
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

BİR ENERJİ DAĞITIM FİRMASINDA MALZEME TALEP TAHMİN ÇALIŞMASI

Erdem MUCUK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İMALAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ARALIK 2024

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Erdem MUCUK
05/12/2024

BİR ENERJİ DAĞITIM FİRMASINDA MALZEME TALEP TAHMİN ÇALIŞMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Erdem MUCUK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Aralık 2024

ÖZET

Kuruluşlar, faaliyetlerini gerçekleştirirken birçok malzemeye ve kaynağa ihtiyaç duyarlar. Malzeme İhtiyaç Planlama, bu malzemelerin ne zamanda, ne miktarda olması gerektiğini belirleyen bir olgudur. Üretim faaliyetlerinin aksamaması, tedarik zincirinin verimi ile doğru orantılıdır. Stokların verimli yönetilmesi, gereksiz stok maliyetlerinden kaçınılması, tedarik kaynaklı üretim duruşlarının minimize edilmesi ve tüm şirket için maliyetlerin azaltılmasına yardımcı olur. Tahminleme ne kadar doğru yapılır ise, malzeme ihtiyaç planları ve sonrasındaki verimli bir şekilde zincirin devam etmesi o kadar verimli olur. Müşteri memnuniyeti sağlanır ve şirketler rekabet avantajı sağlayarak aslında sürdürülebilirliklerini garanti altına almış olurlar. Bu çalışmada, tahminleme yöntemlerinden zaman serileri kullanılarak, geçtiğimiz senelerde hangi yöntemin tahminlemeyi doğru verdiği saptanmış, yöntemler doğrulanmış ve gelecek yılın tahminlemesi bu yöntemler ile yapılmıştır. Ortalama Mutlak Hata-MAE, Ortalama Mutlak Yüzde Hata-MAPE, Hata Kareleri Ortalaması-MSE ölçütleri dikkate alınarak Minitab 22 istatistik programı yardımıyla saptanmaya çalışılmıştır. Geçmiş on senelik veri havuzu kullanılmış, en uygun talep tahminin Holt-Winters ve ARIMA yöntemleri olduğu saptanmış. Gelecek yıl tahminlemesi bu yöntemler ile sağlanmıştır.

Bilim Kodu	:	91428
Anahtar Kelimeler	:	Talep tahmini, Zaman serileri, malzeme ihtiyaç planlaması, gelecek tahmini, malzeme talep tahmini
Sayfa Adedi	:	96
Danışman	:	Doç. Dr. Ömer ASAL

MATERIAL DEMAND FORECASTING IN AN ENERGY DISTRIBUTION COMPANY

(M. Sc. Thesis)

Erdem MUCUK

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

December 2024

ABSTRACT

Organisations need many materials and resources to carry out their activities. Material requirements planning is a phenomenon that determines when and in what quantities these materials should be available. The efficiency of the supply chain is directly proportional to the efficiency of production activities. Efficient inventory management helps to avoid unnecessary inventory costs, minimises supply-related production downtime and reduces costs for the entire company. The more accurate the forecasting is, the more efficient the material requirements planning and the subsequent efficient continuation of the chain are. Customer satisfaction is ensured and companies can even guarantee their sustainability by creating a competitive advantage. In this study, time series forecasting methods were used to determine which method gave accurate forecasts in previous years, to verify the methods and to make forecasts for the next year using these methods. Mean Absolute Error (MAE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE) and Mean Squared Error (MSE) were calculated using Minitab 22. The data pool of the last ten years was used and the Holt-Winters and ARIMA methods were found to be the most appropriate for forecasting demand. The forecast for the next year was made using these methods.

.

Science Code : 91428

Key Words : Demand forecasting, time series, material requirements planning, future forecasting, material demand forecasting

Page Number : 96

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Ömer ASAL

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım sürecince, çok değerli yardımları ve katkılarıyla, bilgi ve birikimlerini paylaşıp öneriler ile bana destek olan tez danışmanım Doç. Dr. Ömer ASAL ’a, Yüksek Lisans süresince yoğun iş temposunda desteklerini benden esirgemeyen değerli yöneticim ve çalışma arkadaşlarıma, Yüksek Lisans sürecinin bana kattığı değerli arkadaşlarım, Ali Çağrı BOSTANCI ve Neslihan AKDEMİR’e ve beni bu süreçte hep destekleyen aileme teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv

ABSTRACT v

TEŞEKKÜR vi

İÇİNDEKİLER vii

ÇİZELGELER xi

ŞEKİLLERİN LİSTESİ xiii

SİMGELER VE KISALTMALAR xiv

1. GİRİŞ 1

2. LİTERATÜR TARAMASI 3

3. MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI VE KAVRAMLAR 13

3.1. Malzeme İhtiyaç Planlaması ve Temel İşlevleri 13

3.2. Malzeme İhtiyaç Planlama'nın Tarihi ve Gelişimi 14

3.3. Malzeme İhtiyaç Planlamanın Günümüzdeki Yeri 14

3.4. Malzeme İhtiyaç Planlama Uygulama Alanları 15

3.5. Malzeme İhtiyaç Planlama Türleri 15

3.5.1. Kaba kapasite planlama (rough-cut capacity planning-RCCP) 16

3.5.2. Ana üretim planlama (master production scheduling-MPS) 16

3.5.3. Malzeme ihtiyaç planlama (material requirements planning-MRP) 16

3.5.4. Üretim kaynakları planlama (manufacturing resource planning) 16

3.5.5. Kapasite gereksinim planlama (capacity requirements planning) 17

3.5.6. Üretim kaynak planlaması (enterprise resource planning) 17

3.6. Malzeme İhtiyaç Planlamanın Önemi 17

3.7. Malzeme İhtiyaç Planlama Aşamaları 18

Sayfa

4. TALEP TAHMİN YÖNTEMİ VE KAVRAMLAR 21

4.1. Talep Tahmin Kavramı 21

4.2. Zaman Serileri Talep Tahmininde Malzeme İhtiyaç Planlamanın Önemi 21

4.2.1. Zaman serileri ile malzeme ihtiyaç planlama ilişkisi 21

4.2.2. Talep tahmin yöntemleri 23

4.2.3. Zaman serilerinin temel ilkeleri 24

4.2.4. Zaman serileri analiz yöntemleri 28

4.2.5. Taleplerin hata ölçütleri 34

4.2.6. MAD-MAPE-MSE hesaplamaları 34

5. ENERJİ FİRMASINDA UYGULAMA VE TAHMİNLEME 37

5.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı 37

5.2. Araştırmanın Yöntemi 37

5.3. Araştırmanın Bulgu ve Analiz 38

5.4. 2019-2023 Satış Verileri ile Doğru Tahmin Modelini Bulma 38

5.4.1. 3 Aylık ve 5 aylık hareketli ortalama 40

5.4.2. Tek üstel düzeltme grafiği ($\alpha = 0,2$, $\alpha = 0,5$, $\alpha = 0,7$) 43

5.4.3. Holt'un doğrusal yöntemi (çift üstel düzeltme yöntemi) 48

5.4.4. Çarpımsal holt-winters ve toplamsal holt-winters yöntemi 49

5.4.5. Arıma modeli 52

5.5. 2018-2022 Satış Verileri ile Doğru Tahmin Modelini Bulma 57

5.6. 2017-2021 Satış Verileri ile Doğru Tahmin Modelini Bulma 58

5.7. 2016-2020 Satış Verileri ile Doğru Tahmin Modelini Bulma 58

5.8. 2015-2019 Satış Verileri ile Doğru Tahmin Modelini Bulma 59

5.9. 2014-2018 Satış Verileri ile Doğru Tahmin Modelini Bulma 60

Sayfa

5.10.Yöntemin Doğrulanması 61

5.11. Yeni Sene İçin En Uygun Yöntem İle Talep Tahminlemesini Yapılması 61

5.12. Yeni Sene İçin Uygun Tahminleme Yöntemleri ile MİP yapılması 63

5. SONUÇ VE ÖNERİLER 65

KAYNAKLAR 69

EKLER 75

EK-1. Kablo için 2018-2022 yılları gerçekleşen talep miktarı. 76

EK-2. Kablo için 2018-2022 yılları zaman serisi grafiği 77

EK-3. Kablo 2018-2022 gerçekleşen talepler ve tahmin ile elde edilen değerler 78

EK-4. Kablo için 2017-2021 yılları gerçekleşen talep miktarı. 79

EK-5. Kablo için 2017-2021 yılları zaman serisi grafiği 80

EK-6. Kablo 2017-2021 gerçekleşen talepler ve tahmin ile elde edilen değerler. 81

EK-7. Kablo için 2016-2020 yılları gerçekleşen talep miktarı. 82

EK-8. Kablo için 2016-2020 yılları zaman serisi grafiği 83

EK-9. Kablo 2016-2020 gerçekleşen talepler ve tahmin ile elde edilen değerler 84

EK-10. Kablo için 2015-2019 yılları gerçekleşen talep miktarı. 85

EK-11. Kablo için 2015-2019 yılları zaman serisi grafiği 86

EK-12. Kablo 2015-2019 gerçekleşen talepler ve tahmin ile elde edilen değerler 87

EK-13. Kablo için 2014-2018 yılları gerçekleşen talep miktarı. 88

EK-14. Kablo için 2014-2018 yılları zaman serisi grafiği 89

EK-15. Kablo 2014-2018 gerçekleşen talepler ve tahmin ile elde edilen değerler 90

EK-16. 2014-2018 yılları ARIMA modeli için model seçim ve sonuç verileri 91

EK-17. 2015-2019 yılları ARIMA modeli için model seçim ve sonuç verileri 92

EK-18. 2016-2020 yılları ARIMA modeli için model seçim ve sonuç verileri 93

Sayfa

EK-19. 2017-2021 yılları ARIMA modeli için model seçim ve sonuç verileri..... 94

EK-20. 2018-2022 yılları ARIMA modeli için model seçim ve sonuç verileri..... 95

ÖZGEÇMİŞ 96

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 3.1. MRP aşamaları 19

Çizelge 3.2. Malzeme ihtiyaç planlama dönemi ve odakları 20

Çizelge 3.3. MRP avantaj ve zorlukları 20

Çizelge 5.1. Kablonun 2019-2023 yılları arasındaki talepleri (metre cinsinden) 39

Çizelge 5.2. 2019-2023 kablo için 3 aylık hareketli ortalama sonuçları 42

Çizelge 5.3. 2019-2023 kablo için 3 aylık hareketli ortalama hata ölçütleri 42

Çizelge 5.4. 2019-2023 kablo için 5 aylık hareketli ortalama sonuçları 43

Çizelge 5.5. 2019-2023 kablo için 5 aylık hareketli ortalama hata ölçütleri 43

Çizelge 5.6. 2019-2023 kablo için tek üstel düzeltme sonuçları (α = 0,2 için) 45

Çizelge.5.7. 2019-2023 kablo için tek üstel düzeltme hata ölçütleri (α = 0,2 için) 46

Çizelge 5.8. 2019-2023 kablo için tek üstel düzeltme sonuçları (α = 0,5 için) 46

Çizelge 5.9. 2019-2023 kablo için tek üstel düzeltme hata ölçütleri (α = 0,5 için) 47

Çizelge 5.10. 2019-2023 kablo için tek üstel düzeltme sonuçları (α = 0,8 için) 47

Çizelge 5.11. 2019-2023 kablo için tek üstel düzeltme hata ölçütleri (α = 0,8 için) 48

Çizelge 5.12. 2019-2023 kablo için holt'un doğrusal yöntemi sonuçları 49

Çizelge 5.13. 2019-2023 kablo için holt'un doğrusal yöntemi hata ölçütler 49

Çizelge 5.14. 2019-2023 kablo için çarpımsal holt-winters yöntemi sonuçları 51

Çizelge 5.15. 2019-2023 kablo için toplamsal holt-winters yöntemi sonuçları 52

Çizelge 5.16. 2019-2023 kablo için çarpımsal holt-winters yöntemi hata ölçütleri 52

Çizelge 5.17. 2019-2023 kablo için toplamsal holt-winters yöntemi hata ölçütleri 52

Çizelge 5.18. 2019-2023 kablo için arıma modeli sonuçları 54

Çizelge 5.19. 2019-2023 kablo için arıma modeli hata ölçütler 55

Çizelge 5.20. Gerçekleşen talep ile talep tahmin yöntemleri ile elde edilen değerler 56

Çizelge 5.21. 2019-2023 kablo için hata ölçütleri karşılaştırması 57

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.22. 2018-2022 kablo için hata ölçütleri karşılaştırması..... 57

Çizelge 5.23. 2017-2021 kablo için hata ölçütleri karşılaştırması..... 58

Çizelge 5.24. 2016-2020 kablo için hata ölçütleri karşılaştırması..... 59

Çizelge 5.25. 2015-2019 kablo için hata ölçütleri karşılaştırması..... 59

Çizelge 5.26. 2014-2018 kablo için hata ölçütleri karşılaştırması..... 60

Çizelge 5.27. Son 6 senenin en iyi tahmin yöntemleri 61

Çizelge 5.28. En iyi tahmin yöntemleri ile yeni sene için tahminlemesi..... 62

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 5.1. 2019-2023 kablo için zaman serisi grafiği..... 39

Şekil 5.2. 2019-2023 kablo için trend analizi grafiği..... 40

Şekil 5.3. 2019-2023 kablo için 3 aylık hareketli ortalama grafiği 41

Şekil 5.4. 2019-2023 kablo için 5 aylık hareketli ortalama grafiği 41

Şekil 5.5. 2019-2023 kablo için (α = 0,2) tek üstel düzeltme grafiği 44

Şekil 5.6. 2019-2023 kablo için (α = 0,5) tek üstel düzeltme grafiği 44

Şekil 5.7. 2019-2023 kablo için (α = 0,8) tek üstel düzeltme grafiği 45

Şekil 5.8. 2019-2023 kablo için holt doğrusal yöntemi grafiği 48

Şekil 5.9. 2019-2023 kablo için çarpımsal holt – winters yöntemi grafiği..... 50

Şekil 5.10. 2019-2023 kablo için toplamsal holt – winters yöntemi grafiği..... 50

Şekil 5.11. ARIMA model seçimi-1 53

Şekil 5.12. ARIMA model seçimi-2 53

Şekil 5.13. ARIMA model seçimi-3 54

Şekil 5.14. Tüm taleplerin ve tahminlerin grafiği..... 62

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	**Açıklamalar**
α	Düzleştirme katsayısı (0 ile 1 arasında bir değer alır)
β	Trend bileşeni için kullanılan düzeltme oranı (0 ile 1 arasında bir değer)

Kısaltmalar	**Açıklamalar**
MAE	Ortalama Mutlak Hata-HKO
MAPE	Ortalama Mutlak Yüzde Hata-OMH
MSE	Hata Kareleri Ortalaması-OMHY
MRP	Malzeme İhtiyaç Planlama (Material Requirements Planning)
MPS	Ana Üretim Planı (Master Production Schedule)
BOM	Parça Listesi (Bill of Materials)
RCCP	Kaba kapasite planlama (rough-cut capacity planning)
CRP	Kapasite gereksinim planlama (capacity requirements planning)
Ft+1	t+1 döneminde tahmin edilen değer.
T	Geçmiş dönemlerin sayısı
Yi	Geçmiş gözlem değerleri (t dönemindeki gerçek değerler)
1/t	Ortalama almak için kullanılan kat sayı
M At	t zaman dilimindeki hareketli ortalama
Dt	t zaman diliminde gözlemlenen veri
W M At	t zaman dilimindeki ağırlıklı hareketli ortalama
Dt−i	t−i dönemindeki gözlemlenen veri
wi	Verilere atanan ağırlık kat sayısı

Kısaltmalar	Açıklamalar
n	Ağırlıklı ortalama hesaplanan dönem sayısı
Yt	Mevcut dönem (t) gözlemlenen değer
Ft	Mevcut dönem (t) tahmin edilen değer
St	t dönemindeki düzey bileşeni
Yt	t dönemindeki gerçek değer
Tt	t dönemindeki trend bileşeni
F t+k	t + k dönemindeki tahmin”
k	Tahmin yapılacak dönem (bir sonraki dönem için k=1k = 1k=1)
It	Mevsimsellik bileşeni (belirli bir dönemin mevsimsel etkisi).
s	Mevsimsellik periyodu (yıllık mevsimsellik için s=12s = 12s=12 ay).
Y′	Bağımlı değişkenin tahmin edilen değeri.
a	Y eksenini kestiği nokta, yani kesişim noktası (sabit terim).
b	Eğim katsayısı
X	Bağımsız değişken.
Xi	i. gözlemdeki bağımsız değişken değeri.
Yi	i. gözlemdeki bağımlı değişken değeri.
X^-	Bağımsız değişkenin ortalama değeri.
Y^-	Bağımlı değişkenin ortalama değeri.
n	Veri sayısı
HW	Holt-Winter

1. GİRİŞ

Son zamanlarda çok hızla değişen ve globalleşen iş dünyasında, tedarik zincirlerinin verimli bir şekilde yönetilmesi, rekabet sağlamak için büyük hayati öneme sahiptir. Özellikle üretim ve tedarik zinciri süreçlerinde malzeme ihtiyaçlarının doğru bir şekilde planlanması, işletmelerin maliyetlerini düşürerek katma değersiz işleri azaltmak ve karlılıklarını artırmalarına olanak tanır. Bu bağlamda, malzeme ihtiyaç planlaması (Material Requirements Planning - MRP), firmaların stok yönetiminde çok kritik bir rol oynar. MRP, gerekli malzemelerin miktarını ve zamanlamasını ayarlayarak, üretim süreçlerinin aksamasını önlemeyi ve gereksiz stok maliyetlerini düşürmeyi hedeflemektedir (Yılmaz, 2019).

Malzeme ihtiyaç planlamasının başarılı olmasındaki en büyük olay, doğru talep tahmin yöntemlerinin kullanılmasıdır. Talep tahmini, gelecekteki ürün talebini öngörmek için kullanılan çeşitli matematiksel ve istatistiksel yöntemleri barındırır. Bu talep tahminleri, işletmelerin üretim planlarını ve stok yönetimi stratejilerini belirlemede yol gösterici olacaktır. Ancak, talep tahmininde kullanılacak yöntemin nasıl seçileceği, büyük ölçüde işletmenin faaliyet gösterdiği sektöre, ürünün yapısına ve verinin durumlarına bağlı olarak seçilecektir. Bu sebeple, her işletmenin kendi dinamiklerine en uygun talep tahmin yöntemini belirlemesi çok kritik rol oynayacaktır (Günay ve Kılıç, 2017).

Çalışmada, malzeme ihtiyaç planlamasında talep tahmini için çeşitli zaman serisi analiz yöntemleri kullanılmaktadır. İncelenen analiz yöntemleri arasında Basit Yaklaşım, Hareketli Ortalama Yöntemi (2 aylık ve 3 aylık hareketli ortalama), Ağırlıklı Ortalama Yöntemi, Basit Üstel Düzleştirme Yöntemi ve Winter Yöntemleri yer almaktadır. Bu yöntemlerin her biri, yıllara bölünerek, Minitab 22 ve Excel kullanılarak ayrı ayrı uygulanmış ve bu yöntemlerin performansları birbiriyle karşılaştırılmıştır. Performans karşılaştırmaları yapılırken, tahminlerin doğruluğunu ölçmek için çeşitli hata hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Ortalama Mutlak Hata (MAE), Ortalama Karesel Hata (MSE) ve Kök Ortalama Karesel Hata (RMSE) gibi metrikler kullanılarak her bir yöntemin doğruluğu ne kadar doğru olduğu değerlendirilmiştir. (Sarıyer, 2018). Seçilen yöntemin etkinliğini denemek amacıyla, gerçek bir veri seti kullanılarak uygulama gerçekleştirilecektir. Bu aşamada, seçilen yöntemin doğruluğu ve güvenilirliği, çeşitli performans ölçütleri

kullanılarak değerlendirilecektir. Elde edilen sonuçlar, yöntemin doğrulanması ve iyileştirilmesi sürecinde yol gösterici olması beklenmektedir (Şahin ve Kocadağ, 2020).

Elde edilen bulgular ışığında, malzeme ihtiyaç planlamasında kullanılan talep tahmin yöntemlerinin etkinliği ve bu yöntemlerin işletmelerin stok yönetimi üzerindeki etkileri tartışılacaktır. Ayrıca, gelecekteki araştırmalar için öneriler sunulacaktır. Bu çalışmanın, işletmelerin malzeme ihtiyaç planlamasında daha verimli ve etkili stratejiler geliştirmelerine katkı sağlaması hedeflenmektedir. Gelecek yıllardaki malzeme ihtiyaçlarını en iyi şekilde tahmin edebilmek için doğru talep tahmin yöntemlerinin seçilmesi ve uygulanması hedeflenmiştir. Bu bağlamda, kullanılan yöntemlerin her biri, işletmelerin stok yönetiminde karşılaştıkları zorlukları aşmalarına yardımcı olacak şekilde tasarlanmıştır. Amaç, işletmelerin gelecekteki malzeme ihtiyaçlarını doğru bir şekilde öngörerek, stok seviyelerini optimum düzeyde tutmalarını stok maliyetlerini düşürmelerini sağlayacaktır. Bu kapsamda, Hareketli Ortalama Yöntemi (2 aylık ve 3 aylık hareketli ortalama), Basit Üstel Düzleştirme Yöntemi (Exponential Smoothing Method) ve Winter Yöntemleri ve ARIMA Modeli ile detaylı bir şekilde incelenmiş ve uygulanmıştır.

Kullanılan yöntemlerin performansları, Microsoft Office programı olan Excel aracılığıyla ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelerde, tahminlerin doğruluğunu ölçmek amacıyla (MAE) Ortalama Mutlak Hata, (MSE) Ortalama Karesel Hata ve (RMSE) Kök Ortalama Karesel Hata gibi hata hesaplama metrikleri kullanılmıştır. Bu metrikler, her bir yöntemin doğruluğunu ve güvenilirliğini analiz etmeye yardımcı olmuştur.

Doğru yöntemin seçimi, işletmelerin malzeme ihtiyaçlarını doğru zamanda ve doğru miktarda karşılamalarına olanak tanıyacaktır, bu da üretim süreçlerinin kesintisiz devam etmesini sağlar. Böylece, stok fazlalığından kaynaklanan maliyetlerin minimize edilmesi ve üretim duraklamalarının önlenmesi, en aza indirilmesi amaçlanır. Sonuç olarak, işletmeler, daha esnek ve verimli bir tedarik zinciri yönetimi için gerekli bilgi alt yapısını güçlendirmiş olur ve böylelikle rekabet avantajlarını artırırlar. Bu çalışma, işletmelerin gelecekteki talep tahminlerinde daha isabetli sonuçlar elde etmelerine katkı sağlayarak, etkin bir stok yönetimi stratejisi geliştirmelerine, etkin bir tedarik zinciri ağı kurmaları ve stok yönetimlerini netleştirmelerine katkı sağlayacaktır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Malzeme İhtiyaç Planlaması, işletmelerin geçmişten beri sürekli önemi artarak ilerleyen ve son yıllarda artık olmaz ise olmazlar arasında yer alan çok önemli bir süreç haline gelmiştir. Bu zamana kadar doğru malzeme ihtiyaç planlama yapılması için çok sayıda araştırma yapılmış olup, ne kadar doğru tahminleme yapılır ise o kadar doğru planlama yapıldığı üzerine çalışmalar devam etmektedir.

Güler, Türk Hava Kuvvetleri'nde malzeme ihtiyaç planlamasının önemini, şuan hangi hesaplama sisteminin kullanıldığını ve verimliliğini, nasıl gerçekleştirildiğini, mevcut İhtiyaçlar ve Dağıtım Sisteminin (İDS) etkinliğini analiz etmeyi hedeflemiştir. Hava Kuvvetleri'nin operasyonel verimliliğini artırmak ve ihtiyaç hesaplamalarının doğruluğunu iyileştirmek için mevcut sistemin güncellenmesi gerektiğini önermiştir. Çalışmasında İhtiyaçlar ve dağıtım sisteminin eksik noktalarının olduğunu ve bu eksiklerin operasyonel durumları etkilediğini ortaya çıkartarak, İhtiyaçlar ve dağıtım sisteminin güncellenmesi gerektiğini, planlama yapılırken verimsizliğe yol açacağını ve daha esnek bir yapıya ulaşması gerektiğini önermiştir (Güler, 2012).

Topçu ve Kılıç, deri giyim sanayi işletmelerinde üretim planlamasının etkinliğini incelemek ve değerlendirmeler sonrasında malzeme ihtiyaç planlamasının bu süreçteki önemini vurgulamak için çalışmayı yapmışlardır. Bu sektörde malzeme ihtiyaç planının yetmemesi sebebi ile müşteri taleplerinin karşılanamaması, malzeme ihtiyaç planının etkin olarak yapılamaması, malzeme eksikliği kaynaklı üretimde yaşanan duraklamalar ve teslimat problemlerine dikkat çekmişlerdir. Malzeme ihtiyaç planının etkin olmaması, siparişlerin zamanında karşılanamaması ve müşterinin memnun edilemeyeceği gibi sorunların yarattığı tespit edilmiştir. Üretim planlamasının verimli bir şekilde yapılabilmesi için çok etkili bir malzeme ihtiyaç planlamasının yapılması gerektiği ve problemlerin önüne geçmek için bunun şart olduğunu önermişlerdir (Topcu ve Kılıç, 2021).

Torun ve Deste, tıpta kullanılan bazı malzemelerin, tahminlemesini sağlayarak, analiz ederek en uygun tahmin yöntemini bulmaya çalışmışlardır. En uygun yöntemi bularak her bir malzeme için öneride bulunmuşlar ve stok maliyetlerinin azaldığı israfın önlendiğini gözlemlemişleridir (Torun ve Deste, 2021).

Durmuş, bir sağlık kuruluşundaki ameliyat esnasında kullanılan malzemeler için, planlanmasında bir sistemin geliştirilmesi ve tüm malzeme ihtiyaç yönetiminin bu sistem üzerinden yapılması gerektiğini görmüştür. Ameliyat malzemelerinin planlamasında kullanılan sistemlerin stok maliyetlerini azaltmada etkili olduğu ve malzeme yönetiminde verimliliği artırdığı görülmüştür. Bir sistem önerisi yapmak ve bu önerilen sistemin verimliliğini değerlendirmek için çalışmayı yapmıştır. Malzeme ihtiyaç planlamasının operayonel adımlardaki önemini ölçmeyi hedeflemiştir. Sonuç olarak bir malzeme ihtiyaç planlama sistemi geliştirilmiş ve bu sistem stok maliyetlerini düşürerek ameliyat esnasında eksik malzeme olmamasını sağlamıştır. Malzeme ihtiyaç planının etkin yapılarak malzeme yönetiminin çok verimli olduğu gözlenmiştir (Durmuş, 2012).

Acar ve Yılmaz, matbaa işlemleri için geliştirilmiş bir malzeme ihtiyaç planlaması yazılımı yapmak, bu yazılımın etkinliğini ölçmek ve malzeme yönetimini yapmak için bu yazılımı daha etkin hale getirmeyi hedeflemişlerdir. Üretim aşamasında meydana gelen malzeme kaynaklı duruşların ve teslimat gecikmelerinin önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Malzeme ihtiyaç planlaması yazılımı geliştirilerek duruşların ve hataların sayısı azalmış ve planlama yönetimi çok daha verimli hale gelmesi sağlanmıştır. Bununla birlikte stok yönetimi çok daha iyi seviyelere gelerek maliyetlerin azaldığı gözlemlenmiştir (Acar ve Yılmaz, 2013).

