

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**CAM SEKTÖRÜNDE TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİNİN UYGULANMASI  
VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Neslihan DEMİRCİ**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Endüstri Mühendisliği Programı**

**AĞUSTOS 2015**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**CAM SEKTÖRÜNDE TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİNİN UYGULANMASI  
VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Neslihan DEMİRCİ**

**(507121116)**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Endüstri Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı: Y. Doç. Dr. Murat BASKAK**

**AĞUSTOS 2015**



İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 507121116 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Neslihan DEMİRCİ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**CAM SEKTÖRÜNDE TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİNİN UYGULANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :** **Y. Doç. Dr. Murat BASKAK** .....

İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** **Doç. Dr. Şule İtr SATOĞLU** .....

İstanbul Teknik Üniversitesi

**Y. Doç. Dr. Tufan DEMİREL** .....

Yıldız Teknik Üniversitesi

**Teslim Tarihi :** **24 Ağustos 2015**

**Savunma Tarihi :** **31 Ağustos 2015**



*Anne ve Babama,*





## ÖNSÖZ

Türkiye ekonomisine büyük katkı sağlayan cam sektörüne olan talebi izlemek oldukça önemlidir. Gelecek dönemlerdeki tüketim düzeylerini doğru belirlemek, hem ürün bulunabilirliği, hem müşteri hoşnutluğu, hem de üretim-satış-stok dengelemesini sağlayabilmek adına nokta atışı sağlar. Şirketler, varlıklarını sürdürmek için birçok farklı yöntemlere başvurmaktadır. Bunlardan biri de hemen her sektörde uygulanmaya çalışılan farklı tahmin yöntemleridir. Bu tez çalışmasının amacı, cam sektöründe uygulanan farklı tahmin yöntemlerinin karşılaştırılması ve en uygun olanının belirlenerek gelecek dönem talebinin tahmin edilmesidir.

Öncelikle bu çalışma doğrultusunda danışmanlığımı üstlenen, çalışmanın her aşamasında bilgi, deneyim ve anlayışıyla desteğini esirgemeyen değerli tez hocam Y. Doç. Dr. Murat BASKAK'a çok teşekkür ederim. Tez çalışma konusunun belirlenmesinde yön gösteren Şişecam/Trakya Cam Grubu Tedârik Zinciri Direktörü Dr. Selma ÖNER'e, öneri ve desteği ile katkı sağlayan Şişecam Strateji Başkanı Özlem VERGON'a, Trakya Cam Grubu, Talep Plânlama Müdürlüğü ekibine, uygulama aşamasında sağladığı veri ve süreçlerle ilgili yardımlarından ötürü Merve BAYAM'a ve yine bilgi ve deneyimleriyle her zaman destek veren değerli iş arkadaşlarıma teşekkür ederim. Ayrıca tez süreci boyunca motivasyonumu yüksek tutmama yardımcı olarak varlığını hissettiren çalışma arkadaşım Özge ACAR'a da teşekkür ederim.

Son olarak yaşamımın her noktasında sabır ve desteklerini esirgemeyen, yanımda olan canım aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ağustos 2015

Neslihan Demirci  
(Endüstri Mühendisi)



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	ix
KISALTMALAR .....	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xxi
SUMMARY .....	xxiii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. TALEP TAHMİNİ.....</b>	<b>5</b>
2.1 Tahmin Kavramı .....	5
2.2 Tahmin Türleri .....	8
2.3 Tahmin Gereksinimi.....	9
2.4 Tahmin Yönteminin Seçimi .....	9
2.5 Talep Tahmini Kavramı .....	11
2.6 Talebi Etkileyen Etmenler.....	13
2.7 Talep Tahmini Uygulama Aşamaları .....	13
2.8 Talep Tahmini İlke ve Yöntemleri.....	15
<b>3. TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİ VE LİTERATÜR ARAŞTIRMASI... 17</b>	
3.1 Talep Tahmin Yöntemlerini Sınıflandırma Yaklaşımı .....	17
3.1.1 Zaman periyotlarına göre tahmin sınıflandırması .....	17

3.1.2	Ürün yaşam döngüsü boyunca kullanılan tahmin yöntemleri .....	18
3.2	Tahmin Yöntemleri .....	19
3.2.1	Zaman serisi analizleri .....	25
3.2.1.1	Son dönem (Naive) talebi yöntemi.....	26
3.2.1.2	Basit hareketli ortalama yöntemi.....	27
3.2.1.3	Ağırlıklı hareketli ortalama yöntemi .....	28
3.2.1.4	Üstel düzeltme yöntemi.....	30
3.2.1.5	Holt lineer yöntemi (Holt üstel düzeltme yöntemi) .....	32
3.2.1.6	Holt winter-trend ve mevsimsellik-yöntemi (Winter üstel düzeltme yöntemi) 32	
3.2.1.7	Box-Jenkins yöntemi.....	33
3.2.2	Çok etmenli analizler (Karma yöntemler).....	35
3.2.2.1	Regresyon analizi .....	35
3.2.2.2	Korelasyon analizi.....	37
3.2.2.3	Ekonometrik modeller.....	39
3.2.3	Yapay zekâ ve sezgisel algoritmalar .....	40
3.2.3.1	Yapay sinir ağları .....	40
3.2.3.2	Yapay sinir ağlarının genel özellikleri .....	40
3.2.3.3	Yapay sinir ağlarının avantaj ve dezavantajları .....	41
3.2.3.4	Yapay sinir ağlarının uygulama alanları ve tahmin ilişkisi.....	42
3.2.3.5	Yapay sinir ağlarının yapısı.....	43
3.2.3.6	Yapay sinir ağı hücresi .....	46
3.2.3.7	Yapay sinir ağları mimarîleri .....	48
3.2.3.8	Yapay sinir ağlarının öğrenme algoritmaları .....	49
3.2.3.9	Yapay sinir ağlarında öğrenme ve test etme .....	50
3.3	Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi.....	52

3.4	Tahmin Hata Ölçümü.....	55
3.5	Literatürde Kullanılan Tahmin Yöntemleri .....	58
<b>4.</b>	<b>UYGULAMA.....</b>	<b>67</b>
4.1	Uygulamada Ele Alınacak Cam Sektörünün Tanıtılması .....	68
4.1.1	Dünyada cam sektörü.....	69
4.1.2	Türkiye’de cam sektörü.....	70
4.1.3	Cam sektörünün diğer sektörlerle ilişkisi.....	72
4.1.4	Türkiye cam sektörünün SWOT analizi.....	72
4.2	Uygulama Yapılacak Firmanın Tanıtılması .....	75
4.2.1	Şişecam - Düzcamlar grubu .....	77
4.3	Analizde Kullanılacak Ürün Seçimi.....	79
4.3.1	ABC-XYZ analizi ile ürün seçimi.....	81
4.4	Uygulamada Kullanılan Tahmin Yöntemleri.....	87
4.4.1	Zaman serisi analizleri ile tahmin uygulaması.....	87
4.4.1.1	Hareketli ortalama (Moving average) .....	88
4.4.1.2	Üstel düzeltme.....	92
4.4.1.3	Holt lineer yöntemi ile üstel düzeltme .....	95
4.4.1.4	Winter üstel düzeltme .....	99
4.4.1.5	Box-jenkins yöntemi .....	104
4.4.2	Yapay sinir ağları ile tahmin uygulaması .....	109
4.5	Hata Testlerinin Uygulanması İle Sonuçların Değerlendirilmesi .....	127
<b>5.</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>129</b>
5.1	Sonuç.....	129
5.2	Uygulamada Karşılaşılan Zorluklar Ve Öneriler .....	131
	<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>133</b>

<b>EKLER.....</b>	<b>139</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>147</b>

## **KISALTMALAR**

<b>AB</b>	: Avrupa Birliği
<b>ABD</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>ACF</b>	: Autocorrelations Function (Otokorelasyon Fonksiyonu)
<b>AHP</b>	: Analitik Hiyerarşi Prosesi (Analitik Hiyerarşi Prosesi)
<b>ANOVA</b>	: Analysis of Variance (Varyans Analizi)
<b>AR</b>	: Auto Regressive (Otoregresif)
<b>AR&amp;GE</b>	: Araştırma ve Geliştirme
<b>ARIMA</b>	: Autoregressive Integrated Moving Average (Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama)
<b>ARMA</b>	: Autoregressive Moving Average (Otoregresif Hareketli Ortalama)
<b>BHO</b>	: Basit Hareketli Ortalama
<b>BİST</b>	: Borsa İstanbul
<b>BP</b>	: Back Propagation (Geri Yayılım)
<b>CE</b>	: Ceramics (Seramik)
<b>CH</b>	: Chemicals (Kimyasallar)
<b>DFU</b>	: Demand Forecasting Unit (Talep Tahmin Birimi)
<b>EL</b>	: Electronics (Elektronik)
<b>EMD</b>	: Empirical Mode Decomposition (Deneysel Ayırma Modu)
<b>FBPN</b>	: Fuzzy Back Propagation Network (Bulanık Geri Yayılım Ağı)
<b>FG</b>	: Flat Glass (Düzcam)
<b>GF</b>	: Glass Fiber (Cam Elyaf)
<b>GM</b>	: Gri Model
<b>GP</b>	: Glass Packaging (Cam Ambalaj)
<b>GSYİH</b>	: Gayrisafi Yurt İçi Hasıla
<b>GW</b>	: Glass Ware (Cam Ev Eşyası)
<b>İZ</b>	: İzleme Sinyali
<b>LCD</b>	: Liquid Crystal Display (Sıvı Kristal Ekran)
<b>MA</b>	: Moving Average (Hareketli Ortalama)
<b>MAD</b>	: Mean Absolute Deviation (Ortalama Mutlak Sapma)

<b>MAE</b>	: Mean Absolute Error (Ortalama Mutlak Hata)
<b>MAPE</b>	: Mean Absolute Percentage Error (Ortalama Mutlak Yüzde Hata)
<b>MLP</b>	: Multilayer Perceptron (Çok Katmanlı Perseptron-Algılayıcı)
<b>MPE</b>	: Mean Percentage Error (Ortalama Yüzde Hata)
<b>MSD</b>	: Mean Square Deviation (Ortalama Sapma Karesi)
<b>MSE</b>	: Mean Square Error (Ortalama Hata Karesi)
<b>NMSE</b>	: Normalize Mean Square Error (Normalize Ortalama Hata Karesi)
<b>OMS</b>	: Ortalama Mutlak Sapma
<b>OP</b>	: Optics (Optik)
<b>PACF</b>	: Partial Autocorrelations Function (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu)
<b>PRWM</b>	: Persistent Random Walk Model (Kalıcı Rassal Yürüyüş Modeli)
<b>PSO</b>	: Parçacık Sürüsü Optimizasyonu
<b>RARIMA</b>	: Recursive Autoregressive Integrated Moving Average (Tekrarlı Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama)
<b>RMSE</b>	: Root Mean Square Error (Ortalama Hata Karesinin Kökü)
<b>RMSPE</b>	: Root Mean Square Percentage Error (Ortalama Yüzde Hata Karesinin Kökü)
<b>RTF</b>	: Radyal Tabanlı Fonksiyon
<b>SAP</b>	: Systems Analysis and Program Development (Sistem Analizi ve Program Geliştirme)
<b>SDE</b>	: Standard Deviation of Error (Hatanın Standart Sapması)
<b>SKU</b>	: Stock Keeping Unit (Stok Tutma Birimi)
<b>S&amp;OP</b>	: Sales and Operations Planning (Satış ve Operasyon Planlama)
<b>SSA</b>	: Tekil Spektrum Analizi
<b>SWOT</b>	: Strengths Weaknesses Opportunities Threats (Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar, Tehditler)
<b>TG</b>	: Technical Glass (Teknik Cam)
<b>TRKCM</b>	: Trakya Cam
<b>USD</b>	: United States Dollar (ABD Doları)
<b>YSA</b>	: Yapay Sinir Ağları



## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 : Son dönem talebi yöntem uygulaması.....	26
Çizelge 3.2 : Basit hareketli ortalama yöntemi uygulaması.....	28
Çizelge 3.3 : Ağırlıklı hareketli ortalama yöntemi uygulaması.....	29
Çizelge 3.4 : Üstel düzeltme yöntemi uygulaması.....	31
Çizelge 3.5 : Regresyon analizi yöntem uygulaması.....	37
Çizelge 3.6 : Korelasyon katsayısına göre değişken ilişkileri.....	38
Çizelge 3.7 : Korelasyon katsayısı örnekleri.....	38
Çizelge 3.8 : Biyolojik sinir hücresi-yapay sinir hücresi benzetimi.....	44
Çizelge 3.9 : Kullanılabilecek toplama fonksiyonları.....	47
Çizelge 3.10 : Tahmin yöntemlerinin doğruluk düzeyine göre sıralanması.....	52
Çizelge 3.11 : Tahmin yöntemlerinin mâliyete göre sıralanması.....	53
Çizelge 3.12 : Tahmin yöntemlerinin zamana göre sıralanması.....	53
Çizelge 3.13 : Tahmin yöntemlerinin kesinliğe göre sıralanması.....	54
Çizelge 3.14 : Tahmin yöntemlerinin veri gereksinimine göre sıralanması.....	54
Çizelge 3.15 : Tahmin yöntemleri literatür örnekleri-1.....	59
Çizelge 3.16 : Tahmin yöntemleri literatür örnekleri-2.....	60
Çizelge 3.17 : Tahmin yöntemleri literatür örnekleri-3.....	61
Çizelge 3.18 : Tahmin yöntemleri literatür örnekleri-4.....	64
Çizelge 4.1 : Dünya cam ithalatı (1.000 ABD Doları).....	70
Çizelge 4.2 : Dünya cam ihracatı (1.000 ABD Doları).....	70
Çizelge 4.3 : Cam sektörünün güçlü-zayıf yönleri.....	73
Çizelge 4.4 : Cam sektörünün önündeki fırsatlar-tehditler.....	74
Çizelge 4.5 : Cam sektöründe halka açık üreticiler.....	76
Çizelge 4.6 : Marmara Bölgesi ABC analizi.....	84
Çizelge 4.7 : Marmara Bölgesi XYZ analizi.....	84
Çizelge 4.8 : Marmara Bölgesi ABC-XYZ analizi.....	85
Çizelge 4.9 : “Ürün-F1” ve “Ürün-A1” 2012-2014 dönemi satış verileri.....	87
Çizelge 4.10 : “Ürün-F1” hareketli ortalama hata performans ölçümleri.....	89
Çizelge 4.11 : “Ürün-F1” hareketli ortalama hata performans ölçümleri.....	90
Çizelge 4.12 : “Ürün-A1” hareketli ortalama hata performans ölçümleri.....	91
Çizelge 4.13 : “Ürün-F1” üstel düzeltme hata performans ölçümleri.....	92
Çizelge 4.14 : “Ürün-A1” üstel düzeltme hata performans ölçümleri.....	94
Çizelge 4.15 : “Ürün-F1” holt lineer yöntemi hata performans ölçümleri.....	95
Çizelge 4.16 : “Ürün-A1” holt lineer yöntemi hata performans ölçümleri.....	97
Çizelge 4.17 : “Ürün-F1” winter üstel düzeltme ile hata performans ölçümleri.....	101
Çizelge 4.18 : “Ürün-A1” winter üstel düzeltme ile hata performans ölçümleri.....	102
Çizelge 4.19 : “Ürün-F1” ARIMA model simülasyonları.....	106
Çizelge 4.20 : “Ürün-A1” ARIMA model simülasyonları.....	107
Çizelge 4.21 : Model simülasyonları karşılaştırma tablosu.....	117
Çizelge 4.22 : Ürün-F1 için modellerin tahmin (üretim) değerleri.....	119
Çizelge 4.23 : Ürün-F1 için bağımsız-bağımlı değişken verileri.....	120

<b>Çizelge 4.24</b> : Ürün-F1 için verilerin normalizasyon değerleri.....	121
<b>Çizelge 4.25</b> : Model simülasyonları karşılaştırma tablosu.....	122
<b>Çizelge 4.26</b> : Ürün-F1 için modellerin tahmin (üretim) değerleri.....	124
<b>Çizelge 4.27</b> : Model simülasyonları karşılaştırma tablosu.....	124
<b>Çizelge 4.28</b> : Ürün-A1 için modellerin tahmin (üretim) değerleri.....	126
<b>Çizelge 4.29</b> : Ürün-A1 için modellerin tahmin (üretim) değerleri.....	127
<b>Çizelge 5.1</b> : Analizde karşılaşılan sorunlar.....	132
<b>Çizelge 5.2</b> : Gelecek çalışmalara yönelik öneriler.....	132
<b>Çizelge A.1</b> : 2012-12 aylık ham veriler.....	140
<b>Çizelge A.2</b> : 2013-12 aylık ham veriler.....	141
<b>Çizelge A.3</b> : 2014-12 aylık ham veriler.....	142
<b>Çizelge B.1</b> : 2012-12 aylık temizlenmiş veriler.....	143
<b>Çizelge B.2</b> : 2013-12 aylık temizlenmiş veriler.....	144
<b>Çizelge B.3</b> : 2014-12 aylık temizlenmiş veriler.....	145

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 : Tahmin süreci adımları.....	7
Şekil 3.1 : Ürün yaşam döngüsü tahmin yöntemleri. ....	19
Şekil 3.2 : Tahmin yöntemleri (Makridakis ve Wheelright). ....	20
Şekil 3.3 : Tahmin yöntemleri (Tanyaş ve Baskak, 2008). ....	21
Şekil 3.4 : Talep yapıları.....	25
Şekil 3.5 : Üstel düzeltme yöntemlerinin uygulanabilirliği.....	33
Şekil 3.6 : Tahmin hata değeri grafiği. ....	36
Şekil 3.7 : Biyolojik sinir hücresi. ....	43
Şekil 3.8 : Yapay sinir ağlarının kara kutu yakıştırması.....	45
Şekil 3.9 : Çok katmanlı yapay sinir ağı.....	46
Şekil 3.10 : Yapay sinir ağı bileşenleri. ....	46
Şekil 3.11 : Yapay sinir ağları mimarileri(topolojiler) ....	48
Şekil 3.12 : İleri beslemeli bir sinir ağının eğitim ve test aşamaları.....	51
Şekil 3.13 : İzleme sinyali. ....	58
Şekil 4.1 : Uygulamanın akış plânı.....	67
Şekil 4.2 : Şişecam küresel derecelendirme ve küresel pazar payları. ....	69
Şekil 4.3 : Küresel cam tüketim dağılımı (2014).....	69
Şekil 4.4 : Şişecam'ın faaliyet kolları.....	75
Şekil 4.5 : Şişecam'ın tarihsel gelişimi.....	76
Şekil 4.6 : Şişecam'ın 2013-2014 yılları satışları.....	77
Şekil 4.7 : Trakya camın tarihsel gelişimi. ....	78
Şekil 4.8 : Trakya camın (Düzcam) sektör dinamikleri.....	79
Şekil 4.9 : ABC analizi grafik örneği. ....	82
Şekil 4.10 : ABC-XYZ sınıflandırma matrisi.....	83
Şekil 4.11: Türkiye bölgesel satış dağılımı. ....	86
Şekil 4.12 : Ürün-F1 zaman serisi grafiği.....	88
Şekil 4.13 : Ürün-A1 zaman serisi grafiği.....	88
Şekil 4.14 : Ürün-F1 2015 yılı hareketli ortalama tahmin grafiği. ....	89
Şekil 4.15 : Ürün-F1 2014 yılı hareketli ortalama grafiği. ....	90

Şekil 4.16 : Ürün-A1 2015 yılı hareketli ortalama tahmin grafiği.....	91
Şekil 4.17: Ürün-A1 2014 yılı hareketli ortalama grafiği.....	91
Şekil 4.18 : Ürün-F1 üstel düzeltme program çıktısı.....	93
Şekil 4.19 : Ürün-F1 2014 yılı üstel düzeltme grafiği.....	93
Şekil 4.20 : Ürün-A1 üstel düzeltme program çıktısı.....	94
Şekil 4.21 : Ürün-A1 2014 yılı üstel düzeltme grafiği.....	95
Şekil 4.22 : Ürün-F1 holt lineer yöntemi program çıktısı.....	96
Şekil 4.23 : Ürün-F1 2015 yılı holt lineer yöntemi tahmin grafiği.....	96
Şekil 4.24 : Ürün-F1 2014 yılı holt lineer yöntemi grafiği.....	97
Şekil 4.25 : Ürün-A1 holt lineer yöntemi program çıktısı.....	98
Şekil 4.26 : Ürün-A1 2015 yılı holt lineer yöntemi tahmin grafiği.....	98
Şekil 4.27 : Ürün-A1 2014 yılı holt lineer yöntemi grafiği.....	99
Şekil 4.28 : Ürün-F1 Winter üstel düzeltme ekran görüntüsü-1.....	99
Şekil 4.29 : Ürün-F1 Winter üstel düzeltme ekran görüntüsü-2.....	100
Şekil 4.30 : Ürün-F1 2015 yılı winter üstel düzeltme tahmin grafiği.....	101
Şekil 4.31 : Ürün-F1 2014 yılı winter üstel düzeltme grafiği.....	102
Şekil 4.32 : Ürün-A1 2015 yılı winter üstel düzeltme tahmin grafiği.....	103
Şekil 4.33 : Ürün-A1 2014 yılı winter üstel düzeltme grafiği.....	103
Şekil 4.34 : Ürün-F1 ARIMA ekran görüntüsü-1.....	104
Şekil 4.35 : Ürün-F1 ARIMA ekran görüntüsü-2.....	104
Şekil 4.36 : Ürün-F1 ACF grafiği.....	105
Şekil 4.37 : Ürün-F1 PACF grafiği.....	105
Şekil 4.38 : Ürün-F1 2015 yılı ARIMA tahmin grafiği.....	107
Şekil 4.39 : Ürün-F1 2014 yılı ARIMA grafiği.....	107
Şekil 4.40 : Ürün-A1 2015 yılı ARIMA tahmin grafiği.....	108
Şekil 4.41 : Ürün-A1 2014 yılı ARIMA grafiği.....	108
Şekil 4.42 : Ürün-F1 girdi verisinin etiketlenmesi.....	110
Şekil 4.43 : Ürün-F1 çıktı verisinin etiketlenmesi.....	110
Şekil 4.44 : Ürün-F1 eğitim verisinin etiketlenmesi.....	111
Şekil 4.45 : Ürün-F1 üretim verisinin etiketlenmesi.....	111
Şekil 4.46 : Ürün-F1 için farklı ağ modelleri.....	112
Şekil 4.47 : Ürün-F1 için gizli katman sayısının seçilmesi.....	112
Şekil 4.48 : Ürün-F1 için öğrenme kuralının seçilmesi.....	113
Şekil 4.49 : Ürün-F1 için transfer fonksiyonunun seçilmesi.....	114

<b>Şekil 4.50</b> : Ürün-F1 için epok sayısının seçilmesi. ....	114
<b>Şekil 4.51</b> : Ürün-F1 için ağı oluşturulması. ....	115
<b>Şekil 4.52</b> : Ürün-F1 için tasarlanan MLP ağı modeli. ....	115
<b>Şekil 4.53</b> : Ürün-F1 için eğitim adımı. ....	116
<b>Şekil 4.54</b> : Ürün-F1 için üretim adımı. ....	116
<b>Şekil 4.55</b> : Ürün-F1 için tahmini değerler. ....	117
<b>Şekil 4.56</b> : Ürün-F1 için eğitim raporu. ....	118
<b>Şekil 4.57</b> : Ürün-F1 için test performans raporu. ....	119
<b>Şekil 4.58</b> : Ürün-F1 için eğitim raporu. ....	122
<b>Şekil 4.59</b> : Ürün-F1 için test performans raporu. ....	123
<b>Şekil 4.60</b> : Ürün-F1 için duyarlılık test raporu. ....	123
<b>Şekil 4.61</b> : Ürün-A1 için eğitim raporu. ....	125
<b>Şekil 4.62</b> : Ürün-A1 için test performans raporu. ....	126



## CAM SEKTÖRÜNDE TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİNİN UYGULANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

### ÖZET

Şirketler varlıklarını sürdürmek, kâr etmek ve büyüyebilmek için gelecekle ilgili sürekli araştırmalar yaparak ürünlerine olan talebi tahmin etmeye çalışırlar. Tahmin, geçmiş verilerden ve deneyimlerden yola çıkarak gelecekle ilgili öngöründe bulunabilmektir. Tahmin etme salt şirketler için değil ülkelerin ekonomilerini ayakta tutmaları açısından da oldukça önem taşımaktadır. Talep tahmini, gelecek dönemlerde tüketicilerin talep edecekleri ürün ya da hizmetin miktarını önceden kestirebilmektir. Üretim plânlama faaliyetlerinin başlangıç noktası olan talep tahmini sayesinde şirketler, kapasiteyi optimum düzeyde kullanma, stok miktarlarını koruma, ürün bulunabilirliğini arttırarak yeğlenen şirket hâline gelme, müşteri hoşnutluğunu arttırma gibi birçok olanağı elde edebilmektedirler. Doğru tahmin girdileri ile üretim sistemleri plânlanır ve gerekli hammadde, malzeme, yarı ürün, makina-donanım, insan kaynağı ve finansman konularında kararlar verilir.

Literatüre baktığımızda talep tahmini konusunda birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin doğruluk oranları; kullanılan verilerin yapısına, doğrusallık ya da karmaşıklığına, kapsadığı zaman aralığına göre değişim göstermektedir. Tahmin ediciler, geçmiş verinin olduğu koşullarda genellikle zaman serisi tahmin yöntemlerini yeğlemişlerdir. Bunun dışında son zamanlarda karmaşık problemlerde belirgin şekilde kullanılmaya başlayan yapay zekâ sistemlerinden yapay sinir ağı, simülasyon, genetik algoritma, bulanık mantık, gri teori, destek vektör makinaları gibi sezgisel yöntemler dikkate alınmaktadır. Amaç eldeki veri kümesine doğru tahmin yöntemini uygulayarak optimum sonuç elde edebilmektir.

Bu çalışmanın amacı; ülke ekonomisine büyük ölçüde katkı sağlayan cam sektöründeki ürünlere olan talebi önümüzdeki dönem için doğru tahmin edebilmektir. Çalışmada öncelikle tahmin ve talep tahmini kavramlarından sözedilerek konuya giriş yapılmış, literatürde ele alınan yöntemler ve gelişimleri ile konu sürdürülmüştür. Sonrasında, uygulamada ele alınan sektör ve şirket tanıtılarak tahmin edilecek ürünlerin analizi yapılmıştır. Tahmin için ürün gruplarının seçimi ile ürünlerin hangi düzeyde tahmin edileceği önemlidir. Satış bölümündeki ekipler tarafından belirlenen talep tahmin birimlerine (DFU) göre ABC-XYZ analizi yapılarak, tahmin edilecek ürünlere karar verilmiştir. Tahmin yöntemlerini uygulamak için yurtiçi pazarda en büyük üretici olan cam şirketinin en fazla satış yoğunluğuna sahip olan bölgesi belirlenerek, müşteri tarafından en çok talep edilen (satılan) ürün ile ikincil işlem içeren katma değerli bir diğer ürün dikkate alınmıştır. Yöntemler uygulanmadan önce veri kümesi temizlik işlemine tâbi tutularak kampanya, fiyat zammı, indirimi, grev süreçleri gibi etkileyici etmenlerden arındırılmıştır.

Uygulamada yöntem olarak zaman serisi analizlerinden hareketli ortalama, üstel düzeltme, Holt üstel düzeltme, Winter üstel düzeltme ve ARIMA yöntemleri ile, yapay zekâ ve sezgisel algoritmalarından yapay sinir ağları kullanılmıştır. Zaman serisi yöntemleri için Minitab 17 istatistik programından destek alınırken, yapay sinir ağları için Neurosolutions 5.05 Developer Excel ara yüzüyle birlikte çalışılmıştır. Her bir yöntem için kendi içinde belirlenen model tasarımlarıyla duyarlılık analizleri yapılarak hata oranlarına göre en uygun parametreler seçilmiştir. Doğruluk oranı yüksek parametreler ışığında belirlenen her bir yöntem ile iki ürün için 2015 yılı 12 aylık satış verisi tahmin edilmiştir. Literatürde kullanılan tahmin hata ölçümlerinden en yaygın olanı, ortalama mutlak yüzde hatadır (MAPE). Tahmin performansında MAPE hata ölçümünün yeğlenmesinin nedeni, farklı birimlerdeki modellerin karşılaştırılmasında yüzde ölçüm ile ortak bir nokta oluşturarak ortaya çıkabilecek dezavantajları yok etmesidir. Çalışmanın son aşamasında, ele alınan tüm yöntemlerin en yakın dönemdeki tahmin performansları, ortalama mutlak yüzde hata ölçümüne göre değerlendirilmiş ve geleceği tahmin etmek için optimum sonucu veren yöntem ortaya çıkarılmıştır.

Temizlenen veriler üzerine yapılan tahmin sonrasında, konusunda uzman, deneyimli kişilerle bir araya gelerek tahmin sonuçları zenginleştirilebilir. Bu sayede kişilerin öngördükleri farklı sonuçlar ya da birtakım ekonomik göstergeler, kampanya değişimleri gibi dış etmenler varsa bunlar yansıtılarak, satış ya da talep tahminleri son hâlini alır.



## **APPLICATION AND ASSESSMENT OF THE DEMAND FORECASTING METHODS IN THE GLASS SECTOR**

### **SUMMARY**

Companies try to forecast the demand for their products by means of conducting constant researches relating to future to continue their existence, to receive profits, and to grow. Forecasting is the ability to predict the future from the past data and experiences. Almost all sectors, such as health, tourism, textiles, construction, and finance, need forecasting to plan their future. Forecasting future provides the companies with numerous advantages like taking of managerial decisions, increase of productivity, evaluation of their performance, contribution to the accurate functioning of the processes, and bringing the investment requirements of them to the surface. Forecasting is important not only for the companies but also for the countries to sustain their economies.

Demand forecasting is the ability to predict beforehand the amount of the products and services that the consumers might demand in the future. Thanks to demand forecasting that is the starting point of the production planning activities, companies are able to acquire many opportunities like the utilization of capacity and the stock quantities at an optimum level, being a preferred company by enhancing the availability of the products, and increasing the customer satisfaction. Through accurate forecasting inputs, production systems are planned and decisions are made with regard to the required raw material, material, semi-products, machinery-equipment, human resource, and financing.

It appears in the literature that numerous methods concerning demand forecasting have been developed. Accuracy ratios of these methods vary according to the structure of the data used, its linearity or complexity, and the time range it covers. Forecasters generally preferred the time-series forecasting methods under the conditions where past data is available.

The time-series analyses foresee that demand structure of the past also the sales amounts will continue in the future as is, based on the time-oriented changes. Most widespread ones of them are average-based techniques, exponential smoothing method, Holt's and Winter's exponential smoothing, trend-based techniques, seasonal change techniques, Box-Jenkins methods, ARMA and ARIMA.

Apart from them, there are also multi-agent analyses taking place by way of analyzing numerous factors through statistical and mathematical models, in which they are not handled only within the time dimension but considering the relation between the dependent and independent variables. Simple-multiple regression, correlation analyses, and econometric models are the most used methods in the analyzing of the relations between the variables.

Recently, intuitive methods like the artificial neural network, simulation, genetic algorithm, fuzzy logic, gray theory and support vector machines which have been used expressly in the complex problems, are used to forecast future.

The objective of this study is to obtain accurate forecasting of the future demand for the products in the glass sector that provides substantial contributions to the economy of the country for the forthcoming period. The glass sector is a basic industry that provides many sectors like construction, automotive, home appliances, energy, food, drinks, beverages, pharmaceuticals, cosmetics, furniture, and electric-electronic sectors, in addition to its own activity field, with fundamental inputs and that creates added value for the economy of the country. Glass consists of the combination of the inputs like sand, soda, dolomite, and quartz. In the sector, all kinds of glasses obtained from the blend or cullet (broken glass pieces) by heating/melting (smelting) method and all the products obtained by subjecting them to various processes are available.

In the study firstly, the concept of forecasting, reason of needing forecasting, selection of the forecasting method, and the factors that affect the demand were explained. In the continuation of the study, the concept of demand forecasting, demand forecasting application stages, principles, and methods were mentioned. The forecasting methods handled in the literature were detailed and the methods used in the previous studies were specified. Later on, the sector which the practice will be conducted was introduced and its relation with the other sectors was explained. Finally, the SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) analysis in relation with the sector was shared. With the introduction of the company in which the practice will be carried out, the analysis section was initiated. For the analysis, the product group with which forecasting will be applied was selected. The next stage after the selection of the product group, is the level where such products will be forecasted.

Decision on the demand level of the operation is important in terms of deviation of the accuracy of forecasting. It is necessary to determine an intermediate level because of the reduction of the accuracy by the forecasting attempts at very low or very high levels in the product breakdown. Such levels can be in the form of stock keeping unit (SKU) or demand forecasting unit (DFU) which is an upper level. In the study, DFU level will be used. The reasons for applying forecasting at this level, are the adaptation of the sales teams to the demand designated by the customer and its follow-up, determination of products in regional separations as domestic or foreign markets, selection of the right products with regular demand, and presentation of different points that distinguish the demand. This level which is the demand forecasting unit is decided at the meeting held by the team in the sales department.

The next stage after determining the level of DFU for the product groups is the determination of the region with the highest sales intensity, belonging to the glass company that is the greatest producer on the domestic market. In order to separate products at the DFU level which forecasting methods will be applied, ABC-XYZ analysis was used. Accurate classification of products is highly important in terms of stock management and planning of potential products and materials. ABC analysis conducts calculation on the periodical turnover for using the materials classification. Decision-making is ensured through the unit cost of the product and upon the consumption ratio in particular periods. With Pareto analysis principle in the A, B, and C classification parameters, the A character defines the few but highly valuable materials and the C character defines the multiple but cheap materials. The XYZ

analysis that support the ABC analysis, the products and materials are selected according to the fluctuation in the consumption. X parameter represent low fluctuation or fixed-rate consumption, Y parameter represents strong or moderate fluctuation due to trends or seasonal reasons, and Z parameter represents high fluctuation that is completely irregular.

Among the products selected as a result of the ABC-XYZ analysis, the product mostly demanded by the customers (sold) and another product with added value containing a secondary process were taken into account for setting an example in the study. Prior to the application of the methods, the dataset was cleaned the effective factors such as campaign, price increase and decrease, and strike period.

In practice, as a method, among the time-series analyses, moving average, exponential smoothing, Holt's exponential smoothing, Winter's exponential smoothing, and ARIMA methods, among the artificial intelligence and intuitive algorithms, artificial neural networks, were used. Artificial neural networks have been developed with the inspiration of the working principles of human brain and it is a mathematical model that is flexible, able to adapt to new circumstances, applicable to complex problems, and with the competence of exchanging information and learning by experience. While linear methods are generally used in forecasting, these methods have remained insufficient some issues. YSA that yields good results especially in the solution of nonlinear complex problems is applied in many fields like forecasting, classification, learning, educating, association, and modeling, in an efficient manner.

In practice, the Minitab 17 statistics software program was used for the time series methods and Neurosolutions 5.05 Developer was used together with Excel interface for the artificial neural networks. By analyzing the 36-month datasets of the selected 2 products, sensitivity analysis was conducted for each method through the model designs determined within itself. As a result, most suitable coefficient and parameters were chosen according to the error ratios. With each method determined in the light of the parameters with high accuracy rate, sales data for the 12-month forthcoming period of two products was analyzed.

In the literature, many forecasting error measurements used to measure the error performance, such as the standard deviation, mean absolute deviation, mean percentage error, mean absolute percentage error, mean error square, root of the mean error square, and monitoring signal are available. What appeared as a result of the researches is that the most widespread forecasting error measurement is the mean absolute percentage error (MAPE). In the final stage of the study, forecasting performances in the soonest period of all the methods discussed were evaluated according to the mean absolute percentage error measurement and the method that yields the optimum result for forecasting future came to the light.

The thing that is to be done as a result of this application is to receive the opinions of the experts. Enrichment meetings are held with the experienced persons from the sales teams on the results. The objective of such meetings is to evaluate the results of forecasting and to reflect a different result that they predict through their experiences, if any. In addition to them, some factors like economic indicators, campaign activities, and price changes are taken into account to finalize the demand forecasting. Thanks to this, decision is taken in the final forecasting results.



## 1. GİRİŞ

Tahmin bir konuda belli koşullar altında geleceğe yönelik çıkarımlarda bulunmak olarak tanımlanabilir. Sağlık, turizm, tekstil, inşaat, finans gibi hemen her sektör, geleceğini plânlamak için tahmine gereksinim duymaktadır. Geleceği tahmin etmek şirketlerin yönetsel kararlar alması, verimliliğini arttırması, performansını değerlendirmesi, yatırım gereksinimlerini ortaya çıkarması, süreçlerin doğru işlenmesine katkı sağlaması, şirketlerin büyüyerek kârlılık elde etmesi gibi birçok avantaj sağlamaktadır.

Tahmin, geçmiş veriler ve geçmişten gelen deneyimler ile geleceği işaret eder. Şirketler tahmin sâyesinde üretim plânlamadan başlayarak; hammadde, malzeme tedârîği, kapasite plânlama, stok düzeylerine karar verme, müşteri talebine zamanında yanıt verebilme, insan kaynağının plânlaması, finansal plânlama, yatırım gereksinimi gibi birçok süreci etkin geçirmektedirler.

Tahmin türleri satış, talep, ekonomik, finansal ve teknolojik tahminler olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada ele alınan talep tahmini, tüketicilerin gelecek dönemlerde talep edecekleri mal veya hizmet miktarının önceden değerlendirilerek yorumlanmasıdır. Talep tahminlerinin makro ekonomi açısından önemi iki noktada belirtilmektedir. Bunlardan biri, ülke genelinde üretilen malların varolan talebi karşılayamadığı durumda, yetersiz üretimden dolayı fiyatlar yükselmesidir. Bu durumda ithalat zorunluluğuyla karşılaşılabılır. İşletmeler pazar talebini karşılamak için kapasite artışına giderken, mâliyet artışı sözkonusu olabilir. İkinci nokta ise, işletmeler ürettikleri malların hepsini satamadığında büyük ölçüde stok birikebilir. Bu durumda, işletmeler kapasitelerinin altında çalıştığından üretim mâliyetleri artar ve kaynak israfı durumu doğar. Tüm bu olumsuz durumları engellemek için doğru ve etkin tahmin yapabilmek oldukça önemlidir. Doğru talep tahmini sâyesinde daha etkin kaynak kullanımı ve üretim verimliliği sağlanabilir [1].

Tahmin için geçmiş veriler kullanıldığından; verilerin yapısı, eğilim (trend), mevsimsellik, verilerin içerdiği zaman aralığı gelecek tahmininde etkili etmenlerdir. Literatüre bakıldığında tahmin yöntemleri, niceliksel ve niteliksel olarak sınıflara ayrılmaktadır. Çalışmalarda en çok kullanılan ve güvenilir sonuçlara ulaştıran yöntem, sayısal hesaplamaya dayanan niceliksel yöntemlerden zaman serisi analizleridir. Bunların dışında son zamanlarda tahmin yöntemi için gündeme gelen, araştırmalarda yer alan yapay zekâ ve sezgisel algoritmalar da bulunmaktadır.

Yapılan bu çalışma birçok amaca hizmet etmektedir. Başlıca amaçlar şunlardır:

- Tahminin önemini kavrayarak, literatürde tahmin için kullanılan ve geliştirilen yöntemleri irdelemek
- Literatüre bakıldığında birçok sektörde (turizm, enerji, elektrik, gıda, sağlık vb.) uygulaması yapılmış olan tahmin konusunu ve analiz yöntemini daha önce uygulanmamış bir sektörde ele almak
- Türkiye ekonomisini canlandıran en önemli sektörlerden biri olan cam sektörünü tanımak ve önümüzdeki dönem sektöre/ürüne yönelik satış ya da talebi tahmin etmek için pilot bir uygulama gerçekleştirmek
- Literatürde yer alan yöntemlerden birkaçını analiz etmek ve hata performanslarına göre değerlendirerek gelecek dönem tahmini için en uygun yöntemi ortaya çıkarmak
- Gelecek dönem için ürün satışlarına yönelik en uygun tahmin yöntemi sayesinde ürünün üretim-satış-stok dengesini sağlayabilmek, müşteri talebine hızlı yanıt vererek aranan şirket durumuna gelmek
- Uygulama sonuçlarına yönelik katkı ve önerileri sunmak

Çalışmanın ikinci bölümünde; tahmin kavramı, türleri, tahmine neden gereksinim duyulduğu, tahmin yöntemlerinin nasıl seçildiği, talep tahmini kavramı, talebi etkileyen etmenler, talep tahmini uygulama aşamaları, talep tahmini ilke ve yöntemleri ayrıntılandırılarak aktarılmıştır.

Üçüncü bölümde; talep tahmin yöntemlerine ve literatür araştırmalarına yer verilmiştir. Bu bölümde yöntemlerin zaman periyotlarına ve ürün yaşam döngüsüne göre sınıflandırılması, farklı kaynaklara göre değişen tahmin yöntemleri örnek uygulamalarla ele alınmıştır. Ayrıca tahmin yöntemleri karşılaştırmalı olarak

değerlendirilmiş ve tahmin hata ölçümlerinden sözedilmiştir. Bölümün sonunda literatürde ele alınmış çalışmalar ve çıkarımları aktarılmıştır.

Dördüncü bölümde; uygulama yapılacak olan cam sektörü tanıtılmış olup sektörün girdi verdiği diğer sektörlerle ilişkisi, sektörün SWOT analizi paylaşılmıştır. Ardından sektörde ele alınan şirketle ilgili bilgiler verilerek, analizde kullanılacak ürünler seçilmiştir. Bölümün sonunda uygulanan tahmin yöntemleri, niceliksel ve sezgisel olmak üzere kendi içlerinde değerlendirilerek önümüzdeki dönem ürünlerin satış tahmini çıkarılmıştır. Hata testlerinin sonuçları gözönünde bulundurularak, analiz edilen ürünler için en doğru sonucu veren yöntem saptanmıştır.

Beşinci ve son bölümde ise; çalışmanın sonuçlarından ve uygulama sırasında karşılaşılan güçlüklerden sözedilerek, çalışmanın devamı için yapılacak adımlar anlatılmıştır. Bunun dışında çalışmada yer verilmeyen farklı yöntemlerin, farklı parametrelerle değerlendirilmesi gibi birtakım öneriler sunulmuştur.





## **2. TALEP TAHMİNİ**

### **2.1 Tahmin Kavramı**

Tahmin, tüm organizasyonel fonksiyonlarda verimliliğin artırılması, kalitenin geliştirilmesi için kullanılan en önemli etkinliklerden biridir. Çünkü tahmin sonuçları çoğu şirket performansının değerlendirilmesinde ve yönetsel kararlar alınmasında oldukça etkilidir. Tahmin, geçmiş veri ve deneyimleri, sezgileri dikkate alarak gelecekle ilgili öngöründe bulunabilmektir. Birçok durumda, bir tahmin sistemi örgütsel faaliyetlerde potansiyel bozulmaları tanımlamak için bir tanı aracı olarak hizmet verebilir şekilde geliştirilmiştir. Örneğin, üretim süreçlerinde ürün hatalarını tahmin etmek, kalite iyileştirme faaliyetlerinin başlangıcıdır. Tahmin sonuçları daha yüksek kaliteli ürünler üretmek için, gelecek süreci doğru şekilde kontrol etmeye yönelik kullanılırlar [2].

Özel ve kamu kuruluşlarında, üretim ve hizmet sektörleri genellikle dinamik çevre, belirsizlik veya risk koşulları altında faaliyet göstermektedirler. İşin en önemli fonksiyonu tahminlemedir ve tahmin plânlamanın başlangıç noktasıdır. Tahminin amacı, karar verme riskini azaltarak doğru kararlar vermek ve gelecekle ilgili gelişmeleri öngörebilmektir. İş yaşamında, tahminler üst yönetimin stratejik plânlaması, araştırma ve geliştirme plâni için kapasite plânlama, üretim ve stok plânlaması, insangücü plânlaması, satış ve pazar payı, finansal plânlama ve bütçeleme gibi süreçlerin temelini oluşturmaktadır [3].

Tahmin modeli, gerçek olayların basit bir kopyası, bir dizi ilişki seti olup gelecekle ilgili projeksiyon yapma görevini üstlenmektedir. Tahmin modeli şirketlerin başarısızlık riskini minimize etmek için kullanıldığından doğru kurgulanmalıdır. Doğru olmayan tahminler gelecekle ilgili şirket hedeflerini olumsuz etkileyerek birtakım kayıplara yol açabilirler [4].

Tahmin; şirketlerin üretim, plânlama, finans, pazarlama, satınalma, insan kaynakları gibi her bölümündeki yöneticilerin gereksinim duyduğu bir fonksiyon durumuna gelmiştir. Örneğin pazarlama müdürleri, optimum satış gücünü belirlemek, satış

hedeflerine karar vermek, promosyon ve reklâm plânı oluşturmak, yeni ürün geliştirme için eğilim, fiyat beklentilerini yansıtmak, pazar payı gibi birçok konuda satış tahminlerini kullanmaktadırlar. Üretim plânlamacılar, üretim faaliyetlerini çizelgelemek, malzeme siparişlerini karşılamak ve stok düzeylerini oluşturmak için tahminden yararlanırlar [3].

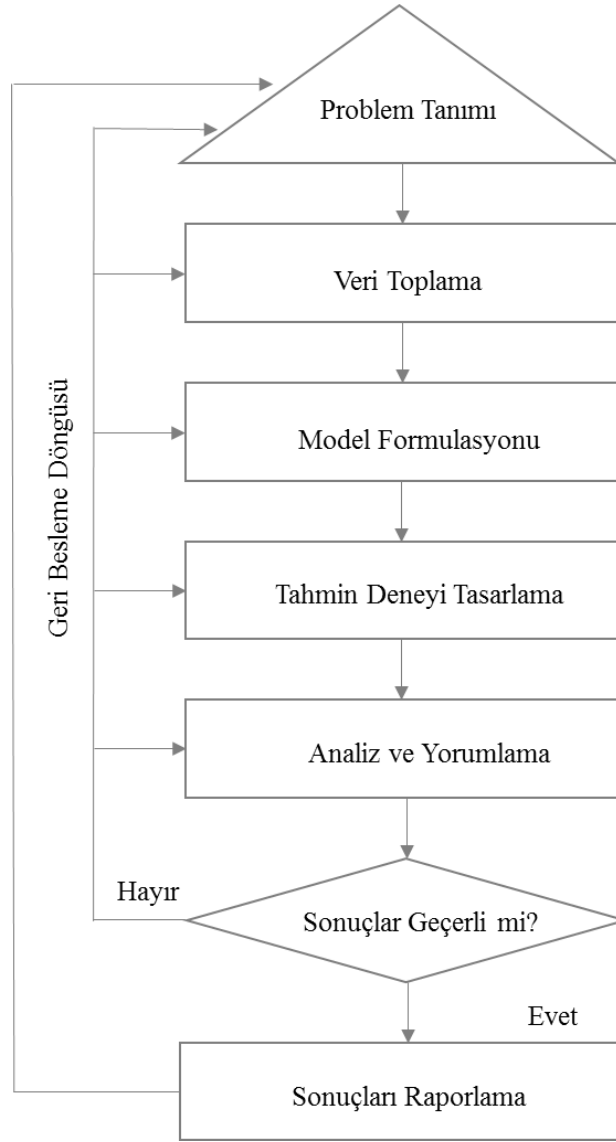
Farklı sektörlerdeki şirketlerin geleceği tahmin ederken kullandığı birtakım ortak özellikler bulunmaktadır [5]:

- Tahminde geleceğe yönelik bir çıkarım sözkonusudur.
- Tahmin, içerisinde belirsizlik barındırır.
- Geleceği tahmin ederken geçmiş veriler ve kaynaklardan yararlanılır. Ancak, bu veriler ve kaynaklar yetersiz kaldığında deneyim ve sezgisel yaklaşımlar kullanılır.
- Tahminlerin nesnel açıdan sonuçlandırılması için öngörüler yerine sayısal yöntemlere dayandırılması gerekir.

William J. Stevenson'a [6] göre tahmin sürecinin temel adımları aşağıdaki gibidir:

- **Tahmin amacını belirlemek:** Kullanılacak yöntemin doğruluğuna yönelik, tahminin ne zaman, nasıl kullanılacağına, istenilen doğruluk derecesine, zaman, para, çalışan mâliyeti açısından ayrıntı düzeyine karar vermektir.
- **Tahmin zaman aralığına karar vermek:** Amacın belirlenmesinin sonra gelen adımdır. Tahminler uzun, orta, kısa ve âcil dönem şeklinde sınıflandırılır. Uzun vâdeli tahminler uzun zaman aralığı gerektirir. Beklenen doğruluk derecesine uygun seçim yapılır.
- **Tahmin yönteminin seçilmesi:** Tahminin amacına, istenilen zaman aralığına ve mâliyet tablosuna uygun teknik seçilir.
- **Tahmin yapılacak verilerin toplanması ve analiz edilmesi:** Tahminin amacına, seçilen tekniklere ve diğer kısıtlara uygun tür ve miktarlarda veriler toplanarak analiz yapılır.
- **Tahminin izlenmesi ve kontrolü:** Tahmin performansı değerlendirilir ve gerekiyorsa değiştirilerek yeniden tahmin yapılır.

Hoshmand A. Reza' ya göre tahmin süreci adımları Şekil 2.1' de gösterilmektedir [7].



**Şekil 2.1 :** Tahmin süreci adımları.

Tahmin sürecinin ilk adımı, problemi doğru bir şekilde tanımlamaktır. Öncelikle “neden, niçin tahmin yapıyorum, neyin tahminini yapıyorum, kaynağım ne, hangi dönemi ele alıyorum” gibi sorulara yanıt aramaktır. Problem tanımı netleştikten sonra geçmişten gelen sayısal, sezgisel tüm veriler toplanarak biraraya getirilir. Sonrasında elde edilen veriler doğrultusunda model kurgulanır. Birtakım hata testleriyle sonuçlar karşılaştırılır. Konusunda uzman, yönetici kişiler biraraya gelerek tahmin sonuçlarını yorumlar, yöntem uygunsa sonuç raporlanır. Eğer model değişimine gereksinim duyuluyorsa, sonuçtan hoşnut kalınmamışsa bir önceki adımlara hattâ en başa geri dönülmesi sözkonusudur.

## 2.2 Tahmin Türleri

İşletmeler tarafından kullanılan tahmin çeşitleri tahminin hangi amaç ve duruma bağlı olarak kullanımına göre birçok kategoride sınıflandırılabilir. En çok kullanılan tahmin türleri satış/talep tahminleri, ekonomik tahminler, finansal tahminler ve teknolojik tahminlerdir [3].

**Satış / Talep Tahminleri:** Satış tahmini gelecekteki dönemlerde şirketin mal veya hizmet satışını beklenen düzeyde verir ve bu sayede şirketin plânlama ve bütçeleme fonksiyonlarına ışık tutar. . Satış tahminleri özellikle bütçe, kar plânlaması, sermaye harcamaları analizi ve satınalma, ortaklık yatırımları analizi gibi birçok finansal yönetim faaliyetlerinde önemli etkilere sahiptir. Talep tahmini ise üretim, kapasite plânlama, tedârik plânlama, finansal, personel plânlamasına kadar tüm süreçlere rehberlik eder.

**Ekonomik Tahminler:** Ekonomik tahminlerin veya gelecekte beklenen iş koşullarının durumu kamu kurumları ve özel ekonomik tahmin firmaları tarafından yayınlanmaktadır. Bu tahminler faiz oranları, döviz kurları, enflasyon, istihdam gibi göstergeleri öngörmekte ve şirketlerin ürün taleplerine yönelik tahminlerini geliştirmektedir.

**Finansal Tahminler:** Satış tahmini, birçok finansal kararlar için temel girdi olmasına rağmen, bazı finansal tahminlerin satış tahminlerinden bağımsız yapılması gerekmektedir. Bu tahminler dış finansman gereksinimi, kazanç, nakit akımlar ve kurumsal iflas tahmini gibi finansal değişkenlerin tahminini içermektedir.

**Teknolojik Tahminler:** Teknolojik tahminler teknolojik gelişmelerin oranlarının değerlendirilmesidir. Yazılım üreticileri bilgisayar donanımı ve çevre donanımlarındaki teknolojik gelişme oranlarıyla ilgilenmektedirler. Teknolojik değişimler yeni ürün ve malzemeleri satışa sunmak için şirketlere rekabet avantajı yaratmaktadır.

### 2.3 Tahmin Gereksinimi

Günümüzde şirketler finansal performanslarını arttırmak için birtakım stratejilerin arayışı içindedirler. Şirketler ekonomik kararları ve iş kararlarını alırken, geleceği zamanında ve etkili şekilde tahmin etmek için tahmini bir araç olarak kullanır. Tahminin amacı, yöneticilere karar vermeyi kolaylaştırıcı bilgi sağlamaktır. Hemen hemen her kurum, özel ya da kamu, geleceğin belirsizliği içinde, dinamik bir çevrede çalışmaktadır. Başarılı şirketler gelecekteki gelişmeleri öngörebilme ve doğru kararlar verebilme sayesinde başarıyı yakalamaktadır [7].

Tahminleme, plânlama ve kontrol sistemlerinin ayrılmaz bir parçasıdır. Tahmin, işin her işlevsel alanında kullanılabilir güçlü bir araçtır. Üretim yöneticileri üretim stratejileri ve stok kontrolüne destek olması açısından tahmini kullanmaktadır. Pazarlamacılar da tahmini, yine gelecekte doğru kararlar verebilmek için gereksinim duyarlar. Pazar payı, fiyat eğilimleri, rekabet kaynakları, pazarın demografik yapısı hakkındaki güvenilir ve doğru tahminler, pazarlama stratejileri, reklâm plân ve harcamaları konusunda seçim yaparken kullanılır [7]. Şirketin uzun vadede stratejilerinin ve hedeflerinin belirlenmesi, finansal projeksiyon çalışmalarının yapılması, üst yönetimin yatırım ihtiyaçlarını belirleyip kararlar alması, ürün geliştirme, işgücü, sermaye kullanımına karar verme, tedarik zinciri süreçlerinde, lojistik ihtiyaçların belirlenmesi gibi her alanda tahmine gereksinim duyulmaktadır. Bu nedenle tahmin iş yaşamının olmazsa olmazıdır.

