini değer

$e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ tahmin hatası

Ortalama mutlak hata - OMH (Mean Absolute Error -MAE) tahmin hatalarında ne kadar olduğuna yönelik bize bilgi vermektedir.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t| \quad (2.19)$$

Ortalama mutlak sapma - OMS (Mean Absolute Deviation - MAD) tahmin hatalarında ne kadar olduğuna yönelik bize bilgi vermektedir. Bir veri kümesinin ortalama mutlak sapması, her veri noktası ile ortalama arasındaki mesafe olmakla birlikte bize veriler arasındaki değişkenlik hakkında bilgi vermektedir.

$$MAD = \frac{\sum |Y_t - \bar{Y}|}{n} \quad (2.20)$$

Ortalama hataların karesi - OHK (Mean Square Error - MSE) tahmin hatalarının karesinin alınması sayesinde, gözden kaçabilecek küçük hataların tespit edilmelerini ve olağandışı hataların belirginleşmesini sağlar.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 \quad (2.21)$$

Ortalama hataların karesinin karekökü – OHKK (Root Mean Squared Error - RMSE)’de tahmin hata değerlendirilmesini sağlar. Büyük hataların tespiti ve işaret farklılıkları nedeniyle toplamsal kayıpları da engellemiş olur.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2} \quad (2.22)$$

Genel olarak hatayı yüzde olarak göstermek daha doğru ve anlamlı olabilir. Özellikle, hatanın zaman serisi volümü ile ilgili analizlerinde tahminin doğruluk payının göz önüne alınması durumunda yüzdelik gösterim önem kazanmaktadır.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{|Y_t|} \quad (2.23)$$

Y_t değeri sıfır olduğunda Ortalama Mutlak Yüzde Hata - OMYH (Mean Absolute Percentage Error - MAPE) hesaplanamaz. Ortalama hataların yüzdesi - OHY (Mean Percentage Error-MPE) tahmin yönteminin doğruluğunun ölçülmesinde kullanılır. Tahmin-hata değer eğilimlerinin farklılık gösterdiği zamanlarda açıklayıcı olur. (Hanke ve Wichern, 2014, 35-38).

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)}{Y_t} \quad (2.24)$$

2.6.2.1.2. Regresyon Analizi

Belirli bir değişken (bağlı değişken) ile birden çok değişken (bağımsız veya açıklayıcı değişken) arasındaki ilişkinin fonksiyonel olarak yazılmasıdır. Bu fonksiyona regresyon denklemi denilmektedir. Bu denklem yardımıyla bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki bağıntıyı kuran değişkenlerin değer tahminleri yapılabilir. Bağımlı değişkeni etkileyen bağımsız değişkenlerin tahmini, bu değişken üzerinden

yapılacak değerlendirme ve planlamalarda hangi parametrenin değerinde artış ya da azalma oluşacağının anlaşılması sağlanacaktır. (Cuhadar, 2006, 69)

Regresyon analizi, kullanılan bağımsız parametre sayısına göre;

- Basit Regresyon Analizi (Tek Bağımsız Değişken),
- Çoklu Regresyon Analizi (Birden Çok Bağımsız Değişken),

Fonksiyonun Şekline Göre;

- Doğrusal Regresyon Analizi
- Doğrusal Olmayan (Eğrisel) Regresyon Analizi

Dataların Kayağına Göre;

- Anakütle Datalarla Regresyon Analizi
- Örnek Datalarla Regresyon Analizi

Olarak üç grup olarak belirtilebilir. (Orhunbilge, 2002, 5-12)

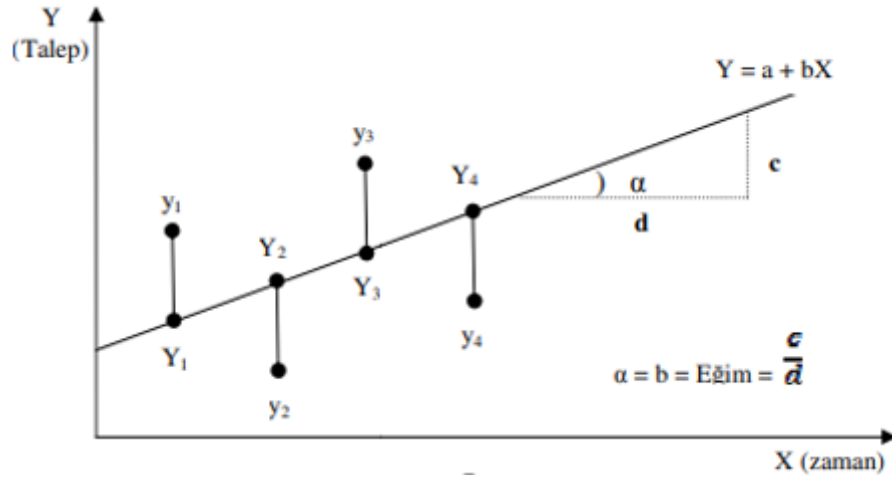
Anakütle için belirlenmiş basit doğrusal regresyon denklemi;

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon \quad (2.1)$$

Denklemden β_0 , $x = 0$ olduğunda regresyon doğrusunun vertikal eksenini kestiği nokta gösterilmektedir. β_1 doğrusal fonksiyonun eğimi, bağımsız değişken x ' in bir birimlik değişiminin bağımlı değişken Y ' de (Y cinsinden) ne kadar bir fark yarattığını gösteren regresyon katsayısıdır. ε ise, rastlantısal hatadır ve artık (residual) olarak nitelendirilmektedir. $\varepsilon = Y - \hat{Y}$ dir. $\hat{Y}$, tahmini bağımlı değişken değeri göstermektedir. Reel uygulamalarda β_0 ve β_1 değerleri bilinmiyorsa, ana kütlede örnek alınarak bunların tahminçileri olan b_0 ve b_1 kullanılıp (2.1) no'lu denklem,

$$y = b_0 + b_1 x + e \quad (2.2)$$

olarak yazılır.



Şekil 2. Regresyon Doğrusu (Karahana, 45)

Ana kütle ve örnek için çoklu doğrusal regresyon denklemleri,

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon \quad (2.3)$$

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + \dots + b_n x_n + e \quad (2.4)$$

olarak ifade edilmektedir. (Kalaycı, 2003).

Matematiksel yöntemlerle elde edilen tahminlerde, aralık tahmini ile gerçek değerlerinin genellemesi yapılmaktadır. Regresyon çözümlemesi örnek datalarla yapıldığında elde edilen b_0 ve b_1 değerlerinin, ana kütle değişkenleri olan β_0 ve β_1 'e ilişkin aralık testlerinden elde edilmelidir. b_0 için t örnekleme dağılımı yardımıyla β_0 için güven aralığı;

$$(P (b_0 - t_\alpha S_{b_0} \leq \beta_0 \leq b_0 + t_\alpha S_{b_0})) = 1 - \alpha \quad (2.5)$$

şeklinde belirtilir. S_{b_0} , b_0 'ın standart hatasıdır.

$$S_{b_0} = S_e \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{x^{-2}}{\sum (x_i - \bar{x})^2}} \quad (2.6)$$

α anlamlılık seviyesi n-2 serbestlik derecesinde t çizelgesinde bulunan değerdir. β_1 için güven aralığı şu şekilde gibi hesaplanır (Çekerol ve Ulukan, 2012, 53).

$$(P(b_1 - t_{\alpha} S_{b_1} \leq \beta_1 \leq b_1 + t_{\alpha} S_{b_1})) = 1 - \alpha \quad (2.7)$$

$$S_{b_1} = \frac{se}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2}} \quad (2.8)$$

2.6.2.1.3. En Küçük Kareler Yöntemi

Belirlenen verilerin ikili koordinat düzlemlerindeki noktaları tespit edilip bu noktalara en yakın ve doğru sonucun bulunması amaçlanmaktadır. Bu yaklaşım hata karelerinin alınması ile işaret sorununu ortadan kaldırmakla beraber, hataların daha fazla büyüüp göz önüne çıkarılmalarını sağlar. Bu yöntem matematiksel modellerle en iyi uyumu gösterecek değişken tahminlerini elde etmektedir.

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 x_i + e_i \quad i=1,2,3,\dots,n \text{ (Tahmin edilen regresyon doğrusu)} \quad (2.9)$$

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 x_i \text{ (Tahmin edilen en küçük kareler yöntemi (regresyon) doğrusu)} \quad (2.10)$$

Yöntemin amacı ikili koordinat düzleminde noktalara en yakından geçen doğruyu sağlayacak regresyon denklemini bularak, reel değerlerle tahmini değer arasındaki farkı belirterek sıfıra yakınsamasını sağlar. Aşağıda belirtilen formüllerin yerine yerleştirilmesiyle 2.16'daki tahmin değeri bulunur. (Çekerol ve Ulukan, 2012, 41-44).

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y})^2 \quad (2.11)$$

$$\sum Y_i = nb_0 + b_1 x_i \quad (2.12)$$

$$\sum x_i Y_i = b_0 \sum x_i + b_1 \sum x_i^2 \quad (2.13)$$

$$b_0 = \frac{\sum Y_i - b_1 \sum x_i}{n} \quad (2.14)$$

$$b_1 = \frac{n(\sum x_i Y_i) - (\sum x_i)(\sum Y_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2} \quad (2.15)$$

$$\hat{Y}_t = b_0 + b_1 x_i \quad (2.16)$$

En küçük kareler yöntemiyle ara kütle değişkenlerinin hata kareleri toplamını minimuma düşürecek b_0 ve b_1 değerleri bulunduğundan sonra bu süreçte e değişkeninin hatası aşağıda belirtilmiştir. (Çekerol ve Ulukan, 2012, 51-52).

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (e - \bar{e})^2}{n-2}} \quad (2.17)$$

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-2}} \quad (2.18)$$

2.6.2.2. Zaman Serisi Yöntemleri

Zaman serisi yöntemi, geçmişteki yaşanan olayla ilgili belirli dataları göz önünde bulundurularak geleceğe yönelik tahminlerin gerçekleştirilmesi ilkesine dayanmaktadır. Yöntemin amacı, geçmişte gözlemlenen verileri kullanarak matematiksel modeller oluşturmak ve bu modeller aracılığıyla gelecekte neler olacağını tahminde bulunmaktır. Bir diğer deyişle birden fazla faktörün zaman serilerini nasıl etkilediği araştırılıp gelecekte alacağı parametreler tespit edilmeye çalışılmaktadır. Bu yöntemlerde gelecekle ilgili araştırmaların yanı sıra geçmişe yönelik araştırmaların yapılmış olması, geri dönük iyi ya da kötü gelişmelerin bulunması, olumsuzlukların ve hataların tekrarlanmaması için gerekli önlemlerin alınmasına imkan sağlamaktadır. Bu özelliklerden ötürü genellikle kısa ve orta dönem tahminlerinde ihtiyaç duyulan her alanda aktif olarak kullanılmaktadır (Cuhadar, 2006, 72).

Zaman serilerinde gözlenen değerlerin zamanla değişiklik gösterdiği görülebilmektedir. Sosyal, ekonomik, psikolojik gibi birçok nedenden kaynaklanan sebeplerin zaman serisi değeri üzerindeki etkisinin farklılığından dolayı ileri gelen bu değişiklikler zaman serilerindeki “data kalıplarını” oluşturur ve Trend (T), Mevsimsel Değişmeler (M), Konjoktürel Değişmeler (K) ve Rassal (Düzensiz Değişmeler) (R) olarak gruplandırılır. (Özmen, 2003, 297). Zaman serisi gözlem değerinin uzun zaman diliminde artış veya azalış gerçekleştirdiği eğilime “trend” denir. Mevsimsel değişimler, mevsimlerin, yıl içindeki 3 aylık sürelerin, ve ayların aynı zamanlarına ait parametrelerindeki artma veya azalma şeklinde meydana gelen nizami değişiklikleri açıklar. Bu değişiklikleri oluşturan sebepler ise hava şartları, alışkanlıklar, sosyal

yaşantılar şeklinde gösterilebilir. Yapısal değişiklikler, mevsimsel dalgalanmalara göre daha uzun süreli zaman diliminde belirginleşen dalgalanmalardır (Çakıcı, Oğuzhan, ve Özdil, 2000,390). Rassal (düzensiz) değişimler, beklenilmedik gelişen olaylar zaman serileri üzerindeki etkisiyle oluşan değişimlerdir. Depremler, darbeler, savaşlar, mevsim normalleri dışındaki hava değişiklikleri bunlara örnek olarak gösterilebilir. (Özmen A. 2003, 297). Seriyi değiştirme eğilimi gösteren trendin (T) mevsimsel değişimlerin (M) yapısal dalgalanışların (K) ve rassal hareketlerin (R) serisinin reel değerleri (Yt) üzerindeki etkileri çarpımsal ya da toplamsal örnek olarak belirtilmektedir.

$$Y_t = T * M * K * R \quad \text{Çarpımsal Model} \quad (2.25)$$

$$Y_t = T + M + K + R \quad \text{Toplamsal Model} \quad (2.26)$$

Toplamsal örnek ile diğer dört faktörün birbiriyle ilişkisi olmadığı, çarpımsal örnek ile diğer dört faktörün değişik sebeplerden meydana geldiği, fakat birbiriyle ilintili olduğu düşünülür. Modellerde trendin etkisi mutlak, yapısal yani konjüktürel, rastlantısal ve mevsimsel değişiklikler yüzde şeklinde açıklanmalıdır (Cuhadar, 2006, 74).

2.6.2.2.1. Basit Grafik Yöntemi

Zaman serisinin ikiye bölündüğü bu yöntemde seri çift sayıdan oluşmuşsa eşit, tek sayıdan oluşmuşsa ortada yer alan dönemin sağ ve solunda yer alacak şekilde eşit iki parçaya bölünmüştür. Bölünen her iki kısmın aritmetik ortalaması alınır ve ortalama olarak alınan değer bir düzlem üzerinde işaretlendikten sonra bir doğru yardımıyla birleştirilerek, bir grafiğe ulaşılır. Bu yöntem trendin doğrusal olacak şekilde devam edeceği yönündedir ancak trend her zaman doğrusal değildir. Serinin her iki yanında da yapısal dalgalanların olduğu varsayılmaktadır. (Karaibrahim, 2016, 50).

2.6.2.2.2. Mekanik Tahmin Yöntemi

Bu model tahmin yöntemleri arasında en basit ve uygulanması en kolay yöntemlerdendir. Tahmin yönteminin haricinde tahminin doğruluğunun belirlenmesinde de kullanılmaktadır. Bir sonraki dönemin tahmin değeri zaman serisi parametresinin aldığı son değer kullanılarak elde edilir. Tahmin aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$y_{t+1} = y_t \quad (2.28)$$

Zaman serisinin t dönemindeki değeri, y_{t+1} ise $(t+1)$ değeri tahmin değeridir. Tahminde bulunulacak olan serinin trendi bekleniyorsa, tahmin trende yönünde gerçekleştirilir.

$$y_{t+1} = y_t + (y_t - y_{t-1}) \quad (2.29)$$

Burada;

y_{t+1} = (t+1) dönemindeki tahmin değeri,

y_t = t dönemindeki değer,

$y_t - y_{t-1}$ = t dönemi ile bir önceki dönemin değerleri arasındaki farktır.

Zaman serisi mevsimsellik gösteriyorsa, buna uygun formül aşağıdaki gibidir;

$$y_{t-1} = y_{t-3} \quad (2.30)$$

Trend ve mevsimsel yapıların her ikisini de gösteren zaman serilerinde iki yaklaşım kombine edilerek aşağıdaki model kullanılabilir (Hanse, 1992, 192).

$$y_{t-1} = y_{t-3} + \frac{(y_t - y_{t-1}) + \dots + (y_{t-3} - y_{t-4})}{4} \quad (2.31)$$

2.6.2.2.3. Hareketli Ortalama Yöntemi

Bir zaman serisi rastgele durumlar içeriyorsa, aynı oranda ortalama sapmalar gözlenmektedir. Bu rastgelelik halini elimine etmek amacıyla hareketli ortalamalar yöntemi, geriye dönük dataların ortalamalarını alarak, çıkan bu sonucu gelecekteki dönemlerin tahmininde uygulamaktadır. Yönteme dahil edilecek gözlem adeti, öngöründe bulunacak kişi tarafından belirlenmektedir. Bu yöntemin Hareketli Ortalamalar Yöntemi olarak adlandırılmasının sebebi ise, seriye dahil olan her yeni değer sebebi ile yeni bir ortalama sonucu elde edilmesi ve bu değer tahmin değeri olarak kullanılmasıdır.

Bu yöntem genel veri düzenindeki dalgalanmaları düzeltmekle birlikte genel veri düzenini de oluşturmaktadır. Yöntemin uygulanabilir olması için;

- Dalga şiddetleri ve uzunlukları eşit olmalı,
- Trendin eğilimi doğrusal olmalıdır.

Hareketli ortalama hesabının grup sayısının tespitinde aşağıdaki formül kullanılmaktadır;

$$\text{Grup Sayısı (K H O)} = \frac{\sum \text{Dalga Uzunlukları}}{\text{Dalga Sayısı}}$$

Bu yöntem basit, çift ve ağırlıklı hareketli ortalama yöntemi olarak üç gruba ayrılmaktadır.

2.6.2.2.3.1. Basit Hareketli Ortalama Yöntemi

Yöntemde son n dönemin ortalaması tahmin değeri olarak alınır. Formülü aşağıdaki gibidir.

$$M_{t+1} = \frac{y_t + y_{t-1} + \dots + y_{t-m+1}}{n} \quad (2.32)$$

Şeklindedir. Bu formülde;

M_{t+1} = t+1 dönemindeki tahmin değeri,

y_t = t dönemindeki gözlem değeri,

n = hareketli ortalamaya dahil edilen gözlem sayısı

Uygulamada hatayı minimuma indirmek için deneme yanılma yöntemi kullanılarak sonuca ulaşılmaktadır. Son bulunan değerden sonra ilk bulunan değer hesaplamadan çıkarılır ve yeni m döneminin ortalaması alınır. Ortalamada çıkan bu değer bir sonraki dönemin tahminidir. (Armutlulu, 2000, 340).

2.6.2.2.3.2. Ağırlıklı Hareketli Ortalama

Hareketli Ortalama Yönteminde bazı sakıncalı durumlar meydana gelmektedir. Bu durumu Ağırlıklı Ortalama Yöntemini kullanarak ortadan kaldırılabilir. Bu yöntemde Basit Ağırlıklı Ortalama Yönteminden farkı her döneme başka ağırlık verilmesidir. Bu yöntem aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır;

$$M_{t+1}^w = \frac{w_m y_t + w_{m-1} y_{t-1} + \dots + w_1 y_{t-m+1}}{w_m + w_{m-1} + \dots + w_1} \quad (2.33)$$

2.6.2.2.3.3. Çift Hareketli Ortalama

Veriler birinci veya ikinci dereceden polinom şeklinde bir trend gösterdiğinde basit ve ağırlıklı ortalama yöntemleri bu verileri incelemek için uygun olmayabilir. Trend gösteren hareketli ortalamalarda tahmini veriler oluşan değerleri takip eder. Trend içinde olan serilere uygulanan tahmin yöntemlerinden biri çift hareketli ortalama yöntemidir. Adından da anlaşıldığı gibi yöntem bir serinin hareketli ortalamasını alarak, ikinci serinin elde edilmesiyle ulaşılmaktadır. (Hanke, ve Reitsch, 1992, 137)

Çift hareketli ortalamanın değeri M_t^d ile gösterilip, n dönemin basit hareketli ortalamasından çift hareketli ortalamasına,

$$M_t^d = \frac{M_t + M_{t-1} + \dots + M_{t-n+1}}{n} \quad (2.34)$$

yolu ile hesaplanır. Bu formül ile geleceğe ait tahminler aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmaktadır.

$$a_t = 2M_t - M_t^d \quad (2.35)$$

$$b_t = \frac{2}{(n-1)}(M_t - M_t^d) \quad (2.36)$$

$$M_{t+p}^d = a_t + b_{tp} \quad (2.37)$$

a_t = trend sabiti

b_t = trend eğilimi

n = hareketli ortalamadaki dönem sayısı

p = tahmini yapılacak dönem sayısı (Hanke, ve Reitsch, 1992, 138)

2.6.2.3. Üstel Düzeltme Yöntemi

Bu yöntem Hareketli Ortalama Yöntemi (H.O.Y) ve Basit Hareketli Ortalama Yönteminde (B.H.O.Y) oluşabilen sakıncalı durumları ortadan kaldırmak için önerilen

bir yöntemdir. H.O.Y' de sakıncalı olarak görülen durum, kaç periyodun hesaplamaya dahil edileceğini deneme-yanılma ile belirlenebilir olmasıdır. B.H.O.Y' de ise son döneme ait değerlerin eşit ağırlıkta olmasıdır. (Armutlulu, 2000, 343). Üstel Düzeltme Yöntemi, önceki dönemdeki verilere eşit ağırlık veren B.H.O' ya oldukça benzemektedir. Aralarındaki en önemli fark önceki dönem verilere Üstel Düzeltme Yönteminde farklı değer verilmesidir. Bu da üstel terimi verilen ağırlıkların yakın geçmişte gerçekleşen tahminlere yüksek veriler, eskidikçe azalan ağırlıklar verildiği anlamına gelmektedir. Yani yakın geçmişte bulunan verilerin etkisi, eski geçmişte bulunan verilerin etkisinden daha fazla olacaktır. Üstel Düzeltme Yönteminin düşük maliyetli ve kolay uygulanabilir uygulama bakımından tercih nedenlerindendir. Uygulama açısından bakıldığında, gelecek döneme dair oluşabilecek verilerin modele dahil edilebilmesi ve gelecek tahminlere dahil edilebilmesi bu yöntemin tercih sebeplerindendir.

2.6.2.3.1. Basit Tekli Üstel Düzeltme Yöntemi

Brown tarafından tanımlanan bu yöntemin formülü $y_1, y_2 \dots y_n$ belirgin bir trendi ve mevsimsel olmayan düzeltme yöntemiyle tahmin etmeyi amaçlar. Formülü;

$$y'_t = \alpha y_{t-1} + (1 - \alpha)y'_{t-1} \quad (2.38)$$

Bu denklemde;

y'_t = t döneminin tahmini değeri

y_{t-1} = t-1 gözlem değeri

y'_{t-1} = t-1 döneminin tahmini değeri

α = Düzeltme sabiti

t dönemi tahmini α oranında bir önceki dönemin değeri ile $(1 - \alpha)$ oranında bir önceki dönem tahmin değerinden oluşmaktadır. α sadece $0 < \alpha < 1$ arasındadır ve bu değer hataların kareleri toplamını minimum yapacak olan değer seçilir. Tahminlerde α düzeltme sabit değeri olarak 0,01 ile 0,03 arasında yer alan değerlerin genellikle hatayı minimuma indirdiği tespit edilmiştir (Orhunbilge, 2002, 96).

2.6.2.3.2. Brown'un Tek Parametrelili Doğrusal Üstel Düzeltme Yöntemi

Yöntemin geliştirilme amacı çift hareketli ortalama yöntemindeki gibi trendin olması içindir. Serilerde trend eğilimi olması halinde basit üstel düzeltme yöntemi ile yapılan tahminler oluşan değeri gecikmiş olarak arkadan devam eder. Seride artma ya da azalma trendi görüldüğü durumlarda Brown'un yöntemiyle daha doğru bir sonuç elde edilir. Modelin başlangıç denklemi;

$$y_t^1 = \alpha y_{t-1} + (1 - \alpha)y_{t-1}^1 \quad (2.39)$$

$$y_t^2 = \alpha y_{t-1}^2 + (1 - \alpha)y_{t-1}^2 \quad (2.40)$$

Bu denklemlerde;

y_t^1 : tekli üstel düzeltme ile elde edilen değer,

y_t^2 : ikili üstel düzeltilmiş değer

Çift hareketli ortalamadakine benzer a_t ve b_t alttaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$a_t = y_t^1 + (y_t^1 - y_t^2) = 2y_t^1 - y_t^2 \quad (2.41)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (y_t^1 - y_t^2) \quad (2.42)$$

Bu istatistikleri kullanarak m süre sonrası tahmini kestirmek için uygulanan formül

$$\hat{y}_{t+m} = a_t + b_t m \quad (2.43)$$

şeklinde gösterilir (Orhunbilge N. 2002, 104).

a_t = trend sabiti

b_t = trend eğimi

m = tahminde bulunulacak ileriki dönem numarası

2.6.2.3.3. Brown'un İkinci Derece Üstel Düzeltme Yöntemi

Eğrisel hareketler gösteren (iki, üç ve daha üst dereceden) zaman serilerinde bu yöntem önerilmektedir. Doğrusal düzeltmeden eğrisel düzeltmeye geçerken üçüncü

düzeltilme ve formüle ek bir parametre dahil olmaktadır. (Çekerol ve Ulukan, 2012, 58). Daha üst dereceden düzeltmeler, benzer olarak ek parametreler dahil edilerek yapılmaktadır. İkinci derece düzeltme denklemleri;

$$y_t^1 = \alpha y_t + (1 - \alpha)y_{t-1}^1 \quad (2.44)$$

$$y_t^2 = \alpha y_t^1 + (1 - \alpha)y_{t-1}^2 \quad (2.45)$$

$$y_t^3 = \alpha y_t^2 + (1 - \alpha)y_{t-1}^3 \quad (2.46)$$

$$a_t = 3y_t^1 - 3y_t^2 - 3y_t^3 \quad (2.47)$$

$$b_t \frac{\alpha}{2(1-\alpha)} [(6 - 5\alpha)y_t^1 - (10 - 8\alpha)y_t^2 + (4 - 3\alpha)y_t^3] \quad (2.48)$$

$$c_t = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2} (y_t^1 - 2y_t^2 + y_t^3) \quad (2.49)$$

Tahmin formülü ise;

$$\hat{y}_{t+m} = a_t + b_t m + \frac{1}{2} c_t m^2 \quad (2.50)$$

gibidir. α 'nın diğer üstel düzeltme yöntemlerinde olduğu gibi seçilmektedir (Orhunbilge, 2002, 110).

2.6.2.3.4. Holt'un İkili Düzeltme Yöntemi

Yöntemi Brown'un ikinci dereceden üstel düzeltme yönteminden ayıran temel özellikler, nokta düzeltme katsayılarının kullanımına izin vermesi ve mevsimselliğin beklenmediği durumlarda tahminin yapılmasıdır.

$$y_t^1 = \alpha y_t + (1 - \alpha)y_{t-1}^1 \quad (2.51)$$

$$y_t^2 = \alpha^1 y_t^1 + (1 - \alpha^1)y_{t-1}^2 \quad (2.52)$$

Düzeltilme sabiti α ve α^1 dir. $0 < \alpha < 1$ ve $0 < \alpha^1 < 1$ ' e en uygun değerler tahmin hata değerleri kareleri toplamını en aza indirgeyen değerlerdir. Bu değerler, basit üstel düzeltme yönteminde olduğu gibi denenerek bulunur.

2.6.2.3.5. Çift Parametrelî Üstel Düzeltme Yöntemi

Zaman serilerinde doğrusal trend bulunuyorsa Brown'un düzeltme yöntemi dışında önerilenlerden diğeri yöntem Holt'un çift parametrelî üstel düzeltme yöntemidir. Yöntemde ikinci kez düzeltme formülü kullanılmamakta ve trend değerlerine hiçbir işlem uygulanmadan düzeltilmektedir. Bu durum uygulama açısından büyük bir esneklik kazandırmakta ayrıca gözlem değerlerine uygulanan parametreden farklı bir parametreyle trendin değerlerini düzeltmektedir.

Bu yöntemde tahminler iki düzeltme sabiti ile üç denklem aracılığı ile yapılmaktadır. (Hanke, ve Reitsch, 1992, 151).

$$y_t^1 = \alpha y_t + (1 - \alpha)(y_{t-1}^1 + b_{t-1}) \quad (2.53)$$

$$b_t = \beta(y_t^1 - y_{t-1}^1) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2.54)$$

$$\hat{y}_{t+m} = y_t^1 + b_t m \quad (2.55)$$

Bu yöntemde;

1. Denklemden y_t^1 değeri, y_t 'ye bir önceki dönem trendi olan b_{t-1} ile bir önceki dönemin düzeltilmiş değeri ilave edilmesi ile bulunmaktadır.
2. Denklemden son iki dönem düzeltme değerlerinin birbirine olan farkı trendi güncel tutmaktadır.
3. Denklemden ise $\hat{y}_{t+m}$ tahmini, bir önceki dönem düzeltilmiş değerine y_t^1 'm kadar t dönemi trendinin b_t ile toplanmasıyla bulunmaktadır.

α ve β ise düzeltme sabitleridir. Diğer yöntemlerdeki düzeltme sabitleriyle aynı değerleri almaktadır. Bu değerler $0 < \alpha, \beta < 1$ 'dir. En başarılı tahmin sonucunu veren α ve β değerleri, tahmin hata kareleri toplamını minimum yapan değerlerdir. En uygun sonuca ulaşabilmek için yine diğer düzeltme sabitlerinde olduğu gibi deneme yanılma ile bulunmaktadır (Orhunbilge, 2002, 107).

2.6.2.3.6. Mevsimsel Üstel Düzeltme – Winters Yöntemi

1960’larda Winters’ın bulduğu bu yöntem diğer doğrusal üstel düzeltme yöntemleriyle benzeri sonuçlar ortaya koymaktadır. Yöntemi avantajlı kılan mevsimsel dalgalanmaya sahip verilerle birlikte uygulanabilmesidir. Winters mevsimsel ve doğrusal üstel düzeltme yöntemi, trend, tesadüfi dalgalanma ve mevsimselliğe bağlı parametrelerin eşitliğe dayanmaktadır. Bu durum Holt’un iki parametrelili doğrusal düzeltme yöntemine benzemektedir ancak mevsimsellik ile ilgili üç düzeltme sabiti harici bir denklemden faydalanmaktadır. (Cuhadar, 2006, 83).

Bu yöntemin denklemleri aşağıdaki gibidir.

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.56)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2.57)$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (2.58)$$

$$F_{t+m} = (L_t + b_t m)S_{t-s+m} \quad (2.59)$$

Burada;

S = Bir yıl içindeki mevsim sayısını,

L_t = Serisinin t dönemindeki genel seviyesini,

b_t = Trend bileşenini,

S_t = Mevsimsel bileşeni,

F_{t+m} = m ileri dönem için ön görüsel değeri ifade etmektedir.

Bu yöntemdeki düzeltme sabitleri α (model düzeltme), β (trend düzeltme) ve γ (mevsim düzeltme) sabitidir. Bunları açacak olursak α , modelin düzeltme sabiti, β , trend düzeltme sabiti ve γ mevsim Düzeltme sabitidir. Bu değerler tahmin hatasını minimum yapacak şekilde belirlenmektedir. (Makridakis ve Wheelwright, 1989, 67).

2.6.2.4. Trend Analizi

Zamanının stabil olmayan dönemsel ve mevsimlik etkisinden bağımsız olarak gelecekteki herhangi bir süre içindeki değer tahminini amaçlayan uzun bir süre yani birden fazla dönemin etkisi altındaki verilere göre trend şeklinin belirlenmesidir.

Trend analizinin dezavantajı, verilerden tek bir sonuç elde edilmesi ve nedensellik hakkında bilgi vermemesidir.

Bu tez çalışmasındaki trend analizi daha önce benzer şekilde literatürde yapılan dört farklı yöntem kullanılarak yapılmıştır (İlhan, 2015, 63).

2.6.2.4.1. Elle Çizim Yöntemi

Dönemsel ve mevsimsel dalgalanmaları yok etmek için kullanılmaktadır. Yöntemde dik bir koordinat sisteminde seri ikiye bölünür ve yatay eksene zaman, düşey eksene ortalamalar işaretlenir. Bu iki bölümdeki ortalamalar arasında geçecek doğru trendi belirlemeyi sağlamaktadır. Yöntemin dezavantajı; yöntem doğrusal trend ile hesaplanırsa bile trend her zaman doğru olmayabilir.

2.6.2.4.2. Yarım Ortalamalar Yöntemi

Çift haneli zaman serisinde ortada kalan, tek hanelide ortadaki dikkate alınmadan ayrılan kısımların aritmetik ortalamasından geçen doğrular çizilir.

2.6.2.4.3. Hareketli Ortalamalar Yöntemi

Ansızın düşme ve yükselme gösteren seride bir önceki ve bir sonraki değerler dikkate alınarak yapılan ortalamayla değerlendirilerek veri düzleştirilir. Yöntemin amacı konjektürel ve mevsimsel etkileri ortadan kaldırmaktadır. Sonuçlar uzun ve şiddetli dalgalanmaların etkisi altında olduğu için uygun şartlar sağlanmazsa hatalı sonuçlar elde edilir.

2.6.2.4.4. En Küçük Kareler Yöntemi

Regresyondaki hatayı minimum yapmayı amaçlamakta olan bu yöntemde zaman serisindeki her değer dahil edilip incelenmesi gerekmeden trend hesaplanmaktadır. Serpilme diyagramındaki noktalardan kareler toplamındaki hata minimum olacak şekilde doğru çizilerek analiz yapılır. Seride tespit edilen gerçek Y_i değeri ile doğrunun üzerine denk gelen tahmini $\hat{Y}_i$ değeri arasındaki farkın kareleri toplamı minimumdur.

Hata kareleri toplamı = $\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$ şekilde tanımlanır.

X zamanı temsil eden bağımsız değişkendir.

$\hat{Y}_i = ax + b$ a eğimi, b ise doğrunun x=0 olduğunda başlangıç değerini sabit değeri göstermektedir. (Çekerol ve Ulukan, 2012, 41-44)

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \min \quad (2.60)$$

$$\sum Y_i = nb_0 + b_1 X_i \quad (2.61)$$

$$\sum X_i Y_i = b_0 \sum X_i + b_1 \sum X_i^2 \quad (2.62)$$

$$b_0 = \frac{\sum Y_i - b_1 \sum X_i}{n} \quad b_1 = \frac{n(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2} \quad (2.63)$$

(Çekerol ve Ulukan, 2012, 51-52)

2.6.2.5. Box-Jenkins Yöntemi

Arıma modeli George Box ve Gwimly Jenkins tarafından 1970'lerde ortaya atılmış gelecek tahmin yöntemidir. Bu yöntem kısa dönem tahminlerde başarı gösteren tek değişkenli bir modeldir. Yöntem, AR (Auto Regressive) Otoresif Süreç, MA (Moving Avarage) Hareketli Ortalama, süreçlerinin olumsuzluklarını ortadan kaldırmak ayrıca diğer tekniklere göre olabilecek en az sayıda parametre bulunduran modellere erişmek için geliştirilmiştir. Bu yöntemden önce kullanılmakta olan Hareketli Ortalama ve Üstel Düzeltme teknikleri, bilgisayar ortamında kullanılan programa müdahale edilmeden otomatik olarak tahmin değerlerine ulaşılır. Bu yöntem tam olarak otomatik olmasa da diğer yöntemlere göre anlaması oldukça güçtür. Box-Jenkins yöntemi araştırılan serilerin içerisindeki durağanlığı, mevsimsellik etki bulundurup bulundurmadığına göre farklı biçimlerde tahmin modelleri geliştirmeye elverişlidir.

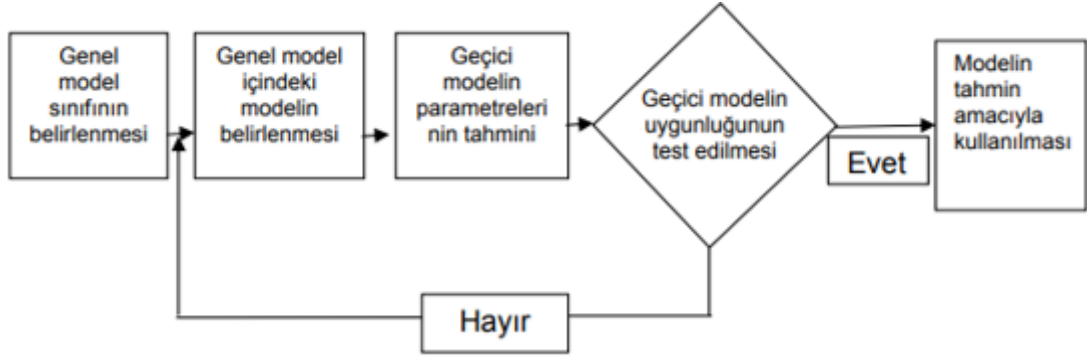
Box-Jenkins tahmin tekniği, incelenen verilerin özellikleri kısa dönem tahminlerde güvenilir sonuçlar vermesi itibari ile günümüzde en çok tercih edilen yöntemdir. Box-Jenkins modellerinde üstel düzeltme tekniklerinde olduğu gibi hızlı bir şekilde tahminler elde edilememesi, tekniği kullanarak tahmin yapan uygulayıcının deneyim

şartının olması, iki uygulayıcının aynı zaman serileri ile farklı sonuçlar alabilmesi ve bunu önleyecek bir sisteminin olmaması, uygulayıcıdan bağımsız geniş bir örneklem gerektirmesi gibi sağlıklı sonuçlar elde edilmesi ile sonuçlanabilecek dezavantajları vardır. (Çağlar, 2007, 47).