Elmas, tekstil üretimi yapan bir firmada (kompozit tekstil) , malzeme ihtiyaç planlaması sistemi kurarak ve bunu uygulayarak, bunun işletmeler üzerindeki etkilerini inceleyecektir. Sistem kurulduktan sonra üretim süreçlerinde, maliyette ve verimlilikte ne gibi değişmeler olduğunu inceleyecektir. Sistem kurulmuş, malzeme ihtiyaç planlaması uygulanmış ve üretim süreçlerinde çok büyük verimlilikler sağlanmıştır. Stok yönetimi etkin bir hale getirilmiş ve malzeme israfları yok edilmiştir. Üretim planlama daha verimli ilerlemiş ve iş gücü etkin olarak kullanılmaya başlanması gözlemlenmiştir (Elmas, 2019).

Akboğa ve Baradan, inşaat sektöründe malzeme tedarik yönteminin süreç içerisindeki sonuçları incelemek, malzeme ihtiyaç planlamasının önemi değerlendirmek için çalışma yapmışlardır. Malzeme tedariğinin, projenin maliyetlerini, proje teslim zamanını büyük ölçüde arttırdığını belirterek malzeme planlamasının önemi üzerinde durmuşlardır. Optimize etmeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda malzeme planlamasının doğru tahminlenmesi ile projelerde maliyetlerin düştüğü, işlerin sürekliliğinin arttığı ve yaşanan gecikmelerin azaldığını ortaya koymuştur. Verimli bir malzeme planlaması ile maliyetler

azalmış, iş akışındaki duruşlar kesildiği gözlemlemişlerdir (Akboğa ve Baradan, 2012).

Moğol, otellerde temizlik süreçlerinde kullanılan temizlik malzemelerinin planlanması için bilgi sistem geliştirilmesi gerektiğini ve bu sistemin ne kadar verimlilikte etkili olduğunu incelemişler. Sonrasında geliştirilen bir bilgi sistem ile malzeme ihtiyaç planlaması çok daha verimli bir hale getirilmişi malzeme ihtiyaçları ve öngörüleri daha doğru zamanda ve adetlerde belirlenmiş, malzeme fazlalıkları ve eksiklikleri azaldığını görmüşlerdir. Otellerdeki temizlik süreçlerinin verimli olarak ilerlemesini tespit etmişlerdir. İsraf ve eksiklikler minimize edilmiştir (Moğol, 2015).

Özcan, malzeme ihtiyaç planlamasının küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde önemini ve lojistik yönetimine etkilerini analiz ederek, süreçlerin işletme performansına etkisini, maliyetlerin azalabileceğini ve müşterinin memnuniyetinin artacağını çalışmıştır. Verimli olarak yapılan malzeme ihtiyaç planlamasının, lojistik maliyetlerini düşürdüğü işletmelerin kaynaklarını daha verimli olarak kullandığını ortaya çıkarmışlardır ve müşterilerin memnuniyetinin arttığı, şirketlerin üretim planlama süreçlerinde iyileştirmeler sağlanmıştır(Özcan, 2008).

E.Türk, F.Kıanı, beyaz eşya üretiminde malzeme ihtiyaç planının verimli yapılabilmesi için talep tahminleme sürecinde yapay sinir ağları ile zaman serileri analiz yöntemini kullanarak plan yapılması gerektiğini çalışmışlar ve yapay sinir ağları ile zaman serileri yöntemleri kullanarak talep tahmini yapmışlar malzeme ihtiyaç planlarına entegre ederek çalışma tamamlanmış, tahminleme performansı, geleneksel yöntemlere göre daha verimli olduğu bulunmuş ve üretim süreçlerinde ve malzeme yönetiminde yüksek verimler elde edilmiştir (Türk ve Kıanı, 2019).

Ç. Karabıçak, ve arkadaşları, bir temizlik kağıdı üreten şirketinde, değişkenlik gösteren malzemeler için talep tahminin yapılması ve en verimli hangisinin olacağı üzerine çalışmışlardır. Stok kalemleri için en uygun olan talep tahminleme yöntemini bulmak ve sonrasında malzeme ihtiyaç planını yaparak yöntemi ve stokları en etkin şekilde yönetmeyi sağlamaktır. Zaman serileri analizinin doğruya en yakın sonuçları verdiği ve tahminleme ile malzeme ihtiyaç planının çok daha iyi yapıldığı gözlemlenmiş, stok maliyetlerinin azaldığı gösterilmiştir(Karabıçak ve Aladağ, 2018).

Yiğit, bir üniversite hastanesinde, bir sağlık malzemesinin ne kadar tüketileceği ile ilgili öngörü yapmak istemiştir. Çalışmasını talep tahminleme yöntemlerini kullanarak yapmıştır. Tahmin yöntemlerinin doğruluklarını ölçerek gelecek senenin tıbbi malzeme tüketimini bulmuş ve yöntemlerin verimliliği ile ilgili ve sürdürülebilirliği olduğu söylemiştir(Yiğit, 2016).

M.Can, işletmelerde talep tahminleme yöntemlerinden zaman serilerini kullanarak verimliliği arttırmaya çalışmıştır. Talep tahminleme yaparak çok verimli bir malzeme ihtiyaç planlaması ortaya çıkartmışlar ve bu sayede üretim ve stok yönetimi süreçlerinde iyileştirmeler yapılarak maliyetleri düşürmeyi başarmışlardır (Can, 2009).

M. Karaibrahim, yedek parça tedariklerinde kullanılacak malzeme ihtiyaç planlama sistemi olması gerektiğini ve talep tahminleme yöntemlerini inceleyerek verimli bir planlama sistemi kurulması gerektiğini incelemiştir. Zaman serileri analizinde mevsimsellik faktörleri de ele alındığı için bu yöntemi kullanarak stokları azaltmış, malzeme ihtiyaç planlama sistemi kurmuş ve tedarik zincirinde verimliliğin arttığını gözlemlemiştir (Karaibrahim, 2016).

T. Dedeoğlu, O. Çetin, sağlık sektöründe malzeme ihtiyaç planını yapmak için, hastaların talebini tahmin etmek amacı ile çalışmışlardır. Zaman serileri analizini ve regresyon modelini kullanarak gerekli tahminlemeleri doğru bir şekilde yapmayı başarmışlar ve malzeme ihtiyaç planlamasının doğruya yakınlı çok artmış, sağlıkta sunulan hizmetin kalitesinde artış olduğunu gözlemlemişlerdir (Dedeoglu ve Çetin, 2021).

G. Kaynak, kestirimci bakım planlaması için zaman serileri analizi ile arıza zamanlarının doğru olarak tahminleme yapılarak buna bağlı malzeme ihtiyaç planlarının yapılmasın hakkında çalışmışlardır. Arıza zamanlarını zaman serileri ile doğruya yakın tahminleyerek, malzeme ihtiyaç planlamasını buna göre sağlamışlardır ve bakım maliyetlerin düştüğünü gözlemlemişlerdir (Kaynak, 2022).

Sadat ve Alkan, malzeme ihtiyaç planlamasının, muhasebe alanlarında kaynakların nasıl yönetileceğinin işletme üzerinde nasıl bir etki yapacağını çalışmışlardır. Malzeme ihtiyaç planlamasının kötü olduğu ve yetersiz kalan işletmelerde, finansal durumlarının çok olumsuz etkilediğini ortaya koymuşlar ve firmanın maliyetlerinin çok arttığını

vurgulamışlardır. Malzeme ihtiyaç planlamanın şirketlerin devamlılığı için kritik bir role sahip olması gerektiğini bildirmişlerdir (Sadat ve Alkan, 2023).

Cappelli ve arkadaşları, talep tahminleme yapılırken, ne kadar doğru olduğunun malzeme ihtiyaç planlama ve iş gücü planlamadaki önemini ve etkilerini araştırmışlardır. Talep tahminlemedeki belirsiz durumların, firmaların stratejik kararlar verirken ne kadar etkilediği üzerine durulmuş. Talep tahminlemedeki doğrulukların, iş gücü planlama, üretim ve malzeme ihtiyaç planlamada, verimliliklerin arttığı izlenmiş ve bu süreçler üzerinde çok kritik etkilerini olduğunu savunmuşlardır (Cappelli, 2009) .

Souza ve arkadaşları, talep tahminlemenin ve buna bağlı malzeme ihtiyaç planlamanın, tedarik zinciri analitiği nasıl kullanılacağı üzerinde çalışmışlar. Tedarik zincirindeki verimliliğin nasıl arttırılacağını incelemişlerdir. Farklı birçok teknik ve zaman serileri analizleri modellemişler, tedarik zinciri süreçlerinde bu modelleri kullanarak sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Malzeme ihtiyaç planlamada, analitik tekniklerin gerçekten verimliliği arttırdığı ve stok yönetimi konularında maliyetleri azalttığını gözlemlemişlerdir (Souza, 2014).

Mirzapour Al-E-Hashem et al ve arkadaşları, belirsizliklerin olduğu tedarik zincirinde, çok sahalı, çok ürünlü toplu üretim planlaması için, çok amaçlı bir program modeli geliştirmeye çalışmışlardır. Talep tahminlerindeki belirsizlikler ve üretim maliyet gibi konulardaki belirsizlikler için tedarik zinciri planlaması için optimizasyon modeli kullanılmış ve analiz edilmiştir. Planlamada ki maliyetleri optimize ederek, stokların azalmasını ve verimliliği arttırmışlardır (Mirzapour Al-E-Hashem, 2011).

Deb et al ve arkadaşları, binalardaki enerji tüketimlerinin tahmin edilebilmesi için zaman serileri ile incelemek ve binaların değişen enerji taleplerini tahmin ederek önlem alınması amacına hizmet etmek için çalışmışlardır. Tüm zaman serileri modellerini, tüketimdeki yıl içerisindeki mevsimsel değişiklikleri ve trendleri modellemişlerdir. Sonuç olarak ise enerji tüketiminde mevsimselliğin önemi olduğu için bunu dikkate alan zaman serileri analizleri en doğru tahminlemeyi sağlamıştır. Zaman serilerini enerji yönetimi ve tahmine göre gerekli planlamaların yapılması için uygun olduğu önerilmiştir (Deb el al, 2017).

Wiedmann ve arkadaşları, Dünya üzerindeki 186 adet ülkenin küresel bazda malzeme

tüketimleri inceleyerek, malzeme ihtiyaçlarını hesaplamayı, zaman serileri analizi modellerini kullanarak, 186 ülkenin yılın hangi zamanlarında malzeme ihtiyaçları olduğu, nelere odaklandıkları incelenmiştir. Malzeme ayak izi tahminlemesi için çok fazla veri kümesi içeren, küresel bir veri tabanı kullanılmıştır. Bu çalışma ülkelerin malzeme ihtiyaçlarının üzerindeki birçok etkiyi ortaya çıkartmış ve malzemenin tüketiminde, o ülkenin ekonomik gelişmişlik seviyesine göre farklı ihtiyaçların olduğunu vurgulanmıştır (Wiedmann , 2015).

Bernal ve arkadaşları, asıl amaç malzeme ihtiyaç planlamasında talep dalgalanmaları ve dış faktörlerin etkilerini incelemek ve kesintili zaman serisi regresyonu ile devlet sağlığı müdahalelerinin etkilerini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Zaman serileri verileri analiz edilmiş ve Kesintili zaman serisi regresyonu, dış faktörlerin zaman serisi veri kümeleri üzerindeki etkisini incelemek için ve belirsiz ortamlardan planlama yapmak için faydalı olduğunu belirtmişlerdir (Bernal , 2017).

Ding ve arkadaşları, malzeme ihtiyaç planlaması için talep tahminlerinin etkin hale gelmesi için, zaman serilerinin sorgulama ve madencilik yöntemlerini incelemişlerdir, 38 değişik zaman serisi veri setleri üzerinde çalışmışlar ve yapılan değerlenmede farklı temsil ve uzaklık ölçümlerinin etkinlikleri incelenmiştir. Temsil yöntemlerinin bazıları, zaman serileri veri setlerinde tahmin doğruluğunu ciddi miktarda yükselttiğini bulmuşlardır. Malzeme ihtiyaç planlamasında çok verimli bir şekilde kullanılabileceğini söylemişlerdir (Ding, 2008).

Ljung ve arkadaşları, ileri seviyede modelleme tekniklerinden, zaman serilerine kadar geniş bir alanda kapsamlı çalışma sunarak, kontrol süreçlerinden nasıl kullanılması gerektiğini açıklamak için çalışmıştır. Stok yönetimi, stok kontrolü, talep tahminleri ve malzeme ihtiyaç planlaması için çok güzel bir örnektir. Stokastik modeller ve canlı kontrol tekniklerine kadar değişik konuları kapsayacaktır. Burada ortaya çıkan yöntemler, tahminlerin doğru olması malzeme ihtiyaç planlarının da doğru yapılması için çok büyük temel oluşturacaktır (Ljung , 2014).

Anderson ve arkadaşları, malzeme ihtiyaç planlaması ya da ekonomik tahminleme gibi uygulamalar yapılırken, zaman serileri veri setleri, istatistiksel analizi için lazım olacak teorik çerçeveyi bize sunar ve bunları ele almayı hedefler. Zaman serileri veri kümelerinin

analizi modellenmesi için gerekli teknikleri sunar. Zaman serileri veri kümlerini tanımlayarak, mevsimsel bileşenleri oluşturur, gelecekteki değerleri tahminler ve tahminlerin doğruluğunu değerlendirir. Zaman serilerindeki temel yöntemlerin, çok karışık verilerin modellenmesinde ve geleceği tahmin etmesinde ne kadar etkili olduğunu gösterecek ve zaman serilerindeki belirsiz durumlar ve mevsimsel dalgalanmaları modellemenin mümkün olacağını söyler. Sonuç olarak şu bulguları netleştirmişlerdir, verilerdeki dalgalanmalar ve değişmeler için zaman serileri analizleri kullanışlı ve malzeme ihtiyaç planlama gibi süreçlerde, doğruya çok yakın tahminleme hesaplayarak, stok yönetimi süreçlerini oluşturmaya yardımcı olarak stokları optimize edecektir (Anderson, 2011).

Stadtler ve arkadaşları, malzeme ihtiyaç planlamasında kullanılacak birçok araç ve yöntem vardır, tedarik zincirindeki verimliliği arttırmak için bu araçları incelemek gerekmektedir ve tedarik zinciri yönetimi süreci için gelişmiş planlama sistemleri hakkında çalışma yapmışlardır. Zaman serileri analizi ve geleceğin tahmin edilmesi için gerekli modeller, geleceğin nasıl doğru tahminlenmesi gerektiğini açıklamıştır. Stokların optimum düzeyde tutulması, tedarik zinciri süreçlerinin planlanmasına bağlıdır. Müşteri memnuniyeti güzel bir planlama sonucu gerçekleşir. Gelişmiş planlama sistemleri, işte tüm bu iyileştirmeleri gerçekleştirmek için gereklidir. Talep tahminlemenin doğruluğu özellikle artırılarak, gelişmiş planlama sürecine dahil edilmesi ile şirketteki maliyetlerin azaltılmasında destek olacaktır. Malzeme ihtiyaç planlaması zaman serileri ile entegre çalıştığında, stok yönetimi sağlanır, maliyetler düşer ve kaynaklar çok verimli kullanılacağı sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda talep tahminleri doğruluğu ne kadar artarsa tedarik zinciri süreçleri o kadar iyi olacaktır (Stadtler , 2008).

Akgül ve arkadaşları, ekonomik ve finansal veriler gibi örnekler üzerinden geleneksel zaman serileri analizi açıklamak ve uygulamalarını incelemek için bu çalışmayı yapmıştır. Trend, mevsimsellik ve rastgele bileşenlerin olduğu, düzeltme ve tahminleme analizleri gibi konuların ele alındığı bir çalışmadır. Geleneksel yöntemler geçmiş verilerden hareket ederek, geleceği tahmin eder ve zaman serileri doğruya yakın tahminleme yapmak için güzel bir modeldir ama doğru veri karar almada büyük önem taşıyacağını savunmuştur (Akgül, 2003).

Albayrak, demir yolu üzerinde yapılan yük taşımasının Türkiye'de zaman serileri analizi

ile gelecekteki ihtiyaçlarının analiz edilmesi için çalışma başlatılmıştır. Demir yolu yük taşıması için gelecekteki talepler tahmin edilmiştir. Zaman serileri analizleri taşımacılık için geleceği tahminleyerek ve doğru olarak tahmin ederek, kapasite yatırım gibi kararların verilmesinde rol oynadığını görmüşlerdir (Albayrak, 2021).

Ulucan ve Kızılırmak, geçmiş verilerden yararlanarak, Türkiye'ye gelmiş turist sayısından gelecek 2 sene için gelebilecek turist sayısını tahminlemek istemişler ve zaman serileri analizi ile yapay sinir ağlarını kullanmışlardır. Konaklama firmalarının geleceği tahmin etmeleri için yapılmıştır. Zaman serilerinde modellenmiş ve yapay sinir ağları da kullanılmıştır. Gelecek tahminleme sonuçlarında ortaya çıkan mad, mse, mape ler karşılaştırılmıştır. Yapay sinir ağlarının biraz daha iyi sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir. Turizm sektöründe gelecekteki konaklamaları tahminlemek için yapay sinir ağlarını kullanarak tamamlamışlardır (Ulucan ve Kızılırmak, 2018).

Yüksel ve arkadaşları, perakende yapılan satışların zaman serileri analizi ile geleceği tahminlemek ve bunun doğruluğunu arttırmak için çalışma yapmıştır. Zaman serilerinde tahminleme yapılmış ve perakende sektörü için etkili araçlar ortaya çıkartmışlardır. Mevsimsel değişmeler için ek düzenlemelerin olması gerektiğini vurgulanmıştır (Yüksel, 2023).

Gülmez, bir fabrikada zaman serilerini kullanarak talep tahminlemesi yapmayı amaçlamıştır. Mevsimsel bileşenler analizleri de kullanılarak geleceği tahminlemişler ve bu tahminlere göre üretim planlarını sağlamışlardır. Taleplerdeki dalgalanmaları zaman serileri analizi tespit ederek planların bu dalgalanmalara göre organize edilmesini sağlamıştır. Üretim planlama ve buna bağlıda malzeme ihtiyaç planlaması aslında daha verimli, doğru yapılmış ve maliyetler düşürülmüştür (Gülmez, 2022).

Sarıyer, hastanelerdeki acil servislerinde, gelen hasta sayılarının geleceğini tahmin ederek buna göre hizmet vs alımların yapılmasını incelemiştir. Geçmiş verilerden yararlanılmış ve gelecekteki hasta sayısı tahmin edilmiştir. Zaman serileri analizinde gelecek tahminlenmiş, hastanın yoğun olduğu zamanlar tespit edilmiş ve gerekli kararların alınması sağlanmıştır. Zaman serileri kaynak planlama, malzeme planlama, iş gücü planlama gibi süreçlerde doğru tahminleme yaparak bizlere kararlar almamıza destek olabileceği vurgulanmıştır (Sarıyer, 2018).

Özüdoğru ve Görener, tedarik planı yapmak için, sağlık alanında tahminlemenin verimlilik ile bağlantısını çalışmışlardır. Bir sağlık kurumunda talep tahminlemesi yaparak, malzeme planlama üzerindeki etkilerini ve verimliliğini tartışmışlardır. Tüm yöntemler ile tahminlemeler yapılmıştır. Yapılan tahminler sonrasında bu kuruluşta malzeme yönetimi, kaynak yönetimi daha verimli hale gelmiş ve yönetim verimliliği de artmıştır. Malzemede yaşanan israflar azalmış ve stoklar daha optimum hale gelmiştir. Sonuçta ise sağlık kuruluşlarında verimli bir malzeme planı için, iyi bir talep tahmini gerektiğini vurgulamışlardır. Bu verimlilik, memnuniyeti arttırırken, maliyetleri düşürmüş ve hizmetin kalitesini de arttırmıştır (Özüdoğru ve Görener, 2015).

Uzuntarla ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada malzeme ihtiyaç planlamanın, hastanelerde nasıl yapıldığı üzerinedir. Hastaneler malzeme taleplerini yıllık olarak bildirirler, bu yıllık faaliyet programında, taleplerin nasıl, ne kadar yönetildiği incelenerek, bu yönetimi optimize etmeye çalışmışlardır. Buna çalışırken çağdaş yöntemler sunmaya odaklanılmıştır. Malzeme ihtiyaçlarının doğru tahmini ve sonrasında stok yönetimi temel odak noktalarıdır. Sağlık kuruluşlarında malzemelerin yönetilmesi için detaylı bir çalışmadır (Uzuntarla , 2015).

3. MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI VE KAVRAMLAR

Malzeme İhtiyaç Planlama, üretim süreçlerinin etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesi için kritik bir plan ve kontrol aracıdır. Malzeme ihtiyaç planlaması, özellikle karmaşık üretim süreçlerinde malzeme, bileşen ve ürünlerin doğru miktarlarda ve doğru zamanlarda tedarik edilmesini sağlamaya yönelik bir sistemdir. Bu planlama yöntemi, stok maliyetlerini azaltmayı, üretim süreçlerini optimize etmeyi ve müşteri taleplerine çok daha hızlı ve istediği esneklikte cevap vermesini sağlar (Aydoğan ve Asal, 2009).

3.1. Malzeme İhtiyaç Planlaması ve Temel İşlevleri

Malzeme İhtiyaç Planlama (Material Requirements Planning - MRP), üretim ve stok yönetimini kolaylaştırmak için kullanılan bir bilgi sistemidir ve bilgisayar tabanlı olarak çalışmaktadır. Malzeme ihtiyacının planlamasının temel amacı, üretim programlarına ve müşteri siparişlerine dayalı olarak ihtiyaç duyulan malzemelerin zamanında ve yeterli miktarda temin edilebilmesi hedefini yerine getirmektir. Bu süreç, üretim süreçlerinin kesintisiz bir şekilde devam etmesi için gerekli olan ham maddelerin, bileşenlerin ve yarı mamullerin miktar, zaman gibi önemli kriterlerini belirlememizi sağlar (Lunn ve Neff, 1992). Malzeme ihtiyaç planlamanın temel işlevi, çok detaylı bir üretim plan oluşturmak ve malzeme ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla geçmiş yılların verilerini kullanmaktır. Temel işlevlerinden bazıları;

Üretim Planlama: Üretimin devamı ve sürekliliği için gerekli olan malzemelerin ne zaman ve ne miktarlarda gerekli olduğunu belirlememize olanak sağlar.
Stok Yönetimi: Gereksiz stok birikimini önler, stok seviyelerinin optimum seviyede tutar.
Tedarik Planlama: Gerekli malzemelerin tedarik sürecini optimize eder ve tedarikçilere bağlı olan süreçleri en aza indirir, tedarikçi bağlılığı azalır.
Malzeme ihtiyaç planlamanın çalışma prensibi, bir ürünün üretimi için gerekli olan tüm bileşenleri ve bu bileşenlerin tedarik zamanlamasını belirlemek aşağıdaki adımları izler. Bu adımları genel olarak incelersek aşağıdaki gibidir,
Talep Tahmini: Geçmişteki gerçekleşen verilere ve gelecekteki talep öngörülerine dayanarak, hangi ürünlerin ne zaman ve ne kadar üretilmesi gerektiğini belirler (Çakır ve Yıldız, 2015).

Ana Üretim Planı (Master Production Schedule - MPS) : Üretim hedefleri, müşteri siparişleri ve pazar talepleri dikkate alınarak, belirli bir zaman için aylık, 3 aylık, 6 aylık, senelik gibi plan yapılmasını sağlar. Parça Listesi (Bill of Materials - BOM): Üretilecek ürünlerin hangi malzemelerden ve parçalardan kaç adet, hangi özellikte vs. oluşacağını gösteren bir malzeme listesi belirlenir (Yüksel S. , 2019). Stok Kayıtları: Mevcut stok (anlık) seviyeleri ve tedarik süreçleri dikkate alınarak, hangi malzemelerin ne zaman, ne kadar sipariş edilmesi gerektiğini ne kadar satın alma talebi oluşturacağımız belirlenir. Malzeme İhtiyaç Listesi: Bütün veriler kullanılarak, üretim süreci için gerekli olan malzemelerin miktarları ve tedarik edilme zamanlarını belirlenir.

3.2. Malzeme İhtiyaç Planlama'nın Tarihi ve Gelişimi

MRP, 1960'lı yıllarda Amerikalı mühendis Joseph Orlicky tarafından geliştirilerek, üretim süreçlerinde malzeme gereksinimlerini belirlemek için bilgisayarları kullanmayı amaçlayan ve üretim planlamasında büyük rol oynamayı hedefleyen bir yenilik olarak kabul edilmiştir. İlk MRP sistemleri, büyük üretim şirketlerinin karmaşık üretim süreçlerini yönetmek ve stok maliyetlerini düşürmek için kullanılmıştır. Zaman ilerledikçe, bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, MRP sistemleri daha yaygın hale gelmiş ve küçük ve orta ölçekli işletmelerde de kullanılmaya teşvik edilmeye başlanmıştır (Orlicky, 1974).

1970'li yıllarda, MRP'nin kullanımı hızla yaygınlaşarak ve daha da geliştirilerek, birçok büyük üretim firması, MRP sistemlerini benimsemeye başladı. Bu dönemde, MRP'nin standartlaştırılması ve uygulama yöntemleri geliştirildi. (Manufacturing Resource Planning - MRP II) sistemleri ortaya çıkmıştır. MRP II, sadece malzeme ihtiyaçlarını değil, aynı zamanda üretim kapasitesi, iş gücü ve finansal kaynakları da planlamaya dahil eden daha detaylı ve kapsamlı bir sistem haline gelmiştir (Wight, 1984).

3.3. Malzeme İhtiyaç Planlamanın Günümüzdeki Yeri

Günümüzde MRP sistemleri, özellikle üretim ve tedarik zincirinin idaresinde önemli bir oyun oynamaktadır, dijital dönüşüm ve Endüstri 4.0 uygulamaları MRP sistemlerinin evrimini şekillendirmeye devam ediyor ve yeni teknolojiler, MRP sistemlerine entegre edilerek, üretim süreçlerinde daha fazla otomasyon, veri analitiği ve yapay zeka

uygulamalarını faydalı kılmaya çalışmaktadır (Kaya, 2021).

İşletmeler, MRP sistemleri sayesinde üretim süreçlerini daha verimli hale getirerek, müşteri taleplerine daha hızlı ve etkili bir şekilde yanıt verebilir hale gelmişlerdir. Ayrıca, MRP sistemleri, işletmelerin rekabet avantajı elde etmelerine ve maliyetlerini azaltmalarına çok büyük destekçi rolü oynamaktadır (Yıldırım, 2020). MRP'nin etkin bir şekilde uygulanması, işletmelerin stok seviyelerini optimize etmelerini, tedarik süreçlerini iyileştirmelerini ve üretim maliyetlerini düşürmelerini sağlıyor. Bu nedenle, MRP sistemleri, modern üretim yönetiminde vazgeçilmez bir sistem ve vazgeçilmez bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır.

3.4. Malzeme İhtiyaç Planlama Uygulama Alanları

MRP sistemleri, çeşitli sektörlerde geniş bir uygulama alanına sahip, üretim sektörü, otomotiv sektörü, elektronik ve teknoloji sektörü, perakende sektörü, gıda ve içecek sektörü, sağlık ve ilaç sektörü, hizmet sektörü alanlarında çok yaygın kullanılmaktadır. Özellikle otomotiv, elektronik, tekstil ve gıda gibi sektörlerde daha aktif kullanılmaktadır. Bu sektörlerde, karmaşık üretim süreçleri ve yüksek talep dalgalanmaları nedeniyle MRP sistemlerinin kullanımı, işletmelerin üretim süreçlerini daha etkin bir şekilde yönetmelerini sağlamaktadır. Malzeme ihtiyaç planlama, işletmelerin üretim süreçlerinde gerekli malzemeleri zamanında ve doğru miktarda temin etmelerini sağlayan kritik bir planlama anahtarıdır. MRP, işletmelerin üretim süreçlerini optimize ederek, maliyetlerini düşürmelerine ve rekabet avantajı elde etmelerine destek olur. Bu nedenle, MRP sistemlerinin etkin ve aktif bir şekilde uygulanması, işletmelerin sürdürülebilirliği açısından çok kritik görev üstlenmiştir (Korkmaz, 2018).