### 2.4 Tahmin Yönteminin Seçimi

Bir tahmin tekniğinin seçimi, önemli ölçüde ürün yaşam döngüsünün aşamalarından etkilenmektedir. Ürün yaşam döngüsünün başında, ürün-pazar araştırması için küçük harcamalar yapılır. Ürün tanıtımının ilk aşamasında, bu harcamalar artmaya başlar. Ürünün pazar içindeki payının artmaya devam ettiği hızlı büyüme aşamasında ise, para ve kalite imajı kararlarda önemli rol almaktadır. Bu nedenle yüksek bir hassasiyet düzeyi beklenmektedir. Ürün olgunluk düzeyine geçtikten sonra, pazarlama ve üretimde kararlar rutinleşir. Rekabet ortamından dolayı mâliyet düşürme kritik duruma gelmektedir. Ürün yaşam döngüsündeki bu değişiklikler, tahmin yöntemini belirlerken önem kazanmaktadır. Karar vericiler teknik seçiminde, uygulanabilir görüneni seçmek yerine, uygun olanı belirlemelidir [3].

Geçmişe ilişkin verilerin bulunabilirliği, tahmin yönteminin seçimini etkilemektedir. Geçmişe ilişkin veri varsa, zaman serisi analizi, regresyon analizleri yapılabilmektedir. Herhangi bir veri yoksa, yapısal-niteliksel teknikler (Delphi yöntemi, Pazar araştırmaları) kullanılabilir.

Tahminde istenen duyarlılık derecesine göre, fazla hassas tahminlere gereksinim duyulmuyorsa yine yapısal-niteliksel teknikler kullanılabilir gibi, deneyimli kişilerin kararları da gözardı edilmemelidir. Hassasiyet derecesi arttıkça uygulanan yöntemin mâliyeti artar. Bunun yanısıra doğruluk payı arttığından hata mâliyeti düşer. Tahmin yapılacak dönem aralığı da yöntem seçiminde etkilidir. Uzun dönemli tahminlerde regresyon analizi, orta dönemde regresyon analizi ve pazar araştırması, kısa dönemli tahminlerde ise hareketli ve üstel ağırlıklı hareketli ortalamalar kullanılabilir. Bunların dışında satışları etkileyen etmenlerin karmaşık yapıda olması da modeli değiştirmektedir. Satışlar zaman içinde düzgün değişim gösteriyorsa regresyon analizleri kullanılabilir [8].

Sonuç olarak, teknik ya da tekniklerin seçiminde aşağıdaki sorulara yanıt aranmalıdır [3]:

- Tahmin modelinin kullanılmasından kaynaklanan potansiyel kazanç ile kıyaslandığında modelin geliştirilmesi ile ilgili mâliyeti nedir? Fayda-mâliyet ilişkisi gözden geçirilmelidir.
- Tahmin edilen ilişkiler ne kadar karmaşık?
- Amaçlanan tahmin kısa ya da uzun dönem için mi?
- Beklenen doğruluk payı ne kadar?
- Hataların en az tolerans düzeyi var mı?
- Ne kadar veri var? Teknikler, verilerin bulunabilirlik miktarına göre değişmektedir.

Tahmin yönteminin seçiminde doğruluk payı ve mâliyet kavramları önemli rol oynamaktadır. Oluşturulacak tahmin değeri, şirketin büyük bir yatırım kararını etkileyecekse doğruluk ön plânda tutulmalıdır. Elbette tahmine kesin gözle bakılmamalı ve geçmiş deneyimlerden, konusunda uzman yöneticilerin fikirlerinden düşüncelerinden yararlanılmalıdır. Doğruluk ölçümünde ortalama mutlak hata değeri kullanılmalıdır. Yöntem seçiminde; veri toplama, uygulama mâliyetleri ve tahmin hatalarının oluşturduğu hata mâliyetleri dikkate alınmalıdır [4].

## 2.5 Talep Tahmini Kavramı

Talep tahmini; stok dönüşleri, teslim süresi ve stok miktarı açısından önemli bilgiler sağlamaktadır. Talep tahminleme, ürün talebi açısından bilimsel ve doğru çıkarımlar yapmak için istatistik kullanımına ve araştırmaya dayanmaktadır. Ürün talebi genellikle belli bir süre içinde, belli bir pazar yelpazesini ve tüketicilerin ürüne olan talep miktarını içermektedir. Talep tahmini sonuçları, şirketlerin hammadde ve ürün stok miktarını belirleme, gerekli hammaddeyi sağlama, stok mâliyetlerini azaltma ve işletmelerin rekabet gücünü arttırmaya yardımcı olmaktadır [9].

Talep tahminini, iç ya da dış müşterilerin gelecekteki gereksinimlerini istatistiksel ve matematiksel yöntemlere dayandırarak tahmin eden sistematik bir yaklaşım olarak ifade edilmektedir. Tahmin, tedârik zinciri içinde üretim plânlama, lojistik, dağıtım ve satış plânını içermekte olup, iş plânının tüm parçaları için temel oluşturmaktadır [10].

Talep tahmini geleceğe yönelik belli bir zaman diliminde ürün ya da ürün gruplarının talep düzeyine karar vermektir. Tahmin çalışmaları satışa yönelik yapıldığında satış tahmini olarak da adlandırılabilir [8].

Talep tahmini; satış tahminleri, finansal tahminler, ekonomik tahminler, teknolojik tahminler, makro-mikro ekonomik tahmin, dış değer bulma (extrapolative) tahmin, açıklayıcı (explanatory) tahmin, kısa dönemli, orta dönemli, uzun dönemli tahminler genel kavramları ile oluşturulmuştur [11].

Tahmin süreci ile plânlama, birbirleriyle ilişkili ancak birbirinden farklı konulardır. Geleceği tahmin ederken geçmiş verilerden, tecrübelerden deneyimlerden yararlanılarak gelecekte ne olacağı tahmin edilir. Plânlama ise gelecek için yapılan tahmini kullanarak uygun çözüm sağlar. Örneğin önümüzdeki dönem talebin düşeceği tahmini öngörülüyorsa, plânlama bu düşüşü engelleyecek önlemleri almayı hedefler [8].

İşletmelerde satış bölümü tüketici taleplerine ve pazar/bölge koşullarına göre satış tahminlerini çıkarmakta ve üretim plânlama bölümüne aktarmaktadır. Geleceğe yönelik satış tahminleri ile üretim plânlama, üretim plânına göre tedârik plânlaması yapılmakta, ayrıca bu plânlara ışığında destek birimler yürütülmektedir. Bu nedenle tahmin sırasında yapılan herhangi bir hata, işletmenin tüm birimlerini ilgilendirmekte ve olumsuz etkilemektedir. Talep tahminleri, üretim plânlamanın diğer işlevlerine temel girdi sağlamaktadır. Bu işlevler, yapılan tahminleri tesis, makina-

donanım, hammadde, yarı ürün, ürün, insan kaynağı, teknolojik donanım, finansman gibi kararlara dönüştürmektedir [8]. İşletmelerde stok miktarını azaltma, satış hedeflerini tutturma, müşteri taleplerini zamanında ve istenilen miktarda karşılama, lojistik hizmetler konusunda mâliyeti en aza indirmeye, gelecek yatırımlar gibi konular açısından talep tahmininin önemi artmaktadır.

Talep tahminlerinin makro-ekonomi açısından önemi, iki şekilde belirtilmektedir. Ülke genelinde üretilen mallar talebi karşılayamadığında ithalat gereksinimi doğar. Bu da fiyatların yükselmesine neden olur. İşletmelerin talebi karşılamak üzere kapasite artışına gitmesi ise mâliyetlerin artışını beraberinde getirir. Öte yandan işletmeler bâzen ürettikleri malları satamayabilir ve stok birikmesi gözlenir. Bu durumda işletmeler kapasitelerinin altında çalışırken, üretim mâliyetleri artar. Doğru ve verimli bir tahmin sonucunda etkin kaynak kullanımı, stok kontrolü, tüm faaliyetlerin verimliliği sağlanarak, sözedilen olumsuz durumlar ortadan kalkmaktadır [1].

Ayrıca şirketlerin uzun ve kısa vâdede stratejik karar vermelerinde, geleceğe yönelik yatırım plânlarında da tahmin sonuçlarının etkisi bulunmaktadır. Yanlış tahminler sonucunda şirket zarar ederek pazardaki yerini kaybedebilir.

Talep tahmini, şirketlerin küresel boyutta siyasal, teknolojik, finansal açıdan yaşadığı değişikliklere karşı direnç gösterebilmesi için oldukça önemlidir. Şirketin pazar payı, ürünlerin satış oranı, müşteri talebi, genel konjonktür, mevsimsel eğilimler, şirketin ulusal ve uluslararası rekabet ortamı, sermaye yapısı gibi birçok değişken, talep tahmin yapısını etkilemektedir. Tüm bu etmenler arasındaki ilişkiler düşünülerek doğru belirlenmeli, uygulanacak olan modele doğru yansıtılmalıdır. Etmenlerin doğru belirlenmesi kadar uygun yöntem seçimi, hata saptamalarının yapılması da hassas konulardır. Bunlara dikkat edildiği oranda, gelecek dönemlerdeki tahminler konusunda verimli sonuçlar elde edilmektedir.

Talep tahmininin etkili, verimli yapılması için altı adımlı yaklaşım önerilmiştir [12]:

- Tahminin amacını anlamak
- Müşteri segmentasyonunu belirlemek
- Tedârik zincirine talep tahmini ve plânlamasını bütünleştirmek
- Talep tahmininin yapılacağı periyoda karar vermek
- Talebi etkileyen dış- iç etmenleri tanımlamak
- Doğru ve uygun tahmin yöntemine karar vermek
- Tahmin sonucunu ölçmek için performans ve hata testleri yapmak



## 2.6 Talebi Etkileyen Etmenler

Geleceğe yönelik tahminlerde istenilen zaman aralığı, ürünün çeşidi, tahmin modeli talebi etkileyerek farklı sonuçlar çıkmasına neden olmaktadır. Tahmin edilecek ürün mevsimsel, bölgesel, anlık değişimlere mâruz kalabilir. Örneğin ürünün geçmişteki talebi mevsimlere göre azalıp artıyorsa nedenleri araştırılmalı ve gelecekte yapılacak tahmin için de mevsimsel etkiler dikkate alınarak talep tahmini yapılmalıdır. Tahmin yapılacak olan ürünle ilgili geçmiş talepler sabit ise gelecekte de talebin aynı düzeyde kalacağı düşünülmelidir. Bu nedenle varolan kapasitenin talep hacmini karşılaması beklenmektedir. Talep değişkenlik gösteriyorsa, değişen dönemler ayrı ayrı incelenmeli ve her bir dönem için uygun yöntemler araştırılmalıdır. Eğer talepte dönemsel değişiklikler görülüyorsa, talebi karşılamak için ürün stoğu ya da fazla mesai gerekebilir [13].

Bunların dışında genel olarak ürün taleplerini etkileyen birtakım etmenler vardır. Örneğin şu tip etkiler tahmin sonucunu değiştirmektedir:

- Ekonomik büyüme ölçütü olan gayrisafi yurtiçi hasıla
- Kişi başına ulusal gelir
- Sektör büyümeleri, örneğin cam sektörü için inşaat, otomotiv, beyaz eşya sektör dalgalanmalarının etkisi
- Nüfus
- Teknolojik gelişime bağlı olarak müşteri beklentisini karşılama, örneğin cam sektörü için son zamanlarda yeğlenen akıllı cep telefonlarında, TV ekranlarında kullanılan ince camlar talebi
- Marka imajı
- Ülkesel, bölgesel özellikler
- İthalat-ihracat oranı
- Kredi ve faiz oranları
- Ürünün yetişmesine elverişli coğrafi koşullar
- İklim, mevsimsel değişiklikler

## 2.7 Talep Tahmini Uygulama Aşamaları

Talep tahminin uygulanması temelde dört aşamada gerçekleşmektedir [8]:

- 1. Talep Tahminiyle İlgili Verilerin Toplanması:** Verilerin doğru ve etkili şekilde toplanması, çalışmanın değeri veya geçerliliği açısından son derece önemlidir. Amaca uygun veriler toplanmadığı sürece, yapılacak tahminler bir işe yaramaz. Bunun dışında araştırmacının, toplayacağı verilerin cinsi, ayrıntısı, içeriği konusunda geçmişten ya da ayrıntılı pazar araştırmasından yararlanarak doğru karar vermesi gerekir. Eksik ya da fazla, beklenenin dışındaki veriler amaca hizmet etmeyeceğinden tahmin zamanını ve mâliyetini arttırır. Bu da sonuçların doğruluğunu ve hassasiyetini olumsuz etkiler.
- 2. Talep Tahmini Dönem Uzunluğunun Saptanması:** Talep tahmini sonuçlarının kullanılış amacı ile tahminin dönem uzunluğu arasında yakın bir ilişki vardır. Örneğin, aylık tahmin yöntemlerinde kullanılacak verilerin, haftalık öngörülerde doğrudan kullanılması yanıltıcı sonuçlar verebilir. Çünkü haftalık öngörülerdeki değişimler aylık dönem için ayrıntı kalabilir.
- 3. Tahmin Yönteminin Seçimi ve Hata Payı Hesabının Yapılması:** Elde edilen verilerin hassasiyeti, değişimi ve belirsizliği gibi özellikler ile tahmin yönteminin uygulama amaçları, tahmin periyotları gibi konular, yöntemi seçerken dikkat edilmesi gereken noktalarlardır. Verilerin duyarlılık ya da kararlılık düzeylerine göre yöntem belirlerken hata payı hesabının yapılması da oldukça önemlidir. Hata düzeyinde genellikle geçmiş veri üzerinden tahmin yapılarak şu andaki veri ile farkına bakılır.
- 4. Tahmin Sonuçlarının Geçerliliğinin İncelenmesi:** Tahmin sonucu oluşan değerler ile gerçekleşen değerler arasında kıyaslama yapılan aşamadır. Bu sâyede gerçekleşme oranına bakılarak yöntemin geçerliliği konusunda bilgi sahibi olunur ve buna göre gerekli tahmin güncellemeleri (revizyonları) yapılır.

## 2.8 Talep Tahmini İlke ve Yöntemleri

Talep tahminlerinde dikkat edilmesi gereken önemli ilkeler şu şekilde açıklanabilir [8]:

- **Tahminler miktar veya çeşit açısından büyük bir ürün grubu için daha doğru sonuçlar verir:** Tüm ürünler veya satılan parçalar için tahmin yapmak, özel bir ürün için tahmin yapmaktan daha kolaydır. Örneğin; yılda 200.000 adet binek otomobil üreten bir şirket düşünelim. Eğer 200.000 binek otomobil 12 ayrı ürün ailesinin toplamından oluşuyorsa, toplam otomobil talebi tahmini, ürün aileleri bazında otomobil talebi tahminlerine; ürün ailesi bazındaki talep tahmini ise ürünlerin tek tek talep tahminlerine göre daha doğru sonuçlar verecektir.
- **Tahminler kısa dönemler için daha doğrudur:** “Ne kadar uzağa giderseniz o kadar yanılırsınız” gerçeğini dikkate alırsak, dönem uzadıkça etkileyen etmenler artacağından, uzun dönemli tahminleri tutturmanın kısa dönemli tahminlere göre oldukça zor olduğu söylenebilir.
- **Tahminlerde daima hata payı vardır:** Tahminlerde her zaman için bir hata payı olduğu gözardı edilmemeli ve %100 doğruluk beklenmemelidir. Tahmin hatası, tahmini talep ile gerçekleşen talep arasındaki farktır. Geçmiş dönem hata oranına bakılarak gelecek ile ilgili olumlu ya da olumsuz bir yorum yapılabilir.
- **Tahmin yöntemi, kullanılmadan önce test edilmelidir:** Talep tahmininde kullanılan nicel-nitel birçok yöntem bulunmaktadır. Doğru yönteme karar verebilmek için aynı geçmiş veriler kullanılarak yöntemlerin denenmesi önerilmektedir. Geçmiş veriler ile şu anda en iyi sonucu veren yöntemin, paralel olarak gelecekte de iyi sonuçlar vereceği düşünülebilir.
- **Tahmin, kesinleşmiş/onaylanmış siparişlerin yerini tutamaz:** Tahminlerin bir hata payı vardır. Elimizde geleceğe yönelik kesinleşmiş veriler (örneğin onaylanmış siparişler) varsa, bunlar öncelikle dikkate alınmalıdır. Kalan kısım için ise talep tahmin çalışması yapmak ya da yapılan tahmin çalışmasından, kesinleşmiş veriler çıkartıldıktan sonra kalan kısmı değerlendirmek gerekir.



### **3. TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİ VE LİTERATÜR ARAŞTIRMASI**

#### **3.1 Talep Tahmin Yöntemlerini Sınıflandırma Yaklaşımı**

Ürün ya da hizmet açısından talep türleri çeşitlilik gösterebilir. Örneğin malın niteliği, reklâm, yeni ürün lansmanları, pazar içindeki konumu, fiyat dengesi, şirket imajı, müşteri ilişkileri gibi şirketten kaynaklı oluşabilecek değişiklikler dışında; politik, ekonomik, kültürel, demografik yapı, tüketici alışkanlıkları gibi toplumun, bölgenin içinde bulunduğu durumlardan kaynaklı uzun vâdede gerçekleşebilecek değişiklikler sözkonusu olabilir. Bu nedenlerden dolayı talep tahmini yaparken, her ürün ya da hizmet için aynı yöntem sağlıklı sonuçlar vermeyecektir. Önemli olan doğru tahmin yöntemini belirleyebilmektir [8].

Talep tahmini ürün, sektör, ürün cinsine bağlı zaman aralığı, kullanım amacı gibi ölçütlere göre farklı sonuçlar vermektedir. En sık kullanılan ölçüt, tahminin kapsadığı dönemdir [14].

Talep tahmin çeşitleri; satış tahminleri, ekonomik (makro-mikro), teknolojik, finansal, niteliksel, niceliksel, sezgisel, âcil dönem, kısa, orta, uzun dönemli tahminler olarak sınıflandırılabilir [11].

##### **3.1.1 Zaman periyotlarına göre tahmin sınıflandırması**

Dönemsel tahminlerde, tahminlerin kullanım amacına, ürün özelliklerine bağlı olarak tahminin kapsadığı süreç değişkenlik gösterebilir. Örneğin; üretilecek ürün ve hizmetin belirlenmesi, kapasite, tesis yer seçimi gibi büyük yatırımların tahmin süresi uzun dönemi kapsayarak 2-10 yıl arasında sürebilir. Bunun dışında orta vâdede, 1 aydan 24 aya kadar süren tahmin döneminde optimum üretim ve satılma, işgücü büyüklüklerine karar verilmesi, bulundurulacak stok düzeyini belirleme, gerekli fazla mesai saatlerinin belirlenmesi gibi konular plânlanmaktadır. 1-8 hafta aralığında süren kısa dönemli tahminlerde ise siparişlerin işlem önceliklerine göre belirlenmesi, işgücünün sipariş ya da makinaya uygun atanması gibi plânlamalar sözkonusudur [15].

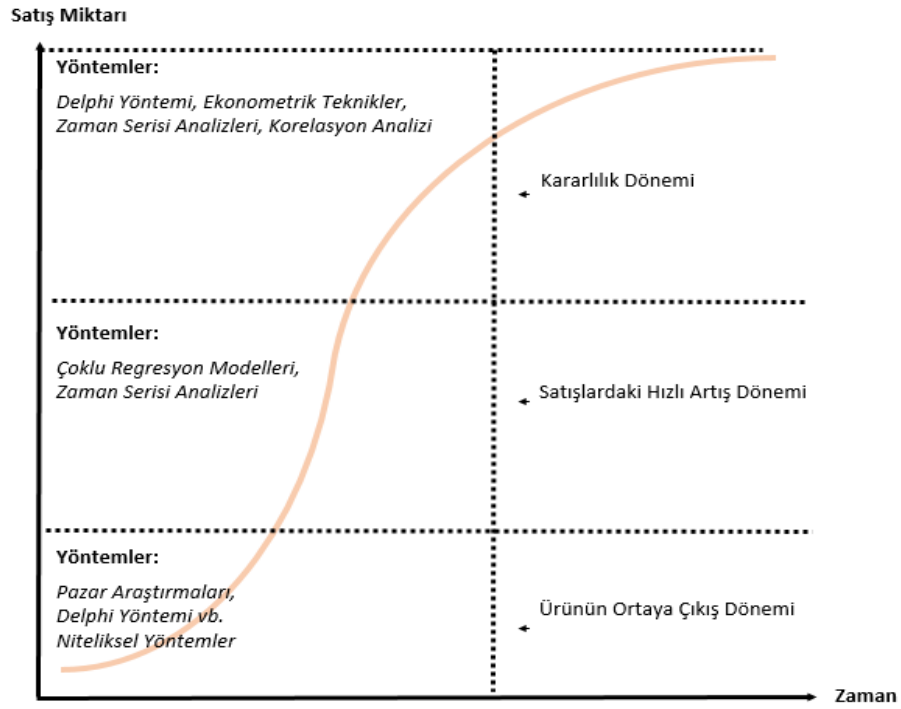
Talep tahminlerinin kapsadığı zaman diliminde tahmini etkileyen ekonomik durum, teknolojik gelişmeler, ürün özellikleri, tüketici eğilimleri gibi birçok etmen bulunmaktadır. Uzun vâdede tahminler, bu tür etmenlerin etkisi altında kalacağından tahmin sonuçları gerçeğe çok yakın olmayabilir. Buna karşılık süre kısaltıkça uygulamadaki sapmaların olumsuz sonuçlarına müdahale daha kolay olacak ve tahminlerin gerçeğe uygunluk derecesi artacaktır [16].

### **3.1.2 Ürün yaşam döngüsü boyunca kullanılan tahmin yöntemleri**

Ürün yaşam döngüsü pazara giriş, gelişme (büyüme), olgunlaşma (durağanlık) ve düşüş evrelerinden oluşur. Her evre için kullanılan tahmin yöntemleri farklıdır. Örneğin pazara giriş evresinde, eldeki verilerin yetersizliği ve kesin olmayışı, pazarda belirsizlik gibi durumlar hâkimdir. Bu süreçte, pazardaki hedeflerin netleşmemesinden kaynaklı ürün tasarlanması ve geliştirilmesi, Ar-Ge mâliyetleri oldukça kritiktir. Bu evrede, istatistiksel analiz için gerekli olan veri eksikliği nedeniyle daha çok öznel (subjektif) değer yargılarına bağlı olan Delphi yöntemi, pazar araştırmaları, benzeştirme gibi teknikler kullanılmaktadır [17].

Pazar payının, satışların arttığı büyüme aşamasında ürünün prototip hâlden sürekli üretime geçmesi ve kalite mâliyetlerinin artması beklenmektedir. Bu aşamada, kapasite arttırımı, ürün odaklı yapıya kayma, süreç güvenilirliği, dağıtım ağının kurulması ve geliştirilmesi sözkonusudur. Bu evrede kullanılan yöntemlerden en yaygın olanları; çoklu regresyon modelleri, zaman serileri analizleri gibi sayısal tekniklerdir. Ürün ömrünün olgunlaşma sürecine girdiği evre, ürün tasarımında değişikliklerin sınırlı olduğu, rekabet ortamında fiyatlama politikalarının gerçekleştiği, kampanya ve reklâm çalışmalarının hız kazandığı aşamadır. Yaşam döngüsü içinde ürünün düşüş yaşadığı evre ise, satışların düştüğü, ürün farklılaşmalarının azaldığı, kapasitede artışın sözkonusu olduğu aşamadır. Ürün yaşam döngüsünde olgunluk ya da durağanlık dönemine gelindiğinde, pazardaki rekabet ortamından dolayı niteliksel ve niceliksel teknikler bir arada kullanılmalıdır. Kullanılan en yaygın modeller, Delphi yöntemi, ekonometrik teknikler, zaman serisi analizleri ve korelasyon analizleridir [17].

Şekil 3.1’ de ürün yaşam döngüsü boyunca kullanılan tahmin yöntemlerini bir arada görmek olanaklıdır [8].



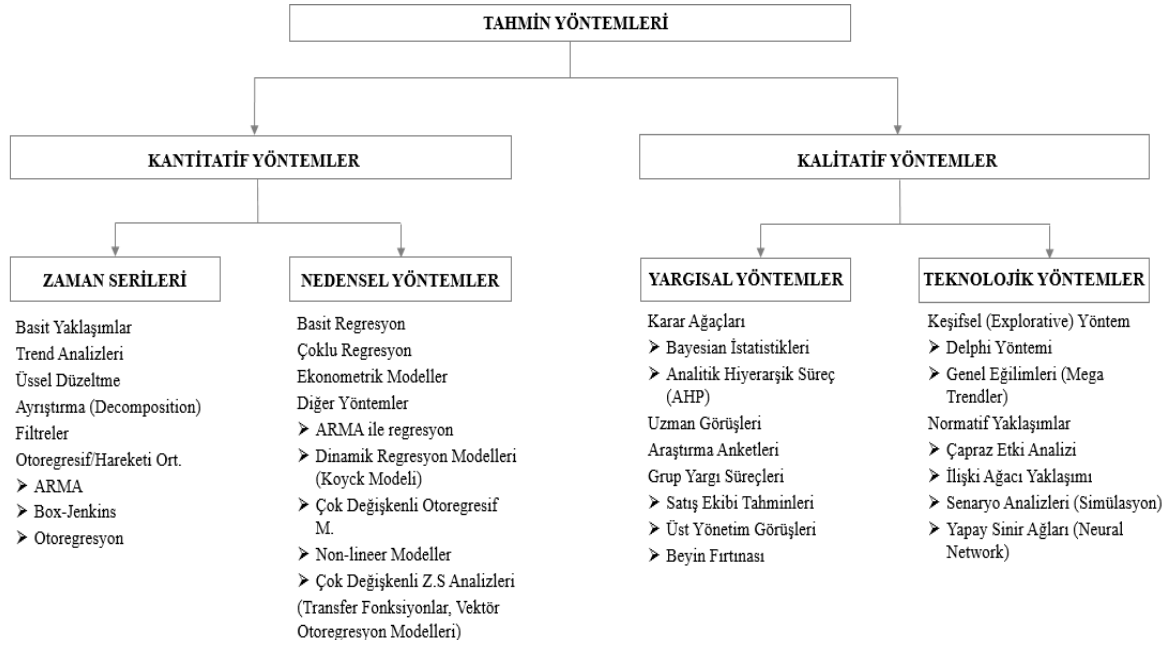
**Şekil 3.1** : Ürün yaşam döngüsü tahmin yöntemleri.

### 3.2 Tahmin Yöntemleri

Literatüre genel olarak baktığımızda tahmin yöntem yaklaşımları birkaç sınıfta ele alınmaktadır. Yöntemler, Objektif/Subjektif, İstatistiksel/Yargısal, Zaman Serileri/Nedensel/Yargısal/ Teknolojik yöntemler ve Kalitatif (nitel)/Kantitatif (nicel) olmak üzere çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır [11].

Tahmin yöntemleri, Makridakis ve Wheelright tarafından yapılan gruplandırmaya son dönemdeki çalışmalarda eklenerek en geniş haliyle Şekil 3.2' de gösterilmiştir. Makridakis ve Wheelright [11] tahmin yöntemlerini temelde Kalitatif ve Kantitatif olmak üzere ikiye ayırmışlardır. Kantitatif yani niceliksel yöntemler Zaman Serileri ve Nedensel yöntemler olmak üzere sınıflandırılırken, Kalitatif yani niteliksel yöntemler ise Yargısal ve Teknolojik yöntemler şeklinde sınıflandırılmışlardır.

Tahmin yöntemlerine ilişkin sınıflandırmalar, farklı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde yapılmaktadır. Örneğin pazar araştırmaları Shim [3]'e göre niceliksel yöntemler içinde yer alırken, Tanyaş ve Baskak'a göre [8] niteliksel teknikler arasındadır.



**Şekil 3.2 : Tahmin yöntemleri (Makridakis ve Wheelright).**

Shim [3]'e göre tahmin yöntemleri aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır:

1. Niteliksel yaklaşım - yargı ve görüşe dayalı tahminler

- Uzman görüşleri
- Delphi tekniği
- Satış gücü yoklama
- Tüketici anketleri

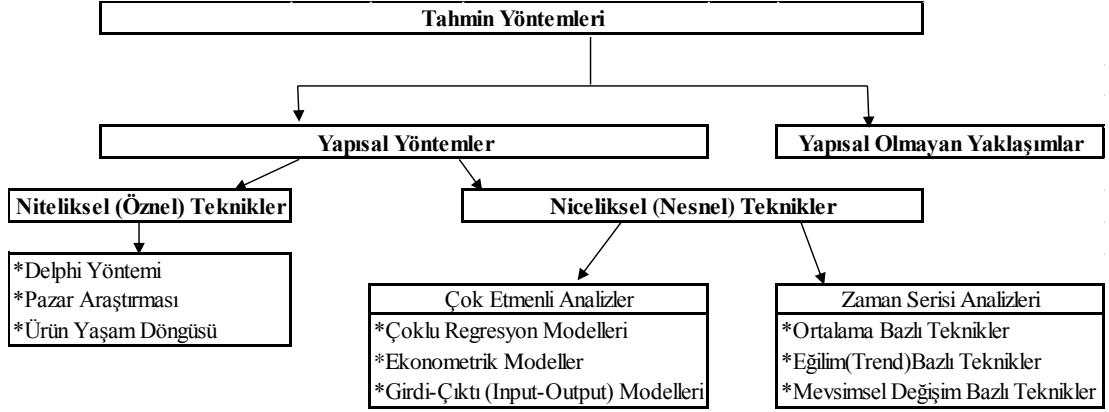
2. Niceliksel yaklaşım

- Tarihsel verilere dayalı tahminler
  - Basit yöntemler
  - Hareketli ortalamalar
  - Üstel düzeltme
  - Trend analizi
  - Zaman serisinde ayrışma yöntemi
- Nedensel (İlişkili) tahminler
  - Basit regresyon
  - Çoklu regresyon
  - Ekonometrik modelleme
- Dolaylı yöntemler
  - Pazar araştırmaları
  - Girdi-çıkı (input-output) analizi



- Barometrik tahmin
- Tüketici davranışları dayalı tahminler - Markov yaklaşımı

Tanyaş ve Baskak [8]'a göre ise sınıflandırma, Şekil 3.3' deki gibi yapılmıştır:



Şekil 3.3 : Tahmin yöntemleri (Tanyaş ve Baskak, 2008).

Bir başka kaynakta Kantitatif (Niceliksel) yöntemler ek olarak yapay zekâ ve sezgisel algoritmaları içermektedir. Yöntemler aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır [17]:

1. Zaman Serisi Analizi
  - 1.1. Basit Yaklaşımlar
  - 1.2. Hareketli Ortalamalar
  - 1.3. Üstel Düzeltmeler Tekniği
  - 1.4. Trend Analizi
  - 1.5. Box-Jenkins Yöntemi
2. Çok Etmenli Analizler (Karma Yöntemler)
  - 2.1. Basit Regresyon Analizi
  - 2.2. Çoklu Regresyon Analizi
  - 2.3. Ekonometrik Modeller
  - 2.4. Yapay Zekâ ve Sezgisel Algoritmalar
    - 2.4.1. Yapay Sinir Ağları
    - 2.4.2. Genetik Algoritmalar
    - 2.4.3. Destek Vektör Makineleri

**Yapısal Olmayan Yaklaşımlar:** Sezgi ve deneyimlere dayanan, kişisel görüşleri, yargıları esas alan yöntemlerdir. Bu yöntemde şirket içi çalışanların, yöneticilerin, konusunda uzman kişilerin düşüncelerine başvurulur. Gelecekteki tahminler öznel kararlara dayandığından bilimsellikten uzaktır ve doğruluk payları düşüktür [8].

**Yapısal Yöntemler:** Niceliksel ve niteliksel olmak üzere iki grupta toplanmıştır. Niteliksel yaklaşım yöntemi, istatistiksel olmayan ya da yargılayıcı yaklaşım olarak adlandırılırken, kısa vâdeli tahminlerde yararlı olur. Bunun yanısıra niceliksel yöntemlerin kullanımında da tamamlayıcı rol oynar [3]. Bu yaklaşım genelde uzman görüşü ve tahmincinin sezgisel yargılarına dayanarak, tarihsel verilere ulaşamadığında, veriler yetersiz kaldığında ön plâna çıkar. Yaklaşımdan en yaygın olanları Delphi yöntemi, uzman görüşleri, müşteri panelleri düşünce birliği, pazar araştırması, satış gücü kompozit tahminidir [7]. Bunun dışında benzeşimlerden (analoji) de yararlanılmaktadır.

**Uzman Görüşleri:** Satış, satınalma, üretim, yönetim, finans yöneticileri ya da uzmanların öznel görüşleri, gelecekte satış tahminlerini ortalama olarak yansıtır. Genellikle bu yöntem, eğilim ekstrapolasyon gibi bâzı nicel yöntemlerle bağlantılı olarak kullanılır. Yönetim ekibi, kendi beklentilerine dayalı olarak ortaya çıkan tahmini değiştirir. Bu yaklaşımın avantajı, ayrıntılı istatistiğe gerek kalmadan tahmini hızlı ve kolay şekilde yapabilmektir. Dezavantajı ise, bunun bir “grup düşüncesi” olmasıdır. Gruptaki kişilik farklılıklarından dolayı, güçlü liderlik, grubun yalıtımı ya da yüksek bütünlük gibi sorunlar oluşabilmektedir. Örneğin, yüksek bütünlük olduğunda kritik düşüncelerde karar verirken grup baskısı doğrultusunda sonuç alınır. Bu tür durumlar zaman zaman tahmini yanlış ya da yanlış sonuçlandırabilmektedir [3].

**Delphi Yöntemi:** Bu yöntem, uzun dönemli tahminler için oldukça kullanışlı ve etkilidir [3]. Teknik 1950’lerde Amerikan ordusunun savunma sanayisi yönetimi ve soğuk savaş stratejilerine katkıda bulunmak için kullanılmıştır. Yöntemin avantajları şunlardır: Probleme ilişkin veriler karmaşık ya da yargısal olduğu takdirde yöntemi kullanmak işe yarar. Teknik uzman, görüşlerinde ortak noktayı bulmayı kolaylaştırarak, “grup düşüncesi” kavramını elimine eder [13].

Teknik temelde üç ilkeye dayandırılmaktadır; Birincisi, katılımı gizlilik ilkesidir. Araştırma boyunca kişiler düşüncelerini kime ait olduğunu bilmeden, baskı altında kalmadan, bağımsız şekilde görüşlerini belirtir. İkinci ilkesi, grup tepkisinin istatistiksel analizle ölçülmesidir. Son ilke ise, teknik kontrollü geri besleme üzerinedir. Delphi tekniğinde ardışık anketler yapılır. Birinci ankette kişiler, adlarını yazmadan soruları yanıtlar ve anketi tamamlar. Katılımcıların belirttiği düşünceler ile ikinci anket oluşturulur. Bu anket üzerinde katılım düzeyleri vardır. Katılımcılar bu kez adlarını yazarken anketteki düşüncelere olan katılım düzeylerini de belirler. Bunun

sonunda istatistiksel analiz yapılarak anket sorularının her biri için medyan, genişlik gibi değerler hesaplanır. Üçüncü ankette ise katılımcılar, ikinci ankete verdiği yanıtlar ile istatistiksel analiz sonuçlarını da görür. Son kez anket değerlendirilir, isteyen ikinci ankette vermiş olduğu yanıttan farklı bir yanıt verebilir. Sonuç olarak üçüncü anketin yanıtları ile düşünmnce çoğunluğu elde edilir [13].

Konusunda deneyimli kişiler daha çok 6 ay-1 yıl süreli dönemlerde tutarlı ve hassas tahminler yapar. Uzun dönemli tahminlerde kişilerin yanılma payı artar. Uzun dönemli tahminlerde kullanılan Delphi tekniği, çoğunluktan oluşan paneller görüşleri toplar ve sonuç alınmasına yardımcı olur. Tekniğin amacı, hızla değişen çevresel, ekonomik, sosyal koşullar altında yeni ürün ve süreçlerin beklentilerine karşılık vermektir [8]. Tekniğin temel dezavantajı, geri dönüşlerdeki uzlaşma eksikliği ile düşük güvenilirlik olarak belirtilmektedir [3].

**Satış Gücü Yoklama:** Bâzı şirketler, müşterileri ile sürekli temas hâlinde olan kişileri satış tahmin kaynağı olarak kullanır. Nihâî müşterilere yakın olan satış gücünün, gelecekteki pazar durumuna ilişkin önemli öngörülerini olduğuna inanır [3].

Satış gücü yoklamasına dayalı tahminler, ortalama alınarak gelecekteki tahminleri geliştirir. Aynı zamanda şirket dahilinde oluşturulan nicel ve/veya nitel tahminleri değiştirmek için kullanılabilir.

Bu yolla yapılan tahminin avantajları şunlardır: Anlaşılması ve kullanımı kolaydır, eyleme yakın olan uzmanlaşmış bilgiyi kullanır, en güncel sonuçlarını etkileyecek tahminlere ulaşmak için sorumluluk bilinci verir, bilgiler ürün, müşteri veya satış elemanı tarafından kolayca bölünebilir. Dezavantajları ise satış temsilcilerinin büyük ölçüde kontrolleri dışında gerçekleşen ekonomik olaylardan kaynaklı hatalar ve aşırı iyimser ya da kötümser öngörülerini içermesidir [3].

**Tüketici Araştırmaları:** Bâzı şirketler, belirli tüketiciler ile ilgili kendi pazar araştırmalarını yapar. Araştırmalar; telefon görüşmeleri, yüz yüze görüşmeler ya da veri elde etme aracı olan anketler şeklindedir. Tüketici davranışına ilişkin hipotezi test etmek için anket sonuçlarına kapsamlı istatistiksel analiz uygulanır [3]. Anket yöntemi, pazar araştırması yöntemleri içinde en çok kullanılan, ancak en az bilimsellik içerendir. Sonuçların subjektif olması, duyarlılığın düşük olması, geri dönüşlerdeki haberleşme hataları gibi nedenler, yöntemin değerini düşürmektedir [13].

Tahmin matematik gibi kesin bir bilim değil, sanattır. Tahmin kalitesi, tahmin eden kişinin deneyimine bağlı olarak zamanla gelişme eğilimindedir. Araştırmalar gösteriyor ki niteliksel tekniklerle yapılan tahminler, niceliksel teknikler kadar doğru ve hassas değildir. Bu nedenle tahmin yapan kişi, doğru ve uygun tahminlere ulaşabilmek için, hem niteliksel hem de niceliksel teknikleri bir arada kullanmalıdır [3].

Niceliksel yaklaşım yöntemi; öznel, yargısal düşüncelere dayandırılmadan, verilerin varlığı doğrultusunda analiz yaparak, matematiksel, istatistiksel, neden-sonuç ilişkisine dayanan tekniklerdir. Verilere dayanan teknikler olduğu için sonuçları kişiden kişiye değişmez [8].

Sayısal tahminlerin şu durumlarda uygulanması sözkonusudur [4]:

- Geçmiş hakkında bilgiler varsa
- Eldeki bu bilgiler sayısal veri formatına çevriliyorsa
- Bâzı düşüncelerin geçmişte nasılsa gelecekte de düzgün şekilde gelişeceği düşünülüyorsa

Niceliksel yâni nesnel yöntemler temelde iki grupta ele alınır:

- **Zaman Serisi Analizleri:** Zamansal değişimleri esas alarak geçmişteki talep yapısının, satış miktarının gelecekte de aynı şekilde süreceğini öngörür. En yaygın olanları, ortalama bazlı teknikler, üstel düzeltme yöntemi, trend (eğilim) bazlı teknikler, mevsimsel (sezonsal) değişim teknikleri, Box-Jenkins yöntemleridir.
- **Çok Etmenli Analizler:** Salt zaman boyutu içinde ele alınmayıp, birçok etmenin, bağımlı-bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin düşünülerek istatistiksel ve matematiksel modeller ile analiz edilmesidir [8]. Basit-çoklu regresyon, korelasyon analizleri, ekonometrik modeller değişkenler arasındaki ilişkileri incelemede en çok kullanılan yöntemlerdir.

Bunların dışında yapay zekâ ve sezgisel algoritmalar da vardır. Bu algoritmalara örnek olarak yapay sinir ağları, genetik algoritmalar, destek vektör makinaları ve bulanık mantıkla birleştirilen sinir ağları gösterilebilir. Özellikle son yıllarda önemli bir talep tahmin yöntemi olarak kullanılan yapay sinir ağları yönteminin temelinde; regresyon analizi, korelasyon analizi, hareketli ortalamalar, üstel düzeltme yöntemi, otoregresif hareketli ortalamalar, otoregresif bütünleşik hareketli ortalamalar, box-jenkins

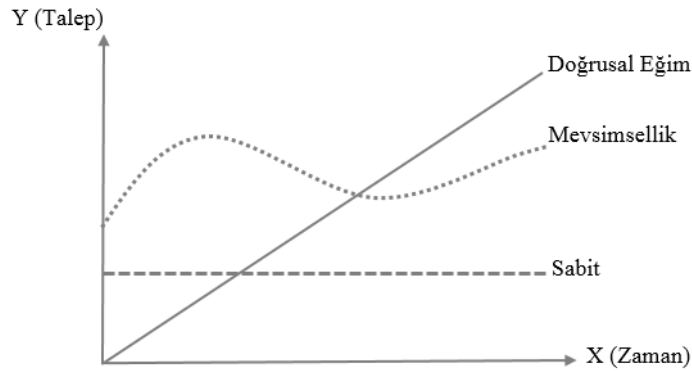
yöntemi, simülasyon yöntemi gibi birçok niceliksel tahmin yöntemleri bulunmaktadır [4].

### 3.2.1 Zaman serisi analizleri

Zaman serileri analizi, işletmelerin geçmiş verilerinin incelenerek herhangi bir eğilim olup olmadığının belirlenmesi ve geleceğe yönelik rakamlar için çıkarımlarda bulunulmasıdır [1].

Zaman serisi analizleri yöntemlerinden en yaygın olanları; ortalama bazlı teknikler (basit ortalama, hareketli ortalama, ağırlıklı hareketli ortalama, üstel düzeltme vb. yöntemler), trend (eğilim) bazlı teknikler, mevsimsel değişim teknikleri, Box-Jenkins yöntemleridir.

Bu analizler yapılırken, belirli dönemlerde gözlemlenen talep verileri bir ölçeğe göre sıralanarak oluşturulan talep doğrusunun düzenine bakılır. Artış ya da azalış gösterdiği, mevsimsel değişimlere uğradığı zamanlar saptanır [4]. Ortalama talep düzeyinde uzun vâdede bir artış ya da azalış farkedilirse eğilimden söz edilir ve gelecekte de bu yönde bir talep beklentisi olabilir. Eğilim, artan-azalan, mevsimsel değişim gösteren, doğrusal ya da doğrusal olmayan, sabit talep yapıları şeklinde olabilir [15]. Şekil 3.4’ de zaman içinde değişim gösteren çeşitli talep yapılarını görmek olanaklıdır.



Şekil 3.4 : Talep yapıları.

Talep yapılarında düzenli ya da düzensiz birtakım değişimler sözkonusudur. Bu değişimlere neden olan yapısal bileşenler dörde ayrılmaktadır [13]:

- **Trend Bileşeni:** Zaman serisinde belli bir dönemde veriler sürekli artma ya da azalma eğilimi gösterir. Bu, düzenli bir değişim durumudur.

- **Mevsimsel Bileşen:** Talebin bir yıl ya da daha kısa sürede, mevsimsel dönemlerde düzenli şekilde artması ya da azalmasıdır. Örneğin; dondurma satışlarının yazın artıp kışın azalması ya da atkı, bere gibi aksesuarların satışının kışın artıp yazın oldukça düşük olması, mevsimsel dönemlerin satışları etkilediğine örnektir.
- **Çevrimsel/Periyodik Bileşen:** Zaman serisinin 1 yıldan daha uzun vâdede benzerlik gösterdiği değişimler. Mevsimsel bileşene benzer ancak serinin kendini yinelemesi daha uzun periyotta gerçekleşir. Örneğin parite değişimleri, doların yükselmesi gibi.
- **Düzensiz/Rastgele Bileşen:** Zaman serisinde düzensiz olarak oluşan, ne zaman nasıl olduğu belirsiz olan değişimlerdir. Örneğin araba camının kırılması ve sahibinin camı yenilemek istemesi rassal bir durumdur [8].

Bunların dışında bir ürüne olan satış talebi başka bir ürüne olan satışı dolaylı olarak olumlu ya da olumsuz etkileyebilir. Örneğin yeni bir ev alacak kişinin yeni eşyalar alması muhtemeldir ve olumlu etkiye örnektir [8].

### 3.2.1.1 Son dönem (Naive) talebi yöntemi

Gelecekte tahmin edilen talebin, bir önceki dönemin gerçekleşen talebine eşit kabul edildiği yöntemdir. Yöntem, geçmiş verilerin ortalama bir değerinde sürekli ve az değişim gösterdiği zamanlarda kullanılır [8]. Yöntemin avantajı, veri işleme ve geliştirilmesinin ucuz ve kolay olmasıdır. Dezavantajı ise, yöntemin, tahmin değişkeni altında yatan nedensel ilişkileri dikkate almamasıdır [3]. Talepte artma ya da azalmanın yüksek olması durumunda hata payı da artar. Yöntemi doğrudan ya da talep değişimini dikkate alarak dolaylı uygulamak olanaklıdır [17].

Çizelge 3.1' de bir örnek durum için son dönem talebi yöntemi ile gelecek dönemlerin talep tahminleri yapılmıştır. Formül (3.1)' deki gibidir.

$$D_{t+1} = D_t \quad (3.1)$$

Tahmin değerleri, gerçekleşen değerlere göre ortalama bir değer düzeyinde kalmadığından iyi sonuç alınamamıştır [8].

**Çizelge 3.1:** Son dönem talebi yöntem uygulaması.

Dönem	Gerçekleşen Satış	Tahmin
1	5.000	
2	2.000	5.000
3	7.000	2.000
4	9.000	7.000
5	8.000	9.000
6	9.000	8.000
7	5.000	9.000
8	8.000	5.000
9	9.000	8.000
10	10.000	9.000
11	12.000	10.000
12	11.000	12.000

### 3.2.1.2 Basit hareketli ortalama yöntemi

Basit hareketli ortalama yöntemi, bir serideki veriler toplamının, fiili gözlem sayısına oranı ile elde edilir. Bu yöntem geçmişe ilişkin verilerin artış-azalış gibi değişen durumlarının olmadığı, geçmişteki talebin gelecekte de benzer şekilde süreceği zamanlarda kullanılır.

Dezavantajı, mevsimsellik gibi etkilerin gözardı edilmesi, verilerin yapısı değiştiğinde yapılan tahmindeki sapmaların artması gibi durumlardır [8].

Bu yöntem şu şekilde formüllendirilebilir [18]:

$$BHO = \frac{Z_t + Z_{t-1} + \dots + Z_{t-(k-1)}}{k} \quad (3.2)$$

Burada k, germe sayısıdır. Germe sözcüğünün anlamı, dalgalanmanın yok olması, seri grafiğinin düzleşmesi anlamına gelmektedir. Bu sayının seçimi karar vericiye kalmıştır. Karar verici seri yapısını düzleştirmek istiyorsa k büyük, serinin dalgalanmalara sahip olması isteniyorsa k küçük olarak seçilmelidir. Germe sayısı arttıkça, kayıp gözlem sayısının artacağı gözardı edilmemelidir [18].

Çizelge 3.2’ de örnek olarak verilen bir durum için “üretim değeri ağırlıklı îmalat sanayi kapasite kullanım oranı (%)” serisinin 3 ve 8. germe sayısında basit hareketli ortalama yöntemi ile tahmin serisini görmek olanaklıdır [18].

**Çizelge 3.2 :** Basit hareketli ortalama yöntemi uygulaması.

Dönem	z	BHO (z,3)	BHO (z,8)
98:I	78		
98:II	76		
98:III	74		
98:IV	71	76,0	
99:I	66	73,7	
99:II	72	70,3	
99:III	70	69,7	
99:IV	71	69,3	
00:I	71	71,0	72,00
00:II	75	70,7	71,38
00:III	76	72,3	71,25
00:IV	75	74,0	71,50
01:I	66	75,3	72,00
01:II	67	72,3	72,00

$$k=3 \text{ için, } BHO_{98:IV} = \frac{78+76+74}{3} = 76$$

$$k=8 \text{ için, } BHO_{00:II} = \frac{76+74+71+66+72+70+71+71}{8} = 71,38$$

BHO, OO:II dönemine baktığımızda fiilî değeri 75 iken k=3 için 70,7 k=8 için ise 71,38'dir. Germe sayısı arttıkça serinin düzleştiği gözlenmektedir.

### 3.2.1.3 Ağırlıklı hareketli ortalama yöntemi

Ağırlıklı hareketli ortalama yöntemi, basit hareketli ortalama yöntemi gibi belirlenen n dönemin ortalamasını hesaba katar. Buradaki fark, basit hareketli ortalama yönteminde talep değerlerinin farklı ağırlıklandırılmasıdır. Ağırlık değerleri doğrusal olarak belirlenirken, yakın dönemde yüksek olan talep ağırlıklarının geçmişe doğru düşüş göstermesi beklenmektedir. Bunun dışında ağırlıklar, mevsimsel dönemlerde, kampanya dönemlerinde talebin artış ya da azalış beklentisine göre sezgisel de değerlendirilebilir [13].

Yöntem için kullanılan denklem şu şekildedir [8]:

$$D_{t+1} = \frac{W_1 D_t + W_2 D_{t-1} + \dots + W_n D_{t-n+1}}{W_1 + W_2 + \dots + W_n} \quad (3.3)$$



(3.3) denkleminde yer alan sembollerin anlamları aşağıdaki gibidir:

$D_{t+1}$  : t+1 dönem için tahmini talep

$W_1$  : 1.dönemde gerçekleşen değer tale tahminine etkisi (1. dönem ağırlık katsayısı)

n: Ağırlıklı hareketli ortalama için belirlenen dönem sayısı

Yöntem için kullanılan koşullar şunlardır:

- Ağırlık 0 ile 1 arasında olmalıdır.

$$0 < W < 1$$

(3.4)

- Dönem boyunca belirlenen ağırlık toplamı 1 olmalıdır.

Çizelge 3.3'deki uygulamada öncelikle 6. ve 8. dönemlerin, sonrasında benzer şekilde diğer dönemlerin tahminî talep değerlerini hesaplayalım. Burada ağırlıkları yakın dönemden itibaren son dört dönem için 0,40, 0,30, 0,20 ve 0,10 olarak belirleyelim:

**Çizelge 3.3** : Ağırlıklı hareketli ortalama yöntemi uygulaması.

Dönem	Gerçekleşen Satış	Tahmin
1	5.000	
2	2.000	
3	7.000	
4	9.000	
5	8.000	
6	9.000	7.500
7	5.000	8.500
8	8.000	7.200
9	9.000	7.300
10	10.000	7.900
11	12.000	8.800
12	11.000	10.400

Uygulamaya yönelik hesaplamalar aşağıdaki gibidir:

$$D_6 = 0,40 \times 8.000 + 0,30 \times 9.000 + 0,20 \times 7.000 + 0,10 \times 2.000 = 7.500$$

$$D_8 = 0,40 \times 5.000 + 0,30 \times 9.000 + 0,20 \times 8.000 + 0,10 \times 9.000 = 7.200$$

Bu yöntemin basit hareketli ortalama göre avantajı, yakın dönemleri ağırlıklandırarak dikkate aldığından daha iyi ve hızlı sonuçlar vermesidir. Ağırlık

katsayısı ve tahmin için kullanılacak dönem sayısı değiştiğinde tahmin sonuçları da değişecektir [8].

#### 3.2.1.4 Üstel düzeltme yöntemi

Üstel düzeltme yöntemi, ağırlıklı hareketli ortalama yöntemi sistematığına benzer şekilde işler. Talepte, herhangi bir eğilim ya da mevsimsellik olmayan, salt ortalama bir düzeyde süren seri analizlerinde kullanılır [18]. Üstel düzeltmenin avantajlı yanı, eski verilerin tümüne gereksinim duymadan hesaplama işlemini yapabilmektir [8].

Üstel düzeltme yöntemi, verilerdeki son dönem değişimlerini, sıçramaları gözönünde bulundurarak yapılan tahminlerin sürekli güncelleştirilmesini sağlar. Bu sıçramalar, açıklanamayan etkiler ya da önceden tahmin edilemeyip gözardı edilmiş sonuçlardan doğar [18].

Tahmin yöntemlerinde genellikle yakın vâdede, bir önceki dönemde gerçekleşen değerler dikkate alınır. Bu yöntem temelinde, son dönem tahmin edilen talep değeri ile gerçekleşen talep değeri arasındaki farkın yâni tahmin sapmasının belirli bir katsayı ile tahmine yansıtılarak düzeltme işlemidir. Kullanılan  $\alpha$  ağırlık katsayısı, 0 ile 1 arasında bir değerdir ( $0 < \alpha < 1$ ). Bu değer öznel olarak değişebildiği gibi, genelde 0,2 ile 0,8 arasında seçilmesi önerilmektedir [8].

(t+1). dönemin tahmini talep değeri  $D_{t+1}^*$  şu şekilde hesaplanabilir:

$$D_{t+1}^* = \alpha \times D_t + (1-\alpha) \times D_t^* \quad (3.5)$$

Çizelge 3.4' de öncelikle 7. ve 8. dönemlerin ve sonrasında da diğer tüm dönemlerin talep değerlerini üstel düzeltme yöntemine göre hesaplayalım.

İlk aşamada, verilen değerlerde 6. dönemin tahmin değeri belli olmadığından basit hareketli ortalama yöntemi ile bu döneme ilişkin tahminî talep değerini hesaplayalım:

$$D_6^* = (5.000 + 2.000 + 7.000 + 9.000 + 8.000) / 5 = 6.200$$

Üstel düzeltme yöntemi için verilerin kararlı yapıda olmadığını varsayarak  $\alpha$  ağırlık katsayısını 0,8 alalım.