Box-Jenkins'e göre zaman serileri durağanlık göstere veya dönüşümle durağanlaştırılabilen değişken bir süreç olarak görülebilir. Box-Jenkins modelleri ise zaman serileri için doğrusal filtreleme teknikleri olarak da adlandırılır. Lineer filtrenin bir çeşidi olan otoregresif AR modelleri Yule (1927) tarafından tasarlanmıştır. Shutsky ilk olarak 1937'de başka bir filtre türü olan Hareketli Ortalama MA modelini tanıtmıştır.

Otoregresif (AR) ve hareketli ortalamanın (MA) bir kombinasyonu olan ARMA (Otoregresif Hareketli Ortalama) modeli ilk olarak Wold (1954) tarafından geliştirilmiştir. G.E. zaman serisi için genel örnek strateji Box ve G.M. Jenkins tarafından geliştirildi. Bu nedenle ARMA ve ARIMA (Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama) Box-Jenkins modelleri olarak bilinir. (Çağl, 1997, 17)

Box-Jenkins modellerinin amacı, en az 75 ardışık gözlem için seriye en iyi uyum gösteren ve az sayıda değişken içeren doğrusal stokastik süreç modelini sağlamaktır. Box-Jenkins' in tahmine dayalı modeli beş aşamadan oluşur. İlk aşamada genel model sınıfı belirlenir, ardından sınıfı içindeki zaman serilerine uyan zaman modeli belirlenir. Mevcut zaman serilerinin otokovaryans ve otokorelasyonları, genel modeli ve zaman modeli sınıfını belirlemek için kullanılır. Belirlenen zaman modeli parametreleri tahmin edilir ve mevcut verilerden parametreleri tahmin edilen zaman modelinin uygunluğu test edilir. Verilen modelin mevcut veriler için uygun olduğuna karar verildikten sonra model tahmini için kullanılabilir. Mevcut verilere göre seçilen modelin uygun görülmemesi durumunda yukarıdaki işlemler başka bir model için tekrarlanır.



Şekil 3. Box-Jenkins Yaklaşımın Şematik Gösterimi (Çağlar 2007, 52)

Olasılığın olduğu olayın zamanlamasının rastgele olduğu gibi durumlar stokastik süreci belirtmektedir. Doğrusal durağan stokastik süreçler istatistiksel bir dengeyi temsil eder. Belirtilen boyutta Box-Jenkins yöntemi durağan ve durağan olmayan stokastik modeller çerçevesinde incelenir. (Çekerol ve Ulukan, 2012, 146)

2.6.2.5.1. Doğrusal Durağan Stokastik Modeller

Durağan olmayan zaman serileri için regresyon sonuçları anlamsız olduğu için zaman serilerinin durağan olması önemlidir. Durağan stokastik süreç öğelerinin ortalaması, varyansı ve kovaryansı sabittirler. Buna sebep olan durum ise sabitlerin zamanla değişiklik göstermemeleridir. (Akdağ 2015, 23). Ancak zaman serisi bir trend içeriyorsa ilgili seri durağan değildir. Bu tür zaman serilerinin kullanıldığı regresyon ve tahmin denklemlerinde sahte regresyon benzeri durumlar ortaya çıkmaktadır. Zaman serisi durağan değilse stokastik veya deterministik bir trend içerir.

Bu modelde gözlem değeri sabit bir ortalama etrafında hareket eder. Zaman serisi modellerine esneklik kazandırmak için en az sayıda parametre kullanma ilkesini gerçekleştirmek için bazı durumlarda modele otoregresif ve hareketli ortalama parametreleri dahil etmenin avantajı vardır ve bu fikirden ARMA modeli doğmuştur. (Çekerol ve Ulukan, 2012, 146)

2.6.2.5.2. Durağan Olmayan Doğrusal Stokastik Modeller

Durağan olmayan ve bir veya iki farklı zaman alınarak durağan hale gelen serilere uygulanan modellere durağan olmayan doğrusal stokastik modeller veya basitçe entegre edilmiş modeller denir.

Yöntem, mümkün olduğunca az parametre ile uygun modeller elde etmeyi amaçlar. Modeller dört gruba ayrılmıştır. (Çekerol ve Ulukan, 2012, 146)

1. Otoregresif Süreç; AR (p)
2. Hareketli Ortalama Süreci; MA (q)
3. Otoregresif Hareketli Ortalama Süreci; ARMA (p,q)
4. Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama Süreci; ARIMA (p,q,d)

2.6.2.5.2.1 Otoregresif Süreç: AR (p)

Bu modeller, bir zaman serisinde herhangi bir periyotta yer alan gözlemleri, aynı seride belirli sayıda periyoda (geçmiş periyod) ve terime dayalı olarak tanımlayan modellerdir. Yani AR modelleri, zaman serisinin herhangi bir periyodundaki gözlem değerini, önceki periyot gözlem değeri ile aynı serideki hata teriminin lineer kombinasyonu olarak açıklayan modellerdir.

AR modelleri, içeriğindeki geçmiş gözlem sayısına göre; gözlem sayısı bir ise ‘‘birinci sıra’’, iki ise ‘‘ikinci sıra’’ ve genel olarak p önceki gözlem içeriyorsa model olarak adlandırılır. Sipariş AR modeli AR(p) uygulamada AR(1) ve AR(2) olarak kısaltılan birinci ve ikinci dereceden AR modelleri kullanılmaktadır. (Çağıl, 2017, 123).

AR(p) modelde zaman seri parametresinin içinde bulunulan dönemdeki (cari) değeri, serinin p dönem geçmiş değerlerinin ağırlıklı toplamı ile artı rassal hata terimiyle ilişkili olarak ifade edilmektedir. Genel olarak;

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.64)$$

ya da

$$y_t - \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} = \varepsilon_t \quad (2.65)$$

olarak belirtilen süreç, p’inci dereceden otoregresif süreç olarak adlandırılır. Bu denklemde;

y_t = Trend etkisi yok edilen seriyi,

p = Otoregresif sürecin derecesini,

$\emptyset$ = Şu andaki dönem ile geçmişteki dönem değerleri arasındaki durumu belirten ilişki katsayıları,

ε_t = Model tarafından ifade edilemeyen hata terimini göstermektedir.

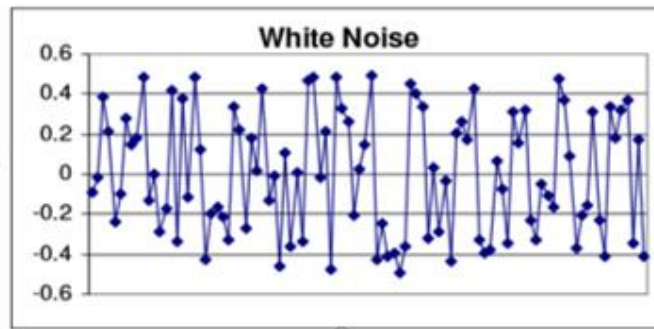
Denklemler (2.63) ve (2.64)'de ε_t ile temsil edilen hata terimi; Sıfır ortalama ve bağımsız rassal (white noise) süreci ile sabit varyansa sahiptir. Ayrıca, ε_t 'ler y_{t-p} 'den bağımsızdır ve herhangi bir periyod içindeki hata ile hata arasında bir ilişki yoktur. Toplama parametresi δ ile gösterilen AR(p) süreci;

$$y_t = \emptyset_1 y_{t-1} + \emptyset_2 y_{t-2} + \dots + \emptyset_p y_{t-p} + \delta + \varepsilon_t \quad (2.66)$$

ya da

$$y_t - \emptyset_1 y_{t-1} - \emptyset_2 y_{t-2} - \dots - \emptyset_p y_{t-p} - \delta = \varepsilon_t \quad (2.67)$$

olarak ifade edilir. δ , stokastik sürecin ortalaması ile ilgili sabittir ve “toplama değişkeni” olarak adlandırılır. Sabitin örneğe dahil edilmesi, seriyi sıfırdan farklı yapmaya olanak sağlar. (2.65) ve (2.66) nolu modellerde δ , σ_ε^2 , $\emptyset_1, \emptyset_2, \emptyset_3 \dots \emptyset_p$ olacak şekilde (p+2) tane; (2.63) ve (2.64) nolu modellerde ise, σ_ε^2 , $\emptyset_1, \emptyset_2, \emptyset_3 \dots \emptyset_p$ olacak şekilde (p+1) tane bilinmeyen değişken vardır ve bu değerler verilerden tahmin edilmektedirler. σ_ε^2 , “white noise” süreci özelliği taşıyan ε_t 'nin varyansını simgelemektedir.



Şekil 4. White Noise Süreci (Kaya, 2019, 15)

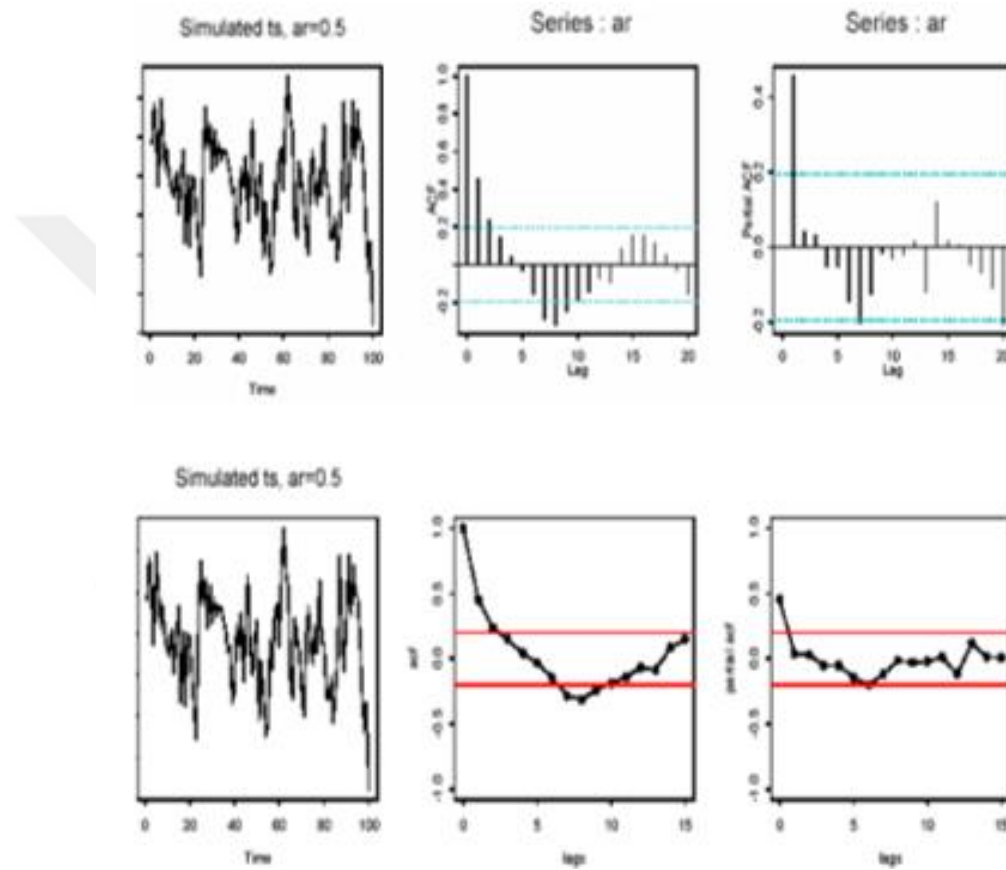
AR(p) süreci, $BY_t = Y_{t-1}$, $B^2 Y_{t-1}$, olarak işleyen geri kaydırma işlemcisi: B kullanıldığında ($\delta = 0$ varsayımı ile)

$$1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) y_t = \varepsilon_t \quad (2.68)$$

olarak belirtilebilir. p-inci AR işlemcisi olan $\phi(B)$ 'nin açılımı;

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p \quad (2.69)$$

olarak belirtilebilir (Cuhadar, 2006, 92).



Şekil 5. AR (1) Süreci ve ACF - PACF Grafikler (Kaya, 2019, 44)

2.6.2.5.2 Hareketli Ortalama Süreci: MA (q)

MA(q) modeli tahminlerinde geçmiş dönemlere ait q hatalarının doğrusal kombinasyonları kullanılır. Hareketli ortalama modelleri ile aynı adı taşımasına rağmen daha çok üstel düzeltme yöntemi ile benzerlik gösterir. Parametrelerin geçmiş dönemdeki değerlerine azalan ağırlıkların verilmesi esasına dayanır. Bu tahmin modelleri, toplama değişkeninin modele dahil edilmemesine bağlı olarak;

$$y_t = \mu + \varepsilon_t - \phi_1 \varepsilon_{t-1} - \phi_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \phi_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.70)$$

ya da

$$y_t = \varepsilon_t - \emptyset_t \varepsilon_{t-1} - \emptyset_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \emptyset_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.71)$$

belirtilebilir. Bu denklemlerde

μ = ilişkiyi belirleyen sabit terim

y_t = durağan seriyi,

$\emptyset$ = artı veya eksi değerler alabilen parametreleri simgeleyen ağırlıkları,

ε_t = hata terimini göstermektedir.

Denklemlerde, ε_t sıfır ortalama ve sabit varyansa sahip, bağımsız bir dağıtılmış rassal değişkendir. Ayrıca her hata terimindeki dağılışın normal ve rastgele olduğu varsayılmaktadır (Cuhadar, 2006, 95).

2.6.2.5.2.3. Otoregresif Hareketli Ortalama Süreci: ARMA (p;q)

Zaman serisini modellerken seriye esneklik kazandırmak ve az sayıda değişken kullanmak için, modele hareketli ortalama ve otoregresif parametreler dahil edilerek otoregresif hareketli ortalama süreci geliştirilmiştir. Model şu formülle temsil edilir: ARMA (p,q), p ve q düzeyinde AR ve MA bileşenleri (Çekerol ve Ulukan, 2012, 148)

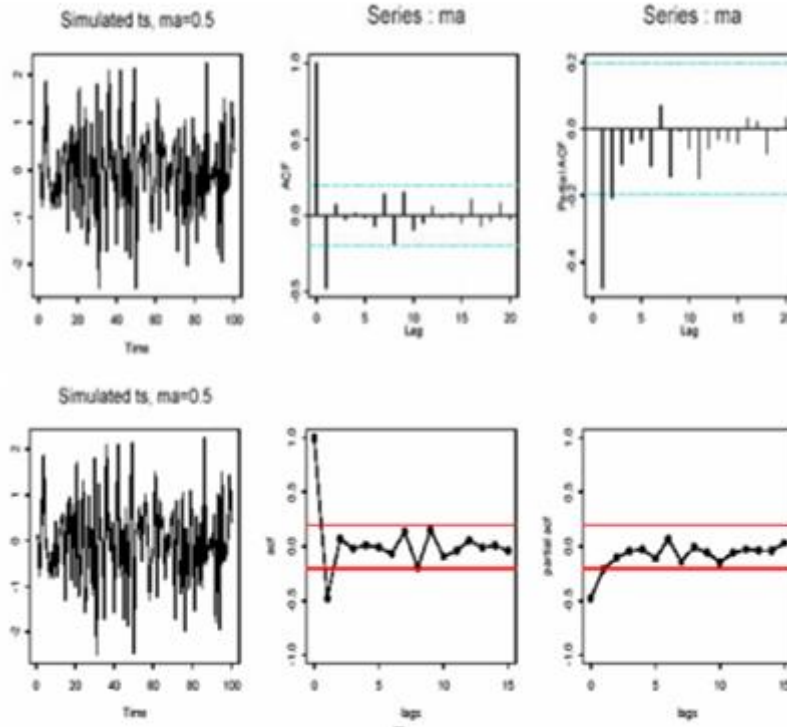
$$y_t = \emptyset_1 y_{t-1} + \emptyset_2 y_{t-2} + \dots + \emptyset_p y_{t-p} + \delta + \varepsilon_t + \emptyset_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \emptyset_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.72)$$

$\delta = y_t$ 'nin ortalamasıyla ilgili kesme parametresi olan sabit terim,

$\emptyset_p$ = Gecikmiş değerler ile şu anki değerlerin ilişkisini ifade eden parametre

$\emptyset_q$ = Herhangi bir zamanda yapılan gözlemin değeri ile aynı döneme ait ve geçmiş zamanlara ait hataların aralarındaki ilişkiyi gösteren parametre

ε_t = hata terimini göstermektedir.



Şekil 6. MA (1) Süreci ve ACF - PACF Grafikler (Kaya, 2019, 47)

2.6.2.5.2.4. Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama Süreci: ARIMA (p,d,q)

Gerçek hayatta seriler stokastik süreç özelliği gösterdiği için durağan değildir. Ancak AR, MA ve ARMA hareketli süreçleri seriler durağan olacak şekilde ele alınmıştır. Hareketli zaman serilerini durağanlaştırmak için serinin bir ya da daha fazla farkı alınarak durağan zaman serisine dönüşüm gerçekleştirilebilir. d kere farkı alınan ve durağan hale gelen, d farkı sayısı ile derecesi belirlenen sürece durağan olmayan entegre süreç denir.

ARIMA, yani otoregresif entegre hareketli ortalama AR, MA ve durağan olmayan entegre süreçlerin birleşiminden oluşan (p,d,q) dereceli süreç modelidir. ARIMA en popüler doğrusal süreçlerden biri olmakla beraber birçok zaman tekniğini kapsamaktadır. (Çekerol ve Ulukan, 2012, 149)

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \Delta^d y_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.73)$$

Δ^d ; Δ fark alan operatörü d fark alma derecesini belirtir, entegre işlemi olarak adlandırılır.

$$d=1 \text{ için } \Delta y_t = y_t - y_{t-1} \quad (2.74)$$

$$d=2 \text{ için } \Delta^2 y_t = \Delta(y_t - y_{t-1}) = y_t - 2y_{t-1} + y_{t-2} \quad (2.75)$$

2.6.2.5.3. Mevsimsel Modeller

Aylık veya üçer aylık zaman aralıklarındaki bir zaman serisi gözlemlerinin ardışık yıllarda aynı aylarda veya dönemlerde maksimum ve minimuma ulaşma eğilimi mevsimsel değişimi teslim eder. Doğal ve toplumsal olarak belirlenmiş bu tür dalgalanmaları içeren ve her sene düzgün bir şekilde tekrarlayan bu zaman serisine “mevsimsel zaman serisi” denir. Mevsimsel değişimin dalga boyu s ile gösterilir ve tipik olarak 12 dizi aylık gözlem değerleri vardır. Ancak 6 aylık ($n=6$) bir süre ile mevsimsel değişimler de görülebilmektedir. Üçer aylık aralıklarla alınan gözlemlerden oluşan bir seride dörttür.

Zaman serileri mevsimsellikten etkilendikleri için durağanlığı bozulur. Serilerin durağanlığını sağlamak için mevsimsellikten arındırılması gerekmektedir. Bu nedenle mevsimsel seriler modellenirken gözlemlerin s 'inci farkını almamız gerektiğinden s 'nin bilinmesi bir hayli önemlidir.

Mevsimsel seriler ARIMA modeli kullanılarak modellenir. Oluşturulan herhangi bir dönemsel modelde zaman serileri trend ve mevsim değişimleri gösterebildiği için, hem veri koşullarındaki değişiklikleri hem de dönemsel etkilerden kaynaklanan değişiklikleri yansıtabilmelidir. Bu fonksiyonda, zaman serisi gözlem değerleri arasındaki ilişkiler, ardışık olarak gözlemlenebilenler ve birbirini takip eden yılların aynı ayındaki gözlem değerleri arasındaki ilişkiler olarak iki türdür.

Yukarıdaki iki tür ilişkiyi içeren mevsimsel zaman serilerini analiz etmek için kullanılan model aşağıdaki gibidir;

$$\varphi_p(B)\varphi_p(B^s)\nabla^d\nabla_s^D x_t = \theta_q(B)\theta(B^s)e_t \quad (2.76)$$

Şekilde yazılabilir ve çarpımsal model olarak adlandırılır. Bu modeldeki değerlerin anlamları aşağıdaki gibidir;

φ_p : Mevsimsel Otoregresyon Parametresi

θ : Mevsimsel Hareketli Ortalama Parametresi

s : Mevsimsel Dalga uzunluğu

D : Mevsimsel Fark Alma Derecesi

p : Mevsimsel Otoregresif Model Derecesi

q : Mevsimsel Hareketli Ortalama Derecesi

$\varphi_p(B^S)$ ve $\theta_q(B^S)$ sırasıyla p ve q dereceden B 'nin polinomlarını belirtir.

∇^d : d 'inci Dereceden Fark Alma Operatörü

∇_s^D : Mevsimsel Fark Alma Operatörü

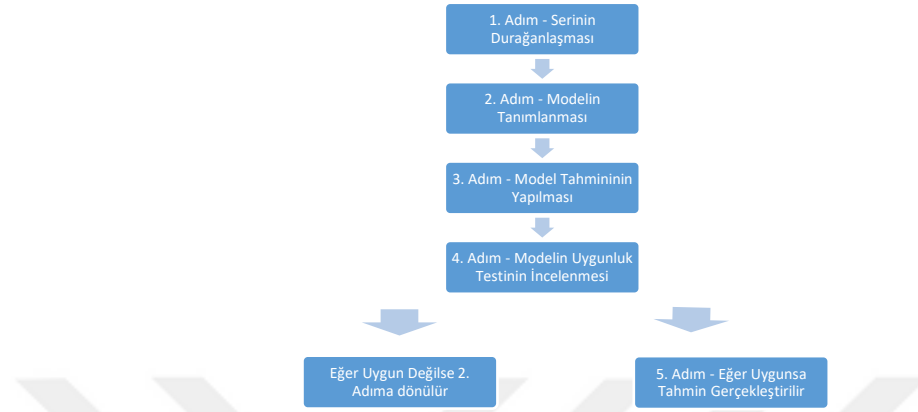
Genel mevsimsel formasyonun sırasıyla, (p,d,q) (P,D,Q) ve (p,d,q) olarak gösterilen mevsimsel ve mevsimsel olmayan formasyonların ürünüdür. Mevsimsel olmayan modelin derecesi (p,d,q) olarak, (P,D,Q) mevsimsel olan modelin derecesini göstermektedir.

Birçok iktisadi durumlarla ilgili zaman serilerini tahmin etmek için kullanılan en yaygın ve pratik ARIMA modelleri $(0,1,1)(0,1,1)$ model derecelerine sahiptir. $(0,1,1)$ modeli, ARIMA modelleri içinde birinci dereceden entegre hareketli ortalama modelidir. (Duru, 2007, 24)

2.6.2.5.4 Box-Jenkins Yöntemi Aşamaları

ARIMA sürecinin p , d , q seviyelerinin tespitini içeren data hazırlama süreci, modelin oluşturulmasının temelini oluşturur. Model oluşturma aşamasındaki en zor süreç verilerin hazırlanmasıdır. Bu süreçte araştırmacıların kararları, modelin dikkatli seçimi için oldukça önemlidir. Verilerin hazırlanmasında öncelikli serilerin durağanlık analizi incelenip, serilere mevsimsellik analizi uygulanmaktadır. Serinin durağanlık durumu söz konusu serinin otomatik korelasyon fonksiyonuna (ACF) ve kısmi otokorelasyon fonksiyonuna (PACF) bakılarak anlaşılabilir. (Akdağ, 2015, 28)

Serinin durağanlığa ulaşip ulaşmadığı otokorelasyon fonksiyonuna bakılarak kontrol edilebilir, ayrıca durağanlığın oluşma hızının ve mevsimselliğin süresi ile etkisinin belirlenmesinde yardımcı olur. (Akdağ, 2015, 28)



Şekil 7. Box-Jenkins Yöntemi Aşamaları (Kaynak: Hanke ve Reitsch, 1992, 382)

2.6.2.5.4.1 Serinin Durağanlaşması

Metodu uygulanabilir hale getirmenin ilk adımı, serinin durağan olmasıdır. Durağanlıktan bahsetmek için, seri ortalama değerinde ve varyansında bir değişiklik olmaması gerekir. Serinin genel trendi varsa durağanlaşma gerçekleşmeden modellenemez. (Çekerol ve Ulukan, 2012, 150)

2.6.2.5.4.2. Modelin Tanımlanması

İkinci adım, seri için doğru modeli belirlemektir. Model bulma süreci üç aşamadan oluşmaktadır. Zaman Serisi durağanlık göstermediğinde, yapay otokorelasyonlar model belirlemeye müdahale eder. Hangi seviyede uygunluk görülmüş ise farklar alınır (farklar, ilk farkların fark vb.) ve sonrasında serilerin durağan hale gelmesi gerçekleştirilir. Otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon katsayılarının dağılımları grafik kullanılarak analiz edilmelidir. Otokorelasyon katsayılarının üstel olarak sıfıra yaklaştığı tespit edilirse AR, kısmi otokorelasyon katsayıları bu eğilimi gösteriyorsa MA, her iki model de üstel olarak sıfıra yaklaşırsa, AR ve MA'nın birlikte kullanıldığı model ARMA modelini belirtmektedir. (Orhunbilge, 2002, 5-12)

Otokorelasyon ve otokovaryans, birbirinden k zaman aralığıyla ayrılan gözlem çiftlerinin hareketlenmelerini yansıtan bir ölçüdür. Böylece serisinin davranışının belirlenmesine yardımcı bulunur. Kısmi otokorelasyon, iki parametre arasındaki ilişkinin seviyesini ölçmek için kullanılan korelasyonla aynı anlama sahiptir. Korelasyon katsayısı -1 ile $+1$ değerleri arasındadır. Otokorelasyon ise aynı parametrenin değeri ile çoklu gecikme değerleri arasındaki ilişkileri incelemektedir. Değeri ise -1 ile $+1$ arasında değişmektedir. Bu anlamda korelasyon katsayısı, değişkenleri etkileyen diğer değişkenleri de hesaba katan yetersiz bir ölçüdür. (Çekerol ve Ulukan, 2012, 150)

Aşağıdaki tabloda durağan modellere ait otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonlarının davranışları gösterilmiştir.

Tablo 1. Durağan Box-Jenkins modellerinde ACF ve PACF Seyri (Akgül 2003)

Model	Otokorelasyon Fonksiyonu	Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu
AR (p)	q gecikme ardından kesilir	Üstel veya sinüs dalgaları şeklinde azalma görüntüleri
MA (q)	Üstel veya sinüs dalgaları şeklinde azalma görüntüleri	p gecikme ardından kesilir
ARMA (p,q)	Üstel veya sinüs dalgaları şeklinde bir azalma görüntüleri. “ p ” gecikmesinden sonra kesilir	Üstel veya sinüs dalgaları şeklinde bir azalma görüntüleri. “ q ” gecikmesinden sonra kesilir

2.6.2.5.4.3. Model Tahmininin Yapılması

Bu aşamada, modelin otoregresif ve hareketli ortalama terimlerinin parametreleri tahmin edilir ve en küçük kareler veya doğrusal olmayan yöntemler kullanılır.

2.6.2.5.4.4. Model Uygunluk Testinin İncelenmesi

Bu aşamada model uygunluğu değerlendirmek için bir önceki aşamada belirlenen parametre tahminleri ara modelde değiştirilir ve tahmin gerçekleştirilir. Uygun model ve zaman modeli sınıfını belirlemek için mevcut zaman serilerinin otokovaryansları

ve otokorelasyonları kullanılır. Tahmin hata serileri ve bu serilerin otokorelasyonları hesaplanarak elde edildikten sonra analiz edilir. Kontrol sonucunda otokorelasyon bir zaman serisi ögesi içermiyorsa ve katsayılar sıfırdan istatistiksel olarak anlamlı değilse örnek model uygun model olarak kabul edilir, yoksa ikinci adıma dönülerek tekrar uygun bir model tercih edilmesi gerekmektedir. Bazen birden fazla modelin tanımlandığı durumlar olabilir. Bu gibi durumlarda hangi modelin belirlenmesi durumunda literatürde ismi geçen kriterler aşağıdaki gibidir; (Çekerol ve Ulukan, 2012, 154)

- F istatistiği yaklaşımı
- Akaike bilgi kriterleri (AIC)
- Schwarz bilgi kriterleri

2.6.2.5.4.5. Tahminin Gerçekleştirilmesi

Diğer dört aşama tamamlandıktan sonra, geleceğe yönelik genellikle kısa zamanlı tahminler yapılmaktadır. Metot, profesyoneller için çok çeşitli olası çözümler sunduğu ve metodun adımlarının başarılı olabilmesi için işlemi gerçekleştiren kişinin alanında uzman olması gerekmektedir. Durumun böyle olması metodu zorlaştırmakta ve en uygun olanın tercih edilmesinde de zorlaştırmaktadır. Box-Jenkins yöntemi bilgisayar ortamında üstel düzeltme veya hareketli ortalama yöntemi gibi tek seferde sonuca ulaştırmadığından, bilgisayar programlarına ihtiyaç duyulmasına yol açmaktadır. (Çekerol ve Ulukan, 2012, 154)

2.6.2.5.4.6. Box-Jenkins Yönteminin Avantajları ve Dezavantajları

Box-Jenkins yönteminin avantajları aşağıda belirtilmektedir; (Akdağ 2015, 33-34)

- Diğer tek değişkenli yöntemler özel durumlarda kullanılsa ve istatistiksel temelleri olmasa da, Box-Jenkins modelleri çok çeşitli olasılık teorisine ve matematiksel istatistiklere dayanmaktadır.
- Tahmin amacıyla kullanıldığında, sonraki her aşamada modelin analiz edilecek serilerle uyumluluğunun kontrol edilmesi mümkündür.
- Box-Jenkins yönteminde verilerin yapısı analiz edilerek model belirlendiği için farklı yöntemlere göre güvenilirliği daha fazladır.

Box-Jenkins yönteminin dezavantajları aşağıda belirtilmektedir;

- Araştırmacının Box-Jenkins yöntemini kullanarak makul sonuçlar elde etmek için yeterli bilgi ve deneyime sahip olması gerekse de, yöntem araştırmacıya büyük bir serbestlik bıraktığı için araştırmacı uygun olmayan bir model seçebilir.
- Aynı seriyi araştıran iki araştırmacı bu yöntemle farklı sonuçlar elde edebilir.
- Uygun modelin belirlenmesi için uzun işlemlerin gerekmesi, geleneksel yöntemlere göre daha fazla zaman almasına neden olur.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. TAHMİN ÇALIŞMASINDA KULLANILAN DİĞER TEMEL KAVRAMLAR VE TANIMLAR

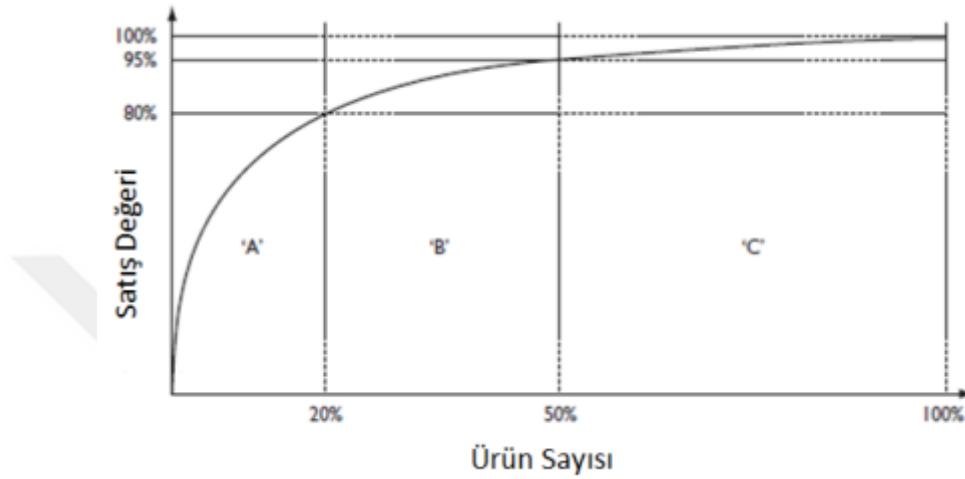
3.1 ABC Analizi

Envanterin yıllık tüketim ve maliyete göre sınıflandıran modele ABC analizi denir. Analizin altında yatan ilk olarak General Electric'teki araştırmacılardan biri olan H.Ford Dickie tarafından belirlenmiştir. ABC analizi 1896 yılında İtalyan iktisatçı Vilfredo Pareto tarafından keşfedilmiştir. Bu metotta temel olarak baz alınan “düşünce nüfusun küçük bir yüzdesi her zaman en büyük etkiye sahiptir” ilkesidir. Uygulama kolaylığı ve kayda değer verimliliği nedeniyle, bu yaklaşım birçok eski sistemde pratikte yaygın olarak kullanılmaktadır. Envanter kontrolünde ABC (Always Better Control) analizi, amacı önemli olanı önemsizden ayırt etmek olan nicel bir yöntemdir. Rasyonelleştirme çalışmalarının ekonomik ağırlığını ekonomik öneme sahip alanlara yönlendirerek, tasarruf ile kesine göre en az çaba ile optimum kar elde etmeyi amaçlar. ABC analizini ölçmek için aşağıdaki üç adımın tamamlanması gerekmektedir. (Beğik, 2017, 199)

- 1- Departmanlarda kullanılan malzemelerin yıllık sarfiyatını belirlenmesi,
- 2- Bölümde kullanılan her bir ürünün son yıl olan kullanımı ve birim maliyetlerinin belirlenmesi,
- 3- Malzemelerin sıralanması ve kategorize edilmesi yıllık tüketimlerine göre en pahalıdan en ucuza, en yüksekte en düşüğe doğru şeklinde olmalıdır.

Bu sınıflandırma sistemi, maddi değeri ve envanter kalemi sayısını dikkate alır. Stok kontrolünde ABC yöntemi, envanter kalemlerini toplamın birikmiş yüzdelerine göre sınıflandırmaktır. Sınıflandırmada, ürünlerin toplam içindeki bağıntılı oranlarına ve parasal değerinin nispi oranlarına göre stoklar genel olarak A, B ve C grubu olarak üçe ayrılır. A grubu toplam değer %70-%80 'ini toplam çeşidin %15-%20'sini oluşturan ürünlerdir. Önem düzeyi diğer ürünlere göre daha yüksek olan bu grubun, sık sık kontrol edilmesi gerekmektedir. Emniyet stoğu diğer ürünlere nazaran az bulundurulmalıdır. B sınıfı ise toplamın %15-%20'sini ve toplam ürün çeşidinin %40-%50'sini oluşturmaktadır. Orta düzeyde bir güvenlik stoğu tutulmalıdır ve orta düzey

yöneticiler tarafından yönetilmelidir. Bu gruptaki ürünler, A sınıfı kadar olmasa da düzenli olarak kontrol edilmelidir. Orta düzeyde bir güvenlik stoğu tutulmalıdır. C sınıfı ise en az önemli envanter kalemidir. Sayısı fazladır ancak toplam ederin yalnızca %5-10'undan meydana gelirler. Bu sınıf B'den daha uzun aralarla kontrol edilebilir ve stokları yüksek tutulabilir.



Şekil 8. ABC Analizinin Grafik Olarak Gösterimi (Erbaş, M. 4)

ABC analizi için sıralama kriteri, yıllık kullanım oranı ile birim fiyatın çarpım olan yıllık kullanım oranıdır. Bu oran her stok kalemi için hesaplanır ve stok kalemleri toplam değerinin kümülatif yüzdelere göre sıralanır ve A, B ve C sınıflarına dağıtılır.

Geleneksel ABC yönteminde, maddeler tek bir kriterle göre incelenir ve sınıflandırılır. Bu ölçüm genellikle yıllık kullanım veya maliyettir. Ancak, tek bir kriterle göre test yapmak, yanıltıcı veya eksik sonuçlarla karar vericileri yanıltabilir. İkame edilebilirlik, kritiklik ve sipariş süresi gibi diğer faktörler, envanterin sınıflandırılmasında maliyet ve kullanım seviyeleri kadar önemlidir. Sınıflandırma yaparken sağlıklı sonuçlar elde etmek için, karar vericiler tek bir kriterle bağlı kalmak yerine, varlıkları için önemli olan tüm kriterleri dikkate almalıdır. Bu durum çok kriterli karar verme tekniklerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. (Akyol, 2011, 11).