3.5. Malzeme İhtiyaç Planlama Türleri

Malzeme gereksinim planlaması, işletmeler için üretim malzemelerine ihtiyaç duyulan zamanda ve doğru miktarda sağlanması anlamına gelen geniş bir planlama sistemidir. MRP, şirketlerin üretim süreçlerini optimize etmelerine ve stok seviyelerini düşük tutmalarına yardımcı olur. Malzeme ihtiyaç planlamanın çeşitli türleri vardır ve bu, belirli işletme gereksinimlerine uyarlanabilir. İşte malzeme ihtiyacının ana türleri:

3.5.1. Kaba kapasite planlama (rough-cut capacity planning-RCCP)

Kaba kapasite planlaması, genel olarak üretim kapasitesinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi amacıyla kullanılan bir planlama şeklidir. RCCP, işletmelerin genel açıdan üretim kapasitelerini ve mevcut kaynaklarını değerlendirmelerine olanak tanır. İşte böyle bir planlama, gelecekteki üretim taleplerine göre işletmenin üretim kapasitesinin yeterli olup olmadığını kontrol eder. Bazı özellikleri, genel bir kapasite değerlendirmesi sağlar, üretim kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılmasını sağlar, uzun vadeli planlama için temel veriler sağlar.

3.5.2. Ana üretim planlama (master production scheduling-MPS)

Ana üretim planlaması, bir işletmenin belirli bir zaman dilimi içindeki amaçlanan üretim miktarını ve zamanlamasını düzenleyen bir planlama biçimidir. Müşteri taleplerinin zamanında karşılanmasına yardımcı olarak Ana Üretim Planlama etkin şekilde üretim süreçlerini düzenlemektedir ve Çok detaylı bir şekilde üretim planlama programı yaratır. Üretimin planlanarak tüm üretim süreçlerinin izlenebilir olmasını sağlar. Müşterinin istekleri üretimin durumunu belirleyen en büyük girdidir.

3.5.3. Malzeme ihtiyaç planlama (material requirements planning-MRP)

Malzeme gereksinim planlama olarak ta karşımıza çıkan bu süreç, işletmelerin üretim aşamalarında ihtiyaç duyulan malzemeleri belirleyen ve bu malzemelerin tedarik sürecini optimize eden bir planlama çeşididir. Malzeme İhtiyaç Planlama üretim planları ve malzeme talep tahminlerine dayanarak malzeme ihtiyaçlarını ortaya çıkarır. Bazı özellikleri; Stok miktarlarını en optimum da tutar, üretimin devam etmesi ve sürekliliği için ihtiyaç olan malzeme ihtiyaçlarını net olarak belirler. Tüm tedarik zincirini aslında analiz eder ve düzenleyerek temposunu belirler.

3.5.4. Üretim kaynakları planlama (manufacturing resource planning)

Malzeme İhtiyaç Planlaması, başlangıçta 2 ana madde olan hammaddelerin ve bileşenlerin hangi zaman ve ne miktarda tedarik edilmesi gerektiğini bize söylerken, Üretim Kaynakları Planlaması dediğimiz (MRP II) bu kavram, genişleterek iş gücü, üretim

kapasitesi ve finansal kaynaklar gibi tüm üretim için gerekli olan kaynaklarını içerisine alır, Üretim kaynakları planlama MRP II, MRP'nin biraz daha gelişmiş bir halidir diyebiliriz. İşte bu tanımlardan da anlaşılacağı üzere, işletmelerin üretim süreçlerini daha kapsamlı ve birlikte tek bir bütün halinde yönetmesini sağlar. Bazı özellikleri üretim için gerekli kaynakları planlar ve optimize eder, üretimin verimliliğini üst noktalara getirir, finansal değerler ve analizleri inceler.

3.5.5. Kapasite gereksinim planlama (capacity requirements planning)

Üretim süreçlerinde gerekli olan iş gücü, makine ve diğer kaynakların yönetilmesinin analizini ve planlamasını sağlayacaktır. Kapasite gereksiniminin planlanması aslında, üretim kapasitelerinin çıkartılması ve değerlendirilerek ölçülmesi için oluşturulur. Üretim kapasitelerini değerlendirerek kaynakları en iyi şekilde nasıl kullanacağımızı gösterip ve aynı zamanda dar boğazları da ortaya koyarak önleyen bir süreçtir.

3.5.6. Üretim kaynak planlaması (enterprise resource planning)

ERP, MRP ve MRP II sistemlerini daha da ileri taşıyan kapsamlı birer sistemlerdir. ERP, işletmenin finans, insan kaynakları, tedarik zinciri ve üretim gibi tüm temel kaynaklarını bütüncül olarak yönetir. ERP, çeşitli operasyonel süreçleri tek bir sistemde aynı noktada toplayarak, işletmelerin çok daha verimli ve çok daha koordineli bir şekilde çalışmalarına destek olur. Bu bütüncül bakış açısı, karar verme süreçlerini hızlandıracak ve tüm bölümler arası iyi bir iş birliği ve iletişim sağlayacaktır. En önemlisi ise, tüm işletme kaynaklarının birbiri ile entegre olmasını sağlayacak, anlık canlı olarak verileri izleme ve istediğinde raporlama özelliği sağlayacaktır. Bu şekilde de tüm işletmenin daha verimli ve etkin koordineli yönetilmesini sağlar.

3.6. Malzeme İhtiyaç Planlamanın Önemi

Malzeme İhtiyaç Planlamanın birçok faydası vardır, işletmelerin üretim süreçlerini optimize etmelerine, maliyetlerini düşürmelerine ve müşteri taleplerine hızlı ve etkin bir şekilde yanıt vermelerine yardımcı olan bir sistemdir (Burbidge, 1989). Faydalarından bazılarını şu şekildedir; Üretim Verimliliğini Artırma; Üretim süreçlerinde ihtiyaç duyulan malzemelerin doğru zamanda ve doğru miktarda temin edilmesine sebep olur. Üretim

süreçlerinin kesintisiz devam etmesine ve verimliliğin artmasına olanak tanır. Üretim planlarının verimli bir şekilde yapılması, işletmelerin üretim kapasitelerini maksimum, düzeyde ve verimli olarak doldurmalarını sağlar. Üretim sürecindeki duruşlar ve aksaklıklar en aza indirilerek çok hızlı ve devamlı üretimi sağlar. Stok Yönetimini İyileştirme; Malzeme İhtiyaç Planlama stok seviyelerini en aza indirilmesini sağlar.

3.7. Malzeme İhtiyaç Planlama Aşamaları

Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP), üretimdeki tüm süreçleri verimli yapmak için gerekli malzemelerin doğru zamanda ve doğru miktarda yerinde olmasını sağlar (Orlicky, 1974). MRP, bazı önemli adımlardan oluşur ve bunlardan önemli olanlar Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. MRP aşamaları

Malzeme İhtiyaç Planlama Aşamaları	Açıklama
1. Taleplerin tahmin edilmesi ve ihtiyaçların net olarak çıkartılması	Malzeme ihtiyaç planlaması yaparken ilk adım müşterinin taleplerini, geçmiş yılların tüketim verilerilerini ve pazarı doğru analiz etmektir. Geçmiş tüketimler, pazar trendleri ve müşteri siparişleri analiz edilerek, gelecek yıllar için talep tahminleri yapılacaktır. Talep tahmini ne kadar doğruya yakın olur ise hangi üründen ne zaman ne kadar üretileceği bilgisi de o kadar doğru olacaktır.
2.Geçmiş yılların satış verilerini ve müşteri siparişlerini analiz etme	Üretim Planlamanın en önemli adım diyebiliriz. İşletmeler geçmişe bakarak hangi üründen ne kadar satıldı, müşteriler en çok hangi ürünlerden istiyor gibi sorulara net cevap alabilirler. Bu adımı detaylı analiz etmek gerekmektedir, fazla stok tutmayı ve stokları minimize etmeyi sağlayacaktır. Sonuç olarak ise, analiz sayesinde işletmeler, müşteri isteklerini ve taleplerini daha iyi anlayarak ihtiyaçları net olarak çıkartabileceklerdir.
3.Pazar dalgalanmaları ve mevsimsel değişiklikleri analiz etme	Pazar modalarını anlamak değişen pazar çeşitlerine hızlı adaptasyon ve uyum sağlar. Örnek ile açıklayacak olursak, yaz aylarında düğün sezonu açıldığında beyaz eşyalara veya klimalara talep artar, kış gelmeden kışlık lastik ihtiyaçları artar. Mevsimsel değişikliklerin analiz edilmesi, işletmelerin bu tür dönemsel olabilecek dalgalanmaları öngörüp, önlem almalarını stok seviyelerini buna göre ayarlamalarını sağlar. Müşteri memnuniyeti artar, taleplerin karşılanması hızlı olur esneklik artar.
4.Talep tahmin modelleri ile gelecek yılların ihtiyaçlarını öngörme	Talep tahmininin birçok modeli vardır, çeşitli istatistiksel ve matematiksel teknikler kullanarak gelecek yıllar için tahminleme yapılabilir. Bu istatiksel modelleri geçmiş satış verileri ve pazarda şuan moda olan ürünleri baz alır. Buradan çıkacak sonuçlar kullanılarak ne zaman hangi üründen ne kadar üretmesi gerektiğini işletmeler öngörür ve üretim araçlarını verimli kullanabilir, maliyetleri düşürür ve diğer işletmelere göre tahminlemeyi ne kadar iyi yapar ise o kadar rekabet edebilirliği artar.

Çizelge 3.2'de Malzeme İhtiyaç Planlamanın türüne göre zaman dilimleri, odak noktaları özetlenmiştir. Çizelge 3.3'de ise MRP ile kısa ve uzun dönem ihtiyaç analizi yapılırken birtakım avantajlar ve dezavantajlar verilmiştir.

Çizelge 3.2. Malzeme ihtiyaç planlama dönemi ve odakları

Planlama Türü	Odak Noktası	Zaman Dilimi
Kısa dönemli malzeme ihtiyaç analizi	Ani değişimler, acil işler, beklenmedik kalite hataları, günlük değişimler	Haftalık, aylık 3 aylık,6 aylık
Uzun dönemli malzeme ihtiyaç analizi	Uzun planlar, stratejik hedefler, şirketin politikası	Bir senelik ya da daha uzun seneler

Çizelge 3.3. MRP avantaj ve zorlukları

Planlama Türü	Avantajlar	Zorluklar
Kısa dönemli malzeme ihtiyaç analizi	Değişime hızlı yanıt vermesi, esnekliğinin fazla olması, stok maliyeti olmaması, stoklarda az süreli yer kaplaması	Acil işlere odaklanarak uzun vadeli olayları kaçırma, stok bulamama
Uzun dönemli malzeme ihtiyaç analizi	Tedarikçiler ve firmanın yatırım planları, tesis kurulması stratejik hedefler	Bulanıklık ve tahmin edilememe riski, kaynakların gücü, firmanın stratejik hedeflerindeki değişimler, stok maliyeti

Kısa ve uzun dönemli yapılacak olan malzeme ihtiyaç analizleri, işletmelerin malzeme yönetim süreçlerini optimize etmek ve böylece operasyonel verimliliği artırmak amacıyla çok büyük bir anahtardır. Her iki dönem planlamada talep tahminine dayanır ve satış verilerine dayanır. Çok farklı zaman dilimlerine ve ihtiyaçlara yönelik özelleştirilmiş çözümler sunarak işletmelerin pazardaki değişimlerine hızlı, etkin ve verimli bir şekilde ayak uydurmasını sağlar. Firmalar her iki planlama durumlarını bir arada kullanılması, işletmelerin hem uzun vadede firmanın önünü görmesi, yatırımlar yapması ve stratejik hedefler doğrultusunda ilerlemesini sağlayacakken, müşterinin ani talepleri, ansızın gelişen değişimlere de cevap verecektir. Her ikisine firmaya entegre etmek hayati önem taşımaktadır. Talep tahminin iyi yapan, analizleri iyi olan, kısa ve uzun dönem malzeme ihtiyaç planlarını gerçeğe yakın çıkartan firmaların ömürlerinin uzun olması kaçınılmaz olacaktır.

4. TALEP TAHMİN YÖNTEMİ VE KAVRAMLAR

Talep tahmini, işletmelerin gelecekteki malzeme ihtiyaçlarını tahmin etmek için kullandıkları bir süreç gelmektedir. Aslında İstatistiksel talep tahmin model ve yöntemleri işletmelerin gelecekteki taleplerini için öngörü yapmaları, bu öngörüye göre üretimi stokları ve tüm tedarik zincirini planlamasını sağlayan sistemdir.

4.1. Talep Tahmini Kavramı

Çok farklı istatistiksel modeller ve yöntemler bulunmaktadır, hepsinin ayrı ayrı zayıf ve güçlü yanları olacaktır. Talep tahminleri, depo ve stok yönetiminden, üretim ve malzeme ihtiyaç planlamasına kadar birçok işin verimli ve senkronize bir şekilde işlemesini ve yürümesini sağlar (Kaya S. , 2019). Talep tahmin ve modelleri, geçmiş yıllardaki verileri alarak bunları analiz eder ve geçmiş bu veriler ile geleceği analiz etmeye çalışır. Tahmin modelleri ve yöntemleri, farklı yaklaşımlar ile geçmiş verilerdeki detayları ve nelere dikkat edildiğini işleyerek, sonuç olarak işletmelerin malzeme ihtiyaçlarını verimli ve gerçeğe yakın bir şekilde planlamasını ve organize etmesine destek olur. Talep tahmin yöntem ve modelleri, eski yıllardaki verilerin modalarını ve trend olan verileri inceleyerek, gelecekteki talepleri en iyiye yakın öngörmeye çalışır. En doğruya yakın tahminler, firmaların depo ve stok yönetimini, üretim ve malzeme ihtiyaç planlamasını ve tedarik zinciri yönetimini verimli şekilde organize etmelerini ve optimize etmelerini sağlar. En iyi tahmin ile her departmanda aslında optimumu yakalamaya çalışır (Makridakis ve Hyndman, 1998). En yaygın kullanılan bazı talep tahmin yöntemlerinden avantaj ve dezavantajları çalışmada verilecektir.

4.2. Zaman Serileri Talep Tahmininde Malzeme İhtiyaç Planlamanın Önemi

Zaman serileri analiz yöntemleri kullanılarak yapılacak olan tahminlemelerde, en temel önemli başlıkların detaylarına aşağıdaki gibidir.

4.2.1. Zaman serileri ile malzeme ihtiyaç planlama ilişkisi

İşletmelerin üretim süreçlerini ilerletmeleri için ihtiyaç duyulan her türlü malzemenin

doğru zamanda, tam miktarda firmada olmasını sağlayan çok stratejik bir planlama sürecidir. Üretimin ya da hizmetin durmadan devam edebilmesi müşterinin taleplerine istedikleri zamanda istedikleri miktarda cevap verilmesi ve üretimde esnekliğin sağlanması için kullanılmaktadır. Fazla malzemenin gelmesi ya da tam tersi eksik malzemenin gelmesi süreci aksatacaktır. Stoklama maliyetlerinin düşürülmesinden tüm kaynakların etkin bir biçimde kullanılmasına kadar planlama çok önemlidir. Zaman serileri ile malzeme ihtiyaç planlaması ise talep tahminlerine göre gelecekteki malzeme ihtiyaçlarını belirleme sürecidir diyebiliriz ve tedarik zinciri süreçlerini optimize etmeye çalışır. Zaman serileri ile yapılacak olan talep tahmini öncelikle geçmiş verilere ihtiyaç duyacaktır. Geçmiş verilerden geleceği öngörme olayıdır. Malzeme ihtiyaç planlamanın zaman serileri tahmin yöntemleri içerisindeki yerini ve bu yöntemlerin malzeme ihtiyaç planlaması özelinde çok etkilidir. Geçmiş verileri analiz ederek gelecekteki malzeme ihtiyaçlarını tahmin etmelerine yarayan ve bu analiz yöntemi ile rastgele dalgalanmaları, mevsimsel değişiklikleri belirleyen, net olarak ortaya koyduğu bu çıktılar ile firmaların daha doğruya yakın bir malzeme ihtiyaç planlaması yapmalarına olanak sağlayan bir olaydır. Yatırım analizleri, tedarikçi ilişkileri ve hatta tedarikçilerin yatırımları bile bu ön gör talep tahminlerine bağlı malzeme ihtiyaçlarından ortaya çıkacaktır. Enerjiden otomotive, savunma sanayiden sağlık sektörüne birçok alanda zaman seriler malzeme ihtiyaç planlaması ve talep tahminlemesini yapabilir, tedarik zincirindeki verimliliğe çok büyük katma değer sağlayacaktır. Zaman serileri analizi ile malzeme ihtiyaç planlamasının arasındaki ilişkiyi bu bölümde inceleyeceğiz. İlk olarak zaman serileri analizinin temel ilkeleri kısaca anlatılacak ve ardından bu analiz yöntemlerinin malzeme planlamasında nasıl kullanılabileceği ele alınacaktır. Özellikle, son on yılın gerçek geçmiş verilerini kullanarak bir enerji firmasındaki malzeme talep trendlerini ve mevsimsellik detaylı olarak incelenecektir. Geçmiş veriler ile zaman serileri analizi yöntemlerinin tahminlemesi ve gerçekleşen karşılatırılarak, en yakın gerçekleşeni hangi yöntemin tahminlediğini inceleyeceğiz ve bu yöntemlerin malzeme planlaması üzerindeki etkilerini bir örnek ile açıklayacağız. Bu çalışmada, zaman serileri analizinin pratikte nasıl kullanılabileceği ve işletmelerin gelecekteki malzeme ihtiyaçlarını daha doğru bir şekilde nasıl tahmin edebilecekleri konusunda somut bir örnek sunulacaktır.

4.2.2. Talep tahmin yöntemleri

Talep tahminleri 4 ana başlık altında incelenebilir, nedensel, niteliksel, simülasyon ve

zaman serisi yöntemleridir. Farklı durumlarda ve verilerin özeliklerine göre kullanılır (Hugos, 2024).

Niteliksel yöntemler (Kalitatif)

Kalitatif yöntemler eğer tam olarak ölçülemeyen veriler var ise, var olan verilerde eksiklikler var ise kullanılır. Beyin fırtınası, Pazar araştırması ve uzman görüşleri gibi tahminlemeler yapılır.

Uzman görüşleri (Delphi)

Birden fazla kişinin grup olarak fikir ortaklaşması yapmasını amaçlar. Gelecek ile ilgili belirsizlik var ise kullanılır ve kişiler gizli tutularak herkes aynı ağırlıkta olur. Anket tamamlandıktan sonra katılımcılara verilir ve bu fikirler birlik olana kadar yeni sorularla döngü devam eder.

Pazar araştırmaları

Pazardan direkt verilerin alındığı, doğrudan tüketicilerden elde edilen verilerle talep tahmini yapılır. Müşteri anketleri, odak grupları ve satış temsilcilerinin görüşleri gibi araçlar kullanılarak pazarın gelecekteki ihtiyaçları öngörülür (Çakır & Yıldız, 2015).

Nedensel yöntemler (Regresyon)

Fiyat, gelir gibi bağımsız değişkenler ile talep arasındaki ilişkiye bakar. Örneğin, kredilere olan talep kredi oranları ile çok etkileşimlidir. Gelecek dönemde yapılacak bir faiz indirimi, kredi tahminleri ile faiz oranları nedensel (regresyon) bir bağ kurularak elde edilecektir (Torun ve Deste, 2021).

Simülasyon yöntemleri

Çok karmaşık sayılabilecek sistemleri modeller ve talep tahminlerini gerçekleştirir. Her türlü senaryo düşünülür ve her bir farklı senaryo için tahminleme yapar. Monte Carlo

Simülasyonu: Belirsizlikler yüksektir ve çok fazla senaryoların olduğu durumlarda verimli kullanılır. Örneklem alarak talepteki değişimleri simülasyonunu sağlar.

Zaman serisi yöntemleri

Çok yaygın olarak kullanılan talep tahminidir. Geçmiş veri setlerinden geleceği tahminleme için kullanılır. Geçmişteki verilerin geleceği tahminlemek için iyi birer ışık olduğunu öngörür. En yaygın kullanılan talep tahminidir (Çakır & Yıldız, 2015).Hareketli ortalama, üstel düzeltme zaman serilerine dayanan tahminler için yazılım paketi tarafından kullanılır. Zaman serileri analizi, belirli seneler içerisindeki verilerin sıralı olarak analizini ve veriler arasındaki bağlantıyı analiz eder. Belirli bir bağlantı oluşturur ve gözlemleri arasında bir ilişki vardır. İşte bu veriler arasındaki bağlantılar zaman serilerinin temelini oluşturur. Bu analiz geçmiş dönemlerdeki ardışık verileri içerdiği için, yakın dönemlerdeki veri setleri ve analizler birbirine daha çok benzerlik gösterir. Yani zaman serileri analizinde, zamana bağlı gelen bir takım zorluklar ve bu oluşan zorlukları geçmek için kullanılan modelleri içerisine alan bir disiplindir. Geçmiş zaman dilimlerini ve ardışık verileri içerdiği için, zamansal bağımlılıkları dikkate alarak çok daha doğru analiz edebilir (Aksoy, 2008).
Kısaca, zaman serisi analizi, zamana bağlı veri analizinin getirdiği zorlukları ve bu zorlukları aşmak için kullanılan teknikleri kapsayan bir disiplindir. Bu tür veriler, zaman boyunca süregelen bir yapı sergilediği için, verinin zamansal bağımlılıkları dikkate alınarak daha doğru analiz yöntemleri geliştirilir (Shumway ve Stoffer, 2011).

4.2.3. Zaman serilerinin temel ilkeleri

Zaman serileri analizi ile geçmişte belirli zaman dilimlerinde kaydedilen veri noktalarını kullanarak, gelecekteki eğilimlerin ve taleplerin tahmin edilmesine yönelik bir süreçtir. Bu zaman serilerinde geçmiş verilerin analiz edilmesiyle gelecekteki taleplerin tahminlenmesi sağlanır. Çok önemli diyebileceğimiz temel yapı taşları vardır. Uzun vade de veri hareketlerine trend, düzenli olarak belirli zaman aralıklarında tekrarlanan değişiklikler mevsimsellik, Ekonomi gibi dalgalanmalar döngüsellik ve bazı verilerde tahmin bile edilemeyecek düzensiz iniş çıkışlar rastgele değişim olarak adlandırılabilir. Zaman serilerinin diğer tercih edilme sebepleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Kalıpların ve trend verilerin tespit edilmesi

Zaman serilerinde geçmiş verilerdeki uzun vadeli trendleri döngüsel kalıpları belirleyerek geleceğe yönelik tahminleme yapmak son derece önemlidir. Bu tahminlemelerin doğruluğu artırılarak işletmelerin malzeme ihtiyaç planlama yapmalarında daha doğru kararlar almasını sağlayacaktır. Kalıpların ve trendlerin belirlenmesi uzun dönemlerde stratejik planlamalarda çok kritik görev yapar, kısaca zaman serileri verilerdeki uzun vadeli trendleri ve kalıpları belirlemekte çok etkili bir yöntemdir. Bu yöntem ile zaman serisinde gözlemlenen eğilimler analiz edilerek, geçmişteki verilerden hareket ederek, gelecekteki talep trendlerini öngörmeye olanak tanır. Bir örnek verecek olursak, herhangi bir ürünün satış verilerini incelediğimizde yıllar içinde artış veya azalış trendleri net bir şekilde tespit edilebilir. Bu ise firmaların malzeme ihtiyaç planlarını çok daha net bir şekilde uzun vade stratejik planlamaları daha doğru bir şekilde uygulamalarını sağlar. Trendlerin ve kalıpların tespit edilmesi malzeme ihtiyaç planlarının yapılması, özellikle uzun vadeli yatırım kararları ve pazar stratejilerinin geliştirilmesi açısından çok kritiktir.

Döngüsel ve mevsimsel değişimlerin incelenmesi

Zaman serilerinin en güçlü yanlarından biri döngüsel ve mevsimsel değişimlerin belirlenmesidir, veriler belirli zamanlarda tekrarlayan mevsimsel değişmeleri ve daha uzun vade de döngüsellik durumlarını içerir. Perakende satışlar, tatil dönemlerinde çok fazla artış yaşarken, tarım malzemeleri mevsimsel olarak genelde değişiklik içerir. İşte zaman serileri analizleri bu döngüsel ve mevsimsel değişimleri ve etkilerini belirleyerek hangi malzemeden ne kadar, hangi zamanda gerek olacağını öngörmelerini ve malzeme ihtiyaç planlarının daha doğruya yakın yapılmasını sağlar. Tedarikçilerin süreçlerini, tedarik zinciri süreçlerini ve stok yönetimi konularını optimize ederek, gereksiz maliyetlerin azalmasını sağlar. Üretim planlamasında çok önemli rol oynar ve üretim süreçlerinin aksamadan devam etmesini sağlar.

Hareketli verilerin işlenmesi

Zaman serileri analizinde önemli özelliklerden biride durağan olmayan verileri işleyebilmesi ve durağan hale getirmesidir. Durağan olmayan veri, zaman içinde korelasyon, varyans ve ortalama gibi istatistiksel özelliklerin değişim gösterdiği veri

setleridir. İşte zaman serileri analizi bu değişkenliği durağan duruma getirerek daha güvenilir bir tahminleme yapmaktadır. Trend ve mevsimsellik içeren verilerde bu bilgi önem arz etmektedir.

Gelecek tahminlemelerde yüksek doğruluk

Zaman serileri analizi, kısa ve uzun vadeli tahminlerde doğruya yakın sonuç vermeyi sağlayan bir yöntemdir. Geçmiş verileri ve bu verilerdeki değişimleri detaylı olarak analiz ederek, işletmelerin anlık karar vermesine yatırım süreçlerinin düzenlenmesine ve uzun vade stratejik planlamaların kararları için temel öneme sahip ve gelecekteki dalgalanmaları öngörebilecek bir yöntemdir.

Gelişmiş tahminleme modellerini kullanarak çalışması

Zaman serileri, çok gelişmiş tahminleme modellerini kullanarak geleceği öngören bir özelliğe sahiptir. ARIMA, SARIMA ve Holt-Winters gibi modeller ile zaman serisindeki verilerin trend rastgele ve mevsimselliği dikkate alır. Bu modeller verilerin detaylı bir şekilde analiz edilmesine ve gelecekteki değerlerin daha doğru tahmin edilmesini sağlamaktadır. İşletmelerin stratejik planlamalarını daha güvenilir bir şekilde yapmalarına, malzeme ihtiyaç planlarını doğru şekilde yapmalarına ve gelecekteki taleplerini daha net bir şekilde tahminlemelerine olanak sağlar. Bu gelişmiş modeller, veri analizi süreçlerini optimize ederek işletmelere önemli bir rekabet avantajı sağlar ve doğruya yakın tahmin etme özelliğini arttırır.

Veri analizlerinin görselleştirilerek kolaylaştırılması

Zaman serileri analizi ile veri görselleştirme araçları rahatlıkla kullanılır, analizi kolaylaştıran grafikler, çizgiler, verilerin zaman içerisindeki değişimleri anlaşılır hale gelir ve verilerdeki trendler, mevsimsellikler görsel olarak sunulabilir.

Bunlar analizi ve karar verme sürecine katlı sağlar, hızlı etkin bir şekilde doğru stratejik planlamalar ve karar vermeler yapılabilir. Tüm bunlar ile maliyetler azalır ve sonuçta işletmeler zamandan ve kaynaktan da tasarruf sağlamış olur.