**Çizelge 3.4 :** Üstel düzeltme yöntemi uygulaması.

Dönem	Gerçekleşen Satış	Tahmin
1	5.000	
2	2.000	
3	7.000	
4	9.000	
5	8.000	
6	9.000	6.200
7	5.000	8.440
8	8.000	5.688
9	9.000	7.538
10	10.000	8.708
11	12.000	9.742
12	11.000	11.548

$$D_7^* = 0,8 \times 9.000 + (1-0,8) \times 6.200 = 8.440$$

$$D_8^* = 0,8 \times 5.000 + (1-0,2) \times 8.440 = 5.688$$

Bu yöntemde  $\alpha$  değerinin seçimi önemlidir. Dalgalanan talep miktarlarının tahmininde ve son dönemde gerçekleşen talep değerlerinin etkisinin arttırılmasında  $\alpha$  ağırlık katsayısının büyük seçilmesi gerekir. Bu durumda son dönem verinin ve rastgele etkenlerin tahmin üzerindeki etkisi ağırlıklı olacaktır. Gerçekleşen değer ile tahmini değer arasındaki sapma da azalacaktır. Daha kararlı yapıya sahip veriler ile tahmin yaparken ise  $\alpha$  değeri düşük alınmalıdır. Bu noktada geçmiş verilerin etkisi artacak ve rastgele etkenlerin tahmin üzerindeki etkisi azaltılabilecektir. Gerçekleşen değer ile tahmini değer arasındaki sapma ise artacaktır [8].

### Üstel düzeltme katsayısının seçilmesi

En uygun  $\alpha$  ağırlık katsayısını seçmek, hata payını tahmine doğru şekilde yansıtmak açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle  $\alpha$  katsayısının farklı değerleri, geçmiş istatistiksel verilere uygulanarak, gerçekleşen değerlerle karşılaştırılır ve uygun olan değer seçilir. Bu karşılaştırma Ortalama Mutlak Sapma (OMS) değerleriyle yapılır. OMS'nin en az çıktığı değer,  $\alpha$  değerinin en uygun kullanıldığı değerdir. OMS aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır [8]:

$$OMS = \sum_{t=1}^n |D_t - X_t| / n \quad (3.6)$$

### 3.2.1.5 Holt lineer yöntemi (Holt üstel düzeltme yöntemi)

Zaman serisinde mevsimsel bileşenin olmadığı ancak trendin olduğu durumlarda kullanılan model, Holt tarafından 1957’de formülendirilip yöntemin adı yapılmıştır. Yöntemde basit üstel düzeltmeye ek olarak trend etmeni geliştirilmiştir [13].

$$L_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (3.7)$$

$$b_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (3.8)$$

$$D_{t+m} = L_t + b_t m \quad (3.9)$$

$$\alpha : \text{düzeltme etmeni, } (0 < \alpha < 1) \quad (3.10)$$

$$\beta : \text{trend (eğim) düzeltme etmeni, } (0 < \beta < 1) \quad (3.11)$$

$L_t$  : t anındaki düzey, geçmiş dönemin trend değerini içerir.

$b_t$  : t anındaki trend(eğim)

$m$  : t anından itibaren hesaplanan periyod

$D_{t+m}$  : t+m sürede düzey ve trendin düzeltilmiş hâliyle oluşan talep

Trend etmeninin yapısı gereği, elde edilen sonuçlar, doğrusal olarak artan ya da azalan bir yapı gösterecektir [13].

### 3.2.1.6 Holt winter-trend ve mevsimsellik-yöntemi (Winter üstel düzeltme yöntemi)

Talebin sistematik bileşeninde düzey, trend ve mevsimsellik etmenlerinin bir arada bulunduğu durumlarda kullanılır [19]. Tahmin eşitliği aşağıdaki şekilde formülize edilmiştir [13]:

$$L_t = \alpha (y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (3.12)$$

$$b_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (3.13)$$

$$S_t = \gamma (y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (3.14)$$

$$D_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m} \quad (3.15)$$

$$\alpha : \text{düzeltme etmeni, } (0 < \alpha < 1) \quad (3.16)$$

$$\beta : \text{trend (eğim) düzeltme etmeni, } (0 < \beta < 1) \quad (3.17)$$

$$\gamma : \text{mevsimsel düzeltme etmeni, } (0 < \gamma < 1) \quad (3.18)$$

$L_t$  : t anındaki düzey, geçmiş dönemin trend değerini içerir.

$b_t$  : t anındaki trend (eğim)

$S_t$  : t anındaki mevsimsel bileşen

$m$  : t anından itibaren hesaplanan periyodu

$D_{t+m}$  : t+m sürede düzey, trend ve mevsimselliğin düzeltilmiş hâliyle oluşan talep

Bu yöntemle elde edilen sonuçlar doğrusal bir yapı göstermeyecektir [13].

Üstel düzeltme yöntemlerinin verilerin yapısına göre hangi durumlarda kullanılabilceği, Şekil 3.5’ de açıklanmıştır [19]:

Tahmin Yönteminin Uygulanabilirliği	Trend	Mevsimsellik
Üstel Düzeltme	(-)	(-)
Holt Modeli	✓	(-)
Winter Modeli	✓	✓

Şekil 3.5 : Üstel düzeltme yöntemlerinin uygulanabilirliği.

### 3.2.1.7 Box-Jenkins yöntemi

Zaman serileri analizlerinden biri olan Box-Jenkins yöntemi, genellikle kısa dönem tahminlerinde kullanılan stokastik bir yaklaşımdır. Yöntemin uygulandığı serinin, önceki dönemlerde eşit zaman aralıklarıyla elde edilen gözlem değerlerinin kesikli ve durağan olması gerekmektedir [4]. Serinin durağan olmaması durumunda yöntemin kullanılabilmesi için yapılacak ilk aşama seriyi durağanlaştırmaktır. Durağanlık, mevsimsel etkilerden, periyodik değişimlerden arındırılmak demektir. Yâni serideki verilerin, dönemler arasında benzer uyumu göstermesidir.

Box-Jenkins yöntemi, kullanılan parametrelere göre otoregresif model-AR (p), hareketli ortalama-MA (q), otoregresif hareketli ortalama-ARMA (p,q), otoregresif bütünleşik hareketli ortalama-ARIMA (p,d,q) modellerinden oluşmaktadır.

Yöntem uygun modelin belirlenmesi, model parametrelerinin ve aşamalarının seçimi ve parametrelerin değerlendirip test edilmesi gibi üç aşamayı içermektedir [20].

**Otoregresif Hareketli Ortalama (ARMA):** Durağan ya da durağanlaştırılmış serinin ACF (otokorelasyon fonksiyonu) ve PACF (kısmî otokorelasyon fonksiyonu) grafiklerine göre seriye uygun olan model seçilir. Eğer ACF grafiğine göre ilişki miktarları, gecikme sayısı arttığında yavaş yavaş azalıyorsa ancak PACF grafiğinde bu azalma hızlı bir şekilde oluyorsa seride kullanılacak model otoregresif modeldir.

Ancak PACF grafiğindeki ilişki miktarları yavaş azalıp ACF grafiğindeki azalma hızlı şekilde gerçekleşiyorsa, yâni ilk durumun tam tersinde, kullanılacak model hareketli ortalama modelidir [18].

Her iki grafikte de ilişki miktarları yavaş yavaş azaldığı durumda ise iki modelin birleşimi olan otoregresif hareketli ortalama modeli kullanılmaktadır. Modele karar verdikten sonra, kararın doğruluğunu test etmek açısından modelde kullanılan katsayılar üzerinde önemlilik testi (t testi) uygulanır. Katsayılar bu test sonucunda önemsiz çıkıyorsa grafik yanlış yorumlanmış demektir. Modelin doğru belirlenmesi kadar model katsayılarının tahmini de oldukça önemlidir [18]. Parametrelerin belirlenmesinde en küçük kareler yöntemi (Least Square Estimation), Yule-Walker gibi yöntemlerden yararlanılmaktadır [20].

Otoregresif hareketli ortalama modelinde bir zaman serisinin belli bir dönemine ilişkin gözlem değerleri, geçmiş dönemlerdeki belirli sayıda gözlem değeri ve hata teriminin doğrusal bileşimi olarak gösterilmektedir [4].

ARMA (p,q) modeli, zaman serisinin t anındaki tahmininin, p sayıda geçmiş dönem gözlem değerinin q sayıda geçmiş dönem hata değerinin bileşiminden oluşmaktadır [13].

$$Y_t = \mu + \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (3.19)$$

$Y_t$  : t anındaki tahmin

$\varphi_{1,p}$  : İçsel bağımlılık parametresi (p sayıda)

$\theta_{1,q}$  : Hata parametresi (q sayıda)

**Otoregresif bütünleşik hareketli ortalama (ARIMA):** ARIMA modelinin otoregresif hareketli ortalama (ARMA) modelinden tek farkı, serinin durağan olmamasından ötürü durağanlaştırmaya gereksinim duyulmasıdır. Mevsimsel değişimler gibi birtakım nedenlerden dolayı serinin zaman içinde artıp azalması, belli bir seyir gösterememesi nedeniyle seriye durağanlaştırma işlemi uygulanır. Bu işlem, seri farkının alınması ile gerçekleştirilir. Seri eğilimi doğrusal olduğunda bir kez, eğrisel olduğunda ise iki kez fark alınmaktadır. ARIMA (p,d,q) modelindeki d parametresi, farkın kaç kez alındığını göstermektedir [13].

Örneğin, ARIMA(p,1,q) modelinde seriyi 1 kez durağanlaştırmaya gereksinim duyulmuştur, kullanılan formül aşağıdaki gibi uygulanmıştır:

$$Z_t = Y_t - Y_{t-1} \quad (3.20)$$

$Z_t$ : farkı alınmış serinin t anındaki tahmini

Box-Jenkins yöntemlerinde en önemli nokta, parametrelerin doğru belirlenmesidir. Uygun parametreler belirlendikten sonra tahmin yapılarak yöntemin geçerliliği test edilir.

### 3.2.2 Çok etmenli analizler (Karma yöntemler)

Zaman boyutu içinde birçok etmenin, bağımlı-bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin düşünülerek istatistiksel ve matematiksel modeller ile analiz edilmesidir [8]. Basit-çoklu regresyon, korelasyon analizleri, yapısal modeller, ekonometrik modeller değişkenler arasındaki ilişkileri incelemede en çok kullanılan yöntemlerdir.

Çok etmenli analiz yöntemleri birden fazla değişkenin ilişkilerini ve etkilerini konu alır. Örneğin bir cam ürününe olan talebi gözönünde bulundurursak, etkileyecek başlıca konular şunlardır: Gayri safi milli hasıla, rakip ürünlerin fiyatı, kur-parite dönüşümlerinin etkisi, tüketici gelir düzeyi ve tüketim düzeyi, pazarın ürüne olan doygunluğu, camın girdi olarak kullanıldığı inşaat, otomotiv, beyaz eşya sektör büyüme ve gelişme oranları. Gelecek talep miktarını tahmin ederken tüm bu değişkenler arasındaki ilişki düzeyleri analiz edilmelidir.

#### 3.2.2.1 Regresyon analizi

Tahmin yaparken geçmiş verilerden yararlanılan, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri analiz ederek ortaya koyan, sık kullanılan yöntemlerden biridir.

Regresyon analizi, geçmiş dönem verisi olan bağımsız değişken ile buna bağlı olarak gelecekteki dönem tahmini yapılan bağımlı değişken arasındaki ilişkinin, bir doğru ya da eğriyi oluşturan denklemlerle ifade edilmesidir.

Basit bir doğrusal regresyon denklemi aşağıdaki formülle ifade edilmektedir:

$$Y' = a + b * X \quad (3.21)$$

$Y'$ : Bağımlı değişken

X : Bağımsız değişken

Regresyon denkleminde yer alan a ve b parametrelerini bulmak için En Küçük Kareler Yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntem, gözlenen fiilî değerler ile tahminî değerler arasındaki sapmanın kareleri toplamını enküçükleyen doğruyu ya da eğriyi bulmayı amaçlar.

En Küçük Kareler Yöntemi, aşağıdaki denklemlerle ifade edilmektedir [3]:

$$u = Y - Y' \quad (3.22)$$

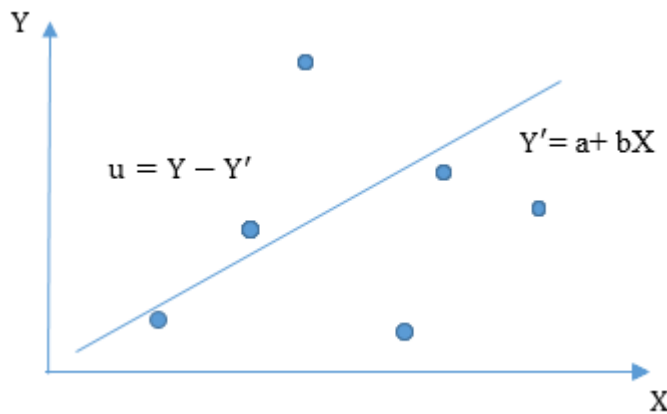
Y: Gerçekleşen (fiilî) değer

Y': Tahmini değer

u : Hata değeri

Amaç, (3.23) denkleminde olduğu gibi hata değerinin kareleri toplamını enazlamaktır.

$$\sum u^2 = \sum (Y - a - bX)^2 \quad (3.23)$$



Şekil 3.6 : Tahmin hata değeri grafiği.

En Küçük Kareler Yöntemi sonucunda hesaplanan a ve b parametreleri aşağıdaki denklemlerle hesaplanmaktadır:

$$b = [n \times \sum(X \times Y) - \sum X \times \sum Y] / [n \times \sum X^2 - (\sum X)^2] \quad (3.24)$$

$$a = \sum Y/n - b \times (\sum X/n) \quad (3.25)$$

n : talebin geçmiş dönem sayısı

Çizelge 3.5'deki "10 \$'lık reklâmın önümüzdeki yıl tahminî satış değeri ne kadar olur?" sorusunun yanıtına göz atalım [3]:



**Çizelge 3.5 : Regresyon analizi yöntem uygulaması.**

Reklâm değeri (X) (×1.000 \$)	Satış değeri (Y) (×1.000 \$)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
9	15	135	81	225
19	20	380	361	400
11	14	154	121	196
14	16	224	196	256
23	25	575	529	625
12	20	240	144	400
12	20	240	144	400
22	23	506	484	529
7	14	98	49	196
13	22	286	169	484
15	18	270	225	324
17	18	306	289	324
<b>174</b>	<b>225</b>	<b>3414</b>	<b>2792</b>	<b>4359</b>

$$b = [(12 \times 3.414) - (174 \times 225)] / [(12 \times 2.792) - (174 \times 174)] = 0,5632$$

$$a = 18,75 - (0,5632 \times 14,5) = 10,5836$$

$$Y' = 10,5836 + (0,5632 \times 10) = 16,2156 \$$$

Çoklu regresyon modelinde tek bir bağımlı değişkenin karşısında birden fazla bağımsız değişken bulunur. Çoklu doğrusal regresyon modeli aşağıdaki denklemle ifade edilir:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k + u \quad (3.26)$$

Bağımlı-bağımsız değişkenler arasındaki ilişki bâzen doğrusal olmayıp bir eğriyi oluşturabilir, denklemi aşağıdaki gibidir:

$$Y = a + b_1X^1 + b_2X^2 + \dots + b_kX^k + u \quad (3.27)$$

### 3.2.2.2 Korelasyon analizi

Regresyon analizinin tamamlayıcısı olan korelasyon analizi bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki ilişkinin derecesini belirler. Bu ilişkinin yakınlığı gelecekteki tahminlerin sağlıklı yapılması açısından oldukça önemlidir. Bu yüzden regresyon denklemi sonrasında korelasyon katsayısı da hesaplanmalıdır.

Korelasyon katsayısını (r) aşağıdaki denklemlerle bulabiliriz:

$$r = \frac{[n \times \sum(X \times Y) - \sum X \times \sum Y]}{\{[n \times \sum Y^2 - (\sum Y)^2] \times [n \times \sum X^2 - (\sum X)^2]\}^{1/2}} \quad (3.28)$$

Korelasyon katsayısı (r), -1 ile 1 aralığında olmalıdır ( $-1 \leq r \leq 1$ ). Regresyon analizinin tutarlı olması için korelasyon katsayısının pozitif ve 1'e yakın olması ya da negatif yönde 0,7 ve üzerinde olması beklenmektedir. Katsayıya göre değişken ilişkilerini tabloda görmek olanaklıdır [8]:

**Çizelge 3.6 :** Korelasyon katsayısına göre değişken ilişkileri.

$r < 0$	X-Y arasında ters yönlü ilişki
$r = 0$	X-Y ilişkisi doğrusal değil
$0 \leq r \leq 0,2$	X-Y arasında çok zayıf ilişki
$0,2 \leq r \leq 0,4$	X-Y arasında zayıf ilişki
$0,4 \leq r \leq 0,7$	X-Y arasında orta dereceli ilişki
$0,7 \leq r \leq 0,9$	X-Y arasında sıkı ilişki
$0,9 \leq r \leq 1$	X-Y arasında çok sıkı ilişki

Bâzi özel katsayı örnekleri Çizelge 3.7' de yer almaktadır [5]:

**Çizelge 3.7 :** Korelasyon katsayısı örnekleri.

<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	1	1	9
2	2	2	8
3	3	3	7
4	4	4	6
5	5	5	5
6	6	6	4
7	7	7	3
8	8	8	2
9	9	9	1
<b>r = 1</b>		<b>r = -1</b>	

### 3.2.2.3 Ekonometrik modeller

Sadece geçmiş dönem verilere dayanmayıp, şirketlerin geçmişe yönelik satış-tüketim verileri olmadığında da kullanılabilen yöntemlerdir. Bu yöntemler, ürünlere olan taleple bâzı ekonomik göstergeler arasında güçlü bir ilişki olduğunu varsayar [8].

Bu göstergeler ürüne, sektöre göre değişiklik göstermekle birlikte başlıcaları şunlardır:

- Ekonomik büyüme ölçütü olan gayrisafi yurt milli hasıla
- Kişi başına ulusal gelir
- Enflasyon oranı
- Nüfus
- İthalat-ihracat oranı
- Kredi ve faiz oranları, kur değişimleri
- Enerji üretimi-tüketimi

Satış ve satışı etkileyen ekonomik gösterge değerleri arasındaki ilişki için En Küçük Kareler Yöntemi uygulanarak en uygun doğrunun/eğrinin denklemi yazılabilir. Burada unutulmaması gereken, talep ile gösterge arasındaki ilişkinin gelecekte aynı şekilde sürmeyebileceği ve talebin oluşmasında etki eden göstergelerin ağırlıklarının gelecekte değişebileceğidir [8].

Talep ve talebi etkileyen gösterge arasındaki ilişkiyi aşağıdaki denklemlerle yazmak olanaklıdır [8]:

$$Y_i = a + b \times X_{1i} + c \times X_{2i} + \dots + k \times X_{ni} + e_i \quad (3.29)$$

$$Y_i = a + b \times X_i + c \times X_i^2 + e_i \quad (3.30)$$

$$Y_i = u \times X_{1i}^a \times X_{2i}^a \times \dots \times e_i \quad (3.31)$$

$Y_i$  : i. dönem talebi

$X_{ni}$  : i. dönem n.gösterge değeri

$e_i$  : Tahmin hatası ve a, b, c, k, u: sabit sayılar

### 3.2.3 Yapay zekâ ve sezgisel algoritmalar

#### 3.2.3.1 Yapay sinir ağıları

Yapay sinir ağı, insan beyninin çalışma ilkelerinden esinlenerek geliştirilmiş, esnek, yeni durumlara uyum sağlayan, karmaşık problemlere uygulanabilen, bilgi alışverişi, deneyimden öğrenebilme yetisine sahip bir matematiksel modeldir [21]. İnsan vücudundaki sinir hücrelerine benzer bir yapıya sahip olan yapay sinir ağıları (YSA), öğrenme yolu ile yeni bilgiler üretme, keşfedilme gibi yetenekleri otomatik olarak gerçekleştirmek üzere geliştirilmiş bilgisayar sistemidir [22].

YSA ile ilgili ilk hesaplama modelleri 1940'lı yıllarda başlamış olup, bu alanda yapılan ilk çalışmalar, beyin hücrelerinin işlevlerinin ve birbiriyle olan haberleşme şekillerinin ortaya çıkarılmasına yöneliktir. Sonrasında, 1954 yılında Farley ve Clark tarafından ağ içerisinde uyarılara tepki veren ve uyarılanabilen bir model geliştirilmiştir. Modeldeki eksiklerden ve farklı kullanım alanlarında denemelerden dolayı çalışmalar uzun sürmüştür. 1985 yılı ve sonrasında YSA yaygın olarak tanınmaya başlamış ve araştırmalarda kullanılmıştır [4].

YSA modelinde 3 önemli öge bulunmaktadır: Düğümlerin yapısı, ağın topolojisi ve ağın ağırlıklarını bulmak için kullanılan öğrenme algoritmasıdır. YSA, ağırlıklarla birbirine bağlantılı ve paralel çalışan birçok düğümden oluşmaktadır [23].

#### 3.2.3.2 Yapay sinir ağlarının genel özellikleri

YSA özellikleri kullanılan ağın modeline, öğrenme algoritmalarına göre değişirken, genel olarak şu özellikleri içermektedir [22-24]:

- YSA makina öğrenmesi gerçekleştirir, temel görevi bilgisayarların öğrenmesini sağlamaktır.
- Hataya toleranslıdır, eksik bilgi ile çalışabilme özelliğine sahiptir. Ağın bir kısmında sorun oluştuğunda tüm sistem bundan etkilenmez.
- Kendi kendini organize edebilme ve öğrenebilme yetenekleri vardır. Ağlar kendilerine gösterilen örneklerle eğitildikten sonra karşılıklarına çıkan yeni duruma yanıt verebilmektedir.
- Dağıtık belleğe sahiptir. Yapay sinir ağlarında bilgi, ağın tamamına yayılmış durumdadır.

- Salt sayısal bilgilerle çalışmaktadır. Sembol ya da şekillerle ifade edilen bilgiler, yapay sinir ağlarında kullanılması için sayısal değere dönüştürülmelidir.
- Paralel işleme özelliğine sahiptir, yapay sinir ağlarındaki işlemler doğrusal değildir.
- Algılamaya yönelik olaylarda kullanılır. Şekil ilişkilendirme, genel örnekleri sınıflandırabilme, örüntü tamamlayabilme gibi özelliklere sahiptir.

### 3.2.3.3 Yapay sinir ağlarının avantaj ve dezavantajları

YSA diğer yöntemlerle kıyaslandığında bazı avantaj ve dezavantajlar içermektedir [24].

Çağdaş bilgisayarlarda bulunmayan, insan beyninin çalışma ilkesiyle çalışan modelin avantajları şunlardır:

- Paralellik yapısı
- Dağıtılmış gösterim ve hesaplama
- Esneklik
- Öğrenme yeteneği
- Basitleştirme yeteneği
- İçsel bağlamsalda bilgi işleme
- Paralellik nedeniyle hata toleransı
- Düşük enerji tüketimi
- Problemin kapsamlı tanıma ve veriye gereksinim duymaması

Bunların dışında bazı uygulamalar konusunda YSA yetersiz kalmaktadır. Dezavantajlarından bazıları şunlardır:

- YSA günlük yaşamda genel amaçlı problem çözücü değildir.
- YSA için varolan yapılandırılmış bir yöntem bilim yoktur. Genelleme yapmak zordur.
- YSA geliştirmek için tek bir standart paradigma yoktur. Koşullara, öğrenme yöntemlerine, örneklemelere göre model değişmektedir.
- Yapay sinir ağlarının ürettiği çıktı kalitesi öngörülmebilir.
- Pek çok YSA sistemleri, problemleri nasıl çözümlendiği konusunda bilgi vermez.
- Eğitimin zor olduğu durumlar olabilmektedir.

### 3.2.3.4 Yapay sinir ağlarının uygulama alanları ve tahmin ilişkisi

Tahmin etmede genelde doğrusal yöntemler kullanılırken, bâzı konularda bu yöntemler yetersiz kalmıştır. Özellikle doğrusal olmayan karmaşık problemlerin çözümünde iyi sonuçlara ulaştıran YSA, tahmin etme, sınıflandırma, öğrenme, eğitime, ilişkilendirme, modelleme gibi birçok alanda etkili şekilde uygulanmaktadır [25].

YSA, doğrusal olmayan modelleme olanağı dışında birçok özelliğe sahiptir. Örneğin verilerin eksik olduğu, veri yaratma mekanizmasının bilinmeyen ya da önceden tahmin edilemeyen durumlarında kullanılan, çok fazla sınırlayıcı varsayıma gereksinim duymayan veriye dayalı, parametrik olmayan yöntemlerdir. YSA esnek olup genelleme özelliğine sahiptir. Bu sâyede karmaşık yapıdaki veri ilişkilerini, ilgili etmen ve değişkenler arasındaki işlevsel ilişkiyi genelleme özelliğiyle doğru şekilde tahmin etmeyi sağlar [26].

Literatüre bakıldığında YSA tahmin, sınıflandırma, veri ilişkilendirme, veri filtreleme, örüntü tanıma/eşleştirme, hata saptama/arıza analizi ve teşhisi gibi farklı fonksiyonları gerçekleştirmek üzere kullanılmaktadır. Bunların dışında günlük yaşamda kullanılan finansal konulardan, istatistiğe, mühendisliğe ve tıp bilimine kadar birçok uygulamada yapay sinir ağlarından sözedilebilir. Uygulama örneklerinden bâzıları şöyle sıralanabilir [4-22]:

- Veri madenciliği
- Optik karakter tanıma ve çek okuma
- Bankalardan kredi isteyen müracaatları değerlendirme
- Kredi kartı hilelerini saptama
- Ürünün pazardaki performansını tahmin etme
- Kalite kontrolü
- İş çizelgeleri ve iş sıralaması
- Üretim plânlama ve çizelgeleme
- İletişim kanallarındaki geçersiz ekoların filtrelenmesi
- İletişim kanallarındaki trafik yoğunluğunu kontrol etme ve anahtarlama
- Zekî araçlar ve robotlar için en iyi rotayı belirleme

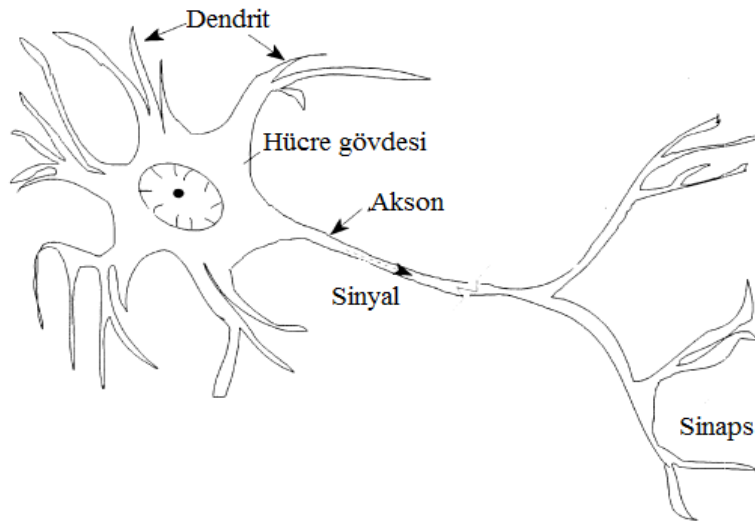
- Güvenlik sistemlerinde ses algılama ve parmak izi tanıma
- Radar ve sonar sinyalleri sınıflandırma
- Kan hücreleri reaksiyonları ve kan analizlerini sınıflandırma
- Kanseri hücrelerin belirlenmesi ve kalp krizlerinin tedavisi, protez tasarımı
- Hastane giderlerinin optimizasyonu
- Beyin modellenmesi çalışmaları
- Mekanik parçaların ömürlerinin ve kırılmalarının tahmin edilmesi
- Hava tahmini, trafik akışlarının tahmini

### 3.2.3.5 Yapay sinir ağlarının yapısı

YSA insan vücudundaki sinir hücrelerinin çalışma ilkesinden esinlenerek oluşturulmuş matematiksel modeldir. Bu yüzden yapay sinir ağlarının yapısını anlamak ve çözmek için öncelikle biyolojik sinir hücrelerini incelemek gerekir.

İnsan vücudunda milyarlarca sinir hücresi varken, sadece insan beyininde 10 milyardan fazla sinir hücresi bulunmaktadır. Buradaki her bir hücre, diğer hücrelerle bağlantı hâlinde çalışmaktadır.

Biyolojik bir sinir hücresi, Şekil 3.7 'de görüldüğü gibi soma, akson, dendrit ve sinapslardan oluşmaktadır [27].



Şekil 3.7 : Biyolojik sinir hücresi.

**Dendrit:** Hücre gövdesinden dışarı uzanan dallar diğer sinir hücrelerinden gelen sinyalleri alarak hücre gövdesine (çekirdek) iletir. Hücrenin çekirdeği ile her bir dendrit arasında farklı bir iletişim söz konusudur.

**Soma (Hücre gövdesi):** Hücre gövdesi ya da çekirdeği olarak da bilinen soma, dendritlerden gelen sinyali toplayarak diğer sinir hücrelerine gönderilmek üzere, bilgiyi aksona iletmekle yükümlüdür. Hücreyi denetler ve yönetir.

**Akson:** Soma tarafından iletilen sinyali alarak diğer sinir hücresinin dendritine ulaştırır. Ancak sinyal diğer sinir hücresine ulaştırılmadan önce akson ucundaki sinaps denilen uyarıcılara aktarılır. Burada ön işlemden geçer. Ön işlemden geçmeden toplam sinyalin doğrudan aktarılması söz konusu değildir.

**Sinaps:** Aksondan gelen bilgiyi ön işlemden geçirdikten sonra diğer sinir hücresinin dendritine iletir. Buradaki ön işlem, gelen toplam sinyalin belli bir eşik değerine göre değiştirilmesi anlamına gelmektedir. Yani toplam sinyal belli bir aralığa indirgenerek diğer sinir hücresinin dendritine ulaşmış olur. Bu açıdan, gelen toplam sinyal ile dendrite iletilen sinyal arasında bir korelasyon oluşturulur. Bu duruma bakılarak yapay sinir ağlarındaki öğrenme özelliğinin sinapslarda gerçekleştiği kuram hâline gelmiştir. Yapay sinir ağlarındaki öğrenme işlevi, sinaps ve dendritler arasındaki ağırlık katsayılarının güncellenmesi olarak düşünülmektedir [28].

Biyolojik sinir hücresi ile yapay sinir hücrelerinin işlevsel benzerlikleri kıyaslandığında Çizelge 3.8'deki tablo karşımıza çıkmaktadır [4].

**Çizelge 3.8 :** Biyolojik sinir hücresi-yapay sinir hücresi benzetimi.

<b>Biyolojik Sinir Ağı</b>	<b>Yapay Sinir Ağı</b>
Sinir sistemi	Sinirsel hesaplama sistemi
Sinir	Düğüm (sinir, proses elemanı)
Sinaps	Sinirler arası bağlantı ağırlıkları
Dendrit	Toplama işlevi
Hücre gövdesi	Etkinlik işlevi
Akson	Sinir çıkışı



Yapay sinir ağlarının çalışması kara kutuya benzemektedir. Kara kutu dışarıdan bilgileri alıp dışarıya ürettiği çıktıları vermektedir. Ara kısımda ne olduğu, modelin nasıl çalıştığı bilinmemektedir. Yapay sinir ağlarının çalışma ilkesi, kendisine gösterilen girdi kümesini (örnekleri) alıp, onları eğitim yoluyla doğru çıktıları üretecek duruma getirmesidir. Ağa gönderilen örnekler vektör hâline getirilir. Bu vektör ağa gönderilir ve buradan çıktı vektörü elde edilir. Ağın parametre değeri doğru çıktıyı üretecek şekilde düzenlenir. Girdi vektörü sayısal değerlerden oluşur, örneğin ayın günlerini gösteren sayısal değerler, bir resmin gri tonları, borsada bir hisse senedinin günlük değeri, bir ürünün talep miktarı gibi değerlerden oluşabilir. Aynı şekilde çıktı vektörü de sayısal değerlerden oluşmaktadır. Bir tahmin sonucu çıktı vektörü olabilir [26].

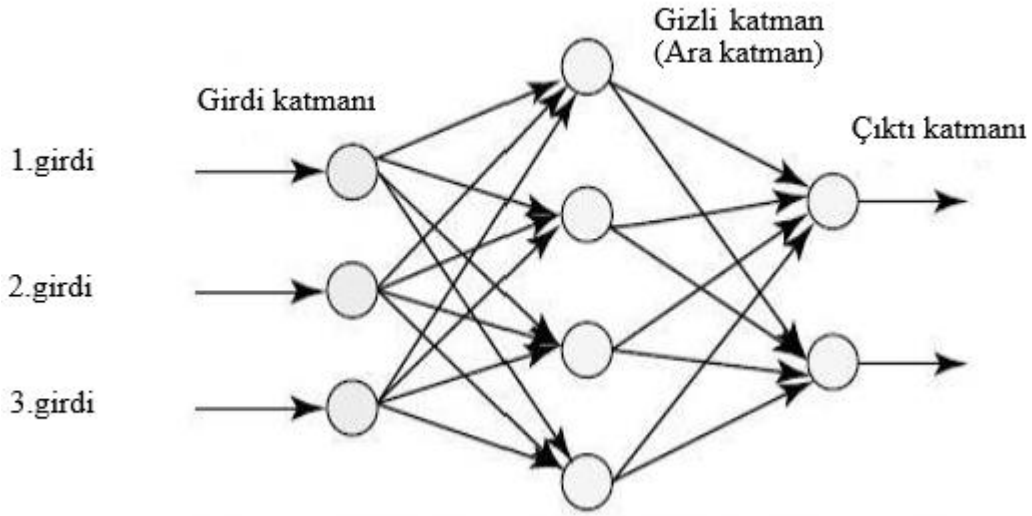
Yapay sinir ağlarının kara kutu yakıştırması Şekil 3.8’de gösterilmektedir.



**Şekil 3.8 :** Yapay sinir ağlarının kara kutu yakıştırması.

YSA, geçmişe ait gerçekleşmiş olaylardan eğitim yoluyla deneyim kazanarak öğrenmeyi gerçekleştirmektedir. Bu sâyede bilgi toplama sorunu yoktur. Ancak burada kullanılan örneklerin, bilgisayarın öğrenmesi istenen ilişkileri doğru temsil ediyor olması gerekmektedir. Problemin ağa sunum şekli, ağın sahip olduğu topolojik yapı, ağın kullandığı öğrenme stratejisi ve algoritmaları, ağın öğrenme performansını etkilemektedir. Sinir ağını oluşturan işlemci elemanlar birbiri ile sürekli etkileşim hâlindeyler [29].

YSA; girdi katmanı, gizli katman (ara katman) ve çıktı katmanı olmak üzere üç katmandan oluşmaktadır. Tüm bu katmanlardaki yapay sinir hücrelerinin birbiriyle olan bağlantılarını Şekil 3.9’da görmek olanaklıdır.

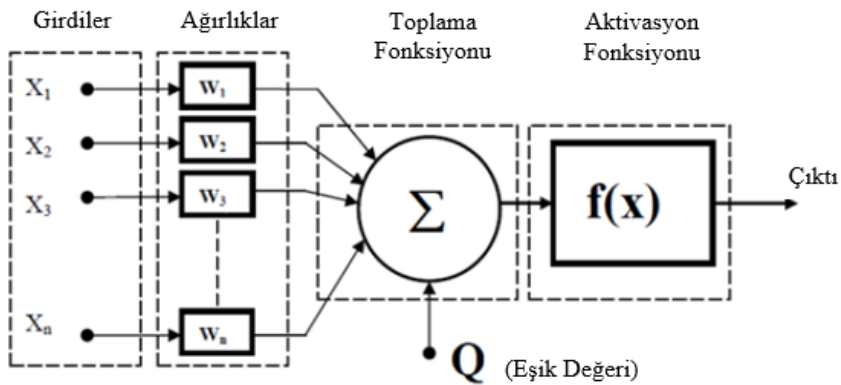


Şekil 3.9 : Çok katmanlı yapay sinir ağı.

Şekildeki çok katmanlı yapay sinir ağında 9 nöron bulunmakta olup, 3 girdi hücresi, 1 ara katman ve 2 çıktı hücresi bulunmaktadır. Biyolojik sinir ağı yapısına benzer şekilde YSA, diğer hücrelerden gelen girdi sinyallerini alır, ağırlıkları ile toplayarak ara katmanda işler, sonrasında transfer fonksiyonu ile işlem yaparak çıktı sinyaline dönüştürür.

### 3.2.3.6 Yapay sinir ağı hücresi

YSA beş temel elemandan oluşmaktadır. Şekil 3.10’da görüldüğü gibi bu bileşenler girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıktıdan meydana gelmektedir [4].



Şekil 3.10 : Yapay sinir ağı bileşenleri.

**Girdiler:** Yapay sinir hücresine dış dünyadan gelen bilgilerdir. Bilgiler dış dünyadan geldiği gibi kendisinden ya da başka hücrelerden de gelebilir. Girişler bilgileri alıp iletmekle sorumludur, herhangi bir işlemde geçmezler.

**Ağırlıklar:** Ağırlıklar bir yapay hücreye gelen bilginin önemini ve hücre üzerindeki etkisini göstermektedir. Ağırlıkların büyük ya da küçük olması, o hücrelerin önemli ya da önemsiz olduğunu göstermez. Artı ya da eksi işaretli olması, etkisinin pozitif ya da negatif olduğunu gösterir. Ağırlık değerinin sıfır olması etkisiz olduğunu gösterir ancak o hücre ağ için çok önemli olabilir.

**Toplama Fonksiyonu:** Bu fonksiyon hücreye gelen net girdiyi hesaplayarak aktivasyon fonksiyonuna iletir. Net girdiyi hesaplamak için değişik toplama fonksiyonları kullanılmaktadır. En yaygın olanı, her gelen girdi değerinin kendi ağırlığı ile çarpılarak ağırlıklı toplama ulaşmasıdır. Literatürde toplama fonksiyonu için belli bir formül yoktur, tasarımcı deneme yoluyla kendi fonksiyonunu belirler. Her hücre aynı toplama fonksiyonunu kullanmak zorunda değildir. Kullanılabilecek toplama fonksiyonları toplam, çarpım, en az (minimum), en çok (maksimum), signum olmak üzere Çizelge 3.9’da gösterilmiştir [28].

**Çizelge 3.9 :** Kullanılabilecek toplama fonksiyonları.

Fonksiyonun Adı	Fonksiyon
Toplam	$Net\ Girdi = \sum_i G_i W_i$
Çarpım	$Net\ Girdi = \prod_i G_i W_i$
Maksimum	$Net\ Girdi = maks(G_i W_i)$
Minimum	$Net\ Girdi = \sum_i min(G_i W_i)$
Çoğunluk (Signum)	$Net\ Girdi = \sum_i sgn(G_i W_i)$
Kümülatif Toplam	$Net\ Girdi = Net_{eski} + \sum_i G_i W_i$

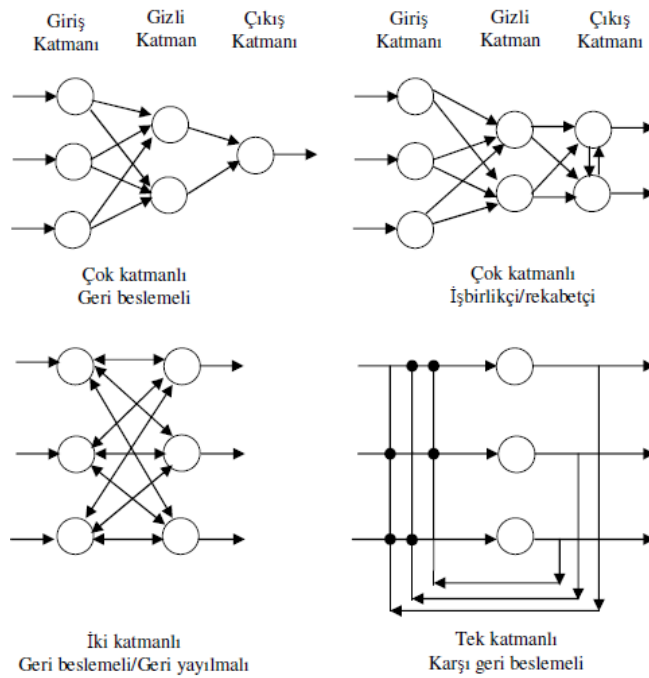
**Aktivasyon (Etkinlik-Transfer) Fonksiyonu:** Bu fonksiyon, hücreye gelen net girdiyi işleyerek, girdiye karşılık üreteceği çıktıyı belirler. Toplama fonksiyonunda olduğu gibi aktivasyon fonksiyonu içinde değişik formüller bulunmaktadır. Aktivasyon fonksiyonu için hangi fonksiyonun kullanılacağı, sinir ağının verilerine ve

ne öğrenmek istediğine göre değişmektedir. Tüm proses elemanları aynı fonksiyonu kullanmak zorunda değildir. Bir kısmı aynı fonksiyonu kullanıp diğerleri farklı fonksiyonlar deneyebilirler. Bâzı modellerde bu fonksiyonun türevinin alınabilir olması şart koşulmaktadır. Genellikle doğrusal olması, yeğlenmeyen bir fonksiyondur. Aktivasyon fonksiyonları içinde en çok kullanılan sigmoid ve tanjant hiperbolik fonksiyonlardır. Özellikle çok katmanlı algılayıcı modellerde yaygın olarak sigmoid fonksiyon kullanılmaktadır. Aktivasyon fonksiyonları çıktı değerlerinin belli sınırlar ([0,1] ya da [-1,1]) içerisinde kalmalarını sağlarlar [4].

**Hücre Çıktısı:** Aktivasyon fonksiyonu tarafından belirlenen çıktı değeridir. Üretilen çıktı dış dünyaya gönderildiği gibi, başka bir sinir hücresine ya da kendi hücresine girdi olarak gönderilebilir. Bir hücre birden fazla çıktısı varmış gibi görünse de tek bir çıktı değerine sahiptir.

### 3.2.3.7 Yapay sinir ağları mimarîleri

YSA birçok sinir hücresinin birbirine değişik şekillerde bağlanmasıyla oluşmaktadır. Hücre çıkışları kendisine ya da bir başka sinir hücresine girdi olarak bağlanabilmektedir. İçerisinde birçok nöron bulunduran ağlar, belli topolojilerle tanımlanmaktadır. Bunlardan en yaygın olanları Şekil 3.11’de gösterilmiştir [4].



Şekil 3.11 : Yapay sinir ağları mimarîleri (topolojiler).

**İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları (Feed Forward Networks):** Doğrusal olmayan statik bir işlev gerçekleştirir. İleri besleme sinir ağlarında, proses elemanları arasındaki bağlantılar bir döngü oluşturmazlar ve bu ağlar genellikle veriye hızlı şekilde çıktı verirler. Bu ağlara perceptron, multi layer perceptron, radial basis function ağları örnek gösterilebilir.

İleri beslemeli ağların genel özellikleri [28]:

- Katmanlar ardışık şekilde bir araya getirilir Bir katmandaki hücre çıkışları, ağırlıklar üzerinden bir sonraki katmana hücre girişi olarak uygulanır.
- Gizli katmanlardaki nöronların doğrusal olmayan davranışlarından ötürü, ağıın toplam davranışı da doğrusal değildir.
- Ağıın giriş ve çıkış katmanlarındaki nöron sayısı, problem yapısına göre belirlenir. Gizli katman için ise herhangi bir yöntem yoktur, deneyim ve örneklerden yola çıkılarak deneme yöntemi ile uygun çözüm bulunur.
- Veri akışı girişten çıkışa doğru ileri yönlüdür. Gecikme yoktur.

**Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağları (Recurrent Networks, Feedback Networks):**

Geri beslemeli YSA, genellikle danışmansız öğrenme kurallarının uygulandığı ağlarda kullanılmaktadır. Bu ağ mimarisinde en az bir hücrenin çıkışı, kendisine ya da diğer hücrelere giriş olarak verilir ve geri besleme genellikle bir geciktirme elemanı üzerinden yapılır. Geri besleme, bir katmandaki hücreler arasında olduğu gibi katmanlar arasındaki hücreler arasında da yapılabilir. Bu ağlar doğrusal olmayan dinamik bir davranış sergilemektedir.

Geri beslemeli ağlarda bağlantılar döngü içerirler ve her seferinde yeni veri kullanabilmektedirler. Ağlardaki döngü nedeniyle girdinin karşılığını yavaş şekilde oluştururlar, bu nedenle geri beslemeli ağları eğitme süreci uzun sürmektedir.

Geri beslemeli ağlara örnek olarak Hopfield, Kohonen, Elman ve Jordan ağları söylenebilir [28].

### **3.2.3.8 Yapay sinir ağlarının öğrenme algoritmaları**

YSA belirli bir uygulama için yapılandırıldıktan sonra öğrenmeye hazırdır. Prosesin başlatılacağı ilk ağırlıklar rastgele seçilir ve sonrasında öğrenme başlar. Genel olarak 3 öğrenme algoritması kullanılır.

- Danışmanlı öğrenme

- Danışmansız öğrenme
- Destekleyici (Takviyeli) öğrenme

Bunların dışında öğrenme çeşitlerinin bir arada bulunduğu karma öğrenme stratejileri de bulunmaktadır [26].

**Danışmanlı öğrenme:** Denetimli/danışmanlı öğrenmede ağ her giriş modeli için doğru bir yanıt (çıkış) üretir. Ağırlıklar bilinen doğru yanıtlara olabildiğince yakın yanıtlar üretmek için belirlenir.

**Danışmansız öğrenme:** Denetimsiz/danışmansız öğrenme, eğitim veri kümesindeki her giriş modeli ile ilişkili doğru bir yanıt gerektirmez. Verilerin yapısını, veri kümesindeki örneklerin korelasyonunu, bu korelasyona göre örneklerin sınıflandırılmasını düzenler. Karma/melez öğrenme şekli ise danışmanlı ve danışmansız öğrenme çeşitlerinin birlikte kullanılmasıdır. Ağırlıklardan bazıları danışmanlı öğrenme ile seçilirken, diğerleri danışmansız öğrenme yöntemiyle seçilmektedir.

**Destekleyici öğrenme:** Takviyeli öğrenme şekli, ağ çıktılarının doğruluğu üzerine donatılmış denetimli öğrenme çeşididir [30].

### 3.2.3.9 Yapay sinir ağlarında öğrenme ve test etme

Yapay sinir ağlarında proses elemanlarının bağlantılarının ağırlık değerlerinin belirlenmesine “ağın eğitilmesi” denir. Başlangıçta ağırlıklar rastgele belirlenirken, ağa örnekler tanıtıldıkça ağırlık değerleri değişmektedir. Amaç, ağa gösterilen örnekler için doğru çıktıyı üretecek ağırlık değerlerini bulmaktır. Ağın doğru ağırlık derecesine ulaşması, temsil ettiği olay hakkında genelleme yapabilme yeteneğine, yâni ağın öğrenme yeteneğine kavuşması demektir. İlk aşamada ağa gösterilen örnekler için çıktı üretilir. Sonrasında çıktı değerinin doğruluk derecesine göre ağırlıklar değiştirilir. Bu şekilde yeniden çıktı üretilerek performans değerlendirmesi yapılır, yâni ağ test edilir. Test etme sırasında ağın ağırlıkları değiştirilmez. Test örnekleri ağa gösterilerek yeniden çıktı üretilir. Elde edilen çıktıların doğruluk derecesine göre ağın öğrenmesi hakkında bilgi edinilir. Eğitimde kullanılan örneklem kümesine eğitim seti, test için kullanılan örnekleme test seti denilmektedir [26].

Sinir ağlarının eğitilmesi sırasında istenilen hata düzeyine ulaşılmadığı zaman, ağın olayı öğrenme sürecinde birtakım değişiklikler yapılarak ağın yeniden eğitilmesi

gerekebilir. Bu değişiklikler farklı eğitim verilerinin kullanılması, ara katman sayısının, işlemci eleman sayısının ya da sinir ağı topolojisinin değiştirilmesi, öğrenme algoritmalarının ve momentum katsayılarının, parametrelerin, epok sayısının değiştirilmesi, problemin sunum şekli ve örneklerin değiştirilerek yeni örnek kümesinin oluşturulması şeklinde olabilir.

İleri beslemeli bir sinir ağıının eğitim ve test aşamalarını içeren akış diyagramı Şekil 3.12’de gösterilmiştir [4].



Şekil 3.12 : İleri beslemeli bir sinir ağıının eğitim ve test aşamaları.

### 3.3 Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi

Geleceğe yönelik tahminlerde tahmin ediciler için doğru yöntemi seçebilmek oldukça önemlidir. Shim'e göre [3] tahmin yöntemleri; doğruluk düzeyi, mâliyet, zaman, tahminin kesin ya da kesin olmama durumu ve verilerin varlığına göre sıralanmıştır.

Neden tahmine gereksinim duyarız ? Doğruluk payının önemi niteliksel ya da yargısal, zaman serileri, nedensel, markov ve dolaylı yöntemler üzerinde yüksek doğruluk düzeyinden düşük düzeye göre Çizelge 3.10'da gösterilmiştir.

**Çizelge 3.10 :** Tahmin yöntemlerinin doğruluk düzeyine göre sıralanması.

Teknikler	Doğruluk payı: Neden tahmine ihtiyaç duyarız?	Sıralama
Niteliksel ya da yargısal	Yüksek doğruluk	Delphi yöntemi Pazar araştırması Satış gücü yoklama Uzman görüşü
	Düşük doğruluk	
Zaman serileri	Yüksek doğruluk	Box-jenkins Klasik ayrışma Üstel düzeltme Hareketli ortalama Trend analizi
	Düşük doğruluk	
Nedensel, Markov ve dolaylı	Yüksek doğruluk	Girdi-çıkı analizi Ekonometrik modelleme Regresyon Anket Yaşam döngüsü analizi
	Düşük doğruluk	

Tahmin için ne kadar paraya gereksinimimiz var ? Niteliksel ya da yargısal, zaman serileri, nedensel, markov ve dolaylı yöntemler üzerinde mâliyetin düşük düzeyden yüksek düzeye doğru sıralaması Çizelge 3.11'de gösterilmiştir.



**Çizelge 3.11 : Tahmin yöntemlerinin mâliyete göre sıralanması.**

Teknikler	Maliyet: Ne kadar paraya ihtiyaç var?	Sıralama
Niteliksel ya da yargısal	Düşük maliyet	Uzman görüşü Satış gücü yoklama Pazar araştırması
	Yüksek maliyet	
Zaman serileri	Düşük maliyet	Trend analizi Hareketli ortalama Üstel düzeltme Klasik ayrışma Box-jenkins
	Yüksek maliyet	
Nedensel, Markov ve dolaylı	Düşük maliyet	Regresyon Yaşam döngüsü analizi Ekonometrik modelleme Girdi-çıkı analizi
	Yüksek maliyet	

Yapılacak tahmin ne zaman kullanılacak ? Niteliksel ya da yargısal, zaman serileri, nedensel, markov ve dolaylı yöntemler üzerinde tahminin kısa teslim süresinden uzun teslim süresine doğru sıralaması Çizelge 3.12’de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.12 : Tahmin yöntemlerinin zamana göre sıralanması.**

Teknikler	Zaman: Yapılacak tahmin ne zaman kullanılacak?	Sıralama
Niteliksel ya da yargısal	Kısa teslim süresi	Uzman görüşü Satış gücü yoklama Pazar araştırması Delphi yöntemi
	Uzun teslim süresi	
Zaman serileri	Kısa teslim süresi	Trend analizi Hareketli ortalama Üstel düzeltme Klasik ayrışma Box-jenkins
	Uzun teslim süresi	
Nedensel, Markov ve dolaylı	Kısa teslim süresi	Markov Regresyon Yaşam döngüsü analizi Anket Ekonometrik modelleme Girdi-çıkı analizi
	Uzun teslim süresi	

Yapılacak tahmini kim kullanacak ? Niteliksel ya da yargısal, zaman serileri, nedensel, markov ve dolaylı yöntemler üzerinde yapılan tahminin kesinlik sıralaması Çizelge 3.13’de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.13 :** Tahmin yöntemlerinin kesinliğe göre sıralanması.

Teknikler	Form: Tahmini kim kullanacak?	Sıralama
Niteliksel ya da yargısal	Kesin tahmin	Pazar araştırması Uzman görüşü Satış gücü yoklama Delphi yöntemi
	Kesin olmayan tahmin	
Zaman serileri	Kesin tahmin	Tüm tahmin yöntemleri benzer kesinlik seviyesinde
	Kesin olmayan tahmin	
Nedensel, Markov ve dolaylı	Kesin tahmin	Tüm tahmin yöntemleri benzer kesinlik seviyesinde
	Kesin olmayan tahmin	

Tahmin yaparken ne kadar veriye gereksinimimiz var ? Niteliksel ya da yargısal, zaman serileri, nedensel, markov ve dolaylı yöntemler üzerinde yapılan tahminin veri varlığına göre sıralanması Çizelge 3.14’de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.14 :** Tahmin yöntemlerinin veri gereksinimine göre sıralanması.

Teknikler	Veri: Elimizdeki mevcut veri ne kadar?	Sıralama
Niteliksel ya da yargısal	Veri ihtiyacı çok	Tüm tahmin yöntemleri genellikle benzer, tarihsel data ihtiyacı az
	Veri ihtiyacı az	
Zaman serileri	Veri ihtiyacı çok	Tüm tahmin yöntemleri benzer, en az 2 yıllık data ihtiyacı
	Veri ihtiyacı az	
Nedensel, Markov ve dolaylı	Veri ihtiyacı çok	Girdi-çıkı analizi Ekonometrik modelleme Yaşam döngüsü analizi Markov Regresyon Anket
	Veri ihtiyacı az	

### 3.4 Tahmin Hata Ölçümü

Tahmin hata ölçümü, tahmin yapıldıktan sonra kullanılan modelin doğruluğu ve geçerliliğini göstermek için kullanılmaktadır.

İyi bir tahmin yöntemi, rastgele değişkeni değil sistematik bileşeni yakalamalıdır. Rastgele değişken tahmin hatasını yansıtır. Tahmin hatası, aşağıdaki iki nedenden dolayı dikkatli bir şekilde analiz edilmelidir [12]:

- Yöneticiler, kullanılan tahmin yönteminin, talebin sistematik bileşenini doğru bir şekilde tahmin edip etmediğinin kararını vermek için hata analizlerini kullanırlar.
- Beklenmedik tüm arıza plânları, tahmin hatasını dikkate almalıdır.