Teze veri sağlayan firma verileri bu yöntemle ayrıştırılmış ve tahmin yapılacak veriler bu metot doğrultusunda seçilmiştir.

3.2. Yapay Sinir Ağları

Teknolojik gelişmelere bağlı olarak, bilgisayarlar artık verileri filtreleyebilir, özetleyebilir, veri aktarımı ve karmaşık hesaplamaların ötesinde mevcut veriler üzerinde açıklamalar oluşturabilir. Bugün olaylar hakkında kararlar alabilir ve olaylar arasındaki bağlantıyı öğrenebilirler. Matematiksel formülasyonu belirlenmesi zor olan problemler, bilgisayarlar tarafından sezgisel yöntemlerle çözülebilir. Bilgisayarların bu yönde gelişmesine yol açan çalışmalar “yapay zeka” olarak adlandırılmıştır. Yapay sinir ağları, yapay zeka bilimindeki araştırmacıların büyük ilgisini çeken bir konudur. (Karaca, 2015, 64)

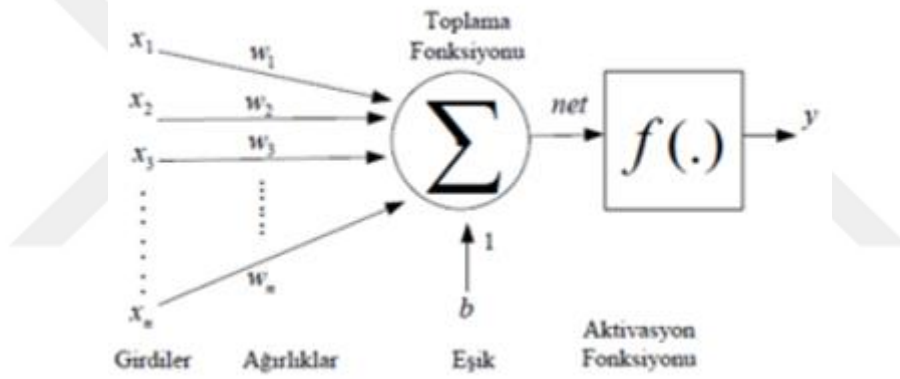
Belirli bir modelin olmaması yapay sinir ağlarının geleneksel zaman serisi modellerinin yerine tercih edilmesine neden olur. YSA son zamanlarda tahminlerde çokça kullanılmakta ve karşımıza çıkmaktadır. (Akdağ, 2015, .34)

Yapay sinir ağları, insan beyninin sinir ağlarına benzer bir işleme sistemidir ve bu biyolojik ağlara benzer performans modelleri içerir (Fausett, 1994, 5).

YSA gelişiminin kısa tarihçesine bakıldığında ilk YSA modeli, 1943 yılında nörobiyolog Warren McCulloch ve matematikçi Walter Pitts tarafından geliştirildi. Elektrik devreleri yardımı ile insan beyninin bilgi işlem kapasitesinden ilham alarak basit bir sinir ağı modellediler. Hebb'in 1949'da yazdığı "Organization of Behavior" adlı kitabı, öğrenebilen ve uyum gösterebilen YSA'ların temeli olan Hebb kuralını ortaya koymuştur. 1958'de F. Rosenblatt ve Wightman ilk tür algılayıcıyı önermişlerdir. Deneylerde, Perceptron modelinin örüntü tanıma yeteneği, çeşitli basit karakterleri tanıyarak gösterilmiştir. 1959'da B. Widrow ve M. Hoff, Adaline ve Madaline adını verdikleri ağ modelleri geliştirmişlerdir. 1969'da Minsky ve Papert basit algılayıcıların XOR problemini çözemeyeceğini matematiksel olarak kanıtlamıştır. Bu test, 1980'lerin başında yapay sinir ağlarıyla ilgili araştırmaların terk edilmesine yol açmıştır. Bu olumsuz gelişmeye rağmen Kohonen, Anderson, Hopfield çalışmaları sürdürmüş ve 1982'de Hopfield, bilgisayar sorunlarını çözmek için etkili bir şekilde kullanılabilecek bir

aracın çalışma ilkelerini ortaya çıkarmıştır. 1984'te Kohonen, düzenli bir nöron dizisini haritalayabilen denetimsiz öğrenme ağıları geliştirmiştir. 1988'de George Cybenko, sinir ağlarının evrensel fonksiyonel yaklaşım kabiliyetini göstermiştir. 1989'da Funahashi, Hornik ve Stinchcombe, çok katmanlı algılayıcı ağının evrensel bir öngörücü olduğunu gösteren sonuçlarını sunmuşlardır. (Çekerol ve Ulukan, 2012, 168)

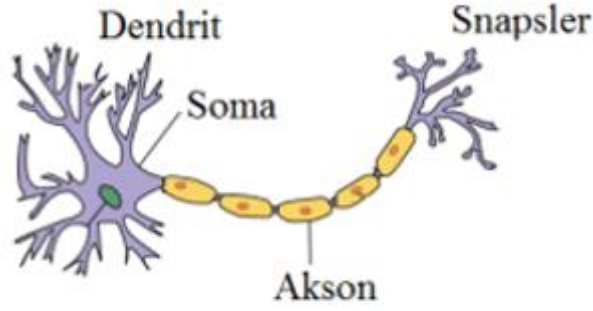
YSA, biyolojik sinir sistemlerini simüle etmek için tasarlanmış bilgisayar programlarının genel adıdır. Simüle edilmiş hücreler nöronlar içerir. Bu nöronlar birbirleriyle değişik şekillerde iletişim kurarlar ve bu temasları sayesinde de ağ meydana getirirler. Bu ağlar bilgileri depolamak ve veriler arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmak için kullanılırlar. (Akdağ, 2015, 34)



Şekil 9. Yapay Sinir Ağı Fonksiyonu (Akdağ 2015, 35)

3.2.1. Biyolojik Sinir Hücresi

YSA'nın en belirgin özelliği biyolojik sinir sistemine benzerlik göstermesidir. Bu benzerlik doğrultusunda, yapay sinir ağlarının bir çalışma alanı olarak başlamasına da ilham kaynağı olmuştur. Yapay sinir ağı, biyolojik bir nöronun basitleştirilmiş bir özetidir. İnsan beyinde birçok farklı sinir hücresi vardır. Sinir hücresi temelde dendrit, snaps, akson ve soma (hücre gövdesi) olarak bilinmektedir. (Karaca, 2015, 65)



Şekil 10. Biyolojik Sinir Hücresi (Akdağ 2015, 35)

Soma olarak adlandırılan hücre gövdesinin görevi, hücrenin kontrolünü sağlayıp denetlemek ve etkinliklerin tamamını kontrol altında tutmaktır. Hücre gövdesinde iki çeşit uzantı bulunmaktadır. Bunlar dendritler ve aksonlardır. Dendritler edinilen bilgiyi iletim bağları olarak kullanılan aksonlar doğrusu boyunca diğer nöronlardan alır ve hücre gövdelerine iletirler. Aksonları görevi ise somadan aldıkları bilgiyi diğer nöronların dendritlerine iletmekle görevlidirler. Aksonların arka kısımları ağaçsal bir görünüme sahiptir. Bu bölümler akson ve dendritler arasında küçük boşluklar bulunmaktadır. Bu boşluklara sinaps adı verilir. Sinapsların amacı bilgileri uzun süre barındırabilmesidir. Bu şekilde sinapslar, nöronun kendi sinyalini yanındaki nöronlara ilettiği birleşim noktalarından oluşmaktadır. (Şekil 2.8) (Çekerol ve Ulukan, 2012, 9)

3.2.2. Yapay Sinir Ağlarının Temel Özellikleri

Doğrusal olmayan yapısal modelleme, öğrenme ve genelleme yeteneği, varsayımların olmaması ve hata toleransı gibi uygulayıcılara sağladığı faydalar, yapay sinir ağlarını yapay zekanın en ilginç alt dallarından biri haline getirmiştir. Bu özelliklerden dolayı tıp, mühendislik, finans ve birçok alanda tercih edilmektedir. Bu özelliklerden aşağıda kısaca bahsedilmiştir. (Çekerol ve Ulukan, 2012, 172)

- Yapay sinir ağlarını oluşturan yapay nöronlar doğrusal olmadığı için sinir ağı da doğrusal değildir. Karşılaştığımız problemlerin birçoğunun doğrusal olmayan ilişkiler içerdiği düşünülürse bu, karmaşık problemleri çözmek için önemli bir alternatif yöntemdir.
- Yapay sinir ağının öğrenme döneminde karşılaşılmayan yeni girdiler için anlamlı sonuçlar üretebilme yeteneğine genelleme denir. Ağın bu özelliği

sayesinde tahmine dayalı örüntü tanıma gibi birçok alanda oldukça başarılı sonuçlar elde edilmektedir.

- Yapay sinir ağları, sorunlarla ilgili datalardan faydalanarak veri yapısındaki gizlilikleri ortaya çıkarmaya çalışır. Ağ, beklenen değeri verene kadar öğrenme devam eder.
- Yapay sinir ağları, paralel olarak dağılmış ve birbirine bağlı birçok yapay sinir hücresi tarafından oluşturulur. Ağdaki bazı bağlantıların veya hücrelerin verimsizliği, sonuçları üzerinde önemli bir olumsuz etkiye sahip değildir. Bu özelliği nedeniyle, geleneksel yöntemlere göre hataya daha dayanıklıdır.
- Yaşanılan sorunlarda meydana gelebilecek değişiklikler nedeniyle ortaya çıkan yeni soruna göre özelleştirilebilir. Bu özelliği sayesinde uyarı numune tespiti, sinyal işleme, tanımlama ve sistem izlemede kullanılabilir.

3.2.3. Yapay Sinir Ağları Modelleri

YSA'lar nasıl çalıştıklarına göre ileri ve geri beslemeli ağlar olarak ikiye ayrılmaktadır; (Akdağ, 2015, 39)

İleri Beslemeli Ağlar 1970'li yıllarda Rumelhart, Hinton ve Williams'ın aralarında bulunduğu birkaç bağımsız araştırmacının katkısı ile geliştirilmiştir. Günümüzde etkili ve çok kullanışlı olduğu için büyük bir popülerite kazanmış ve halen en yaygın ağ türü olarak bilinmektedir. Birçok uygulama alanında kullanılmaktadır ve temel özelliği doğrusal olmayan yapı problemlerinde etkili olabilmesidir.

İleri beslemeli ağlarda sinyaller, giriş katmanından çıkışa tek yönlü olarak gider. Belirli bir tabakadaki hücrelerin çıktıkları, ağırlıkları sayesinde bir sonraki tabakaya girdi olarak verilir. Bu girdi katmanı ise dışarıdan kendisine verilen bilgileri değişmeden gizli katmandaki hücreleri iletir. Söz konusu set, ara katmanda ve çıkış katmanında işleminden geçerek ağın çıkış datasına iletilir. Bu özelliklerden dolayı bu ağların doğrusal olmayan statik yapıya sahip olduğu söylenebilir.

Geri beslemeli ağların geri bildirim süreçleri vardır. Ağ yağısında sinyal yönü girişten çıkışa doğrudur ancak bir katmanda yer alan nöronların % 40'ı ve üzeri kendileri ile

katmanda yer alan diğer nöronlarla veya başka katmanlardaki nöronlarla iletişim kurabilir ve sinyal alabilirler.

Zaman serisinde en fazla 3 katmanlı ileri model olan YSA türü kullanılır. Tek değişkeni olan zaman serilerinde ağ girdileri geçmişte kalmıştır ya da sonuç ve gecikmeli parametreler tahmin edilebilen değerlerdir.

3.2.4. Temel Öğrenme Kuralları

Literatürde yapay sinir ağlarını modellemek için kullanılan birçok öğretim kuralı (algoritması) vardır. İlk kez 1949 yılında Donald Hebb tarafından öğrenme kuralı geliştirilmiştir ve bu kural oluşturulan diğer öğrenme algoritmalarının temelini oluşturmaktadır. En sık kullanılan öğrenme algoritmaları; (Çekerol ve Ulukan, 2012, 176)

Hebb Teorisi: Öğrenme kurallarının en bilineni olan bu kuralda bir yapay nöron başka bir yapay nörondan girdi aldığı anda eğer ikisi de çok aktif ise yani matematiksel işaretleri aynı ise bu durumda hücreler arası ağırlıkların yukarı doğru artırılması gerekir.

Hopfield Teorisi: Hebb teorisinin aksine, ağ elemanlarının bağlantısının ne miktarda güçlendirilmesi veya zayıflatılması gerektiğini belirler. Hem giriş hem de istenen çıkış aktif ise bağlantı ağırlığı öğrenme oranı kadar artar, aksi takdirde öğrenme faktörü o kadar azalır. Öğrenme faktörü genellikle kullanıcı tarafından belirlenen 0 ile 1 arasında değişen pozitif sabit bir değerdir.

Kohonen Teorisi: Nöronların ağırlıklarını ayarlamak için birbirleriyle rekabet etmelerini ve en uygun çıktıyı üreten hücrenin kazanmasını sağlıyor. Kazanan hücreler, bağlantılarının ağırlıklarını değiştirerek, komşu hücrelerden daha güçlü hale geldikçe ağırlıklarını değiştirmeye izin vermektedir.

Delta Teorisi: En küçük kareler yöntemi olarak da bilinen Delta teorisi kullanılarak yapay sinir hücresinin gerçekçi bağlama ağırlığı değerleri elde edilir. Doğru ve beklenen performans arasındaki farkı azaltmak için sürekli olarak değişir. Gerçek ve

beklenen sonuçlar arasındaki hataların ortalama karesi en aza indirerek bunların korelasyon ağırlıkları ayarlanmaktadır.

3.2.5. Yapay Sinir Ağlarının Avantajları ve Dezavantajları

YSA'nın avantajlı yönleri; (Akdağ, 2015, 40)

- Hesaplama ağırlıklı YSA eğitimleri çok zor problemler için yapıldığından, işlem fonksiyonu sayesinde yapısı ve çalışması temelde paralel olan YSA'da işlemlerden hızlı bir şekilde sonuç alınmaktadır.
- Diğer tahmin yöntemlerinde olduğu gibi örneği Box-Jenkins modeline benzer şekilde YSA'da seriyi durağanlaştırmak için diferansiyel işlem yapılmadığı için veri kaybı yaşanmaz.
- Matematiksel olarak karmaşık problemleri kolayca modelleyerek çözebilir. YSA doğasına uygun olarak bir tanımlamaya ihtiyaç duymadan problemi çözmekte ve en uygun çözüme ulaşma eğilimindedir.

Yapay sinir ağlarının dezavantajlıları;

- Ağ yapılarını oluşturmak için belirli bir yöntem olmadığı için, dikkatli bir şekilde oluşturulmayan yapının öğrenme süreci lokal minimumlara takılıp kalabilir ve bu da zayıf eğitim değerlerine neden olabilir.
- İlgili YSA'ları kurma ve eğitme işlemi biraz zaman alabilir.
- Öngörülen değişkenlerde kullanılan teknik ve ekonomik girdiler sorunu yalnızca zayıf bir şekilde temsil ediyorsa, yeterli çözümlerin üretilmesi mümkün değildir.(Öztemel, 2003)

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

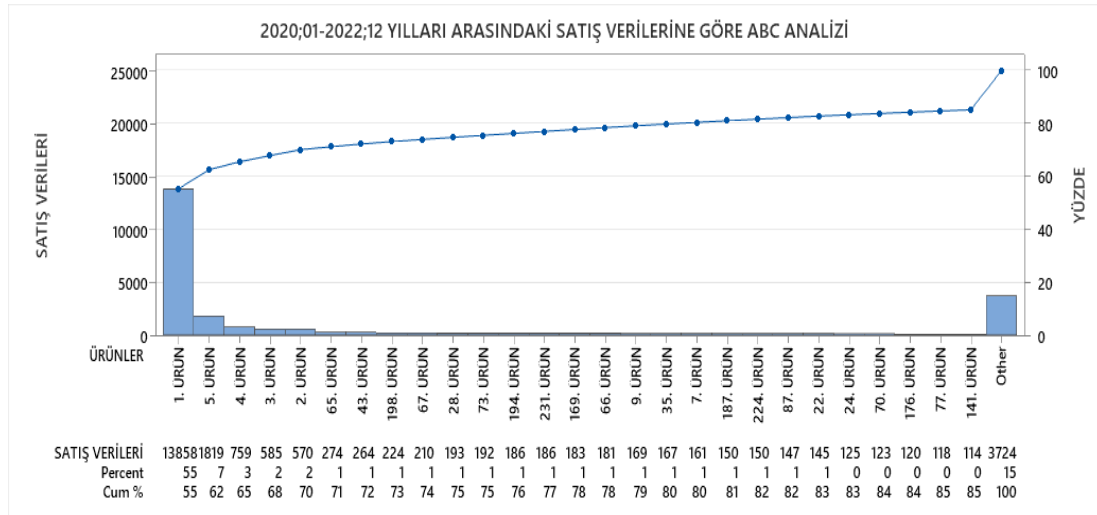
4. TURİZM SEKTÖRÜNDE OTEL MOBİLYASI ÜRETEN BİR FİRMA İÇİN TAHMİN YÖNTEMLERİ UYGULAMASI

Bu bölümde talep tahmin yöntemleri uygulaması veriler ve görseller aracılığı ile uygulanmıştır.

4.1. Talep Tahmin Yöntemleri Uygulamaları

Orta ölçekli bir işletmede Turizm sektörüne hizmet veren ve otel mobilyaları üretimi yapan ve önceki bölümlerde anlatılan talep tahmin yöntemleri, firmamızın satış verileri göz önüne alınarak ABC analizi doğrultusunda 5 çeşit ürüne uygulanmıştır.

Turizm sektöründe otel mobilyası üreten işletmenin üretim bandında 3 yıllık veriler doğrultusunda 281 çeşit ürünün üretildiği tespit edilmiştir. Bu 281 çeşit ürün toplamda 25.097 birim satış yapılmıştır. ABC analizine göre tercih ettiğimiz 5 çeşit ürün fabrikanın üretiminin %69'sını kapsamaktadır. Toplamda 281 çeşit ürün arasından A Grubu ürünler arasına giren ekipmanlar; Banket Sandalyesi (1. Ürün), Oda Servis Arabası (2.Ürün – Tip 1 ve 3.Ürün – Tip 2), Kat Temizlik Arabası (4.Ürün) ve Bistro Masa (5. Ürün) dır.



Şekil 11. 2020;01 – 2022;12 Yılları Arasındaki Satış Verilerine Göre ABC Analizi Grafiği

Minitab programı ile hesaplanan ABC analizi grafiğinden de görüldüğü üzere incelenen ürünler arasında sırasıyla 1. 5. 4. 3. ve 2. ürün analiz yapılması için en uygun aday olduğu görülmüştür. Bu ürünler firmanın lokomotif ürünleri olmakla beraber her ay aktif satışı olan ürünlerdir. Diğer ürünler aylık olarak incelendiğinde düzensiz ve yorum yapılması bir hayli zor olduğu için analiz edilecek ürünler arasında dahil edilmemiştir.

Bu veriler ışığında 2020 – 2022 senelerindeki aylık satış verileri ele alınarak, her bir ürüne ait satış verilerinin, uygulanacak tahmin yöntemlerinden hangisinin en başarılı sonuçlara ulaşılması ve tespitine çalışılmıştır. En uygun yöntemin bulunmasına müteakip, bahsi geçen ürünün gelecekteki dönemler için talep tahminlerinin uygulanması yapılmıştır. Verilerimiz için en başarılı talep tahmin yönteminin bulunması ve uygulanan bu yöntemlerle geleceğe ait üretim miktarının tahminin yapılması, işletme için verimliliğin artırılması, iş gücü, para, zaman gibi kaynakların etkinliğinin artırılması sağlanmıştır. Tahminler sırasıyla aşağıdaki işlemler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

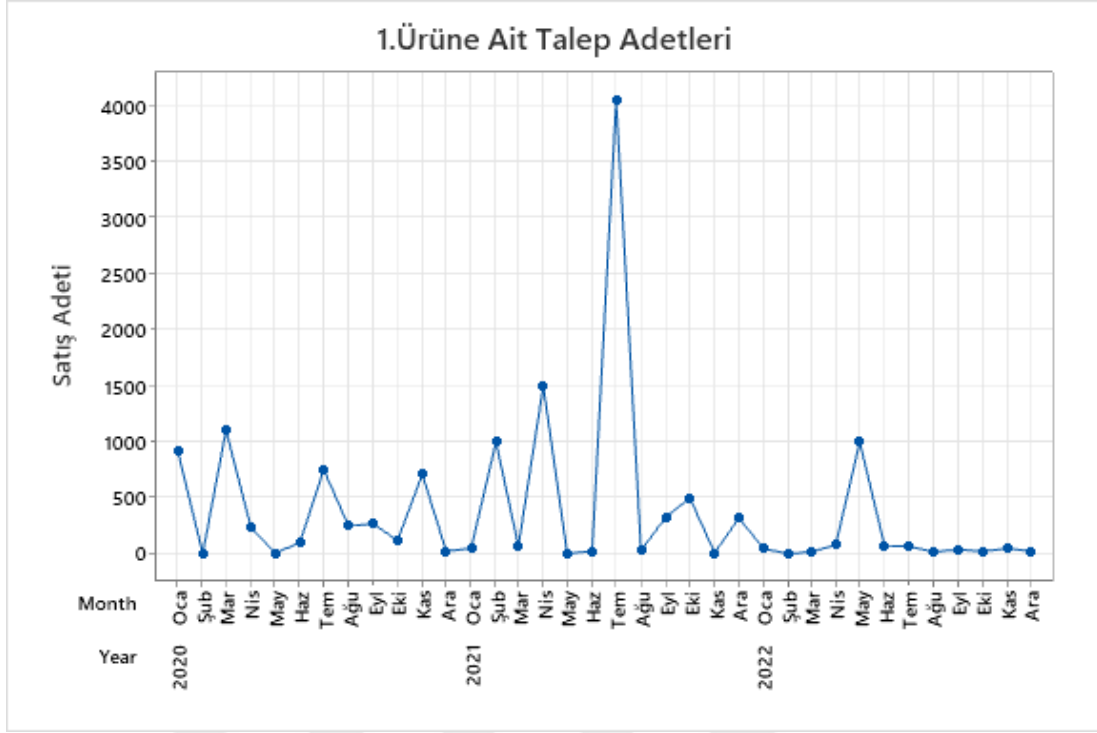
- Ürün çeşitleri 2020 – 2022 senelerine ait olan aylık talep miktarları ABC analizi doğrultusunda 5 adet ürün belirlenmiştir.
- Bu verilere MS-Excel 2016, Minitab 21 istatistik programı ve Matlab 2022b paket programları yardımı ile aşağıda belirtilen tahmin yöntemleri uygulanmıştır.
 - a. 3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi
 - b. 5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi
 - c. Basit Tekli Üstel Düzeltme Yöntemi
 - d. Çift Parametrelili Üstel Düzeltme Yöntemi
 - e. Winter's Yöntemi
 - f. Regresyon Yöntemi
 - g. Yapay Sinir Ağları Yöntemi
 - h. Box-Jenkins Yöntemi
- Yöntemler sonrasında karşılaştırma yapabilmek adına aynı verileri 3'er aylık periyotlar olacak şekilde inceleyip, aylık veya 3 aylık olacak şekilde hangisinin veri setimiz için daha uygun olduğu tespit edilmiştir.

- Bu yöntemlerden çıkarılan sonuçlar, tablo ve grafik haline getirilmiştir.
- Gerçekleştirilen yöntemlerin ürün bazında karşılaştırılması ve veri için en başarılı tahmin yönteminin belirlenmesi için MAPE (Ortalama Mutlak Yüzde Hata), MAD (Ortalama Mutlak Sapma) ve MSD (Ortalama Hata Kare) gibi hataların ölçülebileceği yöntemlerle hesaplanarak en uygun yöntem seçilmiştir.

Tezimizin ana amacı farklı talep tahmin yöntemlerinin sonuçlarını kıyaslamaktır. Veriler üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmadan veri seti kullanılmış olup, uygulanacak olan tahmin yöntemlerinin sonuçlarına göre, veri seti bahsi geçen yöntem için uygun olmasa da çıkan sonuçları görmek ve yöntemin veri setimiz için uygun olmadığını teyit etmek amacıyla analiz edilmiştir.

Tablo 2. 5 Ürün İçin 2020 – 2022 Yıllarına Ait Satış Verileri

	AYLAR	ÜRÜNLER				
		1. ÜRÜN	2.ÜRÜN	3.ÜRÜN	4.ÜRÜN	5.ÜRÜN
2020	OCAK	913	4	30	3	120
	ŞUBAT	4	6	4	5	20
	MART	1105	27	33	21	205
	NİSAN	241	22	25	21	10
	MAYIS	10	15	38	43	120
	HAZİRAN	101	21	7	10	4
	TEMMUZ	753	24	12	26	1
	AĞUSTOS	250	17	65	10	10
	EYLÜL	271	1	5	13	15
	EKİM	120	20	1	22	36
	KASIM	711	2	6	12	85
	ARALIK	25	6	36	2	20
2021	OCAK	52	15	6	20	11
	ŞUBAT	1000	7	4	10	46
	MART	70	10	14	16	20
	NİSAN	1500	14	22	20	270
	MAYIS	4	1	2	9	41
	HAZİRAN	25	6	34	10	10
	TEMMUZ	4051	3	9	43	139
	AĞUSTOS	32	8	8	52	15
	EYLÜL	330	2	1	35	60
	EKİM	500	6	2	1	25
	KASIM	10	41	12	25	20
	ARALIK	322	12	5	60	75
2022	OCAK	50	46	10	5	10
	ŞUBAT	1	24	8	5	25
	MART	20	33	1	66	60
	NİSAN	80	10	20	10	32
	MAYIS	1000	17	4	3	60
	HAZİRAN	75	28	32	6	20
	TEMMUZ	70	52	7	12	8
	AĞUSTOS	20	22	40	23	75
	EYLÜL	40	30	40	65	70
	EKİM	25	11	6	42	50
	KASIM	50	4	1	12	20
	ARALIK	27	3	35	21	11

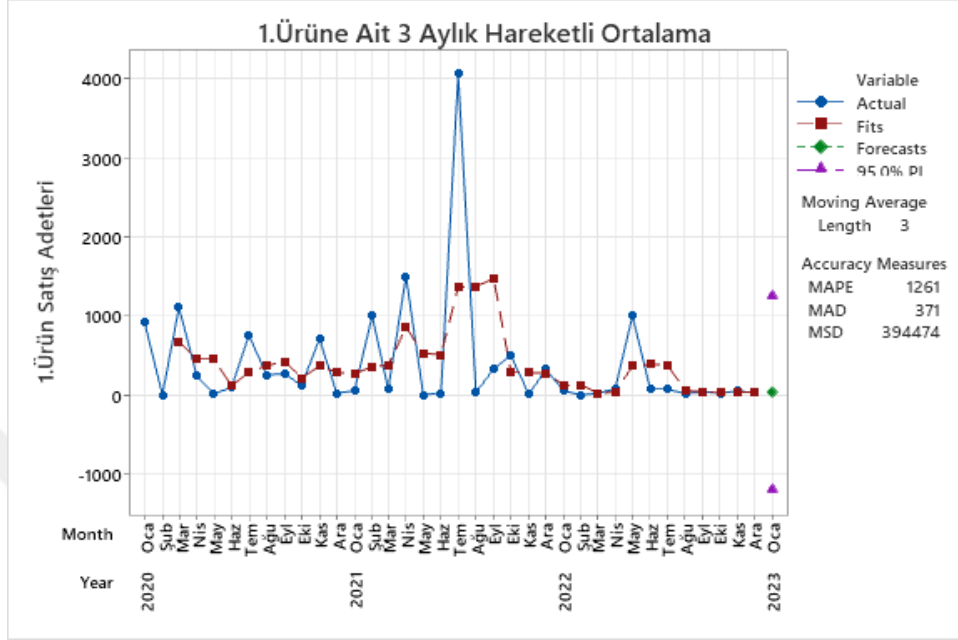


Şekil 12. 1. Ürüne Ait 2020 - 2022 Yılları Talep Miktarlarının Grafikle Gösterimi

Birinci ürünün talepleri incelendiğinde 2020 - 2022 yıllarında 36 aylık veriler doğrultusunda incelendiğinde oldukça değişken bir talep mevcut olduğu görülmektedir. Tahmin hesapları MS-Excel ve Minitab programından faydalanılarak tablolara veri girişi sağlanmış, belirli formüllere göre hesaplanmış ve grafikleri çizdirilmiştir. Bütün hesaplamalar 36 aylık verilere göre hesaplanmıştır. Fakat sunum kolaylığı sağlaması için 12 aylık sonuçlar gösterilmiştir.

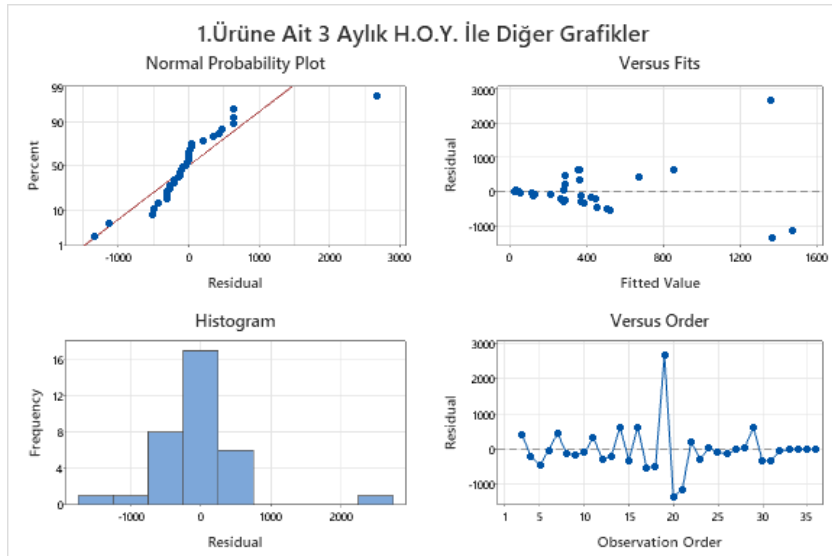
4.1.1. Talep Tahmin Yöntemlerinin Aylık Periyotlar Halinde İncelenmesi

4.1.1.1. 3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi Uygulaması



Şekil 13. 1. Ürüne Ait 3 Aylık H.O.Y. İle Grafikle Gösterimi

Birinci ürüne ait 36 aylık veriler göz önünde bulundurulduğunda 3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi Minitab istatistik programı üzerinden hesaplandığında MAPE, MAD ve MSD Hata oranlarını bize vermektedir. $n=3$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 14. 1. Ürüne Ait 3 Aylık H.O.Y İle Diğer Grafikler

Şekil 14.’teki grafikleri yorumladığımızda “Residual” gürültü dediğimiz değerlerin ortalaması 0, standart sapması 1 olan istatistiksel dağılımın normal dağılım olması arzu edilmektedir. “Normal Probability Plot” grafiğinde noktalar “Residual” değerlerini kaçınıcı yüzdelik değeri olduğunu göstermektedir. Bu noktaların herhangi bir dağılımla ne kadar örtüştüğünü ve doğrusal çizgiye ne kadar yaklaştığını değerlendirmek mümkündür. Doğrusal çizgi verilerin en normal haliyle mükemmel bir dağılım gösterdiğini ifade eden çizgidir. Elimizdeki veriler bu çizgiye ne kadar normalliği yakalarsa o kadar paralellik gösterir ve bu çizginin üzerinde kümelenir. Veri setlerimiz gerçek değerlerden oluştuğu için mükemmel doğrusal bir çizginin yakalanması mümkün değildir. Önemli olan bu çizgiye yakınsamaktır. Noktalar bu çizgiye ne kadar çok yaklaşıyorsa, o kadar normal dağılım göstermektedir. Noktalar çizgiden ne kadar uzaklaşıyorsa normal dağılım göstermediğini ifade etmektedir. “Normal Probability Plot” grafiğinde noktaların düzleme yakınsadığı gözlemlenmektedir. Bu hesaplanan değerler gerçek değerler ile tahmin değerleri arasındaki hatanın dağılımının normal olduğunu göstermektedir. Fakat grafikte köşelerde bulunan ve diğerlerinden ayrı bulunan noktalar aykırı değerler içerdiğini ifade etmektedir.

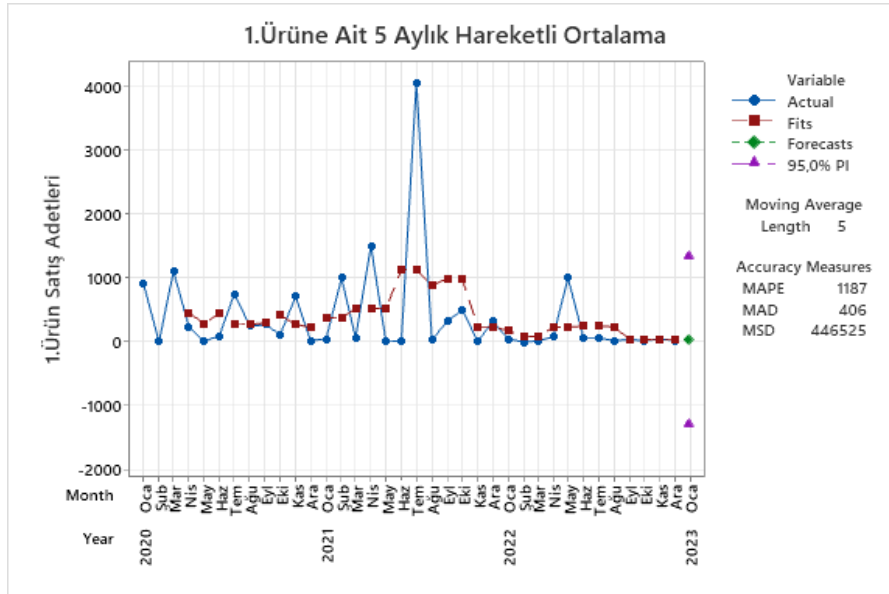
“Versus Fits” grafiğinde ise eğer veriler normal dağılım gösteriyorsa verilerin yatay sıfır çizgisi üzerinde kümelenmesi gerekmektedir. Noktaların yatay sıfır çizgisi üzerinde kümelenmesi demek, herhangi bir şekil oluşturmadan, çizgiye yani sıfır noktasına yakın olacak şekilde rastgele toplanmasını ifade eder. Buradaki noktaların dağılımı sapmanın büyüklüğünü ve yönünü göstermektedir. Sıfır çizgisine yakın olan veriler frekansı fazla olan verileri, uzak olanlar ise frekansı az olan verileri ifade etmektedir. Yani “Versus Fits” grafiğinde kümelenme yoksa ve noktalar S, W gibi şekiller oluşturuyorsa normal dağılımdan bahsedilemez. “Versus Fits” grafiğinde noktaların sıfır çizgisinde kümelenme gösterdiği gözlenmektedir. Sıfır çizgisinden uzakta olan noktalar ise frekansı az olan verileri ifade etmektedir. Kümelenme olduğu ve noktalar bir şekil oluşturmadığı ve sıfır etrafında olabildiğince eşit şekilde dağılmış olduğu için normal dağılımdan bahsedilebilir.