Zaman serileri analizi, verilerin görselleştirilmesi ve analiz edilmesini kolaylaştıran güçlü bir araçtır. Grafikler ve çizelgeler, verilerin zaman içindeki değişimlerini ve trendlerini görsel olarak sunarak, karmaşık verilerin daha anlaşılır hale gelmesini sağlar. Görselleştirme araçları, verilerdeki mevsimsel etkileri, trendleri ve döngüleri net bir şekilde göstermekte ve analiz sürecini desteklemektedir. Bu, karar vericilerin verileri daha hızlı ve etkin bir şekilde analiz etmelerine ve daha doğru stratejik kararlar almalarına yardımcı olur. Verilerin görselleştirilmesi, veri analizi süreçlerini kolaylaştırarak işletmelere zaman ve kaynak tasarrufu sağlar.

Gelecekteki tahminlemenin öngörülmesi

Zaman serileri analizi, gelecekteki tahminlemelerin ve olası değişikliklerin analizini yaparak firmaların karar vermelerini destekler. Gelecekteki taleplerin doğruya yakın tahmin edilmesi malzeme tedariki, stok yönetimi ve üretim süreçlerinin planlaması ve malzeme ihtiyaç planlaması için çok kritik öneme sahiptir. Zaman serileri analizi geçmiş verilere dayalı olarak gelecekteki eğilimleri belirleyerek firmaların beklenmedik değişikliklere karşı önlem almalarını sağlayacaktır. Bu özellik ise rekabet avantajı sağlamak için önemlidir. İşletmelerin stratejik planlama süreçlerini optimize eder ve pazardaki değişikliklere tepki süresini kısaltır. Firmaların geleceklerini bilmeleri ve tahmin etmeleri sürdürülebilirlik açısından çok önemlidir.

Gerçek verilerle uygulanması ve esnek olması

Zaman serileri, veri setlerinin büyüklüğü ve karışıklığı bakmadan çok geniş bir uygulama alanı sunar. Zaman serileri, çeşitli sektörlerde ve veri çeşitlerinde verimli bir şekilde kullanılabilir ve esneklik özelliği ile farklı veri türlerine ve analiz ihtiyaçlarına kolayca adapte olabilir. Gerçekte uygulanabilirliği, firmaların spesifik ihtiyaçlarına yönelik özelleştirilmiş çözümler sunarak, veri analizi süreçlerini çok daha etkim hale getirir. Bu yöntem, işletmelere veri tabanlı karar alma süreçlerinde önemli avantajlar ortaya çıkarır ve bu da işletmelerin operasyonel etkinliğini artırmada ve rekabetçi kalmalarında temel özelliklerden biridir. Geleceği tahmin ederek malzeme ihtiyaç planlama süreçlerimizi optimize etmemize yarar.

4.2.4. Zaman serileri analiz yöntemleri

Uygulamada da kullanılacak zaman serileri analiz başlıkları aşağıdaki gibidir. Uygulama esnasında kullanılacak tüm detaylı formüllerde aşağıdaki gibi verilmektedir. Bu başlık altındaki modeller geçmiş veri setlerini kullanır ve geleceği tahminler. Stok ve taleplerin tahminlemesi için çok sık kullanılır**.**

Basit ortalama yöntemi

Geçmiş verileri kullanır, basit aritmetik ortalaması ile geleceği tahminler. Tüm veri setleri aynı değere sahiptir. Kolay uygulanır, hızlı sonuç alınır güncelliği az olduğu için düşük doğrulukta çalışmaktadır (Demir K. , 2017)**.**

$$F_{t+1} = \frac{1}{t}\sum_{i=1}^{t} Y_i \tag{4.1}$$

Ft+1: t+1 döneminde tahmin edilen değer.
t: Geçmiş dönemlerin sayısı (bu örnekte t veri noktası dikkate alınmaktadır).
Yi: Geçmiş gözlem değerleri (t dönemindeki gerçek değerler).
1/t: Ortalama almak için kullanılan katsayı; tüm veri noktalarına eşit ağırlık verildiği varsayılmaktadır. Yukarıdaki bahsedilen formül, verilerin ortalaması ile t+1 yani gelecek dönem tahminlemesi için kullanılır (Bulut, 2006)**.**

Hareketli ortalama yöntemi

Hareketli ortalama ise belirli bir zaman dilimindeki verilerin ortalamasını alarak, veri setindeki rastgele dalgalanmaları veya anormalikleri yumuşatarak çalışır. İlgili zaman dilimi boyunca her yeni veri noktası eklendiğinde, eski veri çıkarılarak ve yeni veri dahil edilerek ortalama yeniden hesaplanır (Ulucan A. , 2008). Bir zaman serisi için t zaman dilimindeki basit hareketli ortalama (SMA) şu formülle hesaplanır: (Aksoy, 2008)

$$MA_t = \frac{1}{n}\sum_{i=0}^{n-1} D_{t-i} \tag{4.2}$$

M At: t zaman dilimindeki hareketli ortalama,

Dt: t zaman diliminde gözlemlenen veri,
n: Ortalama alınan dönem sayısı (zaman penceresi).
Hareketli ortalama belirli bir dönemin verilerini dikkate aldığı için, çok fazla veri noktası içermeyen veri setlerinde tercih edilir ve geçmiş verilerin en güncel kısmına odaklanarak kısa vadeli analizlerde avantaj sağlar (Yüksel S. , 2019).

Ağırlıklı hareketli ortalama yöntemi

Zaman serisi verilerini analiz ederken kullanılan bir tahmin yöntemidir. Bu yöntem, her veri noktasına farklı ağırlıklar vererek hesaplama yapar. Genellikle, daha yeni verilere daha yüksek ağırlık verilirken, daha eski verilere daha düşük ağırlıklar atanır. Böylece, son zamanlardaki veriler, gelecekteki tahminlerde daha fazla etkili olur. Bu, basit hareketli ortalama yönteminden farklıdır; basit hareketli ortalama her veri noktasına eşit ağırlık verir (Ulucan A. , 2008). Bu yöntem, özellikle mevsimsel değişimlerin yaşandığı veya talepte ani değişikliklerin görüldüğü zaman serilerinde yüksek doğrulukla tahmin yapılmasını sağlar (Aksoy, 2008). Ağırlıklandırma, WMA'da her veri noktasına belirlenen ağırlıklar atanır. Genellikle, son gözlemlere daha yüksek ağırlıklar verilir. Bu sayede, tahmin, son verilere daha duyarlı olur. Ağırlıkların Toplamı, ağırlıkların toplamı genellikle 1'e eşit olacak şekilde ayarlanır. Ağırlıklı hareketli ortalama, veri setindeki her veri noktasının ağırlık katsayısı ile çarpılması ve ardından bu çarpımların toplamının, ağırlıkların toplamına bölünmesiyle hesaplanır (Makridakis ve Hyndman, 1998) .

$$WMA_t = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} w_i D_{t-i}}{\sum_{i=0}^{n-1} w_i} \tag{4.3}$$

W M At : t zaman dilimindeki ağırlıklı hareketli ortalama,
Dt−i ; t−i dönemindeki gözlemlenen veri,
wi: Verilere atanan ağırlık katsayısı,
n: Ağırlıklı ortalama hesaplanan dönem sayısı.

Üstel düzeltme yöntemleri

Bu yöntem zaman serileri analizindeki veri setlerinde kısa vadeli planlar oluşturulması için kullanılan bir yöntemdir. Üstel düzeltme yöntemleri, geçmiş dönemlerdeki veri setlerinin

zaman içinde ağırlıklarını azaltarak gelecekteki tahminlemeleri oluşturur. Bu yöntemlerde, en güncel verilere daha fazla ağırlık verilirken, daha eski verilere daha az önem verilmektedir. Aslında bu sayede ise zaman içindeki değişimlere hızlıca uyum sağlanır ve tahminlerde esneklik oluşur. Yani eski veriler daha üssel olarak azalırken, güncel veriler daha ağırdır, kısa vadeli tahminlemeleri verimli yapar ve stok yönetimi için çok iyi bir yöntemdir. Hesaplama basit ve geleceği tahmin edecek bir modeldir.

Basit üstel düzeltme yöntemi

Basit Üstel yönteminde geçmişteki satış verilerinden üssel olarak düzleştirme yaparak gelecekteki satışları tahmin etmek için kullanılır. Bu yöntemin en önemli özelliği ise her yeni veri noktasının bir önceki veri noktasına göre aralığının artmasıdır, yani daha yüksek bir aralığa sahip olacaktır**.** Verilerin zaman içerisindeki değişimlerini bize gösterir, hesaplaması kolay ve kısa vadeli tahminler için kullanılabilir. Formül aşağıdaki gibidir. Alfa ne kadar gözlemlenen değere ağırlık vereceğini belirler.

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1-\alpha)F_t \tag{4.4}$$

Ft+1: Gelecek dönem (t+1) için tahmin edilen değer,
α: Düzleştirme katsayısı (0 ile 1 arasında bir değer alır),
Yt : Mevcut dönem (t) gözlemlenen değer
Ft: Mevcut dönem (t) tahmin edilen değer

Holt'un doğrusal yöntemi

Üstel düzeltme yöntemlerinden trend olan durumlarda daha çok tahminleme yapmak için kullanılır. 1957 senesinde Holt tarafından çok daha iyi tahminler, doğru sonuçlar yapmak için, zaman serilerinde trend etkisi olan zamanlarda kullanılmak için geliştirilmiştir. Düzey ve trend özelliklerinde çalışır ve geleceği tahminlemeye çalışır (Aksoy, 2008).

$$S_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \tag{4.5}$$

St: t dönemindeki düzey bileşeni.
Yt: t dönemindeki gerçek değer.

α : Düzey bileşeni için kullanılan düzeltme oranı (0 ile 1 arasında bir değer).

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad (4.6)$$

$$F_{t+k} = S_t + k \cdot T_t \quad (4.7)$$

Tt : t dönemindeki trend bileşeni.
β\beta: Trend bileşeni için kullanılan düzeltme oranı (0 ile 1 arasında bir değer).
Ft+k: t+k dönemindeki tahmin.
k: Tahmin yapılacak dönem sayısı (örneğin, bir sonraki dönem için k=1k = 1k=1).

Holt-Winters yöntemi

Zaman serileri analiz yöntemlerinden biri olan Holt-winters, hem trend hem de mevsimsellik içeren veri setleri için kullanılan ve bunları da dahil ederek geleceği tahminleyen bir yöntemdir. Charles Holt ve Peter Winters birlikte geliştirmiş ve üç temel bileşen üzerine kurgulamışlardır. Level, trend ve mevsimsellik olarak. Yüksek doğrulukta tahminleme bekliyorsak alfa, beta ve gamayı iyi birer düzeltme ile seçmemiz gerekmektedir. Periyodik olarak tekrarlayan mevsimselliğin olduğu veri setlerinde kullanılır (Holt, 2004). Holt-Winters yöntemi, iki ana çeşide ayrılır: Çarpımsal Model ve Toplamsal Model.

Holt-Winters çarpımsal model (multiplicative)

Çarpımsal Holt-Winters, mevsimsellik bileşeni ve düzey bileşeni çarpımsal olarak ilişkilendirilir. Yani mevsimsel bileşen, zaman serisinin düzeyine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu model, mevsimsellik deseninin veri düzeyine bağlı olarak değiştiği (örneğin, satışların hem arttığı hem de artış miktarının büyüdüğü) durumlarda kullanılır. (Bulut, 2006)

$$S_t = \alpha \frac{Y_t}{I_{t-s}} + (1-\alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (4.8)$$

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad (4.9)$$

St: Düzey bileşeni (serinin genel seviyesi).

Tt: Trend bileşeni (serinin artış veya azalış oranı).

$$F_{t+k} = (S_t + k \cdot T_t) \cdot I_{t+k-s} \quad (4.10)$$

$$I_t = \gamma \frac{Y_t}{S_t} + (1-\gamma) I_{t-s} \quad (4.11)$$

It: Mevsimsellik bileşeni (belirli bir dönemin mevsimsel etkisi).
Yt: Gerçek gözlemler.
s: Mevsimsellik periyodu (örneğin, yıllık mevsimsellik için s=12s = 12s=12 ay).
α\alpha, β\beta, γ\gamma: Üstel düzeltme katsayıları.

Holt-Winters toplamsal (Additive) modeli

Toplamsal Holt-winters, mevsimsellik bileşeni ve düzey bileşeni toplamsal olarak ilişkilendirilir. Mevsimsellik düzeyi, veri düzeyine bağlı olarak değişmez; yani, mevsimsel dalgalanmalar her dönemde sabit büyüklükte devam eder. Bu model, mevsimsellik etkisinin veri seviyesinden bağımsız olduğu durumlarda kullanılır.

$$S_t = \alpha(Y_t - I_{t-s}) + (1-\alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (4.12)$$

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1-\beta) T_{t-1} \quad (4.13)$$

$$I_t = \gamma(Y_t - S_t) + (1-\gamma) I_{t-s} \quad (4.14)$$

$$F_{t+k} = S_t + k \cdot T_t + I_{t+k-s} \quad (4.15)$$

St: Düzey bileşeni (serinin genel seviyesi).
Tt: Trend bileşeni (serinin artış veya azalış oranı).
It: Mevsimsellik bileşeni (belirli bir dönemin mevsimsel etkisi).
Yt: Gerçek gözlemler.
s: Mevsimsellik periyodu (örneğin, yıllık mevsimsellik için s=12s = 12s=12 ay)
(Çakır & Yıldız, 2015).

Trend analizi yöntemleri

Trend analizinde geçmiş taleplerdeki verilerin, gelecek yıllarda da benzer eğimler ile devam edeceği varsayımı ile analizlerini gerçekleştirir ve gözlemlediği verilere doğrusal ve eğrisel bir model uydurarak, geçmiş dönem verileri ile geleceği tahmin etmeye çalışır.Bu tür tahminler, özellikle geçmiş verilerdeki metodik değişimlerin sürdürülebilir olduğu durumlarda sağlıklı sonuçlar verebilir. Örneğin, geçmiş yıllarda sürekli bir artış trendi gösteren bir ürünün gelecekte de benzer bir artış trendi göstereceği varsayımı altında talep tahminleri yapılabilir. Belirli dönemde yükseliş ve azalış yaşanan veriler olmaktadır ve bu eğilim trend olarak söylenir. Trend sistematiktir. Trendlerin belirlenebilir olması çok değerlidir, çünkü firmalar bu noktalara ağırlık verir ve trendlerin olduğu yerler için stratejik yatırım vs. gibi kararlar alırlar. Planlamalarını bu trend noktalarını gösteren değişimler ile yaparlar (Aksoy, 2008). Geçmiş verilerden, diğer zaman serileri yöntemleri gibi geleceği tahminlemek için kullanılan ve geçmişte olan analizlerin gelecekte de benzer olarak ilerlemesi varsayımı ile çalışır. Başarılı sonuçlar vermesi geçmiş durumların analizi ile ortaya çıkabilir (Bulut, 2006).

ARIMA Modelli

ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average), zaman serisi analizi ve tahmininde yaygın olarak kullanılan istatistiksel bir modeldir. Gelecekteki verilerin geçmiş verilerden tahmin edilmesi gerektiği durumlarda verimli sonuçlar sağlamaktadır. ARIMA modeli, zaman serisinin yapısına bağlı olarak üç temel bileşenden oluşur.

AutoRegressive (AR): Zaman serisinin kendi gecikmiş değerleri ile olan ilişkisini temsil eder. P parametresi, kaç gecikmeli gözlemin modele dahil edileceğini belirler.

Integrated (I): Zaman serisinin durağan hale getirilmesi için yapılan fark alma işlemini ifade eder. D parametresi, serinin kaç kez fark alınacağını gösterir.

Moving Average (MA): Tahmin hatalarının gecikmeleri ile olan ilişkisini ifade eder.Q parametresi, kaç hata gecikmesinin modele dahil edileceğini belirtir. Geçmiş veriler, durağan olup olmadığı yönünden test edilir,durağan olmayan veri fark alma yöntemi ile durağan hale getirilir. 3 ana parametre p,q,d ile tanımlarnır ve bu parametreler genellikle Autocorrelation Function (ACF) ve Partial Autocorrelation Function (PACF) grafikleriyle seçilir. Belirlenen parametrelerle ARIMA modeli kurulup, zaman serisi verisine uygulanır.

Son olarak, tahmin performansı, genellikle hata ölçütleri (örneğin, RMSE, MAPE) kullanılarak değerlendirilir.

4.2.5. Taleplerin hata ölçütleri

Literatürde yapılan tahmin hatalarını yüzde ölçmede yaygın olarak kullanılan daha çok kabul gören MAPE istatistiğidir. (Karahan, 2015).MAPE değerleri % 10'un altında ise tahmin modellerini "yüksek doğruluk", % 10-20 arasında ise "doğru" % 20-50 arasında "kabul edilebilir" ve %50'nin üzerinde ise "yanlış veya hatalı" olarak sınıflandırılmaktadır (Wıtt ve Wıtt, 2000).

4.2.6. MAD-MAPE-MSE hesaplamaları

MAD - Ortalama Mutlak Sapma (Mean Absolute Deviation) : Ortalama mutlak sapma yani kısaca MAD dediğimiz değer, tahmin edilen değer ile gerçek değer arasındaki mutlak farkların ortalamasını alarak tahminin ne kadar doğru olduğunu analiz eder ve tahmin doğruluğunu ölçer (Özcan Y. , 2009). Kısaca MAD, hataların ortalama büyüklüğünü gösterir ve tahminlerin ortalama olarak ne kadar sapma gösterdiğini bizlere anlatır. Küçük bir MAD değeri, tahminlerin gerçekleşen değerlere daha yakın olduğunu gösterir (Aksoy, 2008).

Gerçek: Gözlemlenen değer

Tahmin: Tahmin edilen değer

n: Veri sayısı

$$MAD = \frac{\sum |\text{Gerçek} - \text{Tahmin}|}{n} \tag{4.16}$$

MAPE - Ortalama Yüzde Hata (Mean Absolute Percentage Error) : Tahmin edilen veri setlerinin ortalama olarak yüzdelik hata miktarını gösteren bir olgudur. Ortalama Yüzde Hata tahminlerin hatalarının ortalamasını verir ama bunu yüzdelik olarak sağlar. Farklı veri setleri için kullanılabilir. Bu değerin düşük olması iyidir, yani tahminlenen değerin, gerçekleşen sonuca yakınlaştığını gösterir (Aksoy, 2008).

Gerçek: Gözlemlenen değer

Tahmin: Tahmin edilen değer

n: Veri sayısı

$$MAPE = \frac{\sum |\text{Gerçek} - \text{Tahmin}|}{\sum \text{Gerçek}} \tag{4.17}$$

MSE - Ortalama Kare Hata, Ortalama Hata Kareleri (Mean Squared Error) : Bu hata ölçütünde tahmin ile gerçek değer arasındaki farkların kareleri alınır ve bunların ortalaması sonucu verir. Ortalama Kare Hata, çok büyük hataların karesini aldığı için, hataları fazlası ile vurgular. MSE değeri artan durumlarda hatalar çok demektir. Tahminlemenin iyi olduğunu ise düşük gelecek olan Ortalama Hata Karesinden anlaşılır (Aksoy, 2008).

Gerçek: Gözlemlenen değer, Tahmin: Tahmin edilen değer, n: Veri sayısı

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}(\text{Gerçek}_t - \text{Tahmin}_t)^2 \tag{4.18}$$

5. ENERJİ FİRMASINDA UYGULAMA VE TAHMİNLEME

5.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Bu bölümde yapılacak çalışmanın amacı, bir enerji sektöründe çok sık kullanılan bir kablo tipi için gelecek 12 aylık dönemin talep tahmininin belirlenmesi. Zaman serileri tahmin yöntemlerinden en uygun olanını belirlemek ve en uygun olanını belirlerken ise geçmiş on yıl boyunca tüketim verileri ile son 5 senenin en iyi tahmin veren yöntemi doğrulamaktır. Hangi zaman serisi analizi gerçeğe yakın tahminleme yaptığını doğrulayarak başlanacaktır. Sonrasında ise malzeme ihtiyaç planlarına girdi sağlanacaktır. Çalışmanın kapsamında, çok büyük bir veri seti kullanılmış ve bu sektörde kullanılan bir kablo tipi için çalışma yapılmıştır. 10 yıllık gerçekleşen gerçek tüketimler kullanılmıştır. Tüketim esnasında en çok dar boğaz yaşanan kablo seçilmiş olup, daha güzel bir tahminleme ile sonrasında yapılacak malzeme ihtiyaç planı ile bu dar boğazın önüne geçmeyi hedeflemiştir.

Veri seti 2014 Ocak ayı ile 2024 Ocak ayı dönemlerini kapsayan bir elektrik malzemesini kapsamaktadır. Çalışma tahmin amacı, zaman dilimi, veri setlerinin oluşturulması, değerlendirilmesi, sapmanın az olduğu yöntemin belirlenerek tahminlemenin yapılması ve karşılaştırılması ile devam edecektir. Öncelikle Minitab Statistical Softtware 22 yazılım programı kullanılmış ve teyit amaçlı Microsoft Excel'de kullanılarak yapılmıştır. Tahminleme sonucu ve gerçekleşen karşılaştırılması yapılırken, ortalama mutlak hata (Mean Absolute Deviation-MAD) ve ortalama mutlak hata yüzdesi (Mean Absolute Percent ErorMAPE) kullanılmış yapılan çalışmanın güvenilirliğini yükseltmek ve hangisinin daha az hata yaptığını bulmaktır (Bergs ve Verelst, 2014).

5.2. Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışmanın yapılması için enerji sektöründeki bir firmada ihtiyaç olacak bir çeşit kablonun gelecek yıl tahminlemesi için 10 senelik gerçek veri havuzu kullanılmıştır. Bu veriler kullanılan ERP programından faydalanarak sağlanmıştır. İlk olarak on senelik, her senenin 12 aylık tüketim verileri tespit edilmiştir. Çalışmada, 10 sene boyunca ve gelecek yıllarda da her ay düzenli tüketimleri olan düzenli aralıklı zaman serisi olarak tasarlanmıştır, Kesikli dikkate alınmamıştır ve seçilen malzemenin düzenli her ay

tüketimleri mevcuttur. Özellikle ARIMA modeli eksik veri kabul etmez. Minitab Statistical Software 22 yazılım paket programı ve Microsoft Excel yardımıyla, 3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi, 5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi, Tek Üstel Düzeltme Yöntemi (0,2-0,5-0,8), Holt'un Doğrusal Yöntemi, Çarpımsal Holt-Winters Yöntemi, Toplamsal Holt-Winters Yöntemi, ARIMA modeli talep tahminleme yöntemleri ayrı ayrı uygulanacaktır.

2014-2018, 2015-2019, 2016-2020, 2017-2021, 2018-2022 ve 2019-2023 yılları için 60 aylık veri setleri halinde, her birine bu talep tahmin yöntemleri ayrı ayrı uygulanmıştır. Analiz edilen değerler grafik, çizelge ve şekiller ile görselleştirilmiştir.

Ortalama Mutlak Hata (OMH), Ortalama Mutlak Yüzde Hata (OMHY) ve Hata Kareleri Ortalaması (HKO) çizelgeleri ile hata ölçütleri karşılaştırılarak, her dönemin en iyi talep tahmin yöntemi doğrulanmıştır. En iyi tahmin yöntemi tespit edilerek gelecek yılın talep tahminlemesi bu yöntemler ile yapılarak, sonrasında malzeme ihtiyaç planı için bu veriler kullanılır hale getirilmiştir.

5.3. Araştırma Bulguları ve Analiz

Bu bölümde çalışmada kullanılan malzemenin yıllar boyunca tahminleme yöntemlerinin analizlerini içermektedir. Veri setlerimiz 5 er yıllık (60 aylık) periyodlar şeklinde incelenmiştir, her periyod geçtiğimiz 5 senelik veri setini içermekte ve doğruya en yakın sonucu hangi yöntemin verdiğinin incelenmesini içerecektir. İlk veri seti için detaylı analizlerin tamamı verilecek, diğerleri için sadece özetleri verilerek veriler EKLER kısmına eklenecektir.

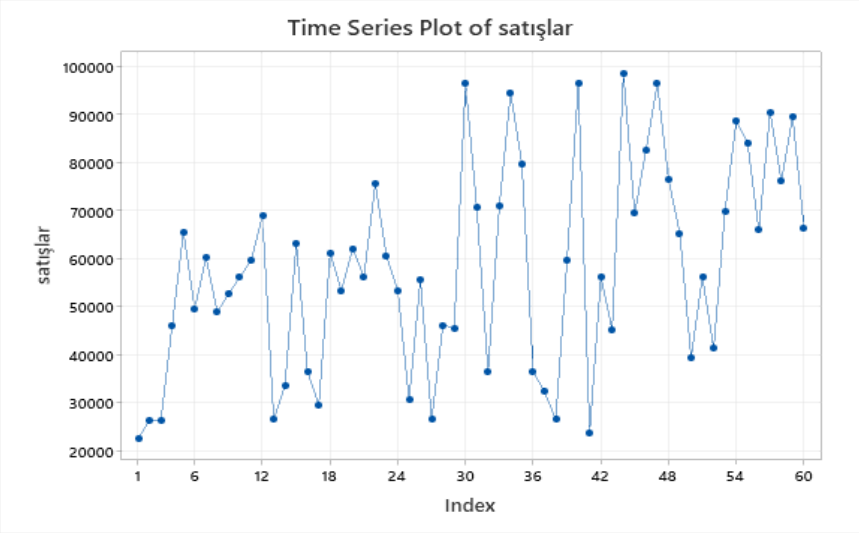
5.4. 2019-2023 Satış Verileri ile Doğru Tahmin Modelini Bulma

Seçilen kablo tipi için, 2019-2023 yıllarına ait olan kablo tüketimleri Çizelge 5.1'de gösterilmektedir. Her yıl için talepler ocak ayından aralık ayına doğruda genelde artarak ilerlemiştir. Bu artışlar ise yılsonuna doğru biriken işler ve yıl bitmeden tamamlanması gereken işlerin artmasıdır. Aslında ilk veri setimizde trend mevsimsellik fazlasıyla içermektedir.

Çizelge 5.1. Kablonun 2019-2023 yılları arasındaki talepleri (metre cinsinden)

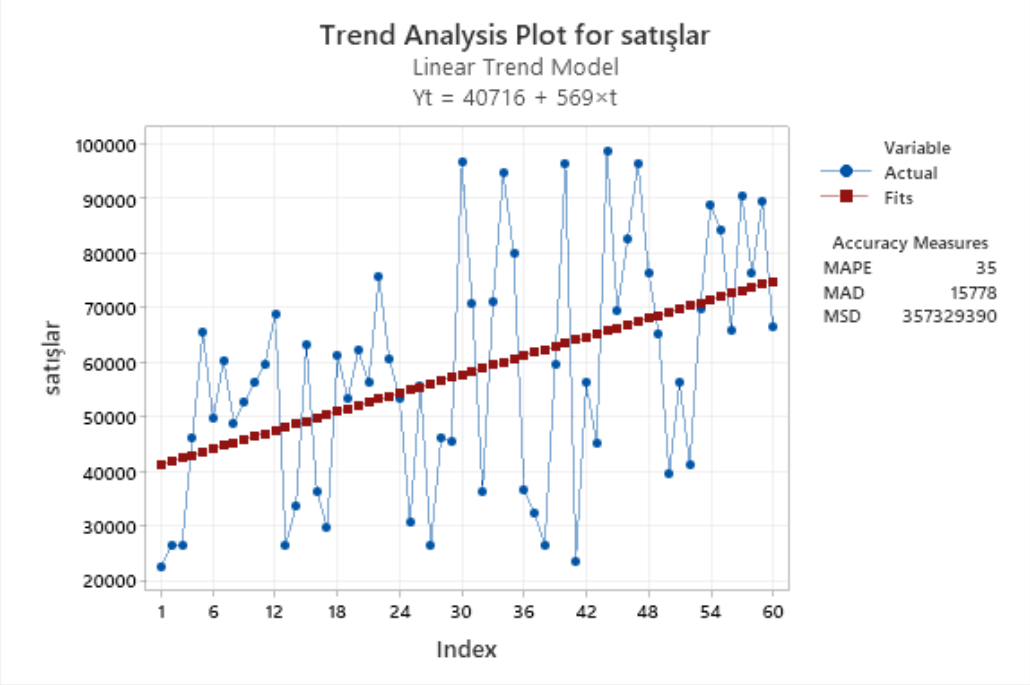
Aylar/Yıllar	2019	2020	2021	2022	2023
OCAK	22.659	26.549	30.659	32.354	65.321
ŞUBAT	26.466	33.659	55.694	26.594	39.465
MART	26.459	63.231	26.594	59.646	56.261
NİSAN	46.216	36.461	46.213	96.462	41.326
MAYIS	65.605	29.658	45.616	23.646	69.865
HAZİRAN	49.631	61.326	96.623	56.256	88.709
TEMMUZ	60.326	53.375	70.696	45.258	84.206
AĞUSTOS	48.956	62.164	36.456	98.565	65.986
EYLÜL	52.697	56.316	70.965	69.466	90.616
EKİM	56.265	75.623	94.643	82.656	76.234
KASIM	59.654	60.597	79.856	96.464	89.652
ARALIK	68.975	53.386	36.549	76.526	66.532

Şekil 5.1'de 5 yıllık, 2019-2023 yılları arasındaki kablo tipi için talepleri, Minitab Statistical Software 22 kullanılarak zaman serisi grafikleri alınmıştır. Yıldan yıla yatırımların artması ile elektrik tüketimleri artmış ve bu tip kabloya talep miktarı da artmıştır. Yılsonu hedef iş bitirme işlemlerinden dolayı ise her yılın aralık aylarına doğru ilerlendikçe taleplerin arttığı gözlenmektedir. Trend ve mevsimsellik artma azalmadan kaynaklı oluşmuştur.