Tahmin hatasının yâni gözlenen değerle gerçek değer arasındaki sapmanın az olması, işlemin doğru ve verimli olduğunu gösterir. Tahmin hatası, aşağıdaki formülle ifade edilmektedir [26]:

$$e_t = z_t - y_t \quad (3.32)$$

Tahmin performansını ölçmek için literatürde standart sapma, ortalama mutlak sapma, ortalama yüzde hata, ortalama mutlak yüzde hata gibi birçok ölçüt kullanılmaktadır [26].

**Standart sapma:** Tahmin hatalarının kareleri toplamının “veri sayısı-1” değerine oranının kareköküdür ve aşağıdaki formülle ifade edilmektedir.

$$SDE = \sqrt{\sum_{t=1}^n \frac{e_t^2}{n-1}} \quad (3.33)$$

**Ortalama Mutlak Sapma:** Mutlak değerleri kullanarak tahmindeki ortalama hatayı bulmaktır. Ortalama mutlak sapma, izleme sinyallerini elde etmedeki basitliği ve kullanım elverişliliği nedeniyle son zamanlarda yeğlenmektedir.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} \quad (3.34)$$

Tahmindeki hatalar normal dağılıma sahip ise ortalama mutlak sapma ile standart sapma arasındaki ilişki:

SDE = 1,25 MAD ya da 1 MAD = 0,8 SDE şeklindedir.

**Ortalama Hata:** Hataların yönünü dikkate alarak fazla ya da az tahmin etmeye eğilim gösterir. MAD' den farkı, tahmin hatasının eğilim yönünü göstermektedir. Tahmin gerçek talepten fazla ise bu değer pozitif, az ise negatif olacaktır.

$$BIAS = \frac{\sum_{t=1}^n e_t}{n} \quad (3.35)$$

**Ortalama Yüzde Hata:** Tahminin sürekli olarak daha yüksek ya da daha düşük olup olmadığını görmek için kullanılan yöntemdir.

$$MPE = \frac{1}{n} \times \sum_{t=1}^n \frac{e_t}{z_t} \times 100 \quad (3.36)$$

MPE değerinin 0 çıkması, tahminin sürekli olarak negatif ya da pozitif yöne gitmediğini gösterir. Sonuç büyük pozitif bir yüzde ise yöntem gerçeğe göre fazla tahmin ediyor, negatif ise gerçeğe göre daha az tahmin ediyor demektir.

**Ortalama Mutlak Yüzde Hata:**

MAPE, her bir zaman periyodu için mutlak hata toplamının, gerçek değerine bölümüdür. Sonuç yüzdesel olduğundan 100 ile çarpılır. Literatüre bakıldığında MAPE'nin tüm yöntemler içinde en çok kullanılan hata ölçütü olduğu ortaya çıkmıştır.

$$MAPE = \frac{1}{n} \times \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{z_t} \times 100 \quad (3.37)$$

Yöntem farklı gözlem sayısına, zaman aralığına sahip tahmin modelleri arasında karşılaştırma yapar ve tüm hata yüzdelerini eşit şekilde ağırlıklandırır.

**Ortalama Hata Kare:** Her bir tahmin hatasının kareleri toplamının gözlem sayısına oranıdır.

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n} \quad (3.38)$$

**Ortalama Hata Karesinin Kökü:** Akademik alanda araştırma konularında, endüstriyel alanda birimsiz olmamasına rağmen en çok kullanılan ölçüt RMSE olmuştur. Birimsiz en çok kullanılan ölçüt ise MAPE'dir.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n \left(\frac{e_t}{z_t}\right)^2}{n}} \quad (3.39)$$

**Ortalama Yüzde Hata Karesinin Kökü:** RMSE'nin yüzdesel ölçütü olarak karşımıza çıkmaktadır. Modelde küçük tahmin hatalarının önemsenmediği ancak büyük tahmin hatalarının kabul edilemediği durumlarda bu ölçüt hesaba katılmalıdır.

$$RMSP E = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n \left(\frac{e_t}{z_t}\right)^2}{n}} \times 100 \quad (3.40)$$

**Theil Eşitsizlik Katsayısı:** Bu katsayıya göre tahmin yöntemi ile uygulanan yöntemin performansı kıyaslanmaktadır.

$$U = \sqrt{\frac{\frac{1}{n} \sum_t (e_t - z_t)^2}{\frac{1}{n} \sum_t e_t^2 + \frac{1}{n} \sum_t z_t^2}} \quad (3.41)$$

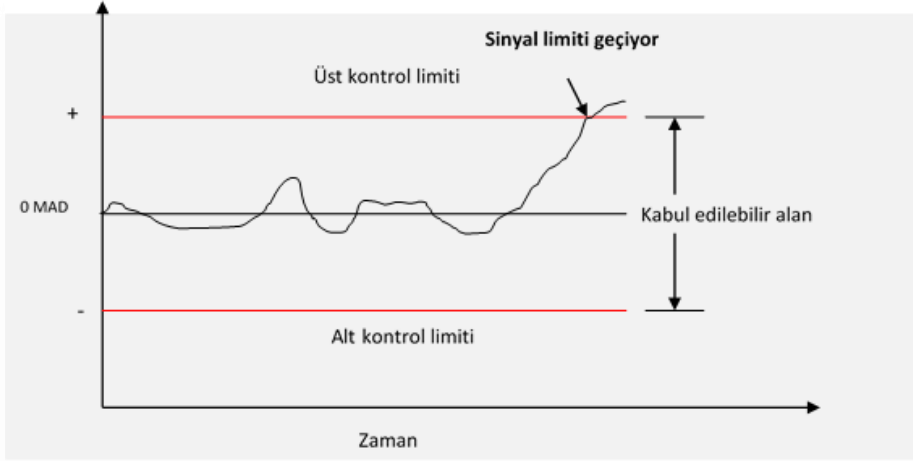
$e_t = z_t$  ise  $U=0$  olur ve doğru tahmin yapılmış olur.

$z_t = 0$  ise  $U=1$  olur ve model tahmin yöntemi kadar başarılıdır.

**İzleme sinyali:** Ortalama tahmin hataları toplamının (BIAS), ortalama mutlak sapmaya (MAD) oranıdır. Tahmin etmede izleme sinyali, tahminin gerçek durumun ne kadar altında kaldığını ya da üstüne çıktığını yansıtan ortalama mutlak sapma sayısıdır.

$$IS = \frac{BIAS}{MAD} \quad (3.42)$$

İzleme sinyali -1 ve 1 arasında bir değer almaktadır. Pozitif ve negatif sinyaller, talebin tahmine göre fazla ya da az olduğunu göstermektedir. Sinyaller hesaplandıktan sonraki kontrol kısmı, önceden belirlenen kontrol limitlerini aşp aşmamasıdır. İzleme sinyali alt veya üst sınırı aşarsa tahmin yöntemi incelenmeli, model katsayıları değiştirilerek yeniden tahmin edilmeli ya da farklı yöntemler denenmelidir. Şekil 3.13'de, kabul edilebilir alanı aşan izleme sinyalini görmek olanaklıdır [26].



**Şekil 3.13 :** İzleme sinyali.

Literatüre göre araştırmacılar çalışmalarında tahmin doğruluğunu ve performansını ölçmek amacıyla genellikle MAPE, MAD ve MSE ölçütlerini kullanmışlardır [26].

### 3.5 Literatürde Kullanılan Tahmin Yöntemleri

1960'lı yıllardan itibaren tahminleme konusunda yapılan araştırmalarda büyük ölçüde gelişme olduğu öne sürülmektedir [31]. Talep tahminleme konusu şirketlerin geleceği açısından günümüzde de büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle geçmişten günümüze yeni yöntemler denenmektedir. Şimdiye kadar yapılmış talep tahmin çalışmalarından bazıları sektöre ve kullanılan yöntemlere göre Çizelge 3.15'de, Çizelge 3.16'da ve Çizelge 3.17'de yer almaktadır. Tahminleme konusu turizm, perakende, reklâm, gıda, elektrik, enerji, ilaç sektörü gibi pek çok alanda gereksinim duyulduğundan uygulamaya alınmıştır. Kullanılan yöntemler Delphi tekniği, zaman serileri, ARIMA, yapay sinir ağı, bulanık yöntemler gibi tahmin yapılacak alana, zaman aralığına, veri varlığına göre değişiklik göstermektedir.

**Çizelge 3.15 : Tahmin yöntemleri literatür örnekleri-1.**

<b>Çalışma Alanı/Sektör</b>	<b>Yöntem ve Uygulamalar</b>	<b>Referans/Yıl</b>
Turizm & Eğlence Sektörü	ARIMA Yöntemi	[32] 2000
Bütünleşik Perakende Sektörü	Zaman Serileri Analizinde Çoklu Regresyon Kullanımı ve Yapay Sinir Ağıyla Yapılan Tahminleme	[33] 2001
Su Tedârik Sisteminde Suya Olan Talep	Zaman Serileri Analizi Yöntemi	[34] 2002
Perakende Sektörü	Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Modeller	[35] 2003
Gıda Sektörü	Logaritmik Regresyon Modeli	[36] 2005
Reklâm Sektörü (Televizyon Satışları)	Delphi yöntemi ve Grass Roots Tahmin Metodolojisi	[37] 2008
Gıda Sektörü-Kuru Kayısı Talebi	Yapay Sinir Ağı	[4] 2011
Elektrik Sektörü	Parçacık Sürüsü Optimizasyonu (PSO) Optimal Fourier Yöntemi ile Mevsimsel ARIMA Yönteminin Birlikte Kullanılması	[38] 2012
Eneji Sektörü (Gün İçi Değişkenlik)	Periyodik Otoresresyon ve Dinamik Etmten Modelleri	[39] 2013
Hava Taşımacılığı	Tekil Spektrum Analizi (SSA) Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi Parçacık Sürüsü Optimizasyonu (PSO)	[40] 2014
İlaç Endüstrisi	Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi Yapay Sinir Ağı	[41] 2014

**Çizelge 3.16 :** Tahmin yöntemleri literatür örnekleri-2.

<b>Çalışma Alanı/Sektör</b>	<b>Yöntem ve Uygulamalar</b>	<b>Referans/Yıl</b>
Otomobil Sektörü	Üstel Düzeltim ve Hareketli Ortalama Yöntemi	[42] 1971
Elektrik Sektörü	Bulanık Sinir Ağı, Yapay Sinir Ağı ve ARIMA	[43] 1998
Eğitim Sektörü	Regresyon Analizi ve Yapay Sinir Ağı	[44] 1999
Turizm Sektörü	Holt Üstel Düzleştirme, Hareketli Ortalama, Çoklu Regresyon ve Yalın Yaklaşım Yöntemi	[45] 2000
Turizm Sektörü	Hareketli Ortalama, Üstel Düzeltim ve Çoklu Regresyon Analizi	[46] 2001
Tedârik Zinciri	Yapay Sinir Ağları	[47] 2003
Sağlık Sektörü	Yapay Sinir Ağları	[48] 2008
Tekstil Sektörü	Evrimsel Yapay Sinir Ağı ve SARIMA Modeli	[49] 2008
Enerji Sektörü	Simülasyon Modeli ve Yapay Sinir Ağı	[50] 2008
Yağış Miktarı Tahmini	Yapay Sinir Ağları	[51] 2009
Otomotiv Sektörü	GM (1,1) Modeli ve Yuvarlamalı Gri Model	[52]2009
Enerji Sektörü	Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon Modeli, Üstel Düzleştirme ve Yapay Sinir Ağı	[53]2009
Elektrik Sektörü	Yalın Yöntem, ARIMA ve Yapay Sinir Ağı	[54]2007

Literatüre baktığımızda farklı sektörlerde tahmine gereksinim duyulduğu görülmektedir. Doğru ve bilimsel sonuca ulaşmak için daha çok niceliksel yöntemlerden olan sayısal modeller kullanılmaktadır. Çalışmalarda zaman zaman iki sayısal model ya da sayısal ve sezgisel modeller birarada karşılaştırılarak hangisinin daha az sapma gösterdiği, gerçeğe yakınlık düzeyi saptanmıştır. Çizelge 3.17’de bu tür örnekleri görmek olanaklıdır.



**Çizelge 3.17 : Tahmin yöntemleri literatür örnekleri-3.**

<b>Çalışma Alanı/Sektör</b>	<b>Yöntem ve Uygulamalar</b>	<b>Referans/Yıl</b>
Tüm Sektörlerden Analiz	Yapay Sinir Uygulamaları	[55] 1997
Enerji Sektörü	Yapay Sinir Ağı	[56] 2000
Güç-Enerji Sektörü	Yapay Sinir Ağıyla Geliştirilmiş Gri (1,1) Model - ARIMA	[57] 2003
Üretim Sektörü	Yapay Sinir Ağı - Box-Jenkins mevsimsel ARIMA	[58] 2005
Elektrik Sektörü	Trigonometrik Gri Model - Klasik Gri Model - ARIMA	[59] 2006
Baskılı Devre Kartı Endüstrisi	Bulanık Geri Yayılım Ağını (Fuzzy Back-Propagation Network - FBPN)	[60] 2006
Süt Ürünleri Sektörü	Radyal Tabanlı Fonksiyon (RTF) Sinir Ağı ve Özel Tasarlanmış Genetik Algoritma Modeli	[61] 2006
Turizm Sektörü	Delphi Tekniği - Hareketli Ortalama Basit Üstel Düzeltme - Holt's ve Winter's Üstel Düzeltme - ARIMA	[62] 2007
Elektrik Sektörü	Yapay Sinir, Zaman Serileri ve ANOVA	[63] 2007
Havadaki Polen Konsantrasyonu Tahmini	Zaman Serisi, Sinir ve Sinir-Bulanık Yöntemleri	[64] 2007
Entegre Devre Çıkışları Tahmini	Gri İlişkisel Analiz ile Birlikte Çok Değişkenli Gri Modeli Yaklaşımı	[65] 2009
FMCG (Hızlı Tüketim Ürünleri) Sektörü	İstatistiksel Yöntemler ile Geliştirilmiş Genetik Algoritmanın Entegre Modeli	[66] 2009
Tedarik Zinciri	Yapay Sinir Ağı Tabanlı Model	[67] 2009
Eneji - Güç Sektörü (Rüzgar Hız Tahmini)	Deneysel Ayrışma Modu (Empirical Mode Decomposition – EMD) ve Tekrarlı ARIMA (Recursive ARIMA – RARIMA)	[68] 2015

Yapay sinir ağılarına yönelik pek çok uygulama bulunmaktadır. Uygulamalardan bir diğeri Wong vd. [55] tarafından 1988-1995 yılları arasında yapay sinir ağlarıyla yapılan iş uygulamaları analizidir. Literatürde, eldeki verilere göre sınıflandırma yapılmıştır. Bunlar yayın yılı, uygulama alanı (muhasabe/denetim, finans, insan kaynakları, bilgi sistemleri, pazarlama /dağıtım, üretim vs), problem etkinlik alanı (yapılandırılmış/yarı yapılandırılmış/yapılandırılmamış), karar proses aşaması (zekâ, tasarım, seçim vs.), yönetim düzeyi (operasyonel kontrol, stratejik plânlama vs.), iş bağımlılık düzeyi (kişisek destek, grup desteği vs.), gelişim araçları (programlama dili, sinir ağı araçları), kurumsal/akademik etkileşim, teknoloji bütünleşmesi, karşılaştırmalı çalışma, ana (majör) katkı gibi sınıflandırmalardır.

Yapay sinir ağları yaygın olarak enerji yönetim süreçlerinde kullanılmaktadır. Argiriou vd. [56] güneş binaları denilen yüksek ısı eylemsizliği (ataleti) olan binaların enerji talebini optimize etmek için yapay sinir ağı modelini kullanmışlardır.

Hsu ve Chen [57] Tayvan güç talep tahmini üzerine yapay sinir ağıyla geliştirilmiş gri (1,1) model kullanmışlardır. Bu modelin doğruluğu ve etkinliğini test etmek için ARIMA ve orijinal gri model sonuçları ile gerçek değerler karşılaştırıldığında geliştirilmiş gri modelin öngörü doğruluğunu arttırdığı gözlenmiştir.

Zhang ve Qi [58] çalışmasında yapay sinir ağlarının mevsimsellik ve trend etkisinin dahil edildiği ya da bunlardan arındırılmış durumdaki tahmin performanslarını incelemişlerdir. Tüm bu sonuçlar Box-Jenkins mevsimsel ARIMA modeli ile kıyaslandığında, yapay sinir ağı modelinin eğilim ve mevsimsellikten ayrıştığı durumda tahmin hatalarının azaldığı ve daha doğru sonuçlar elde edildiği sonucuna varılmıştır.

Zhou vd. [59] elektrik talep tahminlemede trigonometrik gri model yaklaşımı geliştirmiştir. Yeni model, klasik gri model ve ARIMA yöntemleri ile talep tahmini yapılarak sonuçlar karşılaştırılmış ve yeni modelin daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Baskılı devre kartı (PCB) endüstrisindeki satış tahmini için Chang ve Wang [60] bulanık mantık ve yapay sinir ağlarının bütünleştirildiği bulanık geri yayılım ağını (FDPN: Fuzzy Back-Propagation Network) kullanmışlardır. Diğer yöntemlerle kıyaslandığında bulanık geri yayılım ağının MAPE ölçümleri daha iyi performans sergilemiştir.

Doganis vd. [61] kısa raf ömrüne sahip olan günlük süt satışı tahmini üzerine iki yapay zekânın birarada bulunduğu radyal tabanlı fonksiyon (RTF) sinir ağı ve özel tasarlanmış genetik algoritma modelini önermişlerdir. Model, süt ürünleri üreten önemli bir firmadan alınan taze süt satış verilerine başarıyla uygulanmıştır.

Ankara'da 5 yıldızlı otelin talep tahminine yönelik Yüksel [62], 149 aylık veri serisi ile hareketli ortalama, basit üstel düzeltme, Holt's ve Winter's üstel düzeltme ve ARIMA tahmin yöntemlerini kullanarak hata ölçümleri sonuçlarını karşılaştırmıştır. Yöntemlere taban oluşturması için 2 Delphi paneli yapılmıştır: Değişkenlerin belirlenmesi paneli ve çevresel izleme paneli. İkinci panel grubu; analitik hiyerarşi prosesi (AHP) temelli yaklaşım ile Winter'ın çarpma tahminlerini düzeltmek için kullanılmıştır. Uygulama, tahmin ve düzeltme süreçleri ile talep tahmini yapılmasını ve talep dalgalanmalarından kaynaklanan krizi önlemeye yardımcı olmuştur.

Azadeh vd. [63] elektrik tüketim tahmini için denetimli çok katmanlı perseptron (MLP: Multi Layer Perceptron) ağına dayanan bir yapay sinir ağı (YSA) yaklaşımı üzerinde çalışmışlardır. Yapay sinir ağını eğitmek için zaman serisi tekniklerinden ön işlenmiş veri çıkartılmıştır. Önceki çalışmalarda tahmin hatasına göre bir değerlendirme yapılırken, bu çalışma varyans analizi (ANOVA) yoluyla yapay sinir ağı yönteminin avantajını göstermektedir. Gerçek veriler YSA ve konvansiyonel regresyon analizi ile karşılaştırılmıştır. Ağı eğitmek ve test etmek için İran'ın geçmiş 20 yıllık, aylık elektrik tüketim verisi toplanmıştır.

Aznarte vd. [64] zaman serisi, sinir ve sinir-bulanık yöntemlerle havadaki polen konsantrasyonu tahmini konusunu çalışmışlardır. Daha önce bu problemle ilgili genelde basit doğrusal regresyon ve otopregresif modeller (ARIMA) kullanılmıştır. Birkaç çalışmada sinir, sinir-bulanık gibi yapay zekâ tabanlı araçlar kullanılmıştır. Deneysel sonuçlar sinir-bulanık modellerin klasik istatistiksel yöntemlere göre daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Bütünleşik devre çıkışları tahmini için Hsu ve Wang [65] gri ilişkisel analiz ile birlikte çok değişkenli gri modeli kullanarak yeni bir tahmin yaklaşımı önermektedir. Çalışmada yalın yöntem, basit düzeltme, çift düzeltme, Holt-Winter yöntemi, aşamalı regresyon, gri model GM(1,1) ve GM(1,6) kullanılarak karşılaştırma yapılmış ve son üç yöntemin en iyi sonuçları verdiği gözlenmiştir.

Sayed vd. [66] istatistiksel yöntemler ile geliştirilmiş genetik algoritmanın bütünleştirildiği bir model önermişlerdir. Geliştirilmiş genetik algoritma, istatistiksel yöntemler arasında en iyi ağırlıkları seçmek ve kârı enbüyükleyecek tahmin faaliyetlerini optimize etmek için kullanılır. Çalışmada farklı ürün tipleri kullanılmış ve sonuçlar, önerilen modelin geleneksel istatistiksel yöntemlere göre daha iyi sonuçlar verdiğini ortaya çıkarmıştır.

Lee ve Ou-Yang [67] tedârikçi seçim sürecinde tedârikçinin teklif sürelerini tahmin etmek için yapay sinir ağı tabanlı bir model geliştirmiştir. Model sâyesinde müşteri alternatif teklifleri ve ilgili tedârikçinin sonraki teklif fiyatları arasındaki ilişkiyi öngörebilmektedir.

Liu vd. [68] demiryolu kuvvetli rüzgar uyarı sistemi için rüzgar hızını tahmin etmeye yönelik deneysel ayrışma modu (Empirical Mode Decomposition – EMD) ve tekrarlı yinelemeli ARIMA (Recursive ARIMA – RARIMA) modelini önermişlerdir. Sonuçlar, önerilen modelin geleneksel ARIMA, kalıcı rassal yürüyüş modeli (Persistent Random Walk Model – PRWM) ve geri yayılımlı (Back Propagation – BP) sinir ağı modeline göre zaman ve doğruluk açısından daha iyi performans sağladığını göstermiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan cam sektörüne yönelik tahmin konusunda daha önce yapılmış çok sayıda çalışmaya rastlanmamış olup, sektöre yakın olan seramik konusunda örnek vardır. Çizelge 3.18 buna yöneliktir.

**Çizelge 3.18 : Tahmin yöntemleri literatür örnekleri-4.**

<b>Çalışma Alanı/Sektör</b>	<b>Yöntem ve Uygulamalar</b>	<b>Referans/Yıl</b>
Tedârik Zinciri Yönetimi – Uygulama: Cam Üretimi	Genetik Algoritma	[2] 2002
Seramik Ürün Grubu	Zaman Serisi Analizi – Çoklu Regresyon Analizi	[69] 2006

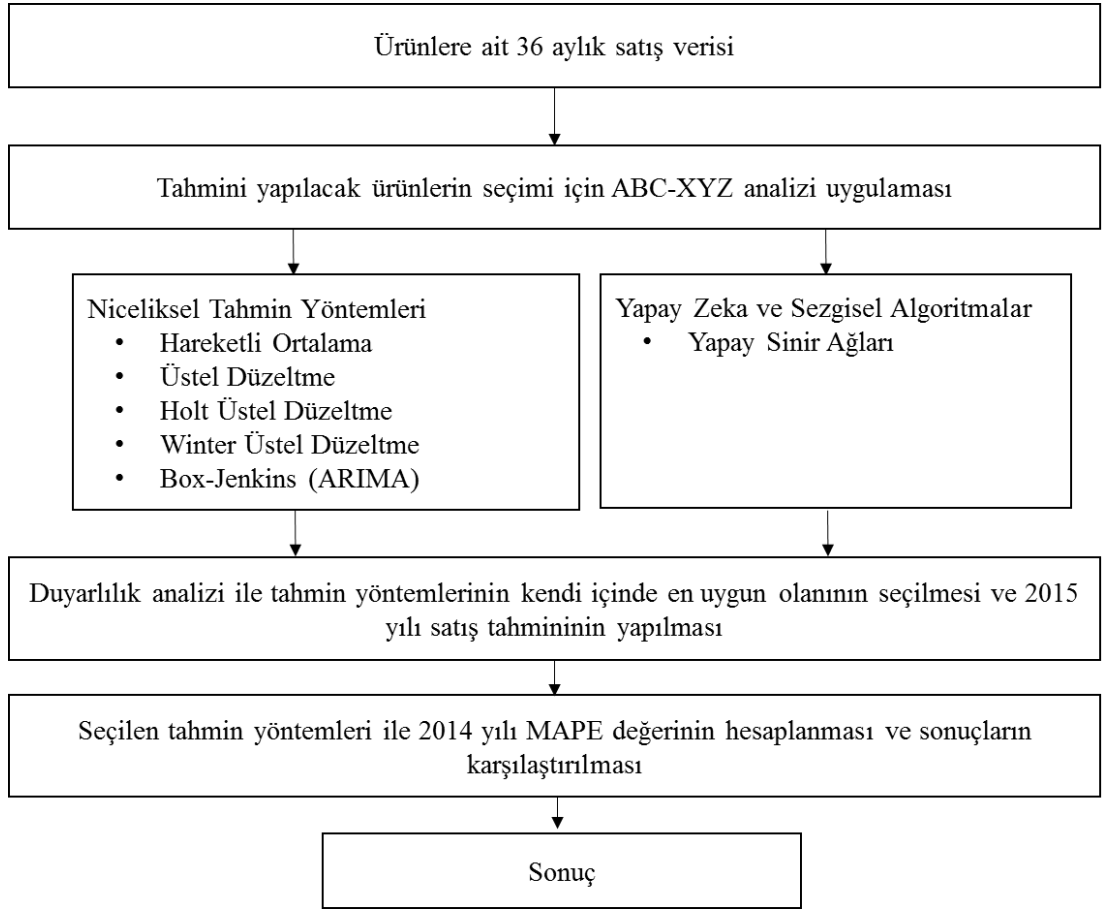
Jeong vd. [2] cam üretim hattında kaliteli üretime yönelik tahminleme için genetik algoritma, canonical genetik algoritma ve guided genetik algoritma şeklinde modeller çalışmışlardır. Guided genetik algoritmanın, regresyon analizi ve canonical genetik algoritmaya göre daha iyi performans sergilediği gözlenmiştir.

Ali ve Aslı Özdemir [69], seramik ürün grubunda 1998-2004 yılları arası 84 aylık sipariş verileri ile 2006 yılı talep tahminini oluşturmaya çalışmıştır. En uygun tahmin yöntemini bulmak için zaman serisi analizi ve çoklu regresyon analizi karşılaştırılmıştır.



#### 4. UYGULAMA

Bu bölümde 3. bölümde açıklanmış olan talep tahmin yöntemleri kullanılarak gerçek verilerle talep tahmini uygulaması yapılacaktır. Öncelikle, uygulamada ele alınacak olan cam sektörü ve uygulama verileri sağlayan şirket tanıtılacaktır. Sonrasında analizde kullanılacak olan ürünlere ve talep-satış tahmin birimlerine (DFU) karar verilip nicel ve sezgisel tahmin yöntemleri uygulanacaktır. Modeller kendi içinde yapısal olarak analiz edilecek ve en az hatayı veren model tasarımı seçilecektir. Tüm bu aşamalardan sonra hangi yöntemin en doğru ve uygun sonucu verdiğini bulmak için yöntemler hata testleri ile karşılaştırılacaktır. Analiz sonuçları değerlendirilecek ve yorumlar sunulacaktır.



Şekil 4.1 : Uygulamanın akış plânı.

#### 4.1 Uygulamada Ele Alınacak Cam Sektörünün Tanıtılması

Cam sektörü, kendi faaliyet alanı dışında inşaat, otomotiv, beyaz eşya, enerji, gıda, meşrubat, içki, ilaç, kozmetik, mobilya, elektrik-elektronik gibi birçok sektöre temel girdi sağlayan, ülke ekonomisi açısından katma değer yaratan temel bir endüstri koludur [70].

Sektör kapsamında harmandan ya da cam kırığından ısıtma/eritme (izabe) yöntemi ile elde edilen her tür cam ve bunların çeşitli işlemlere tâbi tutulması sonucu elde edilen tüm ürünler yer almaktadır [71].

Türkiye, cam gereksiniminin büyük bir kısmını kendi iç pazarından sağlarken, üretiminin bir kısmını da ihraç etmektedir. Türkiye cam sektöründe Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. (Şişecam) en büyük ham cam üreticisi olurken, sektörde Düzce Cam, Güral Cam, Marmara Cam, İzocam, Toprak Cam, Yıldız Cam, Schott Orim, Star Grup, Kutaş, Gürsan Cam, Hatipoğlu Cam, Olimpia, Dora Cam, Başkent gibi birçok firma üretici ve işleyici olarak faaliyet göstermektedir [70].

Türkiye cam sektörü, yurtiçi ve yurtdışı olmak üzere toplam 4,7 milyon ton/yıl üretim kapasitesine sahiptir. Türkiye cam sektörü yüksek kapasitede çalışan, sermaye ve enerji yoğunluğu olan, üretim girdilerinin büyük çoğunluğunu yurtiçinden karşılama üstünlüğüne sahip bir sektördür. Yaklaşık 2,3 milyar ABD Doları düzeyindeki üretim değeri ve yaklaşık 21.000 civarında çalışan sayısı ile ekonominin önemli lokomotiflerinden biridir [70].

Sektördeki en büyük üretici konumunda olan, Türkiye ekonomisine büyük katkı sağlayan Şişecam, yurtdışında da birçok bölgede faaliyet göstererek dünya rakiplerinin arasında en üst sıralarda yer almayı hedeflemektedir.

Şirketin camla ilgili faaliyet gösterdiği dört iş kolundaki (düzcam, cam ev eşyası, cam ambalaj, soda külü), küresel endüstrideki kapasite açısından konumu ve pazar payları itibarıyla sıralaması Şekil 4.2'de yer almaktadır [72].

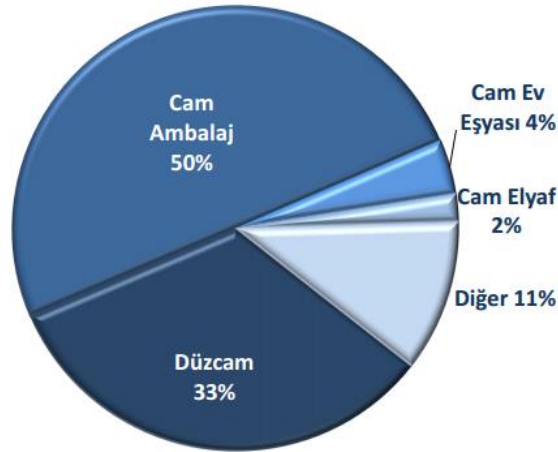




Şekil 4.2 : Şişecam küresel derecelendirme ve küresel pazar payları.

#### 4.1.1 Dünyada cam sektörü

Dünya cam sektörü, küresel ekonomiye paralel bir gelişmeyle yılda ortalama % 2-4 düzeylerinde büyüme göstermektedir. Şekil 4.3’de küresel cam tüketimi dağılımına bakıldığında toplam tüketimin %50’sini cam ambalaj, %33’ünü düzcamlar, %4’ünü cam ev eşyası, %2’sini cam elyaf ve %11’ini diğer camlar oluşturmaktadır [73].



Şekil 4.3 : Küresel cam tüketim dağılımı (2014).

Dünya cam tüketiminde ağırlıklı olarak cam ambalaj ve düzcamlar tüketimi gerçekleşmektedir. Düzcamlar, sektör içinde en hızlı gelişen ve büyüme gösteren iş koludur. Küresel olarak düzcamlar, toplam cam tüketiminin %30’undan fazlasını oluşturmaktadır. Yıllık toplam üretim kapasitesi 397 adet düzcamlar üretim hattı ile 70 milyon tondur. 4 küresel üretici, Saint Gobain, NSG Pilkington, Asahi ve Guardian, dünya düzcamlar üretiminin %31’ini karşılamaktadır. Büyümenin en önemli nedeni ekonomik refahtır. Düzcamlar tüketimi, kişi başına büyüme ile doğru orantılıdır. Düzcamlar tüketimi açısından yılda yaklaşık olarak 2 milyon ton tüketimiyle Rusya, Doğu

Avrupa'daki en büyük pazarlardan birisidir. 1,8 milyon ton tüketim miktarı ile Türkiye ise ikinci en büyük pazar konumundadır [73].

Dünya cam ve cam ürünleri ithalatında 2014 yılı verilerine göre ABD, Çin ve Almanya ilk üç ülkeyi oluştururken; ihracatta ise sıralama Çin, Almanya ve ABD ülkeleridir. Japonya 2012 yılına kadar ABD ülkesinden fazla ihracat değerine sahipken 2013 ve 2014 yılı verilerine ulaşamadığından o yıllar için yorum yapılamamaktadır. Türkiye'ye bakıldığında ise son yıllarda cam ithalatı ve ihracatının arttığı gözlenmektedir. Yıllar itibariyle küresel ithalatçı ve ihracatçı ülkeleri Çizelge 4.1 ve 4.2'de görmek olanaklıdır [74].

**Çizelge 4.1 : Dünya cam ithalatı (1.000 ABD Doları).**

İTHALATÇI ÜLKELER	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ÇİN	3.028.610	4.871.474	6.267.282	7.267,865	7,461,719	7,329,710
ABD	4.641.642	5,733,046	6,106,342	6,378,336	6,635,158	7,448,009
ALMANYA	4.662.327	5,041,618	5,563,961	5,005,127	5,331,022	5,817,269
GÜNEY KORE	2.454.535	3,289,666	3,734,719	3,839,899	3,471,525	2,761,947
FRANSA	3.250.827	3,474,403	3,694,168	3,385,196	3,538,680	3,687,220
TAYVAN	1.692.026	2,667,044	2,583,689	2,598,267	2,227,991	1,977,601
JAPONYA	1.918.551	2,358,977	2,671,306	2,566,407	2,426,567	2,483,583
KANADA	1.873.332	2,152,811	2,306,885	2,394,413	2,440,041	2,527,358
TÜRKİYE		616	705	643	817	877

**Çizelge 4.2 : Dünya cam ihracatı (1.000 ABD Doları).**

İHRACATÇILAR	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ÇİN	7.597.086	10,325,404	12,603,526	14,893,411	16,202,765	16,045,876
ALMANYA	5.866.712	6,484,911	7,150,781	6,411,027	6,939,354	7,366,976
JAPONYA	4.503.737	6,527,258	6,687,061	6,195,428		
ABD	4.144.818	4,983,824	5,325,142	5,292,172	5,577,652	5,768,737
FRANSA	3.265.211	3,459,162	3,681,417	3,362,354	3,450,310	3,562,203
İTALYA	2.517.278	2,737,495	3,071,076	2,778,654	2,898,906	2,892,203
TAYVAN	1.128.797	1,591,808	2,186,223	2,519,181	2,249,670	2,098,640
BELÇİKA	2.603.216	2,643,013	2,857,038	2,398,372	2,456,377	2,248,892
TÜRKİYE		903	978	956	993	1,063,612

#### 4.1.2 Türkiye'de cam sektörü

Cam kum, soda, dolomit, kuvarz gibi girdilerin birleşiminden meydana gelmektedir. Ülkemizin bu kaynaklar açısından zengin olması avantajıyla, Türk cam endüstrisi %98 oranında yerli hammadde kullanmaktadır. Burada kum dışarıdan (Mısır'dan) getirilmeye gereksinim duyulan bir girdidir.

Ülkemiz cam sanayinin üretim kapasitesi yaklaşık 3,5 milyon tondur. Ülkemiz üretim kapasitesinin %90'ı Şişecam tarafından karşılanmaktadır. Düzcamlar, cam ev eşyası, cam ambalaj, cam elyaf gibi ana üretim alanlarındaki varolan yurtiçi kapasitesi 3 milyon tondur. Yurtiçi üretim kapasitesinin %50'si düzcamlar, %32'si cam ambalaj, %16'sı cam ev eşyası, kalan yaklaşık %2'lik kesim de cam elyafı kapasitesinden oluşmaktadır [70]. Sektörde en büyük üretici olarak 13 ülkede 44 üretim tesisine sahip olan Şişecam, 150 ülkeye ihracat yapmaktadır [75].

Türkiye cam ve cam ürünleri sanayi sektörü, 2014 yılında 1 milyar \$ ihracat, 800 milyon \$ ithalat gerçekleştirmiştir. Türkiye'nin cam sanayisinde en fazla ihracat yapılan ilk 3 ülkesi; 1. sırada Almanya (110 milyon \$), 2. sırada İtalya (59 milyon \$), 3. sırada İngiltere (58 milyon \$)'dir [76].

Cam sektörü temel olarak Gümrük Giriş Tarife Cetveli, Pozisyon 70'de yer alan cam ürünlerinden oluşmakta olup, ana üretim alanlarına göre şöyle sınıflandırılmaktadır [70]:

- Düzcamlar
  - Düzcamlar (Float cam+Buzlu cam)
  - Cam İşleme (Düzcamların girdi olarak kullanıldığı, ek işlemlere tabî tutularak üretilen otomotiv camları (temperli, lamine, kurşun geçirmez camlar), lamine camlar, kaplamalı camlar, ayna, beyaz eşya, güneş enerjisi (solar enerji) ve mobilya-dekorasyona yönelik temperli camlar)
- Cam Ev Eşyası
- Cam Ambalaj
- Cam Elyafı (cam yünü, cam keçe, fitil, iplik, kırılmış demet vb.)
- Diğer (cam kırığı, cam bilya, cam ampuller, elektrik lambaları, katot ışın tüpleri, camdan iç gövdeler, sinyalizasyon camları ve camdan optik elemanlar, saat ve gözlük camları, cam tuğla, karo, kiremit, mozaik, camdan laboratuvar ve eczane eşyası, cam boncuk vb.)

### **4.1.3 Cam sektörünün diğer sektörlerle ilişkisi**

Cam sektörü ürünleriyle inşaat, otomotiv, beyaz eşya, gıda, içki, meşrubat, ilaç, kozmetik, turizm (lokanta gibi), mobilya-dekorasyon, boru, elektrik ve elektronik gibi birçok sektöre ve ev kesimine girdi vermektedir. Bu nedenle girdi verdiği tüm sektör gelişmelerinden etkilenmekte olup özellikle düzcamda, ülke ekonomisindeki büyümenin, inşaat ve otomotiv sektöründe yaşanan gelişmelerin etkisi bire bir gözlenmektedir. İnşaat sektöründeki konut yenileme projeleri, yapı ruhsatları-yapı izin belgesindeki gelişmeler, güneş enerjisine yönelik mevsimsel ısı-sıcaklık dengesini sağlayan yüksek performanslı, çevreyi koruma ve enerji verimliliği kapsamında kullanılan camlar ya da otomotivde yeni girilen projeler, üretilen yeni özellikli ürünler, teknolojik gelişmeler (akıllı telefon, TV camları) düzcam faaliyetlerini etkileyen unsurlardır.

Cam ambalaj alanında özellikle gıda ve kozmetik sektöründe gelişen ürün çeşitleri ve dağıtım kanallarında ambalajın önem kazanması, sektörü hareketlendirmektedir. Beyaz eşya ve mobilya sektörü özellikle yaz mevsiminden olumlu yönde etkilenmekte olup, beyaz eşya camlarına, dolayısıyla düzcama olan talebi arttırmaktadır. Bunun yanısıra dekorasyon ve tasarım alanında görülen gelişmeler cam ev eşyasını özel tasarım ürünleriyle cam kapı, lavabo gibi ürünlerin üretimine yönlendirmektedir [70].

### **4.1.4 Türkiye cam sektörünün SWOT analizi**

Türkiye cam sanayi ülke ekonomisi açısından büyük önem taşımaktadır. Sektörün güçlü ve zayıf yanlarını, fırsat olanaklarını, oluşturduğu tehditleri Çizelge 4.3 ve 4.4'de görmek olanaklıdır [71].

**Çizelge 4.3 : Cam sektörünün güçlü-zayıf yönleri.**

<b>Cam Sektörünün Güçlü Yönleri</b>	<b>Cam Sektörünün Zayıf Yönleri</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Teknoloji, üretim, pazarlama ve satış bilgisine hâkim insan kaynağına,</li><li>• Ölçek ekonomisinde ve en son teknolojilerle üretim yapan kuruluşlara,</li><li>• İç ve dış pazarlarda müşteriye yönelik üretim, ürün çeşidi, kalite ve dağıtım bakımından güvenilirliğe,</li><li>• Kişi başına cam tüketiminin düşük olduğu, ancak büyüyen ve gelişen bir iç pazara,</li><li>• 1935’de iç pazarda başlayan sanayinin 1960’lı yıllarda ihracatla sürmesi ile dış ticaret birikimine,</li><li>• Hammadde ve yardımcı hammadde kullanımında yeterli kaynaklara sahip olma avantajına,</li><li>• Mâliyet düşürme, verimliliği artırma ve ihracatını geliştirme potansiyeline,</li><li>• Kurumsallık düzeyi yüksek, çağdaş yönetim ilkeleriyle yönetilen ve uluslararası pazarda üretim yaparak pay sahibi olan dünya şirketine sahiptir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cam üretimi, izabeye dayalı enerji yoğun bir üretim olması nedeniyle, sektör, enerji ve yakıt fiyatlarına karşı oldukça duyarlıdır. Bu yüzden yüksek yakıt fiyatları sektörü olumsuz yönde etkiler. Sabit giderler yüksektir.</li><li>• Ölçek ekonomisi gereği tam kapasite ve kesintisiz (continuous-flow) üretim zorunluluğu vardır.</li><li>• Özellikle izabeye dayanan cam sanayi yatırımında büyük sermaye gerektiğinden, devlet bu konuda yeterli teşviği sağlamalıdır. Ancak Türkiye teşvikte yetersiz kalmaktadır.</li><li>• Ar-Ge faaliyetlerine ayrılan kaynaklar yeterli düzeyde değildir.</li><li>• Uluslararası pazarda marka bilinirliği istenilen düzeyde değildir.</li><li>• Özgün tasarımlar, yeni ürünler yaratmada önemli altyapı eksiklikleri vardır. İleri teknoloji ve katma değeri yüksek düz ekran görüntü camları, ince camlar (televizyon, dizüstü bilgisayar, masa üstü bilgisayar, cep telefonu) üretilmemektedir.</li><li>• Nitelikli eleman sıkıntısı vardır.</li></ul>

**Çizelge 4.4 : Cam sektörünün önündeki fırsatlar-tehditler.**

<b>Cam Sektörünün Önündeki Fırsatlar</b>	<b>Cam Sektörünün Önündeki Tehditler</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Gelişen pazarlara (Balkanlar, Orta ve Doğu Avrupa, Rusya ve diğer BDT ülkeleri, Ortadoğu) yakınlık nedeniyle bu pazarlara katma değeri yüksek ürünleri ihraç etme ve bölgede yatırım yaparak (tek başına, ortaklık veya satınalma yoluyla) büyüme olanaklarına sahiptir.</li><li>• Türkiye’de düşük olan cam tüketiminin ülkenin ekonomik ve sosyal gelişmesine paralel olarak artması, öte yandan dünyadaki teknolojik gelişmelerin hem cama yeni kullanım alanları açması, hem de katma değeri yüksek ürün gereksinimini artırması nedeniyle camın gelişme ve yatırım olanakları bulunmaktadır.</li><li>• Katma değeri yüksek ileri teknoloji ürünleri olan düz ekran camları, özellikle düzcam firmaları için ürün çeşitlendirme ve yeni pazarlara girme adına önemli bir iş fırsatıdır.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rekabete açık olan sektörde çok ucuz girdi mâliyetleriyle üretim yapan ve kendilerine sağlanan devlet desteğiyle arz fazlası ürünlerini düşük fiyatla ihraç ederek iç ve dış pazarlarda haksız rekabet yaratan üreticiler, pazarın dengesini bozmayı sürdürmektedirler.</li><li>• Çin, Doğu Avrupa ve İran, Irak gibi Ortadoğu ülkelerinden yapılan ucuz, düşük kaliteli ve ülke tasarımlarını kopyalayan özellikle cam ev eşyası ürünlerin ithalatı, dampainge açık olan sektörü çok zor durumda bırakmaktadır.</li><li>• Uluslararası rakip firmaların iç ve dış pazar egemenliği, stratejileri doğrultusunda büyük bir pazar olan Türkiye’ye yatırım yapmaları ve çevre ülkelerde süren cam yatırımlarının sektörün performansını olumsuz etkilemesi beklenmektedir.</li><li>• Bölgesel ticaret alanlarının kurulması ve üye olmayan ülkelere yüksek gümrük vergisi uygulamaları, ihracatı olumsuz etkilemektedir.</li><li>• Dünya ve Türkiye ekonomisinin büyüme hızını düşürecek risklerin (terör, savaş, politik gelişmeler, petrol fiyatlarındaki artış, kur değişimi vb.) ortaya çıkması, sektörün büyümesini ve malî performansını olumsuz etkileyecektir.</li></ul>

## 4.2 Uygulama Yapılacak Firmanın Tanıtılması

Türkiye cam sektöründe en büyük üretici olan Şişecam Topluluğu, 1935 yılında Türkiye İş Bankası A.Ş. tarafından kurulmuştur. Şirket Düzcam, Cam Ambalaj, Cam Ev Eşyası ve Kimyasallar olmak üzere dört iş kolunda faaliyet göstermektedir (Şekil 4.4).



**Şekil 4.4 :** Şişecam'ın faaliyet kolları.

Küresel oyuncularla işbirliği içinde olan şirket Türkiye, Rusya, Bulgaristan, Mısır, Gürcistan, Bosna-Hersek, Romanya, Ukrayna, İtalya, Almanya, Slovakya, Macaristan ve Hindistan ile birlikte toplam 13 ülkede faaliyet göstermekte olup 150 ülkeye ihracat gerçekleştirmektedir. Yıllık 4 milyon ton cam ve 2,1 milyon ton soda külü üretimi olan şirketin 2014 yılı sonunda piyasa değeri 2,7 milyar USD'dır. 3 milyar USD düzeylerinde yıllık satış hacmine sahiptir. Şirket hisselerinin %28'i halka açık olup (SISE.IS) BIST'de işlem görmektedir, %72'si ise Türkiye İş Bankası'na aittir [72].

Şekil 4.5'de Şişecam'ın tarihçesine bakıldığında, şirket 1935-1960 döneminde büyümeye başlayarak Paşabahçe'de cam ev eşyası ve şişe üretiminde faaliyet göstermiştir. 1960-1990 döneminde yerel pazarda olduğu kadar dünya genelinde büyüme hedefiyle yola çıkan şirket, Ar-Ge çalışmalarına hız katarak gelişmiş teknoloji kullanımı ve ürün yelpazesini genişletme faaliyetleri sergilemiştir. 1990 sonrası yurtdışı yatırımlarına ağırlık vererek dünya standartlarında üretim hacmine ulaşan şirket, 2000 yılı ve sonrasında pazar payını arttırarak bölgesel liderliğe oturmuştur. Şirketin 2013 ve sonrasında 2020'ye kadar uzanan vizyonu ise dünya cam sektörü üretici sıralamasında ilk 3'e girmektir [72].



**Şekil 4.5 :** Şişecam'ın tarihsel gelişimi.

Şişecam küresel bakışta cam sektöründeki halka açık diğer üreticiler arasında toplam cam satışları (milyon \$) yönünden 10. sıradadır (Çizelge 4.5) [72].

**Çizelge 4.5 :** Cam sektöründe halka açık üreticiler.

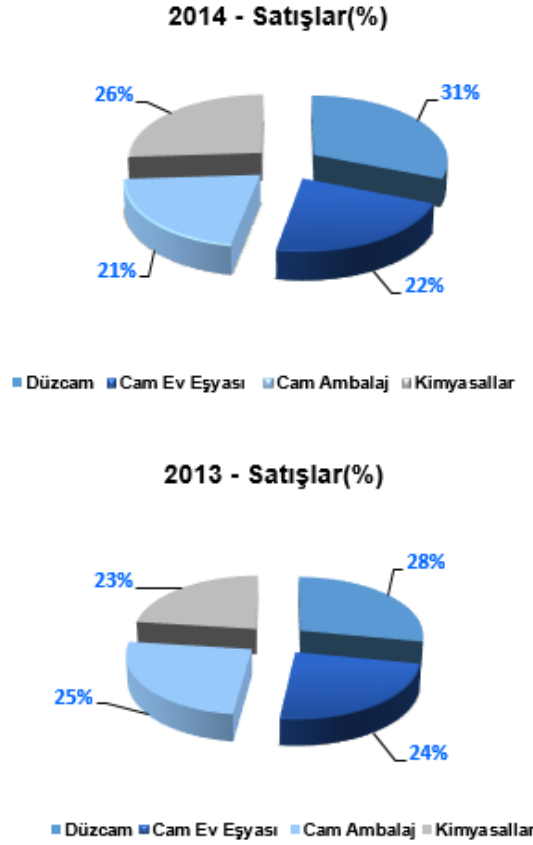
Şişecam - Cam Sektöründeki Diğer Halka Açık Üreticiler						
Sıralama	Şirketler	Ülke	Kuruluş Yılı	Satışlar (Milyon \$)	Toplam Cam Satışları (Milyon \$)	İş Alanları
1	Saint Gobain	Fransa	1665	55.795	11.434	FG, GP, GF, CE
2	Owens Illinois	ABD	1903	6.967	6.941	GP
3	Asahi	Japonya	1907	13.509	6.830	FG,OP
4	NSG	Japonya	1826	6.283	6.269	FG, TG
5	Guardian	ABD	1932	5.600	5.000	FG
6	Corning	ABD	1850	7.819	4.566	GF
7	Owens Corning	ABD	1938	5.295	3.487	GF
8	Ardagh	Japonya	1949	5.368	2.724	GP
9	NEG	Japonya	1949	3.043	3.043	GF, TG, EL
10	ŞİŞECAM	Türkiye	1935	3.127	2.391	FG, GP, GW, CH

2013 Yılı sonu değerleridir.

(\*\*) FG : Düzcam, GP : Cam Ambalaj, GF : Cam Elyaf ,  
 CH : Kimyasallar, CE : Seramik, GW : Cam Ev Eşyası,  
 TG : Teknik Cam, OP : Optik Cam, EL : Elektronikler



Şekil 4.6' da şirketin 2014 satış dağılımına bakıldığında önceki yıla göre iş kollarının homojen dağılımları sürerken, düzcam ve kimyasallar kolunda artış gözlenmiştir. Artışların nedeni, Düzcam'da yapılan zamlar, Kimyasallar kolunda ise TL devalüasyonu ve soda külü fiyatlarının yükselmesinden kaynaklanmaktadır [72].



**Şekil 4.6 :** Şişecam'ın 2013-2014 yılları satışları.

#### 4.2.1 Şişecam - Düzcam grubu

1978 yılında Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. iştiraki olarak kurulan ve topluluk içinde düzcam alanında faaliyet gösteren Trakya Cam Sanayii A.Ş., üretim kapasitesiyle dünyada 6. ve Avrupa'da 3. büyük firma konumundadır. 1981 yılında devreye aldığı tesisle Doğu Avrupa, Balkanlar, Ortadoğu ve Kuzey Afrika bölgelerinde çağdaş float teknolojisi (camın kalay üzerinde yüzdürülmesi) ile üretim yapan ilk firma olmuştur. Trakya Cam'ın 1978-2015 dönemi tarihsel gelişimi Şekil 4.7'de gösterilmiştir [72].



**Şekil 4.7 :** Trakya camının tarihsel gelişimi.

Trakya Cam o tarihten bu yana hem yurtiçinde hem yurtdışında birçok yatırım yaparak büyümeyi sürdürmektedir. Piyasa değeri 1 milyon USD (Aralık 2014) ve hisselerinin %30'u halka açık olup (TRKCM) BIST'de işlem görmektedir, %70'i ise Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.'ye aittir. Şirket, yurtiçi ve uluslararası pazarlara yüksek kaliteli düzcam, buzlu cam, kaplamalı cam, enerji camları, beyaz eşya camları, lamine, ayna, otocam ve enkapsüle camları üretimi yapmaktadır.

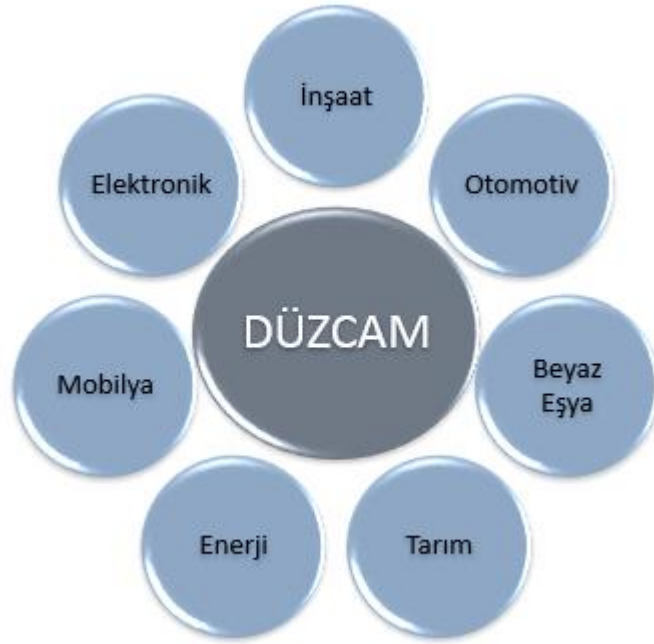
Bulgaristan'da en büyük doğrudan yabancı yatırımcı olan Trakya Cam; uluslararası pazarlarda Romanya, Rusya, Almanya, Slovakya Macaristan ve Hindistan'daki yatırımlarıyla büyümeyi sürdürmektedir.

10 düzcam hattı ile 2,3 milyon ton düzcam kapasitesi vardır. 9 ülkede üretim tesisine sahiptir. Trakya Cam, dört ana iş alanında faaliyet göstermektedir [77]:

- Temel camlar (düzcam, buzlu cam, lamine cam, kaplamalı cam ve ayna)
- Otomotiv camları, enkapsüle camlar ve diğer ulaşım araçları camları
- Enerji camları
- Beyaz eşya camları

Sektörlerle ilişkisine bakıldığında Trakya Cam, inşaat, otomotiv ve beyaz eşya sektörlerinin en güçlü tedârikçisi konumundadır. Düzcam, birçok endüstri alanında girdi olarak kullanılmakta olup, geniş kullanım alanı ile ekonomiye büyük katkı sağlamaktadır.

Düzcam'ın (float) ana kullanım alanları; bina (konut) camları, otomotiv sektörü, beyaz eşya sektörüdür. Bunun yanısıra kullanılan lamine, kaplamalı, ayna, buzlucam, LCD/düz, panel ve enerji camları da katma değeri yüksek olan camlar olarak nitelendirilmektedir. Şekil 4.8, düzcamın sektör dinamiklerini göstermektedir [72].