Tablo 3. 1. Ürüne Ait 3 Aylık H.O.Y Sonuçları

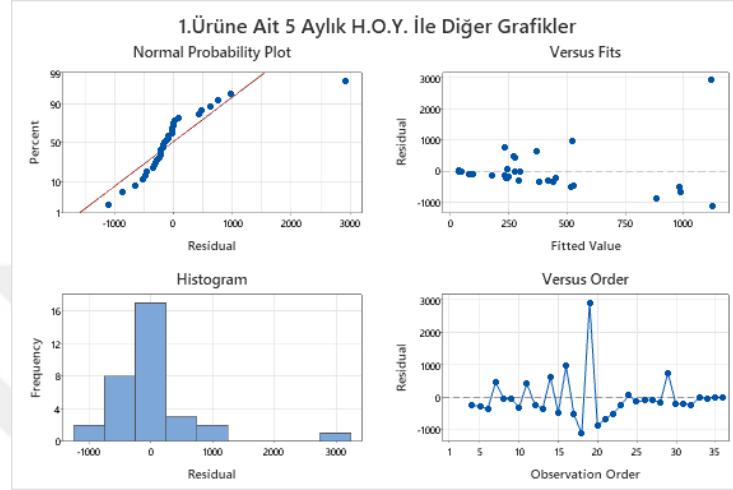
YIL	AYLAR	1. ÜRÜN	TAHMİN	HATA
2022	OCAK	50	277	-227
	ŞUBAT	1	127	-126
	MART	20	124	-104
	NİSAN	80	24	56
	MAYIS	1000	34	966
	HAZİRAN	75	367	-292
	TEMMUZ	70	385	-315
	AĞUSTOS	20	382	-362
	EYLÜL	40	55	-15
	EKİM	25	43	-18
	KASIM	50	28	22
	ARALIK	27	38	-11

Birinci ürüne ait tahmin 3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi ile elde edilen sonuçlar Tablo 3.'de gerçekleşmiştir. Veriler 2020;01-2022;12 zaman aralığı arasında incelenmiştir. Bu yöntemde kullanılan matematiksel formül (2.31)'deki Basit Hareketli Ortalama yöntemi başlığı altında belirtilmiştir.

4.1.1.2. 5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi Uygulaması

**Şekil 15. 1. Ürüne Ait 5 Aylık H.O.Y. İle Grafikte Gösterimi**

Birinci ürüne ait 36 aylık veriler göz önünde bulundurulduğunda 5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi Minitab istatistik programı üzerinden hesaplandığında MAPE, MAD ve MSD Hata oranlarını bize vermektedir. $n=5$ olarak belirlenmiştir. Bu yöntemde kullanılan matematiksel formül (2.31)'deki Basit Hareketli Ortalama yöntemi başlığı altında belirtilmiştir.



Şekil 16. 1. Ürüne Ait 5 Aylık H.O.Y. ile Diğer Grafikler

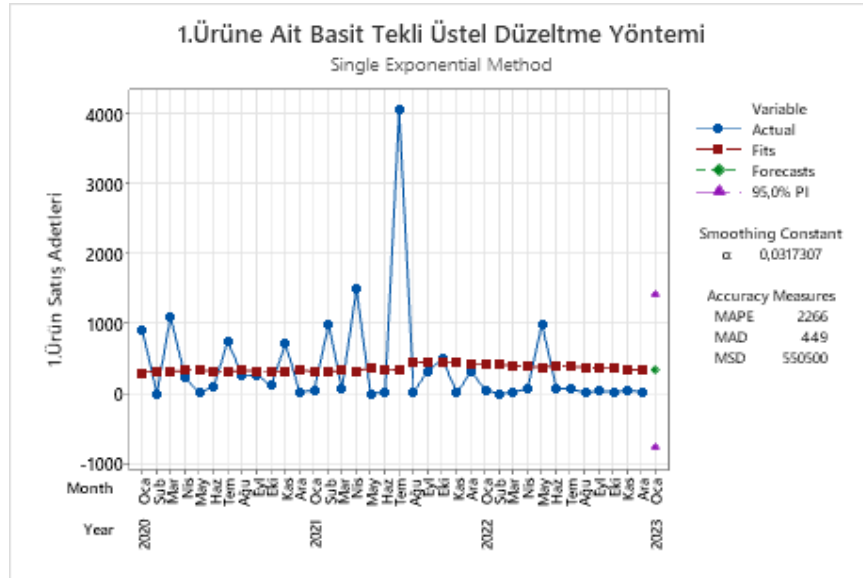
Şekil 16.'daki grafikleri yorumladığımızda “Normal Probability Plot” grafiğinde noktaların düzleme yakınsadığı gözlemlenmektedir. Bu hesaplanan değerler gerçek değerler ile tahmin değerleri arasındaki hatanın dağılımının normal olduğunu göstermektedir. Fakat grafikte köşelerde bulunan ve diğerlerinden ayrı bulunan noktalar aykırı değerler içerdiğini ifade etmektedir. “Versus Fits” grafiğinde hata serilerinin sıfır etrafında olabildiğince eşit şekilde kümelenmiş olduğunu gözlemlemekteyiz. Ancak frekansı az olan değerler sıfır yatay çizgisinden konumlanmıştır. Kümelenme olduğu, noktalar belli bir şekil ifade etmediği ve rastgele şekilde dağıldığı için normal dağılım olduğu söylenebilir.

Tablo 4. 1. Ürüne Ait 5 Aylık H.O.Y Sonuçları

YIL	AYLAR	1. ÜRÜN	TAHMİN	HATA
2022	OCAK	50	239	-189
	ŞUBAT	1	242	-241
	MART	20	177	-157
	NİSAN	80	81	-1
	MAYIS	1000	95	905
	HAZİRAN	75	230	-155
	TEMMUZ	70	235	-165
	AĞUSTOS	20	249	-229
	EYLÜL	40	249	-209
	EKİM	25	241	-216
	KASIM	50	46	4
	ARALIK	27	41	-14

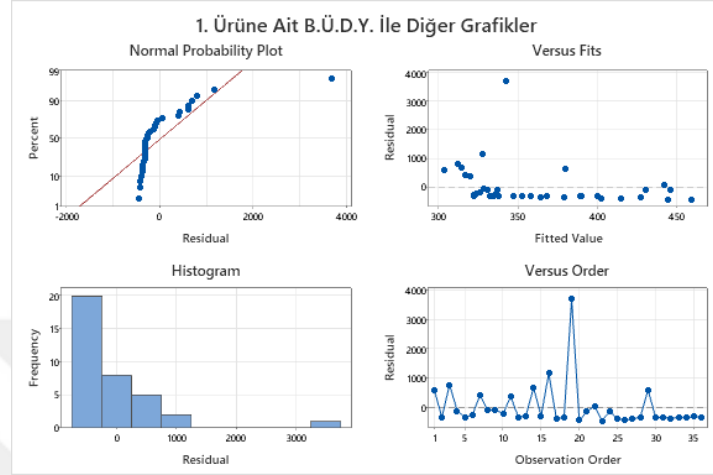
Birinci ürüne ait tahmin 5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi ile elde edilen sonuçlar Tablo 4’de gerçekleşmiştir. Veriler 2020;01-2022;12 zaman aralığı arasında incelenmiştir. Bu yöntemde kullanılan matematiksel formül (2.31)’deki Basit Hareketli Ortalama yöntemi başlığı altında belirtilmiştir.

4.1.1.3. Basit Tekli Üstel Düzeltme Yöntemi Uygulaması



Şekil 17. 1. Ürüne Ait B. T. Ü. D. Y. İle Grafikte Gösterimi

Birinci ürüne ait 36 aylık veriler göz önünde bulundurulduğunda Basit Tekli Üstel Düzeltme Yöntemi Minitab istatistik programı üzerinden hesaplandığında MAPE, MAD ve MSD Hata oranlarını bize vermektedir. Düzeltme katsayısı olarak Minitab en sağlıklı katsayıyı $\alpha=0,0317$ olarak belirlemiştir.



Şekil 18. 1. Ürüne Ait B. T. Ü. D. Y. Ait Diğer Grafikler

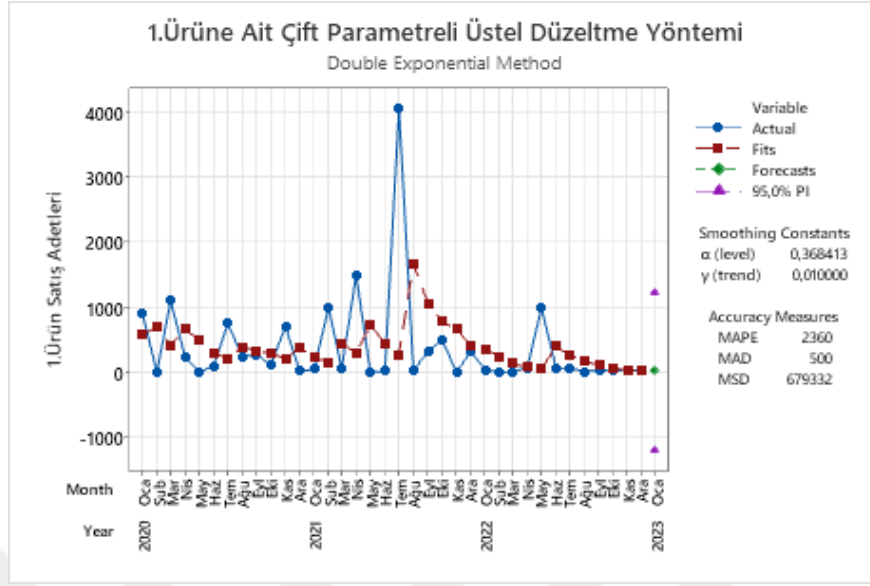
Şekil 18.’deki grafikleri yorumladığımızda “Normal Probability Plot” grafiğinde noktaların düzleme yakınsamadığı gözlemlenmektedir. Bu hesaplanan değerler gerçek değerler ile tahmin değerleri arasındaki hatanın dağılımının normal olmadığını göstermektedir. Fakat grafikte köşelerde bulunan ve diğerlerinden ayrı bulunan noktalar aykırı değerler içerdiğini ifade etmektedir. “Versus Fits” grafiğinde hata serilerinin sıfır etrafında eşit şekilde dağılım göstermemektedir ve bir noktalar bir şekil oluşturmaktadır ve bir rastgelelik göstermemektedir. Bu nedenle normal dağılımdan söz etmek doğru değildir.

Tablo 5. 1. Ürüne Ait B. T. Ü. D. Y. Sonuçları

YIL	AYLAR	1. ÜRÜN	BASİT TEKLİ ÜSTEL DÜZELTME	TAHMİN	HATA
2022	OCAK	50	416	428	-378
	ŞUBAT	1	402	416	-415
	MART	20	390	402	-382
	NİSAN	80	380	390	-310
	MAYIS	1000	400	380	620
	HAZİRAN	75	390	400	-325
	TEMMUZ	70	380	390	-320
	AĞUSTOS	20	368	380	-360
	EYLÜL	40	358	368	-328
	EKİM	25	347	358	-333
	KASIM	50	338	347	-297
	ARALIK	27	328	338	-311

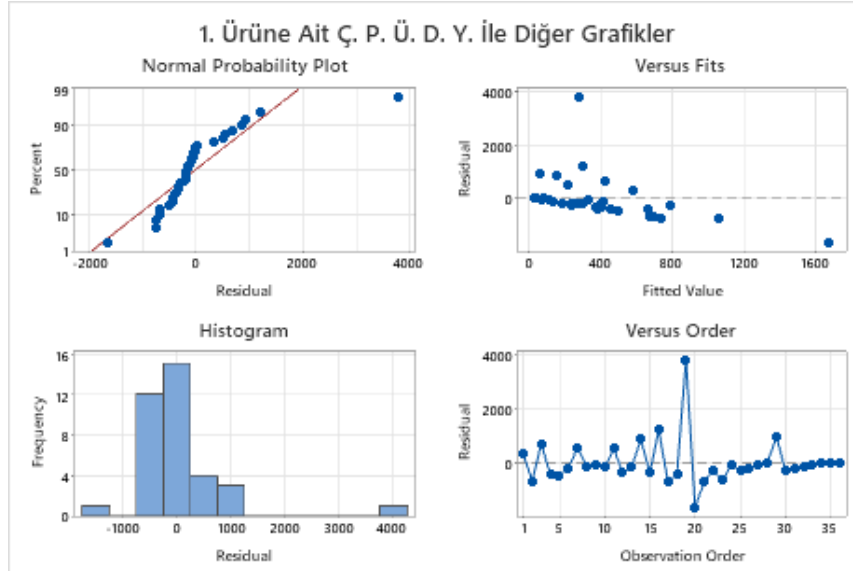
Birinci ürüne ait tahmin Basit Tekli Üstel Düzeltme Yöntemi ile elde edilen sonuçlar Tablo 5’de gerçekleşmiştir. Veriler 2020;01-2022;12 zaman aralığı arasında incelenmiştir. Bu yöntemde kullanılan matematiksel formül (2.38)’deki Basit Tekli Üstel Düzeltme Yöntemi altında belirtilmiştir

4.1.1.4. Çift Parametrelili Üstel Düzeltme Yöntemi Uygulaması



Şekil 19. 1. Ürüne Ait Ç. P. Ü. D. Y. İle Grafikle Gösterimi

Birinci ürüne ait 36 aylık veriler göz önünde bulundurulduğunda Çift Parametrelili Üstel Düzeltme Yöntemi Minitab istatistik programı üzerinden hesaplandığında MAPE, MAD ve MSD Hata oranlarını bize vermektedir. Düzeltme katsayısı olarak Minitab en sağlıklı katsayısı $\alpha=0,3684$, $\gamma=0,01$ olarak belirlemiştir.



Şekil 20. 1. Ürüne Ait Ç. P. Ü. D. Y. Ait Diğer Grafikler

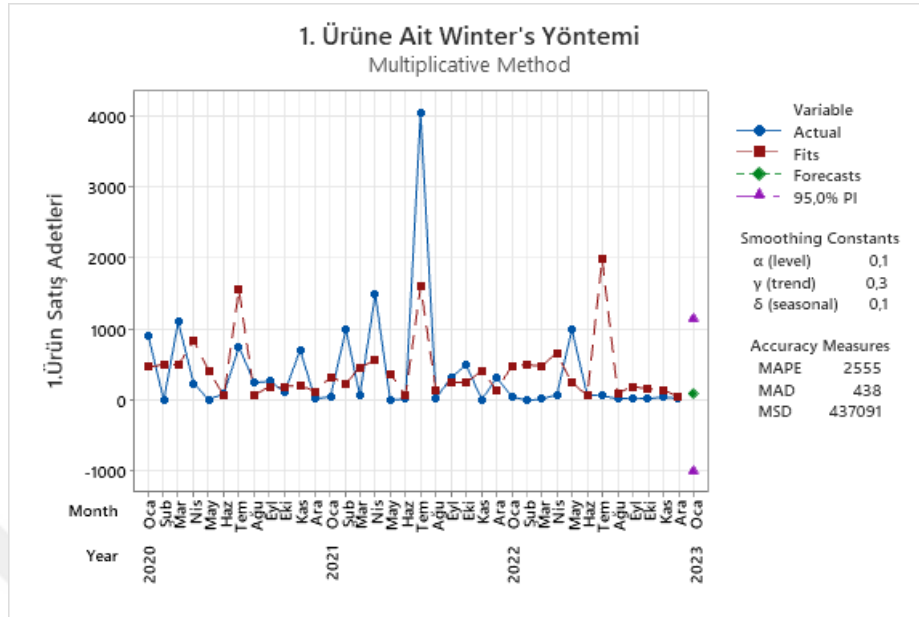
Şekil 20.’deki grafikleri yorumladığımızda “Normal Probability Plot” grafiğinde noktaların düzleme yakınsadığı gözlemlenmektedir. Bu hesaplanan değerler gerçek değerler ile tahmin değerleri arasındaki hatanın dağılımının normal olduğunu göstermektedir. Fakat grafikte köşelerde bulunan ve diğerlerinden ayrı bulunan noktalar aykırı değerler içerdiğini ifade etmektedir. “Versus Fits” grafiğinde hata serilerinin sıfır etrafında olabildiğince eşit şekilde kümelenmiş olduğunu gözlemlemekteyiz. Ancak frekansı az olan değerler sıfır yatay çizgisinden konumlanmıştır. Kümelenme olduğu, noktalar belli bir şekil ifade etmediği ve rastgele şekilde dağıldığı için normal dağılım olduğu söylenebilir.

Tablo 6. 1. Ürüne Ait Ç. P. Ü. D. Y. Sonuçları

YIL	AYLAR	1. ÜRÜN	ÇİFT PARAMETRELİ ÜSTEL DÜZELTME	TAHMİN	HATA
2022	OCAK	50	253	371	-321
	ŞUBAT	1	152	241	-240
	MART	20	95	139	-119
	NİSAN	80	81	82	-2
	MAYIS	1000	411	68	932
	HAZİRAN	75	281	401	-326
	TEMMUZ	70	196	270	-200
	AĞUSTOS	20	124	184	-164
	EYLÜL	40	85	111	-71
	EKİM	25	55	72	-47
	KASIM	50	45	41	9
	ARALIK	27	30	32	-5

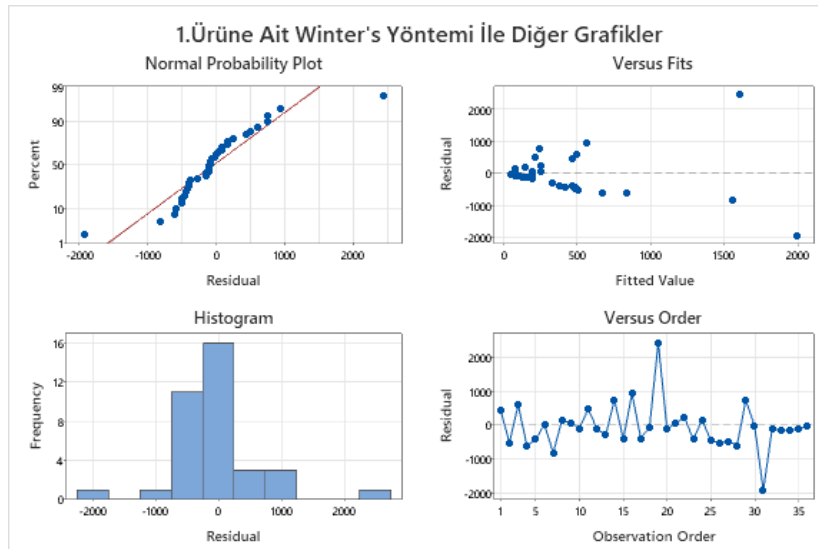
Birinci ürüne ait tahmin Çift Üstel Düzeltme Yöntemi ile elde edilen sonuçlar Tablo 6’da gerçekleşmiştir. Veriler 2020;01-2022;12 zaman aralığı arasında incelenmiştir. Bu yöntemde kullanılan denklem (2.53 - 2.54 - 2.55)’deki Çift Parametrelî Üstel Düzeltme Yöntemi altında belirtilmiştir.

4.1.1.5. Winter's Yöntemi Uygulaması



Şekil 21. 1. Ürüne Ait Winter's Yönteminin Grafikle Gösterimi

Birinci ürüne ait 36 aylık veriler göz önünde bulundurulduğunda Winter's Yöntemi Minitab istatistik programı üzerinden hesaplandığında MAPE, MAD ve MSD Hata oranlarını bize vermektedir. Düzeltme katsayısı olarak Minitab en sağlıklı katsayıları $\alpha=0,1$, $\gamma=0,3$, $\delta=0,1$ olarak belirlemiştir.



Şekil 22. 1. Ürüne Ait Winter's Yöntemi ile Diğer Grafikler

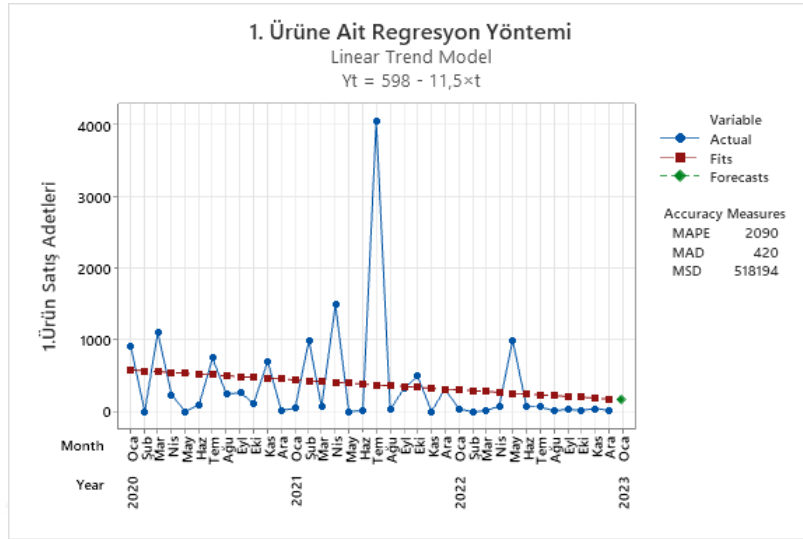
Şekil 22.’deki grafikleri yorumladığımızda “Normal Probability Plot” grafiğinde noktaların düzleme yakınsadığı gözlemlenmektedir. Bu hesaplanan değerler gerçek değerler ile tahmin değerleri arasındaki hatanın dağılımının normal olduğunu göstermektedir. Fakat grafikte köşelerde bulunan ve diğerlerinden ayrı bulunan noktalar aykırı değerler içerdiğini ifade etmektedir. “Versus Fits” grafiğinde hata serilerinin sıfır etrafında olabildiğince eşit şekilde kümelenmiş olduğunu gözlemlemekteyiz. Ancak frekansı az olan değerler sıfır yatay çizgisinden konumlanmıştır. Kümelenme olduğu, noktalar belli bir şekil ifade etmediği ve rastgele şekilde dağıldığı için normal dağılım olduğu söylenebilir.

Tablo 7. 1. Ürüne Ait Winter’s Yöntemi Sonuçları

YIL	AYLAR	1. ÜRÜN	WINTERS DÜZLEŞTİRME YÖNTEMİ	TAHMİN	HATA
2022	OCAK	50	469	490	-440
	ŞUBAT	1	496	505	-504
	MART	20	490	484	-464
	NİSAN	80	705	672	-592
	MAYIS	1000	269	246	754
	HAZİRAN	75	75	75	0
	TEMMUZ	70	1994	1995	-1925
	AĞUSTOS	20	111	108	-88
	EYLÜL	40	210	197	-157
	EKİM	25	180	162	-137
	KASIM	50	179	152	-102
	ARALIK	27	67	53	-26

Birinci ürüne ait tahmin Winter’s Yöntemi ile elde edilen sonuçlar Tablo 7’de gerçekleşmiştir. Veriler 2020;01-2022;12 zaman aralığı arasında incelenmiştir. Bu yöntemde kullanılan denklem (2.56 - 2.57 - 2.58 - 2.59)’deki Winter’s Yöntemi altında belirtilmiştir.

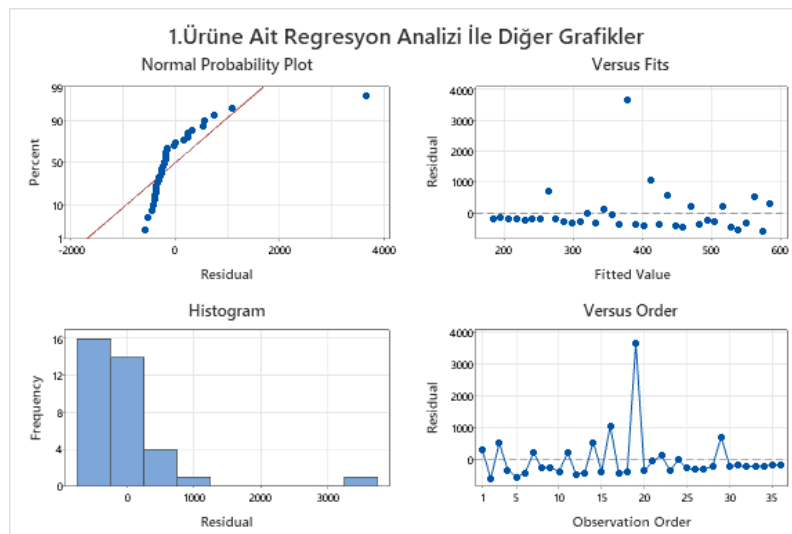
4.1.1.6. Regresyon Yöntemi Uygulaması



Şekil 23. 1. Ürüne Ait Regresyon Analizinin Grafikle Gösterimi

Birinci ürüne ait 36 aylık veriler göz önünde bulundurulduğunda Regresyon Analizi Minitab istatistik programı üzerinden hesaplandığında MAPE, MAD ve MSD Hata oranlarını bize vermektedir. $Y_t = 598 - 11,5 \times t$ olarak hesaplanmıştır.

Bu tablo üzerinden veri setimizi inceleyecek olursak 3 yıl içinde aşağı yani negatif yönde bir eğilim izlenmektedir. Bunu da o yıllarda yaşanan COVID-19 Pandemisi, yaşanan Rusya-Ukrayna savaşı, turizm sektöründe yaşanan yavaşlama ile ilişkilendirebiliriz.



Şekil 24. 1. Ürüne Ait Regresyon Analizi İle Diğer Grafikler

Şekil 24.’deki grafikleri yorumladığımızda “Normal Probability Plot” grafiğinde noktaların düzleme yakınsamadığı gözlemlenmektedir. Bu hesaplanan değerler gerçek değerler ile tahmin değerleri arasındaki hatanın dağılımının normal olmadığını göstermektedir. Fakat grafikte köşelerde bulunan ve diğerlerinden ayrı bulunan noktalar aykırı değerler içerdiğini ifade etmektedir. “Versus Fits” grafiğinde hata serilerinin sıfır etrafında eşit şekilde dağılım göstermemektedir ve bir noktalar bir şekil oluşturmaktadır. Bu nedenle normal dağılımdan söz etmek doğru değildir.

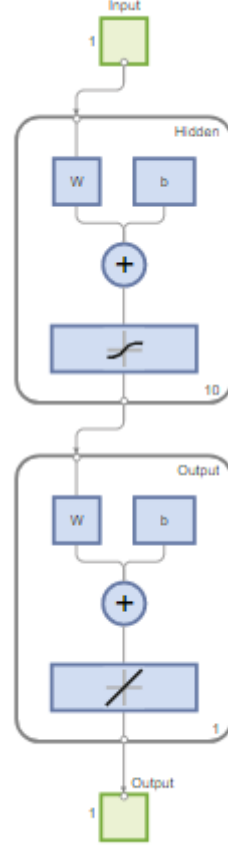
Tablo 8. 1. Ürüne Ait Regresyon Analizi Sonuçları

YIL	AYLAR	1. ÜRÜN	REGRESYON ANALİZİ	HATA
2022	OCAK	50	310	-260
	ŞUBAT	1	299	-298
	MART	20	287	-267
	NİSAN	80	276	-196
	MAYIS	1000	264	736
	HAZİRAN	75	253	-178
	TEMMUZ	70	241	-171
	AĞUSTOS	20	229	-209
	EYLÜL	40	218	-178
	EKİM	25	206	-181
	KASIM	50	195	-145
	ARALIK	27	183	-156

Birinci ürüne ait tahmin Regresyon Yöntemi ile elde edilen sonuçlar Tablo 8’de gerçekleşmiştir. Veriler 2020;01-2022;12 zaman aralığı arasında incelenmiştir. Bu yöntemde kullanılan denklem (2.60 - 2.61 - 2.62 - 2.63)’deki diğer adıyla Trend Analizi olarak da bilinen Regresyon Yöntemi altında belirtilmiştir.

4.1.1.7. Yapay Sinir Ağları Yöntemi Uygulaması

Satış verilerimiz doğrultusunda 1.Ürün için YSA modeli oluşturulmuştur. Verilerin analizi Matlab 2022b programından faydalanılmış olup en uygun sonuca ulaşabilmek nöron sayıları denenmiştir.



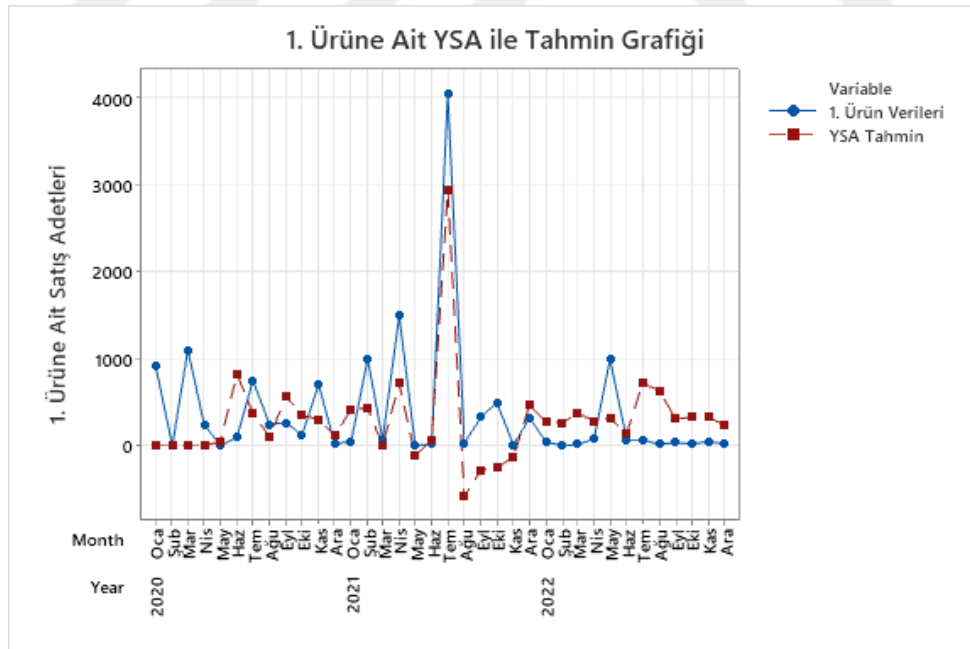
Şekil 25. 1. Ürüne Ait YSA Algoritması

2020 - 2022 yılları arasındaki 36 aylık veriler doğrultusunda veri seti %80,%20,%0 olacak şekilde ayrılmıştır. 36 adet veriden 29 adeti eğitim, 7 adeti test verisi olarak kullanılmıştır. Veri setimiz Levenberg-Marquardt geri yayılım algoritmasıyla eğitilmiştir. Bu algoritmayı tercih etmemizin nedeni kısa ve orta dönemli veri setlerinde hızlı ve tutarlı sonuçlar verildiği tespit edilmiştir. Verilerin Matlab üzerinden uygulanmasında ağdaki nöron sayıları kullanıcı tarafından belirlenmekte olup, deneme yanılma yoluyla en doğru sonuca ulaşılabilir. Yapılan denemeler sonucunda gizli nöron sayıları 3,5,10 ve $n=4$ için (n =tahmin verisi) denemiş olup en doğru sonucu nöron sayısı 10 olarak belirlenmiştir. Ayrıca gizli nöron sayısını

arttırdıkça ağın ezberleme becerisinin arttığı saptanmıştır ve hesaplanan sonuçların çok fazla artmasına neden olmaktadır.

Tablo 9. 1. Ürüne Ait Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Tahmin Verileri

YIL	AYLAR	1.ÜRÜN	YSA İLE TAHMİN	HATA
2022	OCAK	50	273	-223
	ŞUBAT	1	267	-266
	MART	20	379	-359
	NİSAN	80	288	-208
	MAYIS	1000	321	679
	HAZİRAN	75	138	-63
	TEMMUZ	70	721	-651
	AĞUSTOS	20	636	-616
	EYLÜL	40	312	-272
	EKİM	25	330	-305
	KASIM	50	338	-288
	ARALIK	27	239	-212

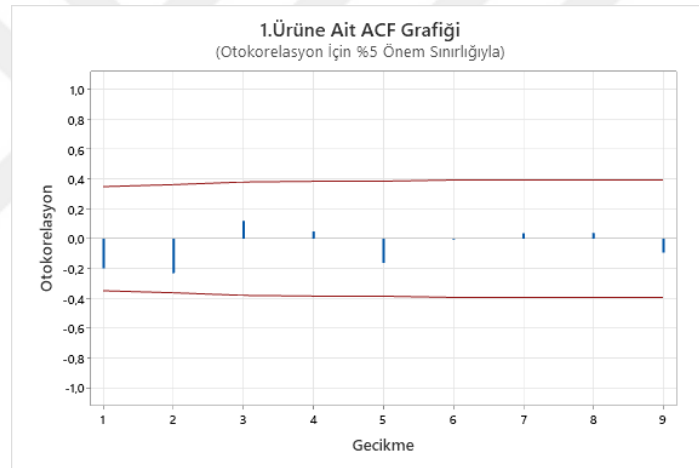


Şekil 26. 1. Ürüne Ait Yapay Sinir Ağı Yöntemi İle Tahmin Grafiği

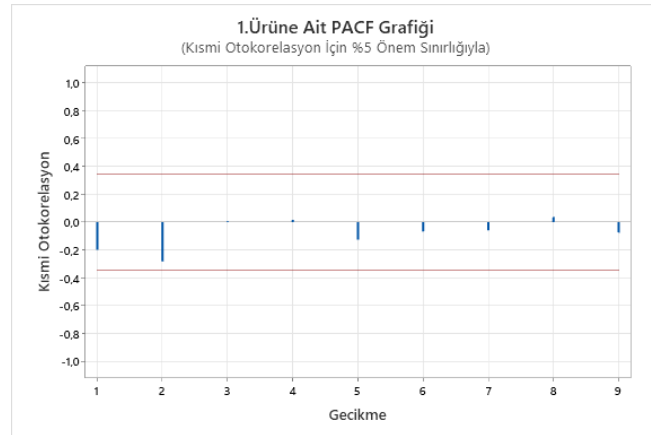
4.1.1.8. Box-Jenkins Yöntemi Uygulaması

Box-Jenkins yöntemi kullanarak bir zaman serisini modelleyebilmek adına ilk olarak bu serinin durağanlık ve mevsimsellik testleri uygulanmalıdır. Serilerin otokorelasyonları hızla azalmıyor ve lineer bir hareketle azalıyorsa, yani serisi durağan değilse, seri durağanlaşana kadar farkı alınarak d homojenlik derecesi bulunur. (Erdoğan, 2021, 65)

Birinci ürüne ait tahmin Box-Jenkins (ARIMA) Yöntemi ile mevsimselliğin bulunduğu seri aşağıdaki şekilde gerçekleşmiştir. Yöntem Minitab 21 İstatistik Programında bulunan “Forecast With Best Arima Model” modülünden en iyi Arima modeli (p,d,q) (P,D,Q) ile tahmin öngörmektedir. (p,d,q) mevsimsel olmayan modelin derecesini, (P,D,Q) ise mevsimsel olan modelin derecesini ifade etmektedir.



Şekil 27. 1. Ürüne Ait Otokorelasyon Grafiği



Şekil 28. 1. Ürüne Ait Kısmi Otokorelasyon Grafiği

Otokorelasyon grafiğinde ve Kısmi otokorelasyon grafiğinde değerler sınırın içinde kaldığı görülmektedir. Bu sonuç mevsimsellikten arındırma işlemine gerek olmadığını göstermektedir.

Bu aşamada mevsimsel ARIMA yöntemi uygulanacaktır. Bu modeller arasında hangisinin uygun olduğuna belirlemek adına Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerine başvurulacaktır.

Model Selection

Model (d = 2; D = 0)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 2; q = 0; P = 2; Q = 1*	2564,88	-5114,65	-5117,76	-5108,60
p = 5; q = 0; P = 2; Q = 2	1805,33	-3581,10	-3590,67	-3575,41
p = 5; q = 0; P = 2; Q = 0	1446,65	-2871,54	-2877,30	-2865,09
p = 4; q = 0; P = 2; Q = 2	1341,47	-2657,44	-2664,94	-2651,20
p = 3; q = 0; P = 2; Q = 2	1284,98	-2548,19	-2553,95	-2541,74

Şekil 29. Akaike Bilgi Kriteri Tablosu

Mevsimselliğin 12 ay ve AICc değerinin en düşük değeri alan model derecesi (2,2,0), (2,0,1) olarak belirlenmiştir. Bize en az hata oranına sahip olan veriyi sunacak değerler bunlardır.