Şekil 5 1. 2019-2023 kablo için zaman serisi grafiği

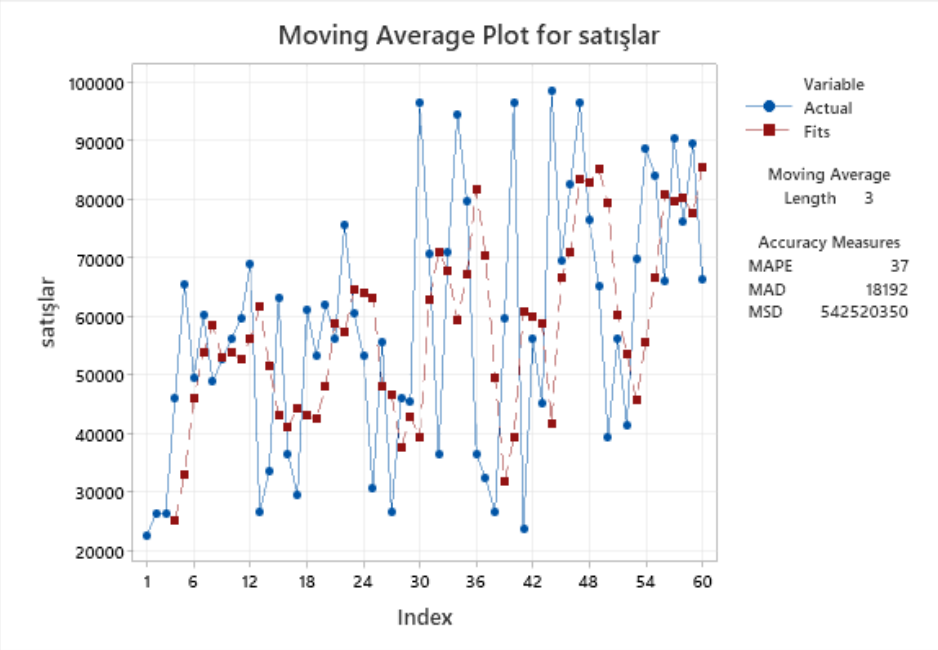
Şekil 5.2'de ise bu yıllar arasındaki trend analizi ve hata ölçütleri çıktı görünmektedir.



Şekil 5.2. 2019-2023 kablo için trend analizi grafiği

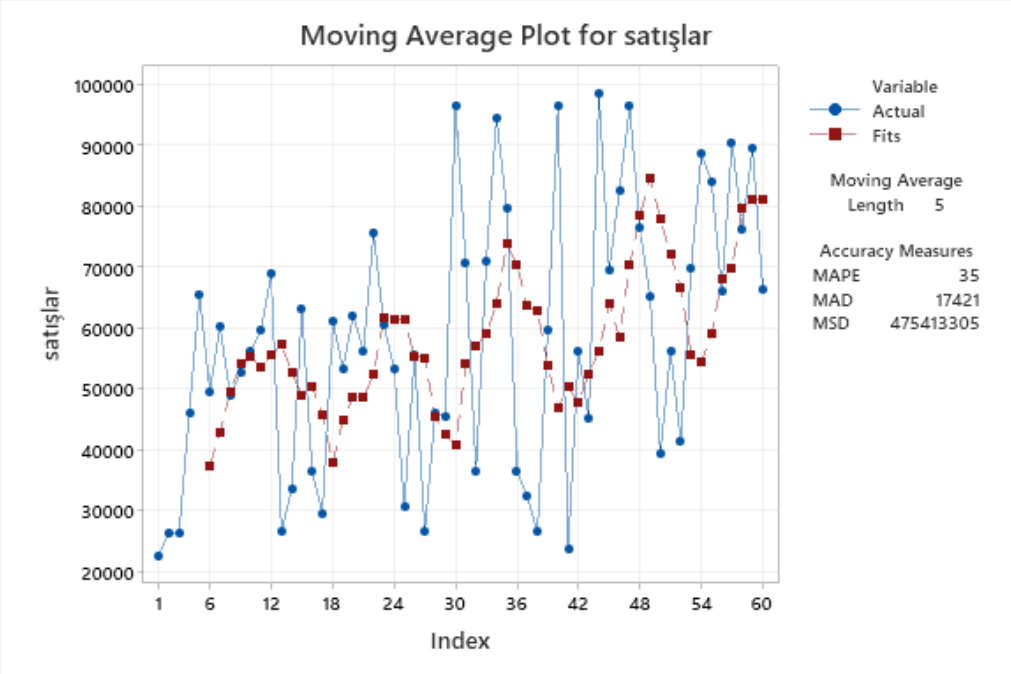
5.4.1. 3 Aylık ve 5 aylık hareketli ortalama

İlk olarak uygulayacağımız tahminleme modeli, 3 aylık ve 5aylık hareketli ortalama yöntemleridir. Yukarıdaki bölümlerde verdiğimiz eşitlik 4.2 den faydalanarak, Minitab Statistical Software 22 yazılımı ile yöntemler uygulanmıştır. Çizelge 5.1'deki 60 aylık veri seti kullanılmıştır. Sonuçlar için, 3 aylık hareketli ortalama için n değeri 3 alınarak, 5 aylık hareketli ortalama n değeri 5 alınarak yapılmıştır. Hareketli ortalama tahminleme yöntemi için Şekil 5.3'de ve Şekil 5.4'de elde edilen tahmin sonuçları, malzemeye ait gerçekleşen talep miktarlarının karşılaştırmalı grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 5.3. 2019-2023 kablo için 3 aylık hareketli ortalama grafiği

Kablo tüketimleri için uygulanan ayrı ayrı uygulanacak tüm talep tahmin yöntemleri ile ilgili ilk bölümlerde verdiğimiz formüller kullanılacaktır. Tüm yöntemlerde ve veri setlerinde geçmiş 5 senelik (60 aylık) veriler kullanılmıştır, Çizelgelerde son 12 ay gösterilmiştir.



Şekil 5.4. 2019-2023 kablo için 5 aylık hareketli ortalama grafiği

Yukarıdaki bölümlerde 4.19, 4.20 ve 4.21 eşitlikleri ile hata ölçütleri Minitab ile hesaplanmış ve Mape, Mad, Msd değerleri bulunmuştur. Bu değerler karşılaştırılması için Çizelge 5.3'de ve Çizelge 5.5'de aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

Tahmin değerleri ise ayrı ayrı her iki yöntem içinde hesaplanmış ve karışıklık olmaması adına son 12 aylık veriler çizelgelere eklenmiştir. 3 aylık hareketli ortalama ve 5 aylık hareketli ortalama tahmin verileri Çizelge 5.2'de ve Çizelge 5.4'de aşağıdaki gibi eklenmiştir.

Çizelge 5.2. 2019-2023 kablo için 3 aylık hareketli ortalama sonuçları

Model Özeti				
Son 12 ay	Satışlar	Model	Tahmin	Hata
49	65321	79437	85215,3	-19894
50	39465	60437,3	79437	-39972
51	56261	53682,3	60437,3	-4176,3
52	41326	45684	53682,3	-12356
53	69865	55817,3	45684	24181
54	88708,9	66633,3	55817,3	32891,5
55	84206,5	80926,8	66633,3	17573,2
56	65986	79633,8	80926,8	-14941
57	90616	80269,5	79633,8	10982,2
58	76234	77612	80269,5	-4035,5
59	89652	85500,7	77612	12040
60	66532	77472,7	85500,7	-18969

Çizelge 5.3. 2019-2023 Kablo için 3 Aylık Hareketli Ortalama Hata Ölçütleri

Hata Ölçütleri	
MAPE	37
MAD	18192
MSD	542 520 350

Çizelge 5.4. 2019-2023 kablo için 5 aylık hareketli ortalama sonuçları

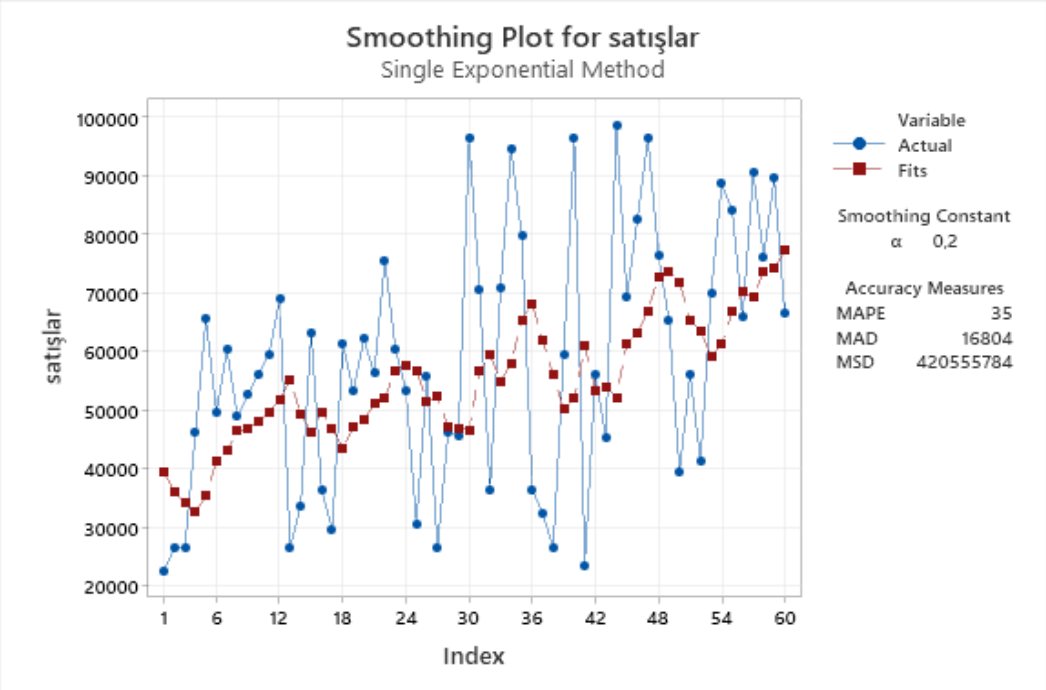
Model Özeti				
Son 12 ay	Satışlar	Model	Tahmin	Hata
49	65321	78086,6	84735,4	-19414,4
50	39465	72086,4	78086,6	-38621,6
51	56261	66807,4	72086,4	-15825,4
52	41326	55779,8	66807,4	-25481,4
53	69865	54447,6	55779,8	14085,2
54	88708,9	59125,2	54447,6	34261,3
55	84206,5	68073,5	59125,2	25081,3
56	65986	70018,5	68073,5	-2087,5
57	90616	79876,5	70018,5	20597,5
58	76234	81150,3	79876,5	-3642,5
59	89652	81338,9	81150,3	8501,7
60	66532	77804	81338,9	-14806,9

Çizelge 5.5. 2019-2023 kablo için 5 aylık hareketli ortalama hata ölçütleri

Hata Ölçütleri	
MAPE	35
MAD	17421
MSD	475 413 305

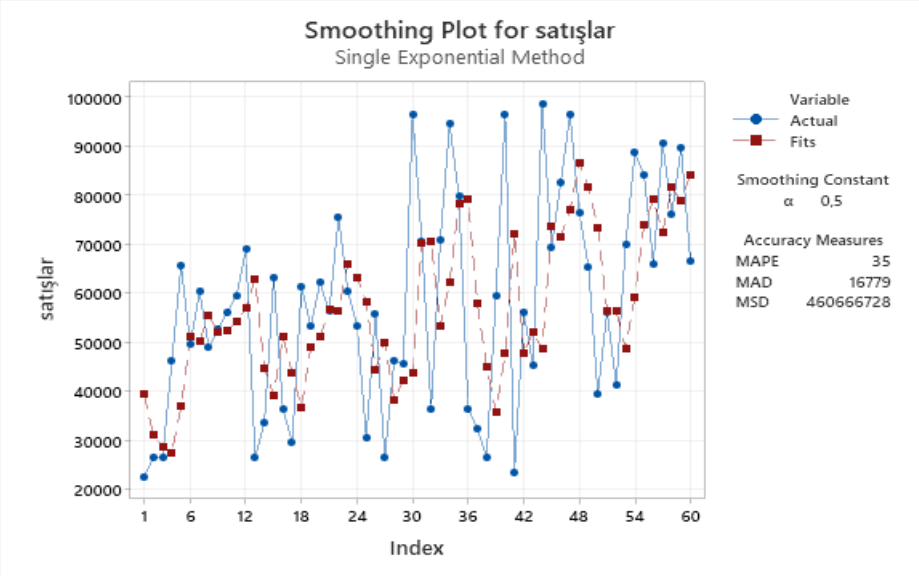
5.4.2. Tek üstel düzeltme grafiği (α = 0,2, α = 0,5, α = 0,7)

Kablo talebinin tahmini için hareketli ortalamalar tamamlanmış ve Üstel Düzeltme Yöntemine sıra gelmiştir. Yukarıdaki formülde verildiği 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 eşitliklerinden faydalanarak tahminleme modeli uygulanacaktır. Minitab Statistical Software 22 yazılım paket programı kullanılarak tahminleme çalışmaları sağlanacak olup, alfa değeri 0,2 - 0,5 - 0,8 olarak alınacak ve 3 farklı çeşitte değerlendirme yapılacaktır. Düzgünleştirme katsayısı değeri 0,2 alındığında yapılan tahminlemenin grafiği Şekil 5.5'de gösterilmiştir.



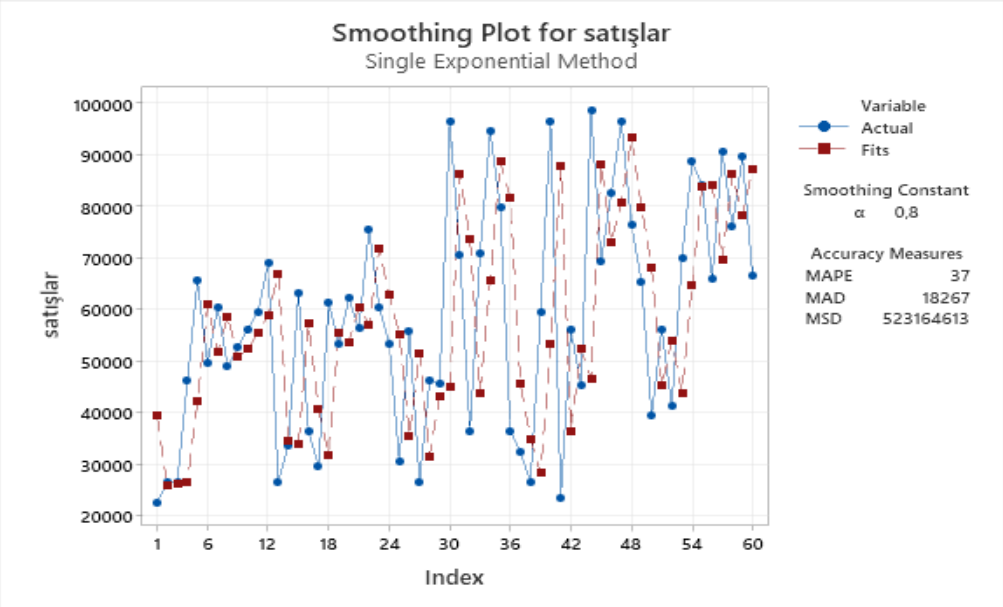
Şekil 5.5. 2019-2023 kablo için (α = 0,2) tek üstel düzeltme grafiği

Düzgünleştirme katsayısı değeri 0,5 alındığında yapılan tahminlemenin grafiği Şekil 5.6'da gösterilmiştir.



Şekil 5.6. 2019-2023 kablo için (α = 0,5) tek üstel düzeltme grafiği

Düzgünleştirme katsayısı değeri 0,8 alındığında yapılan tahminlemenin grafiği Şekil 5.7'de gösterilmiştir.



Şekil 5.7. 2019-2023 kablo için (α = 0,8) tek üstel düzeltme grafiği

Tek Üstel Düzeltme Yöntemi için son 12 aylık tahminleme yönteminin sonuçları aşağıdaki gibidir. Çizelge 5.6'da katsayı 0,2 alındığında ortaya çıkan sonuç değerleri bulunmaktadır.

Çizelge 5.6. 2019-2023 kablo için tek üstel düzeltme sonuçları (α = 0,2 için)

Model Özeti				
Son 12 ay	Satışlar	Model	Tahmin	Hata
49	65321	71973,6	73636,7	-8315,7
50	39465	65471,8	71973,6	-32508,6
51	56261	63629,7	65471,8	-9210,8
52	41326	59168,9	63629,7	-22303,7
53	69865	61308,2	59168,9	10696,1
54	88708,9	66788,3	61308,2	27400,7
55	84206,5	70271,9	66788,3	17418,2
56	65986	69414,7	70271,9	-4285,9
57	90616	73655	69414,7	21201,3
58	76234	74170,8	73655	2579
59	89652	77267	74170,8	15481,2
60	66532	75120	77267	-10735

Tek Üstel Düzeltme Yöntemi için katsayı 0,2 alındığında ortaya çıkan hata ölçütü sonuç değerleri Çizelge 5.7‘de gösterilmiştir.

Çizelge 5.7. 2019-2023 kablo için tek üstel düzeltme hata ölçütleri (α = 0,2 için)

Hata Ölçütleri	
MAPE	35
MAD	16804
MSD	420 555 784

Tek Üstel Düzeltme Yöntemi için son 12 aylık tahminleme yönteminin sonuçları aşağıdaki gibidir. Çizelge 5.8’de katsayı 0,5 alındığında ortaya çıkan sonuç değerleri bulunmaktadır.

Çizelge 5.8. 2019-2023 kablo için tek üstel düzeltme sonuçları (α = 0,5 için)

Model Özeti				
Son 12 ay	Satışlar	Model	Tahmin	Hata
49	65321	73487,2	81653,5	-16332,5
50	39465	56476,1	73487,2	-34022,2
51	56261	56368,6	56476,1	-215,1
52	41326	48847,3	56368,6	-15042,6
53	69865	59356,1	48847,3	21017,7
54	88708,9	74032,5	59356,1	29352,7
55	84206,5	79119,5	74032,5	10174
56	65986	72552,7	79119,5	-13133,5
57	90616	81584,4	72552,7	18063,3
58	76234	78909,2	81584,4	-5350,4
59	89652	84280,6	78909,2	10742,8
60	66532	75406,3	84280,6	-17748,6

Tek Üstel Düzeltme Yöntemi için katsayı 0,2 alındığında ortaya çıkan hata ölçütü sonuç değerleri Çizelge 5.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 5.9. 2019-2023 kablo için tek üstel düzeltme hata ölçütleri (α = 0,5 için)

Hata Ölçütleri	
MAPE	35
MAD	16779
MSD	460 666 728

Tek Üstel Düzeltme Yöntemi için son 12 aylık tahminleme yönteminin sonuçları aşağıdaki gibidir. Çizelge 5.10'da kat sayı 0,8 alındığında ortaya çıkan sonuç değerleri bulunmaktadır.

Çizelge 5.10. 2019-2023 kablo için tek üstel düzeltme sonuçları (α = 0,8 için)

Model Özeti				
Son 12 ay	Satışlar	Model	Tahmin	Hata
49	65321	68233,9	79885,7	-14564,7
50	39465	45218,8	68233,9	-28768,9
51	56261	54052,6	45218,8	11042,2
52	41326	43871,3	54052,6	-12726,6
53	69865	64666,3	43871,3	25993,7
54	88708,9	83900,3	64666,3	24042,6
55	84206,5	84145,2	83900,3	306,1
56	65986	69617,8	84145,2	-18159,2
57	90616	86416,4	69617,8	20998,2
58	76234	78270,5	86416,4	-10182,4
59	89652	87375,7	78270,5	11381,5
60	66532	70700,7	87375,7	-20843,7

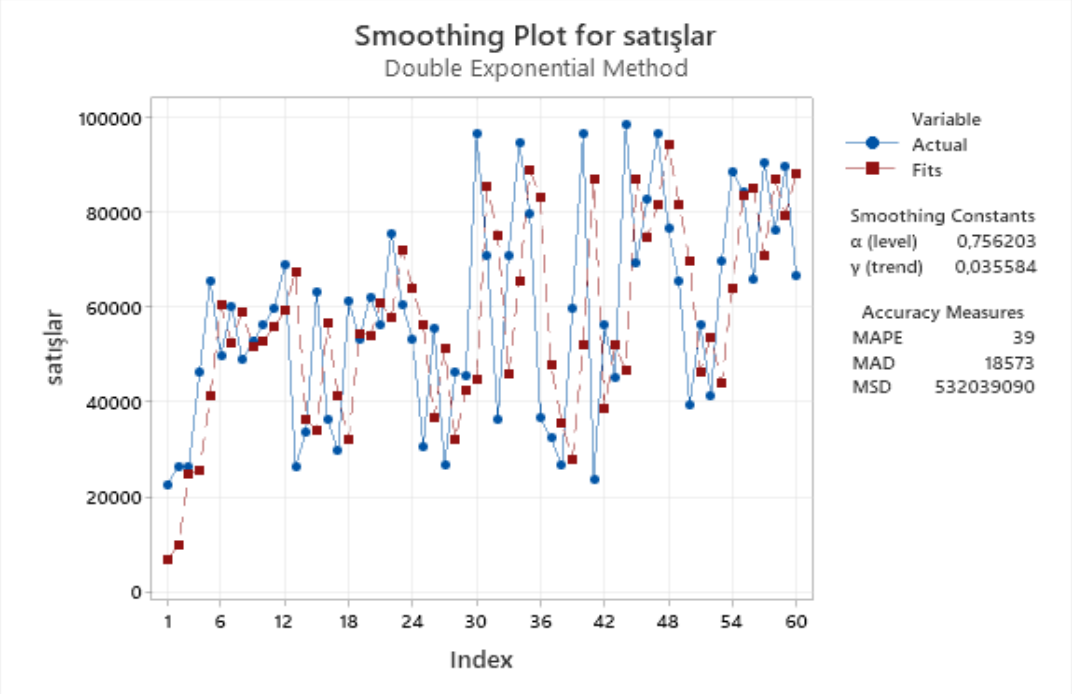
Tek Üstel Düzeltme Yöntemi için kat sayı 0,8 alındığında ortaya çıkan hata ölçütü sonuç değerleri Çizelge 5.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.11. 2019-2023 kablo için tek üstel düzeltme hata ölçütleri (α = 0,8 için)

Hata Ölçütleri	
MAPE	37
MAD	18267
MSD	523 164 613

5.4.3. Holt'un doğrusal yöntemi (çift üstel düzeltme yöntemi)

2019-2023 seneleri arasındaki kablo tüketimleri için tahmin yöntemlerinden Holt'un Doğrusal Yöntemi diğer ismi ile Çift Üstel Düzeltme uygulanmıştır. Yukarıdaki bölümde belirtilen 4.5, 4.6, 4.7 eşitliklerinde bulunan formüllerden faydalanılmıştır ve belirtilen formüller uygulanarak Minitab yazılımı ile grafikler ve tahmin değerleri gösterilmiştir. Şekil 5.8'de tahminleme grafiği verilmiştir.



Şekil 5.8. 2019-2023 kablo için holt doğrusal yöntemi grafiği

Holt'un Doğrusal Yöntemi uygulandıktan sonra Çizelge 5.12'de tahminleme yöntem sonuçlarının 12 aylık verileri verilmiştir.

Çizelge 5.12. 2019-2023 kablo için holt'un doğrusal yöntemi sonuçları

Model Özeti				
Son 12 ay	Satışlar	Model	Tahmin	Hata
49	65321	69327,3	81754	-16433
50	39465	46859,1	69794	-30329
51	56261	53883,6	46509,7	9751,3
52	41326	44366,3	53796,6	-12470,6
53	69865	63545,4	43943,7	25921,3
54	88708,9	82641,1	63820,3	24888,6
55	84206,5	84055,1	83585,7	620,8
56	65986	70625,6	85016,4	-19030,4
57	90616	85851,9	71074,8	19541,2
58	76234	78816,5	86826,9	-10592,9
59	89652	87178,6	79506,5	10145,5
60	66532	71800,4	88141,6	-21609,6

Aşağıdaki Çizelge 5.13'de tahminleme sonrasında hata ölçütleri karşılaştırılması eklenmiştir.