**Şekil 4.8 :** Trakya camın (Düzcam) sektör dinamikleri.

### 4.3 Analizde Kullanılacak Ürün Seçimi

Bu çalışma kapsamında sektör açısından ülke ekonomisine büyük katkı sağlayan, yurtiçi pazarda lider ve yurtdışı pazarlarda rekabet gücüne sahip olan Şişecam-Düzcam Grubu şirketi kullanılarak, önümüzdeki dönem talep/satış tahmini yapılacaktır. Müşterilerden gelen talepler izlenerek tam olarak kayıt altında tutulamadığından, eksik veriler olabilecektir. Bu nedenle gerçekleşen satış verileri, talep verileri olarak düşünülecektir. Şirket, SAP sistemine 2011 yılı sonu itibariyle geçtiğinden, çalışmada doğru verilere ulaşmak için 2012-2014 dönemine ilişkin 36 aylık satış miktarı verileri kullanılacak ve 2015 yılına ilişkin 12 aylık satış miktarı verileri tahmin edilecektir. 3 yıla ait ham veriler Ek-A'da, temizlenmiş veriler ise Ek-B'de gösterilmiştir.

Tahmin yaparken önemli konulardan biri de ürün seçimidir. Ürün seçimi için öncelikle hangi pazar ve bölgelerde tahmin yapılacağına karar verilmeli ve sonrasında o bölgedeki ürünler seçilmelidir. Çalışmada destek alınan cam şirketinin ana pazarı Türkiye olup, yurtdışında da faaliyet göstermektedir. Şirketin yurtdışı egemenliği,

diğer rakiplerden dolayı yurtiçi kadar değildir. Yurtdışında da yerel pazarlar belirlenip istatistiksel tahminde bulunabilmek için, ürünün talep tahmin birimi (DFU) düzeyine bakılmaktadır. Ancak yurtdışı pazarı fırsat bazlı pazar olduğundan yapılan anlaşmalarla öngörülen satış miktarları ve istatistiksel tahminlerle yapılan sonuçlar arasında ciddi sapmalar olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, çalışmada yurtdışı pazar dikkate alınmayıp, Türkiye pazarı satışları bölgesel ayırırda ele alınacaktır.

Türkiye pazarı; düzenli talebi olan Marmara, İç Anadolu-Karadeniz, Ege, Akdeniz-Doğu Anadolu olmak üzere dört bölgeye ayrılmaktadır. Şirketin pazardaki ürünleri, büyük çoğunluğu düzcam (float) olmak üzere buzlu cam, kaplamalı cam, lamine camlar, ayna, beyaz eşya, güneş enerjisi enerjisi ve mobilya-dekorasyona yönelik temperli camlar şeklindedir.

Cam sektöründe en çok yeğlenen ve talep edilen ana ürün grubu, float-renksiz düzcam olduğundan uygulama için tahmin edilecek ürün seçiminde renksiz düzcam (float) ve katma değerli ürünlerden ham cam üstüne ikincil işlem yapılarak oluşturulan ayna ürün grubu satışları seçilmiştir.

Analiz edilecek ürün grubu seçildikten sonraki aşama, bu ürünlerin hangi düzeyde tahmin edileceğidir. Operasyon düzeyinde talebe karar vermek, tahmin doğruluğunun sapması açısından önem taşımaktadır. Ürün kırılımında çok alt ya da üst düzeyde yapılan tahminlerin doğruluğu azaltmasından dolayı, aradüzey belirlemek gerekir. Bu düzeyler stok tutma birimi (SKU - Stock Keeping Unit) ya da daha üst düzey olan talep tahmin birimi (DFU - Demand Forecasting Unit) şeklinde olabilir. Stok tutma birimi (SKU) stokta kalan ya da satılmış, faturalandırılmış ürünlerin izlenmesi konusunda tedârikçilere etkin veri yönetimi olanağı tanımaktadır. SKU üretim plânlama alt birimi olup talep plânlama biriminden gelen verilerin daha kısıtlı ve kapsamlı versiyonudur. SKU alt kırılımda iç adet, ara malzeme, ambalaj gibi ayrıntıları da içermektedir.

Tahmin yaparken öncelik, talep tahmin birimi (DFU) düzeyini belirlemektir. DFU düzeyinde tahmin yapılma nedeni, satış ekiplerinin müşteri tarafından belirlenen talebe uyum sağlması ve izlemesi, ürünlerin yurtiçi ve yurtdışı pazar olarak bölgesel ayrımlarda belirlenmesi, düzenli talebi olan doğru ürünlerin seçilmesi ve talebi ayırıştırır farklı noktaların ortaya konulmasıdır. Bu düzeye satış bölümündeki ekipler tarafından yapılan toplantılarda karar verilmektedir.

Çalışmada belirlenmiş olan DFU düzeyi, ürün, temel özellik (kaplama-kaplamasız-renk), kalınlık (3-4-6-12 mm), boyut (ME: makine boyutu, J: Jumbo, SP: split) ve kalite (K3-K4-K5) şeklindedir. Örneğin “*RZ-Z-400-JU-K3+K4+K5*” ürünün açılımı; renksiz düzcam, kaplamasız, 4 mm kalınlığında ve jumbo boyutunda, K3, K4, K5 kalitelere sahip ürün iken “*RZ-P-600-JU-K3+K4+K5*” ürünün açılımı; renksiz düzcam, pirolitik (hatüstü) kaplama özelliğine sahip, 6 mm kalınlığında, jumbo boyutunda ve K3, K4, K5 kalitelere sahip ürün anlamına gelmektedir.

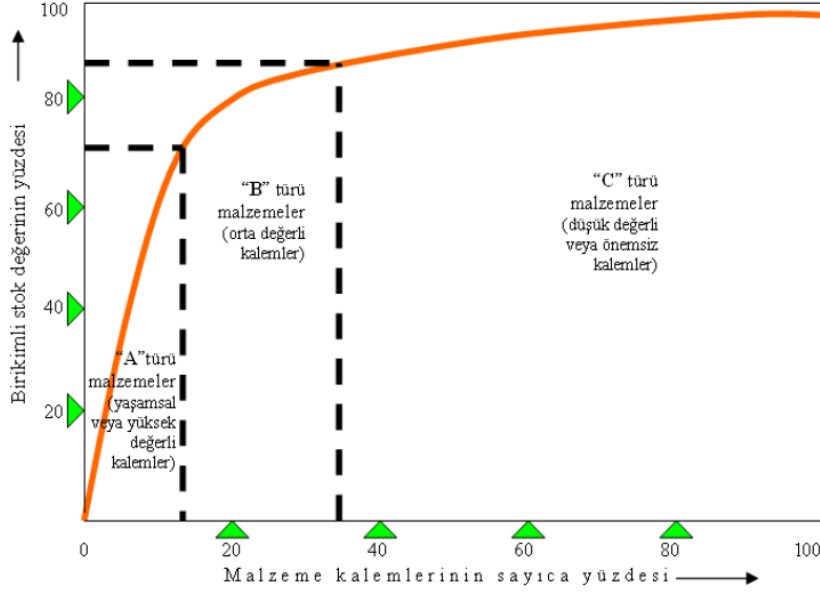
Ürün grupları için DFU düzeyi belirlendikten sonraki aşama, bölgeler bazında talep tahmin birimlerinden float (renksiz) ve ayna ürünü için hangilerinin tahmin edilmesi gerektiğine karar vermektir. Ürünlerin doğru sınıflandırılması stok yönetimi, potansiyel ürün ve malzemelerin plânlanması açısından oldukça önem taşımaktadır. Çalışmada tahmin yapılacak olan DFU’ları belirlemek için ABC-XYZ analizi kullanılmıştır.

#### **4.3.1 ABC-XYZ analizi ile ürün seçimi**

Malzemeleri sınıflandırmada kullanılan ABC analizi periyodik ciro üzerinden hesaplama yapar. Ürünün birim mâliyeti ve belli dönemdeki tüketim oranı ile karar verme sağlanır. Pareto analizi ilkesi ile A, B ve C sınıflandırma parametrelerinde A karakteri az sayıda ama çok değerli, C karakteri ise çok sayıda ve ucuz olan malzemeleri tanımlar. ABC analizinde en yakın dönemin 12 aylık toplam tüketim miktarı ve toplam cirosu kullanılmaktadır. Analizdeki sınıflandırma parametreleri A, B ve C aşağıdaki kuralları içermektedir [78]:

- A parametresi: birikimli tüketim değerinin %0-80 aralığı
- B parametresi: birikimli tüketim değerinin %80-95 aralığı
- C parametresi: birikimli tüketim değerinin %95-100 aralığı

ABC analizi, ürünleri önem derecelerine göre sınıflandırarak analiz dönemleri içinde daha doğru kararlar almayı sağlar. Analiz sonucunda oluşacak grafik Şekil 4.9’da gösterilmiştir [79].



**Şekil 4.9 :** ABC analizi grafik örneği.

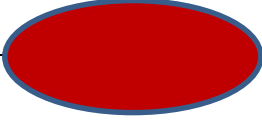
ABC analizini destekleyen XYZ analizi ise tüketimdeki dalgalanmaya göre ürün ya da malzemeleri seçer. X parametresi düşük dalgalanma ya da sabit oranda tüketimi, Y parametresi trend ya da mevsimsel nedenlerden dolayı güçlü ya da orta düzeyde dalgalanmayı ve Z parametresi ise tümüyle düzensiz olan yüksek dalgalanmayı temsil etmektedir. XYZ analizi, değişim katsayısı ile yapılmaktadır. Değişim katsayısı, belli dönemdeki bir ürünün tüketimdeki standart sapmasının ortalama tüketime oranıdır.

$$\text{Değişim katsayısı} = \text{Tüketim standart sapması} / \text{Ortalama tüketim} \quad (4.1)$$

XYZ analizinde zaman periyodu olarak ürün ya da malzeme tüketimi aylık bazda toplanırken son 12 aylık zaman dilimi düşünülmektedir. Analizde X, Y ve Z parametreleri aşağıdaki koşullarla sınıflandırılmaktadır [78]:

- X parametresi: değişim katsayısı < 0,5
- Y parametresi: 0,5 < değişim katsayısı < 1
- Z parametresi: değişim katsayısı > 1

ABC-XYZ analizi sınıflandırma matrisinde AX, AY, AZ, BX, BY, BZ, CX, CY ve CZ kategorileri oluşur. Z ve C bölgeleri düzensiz talebi olan ve ciroya en az katkıda bulunan ürünleri içermektedir. Çalışmada tahmin edilmek üzere analiz sonucu Şekil 4.10'daki gibi satışın %95'e kadar olan kısmını içeren ve dalgalanması düşük, orta düzeyde olan, yani AX, BX, AY ve BY'ye düşen ürünler seçilmektedir.

	X	Y	Z
A			
B			
C			

**Şekil 4.10** : ABC-XYZ sınıflandırma matrisi.

Çalışmada ABC analizinde her bir ürün için en yakın dönem olan 2014 yılı toplam tüketim miktarı ve cirosu alınırken, XYZ analizinde ürünlerin 2014 yılı 12 aylık tüketim miktarı arasındaki değişim katsayıları, aylık standart sapmaların ortalama tüketime oranı şeklinde hesaplama yapılmıştır. Bununla ilgili örnek olarak Marmara bölgesinde ABC-XYZ analizi çalışılmıştır. Şirketin gizlilik politikası nedeniyle verilen ürün grupları float için “Ürün Grubu-F” ayna için ise “Ürün Grubu-A” şeklinde gösterilmiştir. Ürün adları ise “Ürün-F1” ve “Ürün-A1” şeklinde genel ifâdelerle yansıtılmıştır. Marmara Bölgesi için incelenecek olan float ve ayna ürün grubu bazındaki ürünler, 2014 yılı satış miktarları ve oluşturduğu toplam ciro rakamları ile gösterilmiştir. ABC analizi sonucu belirlenen DFU’ları Çizelge 4.6’da, XYZ analizi sonucu belirlenen DFU’ları ise Çizelge 4.7’de görmek olanaklıdır.

Marmara Bölgesi için ABC ve XYZ analizi sonucu sınıflandırma yapılan DFU’lar arasından AX, BX, AY ve BY’ye düşen 10 float\_renksiz ve 4 ayna ürünü belirlenerek tahmin edilecek ürünler ortaya konmuştur. Belirlenen ürünleri Çizelge 4.8’de görmek olanaklıdır.

**Çizelge 4.6 : Marmara Bölgesi ABC analizi.**

DFU	Ürün Tanımı	2014 Toplam Ciro (Satış Miktarı*Birim Fiyat)	Yüzde (%)	Kümülatif Ciro Yüzde (%)	ABC Sınıflandırma
Ürün-F1	Float_Renksiz	110.386.108	36,5%	36,5%	A
Ürün-F2	Float_Renksiz	73.688.337	24,3%	60,8%	A
Ürün-F3	Float_Renksiz	33.841.697	11,2%	72,0%	A
Ürün-F4	Float_Renksiz	20.427.629	6,8%	78,8%	A
Ürün-F5	Float_Renksiz	13.726.204	4,5%	83,3%	B
Ürün-F6	Float_Renksiz	13.077.823	4,3%	87,6%	B
Ürün-F7	Float_Renksiz	6.921.386	2,3%	89,9%	B
Ürün-F8	Float_Renksiz	6.347.802	2,1%	92,0%	B
Ürün-F13	Float_Renksiz	4.648.840	1,5%	93,5%	B
Ürün-F12	Float_Renksiz	4.146.791	1,4%	94,9%	B
Ürün-F10	Float_Renksiz	4.083.384	1,3%	96,3%	C
Ürün-F14	Float_Renksiz	3.730.131	1,2%	97,5%	C
Ürün-F9	Float_Renksiz	3.500.373	1,2%	98,6%	C
Ürün-F16	Float_Renksiz	1.518.992	0,5%	99,1%	C
Ürün-F15	Float_Renksiz	1.282.621	0,4%	99,6%	C
Ürün-F11	Float_Renksiz	747.116	0,2%	99,8%	C
Ürün-F17	Float_Renksiz	359.094	0,1%	99,9%	C
Ürün-F18	Float_Renksiz	190.961	0,1%	100,0%	C
Ürün-A1	Ayna	33.261.902	69,5%	69,5%	A
Ürün-A2	Ayna	4.693.880	9,8%	79,3%	A
Ürün-A4	Ayna	3.406.002	7,1%	86,4%	B
Ürün-A3	Ayna	2.953.577	6,2%	92,6%	B
Ürün-A5	Ayna	1.749.483	3,7%	96,3%	C
Ürün-A7	Ayna	1.374.544	2,9%	99,1%	C
Ürün-A8	Ayna	411.876	0,9%	100,0%	C

**Çizelge 4.7 : Marmara Bölgesi XYZ analizi.**

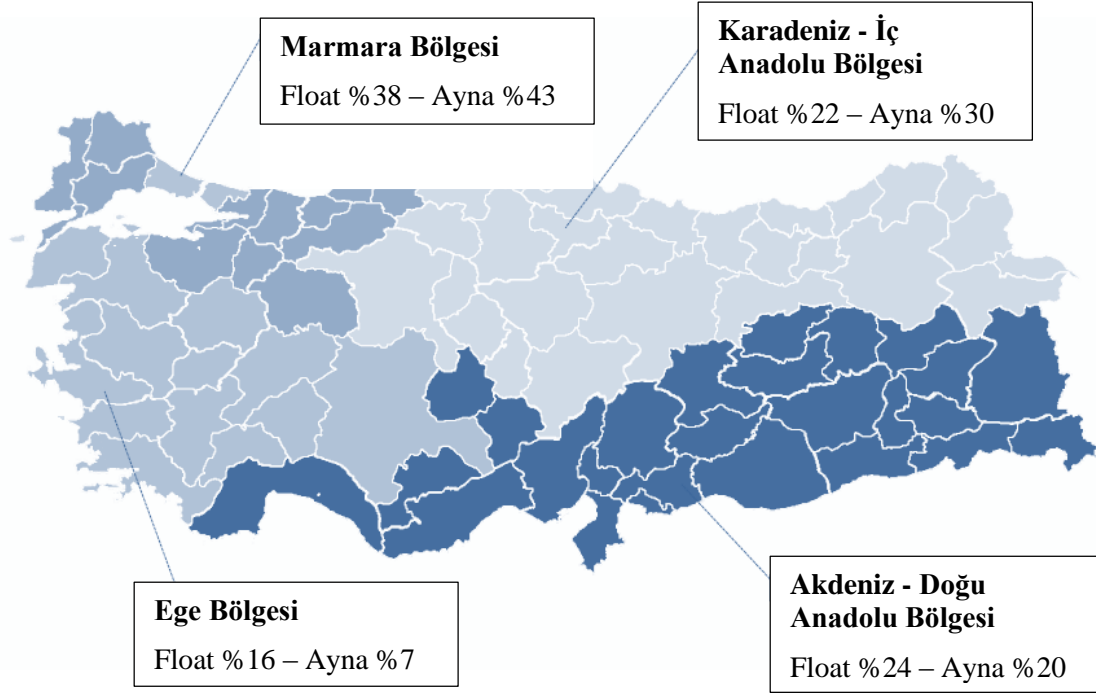
DFU	Ürün Tanımı	2014 Toplam Satış Miktarı	2014 Satış Miktarı Ortalama	2014 Satış Miktarı Standart Sapma	Dalgalanma Katsayısı	XYZ Sınıflandırma
Ürün-F1	Float_Renksiz	211.417	17.618	2.800	0,16	X
Ürün-F2	Float_Renksiz	141.131	11.761	3.004	0,26	X
Ürün-F3	Float_Renksiz	64.137	5.345	722	0,14	X
Ürün-F4	Float_Renksiz	39.458	3.288	505	0,15	X
Ürün-F5	Float_Renksiz	24.638	2.053	345	0,17	X
Ürün-F6	Float_Renksiz	22.897	1.908	321	0,17	X
Ürün-F7	Float_Renksiz	13.117	1.093	260	0,24	X
Ürün-F8	Float_Renksiz	11.114	926	390	0,42	X
Ürün-F13	Float_Renksiz	7.434	620	191	0,31	X
Ürün-F12	Float_Renksiz	7.065	589	204	0,35	X
Ürün-F10	Float_Renksiz	7.821	652	218	0,33	X
Ürün-F14	Float_Renksiz	6.695	558	531	0,95	Y
Ürün-F9	Float_Renksiz	6.761	563	179	0,32	X
Ürün-F16	Float_Renksiz	1.395	116	78	0,67	Y
Ürün-F15	Float_Renksiz	1.898	158	77	0,49	X
Ürün-F11	Float_Renksiz	1.273	106	60	0,57	Y
Ürün-F17	Float_Renksiz	612	51	43	0,84	Y
Ürün-F18	Float_Renksiz	264	22	24	1,08	Z
Ürün-A1	Ayna	3.683.150	306.929	51.287	0,17	X
Ürün-A2	Ayna	470.465	39.205	19.865	0,51	Y
Ürün-A4	Ayna	337.818	28.151	14.141	0,50	Y
Ürün-A3	Ayna	422.632	35.219	10.620	0,30	X
Ürün-A5	Ayna	299.183	24.932	9.747	0,39	X
Ürün-A7	Ayna	108.935	9.078	3.147	0,35	X
Ürün-A8	Ayna	52.438	4.370	4.950	1,13	Z



**Çizelge 4.8 : Marmara Bölgesi ABC-XYZ analizi.**

DFU	ABC Sınıflandırma	DFU	Ürün Tanımı	XYZ Sınıflandırma	AX, BX, AY, BY
Ürün-F1	A	Ürün-F1	Float_Renksiz	X	✓
Ürün-F2	A	Ürün-F2	Float_Renksiz	X	✓
Ürün-F3	A	Ürün-F3	Float_Renksiz	X	✓
Ürün-F4	A	Ürün-F4	Float_Renksiz	X	✓
Ürün-F5	B	Ürün-F5	Float_Renksiz	X	✓
Ürün-F6	B	Ürün-F6	Float_Renksiz	X	✓
Ürün-F7	B	Ürün-F7	Float_Renksiz	X	✓
Ürün-F8	B	Ürün-F8	Float_Renksiz	X	✓
Ürün-F13	B	Ürün-F13	Float_Renksiz	X	✓
Ürün-F12	B	Ürün-F12	Float_Renksiz	X	✓
Ürün-F10	C	Ürün-F10	Float_Renksiz	X	
Ürün-F14	C	Ürün-F14	Float_Renksiz	Y	
Ürün-F9	C	Ürün-F9	Float_Renksiz	X	
Ürün-F16	C	Ürün-F16	Float_Renksiz	Y	
Ürün-F15	C	Ürün-F15	Float_Renksiz	X	
Ürün-F11	C	Ürün-F11	Float_Renksiz	Y	
Ürün-F17	C	Ürün-F17	Float_Renksiz	Y	
Ürün-F18	C	Ürün-F18	Float_Renksiz	Z	
Ürün-A1	A	Ürün-A1	Ayna	X	✓
Ürün-A2	A	Ürün-A2	Ayna	Y	✓
Ürün-A4	B	Ürün-A4	Ayna	Y	✓
Ürün-A3	B	Ürün-A3	Ayna	X	✓
Ürün-A5	C	Ürün-A5	Ayna	X	
Ürün-A7	C	Ürün-A7	Ayna	X	
Ürün-A8	C	Ürün-A8	Ayna	Z	

Uygulamada ele alınan şirketin yurtiçi pazardaki bölgesel satış dağılımına bakıldığında float ve ayna ürünlerinin en fazla satışının ve talebinin gerçekleştiği bölge Marmara Bölgesi'dir. Bu nedenle çalışma boyunca Marmara Bölgesi dikkate alınacak olup, bölgede tahmin edilmek üzere belirlenmiş 14 DFU'dan örnek olarak 2 DFU gösterilecektir. Bunlar bölgedeki float ve ayna ürünlerini temsil eden AX bölgesine düşen, 2014 yılında en çok satışı gerçekleşen ve en düşük dalgalanmaya sahip olan "Ürün-F1" ve "Ürün-A1" dir. Şirketin Türkiye pazarındaki tüm bölgeler için float ve ayna ürünleri satış dağılımı Şekil 4.11'de gösterilmektedir.



**Şekil 4.11:** Türkiye bölgesel satış dağılımı.

ABC-XYZ analizinde kullanılarak talep tahmin birimlerinin belirlenmesini sağlayan veriler, satıştan alınan fiilî ham verilerdir. Gelecek dönem tahmin uygulaması için 2012-2014 dönemi aylık satış verileri, şirketin SAP sisteminden çekilerek temin edilmiştir. Tahmin yapmadan önce yapılması gereken ilk aşama, verilerin satış-pazarlama ve talep plânlama ekipleriyle birlikte yapılan toplantılarda temizlenmesidir. Veri temizleme aşaması, sistemden çekilen geçmiş satış verilerinin kampanya durumları, fiyat artışı, indirimi, grev süreçleri gibi etmenlerden arındırılması aşamasıdır. Tahmin yaparken temizlenme aşamasındaki veriler baz alınmaktadır. Bu sâyede ham verinin sapması, tahmini yanlış yönlendirme etkileri ortadan kalkar. Mevsimsellik cam sektöründe önemli bir etmen olduğundan temizleme aşamasında ayrıştırılmamaktadır.

2015 yılı satış tahmini uygulamasına yönelik ekip toplantıları sonucunda sapmadan arındırılmış, temizlenmiş veriler oluşturulmuştur. Uygulamada kullanılacak olan “Ürün-F1” ve “Ürün-A1” için 2012-2014 dönemi temizlenmiş verileri Çizelge 4.9’da görülmektedir.

**Çizelge 4.9 : “Ürün-F1” ve “Ürün-A1” 2012-2014 dönemi satış verileri.**

Float / Ürün-F1 (Ton)	2012	2013	2014	Ayna / Ürün-A1 (M2)	2012	2013	2014
Ocak	8.447	12.396	13.239	Ocak	268.368	246.547	293.742
Şubat	9.099	12.605	13.605	Şubat	259.941	264.386	287.508
Mart	9.960	13.862	15.464	Mart	371.090	320.207	379.470
Nisan	9.903	18.940	16.279	Nisan	248.356	390.686	365.115
Mayıs	14.671	14.855	18.225	Mayıs	365.853	299.203	373.063
Haziran	13.303	14.947	20.883	Haziran	289.719	312.641	243.131
Temmuz	15.010	17.661	20.703	Temmuz	370.549	360.617	320.360
Ağustos	10.683	15.850	16.401	Ağustos	264.825	245.140	271.279
Eylül	14.100	20.068	19.835	Eylül	312.828	389.681	263.740
Ekim	14.939	19.258	17.806	Ekim	350.983	318.374	252.375
Kasım	14.470	20.523	20.336	Kasım	391.691	365.406	338.966
Aralık	16.285	20.749	19.382	Aralık	246.748	293.742	319.408

Bundan sonraki aşama, 2012-2014 dönemi satış verileri ile nicel tahmin yöntemlerinden hareketli ortalama, üstel düzeltme, Holt üstel düzeltme, Winter üstel düzeltme, ARIMA modelleri ve sezgisel yöntemlerden yapay sinir ağını kullanarak 2015 yılı satış tahminlerini gerçekleştirmektir.

#### **4.4 Uygulamada Kullanılan Tahmin Yöntemleri**

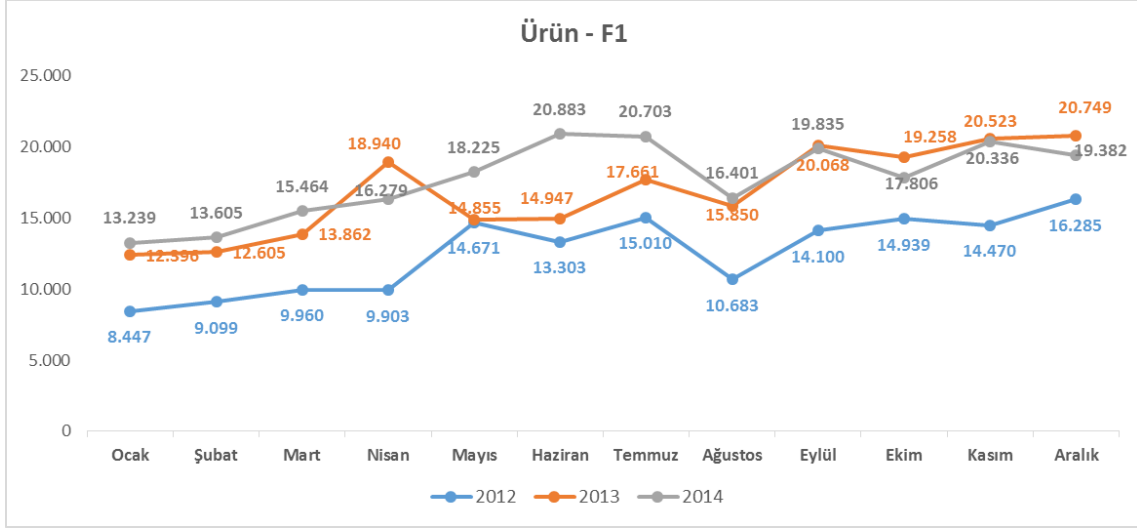
Bu bölümde float ve ayna için belirlenen DFU düzeylerinin temizlenmiş verileri ile tahmin yöntemleri kullanılarak baz tahminler oluşturulacaktır. Öncelikle yöntemlerin kendi içinde farklı simülasyonları denenerek, en düşük ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değeri gösteren yöntem seçilecektir. Seçilen yöntem ile 2015 yılı satış tahminleri sonuçları alınacaktır. Sonrasında seçilen tüm tahmin yöntemleri için 2014 yılı gerçekleşen ve tahminî değer arasındaki sapmaya bakılarak, gelecek dönem tahminlerinde en doğru ve uygun yöntem saptanacaktır.

##### **4.4.1 Zaman serisi analizleri ile tahmin uygulaması**

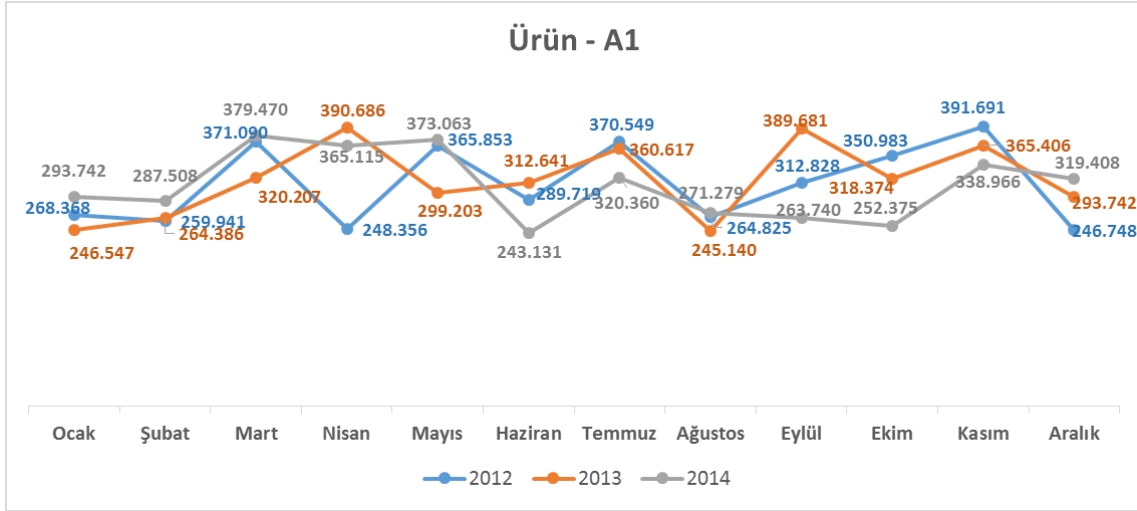
Literatürde en çok kullanılan tahmin yöntemlerinden olan Niceliksel yöntemler geçmiş verilere dayanmaktadır. Bu çalışmada iki ürün için 2012-2014 yılları temizlenmiş satış verileri alınarak sırasıyla niceliksel yöntemlerden hareketli ortalama, üstel düzeltme, çift üstel düzeltme (Holt), Winter üstel düzeltme ve ARIMA modelleri kullanılacak ve 2015 yılı satış verileri üretilecektir.

İncelenecek olan “Ürün-F1” verilerine bakıldığında mevsimselliğin de etkisiyle Ağustos ve Ekim aylarında satışlarda düşüş yaşandığı gözlenmektedir. “Ürün-A1” satışları da float ile benzer özellik göstererek Ağustos ve Ekim aylarında satışlarını düşürmüştür. Temmuz, Eylül ve Kasım aylarında ise satışlar yükselişe geçmiştir.

“Ürün-F1” ve “Ürün-A1” için 2012, 2013 ve 2014 yılı zaman serisi grafikleri, sırasıyla Şekil 4.12 ve Şekil 4.13’de gösterilmiştir.



Şekil 4.12 : Ürün-F1 zaman serisi grafiği.



Şekil 4.13 : Ürün-A1 zaman serisi grafiği.

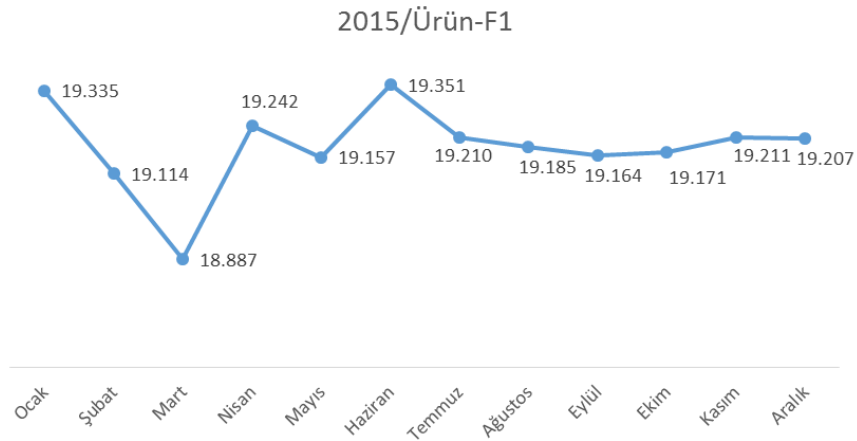
#### 4.4.1.1 Hareketli ortalama (Moving average)

Hareketli ortalama yöntemi uygulamasında “Ürün-F1” için 36 aylık satış verisi ile periyod sırayla 4, 6, 7, 8 ve 12 seçilerek “Minitab 17” istatistik programında denemeler yapılmıştır. Bu denemelerin sonucunda MAPE, MAD ve MSD hata ölçümleri karşılaştırılıp en küçük sapma gösteren periyoda karar verilmiştir. Hata ölçümlerinin karşılaştırma tablosunu Çizelge 4.10’da görmek olanaklıdır.

**Çizelge 4.10 :** “Ürün-F1” hareketli ortalama hata performans ölçümleri.

Periyod: 4	Periyod: 6	Periyod: 7	Periyod: 8	Periyod: 12
MAPE 15	MAPE 13	MAPE 13	MAPE 13	MAPE 13
MAD 2361	MAD 2212	MAD 2149	MAD 2281	MAD 2281
MSD 8371872	MSD 7460905	MSD 6879890	MSD 7510599	MSD 7790604

Hareketli ortalamalar bir sonraki periyodun tahmininde son n sayıda periyodu dikkate aldığından 2015 yılı 1. ayı için 2014 yılı son 7 ayın ortalaması dikkate alınacaktır. En düşük hata ölçümü olan periyod 7 ile yapılan 2015 yılı tahmini Şekil 4.14’de gösterilmiştir. Burada 2015 yılı ilk ayı tahmin edildikten sonra diğer aylar için 2015 yılı tahmini veriler üzerinden ortalamalar sonuçlara yansıtılmıştır.

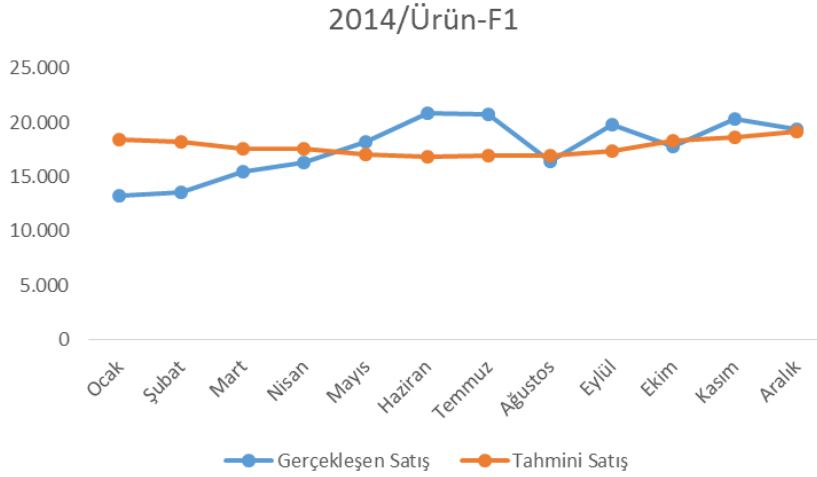


**Şekil 4.14 :** Ürün-F1 2015 yılı hareketli ortalama tahmin grafiği.

2014 yılı gerçekleşen satış değerleri ile periyod 7 için hareketli ortalama yöntemi sonucu elde edilen tahminî satış değerleri karşılaştırma tablosu Çizelge 4.11’de yer almaktadır. Hesaplanan 2014 yılı MAPE değeri %14’tür. 2014 yılı fiilî satış ile tahminî satış grafiği Şekil 4.15’de gösterilmektedir.

**Çizelge 4.11 : “Ürün-F1” hareketli ortalama hata performans ölçümleri.**

Dönem	Gerçekleşen Satış	Tahmini Satış	Sapma	Yüzde Hata	Mutlak Yüzde Hata
Oca/14	13.239	18.437	-5.198	-0,393	0,393
Şub/14	13.605	18.193	-4.587	-0,337	0,337
Mar/14	15.464	17.613	-2.149	-0,139	0,139
Nis/14	16.279	17.558	-1.279	-0,079	0,079
May/14	18.225	17.017	1.208	0,066	0,066
Haz/14	20.883	16.869	4.014	0,192	0,192
Tem/14	20.703	16.921	3.783	0,183	0,183
Ağu/14	16.401	16.914	-513	-0,031	0,031
Eyl/14	19.835	17.366	2.470	0,125	0,125
Ekim/14	17.806	18.256	-450	-0,025	0,025
Kas/14	20.336	18.590	1.746	0,086	0,086
Ara/14	19.382	19.170	212	0,011	0,011
<b>MAPE değeri</b>					<b>0,139</b>



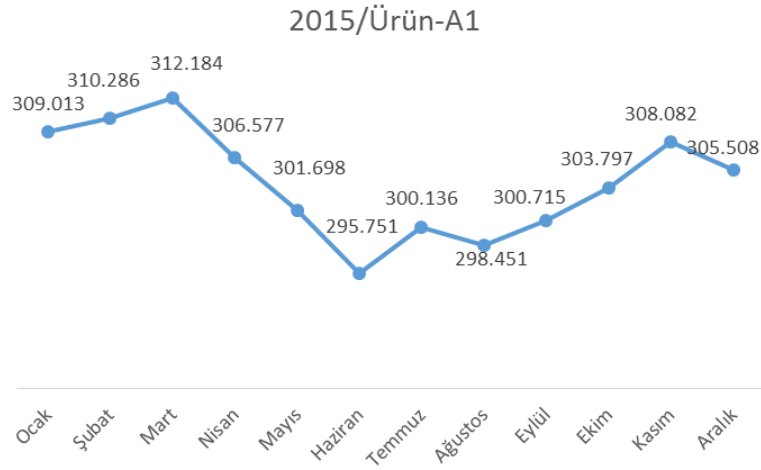
**Şekil 4.15 : Ürün-F1 2014 yılı hareketli ortalama grafiği.**

Uygulamada 2. ürün olan “Ürün-A1” için 36 aylık satış verisi ile periyod sırayla 4, 6, 8, 12 ve 18 seçilerek “Minitab 17” istatistik programında denemeler yapılmıştır. Bu denemelerin sonucunda MAPE, MAD ve MSD hata ölçümleri karşılaştırılıp en küçük sapma gösteren periyoda karar verilmiştir. Hata ölçümlerinin karşılaştırma tablosunu Çizelge 4.12’de görmek olanaklıdır.

**Çizelge 4.12 :** “Ürün-A1” hareketli ortalama hata performans ölçümleri.

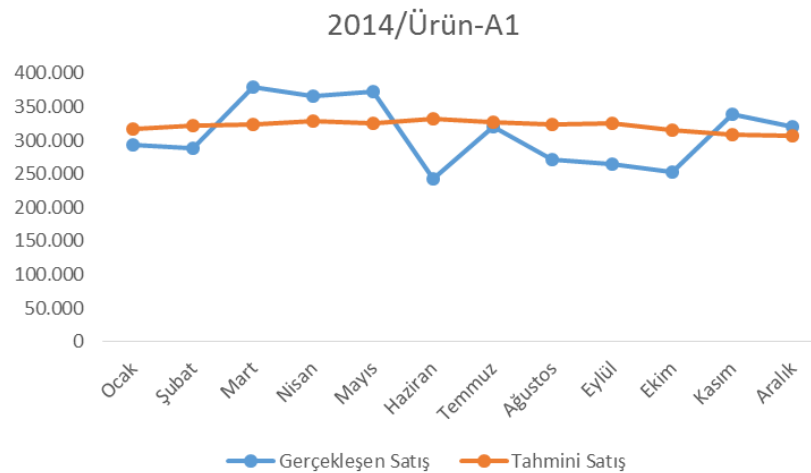
Periyod: 4		Periyod: 6		Periyod: 8		Periyod: 12		Periyod: 18	
MAPE	16	MAPE	16	MAPE	14	MAPE	14	MAPE	14
MAD	49166	MAD	47552	MAD	43852	MAD	41525	MAD	42959
MSD	3259925492	MSD	2824358053	MSD	2612098315	MSD	2393225705	MSD	2429523245

En düşük hatayı gösteren periyod 12 ile yapılan 2015 yılı tahmini Şekil 4.16’da gösterilmiştir. Burada 2015 yılı ilk ayı tahmin edildikten sonra diğer aylar için 2015 yılı tahminî veriler üzerinden ortalamalar sonuçlara yansıtılmıştır.



**Şekil 4.16 :** Ürün-A1 2015 yılı hareketli ortalama tahmin grafiği.

“Ürün-A1” için periyod 12’ye göre 2014 yılı MAPE değeri %15’tir. 2014 yılı fiilî satış ile tahminî satış grafiği Şekil 4.17’de gösterilmektedir.



**Şekil 4.17:** Ürün-A1 2014 yılı hareketli ortalama grafiği.

#### 4.4.1.2 Üstel düzeltme

Üstel düzeltme yöntemi kısa dönem tahminlerinde kullanılan, salt bir sonraki periyodun tahmin sonucunu çıkararak bir yöntemdir. Bu nedenle bu uygulama sonucunda elimizdeki verilerle salt 2015 Ocak ayı tahmin verisi çıkacaktır. “Ürün-F1” için 36 aylık satış verisi ile farklı üstel düzeltme katsayıları ve başlangıç düzeltme değeri için farklı gözlem sayıları seçilerek “Minitab 17” istatistik programında denemeler yapılmıştır. Bu denemelerin sonucunda MAPE, MAD ve MSD hata ölçümleri karşılaştırılıp en küçük sapma gösteren katsayıya karar verilmiştir. Program, bu yöntem için optimum katsayı ağırlıklarını kendisi belirleyebilmektedir. Hata ölçümlerinin karşılaştırma tablosunu Çizelge 4.13’de görmek olanaklıdır.

**Çizelge 4.13 :** “Ürün-F1” üstel düzeltme hata performans ölçümleri.

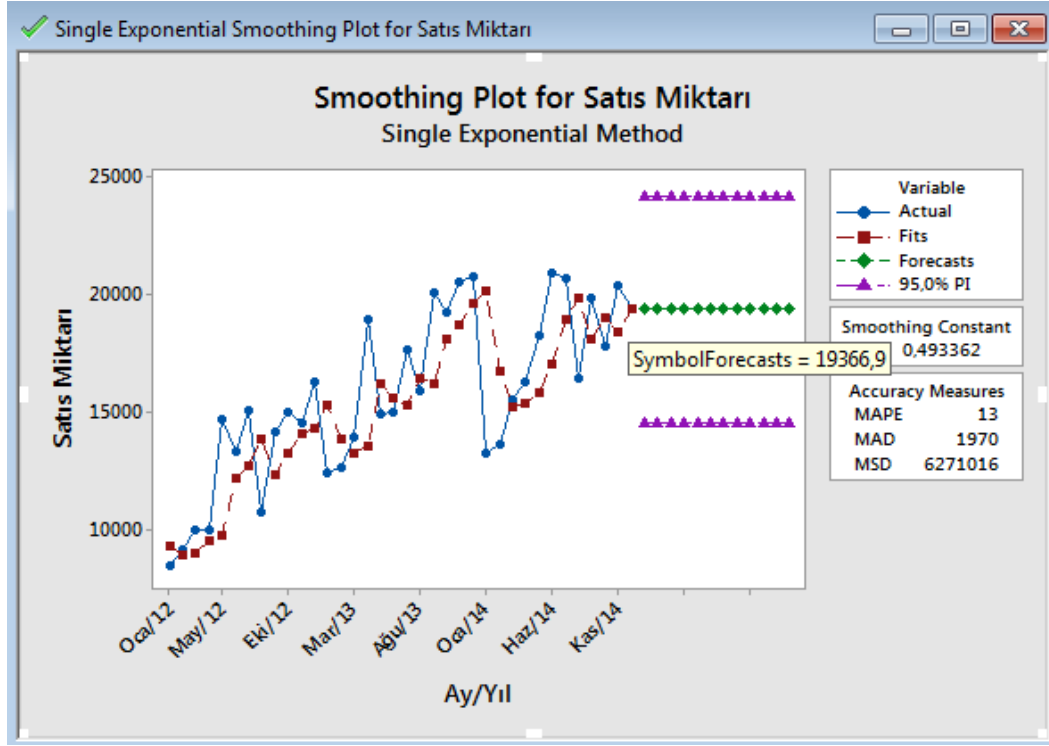
Başlangıç düzeltme değeri: 36 gözlem ortalaması	Başlangıç düzeltme değeri: 6 gözlem ortalaması	Başlangıç düzeltme değeri: 6 gözlem ortalaması
$\alpha=0,2$ MAPE 17 MAD 2405 MSD 8554519	$\alpha=0,2$ MAPE 14 MAD 2191 MSD 7041590	$\alpha=0,4$ MAPE 13 MAD 2023 MSD 6377903

Başlangıç düzeltme değeri: 6 gözlem ortalaması	Başlangıç düzeltme değeri: 6 gözlem ortalaması	Başlangıç düzeltme değeri: 6 gözlem ortalaması
$\alpha=0,7$ MAPE 13 MAD 1982 MSD 6581414	$\alpha=0,8$ MAPE 13 MAD 2004 MSD 6801720	$\alpha=0,9$ MAPE 14 MAD 2048 MSD 7122991

Başlangıç düzeltme değeri: 6 gözlem ortalaması
$\alpha=0,493362$ (optimal) MAPE 13 MAD 1970 MSD 6271016

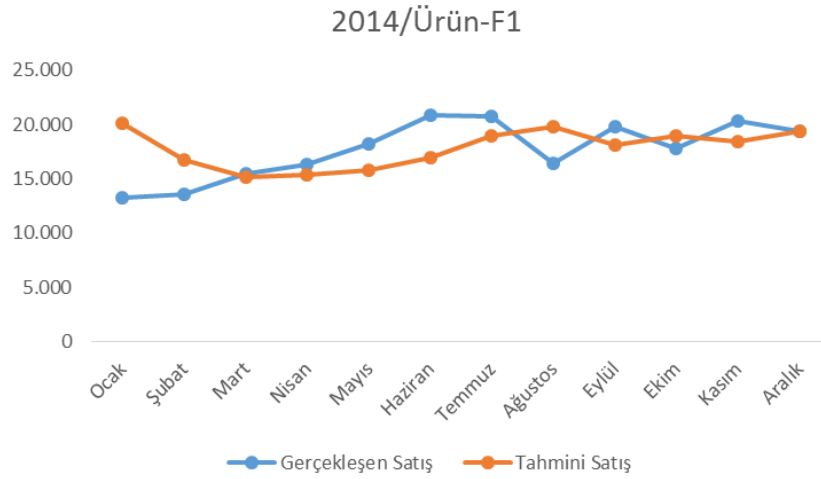
Optimum katsayı seçimi ile “Ürün-F1” için 2015 yılı Ocak ayı tahmin sonucu 19.367 ton’dur. Tahmin sonuçlarıyla ilgili Minitab 17 istatistik program çıktısı Şekil 4.18’de gösterilmiştir.





Şekil 4.18 : Ürün-F1 üstel düzeltme program çıktısı.

“Ürün-F1” için optimum katsayı ile hesaplanan 2014 yılı MAPE değeri %14’dür. 2014 yılı fiilî satış ile tahminî satış grafiği Şekil 4.19’da gösterilmektedir.



Şekil 4.19 : Ürün-F1 2014 yılı üstel düzeltme grafiği.

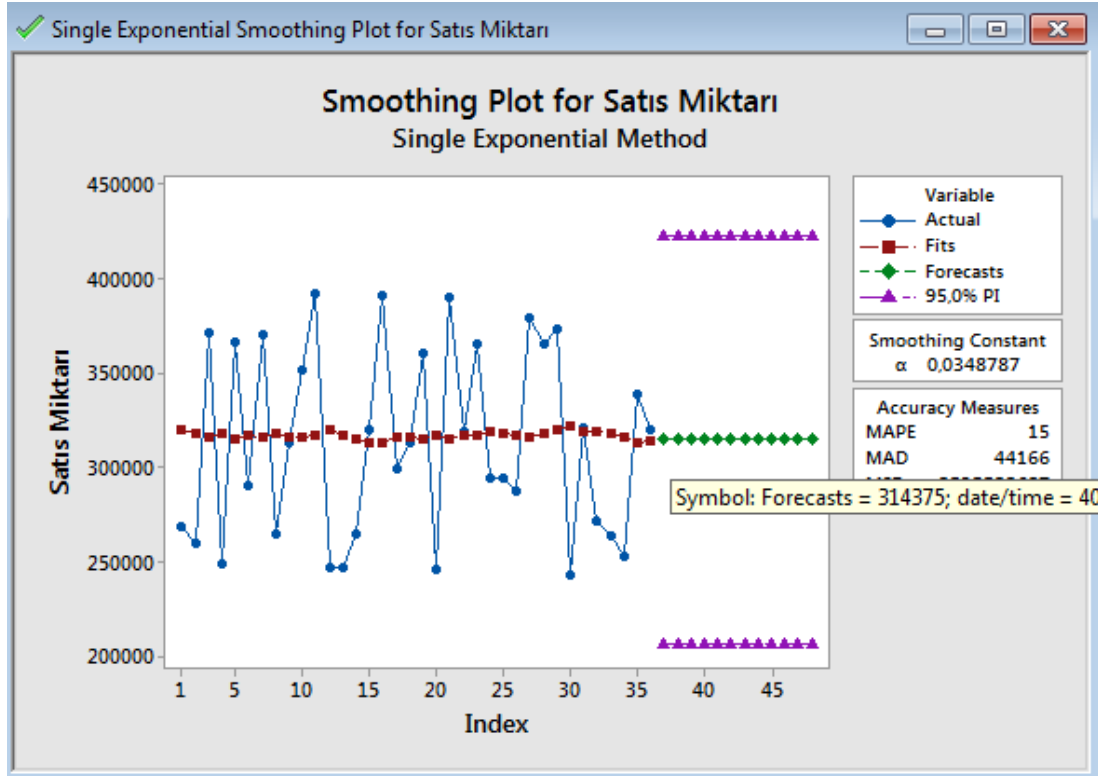
Ürün-A1” için farklı üstel düzeltme katsayıları ve başlangıç düzeltme değeri ile yapılan modellerin hata ölçümleri karşılaştırma tablosu Çizelge 4.14’de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.14 :** “Ürün-A1” üstel düzeltme hata performans ölçümleri.

Başlangıç düzeltme değeri: 36 gözlem ortalaması	Başlangıç düzeltme değeri: 6 gözlem ortalaması
$\alpha=0,2$	$\alpha=0,2$
MAPE 16	MAPE 15
MAD 47074	MAD 46635
MSD 2859196692	MSD 2848862122

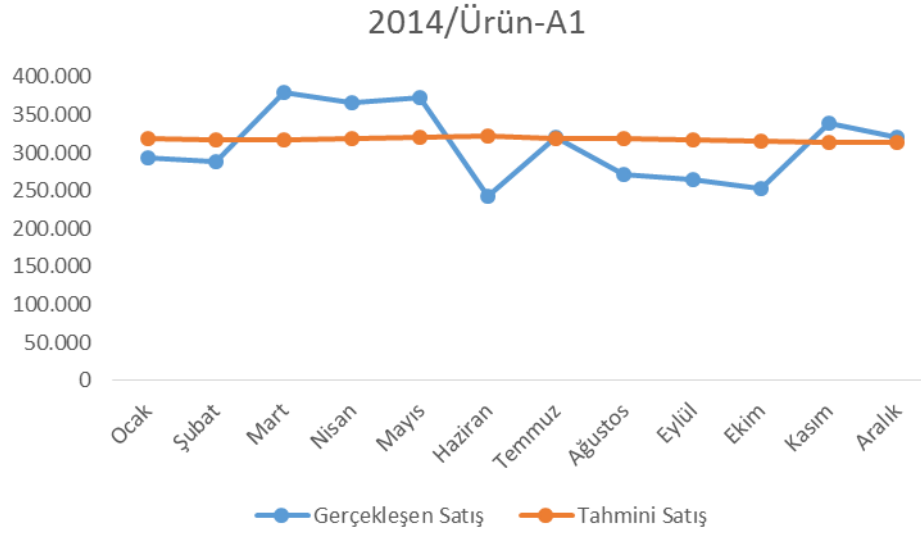
Başlangıç düzeltme değeri: 6 gözlem ortalaması	Başlangıç düzeltme değeri: 6 gözlem ortalaması	Başlangıç düzeltme değeri: 6 gözlem ortalaması
$\alpha=0,1$	$\alpha =0,0349$	$\alpha=0,4$
MAPE 15	MAPE 15	MAPE 16
MAD 44892	MAD 44166	MAD 49508
MSD 2658657670	MSD 2535522687	MSD 3286939988

Optimum katsayı seçimi ile “Ürün-A1” için 2015 yılı Ocak ayı tahmin sonucu 314.375 m<sup>2</sup>’dir. Tahmin sonuçlarıyla ilgili Minitab 17 istatistik program çıktısı Şekil 4.20’de gösterilmiştir.



**Şekil 4.20 :** Ürün-A1 üstel düzeltme program çıktısı.

“Ürün-A1” için optimum katsayı ile hesaplanan 2014 yılı MAPE değeri %14’dür. 2014 yılı fiilî satış ile tahminî satış grafiği Şekil 4.21’de gösterilmektedir.



Şekil 4.21 : Ürün-A1 2014 yılı üstel düzeltme grafiği.