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
AR 1	-0,7297	0,0501	-14,56	0,000
AR 2	-0,9770	0,0512	-19,07	0,000
SAR 12	0,0010	0,0417	0,02	0,981
SAR 24	0,9998	0,0463	21,58	0,000
SMA 12	0,702	0,233	3,01	0,005

Differencing: 2 Regular

Number of observations after differencing: 34

Şekil 30. Schwarz Bilgi Kriteri Tablosu

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	20,46	23,78	*	*
DF	7	19	*	*
P-Value	0,005	0,205	*	*

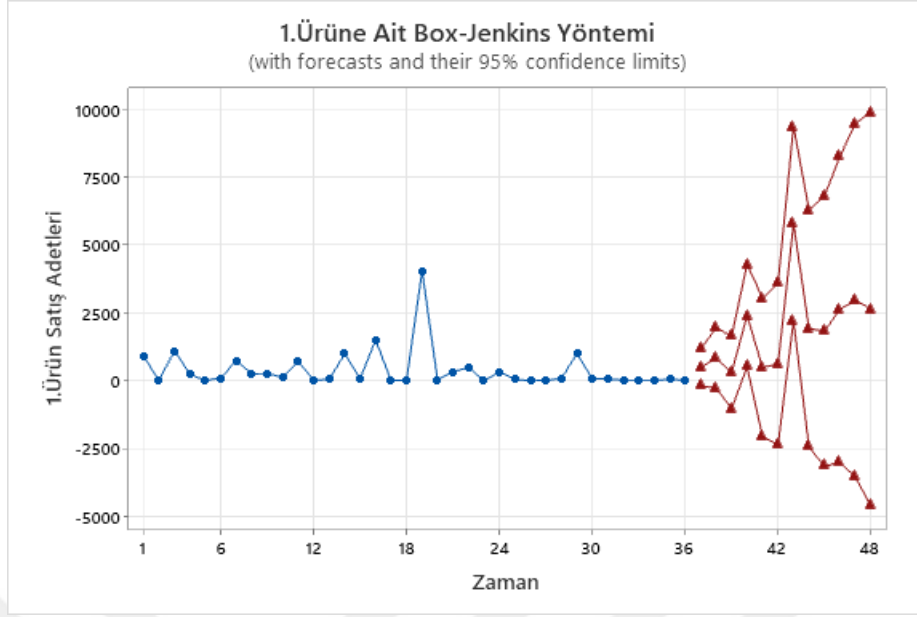
Şekil 31. Ljung-Box Bilgi Kriteri Tablosu

Tablolar incelendiğinde Akaike, Schwarz ve Ljung-Box bilgi kriteri tabloları incelendiğinde, en düşük değeri alan Tablo 11. 'deki ARIMA (2,2,0) (2,0,1) modeli olduğu tespit edilmiştir. Parametre tahminlerinin anlamlılığını test etmek için elde edilen olasılık değeri (p) = 0,05 anlamlılık düzeyinden küçük olduğu için parametre tahminleri de anlamlıdır.

Tablo 10. 1. Ürüne Ait Box-Jenkins Yöntemi İle 2023 Yılına Ait Tahmin Verileri

YIL	Aylar	BOX-JENKİNS YÖNTEMİ İLE TAHMİN
2023	37	489
	38	840
	39	304
	40	2404
	41	493
	42	618
	43	5791
	44	1925
	45	1824
	46	2633
	47	2965
	48	2641

Birinci ürüne ait tahmin Box-Jenkin's Yöntemi ile elde edilen sonuçlar Tablo 10'da gerçekleşmiştir. Veriler 2020;01-2022;12 zaman aralığı arasında incelenmiştir. Bu yöntemde kullanılan denklem (2.73 - 2.74 - 2.75 - 2.76)'deki Box-Jenkins Yöntemi başlığı altında belirtilmiştir.



Şekil 32. 1. Ürüne Ait Box-Jenkins Yöntemi İle Tahmin Grafiği

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
29	3521056	121416	103560	-5114,65	-5117,76	-5108,60

MS = variance of the white noise series

Şekil 33. 1. Ürüne Ait Box-Jenkins Yöntemine Ait Hata Tablosu

Bu tablodan çıkan sonuca göre hatanın Beyaz-Gürültü (White-Noise) seri şeklinde olduğu ifade edilebilir. Ayrıca güven aralığında ortadaki grafiğin tercihi daha en doğru sonuca ulaşılabilceği çıkarılabilir.

Aylık olarak bütün tahmin sonuçları karşılaştırmalı olarak tablo ve şekillerle Ek-3 kısmında belirtilmiştir.

4.1.2. Uygulanan Talep Tahmin Yöntemi Sonuçlarına Ait Hata Ölçütlerinin Karşılaştırılması (Aylık Periyotlar Halinde)

Veri setleri aylık incelemeler doğrultusunda hata ölçütleriyle incelenmesi aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir.

Tablo 11. 2020 – 2022 Yılları Arası 5 Ürüne Ait Talep Tahmin Yöntemlerinin Hata Oranlarıyla Karşılaştırılma Tablosu

ÜRÜNLER	HATA ÖLÇÜTÜ	TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİ							
		3. AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	5. AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	BASİT TEK Lİ ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	ÇİFT ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	WINTER'S YÖNTEMİ	REGRESYON YÖNTEMİ	YAPAY SINIR AĞLARI YÖNTEMİ	BOX-JENKINS YÖNTEMİ
1. ÜRÜN	MAPE	1261	1187	2266	2360	2555	2090	13	-
	MAD	371	406	449	500	438	420	389	-
	MSD	394474	446525	550500	679332	437091	518194	239156	103560
2. ÜRÜN	MAPE	111	137	175	175	137	201	2	-
	MAD	7	7	9	10	9	10	8	-
	MSD	76	102	164	180	167	157	112	20
3. ÜRÜN	MAPE	235	280	297	285	184	290	2	-
	MAD	11	12	14	15	10	13	9	-
	MSD	178	207	252	311	163	238	159	25
4. ÜRÜN	MAPE	187	195	171	253	117	192	1	-
	MAD	12	13	14	16	13	14	10	-
	MSD	263	271	333	463	297	305	157	19
5. ÜRÜN	MAPE	273	276	310	330	280	350	1	-
	MAD	34	35	41	49	42	41	36	-
	MSD	2169	2398	3423	4798	3708	3203	3508	267

Tablo 3'ten Tablo 10'a kadar 5 ürünüme 8 farklı talep tahmin yöntemi uygulanmış, Tablo 11' de MAPE, MAD ve MSD hata ölçütleriyle karşılaştırılmıştır. Tablo incelendiğinde ürünlerdeki hata ölçütlerini şöyle yorumlayabiliriz;

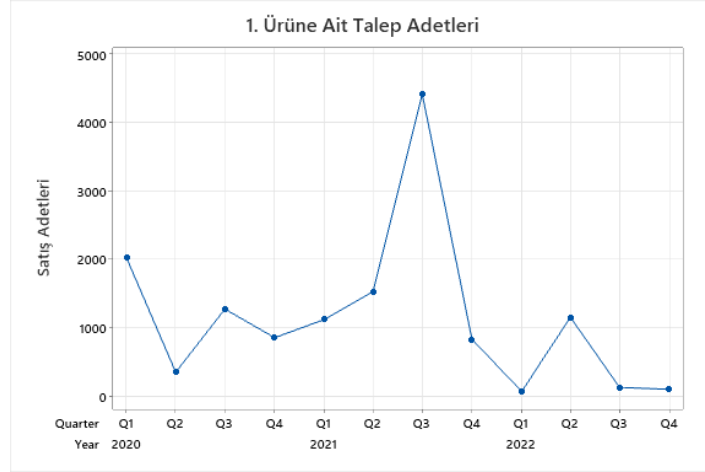
5 Üründe MAPE hata oranı için en düşük yüzde YSA için olarak belirlenmiş olup, MAPE tercihimize göre en iyi sonucu YSA yöntemi olduğunu söyleyebiliriz. MAD hata ölçütüne göre en iyi yöntemin 3 Aylık H.O.Y. olduğunu ve sonrasında YSA yöntemi olduğunu söyleyebiliriz. Bu durum MAD hata ölçütünde 3. ve 4. ürün için en iyi yöntemin YSA yöntemi olduğunu Tablo 11’de görülmektedir. MSD hata ölçütüne göre ise bütün ürünler doğrultusunda en iyi sonucu veren yöntemi Box-Jenkins (ARIMA) yöntemi olmuştur.

4.1.3. Talep Tahmin Yöntemlerinin 3’er Aylık Periyotlar Halinde İncelenmesi

Hata oranlarını minimize etmek amacıyla veri setimizi 3’er aylık periyotlar halinde inceleyip, çıkan sonuçlara göre firma için hangi periyodun daha uygun olduğunu tespit edeceğiz.

Tablo 12. 5 Ürün İçin 2020 – 2022 Yıllarına Ait Satış Verileri (3 Aylık Periyotlar Halinde)

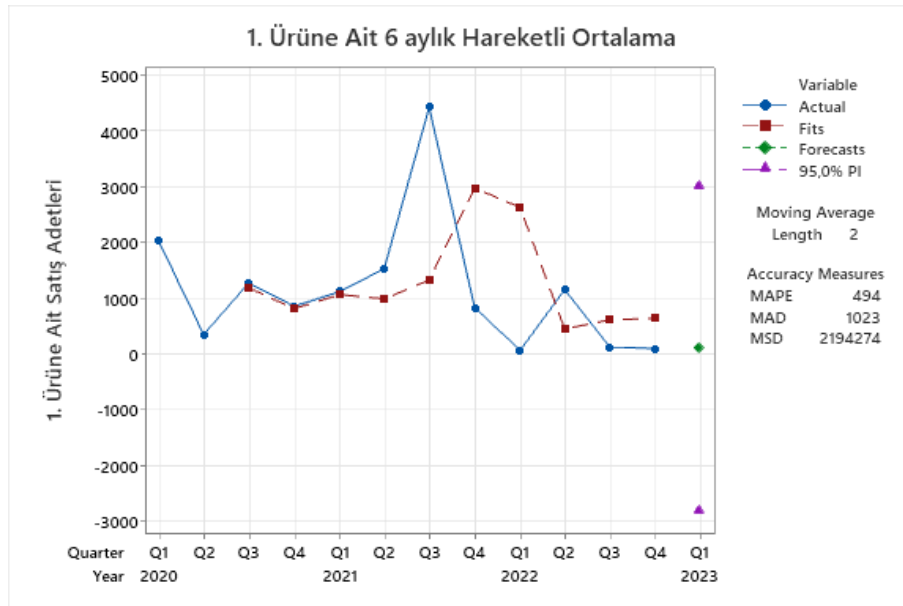
	PERİYOT	ÇEYREKLER	1. ÜRÜN	2. ÜRÜN	3. ÜRÜN	4. ÜRÜN	5. ÜRÜN
2020	1	1. ÇEYREK	2022	37	67	29	345
	2	2. ÇEYREK	352	58	70	74	134
	3	3. ÇEYREK	1274	42	82	49	26
	4	4. ÇEYREK	856	28	43	36	141
2021	5	1. ÇEYREK	1122	32	24	46	77
	6	2. ÇEYREK	1529	21	58	39	321
	7	3. ÇEYREK	4413	13	18	130	214
	8	4. ÇEYREK	832	59	19	86	120
2022	9	1. ÇEYREK	71	103	19	76	95
	10	2. ÇEYREK	1155	55	56	19	112
	11	3. ÇEYREK	130	104	87	100	153
	12	4. ÇEYREK	102	18	42	75	81



Şekil 34. 1. Ürüne Ait 2020 - 2022 Yılları Talep Miktarlarının Grafik Gösterimi (3 Aylık Periyotlar Halinde)

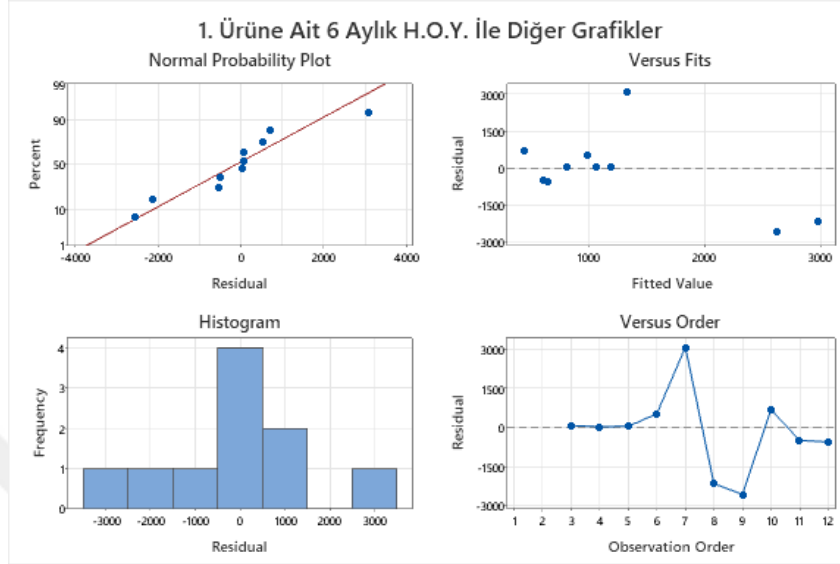
Birinci ürünün talepleri incelendiğinde 2020 - 2022 yıllarında 3'er aylık periyotlar halinde incelediğinde oldukça değişken bir talep mevcut olduğu görülmektedir. Tahmin hesapları MS-Excel ve Minitab programından faydalanılarak tablolara veri girişi sağlanmış, belirli formüllere göre hesaplanmış ve grafikleri çizdirilmiştir. Bütün hesaplamalar 1 yıl içinde 4 çeyrek olacak şekilde toplamda 12 çeyrek yani 3 yıllık verilere göre hesaplanmıştır.

4.1.3.1. 6 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi Uygulaması



Şekil 35. 1. Ürüne Ait 6 Aylık H.O.Y Grafikle Gösterimi (3 Aylık Periyotlar Halinde)

Birinci ürüne ait 3 yıllık veriler, 12 çeyrek olacak şekilde incelendiğinde 6 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi Minitab istatistik programı üzerinden hesaplandığında MAPE, MAD ve MSD Hata oranlarını bize vermektedir. $n=2$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 36. 1. Ürüne Ait 6 Aylık H.O.Y İle Diğer Grafikler

Şekil 41.'deki grafikleri yorumladığımızda "Normal Probability Plot" grafiğinde noktaların düzleme yakınsadığı gözlemlenmektedir. Bu hesaplanan değerler gerçek değerler ile tahmin değerleri arasındaki hatanın dağılımının normal olduğunu göstermektedir. Fakat grafikte köşelerde bulunan ve diğerlerinden ayrı bulunan noktalar aykırı değerler içerdiğini ifade etmektedir. "Versus Fits" grafiğinde hata serilerinin sıfır etrafında olabildiğince eşit şekilde kümelenmiş olduğunu gözlemlemekteyiz. Ancak frekansı az olan değerler sıfır yatay çizgisinden konumlanmıştır. Kümelenme olduğu, noktalar belli bir şekil ifade etmediği ve rastgele şekilde dağıldığı için normal dağılım olduğu söylenebilir.

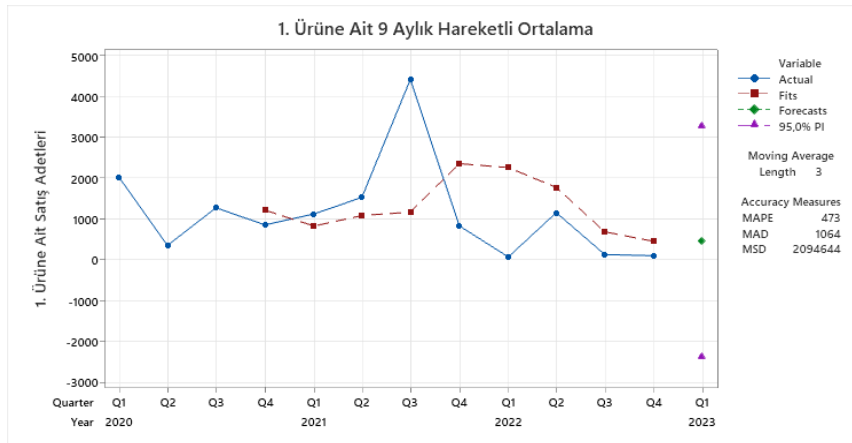
4.1.3.2. 9 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi Uygulaması

Tablo 13. 1. Ürüne Ait 6 Aylık H.O.Y Sonuçları (3 Aylık Periyotlar Halinde)

	PERİYOT	ÇEYREKLER	1. ÜRÜN	TAHMİN	HATA
2020	1	1. ÇEYREK	2022	-	-
	2	2. ÇEYREK	352	-	-
	3	3. ÇEYREK	1274	1187	87
	4	4. ÇEYREK	856	813	43
2021	5	1. ÇEYREK	1122	1065	57
	6	2. ÇEYREK	1529	989	540
	7	3. ÇEYREK	4413	1326	3087,5
	8	4. ÇEYREK	832	2971	-2139
2022	9	1. ÇEYREK	71	2623	-2551,5
	10	2. ÇEYREK	1155	452	703,5
	11	3. ÇEYREK	130	613	-483
	12	4. ÇEYREK	102	643	-540,5

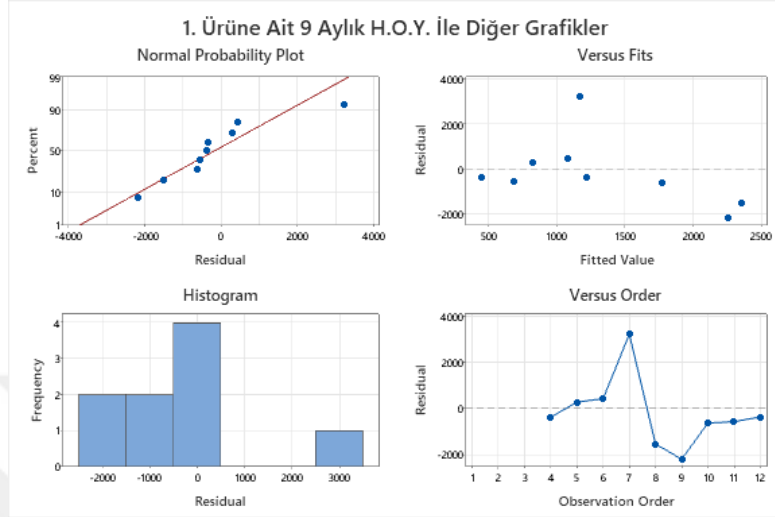
Birinci ürüne ait tahmin 6 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi ile elde edilen sonuçlar Tablo 13’de gerçekleşmiştir. Veriler 2020;Q1-2022;Q4 zaman aralığı arasında incelenmiştir. Bu yöntemde kullanılan matematiksel formül (2.31)’deki Basit Hareketli Ortalama yöntemi başlığı altında belirtilmiştir.

Birinci ürüne ait tahmin 9 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi ile aşağıdaki şekilde gerçekleşmiştir.



Şekil 37. 1. Ürüne Ait 9 Aylık H.O.Y Grafikle Gösterimi (3 Aylık Periyotlar Halinde)

Birinci ürüne ait 3 yıllık veriler, 12 çeyrek olacak şekilde incelendiğinde 9 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi Minitab istatistik programı üzerinden hesaplandığında MAPE, MAD ve MSD Hata oranlarını bize vermektedir. $n=3$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 38. 1. Ürüne Ait 9 Aylık H.O.Y İle Diğer Grafikler

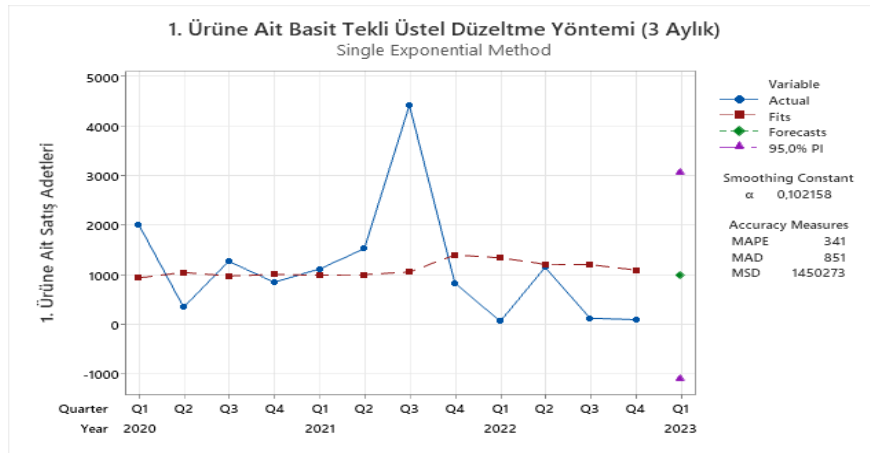
Şekil 43.'deki grafikleri yorumladığımızda "Normal Probability Plot" grafiğinde noktaların düzleme yakınsamadığı gözlemlenmektedir. Bu hesaplanan değerler gerçek değerler ile tahmin değerleri arasındaki hatanın dağılımının normal olmadığını göstermektedir. Fakat grafikte köşelerde bulunan ve diğerlerinden ayrı bulunan noktalar aykırı değerler içerdiğini ifade etmektedir. "Versus Fits" grafiğinde hata serilerinin sıfır etrafında eşit şekilde dağılım göstermemektedir ve bir noktalar bir şekil oluşturmaktadır. Bu nedenle normal dağılımdan söz etmek doğru değildir.

Tablo 14. 1. Ürüne Ait 6 Aylık H.O.Y Sonuçları (3 Aylık Periyotlar Halinde)

	PERİYOT	ÇEYREKLER	1. ÜRÜN	TAHMİN	HATA
2020	1	1. ÇEYREK	2022	-	-
	2	2. ÇEYREK	352	-	-
	3	3. ÇEYREK	1274	-	-
	4	4. ÇEYREK	856	1216	-360
2021	5	1. ÇEYREK	1122	827	295
	6	2. ÇEYREK	1529	1084	445
	7	3. ÇEYREK	4413	1169	3244
	8	4. ÇEYREK	832	2355	-1523
2022	9	1. ÇEYREK	71	2258	-2187
	10	2. ÇEYREK	1155	1772	-617
	11	3. ÇEYREK	130	686	-556
	12	4. ÇEYREK	102	452	-350

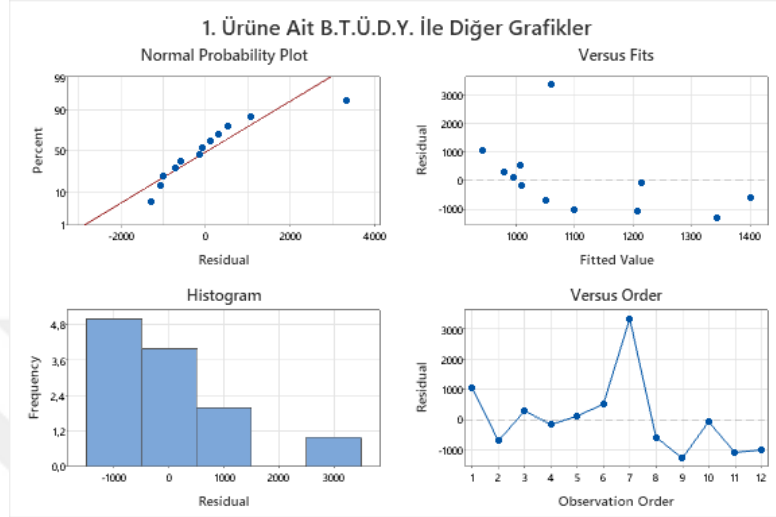
Birinci ürüne ait tahmin 9 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi ile elde edilen sonuçlar Tablo 14’te gerçekleşmiştir. Veriler 2020;Q1-2022;Q4 zaman aralığı arasında incelenmiştir. Bu yöntemde kullanılan matematiksel formül (2.31)’deki Basit Hareketli Ortalama yöntemi başlığı altında belirtilmiştir.

4.1.3.3. Basit Tekli Üstel Düzeltme Yöntemi Uygulaması



Şekil 39. 1. Ürüne Ait B. T. Ü. D. Y. Grafikle Gösterimi (3 Aylık Periyotlar Halinde)

Birinci ürüne ait 3'er aylık periyotlar halinde yani toplamda 3 yıllık veriler göz önünde bulundurulduğunda Basit Tekli Üstel Düzeltme Yöntemi Minitab istatistik programı üzerinden hesaplandığında MAPE, MAD ve MSD Hata oranlarını bize vermektedir. Düzeltme katsayısı olarak Minitab en sağlıklı katsayıyı $\alpha=0,102$ olarak belirlemiştir.



Şekil 40.1. 1. Ürüne Ait B. T. Ü. D. Y. ile Diğer Grafikler

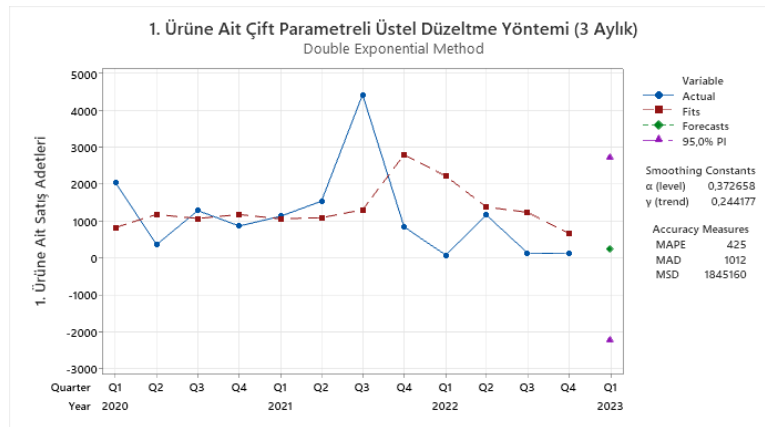
Şekil 45.'deki grafikleri yorumladığımızda "Normal Probability Plot" grafiğinde noktaların düzleme yakınsamadığı gözlemlenmektedir. Bu hesaplanan değerler gerçek değerler ile tahmin değerleri arasındaki hatanın dağılımının normal olmadığını göstermektedir. Fakat grafikte köşelerde bulunan ve diğerlerinden ayrı bulunan noktalar aykırı değerler içerdiğini ifade etmektedir. "Versus Fits" grafiğinde hata serilerinin sıfır etrafında eşit şekilde dağılım göstermemektedir ve bir noktalar bir şekil oluşturmaktadır. Bu nedenle normal dağılımdan söz etmek doğru değildir.

Tablo 15. 1. Ürüne Ait Basit Tekli Üstel Düzeltme Yöntemi Sonuçları (3 Aylık Periyotlar Halinde)

	PERİYOT	ÇEYREKLER	1. ÜRÜN	BASİT TEKİLİ ÜSTEL DÜZELTME	TAHMİN	HATA
2020	1	1. ÇEYREK	2022	1051	941	1081
	2	2. ÇEYREK	352	980	1051	-699
	3	3. ÇEYREK	1274	1010	980	294
	4	4. ÇEYREK	856	994	1010	-154
2021	5	1. ÇEYREK	1122	1007	994	128
	6	2. ÇEYREK	1529	1061	1007	522
	7	3. ÇEYREK	4413	1403	1061	3352
	8	4. ÇEYREK	832	1345	1403	-571
2022	9	1. ÇEYREK	71	1215	1345	-1274
	10	2. ÇEYREK	1155	1208	1215	-60
	11	3. ÇEYREK	130	1098	1208	-1078
	12	4. ÇEYREK	102	997	1098	-996

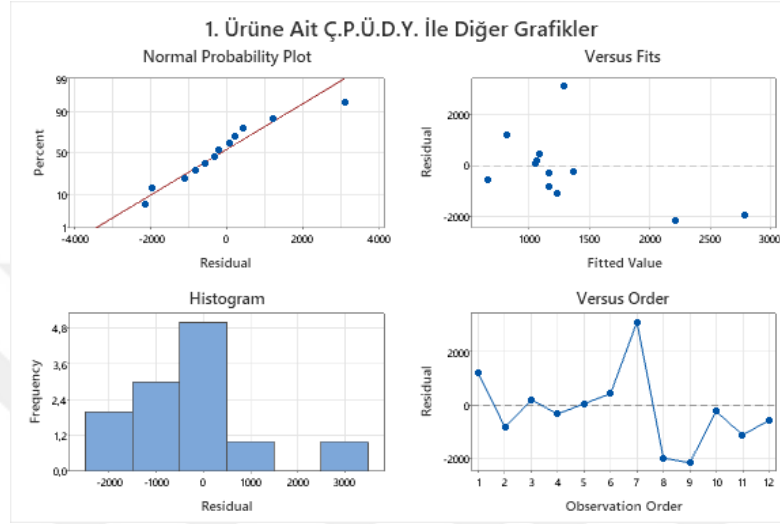
Birinci ürüne ait tahmin Basit Tekli Üstel Düzeltme Yöntemi ile elde edilen sonuçlar Tablo 15’te gerçekleşmiştir. Veriler 2020;Q1-2022;Q4 zaman aralığı arasında incelenmiştir. Bu yöntemde kullanılan matematiksel formül (2.38)’deki Basit Tekli Üstel Düzeltme Yöntemi altında belirtilmiştir.

4.1.3.4. Çift Parametrelili Üstel Düzeltme Yöntemi Uygulaması



Şekil 41. 1. Ürüne Ait Ç. P. Ü. D. Y. Grafikle Gösterimi (3 Aylık Periyotlar Halinde)

Birinci ürüne ait 3'er aylık periyotlar halinde yani toplamda 3 yıllık veriler göz önünde bulundurulduğunda Çift Parametrelili Üstel Düzeltme Yöntemi Minitab istatistik programı üzerinden hesaplandığında MAPE, MAD ve MSD Hata oranlarını bize vermektedir. Düzeltme katsayısı olarak Minitab en sağlıklı katsayıyı $\alpha=0,3726$, $\gamma=0,244$ olarak belirlemiştir.



Şekil 42. 1. Ürüne Ait Ç. P. Ü. D. Y. İle Diğer Grafikler

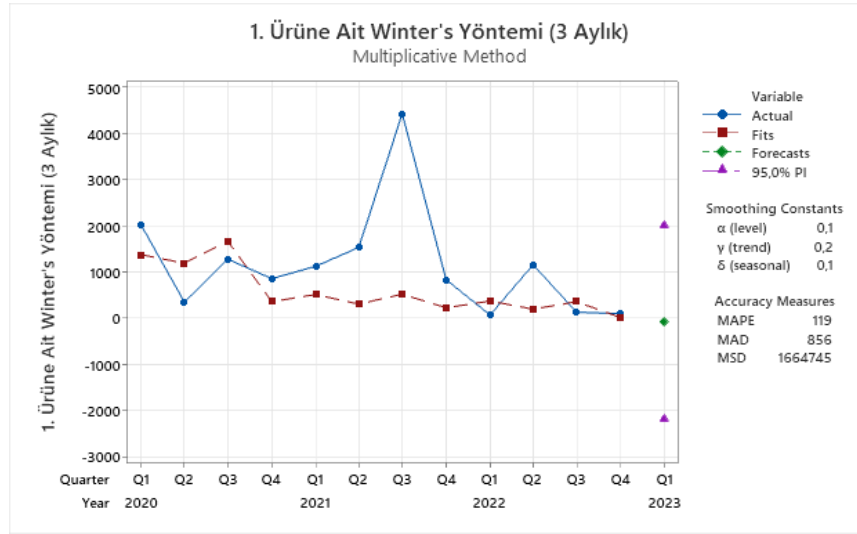
Şekil 47.'deki grafikleri yorumladığımızda “Normal Probability Plot” grafiğinde noktaların düzleme yakınsadığı gözlemlenmektedir. Bu hesaplanan değerler gerçek değerler ile tahmin değerleri arasındaki hatanın dağılımının normal olduğunu göstermektedir. Fakat grafikte köşelerde bulunan ve diğerlerinden ayrı bulunan noktalar aykırı değerler içerdiğini ifade etmektedir. “Versus Fits” grafiğinde hata serilerinin sıfır etrafında olabildiğince eşit şekilde kümelenmiş olduğunu gözlemlemekteyiz. Ancak frekansı az olan değerler sıfır yatay çizgisinden konumlanmıştır. Kümelenme olduğu, noktalar belli bir şekil ifade etmediği ve rastgele şekilde dağıldığı için normal dağılım olduğu söylenebilir.

Tablo 16. 1. Ürüne Ait Çift Parametrelî Üstel Düzeltme Yöntemi Sonuçları (3 Aylık Periyotlar Halinde)

	PERİYOT	ÇEYREKLER	1. ÜRÜN	ÇİFT PARAMETRELİ ÜSTEL DÜZELTME	TAHMİN	HATA
2020	1	1. ÇEYREK	2022	1267	818	1204
	2	2. ÇEYREK	352	864	1168	-816
	3	3. ÇEYREK	1274	1140	1060	214
	4	4. ÇEYREK	856	1051	1167	-311
2021	5	1. ÇEYREK	1122	1077	1050	72
	6	2. ÇEYREK	1529	1249	1082	447
	7	3. ÇEYREK	4413	2457	1295	3118
	8	4. ÇEYREK	832	2058	2787	-1955
2022	9	1. ÇEYREK	71	1413	2210	-2139
	10	2. ÇEYREK	1155	1290	1370	-215
	11	3. ÇEYREK	130	819	1228	-1098
	12	4. ÇEYREK	102	450	657	-555

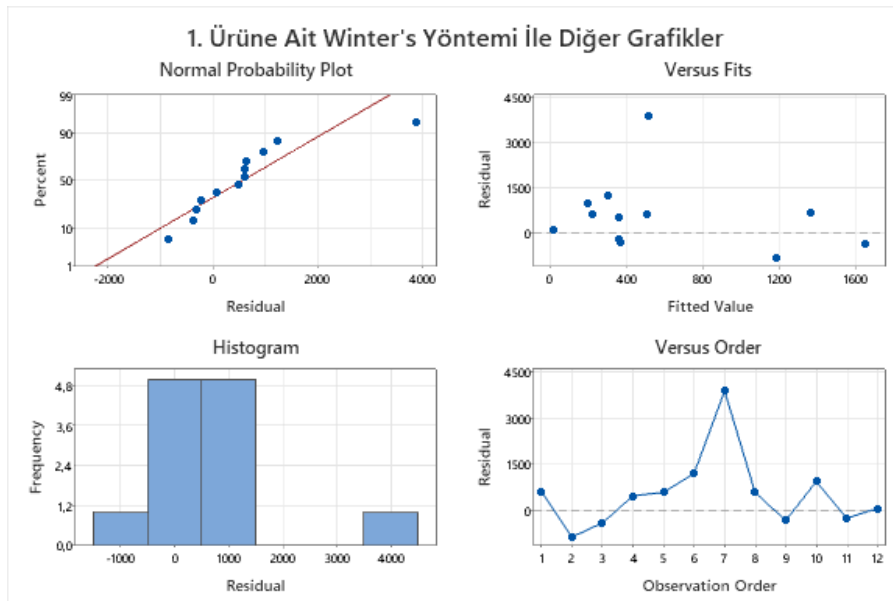
Birinci ürüne ait tahmin Çift Üstel Düzeltme Yöntemi ile elde edilen sonuçlar Tablo 16'da gerçekleşmiştir. Veriler 2020;Q1-2022;Q4 zaman aralığı arasında incelenmiştir. Bu yöntemde kullanılan denklem (2.53 - 2.54 - 2.55)'deki Çift Parametrelî Üstel Düzeltme Yöntemi altında belirtilmiştir.

4.1.3.5. Winter's Yöntemi Uygulaması



Şekil 43. 1. Ürüne Ait Winter's Yöntemi Grafikle Gösterimi (3 Aylık Periyotlar Halinde)

Birinci ürüne ait 3'er aylık periyotlar halinde yani toplamda 3 yıllık veriler göz önünde bulundurulduğunda Winter's Yöntemi Minitab istatistik programı üzerinden hesaplandığında MAPE, MAD ve MSD Hata oranlarını bize vermektedir. Düzeltme katsayısı olarak Minitab en sağlıklı katsayıları $\alpha=0,1$, $\gamma=0,2$, $\delta=0,1$ olarak belirlemiştir.



Şekil 44. 1. Ürüne Ait Winter's Yöntemi ile Diğer Grafikler

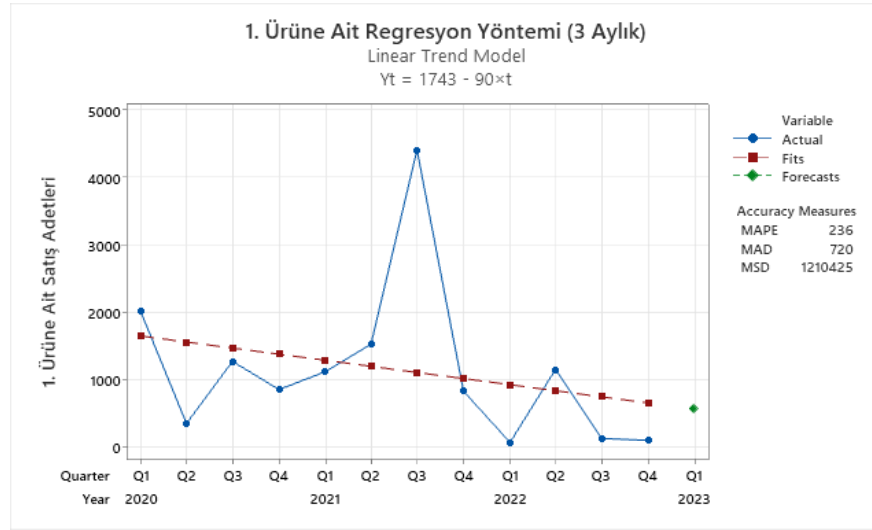
Şekil 49.’deki grafikleri yorumladığımızda “Normal Probability Plot” grafiğinde noktaların düzleme yakınsamadığı gözlemlenmektedir. Bu hesaplanan değerler gerçek değerler ile tahmin değerleri arasındaki hatanın dağılımının normal olmadığını göstermektedir. Fakat grafikte köşelerde bulunan ve diğerlerinden ayrı bulunan noktalar aykırı değerler içerdiğini ifade etmektedir. “Versus Fits” grafiğinde hata serilerinin sıfır etrafında eşit şekilde dağılım göstermemektedir ve bir noktalar bir şekil oluşturmaktadır. Bu nedenle normal dağılımdan söz etmek doğru değildir.