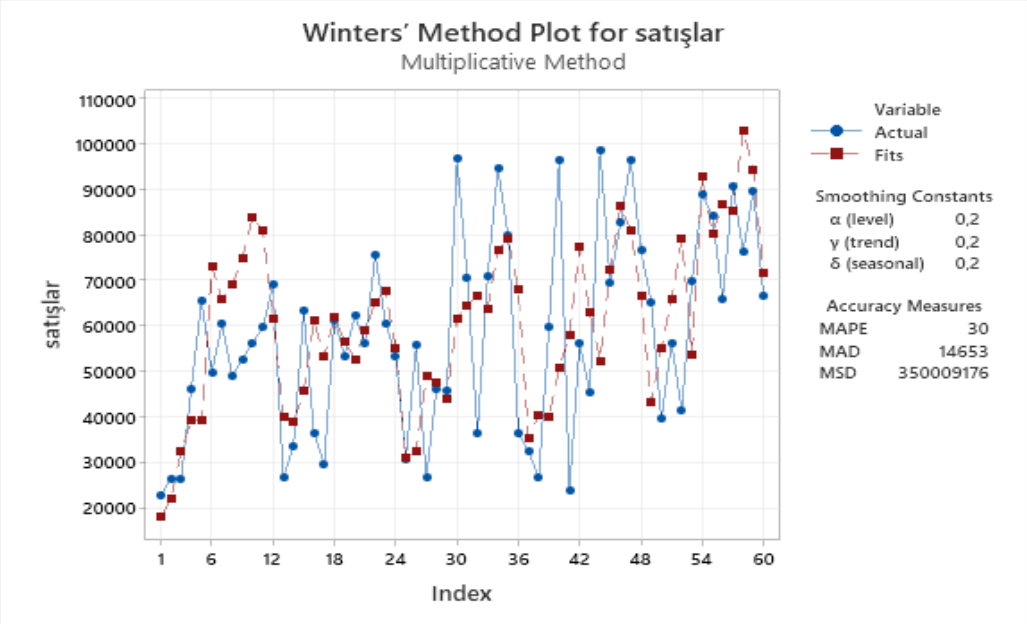
Çizelge 5.13. 2019-2023 kablo için holt'un doğrusal yöntemi hata ölçütler

Hata Ölçütleri	
MAPE	39
MAD	18573
MSD	532 039 090

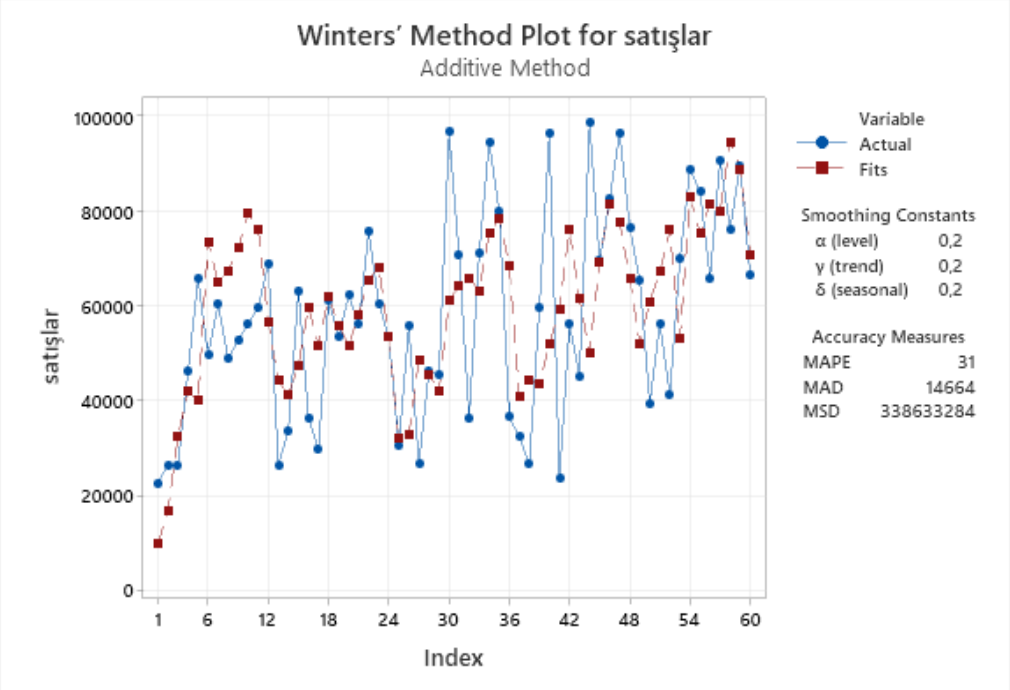
5.4.4. Çarpımsal holt-winters ve toplamsal holt-winters yöntemi

Üstel Düzeltme Yöntemlerinden biri olan Çarpımsal HW, talep tahmin değerleri ve sonuçları Şekil 5.9'da gösterilmiştir. Holt-Winters'ın çarpımsal yöntemini kullanmak için 4.8, 4.9, 4.10 ve 4.11 eşitliklerinden faydalanılmıştır. Burada bulunan α sabiti, ß sabiti, γ sabiti Minitab paket yazılım programının standart değeri olan 0,2 olarak alınmıştır. Üstel Düzeltme Yöntemlerinden biri olan Toplamsal HW, talep tahmin değerleri ve sonuçları Şekil 5.10'da gösterilmiştir. Holt-Winters'ın çarpımsal yöntemini kullanmak için 4.12,

4.13, 4.14 ve 4.15 eşitliklerinden faydalanılmıştır. Burada bulunan α sabiti, ß sabiti, γ sabiti Minitab paket yazılım programının standart değeri olan 0,2 olarak alınmıştır.



Şekil 5.9. 2019-2023 kablo için çarpımsal holt – winters yöntemi grafiği



Şekil 5.10. 2019-2023 kablo için toplamsal holt – winters yöntemi grafiği

α sabiti, ß sabiti, γ sabiti 0,2 olarak standart alınan Minitab 22 programında hem Çarpımsal Holt-Winters hem de Toplamsal Holt-Winters yöntemleri için ayrı ayrı 4.8 ile 4.15 arasındaki eşitlik formülleri kullanılarak Yöntemin 12 aylık sonuçları, talep tahmin değerleri ve hata ölçütleri çizelgeleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.14'de Çarpımsal HW'nin yöntem sonuçları ve Çizelge 5.15'de ise Toplamsal HW'nin yöntem sonuçları eklenmiştir.

Çizelge 5.16'da ve 5.17'de ise çarpımsal ve toplamsal Holt-Winters hata ölçütleri özet tablalarına yer verilmiştir.

Çizelge 5.14. 2019-2023 kablo için çarpımsal holt-winters yöntemi sonuçları

Model Özeti				
Son 12 ay	Satışlar	Model	Tahmin	Hata
49	65321	42120	43099	22222,3
50	39465	53095	55181	-15715,5
51	56261	64036	65828	-9567,3
52	41326	77442	79150	-37824,5
53	69865	53589	53735	16130
54	88708,9	91398	92668	-3959,1
55	84206,5	79336	80296	3910,8
56	65986	85629	86808	-20821,6
57	90616	84990	85346	5270,2
58	76234	102359	103030	-26795,8
59	89652	94810	94421	-4769,4
60	66532	72086	71638	-5106,4

Çizelge 5.15. 2019-2023 kablo için toplamsal holt-winters yöntemi sonuçları

Model Özeti				
Son 12 ay	Satışlar	Model	Tahmin	Hata
49	65321	50204,5	52104,4	13216,6
50	39465	58539,9	60968,4	-21503,4
51	56261	65612,6	67181	-10920
52	41326	74890,6	76022,2	-34696,2
53	69865	53259,2	53003	16862
54	88708,9	82600,8	83019	5689,8
55	84206,5	74623	75268,9	8937,6
56	65986	80599,4	81602,7	-15616,7
57	90616	79550,4	79929,1	10686,9
58	76234	93894,8	94700,9	-18466,9
59	89652	88827,3	88894,7	757,3
60	66532	70759,5	70857,3	-4325,3

Çizelge 5.16. 2019-2023 kablo için çarpımsal holt-winters yöntemi hata ölçütleri

Hata Ölçütleri	
MAPE	30
MAD	14653
MSD	350 009 176

Çizelge 5.17. 2019-2023 kablo için toplamsal holt-winters yöntemi hata ölçütleri

Hata Ölçütleri	
MAPE	31
MAD	14664
MSD	338 633 284

5.4.5 Arıma modeli

Son tahminleme yöntemi ARIMA MODELİ ile tahminleme sağlanmıştır. En iyi p,d,q değerini bulmak için varyanslar aşağıdaki gibi uygulanmıştır. Şekil 5.11’de ARIMA Model seçim-1, Şekil 5.12’de ARIMA Model seçim-2, Şekil 5.13’de ARIMA Model

seçim-3 sonuçları eklenerek, değerlendirilmesi sonrası Şekil 5.12'de sonuçları bu grup için uygundur.

Model Selection

Model (d = 0)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 2; q = 0*	-687,661	1381,75	1381,32	1387,61
p = 1; q = 0	-690,956	1386,12	1385,91	1390,10
p = 0; q = 2	-708,655	1423,74	1423,31	1429,59
p = 0; q = 1	-724,278	1452,77	1452,56	1456,74

** Best model with minimum AICc. Output for the best model follows.*

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
58	3,02885E+10	522215556	504808371	1381,75	1381,32	1387,61

MS = variance of the white noise series

Şekil 5.11. ARIMA model seçimi-1

Model Selection

Model (d = 1)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 1; q = 1*	-668,874	1344,19	1343,75	1349,98
p = 0; q = 2	-668,930	1344,30	1343,86	1350,09
p = 0; q = 1	-670,264	1344,74	1344,53	1348,68
p = 1; q = 2	-668,861	1346,46	1345,72	1354,03
p = 2; q = 2	-668,782	1348,70	1347,56	1357,95
p = 2; q = 0	-674,523	1355,48	1355,05	1361,28
p = 1; q = 0	-675,745	1355,70	1355,49	1359,65
p = 2; q = 1	-675,744	1360,23	1359,49	1367,80
p = 0; q = 0	-679,794	1361,66	1361,59	1363,67

** Best model with minimum AICc. Output for the best model follows.*

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
57	2,31599E+10	406314231	392540868	1344,19	1343,75	1349,98

MS = variance of the white noise series

Şekil 5.12. ARIMA model seçimi-2

Model Selection

Model (d = 2)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 0; q = 2*	-667,056	1340,56	1340,11	1346,29
p = 1; q = 1	-667,154	1340,75	1340,31	1346,49
p = 1; q = 2	-668,027	1344,81	1344,05	1352,30
p = 2; q = 2	-667,153	1345,46	1344,31	1354,61
p = 0; q = 1	-670,939	1346,10	1345,88	1350,00
p = 2; q = 1	-669,987	1348,73	1347,97	1356,22
p = 2; q = 0	-680,901	1368,25	1367,80	1373,98
p = 1; q = 0	-684,205	1372,63	1372,41	1376,53

** Best model with minimum AICc. Output for the best model follows.*

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
56	3,13892E+10	560521088	541192775	1340,56	1340,11	1346,29

MS = variance of the white noise series

Şekil 5.13. ARIMA model seçimi-3

Uygulanan Basit Doğrusal Regresyon analizi sonrasında tahmin yöntem sonuçları Çizelge 5.18'de verilmiştir. Çizelge 5.19'da ise hata ölçütleri karşılaştırma grafiği verilmiştir.

Çizelge 5.18. 2019-2023 kablo için arıma modeli sonuçları

Model Özeti			
Son 12 ay	Satışlar	Model	Tahmin
49	76526	67225,7	-9300
50	65321	64459,2	-862
51	39465	56446,4	16981
52	56261	60352,9	4092
53	41326	55361,6	14036
54	69865	63171,2	-6694
55	88709	69589,9	-19119
56	84206	69694,7	-14512
57	65986	65147,6	-838
58	90616	72911,7	-17704
59	76234	69816,9	-6417
60	89652	74517,9	-15134

Çizelge 5.19. 2019-2023 kablo için arıma modeli hata ölçütler

Hata Ölçütleri	
MAPE	24
MAD	11862
MSD	392 540 868

Sonuç olarak, tüm talep tahmin yöntemleri ile 2019-2023 yılları arasındaki 60 aylık tüketim verileri kullanılarak gerçekleşen talep değerleri ve talep tahmin değerleri ile edilen değerler karşılaştırılarak, hata ölçütlerine göre en yakın tahminlemeyi hangi yöntemin verildiği seçilecektir.

Çizelge 5.20'de hem 2023 gerçekleşen talep değerleri, hem talep tahmin yöntemleri ile elde edilen değerler verilmiştir. 60 aylık veri seti kullanılmış olup, karışıklık olmaması adına 12 aylık görüntüleme yapılmıştır.

Çizelge 5.20. Gerçekleşen talep değerleri ve tahmin ile elde edilen değerler

Aylar / Yöntemler	Gerçekleşen Talep	3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	α= 0, 2 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	α= 0, 5 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	α= 0, 8 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	Holt'un Doğrusal Yöntemi	Holt-Winters Yöntemi (Toplamsal)	Holt-Winters Yöntemi (çarpımsal)	ARIMA Modeli
OCAK	65321	85215	84735	73637	81654	79886	81754	52104	43099	67226
ŞUBAT	39465	79437	78087	71974	73487	68234	69794	60968	55181	64459
MART	56261	60437	72086	65472	56476	45219	46510	67181	65828	56446
NİSAN	41326	53682	66807	63630	56369	54053	53797	76022	79150	60353
MAYIS	69865	45684	55780	59169	48847	43871	43944	53003	53735	55362
HAZİRAN	88709	55817	54448	61308	59356	64666	63820	83019	92668	63171
TEMMUZ	84206	66633	59125	66788	74033	83900	83586	75269	80296	69590
AĞUSTOS	65986	80927	68074	70272	79120	84145	85016	81603	86808	69695
EYLÜL	90616	79634	70019	69415	72553	69618	71075	79929	85346	65148
EKİM	76234	80270	79877	73655	81584	86416	86827	94701	103030	72912
KASIM	89652	77612	81150	74171	78909	78271	79507	88895	94421	69817
ARALIK	66532	85501	81339	77267	84281	87376	88142	70857	71638	74518

Not: 12 ay için sonuçlar gösterilmiş olup, 60 aylık veri setleri kullanılmıştır.

Uygulanan tüm talep tahmin yöntemlerinden elde edilen Ortalama Mutlak Hata, Hata Kareleri Ortalaması ve Ortalama Mutlak Yüzde Hata değerleri en uygun yöntemi tespit etmek için Çizelge 5.21'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.21. 2019-2023 kablo için hata ölçütleri karşılaştırması

TAHMİNLEME YÖNTEMİ	MAPE-Mean Absolute Percentage Error	MAD-Mean Absolute Deviation	MSE-Mean Square Error
3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	37	18192	542520350
5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	35	17421	475413305
α= 0, 2 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	35	16804	420555784
α= 0, 5 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	35	16779	460666728
α= 0, 8 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	37	18267	523164613
Holt'un Doğrusal Yöntemi	39	18573	532039090
Holt-Winters Yöntemi (çarpımsal)	30*	14653	350009176
Holt-Winters Yöntemi (Toplamsal)	31*	14664	338633284
ARIMA Modeli	24*	11862	392540868

Çizelge incelendiğinde, Kablo ile ilgili Holt-Winters çarpımsal ve toplamsal yöntemlerin talep tahmini uygun yöntem olduğu anlaşılmaktadır. ARIMA Modeli ise en iyi tahminlemeyi veren yöntem olduğu anlaşılmaktadır.

5.5. 2018-2022 Satış Verileri ile Doğru Tahmin Modelini Bulma

Kablo için 2018-2022 seneleri tüketim verileri ile gerçekleşen talep ile tahmin yönteminin detayları EKLER kısmında verilmiştir. Karşılaştırma için bu bölümde sadece Çizelge 5.22'de hata ölçütleri verilmiştir.

Çizelge 5.22. 2018-2022 kablo için hata ölçütleri karşılaştırması

TAHMİNLEME YÖNTEMİ	MAPE-Mean Absolute Percentage Error	MAD-Mean Absolute Deviation	MSE-Mean Square Error
3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	42	18471	570447079
5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	40	17835	496109309
α= 0, 2 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	39	16995	444575227
α= 0, 5 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	40	17086	492734297
α= 0, 8 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	43	18580	562702307
Holt'un Doğrusal Yöntemi	42	18550	577465397
Holt-Winters Yöntemi (çarpımsal)	32*	14309	357621946
Holt-Winters Yöntemi (Toplamsal)	33*	14820	364240571
ARIMA Modeli	27*	12351	408769887

Çizelge incelendiğinde, Kablo ile ilgili Holt-Winters çarpımsal ve toplamsal yöntemlerin talep tahmini uygun yöntem olduğu anlaşılmaktadır. ARIMA Modeli ise en iyi tahminlemeyi veren yöntem olduğu anlaşılmaktadır.

5.6. 2017-2021 Satış Verileri ile Doğru Tahmin Modelini Bulma

Kablo için 2017-2021 seneleri tüketim verileri ile gerçekleşen talep ile tahmin yönteminin detayları EKLER kısmında verilmiştir. Yukarıda uzun uzun anlatılan tüm hesaplamalar bu 60 aylık veri seti içinde yapılmıştır. Karşılaştırma için bu bölümde sadece Çizelge 5.23'de hata ölçütleri verilmiştir.

Çizelge 5.23. 2017-2021 kablo için hata ölçütleri karşılaştırması

TAHMİNLEME YÖNTEMİ	MAPE-Mean Absolute Percentage Error	MAD-Mean Absolute Deviation	MSE-Mean Square Error
3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	41	16243	433485485
5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	38	15580	389242659
α= 0, 2 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	36	14894	338037639
α= 0, 5 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	38	15153	382382465
α= 0, 8 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	41	16577	437527488
Holt'un Doğrusal Yöntemi	43	16837	466221431
Holt-Winters Yöntemi (çarpımsal)	31*	12602	284824257
Holt-Winters Yöntemi (Toplamsal)	32*	12747	275919690
ARIMA Modeli	25*	10670	312634240

Çizelge incelendiğinde, Kablo ile ilgili Holt-Winters çarpımsal ve toplamsal yöntemlerin talep tahmini uygun yöntem olduğu anlaşılmaktadır. ARIMA Modeli ise en iyi tahminlemeyi veren yöntem olduğu anlaşılmaktadır.

5.7. 2016-2020 Satış Verileri ile Doğru Tahmin Modelini Bulma

Kablo için 2016-2020 seneleri tüketim verileri ile gerçekleşen talep ile tahmin yönteminin detayları EKLER kısmında verilmiştir. Yukarıda uzun uzun anlatılan tüm hesaplamalar bu 60 aylık veri seti içinde yapılmıştır. Karşılaştırma için bu bölümde sadece Çizelge 5.24'de hata ölçütleri verilmiştir.

Çizelge 5.24. 2016-2020 kablo için hata ölçütleri karşılaştırması

TAHMİNLEME YÖNTEMİ	MAPE-Mean Absolute Percentage Error	MAD-Mean Absolute Deviation	MSE-Mean Square Error
3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	37	13704	290666730
5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	36	13896	290640042
α= 0, 2 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	35	12756	242194976
α= 0, 5 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	36	12689	259865955
α= 0, 8 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	37	13124	292380839
Holt'un Doğrusal Yöntemi	36	12815	305513639
Holt-Winters Yöntemi (çarpımsal)	25*	9454	197177871
Holt-Winters Yöntemi (Toplamsal)	27*	9785	185858747
ARIMA Modeli	23*	8734	219909596

Çizelge incelendiğinde, Kablo ile ilgili Holt-Winters çarpımsal ve toplamsal yöntemlerin talep tahmini uygun yöntem olduğu anlaşılmaktadır. ARIMA Modeli ise en iyi tahminlemeyi veren yöntem olduğu anlaşılmaktadır.

5.8. 2015-2019 Satış Verileri ile Doğru Tahmin Modelini Bulma

Kablo için 2015-2019 seneleri tüketim verileri ile gerçekleşen talep ile tahmin yönteminin detayları EKLER kısmında verilmiştir. Yukarıda uzun uzun anlatılan tüm hesaplamalar bu 60 aylık veri seti içinde yapılmıştır. Karşılaştırma için bu bölümde sadece Çizelge 5.25'de hata ölçütleri verilmiştir.

Çizelge 5.25. 2015-2019 kablo için hata ölçütleri karşılaştırması

TAHMİNLEME YÖNTEMİ	MAPE-Mean Absolute Percentage Error	MAD-Mean Absolute Deviation	MSE-Mean Square Error
3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	45	14695	324125676
5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	41	14103	301373285
α= 0, 2 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	40	12910	260261481
α= 0, 5 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	41	12920	267368653
α= 0, 8 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	40	12967	283644516
Holt'un Doğrusal Yöntemi	41	12889	296887223
Holt-Winters Yöntemi (çarpımsal)	28*	9493	175151778
Holt-Winters Yöntemi (Toplamsal)	32*	9809	177183858
ARIMA Modeli	26*	8117	224849285

Çizelge incelendiğinde, Kablo ile ilgili Holt-Winters çarpımsal ve toplamsal yöntemlerin talep tahmini uygun yöntem olduğu anlaşılmaktadır. ARIMA Modeli ise en iyi tahminlemeyi veren yöntem olduğu anlaşılmaktadır.

5.9. 2014-2018 Satış Verileri ile Doğru Tahmin Modelini Bulma

Kablo için 2014-2018 seneleri tüketim verileri ile gerçekleşen talep ile tahmin yönteminin detayları EKLER kısmında verilmiştir. Yukarıda uzun uzun anlatılan tüm hesaplamalar bu 60 aylık veri seti içinde yapılmıştır. Karşılaştırma için bu bölümde sadece Çizelge 5.26'da hata ölçütleri verilmiştir.

Çizelge 5.26. 2014-2018 kablo için hata ölçütleri karşılaştırması

TAHMİNLEME YÖNTEMİ	MAPE-Mean Absolute Percentage Error	MAD-Mean Absolute Deviation	MSE-Mean Square Error
3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	62	17385	439802929
5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	55	16281	393854693
α= 0, 2 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	50	14067	322748255
α= 0, 5 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	55	15169	357540464
α= 0, 8 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	55	15354	387849175
Holt'un Doğrusal Yöntemi	56	15503	407541882
Holt-Winters Yöntemi (çarpımsal)	40	11889	245113592
Holt-Winters Yöntemi (Toplamsal)	42	11961	240235314
ARIMA Modeli	34	9223	268958673

Çizelge incelendiğinde, Kablo ile ilgili Holt-Winters çarpımsal ve toplamsal yöntemlerin talep tahmini uygun yöntem olduğu anlaşılmaktadır. ARIMA Modeli ise en iyi tahminlemeyi veren yöntem olduğu anlaşılmaktadır.

Yukarıdaki hata ölçütleri değerleri genel olarak incelendiğinde, aşağıdaki kriterlere göre;
%10'un altı: İyi (Mükemmel veya çok uygun)
%10 - %20: Kabul edilebilir (İyi bir uyum)
%20 - %50: Orta derece uyum (Geliştirme gerekebilir)
%50'nin üstü: Zayıf uyum (Genellikle kabul edilemez)

Kabul edilemez düzeyde, yani %50'nin üzerinde aslında çok fazlada veri olmadığı görülmektedir. Tüm yöntemlerde genelde %50 nin altında olup, en küçük değerleri, Holt-Winters yöntemleri vermiş görünmektedir.

5.10. Yöntemin Doğrulanması

İçerisinde bulunduğumuz yılı t olarak kabul ederek, t, t-1, t-2, t-3, t-4 ve t-5 olarak, 6 yıllık veri setleri ile tahminleme yöntemlerinden hangisinin daha uygun, gerçekleşen sonuçlara yaklaştığı bulunmuştur. 2019-2023 yılları arasında geçmiş 60 aylık gerçekleşen veri setleri kullanılarak yapılan tahminlemelerde en uygun tahminleme yönteminin Holt-Winters Yöntemi (çarpımsal ve toplamsal) olduğu ortaya çıkmıştır. Aynı analizler 2014-2018 veri setine, 2015-2019 veri setine, 2016-2020 veri setine,2017-2021 veri setine, 2018-2022 ve 2019-2023 veri setlerine uygulanmıştır. Çizelge 5.27'de bu analizler sonrasında gerçekleşen değere en yakın sonuç veren tahminleme yöntemleri belirlenmiş ve sayılar ile doldurulmuştur. "1" o grupta en iyi sonuç veren tahminleme yöntemi, "2" ilk sıradan sonra 2. En iyi sonuç veren tahminleme yöntemi, "3" ise ilk 3 en iyi sonuç veren tahminleme yönteminden 3. olanı belirtmektedir.

Çizelge 5.27. Son 6 senenin en iyi tahmin yöntemleri

TAHMİNLEME YÖNTEMLERİ /YILLAR	2018	2019	2020	2021	2022	2023
3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi						
5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi						
α= 0, 2 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi						
α= 0, 5 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi						
α= 0, 8 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi						
Holt'un Doğrusal Yöntemi						
Holt-Winters Yöntemi (çarpımsal)	2	2	2	2	2	2
Holt-Winters Yöntemi (Toplamsal)	3	3	3	3	3	3
ARIMA Modeli	1	1	1	1	1	1

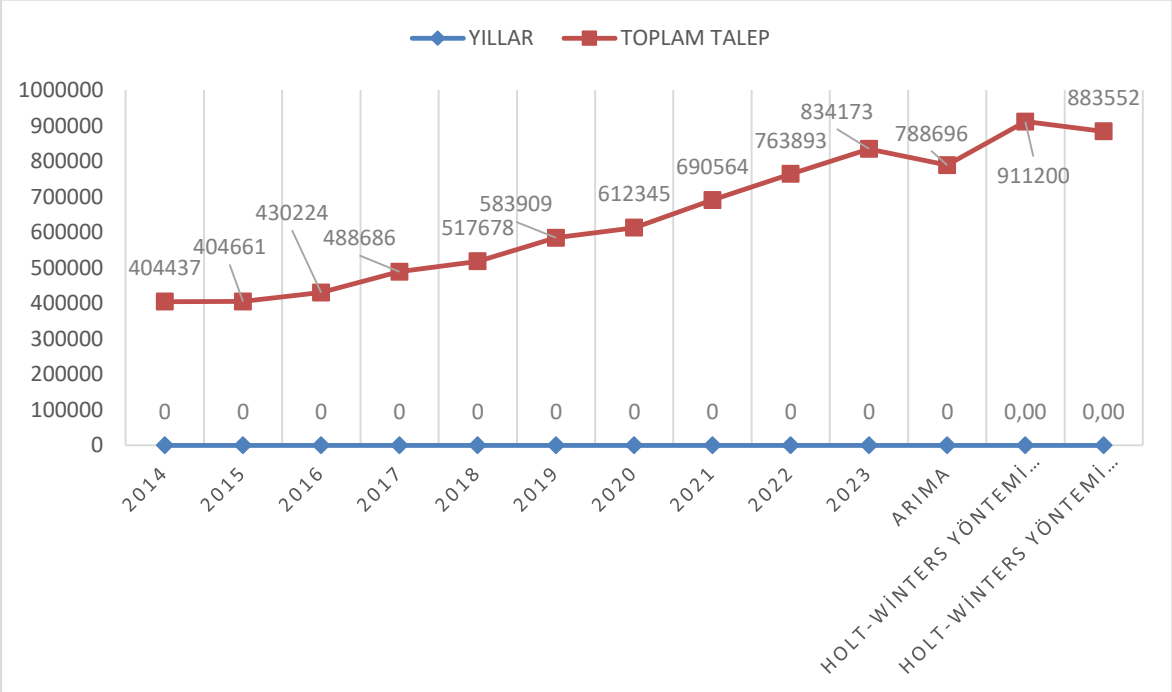
5.11. Yeni Sene İçin En Uygun Yöntem İle Talep Tahminlemesini Yapılması

Geçtiğimiz 10 senelik veriler ile 60 aylık geçmiş dönemler oluşturarak, son 6 yıl için en uygun tahminleme modeli Holt-Winters olarak bulunmuştur. Hem toplamsal hem çarpımsal yöntemleri ile gelecek yılın tahminlemesi yapılacaktır. Sonrasında yapılan bu tahminleme ile malzeme ihtiyaç planlarına girdi sağlanacaktır. Çizelge 5.28'de gelecek yıl tahminlemesi bulunmaktadır.

Çizelge 5.28. En iyi tahmin yöntemleri ile yeni sene için tahminleme

Tahmin Dönemi/Yöntemi	ARIMA Modeli	Holt-Winters Yöntemi (Çarpımsal)	Holt-Winters Yöntemi (Toplamsal)
1.Oca.24	67226	43099	52104
1.Şub.24	64459	55181	60968
1.Mar.24	56446	65828	67181
1.Nis.24	60353	79150	76022
1.May.24	55362	53735	53003
1.Haz.24	63171	92668	83019
1.Tem.24	69590	80296	75269
1.Ağu.24	69695	86808	81603
1.Eyl.24	65148	85346	79929
1.Eki.24	72912	103030	94701
1.Kas.24	69817	94421	88895
1.Ara.24	74518	71638	70857
TOPLAM TALEP	788696	911200	883551

Aşağıdaki Şekil 5.14'de ise 2014 den 2023 'e kadar gerçekleşen tüm tüketim verileri ve yukarıdaki yöntemler ile geleceğin tahminlenmesi sonrasında ortaya çıkan değerlerin eklendiği bir grafik oluşturulmuştur. Yıllar boyunca sürekli artan talepler kaynaklı tüketim hep artmış ve gelecek sene içinde tahminleme artarak ilerlemiştir. Yılların kendi içerisinde 12 ay dönem boyunca da veriler incelendiğinde tüketimin sürekli artarak ilerlediği görünmektedir. En iyi analiz eden yöntemin ARIMA modeli ve Holt-Winters çıkması da buna bağlı bir sonuçtur.