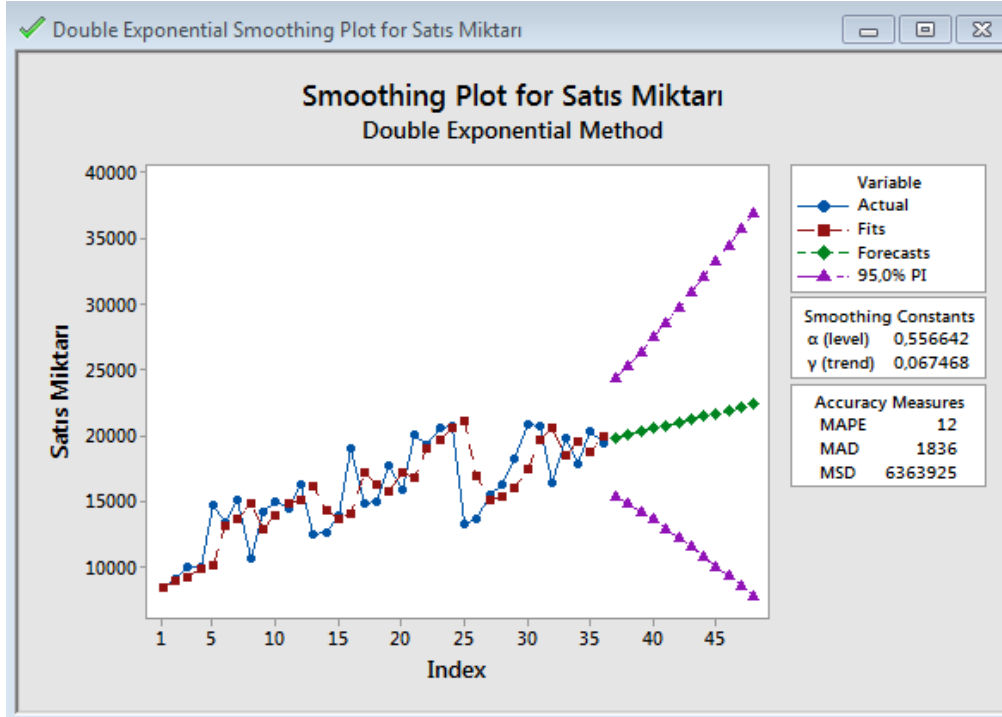
#### 4.4.1.3 Holt lineer yöntemi ile üstel düzeltme

Bu bölümde, çift üstel düzeltme yöntemi olarak da bilinen Holt lineer yönteminde kullanılan trend (eğim) ve düzey (level) düzeltme katsayılarının farklı durumları analiz edilmiştir. “Ürün-F1” için 36 aylık satış verisi ile yapılan denemelerin sonucunda oluşan MAPE, MAD ve MSD hata ölçümleri karşılaştırma tablosu Çizelge 4.15’de gösterilmiştir. Yöntem için kullanılan Minitab 17 istatistik programı, optimum katsayı ağırlıklarını kendisi belirleyebilmektedir.

Çizelge 4.15 : “Ürün-F1” holt lineer yöntemi hata performans ölçümleri.

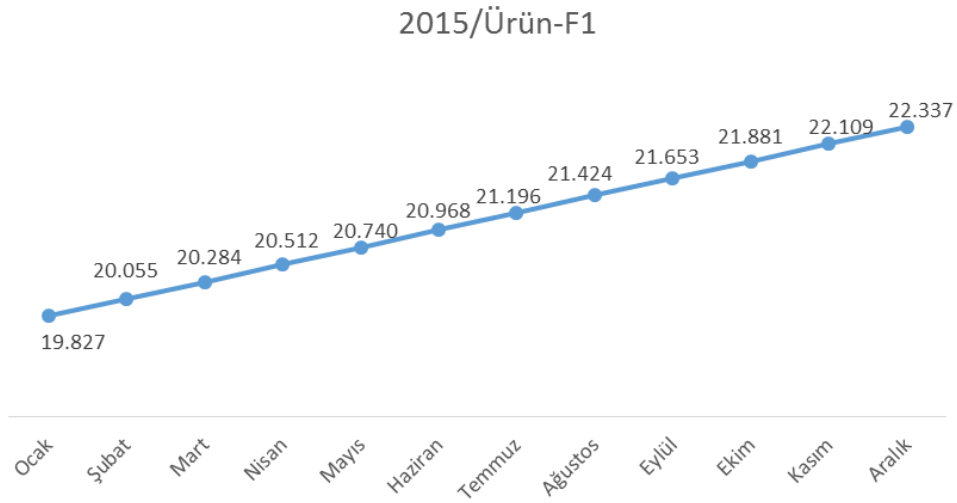
Düzeltilme katsayıları							
$\alpha$ (seviye)	0,2	$\alpha$ (seviye)	0,2	$\alpha$ (seviye)	0,5	$\alpha$ (seviye)	0,556642
$\gamma$ (trend)	0,2	$\gamma$ (trend)	0,4	$\gamma$ (trend)	0,8	$\gamma$ (trend)	0,067468
MAPE	14	MAPE	15	MAPE	17	MAPE	12
MAD	2085	MAD	2167	MAD	2499	MAD	1836
MSD	6462085	MSD	7421203	MSD	10771931	MSD	6363925

Optimum katsayılar ile yapılan “Ürün-F1” için 2015 yılı tahmin sonuçları Minitab 17 istatistik program çıktısı Şekil 4.22’de gösterilmiştir.



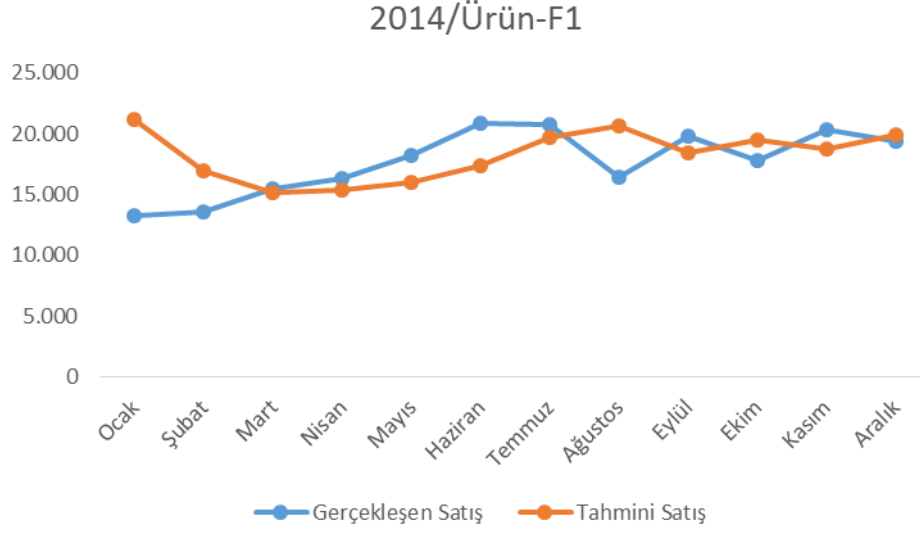
Şekil 4.22 : Ürün-F1 holt lineer yöntemi program çıktısı.

En düşük hatayı gösteren katsayılar ile yapılan 2015 yılı tahmini Şekil 4.23'de gösterilmiştir.



Şekil 4.23 : Ürün-F1 2015 yılı holt lineer yöntemi tahmin grafiği.

“Ürün-F1” için optimum katsayılar ile 2014 yılı MAPE değeri %15 olarak hesaplanmıştır. 2014 yılı fiili satış ile tahmini satış grafiği Şekil 4.24’te gösterilmektedir.



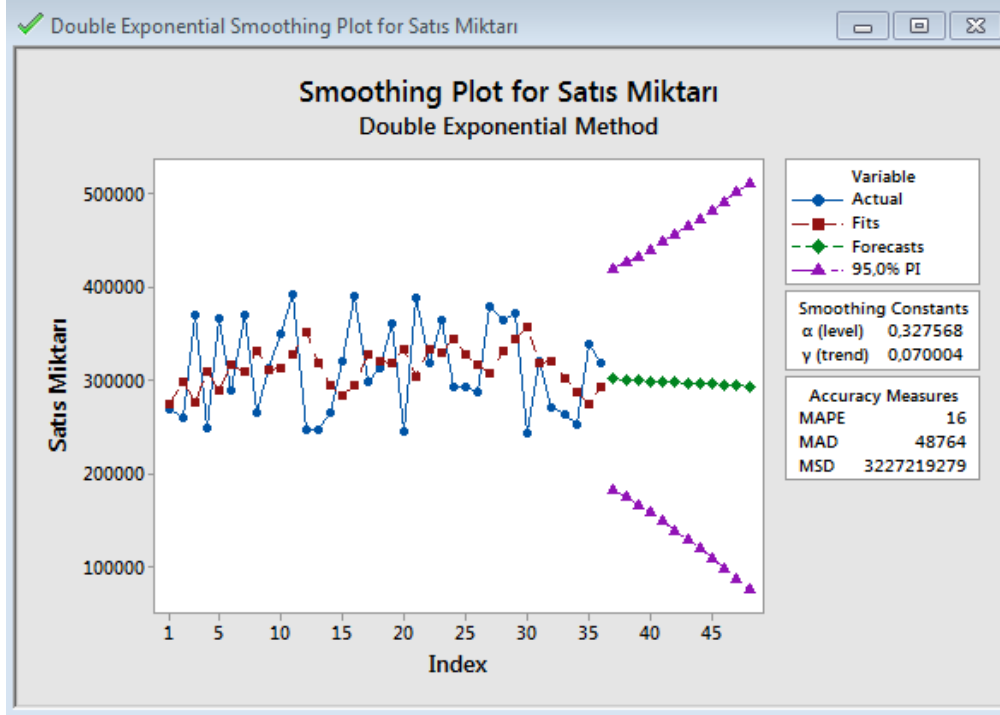
**Şekil 4.24 :** Ürün-F1 2014 yılı holt lineer yöntemi grafiği.

“Ürün-A1” için 36 aylık satış verisi için holt lineer yönteminde yapılan denemelerin sonucunda oluşan MAPE, MAD ve MSD hata ölçümleri karşılaştırma tablosu Çizelge 4.16’da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.16 :** “Ürün-A1” holt lineer yöntemi hata performans ölçümleri.

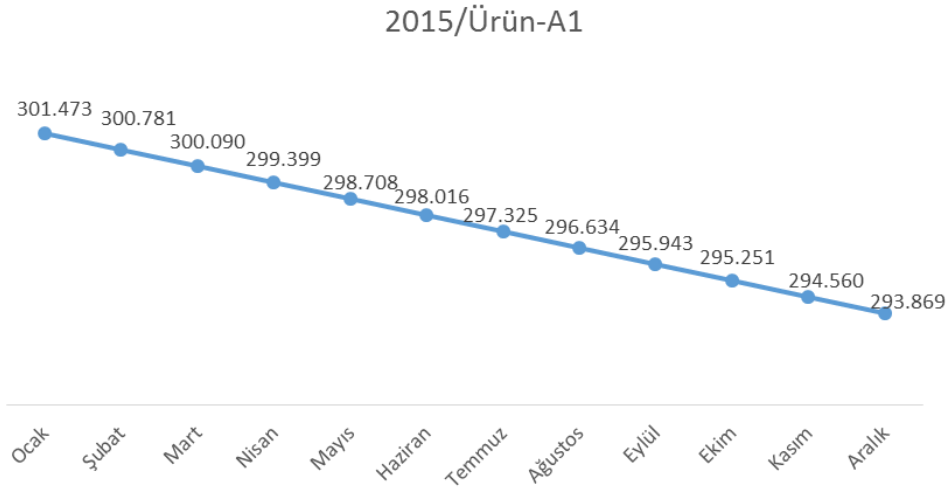
Düzeltilme katsayıları			
$\alpha$ (seviye) <b>0,327568</b>	$\alpha$ (seviye) <b>0,2</b>	$\alpha$ (seviye) <b>0,4</b>	$\alpha$ (seviye) <b>0,2</b>
$\gamma$ (trend) <b>0,070004</b>	$\gamma$ (trend) <b>0,2</b>	$\gamma$ (trend) <b>0,1</b>	$\gamma$ (trend) <b>0,4</b>
MAPE 16	MAPE 16	MAPE 17	MAPE 17
MAD 48764	MAD 48903	MAD 50938	MAD 50299
MSD 3227219279	MSD 3070584339	MSD 3495362033	MSD 3305265912

Optimum katsayılar ile yapılan “Ürün-A1” için 2015 yılı tahmin sonuçları Minitab 17 istatistik program çıktısı Şekil 4.25’de gösterilmiştir.



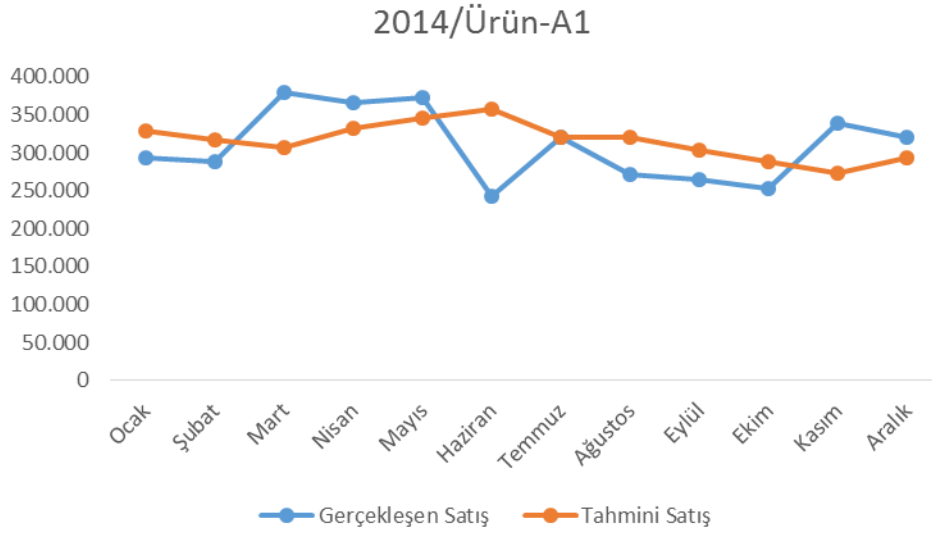
Şekil 4.25 : Ürün-A1 holt lineer yöntemi program çıktısı.

En düşük hatayı gösteren katsayılar ile yapılan 2015 yılı tahmini Şekil 4.26’da gösterilmiştir.



Şekil 4.26 : Ürün-A1 2015 yılı holt lineer yöntemi tahmin grafiği.

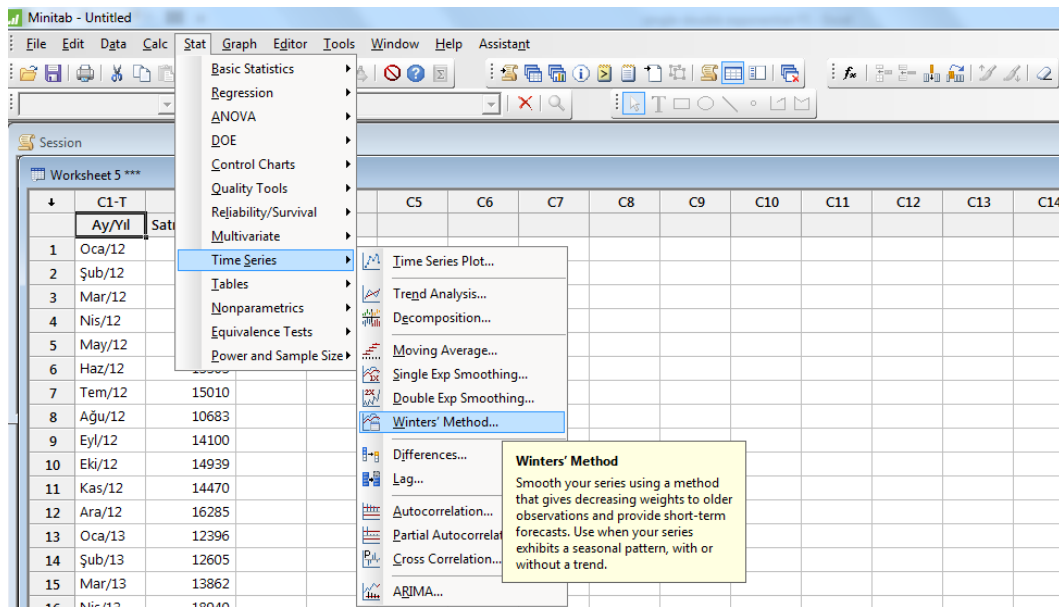
“Ürün-A1” için optimum katsayılar ile 2014 yılı MAPE değeri %15 olarak hesaplanmıştır. 2014 yılı fiilî satış ile tahminî satış grafiği Şekil 4.27’deki gibidir.



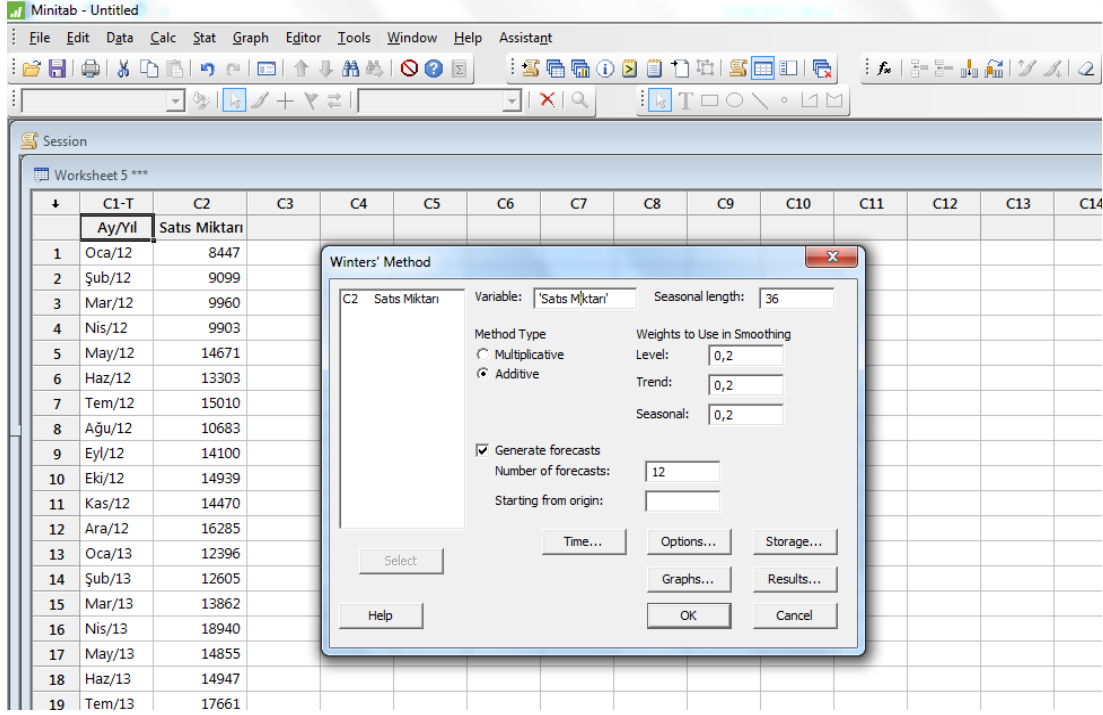
**Şekil 4.27 :** Ürün-A1 2014 yılı holt linear yöntemi grafiği.

#### 4.4.1.4 Winter üstel düzeltme

Winter üstel düzeltme yönteminde kullanılan trend (eğim), düzey (level) ve mevsimsel düzeltme etmenlerinin farklı durumları analiz edilmiştir. Minitab 17 istatistik programında winter üstel düzeltme yönteminin kullanımı ile ilgili ekran görüntüleri Şekil 4.28 ve Şekil 4.29’da gösterilmiştir.



**Şekil 4.28 :** Ürün-F1 Winter üstel düzeltme ekran görüntüsü-1.



Şekil 4.29 : Ürün-F1 Winter üstel düzeltme ekran görüntüsü-2.

Uygulamada çarpımsal-mevsimsel ve toplamsal-mevsimsel üstel düzeltme yöntemleri olmak üzere iki farklı Holt-Winters yöntemi bulunmaktadır. Toplamsal modelin özelliği, mevsimsel dalgalanmanın büyüklüğü zaman içerisinde sabit iken, çarpımsal modelde serinin uzunluğuna göre büyüklük değişmektedir [80]. “Ürün-F1” için 36 aylık satış verisi ile katsayılar, toplamsal ve çarpımsal olmak üzere 2 metot türünde, mevsimsel uzunluk 12 seçilerek farklı MAPE, MAD ve MSD hata ölçümleri karşılaştırılmıştır. Hata performans ölçümü karşılaştırma tablosu Çizelge 4.17’deki gibidir.

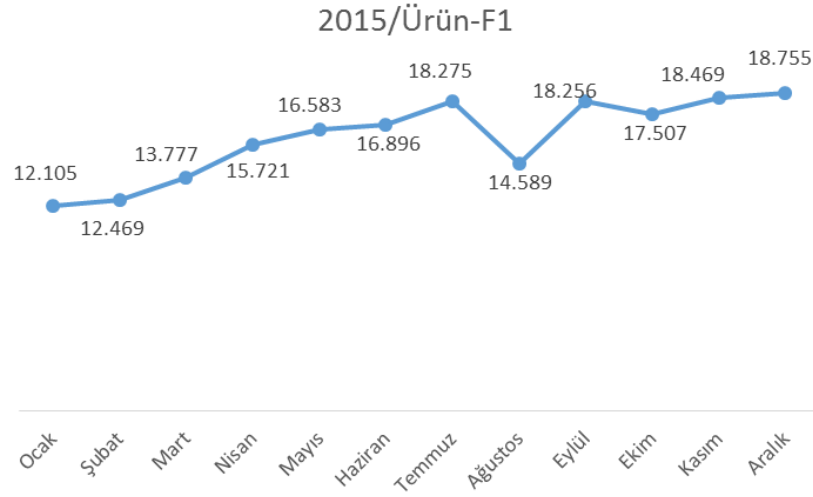
Tabloya bakıldığında çarpımsal yöntem için mevsimsel uzunluğu 12, seviye faktörü 1, trend faktörü 0,1 ve mevsimsel düzeltme faktörü 1 seçildiğinde MAPE değeri %9 ve MAD değeri 1310 ile en küçük hata değerini vermektedir. Bu seçimlerle yapılan 2015 yılı satış verileri tahmini Şekil 4.30’da gösterilmiştir.



**Çizelge 4.17 :** “Ürün-F1” winter üstel düzeltme ile hata performans ölçümleri.

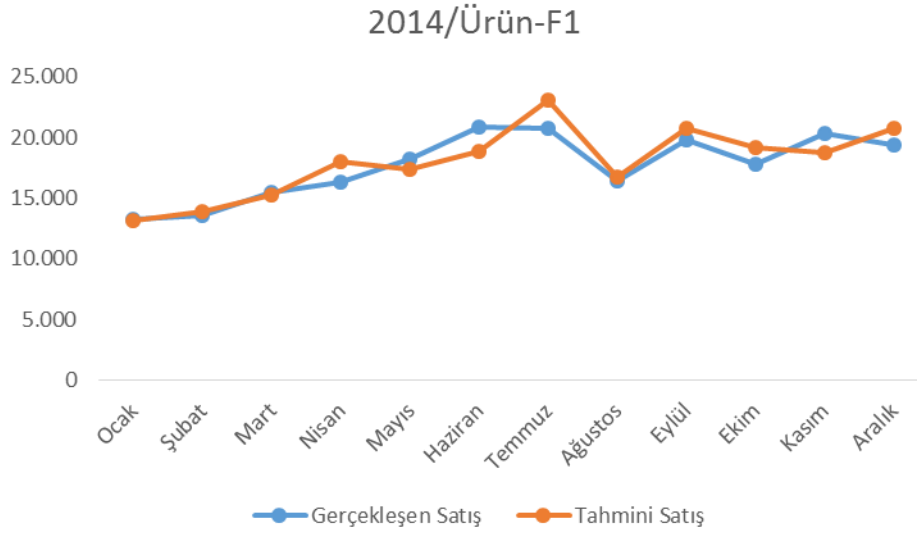
Çarpımsal Yöntem									
Mevsimsel uzunluk: 12									
Düzeltilme katsayıları									
$\alpha$ (seviye)	0,2	0,2	0,4	0,5	1	0,9	0,2	0,3	0,8
$\gamma$ (trend)	0,2	0,4	0,3	0,5	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2
$\delta$ (mevsimsel)	0,2	0,8	0,7	0,5	1	0,9	0,8	0,3	0,8
Hata ölçümleri									
MAPE	9	13	11	11	9	9	12	10	10
MAD	1377	1904	1718	1591	1310	1335	1756	1432	1420
MSD	3E+06	6E+06	5E+06	4E+06	3E+06	3E+06	5E+06	3E+06	4E+06

Toplamsal Yöntem									
Mevsimsel uzunluk: 12									
Düzeltilme katsayıları									
$\alpha$ (seviye)	0,2	0,1	0,3	0,8	0,5	0,8	0,9	1	0,3
$\gamma$ (trend)	0,2	0,2	0,2	0,8	0,5	0,2	0,1	0,1	0,4
$\delta$ (mevsimsel)	0,2	0,1	0,8	0,8	0,5	0,2	0,9	1	0,7
Hata ölçümleri									
MAPE	10	11	11	12	11	10	9	9	11
MAD	1414	1523	1627	1842	1602	1418	1350	1327	1690
MSD	3E+06	3E+06	4E+06	5E+06	4E+06	4E+06	3E+06	3E+06	5E+06



**Şekil 4.30 :** Ürün-F1 2015 yılı winter üstel düzeltme tahmin grafiği.

“Ürün-F1” için belirlenen modelde 2014 yılı beklenen ve gerçekleşen değerler karşılaştırıldığında MAPE değeri %6 çıkmaktadır. 2014 yılı fiilî satış ile tahminî satış grafiği Şekil 4.31’deki gibidir.



**Şekil 4.31 :** Ürün-F1 2014 yılı winter üstel düzeltme grafiği.

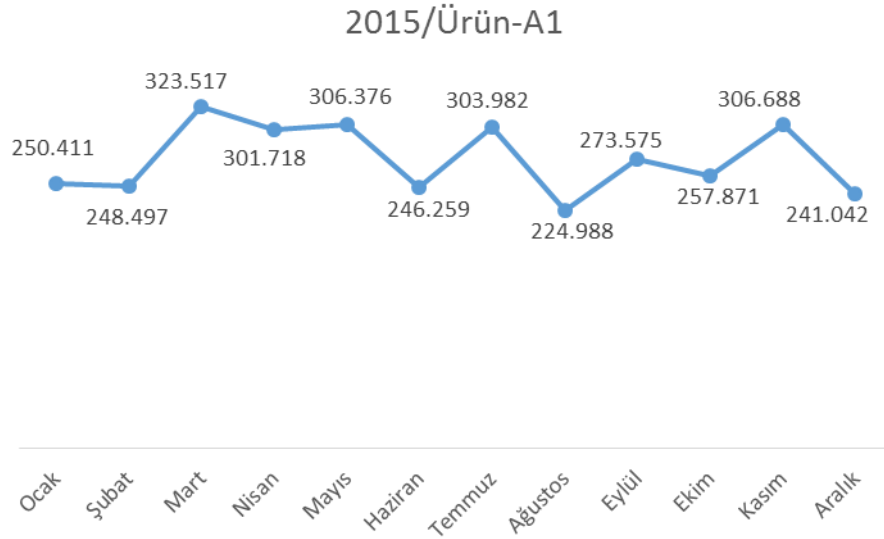
“Ürün-A1” içinde aynı işlemler yapıldığında ortaya farklı modeller çıkmaktadır. Hata performans ölçümü karşılaştırma tablosu Çizelge 4.18’deki gibidir.

**Çizelge 4.18 :** “Ürün-A1” winter üstel düzeltme ile hata performans ölçümleri.

Çarpımsal Yöntem						
Mevsimsel uzunluk: 12						
Düzeltilme katsayıları						
$\alpha$ (seviye)	0,2	0,4	0,5	0,9	0,1	0,2
$\gamma$ (trend)	0,2	0,6	0,5	0,1	0,1	0,2
$\delta$ (mevsimsel)	0,2	0,8	0,5	0,9	0,1	0,9
Hata ölçümleri						
MAPE	10	13	12	12	10	13
MAD	29382	41016	37279	38115	29483	39854
MSD	2E+09	3E+09	3E+09	3E+09	1E+09	3E+09

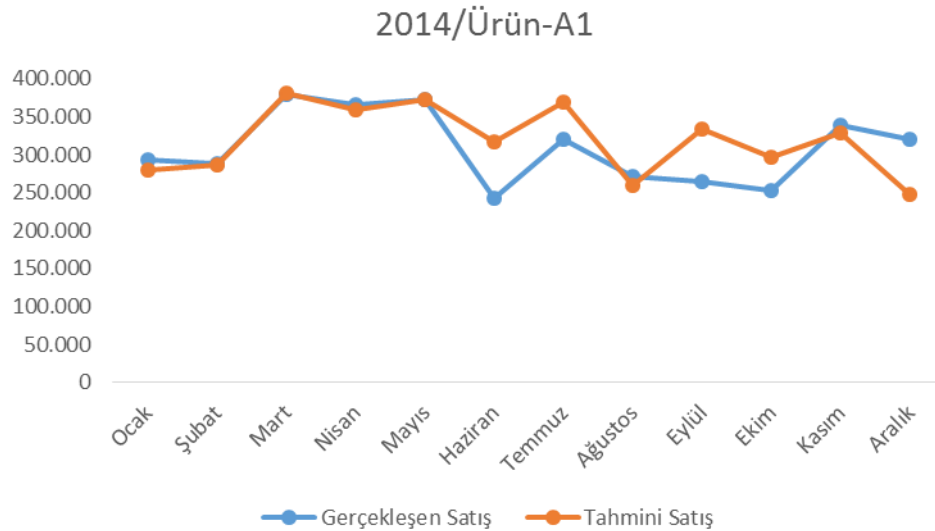
Toplamsal Yöntem						
Mevsimsel uzunluk: 12						
Düzeltilme katsayıları						
$\alpha$ (seviye)	0,2	0,3	1	0,2	0,1	0,5
$\gamma$ (trend)	0,2	0,5	0,1	0,2	0,1	0,5
$\delta$ (mevsimsel)	0,2	0,9	1	0,8	0,1	0,5
Hata ölçümleri						
MAPE	10	14	13	13	10	13
MAD	30122	42500	38729	38411	29832	37833
MSD	2E+09	3E+09	3E+09	3E+09	1E+09	3E+09

Çarpımsal yöntemde mevsimsel uzunluk 12 iken seviye, trend ve mevsimsel değerlerin tümünün 0,2 olduğu düzeltme katsayıları ile tasarlanan model %10 MAPE ve 29382 MAD değerleri ile en az sapmayı göstermiştir. Bu modelde hesaplanan 2015 yılı satış verileri tahmini Şekil 4.32’de gösterilmiştir.



**Şekil 4.32 :** Ürün-A1 2015 yılı winter üstel düzeltme tahmin grafiği.

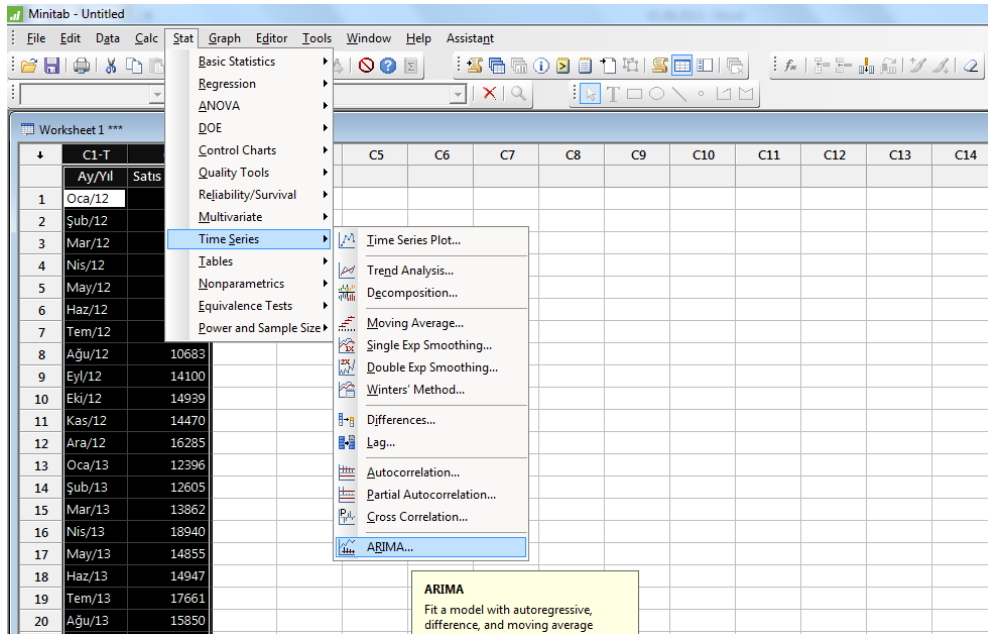
“Ürün-A1” için belirlenen modelde 2014 yılı gerçekleşen ve beklenen değerler karşılaştırıldığında MAPE değeri %11 çıkmaktadır. 2014 yılı fiilî satış ile tahminî satış grafiği Şekil 4.33’deki gibidir.



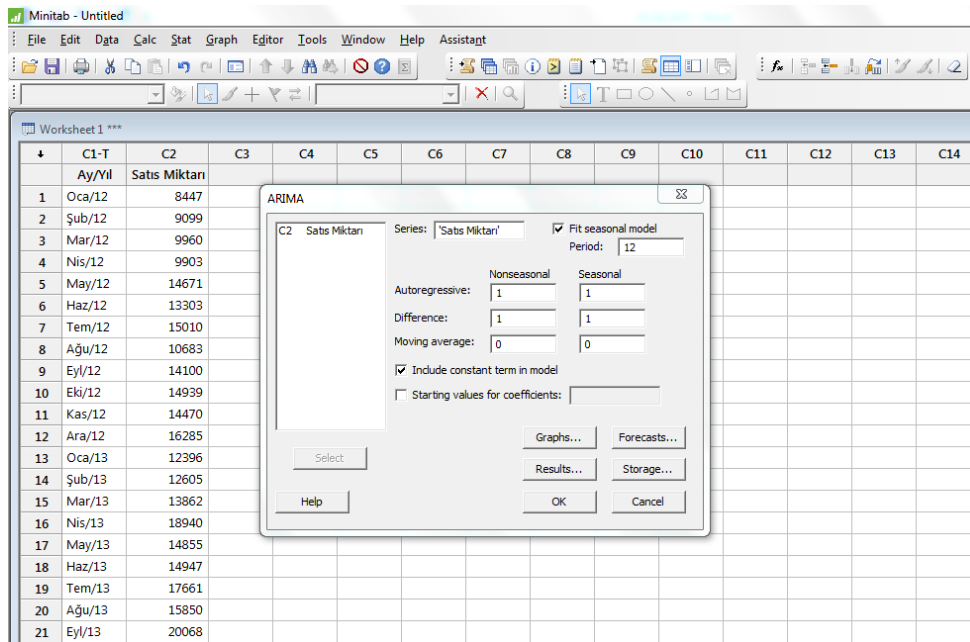
**Şekil 4.33 :** Ürün-A1 2014 yılı winter üstel düzeltme grafiği.

#### 4.4.1.5 Box-jenkins yöntemi

Box-Jenkins yöntemi mevsimsel olan ve olmayan modeller şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Model otoregresyon ve hareketli ortalama özellikleri içermektedir. Yöntemi belirlerken veriye uygun olarak model seçimi, modelin tahmini, katsayı belirleme gibi işlemler gerçekleştirilmektedir. Uygulamada ARIMA yöntemi için kullanılan Minitab 17 istatistik programı ekran görüntüleri Şekil 4.34 ve Şekil 4.35'deki gibidir.

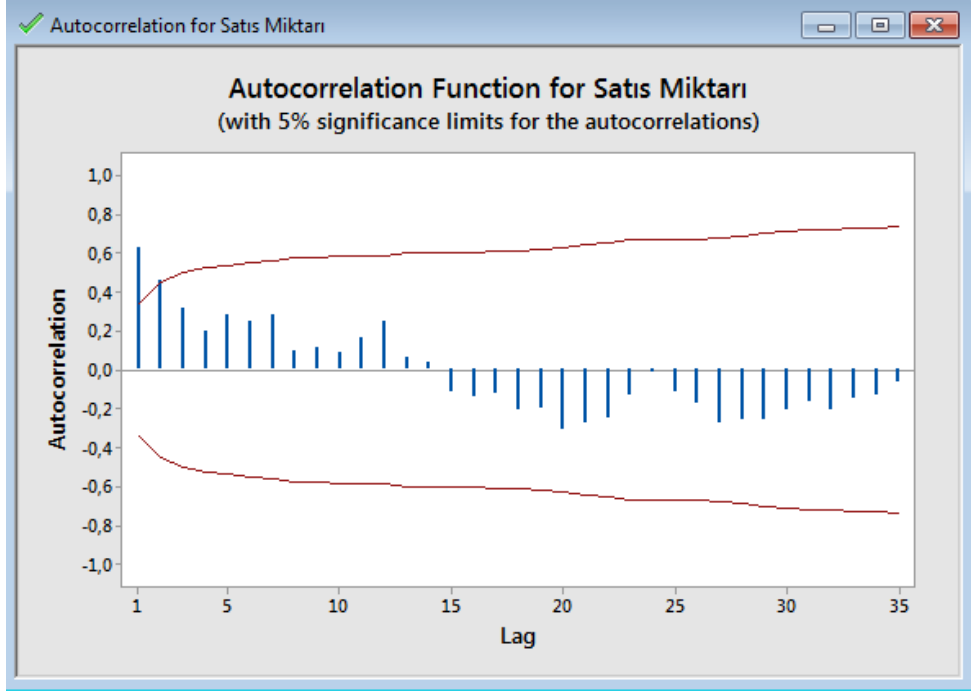


Şekil 4.34 : Ürün-F1 ARIMA ekran görüntüsü-1.

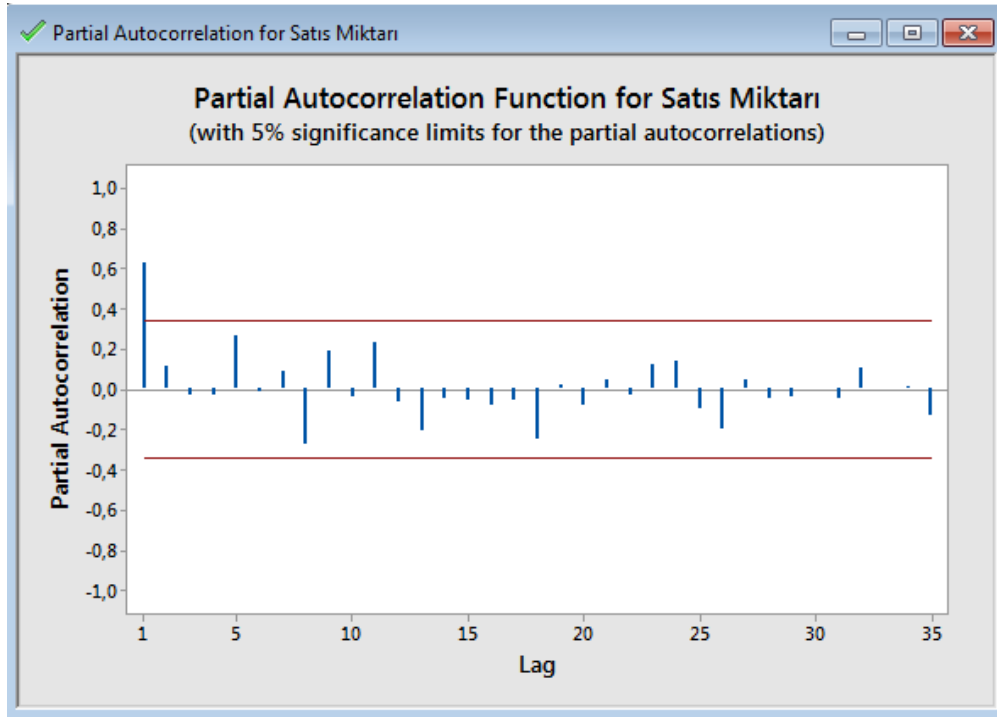


Şekil 4.35 : Ürün-F1 ARIMA ekran görüntüsü-2.

Model parametrelerinin seçimi için öncelikle seri yapısının ACF ve PACF grafikleri çizdirilecektir. “Ürün-F1” için ACF ve PACF grafikleri sırasıyla Şekil 4.36 ve Şekil 4.37’de gösterilmiştir.



Şekil 4.36 : Ürün-F1 ACF grafiği.



Şekil 4.37 : Ürün-F1 PACF grafiği.

Grafiklere bakılarak ACF grafiğindeki ilişki miktarları gecikme sayısı arttıkça yavaş yavaş azalır buna karşılık PACF grafiğindeki azalma hızlı şekilde olduğundan seriye uygun model otoregresyon olarak belirlenmiştir. PACF grafiğinde sadece ilk gecikmeye ait ilişki miktarı önemli olduğundan ve güven sınırını aştığından öncelikle AR(1) ve MA(0) olarak atanmıştır. Daha sonra AR(2) ve MA(0) için program çalıştırılmıştır. Çalışmada seri yapısının durağan olup olmama durumları ve farklı parametreler ile denemeler yapılarak en düşük ortalama hata karesi ölçümüne sahip olan model seçilmiştir.

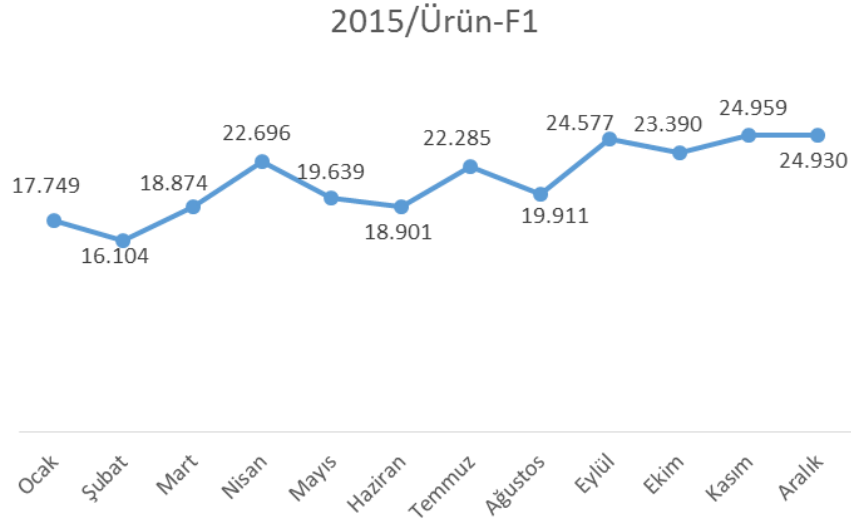
“Ürün-F1” verileri sezonsallık da içerdiğinden modelde sezonsal parametrelerde kullanılmıştır. 36 aylık veriye uygun (1,1,0)(1,1,0), (1,0,0)(1,0,0), (2,0,0)(2,0,0) modelleri 12 mevsimsel periyod ile çalışılmıştır. (1,2,0)(1,2,0) ve (2,1,0)(2,1,0) modelleri programda çalıştırılmış ancak sonuç alınamamıştır. “Ürün-F1” için yapılmış model simülasyonları Çizelge 4.19’deki gibidir.

**Çizelge 4.19 :** “Ürün-F1” ARIMA model simülasyonları.

	Mevsimsel model periyodu: 12 Modelde sabit terim içerir		Mevsimsel model periyodu: 12 Modelde sabit terim içermez	
	Mevsimsel olmayan	Mevsimsel	Mevsimsel olmayan	Mevsimsel
<b>Otoregresyon</b>	1	1	1	1
<b>Fark</b>	1	1	1	1
<b>Hareketli Ortalama</b>	0	0	0	0
<b>Ortalama Hata Karesi</b>	1186908		1132131	

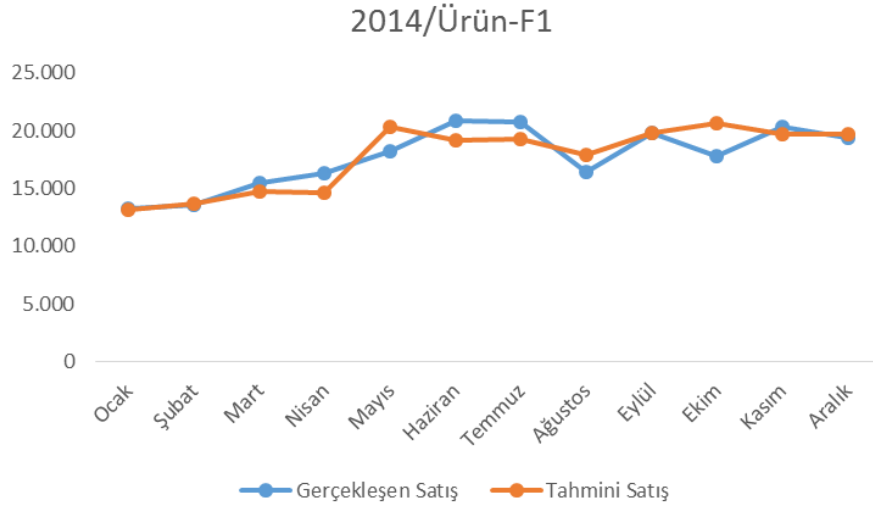
	Mevsimsel model periyodu: 12 Modelde sabit terim içermez		Mevsimsel model periyodu: 12 Modelde sabit terim içermez	
	Mevsimsel olmayan	Mevsimsel	Mevsimsel olmayan	Mevsimsel
<b>Otoregresyon</b>	1	1	2	2
<b>Fark</b>	0	0	0	0
<b>Hareketli Ortalama</b>	0	0	0	0
<b>Ortalama Hata Karesi</b>	5499591		742458	

En düşük ortalama hata karesini gösteren (2,0,0)(2,0,0)<sub>12</sub> modelin 2015 yılı tahmini sonuçları Şekil 4.38’de gösterilmiştir.



**Şekil 4.38 :** Ürün-F1 2015 yılı ARIMA tahmin grafiği.

Belirlenen modelle “Ürün-F1” için hesaplanan 2014 yılı MAPE değeri %6’dır. 2014 yılı fiilî satış ile tahminî satış grafiği Şekil 4.39’daki gibidir.



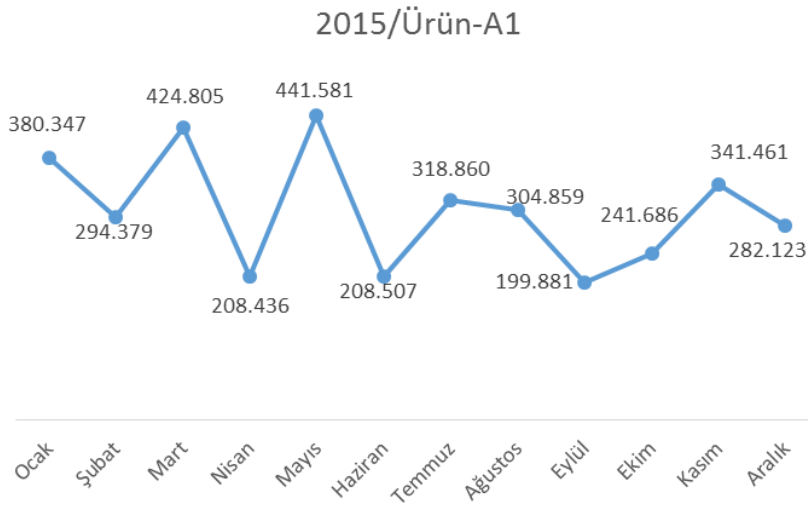
**Şekil 4.39 :** Ürün-F1 2014 yılı ARIMA grafiği.

“Ürün-A1” için parametre seçiminde yararlanılacak olan ACF ve PACF grafiklerine bakıldığında grafiklerdeki ilişki miktarlarının azalışı benzer seviyelerdedir. Bu yüzden modelin otoregresif hareketli ortalama modeli olduğu düşünülmektedir. Bu ürün için 36 aylık veriye uygun (1,0,1)(1,0,1), (1,1,1)(1,1,1), (2,0,2)(2,0,2) modelleri 12 mevsimsel periyod ile çalışılmıştır. Bunların dışında (2,1,2)(2,1,2) modeli programda denenmiş ancak sonuç alınamamıştır. “Ürün-A1” için yapılmış model simülasyonları Çizelge 4.20’deki gibidir.

**Çizelge 4.20 : “Ürün-A1” ARIMA model simülasyonları.**

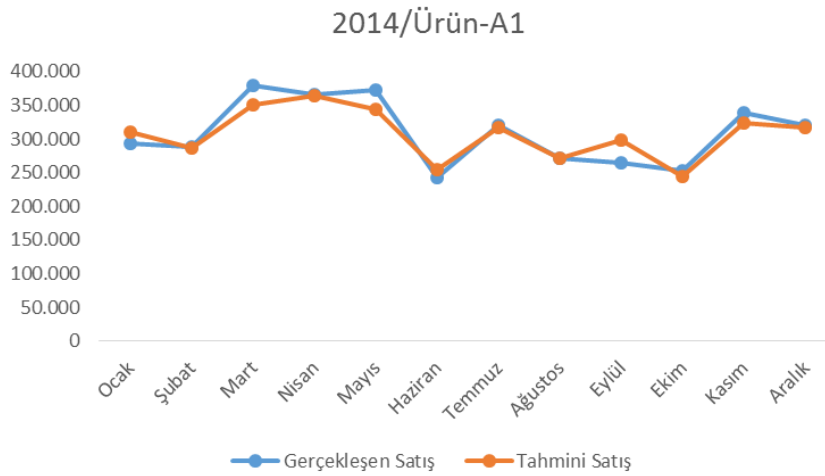
	Mevsimsel model periyodu: 12 Modelde sabit terim içermez		Mevsimsel model periyodu: 12 Modelde sabit terim içermez		Mevsimsel model periyodu: 12 Modelde sabit terim içermez	
	Mevsimsel olmayan	Mevsimsel	Mevsimsel olmayan	Mevsimsel	Mevsimsel olmayan	Mevsimsel
Otoregresyon	1	1	1	1	2	2
Fark	0	0	1	1	0	0
Hareketli Ortalama	1	1	1	1	2	2
Ortalama Hata Karesi	26326809273		1956181108		781267503	

Model simülasyonlarına göre en düşük ortalama hata karesini veren  $(2,0,2)(2,0,2)_{12}$  modelin 2015 yılı tahmini sonuçları Şekil 4.40’da gösterilmiştir.



**Şekil 4.40 : Ürün-A1 2015 yılı ARIMA tahmin grafiği.**

Belirlenen modelle “Ürün-A1” için hesaplanan 2014 yılı MAPE değeri %4’tür. 2014 yılı fiilî satış ile tahminî satış grafiği Şekil 4.41’deki gibidir.



**Şekil 4.41 : Ürün-A1 2014 yılı ARIMA grafiği.**



#### 4.4.2 Yapay sinir ağı ile tahmin uygulaması

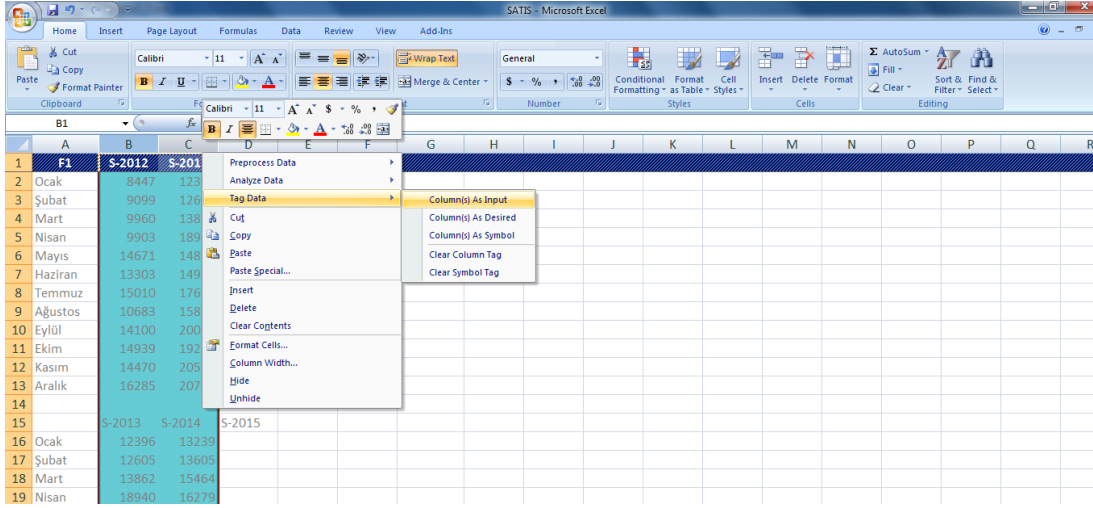
Bu bölümde çok etmenli analizler (Karma Yöntemler) kapsamında yapay zekâ ve sezgisel algoritmaların bir türü olan yapay sinir ağı ile tahmin çalışmaları yapılacaktır.

“Ürün-F1” için iki ayrı uygulama, “Ürün-A1” için ise bir uygulama yapılarak 2015 yılı tahmin edilecektir. Uygulamada yapay sinir ağı modeli için “Neurosolutions 5.05 Developer” versiyonu ve bu programın Excel ara yüzü kullanılmıştır.

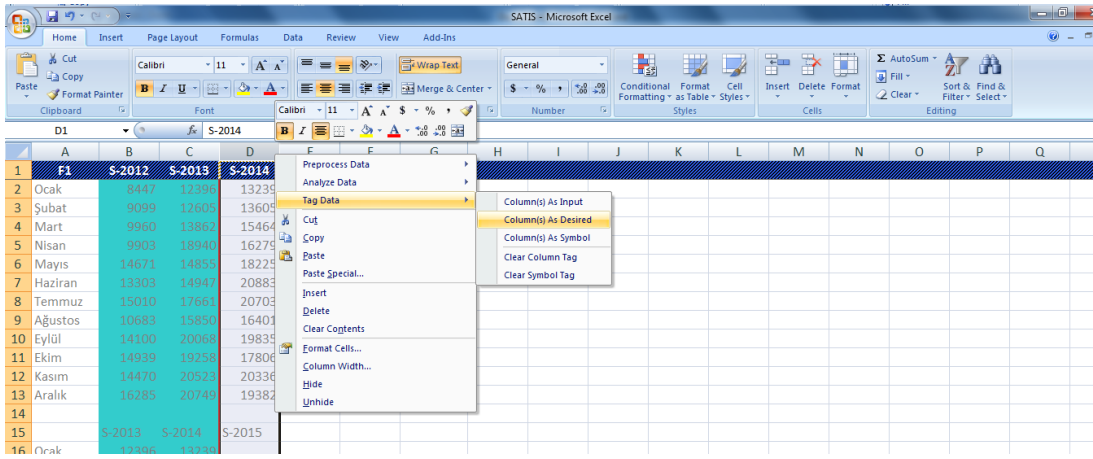
Bu yöntem ürünü etkileyen bağımsız değişkenleri kullanarak ağı eğitir ve sonucunda bağımlı değişken yâni istenilen çıktıyı elde eder. Cam sektörü mevsimsellik, kampanya, fiyat zammı gibi birtakım ölçütlerden etkilendiği gibi dış etmenlerden de etkilenebilir. Düzcami etkileyen en önemli etmenler arasında ekonomik büyüme, GSYİH, girdi verdiği sektörlerden inşaat sektör büyümesi, otomotiv pazarı, beyaz eşya ve mobilya sektörlerinin olumlu ya da olumsuz etkileri gelmektedir. Bu çalışmada “Ürün-F1” için öncelikle 36 aylık satış verisi kullanılarak 12 aylık 2015 yılı satışları elde edilecektir. Sonrasında ise ürünü etkileyen dış etmenlerden üçünün geçmiş verileri dikkate alınarak, yine ürünün 2015 yılı satışı tahmin edilmeye çalışılacaktır. Ayna ürünü olan “Ürün-A1” için de 36 aylık satış verisi kullanılarak 12 aylık 2015 yılı satışları tahmin edilecektir.