Tablo 17. 1. Ürüne Ait Winter’s Yöntemi Sonuçları (3 Aylık Periyotlar Halinde)

	PERİYOT	ÇEYREKLER	1. ÜRÜN	WINTER'S DÜZLEŞTİRME YÖNTEMİ	TAHMİN	HATA
2020	1	1. ÇEYREK	2022	1607	1373	649
	2	2. ÇEYREK	352	1403	1188	-836
	3	3. ÇEYREK	1274	2102	1660	-386
	4	4. ÇEYREK	856	499	361	495
2021	5	1. ÇEYREK	1122	746	512	610
	6	2. ÇEYREK	1529	501	307	1222
	7	3. ÇEYREK	4413	858	520	3893
	8	4. ÇEYREK	832	317	226	606
2022	9	1. ÇEYREK	71	515	374	-303
	10	2. ÇEYREK	1155	344	196	959
	11	3. ÇEYREK	130	643	359	-229
	12	4. ÇEYREK	102	101	14	88

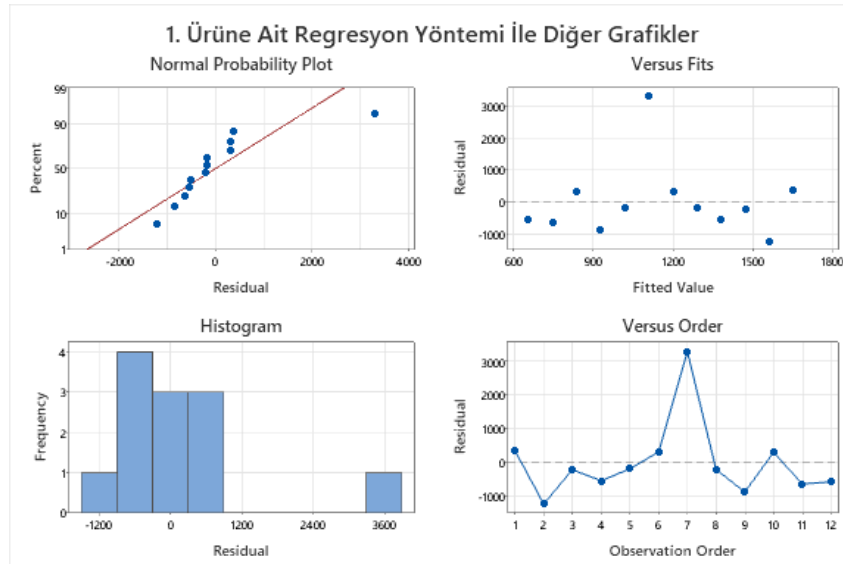
Birinci ürüne ait tahmin Winter’s Yöntemi ile elde edilen sonuçlar Tablo 17’de gerçekleşmiştir. Veriler 2020;Q1-2022;Q4 zaman aralığı arasında incelenmiştir. Bu yöntemde kullanılan denklem (2.56 - 2.57 - 2.58 - 2.59)’deki Winter’s Yöntemi altında belirtilmiştir.

4.1.3.6. Regresyon Yöntemi Uygulaması



Şekil 45. 1. Ürüne Ait Regresyon Yöntemi Grafikle Gösterimi (3 Aylık Periyotlar Halinde)

Birinci ürüne ait 3'er aylık periyotlar halinde yani toplamda 3 yıllık veriler göz önünde bulundurulduğunda Regresyon Analizi Minitab istatistik programı üzerinden hesaplandığında MAPE, MAD ve MSD Hata oranlarını bize vermektedir. $Y_t = 1743 - 90 \times t$ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 46. 1. Ürüne Ait Regresyon Yöntemi İle Diğer Grafikler

Şekil 51.’deki grafikleri yorumladığımızda “Normal Probability Plot” grafiğinde noktaların düzleme yakınsamadığı gözlemlenmektedir. Bu hesaplanan değerler gerçek değerler ile tahmin değerleri arasındaki hatanın dağılımının normal olmadığını göstermektedir. Fakat grafikte köşelerde bulunan ve diğerlerinden ayrı bulunan noktalar aykırı değerler içerdiğini ifade etmektedir. “Versus Fits” grafiğinde hata serilerinin sıfır etrafında eşit şekilde dağılım göstermemektedir ve bir noktalar bir şekil oluşturmaktadır. Bu nedenle normal dağılımdan söz etmek doğru değildir.

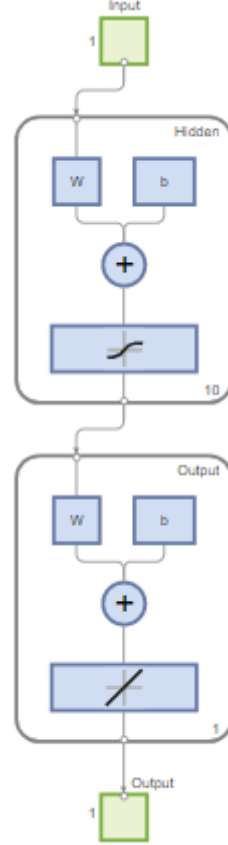
Tablo 18. 1. Ürüne Ait Regresyon Yöntemi Sonuçları (3 Aylık Periyotlar Halinde)

	PERİYOT	ÇEYREKLER	1. ÜRÜN	TAHMİN	HATA
2020	1	1. ÇEYREK	2022	1652	370
	2	2. ÇEYREK	352	1562	-1210
	3	3. ÇEYREK	1274	1471	-197
	4	4. ÇEYREK	856	1381	-525
2021	5	1. ÇEYREK	1122	1290	-168
	6	2. ÇEYREK	1529	1200	329
	7	3. ÇEYREK	4413	1110	3303
	8	4. ÇEYREK	832	1019	-187
2022	9	1. ÇEYREK	71	929	-858
	10	2. ÇEYREK	1155	838	317
	11	3. ÇEYREK	130	748	-618
	12	4. ÇEYREK	102	657	-555

Birinci ürüne ait tahmin Regresyon Yöntemi ile elde edilen sonuçlar Tablo 18’de gerçekleşmiştir. Veriler 2020;Q1-2022;Q4 zaman aralığı arasında incelenmiştir. Bu yöntemde kullanılan denklem (2.60 - 2.61 - 2.62 - 2.63)’teki diğer adıyla Trend Analizi olarak da bilinen Regresyon Yöntemi altında belirtilmiştir.

4.1.3.7. Yapay Sinir Ağları Yöntemi Uygulaması

Satış verilerimizi 3'er aylık periyotlar halinde incelediğimizde 1. Ürün için YSA modeli oluşturulmuştur. Verilerin analizi Matlab 2022b programından faydalanılmış olup en uygun sonuca ulaşabilecek nöron sayıları denenmiştir.

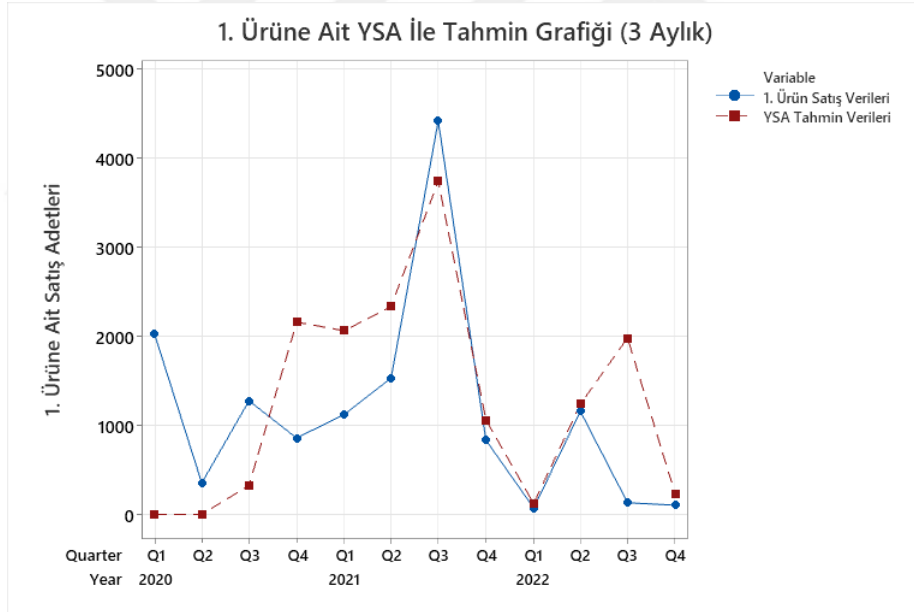


Şekil 47. 1. Ürüne Ait YSA Algoritması (3 Aylık Periyotlar Halinde)

2020;Q1 – 2022;Q4 yılları arasında 12 çeyrek olacak şekilde veriler incelendiğinde veri seti %80, %20, %0 olacak şekilde ayrılmıştır. 12 adet veriden 9 adeti eğitim, 3 adeti test verisi olarak kullanılmıştır. Veri setimiz Levenberg-Marquardt geri yayılım geri yayılım algoritmasıyla eğitilmiştir. Veriler incelenirken nöron sayıları deneme yanılma yoluyla en doğru sonuca ulaşılabilir. Yapılan denemeler sonucunda gizli nöron sayıları 3,5 ve 10 $n=2$ için (n =tahmin verisi) denenmiş olup en düşük hata oranını nöron sayısı 10 olarak belirlenmiştir. Veri seti 3 aylık olarak incelendiği için tahmin verisi sayısı az olduğundan $n=2$ olarak kullanılmıştır.

Tablo 19. 1. Ürüne Ait Yapay Sinir Ağı Yöntemi ile Tahmin Verileri (3 Aylık Periyotlar Halinde)

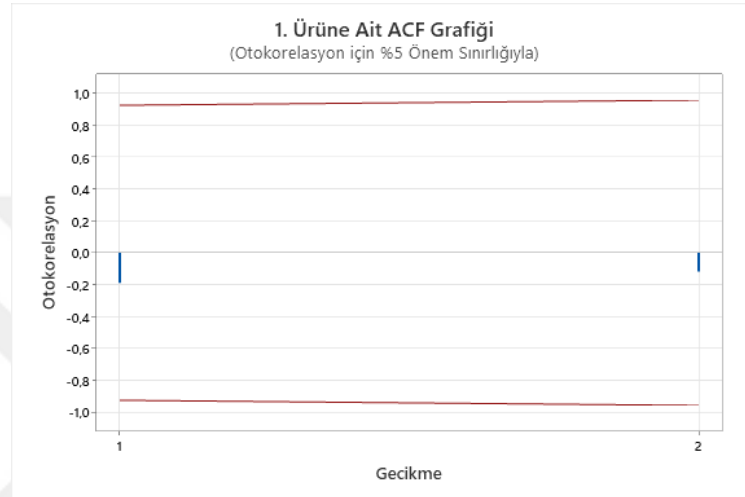
	PERİYOT	ÇEYREKLER	1. ÜRÜN	Y.S.A TAHMİN	HATA
2020	1	1. ÇEYREK	2022	0	0
	2	2. ÇEYREK	352	0	0
	3	3. ÇEYREK	1274	323	951
	4	4. ÇEYREK	856	2157	-1301
2021	5	1. ÇEYREK	1122	2061	-939
	6	2. ÇEYREK	1529	2333	-804
	7	3. ÇEYREK	4413	3737	676
	8	4. ÇEYREK	832	1059	-227
2022	9	1. ÇEYREK	71	120	-49
	10	2. ÇEYREK	1155	1236	-81
	11	3. ÇEYREK	130	1979	-1849
	12	4. ÇEYREK	102	225	-123



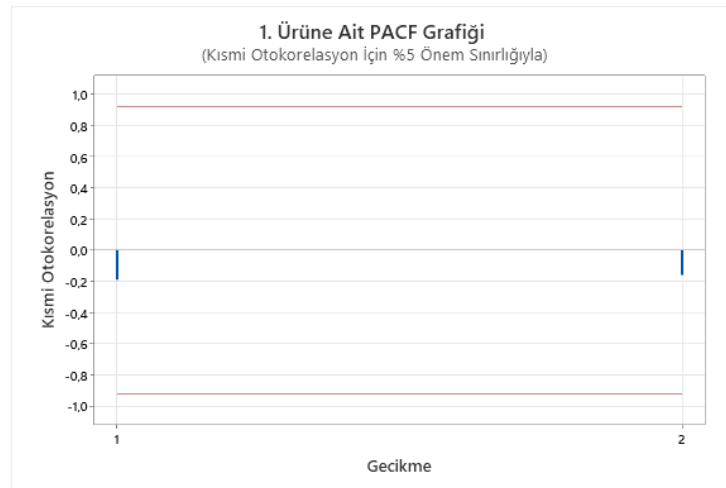
Şekil 48. 1. Ürüne Ait Yapay Sinir Ağı Yöntemi İle Tahmin Grafiği (3 Aylık Periyotlar Halinde)

4.1.3.8. Box-Jenkins Yöntemi Uygulaması

Birinci ürüne ait tahmin Box-Jenkins (ARIMA) Yöntemi ile mevsimselliğin bulunduğu seri aşağıdaki şekilde gerçekleşmiştir. Yöntem Minitab 21 İstatistik Programında bulunan “Forecast With Best ARIMA Model” modülünden en iyi ARIMA modeli (p,d,q) (P,D,Q) ile tahmin öngörmektedir. (p,d,q) mevsimsel olmayan modelin derecesini, (P,D,Q) ise mevsimsel olan modelin derecesini ifade etmektedir.



Şekil 49. 1. Ürüne Ait Otokorelasyon Grafiği



Şekil 50. 1. Ürüne Ait Kısmi Otokorelasyon Grafiği

Otokorelasyon grafiğinde ve Kısmi otokorelasyon grafiğinde değerler sınırın içinde kaldığı görülmektedir. Bu sonuç mevsimsellikten arındırma işlemine gerek olmadığını göstermektedir.

Bu aşamada mevsimsel ARIMA yöntemi uygulanacaktır. Bu modeller arasında hangisinin uygun olduğuna belirlemek adına Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerine başvurulacaktır.

Model Selection

Model (d = 1; D = 1)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 5; q = 0; P = 0; Q = 1*	-65,4007	32,801	144,801	144,423
p = 1; q = 5; P = 0; Q = 0	-67,2974	36,595	148,595	148,216
p = 0; q = 5; P = 1; Q = 0	-67,4013	36,803	148,803	148,424
p = 3; q = 2; P = 0; Q = 1	-67,6975	37,395	149,395	149,016
p = 3; q = 3; P = 0; Q = 0	-67,9941	37,988	149,988	149,610

Şekil 51. Akaike Bilgi Kriteri Tablosu

Mevsimselliğin 4 periyot ve AICc değerinin en düşük değeri alan model derecesi (5,1,0), (0,1,1) olarak belirlenmiştir. Bize en az hata oranına sahip olan veriyi sunacak değerler bunlardır.

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
AR 1	-0,4	12,4	-0,03	0,980
AR 2	-0,53	7,96	-0,07	0,958
AR 3	-0,2	11,3	-0,02	0,989
AR 4	-0,59	8,97	-0,07	0,959
AR 5	-0,4	18,3	-0,02	0,986
SMA 4	1,396	0,150	9,30	0,068

*Differencing: 1 Regular; 1 Seasonal of order 4
Number of observations after differencing: 7*

Şekil 52. Schwarz Bilgi Kriteri Tablosu

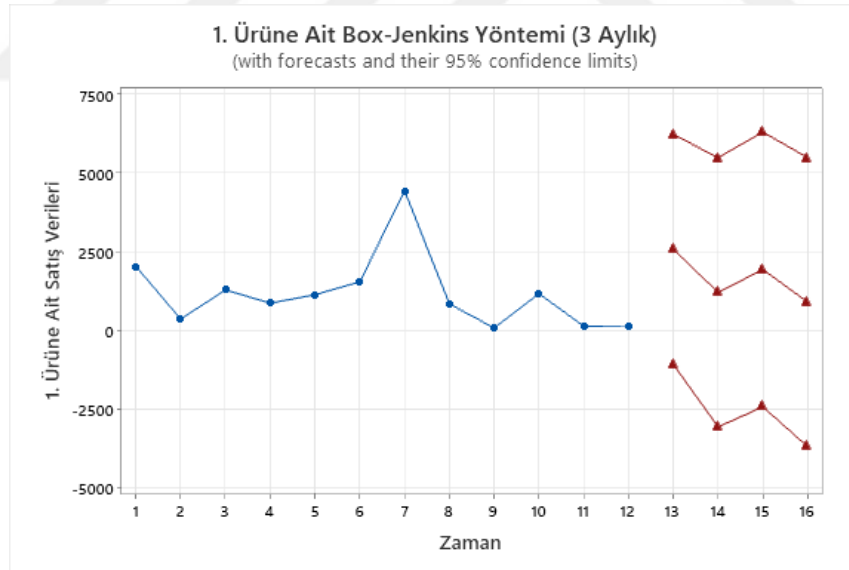
Veri setimizdeki veriler 3 aylık olarak incelendiğinden Ljung-Box bilgi kriteri Tablosu yeterli veri sayısı olmadığından sonuçlanamamıştır. Akaike, Schwarz tabloları incelendiğinde, en düşük değeri alan Tablo 11. 'deki ARIMA (5,1,0), (0,1,1) modeli

olduğu tespit edilmiştir. Parametre tahminlerinin anlamlılığını test etmek için elde edilen olasılık değeri (p) = 0,05 anlamlılık düzeyinden küçük olduğu için parametre tahminleri de anlamlıdır.

Tablo 20. 1. Ürüne Ait Box-Jenkins Yöntemi İle 2023 Yılına Ait Tahmin Verileri (3 Aylık Periyotlar Halinde)

	PERİYOT	ÇEYREKLER	1. ÜRÜN
2023	1	1. ÇEYREK	2558
	2	2. ÇEYREK	1201
	3	3. ÇEYREK	1922
	4	4. ÇEYREK	888

Birinci ürüne ait tahmin Box-Jenkin's Yöntemi ile elde edilen sonuçlar Tablo 20'de gerçekleşmiştir. Veriler 2020;Q1-2022;Q4 zaman aralığı arasında incelenmiştir. Bu yöntemde kullanılan denklem (2.73 - 2.74 - 2.75 - 2.76)'deki Box-Jenkins Yöntemi başlığı altında belirtilmiştir.



Şekil 53. 1. Ürüne Ait Box-Jenkins Yöntemi İle Tahmin Grafiği (3 Aylık Periyotlar Halinde)

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
1	3445812	3445812	492259	32,8014	144,801	144,423

MS = variance of the white noise series

Şekil 54. 1. Ürüne Ait Box-Jenkins Yöntemine Ait Hata Tablosu

Bu tablodan çıkan sonuca göre hatanın Beyaz-Gürültü (White-Noise) seri şeklinde olduğu ifade edilebilir. Ayrıca güven aralığında ortadaki grafiğin tercihinde daha en doğru sonuca ulaşılabilceği çıkarılabilir.

3 aylık olarak bütün tahmin sonuçları karşılaştırmalı olarak tablo ve şekillerle Ek-4 kısmında belirtilmiştir.

4.1.4. Uygulanan Talep Tahmin Yöntemi Sonuçlarına Ait Hata Ölçütlerinin Karşılaştırılması (3 Aylık Periyotlar Halinde)

Veri setleri 3 aylık incelemeler doğrultusunda hata ölçütleriyle incelenmesi aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir.

Tablo 21. 2020;Q1 – 2022;Q4 Yılları Arası 5 Ürüne Ait Talep Tahmin Yöntemlerinin Hata Oranlarıyla Karşılaştırılma Tablosu (3 Aylık Periyotlar Halinde)

ÜRÜNLER	HATA ÖLÇÜTÜ	TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİ (3 AYLIK PERİYOTLAR HALİNDE)							
		6. AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	9. AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	BASİT TEKİLİ ÜSTEL DÜZLEŞTİRME YÖNTEMİ	ÇİFT ÜSTEL DÜZLEŞTİRME YÖNTEMİ	WINTER'S YÖNTEMİ	REGRESYON YÖNTEMİ	YAPAY SINIR AĞLARI YÖNTEMİ	BOX-JENKINS YÖNTEMİ
1. ÜRÜN	MAPE	494	473	341	425	119	236	2	-
	MAD	1023	1064	851	1012	856	720	781	-
	MSD	2194274	2094644	1450273	1845160	1664745	1210425	673095	492259
2. ÜRÜN	MAPE	80	91	74	79	47	74	0,50	-
	MAD	27	30	25	27	26	22	16	-
	MSD	1212	1463	955	1279	1443	761	141	0,0000014
3. ÜRÜN	MAPE	72	76	66	55	59	62	0,76	-
	MAD	27	26	22	23	19	20	29	-
	MSD	893	913	649	772	443	541	537	5
4. ÜRÜN	MAPE	60	70	60	75	45	53	0,51	-
	MAD	28	30	27	29	22	22	27	-
	MSD	1620	1825	1091	1541	802	846	579	0,0788807
5. ÜRÜN	MAPE	125	49	99	80	78	85	0,47	-
	MAD	83	72	82	72	109	70	78	-
	MSD	12658	9622	9430	8997	16654	7746	2935	0,0000012

Tablo 12’den Tablo 20’a kadar 5 ürünümüze 3 aylık periyotlar halinde incelenmiş olup 8 farklı talep tahmin yöntemi uygulanmış, Tablo 21’ de MAPE, MAD ve MSD hata ölçütleriyle karşılaştırılmıştır. Tablo incelendiğinde ürünlerdeki hata ölçütlerini şöyle yorumlayabiliriz;

5 Üründe MAPE hata oranı için en düşük yüzde YSA için olarak belirlenmiş olup, MAPE tercihimize göre en iyi sonucu YSA yöntemi olduğunu söyleyebiliriz. 1. Üründe MAD hata ölçütüne göre en iyi yöntemin Regresyon Yöntemi olduğunu söyleyebiliriz. 2. Üründe MAD hata ölçütünde en düşük hatanın yine YSA yöntemi olduğu görülmüştür. 3. Üründe MAD hata ölçütünde en düşük hatanın Winter’s Yöntemi olduğu görülmüştür. 4. Üründe MAD hata ölçütünde Winter’s ve Regresyon Yöntemlerinin aynı hata oranına sahip olduğunu ve en iyi sonucu sağladığı görülmektedir. 5. Üründe ise MAD hata ölçütünde Regresyon Yönteminin hata ölçütünde en düşük oranı verdiği görülmektedir. Bütün ürünlerde MSD hata ölçütünde en iyi sonucu Box-Jenkins (ARIMA) yöntemi olmuştur.

Tablo 11 ve Tablo 21 karşılaştırıldığında 5 ürün için MAPE hata ölçütünde Yapay Sinir Ağları Yönteminde %50’den fazla hata oranında azalış görülmektedir. Box-Jenkins yönteminde ise MSD hata ölçütüne göre 5 ürün için %80’nin üzerinde hata oranında azalma görülmüştür.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ulaşılan Sonuçlar; İşletmelerin günümüz ortamında ayakta kalabilmeleri için sınırlı kaynaklarına dikkat etmeleri gerekmektedir. Artan rekabet ve belirsizlik ortamında şirketlerin ayakta kalabilmeleri ve gelişebilmeleri için tahmin gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Bu nedenden ötürü tahmin planlama ve üretim sürecinin bir bütünü olmuştur. Oluşturulan talep tahminine kıyasla firmalardan çeşitli stok politikaları tanımlanmaktadır. Envanter yönetimi, satın alma yönetimi ve planlama üretim talimatı oluşturmanın ayrılmaz parçalarıdır.

Arz ve talep ilişkilerinin koordineli bir şekilde yürütülmesinin zor olması, firmaları stokçuluğa yönlendirmektedir. Stok seviyelerini belirlemek şirketin üretim, bakım ve onarım programlarında meydana gelebilecek değişiklikleri ve iş üzerindeki etkisini azalttığı göz önüne alınmalıdır. Envanter yönetimi, tedarik planlamasının dışında bırakıldığında hangi malzemenin, hangi fiyattan ve ne zaman satın alınacağı sorusunu akla getirmektedir.

Şirketler, tüketicilerin ileriki zamanlarda ne tür ürün ve ne tür hizmetler talepte bulunacaklarının talep tahmini ile belirlerler. Bu tahmin, şirketin üretim kapasitesini belirlemek için temel oluşturur. Bir şirketin talep tahminleri, üretim türleri, üretim araç ve yöntemleri, ürün türleri, tüketici eğilimleri, rekabet ortamı, depolama tesisleri, dağıtım kanalları vb. birçok faktörün etkisiyle belirlenir. Tüketici talebi ile müşteriye ürün teslimi arasındaki süre arttıkça talep tahminine olan ihtiyaçta artmaktadır. Gelecekte ne olacağı konusunda firmaların bilgi sahibi olması, başarılı bir planlama sürecinin önündeki en büyük engeldir. Öngörünün sonuç değeri ile gerçek değeri arasındaki fark büyük olursa, yani tahmin hatası büyürse, işletmede boş bir kapasite oluşur, tüketici ihtiyaç ve beklentileri karşılanamaz hale gelir ve işletme ürün stoku artışı gibi birçok olumsuz duruma maruz kalabilir. Bu durum sonucunda işletmenin maliyetlerinin artması kaçınılmazdır.

Global ekonominin hareketli yapısı, gelişen bilgi ağı ve teknoloji göz önüne alındığında, karar alma mekanizmalarında kullanılan verilerin zenginliği, aralarındaki bağın kompleks olması ve bu sebeple tahmin sürecinde karar vermeyi çözüm yöntemlerinden daha karmaşık hale getirmektedir. Bu yapıların çözülmesi için

araştırmacılar gelişen teknoloji ile beraber geleneksel yöntemlerin dışında farklı tahmin yöntemleri geliştirmeye yönelmektedirler.

Talep tahmininin etkinliği, kullanılan yöntemlerden çok toplanan bilgilerin doğruluğuna bağlıdır. Ancak doğru bilgi, yanlış hesaplama yöntemi kullanılırsa hatalı sonuçlara sebebiyet vermektedir. Sayısal yöntemler kullanılırken, geçmişe yönelik veriler ve değişkenler arasındaki ilişkiler değerlendirilmektedir. Sayısal tekniklerde geçmiş döneme ait yeterli ve doğru verilerin toplanması önem arz etmektedir.

Tahminde sayısal veriler nicel ve nitel yöntemlerle değerlendirilir. Her tahmin yönteminin avantajları ve dezavantajları vardır. Kullanılacak tahmin yöntemi belirlenirken bu artı ve eksiler göz önüne alınarak ihtiyaca yönelik en uygun yöntem belirlenmelidir.

Nitel yöntemler, basit ve düşük maliyetlidir, ancak rasyonel olmadığı, tecrübe ve sezgiye dayandığı için düşük performans göstermektedir. Nicel yöntemlerde, matematiksel veriler kullanılmaktadır. Nicel analizde geçmişe yönelik verilerin kullanılması, bu verilerden sayısal olarak tutarlı bir anlam ortaya konabilmesi ve geçmişteki değişkenlerin sergilediği yapıların gelecekte de devam edeceği fikrinin belirgin olması, nicel yöntem kullanımı için ön koşullardır.

Tezimizin ana amacı farklı talep tahmin yöntemlerinin sonuçlarını kıyaslamaktır. Veriler üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmadan veri seti kullanılmış olup, uygulanacak olan tahmin yöntemlerinin sonuçlarına göre, veri seti bahsi geçen yöntem için uygun olmasa da çıkan sonuçları görmek ve yöntemin veri setimiz için uygun olmadığını teyit etmek amacıyla analiz edilmiştir. Böylece verilere göre tahmin modelinin seçilebileceği amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, 2020:01 – 2022:12 aralığındaki yalnızca satış verileri üzerinden ABC analizi uygulanmış ve bu analiz sonucunda üretimi yapılan ürünlerin küçük bir kısmına yoğunlaşarak 5 farklı ürün tespit edilmiştir. Ele alınan bu ürünlere talep tahmini yöntemleri uygulamasıyla stokastik bir çalışma sağlanmış olup, zaman serilerinin tahmininde sıklıkla kullanılan yöntemlerden; 3 aylık hareketli ortalama yöntemi, 5 aylık hareketli ortalama yöntemi, Basit tekli üstel düzeltme yöntemi, Çift parametrelili

üstel düzeltme yöntemi, Winter's yöntemi, Regresyon yöntemi, Box-Jenkins (ARIMA) yöntemi, Yapay sinir ağları yöntemi uygulanmıştır. Bütün yöntemler karşılaştırıldığında YSA ve ARIMA yöntemlerinin diğer yöntemlere nazaran daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Bu iki yöntem arasından ise ARIMA yönteminin daha başarılı sonuçlar verdiği saptanmıştır. Çalışmada paket program olarak Minitab 21, Matlab 2022b, Excel 2016 programları kullanılmıştır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, klasik yöntemlerin YSA ve ARIMA karşısında tahmin yeteneğinin daha az olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda kısa dönemli (12 aylık periyotlar) veriler baz alınarak yapılan tahminlerde ARIMA'nın daha verimli sonuç vermiştir. Çalışmamızdaki 36 aylık veri içinde ARIMA YSA'ya göre daha üstün performans göstermiştir. Ancak YSA'nın veriyi işleme kapasitesinin daha yüksek olması doğrultusunda, veri sayısı arttıkça yani dolaylı olarak zaman aralığı uzadıkça, uzun dönemli verilerde YSA'nın daha başarılı performans göstereceği öngörülmektedir.

Verileri 3'er aylık periyotlar halinde incelediğimizde Tablo 11 ve Tablo 21'i karşılaştırdığımızda hata oranlarında azalma olduğu görülmüştür. Azalmayı yüzdelik olarak ifade edersek, Yapay Sinir Ağları Yönteminde aylık periyottan 3 aylık periyot karşılaştırılmasında; 5 ürünün her biri için MAPE hata ölçütünde %50'nin üzerinde bir azalma gerçekleşmiştir. Box-Jenkins yönteminde ise MSD hata ölçütüne göre 5 ürün için %80'nin üzerinde hata oranında azalma görülmüştür. Uygulamalar sonucunda veri setimiz için 3'er aylık periyotlar halinde inceleme yapmanın daha uygun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ARIMA ve YSA yöntemleri diğer yöntemlere göre daha başarılı sonuç vermiş olup, ikisi arasında karşılaştırma yaptığımız takdirde yine ARIMA yönteminin daha üstün olduğu saptanmıştır. Belirsizliğin bir hayli fazla olduğu bu sektörde çeyrek yıllık periyotlar halinde talep tahmini uygulamanın daha doğru sonuçlar vereceği saptanmıştır.

Öneriler; Analiz yapılan satış verileri doğrultusunda firmamız satın alma, planlama, tasarım, üretim departmanlarına hangi hammaddeden ne kadar tedarik edilmesi, hangi ürünün ne zaman üretiminin yapılacağı konusunda ışık tutmaktadır. Gelecek yıllarda bu yöntemlerin kullanımının firmamıza fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmamızın diğer çalışmalara örnek olması adına, gelecek çalışmalarda bir şirketin tedarik zinciri boyunca tahmin yöntemleri incelenebilir. Daha fazla veri akışı sağlandığında bir şirketin envanterinin tamamı için talep tahmini yöntemleri uygulanabilir. Bununla birlikte, satış miktarları üzerinden yaptığımız ABC Analizini firma cirosu, hammadde kullanımı ve personel kullanımı gibi parametreler ele alınarak incelenebilir ve analiz edilen ürünlerde farklılıklar oluşturulabilir. Ayrıca optimizasyon teknikleri kullanılarak optimizasyon modeli oluşturulup kar maksimizasyonu / maliyet minimizasyonu içeren çözümler elde edilebilir. Buna istinaden karlılığın artması için öngörülerde bulunulabilir ve firma için iyileştirmeler araştırılabilir. YSA ile yapılan tahminleri destekleyici nitelikte Bulanık Mantık yöntemi ile tahmin yöntemlerinden faydalanılıp, tahminde kullanılan öğrenmenin daha etkin olması sağlanabilir. Çalışmamızda 1'er ve 3'er aylık periyotlar halinde veriler incelenmiştir ve karşılaştırılmıştır. Diğer çalışmalarda talep ve tahmin analitiği arasındaki ilişkileri ve etkileşimleri daha fazla incelenebilir, veri setlerine farklı periyotlar uygulanabilir ve yeni metotların kullanılabilirliğinin artmasına olanak sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- Acar, N. **Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları** (8. Baskı), M.P.M. Yayınları, Ankara,1996.
- Akdağ, M. **Box-Jenkins ve Yapay Sinir Ağı Modelleri İle Enflasyon Tahmini**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Bilim Dalı, 2015.
- Akdi Y. **Zaman Serileri Analizi (Birim Kökler ve Kointegrasyon)**, Bıçaklar Kitabevi, Ankara, 2003.
- Akyol, B. **Çok Kriterli ABC Stok Sınıflandırma Problemi için Yeni Bir Yaklaşım**, Yayınlanmamış, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 2011.
- Armutlulu İ. H., **İşletmelerde Uygulamalı İstatistik**, Alfa Basım Yayın Dağıtım Ltd. Şt., 340-343., İstanbul, 2000,
- Bulut, Ş. **Orta Ölçekli Bir İşletmede Talep Tahmin Yöntemlerinin Uygulanması**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi, Kırıkkale Üniversitesi, 2006.
- Chopra, S, Meindl, P. **Supply Chain Management Strategy, Planning, And Operation**, 4th Edition, Pearson College Div., New Jersey, 2010.
- Coşkun Can Aktan, **Stratejik Yönetim**, 2006, s.14, <http://www.canaktan.org/politika/kamuda-strateji/aktan-ppt/aktan-stratyonetim.pdf> E. T: 10.05.2023.
- Cuhadar, M. **Turizm Sektöründe Talep Tahmini İçin Yapay Sinir Ağları Kullanımı ve Diğer Yöntemlerle Karşılaştırmalı Analizi (Antalya İlinin Dış Turizm Talebinde Uygulama)**, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, 2006.

Çağl G. **Mevsimlik Olmayan Box-Jenkins Modellerinde İki Aşamalı Yapay Sinir Ağlarının Kullanılması** Akademik Platform-Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi,5.3., 2017, 123-130.

Çağl, G. **Mevsimlik Olmayan Box-Jenkins Modellerinde İki Aşamalı Yapay Sinir Ağlarının Kullanılması Ve Bir Uygulama**, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, 1997.

Çağlar T. **Talep Tahmininde Kullanılan Yöntemler Ve Fens Teli Üretimi Yapan Bir İşletmede Uygulanması**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, 2007.

Çakıcı M., Oğuzhan A. ve Özdil T., **Temel İstatistik**, Özal Matbaası, İstanbul, 2000.

Çekerol, G., Ulukan, A. **Kantitatif Tahmin Yöntemleri**, Nisan Yayınevi, Ankara, 2012.

Çilingirtürk, A.M. **İstatistiksel Karar Almada Veri Analizi** (1. Baskı), Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2011.

Duru, Ö. **Zaman Serileri Analizinde Arıma Modelleri Ve Bir Uygulama**, Yayınlanmamış, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, 2007

Erdoğan, M.A., **Türkiye’de Şeftali Fiyatlarının Analizi Ve Fiyatların Box-Jenkins Yöntemiyle Tahmini**, Yayınlanmamış, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, 2021.

Erkut H., Akgüç Ö., **Stratejik Yönetim ve Senaryo Tekniği**, İrfan Yayınevi, İstanbul, 1997 .

Erbaş, M. **Bir Bakım Onarım Organizasyonunda Stok Yönetimi Optimizasyonu Ve Bakım Planlaması İle Entegre Edilmesi Üzerine Bir Uygulama**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, 2007.

Fausett L. **Fundamental Of Neural Networks Architecture, Algorithms And Applications**, Prentice Hall, USA, 1994.

Özgür G. **Denizli Kobilerinde Stratejik Yönetim**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, 2007.

Hanke, J.E.,Reitsch, A.G., **Business Forecasting**, 4th Edition, Allynand Bacon, Boston, 1992.