Şekil 5.14. Tüm taleplerin ve tahminlerin grafiği

5.12. Yeni Sene İçin Uygun Tahminleme Yöntemleri ile MİP yapılması

Son 10 senenin verileri ile aslında hangi talep tahmin yönteminin doğru tahminleme yapmış olduğunu yukarıda artık doğrulandı, gelecek yılın tahminlemesini de bu yöntemler ile gerçekleştirildi, tahminleme sonrasında Malzeme İhtiyaç Planlama sürecinin en büyük girdisi olan gelecek yılın tahmin verileri çıktı olarak sağlandı. Bir işletme verimli olması için ve maliyetlerin azaltılması için tahminlemeyi doğruya yakın yapması önemli olacaktır. Talepler doğrultusunda malzeme ihtiyaç planlaması artık yapılabilir. Malzeme ihtiyaç planlaması ile stoklar optimize olur, müşteri talepleri doğru zamanda doğru miktarda sevk edilecektir. Malzeme İhtiyaç Planlaması bu tahminleme ile doğru miktarda malzemenin (ham madde vs) zamanında temin edilmesi içinde kritiktir. Tahminleme ne kadar doğru olur ise malzeme ihtiyaç planlaması da o kadar iyi olur. Gelecek tahminleri malzeme ihtiyaç planlamanın başlangıç noktasıdır. Tahminlenen talep miktarlarına göre, malzemelerin üretim için gerekli olan sipariş miktarları hesaplanır (Jonsson & Mattsson, 2006).

Malzeme Listesi (BOM- Bill of Materials) üretilecek her ürünün bileşenlerini, parçalar ve miktarları belirlenir. Stok durumları analiz edilir tedarik süreleri incelenir (Nahmias, 2009).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Üretim yapan veya hizmet sağlayan firmalarda Malzeme İhtiyaç Planlarının doğru yapılması, operasyonel yönetimi, verimliliği ve maliyetleri direkt etkileyen en önemli faktördür. Malzeme ihtiyaç planlarının doğru yapılabilmesi için ise tahminlemenin çok doğru yapılması gerekmektedir. Enerji sektöründe üretim yapan yada hizmet sağlayıcısı olan firmalar, ülkemizde elektriğin devamlılığını, yeni yapılacak olan yatırımların (hastane, okul, sağlık ocağı, cami, evler, siteler vs.) hızlı bir şekilde elektriklenmesi için yoğun çaba içerisinde çalışmaktadırlar, işte tam bu noktada malzemeler süreç içerisinde devam edebilmesi için, doğru malzeme, doğru yerde, doğru zamanda olması için, malzeme ihtiyaç planlamasının doğru yapılması, satın alma birimine doğru girdi sağlaması ve bunlardan en önemlisi tahminlemenin doğru olması gerekmektedir.

Bu tez çalışması geleceği tahmin etmek, yöntemi doğrulamak ve malzeme ihtiyaç planına girdi sağlamak için, talep tahmin yöntemlerinden zaman serilerini kullanmıştır. Detaylı bir şekilde ele alınan yöntemler, geçmiş 10 senelik verileri, 60 aylık veri setleri haline getirerek, geçmiş senelerde hangi yöntemin tahminlemeyi doğru verdiğini bulmaya çalışarak yöntemin doğrulamasını yapmıştır. Tek malzeme tipi için yapılan çalışma (Kablo), 2014-2018 veri setine, 2015-2019 veri setine, 2016-2020 veri setine, 2017-2021 veri setine, 2018-2022 veri setine ve 2019-2023 veri setlerine tüm talep tahmin yöntemleri uygulanarak sağlanmıştır. Ortalama Mutlak Hata, Ortalama Mutlak Yüzde Hata, Hata Kareleri Ortalaması Ölçütleri dikkate alınmıştır. MAPE değerleri karşılaştırılırken aşağıdaki değerler göz önünde bulundurulmuştur.%10'un altı: İyi (Mükemmel veya çok uygun), %10 - %20: Kabul edilebilir (İyi bir uyum),%20 - %50: Orta derece uyum (Geliştirme gerekebilir),%50’nin üstü: Zayıf uyum (Genellikle kabul edilemez).

2014-2018 döneminde araştırmamızda 5 yıllık veri seti Kablo tüketimi için ele alınmıştır. Uygulanan talep tahminleme sonrasında, hata ölçütlerini analiz edildiğinde en düşük MAPE değeri, ARIMA modeli olarak ortaya çıkmıştır.

2015-2019 döneminde araştırmamızda 5 yıllık veri seti Kablo tüketimi için ele alınmıştır. Uygulanan talep tahminleme sonrasında, hata ölçütlerini analiz edildiğinde en düşük MAPE değeri, ARIMA modeli olarak ortaya çıkmıştır.

2016-2020 döneminde araştırmamızda 5 yıllık veri seti Kablo tüketimi için ele alınmıştır. Uygulanan talep tahminleme sonrasında, hata ölçütlerini analiz edildiğinde en düşük MAPE değeri, ARIMA modeli olarak ortaya çıkmıştır.

2017-2021 döneminde araştırmamızda 5 yıllık veri seti Kablo tüketimi için ele alınmıştır. Uygulanan talep tahminleme sonrasında, hata ölçütlerini analiz edildiğinde en düşük MAPE değeri, ARIMA modeli olarak ortaya çıkmıştır.

2018-2022 döneminde araştırmamızda 5 yıllık veri seti Kablo tüketimi için ele alınmıştır. Uygulanan talep tahminleme sonrasında, hata ölçütlerini analiz edildiğinde en düşük MAPE değeri, ARIMA modeli olarak ortaya çıkmıştır.

2019-2023 döneminde araştırmamızda 5 yıllık veri seti Kablo tüketimi için ele alınmıştır. Uygulanan talep tahminleme sonrasında, hata ölçütlerini analiz edildiğinde en düşük MAPE değeri, ARIMA modeli olarak ortaya çıkmıştır.

İkinci olarak ise Holt-Winters çarpımsal ve toplamsal yöntemleri düşük MAPE değerlerine sahiptir. Uygulamalar sonucunda, her bir dönem için en uygun olan 2. talep tahminleme yönteminin Holt-Winters Yöntemi olduğu belirlenmiştir. Literatür araştırıldığında farklı uygulamalar ile talep tahminlemesi yapılan çalışmalar vardır. Bu çalışmalarda talep tahminleme yöntemleri çok farklı modelleri en uygun olarak vermiştir (Özüdoğru, 2015 ; Yiğit, 2016 ; Demez, 2016 ; Uçakkuş, 2019 ; Torun ve Deste, 2021). Diğer bir literatür taramasında MAPE olarak adlandırdığımız ortalama Mutlak Hata Yüzdesi kabul gören bir hata ölçütüdür. %50 nin altında olması “kabul edilebilir” olduğunu ifade eder.

Bu çalışmada 10 senelik bir veri seti ile son 6 sene hangi tahminleme yönteminin doğru sonuca daha yakın değerler verdiği saptanarak, yöntem doğrulanmış ve sonrasında gelecek yılın Malzeme İhtiyaç Planları daha doğru yapmak için en uygun çıkan yöntemlerle gelecek yılın tahminlemesi yapılmıştır. Tahminlemenin ne kadar doğru yapılacağı ise Malzeme İhtiyaç Planlarının o kadar doğru yapılmasını etkileyecektir. Bu bağlamda firmaların, Planlama bölümleri doğru zamanda, doğru miktarda, doğru yerde malzeme tedarik etmiş olacaktır. Bu firmanın verimliliğini arttıracak, maliyetlerini düşürecek, kayıpları azaltıp (üretim duruşları, işgücü kayıpları, makine-ekipman kayıpları vs.) çok daha etkin bir firma olmasını sağlayacaktır. Ülkemizde yapılan çalışmalar incelenecek olur

ise talep tahminleme yöntemleri ile ilgili çok az çalışma bulunmakta ve var olan çalışmaların hepsi sağlık sektöründe yapılmıştır. Literatürdeki çalışmalar, sadece gelecek yılın tahminlemesi olması sebebi ile aslında bu çalışma hem tüm üretim ve hizmet sektöründe malzeme ihtiyaç planlaması yapılacak, talep tahmini yapılacak sektörler için doğru talep tahmininin seçilmesi için yol gösterici olacak, hangi yöntemin seçileceği ve gelecek yılın tahminlemesinin nasıl yapılacağı ile ilgili yapılacak olan birçok çalışmaya yol gösterici ve ışık olacaktır. Uygulaması yapılacağı yerlerde çok güzel bir iyileştirme çalışması olarak ta kullanılacağına inanmaktayız. Stok yönetimi için, maliyetlerin azaltılması için, tedarikçilerin kendi planlarını daha doğru yaparak ana firmaya malzemeleri yıl içerisinde daha doğru sevk edebilmeleri için tahminleme yönteminin seçilmesi ve planlama yapılması çok önemlidir.

KAYNAKLAR

Acar, S. G. ve Yılmaz, M. (2013). Matbaa işletmeleri için bir malzeme ihtiyaç planlama yazılımı geliştirme ve uygulanması. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, *6*(1), 23-32.

Akboğa, Ö. ve Baradan, S. (2012). İnşaat sektöründe malzeme tedarik yönetiminin önemi. *Engineering Sciences*, *7*(1), 350-357.

Akgül, İ. (2003). *İstatistiksel analiz teknikleri*. Ankara: Emek yayıncılık.

Aksoy, Y. (2008). *Zaman serisi analizine giriş.* İstanbul: Beta Yayınevi.

Albayrak, Ö. K. (2021). Türkiye'nin demiryolu yük taşımacılığı talebinin zaman serisi analizi ile tahmini. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (58), 137-154.

Anderson, T. W. (2011). *The statistical analysis of time series*. New York: John Wiley & Sons.

Aydoğan, E. ve Asal, Ö. (2009). Malzeme ihtiyaç planlaması ve üretim kaynakları planlamasının KOBİ'ler üzerindeki etkilerinin araştırılması. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* (22), 33-42.

Bergs, J. H., and Verelst, S. (2014). Knowing what to expect, forecasting monthly emergency department visits: A time-series analysis. *ınternational Emergency Nursing*, *22*(2), 112-115.

Bernal, J. L., and Gasparrini. (2017). Interrupted time series regression for the evaluation of public health interventions: a tutorial. *International Journal of Epidemiology*, *46*(1), 348-355.

Bulut, M. (2006). *İşletmelerde talep tahmin yöntemleri ve uygulamaları*. Ankara: Alfa Yayınları.

Burbidge, J. L. (1989). *Production control: a universal model for the control of manufacture.* London: Institution of Production Engineers.

Can, M. (2009). *İşletmelerde zaman serileri analizi ile tahmin.* Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Cappelli, P. (2009). A supply chain approach to workforce planning. *Organizational Dynamics*, *38*(1), 8-15.

Çakır, A. ve Yıldız, H. (2015). *Üretim yönetimi: teori ve uygulamalar.* İstanbul: Beta Yayınları.

Çelik, H. (2020). *Üretim yönetiminde talep tahmini ve malzeme planlamasının etkileri.* Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.

Deb, C. Z. and Sah, K. W. (2017). A review on time series forecasting techniques for building energy consumption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *74*, 902-924.

Dedeoglu, T. ve Çetin, O. (2021). Sağlık sektöründe hasta talebinin tahmini. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi, 10*(1), 25-38.

Demir, K. (2017). Talep tahmin yöntemlerinin performans karşılaştırması üzerine bir araştırma. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, *28*(3), 15-32.

Demir, Z. (2020). *Endüstri 4.0 ve malzeme ihtiyaç planlaması: Dijitalleşen üretim süreçlerine entegrasyon.* Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Demirci, A. (2015). *İstatistiksel analiz yöntemleri*. Ankara: Gazi Kitabevi.

Ding, H. T., Trajcevski, G., Scheuermann, P., Wang, X. and Keogh, E. (2008). Querying and mining of time series data: experimental comparison of representations and distance measures. *Proceedings of the VLDB Endowment*, *1*(2), 1542-1552.

Durmuş, A. (2012). *Sağlık kuruluşlarında ameliyat malzemeleri için bir sistem önerisi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Elmas, M. (2019). *Malzeme ihtiyaç planlama sisteminin kurulması ve bir işletmede uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Güler, H. İ. (2012). Türk Hava Kuvvetlerinde malzeme ihtiyaç planlaması. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, *5*(3), 35-45.

Gülmez, B. (2022). Zaman serisi analizi ile talep tahmini ve bir fabrikadaki üretim planlama. B. Gülmez (Ed.), *Mühendislik alanında uluslararası araştırmalar* içinde (ss. 57-74). Kayseri: Serüven Yayınevi.

Günay, G. ve Kılıç, R. (2017). Talep tahminleme yöntemlerinin malzeme ihtiyaç planlamasındaki rolü. *İktisat ve Yönetim Dergisi*, 33-47.

Holt, C. C. (2004). Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted moving averages. *International Journal of Forecasting*, *20*(1), 5-10.

Hugos, M. H. (2024). *Essentials of supply chain management*. Canada: John Wiley & Sons.

Jonsson, P., and Mattsson, S. (2006). A longitudinal study of material planning applications in manufacturing companies. *International Journal of Operations & Production Management*, *26*(9), 971-994.

Karabıçak, Ç. A. ve Aladağ, Z. E. (2018). Determination of demand estimation methods by values and variability measures for stock items in a cleaning paper company. *Journal of Current Researches on Engineering*, *4*(1), 47-68.

Karahan, M. (2015). Turizm talebinin yapay sinir ağaları yöntemiyle tahmin edilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *20*(2), 195-209.

Karaibrahim, M. (2016). *Yedek parça tedariğinde kullanılabilecek talep tahmini yöntemlerinin incelenmesi: Bir işletme uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Kaya, B. (2017). *Malzeme ihtiyaç planlamasının özellikleri ve uygulamaları: Üretim sistemlerinde verimlilik artışı*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kaya, E. (2021). *Endüstri 4.0 ve malzeme ihtiyaç planlamasının entegrasyonu: Dijital dönüşümün üretim süreçlerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kaya, S. (2019). *İstatistiksel talep tahmin modelleri ve uygulamaları.* Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kaynak, G. (2022). *Kestirimci bakım planlaması için zaman serisi modellerine dayalı arıza zamanı tahmini*. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Korkmaz, F. (2018). *Malzeme ihtiyaç planlamasının uygulama alanları: Üretim ve hizmet sektörleri üzerine bir inceleme*. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Ljung, G. M., and Abraham, B. (2014). George Box's contributions to time series analysis and forecasting. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, *30*(1), 25-35.

Lunn, T., and Neff, S. A. (1992). *MRP: Integrating material requirements planning and modern business*. New York: McGraw-Hill.

Makridakis, S. W., and Hyndman, R. J. (1998). *Forecasting methods and applications*. New York: John Wiley & Sons.

Mirzapour Al-E-Hashem, S. M. J., Malekly, H., and Aryanezhad, M. B. (2011). A multi-objective robust optimization model for multi-product multi-site aggregate production planning in a supply chain under uncertainty. *International Journal of Production Economics*, *134*(1), 28-42.

Moğol, M. (2015). *Otel işletmeleri temizlik sürecinde malzeme ihtiyaç planlamasına yönelik bir bilgi sistemi önerisi*. Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.

Nahmias, S. (2009). *Production and operations analysis*. New York: McGraw-Hill.

Orlicky, J. A. (1974). *Material requirements planning: The new way of life in production and inventory management*. United States: McGraw-Hill, Inc.

Özcan, S. (2008). Küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde lojistik yönetiminin önemi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *5*(10), 275-300.

Özcan, Y. (2009). *Quantitative methods in health care management: Techniques and applicationS*. USA: Jossey-Bass.

Özüdoğru, A. G. ve Görener, A. (2015). Sağlık sektöründe talep tahmini üzerine bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimleri Dergisi*, (27), 37-53.

Plossl, G. W., and Wight, O. (1967). *Production and inventory control: Principles and techniques*. New York: Prentice-Hall.

Sadat, S. N. ve Alkan, A. T. (2023). Muhasebe alanında kaynak planlamasına yönelik yapılmış araştırmalar üzerine bir değerlendirme: Türkiye örneği. *Premium e-Journal of Social Sciences*, *7*(32), 663-671.

Sarıyer, G. (2018). Acil servislerde talebin zaman serileri modelleri ile tahmin edilmesi. *International Journal of Engineering Research and Development*, *10*(1), 66-77.

Shumway, R. H., and Stoffer, D. S. (2011). *Time series analysis and its applications: With R examples*. New York: Springer.

Souza, G. C. (2014). Supply chain analytics. *Business Horizons*, *57*(5), 595-605.

Stadtler, H. S., and Meyr, H. (2008). *Supply chain management and advanced planning: Concepts, models, software, and case studies*. Berlin: Springer.

Sütcü, E. (2019). *Proje tip üretim için bir eş zamanlı malzeme ve kapasite ihtiyaç planı sistemi tasarımı*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Şahin, S. ve Kocadağ, D. (2020). Sağlık sektöründe talep tahmini üzerine literatür araştırması. *Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *10*(1), 99-113.

Topcu, C. ve Kılıç, M. (2021). Deri giyim sanayi işletmelerinde üretim planlaması üzerine Karabük ilinde bir araştırma. *International Journal of Agriculture,Environment and Food Sciences*, *6*(1), 13-32.

Torun, Z. ve Deste, M. (2021). *Sağlık işletmelerinde malzeme yönetiminde uygun talep tahmin yönteminin belirlenmesine yönelik bir uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Malatya.

Türk, E. ve Kıanı, F. (2019). Yapay sinir ağları ile talep tahmini yapma: beyaz eşya üretim planlama örneği. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *1*(1), 30-37.

Uçakkuş, P. (2019). Sağlık kurumlarında talep tahmini: Cerrahi gazlı bez üzerine uygulama. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, *11*(4), 3421-3429.

Ulucan, A. (2008). *Zaman serileri analizinde hareketli ortalamalar ve uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstiüsü, İstanbul.

Ulucan, E. ve Kızılırmak, İ. (2018). Konaklama işletmelerinde talep tahmin yöntemleri: Yapay sinir ağları ile ilgili bir araştırma. *Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi*, *15*(1), 89-101.

Uzuntarla, Y. T. ve Varol, Ş. (2015). Hastanelerde malzeme yönetimi ve çağdaş yöntemler. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, *2*(1), 16-21.

Wiedmann, T. O., and Lenzen, M. (2015). The material footprint of nations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*(20), 6271-6276.

Wight, O. W. (1984). *Production and inventory management in the computer age*. United States: John Wiley & Sons, Inc.

Witt, S., and Witt, C. (2000). *Modeling and forecasting demand in tourism*. London: Academic Press.

Yıldırım, A. (2020). *Endüstri 4.0 çağında tedarik zinciri yönetimi ve malzeme ihtiyaç planlaması*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Yılmaz, A. (2019). *Küresel rekabet ortamında tedarik zinciri yönetiminin stratejik önemi*. Doktora Tezi, Boğaziçi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Yılmaz, H. (2019). *Malzeme ihtiyaç planlaması ve stok yönetimi: Teorik ve uygulamalı yaklaşımlar*. Ankara: Nobel Yayıncılık.

Yiğit, V. (2016). Hastanelerde tibbi malzeme talep tahmini: Serum seti tüketimi üzerinde örnek bir uygulama. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *5*(4), 207-222.

Yüksel, B. (2023). Zaman serilerinde talep tahmini. *YBS Ansiklopedi*, *11*(2), 1-18.

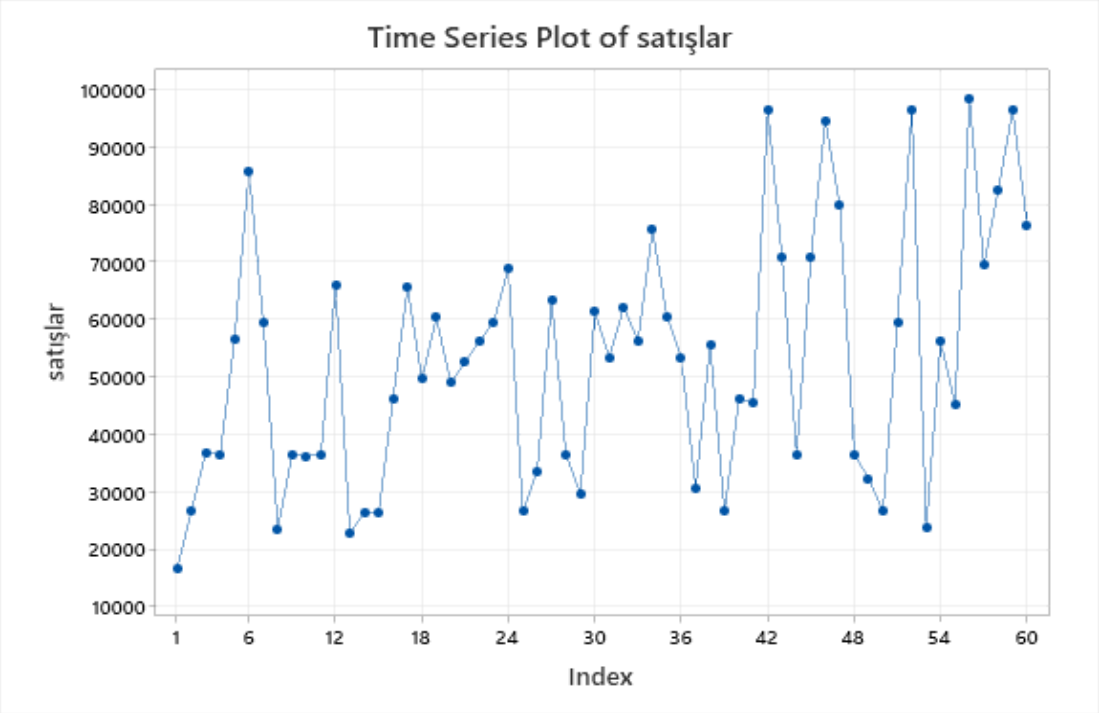
Yüksel, S. (2019). Malzeme ihtiyaç planlama sistemlerinin üretim süreçlerine etkisi. *İşletme Araştırmaları Dergisi, 11*(1), 120-135.

EKLER

EK-1. Kablo İçin 2018-2022 yılları gerçekleşen talep miktarı

AY/YIL	2018	2019	2020	2021	2022
OCAK	16597	22659	26549	30659	32354
ŞUBAT	26597	26466	33659	55694	26594
MART	36859	26459	63231	26594	59646
NİSAN	36597	46216	36461	46213	96462
MAYIS	56597	65605	29658	45616	23646
HAZİRAN	85946	49631	61326	96623	56256
TEMMUZ	59496	60326	53375	70696	45258
AĞUSTOS	23599	48956	62164	36456	98565
EYLÜL	36549	52697	56316	70965	69466
EKİM	36265	56265	75623	94643	82656
KASIM	36597	59654	60597	79856	96464
ARALIK	65979	68975	53386	36549	76526

EK-2. Kablo için 2018-2022 yılları zaman serisi grafiği



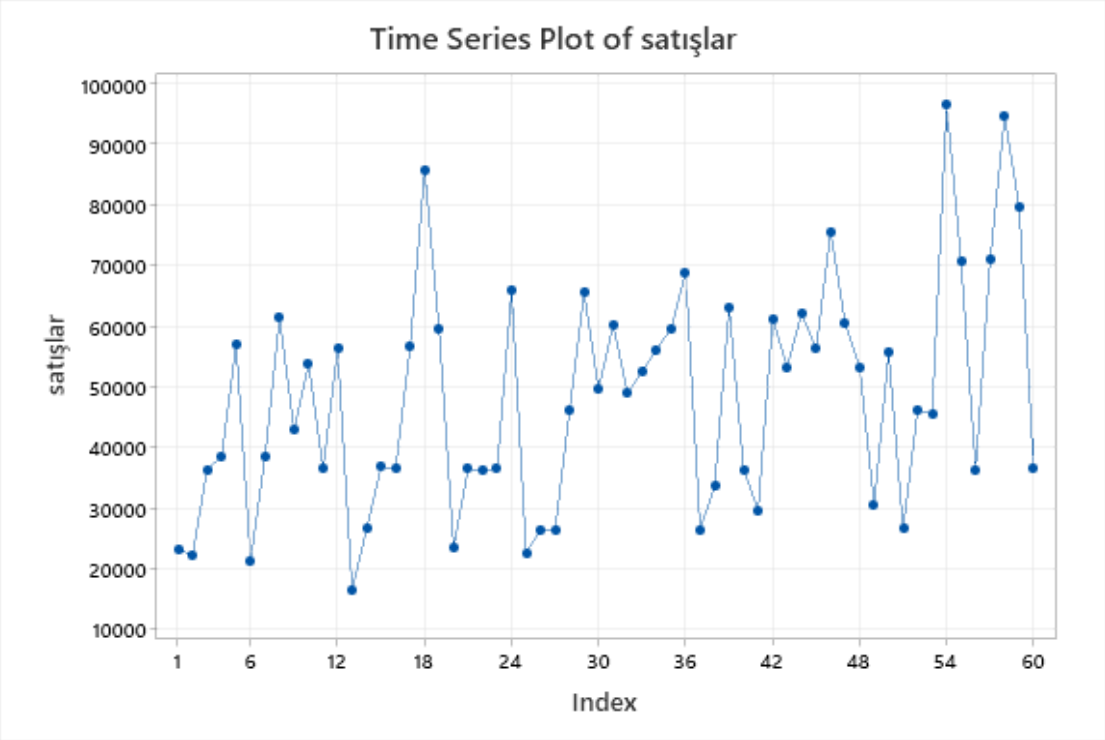
EK-3. Kablo 2018-2022 gerçekleşen talepler ve tahmin ile elde edilen değerler

Aylar / Yöntemler	Gerçekleşen Talep	3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	α= 0, 2 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	α= 0, 5 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	α= 0, 8 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	Holt'un Doğrusal Yöntemi	Holt-Winters Yöntemi (Toplamsal)	Holt-Winters Yöntemi (Çarpımsal)	ARIMA modeli
OCAK	32354	70349	63694	61957	57846	45569	45212	29899	37916	50760
ŞUBAT	26594	49586	62873	56036	45100	34997	34983	41890	46599	50555
MART	59646	31832	53999	50148	35847	28275	28275	42468	45315	47083
NİSAN	96462	39531	47000	52047	47747	53372	55524	54126	54548	56260
MAYIS	23646	60901	50321	60930	72104	87844	91768	64275	63821	66094
HAZİRAN	56256	59918	47740	53473	47875	36486	35316	85781	81183	44008
TEMMUZ	45258	58788	52521	54030	52066	52302	53705	64902	61270	57132
AĞUSTOS	98565	41720	56254	52276	48662	46667	47362	47791	44342	50735
EYLÜL	69466	66693	64038	61534	73614	88185	92063	68709	63841	68305
EKİM	82656	71097	58638	63120	71540	73210	74619	83818	77475	58200
KASIM	96464	83562	70440	67027	77098	80767	82938	77748	73030	65601
ARALIK	76526	82862	78482	72915	86781	93325	96172	75814	71961	69909

EK-4. Kablo için 2017-2021 yılları gerçekleşen talep miktarı

AY/YIL	2017	2018	2019	2020	2021
OCAK	23216	16597	22659	26549	30659
ŞUBAT	22326	26597	26466	33659	55694
MART	36454	36859	26459	63231	26594
NİSAN	38563	36597	46216	36461	46213
MAYIS	56932	56597	65605	29658	45616
HAZİRAN	21365	85946	49631	61326	96623
TEMMUZ	38687	59496	60326	53375	70696
AĞUSTOS	61426	23599	48956	62164	36456
EYLÜL	42954	36549	52697	56316	70965
EKİM	53875	36265	56265	75623	94643
KASIM	36565	36597	59654	60597	79856
ARALIK	56323	65979	68975	53386	36549