##### Uygulama 1:

“Ürün-F1” için yapay sinir ağında kullanılacak adımlar Neurosolutions programının ekran görüntüleri ile adım adım anlatılacaktır. Çalışmadaki veriler Excel arayüzüne taşınır. Amaç 2012 ve 2013 yılı verilerinden 2014 yılı satışlarının oluşumuna göre ağı eğiterek 2013 ve 2014 yılı verilerinden 2015 yılı satışlarını tahmin etmektir. Öncelikle 2012, 2013 ve 2014 yıllarına ilişkin satış miktarları yan yana sütunlar hâlinde yazılır. B ve C sütunundaki geçmiş 2012 ve 2013 yıllarına ilişkin veriler girdi verisi olarak belirlenip “Tag Data-> Column as Input” şeklinde etiketlenir (Şekil 4.42). Bunun sonucunda 2014 verisi çıktı olacağından D sütunu “Tag Data-> Column as Desired” olarak etiketlenmelidir (Şekil 4.43). Aynı şekilde 2013 ve 2014 yılları girdi verilerinden 2015 yılı verilerinin tahmini yapılacağı için bu sütunlar alt alta yazılır.



Şekil 4.42 : Ürün-F1 girdi verisinin etiketlenmesi.



Şekil 4.43 : Ürün-F1 çıktı verisinin etiketlenmesi.

Sonraki aşama ağı eğitilmesi için yeterli düzeyde eğitim verisi belirleyebilmektir. Çalışmada 2012 ve 2013 yılı verilerinden 2014 yılı satışlarının oluşumuna göre ağı eğitilmek istenmektedir. Bu nedenle bu kısmı oluşturan satırlar “eğitim satırları” olarak belirlenip “Tag Data -> Rows As Training” şeklinde etiketlenir (Şekil 4.44). Alt kısımda ise 2013 ve 2014 yılı verilerinden 2015 yılı satışları tahmin edileceğinden yâni üretileceğinden bu yıllara ait satırlar da “üretim satırları” olarak “Tag Data -> Rows As Production” şeklinde etiketlenir (Şekil 4.45).

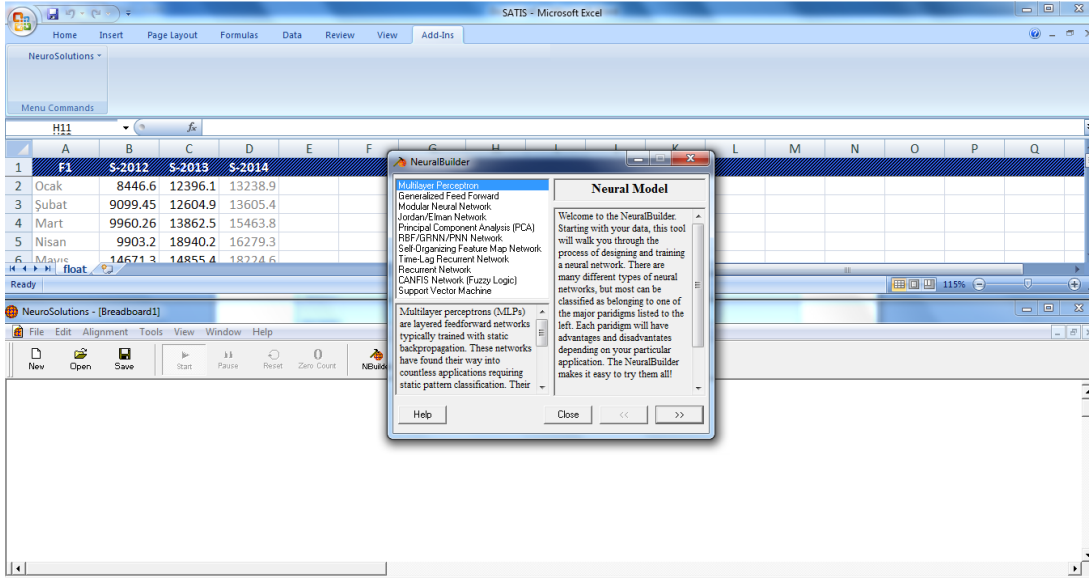
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	F1	S-2012	S-2013	S-2014														
2	Ocak	8447	12396	13239														
3	Şubat	9099	12605	13605														
4	Mart	9960	13862	15464														
5	Nisan	9903	18940	16279														
6	Mayıs	14671	14855	18225														
7	Haziran	13303	14947	20883														
8	Temmuz	15010	17661	20703														
9	Ağustos	10683	15850	16401														
10	Eylül	14100	20068	19835														
11	Ekim	14939	19258	17806														
12	Kasım	14470	20523	20336														
13	Aralık	16285	20749	19382														
14																		
15		S-2013	S-2014	S-2015														
16	Ocak	12396	13239															

Şekil 4.44 : Ürün-F1 eğitim verisinin etiketlenmesi.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	F1	S-2012	S-2013	S-2014														
11	Ekim	14939	19258	17806														
12	Kasım	14470	20523	20336														
13	Aralık	16285	20749	19382														
14																		
15		S-2013	S-2014	S-2015														
16	Ocak	12396	13239															
17	Şubat	12605	13605															
18	Mart	13862	15464															
19	Nisan	18940	16279															
20	Mayıs	14855	18225															
21	Haziran	14947	20883															
22	Temmuz	17661	20703															
23	Ağustos	15850	16401															
24	Eylül	20068	19835															
25	Ekim	19258	17806															
26	Kasım	20523	20336															
27	Aralık	20749	19382															
28																		

Şekil 4.45 : Ürün-F1 üretim verisinin etiketlenmesi.

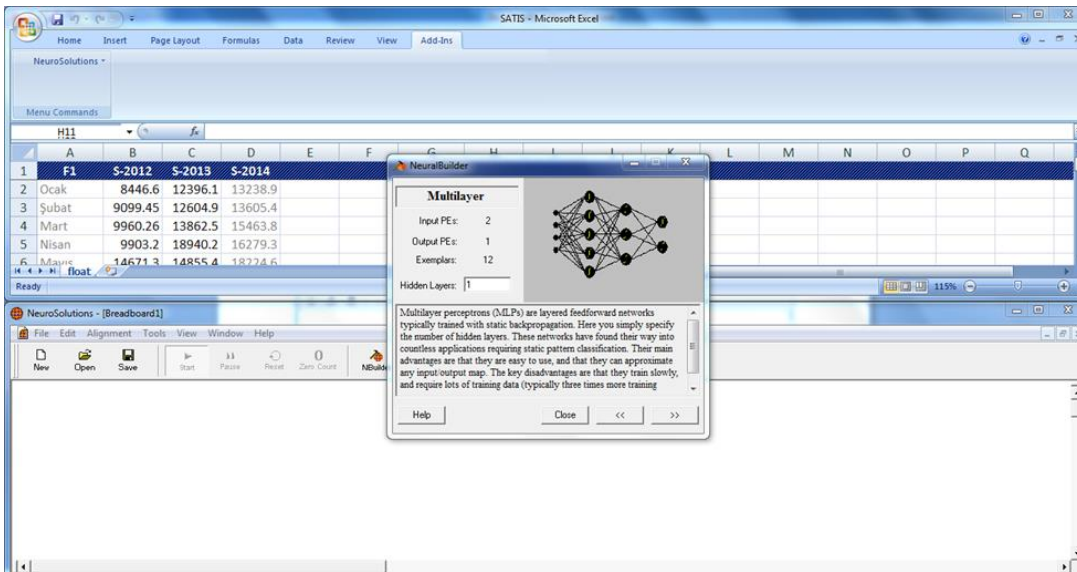
Yapay sinir ağında girdi, çıktı, eğitim ve üretim verileri belirlendikten sonra “Create-Open Network->New Custom Network ile ağ oluşturma aşamasına geçilir. Program Şekil 4.46’da görüldüğü gibi birçok ağ modeli içermektedir.



Şekil 4.46 : Ürün-F1 için farklı ağ modelleri.

Çalışmada “Ürün-F1” için çok katmanlı perseptron (Multilayer Perceptron-MLP) ağ modeli kullanılmıştır. Bu model, literatürde tahmin alanına uygun olarak en sık kullanılan ve en doğru sonuçları verdiği düşünülen statik geri yayılım ile eğitilen, katmanlandırılmış ileri besleme ağıdır. Kullanımı kolaydır ve tüm girdi-çıkış haritalarını modelleyebilmektedir. Dezavantajları; yavaş eğitilmeleri ve çok fazla eğitim verisine gereksinim duymalarıdır. Çalışma boyunca diğer örneklerde de bu ağ modeli kullanılacaktır.

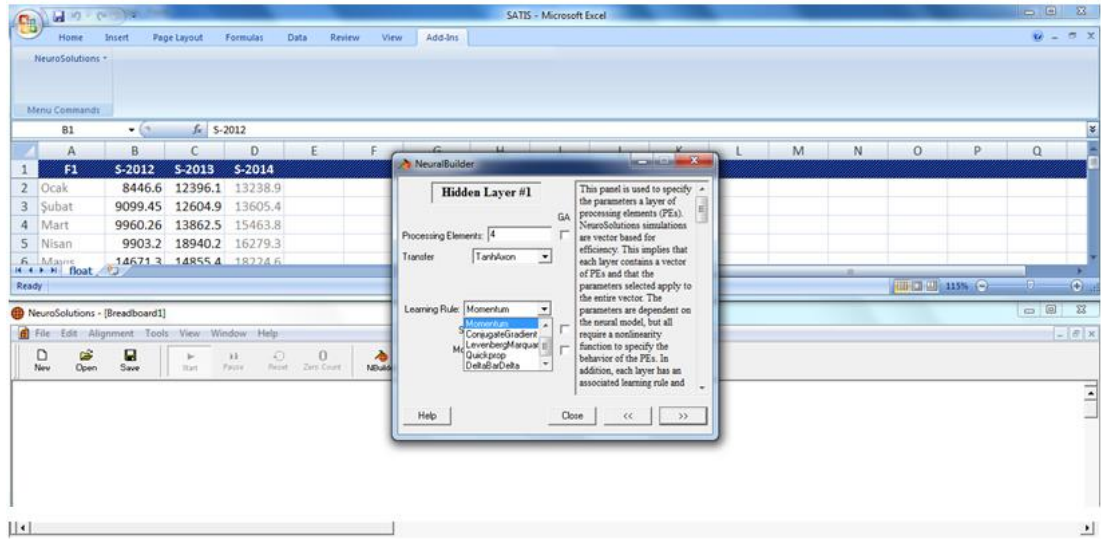
MLP ağı seçildikten sonra Neurosolutions ekranı açılarak ağ tasarımı ile ilgili bazı bilgiler girilmesi istenir. Bu bilgilerden ilki Şekil 4.47’deki gibi gizli katman sayısıdır.



Şekil 4.47 : Ürün-F1 için gizli katman sayısının seçilmesi.

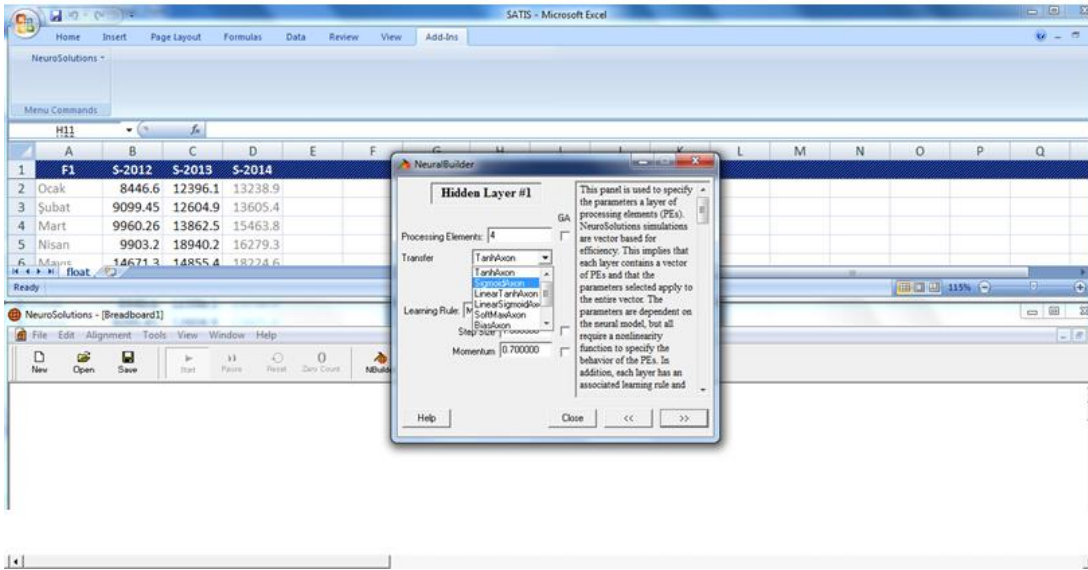
Gizli katman sayısının az olması, eğitimin yetersiz kalmasına, fazla olması ise aşırı doymaya neden olabilir. Bu nedenle gizli katman sayısını doğru belirlemek önemlidir. Çalışmada gizli katman sayısı 1 ve 2 olarak denenmiş ve doğru sonucun 1 gizli katmanlı yapay sinir ağ modeli tarafından verildiği ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte gizli katmandaki işlemci eleman (nöron) sayısının değişimi de sonuçları etkilemektedir.

Gizli katman sayısı belirlendikten sonraki aşama uygun bir öğrenme kuralı seçimidir. Şekil 4.48’de görüldüğü gibi Momentum, ConjugateGradient, LevenbergMarquardt, Quickprop ve DeltaBarDelta olmak üzere 5 farklı öğrenme kuralı vardır. Bu kurallar tek tek denenerek en uygun sonucu veren öğrenme kuralı belirlenecektir.



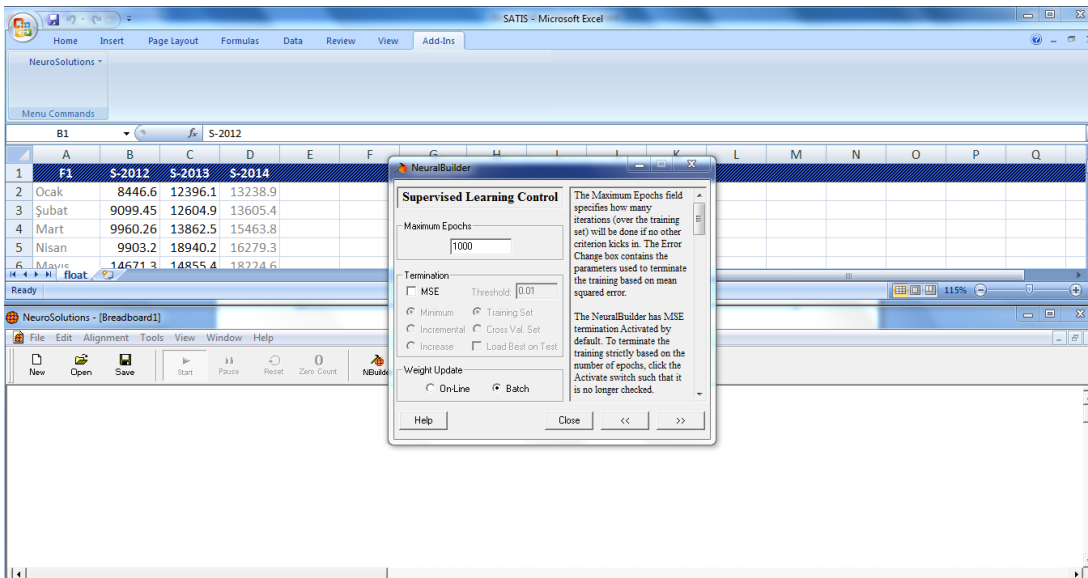
**Şekil 4.48 :** Ürün-F1 için öğrenme kuralının seçilmesi.

Ağ modeli tasarımındaki bir diğer aşama, transfer fonksiyonunun belirlenmesidir. Yapay sinir ağları için programda kullanılan fonksiyonlar TanhAxon, SigmoidAxon, SoftMaxAxon, BiasAxon ve LinearAxon olarak görülmektedir. Literatürde MLP ağ modeli için en çok kullanılan transfer fonksiyonu SigmoidAxon olduğundan, çalışmada tüm örneklerde bu fonksiyon kullanılacaktır (Şekil 4.49).



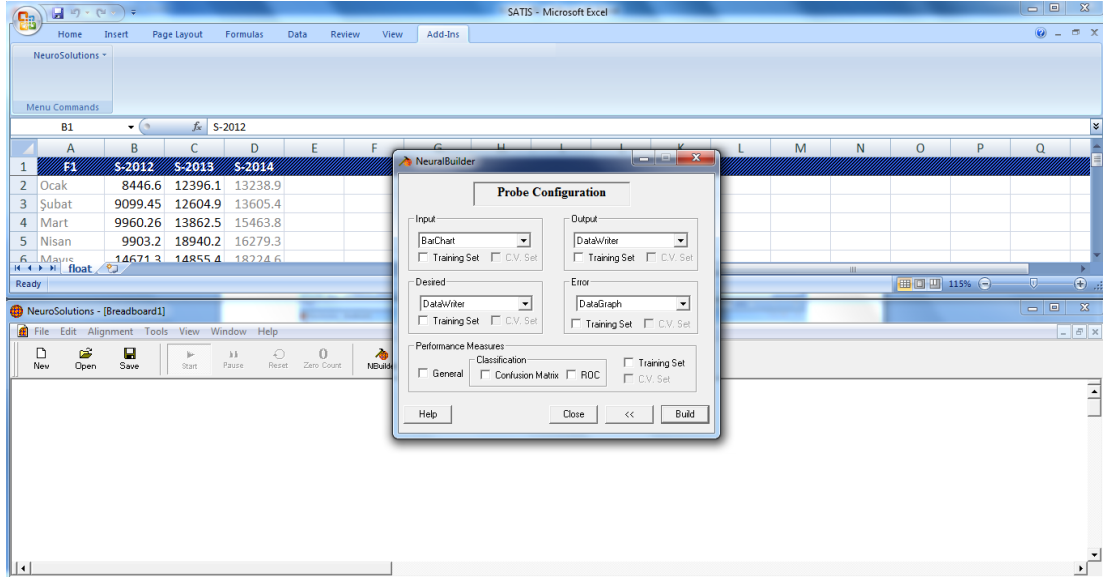
Şekil 4.49 : Ürün-F1 için transfer fonksiyonunun seçilmesi.

Model kurulumu için gerekli diğer bilgi ise epok sayısının tanımlanmasıdır. Epok sayısının az olması öğrenmenin yetersiz kalmasına, fazla olması ise ağır bilgiyi ezberlemesinden kaynaklı doğruluk oranının düşmesine neden olacaktır. En uygun epok sayısını belirlemek, modelin doğru kurgulanması açısından önemlidir. Epok sayısının seçimi ile ilgili ekran Şekil 4.50'deki gibidir. Çalışmada farklı öğrenme kurallarıyla birkaç epok sayısı denenerek en uygun sonucu veren belirlenecektir.

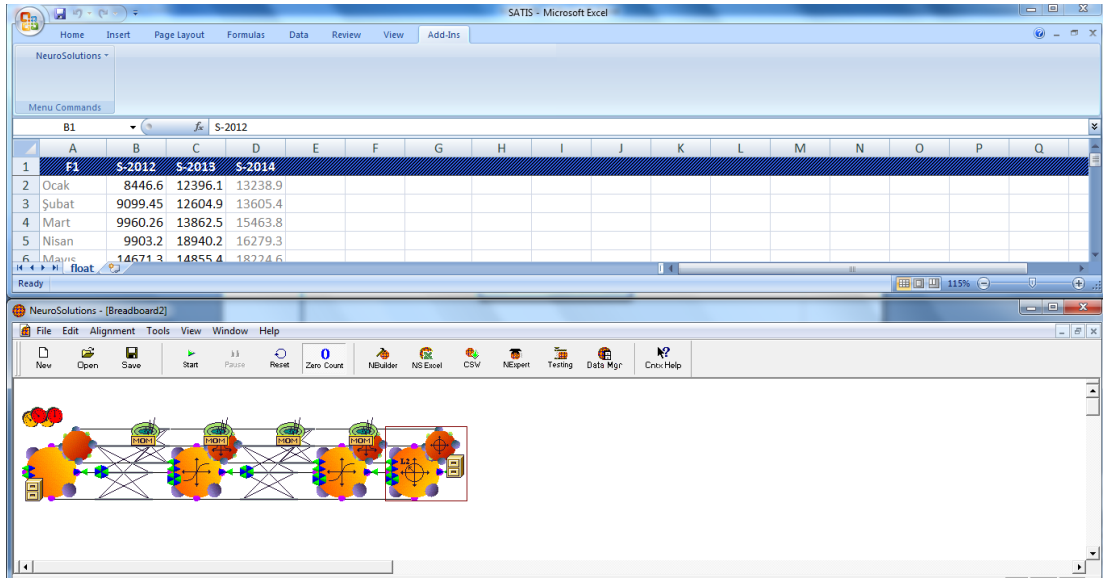


Şekil 4.50 : Ürün-F1 için epok sayısının seçilmesi.

Tüm bu aşamalardan sonra karşımıza gelen ekranda “build” butonuna basılarak ağ oluşumu başlayacaktır (Şekil 4.51). Tasarlanan MLP ağı modeli Şekil 4.52'deki gibidir.

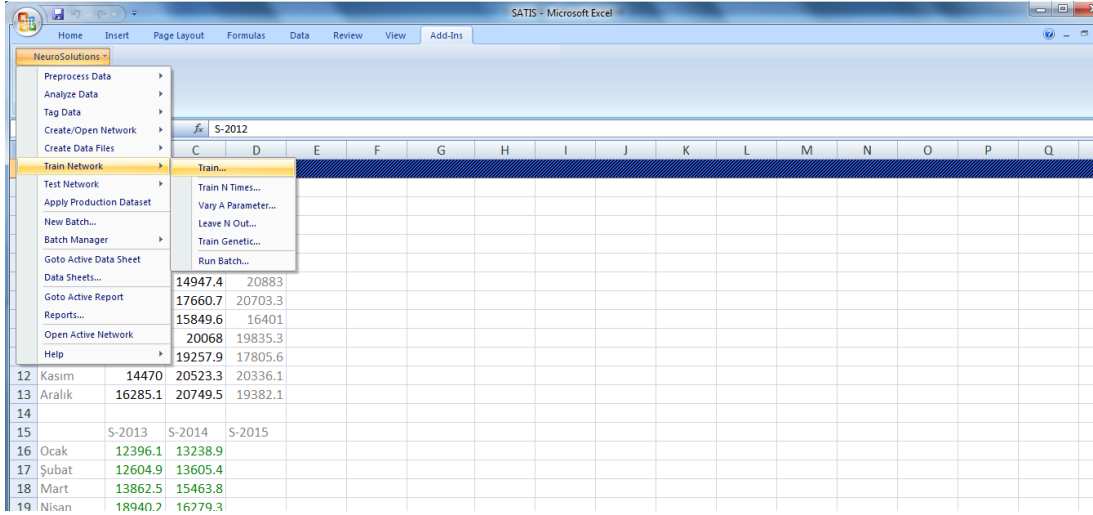


Şekil 4.51 : Ürün-F1 için ağı oluşturulması.



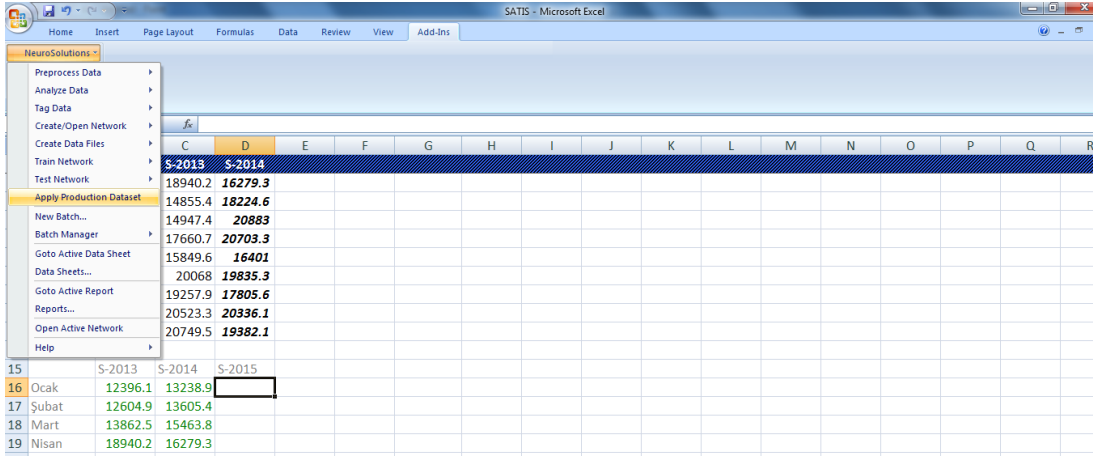
Şekil 4.52 : Ürün-F1 için tasarlanan MLP ağı modeli.

Kalan aşamalar eğitim, test ve üretim aşamalarıdır. Eğitim için “Train Network->Train” sekmesine tıklanıp eğitim başlatılır ve daha önceden girilen epok sayısı kadar eğitilir (Şekil 4.53).



Şekil 4.53 : Ürün-F1 için eğitim adımı.

Ağ eğitildikten sonra, gerek duyulursa ağın test aşamasına geçilir. İstenen bilgilerin farklı şekilde girilmesi ile elde edilen modeller hata performans ölçümlerine göre değerlendirilirler. En düşük hata ölçümüne sahip olan uygun ağ modeli belirlenir ve beklenen 2015 yılı satış tahminlerinin üretilmesi için “Apply production set” sekmesine tıklanır (Şekil 4.54). En son olarak ekrana istenen 2015 yılı aylık satış tahminleri yansıtılır (Şekil 4.55).



Şekil 4.54 : Ürün-F1 için üretim adımı.



	F1	S-2013	S-2014	S-2015
11	Ekim	14938.7	19257.9	17805.6
12	Kasim	14470	20523.3	20336.1
13	Aralik	16285.1	20749.5	19382.1
14				
15		S-2013	S-2014	S-2015
16	Ocak	12396.1	13238.9	17030.8
17	Şubat	12604.9	13605.4	17304.3
18	Mart	13862.5	15463.8	18563.4
19	Nisan	18940.2	16279.3	19765
20	Mayıs	14855.4	18224.6	19319.1
21	Haziran	14947.4	20883	19563.3
22	Temmuz	17660.7	20703.3	19825.9
23	Ağustos	15849.6	16401	19348.8
24	Eylül	20068	19835.3	19924.9
25	Ekim	19257.9	17805.6	19839.6
26	Kasim	20523.3	20336.1	19948.3
27	Aralik	20749.5	19382.1	19941
28				
29				
30				
31				

Şekil 4.55 : Ürün-F1 için tahmini değerler.

“Ürün-F1” in geçmiş satış verilerinden 2015 yılı satış verilerini elde etmek için farklı simülasyonlar çalışılmıştır. Modellerin hata performans ölçümleri sonucunda en düşük hatayı gösteren model tasarımı uygun görülmüş ve tahmin verilerini üretmesi sağlanmıştır.

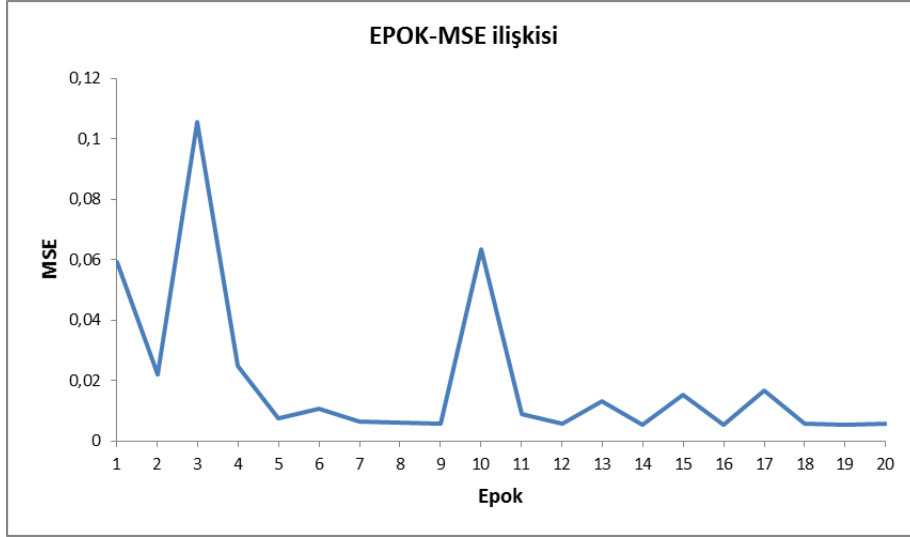
Gizli katman sayısı, gizli katmandaki işlemci sayısı, öğrenme kuralı ve epok sayıları farklı şekillerde denendiğinde Çizelge 4.21’deki tablo ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 4.21 : Model simülasyonları karşılaştırma tablosu.

Ağ Seçimi: Çok Katmanlı Perseptron						
Transfer Fonksiyonu: SigmoidAxon Fonksiyonu						
Simülasyon	Gizli katman	Gizli katmandaki işlem elemanı sayısı	Öğrenme kuralı	Epok sayısı	En az uygulama hatası	Son epoktaki uygulama hatası
a	1	1	Momentum	1000	0,9975%	0,9975%
b	1	2	Momentum	1000	0,9973%	0,9973%
c	1	4	Momentum	1000	0,9968%	0,9968%
d	1	16	Momentum	1000	0,9976%	0,9976%
e	2	4	Momentum	1000	4,4716%	4,4716%
f	1	4	ConjugateGradient	1000	0,7737%	0,7737%
g	1	4	LevenbergMarquardt	1000	0,5507%	0,5507%
h	1	4	Quickprop	1000	3,0774%	3,0774%
ı	1	4	DeltaBarDelta	1000	0,9736%	0,9736%
j	1	4	LevenbergMarquardt	3000	0,5437%	0,5817%
k	1	4	LevenbergMarquardt	5000	0,5580%	0,5580%

Eğitim sonuçlarına göre ağ modellerinde ortalama hata karesi (MSE) en düşük olan model; gizli katman sayısı 1, işlem elemanı sayısı 4, LevenbergMarquardt öğrenme kuralı ile 3.000 epok sayısına sahip olmaktadır. Öncelikle 1.000 epok sayısı denenmiş ve ardından optimum epok sayısını bulmak için 3.000 ve 5.000 sayıları girilmiştir. En sonunda, tahmin doğruluğu en yakın olan 3.000 epok sayısında karar kılınmıştır.

Modelin doğruluğu için test aşamasındaki sonuçlar da karşılaştırılmış ve en düşük sapma yine bu modelde görülmüştür. Eğitim sonucu oluşan program çıktıları Şekil 4.56'daki gibidir.

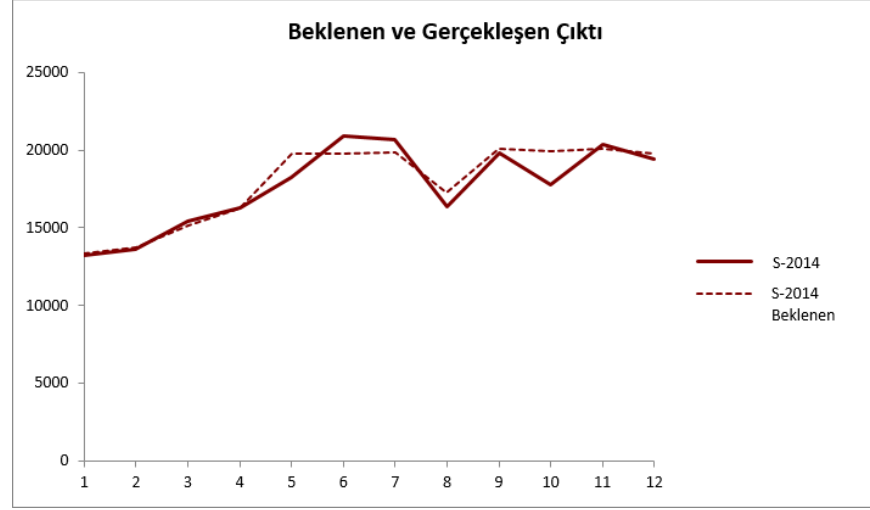


En İyi Ağ	Eğitim
Epok sayısı	19
Minimum MSE	0,00543688
Son MSE	0,005817145

Şekil 4.56 : Ürün-F1 için eğitim raporu.

Tasarlanan ağın doğruluğunu test etmek için 2014 yılı gerçekleşen ile beklenen (tahmin edilen) veriler karşılaştırılır ve sapmalar hesaplanır. Program hata performans göstergesi olarak ortalama hata karesi (MSE), normalize ortalama hata karesi (NMSE:  $MSE / \text{beklenen-hedeflenen üretim varyansı}$ ), ortalama mutlak hata (MAE), minimum -maksimum ortalama mutlak hata değerleri, ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) ve doğrusal korelasyon katsayısı gibi çıktılar üretmektedir.

Programda test aşamasının sonucunda en düşük ortalama hata karesini veren model için ekran görüntüleri Şekil 4.57'de gösterilmektedir.



Performans	S-2014
MSE	839285,3021
NMSE	0,127253803
MAE	667,2110146
Min AE	13,72954553
Max AE	2135,238177
r	94%
MAPE	4%

Şekil 4.57 : Ürün-F1 için test performans raporu.

Yapılan simülasyonların sonucunda 2015 yılı 12 ayı için üretilen tüm satış tahmin değerleri Çizelge 4.22’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.22 : Ürün-F1 için modellerin tahmin (üretim) değerleri.

Aylar/Simülasyon	a	b	c	d	e	f	g	h	ı	j	k
Ocak	17.281	17.042	16.966	16.921	17.695	17.498	19.230	17.449	17.190	19.356	20.251
Şubat	17.576	17.330	17.243	17.189	17.699	17.803	19.375	17.511	17.479	19.495	20.399
Mart	18.707	18.632	18.554	18.501	17.719	19.090	19.740	17.841	18.803	19.855	20.754
Nisan	19.253	19.654	19.842	20.075	17.761	20.295	19.340	18.485	19.896	18.952	18.769
Mayıs	19.116	19.328	19.384	19.443	17.741	19.785	19.843	18.165	19.498	19.908	20.935
Haziran	19.194	19.519	19.662	19.800	17.755	19.994	19.976	18.338	19.684	20.007	21.062
Temmuz	19.257	19.687	19.929	20.202	17.772	20.319	19.622	18.587	19.911	19.433	20.729
Ağustos	19.143	19.354	19.398	19.463	17.739	19.869	19.650	18.164	19.567	19.657	20.512
Eylül	19.267	19.734	20.023	20.373	17.783	20.449	19.344	18.736	19.981	18.846	19.354
Ekim	19.261	19.695	19.929	20.210	17.770	20.362	19.356	18.588	19.936	18.941	19.130
Kasım	19.268	19.743	20.047	20.419	17.787	20.477	19.320	18.785	19.994	18.771	19.239
Aralık	19.268	19.740	20.037	20.402	17.785	20.472	19.279	18.766	19.992	18.687	18.733



En uygun ağ modeli  
tahmin sonucu

## Uygulama 2:

Bu uygulamada ürünü etkileyen dış etmenler, bir diğer adıyla bağımsız değişkenler dikkate alınacak olup “Ürün-F1” için 2015 yılı satışı tahmin edilmeye çalışılacaktır. Cam sektörünü önemli ölçüde etkileyen GSYİH, inşaat üretim endeksi ve otomotiv pazarı araç sayısı bağımsız değişkenler, satış verileri ise bağımlı değişken olarak atanmıştır.

GSYİH, inşaat üretim endeksi ve otomotiv pazarı araç sayısı ile ilgili veriler 2012, 2013 ve 2014 yıllarına ilişkin 4 dönem ve 2015 yılına ait 1. dönem verileridir. İlgili veriler Çizelge 4.23’de yer almaktadır.

**Çizelge 4.23 : Ürün-F1 için bağımsız-bağımlı değişken verileri.**

GSYİH (Cari fiyatlarla/milyon TL)				
Dönem/Yıl	2012	2013	2014	2015
Dönem 1	325.184	354.727	411.255	443.189
Dönem 2	350.161	385.483	428.259	
Dönem 3	377.042	415.915	463.902	
Dönem 4	354.412	405.384	446.366	

İnşaat Üretim Endeksi (2010=100)				
Dönem/Yıl	2012	2013	2014	2015
Dönem 1	97	98	107	107
Dönem 2	128	133	145	
Dönem 3	130	138	148	
Dönem 4	111	115	118	

Otomotiv (Toplam pazar araç sayısı x1000)				
Dönem/Yıl	2012	2013	2014	2015
Dönem 1	144.003	160.759	122.497	173.248
Dönem 2	215.615	240.207	182.627	
Dönem 3	198.167	213.146	195.225	
Dönem 4	258.835	279.012	307.137	

Ürün-F1 Satış Miktarı (Ton)				
Dönem/Yıl	2012	2013	2014	2015
Dönem 1	27.506	38.863	42.308	173.248
Dönem 2	37.877	48.743	55.387	
Dönem 3	39.793	53.578	56.940	
Dönem 4	45.694	60.531	57.524	

Veri kümesi içinde farklı veri gruplarının farklı birimlerle bir araya gelmesi nedeniyle yapılacak olan adım, verilerin normalizasyonudur. Yapay sinir ağlarının doğrusal olmama özelliğini ortaya çıkaran yaklaşım, verilerin bir normalizasyona tâbi tutulmasıdır. Normalizasyon, giriş verilerinin transfer edilirken fonksiyonun aktif olan bölgesinden aktarılmasını sağlar. Bu nedenle, veri normalizasyonu için seçilen yöntem, ağ performansını doğrudan etkiler. Veri normalizasyonu, farklı veri kümesindeki kümülatif toplamaların oluşturacağı olumsuzlukların engellenmesini sağlar. Veri normalizasyonu, genellikle [0,1] ya da [-1,1] aralıklarında yapılmaktadır. Çalışmada Excel programındaki veriler, öncelikle [0,1] aralığında normalize edilerek Neurosolutions programında kullanılmak üzere hazırlanmıştır.

Normalize etmek için sütunlardaki en küçük ve en büyük değerler alınmış ve aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır [79]:

$$SF = \frac{SR_{\max} - SR_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (4.2)$$

$$X_p = SR_{\min} + (X - X_{\min}) \times SF \quad (4.3)$$

SF : Ölçekleme etmeni

SR<sub>min</sub> : En küçük ölçekleme değeri

SR<sub>max</sub> : En büyük ölçekleme değeri

X : Özellik vektör değeri

X<sub>min</sub> : İlgili sütunun en küçük değeri

X<sub>max</sub> : İlgili sütunun en büyük değeri

X<sub>p</sub> : Ölçekleme sonunda elde edilen değer

Çizelge 4.24’de yer alan normalize edilmiş veriler ile bir önceki uygulamadaki adımlar aynı doğrultuda izlenmiştir.

**Çizelge 4.24 : Ürün-F1 için verilerin normalizasyon değerleri.**

	<b>GSYİH</b>	<b>İnşaat</b>	<b>Otomotiv</b>	<b>Satış Miktarı</b>
<b>2012 1</b>	0,00000	0,00000	0,11648	0,00000
<b>2012 2</b>	0,18006	0,60236	0,50432	0,31403
<b>2012 3</b>	0,37384	0,64764	0,40982	0,37206
<b>2012 4</b>	0,28279	0,28150	0,73840	0,55073
<b>2013 1</b>	0,21297	0,01181	0,20722	0,34390
<b>2013 2</b>	0,43469	0,69882	0,63751	0,64306
<b>2013 3</b>	0,65407	0,79724	0,49095	0,78948
<b>2013 4</b>	0,57815	0,34843	0,84768	1,00000
<b>2014 1</b>	0,62047	0,19685	0,00000	0,44821
<b>2014 2</b>	0,74305	0,95079	0,32566	0,84424
<b>2014 3</b>	1,00000	1,00000	0,39389	0,89126
<b>2014 4</b>	0,87359	0,41732	1,00000	0,90895
<b>2015 1</b>	0,85068	0,18701	0,27486	

Yapay sinir ağ tasarımımda GSYİH, inşaat ve otomotiv verileri sütunları girdi olarak seçilirken, satış miktarı sütunu çıktı olarak atanmıştır. 2012-2014 yılları arasındaki satır verileri eğitim satırları, 2015 satırı ise üretim satırı olarak belirlenmiştir. Ağ tasarımımda sabit olan çok katmanlı perseptron ağı, sigmoidaxon transfer fonksiyonuyla birlikte farklı gizli katman, işlem elemanı, öğrenme kuralı ve epok

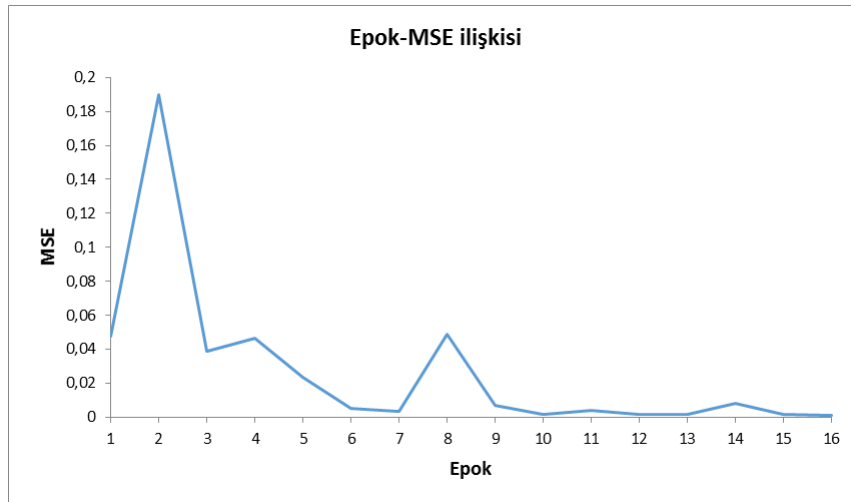
sayıları denenerek simülasyonlar yapılmıştır. Model simülasyonlarının karşılaştırma tablosu Çizelge 4.25'deki gibidir.

**Çizelge 4.25 : Model simülasyonları karşılaştırma tablosu.**

Ağ Seçimi: Çok Katmanlı Perseptron						
Transfer Fonksiyonu: SigmoidAxon Fonksiyonu						
Simülasyon	Gizli katman	Gizli katmandaki işlem elemanı sayısı	Öğrenme kuralı	Epok sayısı	En az uygulama hatası	Son epoktaki uygulama hatası
a	1	1	Momentum	1000	1,0170%	1,0170%
b	1	3	Momentum	1000	0,9926%	0,9926%
c	2	3	Momentum	1000	3,4275%	3,4275%
d	1	3	ConjugateGradient	1000	0,7060%	0,7060%
e	1	3	LevenbergMarquardt	1000	0,0837%	0,0837%
f	1	3	Quickprop	1000	3,1873%	3,1873%
g	1	3	DeltaBarDelta	1000	0,9404%	0,9404%
h	1	3	LevenbergMarquardt	3000	0,1076%	0,1076%
ı	1	3	LevenbergMarquardt	500	0,1137%	0,1137%

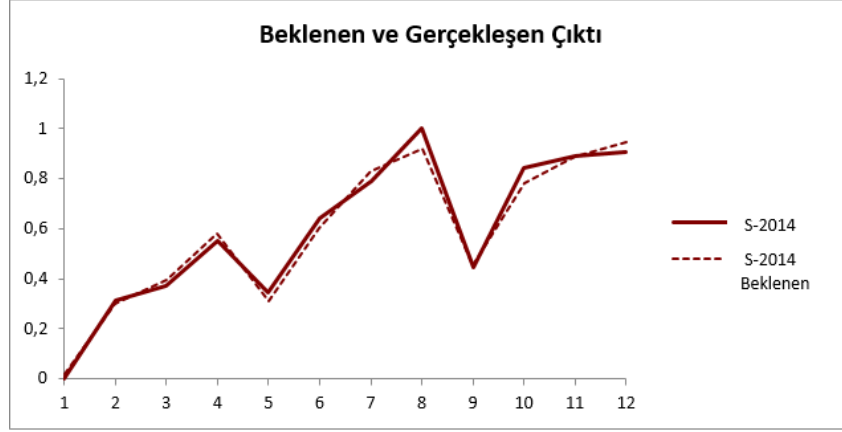
Eğitim sonuçlarına göre ağ modellerinde ortalama hata karesi (MSE) en düşük olan model; gizli katman sayısı 1, işlem elemanı sayısı 3, LevenbergMarquardt öğrenme kuralı ile 1.000 epok sayısına sahip olmaktadır.

Modelin doğruluğu için test aşamasındaki sonuçlar da karşılaştırılmış ve en düşük sapma yine bu modelde görülmüştür. Eğitim ve test aşaması sonucunda oluşan program çıktıları sırasıyla Şekil 4.58 ve Şekil 4.59'da yer almaktadır.



En İyi Ağ	Eğitim
Epok sayısı	16
Minimum MSE	0,000837023
Son MSE	0,000837023

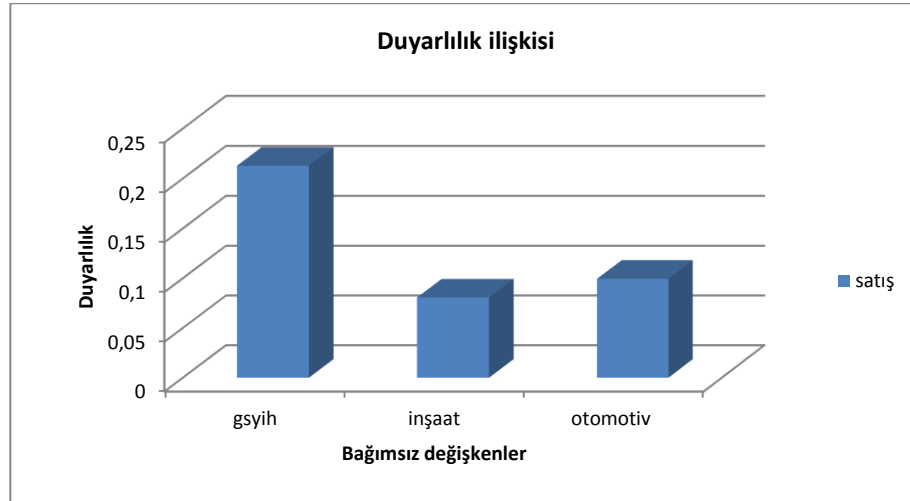
**Şekil 4.58 : Ürün-F1 için eğitim raporu.**



Performance	S-2014
MSE	0,001494447
NMSE	0,017551751
MAE	0,032073209
Min AE	0,003872178
Max AE	0,078555246
r	99%
MAPE	4,8%

Şekil 4.59 : Ürün-F1 için test performans raporu.

“Ürün-F1” satış miktarının hangi bağımsız değişkene daha çok duyarlılık gösterdiğine yönelik bilgi, test raporunun bir diğer çıktısıdır (Şekil 4.60). Sonuçlara göre düzcamlar ürünü en çok gayri safi yurtiçi hasıla büyüklüğünden etkilenmekte olup 2. sırada otomotiv değişkeni gelmektedir.



Duyarlılık	Satış
gsyih	0,212665238
inşaat	0,080592444
otomotiv	0,099400193

Şekil 4.60 : Ürün-F1 için duyarlılık test raporu.

Yapılan simülasyonların sonucunda 2015 yılı 12 ayı için üretilen tüm satış tahmin değerleri Çizelge 4.26’da gösterilmektedir.

**Çizelge 4.26 : Ürün-F1 için modellerin tahmin (üretim) değerleri.**

2015-1.Dönem	a	b	c	d	e	f	g	h	i
Normalize satış miktarı	0,631772	0,626192	0,584817	0,819008	0,934255	0,587652	0,665183	0,898701	0,70221
Satış miktarı	48.370	48.186	46.820	54.554	58.360	46.913	49.474	57.185	50.696



En uygun ağ modeli tahmin sonucu

### Uygulama 3:

“Ürün-A1” için yapılacak olan bu uygulamanın amacı, 2012 ve 2013 yılı verilerinden 2014 yılı satışlarının oluşumuna göre ağı eğiterek 2013 ve 2014 yılı verilerinden 2015 yılı satışlarını tahmin etmektir. Benzer çalışma, “Ürün-F1” için uygulama 1 kısmında anlatıldığından, bu bölümde ilgili sonuçlar doğrudan verilecektir.

Ürün-A1 için çalışılmış farklı model simülasyonlarının karşılaştırma tablosu Çizelge 4.27’deki gibidir.

**Çizelge 4.27 : Model simülasyonları karşılaştırma tablosu.**

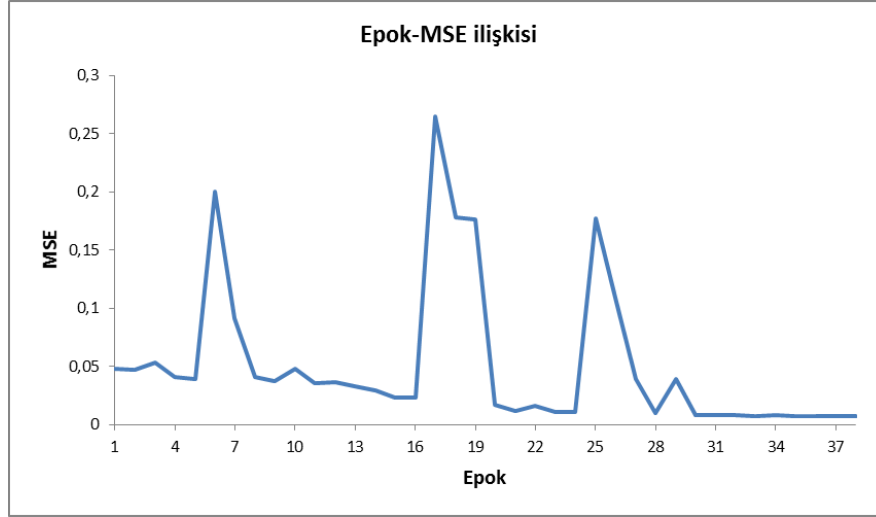
Ağ Seçimi: Çok Katmanlı Perseptron						
Transfer Fonksiyonu: SigmoidAxon Fonksiyonu						
Simülasyon	Gizli katman	Gizli katmandaki işlem elemanı sayısı	Öğrenme kuralı	Epok sayısı	En az uygulama hatası	Son epoktaki uygulama hatası
a	1	1	Momentum	1000	4,207%	4,207%
b	1	4	Momentum	1000	4,345%	4,345%
c	1	2	Momentum	1000	4,110%	4,110%
d	2	2	Momentum	1000	4,542%	4,542%
e	1	2	ConjugateGradient	1000	0,886%	0,886%
f	1	2	LevenbergMarquardt	1000	0,357%	0,357%
g	1	2	Quickprop	1000	4,409%	4,409%
h	1	2	DeltaBarDelta	1000	0,976%	0,976%
i	1	2	LevenbergMarquardt	3000	0,746%	0,756%
j	1	2	LevenbergMarquardt	500	0,411%	0,411%
k	1	2	LevenbergMarquardt	1200	0,764%	0,768%

Eğitim sonuçlarına göre ağ modellerinde ortalama hata karesi (MSE) en düşük olan model, gizli katman sayısı 1, işlem elemanı sayısı 2, LevenbergMarquardt öğrenme kuralı ile 1.000 epok sayısına sahip olmaktadır. Ancak ağ doğruluğunun ve uygunluğunun kontrolü için test edildiğinde bu ağın MAPE değeri %6,2 çıkarken daha düşük MAPE değerine sahip ağlarla karşılaşılmaktadır. Örneğin gizli katman sayısı 1, işlem elemanı



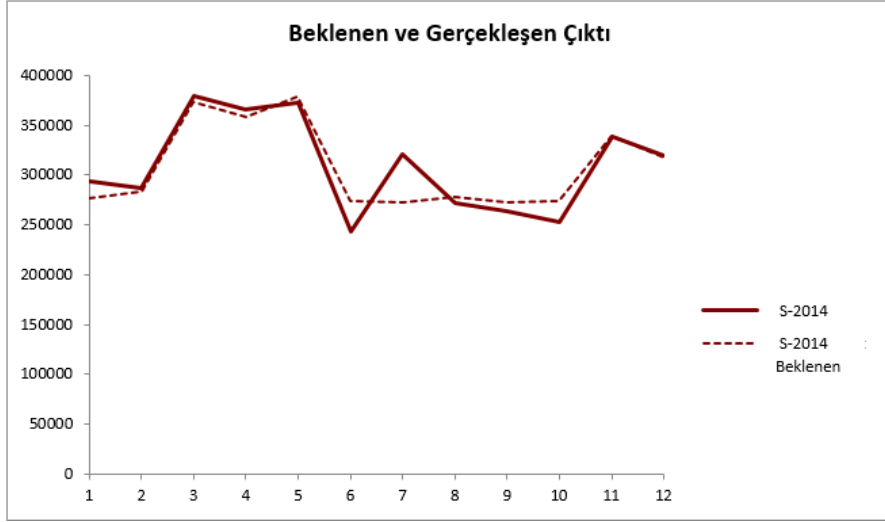
sayısı 2, LevenbergMarquardt öğrenme kuralı ile 3.000 epok sayısına sahip olan ağıın MAPE değeri %4,8 iken aynı koşullarda epok sayısı 1.200 olarak denendiğinde MAPE değeri %4,6'ya düşmektedir.

2014 yılı beklenen ve gerçekleşen değer arasında MAPE değeri (%4,6) en küçük olan ağıın eğitim ve test aşaması sonucunda oluşan program çıktıları sırasıyla Şekil 4.61 ve Şekil 4.62'de yer almaktadır.