Hanke, J.E. Wichern, D. **Business Forecasting**,: Pearson. College Div, NewYork, 2014

İlhan İ., **Tedarik zinciri yönetiminde kantitatif talep tahmin yöntemi seçimi ile stok optimizasyonuna dair bir uygulama**. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi, 2015.

Şengür İ., **Talep Tahmini**, Yayınlanmamış Bildiri, Eskişehir Anadolu Üniversitesi, 2002,1-10.

Kağnıcıoğlu, H., Üretim Planlama ve Kontrolü, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekim 2002.

Kalaycı, (Editör), **SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri**, 199-259, Asil Yayın Dağıtım A., Ankara, 2003,

Karaibrahim, M. **Yedek Parça Tedariğinde Kullanılabilecek Talep Tahmini Yöntemlerinin İncelenmesi: Bir İşletme Uygulaması**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, 2016.

Köse, U. **Bulanık Mantık Ve Yapay Sinir Ağları İçin Eğitim Yazılımı Geliştirilmesi**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, 2010.

Makridakis ve Wheelwright C., **Forecasting Methods for Management**, Fifth Edition, 67, John Wiley & Sons Inc., New York, 1989.

Beğik, M., Arş. Gör. Hamurcu M., Doç. Dr. Eren, T., **Stok Kontrolde Abc Analizi Ve Analitik Ağ Süreci Yönteminin Isı Cihazları Firmasında Uygulanması**, Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 7, Sayı 1, 2017, 197 – 216.

Olgun, **Tedarik Zinciri Yönetiminde Talep Tahmini Yöntemler ve Yapay Zeka Tabanlı Bir Talep Tahmini Modelinin Uygulanması**, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2009.

Orhunbilge N, **Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi** , İ.Ü. Basım Ve Yayınevi Müdürlüğü, İstanbul, 2002.

Özmen A., **İstatistik İçinde “Zaman Serisi Çözümlemesi**, Editör; Ali Fuat Yüzer, Anadolu Üniversitesi Yay. No:1448, Eskişehir, 2003.

Öztemel, E. **Yapay Sinir Ağları**, Papatya Yayıncılık, Ankara, 2003.

Sevüktek N, ve Nargeleçekenler, M., **Zaman Serisi Analizi**, Nobel Yayın Dağıtım Ltd., Ankara, 2005.

Sezen, B. **Üretim Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar ve Uygulamalar**, İstanbul, Elif Yayınevi, 2011.

Şahin Ö. **Senaryo Analizi İçin Dinamik Bir Yaklaşım Önerisi**, İTÜ Dergisi/b, Sosyal Bilimler, Cilt: 1, Sayı: 1, 2002, 36.

Taha H.A. **Yöneylem Araştırması**, 7. Basımdan Çeviri, Çeviren: Baray A., Esnaf, Ş.: Literatür Yayıncılık, İstanbul, 2007.

Tübitak, **Teknoloji Öngörüsü ve Ülke Örnekleri Çalışma Raporu**, 2001, Bilim ve Teknoloji Politikaları Dairesi Başkanlığı, Ankara, 14-15.

Türe, H. **Bulanık Doğrusal Programlama Ve Bir Uygulama**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, 2006.

Viglioni, C.M. **Methodology For Railway Demand Forecasting Using Data Mining**, SAS Global Forum, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, Brasil 2007.

Yavuzdemir, M. **Türkiye'nin Kısa Dönem Yıllık Brüt Elektrik Enerjisi Talep Tahmini**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi , 2014.

Yazıcıoğlu, N. **Yapay Zeka ile Talep Tahmini**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi Uludağ Üniversitesi, 2010.



EKLER

Ek-1: Matlab Üzerinde Yapay Sinir Ağları İle Talep Tahmini İçin Oluşturulan Kodlar (Aylık Veriler İçin)

```
Train_Figures_Aylık.m  x  +
1      clc
2      clear
3
4      load('D.mat')
5
6      load('PERFORMANCE.mat')
7      MS=5;
8      N=4;
9      NR=10;
10
11     L=size(D,1);
12     tb=[];
13
14     for i=1:5
15         clear DN
16
17         % Z=PERMAT(:,i);
18         %
19         % [a,b]=min(Z);
20
21         % NR=PER_NEU(b,i);
22
23         for j=1:L-N
24             DN(j,1:N+1)=D(j:j+N,i);
25         end
26
27         DG{i}=DN;
```

```

Train_Figures_Aylik.m  X +
28
29
30
31     X=DN(:,1:N);
32     Y=DN(:,N+1);
33
34     x = X';
35     t = Y';
36
37     for q=1:MS
38
39         baseper=10^10;
40     for k=1:10
41     % Choose a Training Function
42     % For a list of all training functions type: help nntrain
43     % 'trainlm' is usually fastest.
44     % 'trainbr' takes longer but may be better for challenging problems.
45     % 'trainscg' uses less memory. Suitable in low memory situations.
46     trainFcn = 'trainlm'; % Levenberg-Marquardt backpropagation.
47
48     % Create a Fitting Network
49     hiddenLayerSize = NR;
50     net = fitnet(hiddenLayerSize,trainFcn);
51     net.performParam.regularization = 0.5;
52     net.trainParam.showWindow = 0;
53     % Choose Input and Output Pre/Post-Processing Functions
54     % For a list of all processing functions type: help nnprocess

```

```

Train_Figures_Aylik.m  X +
55     net.input.processFcns = {'removeconstantrows','mapminmax'};
56     net.output.processFcns = {'removeconstantrows','mapminmax'};
57
58     % Setup Division of Data for Training, Validation, Testing
59     % For a list of all data division functions type: help nndivision
60     net.divideFcn = 'dividerand'; % Divide data randomly
61     net.divideMode = 'sample'; % Divide up every sample
62     net.divideParam.trainRatio = 80/100;
63     net.divideParam.valRatio = 20/100;
64     net.divideParam.testRatio = 0/100;
65
66     % Choose a Performance Function
67     % For a list of all performance functions type: help nnperformance
68     net.performFcn = 'mse'; % Mean Squared Error
69
70     % Choose Plot Functions
71     % For a list of all plot functions type: help nnplot
72     net.plotFcns = {'plotperform','plottrainstate','ploterrhist', ...
73         'plotregression','plotfit'};
74
75     % Train the Network
76     [net,tr] = train(net,x,t);
77
78     % Test the Network
79     y = net(x);
80     e = gsubtract(t,y);
81     performance = perform(net,t,y);

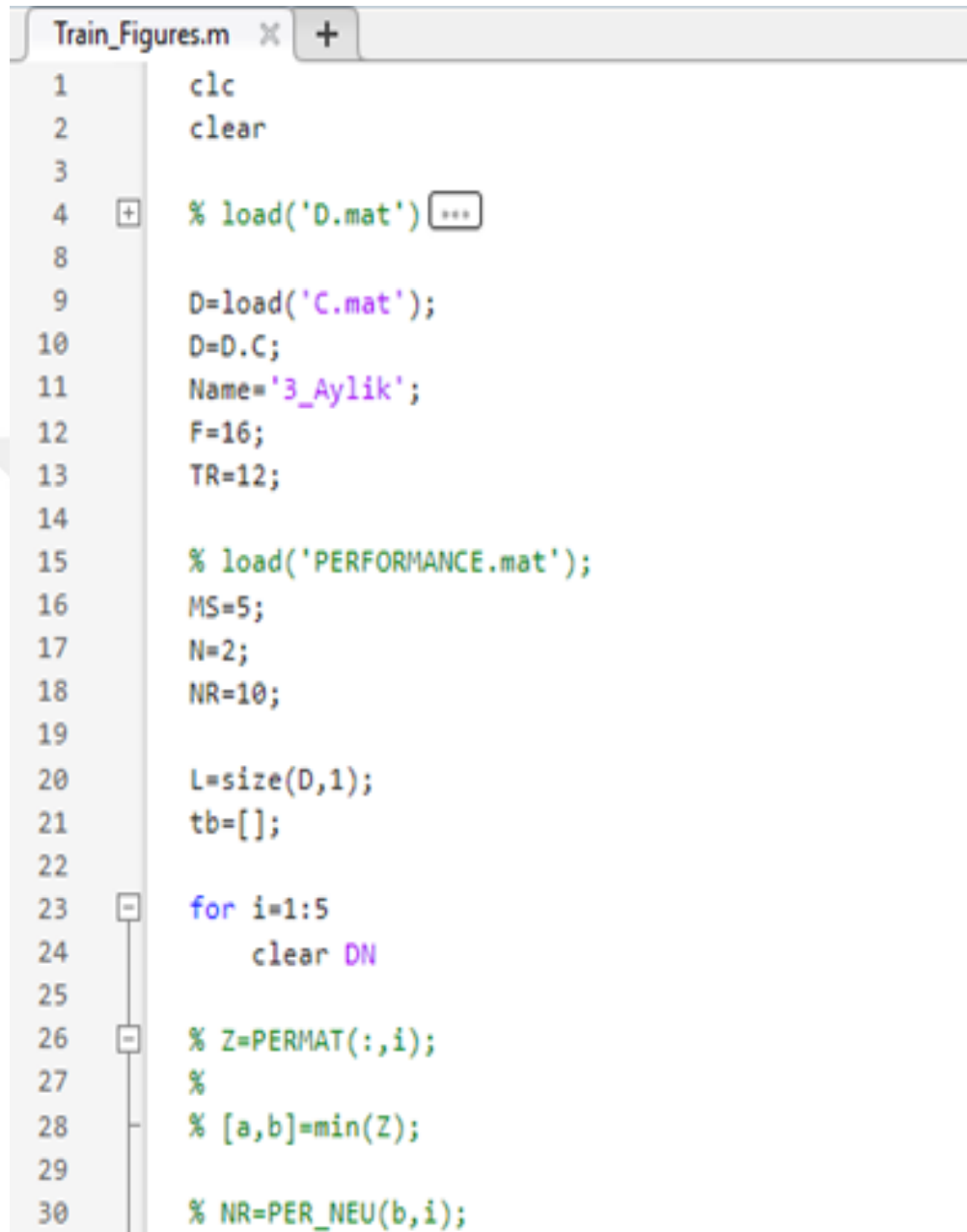
```

```

Train_Figures_Aylik.m  +
82
83 % Recalculate Training, Validation and Test Performance
84 trainTargets = t .* tr.trainMask{1};
85 valTargets = t .* tr.valMask{1};
86 testTargets = t .* tr.testMask{1};
87 trainPerformance = perform(net,trainTargets,y);
88 valPerformance = perform(net,valTargets,y);
89 testPerformance = perform(net,testTargets,y);
90
91 PER=mean([valPerformance,trainPerformance]);
92
93 if PER<baseper
94
95     PER=baseper;
96     BNET{i,q}=net;
97
98 end
99
100
101 end
102 end
103
104 OUT(1:N,1)=D(1:N,i);
105 for w=N+1:48
106     OUT(w,1)=0;
107     for sd=1:MS
108         net=BNET{i,sd};
109
110         if w<36
111             OUT(w,1)=OUT(w,1)+net(D(w-N:w-1,i));
112         else
113             OUT(w,1)=OUT(w,1)+net(OUT(w-N:w-1,1));
114         end
115     end
116     OUT(w,1)=OUT(w,1)/MS;
117 end
118 figure (i)
119 OUT(1:N,1)=0;
120 plot(D(:,i))
121 hold on
122 plot(OUT)
123 xlabel('Zaman')
124 ylabel('Satış')
125 legend('Veri','YSA Tahmin')
126 fn=sprintf('Figure_%0.0d_N_%0.0d_MS_%0.0d_NR_%0.0d',i,N,MS,NR);
127 saveas(gca,fn)
128 tb=[tb,[[D(:,i);zeros(12,1)],OUT]];
129
130 end
131
132 TB=array2table(tb);
133 fn=sprintf('Table_%0.0d_N_%0.0d_MS_%0.0d_NR_%0.0d.xlsx',i,N,MS,NR);
134 writetable(TB,fn)
135 close all
run

```

Ek-2: Matlab Üzerinde Yapay Sinir Ağları İle Talep Tahmini İçin Oluşturulan Kodlar (3 Aylık Veriler İçin)



```
1      clc
2      clear
3
4      % load('D.mat')
5
6
7
8
9      D=load('C.mat');
10     D=D.C;
11     Name='3_Aylik';
12     F=16;
13     TR=12;
14
15     % load('PERFORMANCE.mat');
16     MS=5;
17     N=2;
18     NR=10;
19
20     L=size(D,1);
21     tb=[];
22
23     for i=1:5
24         clear DN
25
26         % Z=PERMAT(:,i);
27         %
28         % [a,b]=min(Z);
29
30         % NR=PER_NEU(b,i);
```

```

Train_Figures.m  X  +
31
32     for j=1:L-N
33         DN(j,1:N+1)=D(j:j+N,i);
34     end
35
36     DG{i}=DN;
37
38
39
40     X=DN(:,1:N);
41     Y=DN(:,N+1);
42
43     x = X';
44     t = Y';
45
46     for q=1:MS
47
48         baseper=10^10;
49         for k=1:10
50             % Choose a Training Function
51             % For a list of all training functions type: help nntrain
52             % 'trainlm' is usually fastest.
53             % 'trainbr' takes longer but may be better for challenging problems.
54             % 'trainscg' uses less memory. Suitable in low memory situations.
55             trainFcn = 'trainlm'; % Levenberg-Marquardt backpropagation.
56
57             % Create a Fitting Network

```

```

Train_Figures.m  X  +
58     hiddenLayerSize = NR;
59     net = fitnet(hiddenLayerSize,trainFcn);
60     net.performParam.regularization = 0.5;
61     net.trainParam.showWindow = 0;
62     % Choose Input and Output Pre/Post-Processing Functions
63     % For a list of all processing functions type: help nnprocess
64     net.input.processFcns = {'removeconstantrows','mapminmax'};
65     net.output.processFcns = {'removeconstantrows','mapminmax'};
66
67     % Setup Division of Data for Training, Validation, Testing
68     % For a list of all data division functions type: help nndivision
69     net.divideFcn = 'dividerand'; % Divide data randomly
70     net.divideMode = 'sample'; % Divide up every sample
71     net.divideParam.trainRatio = 80/100;
72     net.divideParam.valRatio = 20/100;
73     net.divideParam.testRatio = 0/100;
74
75     % Choose a Performance Function
76     % For a list of all performance functions type: help nnperformance
77     net.performFcn = 'mse'; % Mean Squared Error
78
79     % Choose Plot Functions
80     % For a list of all plot functions type: help nnplot
81     net.plotFcns = {'plotperform','plottrainstate','ploterrhist', ...
82         'plotregression', 'plotfit'};
83
84     % Train the Network

```

```

Train_Figures.m  X  +
85     [net,tr] = train(net,x,t);
86
87     % Test the Network
88     y = net(x);
89     e = gsubtract(t,y);
90     performance = perform(net,t,y);
91
92     % Recalculate Training, Validation and Test Performance
93     trainTargets = t .* tr.trainMask{1};
94     valTargets = t .* tr.valMask{1};
95     testTargets = t .* tr.testMask{1};
96     trainPerformance = perform(net,trainTargets,y);
97     valPerformance = perform(net,valTargets,y);
98     testPerformance = perform(net,testTargets,y);
99
100     PER=mean([valPerformance,trainPerformance]);
101
102     if PER<baseper
103
104         PER=baseper;
105         BNET{i,q}=net;
106
107     end
108
109
110     end
111     end

```

```

Train_Figures.m  X  +
111     end
112
113     OUT(1:N,1)=D(1:N,i);
114     for w=N+1:F
115         OUT(w,1)=0;
116         for sd=1:MS
117             net=BNET{i,sd};
118             if w<TR
119                 OUT(w,1)=OUT(w,1)+net(D(w-N:w-1,i));
120             else
121                 OUT(w,1)=OUT(w,1)+net(OUT(w-N:w-1,1));
122             end
123         end
124         OUT(w,1)=OUT(w,1)/MS;
125     end
126     figure (i)
127     OUT(1:N,1)=0;
128     plot(D(:,i))
129     hold on
130     plot(OUT)
131     xlabel('Zaman')
132     ylabel('Satis')
133     legend('Veri','YSA Tahmin')
134     fn=sprintf('Figure_%0.0d_N_%0.0d_MS_%0.0d_NR_%0.0d',i,N,MS,NR);
135     saveas(gca,fn)
136     tb=[tb,[[D(:,i);zeros(F-TR,1)],OUT]];
137

```

```

Train_Figures.m  X  +
117     net=BNET{i,sd};
118     if w<TR
119         OUT(w,1)=OUT(w,1)+net(D(w-N:w-1,i));
120     else
121         OUT(w,1)=OUT(w,1)+net(OUT(w-N:w-1,1));
122     end
123     end
124     OUT(w,1)=OUT(w,1)/MS;
125     end
126     figure (i)
127     OUT(1:N,1)=0;
128     plot(D(:,i))
129     hold on
130     plot(OUT)
131     xlabel('Zaman')
132     ylabel('Satış')
133     legend('Veri','YSA Tahmin')
134     fn=sprintf('Figure_%0.0d_N_%0.0d_MS_%0.0d_NR_%0.0d',i,N,MS,NR);
135     saveas(gca,fn)
136     tb=[tb,[[D(:,i);zeros(F-TR,1)],OUT]];
137
138     end
139
140     TB=array2table(tb);
141     fn=sprintf('Table_%0.0d_N_%0.0d_MS_%0.0d_NR_%0.0d.xlsx',i,N,MS,NR);
142     writetable(TB,fn)
143     close all

```

Ek-3: Uygulanan Talep Tahmin Yöntemi Sonuçları (Aylık Periyotlar Halinde)

Ek-3. Tablo 1. 3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemine Ait Talep Tahmin Tablosu – 5 Ürün İçin

		3 AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ									
YIL	AYLAR	1.ÜRÜN	TAHMİN	2.ÜRÜN	TAHMİN	3.ÜRÜN	TAHMİN	4.ÜRÜN	TAHMİN	5.ÜRÜN	TAHMİN
2022	OCAK	50	211	46	20	10	6	5	29	10	40
	ŞUBAT	1	26	24	33	8	9	5	30	25	35
	MART	20	21	33	27	1	8	66	23	60	37
	NİSAN	80	90	10	34	20	6	10	25	32	32
	MAYIS	1000	1040	17	22	4	10	3	27	60	39
	HAZİRAN	75	575	28	20	32	8	6	26	20	51
	TEMMUZ	70	108	52	18	7	19	12	6	8	37
	AĞUSTOS	20	55	22	32	40	14	23	7	75	29
	EYLÜL	40	50	30	34	40	26	65	14	70	34
	EKİM	25	45	11	35	6	29	42	33	50	51
	KASIM	50	63	4	21	1	29	12	43	20	65
	ARALIK	27	52	3	15	35	16	21	40	11	47

Ek-3. Tablo 2. 5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemine Ait Talep Tahmin Tablosu – 5 Ürün İçin

		5 AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ									
YIL	AYLAR	1.ÜRÜN	TAHMİN	2.ÜRÜN	TAHMİN	3.ÜRÜN	TAHMİN	4.ÜRÜN	TAHMİN	5.ÜRÜN	TAHMİN
2022	OCAK	50	239	46	14	10	6	5	35	10	39
	ŞUBAT	1	242	24	21	8	6	5	25	25	38
	MART	20	177	33	26	1	7	66	19	60	31
	NİSAN	80	81	10	31	20	7	10	32	32	38
	MAYIS	1000	95	17	25	4	9	3	29	60	40
	HAZİRAN	75	230	28	26	32	9	6	18	20	37
	TEMMUZ	70	235	52	22	7	13	12	18	8	39
	AĞUSTOS	20	249	22	28	40	13	23	19	75	36
	EYLÜL	40	249	30	26	40	21	65	11	70	39
	EKİM	25	241	11	30	6	25	42	22	50	47
	KASIM	50	46	4	29	1	25	12	30	20	45
	ARALIK	27	41	3	24	35	19	21	31	11	45

**Ek-3. Tablo 3. Basit Tekli Üstel Düzeltme Yöntemine Ait Talep Tahmin Tablosu
– 5 Ürün İçin**

YIL	AYLAR	BASİT TEKLİ ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ									
		1.ÜRÜN	TAHMİN	2.ÜRÜN	TAHMİN	3.ÜRÜN	TAHMİN	4.ÜRÜN	TAHMİN	5.ÜRÜN	TAHMİN
2022	OCAK	50	428	46	15	10	14	5	20	10	51
	ŞUBAT	1	416	24	25	8	14	5	20	25	50
	MART	20	402	33	25	1	14	66	19	60	49
	NİSAN	80	390	10	28	20	13	10	21	32	49
	MAYIS	1000	380	17	22	4	13	3	21	60	49
	HAZİRAN	75	400	28	20	32	13	6	20	20	49
	TEMMUZ	70	390	52	23	7	14	12	19	8	48
	AĞUSTOS	20	380	22	32	40	13	23	19	75	47
	EYLÜL	40	368	30	29	40	15	65	19	70	48
	EKİM	25	358	11	29	6	16	42	21	50	49
	KASIM	50	347	4	23	1	16	12	22	20	49
	ARALIK	27	338	3	17	35	15	21	22	11	48

**Ek-3. Tablo 4. Çift Üstel Düzeltme Yöntemine Ait Talep Tahmin Tablosu – 5
Ürün İçin**

YIL	AYLAR	ÇİFT ÜSTEL ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ									
		1.ÜRÜN	TAHMİN	2.ÜRÜN	TAHMİN	3.ÜRÜN	TAHMİN	4.ÜRÜN	TAHMİN	5.ÜRÜN	TAHMİN
2022	OCAK	50	371	46	18	10	5	5	43	10	46
	ŞUBAT	1	241	24	33	8	6	5	24	25	26
	MART	20	139	33	30	1	6	66	14	60	22
	NİSAN	80	82	10	33	20	3	10	41	32	37
	MAYIS	1000	68	17	22	4	9	3	26	60	32
	HAZİRAN	75	401	28	20	32	7	6	14	20	43
	TEMMUZ	70	270	52	24	7	16	12	9	8	30
	AĞUSTOS	20	184	22	39	40	13	23	10	75	17
	EYLÜL	40	111	30	32	40	23	65	16	70	42
	EKİM	25	72	11	32	6	31	42	42	50	54
	KASIM	50	41	4	22	1	23	12	44	20	51
	ARALIK	27	32	3	13	35	16	21	28	11	35

Ek-3. Tablo 5. Winter's Yöntemine Ait Talep Tahmin Tablosu – 5 Ürün İçin

YIL	AYLAR	WINTER'S YÖNTEMİ									
		1.ÜRÜN	TAHMİN	2.ÜRÜN	TAHMİN	3.ÜRÜN	TAHMİN	4.ÜRÜN	TAHMİN	5.ÜRÜN	TAHMİN
2022	OCAK	50	490	46	13	10	9	5	3	10	46
	ŞUBAT	1	505	24	9	8	-1	5	0	25	27
	MART	20	484	33	23	1	9	66	27	60	97
	NİSAN	80	672	10	18	20	15	10	10	32	110
	MAYIS	1000	246	17	11	4	7	3	11	60	65
	HAZİRAN	75	75	28	20	32	16	6	0	20	2
	TEMMUZ	70	1995	52	29	7	1	12	18	8	48
	AĞUSTOS	20	108	22	22	40	29	23	19	75	20
	EYLÜL	40	197	30	13	40	6	65	27	70	44
	EKİM	25	162	11	23	6	-6	42	11	50	38
	KASIM	50	152	4	33	1	-3	12	6	20	49
	ARALIK	27	53	3	13	35	16	21	17	11	41

Ek-3. Tablo 6. Regresyon Yöntemine Ait Talep Tahmin Tablosu – 5 Ürün İçin

YIL	AYLAR	REGRESYON YÖNTEMİ									
		1.ÜRÜN	TAHMİN	2.ÜRÜN	TAHMİN	3.ÜRÜN	TAHMİN	4.ÜRÜN	TAHMİN	5.ÜRÜN	TAHMİN
2022	OCAK	50	310	46	18	10	15	5	24	10	44
	ŞUBAT	1	299	24	18	8	15	5	24	25	43
	MART	20	287	33	18	1	15	66	24	60	43
	NİSAN	80	276	10	18	20	15	10	25	32	42
	MAYIS	1000	264	17	19	4	15	3	25	60	41
	HAZİRAN	75	253	28	19	32	14	6	26	20	40
	TEMMUZ	70	241	52	19	7	14	12	26	8	39
	AĞUSTOS	20	229	22	20	40	14	23	26	75	38
	EYLÜL	40	218	30	20	40	14	65	27	70	37
	EKİM	25	206	11	20	6	14	42	27	50	36
	KASIM	50	195	4	20	1	14	12	28	20	35
	ARALIK	27	183	3	21	35	13	21	28	11	34

Ek-3. Tablo 7. Yapay Sinir Ağları Yöntemine Ait Talep Tahmin Tablosu – 5 Ürün İçin

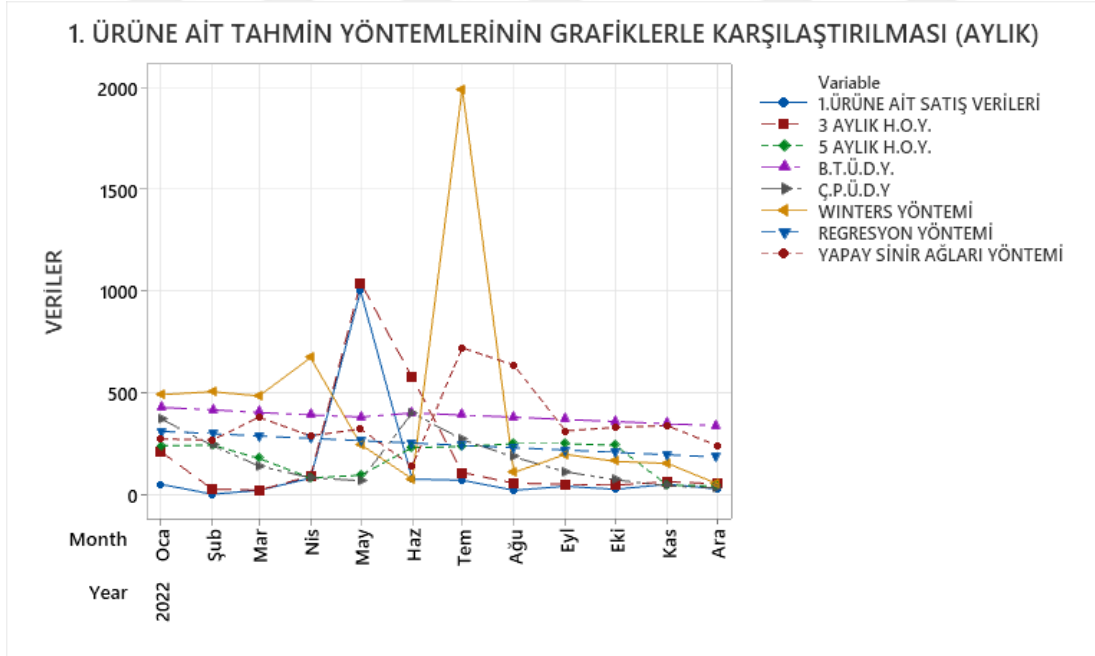
YIL	AYLAR	YAPAY SINIR AĞLARI YÖNTEMİ									
		1.ÜRÜN	TAHMİN	2.ÜRÜN	TAHMİN	3.ÜRÜN	TAHMİN	4.ÜRÜN	TAHMİN	5.ÜRÜN	TAHMİN
2022	OCAK	50	273	46	26	10	13	5	23	10	26
	ŞUBAT	1	267	24	23	8	7	5	5	25	46
	MART	20	379	33	28	1	11	66	54	60	38
	NİSAN	80	288	10	12	20	15	10	23	32	26
	MAYIS	1000	321	17	14	4	4	3	-1	60	54
	HAZİRAN	75	138	28	20	32	18	6	31	20	25
	TEMMUZ	70	721	52	39	7	10	12	15	8	30
	AĞUSTOS	20	636	22	20	40	20	23	22	75	38
	EYLÜL	40	312	30	18	40	32	65	37	70	28
	EKİM	25	330	11	15	6	8	42	33	50	34
	KASIM	50	338	4	14	1	-5	12	6	20	33
	ARALIK	27	239	3	11	35	11	21	23	11	36

Ek-3. Tablo 8. 2023 Yılı İçin Box-Jenkins Yöntemine Ait Talep Tahmin Tablosu – 5 Ürün İçin

YIL	AYLAR	BOX-JENKIN YÖNTEMİ				
		1.ÜRÜN TAHMİN	2.ÜRÜN TAHMİN	3.ÜRÜN TAHMİN	4.ÜRÜN TAHMİN	5.ÜRÜN TAHMİN
2023	OCAK	489	37	24	13	0
	ŞUBAT	840	25	33	14	28
	MART	304	31	0	64	0
	NİSAN	2404	14	41	43	306
	MAYIS	493	0	33	25	41
	HAZİRAN	618	2	37	42	88
	TEMMUZ	5791	18	14	27	161
	AĞUSTOS	1925	27	17	40	57
	EYLÜL	1824	24	46	71	27
	EKİM	2633	12	4	8	0
	KASIM	2965	40	4	43	0
	ARALIK	2641	7	47	92	13

Ek-3. Tablo 9. 1.Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması

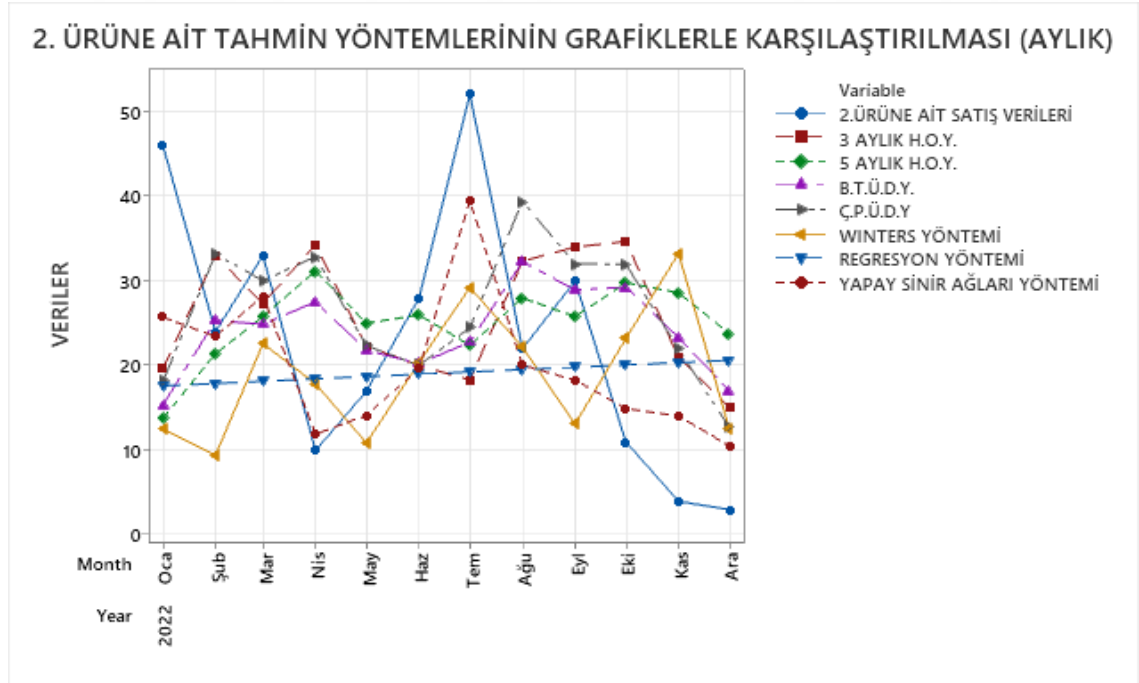
YIL	2022											
AYLAR	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
1.ÜRÜN	50	1	20	80	1000	75	70	20	40	25	50	27
3. AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	211	26	21	90	1040	575	108	55	50	45	63	52
5. AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	239	242	177	81	95	230	235	249	249	241	46	41
BASİT TEKLİ ÜSTEL DÜZLEŞTİRME YÖNTEMİ	428	416	402	390	380	400	390	380	368	358	347	338
ÇİFT ÜSTEL DÜZLEŞTİRME YÖNTEMİ	371	241	139	82	68	401	270	184	111	72	41	32
WINTER'S YÖNTEMİ	490	505	484	672	246	75	1995	108	197	162	152	53
REGRESYON YÖNTEMİ	310	299	287	276	264	253	241	229	218	206	195	183
YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİ	273	267	379	288	321	138	721	636	312	330	338	239



Ek-3. Şekil 1. 1. Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin Grafiklerle Karşılaştırılması (Aylık Periyotlar Halinde)

Ek-3. Tablo 10. 2.Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması

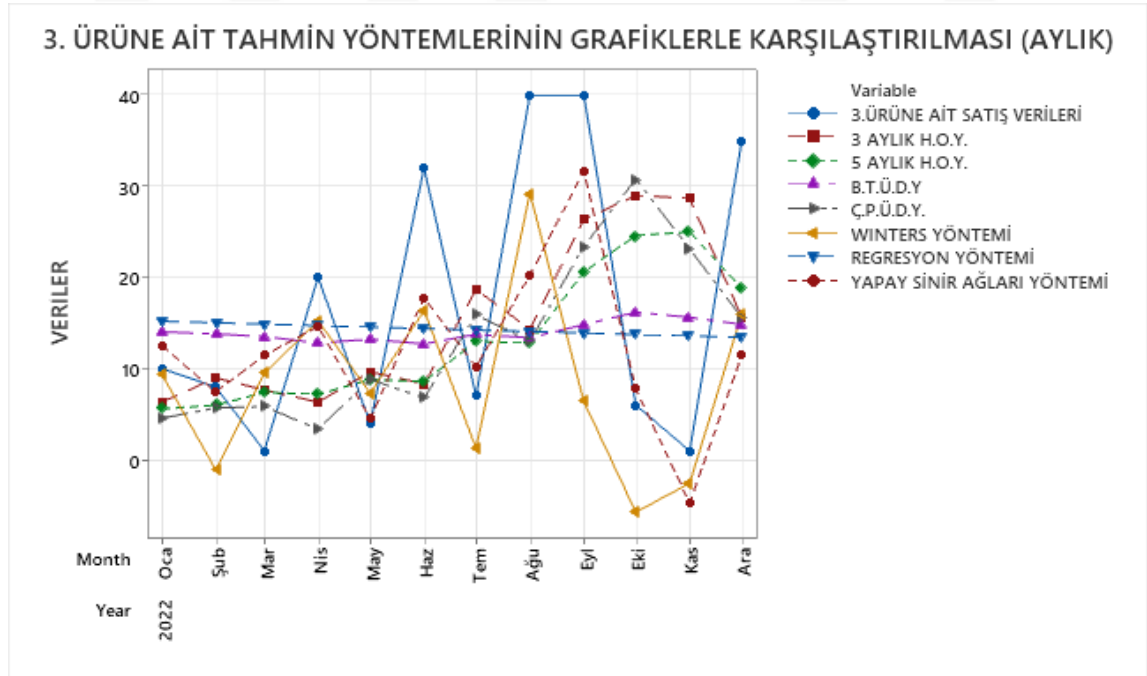
YIL	2022											
AYLAR	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
2.ÜRÜN	46	24	33	10	17	28	52	22	30	11	4	3
3. AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	20	33	27	34	22	20	18	32	34	35	21	15
5. AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	14	21	26	31	25	26	22	28	26	30	29	24
BASİT TEKLİ ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	15	25	25	28	22	20	23	32	29	29	23	17
ÇİFT ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	18	33	30	33	22	20	24	39	32	32	22	13
WINTER'S YÖNTEMİ	13	9	23	18	11	20	29	22	13	23	33	13
REGRESYON YÖNTEMİ	18	18	18	18	19	19	19	20	20	20	20	21
YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİ	26	23	28	12	14	20	39	20	18	15	14	11



Ek-3. Şekil 2. 2. Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin Grafiklerle Karşılaştırılması (Aylık Periyotlar Halinde)