EK-5. Kablo için 2017-2021 yılları zaman serisi grafiği



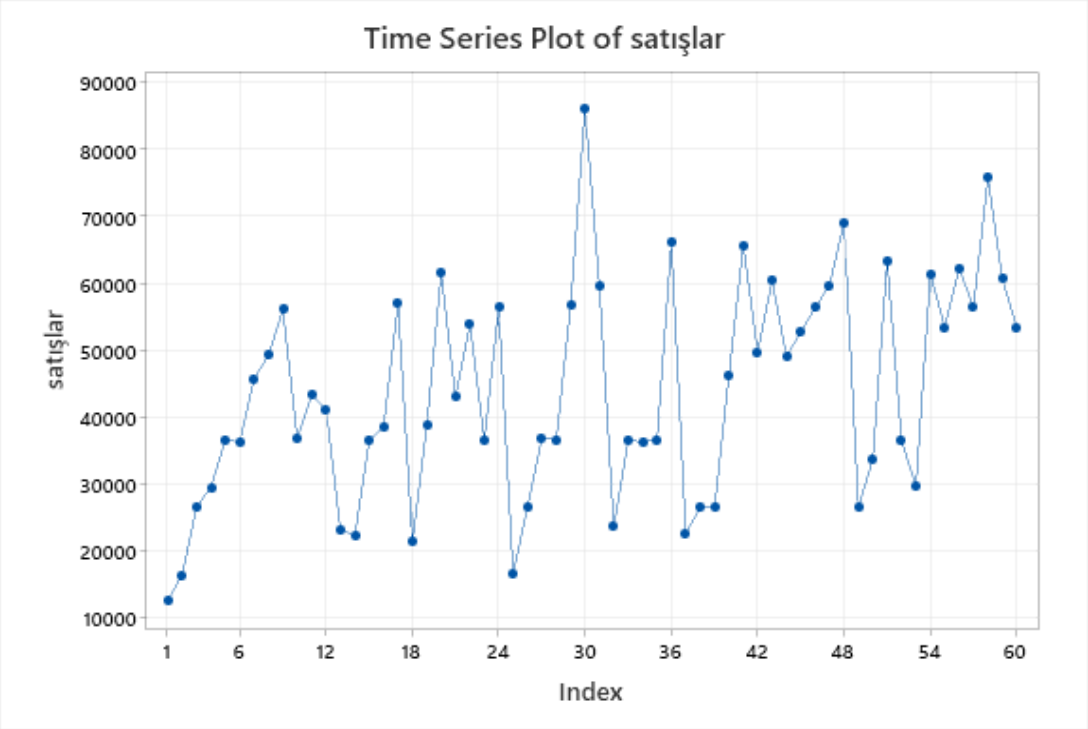
EK-6. Kablo 2017-2021 gerçekleşen talepler ve tahmin ile elde edilen değerler

Aylar / Yöntemler	Gerçekleşen Talep	3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	α= 0, 2 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	α= 0, 5 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	α= 0, 8 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	Holt'un Doğrusal Yöntemi	Holt-Winters Yöntemi (Toplamsal)	Holt-Winters Yöntemi (çarpımsal)	ARIMA modeli
OCAK	30659	63202	61617	56793	58358	55282	55880	27893	32536	51286
ŞUBAT	55694	48214	55316	51566	44508	35584	34561	36405	39129	44509
MART	26594	46580	55192	52392	50101	51672	53103	53597	52882	52680
NİSAN	46213	37649	45386	47232	38348	31610	30512	48828	46301	42039
MAYIS	45616	42834	42509	47029	42280	43292	44096	60585	56307	49279
HAZİRAN	96623	39474	40955	46746	43948	45151	45761	65004	62259	47191
TEMMUZ	70696	62817	54148	56721	70286	86329	90833	67284	65392	63360
AĞUSTOS	36456	70978	57148	59516	70491	73823	75273	59587	60071	54370
EYLÜL	70965	67925	59121	54904	53473	43929	42606	56082	56406	47141
EKİM	94643	59372	64071	58116	62219	65558	67627	70936	69880	58614
KASIM	79856	67355	73877	65422	78431	88826	92445	67207	68396	64361
ARALIK	36549	81821	70523	68309	79144	81650	83394	81331	78599	60956

EK-7. Kablo için 2016-2020 yılları gerçekleşen talep miktarı

AY/YIL	2016	2017	2018	2019	2020
OCAK	12659	23216	16597	22659	26549
ŞUBAT	16495	22326	26597	26466	33659
MART	26549	36454	36859	26459	63231
NİSAN	29549	38563	36597	46216	36461
MAYIS	36569	56932	56597	65605	29658
HAZİRAN	36264	21365	85946	49631	61326
TEMMUZ	45706	38687	59496	60326	53375
AĞUSTOS	49196	61426	23599	48956	62164
EYLÜL	55976	42954	36549	52697	56316
EKİM	36780	53875	36265	56265	75623
KASIM	43300	36565	36597	59654	60597
ARALIK	41182	56323	65979	68975	53386

EK-8. Kablo için 2016-2020 yılları zaman serisi grafiği



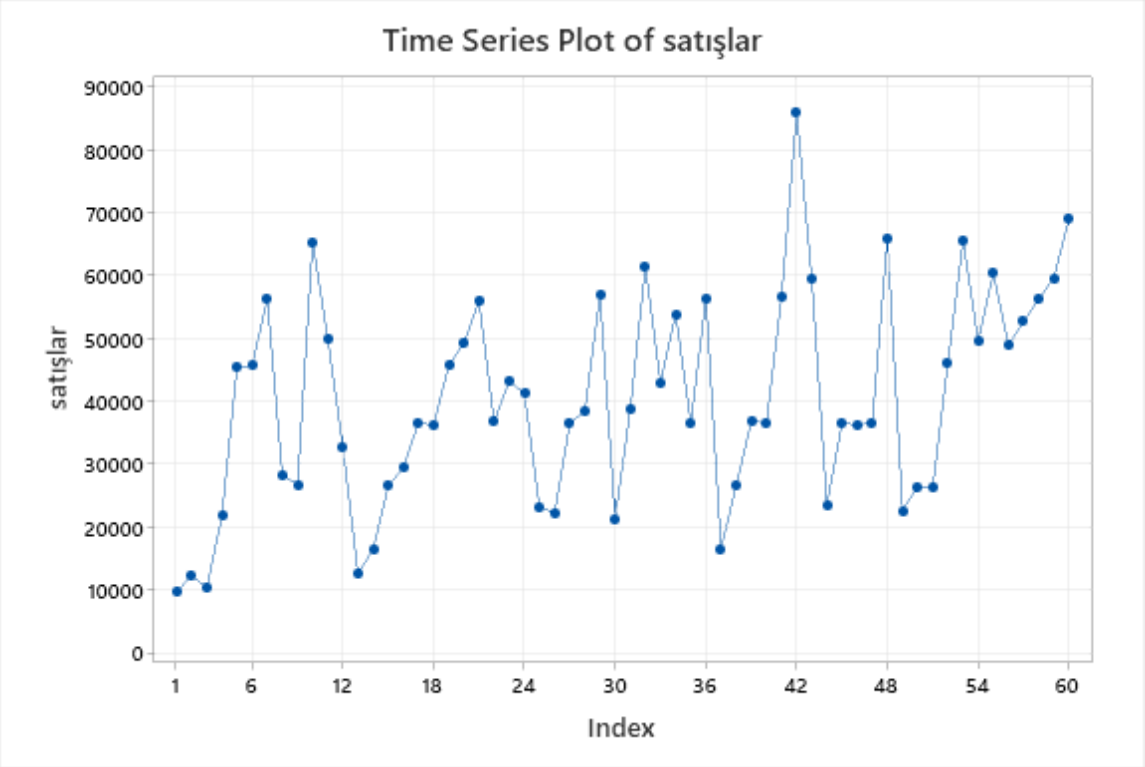
EK-9. Kablo 2016-2020 gerçekleşen talepler ve tahmin ile elde edilen değerler

Aylar / Yöntemler	Gerçekleşen Talep	3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	α= 0, 2 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	α= 0, 5 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	α= 0, 8 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	Holt'un Doğrusal Yöntemi	Holt-Winters Yöntemi (Toplamsal)	Holt-Winters Yöntemi (çarpımsal)	ARIMA modeli
OCAK	26549	61631	57309	55659	62991	66944	69108	26639	35958	54084
ŞUBAT	33659	51726	52828	49837	44770	34628	33989	32969	39114	39152
MART	63231	43061	49020	46601	39215	33853	33904	47205	48535	44350
NİSAN	36461	41146	50414	49927	51223	57355	59377	57426	56266	52656
MAYIS	29658	44450	45775	47234	43842	40640	40755	72656	66290	41828
HAZİRAN	61326	43117	37912	43719	36750	31854	31583	58586	54865	41632
TEMMUZ	53375	42482	44867	47240	49038	55432	57263	60461	56045	51980
AĞUSTOS	62164	48120	48810	48467	51207	53786	54908	52863	49063	47340
EYLÜL	56316	58955	48597	51207	56685	60489	62036	55184	52353	52370
EKİM	75623	57285	52568	52228	56501	57151	58211	56735	54284	49931
KASIM	60597	64701	61761	56907	66062	71929	74144	57357	56369	58249
ARALIK	53386	64179	61615	57645	63329	62863	63948	75061	70231	52388

EK-10. Kablo için 2015-2019 yılları gerçekleşen talep miktarı

AY/YIL	2015	2016	2017	2018	2019
OCAK	9632	12659	23216	16597	22659
ŞUBAT	12354	16495	22326	26597	26466
MART	10326	26549	36454	36859	26459
NİSAN	21747	29549	38563	36597	46216
MAYIS	45408	36569	56932	56597	65605
HAZİRAN	45701	36264	21365	85946	49631
TEMMUZ	56264	45706	38687	59496	60326
AĞUSTOS	28318	49196	61426	23599	48956
EYLÜL	26808	55976	42954	36549	52697
EKİM	65364	36780	53875	36265	56265
KASIM	50034	43300	36565	36597	59654
ARALIK	32705	41182	56323	65979	68975

EK-11. Kablo için 2015-2019 yılları zaman serisi grafiği



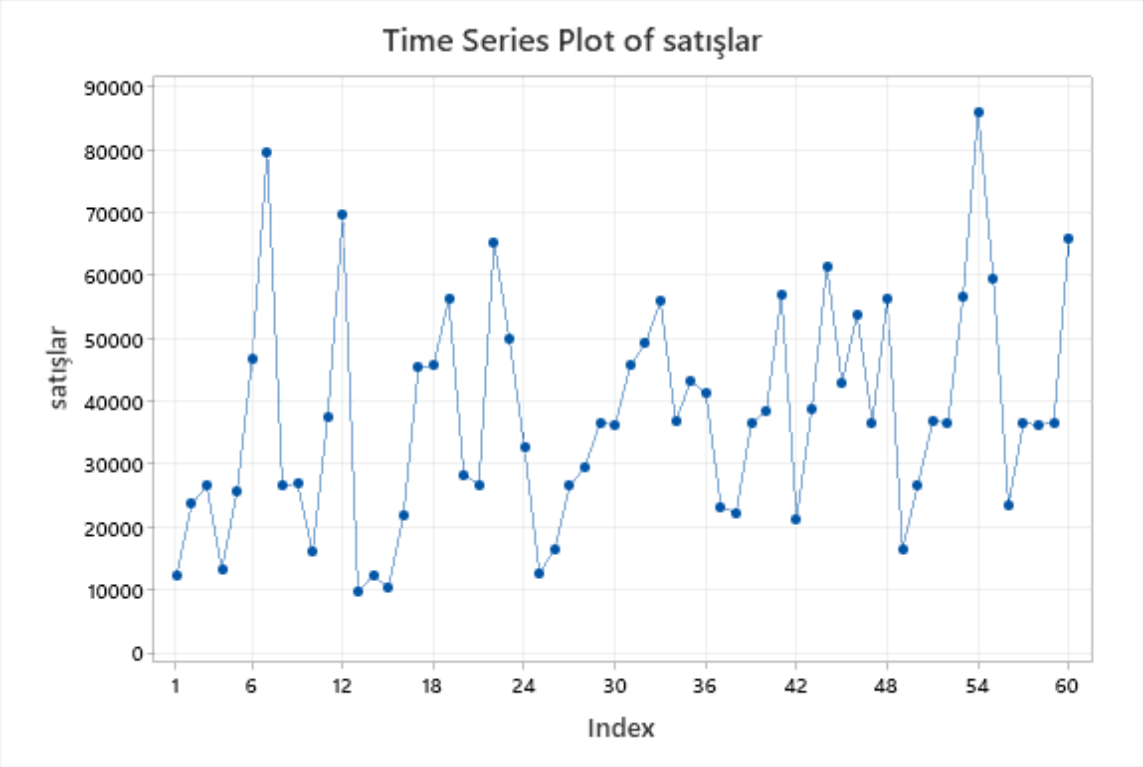
EK-12. Kablo 2015-2019 gerçekleşen talepler ve tahmin ile elde edilen değerler

Aylar / Yöntemler	Gerçekleşen Talep	3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	α= 0, 2 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	α= 0, 5 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	α= 0, 8 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	Holt'un Doğrusal Yöntemi	Holt-Winters Yöntemi (Toplamsal)	Holt-Winters Yöntemi (çarpımsal)	ARIMA modeli
OCAK	26549	61631	57309	55659	62991	66944	69108	26639	35958	52603
ŞUBAT	33659	51726	52828	49837	44770	34628	33989	32969	39114	30296
MART	63231	43061	49020	46601	39215	33853	33904	47205	48535	38891
NİSAN	36461	41146	50414	49927	51223	57355	59377	57426	56266	34637
MAYIS	29658	44450	45775	47234	43842	40640	40755	72656	66290	44109
HAZİRAN	61326	43117	37912	43719	36750	31854	31583	58586	54865	49757
TEMMUZ	53375	42482	44867	47240	49038	55432	57263	60461	56045	42298
AĞUSTOS	62164	48120	48810	48467	51207	53786	54908	52863	49063	50422
EYLÜL	56316	58955	48597	51207	56685	60489	62036	55184	52353	43556
EKİM	75623	57285	52568	52228	56501	57151	58211	56735	54284	48158
KASIM	60597	64701	61761	56907	66062	71929	74144	57357	56369	48644
ARALIK	53386	64179	61615	57645	63329	62863	63948	75061	70231	50787

EK-13. Kablo için 2014-2018 yılları gerçekleşen talep miktarı

AY/YIL	2014	2015	2016	2017	2018
OCAK	12236	9632	12659	23216	16597
ŞUBAT	23654	12354	16495	22326	26597
MART	26549	10326	26549	36454	36859
NİSAN	13265	21747	29549	38563	36597
MAYIS	25628	45408	36569	56932	56597
HAZİRAN	46785	45701	36264	21365	85946
TEMMUZ	79586	56264	45706	38687	59496
AĞUSTOS	26549	28318	49196	61426	23599
EYLÜL	26985	26808	55976	42954	36549
EKİM	16071	65364	36780	53875	36265
KASIM	37564	50034	43300	36565	36597
ARALIK	69564	32705	41182	56323	65979

EK-14. Kablo için 2014-2018 yılları zaman serisi grafiği



EK-15. Kablo İçin 2014-2018 gerçekleşen talepler ve tahmin ile elde edilen değerler

aylar / yöntemler	Gerçekleşen Talep	3 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	5 Aylık Hareketli Ortalama Yöntemi	α= 0, 2 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	α= 0, 5 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	α= 0, 8 Tek Üstel Düzeltme Yöntemi	Holt'un Doğrusal Yöntemi	Holt-Winters Yöntemi (Toplamsal)	Holt-Winters Yöntemi (çarpımsal)	ARIMA modeli
OCAK	16597	48921	50229	45460	49773	52998	55128	17806	22230	44587
ŞUBAT	26597	36495	41263	39687	33185	23877	20156	22173	25005	25415
MART	36859	33172	37991	37069	29891	26053	26151	30344	32306	36575
NİSAN	36597	26684	34588	37027	33375	34698	36125	32965	34133	36229
MAYIS	56597	33351	34595	36941	34986	36217	36792	53499	50288	36258
HAZİRAN	85946	43351	34649	40872	45792	52521	55226	52925	49571	43734
TEMMUZ	59496	59713	48519	49887	65869	79261	83868	81093	72728	51756
AĞUSTOS	23599	67346	55099	51809	62682	63449	62174	59088	58952	38492
EYLÜL	36549	56347	52447	46167	43141	31569	27209	48027	48528	29950
EKİM	36265	39881	52437	44243	39845	35553	35915	49818	49461	38124
KASIM	36597	32138	48371	42648	38055	36123	36447	43680	43165	34901
ARALIK	65979	36470	38501	41438	37326	36502	36798	50763	50571	36248

EK-16. 2014-2018 yılları ARIMA modeli için model seçim ve sonuç verileri

Model Selection

Model (d = 0)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 1; q = 0*	-679,977	1364,16	1363,95	1368,14
p = 2; q = 0	-679,036	1364,50	1364,07	1370,36
p = 0; q = 2	-692,834	1392,10	1391,67	1397,95
p = 0; q = 1	-700,338	1404,89	1404,68	1408,87
p = 1; q = 2	-700,441	1409,61	1408,88	1417,26
p = 2; q = 2	-766,262	1543,63	1542,52	1553,00

** Best model with minimum AICc. Output for the best model follows.*

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
59	2,38307E+10	403910187	397178350	1364,16	1363,95	1368,14

MS = variance of the white noise series

Model Selection

Model (d = 1)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 0; q = 2*	-659,003	1324,44	1324,01	1330,24
p = 1; q = 1	-659,280	1325,00	1324,56	1330,79
p = 2; q = 2	-657,524	1326,18	1325,05	1335,43
p = 1; q = 2	-659,006	1326,75	1326,01	1334,32
p = 0; q = 1	-661,537	1327,29	1327,07	1331,23
p = 2; q = 0	-666,160	1338,76	1338,32	1344,55
p = 2; q = 1	-665,721	1340,18	1339,44	1347,75
p = 1; q = 0	-668,093	1340,40	1340,19	1344,34
p = 0; q = 0	-669,630	1341,33	1341,26	1343,34

** Best model with minimum AICc. Output for the best model follows.*

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
57	1,58686E+10	278395819	268958673	1324,44	1324,01	1330,24

MS = variance of the white noise series

Model Selection

Model (d = 2)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 2; q = 2*	-657,130	1325,41	1324,26	1334,56
p = 1; q = 1	-659,511	1325,47	1325,02	1331,20
p = 0; q = 1	-660,921	1326,06	1325,84	1329,96
p = 0; q = 2	-659,810	1326,06	1325,62	1331,80
p = 2; q = 1	-659,539	1327,83	1327,08	1335,32
p = 1; q = 2	-659,743	1328,24	1327,49	1335,73
p = 2; q = 0	-671,245	1348,94	1348,49	1354,67
p = 1; q = 0	-675,596	1355,41	1355,19	1359,31

** Best model with minimum AICc. Output for the best model follows.*

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
54	2,13929E+10	396164234	368842563	1325,41	1324,26	1334,56

MS = variance of the white noise series

EK-17. 2015-2019 yılları ARIMA modeli için model seçim ve sonuç verileri

Model Selection

Model (d = 0)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 2; q = 0*	-670,047	1346,52	1346,09	1352,38
p = 1; q = 0	-671,444	1347,10	1346,89	1351,08
p = 0; q = 2	-691,369	1389,17	1388,74	1395,02
p = 0; q = 1	-700,947	1406,10	1405,89	1410,08
p = 1; q = 2	-700,935	1410,60	1409,87	1418,25

** Best model with minimum AICc. Output for the best model follows.*

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
58	1,68803E+10	291040517	281339166	1346,52	1346,09	1352,38

MS = variance of the white noise series

Model Selection

Model (d = 1)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 0; q = 2*	-652,699	1311,84	1311,40	1317,63
p = 1; q = 1	-653,339	1313,11	1312,68	1318,91
p = 1; q = 2	-652,841	1314,42	1313,68	1321,99
p = 2; q = 2	-652,137	1315,41	1314,27	1324,66
p = 0; q = 1	-656,350	1316,91	1316,70	1320,86
p = 2; q = 0	-657,165	1320,77	1320,33	1326,56
p = 1; q = 0	-658,448	1321,11	1320,90	1325,05
p = 0; q = 0	-660,359	1322,79	1322,72	1324,80
p = 2; q = 1	-657,358	1323,46	1322,72	1331,03

** Best model with minimum AICc. Output for the best model follows.*

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
57	1,32661E+10	232738733	224849285	1311,84	1311,40	1317,63

MS = variance of the white noise series

Model Selection

Model (d = 2)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 1; q = 1*	-649,977	1306,40	1305,95	1312,13
p = 2; q = 1	-648,844	1306,44	1305,69	1313,93
p = 0; q = 1	-651,628	1307,47	1307,26	1311,38
p = 0; q = 2	-650,652	1307,75	1307,30	1313,49
p = 2; q = 2	-648,975	1309,10	1307,95	1318,25
p = 1; q = 2	-650,625	1310,01	1309,25	1317,49
p = 2; q = 0	-661,154	1328,75	1328,31	1334,49
p = 1; q = 0	-666,061	1336,34	1336,12	1340,24

** Best model with minimum AICc. Output for the best model follows.*

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
56	1,73014E+10	308953173	298299615	1306,40	1305,95	1312,13

MS = variance of the white noise series

EK-18. 2016-2020 yılları ARIMA modeli için model seçim ve sonuç veriler

Model Selection

Model (d = 0)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 2; q = 0*	-670,603	1347,64	1347,21	1353,49
p = 1; q = 0	-673,328	1350,87	1350,66	1354,84
p = 0; q = 2	-695,329	1397,09	1396,66	1402,94
p = 0; q = 1	-705,030	1414,27	1414,06	1418,25

** Best model with minimum AICc. Output for the best model follows.*

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
58	1,71785E+10	296181876	286309147	1347,64	1347,21	1353,49

MS = variance of the white noise series

Model Selection

Model (d = 1)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 0; q = 2*	-652,146	1310,73	1310,29	1316,53
p = 1; q = 1	-652,848	1312,13	1311,70	1317,93
p = 0; q = 1	-654,117	1312,45	1312,23	1316,39
p = 1; q = 2	-652,123	1312,99	1312,25	1320,56
p = 2; q = 1	-652,532	1313,81	1313,06	1321,37
p = 2; q = 2	-651,854	1314,84	1313,71	1324,10
p = 2; q = 0	-656,258	1318,95	1318,52	1324,75
p = 1; q = 0	-659,014	1322,24	1322,03	1326,18
p = 0; q = 0	-662,388	1326,85	1326,78	1328,85

** Best model with minimum AICc. Output for the best model follows.*

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
57	1,29747E+10	227625722	219909596	1310,73	1310,29	1316,53

MS = variance of the white noise series

Model Selection

Model (d = 2)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 2; q = 1*	-648,235	1305,22	1304,47	1312,71
p = 1; q = 1	-650,840	1308,13	1307,68	1313,86
p = 0; q = 2	-651,193	1308,83	1308,39	1314,57
p = 2; q = 2	-649,306	1309,77	1308,61	1318,92
p = 0; q = 1	-653,869	1311,96	1311,74	1315,86
p = 1; q = 2	-653,707	1316,17	1315,41	1323,66
p = 2; q = 0	-660,749	1327,94	1327,50	1333,68
p = 1; q = 0	-668,864	1341,95	1341,73	1345,85

** Best model with minimum AICc. Output for the best model follows.*

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
55	1,61147E+10	292994516	277839627	1305,22	1304,47	1312,71

MS = variance of the white noise series

EK-19. 2017-2021 yılları ARIMA modeli için model seçim ve sonuç veriler

Model Selection

Model (d = 0)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 2; q = 0*	-682,691	1371,81	1371,38	1377,66
p = 1; q = 0	-684,803	1373,82	1373,61	1377,79
p = 0; q = 2	-701,495	1409,42	1408,99	1415,27
p = 0; q = 1	-713,191	1430,59	1430,38	1434,57

** Best model with minimum AICc. Output for the best model follows.*

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
58	2,58432E+10	445572431	430720016	1371,81	1371,38	1377,66

MS = variance of the white noise series

Model Selection

Model (d = 1)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 0; q = 2*	-662,112	1330,66	1330,22	1336,46
p = 0; q = 1	-663,463	1331,14	1330,93	1335,08
p = 1; q = 1	-662,476	1331,39	1330,95	1337,19
p = 1; q = 2	-662,064	1332,87	1332,13	1340,44
p = 2; q = 2	-661,024	1333,18	1332,05	1342,44
p = 2; q = 1	-666,574	1341,89	1341,15	1349,46
p = 2; q = 0	-667,911	1342,26	1341,82	1348,05
p = 1; q = 0	-671,348	1346,91	1346,70	1350,85
p = 0; q = 0	-674,207	1350,48	1350,41	1352,49

** Best model with minimum AICc. Output for the best model follows.*

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
57	1,84454E+10	323603863	312634240	1330,66	1330,22	1336,46

MS = variance of the white noise series

Model Selection

Model (d = 2)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 1; q = 1*	-663,059	1332,56	1332,12	1338,30
p = 0; q = 2	-663,324	1333,09	1332,65	1338,83
p = 2; q = 2	-661,266	1333,69	1332,53	1342,83
p = 0; q = 1	-665,477	1335,17	1334,95	1339,08
p = 1; q = 2	-663,740	1336,23	1335,48	1343,72
p = 2; q = 0	-674,755	1355,95	1355,51	1361,69
p = 2; q = 1	-673,615	1355,98	1355,23	1363,47
p = 1; q = 0	-680,275	1364,77	1364,55	1368,67

** Best model with minimum AICc. Output for the best model follows.*

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
56	2,74316E+10	489849243	472957890	1332,56	1332,12	1338,30

MS = variance of the white noise series

EK-20. 2018-2022 yılları ARIMA modeli için model seçim ve sonuç veriler

Model Selection

Model (d = 0)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 2; q = 0*	-689,818	1386,06	1385,64	1391,92
p = 1; q = 0	-692,362	1388,93	1388,72	1392,91
p = 0; q = 2	-707,712	1421,85	1421,42	1427,71
p = 0; q = 1	-720,598	1445,41	1445,20	1449,38

** Best model with minimum AICc. Output for the best model follows.*

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
58	3,26956E+10	563717711	544927121	1386,06	1385,64	1391,92

MS = variance of the white noise series

Model Selection

Model (d = 1)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 0; q = 2*	-670,255	1346,95	1346,51	1352,74
p = 1; q = 1	-670,401	1347,24	1346,80	1353,04
p = 0; q = 1	-671,755	1347,72	1347,51	1351,66
p = 1; q = 2	-670,260	1349,26	1348,52	1356,83
p = 2; q = 2	-669,525	1350,18	1349,05	1359,44
p = 2; q = 0	-676,048	1358,53	1358,10	1364,33
p = 1; q = 0	-678,046	1360,31	1360,09	1364,25
p = 0; q = 0	-681,437	1364,94	1364,87	1366,95
p = 2; q = 1	-733,880	1476,50	1475,76	1484,07

** Best model with minimum AICc. Output for the best model follows.*

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
57	2,41174E+10	423112690	408769887	1346,95	1346,51	1352,74

MS = variance of the white noise series

Model Selection

Model (d = 2)	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
p = 2; q = 1*	-667,723	1344,20	1343,45	1351,69
p = 1; q = 1	-669,370	1345,19	1344,74	1350,92
p = 0; q = 2	-669,882	1346,21	1345,76	1351,95
p = 2; q = 2	-668,383	1347,92	1346,77	1357,07
p = 1; q = 2	-670,244	1349,24	1348,49	1356,73
p = 0; q = 1	-672,533	1349,28	1349,07	1353,19
p = 2; q = 0	-682,888	1372,22	1371,78	1377,96
p = 1; q = 0	-687,024	1378,27	1378,05	1382,17

** Best model with minimum AICc. Output for the best model follows.*

Model Summary

DF	SS	MS	MSD	AICc	AIC	BIC
55	3,16991E+10	576347970	546536868	1344,20	1343,45	1351,69

MS = variance of the white noise series



Gazili olmak ayrıcalıktır