En İyi Ağ	Eğitim
Epok sayısı	37
Minimum MSE	0,007639296
Son MSE	0,007679889

Şekil 4.61 : Ürün-A1 için eğitim raporu.



Performans	S-2014
MSE	352486344,4
NMSE	0,16875074
MAE	13127,44657
Min AE	173,1753116
Max AE	47771,44376
r	91%
MAPE	4,6%

**Şekil 4.62 :** Ürün-A1 için test performans raporu.

Yapılan simülasyonların sonucunda 2015 yılı 12 ayı için üretilen tüm satış tahmin değerleri Çizelge 4.28’de gösterilmektedir.

**Çizelge 4.28 :** Ürün-A1 için modellerin tahmin (üretim) değerleri.

Aylar/Simülasyon	a	b	c	d	e	f	g	h	ı	j	k
Ocak	302.900	305.533	299.837	309.189	327.977	331.983	306.917	318.858	321.402	325.345	318.012
Şubat	303.876	306.354	301.105	309.216	291.376	301.043	307.314	287.999	284.753	295.390	281.896
Mart	315.084	311.758	317.455	309.424	256.761	249.664	311.045	266.161	258.839	251.252	272.580
Nisan	318.062	314.587	321.225	309.539	346.848	379.096	312.680	350.715	353.167	378.367	329.890
Mayıs	313.282	310.553	314.962	309.377	271.190	272.808	310.304	277.901	266.011	270.266	273.602
Haziran	304.415	307.779	301.555	309.259	289.386	241.309	307.744	286.004	284.835	244.009	280.184
Temmuz	314.099	312.270	315.817	309.436	321.662	374.193	310.912	322.840	315.395	369.943	292.432
Ağustos	301.150	304.824	297.448	309.162	320.245	327.145	306.349	310.160	315.346	320.611	313.384
Eylül	312.377	312.284	313.044	309.429	376.421	357.814	310.505	375.768	387.041	369.196	378.800
Ekim	305.631	308.346	303.284	309.280	292.278	241.522	308.132	289.226	286.938	244.269	281.072
Kasım	315.515	312.929	317.851	309.465	309.390	370.241	311.448	312.371	301.109	366.230	275.192
Aralık	308.898	308.850	308.379	309.307	264.424	264.244	308.936	269.876	264.766	263.843	273.489



Eğitim raporu - en düşük MSE

Test raporu - en düşük MAE, MAPE

Bu sonuçlar ışığında her iki ağın üretim değerleri de dikkate alınmalıdır. Ancak tahmin sonuçlarının son döneme yakın olması istendiğinden, 2014 yılına göre yapılan test sonucundaki en iyi ağ öne çıkarılabilir.

#### 4.5 Hata Testlerinin Uygulanması İle Sonuçların Değerlendirilmesi

Bir önceki bölümde tüm tahmin yöntemlerinin kendi içlerinde simülasyonları yapılmış olup, en küçük sapma gösteren modeller seçilmiştir. Bunun sonucunda yöntemlerin 2014 yılı 12 aylık periyoduna bakılarak belirlenen MAPE değerleri, Çizelge 4.29'daki gibi çıkmıştır. Tahmin performansında MAPE hata ölçümünün yeğlenmesinin nedeni, farklı birimlerdeki modellerin karşılaştırılmasında yüzde ölçüm ile ortak bir nokta oluşturarak ortaya çıkabilecek dezavantajları yok etmesidir. Tabloya göre 2014 yılı en iyi tahmin doğruluğunu veren yöntem Ürün-F1 için %4 MAPE değeri ile yapay sinir ağı iken Ürün-A1 için %4 MAPE değeri ile ARIMA yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Hareketli ortalama ve üstel düzeltme yöntem çeşitleri iki ürün tahmininde de başarısız olmuştur. Literatürde birçok uygulaması bulunan ve olumlu sonuçlar elde edilen ARIMA ve yapay sinir ağı bu çalışmadaki 2 üründe de iyi performans sergilemiştir. Bu iki yöntemi takiben iyi sonuç veren yöntem ise Winter üstel düzeltme yöntemidir.

**Çizelge 4.29 :** Ürün-A1 için modellerin tahmin (üretim) değerleri.

2014 / MAPE Değeri	Ürün-F1	Ürün-A1
Hareketli Ortalama	14%	15%
Üstel Düzeltme	14%	14%
Holt Üstel Düzeltme	15%	15%
Winter Üstel Düzeltme	6%	11%
ARIMA	6%	<b>4%</b>
Yapay Sinir Ağı	<b>4%</b>	5%

Tahmin yaparken kullanılan verilerin yapısı, dönemi, trend ya da mevsimsellik ilişkisi yöntem sonuçlarını etkilemektedir. Kullanılan yöntemler bir ürün tahmininde iyi sonuç verirken başka ürün tahmininde kötü sonuçlar verebilir. Bu yüzden verileri doğru şekilde analiz edip doğru modelleri kurgulamak gerekmektedir.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 5.1 Sonuç

Talep tahmini, şirketlerin pazardaki yerini koruması, rekabet edebilmesi, kârlı bir şekilde büyüebilmesi açısından önemli bir gereksinim durumuna gelmiştir. Üretim faaliyetlerinin temelini oluşturan talep ya da satış tahmini sâyesinde ürünlerin üretim plânlaması yapılır. Doğru plânlama sonucunda gereksinim duyulan hammadde, ara malzeme, makina-donanım, yarı ürün, insan kaynağı, yatırım, finansman saptanır. Önümüzdeki dönemler için müşteriden gelecek olan talebi bilmek, talebi karşılayacak üretimi yapmayı sağlar ve bu sâyede stokların şişmesi önlenir. Kısacası doğru tahmin yardımıyla üretim-satış-stok dengelemesi gerçekleşmiş olur. Bu denge ile de müşteriye zamanında teslimat yapılır.

Günümüzde talebi etkileyen birçok etmen olduğundan, doğru talep tahmini için doğru yöntemin belirlenmesi oldukça önemlidir. Tahmin, geçmiş veri ve deneyimlerden yararlanılarak yapıldığı için verinin yapısı, değişkenliği, trend ya da mevsimsel etkilere sahip olması, verinin zaman aralığı (kısa-orta-uzun dönem), kullanılacak olan yöntemi değiştirecektir. Bu nedenle doğru araçlarla veri analizi yapılmalıdır.

Talep tahmin yöntemleri genel olarak niceliksel ve niteliksel sınıflara ayrılmaktadır. Ancak son zamanlarda tahmine çok fazla gereksinim duyulması; uygulama ve araştırma yöntemlerinin artmasına neden olmuştur. Özellikle doğrusal olmayan karmaşık problemlerde sezgisel tahmin yöntemleri yeğlenmektedir. Bunlardan insan beyninin çalışma ilkesinden esinlenerek geliştirilmiş, öğrenme yoluyla yeni bilgiler türeten, esnek yapıda olan yapay sinir ağları, tahmin konusunda da başarılı sonuçlar vermektedir.

Bu çalışma kapsamında Türkiye'deki en büyük cam üreticisi şirketin müşteri tarafından en fazla talep edilen iki ürünü için çeşitli tahmin yöntemleri uygulanmıştır. Şirket, üretim kapasitesi açısından Türkiye'de lider olmakla birlikte Avrupa'da 3., Dünya'da ise 6. sırada yer almaktadır. Bu nedenle rekabet ortamında yaşayan bu şirketin taleplere uygun ve zamanında yanıt vermesi, üretim kapasitelerini optimum

düzyeyde doldurması, stoklarını kontrol altına alması, yatırım gereksinimlerini doğru belirleyebilmesi, yeterli düzeyde insan kaynağını kullanması, en az mâliyetle en yüksek kârı elde edebilmesi şarttır.

Cam üretiminin diğeryer üretim sektörlerinde çok fazla karşılaşılmayan bâzı karakteristik özellikleri vardır [81]:

- Sürekli üretim (continuous-flow) sözkonusudur ve kesilemez.
- Süreçleri kontrol altına almak olanaklı olmadığından cam yüzeyinde hatalarla karşılaşılabılır.
- Birkaç ürünün aynı anda üretildiğı (co-production) süreçler hakimdir.

Sürekli üretimin gerçekleştiğı cam sektöründe, üretim plânında gerçekleşecek herhangi bir hata, çok büyük mâliyetlere neden olabilir ve şirketin diğeryer tüm süreçlerini olumsuz etkileyebilir.

Çalışmada şirketin en fazla satış yaptığı bölgesinin, en çok satan iki ürünü üzerine yoğunlaşmıştır. Ürün verileri trend ve mevsimsel etkiler içerdiğinden doğru tahmin yöntemini bulmak için hem zaman serisi analizleri, hem de yapay sinir ağları yöntemleri uygulanmıştır. Uygulamada kullanılan hareketli ortalama, üstel düzeltme, Holt üstel düzeltme, Winter Üstel Düzeltme, Box-Jenkins yöntemlerinde model tasarımları ile farklı katsayılarla denemeler yapılmıştır. Yapay sinir ağları için pek çok ağ tasarımı vardır. Veriler kullanılarak elde edilebilecek en uygun sonucu veren ağ tasarlamak için gizli katman sayısı, öğrenme kuralları, işlemci sayısı, epok sayısı için farklı simülasyonlar çalışılmıştır. Tüm yöntemler için hata performans ölçümü en düşük olan modeller seçilerek, 2015 yılı 12 aylık satış verisi tahmin edilmiştir. Cam ürünü için uygulanan bu yöntemlerden en uygun olanı seçmek gereklidir. Dolayısıyla en yakın dönem olan 2014 yılı için belirlenen en iyi yöntemler kullanılarak, tahminî satış değerleri elde edilmiştir. 2014 yılı ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değerine bakıldığında hareketli ortalama, üstel düzeltme ve holt üstel düzeltme yöntemlerinin her iki ürün için yaklaşık %14-15 seviyelerinde gerçekleştiğı gözlenmektedir. Bu 3 yöntem ürünlerin tahmininde çok başarılı olamamıştır. Mevsimsellik faktörünü için içine katan Winter üstel düzeltme yöntemi ise Ürün-F1 için %6, Ürün-A1 için %11 MAPE değeri ile başarısız olan hareketli ortalama, üstel düzeltme ve holt üstel düzeltme yöntemlerine göre nispeten daha iyi sonuçlar vermiştir. Literatürdeki uygulamalarda çok sık karşılaşılan ve doğru sonuçlar verdiği görülen yapay sinir ağları

ve ARIMA yöntemleri bu uygulamadaki ürünler için tahmin sapması en az olan yöntemler olarak sonuçlanmıştır. Ürün F-1'in tahmin için en iyi yöntem ilk olarak yapay sinir ağı (MAPE=%4) sonrasında ARIMA yöntemi (MAPE=%6) olmuştur. Ürün-A1 için ise öncelik ARIMA yöntemi (MAPE=%4) iken ikinci en iyi tahmin yapan yöntem yapay sinir ağıdır (MAPE=%5). Ürün-F1'in en yakın dönem olan 2014 yılı için tahmin doğruluğu %4-6, Ürün-A1 için ise %4-5 seviyelerindedir. Dolayısıyla önümüzdeki dönem tahminlerinde Ürün F-1 ve Ürün A-1 talebi için yapay sinir ağı ve ARIMA yöntemlerini dikkate alarak tahmin yapmak gerekmektedir.

Tahmin için kullanılan veriler, sapmaların engellenmesi açısından dış etmenlerden arındırılmış verilerdir. Bundan sonraki aşama, doğru yöntem ile yapılan tahmin sonuçlarının ardından, alanında uzman, deneyimli kişilerle sonuçlar üzerinden geçmektir. Bu konuda satış ekiplerinden bölge müdürleriyle tahmin sonuçları için zenginleştirme toplantıları yapılmalıdır. Bu toplantıların amacı, tahmin sonuçlarını değerlendirmek ve deneyimleri ile öngördükleri farklı bir sonuç varsa onu yansıtmaktır. Bunların dışında ekonomik göstergeler, kampanya etkinlikleri, fiyat değişiklikleri gibi birtakım etmenler de dikkate alınarak talep tahmini son duruma getirilmelidir. Bu sâyede son tahmin sonuçlarına karar verilir.

Yapılan çalışma ile S&OP döngüsünde ilk aşama olan talep plânlama süreci gerçekleşmiş olup sonuçlar, üretim ve tedârik plânlamaya aktarılır. Sonraki aşama, kısıtlandırılmamış olan bu sonuçların üretim, kapasite, stok düzeyleri, tedârik ve lojistik gibi süreçler ile dikkate alınarak kısıtlandırılmasıdır.

## **5.2 Uygulamada Karşılaşılan Zorluklar Ve Öneriler**

Uygulama sırasında birtakım zorluklarla karşılaşmıştır. Bununla ilgili özet tabloyu Çizelge 5.1'de görmek olanaklıdır. Çalışma sonrasında yapılması gerekenler, çalışmayı daha iyi noktaya taşıyacak öneriler ise Çizelge 5.2'de yer almaktadır.

**Çizelge 5.1 : Analizde karşılaşılan sorunlar.**

<b>Analizde Karşılaşılan Zorluklar</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• SAP sistemine bütünleşmenin geç tamamlanmasından dolayı veri eksikliği</li><li>• Yöntemler için yazılım programı kullanımına gereksinim duyulması, programların kullanımı için kodlama gerektirmesi, bazı programlara erişimde sorunlar yaşanması</li><li>• Doğru model tasarımı için birçok denemeye gereksinim duyulması ve zaman kaybına neden olması.</li></ul>

**Çizelge 5.2 : Gelecek çalışmalara yönelik öneriler.**

<b>Gelecek Çalışmalara Yönelik Öneriler</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Çalışmada 36 aylık satış verisi kullanılmıştır. Veri sayısı ve dönemi arttırılarak tahmin sonuçları gözden geçirilmelidir.</li><li>• Şirketlerde talep plânlama bölümleri/birimleri kurularak, daha kısa aralıklarla aylık ya da haftalık süreçler izlenerek tahminleri yapılmalıdır.</li><li>• Kısa aralıklarla yapılan tahmin için doğru sonucu veren yöntem değişebilir. Her aylık periyotta tüm yöntemler kullanılarak karşılaştırma yapılmalıdır.</li><li>• Tahmin yapılmadan önce verilerin yapısını anlayabilmek için mutlaka veri analizi gerçekleştirilmelidir.</li><li>• Uygulamada kullanılan ürünler mevsimsellik etkilerinden arındırılarak yeniden tahmin edilmeli ve sonuçları karşılaştırılmalıdır.</li><li>• Teknikler güncellenmeli, uzman görüşleri ve sezgisel yaklaşımla tahmin sonucu geliştirilmelidir.</li><li>• Uygulaması yapılan iki ürün için farklı karma, melez yöntemler denenmelidir. Çalışmada genetik algoritma, yapay sinir ağıyla güçlendirilmiş genetik algoritma, bulanık mantık, bulanık yapay sinir ağı, gri teori gibi yöntemler daha iyi sonuçlar verebilir.</li></ul>



## KAYNAKLAR

- [1] **Tekin, M.** (2009). Üretim Yönetimi Cilt 1 (6. Baskı). Konya: Günay Ofset.
- [2] **Jeong, B., Jung, H., Park, N.** (2002). A computerized causal forecasting system using genetic algorithms in supply chain management, *The Journal of Systems and Software* 60: 223-237.
- [3] **Shim, Dr. J. K.** (2009). *Strategic Business Forecasting (including Business Forecasting Tools and Applications)*, Global Professional Publishing.
- [4] **Karahan, M.** (2011). İstatistiksel Tahmin Yöntemleri: Yapay Sinir Ağları Metodu ile Ürün Talep Tahmini Uygulaması, Doktora Tezi, Konya.
- [5] **Özmucur, S.** (1990). *Geleceği Tahmin Yöntemleri*, s.1.
- [6] **Stevenson, William J.** (2005). *Operations Management*.8 ed. Boston: McGraw Hill Irwin.
- [7] **Hoshmand, A. R.** (2010). *Business Forecasting A Practical Approach*, Second Edition.
- [8] **Tanyaş, M. ve Baskak M.** (2008). *Üretim Planlama ve Kontrol*, İrfan Yayıncılık.
- [9] **Xi, J. ve Sha, P.** (2014). Research on Optimization of Inventory Management Based on Demand Forecasting. *Applied Mechanics and Materials*, Volumes 687-691.
- [10] **Krajčovič, M., Sjf – Velky.** (2004). Demand Forecasting As A Tool For Precise Production Planning And Inventory Control, 1<sup>st</sup> International Workshop Advanced Methods And Trends In Production Engineering, North University Of Baia Mare.
- [11] **Erkan, H.** (2008). Talep Tahmin Doğruluğunu Artırmak İçin Talebi Etkileyen Faktörlerin Analizi Ve İlaç Sektöründe Ekonometrik Bir Model Önerisi, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Üretim ve Pazarlama Bilim Dalı, s.4-10.
- [12] **Chopra, S. ve Meindl, P.** (2012). *Supply chain management, strategy, planning and operation*. Fifth Edition, Global Edition. Pearson.
- [13] **Aksoy, Z. S.** (2008). Kurumsal Kaynak Planlamasi Yazilimlarında Talep Tahmin Yöntemleri ve Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [14] **Kobu, B.** (2008). *Üretim yönetimi*, 14.Baskı, Beta Yayınları, İstanbul, s.112.
- [15] **Üreten, S.** (2005). *Üretim/İşlemler Yönetimi, Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri* (5. Baskı). Ankara: Gazi Kitabevi, s.125.
- [16] **Kobu, B.** (1994). *Üretim Yönetimi*. (8. Baskı). İstanbul: Avcıol Basım-Yayım, s.81.

- [17] **Ertay, T.** (2015). Talep Yönetimi. MPC 5<sup>th</sup> Edition, Chapter 2-3 Ders Notu. (noinva.itu.edu.tr/en/courses/faculty-of-mechanical.../ek kaynaklar)
- [18] **Kadılar, C.** (2009). SPSS Uygulamalı Zaman Serileri Analizine Giriş, Bizim Büro Basımevi, İkinci Baskı, Ankara.
- [19] **Chopra, S. ve Meindi, P.** (2012). Supply chain management, strategy, planning and operation. Fifth Edition, Global Edition. Pearson.
- [20] **Liu, H. Tian H. ve Li, Y.** (2015). An EMD-recursive ARIMA method to predict wind speed for railway strong wind warning system. (Elsevier)
- [21] **Karaath, M., Senal S., Öztürk, M. S.** (2014). Denetim Planlaması Aşamasında Analitik İnceleme Tekniği Olarak Yapay Sinir Ağları Kullanımı: Bir Firma Uygulaması, Ege Akademik Bakış.
- [22] **Öztemel, E.** (2006). Yapay sinir ağları, Papatya Yayınları.
- [23] **Wang, S., Dong, X. ve Renjin Sun, R.** (2010). Predicting Saturates Of Sour Vacuum Gas Oil Using Artificial Neural Networks And Genetic Algorithms *Expert Systems with Applications*, 37:4768-4771.
- [24] **Yadav, J.S., Yadav, M. ve Jain, A.** (2013). Artificial Neural Network, *International Journal of Scientific Research and Education*.
- [25] **Günoğlu, K., Mavi, B., Akkurt, İ.** (2011). Yapay sinir ağları yöntemi ile global radyasyon tahmini, e-Journal of New World Sciences Academy.
- [26] **Taşdemir, A. F.** (2012). Zeki Talep Tahmin Yöntemlerinin Doğruluk ve Kamçı Etkisi Açısından Değerlendirilmesi: Kimya Sektöründe Bir Uygulama, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.
- [27] **Basheer, I.A. ve Hajmeer, M.** (2000). Artificial Neural Networks: Fundamentals, Computing, Design, and Application, *Journal of Microbiological Methods* 43: 3-31.
- [28] **Sevinçtekin, E.** (2014). İmalat Sektöründe Yapay Sinir Ağları Uygulaması, Yüksek lisans Tezi. *Yıldız Teknik Üniversitesi, FBE*.
- [29] **Toktaş, İhsan ve Aktürk, Nizami.** (2004). Makine Tasarım İşleminde Kullanılan Yapay Zeka Teknikleri ve Uygulama Alanları, *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2004 (2) 7-20.
- [30] **Gupta, Neha.** (2013). Artificial Neural Network, *Network and Complex Systems*, ISSN 2225-0603 (Online).
- [31] **Fildes, R. Hastings, R.** (1994). The Organization and Improvement of Market Forecasting, *Journal of the Operational Research Society*, 45(1).
- [32] **Chen, J.** (2000). Forecasting Method Applications to Recreation and Tourism Demand, Doktora Tezi, North Carolina State University, USA.
- [33] **Alon, I. Qi, M. ve Sadowski, R. J.** (2001). Forecasting Aggregate Retail Sales: A Comparison of Artificial Neural Networks and Traditional Methods, *Journal of Retailing and Consumer Services*, 8(3).
- [34] **Zhou, S.L., McMahon, T.A., Walton, A., Lewis, J.** (2002). Forecasting Operational Demand for an Urban Water Supply Zone, *Journal of Hydrology*, 259(1-4).

- [35] **Chu, C., Zhang, G. P.** (2003). A Comparative Study of Linear and Nonlinear Models for Aggregate Retail Sales Forecasting, *International Journal of Production Economics*, 86(3).
- [36] **Zotteri, G., Kalchschmidt, M., Caniato F.** (2005). The Impact of Aggregation Level on Forecasting Performance, *International Journal of Production Economics*, 93-94.
- [37] **Srinivas, B., Salil, G., Brett, H., Paul, M., Rajesh, T.** (2008). NBC Universal Uses a Novel Qualitative Forecasting Technique to Predict Advertising Demand.
- [38] **Wang, Y., Wang, J., Zhao, G., Dong, Y.** (2012). Application of residual modification approach in seasonal ARIMA for electricity demand forecasting: A case study of China.
- [39] **Mestekemper, T., Kauermann, G., Smith, M. S.** (2013). A comparison of periodic autoregressive and dynamic factor models in intraday energy demand forecasting.
- [40] **Yi, X., John, J. L., Yi, H., Yingfeng, W., Kin, K. L., Shouyang, W.** (2014). A neuro-fuzzy combination model based on singular spectrum analysis for air transport demand forecasting.
- [41] **Candan, G., Taşkin, M. F., Yazgan, H. R.** (2014). Demand Forecasting in Pharmaceutical Industry Using Artificial Intelligence: Neuro-Fuzzy Approach.
- [42] **MARCHANT, L.J., HOCKLEY, D.J.** (1971). A Comparison of Two Forecasting Techniques, *The Statistician*, 20(3), Forecasting in Practice.
- [43] **Elkateb, M.M., Solaiman, K. ve Al-Turki, Y.** (1998). A Comparative Study of Medium-Weather-Dependent Load Forecasting Using Enhanced Artificial/ Fuzzy Neural Network and Statistical Techniques, *Neurocomputing* 23: 3-13.
- [44] **Walczak, S. ve Sincich, T.** (1999). A Comparative Analysis of Regression and Neural Networks for University Admissions, *Information Sciences* 119: 1-20.
- [45] **Law, R.** (2000). Back-propagation Learning in Improving the Accuracy of Neural Network-based Tourism Demand Forecasting, *Tourism Management* 21: 331-340.
- [46] **ALON, Ilan., QI, Min., SADOWSKI, Robert J.** (2001). Forecasting Aggregate Retail Sales: A Comparison of Artificial Neural Networks and Traditional Methods, *Journal of Retailing and Consumer Services*, 8(3).
- [47] **Yu, Wen-Bin.** (2003). Agent-based demand forecasting for supply chain management. Doktora Tezi, University of Louisville Kentucky, USA.
- [48] **Jones, Spencer S.** (2008). Measuring, Modeling, and Forecasting Demand in The Emergency Department, Doktora Tezi, The University of Utah, USA.
- [49] **Au, K-F., Choi, T-M. ve Yu., Y.** (2008). Fashion Retail Forecasting by Evolutionary Neural Networks, *International Journal of Production Economics* 114: 615-630.

- [50] **Neto, A.H. ve Fiorelli, F.A.S.** (2008). Comparison between Detailed Model Simulation and Artificial Neural Network for Forecasting Building Energy Consumption, *Energy and Buildings* 40: 2169–2176.
- [51] **Aksoy, Hafzullah ve Dahamsheh, Ahmad.** (2009). Artificial neural network models for forecasting monthly precipitation in Jordan, *Stock Environ Res Risk Assess* (2009) 23: 917–931.
- [52] **Lu, I.J., Lewis, C. ve Lin, S.J.** (2009). The Forecast of Motor Vehicle, Energy Demand and CO<sub>2</sub> Emission from Taiwan's Road Transportation Sector, *Energy Policy* 37: 2952-2961.
- [53] **Geem, Z.W. ve Roper, W.E.** (2009). Energy Demand Estimation of South Korea Using Artificial Neural Network, *Energy Policy* 37: 4049-4054.
- [54] **Catalao, J.P.S., Mariano, S.J.P.S., Mendes, V.M.F. ve Ferreira, L.A.F.M.** (2007). Short-term Electricity Prices Forecasting in a Competitive Market: A Neural Network Approach, *Electric Power Systems Research* 77: 1297-1304.
- [55] **Wong, B.K., Bodnovich, T.A. ve Selvi, Y.** (1997). Neural Network Applications in Business: A Review and Analysis of the Literature (1988–1995), *Decision Support Systems* 19: 301-320.
- [56] **Argiriou, A. A., Bellas-Velidis, I. ve Balaras, C. A.** (2000). Development of a Neural Network Heating Controller for Solar Buildings, *Neural Networks* 13: 811-820.
- [57] **Hsu, C-C. ve Chen, C-Y.** (2003). Applications of Improved Grey Prediction Model for Power Demand Forecasting, *Energy Conversion and Management* 44: 2241-2249.
- [58] **Zhang, G.P. ve Qi, M.** (2005). Neural Network Forecasting for Seasonal and Trend Time Series, *European Journal of Operational Research* 160: 501-514.
- [59] **Zhou, P., Ang, B.W. ve Poh, K.L.** (2006). A Trigonometric Grey Prediction Approach to Forecasting Electricity Demand, *Energy* 31: 2839-2847.
- [60] **Chang, P. ve Wang, Y.** (2006). Fuzzy Delphi and Back-propagation Model for Sales Forecasting in PCB Industry, *Expert Systems with Applications* 30: 715-726.
- [61] **Doganis, P., Alexandridis, A., Patrinos, P. ve Sarimveis, H.** (2006). Time Series Sales Forecasting for Short Shelf-life Food Products Based on Artificial Neural Networks and Evolutionary Computing, *Journal of Food Engineering* 75: 196-204.
- [62] **Yüksel, S.** (2007). An Integrated Forecasting Approach to Hotel Demand, *Mathematical and Computer Modeling* 46: 1063-1070. (Elsevier)
- [63] **Azadeh, A., Ghaderi, S.F. ve Sohrabkhani, S.** (2007). Forecasting Electrical Consumption by Integration of Neural Network, Time Series and ANOVA, *Applied Mathematics and Computation* 186: 1753-1761
- [64] **Aznarte M., J.L., Benitez Sanchez, J.M., Lugilde, D.N., Linares Fernandez, C., Guardia, C.D. ve Sanchez, F.A.** (2007). Forecasting Airborne

Pollen Concentration Time Series with Neural and Neuro-fuzzy Models, Expert Systems with Applications 32: 1218-1225

- [65] **Hsu, L-C. ve Wang, C-H.** (2009). Forecasting Integrated Circuit Output Using Multivariate Grey Model and Grey Relational Analysis, Expert Systems with Applications 36: 1403-1409
- [66] **Sayed, H.E., Gabbar, H.A. ve Miyazaki, S.** (2009). A hybrid statistical genetic-based demand forecasting expert system, Expert Systems with Applications 3: 11662-11670
- [67] **Lee, C.C. ve Ou-Yang, C.** (2009). "A Neural Networks Approach for Forecasting the Supplier's Bid Prices in Supplier Selection Negotiation Process", Expert Systems with Applications 36: 2961-2970
- [68] **Liu, H., Tian, H., Li, Y.** (2015). An EMD-recursive ARIMA method to predict wind speed for railway strong wind warning system, J. Wind Eng. Ind. Aerodyn. 141: 27-38
- [69] **Özdemir A. Ve Özdemir A.** (2006). Talep Tahminlemede Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması: Seramik Ürün Grubu Firma Uygulaması, Ege Akademik Bakış Dergisi, Cilt:6, Sayı:2, Sf.105-114
- [70] **T.C. Bilim, Sanayi Ve Teknoloji Bakanlığı, Cam Sektörü Raporu** (2014/1).
- [71] **Türkiye Cam Ve Cam Ürünleri Sanayi Meclisi Sektör Raporu (TOBB)**, 2012.
- [72] **Şişecam Yatırımcı İlişkileri Sunumu**, 2014 (Yılsonu).
- [73] **Trakya Cam Sanayii A.Ş. Yatırımcı İlişkileri Sunumu**, 2014 (1.Yarı).
- [74] **International Trade Center**, Trade Map (<http://www.trademap.org/Index.aspx>)
- [75] **Şişecam Faaliyet Raporu**, 2014.
- [76] **8. Türkiye Sektörel Ekonomi Şurası**, TOBB 2015.
- [77] **Trakya Cam Sanayii A.Ş. Faaliyet Raporu**, 2014.
- [78] **Scholz-Reiter, B., Heger, J., Meinecke, C and Bergmann, J.** (2011). Integration of demand forecasts in ABC-XYZ analysis: practical investigation at an industrial company, International Journal of Productivity and Performance Management.
- [79] **Ballı, M. T.** (2014). Yapay Sinir Ağları ile Talep Tahmini ve Gıda Sektöründe Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Programı.
- [80] **Çuhadar, M.** (2014). Muğla İline Yönelik Dış Turizm Talebinin Modellenmesi ve 2012 –2013 Yılları İçin Tahminlenmesi, Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, Yıl:6 Sayı:12, Kış 2014 ISSN 1307-9832
- [81] **Taşkın, Z. C., Ünal, A. T.** (2009). Tactical level planning in float glass manufacturing with co-production, random yields and substitutable products, European Journal of Operational Research 199, 252–261

URL-1 <http://www.osd.org.tr/yeni/wp-content/uploads/2015/01/Rapor2014-12.pdf>

URL-2 <http://www.tuik.gov.tr/Start.do>



## **EKLER**

**EK A:** 2012-2013-2014 yılları satış ham verileri

**EK B:** 2012-2013-2014 yılları satış temizlenmiş verileri

**EK A**

**Çizelge A.1: 2012-12 aylık ham veriler.**

DFU	Ürün Tanımı	Ölçü Birimi	2012		2012		2012		2012		2012		2012		2012	
			Oca.12	Şub.12	Mar.12	Nis.12	May.12	Haz.12	Tem.12	Ağu.12	Eyl.12	Eki.12	Kas.12	Ara.12		
Ürün-F16	Float_Renksiz	Ton	226	32	123	104	221	136	149	26	52	208	246	90		
Ürün-F5	Float_Renksiz	Ton	1.343	1.693	1.661	2.024	2.068	2.476	1.337	1.457	1.733	1.830	1.901	1.626		
Ürün-F14	Float_Renksiz	Ton	325	423	494	324	441	362	1.578	1.036	177	249	357	350		
Ürün-F15	Float_Renksiz	Ton	13	73	179	67	181	73	195	78	62	50	162	235		
Ürün-F18	Float_Renksiz	Ton	113	395	145	35	91	0	121	0	132	102	0	175		
Ürün-F12	Float_Renksiz	Ton	807	750	664	748	770	665	845	540	745	441	609	827		
Ürün-F11	Float_Renksiz	Ton	234	211	156	39	154	170	213	154	252	297	574	141		
Ürün-F17	Float_Renksiz	Ton	227	155	217	148	312	131	178	10	156	0	53	163		
Ürün-F13	Float_Renksiz	Ton	266	102	153	26	51	306	127	13	0	0	204	57		
Ürün-F1	Float_Renksiz	Ton	8.447	9.099	9.960	9.903	14.671	13.303	15.010	10.683	14.100	14.939	14.470	16.285		
Ürün-F2	Float_Renksiz	Ton	11.647	10.466	12.290	11.243	17.511	17.732	9.687	10.545	13.429	14.772	17.480	15.425		
Ürün-F10	Float_Renksiz	Ton	897	970	1.174	1.416	1.143	830	780	693	758	817	633	965		
Ürün-F6	Float_Renksiz	Ton	1.238	1.396	1.285	973	1.543	1.406	1.775	1.635	1.735	1.565	2.336	1.626		
Ürün-F8	Float_Renksiz	Ton	665	1.203	875	738	957	761	813	851	648	1.075	1.249	970		
Ürün-F3	Float_Renksiz	Ton	3.316	3.727	4.003	3.220	4.546	5.146	5.781	4.776	6.566	5.311	6.240	5.312		
Ürün-F7	Float_Renksiz	Ton	1.091	947	1.304	952	1.628	1.005	2.693	1.321	676	1.181	1.178	1.167		
Ürün-F4	Float_Renksiz	Ton	1.848	1.969	2.811	2.898	4.184	3.724	2.572	2.659	3.697	3.680	3.662	3.651		
Ürün-F9	Float_Renksiz	Ton	1.991	1.314	1.286	1.177	1.135	1.339	3.029	1.173	695	1.360	1.483	939		
Ürün-A2	Ayna	M2	15.500	15.500	15.500	31.220	30.910	12.244	29.754	19.333	5.818	13.000	24.562	25.144		
Ürün-A4	Ayna	M2	24.671	49.880	47.958	53.300	58.128	42.902	51.755	29.604	24.587	62.138	27.346	41.812		
Ürün-A1	Ayna	M2	268.368	259.941	371.090	243.041	365.853	289.719	370.549	264.825	312.828	350.983	488.412	233.809		
Ürün-A3	Ayna	M2	26.696	24.817	63.187	12.002	35.789	31.859	51.141	39.045	46.423	43.627	54.362	34.684		
Ürün-A8	Ayna	M2	8.633	5.755	4.796	480	10.523	959	0	8.135	950	1.918	8.614	2.841		
Ürün-A7	Ayna	M2	12.161	13.899	6.870	9.785	13.020	6.222	6.646	7.650	6.582	739	5.541	5.541		
Ürün-A5	Ayna	M2	18.398	23.539	22.533	27.673	18.628	17.627	18.119	18.555	14.175	16.717	33.991	12.496		



Çizelge A.2: 2013-12 aylık ham veriler.

DFU	Ürün Tanımı	Ölçü Birimi	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013
			Oca.13	Şub.13	Mar.13	Nis.13	May.13	Haz.13	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13
Ürün-F16	Float_Renksiz	Ton	136	162	104	279	143	13	130	84	123	19	156	123
Ürün-F5	Float_Renksiz	Ton	1.626	1.544	1.925	2.359	2.314	1.921	2.001	2.060	1.929	2.190	2.754	2.304
Ürün-F14	Float_Renksiz	Ton	350	228	309	334	414	281	330	381	232	509	431	432
Ürün-F15	Float_Renksiz	Ton	45	140	0	367	467	101	101	151	207	101	67	140
Ürün-F18	Float_Renksiz	Ton	43	163	60	116	0	0	23	36	23	0	0	0
Ürün-F12	Float_Renksiz	Ton	263	360	671	487	612	777	1.019	372	276	638	295	777
Ürün-F11	Float_Renksiz	Ton	141	181	168	112	98	110	58	146	106	158	390	164
Ürün-F17	Float_Renksiz	Ton	163	184	92	90	131	116	124	106	0	93	141	85
Ürün-F13	Float_Renksiz	Ton	0	51	812	463	510	382	1.293	356	471	1.457	255	533
Ürün-F1	Float_Renksiz	Ton	12.396	12.605	13.862	21.599	14.855	14.947	17.661	15.850	20.068	19.258	23.010	21.995
Ürün-F2	Float_Renksiz	Ton	5.978	6.888	11.158	17.068	7.121	12.917	9.194	8.258	12.428	13.980	15.245	10.877
Ürün-F10	Float_Renksiz	Ton	965	746	901	1.432	1.580	462	656	451	808	554	1.221	1.335
Ürün-F6	Float_Renksiz	Ton	769	909	1.404	2.058	2.474	2.131	2.103	1.895	2.252	1.749	1.749	2.502
Ürün-F8	Float_Renksiz	Ton	496	536	719	970	886	645	735	590	483	1.010	1.000	311
Ürün-F3	Float_Renksiz	Ton	5.312	3.708	4.415	6.218	5.018	5.522	5.893	4.926	5.535	4.797	5.980	6.999
Ürün-F7	Float_Renksiz	Ton	1.008	1.113	1.036	1.517	1.420	1.500	1.291	509	1.071	1.384	1.369	1.485
Ürün-F4	Float_Renksiz	Ton	1.606	1.975	2.573	3.504	2.928	2.255	3.089	2.175	3.417	3.211	3.917	4.203
Ürün-F9	Float_Renksiz	Ton	939	794	832	1.021	719	441	456	434	546	777	1.031	815
Ürün-A2	Ayna	M2	25.144	24.171	68.641	56.512	35.110	38.871	45.020	21.681	28.639	19.753	23.378	38.951
Ürün-A4	Ayna	M2	41.812	70.091	46.057	70.602	62.622	37.705	61.802	39.916	42.637	39.184	26.530	23.030
Ürün-A1	Ayna	M2	233.809	264.386	320.207	538.959	299.203	312.641	360.617	218.391	407.640	318.374	365.406	293.742
Ürün-A3	Ayna	M2	16.454	38.881	36.708	32.205	48.559	50.125	29.098	32.474	34.764	71.020	41.903	30.505
Ürün-A8	Ayna	M2	15.744	1.420	5.276	9.103	2.398	13.807	15.817	4.787	7.194	3.818	0	14.369
Ürün-A7	Ayna	M2	5.541	11.008	6.279	16.695	11.653	7.156	7.732	17.983	14.353	4.433	21.216	5.528
Ürün-A5	Ayna	M2	15.558	30.474	15.915	23.942	23.170	5.941	11.714	16.336	18.038	30.192	17.309	14.103

Çizelge A.3: 2014-12 aylık ham veriler.

DFU	Ürün Tanımı	Ölçü Birimi	2014		2014		2014		2014		2014		2014	
			Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Tem.14	Ağu.14	Eyl.14	Eki.14	Kas.14	Ara.14
Ürün-F16	Float_Renksiz	Ton	78	182	19	0	0	140	140	208	117	234	162	117
Ürün-F5	Float_Renksiz	Ton	2.304	2.299	2.880	2.120	2.197	1.871	1.592	2.024	1.770	1.746	2.029	1.808
Ürün-F14	Float_Renksiz	Ton	339	582	245	303	351	351	1.830	1.201	1.041	69	315	70
Ürün-F15	Float_Renksiz	Ton	151	84	201	179	62	151	34	155	157	173	224	328
Ürün-F18	Float_Renksiz	Ton	0	33	0	48	45	57	0	0	0	0	44	37
Ürün-F12	Float_Renksiz	Ton	548	513	967	757	855	450	718	388	372	321	513	664
Ürün-F11	Float_Renksiz	Ton	164	78	50	148	112	71	106	190	148	174	25	7
Ürün-F17	Float_Renksiz	Ton	140	76	99	73	45	45	45	3	0	20	65	0
Ürün-F13	Float_Renksiz	Ton	970	308	620	735	535	792	498	553	650	858	410	507
Ürün-F1	Float_Renksiz	Ton	12.497	13.605	15.464	16.279	18.225	20.883	20.703	16.401	19.835	17.806	20.336	19.382
Ürün-F2	Float_Renksiz	Ton	7.887	12.493	8.824	12.056	11.569	10.097	16.303	7.223	15.362	13.928	10.286	15.103
Ürün-F10	Float_Renksiz	Ton	676	1.107	469	391	705	666	586	586	729	465	445	995
Ürün-F6	Float_Renksiz	Ton	2.169	1.411	1.402	2.130	2.281	2.323	2.245	1.845	1.823	1.798	1.671	1.800
Ürün-F8	Float_Renksiz	Ton	520	453	712	526	808	1.734	1.137	636	951	1.247	1.335	1.055
Ürün-F3	Float_Renksiz	Ton	6.999	5.505	4.673	5.658	5.541	5.386	4.603	4.603	4.608	5.151	6.176	5.232
Ürün-F7	Float_Renksiz	Ton	935	1.279	1.119	978	1.622	1.107	910	866	1.360	665	986	1.290
Ürün-F4	Float_Renksiz	Ton	4.023	3.479	3.391	3.719	2.982	3.899	2.900	2.857	2.940	2.958	2.460	3.851
Ürün-F9	Float_Renksiz	Ton	815	948	525	418	650	529	564	351	564	379	623	398
Ürün-A2	Ayna	M2	38.951	92.427	21.941	55.518	39.567	31.923	16.987	44.864	31.325	21.959	37.502	37.502
Ürün-A4	Ayna	M2	23.030	53.386	35.486	55.938	18.375	18.375	18.375	18.375	20.130	16.160	22.588	37.599
Ürün-A1	Ayna	M2	293.742	287.508	379.470	365.115	373.063	218.124	320.360	271.279	263.740	252.375	338.966	319.408
Ürün-A3	Ayna	M2	30.505	29.875	35.939	35.220	35.220	15.532	46.666	41.771	17.148	44.198	42.263	48.294
Ürün-A8	Ayna	M2	0	12.469	7.683	11.176	0	1.370	6.028	3.180	0	0	0	10.533
Ürün-A7	Ayna	M2	9.938	9.983	15.248	10.721	8.698	6.214	6.214	9.920	2.215	9.920	9.708	10.157
Ürün-A5	Ayna	M2	37.345	18.001	28.473	34.148	40.691	31.319	27.516	17.379	17.379	22.801	11.972	12.160

**EK B**

**Çizelge B.1: 2012-12 aylık temizlenmiş veriler.**

DFU	Ürün Tanımı	Ölçü Birimi	2012		2012		2012		2012		2012		2012		2012	
			Oca.12	Şub.12	Mar.12	Nis.12	May.12	Haz.12	Tem.12	Ağu.12	Eyl.12	Eki.12	Kas.12	Ara.12		
Ürün-F16	Float_Renksiz	Ton	211	63	123	104	208	136	149	58	57	204	203	90		
Ürün-F5	Float_Renksiz	Ton	1.442	1.693	1.661	2.024	2.068	2.219	1.488	1.495	1.733	1.830	1.901	1.626		
Ürün-F14	Float_Renksiz	Ton	325	423	494	324	441	362	841	842	177	249	357	350		
Ürün-F15	Float_Renksiz	Ton	21	73	179	67	181	73	195	78	62	50	162	230		
Ürün-F18	Float_Renksiz	Ton	113	121	120	35	91	0	117	0	115	102	0	113		
Ürün-F12	Float_Renksiz	Ton	807	750	664	748	770	665	845	540	745	450	609	827		
Ürün-F11	Float_Renksiz	Ton	234	211	156	109	154	170	213	154	252	290	286	141		
Ürün-F17	Float_Renksiz	Ton	226	155	217	148	212	131	178	57	156	50	53	163		
Ürün-F13	Float_Renksiz	Ton	266	102	153	26	51	306	127	13	0	0	204	57		
Ürün-F1	Float_Renksiz	Ton	8.447	9.099	9.960	9.903	14.671	13.303	15.010	10.683	14.100	14.939	14.470	16.285		
Ürün-F2	Float_Renksiz	Ton	11.647	10.466	12.290	11.243	15.911	15.864	9.687	10.545	13.429	14.772	15.631	15.425		
Ürün-F10	Float_Renksiz	Ton	897	970	1.174	1.289	1.143	830	780	693	758	817	633	965		
Ürün-F6	Float_Renksiz	Ton	1.238	1.396	1.285	1.057	1.543	1.406	1.775	1.635	1.735	1.565	2.081	1.626		
Ürün-F8	Float_Renksiz	Ton	665	1.072	875	738	957	761	813	851	648	1.075	1.096	970		
Ürün-F3	Float_Renksiz	Ton	3.682	3.727	4.003	3.777	4.546	5.146	5.764	4.776	5.828	5.311	5.891	5.312		
Ürün-F7	Float_Renksiz	Ton	1.091	947	1.304	952	1.628	1.005	1.637	1.321	883	1.181	1.178	1.167		
Ürün-F4	Float_Renksiz	Ton	2.163	2.175	2.811	2.898	3.629	3.642	2.572	2.659	3.678	3.680	3.662	3.651		
Ürün-F9	Float_Renksiz	Ton	1.991	1.314	1.286	1.177	1.135	1.339	1.820	1.173	695	1.360	1.483	939		
Ürün-A2	Ayna	M2	15.500	15.500	15.500	31.220	30.910	12.244	29.754	19.333	8.642	13.000	24.562	25.144		
Ürün-A4	Ayna	M2	35.850	49.880	47.958	53.300	58.128	42.902	51.755	30.721	29.988	61.652	28.522	41.812		
Ürün-A1	Ayna	M2	268.368	259.941	371.090	248.356	365.853	289.719	370.549	264.825	312.828	350.983	391.691	246.748		
Ürün-A3	Ayna	M2	26.696	25.127	50.976	24.994	35.789	31.859	50.711	39.045	46.423	43.627	50.446	34.684		
Ürün-A8	Ayna	M2	8.633	5.755	4.796	2.586	10.523	2.396	2.301	8.135	2.110	2.015	8.614	2.841		
Ürün-A7	Ayna	M2	12.161	13.491	6.870	9.785	13.020	6.222	6.646	7.650	6.582	4.565	5.541	5.541		
Ürün-A5	Ayna	M2	18.398	23.539	22.533	27.673	18.628	17.627	18.119	18.555	14.175	16.717	29.000	12.796		

**Çizelge B.2: 2013-12 aylık temizlenmiş veriler.**

DFU	Ürün Tanımı	Ölçü Birimi	2013		2013		2013		2013		2013		2013		2013	
			Oca.13	Şub.13	Mar.13	Nis.13	May.13	Haz.13	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13		
Ürün-F16	Float_Renksiz	Ton	136	162	104	199	143	50	130	84	123	47	156	123		
Ürün-F5	Float_Renksiz	Ton	1.626	1.544	1.925	2.296	2.304	1.921	2.001	2.060	1.929	2.190	2.350	2.304		
Ürün-F14	Float_Renksiz	Ton	350	228	309	334	414	281	330	381	232	509	431	432		
Ürün-F15	Float_Renksiz	Ton	45	140	44	237	238	101	101	151	207	101	67	140		
Ürün-F18	Float_Renksiz	Ton	43	112	60	110	0	0	23	36	23	0	0	0		
Ürün-F12	Float_Renksiz	Ton	436	431	671	487	612	777	813	403	398	638	388	777		
Ürün-F11	Float_Renksiz	Ton	141	181	168	112	98	110	58	146	106	158	241	164		
Ürün-F17	Float_Renksiz	Ton	163	181	92	90	131	116	124	106	11	93	141	85		
Ürün-F13	Float_Renksiz	Ton	0	51	710	463	510	382	795	356	471	859	255	533		
Ürün-F1	Float_Renksiz	Ton	12.396	12.605	13.862	18.940	14.855	14.947	17.661	15.850	20.068	19.258	20.523	20.749		
Ürün-F2	Float_Renksiz	Ton	8.827	8.781	11.158	15.397	8.640	12.917	9.194	8.500	12.428	13.980	15.070	10.877		
Ürün-F10	Float_Renksiz	Ton	965	746	901	1.175	1.165	544	656	524	808	554	1.108	1.098		
Ürün-F6	Float_Renksiz	Ton	1.195	1.211	1.404	2.058	2.173	2.131	2.103	1.895	2.234	1.749	1.749	2.280		
Ürün-F8	Float_Renksiz	Ton	536	539	719	970	886	645	735	590	558	1.010	1.000	566		
Ürün-F3	Float_Renksiz	Ton	5.312	4.094	4.415	6.049	5.018	5.522	5.893	4.926	5.535	4.797	5.980	6.303		
Ürün-F7	Float_Renksiz	Ton	1.008	1.113	1.036	1.517	1.420	1.500	1.291	805	1.071	1.384	1.369	1.485		
Ürün-F4	Float_Renksiz	Ton	2.307	2.319	2.573	3.504	2.928	2.367	3.089	2.391	3.417	3.211	3.846	3.858		
Ürün-F9	Float_Renksiz	Ton	939	794	832	1.021	719	441	456	434	546	777	1.031	815		
Ürün-A2	Ayna	M2	25.144	24.171	46.865	47.348	35.110	38.871	45.020	21.681	28.639	19.753	23.378	38.951		
Ürün-A4	Ayna	M2	41.812	58.721	46.057	57.255	56.522	37.705	55.057	39.916	42.637	39.184	26.530	23.030		
Ürün-A1	Ayna	M2	246.547	264.386	320.207	390.686	299.203	312.641	360.617	245.140	389.681	318.374	365.406	293.742		
Ürün-A3	Ayna	M2	24.397	38.881	36.708	32.205	48.559	49.982	29.098	32.474	34.764	49.716	41.903	30.505		
Ürün-A8	Ayna	M2	11.736	1.635	5.276	9.103	2.398	11.260	11.165	4.787	7.194	3.818	778	10.689		
Ürün-A7	Ayna	M2	5.541	11.008	6.279	13.761	11.653	7.156	7.732	13.839	13.858	4.797	13.897	5.528		
Ürün-A5	Ayna	M2	15.558	28.933	15.915	23.942	23.170	12.662	12.640	16.336	18.038	28.756	17.309	14.103		

**Çizelge B.3: 2014-12 aylık temizlenmiş veriler.**

DFU	Ürün Tanımı	Ölçü Birimi	2014		2014		2014		2014		2014		2014		2014	
			Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Tem.14	Ağu.14	Eyl.14	Eki.14	Kas.14	Ara.14		
Ürün-F16	Float_Renksiz	Ton	78	182	43	42	41	140	140	186	117	184	162	117		
Ürün-F5	Float_Renksiz	Ton	2.304	2.299	2.380	2.120	2.197	1.871	1.672	2.024	1.770	1.746	2.029	1.808		
Ürün-F14	Float_Renksiz	Ton	339	582	245	303	351	351	869	870	871	96	315	98		
Ürün-F15	Float_Renksiz	Ton	151	84	201	179	67	151	70	155	157	173	224	269		
Ürün-F18	Float_Renksiz	Ton	0	33	0	48	45	57	0	0	0					
Ürün-F12	Float_Renksiz	Ton	548	513	775	757	765	450	718	388	372	336	513	664		
Ürün-F11	Float_Renksiz	Ton	164	78	50	148	112	71	106	190	148					
Ürün-F17	Float_Renksiz	Ton	140	76	99	73	45	45	45	3	0					
Ürün-F13	Float_Renksiz	Ton	923	308	620	735	535	792	498	553	650	858	410	507		
Ürün-F1	Float_Renksiz	Ton	13.239	13.605	15.464	16.279	18.225	20.883	20.703	16.401	19.835	17.806	20.336	19.382		
Ürün-F2	Float_Renksiz	Ton	8.266	12.493	8.824	12.056	11.569	10.097	14.696	7.939	14.603	13.928	10.286	14.462		
Ürün-F10	Float_Renksiz	Ton	676	1.079	469	448	705	666	586	586	729	465	445	984		
Ürün-F6	Float_Renksiz	Ton	2.169	1.411	1.410	2.130	2.281	2.323	2.245	1.845	1.823	1.798	1.671	1.800		
Ürün-F8	Float_Renksiz	Ton	569	572	712	577	808	1.149	1.137	636	951	1.160	1.163	1.055		
Ürün-F3	Float_Renksiz	Ton	6.335	5.505	4.673	5.658	5.541	5.386	4.633	4.665	4.696	5.151	6.176	5.232		
Ürün-F7	Float_Renksiz	Ton	935	1.279	1.119	978	1.481	1.107	910	866	1.360	706	986	1.290		
Ürün-F4	Float_Renksiz	Ton	3.870	3.479	3.391	3.719	2.982	3.899	2.900	2.857	2.940	2.958	2.571	3.851		
Ürün-F9	Float_Renksiz	Ton	815	948	525	418	650	529	564	351	564					
Ürün-A2	Ayna	M2	38.951	52.174	21.941	53.139	39.567	31.923	19.260	44.864	31.325	21.959	37.502	37.502		
Ürün-A4	Ayna	M2	23.030	49.927	35.486	48.462	18.375	18.375	18.375	18.375	20.130	16.160	22.588	37.599		
Ürün-A1	Ayna	M2	293.742	287.508	379.470	365.115	373.063	243.131	320.360	271.279	263.740	252.375	338.966	319.408		
Ürün-A3	Ayna	M2	30.505	29.875	35.939	35.220	35.220	23.270	46.666	41.771	23.071	44.198	42.263	48.294		
Ürün-A8	Ayna	M2	588	10.499	7.683	10.308	208	1.370	6.028	3.180	0			9.547		
Ürün-A7	Ayna	M2	9.938	9.983	13.974	10.721	8.698	6.214	6.214	9.920	5.009	9.920	9.708	10.157		
Ürün-A5	Ayna	M2	28.689	18.001	28.473	28.623	28.600	28.578	27.516	17.379	17.379	22.801	12.285	12.263		



## ÖZGEÇMİŞ

**Ad Soyad:** Neslihan DEMİRCİ

**Doğum Tarihi ve Yeri:** 1987 - İstanbul

**E-Posta:** demircine@itu.edu.tr / neslihandemirci\_@hotmail.com

**Lisans:** 2011, Gaziantep Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği

### Mesleki Deneyim ve Ödüller:

- Gaziantep Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölüm 2.liği
- Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi 3.lüğü
- Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A. Ş, İstanbul (11. 2013 – Halen )  
Stratejik Plânlama Uzman Yard.
- İstanbul Bilgi Üniversitesi (09/2012 – 01/2013)  
Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eğitim Asistanı (Güz dönemi)

### Yayın, Bildiri Listesi:

- Demirci, N., Ceylan, Z., Fırat, S. Ü. O. (2012) Bulanık Çok Ölçütlü Karar Yöntemleri İle Hastanelerde Risk Değerlendirmesi, 18. Ulusal Ergonomi Kongresi (UEK'18) / 16-18 Kasım 2012, Gaziantep.
- Ceylan, Z., Demirci, N., Baskak, M., Fırat, S. Ü. O. (2014) An Optimization Model for Reverse Distribution Network of a Company, 12. Uluslararası Lojistik Ve Tedârik Zinciri Kongresi (LM-SCM 2014) / 30-31 Ekim 2014, İstanbul.