Ek-3. Tablo 11. 3.Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması

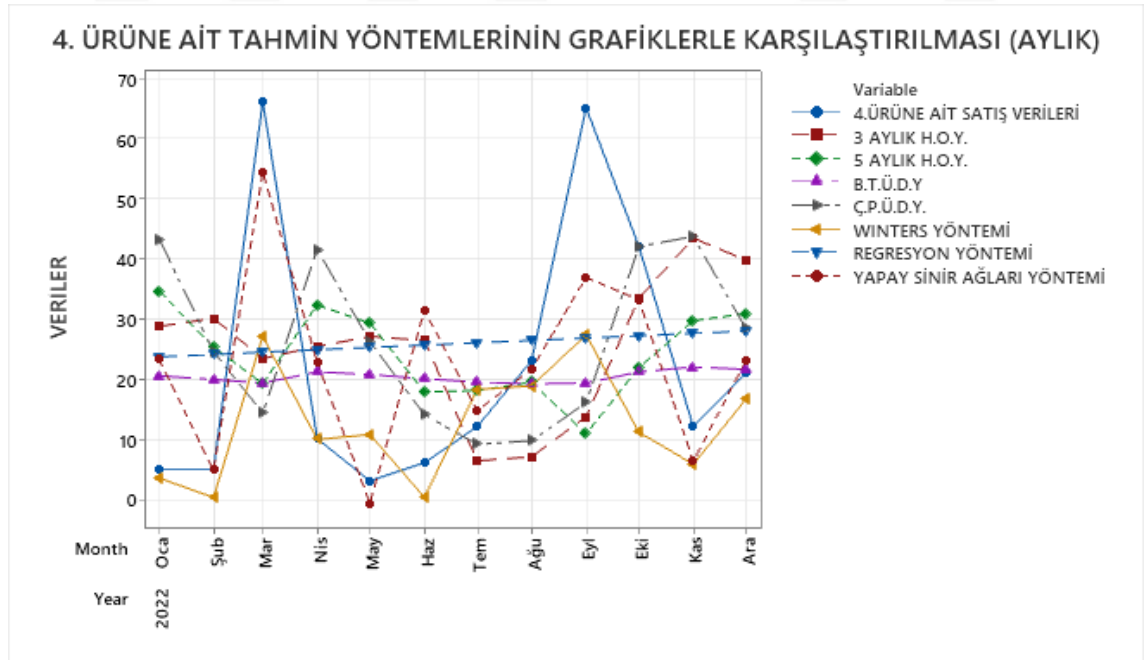
YIL	2022											
AYLAR	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
3.ÜRÜN	10	8	1	20	4	32	7	40	40	6	1	35
3. AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	6	9	8	6	10	8	19	14	26	29	29	16
5. AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	6	6	7	7	9	9	13	13	21	25	25	19
BASİT TEKLİ ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	14	14	14	13	13	13	14	13	15	16	16	15
ÇİFT ÜSTEL DÜZLEŞTİRME YÖNTEMİ	5	6	6	3	9	7	16	13	23	31	23	16
WINTER'S YÖNTEMİ	9	-1	9	15	7	16	1	29	6	-6	-3	16
REGRESYON YÖNTEMİ	15	15	15	15	15	14	14	14	14	14	14	13
YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİ	13	7	11	15	4	18	10	20	32	8	-5	11



Ek-3. Şekil 3. 3. Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin Grafiklerle Karşılaştırılması (Aylık Periyotlar Halinde)

Ek-3. Tablo 12. 4.Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması

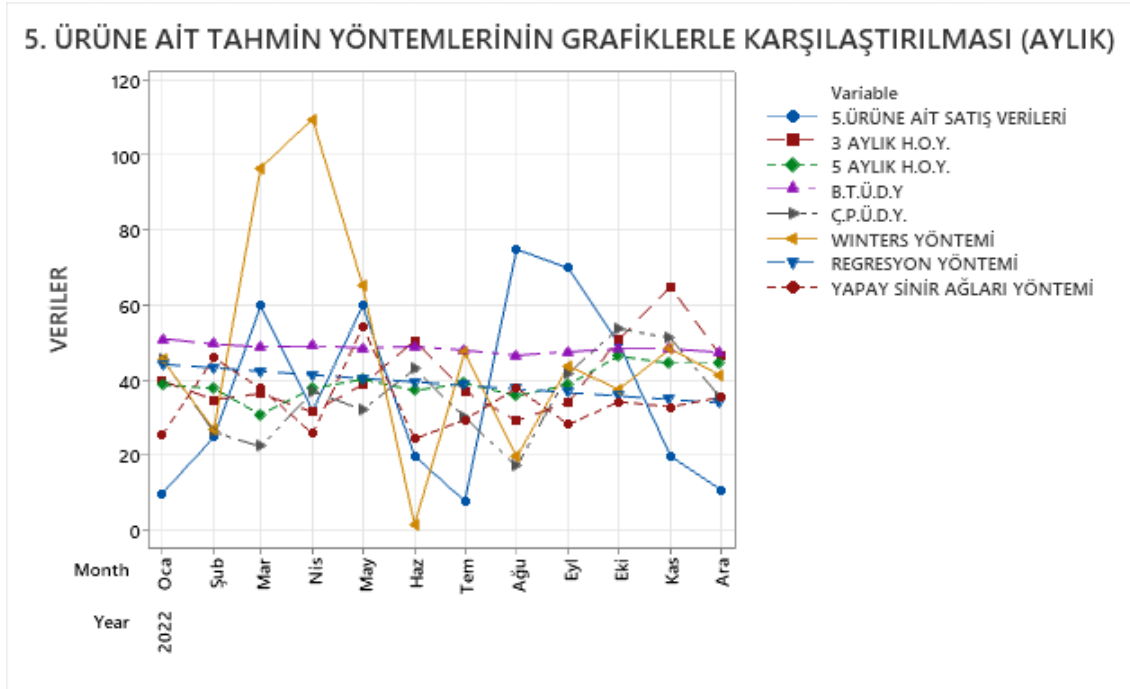
YIL	2022											
AYLAR	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
4.ÜRÜN	5	5	66	10	3	6	12	23	65	42	12	21
3. AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	29	30	23	25	27	26	6	7	14	33	43	40
5. AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	35	25	19	32	29	18	18	19	11	22	30	31
BASİT TEKLİ ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	20	20	19	21	21	20	19	19	19	21	22	22
ÇİFT ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	43	24	14	41	26	14	9	10	16	42	44	28
WINTER'S YÖNTEMİ	3	0	27	10	11	0	18	19	27	11	6	17
REGRESYON YÖNTEMİ	24	24	24	25	25	26	26	26	27	27	28	28
YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİ	23	5	54	23	-1	31	15	22	37	33	6	23



Ek-3. Şekil 4. 4. Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin Grafiklerle Karşılaştırılması (Aylık Periyotlar Halinde)

Ek-3. Tablo 13. 5.Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması

YIL	2022											
AYLAR	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
5.ÜRÜN	10	25	60	32	60	20	8	75	70	50	20	11
3. AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	40	35	37	32	39	51	37	29	34	51	65	47
5. AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	39	38	31	38	40	37	39	36	39	47	45	45
BASİT TEKLİ ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	51	50	49	49	49	49	48	47	48	49	49	48
ÇİFT ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	46	26	22	37	32	43	30	17	42	54	51	35
WINTER'S YÖNTEMİ	46	27	97	110	65	2	48	20	44	38	49	41
REGRESYON YÖNTEMİ	44	43	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34
YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİ	26	46	38	26	54	25	30	38	28	34	33	36



Ek-3. Şekil 5. 5. Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin Grafiklerle Karşılaştırılması (Aylık Periyotlar Halinde)

Ek-4: Uygulanan Talep Tahmin Yöntemi Sonuçları (3 Aylık Periyotlar Halinde)

Ek-4. Tablo 1. 6 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemine Ait Talep Tahmin Tablosu – 5 Ürün İçin (3 Aylık Periyotlar Halinde)

6 AYLIK HAREKETLİ ORTLAMA YÖNTEMİ (3 AYLIK PERİYOTLAR HALİNDE)												
	PERİYOT	ÇEYREKLER	1. ÜRÜN	TAHMİN	2. ÜRÜN	TAHMİN	3. ÜRÜN	TAHMİN	4. ÜRÜN	TAHMİN	5. ÜRÜN	TAHMİN
2020	1	1. ÇEYREK	2022	-	37	-	67	-	29	-	345	-
	2	2. ÇEYREK	352	-	58	-	70	-	74	-	134	-
	3	3. ÇEYREK	1274	1187	42	48	82	69	49	52	26	240
	4	4. ÇEYREK	856	813	28	50	43	76	36	62	141	80
2021	5	1. ÇEYREK	1122	1065	32	35	24	63	46	43	77	84
	6	2. ÇEYREK	1529	989	21	30	58	34	39	41	321	109
	7	3. ÇEYREK	4413	1326	13	27	18	41	130	43	214	199
	8	4. ÇEYREK	832	2971	59	17	19	38	86	85	120	268
2022	9	1. ÇEYREK	71	2623	103	36	19	19	76	108	95	167
	10	2. ÇEYREK	1155	452	55	81	56	19	19	81	112	108
	11	3. ÇEYREK	130	613	104	79	87	38	100	48	153	104
	12	4. ÇEYREK	102	643	18	80	42	72	75	60	81	133

Ek-4. Tablo 2. 9 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemine Ait Talep Tahmin Tablosu – 5 Ürün İçin (3 Aylık Periyotlar Halinde)

9 AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ (3 AYLIK PERİYOTLAR HALİNDE)												
	PERİYOT	ÇEYREKLER	1. ÜRÜN	TAHMİN	2. ÜRÜN	TAHMİN	3. ÜRÜN	TAHMİN	4. ÜRÜN	TAHMİN	5. ÜRÜN	TAHMİN
2020	1	1. ÇEYREK	2022	-	37	-	67	-	29	-	345	-
	2	2. ÇEYREK	352	-	58	-	70	-	74	-	134	-
	3	3. ÇEYREK	1274	-	42	-	82	-	49	-	26	-
	4	4. ÇEYREK	856	1216	28	46	43	73	36	51	141	168
2021	5	1. ÇEYREK	1122	827	32	43	24	65	46	53	77	100
	6	2. ÇEYREK	1529	1084	21	34	58	50	39	44	321	81
	7	3. ÇEYREK	4413	1169	13	27	18	42	130	40	214	180
	8	4. ÇEYREK	832	2355	59	22	19	33	86	72	120	204
2022	9	1. ÇEYREK	71	2258	103	31	19	32	76	85	95	218
	10	2. ÇEYREK	1155	1772	55	58	56	19	19	97	112	143
	11	3. ÇEYREK	130	686	104	72	87	31	100	60	153	109
	12	4. ÇEYREK	102	452	18	87	42	54	75	65	81	120

Ek-4. Tablo 3. Basit Tekli Üstel Düzeltme Yöntemine Ait Talep Tahmin Tablosu – 5 Ürün İçin (3 Aylık Periyotlar Halinde)

BASİT TEKLİ ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ (3 AYLIK PERİYOTLAR HALİNDE)												
	PERİYOT	ÇEYREKLER	1. ÜRÜN	TAHMİN	2. ÜRÜN	TAHMİN	3. ÜRÜN	TAHMİN	4. ÜRÜN	TAHMİN	5. ÜRÜN	TAHMİN
2020	1	1. ÇEYREK	2022	941	37	51	67	61	29	67	345	174
	2	2. ÇEYREK	352	1051	58	48	70	63	74	62	134	191
	3	3. ÇEYREK	1274	980	42	50	82	65	49	64	26	185
	4	4. ÇEYREK	856	1010	28	49	43	71	36	62	141	169
2021	5	1. ÇEYREK	1122	994	32	45	24	62	46	58	77	167
	6	2. ÇEYREK	1529	1007	21	43	58	49	39	57	321	158
	7	3. ÇEYREK	4413	1061	13	39	18	52	130	55	214	174
	8	4. ÇEYREK	832	1403	59	34	19	41	86	64	120	178
2022	9	1. ÇEYREK	71	1345	103	39	19	34	76	67	95	172
	10	2. ÇEYREK	1155	1215	55	50	56	29	19	68	112	164
	11	3. ÇEYREK	130	1208	104	51	87	38	100	62	153	159
	12	4. ÇEYREK	102	1098	18	60	42	54	75	67	81	159

Ek-4. Tablo 4. Çift Parametrelî Üstel Düzeltme Yöntemine Ait Talep Tahmin Tablosu – 5 Ürün İçin (3 Aylık Periyotlar Halinde)

ÇİFT PARAMETRELİ ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ (3 AYLIK PERİYOTLAR HALİNDE)												
	PERİYOT	ÇEYREKLER	1. ÜRÜN	TAHMİN	2. ÜRÜN	TAHMİN	3. ÜRÜN	TAHMİN	4. ÜRÜN	TAHMİN	5. ÜRÜN	TAHMİN
2020	1	1. ÇEYREK	2022	818	37	68	67	80	29	85	345	183
	2	2. ÇEYREK	352	1168	58	58	70	78	74	74	134	167
	3	3. ÇEYREK	1274	1060	42	51	82	63	49	70	26	165
	4	4. ÇEYREK	856	1167	28	48	43	71	36	67	141	135
2021	5	1. ÇEYREK	1122	1050	32	39	24	55	46	58	77	127
	6	2. ÇEYREK	1529	1082	21	34	58	34	39	54	321	108
	7	3. ÇEYREK	4413	1295	13	25	18	41	130	47	214	139
	8	4. ÇEYREK	832	2787	59	16	19	24	86	82	120	153
2022	9	1. ÇEYREK	71	2210	103	31	19	15	76	91	95	149
	10	2. ÇEYREK	1155	1370	55	64	56	10	19	92	112	139
	11	3. ÇEYREK	130	1228	104	66	87	30	100	65	153	132
	12	4. ÇEYREK	102	657	18	89	42	60	75	79	81	133

Ek-4. Tablo 5. Winter's Yöntemine Ait Talep Tahmin Tablosu – 5 Ürün İçin (3 Aylık Periyotlar Halinde)

WINTER'S YÖNTEMİ (3 AYLIK PERİYOTLAR HALİNDE)												
	PERİYOT	ÇEYREKLER	1. ÜRÜN	TAHMİN	2. ÜRÜN	TAHMİN	3. ÜRÜN	TAHMİN	4. ÜRÜN	TAHMİN	5. ÜRÜN	TAHMİN
2020	1	1. ÇEYREK	2022	1373	37	58	67	60	29	38	345	300
	2	2. ÇEYREK	352	1188	58	39	70	88	74	32	134	306
	3	3. ÇEYREK	1274	1660	42	43	82	67	49	84	26	29
	4	4. ÇEYREK	856	361	28	26	43	49	36	54	141	-77
2021	5	1. ÇEYREK	1122	512	32	36	24	34	46	38	77	122
	6	2. ÇEYREK	1529	307	21	26	58	43	39	39	321	120
	7	3. ÇEYREK	4413	520	13	24	18	54	130	71	214	275
	8	4. ÇEYREK	832	226	59	12	19	-17	86	59	120	304
2022	9	1. ÇEYREK	71	374	103	22	19	7	76	53	95	185
	10	2. ÇEYREK	1155	196	55	22	56	41	19	57	112	24
	11	3. ÇEYREK	130	359	104	24	87	56	100	97	153	3
	12	4. ÇEYREK	102	14	18	27	42	63	75	68	81	129

**Ek-4. Tablo 6. Regresyon Yöntemine Ait Talep Tahmin Tablosu – 5 Ürün İçin
(3 Aylık Periyotlar Halinde)**

REGRESYON ANALİZİ (3 AYLIK PERİYOTLAR HALİNDE)												
	PERİYOT	ÇEYREKLER	1. ÜRÜN	TAHMİN	2. ÜRÜN	TAHMİN	3. ÜRÜN	TAHMİN	4. ÜRÜN	TAHMİN	5. ÜRÜN	TAHMİN
2020	1	1. ÇEYREK	2022	1652	37	33	67	58	29	45	345	197
	2	2. ÇEYREK	352	1562	58	36	70	56	74	48	134	188
	3	3. ÇEYREK	1274	1471	42	38	82	55	49	52	26	180
	4	4. ÇEYREK	856	1381	28	41	43	53	36	55	141	172
2021	5	1. ÇEYREK	1122	1290	32	44	24	51	46	58	77	164
	6	2. ÇEYREK	1529	1200	21	46	58	50	39	62	321	156
	7	3. ÇEYREK	4413	1110	13	49	18	48	130	65	214	147
	8	4. ÇEYREK	832	1019	59	51	19	46	86	68	120	139
2022	9	1. ÇEYREK	71	929	103	54	19	45	76	71	95	131
	10	2. ÇEYREK	1155	838	55	57	56	43	19	75	112	123
	11	3. ÇEYREK	130	748	104	59	87	41	100	78	153	115
	12	4. ÇEYREK	102	657	18	62	42	40	75	81	81	107

**Ek-4. Tablo 7. Yapay Sinir Ağları Yöntemine Ait Talep Tahmin Tablosu – 5
Ürün İçin (3 Aylık Periyotlar Halinde)**

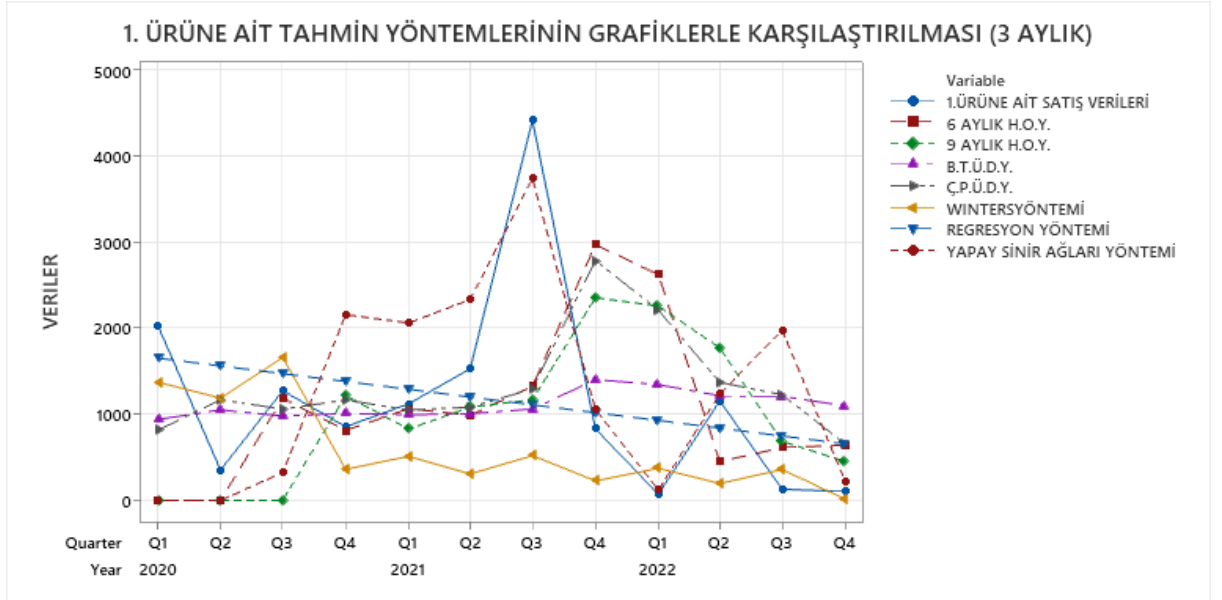
YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİ (3 AYLIK PERİYOTLAR HALİNDE)												
	PERİYOT	ÇEYREKLER	1. ÜRÜN	TAHMİN	2. ÜRÜN	TAHMİN	3. ÜRÜN	TAHMİN	4. ÜRÜN	TAHMİN	5. ÜRÜN	TAHMİN
2020	1	1. ÇEYREK	2022	0	37	0	67	0	29	0	345	0
	2	2. ÇEYREK	352	0	58	0	70	0	74	0	134	0
	3	3. ÇEYREK	1274	323	42	41	82	53	49	71	26	25
	4	4. ÇEYREK	856	2157	28	37	43	28	36	54	141	235
2021	5	1. ÇEYREK	1122	2061	32	31	24	54	46	84	77	63
	6	2. ÇEYREK	1529	2333	21	36	58	53	39	76	321	213
	7	3. ÇEYREK	4413	3737	13	25	18	34	130	80	214	213
	8	4. ÇEYREK	832	1059	59	39	19	42	86	77	120	75
2022	9	1. ÇEYREK	71	120	103	100	19	61	76	55	95	120
	10	2. ÇEYREK	1155	1236	55	42	56	61	19	26	112	170
	11	3. ÇEYREK	130	1979	104	102	87	45	100	116	153	135
	12	4. ÇEYREK	102	225	18	-8	42	50	75	71	81	171

**Ek-4. Tablo 8. 2023 Yılı İçin Box-Jenkins Yöntemine Ait Talep Tahmin Tablosu
– 5 Ürün İçin (3 Aylık Periyotlar Halinde)**

BOX-JENKİNS YÖNTEMİ (3 AYLIK PERİYOTLAR HALİNDE)							
	PERİYOT	ÇEYREKLER	1. ÜRÜN	2. ÜRÜN	3. ÜRÜN	4. ÜRÜN	5. ÜRÜN
2023	1	1. ÇEYREK	2558	98	79	155	305
	2	2. ÇEYREK	1201	15	70	43	112
	3	3. ÇEYREK	1922	83	60	178	63
	4	4. ÇEYREK	888	60	26	9	116

Ek-4. Tablo 9. 1. Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin karşılaştırılması (3 Aylık Periyotlar Halinde)

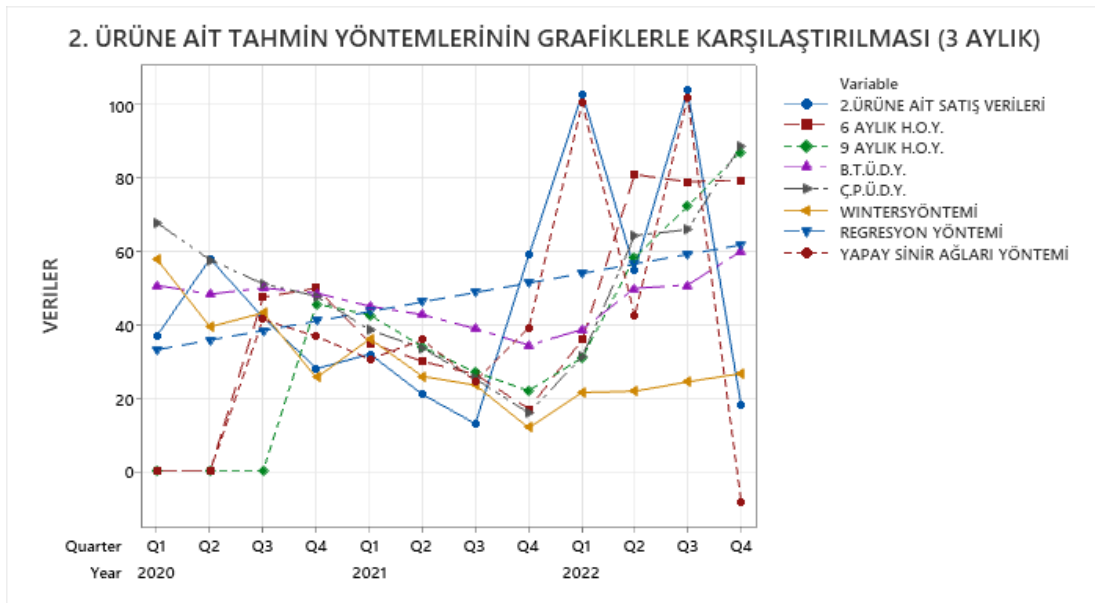
YIL	2020				2021				2022			
ÇEYREKLER	1. ÇEYREK	2. ÇEYREK	3. ÇEYREK	4. ÇEYREK	1. ÇEYREK	2. ÇEYREK	3. ÇEYREK	4. ÇEYREK	1. ÇEYREK	2. ÇEYREK	3. ÇEYREK	4. ÇEYREK
1.ÜRÜN	2022	352	1274	856	1122	1529	4413	832	71	1155	130	102
6 AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	-	-	1187	813	1065	989	1326	2971	2623	452	613	643
9 AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	-	-	-	1216	827	1084	1169	2355	2258	1772	686	452
BASİT TEKİL ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	941	1051	980	1010	994	1007	1061	1403	1345	1215	1208	1098
ÇİFT PARAMETRELİ ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	818	1168	1060	1167	1050	1082	1295	2787	2210	1370	1228	657
WINTER'S YÖNTEMİ	1373	1188	1660	361	512	307	520	226	374	196	359	14
REGRESYON YÖNTEMİ	1652	1562	1471	1381	1290	1200	1110	1019	929	838	748	657
YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİ	-	-	323	2157	2061	2333	3737	1059	120	1236	1979	225



Ek-4. Şekil 1. 1. Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin Grafiklerle Karşılaştırılması (3 Aylık Periyotlar Halinde)

Ek-4. Tablo 10. 2. Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin karşılaştırılması (3 Aylık Periyotlar Halinde)

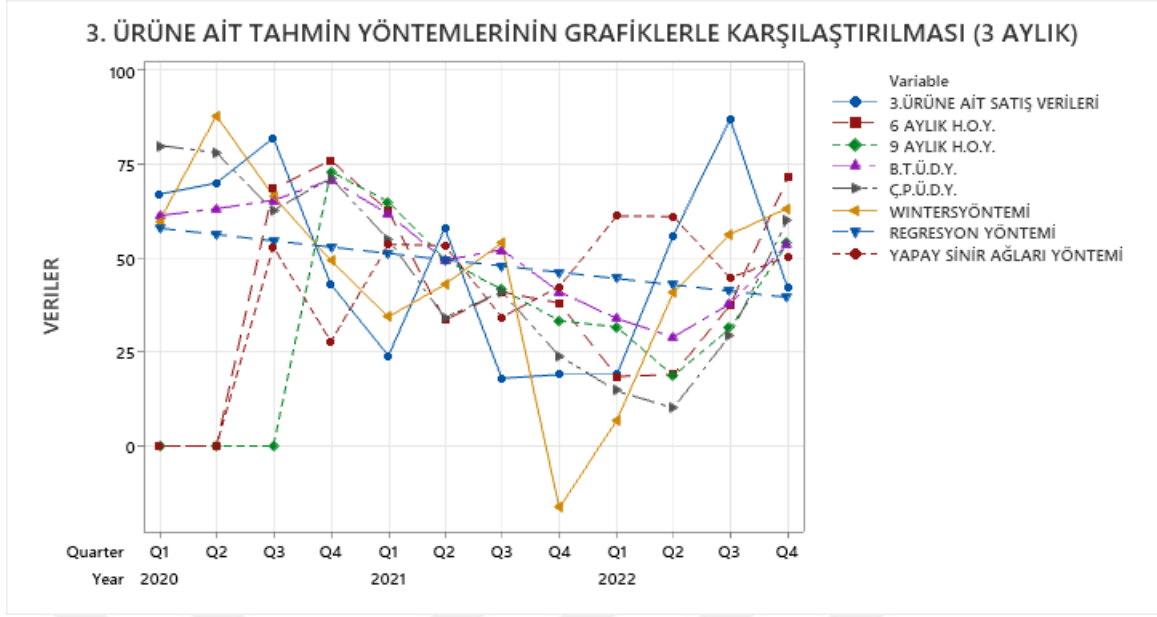
YIL	2020				2021				2022			
ÇEYREKLER	1. ÇEYREK	2. ÇEYREK	3. ÇEYREK	4. ÇEYREK	1. ÇEYREK	2. ÇEYREK	3. ÇEYREK	4. ÇEYREK	1. ÇEYREK	2. ÇEYREK	3. ÇEYREK	4. ÇEYREK
2.ÜRÜN	37	58	42	28	32	21	13	59	103	55	104	18
6 AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	-	-	48	50	35	30	27	17	36	81	79	80
9 AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	-	-	-	46	43	34	27	22	31	58	72	87
BASİT TEKLİ ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	51	48	50	49	45	43	39	34	39	50	51	60
ÇİFT PARAMETRELİ ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	68	58	51	48	39	34	25	16	31	64	66	89
WINTER'S YÖNTEMİ	58	39	43	26	36	26	24	12	22	22	24	27
REGRESYON YÖNTEMİ	33	36	38	41	44	46	49	51	54	57	59	62
YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİ	-	-	41	37	31	36	25	39	100	42	102	-8



Ek-4. Şekil 2. 2. Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin Grafiklerle Karşılaştırılması (3 Aylık Periyotlar Halinde)

Ek-4. Tablo 11. 3. Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin karşılaştırılması (3 Aylık Periyotlar Halinde)

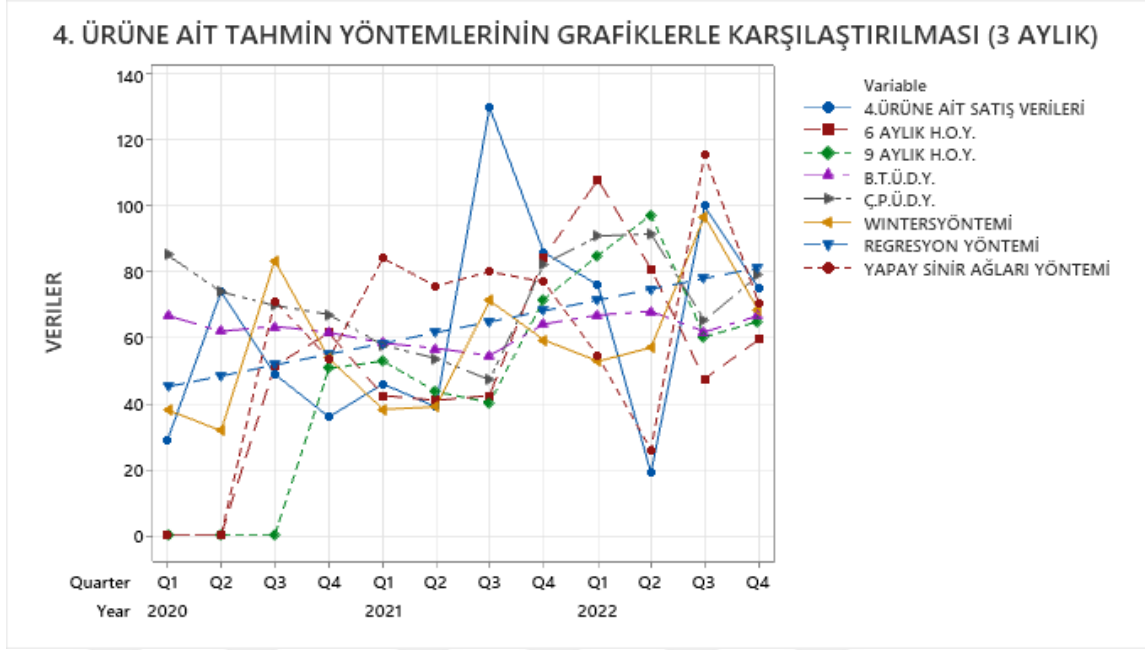
YIL	2020				2021				2022			
ÇEYREKLER	1. ÇEYREK	2. ÇEYREK	3. ÇEYREK	4. ÇEYREK	1. ÇEYREK	2. ÇEYREK	3. ÇEYREK	4. ÇEYREK	1. ÇEYREK	2. ÇEYREK	3. ÇEYREK	4. ÇEYREK
3.ÜRÜN	67	70	82	43	24	58	18	19	19	56	87	42
6 AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	-	-	69	76	63	34	41	38	19	19	38	72
9 AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	-	-	-	73	65	50	42	33	32	19	31	54
BASİT TEKLİ ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	61	63	65	71	62	49	52	41	34	29	38	54
ÇİFT PARAMETRELİ ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	80	78	63	71	55	34	41	24	15	10	30	60
WINTER'S YÖNTEMİ	60	88	67	49	34	43	54	-17	7	41	56	63
REGRESYON YÖNTEMİ	58	56	55	53	51	50	48	46	45	43	41	40
YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİ	-	-	53	28	54	53	34	42	61	61	45	50



Ek-4. Şekil 3. 3. Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin Grafiklerle Karşılaştırılması (3 Aylık Periyotlar Halinde)

Ek-4. Tablo 12. 4. Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin karşılaştırılması (3 Aylık Periyotlar Halinde)

YIL	2020				2021				2022			
ÇEYREKLER	1. ÇEYREK	2. ÇEYREK	3. ÇEYREK	4. ÇEYREK	1. ÇEYREK	2. ÇEYREK	3. ÇEYREK	4. ÇEYREK	1. ÇEYREK	2. ÇEYREK	3. ÇEYREK	4. ÇEYREK
4.ÜRÜN	29	74	49	36	46	39	130	86	76	19	100	75
6 AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	-	-	52	62	43	41	43	85	108	81	48	60
9 AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	-	-	-	51	53	44	40	72	85	97	60	65
BASİT TEKLİ ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	67	62	64	62	58	57	55	64	67	68	62	67
ÇİFT PARAMETRELİ ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	85	74	70	67	58	54	47	82	91	92	65	79
WINTER'S YÖNTEMİ	38	32	84	54	38	39	71	59	53	57	97	68
REGRESYON YÖNTEMİ	45	48	52	55	58	62	65	68	71	75	78	81
YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİ	-	-	71	54	84	76	80	77	55	26	116	71

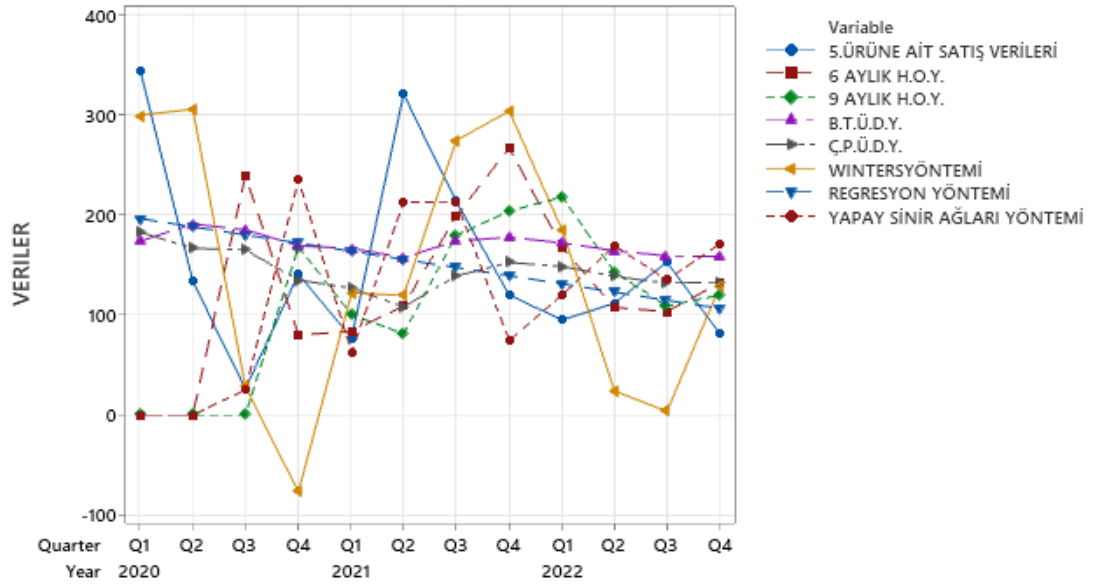


Ek-4. Şekil 4. 4. Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin Grafiklerle Karşılaştırılması (3 Aylık Periyotlar Halinde)

Ek-4. Tablo 13. 5. Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin karşılaştırılması (3 Aylık Periyotlar Halinde)

YIL	2020				2021				2022			
ÇEYREKLER	1. ÇEYREK	2. ÇEYREK	3. ÇEYREK	4. ÇEYREK	1. ÇEYREK	2. ÇEYREK	3. ÇEYREK	4. ÇEYREK	1. ÇEYREK	2. ÇEYREK	3. ÇEYREK	4. ÇEYREK
5.ÜRÜN	345	134	26	141	77	321	214	120	95	112	153	81
6 AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	-	-	240	80	84	109	199	268	167	108	104	133
9 AYLIK HAREKETLİ ORTALAMA YÖNTEMİ	-	-	-	168	100	81	180	204	218	143	109	120
BASİT TEKLİ ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	174	191	185	169	167	158	174	178	172	164	159	159
ÇİFT PARAMETRELİ ÜSTEL DÜZELTME YÖNTEMİ	183	167	165	135	127	108	139	153	149	139	132	133
WINTER'S YÖNTEMİ	300	306	29	-77	122	120	275	304	185	24	3	129
REGRESYON YÖNTEMİ	197	188	180	172	164	156	147	139	131	123	115	107
YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİ	-	-	25	235	63	213	213	75	120	170	135	171

5. ÜRÜNE AİT TAHMİN YÖNTEMLERİNİN GRAFİKLERLE KARŞILAŞTIRILMASI (3 AYLIK)



Ek-4. Şekil 5. 5. Ürüne Ait Tahmin Yöntemlerinin Grafiklerle Karşılaştırılması (3 Aylık Periyotlar Halinde)

